



Π.Μ.Σ. ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ  
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ  
ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΣΕΙΡΩΝ: Η  
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΙΚΩΝ ΤΡΑΠΕΖΩΝ**

**ΒΛΑΧΟΥ ΜΙΧΑΗΛ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ  
ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ**

**ΒΟΛΟΣ 2019**



## **ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ**

### **ΠΡΩΤΟΤΥΠΙΑΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά για τις απαιτήσεις του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στην Εφαρμοσμένη Οικονομική του Τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Βόλος, Ιούνιος 2019



## **Ευχαριστίες**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την επιβλέπουσα της Διπλωματικής μου Εργασίας, καθηγήτρια, κυρία Αγγελική Αναγνώστου, για την καθοδήγησή της και τη συνεχόμενη στήριξη που μου παρείχε.

Επίσης επιθυμώ να ευχαριστήσω τους ανθρώπους του οικείου περιβάλλοντος για τη συμπαράσταση και την ενθάρρυνση, σε όλο το χρονικό διάστημα εκπόνησης της εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή.....	10
1.1. Εισαγωγικές Έννοιες.....	10
1.2. Μη – Γραμμική Ανάλυση.....	12
1.3. Σκοπός της Εργασίας.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Το Τραπεζικό Σύστημα .....	15
2.1. Εννοιολογικό Πλαίσιο.....	15
2.2. Συνοπτική παρουσίαση των Συστημικών Τραπεζών.....	16
2.2.1. Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας.....	17
2.2.2. Τράπεζα Πειραιώς.....	18
2.2.3 Alpha Bank A.E.....	19
2.2.4 Eurobank Ergasias S.A.....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υποδείγματα Μελέτης Χρονολογικών Σειρών.....	21
3.1. Θεωρία Χρονολογικών Σειρών.....	21
3.2. Στασιμότητα.....	22
3.3. Γραμμικά Υποδείγματα.....	23
3.3.1. ARIMA Υποδείγματα .....	23
3.3.1.1. Μεθοδολογία Box – Jenkins.....	23
3.4. Μη – Γραμμικά Υποδείγματα.....	24
3.4.1. Χαρακτηριστικά Μη – Γραμμικών Υποδειγμάτων.....	24
3.4.2. Υποδείγματα ARCH.....	25
3.4.3. Υπόδειγμα GARCH.....	25
3.4.4. Υπόδειγμα EGARCH.....	26
3.4.5. Υπόδειγμα TGARCH.....	27

3.4.6. Υπόδειγμα Bilinear.....	27
3.4.7. Υποδείγματα STAR.....	27
3.5. Έλεγχοι Μη – Γραμμικότητας.....	28
3.5.1. BDS Test.....	28
3.5.2. ARCH LM Test.....	29
3.5.3. RESET Test.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Βιβλιογραφική Επισκόπηση.....	21
4.1. Βιβλιογραφική Ανάλυση.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εμπειρική Ανάλυση.....	38
5.1. Μεθοδολογία.....	38
5.2. Ταυτοποίηση.....	39
5.3. Έλεγχοι για μη – γραμμικότητες.....	42
5.4. Εκτίμηση της μη – γραμμικότητας.....	47
5.5. Διαγνωστικοί Έλεγχοι.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Πρόβλεψη.....	58
6.1. Χαρακτηριστικά Πρόβλεψης.....	58
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα.....	64
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	69

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει στόχο να επιλέξει το καλύτερο υπόδειγμα μεταξύ μιας σειράς υποδειγμάτων, το οποίο παρουσιάζει την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα βάση των κριτηρίων αξιολόγησης της πρόβλεψης. Τα εν λόγω υποδείγματα αναφέρονται στις τέσσερις πιο γνωστές Ελληνικές τράπεζες, δηλαδή την Alpha Bank, την Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας, τη Eurobank και την Τράπεζα της Ελλάδας. Για τη διαδικασία της πρόβλεψης χρησιμοποιείται η τιμή της μετοχής των Τραπεζών και εξαιτίας των χρηματοοικονομικών σειρών γίνεται διαχωρισμός των γραμμικών από τα μη – γραμμικά υποδείγματα. Γίνεται χρήση των υποδειγμάτων ARIMA, ARCH, GARCH, Bilinear και LSTAR model, ενώ παράλληλα αναφέρονται τα χαρακτηριστικά που τα κατατάσσουν στην ομάδα των μη – γραμμικών υποδειγμάτων. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι χρησιμοποιείται η οικονομετρική ανάλυση με στόχο τον περιορισμό της μη – γραμμικότητας τόσο στη διακύμανση, όσο και στο μέσο όρο, μέσα από τους ελέγχους των BDS test και ARCH LM test για να διαπιστωθεί η ύπαρξη της μη – γραμμικότητας στις σειρές. Σε ότι αφορά την πρόβλεψη, το υπόδειγμα με την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα είναι το Bilinear model με χρήση της μεθόδου ARCH, ενώ στη σύγκριση των τραπεζών μεταξύ τους, η Alpha Bank είναι εκείνη η τράπεζα που έχει την μεγαλύτερη προβλεπτικότητα των υποδειγμάτων της.



## **ABSTRACT**

This study aims to select the best model or set of models out of all the chosen models that present with the most valuable way the forecasting power of the financial series. These models the four most well known Greek Banks, i.e. Alpha Bank, National Bank of Greece, Eurobank S.A. and Bank of Piraeus. For the forecasting procedure, we use the price of the invoices of all Banks and because of the financial series; there is a separation between linear and non – linear models. We use ARIMA models, ARCH and GARCH models, bilinear models and STAR models, and at the same time, we specify all the characteristics that bring them in non – linear models. It is important to mention that we use the econometrical analysis in a way to reduce the non-linearity in variance and in average. Ate the same time we use BDS test and ARCH LM test to recognize the non – linearity in series. For the forecasting procedure, the model with the best predictive competence proves to be the bilinear model with the use of ARCH method and among the four Greek banks, Alpha Bank proves to have the best predictive ability under the review period.

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

### 1.1. Εισαγωγικές Έννοιες

Ανοίγοντας κάποιος την παρούσα εργασία και κοιτάζοντας προσεκτικά τον τίτλο της είναι βέβαιο ότι μπορεί να κατανοήσει πολλά και διαφορετικά πράγματα. Ουσιαστικά, ο τίτλος αποτελείται από τρεις επιμέρους όρους, τη μη – γραμμική ανάλυση, τη πρόβλεψη και τις χρηματοοικονομικές σειρές στην Ελλάδα. Κάθε ένας από αυτούς τους όρους έχει τη δική του ξεχωριστή σημασία. Η εργασία λοιπόν πραγματεύεται δεδομένα από την Ελλάδα, τα αναλύει με την χρήση μη – γραμμικών υποδειγμάτων έτσι ώστε να καταλήξει σε μια τελική πρόβλεψη. Η πρόβλεψη αυτή θα προκύψει για το Ελληνικό Τραπεζικό Σύστημα και συγκεκριμένα για τις τέσσερις συστημικές Ελληνικές Τράπεζες. Σημείο εκκίνησης αποτελεί η τιμή της μετοχής κάθε μιας από τις τράπεζες αυτές και προέρχεται από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών. Η εμπλοκή του Χρηματιστηρίου μπορεί να δημιουργήσει περαιτέρω ζητήματα προς διερεύνηση. Στην ουσία, έχουμε ένα χαρτοφυλάκιο, με την πιο απλή μορφή που αυτό μπορεί να έχει, αποτελούμενο από τέσσερις μετοχές και στο οποίο πρέπει να διενεργηθεί λεπτομερής ανάλυση. Επομένως, είναι λογικό να πρέπει να διερευνηθεί ή έννοια της αγοράς. Η έννοια λοιπόν της Αγοράς, μπορεί να προσδιορισθεί με δύο διαφορετικές υποθέσεις: της αποτελεσματικής και της μη – αποτελεσματικής αγοράς. Αναφορικά με την υπόθεση των αποτελεσματικών αγορών, αυτή έχει ήδη προσδιορισθεί και ερμηνευθεί, σε ένα αρχικό τουλάχιστον στάδιο, από τον Fama (1965). Η EMH (Efficient Market Hypothesis) υποστηρίζει ότι κάθε διαθέσιμη πληροφορία αντικατοπτρίζεται πλήρως και αμέσως στις τιμές των προϊόντων, συνεπώς χρονικά δεν υπάρχει το περιθώριο της αγοράς και στη συνέχεια της πώλησης, από τους ‘παίκτες’ που συμμετέχουν σε αυτή, με σκοπό το κέρδος. Η Titan A. (2015) υποστηρίζει πως οι επενδυτές δεν μπορούν να πραγματοποιούν μεγάλα κέρδη από τις συναλλαγές τους με την κεφαλαιαγορά και σε σύγκριση με άλλους επενδυτές δεν μπορούν να είναι ανταγωνιστικοί στην αγορά. Για αυτό, όπως υποστηρίζει η Titan A., ένας τρόπος να αποκτήσει ένας επενδυτής ένα μεγαλύτερο κέρδος είναι να επενδύει σε μετοχές υψηλότερου κινδύνου. Στην ουσία, ο Fama (1970), στο αναθεωρημένο πλέον άρθρο του ορίζει την αγορά ως αποτελεσματική όταν οι τιμές μπορούν να προσαρμοστούν με βάση την πληροφορία που δίνεται σε οποιαδήποτε χρονική στιγμή. Αυτό σημαίνει πως το κλειδί της αποτελεσματικότητας είναι το είδος της πληροφορίας.

Οι Timmermann και Granger (2004) στο άρθρο τους περί αποτελεσματικότητας των αγορών, παρουσιάζουν και άλλους ορισμούς. Με βάση τον Jensen (1978) μια αγορά είναι αποτελεσματική ως προς ένα σύνολο πληροφοριών έστω  $\theta$ , όπως το ορίζει, εάν δεν μπορούν να πραγματοποιηθούν κέρδη από αγοραπωλησίες αξιόγραφων με βάση αυτό το σύνολο πληροφοριών. Στο ίδιο μοτίβο, ο Malkiel (1992) θεωρεί πως η κεφαλαιαγορά είναι αποτελεσματική εάν αντανακλά όλες τις σχετικές πληροφορίες για τις διάφορες τιμές. Τυπικά, η αγορά είναι αποτελεσματική για όλους τους συμμετέχοντες όταν βασίζεται σε ένα σύνολο πληροφοριών ( $\theta$ ) σύμφωνα με το οποίο, κανείς δεν

μπορεί να πραγματοποιήσει υπερβολικά κέρδη, έχοντας ως δεδομένο ότι οι τιμές επηρεάζονται αρκετά με την εμφάνιση όλων των πληροφοριών.

Πέραν του ορισμού της αποτελεσματικότητας, ο Fama (1970) διαχωρίζει την αποτελεσματικότητα σε τρεις διαφορετικούς τύπους, την αδύναμη αποτελεσματικότητα, στηριζόμενη σε παρελθούσες οικονομικές τιμές, την ημι – ισχυρή αποτελεσματικότητα, στηριζόμενη στην διαθέσιμη δημόσια πληροφόρηση και την ισχυρή αποτελεσματικότητα, στηριζόμενη στη διαθέσιμη ιδιωτική πληροφόρηση αναφορικά με τα αμοιβαία κεφάλαια, πάντοτε σε συνάρτηση με το είδος της πληροφορίας που υπάρχει στην αγορά.

Υπό αυτή την έννοια, είναι σημαντικό να διερευνηθεί εάν υπάρχει σύνδεση της αποτελεσματικότητας και της προβλεπτικής ικανότητας των αντίστοιχων υποδειγμάτων. Πολλές είναι οι εμπειρικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί με στόχο να ελέγξουν το κατάλληλο είδος αποτελεσματικότητας που μπορεί να οδηγήσει στην πρόβλεψη. Η Titan αναφέρει πως οι περισσότερες απορρίπτουν την ημι – ισχυρή και την ισχυρή μορφή, καθώς δεν μπορούν να υποστηριχθούν από δεδομένα, καταλήγοντας με αυτό τον τρόπο στην αδύναμη μορφή αποτελεσματικότητας και έχοντας ταυτόχρονα συμπεριλάβει και την θεωρία του τυχαίου περιπάτου (random walk theory), χωρίς αυτό βέβαια να σημαίνει ότι η πρόβλεψη είναι δεδομένη. Οι Jovanovic et al (2016) θεωρούν ότι η EMH έχει μια συγκεκριμένη θέση στα χρηματοοικονομικά. Αναφέρουν πως η EMH μέσω του τυχαίου περιπάτου θα έπρεπε να υπάρχει μέσω των μεταβολών των χρηματιστηριακών αγορών, οι οποίες αγορές αντανακλούν την ανταγωνιστική ισορροπία ενσωματώνοντας τη διαθέσιμη πληροφόρηση, συνδέοντας ταυτόχρονα τον τυχαίο αυτό χαρακτήρα με τις εμπειρικές παρατηρήσεις και τα στοχαστικά υποδείγματα. Αναφορικά με τη διαδικασία της πρόβλεψης, οι Timmerman και Granger (2004) υποστηρίζουν ότι αυτή δεν είναι εφικτή, τουλάχιστον σε ένα μεγάλο βαθμό, μιας και η κλασική μέθοδος με τη χρήση υποδείγματος ARMA που προτάθηκε από τους Box και Jenkins, υποθέτει στασιμότητα. Οι Verheyden, Moor και Bossche (2015) προσπάθησαν να δημιουργήσουν μια καινούρια εικόνα για την αποτελεσματική αγορά. Ουσιαστικά, αναφέρονται στο δίπολο της υπόθεσης των αποτελεσματικών αγορών και της υπόθεσης των συμπεριφορικών αγορών και ταυτόχρονα παρατηρούν ότι η πρόσφατη χρηματοοικονομική κρίση στις αδύναμες αγορές γίνεται πιο φανερή στην Αμερικανική αγορά, ενώ στην Ευρωπαϊκή και την Κινεζική αυτή παραμένει πιο αποτελεσματική, αναφορικά με τα τελευταία χρόνια. Αυτό που παρατηρούν δηλαδή είναι ότι οι αγορές παρά την αποτελεσματικότητά τους δεν κατάφεραν να αντισταθούν σε μια εξωτερική μεταβολή, όπως υπήρξε η κρίση. Ταυτόχρονα, οι Urquhart και McGroarty (2016) διερωτώνται σχετικά με την αποτελεσματικότητα των αγορών και ουσιαστικά αναλύουν τους γενικούς χρηματοοικονομικούς δείκτες για τις τιμές των μετοχών μέσω των υποδειγμάτων ARCH και GARCH και των ελέγχων BDS προκειμένου μέσω απτών αποτελεσμάτων να προσδιορίσουν την ύπαρξη της αποτελεσματικότητας. Αναφέρονται στην υπόθεση των αποτελεσματικών αγορών και στους τρεις διαφορετικούς τύπους της και με βάση την διενέργεια των ελέγχων καταλήγουν ότι η γραμμική και η μη – γραμμική προβλεψιμότητα ποικίλουν και παρουσιάζουν

διαφορές μεταξύ τους, τόσο σε ότι αφορά στην υποδειματοποίηση όσο και στην προβλεψιμότητα. Παρόμοια με αυτή την ανάλυση είναι και η μελέτη των Huang, Mengyu και Chen (2019). Αναφέρονται στην ανάπτυξη των χρηματοοικονομικών αγορών και πως αυτές επηρεάζουν τις αποδόσεις, πάντα υπό το πρίσμα της υπόθεσης των αποτελεσματικών αγορών και των βασικών χαρακτηριστικών της.

Οι Xu, Wang, Zhu και Zhang (2018) προσπαθούν να ακολουθήσουν την οικονομετρική ανάλυση και συγκεκριμένα τα threshold υποδείγματα για να περιγράψουν τις αγορές και να προσπαθήσουν να εισάγουν την έννοια της αποτελεσματικότητάς τους και καταλήγουν στη σημασία της υποδειματοποίησης αυτής για τις τιμές του χρηματιστηρίου. Είναι σημαντικό να κατανοήσουμε ότι η υπόθεση των αποτελεσματικών αγορών έχει να δώσει πολλά και να δημιουργήσει σημαντικά αποτελέσματα. Μελέτη που διεξήχθη και δημοσιεύθηκε το 2016, αναλύει και χρησιμοποιεί τις εφαρμογές αποτελεσματικών αγορών. Πιο αναλυτικά, ξεκινά με την υπόθεση της αποτελεσματικότητας και αναλύει τόσο θεωρητικά όσο και εμπειρικά τις τρεις διαφορετικές μορφές της, όπως ακριβώς έχουν προσδιορισθεί παραπάνω. Με βάση τους ελέγχους που χρησιμοποιεί και το θεωρητικό υπόβαθρο, καταλήγει ότι η αποτελεσματικότητα των αγορών αποτελεί μια παθητική δραστηριότητα και εξαιτίας αυτού μπορεί να καταλήξει στα συμπεριφορικά χρηματοοικονομικά με στόχο την ερμηνεία της μη – αποτελεσματικότητας των αγορών. Ίσως αυτή να είναι και η αφορμή για την ύπαρξη της μη – γραμμικότητας και της δημιουργίας όλων των υποδειγμάτων για την ερμηνεία της. Συνεπώς, είναι δύσκολο να υπάρξει πρόβλεψη στην περίπτωση της αποτελεσματικής αγοράς με την χρήση των απλών γραμμικών υποδειγμάτων. Μια λύση που θα μπορούσε να οδηγήσει στην πρόβλεψη είναι η περίπτωση των μη – γραμμικών υποδειγμάτων.

## **1.2. Μη – Γραμμική Ανάλυση**

Η Μη – Γραμμικότητα είναι ένα φαινόμενο που τα τελευταία χρόνια απασχολεί όλο και πιο συχνά την επιστημονική κοινότητα. Η έννοια αυτή παρουσιάστηκε για πρώτη φορά από τον Hamilton (1989), προκειμένου να εξετάσει την σχέση του Ακαθάριστου Εθνικού Προϊόντος με τους Οικονομικούς Κύκλους. Ουσιαστικά, τόνισε πως η χρήση ARIMA και ARMA υποδειγμάτων βασίζονται στην υπόθεση ότι οι πρώτες διαφορές ακολουθούν μια γραμμική διαδικασία ανάλυσης και πως οι προβλέψεις για τις χρησιμοποιούμενες μεταβλητές τείνουν να αποτελούν τη γραμμική λειτουργία των υστερήσεων. Δηλαδή, η πρότασή του έφερε στο φως μια μη – γραμμική διαδικασία στασιμότητας από την μέχρι τότε γνωστή γραμμική διαδικασία. Στο ίδιο μήκος κύματος η Barão M. (2008), αναφέρεται και αυτή στη χρήση μη – γραμμικών υποδειγμάτων. Η ίδια επισημαίνει πως οι χρηματιστηριακές αγορές αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα για τη χρήση μη – γραμμικών μοντέλων, εξαιτίας της περίπλοκης συμπεριφοράς τους. Υιοθετεί τον όρο που ο Fama (1965) χρησιμοποίησε, ότι οι χρηματιστηριακές αγορές ακολουθούν μια στοχαστική συμπεριφορά. Ταυτόχρονα, στο δίπολο μεταξύ πρόβλεψης από γραμμικά και μη – γραμμικά υποδείγματα, τονίζει πως τα εμπειρικά δεδομένα από τη μη – γραμμική

ανάλυση μπορούν να δώσουν καλύτερες προβλέψεις από τις παραδοσιακές μεθόδους εξαιτίας αυτής της περίεργης δυναμικής και ίσως χαοτικής συμπεριφοράς των αγορών. Ο Enke (2005), υποστηρίζει πως ο τρόπος με τον οποίο συμπεριφέρονται οι υπό εξέταση σειρές έχει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, καθώς όταν εφαρμόζεται η παραδοσιακή προσέγγιση σε σειρές που έχουν μια ομαλή συμπεριφορά μπορεί να είναι περισσότερο αποτελεσματική, ενώ στην περίπτωση που οι σειρές παρουσιάζουν θόρυβο και περιπλοκότητα, τότε οι μη – γραμμικές τεχνικές είναι οι κατάλληλες να δώσουν τόσο τις απαραίτητες λύσεις στα οποιαδήποτε προβλήματα, όσο και πιο αξιόπιστες προβλέψεις.

Είναι λοιπόν λογικό η μη – γραμμική ανάλυση να παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον. Οι Bredahl και Teräsvirta (2010) αναφορικά με την πρόβλεψη των μη – γραμμικών χρονολογικών σειρών, αναφέρουν μερικά χαρακτηριστικά παραδείγματα προβλέψεων που όλοι γνωρίζουν. Οι προβλέψεις των βροχοπτώσεων, των μετεωρολογικών φαινομένων όπως η θερμοκρασία της Γης ή της θάλασσας, η πορεία του νέφους, ο πληθυσμός των ζώων, τα αποτελέσματα των βιοχημικών διεργασιών ή ακόμη και οι ιατρικές χρονολογικές σειρές είναι μερικά αρκετά γνώριμα παραδείγματα που εντάσσονται στην προβλεπτική διαδικασία και συνήθως δημιουργούνται από μη – γραμμικά υποδείγματα. Πράγματι, ο κόσμος στον οποίο ζούμε έχει πληθώρα μη – γραμμικών παραδειγμάτων, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η γραμμικότητα εκλείπει από την καθημερινότητα. Όπως χαρακτηριστικά οι ίδιοι αναφέρουν, τα πιο δημοφιλή μη – γραμμικά προβλεπτικά υποδείγματα είναι τα περίπλοκα δυναμικά συστήματα, τα οποία κατά κύριο λόγο βασίζονται στη λογική της χαοτικής συμπεριφοράς. Τα αρχικά υποδείγματα είναι ντετερμινιστικά ενώ τα πιο πρόσφατα υποδείγματα, στην ανάλυσή τους, τείνουν να είναι στοχαστικά και παραμετρικά.

Στην ερώτηση αναφορικά με την μη περαιτέρω ύπαρξη της μη – γραμμικότητας, η απάντηση που ο Tong H. (2015) δίνει είναι κατηγορηματικά αρνητική, αφού η μη – γραμμικότητα βρίσκεται σε κάθε τι που συμβαίνει στον κόσμο και σε ορισμένες διαδικασίες όπως είναι οι διάφορες φάσεις μετάβασης, ο οικονομικός κορεσμός, ο συγχρονισμός και τέλος το χάος, με σημαντικό παράδειγμα μη – γραμμικότητας εδώ, την περιστροφική κίνηση κατά τη διάρκεια ρίψης ενός νομίσματος. Κανένας δεν γνωρίζει εκ των προτέρων σε ποια όψη του θα καταλήξει το νόμισμα. Αυτό σημαίνει ότι παρεκκλίνουμε από τη γραμμικότητα και εκμεταλλευόμαστε τη μη – γραμμικότητα.

### **1.3. Σκοπός της Εργασίας**

Η συγκεκριμένη εργασία αποτελεί μια αποτύπωση της μη – γραμμικότητας. Στην ουσία αναφέρεται σε χρονολογικές σειρές και μάλιστα στον Τραπεζικό Κλάδο στην Ελλάδα. Η περίοδος μελέτης είναι στη διάρκεια του 2<sup>ου</sup> Μνημονιακού Πακέτου στήριξης και χορηγίας επιπρόσθετης οικονομικής βοήθειας, με απώτερο στόχο τη στήριξη των Ελληνικών Τραπεζών, την παροχή ρευστότητας σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον και την αποφυγή μιας άτακτης χρεοκοπίας. Για αυτό το λόγο,

χρησιμοποιούνται οι τέσσερις μεγαλύτερες ιδιωτικές, ή όπως διαφορετικά έχουν χαρακτηριστεί συστημικές, τράπεζες στην Ελλάδα, δηλαδή η Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας, η Τράπεζα Πειραιώς, η Eurobank Ergasias και η Alpha Bank. Η περίοδος μελέτης και χρήσης των τιμών της κάθε μιας μετοχής από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών είναι η 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2012 έως τη 26<sup>η</sup> Ιουνίου 2015. Πρόκειται ουσιαστικά για την περίοδο πριν τα γεγονότα του καλοκαιριού του 2015, την διάρκεια της πολύ βαθιάς και έντονης οικονομικής κρίσης και των προεκτάσεων που αυτή είχε σε όλα τα επίπεδα ανθρώπινης ζωής. Στην πράξη, ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να γίνει μια πρόβλεψη της μετέπειτα πορείας των Τραπεζών και να ελεγχθεί, εάν τελικά επιβεβαιώνεται η αρχική τοποθέτηση, ότι οι εισηγμένες στο Χρηματιστήριο μετοχές έχουν καλύτερη προβλεπτική ικανότητα όταν μελετώνται με βάση μη – γραμμικά υποδείγματα σε αντίθεση με τα αντίστοιχα γραμμικά.

