



**ΑΝΟΙΚΤΟ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΥΠΡΟΥ**

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ

ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

«ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ Μ.Β.Α.»

ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΜΑΣΤΕΡ

**«Η αρνητική ασύμμετρη σχέση μεταξύ απόδοσης
χρηματιστηρίου- τεκμαρτής μεταβλητότητας»**

Αργυρώ Σ. Ζωχιού

Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Δρ. Φωτεινή Οικονόμου

ΛΕΥΚΩΣΙΑ, ΜΑΪΟΣ, 2015

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου κ. Φωτεινή Οικονόμου για την υποστήριξη, τις γνώσεις και καθοδήγηση που μου παρείχε σε όλη την διάρκεια της προσπάθειάς μου διότι χωρίς την στήριξη και την συνεργασία της δεν θα ήταν δυνατή η ολοκλήρωση της εργασίας μου. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου οι οποίοι είναι οι βασικοί υποστηρικτές μου σε κάθε προσπάθειά μου.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας αποτελεί η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ απόδοσης χρηματιστηρίου και τεκμαρτής μεταβλητότητας. Οι υποθέσεις της χρηματοοικονομικής μόχλευσης και της ανάδρασης της μεταβλητότητας έχουν αποτύχει να εξηγήσουν επαρκώς τη σχέση αυτή. Στο πλαίσιο αυτό γίνεται αναφορά στις έννοιες της μεταβλητότητας, της τεκμαρτής μεταβλητότητας, στον δείκτη VIX και πραγματοποιείται επισκόπηση της βιβλιογραφίας για τη σχέση δεικτών χρηματιστηρίου-δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας. Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε δεδομένα για τρεις αγορές (Η.Π.Α., Ηνωμένο Βασίλειο, Γερμανία) και πραγματοποιούμε ανάλυση παλινδρόμησης για δύο υποδείγματα για την περίοδο 2000-2014.

Στα αποτελέσματα της εμπειρικής μας έρευνας επιβεβαιώνεται ότι η σχέση αυτή είναι στατιστικά σημαντική αρνητική και ασύμμετρη και για τις τρεις εξεταζόμενες αγορές σε όλες τις εξεταζόμενες υποπεριόδους ανάλυσης.

Abstract

The objective of this study is the examination of the relation between market returns and implied volatility. The leverage and volatility feedback hypotheses have failed to adequately explain this relation. In this context, we refer to the definitions of volatility, implied volatility, the VIX index and the overview of the literature about the relation between stock index returns and implied volatility. Subsequently, we use data for three markets (U.S.A., U.K., Germany) and perform regression analysis for two models for the period 2000-2014.

Our findings confirm that this relation is statistically significant negative and asymmetric for the three markets under examination for all the sub-periods of our analysis.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 2. Ορισμός της μεταβλητότητας και ανασκόπηση βιβλιογραφίας	8
2.1 Εισαγωγή	8
2.2 Μεταβλητότητα και ιδιότητες.....	8
2.3 Τεκμαρτή Μεταβλητότητα.....	10
2.4 Έλεγχος σχέσης τεκμαρτής και πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας.....	12
2.5 Δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας.....	13
2.5.1 Αρχικός δείκτης VIX (VOX)	20
2.5.2 Τροποποίηση του αρχικού VIX- ο νέος VIX	26
2.6 Η σχέση απόδοσης χρηματιστηριακού δείκτη- τεκμαρτής μεταβλητότητας	29
2.7 Συμπεριφορική εξήγηση	33
Κεφάλαιο 3- Εμπειρική ανάλυση.....	35
3.1 Δεδομένα εμπειρικής ανάλυσης και περιγραφή των μεταβλητών.....	35
3.1.1. Γενικά στοιχεία	35
3.1.2. VDAX	36
3.1.3. VSTOXX	36
3.2 Μεθοδολογία εμπειρικής ανάλυσης.....	36
Κεφάλαιο 4.Αποτελέσματα Εμπειρικής ανάλυσης	39
4.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία	39
4.2 Βαθμός συσχέτισης.....	42
4.3 Αποτελέσματα παλινδρομήσεων.....	43
Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα	49
Βιβλιογραφία.....	51

Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

Οι ραγδαίες, συνεχείς και ταχείες εξελίξεις σε όλους τους τομείς των αγορών έχουν οδηγήσει στην ανάγκη για απλούστερες και λιγότερο σύνθετες ερμηνείες και θεωρήσεις. Η πρόσφατη οικονομική κρίση αμφισβητεί την ύπαρξη του ορθολογικού επενδυτή στις αγορές και μαζί με αυτόν τις θεωρήσεις της παραδοσιακής χρηματοοικονομικής. Η επίδραση του φόβου, της αβεβαιότητας και των έντονων μεταβολών στην αγορά αποτελεί γεγονός. Τα νέα αυτά δεδομένα για τις αγορές, δημιούργησαν δυσκολίες τόσο για την ερμηνεία της ίδιας της πορείας τους και όσο της μη ορθολογικής συμπεριφοράς των επενδυτών. Με την ερμηνεία και τη σημασία του ψυχολογικού παράγοντα στη λήψη αποφάσεων των επενδυτών ασχολείται η Συμπεριφορική Χρηματοοικονομική, η οποία έρχεται να καλύψει τις αδυναμίες της παραδοσιακής Χρηματοοικονομικής.

Το συναίσθημα των επενδυτών έχει αποδειχθεί πολύ σημαντικός παράγοντας για την πορεία των χρηματιστηριακών αγορών. Δεν είναι τυχαίο ότι επιστήμονες που έχουν ασχοληθεί με τον τομέα έχουν διακριθεί με Νόμπελ (ο Kahneman μαζί με τον Smith το 2002, οι Fama, Shiller και Hansen το 2013). Επειδή ο προσδιορισμός και η ποσοτικοποίηση του ψυχολογικού παράγοντα, στην περίπτωση των συναισθημάτων των επενδυτών, δεν είναι εύκολα μετρήσιμα έχουν κατασκευαστεί δείκτες οι οποίοι θεωρείται ότι μπορούν να προσεγγίζουν και απεικονίσουν τα συναισθήματα των επενδυτών και επίσης αποτελούν πηγές πληροφόρησης και εργαλεία στρατηγικής, οι επονομαζόμενοι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας ή αλλιώς δείκτες «φόβου» (γνωστοί ως investor's fear gauge).

Οι επενδυτές οφείλουν να βασίζονται στις αποφάσεις τους και να διαμορφώνουν τα χαρτοφυλάκιά τους σύμφωνα με τις εκάστοτε εξελίξεις και τη μεταβλητότητα της αγοράς. Η κατασκευή δεικτών συναισθήματος και πιο συγκεκριμένα δεικτών φόβου είναι αρκετά σημαντική διότι αποτελούν μια απλουστευμένη και γενική εικόνα για το επενδυτικό συναίσθημα σε μια αγορά. Όσο σημαντική όμως είναι η κατασκευή τους ακόμα πιο σημαντική είναι και η ερμηνεία τους.

Η ερμηνεία και παρακολούθηση των δεικτών «φόβου» είναι αρχικά σημαντική διότι απεικονίζουν το συναίσθημα των επενδυτών οι οποίοι είναι ο κινητήριος μοχλός και οι διαμορφωτές της χρηματιστηριακής αγοράς, ενώ έρευνες έχουν δείξει την επίδραση του φόβου και στη διαμόρφωση της αγελαίας συμπεριφοράς (Philippas et al., 2013). Επιπλέον, οι δείκτες αυτοί είναι αρκετά αποτελεσματικοί στην ερμηνεία για την αποτίμηση των αξιόγραφων και με μακροχρόνια ανάλυση μπορούμε να εξάγουμε συμπεράσματα για όλο το φάσμα μιας οικονομίας. Επίσης, επιτρέπουν τη συσχέτιση της απόδοσης των αγορών με τη μεταβλητότητα: όσο πιο υψηλή είναι η απόδοση του χρηματιστηρίου, τόσο πιο χαμηλά είναι οι δείκτες φόβου και το αντίθετο. Υψηλές τιμές του δείκτη υποδεικνύουν μεγάλη αβεβαιότητα (φόβο) και βραχυπρόθεσμη αναμενόμενη μεταβλητότητα.

Ο πλέον γνωστός δείκτης είναι ο CBOE Volatility Index (VIX) για τη χρηματιστηριακή αγορά των Η.Π.Α. ο οποίος για τις επόμενες τριάντα ημερολογιακές ημέρες αντιπροσωπεύει την αναμενόμενη μεταβλητότητα του χρηματιστηριακού δείκτη S&P500 βασιζόμενος στις τιμές των παραγώγων του. Στην πορεία, κατασκευάστηκαν και άλλοι δείκτες για άλλες χρηματιστηριακές αγορές, όπως της Ευρώπης (VSTOXX), για μεμονωμένα κράτη της Ευρώπης (VDAX, VFTSE κ.α.), την Ιαπωνία (VKOPSI) κ.α. Αποτελούν λοιπόν μέτρο αναφοράς και συμπυκνωμένη πληροφόρηση προς κάθε ενδιαφερόμενο μέρος για την αβεβαιότητα ή την εμπιστοσύνη και τη μεταβλητότητα που επικρατεί σε μια αγορά.

Πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί οι οποίες μελετούν την αρνητική ασύμμετρη σχέση μεταξύ απόδοσης χρηματιστηρίου και μεταβλητότητας. Αρχικά αναπτύχθηκαν δύο θεωρίες προσπαθώντας να εξηγήσουν αυτή τη σχέση: η υπόθεση της χρηματοοικονομικής μόχλευσης (leverage hypothesis) και το φαινόμενο της ανάδρασης της μεταβλητότητας (volatility feedback hypothesis). Οι δύο πιο πάνω θεωρίες έχουν επιτυχώς αλλά όχι επαρκώς καταφέρει να προσεγγίσουν και αποδείξουν αυτή τη σχέση χρησιμοποιώντας στοιχεία με χαμηλή συχνότητα (π.χ. εβδομαδιαία, μηνιαία) αλλά παρουσιάζουν αδυναμία για πιο μεγάλη συχνότητα (ημερήσια, ενδοημερήσια). Ακόμη ένας περιορισμός των παλαιότερων εμπειρικών ερευνών είναι ότι βασίζουν τις έρευνές τους σε ιστορικές ή πραγματοποιηθείσες μεταβλητότητες, το οποίο περιέχει λίγη πληροφόρηση για τη μελλοντική κατάσταση της αγοράς και το συναίσθημα των επενδυτών.

Αντικειμενικός σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ απόδοσης χρηματιστηριακού δείκτη- δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας για τρεις αγορές: τις Η.Π.Α, το Ηνωμένο Βασίλειο και την Γερμανία. Θα χρησιμοποιήσουμε ημερήσια δεδομένα για την περίοδο 2000-2014. Στα αποτελέσματά μας αναμένουμε την επιβεβαίωση της αρνητικής σχέσης λόγω της υπόθεσης ότι οι επενδυτές όντας ορθολογικοί αποστρέφονται τον κίνδυνο και την ασύμμετρη σχέση λόγω του ότι ο φόβος είναι πιο υψηλός κατά την πτώση του χρηματιστηρίου παρά κατά την άνοδο.

Η διάρθρωση της διατριβής έχει ως εξής:

- Στο κεφάλαιο 2 ορίζονται η μεταβλητότητα, η τεκμαρτή μεταβλητότητα, οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας, γίνεται εκτενής αναφορά στον δείκτη VIX τόσο για την παλιά όσο και τη νέα έκδοσή του και γίνεται επισκόπηση της βιβλιογραφίας με την σχέση απόδοσης χρηματιστηριακών δεικτών-δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας.
- Στο κεφάλαιο 3 γίνεται περιγραφή των δεδομένων της ανάλυσης και περιγραφή της μεθοδολογίας που θα ακολουθηθεί.
- Στο κεφάλαιο 4 παρουσιάζονται και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της εμπειρικής ανάλυσης.
- Στο κεφάλαιο 5 διαμορφώνονται τα συμπεράσματα.

Κεφάλαιο 2. Ορισμός της μεταβλητότητας και ανασκόπηση βιβλιογραφίας

2.1 Εισαγωγή

Η ακριβής προσέγγιση της μεταβλητότητας χαρακτηρίζεται ως παράγοντας μείζονος σημασίας τόσο για τους επενδυτές όσο και για τους εποπτικούς φορείς. Σύμφωνα με τους Poon και Ganger (2003) η μεταβλητότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική και αφορά στους πιο κάτω τομείς:

- Λήψη επενδυτικών αποφάσεων: όταν η μεταβλητότητα θεωρείται ως αβεβαιότητα είναι βασικός παράγοντας για τη λήψη επενδυτικών αποφάσεων και αναπόσπαστο κομμάτι στη διαχείριση χαρτοφυλακίων.
- Τιμολόγηση χρηματοοικονομικών προϊόντων: η μεταβλητότητα είναι η πιο σημαντική μεταβλητή για την τιμολόγηση των δικαιωμάτων προαίρεσης.
- Διαχείριση κινδύνου: η πρόβλεψη της μεταβλητότητας είναι σημαντική για την αξιολόγηση κινδύνων.
- Χάραξη νομισματικής πολιτικής: η μεταβλητότητα που παρατηρείται στις αγορές επηρεάζει την επενδυτική ψυχολογία και την ευρύτερη οικονομία, επομένως οι Κεντρικές Τράπεζες λαμβάνουν υπόψη τους τη μεταβλητότητα των οικονομικών αγαθών για να χαράξουν τη νομισματική τους πολιτική.

Επίσης από την πλευρά των εποπτικών φορέων η προσέγγιση της μεταβλητότητας είναι απαραίτητη για τη θέσπιση περιθωρίων ασφάλισης και τη διεξαγωγή «ελέγχων κόπωσης» (stress testing). Ωστόσο η εκτίμηση της μεταβλητότητας δεν είναι εύκολη διαδικασία λόγω του ότι είναι μη παρατηρήσιμη παράμετρος γι' αυτό πρέπει να εκτιμηθεί.

Σύμφωνα με την ιστορική μεταβλητότητα (historical volatility) η μελλοντική μεταβλητότητα προκύπτει από τις ιστορικές/παρελθοντικές τιμές της μεταβλητότητας των αποδόσεων του χρηματοοικονομικού αγαθού σε ένα δεδομένο χρονικό διάστημα. Όμως λόγω του ότι η μεταβλητότητα δεν παραμένει σταθερή στο πέρασμα του χρόνου ήταν αδήριτη η ανάγκη να δημιουργηθεί μια πιο δυναμική προσέγγιση. Η τεκμαρτή μεταβλητότητα (implied volatility) αποτελεί μια πρόβλεψη για την μελλοντική μεταβλητότητα της αγοράς.

2.2 Μεταβλητότητα και ιδιότητες

Οι έννοιες της μεταβλητότητας και του κινδύνου παρουσιάζουν άμεση συσχέτιση χωρίς να ταυτίζονται: ο κίνδυνος σχετίζεται με αρνητικό αποτέλεσμα ενώ η μεταβλητότητα, σαν δείκτης αβεβαιότητας δύναται να οδηγήσει σε θετικό αποτέλεσμα. Η μεταβλητότητα των χρηματιστηριακών αγορών μπορεί να επηρεάσει ολόκληρη την οικονομία. Για παράδειγμα η τρομοκρατική επίθεση της

11^{ης} Σεπτεμβρίου προκάλεσε μεγάλη αναταραχή στις χρηματαγορές και αρνητικό αντίκτυπο στην παγκόσμια οικονομία. Αυτό αποτελεί σαφή ένδειξη της σύνδεσης μεταξύ της αβεβαιότητας στις χρηματιστηριακές αγορές και της συμπεριφοράς των επενδυτών. Λόγω του ότι τα διάφορα χρηματοοικονομικά προϊόντα διαφέρουν ως προς τα ποιοτικά τους χαρακτηριστικά εμφανίζουν διαφορές και ως προς τα επίπεδα μεταβλητότητάς τους. Για αυτό η μεταβλητότητα είναι το πιο απλό μέσο για τη μέτρηση του κινδύνου τους και υπολογίζεται ως εξής:

$$\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N (R_t - \bar{R})^2$$

όπου, \bar{R} : η μέση απόδοση

Για τον κλάδο των Χρηματοοικονομικών η μεταβλητότητα αναφέρεται στην τυπική απόκλιση σ (διακύμανση σ^2) που υπολογίζεται για ένα σύνολο παρατηρήσεων. Η μεταβλητότητα μετρά τη μέση απόκλιση από τη μέση τιμή. Επειδή η ακρίβεια για την εκτίμηση της μέσης τιμής αυξάνεται αν μεγαλώσει το δείγμα και όχι αν μεγαλώσει η συχνότητα των παρατηρήσεων μέσα στο ίδιο δείγμα, κοινή πρακτική αποτελεί ο υπολογισμός των αποκλίσεων των παρατηρήσεων από το μηδέν και όχι από τη μέση τιμή του δείγματος (Figlewski, 1997).

Γενικά η μεταβλητότητα παρουσιάζει τις πιο κάτω ιδιότητες:

- Παχιές ουρές (thick tails): Οι αποδόσεις των διαφόρων αξιών ακολουθούν λεπτόκυρτες κατανομές (Mandelbrot, 1963; Fama, 1965).
- Συσσώρευση (συστάδες μεταβλητότητας- volatility clustering): Σε κάποιες περιόδους η μεταβλητότητα είναι παρατεταμένα υψηλή και σε άλλες παρατεταμένα χαμηλή, με συνέπεια ασυνήθιστα υψηλές τιμές της σημερινής μεταβλητότητας να επηρεάζουν την πρόβλεψη της μελλοντικής για μεγάλο χρονικό διάστημα. Αυτή η τάση της μεταβλητότητας αναφέρεται σε αρκετές μελέτες (ενδεικτικά Baillie et al., 1996; Schwert, 1989). Το υπόδειγμα ARCH (Engle, 1982) καθώς και οι διάφορες προεκτάσεις/ διαφοροποιήσεις που ακολούθησαν και τα υποδείγματα στοχαστικής μεταβλητότητα αναπτύχθηκαν για να συμπεριλάβουν το φαινόμενο αυτό.
- Ισχυρή μνήμη (long memory property): Η μεταβλητότητα επιδεικνύει επιμονή ή αλλιώς ισχυρή μνήμη. Ισχυρά σοκ τείνουν να έχουν επίδραση στη μεταβλητότητα για ιδιαίτερα μακρύ χρονικό διάστημα (Granger et al., 2000).
- Αντιστροφή προς τη μέση μεταβλητότητα (mean reversion): Περίοδοι υψηλής ή χαμηλής μεταβλητότητας τείνουν να ακολουθούνται από περιόδους αντιστροφής προς τη μέση/ κανονική μεταβλητότητα. Για αυτό οι προβλέψεις που πραγματοποιούνται για τη μεταβλητότητα στα μακροχρόνια ορίζοντα, ανεξάρτητα από τη χρονική στιγμή που πραγματοποιούνται, θα πρέπει να συγκλίνουν περίπου στο ίδιο κανονικό επίπεδο τιμών.