Με βάση λοιπόν τη μελέτη της βιβλιογραφίας και ενός μεγάλου εύρους άρθρων σχετικά με τη μη – γραμμικότητα, για να γίνει η πρόβλεψη των τραπεζικών χρονολογικών σειρών χρησιμοποιείτε το μη – γραμμικό υπόδειγμα, δηλαδή το Bilinear Model με χρήση των μεθόδων ARCH και GARCH, καθώς επίσης και διαφορετικών μη – γραμμικών τεστ. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι γίνεται μια ανάλυση των γραμμικών υποδειγμάτων με τη χρήση του ARIMA Model και φυσικά χρησιμοποιείται και το πιο απλό υπόδειγμα, το υπόδειγμα του Τυχαίου Περιπάτου (Random Walk Model).

Πιο αναλυτικά, στα κεφάλαια που ακολουθούν, αρχικά παρατίθεται η έννοια του τραπεζικού συστήματος, όπως αυτό έχει προσδιορισθεί από πολλούς οικονομικούς αναλυτές και ακολουθεί μια περιγραφή των εξεταζόμενων τραπεζών. Στη συνέχεια, εκτελείται η οικονομετρική ανάλυση των μη – γραμμικών υποδειγμάτων, καθώς και η ανάλυση της βιβλιογραφίας και παρουσιάζεται τόσο η μεθοδολογία όσο και η διαδικασία της εξέτασης των υποδειγμάτων σε κάθε μια μετοχή ξεχωριστά. Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας επιχειρείται μια προσπάθεια πρόβλεψης για όλες τις τράπεζες με βάση τα υποδείγματα που έχουν δημιουργηθεί. Στο παράρτημα της εργασίας υπάρχει παρουσίαση των πινάκων που δεν βρίσκονται στο κύριο σώμα της εργασίας και των διαγραμμάτων που χρησιμοποιήθηκαν, προκειμένου να καταλήξουμε σε ένα τελικό αποτέλεσμα και συμπέρασμα.

## Κεφάλαιο 2: Το Τραπεζικό Σύστημα

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί μια εκτενή αναφορά στο τραπεζικό σύστημα. Η αφορμή για τη συγκεκριμένη αναφορά είναι η χρήση των μετοχών των συστημικών τραπεζών στην Ελλάδα. Σύμφωνα με ορισμένους σπουδαίους οικονομολόγους παρουσιάζεται η έννοια του όρου τράπεζα, χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί και χρηματοπιστωτικό σύστημα. Ταυτόχρονα, σημαντική είναι και η αναφορά στην πορεία του τραπεζικού συστήματος, τόσο σε παγκόσμια όσο και σε ευρωπαϊκή κλίμακα στο πέρασμα των χρόνων, οι κρίσεις που έχει αντιμετωπίσει, τα προβλήματα και οι συνέπειες που αυτές έχουν αφήσει για να καταλήξουμε τελικά στο Ελληνικό Τραπεζικό Σύστημα, που κυρίως μας ενδιαφέρει. Για αυτό το λόγο είναι συνετό να γνωρίσουμε την πορεία των ελληνικών τραπεζών και την νομισματική στρατηγική τους όλο το περασμένο χρονικό διάστημα και παράλληλα να αντιληφθούμε τον τρόπο που η χώρα μας κατέληξε να αποτελείται από τις συγκεκριμένες τέσσερις τράπεζες, για τις οποίες ακολουθεί η μετέπειτα ανάλυση.

### 2.1. Εννοιολογικό Πλαίσιο

Για την κατανόηση της έννοιας του τραπεζικού συστήματος είναι αναγκαία η κατανόηση των εννοιών που έχουν διαμορφωθεί από πολλούς μελετητές της οικονομίας παγκοσμίως. Υπό αυτή την έννοια, ο Mishkin το 2004 ανέφερε πως το χρηματοοικονομικό σύστημα έχει μια περίπλοκη δομή, αφού συνδυάζει πολλά και διαφορετικά είδη ιδιωτικού τομέα και χρηματοοικονομικών θεσμών. Ουσιαστικά περιλαμβάνει τράπεζες, ασφαλιστικές εταιρείες, διάφορα funds, χρηματοοικονομικές εταιρείες και επενδυτικές τράπεζες. Αυτό λοιπόν το σύστημα αποτελεί μέρος της καθημερινότητας των πολιτών και φυσικά είναι ένα σημαντικό κομμάτι της συνολικής οικονομίας μιας χώρας. Συνεπώς, η σωστή λειτουργία του αποτελεί προϋπόθεση της εύρυθμης λειτουργίας της οικονομίας. Άρρηκτα συνδεδεμένο με το χρηματοοικονομικό σύστημα είναι το τραπεζικό σύστημα, αποτελώντας ουσιαστικά την καρδιά του χρηματοοικονομικού συστήματος. Συμβάλλει στην ανάπτυξη της εθνικής οικονομίας μέσα από την αποτελεσματικότητά του, η οποία καθορίζεται μέσα από την ύπαρξη ενός αξιόπιστου θεσμικού πλαισίου.

Οι Mankiw N. G. και Ball L. M. (2011) τονίζουν πως οι Τράπεζες είναι χρηματοπιστωτικά ιδρύματα ή διαφορετικά χρηματοπιστωτικοί ενδιάμεσοι φορείς που στόχο έχουν την διοχέτευση κεφαλαίων από τους αποταμιευτές προς τους επενδυτές. Στην ίδια λογική, ο Mishkin (2004) κατατάσσει τις τράπεζες στους χρηματοοικονομικούς θεσμούς, έχοντας φυσικά την ίδια ιδιότητα: να δέχονται καταθέσεις και από αυτές να δημιουργούν δάνεια. Κάτω από τον γενικό όρο τράπεζες, ο Mishkin (2004) περιλαμβάνει τις εμπορικές τράπεζες, διάφορες ενώσεις αποταμιεύσεων και δανείων, τράπεζες αμοιβαίων κεφαλαίων και κάποιες πιστωτικές ενώσεις. Ουσιαστικά, οι πρωταρχικές και πάγιες αρμοδιότητες των τραπεζών

είναι η αποδοχή των καταθέσεων, με οποιαδήποτε μορφή είτε καταθέσεις αποταμιεύσεων, είτε καταθέσεις όψεως και η χορήγηση δανείων σε ιδιώτες (ΦΠΔ) αλλά και σε ιδιωτικές επιχειρήσεις (ΝΠΔ). Για αυτόν ακριβώς το λόγο, ο Mishkin (2004) τις χαρακτηρίζει ως χρηματοοικονομικούς διαμεσολαβητές, καθώς ο μεγαλύτερο ποσοστό των ανθρώπων δραστηριοποιείται μαζί τους με μεγάλη συχνότητα. Συνεπώς, η μελέτη τους πρέπει να είναι πολύ προσεκτική. Ο Szulczyk (2014), μιλώντας για τις τράπεζες κάνει λόγο για ένα τρίπτυχο που αυτές συγκεντρώνουν. Στην πραγματικότητα, κάθε τράπεζα συλλέγει πληροφορίες για τους εν δυνάμει δανειολήπτες και δανείζει σε εκείνους που συγκεντρώνουν μικρές πιθανότητες να μην ανταποκριθούν στην αποπληρωμή του δανείου. Ταυτόχρονα, οι τράπεζες, κατά τον Szulczyk (2014), προσπαθούν να μειώνουν τον πιστωτικό/επενδυτικό κίνδυνο. Μπορούν να δανείζουν σε νοικοκυριά, σε επιχειρήσεις και σε άλλα πιστωτικά ιδρύματα. Εάν κάποιος από όλα αυτούς δεν αποπληρώσει την υποχρέωση που έχει δημιουργήσει, η τράπεζα δεν χάνει, αλλά λαμβάνει τα επιτόκια από τις άλλες επενδύσεις, εξοστρακίζοντας έτσι τα 'κακά' δάνεια. Η τρίτη πτυχή που κατά τον Szulczyk (2014) διαθέτουν οι τράπεζες είναι το γεγονός ότι όλες οι καταθέσεις τους προσδίδουν ρευστότητα. Έτσι, οι τράπεζες είναι ικανές να μπορούν να διατηρούν την ρευστότητά τους, πράγμα που σημαίνει πως οι καταθέσεις είναι άμεσα ρευστοποιήσιμες. Έρευνα του Πανεπιστημίου Πειραιώς για το χρηματοπιστωτικό σύστημα τονίζει πως οι τράπεζες δεν περιορίζονται μόνο στην χρηματοοικονομική διαμεσολάβηση, αλλά επιτελούν και την λειτουργία του περιορισμού του κόστους συναλλαγών. Αυτή η λειτουργία είναι εξίσου σημαντική, μιας και μια ενδεχόμενη αύξηση οποιοδήποτε κόστους μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα και να οδηγήσει ακόμη και σε χρεοκοπία. Οι Mankiw και Ball (2011) υποστηρίζουν ότι οι τράπεζες προσπαθούν όσο το δυνατό να περιορίσουν τα προβλήματα που δημιουργούνται από την ατελή πληροφόρηση και κυρίως από τον ηθικό κίνδυνο και την λανθασμένη επιλογή και πράγματι το πετυχαίνουν. Είναι επίσης πολύ σημαντική η διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου, αποφεύγοντας εντούτοις την μόχλευση και την άμβλυνση των κινδύνων. Σε αυτό το πλαίσιο, το χρηματοπιστωτικό σύστημα και κυρίως ο τραπεζικός τομέας, υποκινεί την οικονομική μεγέθυνση, ωφελώντας συνολικά την οικονομία.

## **2.2. Συνοπτική Παρουσίαση των Συστημικών Τραπεζών**

Η ανάλυση που ακολουθεί στο δεύτερο μέρος χρησιμοποιεί τις τέσσερις μεγαλύτερες τράπεζες που υπάρχουν σήμερα στην Ελλάδα, δηλαδή την Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας, την Τράπεζα Πειραιώς, την Eurobank Ergasias S.A. και την Alpha Bank A.E. Πολλοί τις χαρακτηρίζουν και ως συστημικές τράπεζες, αφού είναι οι μεγαλύτερες, έχουν περάσει πολλές χρηματοοικονομικές κρίσεις, με τελευταία την πιο πρόσφατη παγκόσμια κρίση του 2007 και συνεχίζουν τη δραστηριότητά τους.



### 2.2.1. Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας<sup>1</sup>

Η Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας είναι η παλαιότερη ιδιωτική, εμπορική τράπεζα στην Ελλάδα και μάλιστα είναι παλαιότερη και από την Τράπεζα της Ελλάδας, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη ενότητα. Ιδρύθηκε το 1841 και η κύρια δραστηριότητά της είναι η διενέργεια τραπεζικών συναλλαγών και έχει αναπτύξει ένα ευρύ δίκτυο υποκαταστημάτων σε όλη την Ελλάδα. Ταυτόχρονα, έχει δημιουργήσει ένα δίκτυο θυγατρικών εταιρειών σε πολλές χώρες του εξωτερικού και σε πολλές περιπτώσεις έχει εξαγοράσει και άλλες εμπορικές εταιρείες. Η Εθνική έχει επεκταθεί σε πολλές χώρες των Βαλκανίων, όπως Ρουμανία, Σερβία, Αλβανία, Βουλγαρία και φυσικά όχι μόνο στην γειτονική περιοχή. Σήμερα, αριθμεί περίπου στους 10.000 εργαζόμενους σε όλες τις τραπεζικές δομές ανά την Ελλάδα και αναφορικά με τον όμιλο της Εθνικής Τράπεζας, αυτός αριθμεί συνολικά 34.500 περίπου εργαζομένους. Στον όμιλο της Εθνικής ξεχωριστή πορεία έχει η Εθνική Ασφαλιστική Εταιρεία, η οποία συνεργάζεται με την Εθνική στον χώρο των ασφαλιστικών καλύψεων, πάνω σε διάφορα θέματα.

Η Εθνική Τράπεζα συμμετέχει στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών από το 1905, ενώ ταυτόχρονα λαμβάνει συμμετοχή και σε άλλους δείκτες όπως FTSE, FTSEA, ΔΟΜ, ΣΑΓΔ, GT30P, GT30R, GT30TP, GT30TR, FTSEINTR και άλλοι. Η Κεφαλαιοποίηση της Εθνικής αγγίζει τα 868.979.395€. Πάντοτε το αντίπαλο δέος της Εθνικής ήταν εκείνη η τράπεζα που ανέλαβε το χαρτοφυλάκιο σε θέματα αγροτικής σημασίας. Στην πραγματικότητα, η Εθνική ήταν εκείνη που είχε αυτό το δικαίωμα. Ωστόσο, κρίθηκε αναγκαία η δημιουργία μιας τράπεζας αποκλειστικά αρμόδιας σε τέτοια ζητήματα. Για αυτό το λόγο είχε δημιουργηθεί η Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδας και κατόρθωσε να λάβει αυτή την εποπτεία των αγροτικών θεμάτων και σωρευτικά να προωθήσει τα συμφέροντα των αγροτών, μιας και η ελληνική επικράτεια σε μεγάλο βαθμό ήταν αγροτική. Φυσικά, η Εθνική δεν πτοήθηκε, μιας και αποτελούσε και ακόμη αποτελεί ένα μεγάλο πιστωτικό φορέα. (Βερέμης, 1987)

Αυτή η σημασία που έχει δεν στάθηκε ικανή για να την απομακρύνει από τις διάφορες κρίσεις με τις οποίες ήρθε αντιμέτωπη. Η πιο πρόσφατη και τελευταία κρίση του 2007 που αντιμετώπισε, ήταν και η πιο καταστροφική, αν σκεφτεί κανείς το μεγάλο πρόβλημα που ακόμη και σήμερα αντιμετωπίζει το τραπεζικό σύστημα. Τόσο η Εθνική, όσο και οι υπόλοιπες τράπεζες υπέστησαν κεφαλαιακό έλεγχο, το χρονικό διάστημα του 2015 σταμάτησαν τη λειτουργία τους, η μετοχή της καθεμιάς κατακρημνίστηκε και οι απώλειες στο χρηματιστήριο ήταν μεγάλες. Σήμερα, η Εθνική συνεχίζει τη λειτουργία της, πάντα υπό το πρίσμα των νέων δεδομένων που έχουν διαμορφωθεί και προσπαθεί ακόμη να έρθει στα επίπεδα που είχε πρωτού ξεσπάσει η χρηματοοικονομική κρίση. Για αυτό το λόγο, αποτελεί σημαντική πηγή μελέτης και εξέτασης της οικονομικής διάστασής της.

---

<sup>1</sup> [www.nbg.gr](http://www.nbg.gr) Επίσημος διαδικτυακός Ιστότοπος της Εθνικής Τράπεζας της Ελλάδας, Μελέτες και Ιστορικά Στοιχεία του Ομίλου της Εθνικής.

### 2.2.2. Τράπεζα Πειραιώς<sup>2</sup>

Η Τράπεζα Πειραιώς ίσως είναι η τράπεζα με το μεγαλύτερο ενδιαφέρον αναφορικά με τη δημιουργία της και τη διαδρομή της μέχρι και την σημερινή σύστασή της. Ιδρύεται το 1916 και τα πρώτα χρόνια της δημιουργίας της έχει ένα αυτόνομο και ιδιωτικό χαρακτήρα. Έπειτα, εισέρχεται υπό κρατικό έλεγχο για περίπου μια εικοσαετία, όπου και στα τέλη του 20<sup>ου</sup> αιώνα, μετατρέπεται και πάλι σε τράπεζα υπό ιδιωτική επιρροή και γνωρίζει την μεγαλύτερη οικονομική ανάπτυξη που είχε ποτέ γνωρίσει. Από τους περισσότερους, η Τράπεζα Πειραιώς είναι περισσότερο γνωστή για τις πολλές συγχωνεύσεις και εξαγορές που έχει επιχειρήσει με άλλες μικρότερες τράπεζες και ιδιωτικούς φορείς. Ειδικότερα, στην αυγή του 21<sup>ου</sup> αιώνα, προκειμένου να εδραιωθεί στην εγχώρια τραπεζική και οικονομική δραστηριότητα. Το 1998 απορροφά τις εργασίες της Chase Manhattan στην Ελλάδα και εξαγοράζει την τράπεζα Μακεδονίας – Θράκης, ενώ το 1999 αποκτά τον έλεγχο της Τράπεζας Χίου και απορροφά και πάλι τις εργασίες της National Westminster Bank PLC στην Ελλάδα. Το 2002, αποκτά τον έλεγχο της ETBA Bank και το 2003 την απορροφά πλήρως. Αρχίζει συνεργασία με τον διεθνή τραπεζοασφαλιστικό όμιλο ING για τις τραπεζικές ασφάλειες, ενώ το 2009 αρχίζει συνεργασία με την ERGO A.A.E.Z. και η οποία συνεργασία ανανέωσε το Νοέμβριο του 2018.

Και η Τράπεζα Πειραιώς επεκτάθηκε σε πολλές χώρες του εξωτερικού και φυσικά των Βαλκανίων. Το 2005 εξαγόρασε την Βουλγαρική Τράπεζα Eurobank και το 2006 ολοκληρώθηκε η συγχώνευση των δύο τραπεζών. Στη συνέχεια, εισέρχεται στην αγορά της Σερβίας με την εξαγορά της Atlas Bank και στην αγορά της Αιγύπτου με την εξαγορά της Egyptian Commercial Bank. Παρουσία έχει και στην Ουκρανία, αλλά και στην Κύπρο με την ίδρυση της Τράπεζας Πειραιώς Κύπρου. Στην Ελλάδα, η Πειραιώς εξαγόρασε και πήρε υπό τον έλεγχό της της Αγροτική Τράπεζα της Ελλάδας (ΑΤΕ), συνεχίζοντας στην παροχή βοήθειας και ενημέρωσης στον αγροτικό τομέα της Ελλάδας. Είναι λοιπόν εύλογη η άποψη ότι η Πειραιώς είναι η τράπεζα των συγχωνεύσεων και των εξαγορών.

Σήμερα, η Τράπεζα Πειραιώς απασχολεί περίπου 14.000 εργαζομένους στο δίκτυο καταστημάτων της σε όλη την επικράτεια και περίπου 22.000 εργαζομένους στον όμιλό της. Η κεφαλαιοποίηση της Πειραιώς αγγίζει τα 286.448.412 € και ταυτόχρονα συμμετέχει στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών από το 1918. Παράλληλα, συμμετέχει και σε άλλους χρηματιστηριακούς δείκτες όπως ΔΟΜ, ΣΑΓΔ, ΔΤΡ, FTSE, GT30TP και άλλους. Φυσικά, ούτε η Τράπεζα Πειραιώς έμεινε ανεπηρέαστη από την κρίση του 2007 και είδε και αυτή μεγάλη μείωση της χρηματιστηριακής της δύναμης, με τη μετοχή της να περιορίζεται σημαντικά και να έχει μια μεγάλη διαγραμματική μείωση.

---

<sup>2</sup> [www.pireusbank.gr](http://www.pireusbank.gr) Επίσημος διαδικτυακός Ιστότοπος της Τράπεζας Πειραιώς, Οικονομική Ανάλυση και Επενδυτική Στρατηγική, Γενικά Στοιχεία της εταιρείας.

### 2.2.3. Alpha Bank A.E.<sup>3</sup>

Η Alpha Bank ιδρύεται το 1891 και έχει ως βασική της δραστηριότητα της διενέργεια των τραπεζικών εργασιών, οποιασδήποτε φύσεως, τόσο στα πλαίσια της χώρας, όσο και εκτός αυτής. Ουσιαστικά, η τράπεζα συστάθηκε από τον Ι. Φ. Κωστόπουλο στην Πελοπόννησο και από τον Εμπορικό του Οίκο, δηλαδή μέσα από ιδιωτική πρωτοβουλία και στη συνέχεια σε συνεργασία με τη Λαϊκή Τράπεζα δημιουργήθηκε η Τράπεζα Καλαμών (με έδρα την Καλαμάτα) και από το 1918 και έπειτα λειτούργησε ως Ανώνυμη Εταιρεία. Το 1924 δημιουργείται η Τράπεζα Ελληνικής Εμπορικής Πίστεως, η οποία περνά όλο το φάσμα των κρίσεων και του πολέμου και κατορθώνει να ανταπεξέλθει στις δυσκολίες. Το 1947 μετονομάζεται σε Τράπεζα Εμπορικής Πίστεως και εισάγει μετέπειτα πολλά στοιχεία εκσυγχρονισμού και τεχνολογίας για το τραπεζικά δεδομένα. (Alpha Bank, Ιστορική Αναδρομή)

Το 1994 υιοθετεί την επωνυμία Alpha Τράπεζα Πίστεως, ενώ σταθμός στην ιστορική της πορεία κατέχει η εξαγορά των μετοχών της Ιονικής Τράπεζας το 1999. Η Alpha Bank σήμερα αριθμεί στην Ελλάδα περί τα 432 καταστήματα και συνολικά απασχολεί 11.800 περίπου εργαζομένους, ενώ ταυτόχρονα ο όμιλός της αριθμεί 17.400 άτομα σε προσωπικό και έχει επεκταθεί σε Αλβανία, Κύπρο, Μεγάλη Βρετανία και Ρουμανία. (capital.gr)

Σημαντικά στοιχεία της Τράπεζας είναι η κεφαλαιοποίηση που ανέρχεται σε 1.466.514.412 €, ποσό που μέχρι στιγμής ξεπερνά τόσο την ΕΤΕ όσο και την Τράπεζα Πειραιώς και σε ότι αφορά τον δείκτη κεφαλαιακής επάρκειας, τα επίσημα στοιχεία του δίνουν ένα ποσοστό της τάξης του 18,3%, με τα ενσώματα ίδια κεφάλαια να ανέρχονται σε 7,9 δις. ευρώ. Συμμετέχει στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών από το 1925 και ταυτόχρονα σε άλλους δείκτες όπως ΔΟΜ, ΣΑΓΔ, FTSE, FTSEA, FTSEB, FTSENTR, GT30TR και άλλους. Ούτε η Alpha Bank κατόρθωσε να ξεφύγει από την ταχύτητα εξάπλωσης την χρηματοπιστωτικής κρίσης και ήρθε και αυτή αντιμέτωπη με μια σειρά μειώσεων και πτώσης της μετοχικής της δύναμης. Παρόλα αυτά, κατορθώνει, ακόμη και σήμερα, να ανταπεξέρχεται με σχετική ευκολία όλα τα προβλήματα και να προχωράει με περισσότερες λύσεις. (Alpha Bank, Οικονομικά Στοιχεία)

---

<sup>3</sup> [www.alphabank.gr](http://www.alphabank.gr) Επίσημος διαδικτυακός Ιστότοπος της Alpha Bank, Οικονομικές Αναλύσεις του Ομίλου.

#### 2.2.4. Τράπεζα Eurobank Ergasias A.E.<sup>4</sup>

Η Τράπεζα Eurobank ξεκίνησε την δημόσια λειτουργία της από το 1989 με την ιδιότητα της Ευρωπαϊκής Τράπεζας Ανώνυμη Εταιρεία. Συμμετέχει σε πολλά συνέδρια του εξωτερικού και το 1997 μετονομάζεται σε Τράπεζα EFG Eurobank A.E., ονομασία που διατηρεί μέχρι και σήμερα. Την ίδια χρονιά συγχωνεύεται με την Inter Bank Ελλάδας και εξαγοράζει την Crédit Lyonnais Grèce SA, το αντίστοιχο δίκτυο καταστημάτων στην Ελλάδα. Το 1998 η Eurobank εξαγοράζει ένα μεγάλο ποσοστό της Τράπεζας Αθηνών και συμμετέχει σε αυτή, ενώ η Deutsche Bank συμμετέχει σε αυτή με ένα ποσοστό της τάξης του 10%. Το 1999 συγχωνεύεται με την Τράπεζα Αθηνών και την Τράπεζα Κρήτης, ενώ το 2000 συγχωνεύεται με την Τράπεζα Εργασίας και για αυτό ονομάζεται από τότε μέχρι και σήμερα Eurobank EFG Ergasias SA. Την ίδια χρονιά αποκτά ποσοστό 19,5% στην Τράπεζα της Ρουμανίας και ιδρύεται η ασφαλιστική εταιρεία Eurolife ERB. Τα επόμενα χρόνια διευρύνεται στα Βαλκάνια, δηλαδή στην Βουλγαρία, τη Σερβία, την Πολωνία και την Ουκρανία, ενώ συνεχίζει το έργο της στη Ρουμανία και ταυτόχρονα εξαπλώνεται στην Τουρκία και την Κύπρο. Το 2013 συγχωνεύεται με το Νέο Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο και το 2015 εξαγοράζει κατάστημα της Alpha Bank στη Βουλγαρία. Η τράπεζα σήμερα αριθμεί περίπου 8.800 εργαζομένους και ο όμιλος περίπου 18.305 εργαζομένους σε όλη την Ελλάδα και το εξωτερικό. (Eurobank Ιστορική Αναφορά)

Το 1926 εισάγεται στο Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών και η κεφαλαιοποίησή της σήμερα ανέρχεται σε 1.071.139.395 € και είναι χαμηλότερη από την Alpha Bank και υψηλότερη από την ΕΤΕ και την Τράπεζα Πειραιώς. Συμμετέχει και αυτή σε άλλους χρηματιστηριακούς δείκτες όπως λόγω χάρη στο δείκτη ΔΟΜ, ΣΑΓΔ, ΔΤΡ, FTSE, FTSEA, FTSEB, GT30P και άλλους. Και αυτή έχει επηρεαστεί από την τελευταία κρίση και για αυτό το λόγο είναι ανάμεσα σε εκείνες τις ελληνικές τράπεζες που χρίζουν μελέτης.

---

<sup>4</sup> [www.eurobank.gr](http://www.eurobank.gr) Επίσημος διαδικτυακός Ιστότοπος της Eurobank, Οικονομικές Αναλύσεις του Ομίλου.

### Κεφάλαιο 3: Υποδείγματα Μελέτης Χρονολογικών Σειρών

Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και εκείνο που αποτέλεσε ένα σημαντικό κίνητρο για την ενασχόληση με το παρόν θέμα είναι οι χρονολογικές σειρές. Οι χρονολογικές σειρές διακρίνονται από τους υπόλοιπους τύπους δεδομένων για το γεγονός ότι πρόκειται για δεδομένα μιας μεταβλητής στη διάρκεια μια χρονολογικής περιόδου. Ουσιαστικά, αναφέρονται στις διαφορετικές τιμές που μια μεταβλητή μπορεί να πάρει, σε άμεση συνάρτηση φυσικά με το χρόνο και υπό την προϋπόθεση ότι μελετώνται με την ίδια συχνότητα, είτε ημερήσια, είτε μηνιαία, είτε ετήσια κ.ο.κ. Αυτό λοιπόν το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό, τις εντάσσει στους τύπους δεδομένων με βάση την οικονομετρική ανάλυση, μιας και αυτή δομείται μέσα από τη μελέτη μιας σειράς οικονομετρικών υποδειγμάτων αρκετά διαφορετικών μεταξύ τους. Έτσι λοιπόν, σε αυτό το κεφάλαιο διενεργείτε μια αναφορά στα χαρακτηριστικά των χρονολογικών σειρών και ταυτόχρονα στα διαφορετικά υποδείγματα που χρησιμοποιούνται, πάντοτε κάτω από το πρίσμα της θεωρητικής παρουσίασης και προτού όλες αυτές οι πρακτικές εφαρμοστούν σε πρακτικό επίπεδο.

#### 3.1. Θεωρία Χρονολογικών Σειρών<sup>5</sup>

Οι Οικονομέτρες βρίσκονται σε μια συνεχόμενη προσπάθεια δημιουργίας υποδειγμάτων, δηλαδή με απλά λόγια, μαθηματικών σχέσεων, αποτελούμενα από μία ή περισσότερες μεταβλητές. Με αυτό τον τρόπο διακρίνονται τα μονομεταβλητά από τα πολυμεταβλητά υποδείγματα. Μια απλή χρονολογική σειρά μπορεί να παρουσιασθεί με την εξής μορφή:

$$\{y_t\} \text{ όπου } t = 0, 1, 2, \dots, T$$

Στις χρονολογικές σειρές η μεταβλητή είναι μόνο μια, η υπό εξέταση μεταβλητή. Στην ουσία, προσπαθούμε να δημιουργήσουμε μονομεταβλητά υποδείγματα. Κλασικό και ένα από τα πιο γνωστά υποδείγματα των χρονολογικών σειρών είναι το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου (random walk model), η εκφορά του οποίου είναι

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{όπου } \varepsilon_t \sim \text{i.i.d. } N(0, \sigma^2\varepsilon)$$

Εάν στο παραπάνω υπόδειγμα προστεθεί και ένας σταθερός όρος, έστω  $\mu$ , τότε αυτό εκφέρεται πια ως

$$y_t = \mu + y_{t-1} + \varepsilon_t \quad \text{όπου } \varepsilon_t \sim \text{i.i.d. } N(0, \sigma^2\varepsilon)$$

και ονομάζεται υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου με περιπλάνηση. Το  $\varepsilon_t$  είναι ο λευκός θόρυβος και η διαδικασία υποθέτει ότι οι τιμές είναι κατανομημένες στο χρόνο κανονικά, τυχαία και ανεξάρτητα μεταξύ τους, με βάση τρεις συγκεκριμένες υποθέσεις. Οι υποθέσεις αυτές αναφέρονται στην μη - ύπαρξη γραμμικής συσχέτισης μεταξύ των τιμών και ότι δεν υπάρχει υπό - συνθήκη

---

<sup>5</sup> Aczel, A. Sounderpandian, J. (2013.) Complete Business Statistics Broken Hill Publishers LTD 7<sup>th</sup> Ed.

ετεροσκεδαστικότητα, δηλαδή τα δεδομένα είναι ομοσκεδαστικά, υπόθεση που αυτόματα παραπέμπει στην σταθερότητα. Ο όρος σταθερότητα αναφέρεται στη σταθερότητα του μέσου όρου και τη σταθερότητα της διακύμανσης και τη μη εξάρτησή τους από το χρόνο. Παρόλα αυτά, όλες οι εμπειρικές μελέτες έχουν αποδείξει ότι οι χρονολογικές σειρές δεν ικανοποιούν το δόγμα της σταθερότητας και πως ουσιαστικά, μέσα από τις κατάλληλες μεθόδους να προσπαθήσουν να σταθεροποιηθούν προκειμένου να γίνει η πρόβλεψη και όχι μεθόδους που βασίζονται στο δόγμα της σταθερότητας. Ο Κάτος (2004) αναφέρει ότι οι μεταβλητές που υπεισέρχονται σε μια εκτίμηση είναι στάσιμες, συνεπώς τα συμπεράσματα μπορεί να είναι παραπλανητικά και να ανακύπτει έτσι το πρόβλημα της φαινομενικής παλινδρόμησης.<sup>6</sup>

### 3.2. Στασιμότητα<sup>7</sup>

Προκειμένου οι χρονολογικές σειρές να είναι έτοιμες για την πρόβλεψη είναι σημαντικό να τηρούν κάποιες προϋποθέσεις. Μια από αυτές τις προϋποθέσεις είναι η χρονολογική σειρά να είναι στάσιμη. Σύμφωνα με τη θεωρία, μια χρονολογική σειρά είναι στάσιμη όταν ο μέσος όρος και η διακύμανση δεν μεταβάλλονται μέσα στο χρόνο. Σε αυτή την περίπτωση, η εκάστοτε χρονολογική σειρά δεν έχει τάση, η πορεία της είναι συγκεκριμένη, είτε ανοδική είτε πτωτική και είναι απαλλαγμένη από την εποχικότητα, τις λεγόμενες περιοδικές αυξομειώσεις.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι χρονολογικές σειρές δεν είναι από τη φύση τους στάσιμες, σε ένα σημαντικό τουλάχιστον βαθμό. Όταν λοιπόν μια σειρά είναι μη – στάσιμη, μπορεί να στασιμοποιηθεί μέσα από ορισμένες διαδικασίες και ελέγχους. Η χρονολογική σειρά είναι μη – στάσιμη όταν εμφανίζει τάση. Η τάση μπορεί να αφαιρεθεί παίρνοντας τις πρώτες διαφορές της σειράς.

$$\Delta Y_t = Y_t - Y_{t-1}$$

Εάν δεν αφαιρεθεί με τις πρώτες διαφορές μπορούμε να συνεχίσουμε με τις δεύτερες ή ακόμη και με τις τρίτες διαφορές.

Ένας διαφορετικός έλεγχος είναι οι πρώτες ή δεύτερες διαφορές σε συνδυασμό με τις διαφορές των λογαρίθμων. Όταν η μη – στάσιμη χρονολογική σειρά στασιμοποιείται στις πρώτες διαφορές τότε είναι ολοκληρωμένη πρώτου βαθμού ή διαφορετικά έχει μια μοναδιαία ρίζα και συμβολίζεται ως  $I(1)$ . Γενικά, η θεωρία ορίζει πως όταν μια χρονολογική σειρά διαφοροποιείται  $d$  φορές προκειμένου να γίνει στάσιμη είναι ολοκληρωμένη  $d$ τάξεως ή εναλλακτικά έχει  $d$  μοναδιαίες ρίζες και συμβολίζεται ως  $I(d)$ .

---

<sup>6</sup> Κάτος, Α. (2004). Οικονομετρία: Θεωρίες και Εφαρμογές. Εκδόσεις Ζυγός, Θεσσαλονίκη

<sup>7</sup> Χάλκος, Γ. (2011). Οικονομετρία: Θεωρία, εφαρμογές και χρήση προγραμμάτων H/Y. Εκδόσεις Gutenberg

Παράλληλα, εναλλακτικοί έλεγχοι στασιμότητας μια χρονολογικής σειράς μπορεί να είναι η γραφική της απεικόνιση, ενώ μια πιο συνηθισμένη πρακτική είναι το κορρελόγραμμα της συνάρτησης αυτοσυσχέτισης. Συνήθης πρακτική επίσης είναι ο έλεγχος της μοναδιαίας ρίζας μέσα από το Augmented Dickey Fuller test (ADF test) και το Phillips Perron test (PP test).

### 3.3. Γραμμικά Υποδείγματα

#### 3.3.1. ARIMA Υποδείγματα<sup>8</sup>

Από τις πιο συνηθισμένες μορφές των γραμμικών υποδειγμάτων αναφορικά με τη μοντελοποίηση είναι τα υποδείγματα ARIMA. Η σημασία αυτών των υποδειγμάτων είναι αυτοπαλίνδρομα ολοκληρωμένα υποδείγματα κινητών μέσων και μαθηματικά ένα ARIMA(p,d,q) εκφράζεται ως

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \gamma_i \varepsilon_{t-i} + \varepsilon_t$$

Η συγκεκριμένη διαδικασία μοντελοποίησης προσπαθεί να εκφράσει τη χρονολογική σειρά χρησιμοποιώντας σαν ερμηνευτικές μεταβλητές p υστερήσεις της υπό εξέταση σειράς και q υστερήσεις του διαταρακτικού όρου  $\varepsilon_t$ . Παρά ταύτα, τα εν λόγω υποδείγματα αναφέρονται στο γραμμικό προσδιορισμό της μοντελοποίησης των χρονολογικών σειρών, γεγονός που δεν μπορεί να αποδώσει αποτελέσματα στην περίπτωση των χρηματιστηριακών μετοχών, μιας και ο χαρακτήρας της μη – γραμμικότητας είναι περισσότερο έντονος.

##### 3.3.1.1. Μεθοδολογία Box – Jenkins

Τα υποδείγματα ARIMA είναι εκείνα που κατά κύριο λόγο έχουν συνδεθεί με τη μεθοδολογία Box – Jenkins (1976), από τα ονόματα των δημιουργών της. Οι Box και Jenkins πρότειναν τη συγκεκριμένη μεθοδολογία για την κατασκευή αυτών των υποδειγμάτων. Αυτή η μεθοδολογία αποτελείται από τρία διαφορετικά βήματα, ή τρεις διαφορετικές φάσεις.

1. Ταυτοποίηση. Σε αυτό το βήμα προσδιορίζονται τα p, d, q που χρειάζονται για τα ARIMA υποδείγματα. Εάν η χρονολογική σειρά δεν είναι στάσιμη τότε τη διαφοροποιούμε d φορές, έως ότου στασιμοποιηθεί, ενώ ο προσδιορισμός των p και q γίνεται με τη βοήθεια των συντελεστών αυτοσυσχέτισης και μερικής αυτοσυσχέτισης.
2. Εκτίμηση. Εδώ εκτιμώνται τα υποδείγματα είτε με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων όταν το υπόδειγμα είναι AR(p), ενώ σε κάθε άλλη περίπτωση χρησιμοποιούνται μη – γραμμικές μέθοδοι βελτιστοποίησης.

---

<sup>8</sup>Δημελή, Σ. (2013). Σύγχρονες Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονολογικών Σειρών. Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.

3. Διαγνωστικός έλεγχος. Το τρίτο βήμα περιέχει τον έλεγχο των καταλοίπων μέσα από την χρήση δύο πολύ σημαντικών κριτηρίων, τα λεγόμενα κριτήρια καλής προσαρμογής. Το Akaike Information Criterion (AIC) και Schwartz Criterion (SCH).

Οι Box και Jenkins προτείνουν να ξεκινάμε με μικρές τάξεις και βήμα – βήμα να συνεχίζουμε σε μεγαλύτερες, αφού όσο μικρότερες είναι οι τάξεις του ARIMA υποδείγματος, τόσο μικρότερος ο αριθμός των παραμέτρων προς εκτίμηση. Ως ένα άτυπο τέταρτο βήμα σε αυτή τη μεθοδολογία θα μπορούσε να είναι η πρόβλεψη. Η πρόβλεψη ουσιαστικά αποτελεί απόρροια όλων των προηγούμενων βημάτων και μια λανθασμένη εκτίμηση ή ένας διαφορετικός διαγνωστικός έλεγχος μπορεί να αλλοιώσει το αποτέλεσμα της πρόβλεψης ή να καθίσταται αδύνατη η διαδικασία, λόγω έλλειψης κατάλληλου υποδείγματος.

### 3.4. Μη – Γραμμικά Υποδείγματα

#### 3.4.1. Χαρακτηριστικά Μη – Γραμμικών Υποδειγμάτων<sup>9</sup>

Για να χαρακτηρίσουμε ένα υπόδειγμα χρονολογικών σειρών, αλλά και ένα οποιοδήποτε υπόδειγμα ως μη – γραμμικό, είναι λογικό να στηριζόμαστε σε ορισμένα χαρακτηριστικά. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι που τα ξεχωρίζουν από τα γραμμικά υποδείγματα. Εξαιτίας της αδυναμίας των γραμμικών υποδειγμάτων να ερμηνεύσουν ορισμένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των οικονομικών χρηματοοικονομικών σειρών, όπως είναι οι τιμές των μετοχών που εξετάζουμε και εμείς εδώ, αναπτύχθηκαν τα μη – γραμμικά υποδείγματα.

Τα χαρακτηριστικά τους είναι:

- Παρουσιάζουν έντονη ασυμμετρία σχετικά με την κατανομή των δεδομένων. Στην ουσία δεν πρόκειται για κανονικές κατανομές, αλλά για χονδροσκελείς κατανομές εμφανίζοντας παράλληλα υπερβολική κύρτωση.
- Εμφανίζουν ομαδοποιημένα αστάθεια σε αρκετά σημεία των εξεταζόμενων περιόδων, με τη μεταβλητότητα να αγγίζει ένα, υψηλό ρυθμό.
- Στα συγκεκριμένα υποδείγματα υπάρχει έντονο το φαινόμενο της μόχλευσης, γνωστό και ως leverage effect, όπου οι διαφορές διαταραχές των τιμών ακολουθούνται από μεγάλη μεταβλητότητα.
- Οι σχέσεις των ίδιων των παρατηρήσεων παρουσιάζουν μη – γραμμικότητα μεταξύ τους.

Εξαιτίας λοιπόν των παραπάνω ιδιαίτερων χαρακτηριστικών, έχουν δημιουργηθεί τα επόμενα μη – γραμμικά υποδείγματα.

---

<sup>9</sup> Aczel, A. Sounderpandian, J. (2013.) Complete Business Statistics Broken Hill Publishers LTD 7<sup>th</sup> Ed.



### 3.4.2. Υποδείγματα ARCH<sup>10</sup>

Το υπόδειγμα ARCH, υπόδειγμα αυτοπαλίνδρομης υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας, διατυπώθηκε το 1892 από τον Engle, σύμφωνα με τον οποίο η διακύμανση του διαταρακτικού όρου έχει έναν τύπο ετεροσκεδαστικότητας η οποία εξαρτάται από προηγούμενες τιμές. Πιο αναλυτικά, έχοντας τη χρονολογική σειρά  $y_t$  θεωρούμε αρχικά ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα 1<sup>ης</sup> τάξης.

$$y_t = \alpha + \beta_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Ο διαταρακτικός όρος ακολουθεί το υπόδειγμα:

$$\varepsilon_t^2 = c + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + u_t$$

Ο όρος  $u_t$  είναι ένας ανεξάρτητος όρος και ονομάζεται λευκός θόρυβος. Η υπό συνθήκη διακύμανση δεν είναι σταθερή, σε αντίθεση με το μέσο και τον υπό συνθήκη μέσο που είναι μηδέν, συνεπώς υπάρχει υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα. Η υπό συνθήκη διακύμανση εκφράζεται:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2$$

Η σχέση αυτή αντιπροσωπεύει την υπό συνθήκη μεταβλητότητα πρώτου βαθμού ARCH(1). Μια γενικευμένη μορφή  $p$  υστερήσεων του διαταρακτικού όρου, δηλαδή ARCH( $p$ ), παίρνει την παρακάτω μορφή:

$$\varepsilon_t^2 = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + u_t$$

Εάν παλινδρομήσουμε την παραπάνω σχέση με τη χρήση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων, με βάση τα κατάλοιπα του αρχικού υποδείματος, συγκρίνουμε τη στατιστική  $F$  και παίρνουμε το λεγόμενο αποτέλεσμα ARCH, αποτέλεσμα το οποίο μπορεί με βάση τη μηδενική υπόθεση και την απόρριψη ή μη αυτής να αποτελεί πρόβλημα.

### 3.4.3. Υπόδειγμα GARCH<sup>11</sup>

Το υπόδειγμα GARCH, ή διαφορετικά γενικευμένο αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα δεσμευμένης ετεροσκεδαστικότητας, προτάθηκε από τον Bollerslev (1986) με στόχο να παρέχει λύση σε τυχόν πρόβλημα που μπορεί να δημιουργηθεί από το αποτέλεσμα ARCH. Η ιδιαιτερότητα του συγκεκριμένου υποδείματος και διαφορά του από το υπόδειγμα ARCH είναι ότι η υπό συνθήκη διακύμανση δεν εκφράζεται μόνο ως συνάρτηση των παρελθοντικών τιμών του διαταρακτικού όρου αλλά ταυτόχρονα

---

<sup>10</sup> Δημελή, Σ. (2013) Σύγχρονες Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονολογικών Σειρών. Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.

<sup>11</sup> Charles, A. and Darné, O. (2018). The accuracy of asymmetric GARCH model estimation. *International Economics*.

αποτελεί και συνάρτηση των παρελθοντικών τιμών της ίδιας της υπό συνθήκη διακύμανσης, με απλά δηλαδή λόγια του εαυτού της. Ένα λοιπόν γενικευμένο υπόδειγμα GARCH,  $p$  και  $q$  τάξεως, GARCH( $p, q$ ) εκφράζεται ως:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 + u_t$$

Για να γίνει λοιπόν η εκτίμηση του παραπάνω υποδείγματος χρησιμοποιούμε αρχικά τιμές ίσες με τη μονάδα και σταδιακά ανεβαίνουμε. Η εκτίμηση των υποδειγμάτων GARCH γίνεται με τη μέθοδο μέγιστης πιθανοφάνειας με τους εκτιμητές να είναι ασυμπτωτικά αποτελεσματικοί. Έχοντας ολοκληρώσει ένα υπόδειγμα GARCH μπορούμε να κάνουμε και πάλι έλεγχο ARCH με σκοπό να διαπιστωθεί εάν έχει επιλυθεί το πρόβλημα.

### 3.4.4. Υπόδειγμα EGARCH<sup>12</sup>

Το συγκεκριμένο υπόδειγμα αποτελεί μια προέκταση του υποδείγματος GARCH. Ονομάζεται εκθετικό γενικευμένο αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας, exponential GARCH, ή διαφορετικά EGARCH. Προτάθηκε από τον Nelson το 1991 εξαιτίας του γεγονότος ότι ένα απλό GARCH υπόδειγμα δεν μπορεί να περιγράψει κάποιου είδους ασυμμετρία, όπως χαρακτηριστικά είναι το φαινόμενο της μόχλευσης στις χρηματοοικονομικές σειρές, ενώ ταυτόχρονα η υπό συνθήκη διακύμανση εξαρτάται μόνο από το μέγεθος των προηγούμενων τιμών και όχι από το πρόσημο, για αυτό χαρακτηριστικά στο υπόδειγμα είναι υψωμένη στο τετράγωνο. Για να περιοριστούν λοιπόν αυτές οι αστοχίες δημιουργήθηκε το εκθετικό EGARCH, το οποίο εκφέρεται ως:

$$\log(h_t) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \ln(h_{t-i}) + \sum_{j=1}^q \beta_j (\varphi \varepsilon_{t-i} + \varphi |\varepsilon_{t-i}| - \varphi E|\varepsilon_{t-1}|)$$

Ο λογάριθμος εξασφαλίζει ότι δεν υπάρχουν αρνητικές τιμές αναφορικά με τη διακύμανση και ακριβώς το ίδιο συμβαίνει και με τις παραμέτρους  $\alpha_i$  και  $\beta_j$ .

### 3.4.5. Υπόδειγμα TGARCH<sup>13</sup>

Μια επίσης γνωστή προέκταση του υποδείγματος GARCH είναι το υπόδειγμα με ασυμμετρία, δηλαδή το Threshold GARCH ή TGARCH. Το συγκεκριμένο υπόδειγμα προτάθηκε από τους Glosten, Jahannathan και Runkle το 1993. Ουσιαστικά, αποτελεί μια επέκταση του GARCH(1,1), με την μοναδική διαφορά ότι προσθέτει επιπλέον όρους στην εξίσωση της υπό συνθήκης διακύμανσης:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 + \gamma d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + u_t$$

<sup>12</sup> Charles, A. and Darné, O. (2018). The accuracy of asymmetric GARCH model estimation. *International Economics*.

<sup>13</sup> Charles, A. and Darné, O. (2018). The accuracy of asymmetric GARCH model estimation. *International Economics*.