- Ασυμμετρία (asymmetry): Η μεταβλητότητα επηρεάζει την απόδοση των αξιών. Μία αρνητική μεταβολή των αποδόσεων προκαλεί μεγαλύτερη μεταβλητότητα από ότι μια ισόποση θετική μεταβολή.
- Εξωγενείς παράγοντες: Αρκετοί ερευνητές προτείνουν τη σύνδεση των αποδόσεων με τη ροή άφιξης νέων πληροφοριών (Bollerslev και Melvin, 1994; Engle και Mezrich, 1996; Lin et al., 1990; Engle et al., 1990). Επίσης αρκετοί συνδέουν το συναλλακτικό όγκο με τη μεταβλητότητα των αγορών (ενδεικτικά Karpoﬀ, 1987; Gallant et al., 1992) ενώ οι Engle και Patton (2001) δείχνουν ότι και εκ των προτέρων γνωστά γεγονότα (όπως προγραμματικές ανακοινώσεις εταιρικών αποτελεσμάτων ή μακροοικονομικών μεγεθών) επηρεάζουν τη μεταβλητότητα μιας χρονοσειράς. Αναφορικά με την ενδοσυνεδριακή συμπεριφορά της μεταβλητότητας έχει σχήμα U, δηλαδή η διακύμανση των αποδόσεων του δείκτη S&P500 είναι συνήθως μεγαλύτερη στο άνοιγμα και το κλείσιμο της συνεδρίασης και κυμαίνεται σε χαμηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια της ημέρας (Chan et al., 1991) και το ίδιο παρατηρείται στις ευρωπαϊκές αγορές (Ozenbas et al., 2002). Τέλος μια καταγεγραμμένη εμπειρική συμπεριφορά σχετίζεται με τις ώρες/ μέρες που οι αγορές είναι κλειστές και πιο συγκεκριμένα ο Fama (1965) και οι French και Roll (1986) έδειξαν ότι οι πληροφορίες συγκεντρώνονται πιο αργά όταν τα χρηματιστήρια είναι κλειστά με αποτέλεσμα να παρατηρούνται μεγαλύτερες διακυμάνσεις μετά από Σαββατοκύριακα και αργίες (NYSE, AMEX).

2.3 Τεκμαρτή Μεταβλητότητα

Για την εφαρμογή των θεωριών περί τιμολόγησης των κεφαλαιακών αγαθών (π.χ. Sharpe, 1964 αλλά και των Markowitz, 1952 και Tobin, 1958) είναι απαραίτητος ο υπολογισμός της διακύμανσης. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος ήταν η ιστορική μεταβλητότητα με την οποία η μελλοντική μεταβλητότητα εκτιμάται από τον υπολογισμό της παρελθούσας μεταβλητότητας των αποδόσεων ενός δείγματος για δεδομένο χρονικό διάστημα και χρησιμοποιούσαν την τυπική απόκλιση δηλαδή την τετραγωνική ρίζα της διακύμανσης. Επίσης ανέκυσαν και άλλα θέματα διότι η μεταβλητότητα δεν παραμένει σταθερή με το πέρασμα του χρόνου και τα αποτελέσματά της διαφοροποιούνται ανάλογα με την περίοδο που υπολογίζεται και τη συχνότητα των παρατηρήσεων (Mandelbrot, 1963 και Fama, 1965). Επίσης, σύμφωνα με τους Diebold et al. (1998) η εκτίμηση της μεταβλητότητας εξαρτάται από παράγοντες όπως το τρέχον επίπεδο της μεταβλητότητας, τη δομή της και τον χρονικό ορίζοντα της πρόβλεψης. Τέλος, καθώς η συχνότητα των δεδομένων μειώνεται, μειώνεται και ο βαθμός εμμονής της μεταβλητότητας ο οποίος είναι σημαντικός σε ημερήσιο επίπεδο (Diebold, 1988; Baillie και Bollerslev, 1989; Poon και Taylor, 1992). Για το λόγο αυτό ήταν απαραίτητη μια θεωρία δυναμικής μεταβλητότητας. Οι πρώτοι οι οποίοι εντόπισαν τις δυνατότητες πρόβλεψης που

παρέχει η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι οι Latane και Rendleman (1976), οι οποίοι εξετάζοντας τις πραγματικές μεταβλητότητες είκοσι τεσσάρων μετοχών, κατέληξαν ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα παρείχε καλύτερες εκτιμήσεις για τη μελλοντική πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα από την εκ των υστέρων υπολογισμένη από τις ιστορικές αποδόσεις τυπική απόκλιση.

Τεκμαρτή μεταβλητότητα (Implied Volatility) ενός δικαιώματος προαίρεσης (option) με συγκεκριμένη τιμή εξάσκησης μέχρι τη λήξη, σε κάθε χρονική στιγμή ορίζεται ως η τιμή της μεταβλητότητας η οποία εξισώνει την αγοραία τιμή ενός δικαιώματος προαίρεσης (option) με την τιμή που υπολογίζεται από το υπόδειγμα Black-Scholes (1973). Σύμφωνα με αυτό η θεωρητική τιμή ενός δικαιώματος προαίρεσης εξαρτάται από πέντε μεταβλητές: την τιμή του υποκείμενου αγαθού, την τιμή εξάσκησης, το επιτόκιο χωρίς κίνδυνο, τη διάρκεια ζωής του δικαιώματος και τη μεταβλητότητα του υποκείμενου αγαθού κατά τη διάρκεια του δικαιώματος. Για να υπολογίσουμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα απαιτείται ένα υπόδειγμα τιμολόγησης των δικαιωμάτων προαίρεσης, οι τιμές των υπολοίπων μεταβλητών του υποδείγματος εκτός από τη μεταβλητότητα που είναι η μοναδική άγνωστη και μια παρατηρηθείσα/αγοραία τιμή για το δικαίωμα προαίρεσης. Το πιο σύνηθες υπόδειγμα τιμολόγησης που χρησιμοποιείται για το οποίο βραβεύτηκαν με Nobel είναι αυτό των Black –Scholes (1973) και του Merton (1973). Ο Robert Whaley προσομοιάζει τον τρόπο τιμολόγησης ενός ομολόγου με αυτόν με αυτόν των δικαιωμάτων προαίρεσης: για να υπολογίσουμε την απόδοση ενός ομολόγου, αναζητούμε το προεξοφλητικό επιτόκιο το οποίο εξισώνει την παρούσα αξία των κουπονιών (πληρωμών) με την εξόφληση του κεφαλαίου στην τρέχουσα τιμή του ομολόγου. Όπως για τον υπολογισμό αυτό η μόνη άγνωστη παράμετρος είναι η απόδοση στη λήξη, έτσι και για τα συμβόλαια μελλοντικής πλήρωσης μετοχών (stock index option) ο μοναδικός άγνωστος για τον υπολογισμό είναι η μεταβλητότητα. Εξισώνοντας την αγοραία τιμή ενός δικαιώματος προαίρεσης και επιλύοντας ως προς τη μεταβλητότητα υπολογίζουμε την τεκμαρτή μεταβλητότητα. Αυτός είναι ο καλύτερος τρόπος για την πρόβλεψη της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας (realized volatility). Η τεκμαρτή μεταβλητότητα θεωρείται από πολλούς ερευνητές μια πιο ακριβής προσέγγιση για την εκτίμηση της μεταβλητότητας (Figlewski, 1997; Granger και Poon, 2003).

Οι αρχικές μελέτες των Chiras και Manaster (1978) και Beckers (1981) στηριζόμενες στο υπόδειγμα Black- Scholes με Ευρωπαϊκά δικαιώματα προαίρεσης έδειξαν ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα παρέχει καλύτερες εκτιμήσεις από τις τυπικές αποκλίσεις των δεδομένων του παρελθόντος αν και μεταγενέστερες έρευνες έχουν καταλήξει στο αντίθετο. Ωστόσο οι Day και Lewis (1988) κατέληξαν ότι η τεκμαρτή μεταβλητότητα ανέδειξε αδυναμίες για την εκτίμηση μελλοντικών πραγματικών τιμών ενώ κατά τους Gwilym και Buckle (1999) ο υπολογισμός της μεταβλητότητας με ιστορικά δεδομένα παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια από την τεκμαρτή. Επίσης οι Canina και Figlewski (1993) κατέληξαν ότι η σχέση μεταξύ τεκμαρτής και πραγματικής μεταβλητότητας παρουσιάζει μικρή έως μηδενική συσχέτιση. Ενώ προγενέστερες μελέτες

οδηγούσαν σε αντικρουόμενα συμπεράσματα οι μεταγενέστερες μελέτες άρχισαν να παρουσιάζουν σύγκλιση απόψεων.

Οι Poon και Ganger (2005) κατέληξαν ότι μεταξύ μοντέλων χρονοσειρών και τεκμαρτής μεταβλητότητας που βασίζεται σε δικαιώματα προαίρεσης η τελευταία παρουσιάζει πιο ακριβή αποτελέσματα πρόβλεψης και το ίδιο χρονικό διάστημα οι Jiang και Tian (2005) κατέληξαν στο ότι η ικανότητα πρόβλεψης της τεκμαρτής μεταβλητότητας υπερέρχει από άλλες μεθόδους πρόβλεψης παρουσιάζοντας τρία βασικά πλεονεκτήματα:

- Δεν στηρίζεται σε κάποιο υπόδειγμα τιμολόγησης των δικαιωμάτων προαίρεσης (MFIV- Modeled Free Implied Volatility).
- Χρησιμοποιεί πληροφορίες από τα δικαιώματα για όλες τις τιμές άσκησης τους.
- Περιέχει συγκεντρωτικά όλες τις πληροφορίες που λαμβάνονται από το μοντέλο των Black- Scholes και από τα ιστορικά δεδομένα της μεταβλητότητας.

2.4 Έλεγχος σχέσης τεκμαρτής και πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας

Για τον (εμπειρικό) έλεγχο της σχέσης μεταξύ τεκμαρτής και πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας αναφορικά με το κατά πόσο η πρώτη περιέχει πληροφορίες για τη δεύτερη, η πιο κοινή μέθοδος είναι η εξέταση μιας παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων όπως η πιο κάτω:

$$VOL_m = a_0 + a_i IV_m + e_i$$

Όπως αναφέρουν οι Christensen και Prabhala (1998) από την παραπάνω εξίσωση μπορούμε να ελέγξουμε τρεις υποθέσεις:

1. Αν $a_i = 0$ τότε η τεκμαρτή μεταβλητότητα περιέχει κάποιες πληροφορίες για τη μελλοντική μεταβλητότητα.
2. Αν $a_0 = 0$ και $a_i = 1$ τότε η τεκμαρτή μεταβλητότητα είναι αμερόληπτη εκτίμηση της μελλοντικής πραγματοποιηθείσας.
3. Αν οι υπολειπόμενες τιμές e_i είναι καθαρώς τυχαίες (white noise) και δεν συσχετίζονται με καμία άλλη μεταβλητή σχετική με την αγορά τότε η τεκμαρτή μεταβλητότητα αποτελεί αποτελεσματική εκτίμηση.

Για τον έλεγχο της σχέσης μεταξύ τεκμαρτής και πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας αναφορικά με την αποτελεσματικότητα της πρώτης για την πρόβλεψη της δεύτερης συγκριτικά με την παρελθούσα πραγματοποιηθείσα, η πιο κοινή μέθοδος είναι η εξέταση μιας παλινδρόμησης όπως η πιο κάτω:

$$VOL_m = a_0 + a_i IV_m + a_h VOL_{m-1} + e_i$$

Ως βοηθητική μεταβλητή για την πιο πάνω παλινδρόμηση για την αντιμετώπιση των σφαλμάτων στις διερευνητικές μεταβλητές χρησιμοποιείται η πιο κάτω σχέση:

$$IV_m = a_0 + a_i IV_{m-1} + a_h VOL_{m-1} + e_i$$

Σύμφωνα με τους Christensen και Prabhala (1998) η πιο πάνω εξίσωση παρομοιάζεται με ένα υπόδειγμα GARCH (1,1) με τον δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας να υποδύεται την υποκείμενη χρονοσειρά της μεταβλητότητας και η VOL_{m-1} την υπολειπόμενη απόδοση στο τετράγωνο. Ωστόσο η ύπαρξη του e_i κάνει την εξίσωση να μοιάζει περισσότερο με στοχαστικό υπόδειγμα παρά με υπόδειγμα GARCH.

2.5 Δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας

Η υψηλή μεταβλητότητα η οποία παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια στις σύγχρονες χρηματιστηριακές αγορές οδήγησε στην ανάγκη για κατασκευή ενός μέτρου το οποίο θα αποτύπωνε τις υπάρχουσες αβεβαιότητες οι οποίες έχουν επιπτώσεις και στην ευρύτερη οικονομία. Λόγω του ότι οι επενδύσεις ενέχουν το στοιχείο του ρίσκου, ο φόβος είναι άμεσα συνδεδεμένος με το ρίσκο. Πολλές επιστημονικές μελέτες έχουν καταλήξει στο ότι η ψυχολογία ενός ατόμου επηρεάζει τις αποφάσεις του (Dolan, 2002; Zajonc, 1980) και ιδιαίτερα τις επενδυτικές του αποφάσεις (Lerner, Small και Loewenstein 2004; Lerner και Keltner 2001; Loewenstein et al. 2001; Shiv et al., 2005). Ένας δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας εκφράζει την τεκμαρτή μεταβλητότητα των αποδόσεων των τιμών ενός υποκείμενου τίτλου ενός «συνθετικού» (κάθε χρονική στιγμή έχει τον ίδιο χρόνο μέχρι τη λήξη) option. Οι δείκτες αυτοί αποκαλούνται και ως δείκτες φόβου αλλά και βαρόμετρα της επενδυτικής ψυχολογίας (Whaley, 2000) λόγω του ότι η τιμή τους δείχνει το βαθμό που είναι διατεθειμένοι οι επενδυτές να αγοράσουν δικαιώματα πώλησης για να αντισταθμίσουν τα χαρτοφυλάκιά τους είτε να αγοράσουν δικαιώματα αγοράς για να έχουν έκθεση στην υποκείμενη αγορά. Εκτός από το ότι με τους δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας μπορεί να προβλεφθεί η μελλοντική μεταβλητότητα ενός δείκτη επιπρόσθετα μπορεί να αποτελέσει τον

υποκείμενο τίτλο σε παράγωγα μεταβλητότητας, υπολογίζουν την αξία σε κίνδυνο (VaR: Value-at-Risk) δηλαδή τον υπολογισμό σε χρηματικές μονάδες του μέγιστου ποσού που μπορεί να απολεσθεί από συγκεκριμένη επένδυση, για συγκεκριμένο χρονικό διάστημα στο μέλλον και για συγκεκριμένες πιθανότητες και γενικότερα μπορούν να προβλέψουν την πορεία ενός χρηματιστηριακού δείκτη. Όσο χαμηλότερος ο δείκτης φόβου τόσο μεγαλύτερη ασφάλεια νιώθουν οι επενδυτές και το αντίθετο. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους επενδυτές σαν εργαλείο συγχρονισμού της αγοράς (market timing) γιατί έχει σημειωθεί ότι όταν ο δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας λαμβάνει υψηλές τιμές τότε ο υποκείμενος μετοχικός δείκτης κινείται σε χαμηλά επίπεδα.

Κατά τη διάρκεια των δεκαετιών 1970 και 1980 επικράτησε έντονα το φαινόμενο της μεταβλητότητας στους δείκτες των μετοχών της Wall Street με αποκορύφωμα την πτώση του χρηματιστηρίου τον Οκτώβριο του 1987. Για το λόγο αυτό ήταν ανάγκη να δημιουργηθεί ένα εργαλείο για αντιστάθμιση της μεταβλητότητας. Ο πρώτος Δείκτης Τεκμαρτής Μεταβλητότητας κατασκευάστηκε από τον Gastineau το 1977 χρησιμοποιώντας τη μέση τεκμαρτή μεταβλητότητα των δικαιωμάτων αγοράς στο χρηματικό ισοδύναμο δεκατεσσάρων μετοχών. Στη συνέχεια ο Galai το 1979 κατασκεύασε ένα δείκτη δικαιωμάτων προαίρεσης για κάθε επιμέρους υποκείμενη μετοχή (option index for each individual underlying stock). Οι Cox και Rubinstein το 1985 βελτίωσαν το μοντέλο που πρότεινε ο Galai (1979) ενσωματώνοντας στους υπολογισμούς περισσότερα δικαιώματα προαίρεσης σε κάθε μετοχή και σταθμίζοντας τα μεταβλητότητα ώστε φτιάξουν το δείκτη στο χρηματικό ισοδύναμο και με χρονική σταθερά στη λήξη (constant time to maturity). Τελικά οι Brenner και Galai (1989) πρότειναν την κατασκευή του δείκτη Sigma Index (SI) με υποκείμενη αξία τα συμβόλαια μελλοντικής πλήρωσης και τα δικαιώματα προαίρεσης. Στηριζόμενο στο άρθρο των δύο οικονομολόγων το Χρηματιστήριο Αξιών των Ηνωμένων Πολιτειών ανακοίνωσε την έναρξη επιστημονικής έρευνας για τον Sigma Index. Τελικά ο πρώτος δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας που εισήχθη στο CBOE ήταν το 1993, κατασκευάστηκε από τον καθηγητή Whaley, ονομάστηκε Volatility Index (εφεξής VIX) και πολύ σύντομα έγινε δείκτης πρότυπο και εκφράζει το ρόλο των συμμετεχόντων στην Αμερικάνικη αγορά για την αναμενόμενη μελλοντική μεταβλητότητά της.