Σε αυτό το υπόδειγμα, οι αρνητικές διαταραχές επηρεάζουν περισσότερο τη μελλοντική διακύμανση σε αντίθεση με τις θετικές διαταραχές, μιλώντας πάντοτε για το ίδιο μέγεθος. Με βάση την παραπάνω εξίσωση, η επίδραση μιας θετικής διαταραχής είναι ίση με την παράμετρο  $\beta$  ενώ μιας αρνητικής διαταραχής είναι ίση με την άθροιση των παραμέτρων  $\beta + \gamma$ , οπότε οι αρνητικές επιδράσεις είναι μεγαλύτερες από τις θετικές στην υπό συνθήκη διακύμανση.

### 3.4.6 Υπόδειγμα Bilinear<sup>14</sup>

Τα διγραμμικά μοντέλα ή Bilinear Models, ονομασία με την οποία είναι ευρέως γνωστά προτάθηκαν για πρώτη φορά από τους Granger και Anderson (1978). Η χρησιμότητα αυτών των υποδειγμάτων σχετίζεται με τον έλεγχο της μη – γραμμικότητας στο μέσο όσο. Ουσιαστικά, όταν σε μια χρηματοοικονομική σειρά υπάρχει το πρόβλημα της μη – γραμμικότητας, πρόβλημα που αφορά στο ότι ούτε ο μέσος όρος αλλά ούτε και η διακύμανση είναι σταθερά, τότε για να διορθωθεί αυτή η μη – γραμμικότητα του μέσου όρου, τα κατάλληλα υποδείγματα είναι τα Bilinear. Τα συγκεκριμένα υποδείγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε πολυμεταβλητά όσο και σε μονομεταβλητά υποδείγματα, ενώ αποτελούν πηγή ελέγχου από πολλούς ερευνητές.

Μια γενική μορφή ενός BL(p, q, m, n) τάξεως είναι:

$$y_t = \alpha + \sum_{i=1}^p \beta_i y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \gamma_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{i=1}^m * \sum_{j=1}^n \delta_{ij} y_{t-i} \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$$

Ουσιαστικά, η γενική μορφή του συγκεκριμένου υποδείγματος εισάγει κάτι διαφορετικό από τα μέχρι στιγμής προηγούμενα υποδείγματα. Η χρονολογική σειρά  $\{y_t\}$  σε αυτό το υπόδειγμα δεν εξαρτάται μόνο από τις χρονικές υστερήσεις της αλλά και από τις χρονικές υστερήσεις του διαταρακτικού όρου, αλλά ταυτόχρονα και από το γινόμενο των δύο αυτών. Εάν στο παραπάνω υπόδειγμα θέσουμε  $m=0$  και  $n=0$ , τότε προκύπτει ένα απλό ARMA(p,q) υπόδειγμα. Αυτό αποτελεί απόδειξη ότι τα Bilinear υποδείγματα είναι μια προέκταση των ARMA υποδειγμάτων, με σκοπό την περαιτέρω διερεύνηση της μη – γραμμικότητας.

### 3.4.7. Υποδείγματα STAR<sup>15</sup>

Τα ομαλής μετάβασης αυτοπαλίνδρομα υποδείγματα (Smooth Transition Autoregression Models) προτάθηκαν από τους Chan και Tong (1986) και Teräsvirta (1994). Σκοπός τέτοιου είδους υποδειγμάτων είναι η ομαλοποίηση και η εξομάλυνση μιας και χρησιμεύουν στην υποδειματοποίηση

<sup>14</sup> Sornette, D. and Pisarenko, V.F. (2008). Properties of a simple bilinear stochastic model: Estimation and Predictability. Physica D. vol 237, 429 – 445.

<sup>15</sup> Florax, R., Pede, V. Holt, M. (2015) Spatial Econometric STAR Models. Research Gate

χρονολογικών σειρών με ασύμμετρες διακυμάνσεις και περιόδους με απότομες αλλαγές. Ένα STAR(p) τάξης υπόδειγμα εκφέρεται ως:

$$\chi_t = \alpha_0 + \alpha_1 \chi_{t-1} + (\beta_0 + \beta_1 \chi_{t-1}) F(\chi_{t-d}) + \varepsilon_t$$

Στο παραπάνω τύπο η  $F(\chi_{t-d})$  αποτελεί την εξίσωση μετάβασης σε αυτή την ομαλή διαδικασία. Η συγκεκριμένη εξίσωση μετάβασης μπορεί να λάβει δύο διαφορετικές μορφές, οι οποίες με τη σειρά τους αποτελούν δύο διαφορετικά μοντέλα των STAR υποδειγμάτων.

Η πρώτη μορφή που λαμβάνει είναι:

$$F(\chi_{t-d}) = (1 + e^{[-\gamma(\chi_{t-d} - c)])^{-1}}$$

Αυτή η μορφή αποτελεί το λεγόμενο logistic STAR Model (LSTAR) και προσπαθεί να ερμηνεύσει χρονολογικές σειρές των οποίων οι υψηλές και οι χαμηλές τιμές τους έχουν διαφορετική συμπεριφορά.

Η δεύτερη μορφή που λαμβάνει είναι:

$$F(\chi_{t-d}) = 1 - e^{-\gamma(\chi_{t-d} - c)^2}$$

Αυτή η μορφή αποτελεί το λεγόμενο exponential STAR Model (ESTAR) και προσπαθεί να εξηγήσει χρονολογικές σειρές των οποίων οι υψηλές και οι χαμηλές τιμές έχουν ίδια συμπεριφορά, ενώ διαφέρουν από τις μεσαίες τιμές.

Η επιλογή της μορφής των STAR υποδειγμάτων δεν ακολουθεί κάποια συγκεκριμένη τακτική, αλλά έγκειται κάθε φορά στη συμπεριφορά των σειρών που υπάρχουν. Σύμφωνα με τη θεωρία, η μέθοδος εκτίμησης αυτών των υποδειγμάτων είναι η υπό – συνθήκη μη – γραμμική μέθοδος ελαχίστων τετραγώνων.

### 3.5. Έλεγχοι Μη – Γραμμικότητας

#### 3.5.1. BDS Test

Το συγκεκριμένο τεστ δημιουργήθηκε το 1987 από τους Brock, Dechert και Scheinkman και συνοπτικά λοιπόν ονομάζεται BDS. Το τεστ βασίζεται πάνω στη συνάρτηση συσχέτισης και είναι ένα τεστ συνυφασμένο με τη μη – γραμμικότητα. Ο αρχικός σκοπός κατασκευής του εν λόγω τεστ ήταν για να ελέγχει εάν τα δεδομένα είναι ιδανικά και ανεξάρτητα κατανομημένα, με στόχο τον εντοπισμό μη – γραμμικής ή και χαοτικής δομής. Εκτός από αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στα κατάλοιπα ενός υποδείγματος για τον εντοπισμό μη – γραμμικότητας. Το BDS τεστ συγκρίνεται με τις κριτικές τιμές της Z κατανομής, η τιμή των οποίων θα μας δώσει και την απάντηση στο εάν υπάρχει μη – γραμμικότητα ή όχι. Εάν η ύπαρξη μη – γραμμικότητας στη χρονολογική σειρά συνεχίζει να υφίσταται

τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να χρειαστεί η χρήση ενός διαφορετικού μοντέλου ή σε μια διαφορετική γραμμή η υπό εξέταση σειρά να είναι χασοτική.

### 3.5.2. ARCH LM Test<sup>16</sup>

Το ARCH LM Test εφαρμόζεται σε δυναμικά υποδείγματα, όπως είναι τα ARIMA υποδείγματα για τον έλεγχο της σταθερότητας των παραμέτρων του υποδείματος. Εξαιτίας της δυναμικότητας των υποδειγμάτων δεν μπορεί να εφαρμοστεί το Chow Test και χρησιμοποιείται το κριτήριο λόγου πιθανοφανειών. Η σταθερή διακύμανση μιας χρονολογικής σειράς ταυτίζεται με την ομοσκεδαστικότητα των παραμέτρων. Ωστόσο, από τη στιγμή που η διακύμανση δεν είναι σταθερή, υπάρχει η πιθανότητα εμφάνισης ετεροσκεδαστικότητας και συγκεκριμένα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας. Ένας από τους λόγους που οι σειρές εμφανίζουν υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητας είναι επειδή οι μεταβολές των τιμών τους από περίοδο σε περίοδο εξαρτώνται από προηγούμενες μεταβολές και επηρεάζουν με υστέρηση τη διακύμανσή τους. Έτσι εφαρμόζεται ένα ARCH test στα κατάλοιπα και έπειτα εφαρμόζεται το κριτήριο LM του Engle βάση του συντελεστή προσδιορισμού  $R^2$  της παλινδρόμησης. Ουσιαστικά, το ARCH LM test λαμβάνει τη μορφή:

$$LM = NR^2 \sim \chi^2(q)$$

Ακολουθεί την κατανομή  $\chi^2$  με  $q$  βαθμούς ελευθερίας. Όταν λαμβάνει μεγάλες τιμές το κριτήριο, απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και αυτό αποτελεί ένδειξη ύπαρξης υπό συνθήκης ετεροσκεδαστικότητας.

### 3.5.3. Reset Test<sup>17</sup>

Το Reset Test αποτελεί έναν τρόπο να ελέγξουμε την ύπαρξη μη – γραμμικότητας στις σχέσεις μεταξύ των παραμέτρων ενός γραμμικού υποδείματος. Έχοντας δημιουργήσει την παλινδρόμηση και την υποδειματοποίηση ενός γραμμικού υποδείματος, το συγκεκριμένο test χρησιμοποιεί τις εκτιμημένες τιμές της ανεξάρτητης μεταβλητής και επίσης το τετράγωνο των εκτιμημένων τιμών της ανεξάρτητης μεταβλητής, σε σχέση με τις αρχικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής. Με βάση το υπόδειγμα που έχει δημιουργηθεί εφαρμόζεται η στατιστική  $F$  – stat για τη σύγκριση των μοντέλων. Εάν η στατιστική  $F$  έχει υψηλότερη τιμή από την κριτική τιμή του test τότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση που αφορά στη μη ύπαρξη μη – γραμμικότητας στις σχέσεις των παραμέτρων. Και σε αυτή την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα LM test το οποίο ακολουθεί την κατανομή  $\chi^2$ . Ο  $Ta\ stan$

<sup>16</sup> Δημελή, Σ. (2013). Σύγχρονες Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονολογικών Σειρών. Εκδόσεις Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών, Αθήνα.

<sup>17</sup>  $Ta\ stan$ , H. (2012). Introductory Econometrics: A modern Approach. 2<sup>nd</sup> ed. Wooldridge.

(2012) αναφέρει ότι ένα μειονέκτημα αυτού του τεστ είναι ότι δεν παρέχει εναλλακτικές λύσεις όταν απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση. Ταυτόχρονα, επισημαίνει ότι όταν υπάρχει γραμμικότητα των υποδειγμάτων και δεν υπάρχει υποψία ετεροσκεδαστικότητας, το παρών τεστ δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Συνεπώς, είναι ένας έλεγχος με τυπικό χαρακτήρα.

## Κεφάλαιο 4: Βιβλιογραφική Επισκόπηση

Το συγκεκριμένο κεφάλαιο είναι το τελευταίο από τα κεφάλαια που περιέχει μόνο ότι σχετίζεται με το θεωρητικό υπόβαθρο. Στην πραγματικότητα στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται μια εκτενής βιβλιογραφική επισκόπηση, δηλαδή το ερευνητικό υπόβαθρο προηγούμενων ερευνών με παρόμοια ή και ίδια ερευνητικά ερωτήματα, αλλά κυρίως επιχειρείται μια προσπάθεια αναγνώρισης των υποδειγμάτων που έχουν χρησιμοποιηθεί και η μετέπειτα σύγκρισή τους με τα οικονομετρικά αποτελέσματα που προκύπτουν. Το εν λόγω λοιπόν κεφάλαιο αναφέρεται κυρίως στα υποδείγματα ARIMA – GARCH και Bilinear – GARCH, ενώ γίνεται και αναφορά στα υποδείγματα STAR ως σύγκριση με τα εξεταζόμενα υποδείγματα.

### 4.1. Βιβλιογραφική Ανάλυση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί αναφορικά με το δίπολο γραμμικά και μη – γραμμικά υποδείγματα, όλες οι ερευνητικές προσπάθειες που έχουν ήδη γίνει συμπεραίνουν ότι οι χρηματοοικονομικές σειρές παρουσιάζουν μια μη – γραμμικότητα και έτσι μελετώνται σύμφωνα με αυτή.

Οι Gerald και Dwyer (2014) παραθέτουν τη διαφορά σε ένα γραμμικό και σε ένα μη – γραμμικό υπόδειγμα. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν ένα απλό γραμμικό υπόδειγμα μπορεί να μην έχει και κάποιο αξιόλογο ενδιαφέρον, εκτός εάν πρόκειται για να μελετηθεί με βάση ένα στοχαστικό περιεχόμενο. Μάλιστα, μια τέτοιου είδους συμπεριφορά αποτελούσε ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της αποτελεσματικής αγοράς. Σε ένα γραμμικό υπόδειγμα μπορούμε να εισάγουμε υστερήσεις, αλλά και πάλι δεν θα προσελκύσει κάποιο αξιόλογο ενδιαφέρον. Για το λόγο αυτό εισάγουν τα μη – γραμμικά υποδείγματα, τα οποία τα θεωρούν περισσότερο περίπλοκα. Με βάση ένα τυπικό μη – γραμμικό υπόδειγμα παρατήρησαν πως αλλάζοντας τιμές στις ειδικές παραμέτρους μπορούν να αποκομίσουν μια σειρά διαφορετικών αποτελεσμάτων. Ουσιαστικά, αναφέρθηκαν στον τρόπο με τον οποίο κάθε φορά τα αποτελέσματα που παίρνουν έχουν διαφορετική πορεία είτε προς το μηδέν είτε από αυτό. Με τον τόπο αυτό, εισήγαγαν την έννοια της τάσης και παρατήρησαν πως άλλοτε εμφανίζεται και άλλοτε δεν εμφανίζεται. Αυτή η πτυχή συμβαδίζει απόλυτα με τη θεωρία, αφού ήδη από εκεί γνωρίζουμε πως στις χρονολογικές σειρές τα δεδομένα είναι πιθανό να παρουσιάζουν κάποια μορφή τάσης, η οποία πρέπει να αφαιρεθεί. Έτσι, παρατήρησαν μια ενδιαφέρουσα πτυχή αυτών των υποδειγμάτων. Οι περισσότερες βιβλιογραφικές έρευνες έχουν ως εφαλτήριο την θεωρητική ανάλυση που είχε εισάγει ο Hamilton (1989), ο οποίος για να χαρακτηρίσει τις αλλαγές στις παραμέτρους χρησιμοποίησε την προσέγγιση Markov, που είχε ήδη προταθεί από τους Golfred και Quand (1973). Ο Hamilton αναφέρθηκε πως η πορεία μιας οιασδήποτε οικονομίας μπορεί είτε να είναι ανοδική, με αποκλειστική επιδίωξη την ανάπτυξη, είτε να είναι καθοδική, σύμφωνα με τους οικονομικούς κύκλους. Αυτή λοιπόν η διαφορά μπορεί να προσεγγιστεί μέσα από το αποτέλεσμα Markov. Οι Kock και

Teräsvirta (2010) στην ανάλυσή τους αναφορικά με τα μη – γραμμικά μοντέλα χρονολογικών σειρών αποτύπωσαν τη γενική μορφή του υποδείγματος παλινδρόμησης του Markov ως εξής:

$$y_t = + \sum_{j=1}^r (\varphi_j z_t + \varepsilon_{jt}) I(\theta_t = v_j)$$

Η παραπάνω εξίσωση αποτελεί το υπόδειγμα παλινδρόμησης του Markov, στο οποίο το  $\theta_t$  είναι μια διακριτή μη – παρατηρήσιμη στοχαστική μεταβλητή, οποία μπορεί να πάρει  $i$  διαφορετικές τιμές και η οποία δεν μπορεί να συσχετισθεί με το  $\varepsilon_t$ , μιας και είναι ανεξάρτητες. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν, το  $\varepsilon_t$  ακολουθεί την κανονική κατανομή,  $N(0, 1)$ , και αυτή η ασυνήθιστη μορφή του συγκεκριμένου υποδείγματος εμφανίστηκε για πρώτη φορά σε μια σειρά ημερήσιων μετοχών της IBM. Έτσι, ανάλογα τη μελέτη περίπτωσης κάθε φορά και φυσικά ανάλογα την οικονομική δραστηριότητα και τη χρονική περίοδο εξέτασης, αυτού του είδους το υπόδειγμα μεταβάλλεται υπό τις αντίστοιχες φυσικά συνθήκες. Η προσέγγιση του Hamilton (1989) αναφέρεται στις μη στάσιμες χρονολογικές σειρές των οικονομικών κύκλων, προσέγγιση η οποία βασίζεται κυρίως πάνω στα γραμμικά υποδείγματα και πιο συγκεκριμένα σε ARIMA υποδείγματα. Πράγματι, την χρονική εκείνη περίοδο συγγραφής και μελέτης, τα υποδείγματα ARIMA κατείχαν μια ξεχωριστή θέση στην παγκόσμια οικονομετρική και οικονομική βιβλιογραφία. Έτσι, πολλά άρθρα έχουν δημοσιοποιηθεί με το βασικό υπόδειγμα ARIMA και τις προεκτάσεις του. Οι Beveridge και Nelson (1981), Nelson και Plosser (1982) προσπάθησαν να δώσουν μια απάντηση στο ερώτημα μεταξύ της χρήσης ενός ARIMA υποδείγματος ή ενός ARMA υποδείγματος σε ντετερμινιστικό χρόνο, αναφορικά με την τάση. Άλλοι πάλι όπως οι Harvey (1985), Watson (1986), και Clark (1987), βάσισαν την ανάλυσή τους σε γραμμικά υποδείγματα που έως τότε δεν είχαν παρατηρηθεί. Η ουσία όλων αυτών των ερευνών σχετίζεται με τα γραμμικά υποδείγματα και την ανάλυσή τους, δημιουργία στάσιμων χρονολογικών σειρών, μελέτη στα επίπεδα και στις πρώτες διαφορές και δημιουργία υποδειγμάτων μέσω της εναλλαγής των χρονικών υστερήσεων. Για τις χρηματοοικονομικές σειρές τα ARIMA υποδείγματα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέσα από την προσθήκη ορισμένων μη – γραμμικών μοντέλων όπως είναι τα μοντέλα ARCH και GARCH.

Στο ίδιο πλαίσιο, οι Zhang, Xi, και Zhongju (2012) εφάρμοσαν τα ARIMA υποδείγματα για να αναφερθούν στις Άμεσες Ξένες Επενδύσεις. Παρατήρησαν ότι το σύστημα της Κίνας δεν ακολουθεί χαοτικές τακτικές και με βάση την Ασιατική οικονομική κρίση δημιούργησαν ένα υπόδειγμα ARIMA και προσπάθησαν να μελετήσουν μη – γραμμικές σειρές και να οδηγηθούν σε προβλέψεις για την ανάπτυξη των FDI. Με βάση το υπόδειγμα ARIMA και τον έλεγχο ύπαρξης μοναδιαίας ρίζας, συνεχίζουν με ένα υπόδειγμα GARCH(1,4) για να καταλήξουν στην πρόβλεψη. Οι Aknouche και Bibi (2007) επισημαίνουν για τα ARIMA υποδείγματα ότι έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τους την ικανότητα τους να προσαρμόζονται σε ένα μεγάλο φάσμα χρονολογικών σειρών και την ίδια στιγμή να μπορούν να τα παρουσιάζουν με απλά και κατανοητά υποδείγματα. Επιπρόσθετα, όπως χαρακτηριστικά επισημαίνουν, μπορούν να συμπεριλάβουν στην υποδειματοποίησή τους εξωτερικές παρεμβάσεις και εξωγενείς στοχαστικές μεταβλητές.



Ο Potter (1999), εισάγει μια απλή αναφορά στην μη – γραμμική υποδειματοποίηση των χρονολογικών σειρών. Για να μπορέσει να στασιμοποιήσει τις υπό εξέταση χρονοσειρές αναφέρεται στις τεχνικές που προτάθηκαν από τους Box και Jenkins υπό την έννοια ότι κάθε στάσιμη χρονοσειρά μπορεί να εκφραστεί ως ένα σύνολο λειτουργιών τόσο του παρόντος όσο και του παρελθόντος.

Με βάση λοιπόν αυτό το υπόδειγμα θα μπορούσε κάποιος να αναφέρει πως δεν χρειάζεται περαιτέρω εμβάθυνση σε μη – γραμμική υποδειματοποίηση. Όμως, ο ίδιος ο Potter αναφέρει πως η έλλειψη αυτοσυσχέτισης σε ένα υπόδειγμα δεν σημαίνει πως αυτό το υπόδειγμα δεν μπορεί να οδηγήσει σε μια πρόβλεψη. Εδώ λοιπόν αρχίζει και παρουσιάζεται μια απαρχή των μη – γραμμικών υποδειγμάτων και η σύνδεση που τελικά έχουν με την πρόβλεψη. Σε ένα από τα άρθρα του Granger αναφέρεται πως ένα υπόδειγμα μπορεί να έχει μηδενική αυτοσυσχέτιση και παρόλα αυτά να μπορεί να δώσει αποτελέσματα. Έτσι, ακολουθεί μια παραμετρική διαδικασία υποδειματοποίησης, τόσο μέσα από τη χρήση γραμμικών μοντέλων, όπως του υπόδειγμα του Markov, όσο και μέσα από μη – γραμμικά μοντέλα όπως είναι τα Threshold υποδείγματα, τα οποία έγιναν γνωστά μέσω του Tong.

Με το πέρασμα των ετών και καθώς πλησιάζουμε στα σημερινά δεδομένα, αρχίζει και εμφανίζεται σε ένα αρκετά μεγάλο βαθμό η έννοια της μη – γραμμικότητας και οι τεχνικές με τις οποίες μπορεί να παρουσιασθεί. Ο Dwyer (2014) αναφορικά με τις εφαρμογές των μη – γραμμικών υποδειγμάτων, διαχωρίζει τα γραμμικά από τα μη – γραμμικά υποδείγματα με βάση τη μορφή τους και αναφέρει πως η απόφαση επιλογής του κατάλληλου υποδείγματος είναι μια εύκολη υπόθεση στα γραμμικά υποδείγματα, απόφαση ωστόσο που γίνεται δύσκολη αναφορικά με την επιλογή κατάλληλου υποδείγματος για την εφαρμογή των μη – γραμμικών υποδειγμάτων. Ξεκινώντας λοιπόν την ανάλυση των μη – γραμμικών υποδειγμάτων αναφέρεται στα ARCH υποδείγματα. Σε πολλά σημεία ανάλυσης των χρηματοοικονομικών γίνεται αντιληπτή η παρουσία των υποδειγμάτων ARCH.

Παρά ταύτα αναφέρει πως ένα από τα πιο διαδεδομένα υποδείγματα ανάλυσης της μη – γραμμικότητας είναι τα Threshold υποδείγματα. Με βάση τον Dwyer, στην πιο απλή μορφή τους μπορούν να γραφούν ως:

Εξηγώντας τις σχέσεις από το Threshold υπόδειγμα, τονίζει πως σε αυτού του είδους τα υποδείγματα, η συμπεριφορά του  $x$  μπορεί να εμπλακεί με ένα διαφορετικό τρόπο και να γίνει εξαρτημένη μεταβλητή, ανάλογα με την αξία του  $x_t$  σε  $d$  χρονικές περιόδους, όταν φυσικά η τιμή  $t$  είναι μεγαλύτερη ή μικρότερη από μια οποιαδήποτε παράμετρο  $c$ .

Με βάση την προηγούμενη λογική, έτσι και ο Tong (2015) περιγράφει τα Threshold υποδείγματα, ενώ παράλληλα αναφέρεται εκτενώς και στα υποδείγματα ARCH – GARCH. Αναφέρει χαρακτηριστικά πως τα υποδείγματα GARCH παρουσιάζουν ένα εξαιρετικό ενδιαφέρον και είναι εκείνα τα υποδείγματα που μπορούν να λύσουν οποιαδήποτε προβλήματα προκύπτουν από τα υποδείγματα ARCH.

Οι Berkes, Horvath και Kokoszka (2006) αναφέρονται στις διαφορετικές διαδικασίες των υποδειγμάτων GARCH και των εκτιμήσεων. Η ιδιαιτερότητα των υποδειγμάτων GARCH έγκειται στην ύπαρξη μεγάλης μνήμης στις χρονοσειρές αλλά ταυτόχρονα στο ότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευελιξία στη δομή των υστερήσεων. Αυτά τα υποδείγματα επεκτείνουν τα μοντέλα ARCH, αφού η υπό συνθήκη διακύμανση είναι γραμμική συνάρτηση των παρελθουσών δειγματικών διακυμάνσεων και παράλληλα επιτρέπει να υπάρχουν υστερήσεις των υπό συνθήκη διακυμάνσεων.

Οι Angelidis, Benosa και Degiannakis (2004) για τις εκτιμήσεις των VaR υποδειγμάτων χρησιμοποιούν τα διάφορα μοντέλα των GARCH, δηλαδή τα EGARCH και TGARCH. Ουσιαστικά, αναφέρονται στην πιο απλή μορφή ενός GARCH υποδείγματος που δεν είναι άλλο από το GARCH (1,1). Στην πράξη, όπως τονίζουν και οι ίδιοι, όλες οι μελέτες έχουν ως αφετηρία το GARCH (1,1) και στη συνέχεια ανεβαίνουν σε υστερήσεις, για να επιβεβαιώσουν και να καταλήξουν στην πιο απλή μορφή αυτού του υποδείγματος και στο συμπέρασμα ότι από μόνο του το υπόδειγμα ARCH δεν είναι ικανό να προσδιορίσει το κατάλληλο VaR υπόδειγμα για τις εξεταζόμενες σειρές.

Οι Bauwens, Laurent και Rombouts (2006) εξήγησαν τα πολυμεταβλητά υποδείγματα GARCH, έχοντας ως βάση τα υποδείγματα ARCH και συνεχίζοντας με μια άλλη κατηγορία υποδειγμάτων GARCH, τα MGARCH υποδείγματα. Για τα GARCH υποδείγματα αναφέρουν ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκτιμήσουν μια long ή μια short θέση για το χαρτοφυλάκιο των χρονοσειρών. Σε αυτό το πλαίσιο οι Boudt, Galanos, Payseur και Zivotd (2019) αναφέρονται και αυτοί στα πολυμεταβλητά υποδείγματα GARCH και συγκεκριμένα στα MGARCH υποδείγματα κάνοντας χρήση υψηλής συχνότητας δεδομένων. Με βάση αυτά τα δεδομένα δημιουργούν διαφορετικά πολυμεταβλητά υποδείγματα με στόχο τη σύγκριση και την επιλογή του καλύτερου. Στα υποδείγματα GARCH έχει κάνει εκτενή αναφορά ο Takaishi (2016), ο οποίος χρησιμοποίησε αυτού του είδους τα υποδείγματα προκειμένου να περιορίσει την μεταβλητότητα των χρονολογικών σειρών, αφού φυσικά μιλάμε για σειρές που μελετώνται μέσα στο χρόνο και μάλιστα για σειρές του χρηματιστηρίου. Αναφέρει ότι το υπόδειγμα αυτό είναι το πλέον κατάλληλο για τη μεταβλητότητα και πως προέρχεται από το ARCH με στόχο να διορθώσει τις ατέλειές του. Με βάση την μεγάλη εφαρμογή που έχει γρήγορα δημιουργηθήκαν και άλλες προεκτάσεις από αυτό, όπως το EGARCH και το AGARCH, υποδείγματα που δημιουργήθηκαν για να μετρούν την μεταβλητότητα και από πολλούς έχουν χαρακτηριστεί ως φαινόμενο μόχλευσης. Ο Takaishi (2016) αρχίζει με ένα υπόδειγμα GARCH(1,1) και παρατηρεί πως η επιπρόσθετη χρήση υστερήσεων μπορεί τελικά να μη λύσει το πρόβλημα, αλλά να εντείνει την κατάσταση. Ταυτόχρονα, ορίζει ένα υπόδειγμα EGARCH και ένα AGARCH, με τις βασικές παραμέτρους των υποδειγμάτων να εισάγουν την ασυμμετρία στη μεταβλητότητα των υποδειγμάτων.

Η μελέτη των Caporale και Zekokh (2019) αναφέρονται στα GARCH για την υποδειματοποίηση των κρυπτονομισμάτων. Έχοντας δημιουργήσει τα αντίστοιχα υποδείγματα χρησιμοποιούν τις πρώτες διαφορές κάθε σειράς προκειμένου να ελέγξουν για ύπαρξη ομαδοποιημένης αστάθειας με στόχο να

μπορέσουν να αναγνωρίζουν το πρόβλημα και να κάνουν την σύγκριση όλων των υποδειγμάτων GARCH και την επιλογή του κατάλληλου για κάθε κρυπτονομίσμα.

Οι Chu, Chan, Nadarajah και Osterrieder (2017), χρησιμοποίησαν και αυτοί τα υποδείγματα GARCH για να υποδειγματοποιήσουν και να ασχοληθούν με τα τέσσερα βασικότερα κρυπτονομίσματα. Ουσιαστικά, ανέλυσαν τα κρυπτονομίσματα με βάση τόσο το απλό GARCH υπόδειγμα αλλά ταυτόχρονα το TGARCH, SGARCH, EGARCH, GJGARCH και άλλων υποδειγμάτων της κατηγορίας GARCH, προσπαθώντας έτσι να καταλήξουν στο κατάλληλο υπόδειγμα για κάθε κρυπτονομίσμα, μέσα φυσικά από την συμβολή των κριτηρίων Akaike και Swartz. Γενικότερα, τα υποδείγματα GARCH χρησιμοποιούνται αρκετά στη βιβλιογραφία για να εκτιμήσουν την αξία σε κίνδυνο των μετοχών. Έτσι, οι Orhan και Koksal (2011) στην προσπάθεια να εκτιμήσουν την αξία σε κίνδυνο κάνουν χρήση αυτών των υποδειγμάτων, καταλήγοντας στο γεγονός ότι ο καλύτερος τρόπος περιγραφής των συγκεκριμένων εκτιμήσεων είναι το μοντέλο ARCH, ακολουθούμενο από τον έλεγχο GARCH (1,1) και ταυτόχρονα η κατανομή t student είναι καλύτερη από την κανονική κατανομή. Οι Wang, Chen και Wang (2016) χρησιμοποιούν τα διαφορετικά μοντέλα από το υπόδειγμα GARCH για να περιγράψουν δεδομένα υψηλής τάσης. Χρησιμοποιούν διαφορετικές υστερήσεις των υποδειγμάτων ARCH και GARCH, υπό τις διαφορετικές υποθέσεις που κάθε φορά θέτουν και καταλήγουν στην επιλογή του καλύτερου παραμετρικού υποδείγματος σύμφωνα με το δείκτη RMSE.

Ο Robinson (1998) χρησιμοποιεί πλειάδα υποδειγμάτων όπως ARCH, GARCH, Threshold υποδείγματα και STAR υποδείγματα. Αναφέρει πως η μη – γραμμικότητα μπορεί να εμφανισθεί είτε στη διακύμανση είτε στο μέσο όρο και για να μπορέσει να την εντοπίσει χρησιμοποιεί αυτά τα μη – γραμμικά υποδείγματα. Ουσιαστικά, ακολουθεί ολόκληρη την οικονομετρική ανάλυση, ξεκινώντας με το BDS test, τους στατιστικούς ελέγχους για την πορεία της κατανομής και την ύπαρξη ή μη ασυμμετρίας και κύρτωσης, χρησιμοποιεί το AIC κριτήριο για τα κατάλοιπα των χρονολογικών σειρών και καθώς εμφανίζεται η ύπαρξη μη – γραμμικότητας, τότε ακολουθεί τα υποδείγματα ARCH και GARCH με τις υποκατηγορίες τους, αλλά και τα LSTAR και ESTAR υποδείγματα για την επίλυση του προβλήματος της μη – γραμμικότητας στον μέσο όρο και την διακύμανση. Έχοντας δημιουργήσει όλη αυτή την οικονομετρική διαδικασία καταλήγει στο συμπέρασμα ή την παρατήρηση πως σε περιόδους που η πορεία της υπό εξέταση χρονοσειράς είχε ανοδική πορεία, το πλέον κατάλληλο υπόδειγμα ανάλυσης είναι το υπόδειγμα LSTAR, ενώ σε περιόδους πτωτικής πορείας το πιο ολοκληρωμένο υπόδειγμα ανάλυσης είναι το GARCH υπόδειγμα.

Αναφορικά με τα υποδείγματα STAR και αυτά διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα φυσικά με τον τρόπο με τον οποίο εκφέρονται. Εδώ ανήκουν τα υποδείγματα ESTAR, LSTAR και TSTAR. Ο Nicolau (2010) στην ανάλυση του για την αξία της αγοραστικής δύναμης χρησιμοποιεί το υπόδειγμα ESTAR. Όπως χαρακτηριστικά αναφέρει ένα πλεονέκτημα του συγκεκριμένου υποδείγματος είναι ότι συγκεκριμένου υποδείγματος είναι ότι οι υπό εξέταση παράμετροι είναι ανεξάρτητοι από την συχνότητα

των δεδομένων. Η συνεχόμενη λοιπόν πορεία που ακολουθεί το ESTAR βοηθά τη μη – γραμμικότητα μέσα από την ανάλυση της στοχαστικής διαφοροποίησης του διαταρακτικού όρου καθώς το μέγεθος των χρονικών παρεμβολών πλησιάζει το μηδέν. Στο ίδιο υπόδειγμα έχουν αναφερθεί οι Chappell και Peel (1997). Έχοντας ορίσει την εξίσωση του υποδείματος θεωρούν ότι έχει μηδενικό μέσο και εμφανίζει και λευκό θόρυβο, ενώ ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του, ανάμεσα στα υπόλοιπα μη – γραμμικά υποδείγματα, είναι ότι έχει την ικανότητα να περιγράψει τους οικονομικούς κύκλους.

Ο Zhang (2011) τονίζει ότι τα υποδείγματα STAR εφαρμόζονται συχνά εξαιτίας της εφαρμογής τους στην υποδειματοποίηση των χρηματοοικονομικών και δυναμικών δεδομένων. Ουσιαστικά για την ανάλυση χρησιμοποιεί την στατιστική Wald η οποία προτάθηκε από τον Teräsvirta και η οποία δεν ακολουθεί την κατανομή  $\chi^2$ , αλλά την T κατανομή.

Στην μεγάλη κατηγορία των μη – γραμμικών υποδειμάτων εντάσσονται και τα Bilinear υποδείγματα. Ο Chang (2012) αναφέρει ότι το χαρακτηριστικό γνώρισμα των Bilinear υποδειμάτων είναι ότι αποτελούν μια επέκταση των αναπροσαρμογών και ανήκουν στην κατηγορία των αναδρομικών μη – γραμμικών υποδειμάτων. Ουσιαστικά, όπως ο ίδιος τονίζει αυτά τα υποδείγματα χρησιμοποιούν παρελθούσες τιμές οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά τα αποτελέσματα του παρόντος. Οι Maaziz και Kharfouchi (2017) υποστηρίζουν ότι αυτού του είδους τα υποδείγματα χρησιμοποιούνται για την υποδειματοποίηση των χρονολογικών σειρών μέσα από μεθόδους που κυρίως συναντώνται στη βιολογία, την μετεωρολογία, την ωκεανογραφία, τη γεωλογία. Συγγέουν το Bilinear υπόδειγμα με την παλινδρόμηση του Markov και μάλιστα κάνουν γνωστό ότι πολλά προβλήματα μπορούν να επιλυθούν μέσα από υποδείγματα GARCH, τα οποία μπορούν να εκφραστούν μέσα από υποδείγματα Bilinear, με το πλεονέκτημα ότι η μη – αρνητικότητα που παρουσιάζεται στις παραμέτρους βοηθάτε πολύ από τα τελευταία αυτά υποδείγματα. Ο Weiss (1986) προχώρησε σε μια σύγκριση των υποδειμάτων ARCH και Bilinear, μελετώντας τα ξεχωριστά. Για την σταθερότητα του κάθε ενός υποδείματος παρατηρεί ότι είναι πιο εύκολο να σταθεροποιηθεί του υπόδειγμα ARCH παρά το Bilinear υπόδειγμα, μιας και εκεί οι παράμετροι είναι περισσότεροι και χρειάζονται περισσότερες σχέσεις προκειμένου να μπορέσει να βρεθεί μια λύση. Ουσιαστικά, αναφέρει ότι για να δημιουργηθεί ένα υπόδειγμα Bilinear απαιτείται αρχικά η εκτίμηση ενός ARMA υποδείματος και η εξίσωση των καταλοίπων θα προσαρμοστεί και θα δώσει με τη σειρά της το Bilinear υπόδειγμα. Αυτό σημαίνει πως υπάρχει μια σχέση ανάμεσα στα δύο υποδείγματα, με τα bilinear υποδείγματα ωστόσο να καλύπτουν περισσότερες πτυχές του φαινομένου της μη – γραμμικότητας. Ο Matviychuk (2018) προσπάθησε να εκτιμήσει τις διαφορετικές τεχνικές για τα συστήματα ελέγχου των Bilinear υποδειμάτων. Με βάση την παραμετρική διαδικασία και χρησιμοποιώντας το υπόδειγμα Bilinear έθεσε τις προϋποθέσεις για την ανάλυση κινδύνου των σειρών. Οι Choi, Park και Hwang (2011) χρησιμοποιούν ένα υπόδειγμα Bilinear GARCH και παρατηρούν ότι παρουσιάζει ασυμμετρίες στις μεταβλητότητες που χρησιμοποιεί. Στο ίδιο πλαίσιο, οι Feng, Peng και Zhu (2013) χρησιμοποιούν τα υποδείγματα Bilinear για την υποδειματοποίηση του μέσου όρου και την εξάλειψη της μη – γραμμικότητας και συμπεραίνουν πως η υποδειματοποίηση του μέσου όρου

είναι μια απλή εφαρμογή των ελαχίστων τετραγώνων, ενώ για την υποδειματοποίηση της διακύμανσης είναι δύσκολη η χρήση των εκτιμητών των ελαχίστων τετραγώνων υπό την υπόθεση της γραμμικότητας των σφαλμάτων.

Οι Li, Wen και Zhang (2015) χρησιμοποιούν τη θεωρία του σταθερού σημείου για να προσδιορίσουν ένα υπόδειγμα Bilinear. Για να καταλήξουν εκεί χρησιμοποιούν ένα γραμμικό δυναμικό υπόδειγμα και ένα στατικό μη – γραμμικό υπόδειγμα, δημιουργώντας ουσιαστικά μια σύγκριση ανάμεσα στα δύο αυτά υποδείγματα. Πολλές είναι και οι μελέτες που χρησιμοποιούν τόσο τα ARCH υποδείγματα όσο και τα Bilinear και μέσω της σύγκρισης προσπαθούν να καταλήξουν στο κατάλληλο υπόδειγμα κάθε φορά, δηλαδή εκείνο που τους δίνει καλύτερα αποτελέσματα με βάση τα δεδομένα που χρησιμοποιούν. Έτσι, οι Wu και Hung (1999) μελετούν τα υποδείγματα ARCH και Bilinear για τις μη – γραμμικές χρονολογικές σειρές και καταλήγουν ότι και τα δύο παρουσιάζουν πανομοιότυπα αποτελέσματα και ότι ο λευκός θόρυβος περιορίζεται σε χαμηλά επίπεδα.

## Κεφάλαιο 5: Εμπειρική Ανάλυση

Η συγκεκριμένη ενότητα αποτελεί εφαρμογή όλων των παραπάνω θεωρητικών υποδειγμάτων από τη σκοπιά πλέον της εμπειρικής ανάλυσης. Στην πραγματικότητα, θα εφαρμοστούν τα παραπάνω υποδείγματα στις επιλεγμένες χρονολογικές σειρές, ανάλογα βέβαια με τις ανάγκες κάθε σειράς, με σκοπό την μοντελοποίηση της συμπεριφοράς τους στο χρόνο.

Πιο αναλυτικά, έχουμε τέσσερις μετοχές ελληνικών εταιρειών, που στην προκειμένη περίπτωση είναι οι τέσσερις ελληνικές συστημικές τράπεζες, δηλαδή η Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας (ΕΤΕ), η Τράπεζα Πειραιώς (ΠΕΙΡ), η Eurobank Ergasias (EUR) Alpha Bank (ALPHA). Το χρονικό διάστημα εξέτασής τους είναι από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2012 έως και την 26<sup>η</sup> Ιουνίου 2014 και χρησιμοποιούνται για τις εν λόγω μετοχές οι προσαρμοσμένες τιμές κλεισίματος σε ημερήσια βάση, όπως έχουν καταγραφεί από το Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών, με δεδομένο φυσικά το ωράριο λειτουργίας των συγκεκριμένων εταιρειών. Οι συνολικές παρατηρήσεις για κάθε μία μετοχή ξεχωριστά είναι 560 και ο λόγος που χρησιμοποιείτε ένα τέτοιου είδους εύρος παρατηρήσεων είναι μια όσο το δυνατό πληρέστερη πρόβλεψη.

### 5.1. Μεθοδολογία

Για την οικονομετρική ανάλυση που ακολουθεί πραγματοποιούμε ορισμένα βασικά βήματα.

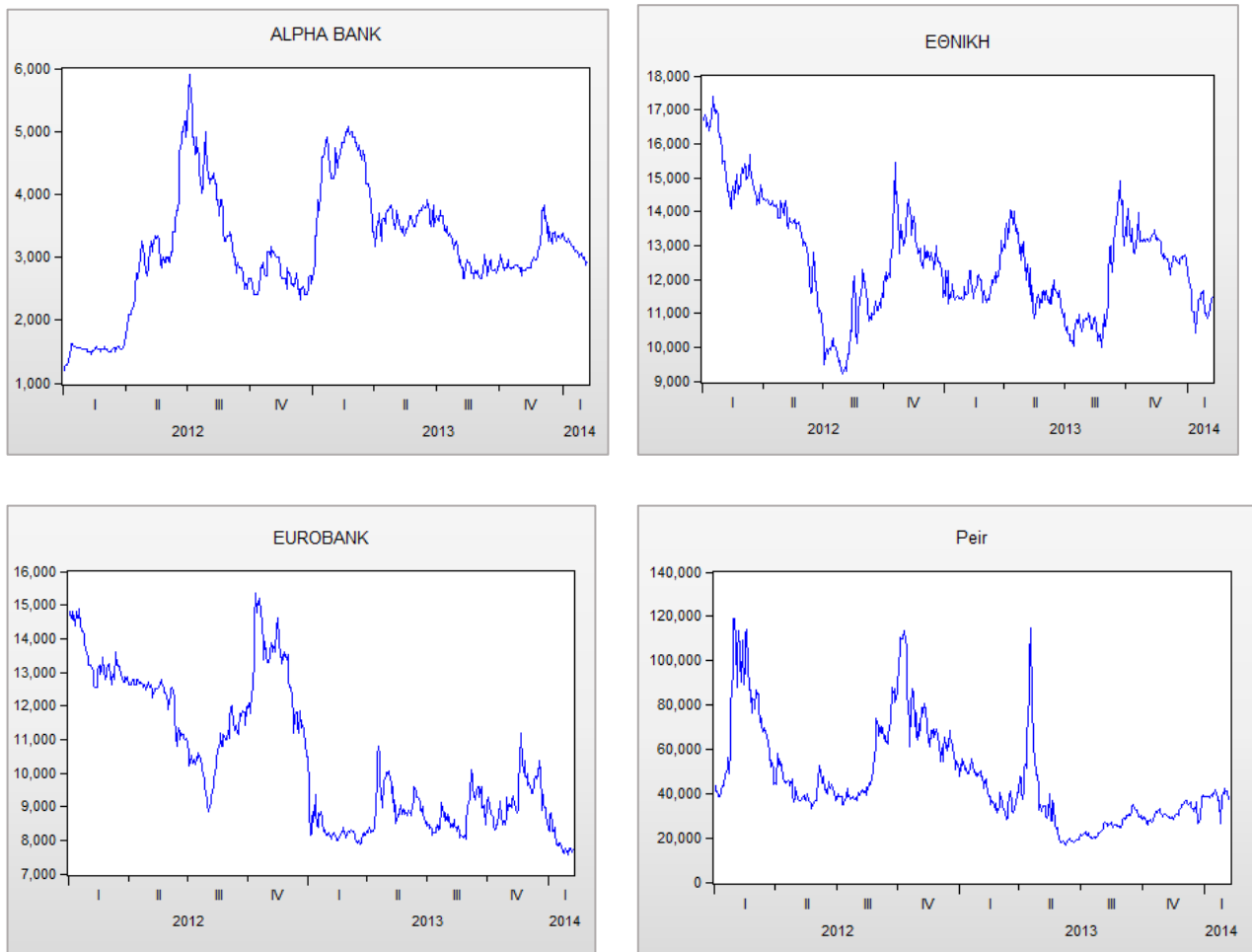
1. Το πρώτο και πολύ βασικό βήμα είναι να διενεργηθεί έλεγχος στασιμότητας. Γραφικά αυτό παρουσιάζεται μέσα από το κορρελόγραμμα και στην περίπτωση που οι χρονολογικές σειρές δεν είναι στάσιμες, τότε μέσω των πρώτων διαφορών κυρίως και στη συνέχεια των δεύτερων ή και των τρίτων διαφορών με στόχο την εξάλειψη τυχόν τάσης στα δεδομένα.
2. Σε αυτό το βήμα γίνεται έλεγχος ύπαρξης γραμμικής ή μη – γραμμικής σχέσης στο στάσιμο πια υπόδειγμα των χρονολογικών σειρών. Εάν παρουσιάζεται η μη – γραμμικότητα, τότε χρησιμοποιούνται ξεχωριστά τα διαφορετικά υποδείγματα ώστε να αφαιρεθεί και να είναι πλέον κάθε μια σειρά έτοιμη για την πρόβλεψη. Σε αυτή τη φάση, γίνεται δοκιμή διαφορετικών τάξεων και εξετάζονται τα  $t$  – statistics των συντελεστών. Το υπόδειγμα που επιλέγεται είναι εκείνοι που δίνει τις μικρότερες τιμές των κριτηρίων καλής προσαρμογής, δηλαδή του Akaike Information Criterion (AIC) και Schwartz Criterion (SCH).
3. Αφού καταλήξουμε σε ένα υπόδειγμα, διενεργούμε σε αυτό έλεγχο των καταλοίπων, με τη βοήθεια του BDS test, προκειμένου να εξετάσουμε εάν το μοντέλο στο οποίο καταλήξαμε έχει καταφέρει να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά της χρονοσειράς. Στην περίπτωση που δεν είναι κάτι τέτοιο εφικτό, τότε δοκιμάζουμε και πάλι κάποια άλλη υστέρηση στο υπόδειγμα.

4. Το τελευταίο βήμα είναι να φτάσουμε στην Πρόβλεψη. Έχοντας ουσιαστικά αναλύσει όλα τα υποδείγματα και έχοντας φτάσει σε ένα επιθυμητό μοντέλο κάθε μιας χρονοσειράς, τότε διενεργείτε η πρόβλεψη με στόχο να γίνει γνωστό πιο είναι εκείνο το υπόδειγμα το οποίο έχει την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα για τις μετοχές που έχουν χρησιμοποιηθεί.

Είναι σημαντικό να επισημάνουμε πως η μεθοδολογία ακολουθεί το πρότυπο της θεωρίας των Box – Jenkins και γίνεται σύμφωνα με τα βήματα της της Ταυτοποίησης, της Επισήμανσης, της Διάγνωσης και τέλος της Πρόβλεψης. Παράλληλα, ολόκληρη η οικονομετρική ανάλυση έχει πραγματοποιηθεί με τη βοήθεια του οικονομετρικού πακέτου Eviews και την έκδοση 9.