Οι έρευνες και μελέτες για τους δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας μπορούν να χωριστούν σε εκείνες που ασχολούνται με τη σχέση της απόδοσης χρηματιστηριακών δεικτών- δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας και σε εκείνες που ασχολούνται με την προβλεπτική ικανότητα των δεικτών μεταβλητότητας για την μελλοντική αγοραία μεταβλητότητα. Σε πρόσφατη εμπειρική μελέτη τους οι Gonzalez και Novales (2009) χρησιμοποίησαν τους χρηματιστηριακούς δείκτες S&P500, SMIS, IBEX και DAX με τους αντίστοιχούς σε αυτούς δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας για να επιβεβαιώσουν το βαθμό στον οποίο οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας αποτελούν προβλεπτικά εργαλεία για τις αγορές. Τα αποτελέσματά τους επιβεβαιώνουν προηγούμενες έρευνες ως προς τη στατιστικά σημαντική και αρνητική σχέση των αποδόσεων χρηματιστικών δεικτών- δεικτών

τεκμαρτής μεταβλητότητας με σχέση αιτιότητας κατά Granger (Granger Causality) και προς τις δύο κατευθύνσεις. Η μελέτη της Ahoniemi (2008) η οποία αποσκοπεί στην εύρεση υποδειγμάτων του VIX τα οποία θα προσβλέπουν αποτελεσματικά την μελλοντική κίνησή του καταλήγει ότι το υπόδειγμα ARIMA (1,1,1)- GARCH(1,1) προβλέπει αποτελεσματικά την κίνηση της μεταβολής του VIX στο 58,4% των ημερών διαπραγμάτευσης. Ο Ντεγιαννάκης (2008) χρησιμοποιεί ένα ARFIMAX μοντέλο με εξαρτημένη μεταβλητή τον VIX και ανεξάρτητες την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα και τη δεσμευμένη μεταβλητότητα των αποδόσεων του δείκτη S&P500 καταλήγοντας ότι μόνο ο ίδιος ο δείκτης VIX συμμετέχει ενεργά στην πρόβλεψή του και όχι η πραγματοποιηθείσα και η δεσμευμένη μεταβλητότητα των αποδόσεων του δείκτη S&P500. Άλλη μία ενδιαφέρουσα έρευνα είναι αυτή των Κωνσταντινίδη, Σκιαδόπουλου και Τζαγκαράκη (2008) οι οποίοι μελετώντας τη δυνατότητα πρόβλεψης της τεκμαρτής μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας δεδομένα από αμερικάνικους και ευρωπαϊκούς δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας καταλήγουν ότι υπάρχουν δευτερογενή αποτελέσματα (spillover effects) της τεκμαρτής μεταβλητότητας μεταξύ των αγορών και ότι η αγορά συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης είναι πληροφοριακά αποτελεσματική όπως και οι αγορές λοιπών παραγώγων. Τέλος, οι Συριόπουλος και Φάσσας (2009) εξετάζοντας δώδεκα δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας, κατέληξαν ότι περιέχουν όλη την πληροφορία για την μελλοντική πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα, συμπεριλαμβανομένων των ιστορικών αποδόσεων.

Σταδιακά και μέχρι σήμερα έχουν υπολογιστεί και δημοσιευτεί οι πιο κάτω δείκτες:

Πίνακας 1. – Δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας

Δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας	Χρηματιστήριο	Υποκείμενη αξία	Υπόδειγμα τιμολόγησης δικαιωμάτων	Μεθοδολογία
VIX	CBOE	S&P500	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	
VXO (παλιός VIX)	CBOE	S&P100	Black- Scholes/ Merton (1973)	
VXD	CBOE	Dow Jones Industrial Average	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VXN	CBOE	NASDAQ100	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
RVX	CBOE	RUSSELL 2000	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VXV	CBOE	S&P500	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX

Δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας	Χρηματιστήριο	Υποκείμενη αξία	Υπόδειγμα τιμολόγησης δικαιωμάτων	Μεθοδολογία
OVX	CBOE	United States Oil Fund	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
GVZ	CBOE	SPDR Gold Shares	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
EVZ	CBOE	Currency Shares Euro Trust	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VDAX	Deutsche Borse	DAX 30	Black (1976)	Μεθοδολογία του παλαιού VIX με δύο διαφορές
VDAX-νέος	Deutsche Borse	DAX 30	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VSTOXX	Eurex/ Deutsche Borse	Dow Jones EURO STOXX 50	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX

Δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας	Χρηματιστήριο	Υποκείμενη αξία	Υπόδειγμα τιμολόγησης δικαιωμάτων	Μεθοδολογία
VSMI	SWX Swiss Exchange	SMI	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VAEX	Euronext-Amsterdam	AEX	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VBEL 20	Euronext-Brussels	BEL 20	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VCAC 40	Euronext-Paris	CAC 40	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
VFTSE	Euronext	FTSE 100	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
MVX	Montreal Exchange	iShares of the CDN S&P/ TSX 60Fund (XIU)	Black- Scholes/ Merton (1973)	

Δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας	Χρηματιστήριο	Υποκείμενη αξία	Υπόδειγμα τιμολόγησης δικαιωμάτων	Μεθοδολογία
VIMEX	Mexican Derivatives Exchange	IPC	Black- Scholes/ Merton (1973)	
SAVI	South Africa Exchange	TOP40	Black- Scholes/ Merton (1973)	
India VIX	National Stock Exchange	Nifty 50	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX
GVIX	Ανεπίσημος	FTSE/ ATHEX-20	Black- Scholes/ Merton (1973)	Σκιαδόπουλος (2004)
AVIX	Ανεπίσημος	S%P/ASX200	Black- Scholes/ Merton (1973)	Dowling και Muthuswamy (2005)
VKOPSI	Ανεπίσημος	KOPSI 200	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX - Maghrebi et al. (2007)
GRIV	Ανεπίσημος	FTSE/ ATHEX-20	Μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα τιμολόγησης (model- free)	Μεθοδολογία του νέου VIX - Συριοπουλος και Φάσσας (2012)

Πηγή: Φάσσας, Α. (2009), Υποδείγματα πρόβλεψης Μεταβλητότητας σε Χρηματοοικονομικές Αγορές: Μετοχές, Δικαιώματα Προαίρεσης, Νομίσματα

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από τους επίσημους δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας οι οποίοι υπολογίζονται και δημοσιεύονται από οργανωμένα χρηματιστήρια, υπάρχουν δείκτες που έχουν προταθεί σε ακαδημαϊκό επίπεδο (ενδεικτικά για την Ελλάδα GVIX- Skiadopoulos 2004, Siriopoulos και Fassas, 2012, KEPE GRIV (από το 2014), Αυστραλία AVIX- Dowling και Muthuswamy 2003, Ισπανία VIBEX- Giner και Morini 2004).

2.5.1 Αρχικός δείκτης VIX (VOX)

Ο VIX είναι ένας δείκτης ο οποίος υπολογίζεται από τον Ιανουάριο του 1993 σε πραγματικό χρόνο από τις 9:00 έως τις 15:00 (ώρα Σικάγο) κάθε εμπορική μέρα, μετράει την αναμενόμενη μελλοντική μεταβλητότητα (τη μεταβλητότητα που αναμένουν και προσδοκούν οι επενδυτές), χρησιμοποιεί τις τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης δεικτών (ως μέσο μέτρησης και αντίληψης του ρίσκου και της αβεβαιότητας στην αγορά) και όχι μετοχών και εκφράζεται σε ποσοστιαίες μονάδες. Όταν πρωτοκατασκευάστηκε βασιζόταν στα τρέχοντα δικαιώματα προαίρεσης του δείκτη με τη μεγαλύτερη διαπραγμάτευση S&P 100 (OEX).

Σύμφωνα με τον Whaley (2008) ο VIX κατασκευάστηκε για να παρέχει μια αναφορά της βραχυχρόνιας αναμενόμενης μεταβλητότητας και για να γίνει δείκτης με υποκείμενη αξία συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης και δικαιώματα προαίρεσης. Ο ίδιος το 2000 αναφέρει ότι οι επενδυτές θεωρούν τον VIX σαν μέσο μέτρησης του φόβου και της αβεβαιότητας στην αγορά και ως μια τιμή αντιστάθμισης ενός χαρτοφυλακίου. Για παράδειγμα όταν ο δείκτης λάβει την τιμή 20% αυτό σημαίνει ότι η αγορά αναμένει ο S&P500 να παρουσιάσει διακύμανση 20% σε ετησιοποιημένη βάση τις επόμενες τριάντα ημέρες και με αναγωγή του ετησιοποιημένου ποσοστού στις τριάντα μέρες γίνεται ο υπολογισμός του ποσοστού διακύμανσης του δείκτη για τις επόμενες τριάντα μέρες. Υψηλά επίπεδα του δείκτη αντικατοπτρίζουν πεσιμισμό και χαμηλά επίπεδα εφησυχασμό (Fernandes et al., 2007).

Στο πιο κάτω διάγραμμα φαίνονται οι τιμές κλεισίματος της ημέρας για τον S&P500 και τον VIX κατά το τρίτο τρίμηνο του 2012. Η μπλε γραμμή και η αριστερή κλίμακα αφορούν τον S&P500 ενώ η κόκκινη και δεξιά τον VIX. Το διάγραμμα είναι ένα τυπικό παράδειγμα για τη σχέση τους και τον τρόπο που κινούνται σε ημερήσια βάση. Ο VIX κινείται ανοδικά σε απόλυτο βαθμό όταν ο S&P500 κινείται πτωτικά αντίθετα με την καθοδική του κίνηση όταν ο S&P500 κινείται ανοδικά. Άρα η μεταξύ τους σχέση χαρακτηρίζεται αρνητική.

Διάγραμμα 1. : Γραφική απεικόνιση δεικτών VIX S&P 500



Ο Whaley (2008) το επιβεβαίωσε εμπειρικά μια ασύμμετρη αρνητική σχέση με τη μέθοδο OLS χρησιμοποιώντας τις ημερήσιες αποδόσεις του VIX ($RVIX_t$), του χρηματιστηριακού δείκτη S&P500 ($RSPX_t$) και S&P500 ($RSPX_t^-$) του όταν η αγορά πέφτει ως εξής:

$$RVIX_t = -0,004 - 2,990 RSPX_t - 1,503 RSPX_t^-$$

Για δείγμα 5.753 παρατηρήσεων οι συντελεστές της παλινδρόμησης ήταν στατιστικά σημαντικοί και αρνητικοί σε επίπεδο σημαντικότητας 1% επιβεβαιώνοντας την αρνητική ασύμμετρη σχέση μεταξύ S&P500-VIX χωρίς τα αποτελέσματα τα υπονοούν υπαιτιότητα.

Ο Giot (2005) μελετώντας τη σχέση δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας με την απόδοση των υποκείμενων δεικτών τους χρησιμοποίησε τον VIX με τον δείκτη S&P100 και τον VXN με τον NASDAQ καταλήγοντας επίσης σε αρνητική και στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας και των αποδόσεων των αντίστοιχων δεικτών τους και ότι λόγω υψηλών επιπέδων τεκμαρτής μεταβλητότητας αναμένονται θετικές μελλοντικές αποδόσεις του αντίστοιχου χρηματιστηριακού δείκτη. Στο ίδιο πνεύμα οι Cipollini και Manzini (2007) μελετώντας τη σχέση του VIX με τις μελλοντικές αποδόσεις του S&P500 κατέληξαν ότι ο VIX δύναται να δώσει ένδειξη για την πορεία των μελλοντικών αποδόσεων του δείκτη S&P500 και ειδικότερα για χρονικό ορίζοντα τριών μηνών. Πιο συγκεκριμένα παρατήρησαν ότι οι αναμενόμενες μελλοντικές αποδόσεις του S&P500 είναι υψηλότερες σε υψηλά επίπεδα μεταβλητότητας και χαμηλότερες έως αρνητικές σε χαμηλά επίπεδα μεταβλητότητας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και η σχέση του VIX με τους μακροοικονομικούς δείκτες. Σε εμπειρική έρευνα των Chen και Clements (2007), χρησιμοποιώντας ένα απλό μοντέλο παλινδρόμησης έδειξαν ότι ο δείκτης VIX και κατ' επέκταση τα δικαιώματα προαίρεσης του S&P500,

παρουσιάζουν «συστημική αντίδραση» στις ανακοινώσεις και μεταβολές της νομισματικής πολιτικής.

Ο υπολογισμός του VIX βασίζεται σε δικαιώματα προαίρεσης και όχι σε μεμονωμένες μετοχές δίνοντας βαρύτητα στον συστηματικό κίνδυνο ο οποίος είναι δύσκολο να προβλεφθεί και εξαλειφθεί. Ο δείκτης υπολογίζεται κάθε λεπτό από τις τεκμαρτές μεταβλητότητες από το χρηματικό ισοδύναμο οκτώ δικαιωμάτων προαίρεσης του κοντινότερου και του αμέσως επόμενου μήνα. Ο κοντινότερος μήνας είναι αυτός με τη μικρότερη διάρκεια ζωής αλλά να απομένουν τουλάχιστον 8 ημερολογιακές μέρες για την λήξη του και ο δεύτερος κοντινότερος αυτός που ακολουθεί. Αυτές οι τεκμαρτές μεταβλητότητες σταθμίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε ο VIX να αντιπροσωπεύει την τεκμαρτή μεταβλητότητα 30 ημερολογιακών ημερών- 22 εργάσιμων ημερών. Στο μοντέλο τιμολόγησης οι μεταβλητές είναι η μεταβλητότητα, το τρέχον ύψος του δείκτη, η τιμή εξάσκησης του δικαιώματος προαίρεσης και ο χρόνος λήξης, το ύψος του επιτοκίου χωρίς ρίσκο (risk free rate) και τέλος το ποσό και ο χρόνος του αναμενόμενου μερίσματος το οποίο θα πληρωθεί κατά τη διάρκεια ζωής του δικαιώματος.

Το δικαίωμα προαίρεσης είναι ένα αξιόγραφο το οποίο δίνει το δικαίωμα και όχι την υποχρέωση σε αυτόν που το κατέχει να αγοράσει ή να πωλήσει τον υποκείμενο τίτλο σε συγκεκριμένη τιμή και σε συγκεκριμένη μελλοντική χρονική στιγμή. Χωρίζονται σε δικαιώματα αγοράς (Call Option) και δικαιώματα πώλησης (Put Option). Ακόμη ένας διαχωρισμός τους είναι σε Αμερικανού και Ευρωπαϊκού τύπου επειδή στα Αμερικανικά αυτός που το κατέχει μπορεί να το εξασκήσει σε οποιαδήποτε στιγμή μέχρι τη λήξη του ενώ στο Ευρωπαϊκό μόνο στην λήξη. Η διαδικασία δημιουργίας και υπολογισμού του VIX βασίζεται στους Whaley (1993, 2000) και Fleming et al. (1995).

Το υπόδειγμα τιμολόγησης που χρησιμοποιήθηκε αρχικά για τον δείκτη VIX ήταν μια διωνυμική παραλλαγή των Black- Scholes (1973)/ Merton (1973) λόγω του ότι τα δικαιώματα στον δείκτη S&P 100 είναι αμερικανικού και όχι ευρωπαϊκού τύπου και επίσης οι υποκείμενες αξίες δίνουν διακριτά μερίσματα. Ο υπολογισμός του VIX πραγματοποιείται συνοπτικά με τα πιο κάτω βήματα:

1. Καθορισμός οκτώ δικαιωμάτων προαίρεσης του S&P100 στο χρηματικό ισοδύναμο $\sigma_{c,1}^{X_1}$, $\sigma_{p,1}^{X_1}$, $\sigma_{c,1}^{X_u}$, $\sigma_{p,1}^{X_u}$, $\sigma_{c,2}^{X_1}$, $\sigma_{p,2}^{X_1}$, $\sigma_{c,2}^{X_u}$, $\sigma_{p,2}^{X_u}$ για τους δύο πιο κοντινούς μήνες: για την τιμή εξάσκησης X_1 ακριβώς κάτω από την τρέχουσα τιμή S του δείκτη (κατώτερη τιμή εξάσκησης) και την τιμή εξάσκησης X_u ακριβώς πάνω από την τρέχουσα τιμή S του δείκτη (ανώτερη τιμή εξάσκησης) υπολογίζονται οι τεκμαρτές μεταβλητότητας τεσσάρων δικαιωμάτων προαίρεσης αγοράς και πώλησης. Οι τεκμαρτές μεταβλητότητες υπολογίζονται ως εξής:

$$\sigma_t = \sigma_c \left(\frac{\sqrt{N_c}}{\sqrt{N_t}} \right)$$

Τιμή Άσκησης	Συμβόλαιο 1 (είναι το κοντινότερο ως προς το χρόνο συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης)		Συμβόλαιο 2 (είναι το επόμενο κοντινότερο ως προς το χρόνο συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης)	
	Αγοράς	Πώλησης	Αγοράς	Πώλησης
$X_l < S$	$\sigma_{c,1}^{X_l}$	$\sigma_{p,1}^{X_l}$	$\sigma_{c,2}^{X_l}$	$\sigma_{p,2}^{X_l}$
$X_u > S$	$\sigma_{c,1}^{X_u}$	$\sigma_{p,1}^{X_u}$	$\sigma_{c,2}^{X_u}$	$\sigma_{p,2}^{X_u}$

Όπου:

S: η τρέχουσα τιμή του δείκτη

X_l : η επόμενη χαμηλότερη τιμή άσκησης από την τρέχουσα S (lower exercise price)

X_u : η επόμενη υψηλότερη τιμή άσκησης από την τρέχουσα S (upper exercise price)

$\sigma_{c,1}^{X_l}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_l με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης αγοράς (συμβόλαιο 1 με διάρκεια ζωής 8 ημερολογιακές ημέρες και έξι εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης)

$\sigma_{p,1}^{X_l}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_l με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης πώλησης (συμβόλαιο 1 με διάρκεια ζωής 8 ημερολογιακές ημέρες και έξι εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης)

$\sigma_{c,1}^{X_u}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_u με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης αγοράς (συμβόλαιο 1 με διάρκεια ζωής 8 ημερολογιακές ημέρες και έξι εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης)

$\sigma_{p,1}^{X_u}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_u με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης πώλησης (συμβόλαιο 1 με διάρκεια ζωής 8 ημερολογιακές ημέρες και έξι εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης)

$\sigma_{c,2}^{X_l}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_l με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης αγοράς (συμβόλαιο 2 με διάρκεια ζωής το επόμενο κοντινότερο συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης που είναι τριάντα ημερολογιακές ημέρες και είκοσι δύο εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης)

$\sigma_{p,2}^{X_l}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_l με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης πώλησης (συμβόλαιο 2 με διάρκεια ζωής το επόμενο κοντινότερο συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης που είναι τριάντα ημερολογιακές ημέρες και είκοσι δύο εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης)

$\sigma_{c,2}^{Xu}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_u με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης αγοράς (συμβόλαιο 2 με διάρκεια ζωής το επόμενο κοντινότερο συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης που είναι τριάντα ημερολογιακές ημέρες και είκοσι δύο εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης)

$\sigma_{p,2}^{Xu}$: η τεκμαρτή μεταβλητότητα για τιμή άσκησης X_u με υποκείμενη αξία συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης πώλησης (συμβόλαιο 2 με διάρκεια ζωής το επόμενο κοντινότερο συμβόλαιο δικαιώματος προαίρεσης που είναι τριάντα ημερολογιακές ημέρες και είκοσι δύο εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης) Υπολογισμός του μέσου όρου τεκμαρτής μεταβλητότητας σ_1^{Xl} , σ_2^{Xl} , σ_1^{Xu} , σ_2^{Xu} για κάθε ζεύγος αγοράς και πώλησης.