## **5.2. Ταυτοποίηση**

Ένα αρχικό και πολύ σημαντικό βήμα είναι η Ταυτοποίηση, όπως ακριβώς προτάθηκε και ακολουθείτε στη μεθοδολογία των Box – Jenkins. Σύμφωνα με αυτή, διενεργούμε για κάθε μετοχή ένα απλό διάγραμμα της πορείας τους κατά τη διάρκεια της εξεταζόμενης περιόδου. Σκοπός αυτού του βήματος είναι μια πρώτη διαπίστωση μιας τυχόν παράλογης συμπεριφοράς, δηλαδή μια πιθανότητα ύπαρξης μη – γραμμικότητας. Έτσι, δημιουργείτε το Γράφημα 1, το οποίο αποτελεί συγκεντρωτικό γράφημα των τεσσάρων μετοχών.

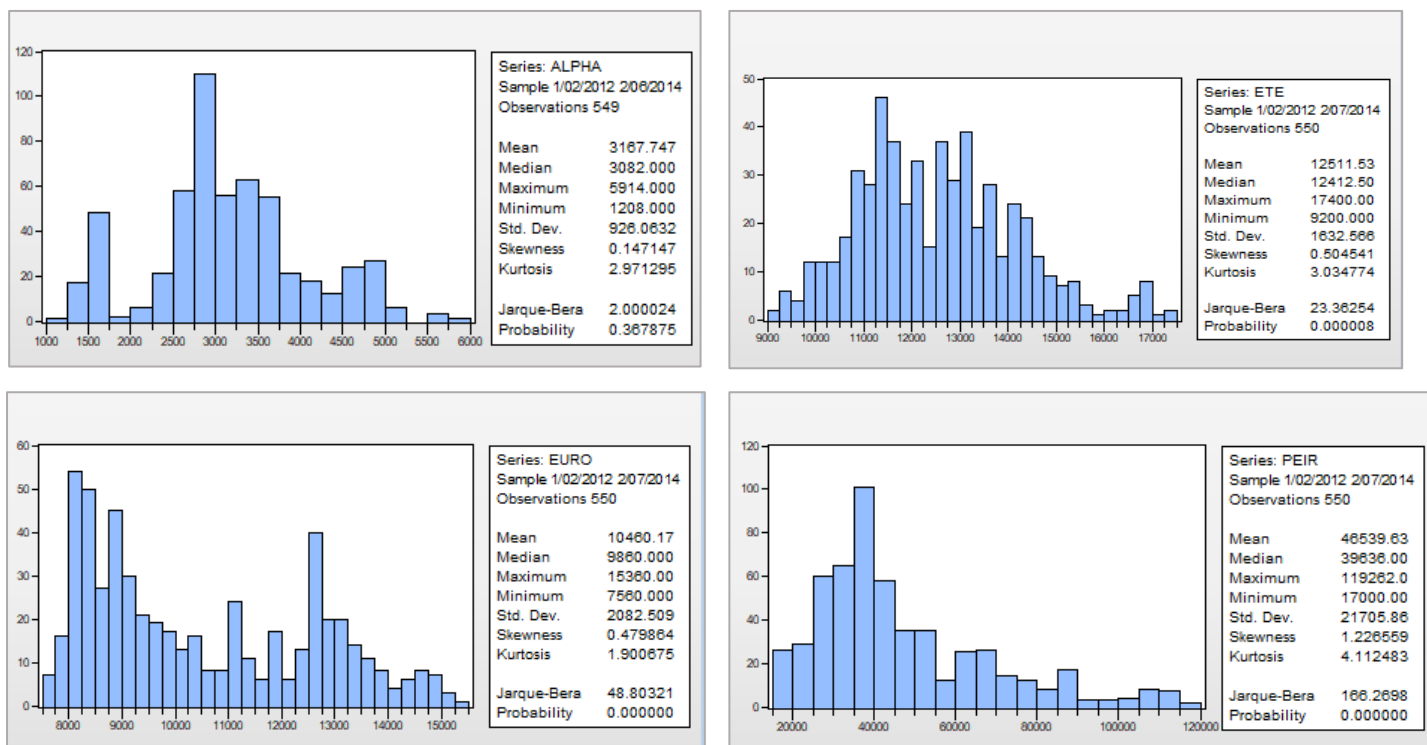


Γράφημα 5.1: Διαγράμματα πορείας χρονολογικών σειρών

Και τα τέσσερα διαφορετικά διαγράμματα συγκλίνουν στο ότι δεν μπορεί να υπάρξει μια σταθερή και γραμμική πορεία στις σειρές. Ουσιαστικά, υπάρχουν διαφορετικές πορείες για κάθε μετοχή, είτε πρόκειται για κάποιες αυξήσεις, είτε πρόκειται για μειώσεις στις τιμές τους, χωρίς φυσικά να υπάρχει μια σταθερότητα και μια παγιωμένη κατάσταση. Το κοινό χαρακτηριστικό είναι πως το κάθε ένα γράφημα ακολουθεί μια λίγο ως πολύ πτωτική πορεία, δηλαδή είναι φανερό πως η τιμή κάθε μετοχής είναι αρκετά μικρότερη το 2014 σε σχέση με το 2012. Η Εθνική Τράπεζα, ίσως παρουσιάζει κάποιες υπερβολικά υψηλές ή χαμηλές τιμές, δηλαδή κάποιες ακραίες τιμές, οι οποίες φυσικά είναι αξιοσημείωτες και ίσως σχετίζονται με κάποια διαταραχή που υπέστη η τράπεζα. Ταυτόχρονα, άξιο ενδιαφέροντος είναι η πτωτική και σχεδόν σταθερή τάση που παρουσιάζει η Eurobank, από το 2<sup>ο</sup> τετράμηνο του 2013. Στην πραγματικότητα φαίνεται πως η τιμή ακολουθεί μια αρκετά χαμηλότερη πορεία χωρίς αυτό να σημαίνει ότι γίνεται γραμμική η πορεία της. Ουσιαστικά, σε επόμενο βήμα η εξομάλυνση θα μας προσδώσει μια πιο ξεκάθαρη εικόνα τόσο της πορείας της μετοχής των τραπεζών όσο και της ύπαρξης ή όχι ομαδοποιημένης αστάθειας.



Είναι επίσης σημαντικό βήμα για τη διαπίστωση ύπαρξης μη – γραμμικότητας στις σειρές είναι η δημιουργία του αντίστοιχου Ιστογράμματος κάθε μιας σειράς ξεχωριστά.



Γράφημα 5.2: Ιστογράμματα κανονικής κατανομής των σειρών (Alpha, Εθνική, Eurobank, Πειραιώς)

Πίνακας 5.1: Στοιχεία Περιγραφικής Στατιστικής για τις τέσσερις χρονολογικές σειρές.

	Alpha Bank	Εθνική Τράπεζα	Eurobank	Τράπεζα Πειραιώς
<i>Μέσος</i>	3167,747	12511,53	10460,17	46539.63
<i>Διάμεσος</i>	3082,000	12412,50	9860,000	39636.00
<i>Τυπική απόκλιση</i>	926,0632	1632,566	2082,509	21705.86
<i>Μέγιστο</i>	5914,000	17400,00	15360,000	119262.0
<i>Ελάχιστο</i>	1208,000	9200,00	7560,00	17000.00
<i>Ασυμμετρία</i>	0,147147	0,504541	0,479864	1.226559
<i>Κόρτωση</i>	2,971295	3,034774	1,900675	4.112483
<i>Jarque – Berra</i>	2,00024	23,36254	48,80321	166.2698
<i>P - value</i>	0,367875	0,000	0,000	0,000

Σύμφωνα με τα Γραφήματα που απαρτίζουν το παραπάνω Γράφημα 5.2 και τον συγκεντρωτικό Πίνακα 5.1, καμία σειρά δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή, δηλαδή καμία σειρά δεν παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά της κανονικής κατανομής, αφού καμία δεν έχει ούτε σταθερό μέσο όρο, ούτε σταθερή διακύμανση. Πιο αναλυτικά, για να υπάρχει κανονική κατανομή η Ασυμμετρία στην κατανομή πρέπει να είναι μηδενική και η κύρτωση να ισούται με την τιμή 3. Όλες οι σειρές εμφανίζουν μια θετική ασυμμετρία και παράλληλα όλες οι κατανομές είναι κατά κύριο λόγο αριστερόκυρτες. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η σειρά που είναι πιο κοντά στην κανονική κατανομή είναι η μετοχή της Alpha Bank. Η ασυμμετρία και η κύρτωση που παρουσιάζει να μην είναι μηδέν και 3 αντίστοιχα, αλλά έχει τιμές αρκετά κοντά σε αυτά τα χαρακτηριστικά. Επίσης, άξιο αναφοράς είναι ότι όλες οι σειρές έχουν μηδενικό P –value, ενώ το P –value της Alpha Bank είναι μεγαλύτερο από κάθε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει μια μορφή μη – γραμμικότητας η οποία ωστόσο μπορεί να διορθώνεται με ένα υπόδειγμα ARIMA, ενώ όλων των υπολοίπων η κατανομή είναι λεπτόκυρτη, αριστερόκυρτη και με θετική ασυμμετρία. Με αυτό τον τρόπο ισχυροποιείται η άποψη ότι υπάρχει μη – γραμμικότητα στις σειρές.

### 5.3. Έλεγχοι για μη – γραμμικότητες.

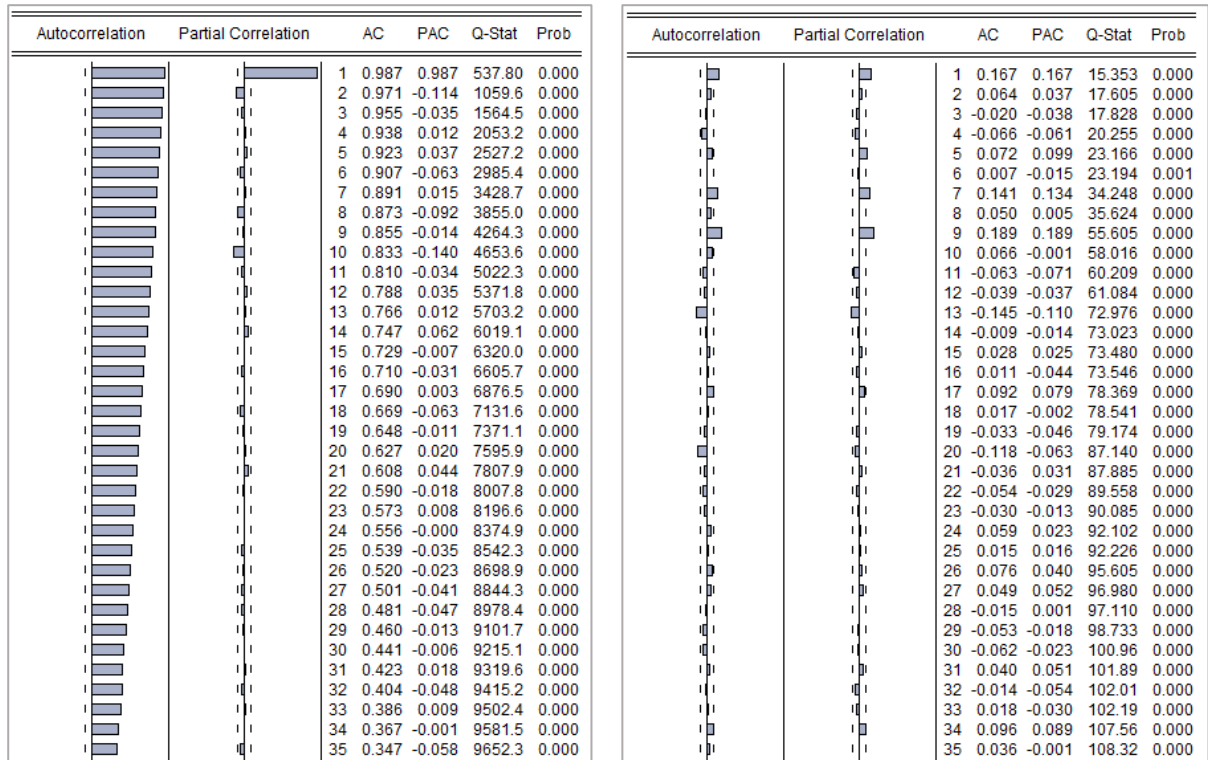
Βασικό στοιχείο και ένας από τους πιο σημαντικούς διαγνωστικούς ελέγχους για την επιβεβαίωση ύπαρξης μιας μη – γραμμικότητας στο δείγμα είναι το BDS test. Το συγκεκριμένο τεστ βασίζεται στην τιμή που λαμβάνουν τα  $z$  – statistic και τα και τα αντίστοιχα  $p$  – value. Το BDS ορίζει ότι όταν οι τιμές των  $z$  – statistic είναι ίση με την τιμή 3, τότε δεν υπάρχει υποψία για μη – γραμμικότητα, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η μη – γραμμικότητα υπάρχει και πρέπει να διευκρινιστεί ένα βρίσκεται στη Διακύμανση ή στο Μέσο Όρο.

Πίνακας 5.2: BDS test των σειρών για τις αντίστοιχες τιμές των  $z$  – statistic και των  $p$  – values

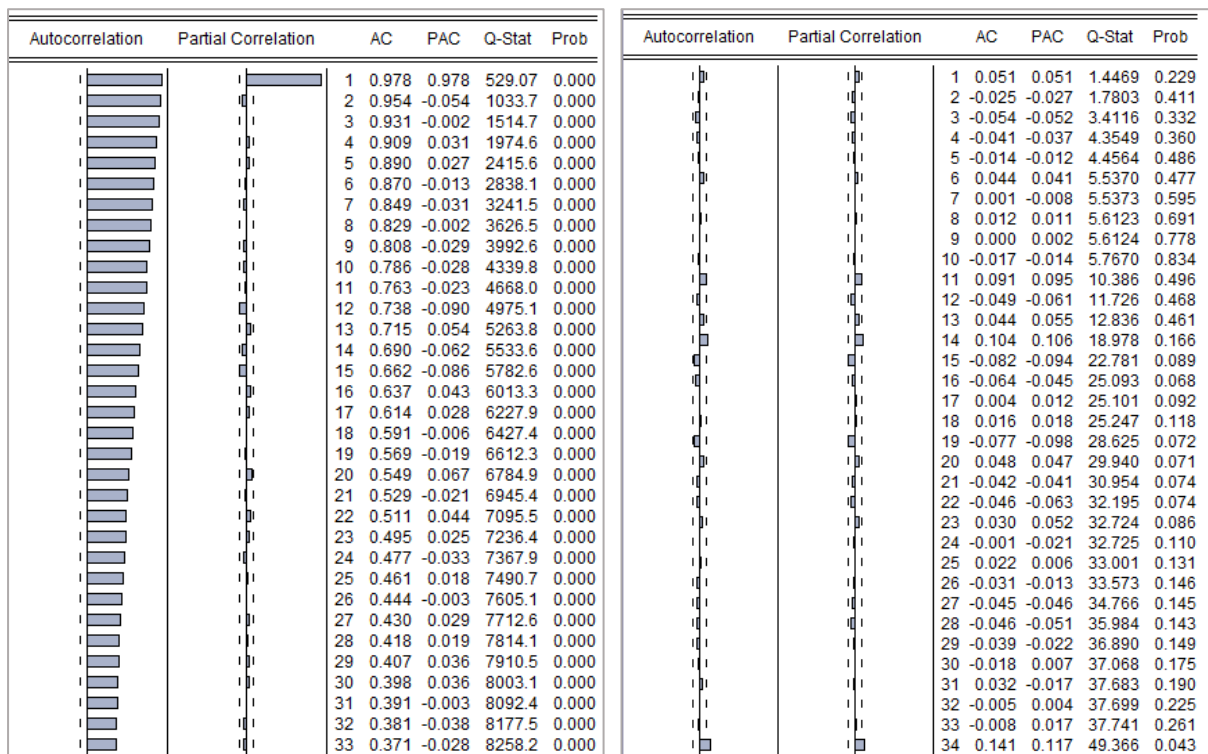
<i>z - statistic</i>					
<i>p - values</i>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>ALPHA</b>	58.70338 (0.000)	62.74976 (0.000)	6758789 (0.000)	74.53998 (0.000)	83.96590 (0.000)
<b>ETE</b>	65.38044 (0.000)	69.9418 (0.000)	75.29712 (0.000)	82.97118 (0.000)	93.34955 (0.000)
<b>EURO</b>	90.47710 (0.000)	97.33622 (0.000)	105.6662 (0.000)	117.6084 (0.000)	133.7497 (0.000)
<b>ΠΕΙΡ</b>	47.41476 (0.000)	50.83266 (0.000)	54.64335 (0.000)	59.93743 (0.000)	67.09233 (0.000)

Ο Πίνακας 5.2 παρουσιάζει το BDS test στις χρονολογικές σειρές για επιβεβαίωση ύπαρξης μη – γραμμικότητας. Ουσιαστικά, παρουσιάζει τις διαφορετικές τιμές των  $z$  – statistic με βάση τις υστερήσεις που προκύπτουν και αντίστοιχα το  $p$  – value για κάθε μια τέτοια τιμή. Όπως παρουσιάζεται, όλα τα  $p$  – values είναι μηδενικά και ταυτόχρονα όλες οι τιμές των  $z$  – statistic είναι μεγαλύτερες του 3. Αυτό σημαίνει ότι οι χρονολογικές σειρές παρουσιάζουν μια μη – γραμμικότητα, η οποία μπορεί να βρίσκεται είτε στη διακύμανση είτε στο μέσο όρο είτε και στα δύο ταυτόχρονα.

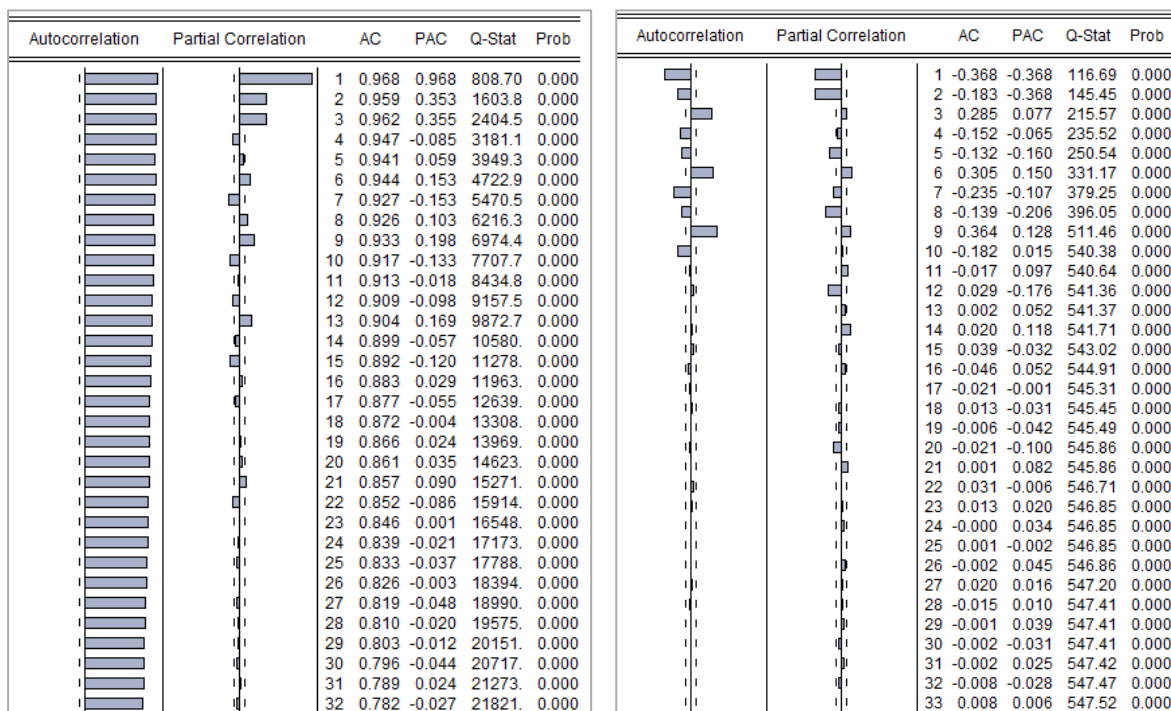
Ωστόσο, για να κατορθώσουμε να υποδειγματοποιήσουμε τη διακύμανση και το μέσο όρο με στόχο να αφαιρεθεί η μη – γραμμικότητα, πρέπει σε πρώτο στάδιο να ελέγξουμε εάν η κάθε μια ξεχωριστή χρονολογική σειρά είναι στάσιμη. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει στασιμότητα είναι απαραίτητες να γίνουν σωστές ενέργειες και έλεγχοι ώστε η αντίστοιχη σειρά να γίνει στάσιμη. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε υπόδειγμα εάν μια σειρά είναι μη – στάσιμη. Μια πρώτη αποτύπωση για τη στασιμότητα παρουσιάζει το κορρελόγραμμα (Correlogram). Τα αμέσως επόμενα διαγράμματα παρουσιάζουν το κορρελόγραμμα για κάθε μια από τις τέσσερις χρονολογικές σειρές, τόσο στα επίπεδα, όσο και στις πρώτες διαφορές.



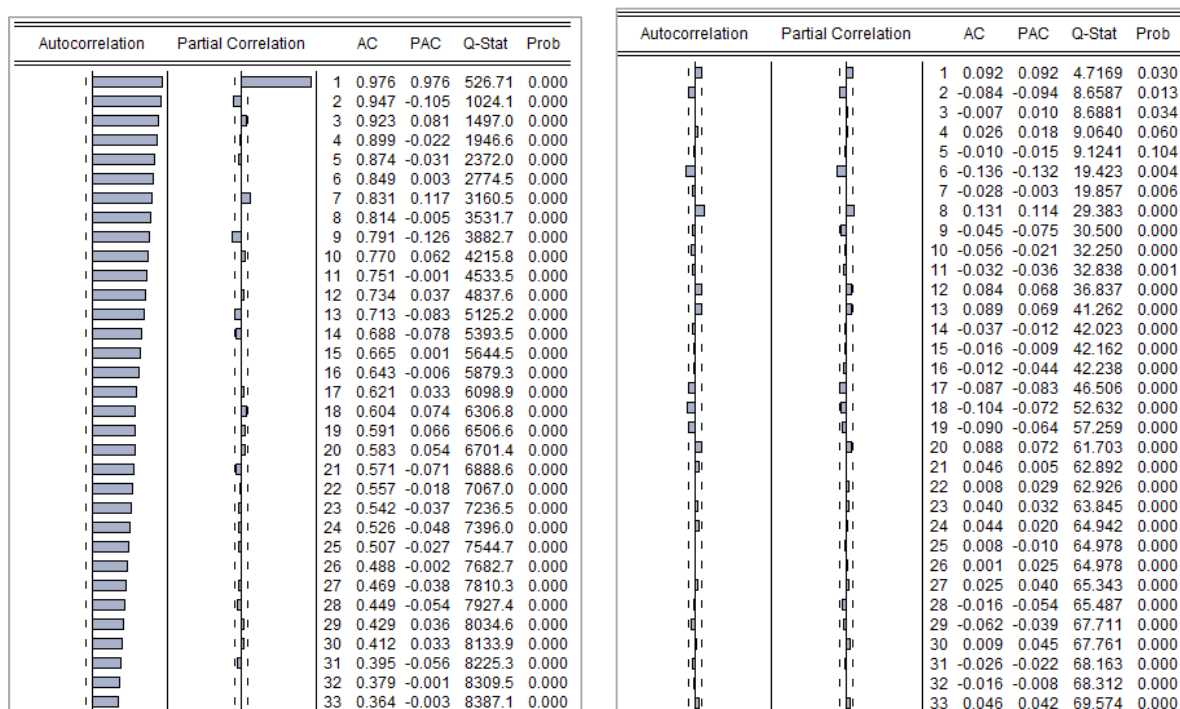
Γράφημα 5.3: Κορελλόγραμμα της Alpha Bank στα επίπεδα (αριστερά) και στις πρώτες διαφορές (δεξιά)



Γράφημα 5.4: Κορελλόγραμμα της Εθνικής Τράπεζας στα επίπεδα (αριστερά) και στις πρώτες διαφορές (δεξιά)



Γράφημα 5.5: Κορελλόγραμμα της Eurobank στα επίπεδα (αριστερά) και στις πρώτες διαφορές (δεξιά)



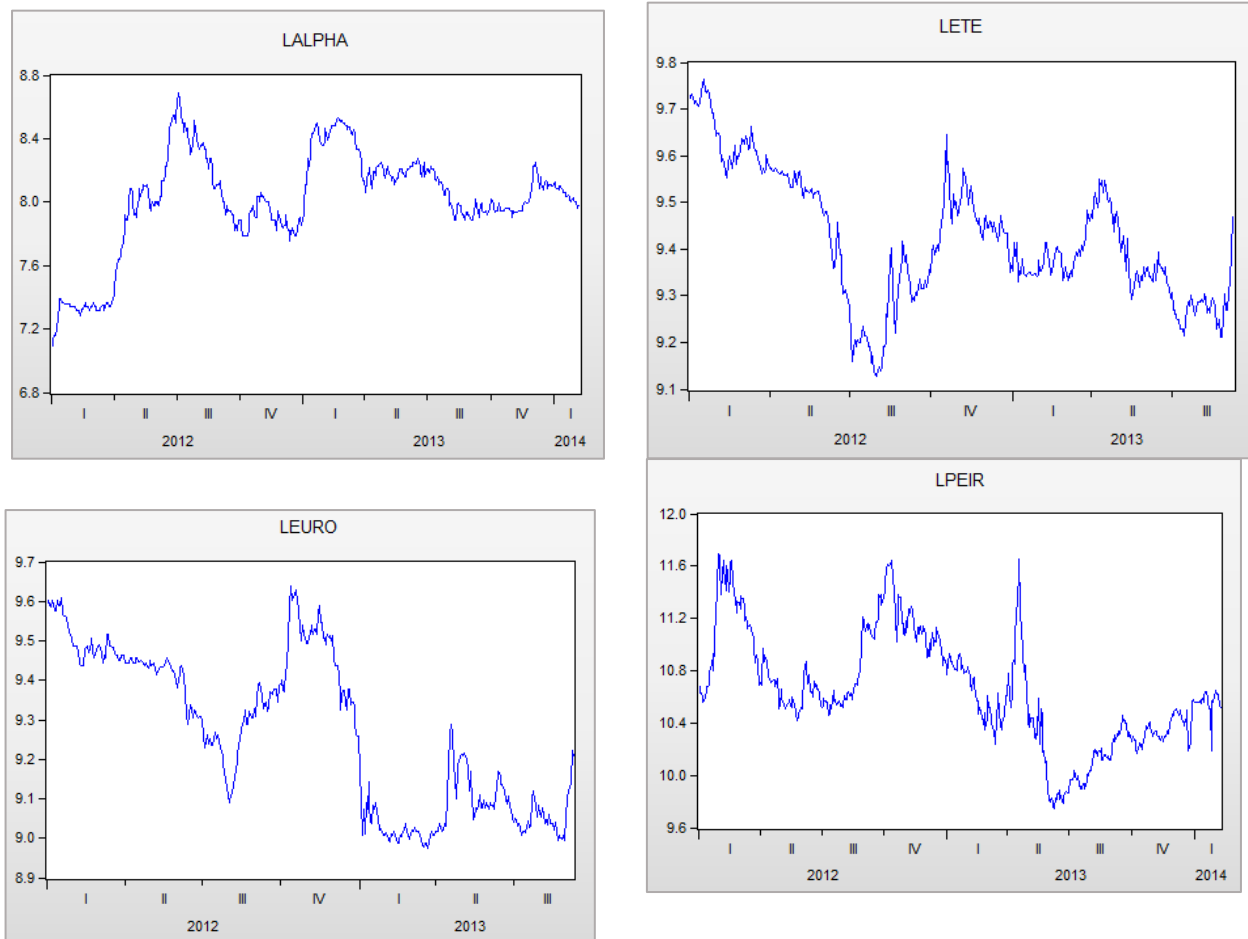
Γράφημα 5.6: Κορελλόγραμμα της Τράπεζας Πειραιώς στα επίπεδα (αριστερά) και στις πρώτες διαφορές (δεξιά)

Τα παραπάνω Γραφήματα παρουσιάζουν το κορρελόγραμμα κάθε μετοχής ξεχωριστά στα επίπεδα και στις πρώτες διαφορές. Η πληροφορία που μπορούμε να αντλήσουμε από το Γράφημα 3 και 6 είναι ότι τόσο η Alpha Bank όσο και η Τράπεζα Πειραιώς στα επίπεδα είναι μη – στάσιμες ενώ στις πρώτες διαφορές γίνονται στάσιμες. Αυτό μπορούμε να το αντιληφθούμε από το ότι στα επίπεδα υπάρχει μια απότομη πτώση από τις πρώτες στις τελευταίες παρατηρήσεις ενώ στις πρώτες διαφορές υπάρχει ένα πολύ πιο ήπιο σβήσιμο. Αναφορικά με το Γράφημα 5 και το κορρελόγραμμα της Eurobank, είναι και αυτή μη – στάσιμη στα επίπεδα με ένα διαφορετικό τρόπο από τα υπόλοιπα γραφήματα. Και σε αυτή την περίπτωση στα επίπεδα η πτώση είναι απότομη αλλά όχι στο βαθμό των δύο προηγούμενων περιπτώσεων, ενώ και πάλι οι πρώτες διαφορές στασιμοποιούν τη σειρά. Το πιο διαφορετικό γράφημα που προκύπτει σε αυτή την περίπτωση είναι το Γράφημα 4 και το κορρελόγραμμα της Εθνικής Τράπεζας. Το συγκεκριμένο γράφημα παρουσιάζει μια στασιμότητα από τα επίπεδα και η οποία ισχυροποιείται και στις πρώτες διαφορές και μάλιστα λαμβάνοντας και αρνητικές τιμές. Με βάση τα γραφήματα, όσες σειρές παρουσιάζουν μια μη – στασιμότητα στα επίπεδα, αυτή εξαλείφεται στις πρώτες διαφορές. Βέβαια, πέρα από το κορρελόγραμμα, υπάρχουν και ορισμένα τεστ που μπορούν να επιβεβαιώσουν ή να διαψεύσουν τα παραπάνω γραφήματα και είναι το Augmented Dickey – Fuller test (ADF test) και το Phillips – Perron test (PP test).

Πίνακας 5.3: ADF Test στις χρονολογικές σειρές στα επίπεδα και στις πρώτες διαφορές για το υπό εξέταση χρονικό διάστημα

	<i>ADF Test Levels</i>			<i>ADF Test 1<sup>st</sup> Differences</i>		
	<i>critical values</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>	<i>critical values</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<b>ALPHA</b>	-3.442076			-3.442076		
	-2.866605	-2.421049	0.1364	-2.866605	-19.72605	0.000
	-2.569528			-2.569528		
<b>ETE</b>	-3.442032			-3.442054		
	-2.866585	-2.832435	0.0544	-2.866595	-22.19300	0.000
	-2.599517			-2.569522		
<b>EURO</b>	-3.442032			-3.442098		
	-2.866585	-1.910390	0.3275	-2.866614	-14.26402	0.000
	-2.569517			-2.569533		
<b>ΠΕΙΡ</b>	-3.442032			-3.442076		
	-2.866585	-2.552687	0.1037	-2.866605	-17.25853	0.000
	-2.569517			-2.569528		

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3 επιβεβαιώνουν πλήρως το κορρελόγραμμα. Το ADF test στα επίπεδα



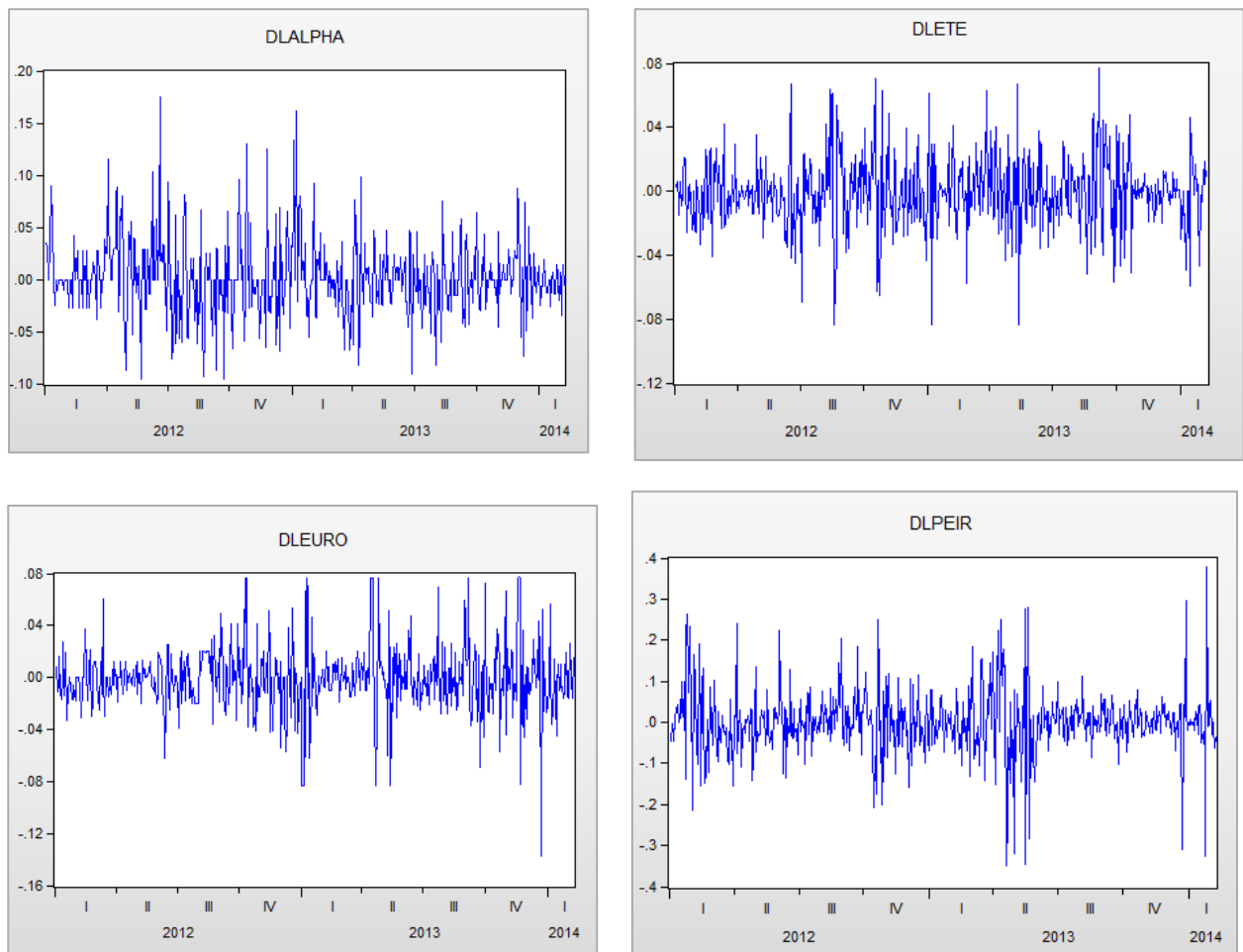
Γράφημα 5.7: Λογαριθμοποιημένη μορφή όλων των σειρών για εξομάλυνση της μεταβλητότητας

για τις τέσσερις χρονολογικές σειρές είναι μη – στάσιμο, αφού η τιμή της στατιστικής  $t$  είναι μεγαλύτερη από κάθε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας και κυρίως είναι μεγαλύτερη από το επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας  $\alpha = 0.05$  και παράλληλα η τιμή του  $p$  – value είναι μεγαλύτερη και πάλι από τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας. Στις πρώτες διαφορές, η τιμή της στατιστικής  $t$  γίνεται μικρότερη από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας και το ίδιο συμβαίνει και με το  $p$  – value, μιας και σε αυτή την περίπτωση έχε την τιμή μηδέν. Συνεπώς, η μη –στασιμότητα διορθώνεται στις πρώτες διαφορές, άρα υπάρχει μια μοναδιαία ρίζα και επομένως οι σειρές είναι ολοκληρωμένες πρώτου βαθμού και συμβολίζονται ως  $I(1)$ .

#### 5.4. Εκτίμηση της μη – γραμμικότητας

Όπως έχουμε παρατηρήσει στα γραφήματα των σειρών για την πορεία των σειρών, έγινε φανερό ότι οι σειρές διακατέχονται από μεγάλη μεταβλητότητα. Για να εξομαλύνουμε λοιπόν αυτές τις σειρές τις λογαριθμοποιούμε και στις συνέχεια δημιουργούμε το γράφημα των διαφορών των λογαρίθμων.

Το Γράφημα 5.7 παρουσιάζει και πάλι όλες τις χρονολογικές σειρές αλλά αυτή τη φορά με βάση τη λογάριθμο. Αυτό γίνεται μόνο και μόνο για να εξομαλύνουμε την ήδη υπάρχουσα μεταβλητότητα, η οποία συνεχίζει να υφίσταται με έναν όμως πιο φυσιολογικό ρυθμό. Και πάλι υπάρχουν οι μεταβολές και για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούμε τις πρώτες διαφορές της λογαρίθμου για να λάβουμε μια σαφή εικόνα των χαρακτηριστικών κάθε σειράς.



Γράφημα 5.8: Πρώτες διαφορές της λογαρίθμου των σειρών για διαπίστωση εξομάλυνσης.

Στο Γράφημα 5.8 αποτυπώνετε πλέον η εικόνα της εξομάλυνσης των σειρών. Οι πρώτες διαφορές της λογαρίθμου εξομάλυναν τις σειρές και σύμφωνα με αυτές προκύπτει ότι σε τελική ανάλυση συμπεριφέρονται όλες μη – γραμμικά. Όλες οι σειρές παρουσιάζουν μια ομαδοποιημένη αστάθεια. Είναι χαρακτηριστικό να αναφερθεί ότι αυτή η ομαδοποιημένη αστάθεια είναι διαφορετική σε κάθε μια τράπεζα. Αυτό οφείλετε στη διαφορετικότητα των εταιρειών, ασχέτως του ότι ανήκουν στον ίδιο κλάδο. Οι τιμές που εμφανίζονται προκύπτουν από τη σύσταση της κάθε τράπεζας και από τα προβλήματα με τα οποία ήρθαν αντιμέτωπες σε διαφορετικές στιγμές στη διάρκεια της υπό εξέτασης περιόδου.



Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να τονιστεί πως κατά τη διάρκεια της ανάλυσης και έχοντας δημιουργήσει τις διαφορές της λογαρίθμου κάθε σειράς, εάν επιχειρήσουμε και πάλι να κάνουμε έλεγχο ADF test τότε οι σειρές γίνονται στάσιμες και στα επίπεδα, γεγονός που μας οδηγεί στο να μπορέσουμε να δημιουργήσουμε το υπόδειγμα κάθε σειράς. Με βάση τη μεθοδολογία Box – Jenkins για την υποδειματοποίηση χρησιμοποιείται το 80% των παρατηρήσεων, ενώ το υπόλοιπο 20% αυτών θα χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη. Έτσι χρησιμοποιούμε 866 παρατηρήσεις κάθε σειράς για να δημιουργήσουμε το κατάλληλο και στατιστικά σημαντικό υπόδειγμα.

Για την υποδειματοποίηση χρησιμοποιούμε ένα ARIMA υπόδειγμα και συγκεκριμένα εκτιμούμε την εξαρτημένη μεταβλητή dlstock, η οποία αναφέρεται κάθε φορά στις τέσσερις διαφορετικές σειρές, με τέσσερις υστερήσεις των υποδειγμάτων AR και MA.

$$dlstock \sim AR(1) AR(2) AR(3) AR(4) MA(1) MA(2) MA(3) MA(4) \quad (\text{σχέση 1})$$

Η σχέση 1 αποτελεί το γενικό υπόδειγμα με το οποίο ξεκινάμε την υποδειματοποίηση κάθε μετοχής. Η μεταβλητή dlstock είναι μια ανεξάρτητη μεταβλητή και αποτελεί τη λογαριθμοποιημένη μορφή των πρώτων διαφορών κάθε χρονολογικής σειράς. Για να αναφέρουμε ένα απλό παράδειγμα, όταν η παραπάνω σχέση 1 αναφέρεται στην υποδειματοποίηση της τιμής της μετοχής της Alpha Bank, τότε η dlstock αναφέρεται στη λογαριθμοποιημένη μορφή των πρώτων διαφορών της Alpha Bank. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για τις υπόλοιπες τιμές των μετοχών των υπό χρήση τραπεζών. Κάθε φορά δηλαδή η dlstock αναφέρεται στις τιμές της υπό εξέταση μετοχής. Για να καταλήξουμε σε ένα στατιστικά σημαντικό υπόδειγμα, όπου όλες οι τιμές των  $t$ -stat θα είναι στατιστικά σημαντικές, δηλαδή σε απόλυτη τιμή θα είναι μεγαλύτερες ή ίσες με την τιμή 1.97, πρέπει κάθε φορά να αφαιρούμε τη μη – στατιστικά ανεξάρτητες μεταβλητές τις παραπάνω σχέσης και να ελέγχουμε τις αφαιρέσεις αυτές από τα κριτήρια καλής προσαρμογής, δηλαδή τα κριτήρια Akaike Information Criterion (AIC) και Schwarz Criterion (SCH). Κάθε φορά που μια αφαίρεση μιας ανεξάρτητης μεταβλητής δεν έπρεπε να προχωρήσει, οι τιμές αυτών των κριτηρίων αυξάνονται και στην αντίθετη περίπτωση, μιας δηλαδή κατάλληλης αφαίρεσης ή προσθήκης μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών, τότε μειώνονται. Ακολουθώντας λοιπόν αυτή τη διαδικασία, καταλήγουμε σε τέσσερα διαφορετικά ARMA υποδείγματα για τις τέσσερις σειρές και τα οποία υποδείγματα είναι:

Για την Alpha Bank:

$$dlstock \sim AR(1) AR(3) MA(4) \quad \text{Υπόδειγμα 1}$$

Για την Εθνική:

$$dlstock \sim AR(1) AR(2) AR(4) MA(1) MA(2) MA(4) \quad \text{Υπόδειγμα 2}$$

Για τη Eurobank:

$$dlstock \sim AR(1) AR(2) AR(3) AR(4) MA(1) MA(2) MA(3) \quad \text{Υπόδειγμα 3}$$

Για την Τράπεζα Πειραιώς:

dlstock c AR(2) AR(4) MA(2) MA(4)

Υπόδειγμα 4

Πίνακας 5.4: Τελικό υπόδειγμα ARIMA για τη χρονοσειρά της Alpha Bank<sup>18</sup>

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<i>C</i>	0.002071	0.002155	0.961237	0.3370
<i>AR(1)</i>	0.151600	0.038851	3.902050	0.0000
<i>AR(3)</i>	-0.575312	0.146473	-3.927776	0.0000
<i>MA(4)</i>	0.634663	0.141760	4.477039	0.0000
<i>Akaike info criterion: -3,736814</i>		<i>Schwarz criterion: -3.690293</i>		

Πίνακας 5.5: Τελικό υπόδειγμα ARIMA για τη χρονοσειρά της Εθνικής Τράπεζας

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<i>C</i>	-0.000571	0.001193	-0.478331	0.638
<i>AR(1)</i>	-0.604611	0.275829	-2.191976	0.028
<i>AR (2)</i>	-0.790282	0.095170	-8.303941	0.0000
<i>AR(4)</i>	-0.483982	0.229427	-2.109523	0.035
<i>MA(1)</i>	-0.682087	0.288446	2.364699	0.018
<i>MA(2)</i>	-0.844510	0.122764	6.879136	0.0000
<i>MA(4)</i>	-0.417726	0.377702	1.105969	0.2694
<i>Akaike info criterion: -4,636592</i>		<i>Schwarz criterion: -4,562160</i>		

<sup>18</sup> Τα αποτελέσματα της οικονομετρικής ανάλυσης έτσι όπως ακριβώς διατυπώνονται στο Eviews βρίσκονται στο Παράρτημα.

Πίνακας 5.6: Τελικό υπόδειγμα ARIMA για τη χρονοσειρά της Eurobank

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<i>C</i>	-0.00874	0.001390	-0.628921	0.5297
<i>AR(1)</i>	-1.359288	0.185121	-7.342704	0.0000
<i>AR(2)</i>	-1.177855	0.140878	-8.360789	0.0000
<i>AR(3)</i>	-0.43844	0.144774	-3.301235	0.0026
<i>AR(4)</i>	0.132204	0.041869	7.948383	0.0017
<i>MA(1)</i>	1.478270	0.185984	10.21444	0.0000
<i>MA(2)</i>	.1491909	0.146059	4.072151	0.0000
<i>MA(3)</i>	0.662245	0.162628	4.072151	0.0001
<i>Akaike info criterion: -4.637461</i>		<i>Schwarz criterion: -4.553724</i>		

Πίνακας 5.7: Τελικό υπόδειγμα ARIMA για τη χρονοσειρά της Τράπεζας Πειραιώς

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<i>C</i>	-0.000301	0.003445	-0.087250	0.9305
<i>AR(2)</i>	1.291364	0.119076	10.84484	0.0000
<i>AR(4)</i>	-0.8347539	0.113825	-7.333522	0.0000
<i>MA(2)</i>	-1.347539	0.103164	-13.06211	0.0000
<i>MA(4)</i>	0.885935	0.000219	9.181064	0.0000
<i>Akaike info criterion: -2.207605</i>		<i>Schwarz criterion: -2.160521</i>		

Οι Πίνακες 5.4, 5.5, 5.6 και 5.7 παρουσιάζουν το οικονομετρικό αποτέλεσμα των στατιστικά σημαντικών υποδειγμάτων όλων των χρονολογικών σειρών με βάση τα τελικά ARIMA υποδείγματα. Όπως έχει ήδη διαπιστωθεί, υπάρχει στα υποδείγματα μη – γραμμικότητα η οποία πρέπει να αφαιρεθεί. Η μη – γραμμικότητα υπάρχει είτε στη διακύμανση είτε στο μέσο όρο. Έτσι, μέσω των κατάλληλων ελέγχων και υποδειγμάτων, εντοπίζεται με στόχο να εξαλειφθεί.

## 5.5. Διαγνωστικοί Έλεγχοι

Ένας από τους πιο σημαντικούς ελέγχους είναι το ARCH LM Test. Σύμφωνα με τον συγκεκριμένο έλεγχο, μπορεί να διαπιστωθεί ένα υπάρχει στο υπόδειγμα υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα. Τα αποτελέσματα από την διενέργεια του εν λόγω ελέγχου παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.8.

Πίνακας 5.8 : ARCH LM Test στα ARIMA υποδείγματα κάθε χρονολογικής σειράς

	<b>F –stat</b>	<b>Obs R-squared</b>	<b>P - value</b>
<b>ALPHA</b>	0.616597	0.618551	0.4327
<b>ETE</b>	40.09342	36.88545	0.000
<b>EURO</b>	70.89083	61.25616	0.000
<b>ΠΕΙΡ</b>	29.56655	39.30935	0.000

Έχοντας διενεργήσει το ARCH LM Test στα τέσσερα διαφορετικά ARIMA υποδείγματα, παρατηρείτε ότι οι σειρές της ETE, EURO και ΠΕΙΡ παρουσιάζουν υπό συνθήκη ετεροσκεδαστικότητα στη διακύμανση τους, κάτι που προέρχεται από την ύπαρξη της μη – γραμμικότητας. Αυτό οφείλεται στο ότι οι τιμές των F – stat και Obs R – squared είναι πολύ μεγαλύτερες από το μηδέν και παράλληλα η τιμή του p – value είναι μικρότερη από κάθε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Αυτό φυσικά δεν συμβαίνει στην περίπτωση της ALPHA BANK, αφού εδώ οι τιμές είναι σχεδόν ταυτόσημες με το μηδέν και το p – value είναι μεγαλύτερο από επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0.05. Αυτό σημαίνει πως δεν υπάρχει μη – γραμμικότητα στην περίπτωση της ALPHA BANK, αφού μπορεί να υποδειματοποιηθεί με ένα υπόδειγμα ARIMA και ένα τέτοιο γραμμικό υπόδειγμα είναι ικανό να δημιουργήσει την πρόβλεψη.