2. Υπολογισμός (interpolation) τεκμαρτής μεταβλητότητας σ_1 , σ_2 του κάθε υποθετικού δικαιώματος προαίρεσης στο χρηματικό ισοδύναμο για κάθε λήξη ώστε ο VIX να βρίσκεται πάντα στο χρηματικό ισοδύναμο.

$$\sigma_1 = \sigma_1^{Xl} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_1^{Xu} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right)$$

$$\sigma_2 = \sigma_2^{Xl} \left(\frac{X_u - S}{X_u - X_l} \right) + \sigma_2^{Xu} \left(\frac{S - X_l}{X_u - X_l} \right)$$

όπου:

$$\sigma_1^{Xl} = \frac{\sigma_{c,1}^{Xl} + \sigma_{p,1}^{Xl}}{2}$$

$$\sigma_1^{Xu} = \frac{\sigma_{c,1}^{Xu} + \sigma_{p,1}^{Xu}}{2}$$

$$\sigma_2^{Xl} = \frac{\sigma_{c,2}^{Xl} + \sigma_{p,2}^{Xl}}{2}$$

$$\sigma_2^{Xu} = \frac{\sigma_{c,2}^{Xu} + \sigma_{p,2}^{Xu}}{2}$$

Ο υπολογισμός του μέσου όρου τεκμαρτής μεταβλητότητας.

3. Στάθμιση τεκμαρτών μεταβλητοτήτων για τη δημιουργία διάρκειας ζωής N_{t1} , N_{t2} των δικαιωμάτων τριάντα ημερολογιακών ημερών:

$N_t = N_c - 2 * \text{int}(N_c/7) = 30 - 2 * \text{int}(30/7) = 22$ εργάσιμες ημέρες διαπραγμάτευσης

Τελικά ο VIX υπολογιζόταν από την πιο κάτω σχέση:

$$VIX = \sigma_1 \frac{N_{t2} - 22}{N_{t2} - N_{t1}} + \sigma_2 \frac{22 - N_{t2}}{N_{t2} - N_{t1}}$$

όπου

N_{t1} : οι εργάσιμες ημέρες που απομένουν μέχρι τη λήξη των δικαιωμάτων του πρώτου μήνα.

N_{t2} : οι εναπομείναντες εργάσιμες ημέρες που απομένουν μέχρι τη λήξη των δικαιωμάτων για τον επόμενο μήνα.

Μια λανθασμένη άποψη ίσως και λόγω του ότι στο αρκτικόλεξό του περιέχει τη λέξη μεταβλητότητα είναι ότι εκφράζει μεταβλητότητα. Ο VIX δεν είναι δείκτης ο οποίος μετράει τιμές όπως συμβαίνει με τους χρηματιστηριακούς δείκτες αλλά είναι δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας δηλαδή μετράει τη μεταβλητότητα, όπως τον περιγράφει ο Robert Whaley (2008). Ο VIX είναι ένα «αναμενόμενο» μέτρο μεταβλητότητας (forward looking). Επίσης όπως έχουν δείξει εμπειρικές έρευνες λόγω του ότι ο VIX κινείται αντίστροφα από την αγορά υπάρχει η εσφαλμένη θεώρηση ότι ο VIX αποτυπώνει την κατεύθυνση της αγοράς και όχι την αβεβαιότητα, άρα δεν κινείται αναλογικά με την κίνηση της αγοράς. Ο VIX έχει ονομαστεί και δείκτης φόβου διότι έχει αποδειχθεί ότι εκτοξεύεται σε περιόδους όπου η αγορά ταραίζεται είτε από εσωτερικά ζητήματα όπως κατάρρευση του χρηματιστηρίου είτε από εξωτερικά όπως ένας πόλεμος χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι είναι δείκτης μέτρησης φόβου, αλλά είναι όργανο μέτρησης του φόβου των επενδυτών (Investor Fear Gauge).

Η επιμονή του VIX να παραμένει σε υψηλά επίπεδα αποτελεί ένδειξη ανησυχίας ακόμα και πανικού (bullish indicator) των επενδυτών (Cippoloni και Manzini, 2007). Για αυτό ο VIX αποκαλείται και “investors fear gauge” επειδή αποτελεί το βαρόμετρο της επενδυτικής ψυχολογίας. Αύξηση στις τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης συνεπάγεται αύξηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας και αντίστροφα. Πληθώρα εμπειρικών μελετών χαρακτηρίζει ότι η σχέση του VIX με τον S&P500 παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση: όταν η αγορά βρίσκεται σε κατάσταση bearish (οι τιμές των μετοχών παρουσιάζουν πτώση) τότε η μεταβλητότητα αυξάνεται ενώ όταν βρίσκεται σε κατάσταση bullish (οι τιμές των μετοχών παρουσιάζουν άνοδο) η μεταβλητότητα μειώνεται. Ο Giot (2005) κατέληξε στην ασύμμετρη σχέση και αναφέρει ότι αρνητικές αποδόσεις του δείκτη επιφέρουν μεγαλύτερη μεταβλητότητα από ότι οι θετικές.

2.5.2 Τροποποίηση του αρχικού VIX- ο νέος VIX

Αργότερα, τη Δευτέρα 22 Σεπτεμβρίου του 2003, ο CBOE με την Goldman Sachs για να βελτιώσει το βαθμό απεικόνισης των προσδοκιών των αγορών τροποποίησε τον τρόπο υπολογισμού του VIX μετονομάστηκε σε νέο VIX. Ο νέος αυτός υπολογισμός διαφέρει στα πιο κάτω σημεία:

- Για τον υπολογισμό του χρησιμοποιούνται οι τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης του δείκτη S&P500 αντί των τιμών των συμβολαίων δικαιωμάτων προαίρεσης του δείκτη S&P100. Ο δείκτης S&P500 αποτελείται από 500 μετοχές των μεγαλύτερων εταιριών των Η.Π.Α. που είναι εισηγμένες στο χρηματιστήριο της Νέας Υόρκης και θεωρείται ο αντιπροσωπευτικός δείκτης της Αμερικάνικης αγοράς. Επιπλέον αποτελεί δείκτη αναφοράς για αρκετά μετοχικά αμοιβαία κεφάλαια που έχουν υπό διαχείριση περίπου ένα τρισεκατομμύριο δολάρια, αποτελεί υποκείμενη αξία για τα σημαντικότερα παράγωγα επί δεικτών και είναι δείκτης αναφοράς για τα προϊόντα ανταλλαγής (swaps) πάνω στη μεταβλητότητα.
- Ο τροποποιημένος δείκτης θέλοντας να ενσωματώσει και στοιχεία από την ασυμμετρία της μεταβλητότητας χρησιμοποιεί ένα ευρύ φάσμα τιμών άσκησης των δικαιωμάτων αντί του αρχικού VIX που βασιζόταν σε συμβόλαια δικαιωμάτων προαίρεσης στο χρηματικό ισοδύναμο.
- Διαφέρει στον τρόπο υπολογισμού της τεκμαρτής μεταβλητότητας. Ο νέος VIX στηρίζεται σε μια μεθοδολογία χωρίς υπόδειγμα (model-free methodology), η οποία αναπτύχθηκε από τον Demeterfi et al. (1999a) στην οποία δεν χρειάζεται το υπόδειγμα των Black- Scholes και έτσι ο υπολογισμός της τεκμαρτής μεταβλητότητας γίνεται από το άθροισμα των τιμών των δικαιωμάτων προαίρεσης (Θεωρία της δίκαιης τιμής της μελλοντικής διακύμανσης). Για τον υπολογισμό του παλιού VIX η μαθηματική βάση ήταν η μεταβλητότητα, ενώ για τη νέα μεθοδολογία είναι η διακύμανση δηλαδή η μεταβλητότητα στο τετράγωνο.
- Ο νέος VIX παρουσιάζει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στις στρεβλώσεις των τιμών προαίρεσης αφού υπολογίζεται χρησιμοποιώντας όλες τις πλησιέστερες και επόμενες πλησιέστερες τιμές δικαιωμάτων του S&P500 (SPX) και σε όλες τις τιμές άσκησης.

Σύμφωνα με εμπειρικές έρευνες ο τροποποιημένος δείκτης παρέχει με μεγαλύτερη ακρίβεια τη προσδοκώμενη μεταβλητότητα (Corrado et al., 2005). Παρόλα αυτά αρχικός και τροποποιημένος VIX διατηρούν τις ίδιες βασικές αρχές αλλά διαφέρουν στη φιλοσοφία και τη μεθοδολογία υπολογισμού. Επίσης σύμφωνα με ιστορικά στοιχεία παρουσιάζουν πολλές ομοιότητες μεταξύ τους (Carr και Wu, 2004) όπως φαίνεται και στον πιο κάτω πίνακα:

Πίνακας 2: Ιστορικές συγκριτικές τιμές δεικτών VIX και VOX

Έτος	Παλαιός VIX		Νέος Vix	
	Υψηλότερη τιμή	Χαμηλότερη τιμή	Υψηλότερη τιμή	Χαμηλότερη τιμή
1990	38.07	15.92	36.47	14.72
1991	36.93	13.93	36.20	13.95
1992	21.12	11.98	20.51	11.51
1993	16.90	9.04	17.30	9.31
1994	22.50	9.59	23.87	9.94
1995	15.72	10.49	15.74	10.36
1996	24.43	12.74	21.99	12.00
1997	39.96	18.55	38.20	17.09
1998	48.56	16.88	45.74	16.23
1999	34.74	18.13	32.98	17.42
2000	39.33	18.23	33.49	16.53
2001	49.04	20.29	43.74	18.76
2002	50.48	19.25	45.08	17.40
2003 μέχρι τον Αύγουστο	39.77	19.23	34.69	17.75

Πηγή: <http://www.cboe.com/micro/VIX/faq.aspx>

Επίσης οι ίδιοι αναφέρουν ότι μόνο το θεωρητικό πλαίσιο των Black- Scholes ερμηνεύει ικανοποιητικά τον παλαιό VIX, ενώ η νέα μεθοδολογία όντας άμεσα συνδεδεμένη με τιμές χαρτοφυλακίων με δικαιώματα προαίρεσης εμφανίζει πιο συμπαγή και ουσιαστική οικονομική ερμηνεία. Η μεθοδολογία του παλαιού VIX προσεγγίζει τη μεταβλητότητα των ανταλλαγών (swap rates) ενώ η μεθοδολογία του νέου τη μεταβλητότητα της διακύμανσης των συμβολαίων ανταλλαγών (variance swap contracts). Έτσι ο νέος VIX αποτέλεσε σύντομα την υποκείμενη αξία για συμβόλαιο μελλοντικής εκπλήρωσης και συμβόλαιο δικαιωμάτων προαίρεσης σε αντίθεση με τον παλαιό που δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ ως υποκείμενη αξία σε προϊόντα παραγώγων (Carr & Wu, 2004). Στη μεθοδολογία του παλαιού VIX η πρακτική για την μετατροπή των ημερολογιακών ημερών σε εργάσιμες οδηγούσε σε μία τεχνητή ανοδική μεροληψία η οποία δεν επέτρεπε τη σύγκριση της τεκμαρτής μεταβλητότητας του VIX με την πραγματοποιηθείσα ετησιοποιημένη μεταβλητότητα που υπολογίζεται από τις αποδόσεις του δείκτη, αδυναμία η οποία εξαλείφτηκε με τη νέα μεθοδολογία.

Ο υπολογισμός του VIX γίνεται συνοπτικά με τα πιο κάτω βήματα:

1. Επιλογή των συμβολαίων αγοράς και πώλησης δικαιωμάτων προαίρεσης εκτός του χρηματικού ισοδύναμου σε τιμές πλησίον της τιμής άσκησης K_0 στο χρηματικό ισοδύναμο τα οποία θα αποτελέσουν την υποκείμενη αξία για τον υπολογισμό του δείκτη (θα συμμετέχουν στον υπολογισμό του VIX). Πιο συγκεκριμένα υπολογίζεται η προθεσμιακή τιμή του δείκτη για τον καθένα από τους δύο μήνες λήξης χρησιμοποιώντας την τιμή εξάσκησης στο χρηματικό ισοδύναμο (η μικρότερη διαφορά μεταξύ των τιμών δικαιωμάτων αγοράς και πώλησης) και τη διαφορά μεταξύ της τιμής των δικαιωμάτων αγοράς και πώλησης.

$$F = K_i + e^{rT} (C - P)$$

F: η προθεσμιακή τιμή του δείκτη (Forward index level) όπως προκύπτει από τις τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης

K_i : τιμή εξάσκησης δικαιώματος i εκτός χρηματικού ισοδύναμου, αν $K_i < K_0$ τότε δικαίωμα αγοράς, αν $K_i > K_0$ τότε δικαίωμα πώλησης, αν $K_i = K_0$ τότε δικαίωμα αγοράς και πώλησης

C: τιμή δικαιώματος αγοράς (call)

P: τιμή δικαιώματος πώλησης (put)

R: η απόδοση του επιτοκίου χωρίς κίνδυνο μέχρι τη λήξη

T: η διάρκεια του συμβολαίου μέχρι τη λήξη

2. Υπολογισμός των σ^2 για το πλησιέστερο και επόμενο πλησιέστερο δικαίωμα προαίρεσης με διάρκεια ζωής T_1 και T_2 αντίστοιχα.

$$\sigma_1^2 = \frac{2}{T_1} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_1} Q(K_i) - \frac{1}{T_1} \left(\frac{F_1}{K_0} - 1 \right)^2$$

$$\sigma_2^2 = \frac{2}{T_2} \sum_i \frac{\Delta K_i}{K_i^2} e^{RT_2} Q(K_i) - \frac{1}{T_2} \left(\frac{F_2}{K_0} - 1 \right)^2$$

σ : VIX/100

K_0 : η πλησιέστερη τιμή εξάσκησης στην προθεσμιακή τιμή F

$\Delta K_i = \frac{K_{i+1} - K_{i-1}}{2}$, το ήμισυ της διαφοράς των τιμών εκατέρωθεν της K_i

$Q(K_i)$: η μέση τιμή του περιθωρίου bid-ask για κάθε δικαίωμα προαίρεσης με τιμή άσκησης K_i

3. Υπολογισμός του δείκτη VIX από την πιο κάτω σχέση:

$$VIX = \sigma * 100 = 100 \times \sqrt{\left\{ T_1 \sigma_1^2 \left(\frac{N_{T_2} - N_{30}}{N_{T_2} - N_{T_1}} \right) + T_2 \sigma_2^2 \left(\frac{N_{30} - N_{T_1}}{N_{T_2} - N_{T_1}} \right) \right\} \times \frac{N_{365}}{N_{30}}}$$

Όπου:

N_{T_1} : ο αριθμός των λεπτών μέχρι την εκκαθάριση του πλησιέστερου δικαιώματος (near- term option)

N_{T_2} : ο αριθμός των λεπτών μέχρι την εκκαθάριση του πλησιέστερου δικαιώματος (near- term option)

N_{30} : ο αριθμός των λεπτών των τριάντα ημερών

N_{365} : ο αριθμός των λεπτών ενός έτους (365 ημερών)

2.6 Η σχέση απόδοσης χρηματιστηριακού δείκτη- τεκμαρτής μεταβλητότητας

Η σχέση μεταξύ απόδοσης ενός περιουσιακού στοιχείου και της μεταβλητότητας έχει αποτελέσει ένα σημαντικό ζήτημα στη χρηματοοικονομική ως παράγοντας κινδύνου. Οι πρώτοι οι οποίοι σύνδεσαν τον κίνδυνο με τη διακύμανση της αξίας ενός χαρτοφυλακίου ήταν οι Markowitz (1952) και Tobin (1958) αναπτύσσοντας τη θεωρία για μεγιστοποίηση της απόδοσης με τον μικρότερο δυνατό κίνδυνο. Η θεωρία Sharpe (1964), το Capital Asset Pricing Model (CAPM) υποστηρίζει ότι όταν αυξάνεται η μεταβλητότητα οι αναμενόμενες αποδόσεις πέφτουν. Όπως αναφέρει ο Baillie DeGennarro (1990) τα περισσότερα υποδείγματα αποτίμησης περιουσιακών στοιχείων (π.χ. Sharpe 1964, Linter 1965, Mossin 1966, Merton 1973) υποστηρίζουν ότι υπάρχει μια θετική σχέση μεταξύ της αναμενόμενης απόδοσης ενός χαρτοφυλακίου και μεταβλητότητας.

Από την άλλη πλευρά υπάρχουν πολλές εμπειρικές μελέτες (Black 1976, Cox και Ross 1976, Wu 2000, Whitelaw 2000) τα ευρήματα των οποίων οδηγούν σε ισχυρά αρνητική σχέση μεταξύ χρηματιστηριακής απόδοσης- μελλοντικής μεταβλητότητας και όπως σημειώνει ο Bollerslev et al. (2007) στις περισσότερες μελέτες φαίνεται μια αρνητική συσχέτιση μεταξύ παρόντων σοκ στις αποδόσεις και μελλοντικής μεταβλητότητας με κάποιες μελέτες να αποδεικνύουν ότι δυσάρεστα νέα συνδέονται με μεγαλύτερη αύξηση της μεταβλητότητας από τα θετικά νέα. Ο Pindyck (1984) αναφέρει ότι υπάρχει μια ισχυρά θετική σχέση μεταξύ ρίσκου και υπερβάλλουσας απόδοσης (excess return), ενώ οι Bakaert και Wu (2000), ο Shiller (1981) και οι Poterba και Summers (1986) βρίσκουν μια αρνητική σχέση σε διάφορους δείκτες των αγορών των Η.Π.Α. Οι French et al. (1987) χρησιμοποίησαν δεδομένα του δείκτη S&P500 και βρίσκουν αρνητική σχέση μεταξύ αναμενόμενης μεταβλητότητας και υπερβαλλουσών αποδόσεων. Στα ίδια ευρήματα οδηγήθηκαν και οι Shawky και Marathe (1995) οι οποίοι χρησιμοποίησαν μοντέλο δύο

καταστάσεων (two regime model). Οι French, Schwert, Stambaugh (1987) υποστηρίζουν ότι η παρατηρηθείσα αρνητική σχέση παρέχει έμμεσα στοιχεία θετικής σχέσης του αναμενόμενου ασφάλιστρου κινδύνου (risk premium) αναμενόμενης (εκ των προτέρων) μεταβλητότητας (ex-ante volatility). Δηλαδή αν τα αναμενόμενα ασφάλιστρα ρίσκων σχετίζονται θετικά με την προβλεφθείσα μεταβλητότητα τότε μια θετική μη αναμενόμενη αλλαγή στην μεταβλητότητα αυξάνεται το μελλοντικό αναμενόμενο ασφάλιστρο κινδύνου και ελαττώνονται οι τρέχουσες τιμές των μετοχών. Οι Campell και Hentschel (1992) επίσης βρίσκουν θετική σχέση μεταξύ ρίσκου και απόδοσης για τις αμερικανικές μηνιαίες και ημερήσιες αποδόσεις για την περίοδο 1926-1988. Οι Fama και Schwert (1977) και Nelson (1991) βρίσκουν αρνητική σχέση πριν το 1990 για διάφορα Αμερικανικά assets. Οι Chan et al. (1992) καταγράφουν μη σημαντική σχέση στην αμερικανική χρηματιστηριακή αγορά για την ίδια περίοδο. Ο Harvey (1989) προτείνει ότι η σχέση μεταξύ ρίσκου και απόδοσης μπορεί να διαφέρει διαχρονικά. Γενικά έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες για να αποτυπώσουν αυτή τη σχέση και με διάφορες μεθόδους. Σε πολλές πρόσφατες μελέτες η μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι μη παραμετρικά (G)ARCH-M μοντέλα (Engle et al. 1987) για να λάβουν υπ' όψιν τη διαχρονικά μεταβαλλόμενη συμπεριφορά της μεταβλητότητας. Οι Glosten et al. (1993) και Nelson (1991) συμφωνούν ότι μέχρι στιγμής δεν έχει διατυπωθεί κάτι σχετικά με τη σχέση μεταξύ απόδοσης και μεταβλητότητας για μια συγκεκριμένη περίοδο και ότι η σχέση μεταξύ απόδοσης και μεταβλητότητας είναι πιθανόν να είναι είτε αρνητική είτε θετική. Οι Li et al. (2005) χρησιμοποιώντας παραμετρικά EGARCH-M μοντέλα στην έρευνά τους για δώδεκα μεγαλύτερες αγορές καταλήγουν σε θετική αλλά μη σημαντική σχέση ενώ χρησιμοποιώντας ευέλικτο ημιπαραμετρικό προσδιορισμό για την δεσμευμένη διακύμανση (flexible semiparametric specification of conditional variance) βρίσκουν στοιχεία για σημαντικής αρνητικής σχέσης για τις έξι από τις δώδεκα αγορές. Ο Guo (2002) γεφυρώνει το κενό μεταξύ της θετικής σχέσης κινδύνου-απόδοσης των θεμελιωδών θεωριών και των εμπειρικών ερευνών που καταγράφουν την αρνητική σχέση αποδόσεων και τεκμαρτής μεταβλητότητας. Πιο συγκεκριμένα, η υπερβάλλουσα μετοχική απόδοση εμφανίζει θετική συσχέτιση με τη διακύμανση της προηγούμενης περιόδου αλλά αρνητική με την ταυτόχρονη διακύμανση, εξαιτίας της σειριακής συσχέτισης της μεταβλητότητας. Για το λόγο αυτό η παρελθούσα διακύμανση και η υπερβάλλουσα απόδοση σχετίζονται θετικά επειδή περιέχει πληροφορίες για την υπό συνθήκη διακύμανση. Από την άλλη, όμως, η σχέση υπερβάλλουσας απόδοσης και ταυτόχρονης διακύμανσης είναι αρνητική εξαιτίας της υπόθεσης της ανάδρασης της μεταβλητότητας.

Η σχέση τεκμαρτής μεταβλητότητας και απόδοσης έχει αποτελέσει αντικείμενο έρευνας σε αρκετές εμπειρικές μελέτες και τα ευρήματα ποικίλουν. Σύμφωνα με εμπειρικά στοιχεία παρατηρείται αρνητική σχέση μεταξύ της πραγματοποιηθείσας ημερήσιας και εβδομαδιαίας απόδοσης της αγοράς και της μεταβλητότητας. Δηλαδή αρνητική/θετική πορεία της απόδοσης συσχετίζεται με θετική/ αρνητική πορεία της μεταβλητότητας με έντονο το φαινόμενο της ασυμμετρίας όταν η

απόδοση πέφτει/αυξάνεται. Στο παρελθόν δύο παραδοσιακές θεωρίες προσπάθησαν να εξηγήσουν το φαινόμενο αυτό: η υπόθεση της χρηματοοικονομικής μόχλευσης (leverage hypothesis) και η υπόθεση της ανατροφοδότησης της μεταβλητότητας (Volatility feedback hypothesis).

- Η υπόθεση της χρηματοοικονομικής μόχλευσης: Ο Black (1976) υποστηρίζει ότι αρνητικά σοκ στις αποδόσεις αυξάνουν τη χρηματοοικονομική μόχλευση καθιστώντας τη μετοχή πιο επικίνδυνη και έτσι αυξάνεται η μεταβλητότητα. Στις αγορές η εξήγηση είναι ότι η πτώση της τιμής αυξάνει τη σχέση ξένων προς ίδια κεφάλαια και έτσι αυξάνεται η μεταβλητότητα των αποδόσεων των μετοχών της εταιρείας και το αντίθετο. Αυτή η θεωρία έχει συνδεθεί με την παρατηρηθείσα αρνητική σχέση απόδοσης-μεταβλητότητας για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα που η σχέση αυτή αναφέρεται τυπικά ως επίδραση της μόχλευσης. Οι Christie (1982) και Schwert, (1989) συμφωνούν ότι είναι δύσκολο να υπολογίσουν την επίδραση απόδοσης-μεταβλητότητας δίνοντας ρεαλιστικές εκτιμήσεις της μόχλευσης.

- Η υπόθεση της ανατροφοδότησης της μεταβλητότητας υποστηρίζει ότι θετικά σοκ στη μεταβλητότητα προκαλούν αρνητικές αποδόσεις: οι αρνητικές μεταβολές στην αναμενόμενη απόδοση είναι εντεινόμενες ενώ οι θετικές μεταβολές στην αναμενόμενη απόδοση τείνουν να επηρεάζουν αρνητικά και αυτές οι επιδράσεις δημιουργούν ασύμμετρη μεταβλητότητα. Διαφορετικά: μια θετική μεταβολή της διακύμανσης παραπέμπει σε επίσης υψηλότερη αναμενόμενη μελλοντική διακύμανση άρα σε υψηλότερες μελλοντικές αποδόσεις αλλά για να γίνει αυτό πρέπει η θετική μεταβολή της διακύμανσης να ακολουθήσει πτώση του μετοχικού δείκτη σήμερα. Οι Campbell και Hentschel (1992) δείχνουν θεωρητικά ότι αν η αναμενόμενη μελλοντική χρηματιστηριακή απόδοση αυξηθεί όταν η μεταβλητότητα αυξηθεί, τότε οι τρέχουσες χρηματιστηριακές τιμές (και οι αποδόσεις) δεν θα προσαρμοστούν σε αυτή την αλλαγή με μελλοντικές προσδοκίες έτσι η αύξηση της μεταβλητότητας προκαλεί αρνητικές αποδόσεις. Η υπόθεση της ανατροφοδότησης μεταβλητότητας βασίζεται στην ύπαρξη ενός χρονικά μεταβαλλόμενου ασφάλιστρου κινδύνου (risk premiums) ως τον σύνδεσμο μεταξύ αλλαγών στην μεταβλητότητα και απόδοση (Poterba, Summers 1986).

Οι δύο πιο πάνω θεωρίες έχουν καταφέρει επιτυχώς να προσεγγίσουν το φαινόμενο, αλλά αδυνατούν να το ερμηνεύσουν σε πιο υψηλής συχνότητας βραχυχρόνιο ορίζοντα (π.χ. ημερήσια ή ενδοσυνεδριακά δεδομένα).

Εξαιρετικά σημαντική είναι η εμπειρική έρευνα των Hibbert, Daigler και Dupoyet (2008), οι οποίοι εξέτασαν τη σχέση μεταξύ ημερήσιων και ενδοσυνεδριακών μεταβολών χρησιμοποιώντας τον νέο δείκτη VIX με την απόδοση του δείκτη S&P 500 και του αντίστοιχου Nasdaq με τον δείκτη VIXN. Επικεντρώνουν τη μελέτη τους στη βραχυχρόνια δυναμική της σχέσης απόδοσης-μεταβλητότητας σε αντίθεση με το πλήθος παλαιότερων εργασιών που χρησιμοποιούν εβδομαδιαία

και μηνιαία δεδομένα της πραγματοποιηθείσας μεταβλητότητας για να εξετάσουν τη σχέση αυτή. Σκοπός τους είναι να παρέχουν μια λεπτομερή ανάλυση της βραχυχρόνιας σχέσης μεταξύ της απόδοσης της αγοράς και της τεκμαρτής μεταβλητότητας για να εντοπίσουν τα χαρακτηριστικά της ισχυρά αρνητικής και ασύμμετρης συσχέτισης μεταξύ αυτών των μεταβλητών. Παρέχουν ενδοσυνεδριακά αποτελέσματα για την σχέση απόδοσης- μεταβλητότητας εντοπίζοντας τους παράγοντες που επηρεάζουν τη σχέση αυτή συγκρίνοντας πέντε διαφορετικές μορφές του υποδείγματος και συνδέοντας συγκεκριμένες συμπεριφορικές εξηγήσεις σύμφωνα με τα παρατηρηθέντα ημερήσια και ενδοσυνεδριακά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα δείχνουν ότι η αρνητική και ασύμμετρη συσχέτιση των αποδόσεων της αγοράς με τις μεταβολές του δείκτη VIX είναι συνδεδεμένη με συμπεριφορική εξήγηση αυτού του φαινομένου ενώ οι υποθέσεις της χρηματοοικονομικής μόχλευσης και της ανατροφοδότησης της μεταβλητότητας δεν εξηγούν τα αποτελέσματά τους.

Η μελέτη των Hibbert et al. (2008) έχει τέσσερις κύριες διαφορές από προηγούμενες μελέτες:

- Για τη μέτρηση της τεκμαρτής μεταβλητότητας γίνεται χρήση τόσο του νέου VIX όσο και του νέου VXN με τις νέες μετρήσεις να αποτελούν καλύτερους δείκτες για την προσδοκία της αγοράς αφού περιλαμβάνουν όλο το εύρος της τιμής εξάσκησης των τεκμαρτών μεταβλητοτήτων.
- Γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιώντας τον VIX (VXN) από την τεκμαρτή μεταβλητότητα κοντά στο χρηματικό ισοδύναμο περιλαμβάνοντας την πεντάλεπτη πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα ως ανεξάρτητη μεταβλητή γεγονός που επιτρέπει την ανάλυση των επιδράσεων της στρέβλωσης της τεκμαρτής μεταβλητότητας από την τεκμαρτή μεταβλητότητα στο χρηματικό ισοδύναμο για να εξεταστούν τα χαρακτηριστικά της σχέσης απόδοσης-μεταβλητότητας και να γίνει διαχωρισμός της σημασίας της τεκμαρτής μεταβλητότητας από την πραγματοποιηθείσα μεταβλητότητα.
- Γίνεται ποσοτικοποίηση της αντίστοιχης μεταβλητότητας ως προς το μέγεθος των αποδόσεων σε αντίθεση με άλλες μελέτες που εξετάζουν μόνο τον εντοπισμό της ασυμμετρίας.
- Με τη χρήση ημερήσιων δεδομένων ερευνάται η σχέση σε ενδοσυνεδριακή συχνότητα χρησιμοποιώντας δείγματα σε διάστημα 30 λεπτών και πέντε λεπτών το οποίο κάνει πιο στερεή τη συμπεριφορική εξήγηση.

Συγκεντρωτικά η έρευνα αποδεικνύει ότι υπάρχουν περισσότερα στη σχέση απόδοσης μεταβλητότητας από αυτά που διατυπώνουν οι δύο παραδοσιακές υποθέσεις. Συγκεκριμένα τα αποτελέσματα μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Σύμφωνα και με προηγούμενες εργασίες βρίσκουν μια σημαντικά αρνητική και ασύμμετρη συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων και των μεταβολών της τεκμαρτής μεταβλητότητας για δείκτες μετοχών.

- Πραγματοποιείται λεπτομερής ανάλυση της σχέσης απόδοσης τεκμαρτής μεταβλητότητας στο πέρασμα του χρόνου, όπως και για τα πεμπτημόρια των αποδόσεων σε συνδυασμό με τις μεταβολές της μεταβλητότητας.
- Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο τεκμαρτών μεταβλητοτήτων ο νέος VIX ο οποίος χρησιμοποιεί τις τιμές εξάσκησης και τις τεκμαρτές μεταβλητότητες από το χρηματικό ισοδύναμο της αγοράς, φαίνεται η σημασία της στρεβλότητας της τεκμαρτής μεταβλητότητας για να εξηγηθεί η ασυμμετρία της σχέσης απόδοσης και μεταβλητότητας.

2.7 Συμπεριφορική εξήγηση

Οι υποθέσεις της χρηματοοικονομικής μόχλευσης και της ανατροφοδότησης της μεταβλητότητας βασίζονται σε θεμελιώδεις παράγοντες της επιχείρησης. Ωστόσο οι δύο αυτές θεωρήσεις σχετίζονται με πιο μακροχρόνια χρονική υστέρηση μεταξύ απόδοσης και μεταβλητότητας ή αντίστροφα. Επιπλέον, οι Denis et al. (2006) δείχνουν ότι η σχέση απόδοσης- μεταβλητότητας αποτελεί φαινόμενο μόνο της αγοράς και όχι της επιχείρησης.

Οι Hibbert et al. (2008) για να εξηγήσουν αυτή τη βραχυχρόνια σχέση χρησιμοποιούν συμπεριφορικές έννοιες. Πιο συγκεκριμένα αναφέρονται στο έργο του Καθηγητή Shefrin (2005) στο οποίο παρουσιάζεται η αρνητική σχέση απόδοσης-ρίσκου προσεγγίζοντας μια σειρά συμπεριφορικών σφαλμάτων. Οι διαχειριστές χαρτοφυλακίων και οι επενδυτές εκτιμούν ότι η σχέση ρίσκου-απόδοσης των μετοχών είναι αρνητική επειδή οι επενδυτές θεωρούν τις υψηλές αποδόσεις και το χαμηλό ρίσκο να είναι αντιπροσωπευτικά μιας καλής επένδυσης (σφάλμα αντιπροσωπευτικότητας). Αυτή η αντίληψη μπορεί να επεκταθεί στην αγορά ως εξής: μεγαλύτερη αρνητική (θετική) απόδοση και μεγαλύτερο (μικρότερο) ρίσκο ή μεταβλητότητα θεωρούνται σαν συναφή χαρακτηριστικά της συμπεριφοράς της αγοράς. Η ευρύτερη χρήση ευριστικών κανόνων (heuristics) για τη λήψη αποφάσεων εύκολα επεκτείνεται στην απόδοση των αγορών και στις αποφάσεις για την τεκμαρτή μεταβλητότητα των δικαιωμάτων προαίρεσης με τέτοιο τρόπο όπου η επιρροή των ευριστικών κανόνων σε συνδυασμό με την αντιπροσωπευτικότητα αρνητικών αποδόσεων και υψηλού ρίσκου, προκαλούν την αρνητική σχέση απόδοσης- τεκμαρτής μεταβλητότητας. Αυτή η άποψη συνάδει με την κοινή αντίληψη ότι οι επενδυτές των δικαιωμάτων προαίρεσης αγοράζουν δικαιώματα πώλησης με υψηλότερες τιμές (για προστασία της πτώσης) κατά τη διάρκεια της απότομης πτώσης των αγορών εξαιτίας του φόβου για πρόσθετες μελλοντικές απώλειες (βλ. Bollen και Whaley, 2004).

Οι αντιλήψεις των επενδυτών για τη μεταβλητότητα των δικαιωμάτων προαίρεσης είναι ο σημαντικότερος παράγοντας για τον καθορισμό του VIX. Μάλιστα, οι Hibbert et al. (2008) προτείνουν ότι οι αποδόσεις των αγορών έχουν επίδραση στον φόβο και ενθουσιασμό των επενδυτών επειδή οι αρνητικές αποδόσεις δημιουργούν φόβους για πρόσθετη πτώση της αγοράς ενώ θετικές αποδόσεις

δημιουργούν τον ενθουσιασμό για πιθανή πρόσθετη αύξηση στην αγορά δηλαδή η αντιπροσωπευτικότητα συνδέεται με δυναμικές επιδράσεις (momentum effects). Επιπλέον, ο φόβος της κατάρρευσης του χρηματιστηρίου προκαλεί άνοδο της αγοραίας τεκμαρτής μεταβλητότητας περισσότερο κατά τη διάρκεια της πτώσης των αγορών από ότι όταν μειώνεται κατά τη διάρκεια της ανόδου των αγορών. Αυτό συνάδει επίσης με την αρνητική ασυμμετρία η οποία συνδέεται με την κατανομή των αποδόσεων της αγοράς. Επίσης συνδέεται με την τυπική σχέση ασυμμετρίας κατά την οποία οι τεκμαρτές μεταβλητότητες είναι μεγαλύτερες για τα δικαιώματα πώλησης εκτός του χρηματικού ισοδύναμου αλλά ουσιαστικά επίπεδη για τα δικαιώματα αγοράς. Μάλιστα, ο Giot (2005) προβάλλει ότι υπάρχει μια ισχυρά αρνητική σχέση μεταξύ των ταυτόχρονων μεταβολών στην τεκμαρτή μεταβλητότητα και των υποκείμενων μετοχικών δεικτών τόσο για τον S&P100 όσο και τον Nasdaq100. Ο Giot (2005) επίσης διαπιστώνει ότι αρνητικές αποδόσεις του δείκτη S&P100 σχετίζονται με πολύ μεγαλύτερες σχετικές αλλαγές του VIX από ότι οι θετικές αποδόσεις, εύρημα σύμφωνο με την συμπεριφορική ερμηνεία που θέλει τους επενδυτές να επηρεάζονται από τον φόβο.

Κεφάλαιο 3- Εμπειρική ανάλυση

3.1 Δεδομένα εμπειρικής ανάλυσης και περιγραφή των μεταβλητών

3.1.1. Γενικά στοιχεία

Στην παρούσα διατριβή διερευνάται η σχέση απόδοσης χρηματιστηριακού δείκτη-τεκμαρτής μεταβλητότητας όπως αποτυπώνεται σε τρεις εξεταζόμενες χρηματιστηριακές αγορές. Πιο συγκεκριμένα εξετάζουμε αν οι μεταβολές των δεικτών μεταβλητότητας σχετίζονται με τις ταυτόχρονες αποδόσεις των μετοχικών δεικτών. Οι χρηματιστηριακές αγορές που εξετάζουμε είναι των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, του Ηνωμένου Βασιλείου και της Γερμανίας λόγω διαθεσιμότητας συγκρίσιμων στοιχείων των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας. Η χρονική περίοδος της διερεύνησης ξεκινά την 1^η Ιανουαρίου 2000 και καταλήγει στην 31^η Δεκεμβρίου 2014. Τα δεδομένα εξετάζονται τόσο συνολικά για όλη την περίοδο αλλά και κατά υποπεριόδους προκειμένου να αποτυπωθεί αυτή η σχέση σε πτωτικές και ανοδικές περιόδους της αγοράς.

Πιο συγκεκριμένα έχουμε δημιουργήσει τρεις υποπεριόδους ως εξής:

- Η πρώτη υποπερίοδος ξεκινά την 1^η Ιανουαρίου 2004 μέχρι την 31^η Δεκεμβρίου 2006 και πρόκειται για περίοδο που χαρακτηρίζεται από ανοδική τάση των αγορών (προ κρίσης περίοδος).
- Η δεύτερη υποπερίοδος ξεκινά την 1^η Ιανουαρίου 2007 μέχρι την 31^η Δεκεμβρίου 2009 και πρόκειται για την περίοδο της παγκόσμιας χρηματοοικονομικής κρίσης.
- Η τρίτη υποπερίοδος ξεκινά την 1^η Ιανουαρίου 2010 μέχρι την 31^η Δεκεμβρίου 2014 και πρόκειται για την περίοδο της εξόδου από την κρίση.

Στην ανάλυσή μας χρησιμοποιούμε τις ημερήσιες τιμές κλεισίματος τριών μετοχικών δεικτών τριών χωρών οι οποίοι αντιπροσωπεύουν την μετοχική αγορά με τους αντίστοιχους δείκτες φόβου οι οποίοι θεωρούνται αντιπροσωπευτικοί της μεταβλητότητας. Οι εξεταζόμενες χώρες με τους αντίστοιχους δείκτες παρουσιάζονται πιο κάτω:

Πίνακας 3: Εξεταζόμενες αγορές και αντίστοιχοι δείκτες

Χώρα	Μετοχικός Δείκτης	Δείκτης Μεταβλητότητας
Η.Π.Α.	S&P500	VIX
Ην. Βασίλειο	FTSE	VFTSE
Γερμανία	DAX300	VDAX

Για την ανάλυσή μας χρησιμοποιούνται οι ημερήσιες μεταβολές των τιμών των δεικτών:

$$R_t = P_t - P_{t-1} \quad (4.1)$$

Συνολικά χρησιμοποιούνται 1258 ημερήσιες παρατηρήσεις για τις Η.Π.Α, 1263 για το Ην. Βασίλειο και 1270 για την Γερμανία¹.

3.1.2. VDAX

Οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας εισήχθησαν από το Γερμανικό Χρηματιστήριο το 1994 βασιζόμενοι στις τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης του χρηματιστηριακού δείκτη DAX-30. Ο VDAX είναι ο βασικότερος δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας και ο υπολογισμός του μοιάζει με αυτόν του αρχικού VIX διαφέροντας σε δύο σημεία: η περίοδος αναφοράς δεν είναι τριάντα ημερολογιακές ημέρες όπως συμβαίνει με τον VIX αλλά σαράντα πέντε, η υποκείμενη τιμή για τον υπολογισμό της τεκμαρτής μεταβλητότητας δεν είναι η τρέχουσα τιμή του δείκτη όπως συμβαίνει με τον VIX αλλά η προθεσμιακή. Ο νέος VDAX βασίζεται στις τιμές των δικαιωμάτων του δείκτη DAX και ξεκίνησε να υπολογίζεται επίσημα τον Απρίλιο του 2005. Η διαφορά του παλαιού και του νέου VDAX είναι ότι ο νέος έχει σταθερή κυλιόμενη διάρκεια τριάντα ημερών. Ωστόσο παλιός και νέος VDAX έχουν βαθμό συσχέτισης πολύ κοντά στο 1 (0,992 σύμφωνα με τα στοιχεία του Deutsche Borsche AG).

3.1.3. VSTOXX

Ο δείκτης τεκμαρτής μεταβλητότητας VSTOXX υπολογίζεται από τις τιμές των δικαιωμάτων προαίρεσης του πανευρωπαϊκού δείκτη Dow Jones EURO STOXX 50, ο οποίος συμπεριλαμβάνει τις πενήντα μεγαλύτερες εταιρείες στον κλάδο τους.

3.2 Μεθοδολογία εμπειρικής ανάλυσης

Προκείμενου να συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, θα εξετάσουμε αν οι μεταβολές των χρηματιστηριακών δεικτών (S&P500, DAX-30, FTSE100) σχετίζονται με τις ταυτόχρονες αποδόσεις των δεικτών μεταβλητότητας (αντίστοιχα VIX, VDAX, VFTSE) χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της παλινδρόμησης.

1. Πηγές των δεδομένων είναι οι επίσημες ιστοσελίδες των χρηματιστηρίων και οικονομικές ιστοσελίδες (βλ. www.cboe.com, www.boerse-frankfurt.de, finance.yahoo.com και άλλες πηγές από το διαδίκτυο).

Αρχικά θα πραγματοποιηθεί έλεγχος σχετικά με το βαθμό συσχέτισης των αποδόσεων των δεικτών μεταβλητότητας με τις μεταβολές των αντίστοιχων υποκείμενων δεικτών τους για όλη την εξεταζόμενη περίοδο και τις υποπεριόδους. Αυτό θα γίνει με την μέθοδο παλινδρόμησης μέσω του μοντέλου M_1 ελέγχοντας τις ημερήσιες ποσοστιαίες μεταβολές των VIX, VDAX, VFTSE σε σχέση με τις αντίστοιχες των S&P500, DAX-30, FTSE100. Στα αποτελέσματά μας αναμένεται να επιβεβαιωθεί η αρνητική μεταξύ τους σχέση, λόγω της υπόθεσης ότι επειδή οι επενδυτές είναι ορθολογικοί αποστρέφονται τον κίνδυνο (risk aversion).

M_1

$$\text{Η.Π.Α: } \% \Delta VIX_t = a_0 + a_1 R_t \text{S\&P500} \quad (4.2)$$

$$\text{Ηνωμένο Βασίλειο: } \% \Delta VFTSE_t = a_0 + a_1 R_t \text{FTSE} \quad (4.3)$$

$$\text{Γερμανία: } \% \Delta VDAX_t = a_0 + a_1 R_t \text{DAX30} \quad (4.4)$$

Στη συνέχεια θα γίνει ο έλεγχος για την ύπαρξη ασύμμετρης σχέσης μεταξύ μετοχικών αποδόσεων και μεταβλητότητας, έχοντας προχωρήσει σε διαχωρισμό των μεταβολών των δεικτών S&P500, DAX-30, FTSE100 σε θετικές και αρνητικές και τις έχουμε παλινδρομήσει με τις αποδόσεις των αντίστοιχων δεικτών μεταβλητότητας σύμφωνα με το υπόδειγμα M_2 . Στα αποτελέσματά μας αναμένεται να επιβεβαιωθεί η ασύμμετρη σχέση τους λόγω του ότι όταν η αγορά κινείται πτωτικά είναι μεγαλύτερη είναι η αύξηση του φόβου από ότι όταν ανεβαίνει (ο φόβος είναι πιο υψηλός κατά την πτώση του χρηματιστηρίου παρά κατά την άνοδο).

M_2

$$\text{Η.Π.Α: } \% \Delta VIX_t = a_0 + a_1 D_{up} |R_t \text{S\&P500}| + a_2 (1 - D_{up}) |R_t \text{S\&P500}| \quad (4.5)$$

$$\text{Ηνωμένο Βασίλειο: } \% \Delta VFTSE_t = a_0 + a_1 D_{up} |R_t \text{FTSE}| + a_2 (1 - D_{up}) |R_t \text{FTSE}| \quad (4.6)$$

$$\text{Γερμανία: } \% \Delta VDAX_t = a_0 + a_1 D_{up} |R_t \text{DAX30}| + a_2 (1 - D_{up}) |R_t \text{DAX30}| \quad (4.7)$$

Όπου

$\% \Delta VIX_t$: Η ποσοστιαία μεταβολή του δείκτη VIX στον χρόνο t ($VIX_t - VIX_{t-1}$)

$|R_t|$: Η απόλυτη ταυτόχρονη ημερήσια ποσοστιαία απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών S&P500, DAX300, FTSE.

D_{up} : Ψευδομεταβλητή η οποία παίρνει τιμή 0 για $R_t < 0$ και 1 για $R_t > 0$

Από το πρώτο μοντέλο παλινδρόμησης M_1 θα αποφανθούμε για τη θετική ή αρνητική συσχέτιση της σχέσης απόδοσης- τεκμαρτής μεταβλητότητας. Πιο

συγκεκριμένα για $\alpha_1 < 0$ η σχέση απόδοσης χρηματιστηριακού δείκτη – τεκμαρτής μεταβλητότητας παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση.

Από το δεύτερο μοντέλο παλινδρόμησης M_2 θα αποφανθούμε για την ασυμμετρία της σχέσης απόδοσης- τεκμαρτής μεταβλητότητας συγκρίνοντας τους συντελεστές a_2 και a_1 .

Κεφάλαιο 4.Αποτελέσματα Εμπειρικής ανάλυσης

4.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία

Οι πίνακες 4 έως 7 παρέχουν τα συγκεντρωτικά περιγραφικά στοιχεία για όλη την εξεταζόμενη περίοδο.

Για την συνολική εξεταζόμενη περίοδο 2000-2014 όλες οι αγορές σημείωσαν θετική απόδοση. Τις καλύτερες μέσες αποδόσεις είχε η Γερμανία, ύστερα οι Η.Π.Α και τέλος το Ηνωμένο Βασίλειο. Για την πρώτη υποπερίοδο όλες οι χώρες είχαν θετικές αποδόσεις με κυρίαρχη την Γερμανία, στη συνέχεια το Ηνωμένο Βασίλειο και τέλος οι Η.Π.Α. Για την δεύτερη υποπερίοδο 2007-2009 οι Η.Π.Α και το Ηνωμένο Βασίλειο είχαν κατά μέσο όρο αρνητικές αποδόσεις λόγω της αρνητικής κατάστασης που επικρατούσε στις αγορές ενώ η Γερμανία διατήρησε θετικές αποδόσεις δείχνοντας ότι δεν επηρεάστηκε από τη γενικότερη κρίση. Την Τρίτη υποπερίοδο όλες οι αγορές σημείωσαν θετικές αποδόσεις με κυρίαρχες τις Η.Π.Α, την Γερμανία και τέλος το Ηνωμένο Βασίλειο.

Η μέγιστη απόδοση για την συνολική περίοδο παρατηρήθηκε στις Η.Π.Α. και η χαμηλότερη στο Ηνωμένο Βασίλειο. Από τις μέγιστες αποδόσεις οι υψηλότερες παρατηρήθηκαν κατά την δεύτερη υποπερίοδο (Η.Π.Α.) και οι χαμηλότερες την πρώτη υποπερίοδο (Ην. Βασίλειο). Από τις ελάχιστες αποδόσεις οι υψηλότερες παρατηρήθηκαν κατά την πρώτη υποπερίοδο (Γερμανία) και οι χαμηλότερες την δεύτερη υποπερίοδο.

Για την συνολική εξεταζόμενη περίοδο 2000-2014 τη μεγαλύτερη μεταβλητότητα εμφάνισαν η Γερμανία, στη συνέχεια το Ηνωμένο Βασίλειο και τέλος οι Η.Π.Α όπως φαίνεται από τις τυπικές αποκλίσεις των ημερήσιων αποδόσεων. Όπως φαίνεται οι χαμηλότερες τιμές μεταβλητότητας σημειώθηκαν κατά την πρώτη υποπερίοδο και για τις τρεις χώρες με την Γερμανία να παρουσιάζει την υψηλότερη μεταβλητότητα. Κατά την δεύτερη υποπερίοδο παρατηρούνται οι υψηλότερες τιμές μεταβλητότητας ενώ κατά την τρίτη ελαττώνονται για τις τις τρεις εξεταζόμενες χώρες. Την υψηλότερη μεταβλητότητα σημειώνουν οι Η.Π.Α. την υποπερίοδο 2007-2009 και την χαμηλότερη πάλι οι Η.Π.Α. την υποπερίοδο 2004-2006. Σύμφωνα και με τα πιο πάνω παρατηρείται ότι η αύξηση της μεταβλητότητας σε μια αγορά σχετίζεται με την πτώση των αποδόσεων της και το αντίστροφο. Έτσι επιβεβαιώνονται τα αποτελέσματα των πολλών ερευνών που σημειώνουν την αρνητική συσχέτιση της μεταβλητότητας με τις αποδόσεις των μετοχικών δεικτών.

Πίνακας 4 : Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για την περίοδο 2000-2014

	Η.Π.Α		Ην. Βασίλειο		Γερμανία	
	VIX	S&P500	VFTSE	FTSE100	VDAX	DAX300
Μέση τιμή	0,203%	0,017%	0,187%	0,006%	0,128%	0,021%
Διάμεσος	-0,481%	0,057%	-0,328%	0,024%	-0,344%	0,079%
Τυπική απόκλιση	6,600%	1,283%	6,395%	1,233%	5,410%	1,554%
Ελάχιστο	-29,573%	-9,035%	-30,597%	-8,849%	-22,575%	-8,492%
Μέγιστο	64,215%	11,580%	45,015%	9,839%	40,018%	11,402%
Παρατηρήσεις	3773	3773	3817	3817	3813	3813

Πίνακας 5 : Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για την περίοδο 2004-2006

	Η.Π.Α		Ην. Βασίλειο		Γερμανία	
	VIX	S&P500	VFTSE	FTSE100	VDAX	DAX300
Μέση τιμή	0,084%	0,034%	0,123%	0,045%	0,052%	0,070%
Διάμεσος	-0,489%	0,071%	-0,378%	0,063%	-0,451%	0,122%
Τυπική απόκλιση	5,428%	0,660%	5,301%	0,665%	4,670%	0,912%
Ελάχιστο	-25,909%	-1,833%	-15,927%	-2,920%	-15,698%	-3,455%
Μέγιστο	30,856%	2,157%	30,035%	2,639%	26,773%	2,639%
Παρατηρήσεις	755	755	771	771	769	769

Πίνακας 6 : Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για την περίοδο 2007-2009

	Η.Π.Α		Ην. Βασίλειο		Γερμανία	
	VIX	S&P500	VFTSE	FTSE100	VDAX	DAX300
Μέση τιμή	0,358%	-0,014%	0,280%	-0,003%	0,214%	0,003%
Διάμεσος	-0,669%	0,087%	-0,618%	0,013%	-0,448%	0,071%
Τυπική απόκλιση	7,615%	1,885%	6,898%	1,726%	5,779%	1,818%
Ελάχιστο	-24,684%	-9,035%	-23,501%	-8,849%	-19,077%	-7,164%
Μέγιστο	64,215%	11,580%	45,015%	9,839%	35,753%	11,402%
Παρατηρήσεις	756	756	762	762	759	759

Πίνακας 7 : Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία για την περίοδο 2010-2014

	Η.Π.Α		Ην. Βασίλειο		Γερμανία	
	VIX	S&P500	VFTSE	FTSE100	VDAX	DAX300
Μέση τιμή	0,258%	0,054%	0,240%	0,020%	0,162%	0,048%
Διάμεσος	-0,575%	0,073%	-0,277%	0,042%	-0,203%	0,089%
Τυπική απόκλιση	7,493%	1,008%	7,142%	0,986%	5,936%	1,262%
Ελάχιστο	-29,573%	-6,663%	-30,597%	-4,667%	-22,575%	-5,819%
Μέγιστο	50,000%	4,741%	34,353%	5,161%	35,381%	5,349%
Παρατηρήσεις	1258	1258	1263	1263	1270	1270

4.2 Βαθμός συσχέτισης

Από τα αποτελέσματα των συσχετίσεων που φαίνονται στους πιο κάτω πίνακες επιβεβαιώνεται η υψηλή θετική συσχέτιση μεταξύ των τριών δεικτών. Οι υψηλότερες συσχετίσεις σημειώνονται κατά την δεύτερη υποπερίοδο (της παγκόσμιας χρηματοπιστωτικής κρίσης) και οι χαμηλότερες κατά την πρώτη.

Πίνακας 8: Συσχετίσεις των επιπέδων των δεικτών φόβου για την περίοδο 2000-2014

2000-2014	VDAX	VFTSE	VIX
VDAX	1,000	0,937	0,879
VFTSE	0,937	1,000	0,947
VIX	0,879	0,947	1,000

Πίνακας 9: Συσχετίσεις των επιπέδων των δεικτών φόβου για την περίοδο 2004-2006

2004-2006	VDAX	VFTSE	VIX
VDAX	1,000	0,870	0,867
VFTSE	0,870	1,000	0,723
VIX	0,867	0,723	1,000

Πίνακας 10: Συσχετίσεις των επιπέδων των δεικτών φόβου για την περίοδο 2007-2009

2007-2009	VDAX	VFTSE	VIX
VDAX	1,000	0,958	0,969
VFTSE	0,958	1,000	0,971
VIX	0,969	0,971	1,000

Πίνακας 11: Συσχετίσεις των επιπέδων των δεικτών φόβου για την περίοδο 2010-2014

2010-2014	VDAX	VFTSE	VIX
VDAX	1,000	0,943	0,902
VFTSE	0,943	1,000	0,951
VIX	0,902	0,951	1,000

4.3 Αποτελέσματα παλινδρομήσεων

Τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης του υποδείγματος M_1 υποδεικνύουν ότι για όλες τις υπό εξέταση αγορές και περιόδους, υπάρχει αρνητική και στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των αποδόσεων των υποκείμενων μετοχικών δεικτών και των ποσοστιαίων μεταβολών των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας. Δηλαδή επιβεβαιώνεται η υπόθεση ότι επειδή οι επενδυτές είναι ορθολογικοί αποστρέφονται τον κίνδυνο. Πιο κάτω φαίνονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων του υποδείγματος M_1 .

M_1

Η.Π.Α:

2000-2014: $\% \Delta VIX_t = 0,003 + (-3,807) R_t S\&P500$

2004-2006: $\% \Delta VIX_t = 0,003 + (-6,541) R_t S\&P500$

2007-2009: $\% \Delta VIX_t = 0,003 + (-3,019) R_t S\&P500$

2010:2014: $\% \Delta VIX_t = 0,006 + (-6,052) R_t S\&P500$

Ηνωμένο Βασίλειο:

2000-2014: $\% \Delta VFTSE_t = 0,002 + (-3,548) R_t FTSE$

2004-2006: $\% \Delta VFTSE_t = 0,004 + (-5,923) R_t FTSE$

2007-2009: $\% \Delta VFTSE_t = 0,003 + (-2,690) R_t FTSE$

2010:2014: $\% \Delta VFTSE_t = 0,003 + (-5,284) R_t FTSE$

Γερμανία:

2000-2014: $\% \Delta VDAX_t = 0,002 + (-2,423) R_t DAX30$

2004-2006: $\% \Delta VDAX_t = 0,003 + (-3,722) R_t DAX$

2007-2009: $\% \Delta VDAX_t = 0,002 + (-2,166) R_t DAX$

2010:2014: $\% \Delta VDAX_t = 0,003 + (-3,641) R_t DAX$

Πιο κάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων για το υπόδειγμα M_1 . Οι τιμές στις παρενθέσεις είναι τα t- statistics για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Πίνακας 12 :Εκτίμηση υποδείγματος M_1 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2000-2014

	Σταθερά	$R_{m,t}$	$R_{adj.}^2$
Η.Π.Α.	0,003	-3,807	0,548
	(3,708)	(-67,580)	
Ην. Βασίλειο	0,002	-3,548	0,468
	(2,760)	(-57,954)	
Γερμανία	0,002	-2,423	0,484
	(2,857)	(-59,824)	

Πίνακας 13 :Εκτίμηση υποδείγματος M_1 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2004-2006

	Σταθερά	$R_{m,t}$	$R_{adj.}^2$
Η.Π.Α.	0,003	-6,541	0,631
	(2,570)	(-35,950)	
Ην. Βασίλειο	0,004	-5,926	0,552
	(3,036)	(-30,827)	
Γερμανία	0,003	-3,722	0,528
	(2,702)	(-29,327)	

Πίνακας 14 :Εκτίμηση υποδείγματος M_1 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2007-2009

	Σταθερά	$R_{m,t}$	$R_{adj.}^2$
Η.Π.Α.	0,003	-3,019	0,558
	(1,712)	(-30,884)	
Ην. Βασίλειο	0,003	-2,690	0,453
	(1,466)	(-25,102)	
Γερμανία	0,002	-2,166	0,464
	(1,439)	(-25,623)	

Πίνακας 15 :Εκτίμηση υποδείγματος M_1 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2010-2014

	Σταθερά	$R_{m,t}$	R_{adj}^2
H.Π.Α.	0,006 (4,748)	-6,052 (-49,685)	0,663
Hv. Βασίλειο	0,003 (2,521)	-5,284 (-37,878)	0,532
Γερμανία	0,003 (3,193)	-3,641 (-43,519)	0,599

Να σημειωθεί ότι η σταθερά a_0 είναι θετική για όλες τις περιόδους και υποπεριόδους και για όλες τις αγορές καθότι η υπό εξέταση περίοδος ήταν ανοδική. Το γεγονός ότι ο συντελεστής a_1 είναι αρνητικός για όλες τις περιόδους και υποπεριόδους και για όλες τις αγορές επιβεβαιώνει την αρνητική σχέση μεταξύ αποδόσεων και μεταβλητότητας. Για παράδειγμα, κατά την περίοδο 2000- 2014 αν η απόδοση του υποκείμενου δείκτη S&P500 μειωθεί κατά 100 μονάδες βάσης (1%) η αυξητική ποσοστιαία απόδοση του VIX θα είναι +3.807% χωρίς να υπολογίσουμε τη σταθερά a_0 , ενώ αν ο S&P500 αυξηθεί κατά 100 μονάδες βάσης (1%) τότε η πτωτική απόδοση του VIX θα είναι -3.807% χωρίς να υπολογίσουμε τη σταθερά a_0 .

Από τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης του μοντέλου M_2 τόσο για την κάθε αγορά συνολικά, αλλά και για κάθε υποπερίοδο επιβεβαιώνεται η ύπαρξη αρνητικής ασύμμετρης σχέσης μεταξύ των αποδόσεων των μετοχικών δεικτών και μεταβολών των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας. Δηλαδή, μια αρνητική μεταβολή του υποκείμενου χρηματιστηριακού δείκτη έχει μεγαλύτερη θετική επιρροή στην απόδοση του δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας από μια αντίστοιχη θετική μεταβολή. Αυτό επιβεβαιώνει την εμπειρική θεώρηση ότι ο φόβος είναι πιο υψηλός κατά την πτώση του χρηματιστηρίου σε σχέση με την αποκατάσταση του επενδυτικού συναισθήματος κατά την άνοδο.

M_2

H.Π.Α:

2000-2014: $\% \Delta VIX_t = -0,004 + (-2,962) D_{up} | R_t S\&P500 | + 4,625 (1 - D_{up}) | R_t S\&P500 |$

2004-2006: $\% \Delta VIX_t = -0,006 + (-4,897) D_{up} | R_t S\&P500 | + 8,272 (1 - D_{up}) | R_t S\&P500 |$

2007-2009: $\% \Delta VIX_t = -0,006 + (-2,268) D_{up} | R_t S\&P500 | + 3,720 (1 - D_{up}) | R_t S\&P500 |$

2010:2014: $\% \Delta VIX_t = -0,004 + (-4,631) D_{up} | R_t S\&P500 | + 7,361 (1 - D_{up}) | R_t S\&P500 |$

Ηνωμένο Βασίλειο:

2000-2014: $\% \Delta VFTSE_t = -0,007 + (-2,478) D_{up} | R_t FTSE | + 4,575 (1 - D_{up}) | R_t FTSE |$

2004-2006: $\% \Delta VFTSE_t = -0,007 + (-3,690) D_{up} | R_t FTSE | + 8,040 (1 - D_{up}) | R_t FTSE |$

2007-2009: $\% \Delta VFTSE_t = -0,012 + (-1,461) D_{up} | R_t FTSE | + 3,908 (1 - D_{up}) | R_t FTSE |$

2010:2014: $\% \Delta VFTSE_t = -0,005 + (-4,098) D_{up} | R_t FTSE | + 6,422 (1 - D_{up}) | R_t FTSE |$

Γερμανία:

2000-2014: $\% \Delta VDAX_t = -0,007 + (-1,616) D_{up} | R_t DAX30 | + 3,231 (1 - D_{up}) | R_t DAX30 |$

2004-2006: $\% \Delta VDAX_t = -0,005 + (-2,448) D_{up} | R_t DAX30 | + 4,888 (1 - D_{up}) | R_t DAX30 |$

2007-2009: $\% \Delta VDAX_t = -0,012 + (-1,066) D_{up} | R_t DAX30 | + 3,328 (1 - D_{up}) | R_t DAX30 |$

2010:2014: $\% \Delta VDAX_t = -0,005 + (-2,703) D_{up} | R_t DAX30 | + 4,559 (1 - D_{up}) | R_t DAX30 |$

Για παράδειγμα, κατά την περίοδο 2000- 2014 αν η απόδοση του υποκείμενου δείκτη S&P500 μειωθεί κατά 100 μονάδες βάσης (1%) ($D_{up} = 0$ για $R_t < 0$) η αυξητική ποσοστιαία απόδοση του VIX θα είναι +4.625% χωρίς να υπολογίσουμε τη σταθερά a_0 , ενώ αν ο S&P500 αυξηθεί κατά 100 μονάδες βάσης (1%) ($D_{up} = 1$ για $R_t > 0$) τότε η πτωτική απόδοση του VIX θα είναι -2.962% χωρίς να υπολογίσουμε τη σταθερά a_0 .

Πιο κάτω παρατίθενται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων για το υπόδειγμα M_2 . Οι τιμές στις παρενθέσεις είναι τα t- statistics για επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Θα πρέπει, τέλος, να σημειωθεί ότι η διαφορά των συντελεστών α_1 και α_2 έχει ελεγχθεί για όλες τις περιπτώσεις με τη χρήση του Wald test και είναι στατιστικά σημαντική.

Πίνακας 16 :Εκτίμηση υποδείγματος M_2 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2000-2014

	Σταθερά	$D_{up} R_{m,t} $	$(1-D_{up}) R_{m,t} $	$R_{adj.}^2$
Η.Π.Α.	-0,004	-2,962	4,625	0,562
	(-4,668)	(-31,497)	(50,211)	
Ην. Βασίλειο	-0,007	-2,478	4,575	0,489
	(-6,681)	(-23,960)	(45,412)	
Γερμανία	-0,007	-1,616	3,231	0,511
	(-8,140)	(-23,852)	(47,633)	

Πίνακας 17 :Εκτίμηση υποδείγματος M_2 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2004-2006

	Σταθερά	$D_{up} R_{m,t} $	$(1-D_{up}) R_{m,t} $	$R_{adj.}^2$
Η.Π.Α.	-0,006	-4,897	8,272	0,648
	(-2,981)	(-15,011)	(24,435)	
Ην. Βασίλειο	-0,007	-3,690	8,040	0,584
	(-3,757)	(-10,712)	(24,266)	
Γερμανία	-0,005	-2,448	4,888	0,552
	(-3,080)	(-10,533)	(22,384)	

Πίνακας 18 :Εκτίμηση υποδείγματος M_2 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2007-2009

	Σταθερά	$D_{up} R_{m,t} $	$(1-D_{up}) R_{m,t} $	$R_{adj.}^2$
Η.Π.Α.	-0,006	-2,268	3,720	0,576
	(-2,428)	(-13,964)	(23,949)	
Ην. Βασίλειο	-0,012	-1,461	3,908	0,502
	(-4,852)	(-8,390)	(22,582)	
Γερμανία	-0,012	-1,066	3,328	0,532
	(-6,000)	(-8,135)	(24,507)	

Πίνακας 19 :Εκτίμηση υποδείγματος M_2 κατά τη διάρκεια της περιόδου 2010-2014

	Σταθερά	$D_{up} R_{m,t} $	$(1-D_{up}) R_{m,t} $	$R_{adj.}^2$
Η.Π.Α.	-0,004	-4,631	7,361	0,680
	(-2,248)	(-22,216)	(37,271)	
Ην. Βασίλειο	-0,005	-4,098	6,422	0,544
	(-2,456)	(-16,621)	(26,816)	
Γερμανία	-0,005	-2,703	4,559	0,617
	(-3,398)	(-18,815)	(32,180)	

Κεφάλαιο 5. Συμπεράσματα

Η ψυχολογία των επενδυτών είναι αδιαμφισβήτητα ο βασικότερος παράγοντας που διαμορφώνει τις αγορές. Αυτό επιβεβαιώνεται και από διάφορες εμπειρικές έρευνες όπως των Baker και Wurgler (2007) κατά τους οποίους η ψυχολογία των επενδυτών επηρεάζει τις τιμές των μετοχών και κατ' επέκταση τις αναμενόμενες αποδόσεις τους. Οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας αποτελούν δείκτες αναφοράς των προσδοκιών της μελλοντικής μεταβλητότητας της αγοράς. Οι επενδυτές μπορούν και πρέπει να χρησιμοποιούν και αξιολογούν τις τιμές των δεικτών μεταβλητότητας κατά τη λήψη των επενδυτικών του αποφάσεων. Οι επενδυτές αποστρέφονται τον κίνδυνο, για αυτό για την ανάληψη υψηλού κινδύνου αποζητούν μεγαλύτερες αποδόσεις οδηγώντας σε πτώση των τιμών των μετοχών. Οι δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας, εκτός από βαρόμετρο φόβου μπορούν να χρησιμοποιούνται από τους επενδυτές ως εργαλεία συγχρονισμού της αγοράς διότι έχει παρατηρηθεί ότι όταν αυτοί κινούνται σε ιδιαίτερα υψηλά επίπεδα τότε οι υποκείμενοί τους δείκτες κινούνται σε χαμηλά. Έτσι οι επενδυτές μπορούν να αυξάνουν την έκθεσή τους στις μετοχές όταν οι δείκτες μεταβλητότητας αυξάνουν σημαντικά περιμένοντας ανοδική αντίδραση/δίορθωση της αγοράς (contrarian strategy).

Η σχέση απόδοσης χρηματιστηρίου- τεκμαρτής μεταβλητότητας έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον σε ένα μεγάλο αριθμό εμπειρικών ερευνών. Στόχος της παρούσας διατριβής είναι η διερεύνηση της σχέσης απόδοσης χρηματιστηριακού δείκτη- δείκτη τεκμαρτής μεταβλητότητας. Πιο συγκεκριμένα διερευνάται η ύπαρξη αρνητικής και ασύμμετρης σχέσης (αν οι μεταβολές των δεικτών μεταβλητότητας σχετίζονται με τις ταυτόχρονες αποδόσεις των μετοχικών δεικτών). Οι χρηματιστηριακές αγορές που εξετάζουμε είναι των Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής, του Ηνωμένου Βασιλείου και της Γερμανίας λόγω διαθεσιμότητας συγκρίσιμων στοιχείων των δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας. Η χρονική περίοδος της διερεύνησης ξεκινά την 1^η Ιανουαρίου 2000 και καταλήγει στην 31^η Δεκεμβρίου 2014. Τα δεδομένα εξετάζονται τόσο συνολικά για όλη την περίοδο αλλά και κατά υποπεριόδους προκειμένου να αποτυπωθεί αυτή η σχέση σε πτωτικές και ανοδικές περιόδους της αγοράς. Η μέθοδος που χρησιμοποιήσαμε βασίζεται στη χρήση δύο υποδειγμάτων παλινδρόμησης εκ των οποίων το ένα θα μας οδηγήσει στο συμπέρασμα περί αρνητικής συσχέτισης και το δεύτερο περί ασυμμετρίας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματά μας τόσο για όλη την περίοδο όσο και για τις τρεις υποπεριόδους, επιβεβαιώνεται η στατιστικά σημαντική αρνητική και ασύμμετρη σχέση μεταξύ αποδόσεων χρηματιστηριακών δεικτών και δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας. Πιο συγκεκριμένα από τα αποτελέσματα της έρευνάς μας αποδεικνύεται ότι μια αρνητική μεταβολή των χρηματιστηριακών δεικτών μεγαλύτερη θετική επιρροή στους δείκτες τεκμαρτής μεταβλητότητας από μια αντίστοιχη θετική διότι προκαλούν απαισιοδοξία και αύξηση του φόβου.

Προς περαιτέρω έρευνα προτείνεται η κατασκευή δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας για όλες τις ευρωπαϊκές/διεθνείς αγορές και η μελέτη της σχέσης απόδοσης δεικτών χρηματιστηρίου- δεικτών τεκμαρτής μεταβλητότητας.

Βιβλιογραφία

- Ahoniemi, K., (2008)** *“Modeling and Forecasting the VIX Index”*, Helsinki Center of Economic Research (HCER), Working paper series.
- Bae, J. & Kim, C.J. & Nelson, C.R., (2007)** *“Why are stock returns and volatility negatively correlated?”*, Journal of Empirical Finance 14, 41-58
- Baillie, R.T. & Bollerslev, T., (1989)** *“The Message in Daily Exchange Rates: A Conditional Variance Tale”*, Journal of Business and Economic Statistics, 7, pp. 297-305.
- Baillie, R.T. & DeGennaro, R.P., (1990)** *“Stock Returns and Volatility”*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 25, pp. 203-214.
- Baillie, R.T. & Bollerslev, T. & Mikkelsen, H.O., (1996)** *“Fractionally Integrated gen realized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”*, Journal of Econometrics, 74 (1), pp. 3-30.
- Baker, M. & Wurgler, J., (2007)** *“Investor Sentiment in the stock market”*, Working paper, National Bureau of Economic Research.
- Beckers, S., (1981)** *“Standard Deviations Implied in Option Prices as Predictors of Future Stock Price Variability”*, Journal of Banking and Finance, 5, pp 363-382
- Bekaert, G. & Wu, G., (2000)** *“Asymmetric Volatilities and Risk in Equity Markets”*, Review of Financial Studies, 13, pp1-42.
- Black, F., (1796)** *“The Pricing of Commodity Contracts”*, Journal of Financial Economics, 3, pp 167-179.
- Black, F. & Scholes, M., (1973)** *“The pricing of options and corporate liabilities”*, Journal of Political Economy, 81, pp. 637-659.
- Bollerslev, T. & Melvin, M., (1994)** *“Bid- Ask Spreads and the Volatility in the Foreign Exchange Market: An Empirical Analysis”*, Journal of International Economics, 36, pp. 355-372.
- Bollerslev, T. & Kretschmer, U. & Pigorsch, C. & Tauchen, G., (2007)** *“A discrete- time model for daily S&P500 returns and realized variations: Jumps and leverage effects”*, Working paper, Duke University.
- Brenner, M. & Galai, D., (1989)** *“Technical Notes. New Financial Instrument for Hedging Changes in Volatility”*, Financial Analysts Journal, 45, p. 61.
- Campbell, J.Y. & Hentschel, L., (1992)** *“No News Is Good News: A Asymmetric Model of Changing Volatility in Stock Returns”*, Review of Economic Studies, 31, pp. 281-318.
- Canina, L. & Figlewski, S., (1993)** *“The informational content of implied volatility”*, Review of Financial Studies, 6 (3), pp. 659-681.
- Carr, P. & Wu, L., (2004)** *“Variance Risk Premiums”*, Working Paper, NYU and CUNY.

- CBOE (2003)** *“The VIX white paper”*, Chicago Board Options Exchange, Available at: <http://www.cboe.com/micro/vix/vixwhite.pdf>
- Chan, K. & Chan, K.C. & Karolyi, G.A., (1991)** *“Intraday volatility in the stock index and stock index futures markets”*, Journal of Financial Studies, 4, pp. 657-684.
- Chiras, D. & Manaster, S., (1978)** *“The Information Content of Option Prices and a Test of Market Efficiency”*, Journal of Financial Economics, 6, pp. 213-234.
- Christensen, B.J. & Prabhala, N.R., (1998)** *“The relation between implied and realized volatility”*, Journal of Financial Economics, 50 (2), pp. 125-150.
- Christie, A.A., (1982)** *“The Stochastic Behavior of Common Stock Variances: Value, Leverage and Interest Rate Effects”*, Journal of Financial Economics, 10, pp. 407-432.
- Cipollini, A. & Manzini, A., (2007)** *“Can the VIX signal markets direction? An asymmetric dynamic strategy”*, working paper, Διαθέσιμο από <http://ssrn.com/abstract=996384>.
- Corrado, C.J. & Miller, T.W., (2005)** *“The Forecast quality of CBOE implied volatility indexes”*, Journal of Futures Markets, 25, pp. 339-373.
- Cox, J.C. & Ross, S.A., (1976)** *“The Valuation of Options for Alternative Stochastic Processes”*, Journal Financial Economics, 3 (1), pp. 145- 166.
- Cox, J.C. & Rubinstein, M., (1985)** *“Option Markets”*, Prentice- Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Corrado, C.J. & Miller, T.W., (2005)** *“The Forecast Quality of CBOE Implied Volatility Indexes”*, The Journal of Futures Markets, Vol.25, No. 4, pp. 339-373.
- Day, T.E. & Lewis, C.M., (1988)** *“The behavior of the volatility implicit in the prices of stock index option”*, Journal of Financial Economics, 22, pp. 103-122.
- Degiannakis, S., (2008b)** *“Forecasting VIX”*, Journal of Money, Investment and Banking, 4, pp. 5-19.
- Demeterfi, K. & Derman, E., & Kamal, M. & Zou, J., (1990a)** *“More than you ever wanted to know about volatility swaps”*, Quantitative strategies Research Notes, Goldman Sachs.
- Dennis, P. & Mathew, S., & Stivers, C., (2006)** *“Stock returns, implied volatility innovations and the asymmetric volatility phenomenon”*, Journal of Financial and Quantitative Analysis, 41, pp.381-406.
- Diebold, F.X., (1988)** *“Empirical modeling of exchange rate dynamics”*, Springer-Verlag, New York.
- Diebold, F.X. & Lopez, J.A., (1995)** *“Modeling volatility dynamics”*, In: Hoover K. ed, Macroeconomics: developments, tensions and prospects, pp. 427-466.

- Diebold, F.X. & Maiano, R.S., (1995)** *“Comparing Predictive Accuracy”*, Journal of Business and Economic statistics, 13, pp. 253-263.
- Dimitrios, D. & Simos, T., (2011)** *“The Relationship between Stock Returns and Volatility in the Seventeen Largest International Stock Markets: A Semi-Parametric Approach”*, Scientific Research, Modern Economy, 2, pp. 1-8.
- Dolan, R.J., (2002)** *“Emotion, Cognition Behavior”*, AAAS Advancing Science Serving Society, 298, pp. 1191-1194.
- Engle, R.F., (1982)** *“Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation”*, Econometrica, 50 (4), pp. 987-1007.
- Engle, R.F. & Ito, T., & Lin, W., (1990)** *“Meteor Showers or Heat Waves? Heteroscedastic Intra- Daily Volatility in the Foreign Exchange Market”*, Econometrica, 58 (3), pp. 525-542.
- Engle, R.F. & Mezrich, J., (1996)** *“GARCH for Groups”*, Risk, 9 (8), pp. 36-40.
- Engle, R.F. & Patton, A.J., (2001)** *“What good is a volatility model?”*, Quantitative finance, 1 (2), pp. 237-245.
- Fama, E.F., (1965)** *“The Behavior of Stock- Market Prices”*, Journal of Business, 38 (1), pp. 34-105.
- Fama, E.F. & Schwert, G.W., (1977)** *“Asset returns and Inflation”*, Journal of Financial Economics, 5, pp. 115-146.
- Fernandes, M. & Medeiros, M.C. & Scharth, M., (2014)** *“Modeling and predicting the CBOE market volatility Index ”*, Journal of Banking and Finance, 40, pp. 1-10.
- Figlewski, S., (1997)** *“Forecasting Volatility”*, Financial Markets, Institutions and Instruments, 6 (1), pp. 1-88.
- Fleming, J. & Ostdiek, B., & Whaley, R.E., (1995)** *“Predicting stock market volatility: a new Measure”*, Journal of Futures Markets, 15, pp. 265-302.
- French, K. & Roll, R., (1986)** *“Stock Return Variances: The Arrival of Information and the Reaction of Traders”*, Journal of Financial Economics, 17, pp. 5-26.
- French, K. & Schwert, G.W. & Stambaugh, R.F. (1986)** *“Expected Stock Returns and Volatility”*, Journal of Financial Economics, 19, p. 340.
- Galai, D. (1979)** *“A proposal for Indexes for Traded Call Options”*, Journal of Finance, 34 (5), pp. 1157- 1172.
- Gallant, R. & Rossi, P. & Tauchen, G. (1992)** *“Stock prices and volume”*, Review of Financial Studies, 5, pp. 199-242.
- Gastineau, G. (1977)** *“An Index of Listed Option Premiums”*, Financial Analyst’s Journal.

- Gilbert, E. & Karahalios, K., (2010)** «*Widespread Worry and the Stock Market*», Association for the Advancement of Artificial Intelligence.
- Giot, P., (2005)** “*Relations between implied volatility indices and stock index returns*”, *Journal of Portfolio Management*, 31, pp. 92-100.
- Glosten, L.R. & Jagannathan, R. & Runkle, D.E. (1993)** “*On the Relation between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Returns on Stocks*”, *Journal of Finance*, 48 (5), pp. 1779-1801.
- Gonzalez, M.T. & Novales, A. (2009)** “*Are volatility indices on International stock markets forward looking?*”, Working paper, RACSAM, 103 (2), pp. 339-352
- Granger, C.W.J. & Ding, Z. & Spear, S. (2000)** “*Stylized Facts on the Temporal and Distributional Properties of Absolute Returns: An Update*”, Working paper, UC- San Diego.
- Guo, H., (2002)** “*Stock market returns, volatility and future output*”, Review, Bank of St.Louis, 84(5), pp. 75-84.
- Gwilym, O.A. & Buckle, M. (1999)** “*Volatility forecasting in the framework of the option expiry circle*”, *The European Journal of Finance*, 5, pp. 73-94.
- Han, Q. & Guo, B. & Ryu, D., & Webb, I.R.,** “*Asymmetric and negative return-volatility relationship: The case of the VKOSPI*”,
http://ir.xmu.edu.cn/dspace/bitstream/handle/2288/56948/Asymmetric%20and%20Oneqative%20return-volatility%20relationship_%20The%20case%20of%20the%20VKOSPI.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Harvey, C.R., (1989)** “*Time- varying conditional covariances in tests of asset pricing models*”, *Journal of Financial Economics*, 24, pp. 289-317.
- Hibbert, A.M. & Daigler, R.T. & Dupoyet, B., (2008)** “*A behavioral explanation for the negative asymmetric return- volatility relation*”, *Journal of Banking and Finance*, 32, pp. 2254-2266.
- Jiang, G. & Tian, Y., (2005)** “*Model- Free Implied Volatility and Its Information Content*”, *Review of Financial Studies*, pp. 1305-1342.
- Karpoff, J., (1987)** “*The relation between price changes and trading volume: a survey*”, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 22, pp. 109-126.
- Konstantinidi, E. & Skiadopoulos, G. & Tzagaraki, E., (2008)** “*Can the Evolution of implied volatility be forecasted? Evidence from European and US implied volatility indices*”, *Journal of Banking and Finance*, 32 (11), pp. 2401-2411.
- Latane, H. & Rendleman, R.J., (1976)** “*Standard Deviations of Stock- Return Variance: toward an Understanding of Stochastic Implied Volatilities*”, *Journal of Finance*, 31 (2), pp. 369-381.

- Lerner, J.S. & Small, D.A. & Loewenstein, G., (2004)** *“Heart Strings and Purse Strings: Carryover Effects of Emotions on Economic Decisions”*, American Psychological Society, 15 (5), pp. 377-341.
- Li, Q. & Yang, J. & Hsiao, C., & Chang, Y.J., (2005)** *“The relationship between stock returns and volatility in international stock markets”*, Journal of Empirical Finance, 12, pp. 650-665.
- Lin, W.L. & Engle, R.F. & Ito, T., (1994)** *“Do bulls and bears move across borders? Transmission of international stock returns and volatility”*, Review of Financial Studies, 7, pp. 507-538.
- Loewenstein, G.F. & Weber, E.U. & Hsee, C.K., & Welch, E., (2001)** *“Risk as feeling”*, Psychological Bulletin, 127, pp. 267-286.
- Mandelbrot, B., (1963)** *“The Variation of Certain Speculative Prices”*, Journal of Business, 36 (4), pp. 394-419.
- Markowitz, H.M., (1959)** *«Portfolio selection»*, New York: Wiley
- Merton, R.C., (1973)** *“The Theory of Rational Option Pricing”*, Bell Journal of Economics and Management Science, 4 (1), pp. 141-183.
- Nelson, D., (1991)** *“Conditional Heteroscedasticity in Asset Returns: A new Approach”*, Econometrica, 59 (2), pp. 347-370.
- Ozenbas, D. & Schwartz, R., & Wood, R., (2002)** *«Volatility in US and European Equity Markets: An Assessment of Market Quality»*, International Finance, 5 (3), pp. 437- 461.
- Philippas, N. & Economou, F., & Babalos, V. & Kostakis, A, (2013)** *«Herbing behavior in REITs: Novel tests and the role of financial crisis»*, International Review of Financial Analysis, 29, pp. 166-174.
- Pindyck, R.S., (1984)** *«Risk, Inflation and the stock market»*, American Economic review, 74, pp. 335-351.
- Poon, S.H. & Granger, C.W.J., (2003)** *«Forecasting volatility in financial markets: a review»*, Journal of Economic Literature, 41, pp. 478-593.
- Poon, S.H. & Granger, C.W.J., (2005)** *«Practical issues in forecasting volatility»*, Financial Analysts Journal, 61 (1), pp. 45-46.
- Poon, S.H. & Taylor, S.J., (1992)** *«Stock returns and volatility: An empirical study of the UK stock market»*, Journal of Banking and Finance, 16, pp. 37- 59.
- Poterba, J. & Summers, L., (1986)** *«The persistence of volatility and stock market fluctuations»*, American Economic Review, 76, pp. 1142-1151.
- Schwert, W.G., (1989)** *«Why does stock market volatility change over time?»*, Journal of Finance, 44, pp. 1115-1153.
- Sharpe, W.F., (1964)** *«Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk»*, Journal of Finance, 47 (5), pp. 409-421.

- Shawky, H.A. & Marathe, A., (1995)** «*Expected stock returns and volatility in a two-regime market*», Journal of Economics and Business, 19, pp. 245-269.
- Shiller, R.J., (1981)** «*Do Stock Prices Move too much to be Justified by subsequent changes in dividends*», NBER Working paper series.
- Shiv, B. & Loewenstein, G.F. & Bechara, A. & Damasio, H. & Damasio, A.R., (2005)** «*Investment behavior and the negative side of emotion*», Psychological Science, 16 (6), pp435-9.
- Siriopoulos, C. & Fassas, A., (2009)** «*Implied Volatility Indices – A Review*», Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1421202>
- Siriopoulos, C. & Fassas, A., (2012)** «*An Investor Sentiment Barometer – Greek Implied Volatility Index (GRIV)*», Global Finance Journal, 23, pp.77-93.
- Skiadopoulos, G., (2004)** «*The Greek Implied Volatility Index: Construction and Properties*», Applied Financial Economics, 14, pp. 1187-1196.
- Tobin, J., (1958)** «*Liquidity Preference as Behavior Towards Risk*», The Review of Economic Studies, 25, pp. 65-86.
- Whaley, R.E., (1993)** «*Derivatives on market volatility: hedging tools long overdue*», Journal of Derivatives, 1, pp. 71-84.
- Whaley, R.E., (2000)** «*The investor fear gauge*», Journal of Portfolio Management, 26, pp. 12-17.
- Whaley, R.E., (2008)** «*Understanding VIX*», Working paper, Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1307680>.
- Whitelaw, R.F., (2000)** «*Stock market risk and return: An equilibrium approach*», Review of Financial Studies, 13 (3), pp. 521-547.
- Zajonc, R.B., (1980)** «*Feeling and Thinking: Preferences need no Inferences*», American Psychologist, 35 (2), pp. 151-175
- Βλάχος, Δ., (2011)** «*Αντιστάθμιση της Μεταβλητότητας των Αξιόγραφων*», Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών.
- Θεοδώρου, Ε., (2013)** «*Μέτρα Μεταβλητότητας και Οικονομική Πολιτική*», Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας.
- Καρανικόλας, Ν., (2010)** «*Πρόβλεψη της μεταβλητότητας των τιμών των μετοχών*», Μεταπτυχιακή διατριβή, Πανεπιστήμιο Πειραιώς.
- Οικονόμου, Φ., (2014)** «*Δείκτες φόβου: τα βάρόμετρα της παγκόσμιας και επενδυτικής ψυχολογίας- η διεθνής εμπειρία*», Κ.Ε.Π.Ε Μηνιαίο Δελτίο Οικονομικών εξελίξεων, Τεύχος 4 Απρίλιος, Διαθέσιμο από <http://www.kepe.gr/index.php/el/erevna/dimosieyseis/ellhnikh-oikonomia>
- Σκιαδόπουλος, Γ., (2011)** «*Μεταβλητότητα στον ελληνικό και στα διεθνή χρηματιστήρια κατά την περίοδο 2006-2008*», Ενότητα στ: 457:469

Φάσσας, Α. (2009) «Υποδείγματα πρόβλεψης Μεταβλητότητας σε Χρηματοοικονομικές Αγορές: Μετοχές, Δικαιώματα Προαίρεσης, Νομίσματα», Διδακτορική διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών.

Φίλλιπας, Ν. (2014) «Δημιουργία Δείκτη Φόβου από το Κ.Ε.Π.Ε.», Κ.Ε.Π.Ε Μηνιαίο Δελτίο Οικονομικών εξελίξεων, Τεύχος 1 Ιανουάριος, Διαθέσιμο από <http://www.kepe.gr/index.php/el/erevna/dimosieyseis/ellhnikh-oikonomia>