Από τα πρώτα υποδείγματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο εξάλειψης της μη γραμμικότητας είναι τα υποδείγματα GARCH με τις αντίστοιχες υστερήσεις. Και εδώ χρησιμοποιούμε ως βάση τα κριτήρια καλής προσαρμογής AIC και SCH για τις υστερήσεις των υποδειγμάτων. Ουσιαστικά, μας ενδιαφέρει εκείνο το υπόδειγμα στο οποίο τα συγκεκριμένα κριτήρια θα έχουν την μικρότερη τιμή και παράλληλα όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι στατιστικά σημαντικές.

Έτσι, με βάση όλες τις δοκιμές των διαφορετικών υποδειγμάτων, καταλήγουμε στα παρακάτω GARCH υποδείγματα:

Για την Εθνική:

dlstock c AR(1) AR(2) AR(4) MA(1) MA(2) MA(4), για GARCH(1,1) *Υπόδειγμα 1*

Για τη Eurobank:

dlstock c AR(1) AR(2) AR(3) AR(4) MA(1) MA(2) MA(3), για GARCH(1,1) *Υπόδειγμα 2*

Για την Τράπεζα Πειραιώς:

dlstock c AR(2) AR(4) MA(2) MA(4), για GARCH(1,1) *Υπόδειγμα 3*

Τα συγκεκριμένα υποδείγματα αποτελούν τα τελικά υποδείγματα GARCH έχοντας την ελάχιστη τιμή του AIC κριτηρίου. Με βάση λοιπόν αυτά τα υποδείγματα διενεργούμε και πάλι έλεγχο ARCH LM Test για κάθε μια διαφορετική σειρά, με στόχο την διαπίστωση εξάλειψης της μη – γραμμικότητας από τη διακύμανση.

Πίνακας 5.9: ARCH LM Test στα GARCH Υποδείγματα κάθε χρονολογικής σειράς

	<b>F –stat</b>	<b>Obs R-squared</b>	<b>P - value</b>
<b>ETE</b>	1.662072	1.663355	0.1980
<b>EURO</b>	0.241316	0.242289	0.6235
<b>ΠΕΙΡ</b>	0.000826	0.000806	0.9977

Με βάση το ARCH LM Test στα GARCH υποδείγματα παρατηρούμε ότι πλέον όλες οι σειρές έχουν τιμές κοντά στο μηδέν και οι τιμές των p – values είναι μεγαλύτερες από κάθε επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας. Φυσικά, οι τιμές της ALPHA BANK έμειναν αμετάβλητες και για αυτό δεν

παρουσιάζονται, αφού σε αυτή τη σειρά δεν υπήρχε έντονη μη – γραμμικότητα. Έχοντας λοιπόν ως βάση το συγκεκριμένο πίνακα, διενεργούμε, στα κατάλοιπα που έχουν προκύψει από το υπόδειγμα GARCH, ένα BDS test για να διαπιστώσουμε ένα έχει εξαλειφθεί η μη – γραμμικότητα.

Πίνακας 5.10: BDS Test στα κατάλοιπα των υποδειγμάτων GARCH κάθε χρονολογικής σειράς

<i>z - statistic</i>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<i>p - values</i>					
<b>ETE</b>	6.488519 (0.000)	7.068976 (0.000)	7.375681 (0.000)	7.866597 (0.000)	8.233902 (0.000)
<b>EURO</b>	7.546416 (0.000)	8.669731 (0.000)	9.207010 (0.000)	9.783924 (0.000)	10.18561 (0.000)
<b>ΠΕΙΡ</b>	4.55555 (0.000)	5.976205 (0.000)	7.317284 (0.000)	8.609679 (0.000)	9.577303 (0.000)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.10, παρατηρούμε ότι όλες οι τιμές των  $z - statistic$  των σειρών έχουν μειωθεί σημαντικά, συγκριτικά πάντα με τις τιμές του Πίνακα 5.1, αλλά αυτό που είναι αξιοσημείωτο είναι ότι οι τιμές δεν είναι μικρότερες από την τιμή 3, όπως ακριβώς ορίζει το συγκεκριμένο τεστ. Αυτό σημαίνει ότι η μη – γραμμικότητα στη διακύμανση έχει ελαττωθεί σημαντικά, χωρίς ωστόσο να έχει εξαλειφθεί πλήρως. Ίσως αυτό να αποτελεί ένδειξη ότι η μη – γραμμικότητα υπάρχει στο μέσο όρο και δεν μένει παρά να το επιβεβαιώσουμε με το κατάλληλο υπόδειγμα.

Για να υποδειγματοποιήσουμε το Μέσο Όρο με στόχο να περιορίσουμε τη μη – γραμμικότητα χρησιμοποιούμε ένα απλό Bilinear υπόδειγμα. Γενικά, τα υποδείγματα Bilinear χρησιμοποιούν το γινόμενο των καταλοίπων από το αντίστοιχο ARIMA υπόδειγμα, με τη μέθοδο ARCH και όχι τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, με τις υστερήσεις των πρώτων διαφορών τις λογαριθμοποιημένης μορφής της ανεξάρτητης μεταβλητής. Φυσικά, υπάρχει περίπτωση να χρησιμοποιηθούν και οι υστερήσεις των καταλοίπων. Σε κάθε βέβαια περίπτωση, χρησιμοποιούμε τις τιμές που προκύπτουν στα AIC και SCH. Με βάση λοιπόν τις δοκιμές σε όλες τις υστερήσεις καταλήγουμε στα Bilinear υποδείγματα με βάση την ανεξάρτητη μεταβλητή  $dlstock$  και τα κατάλοιπα  $et$ .

Αναφορικά με την μεταβλητή  $dlstock$ , κάθε φορά αναφέρεται στις λογαριθμοποιημένες πρώτες διαφορές της κάθε μετοχής, όπως αυτές έχουν προκύψει από το τελικό υπόδειγμα ARIMA. Τα  $et$  που παρουσιάζονται πιο πάνω αναφέρονται στα κατάλοιπα που έχουμε αποθηκεύσει από το υπόδειγμα GARCH στο οποίο και καταλήξαμε για κάθε διαφορετική τιμή μετοχής. Έτσι, παίρνοντας τα ήδη αποθηκευμένα κατάλοιπα είτε με υστέρηση είτε χωρίς και πολλαπλασιάζοντάς τα με τις υστερήσεις των

πρώτων διαφορών των μετοχών, δημιουργούμε τα αντίστοιχα Bilinear model για κάθε μια διαφορετική χρονοσειρά.

Τα τέσσερα αυτά υποδείγματα αντιστοιχούν στους αμέσως επόμενους Πίνακες με τα οικονομετρικά αποτελέσματα.

Πίνακας 5.11: Τελικό Bilinear υπόδειγμα στη χρονοσειρά της Eurobank

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<i>C</i>	-0.002025	0.001041	-1.946254	0.0516
<i>et*dlstock(-1)</i>	-7.133949	1.251713	-5.699348	0.0000
<i>et*dlstock(-1)</i>	-3.507173	1.165545	-3.009043	0.0026
<i>AR(1)</i>	-0.057352	0.073318	-0.782245	0.4341
<i>AR(2)</i>	-0.244800	0.433988	-0.564071	0.5727
<i>AR(3)</i>	-0.485972	0.371923	-1.306647	0.1913
<i>AR(4)</i>	0.075354	0.085221	0.884224	0.3766
<i>MA(1)</i>	0.180606	0.047607	3.793668	0.001
<i>MA(2)</i>	0.304046	0.454387	0.669139	0.5034
<i>MA(3)</i>	0.454947	0.423202	1.075009	0.2824

Πίνακας 5.12: Τελικό Bilinear υπόδειγμα στη χρονοσειρά της Τράπεζας Πειραιώς

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<i>C</i>	0.000483	0.003101	0.155740	0.8762
<i>et*dlstock(-1)</i>	0.875673	0.305673	2.861260	0.0042
<i>AR(2)</i>	0.737693	0.191779	3.846568	0.0001
<i>AR(4)</i>	-0.781305	0.161122	-4.849141	0.0000
<i>MA(2)</i>	-0.796780	0.196202	-4.061029	0.0000
<i>MA(4)</i>	0.760785	0.169121	4.498469	0.000

Πίνακας 5.13: Τελικό Bilinear υπόδειγμα στη χρονοσειρά της Εθνικής Τράπεζας

	<i>Coefficient</i>	<i>Std. Error</i>	<i>t – stat</i>	<i>p - value</i>
<i>C</i>	-0.000588	0.000579	-1.015027	0.3101
<i>et*dIstock(-1)</i>	515430	197085	2.615257	0.0089
<i>AR(1)</i>	0.046985	0.69318	0.067782	0.9460
<i>AR(2)</i>	-0.049060	0.676541	-0.072516	0.9422
<i>AR(4)</i>	-0.056763	0.059000	-0.962089	0.3360
<i>MA(1)</i>	71.49180	86533.8	0.000826	0.9993
<i>MA(2)</i>	125060	5970,88	20.945512	0.000
<i>MA(4)</i>	-410.9434	84349,78	-0.004872	0.9961

Σύμφωνα με τα Bilinear υποδείγματα των τριών από τις τέσσερις χρονοσειρές, δηλαδή τα υποδείγματα των ETE, Euro και Peir είναι στατιστικά σημαντικά, αφού όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές μαζί με τις υστερήσεις τους έχουν *t – stat* μεγαλύτερο από το 1.97 κατά απόλυτη τιμή. Παράλληλα, όλες οι τιμές του AIC κριτηρίου είναι οι μικρότερες δυνατές από κάθε υπόδειγμα. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι δεν διενεργήθηκε και στην περίπτωση της ALPHA BANK Bilinear υπόδειγμα, αφού δεν απαιτείται η χρήση αυτού του υποδείματος στην ALPHA BANK μιας και ένα απλό υπόδειγμα είναι αρκετά στην περίπτωσή της. Συνεπώς, έχοντας ολοκληρώσει και αυτό το υπόδειγμα καταλήγουμε στη διενέργεια ενός ακόμη BDS Test για τον έλεγχο της εξάλειψης της μη – γραμμικότητας στο μέσο όρο.



Πίνακας 5.14: BDS test των καταλοίπων του υποδείγματος Bilinear για τον έλεγχο μη – γραμμικότητας.

<i>z - statistic</i>					
<i>p - values</i>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>ETE</b>	6.1851110 (0.000)	6.716348 (0.000)	7.027700 (0.000)	7.564552 (0.000)	7.903596 (0.000)
<b>EURO</b>	7.546416 (0.000)	8.669731 (0.000)	9.207010 (0.000)	9.783924 (0.000)	10.18656 (0.000)
<b>ΠΕΙΡ</b>	6.904686 (0.000)	8.605359 (0.000)	10.05375 (0.000)	11.65703 (0.000)	12.76508 (0.000)

Αυτό που διαπιστώνουμε από τον Πίνακα 5.14 είναι ότι οι τιμές του συγκεκριμένου test ταυτίζονται με το προηγούμενο BDS test, πράγμα που σημαίνει ότι ούτε με το Bilinear υπόδειγμα μπορεί να εξαλειφθεί η μη – γραμμικότητα από το Μέσο Όρο. Ουσιαστικά, έχει μειωθεί σημαντικά, αλλά δεν προσεγγίζει σε καμία περίπτωση την τιμή 3. Αυτό ίσως αποτελεί ένδειξη ότι στο υπόδειγμα μπορεί να υπάρχει και κάποιο άλλο πρόβλημα ή πως η μη – εξάλειψη της μη – γραμμικότητας μπορεί να οδηγήσει τις σειρές σε χαοτική συμπεριφορά.

## Κεφάλαιο 6: Πρόβλεψη

Η οικονομετρία είναι ένα βασικό εργαλείο, αφού δίνει τη δυνατότητα να μπορούμε να ερμηνεύουμε τις σχέσεις που μπορεί να υπάρχουν μεταξύ διάφορων οικονομικών μεταβλητών. Ουσιαστικά, μέσα από μια σειρά βημάτων και με τη χρήση κατάλληλων υποδειγμάτων, είμαστε σε θέση να κατανοούμε την οποιαδήποτε σχέση παρατηρείτε στις οικονομικές μεταβλητές. Εκτός όμως από τον πολύ σημαντικό αυτό ρόλο, η οικονομετρία έχει και το πλεονέκτημα ότι μας δίνει την ευκαιρία να μπορούμε να προβλέψουμε. Από καταβολές κόσμου, ο άνθρωπος είχε την έμφυτη τάση και ανυπομονούσε να γνωρίζει τι επρόκειτο να συμβεί, δηλαδή ήθελα να βρίσκεται ένα βήμα πιο μπροστά από την καθημερινότητά του. Αυτή η τάση στη ζωή της Αρχαίας Ελλάδας αντιπροσωπεύεται από το Μαντείο των Δελφών. Εάν σκεφτούμε τη σημερινή εποχή, ένα ιδιαίτερα χαρακτηριστικό παράδειγμα πρόβλεψης είναι η μετεωρολογία, η οποία βασίζεται πάνω σε προβλέψεις αναφορικά με τις καιρικές συνθήκες των αμέσως επόμενων ημερών. Στην πραγματικότητα, αυτό που κάνει είναι μια εκτίμηση των καιρικών φαινομένων και όχι βεβαιότητα για την πορεία του καιρού. Το ίδιο ακριβώς γίνεται και στην οικονομία. Πολλές εταιρείες προσπαθούν να προβλέψουν την πορεία των αγορών τους προκειμένου να αυξήσουν τα κέρδη τους ή να περιορίσουν, όσο αυτό είναι εφικτό, τις ζημιές τους. Επίσης, προσπαθούν να προβλέψουν αν χρειάζεται να επενδύσουν σε νέα κεφάλαια, σε άλλες αγορές, ή ακόμη και να αποσυρθούν από την ενεργό δραστηριότητά τους, με στόχο να αποφύγουν μεγαλύτερα προβλήματα.

Έτσι, τα οικονομετρικά μοντέλα μπορούν να ασχοληθούν και με τον τομέα της πρόβλεψης. Αυτός ο ρόλος τους βέβαια αμφισβητείται από πολλούς, είτε ανήκουν στον ευρύτερο τομέα των οικονομικών, είτε από αρκετούς εκτός της οικονομετρίας, οι οποίοι δεν μπορούν να αντιληφθούν τον τρόπο που μπορεί να υπάρξει ένα τέτοιο είδος πρόβλεψης. Η πρόβλεψη που επιχειρεί η οικονομετρία να δημιουργήσει σχετίζεται απaráμιλλα με αριθμούς. Όλα τα υποδείγματα που μελετά, αφορούν σχέσεις και μαθηματικές και στατιστικές έννοιες. Επομένως, η πρόβλεψη που επιχειρείται αφορά καθαρά την οικονομική και στατιστική πλευρά των μεταβλητών και όχι τόσο τις ποιοτικές μεταβλητές, αφού δεν μπορούν να εκφραστούν μαθηματικά. Η παρούσα εργασία αφορά ποσοτικές μεταβλητές, οι οποίες μπορούν να εκφραστούν μέσα από την πρόβλεψη.

### 6.1. Χαρακτηριστικά Πρόβλεψης

Το τελευταίο μέρος της εμπειρικής ανάλυσης είναι η πρόβλεψη των εκτιμημένων υποδειγμάτων των τεσσάρων χρονολογικών σειρών. Η θεωρία σχετικά με την πρόβλεψη των χρηματοοικονομικών σειρών στην οικονομετρία τονίζει πως υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι πρόβλεψης. Ο πρώτος τρόπος αφορά την μέθοδο που χρησιμοποιεί τιμές εκτός δείγματος, γνωστή και ως out of sample. Σε αυτή τη μέθοδο, εκτιμούμε το υπόδειγμα κάνοντας χρήση των τιμών που είναι γνωστές και δεδομένες μέχρι και σήμερα και προβλέπουμε μελλοντικές τιμές. Ο δεύτερος τρόπος αφορά την μέθοδο πρόβλεψης για τιμές που

είναι ήδη γνωστές, το λεγόμενο in – sample. Σε αυτή τη μέθοδο η πρόβλεψη γίνεται σε ένα κομμάτι του δείγματος που έχει ήδη χρησιμοποιηθεί. Το πλεονέκτημα σε αυτή την μέθοδο είναι ότι γνωρίζοντας ήδη τις τιμές που προσπαθούμε να προβλέψουμε μπορεί να γίνει σύγκριση με τις κανονικές τιμές και έτσι να αξιολογηθεί η ικανότητα πρόβλεψης του εκάστοτε εκτιμημένου υποδείγματος. Σε αυτή λοιπόν τη μέθοδο και για αυτόν ακριβώς το σκοπό, υπάρχουν διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης. Τα πιο γνωστά από αυτά τα κριτήρια είναι:

- Mean Absolute Error (MAE)

Υπολογίζει το μέσο όρο των απόλυτων τιμών των σφαλμάτων

- Mean Squared Error (MSE)

Υπολογίζει το μέσο όρο των τετραγώνων των σφαλμάτων

- Root Mean Squared Error (RMSE)

Αποτελεί παραλλαγή του MSE και πρόκειται για την ρίζα του

- Theil Inequality Test

Η τιμή του Theil δεν υφίσταται σύγκριση με τα υπόλοιπα κριτήρια, αλλά όσο πιο κοντά είναι στη μονάδα, τόσο μεγαλύτερη προβλεπτική δύναμη έχει το υπόδειγμα. Ουσιαστικά, όταν η τιμή Theil = 0, αυτό σημαίνει ότι οι προβλεπόμενες τιμές συμπίπτουν απόλυτα με τις πραγματικές παρατηρούμενες τιμές. Όταν η τιμή του συντελεστή Theil > 1, τότε οι προβλέψεις στις οποίες έχουμε καταλήξει είναι πολύ κακές, δείχνοντας με τον τρόπο αυτό ότι οι χρονοσειρές που χρησιμοποιήθηκαν δεν είναι ικανές να οδηγήσουν σε πρόβλεψη. Τέλος, όταν ο συντελεστής Theil = 1 τότε οι προβλέψεις είναι μηδενικές.

Για να υπάρχει μια ικανοποιητική πρόβλεψη και να βρίσκεται όσο το δυνατό πιο κοντά στην πραγματικότητα, οι τιμές που λαμβάνουν αυτά τα κριτήρια πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο μικρή. Αυτό σημαίνει πως είναι καλή η ικανότητα του δείγματος να δώσει τις αντίστοιχες προβλέψεις.

Είναι αλήθεια πως τα μη – γραμμικά υποδείγματα δεν κατόρθωσαν να υποδειματοποιήσουν το μέσο όρο, αφού δεν μπόρεσαν να εξαλείψουν τη μη – γραμμικότητα. Παρά ταύτα, είναι εκείνα τα υποδείγματα τα οποία χρησιμοποιούνται για αυτό το σκοπό. Σε αυτά λοιπόν τα υποδείγματα, δηλαδή τα υποδείγματα GARCH και Bilinear, θα διενεργήσουμε μία in sample διαδικασία πρόβλεψης. Στην πραγματικότητα, αυτό που θέλουμε να προσδιορίσουμε είναι εάν αυτά τα υποδείγματα είναι καλύτερα από τα γραμμικά υποδείγματα και για αυτό πρέπει να χρησιμοποιούνται .

Σε αυτό το σημείο της ανάλυσης μπορούμε να προσδιορίσουμε το πιο απλό γραμμικό υπόδειγμα που υπάρχει και είναι αυτό του τυχαίου περιπάτου (Random Walk) για τις τέσσερις διαφορετικές σειρές. Ουσιαστικά, υποδειματοποιούμε την λογαριθμοποιημένη μορφή της κάθε σειράς με τον σταθερό όρο

για το υπό εξέταση χρονικό διάστημα. Έτσι, επιχειρείται μια σύγκριση του γραμμικού αυτού υποδείγματος σε σχέση με τα μη – γραμμικά υποδείγματα.

Η πρόβλεψη με βάση την in – sample μέθοδο, γίνεται αναφορικά με το 20% του δείγματος. Στην ουσία, η υποδειγματοποίηση και η οικονομετρική ανάλυση πραγματοποιήθηκαν στο 80% του δείγματος και το υπόλοιπο χρησιμοποιείται για την διαδικασία της πρόβλεψης. Αυτό το ποσοστό αναφέρεται στην περίοδο που ξεκινά από τον Σεπτέμβριο 2013 έως τον Ιούνιο 2014 και όπως έχει ήδη αναφερθεί θα υπολογιστούν οι παραπάνω δείκτες. Έτσι, τα αποτελέσματα της προβλεπτικής δραστηριότητας είναι τα παρακάτω:

Πίνακας 6.1: Πίνακας των κριτηρίων αξιολόγησης της προβλεπτικής ικανότητας των χρονολογικών σειρών

	<i>Random – Walk</i>			<i>ARIMA - GARCH</i>			<i>Bilinear - GARCH</i>		
	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>	<b>Theil</b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>	<b>Theil</b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>	<b>Theil</b>
<b>ALPHA</b>	0.026188	0.037652	0.947306	0.026248	0.037745	0.947239	-	-	-
<b>ETE</b>	0.017524	0.023777	0.976293	0.017642	0.023882	0.950909	0.017685	0.023957	0.977997
<b>EURO</b>	0.016536	0.024126	0.964045	0.016598	0.024204	0.955910	0.016317	0.023744	0.964045
<b>ΠΕΙΡ</b>	0.056667	0.082042	0.988919	0.056894	0.082335	0.99299	0.057009	0.082402	0.992168

Ο Πίνακας 6.1 παρουσιάζει τις τιμές που προκύπτουν για τα κριτήρια αξιολόγησης της προβλεπτικής ικανότητας των υποδειγμάτων. Σύμφωνα και με τη θεωρία, η σειρά που παρουσιάζει την μικρότερη τιμή στα κριτήρια είναι και εκείνη που έχει την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα. Μεταξύ των τριών υποδειγμάτων, δηλαδή του απλού υποδείγματος Random Walk, του Arima - Garch model και του Bilinear - Garch model, εκείνο το οποίο παρουσιάζει στις περισσότερες σειρές μικρότερες τιμές είναι το Bilinear - Garch model με ελάχιστες διαφορές από το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου (Random Walk). Από την άλλη, το Arima - Garch model, εμφανίζει τις μεγαλύτερες τιμές, χωρίς αυτό να σημαίνει υπερβολικά μεγάλες διαφορές. Το μόνο που είναι σίγουρο είναι ότι με βάση την τιμή της στατιστικής του Theil, αυτή είναι πολύ κοντά στη μονάδα για όλα τα υποδείγματα, γεγονός που φανερώνει ότι κάθε σειρά βασίζεται σε σωστά μοντέλα πρόβλεψης. Ένα δεύτερο σημείο που αξίζει προσοχής είναι η σύγκριση των τεσσάρων χρονολογικών σειρών μεταξύ τους. Η Alpha bank παρουσιάζει καλύτερη προβλεπτική ικανότητα στο υπόδειγμα Random Walk σε σχέση με το Arima. Από τις υπόλοιπες χρηματοοικονομικές σειρές, η σειρά με την καλύτερη προβλεπτική ικανότητα είναι η Eurobank με μια ελάχιστα μικρή διαφορά από τη Εθνική Τράπεζα. Οι επόμενοι πίνακες αποτυπώνουν τις υπόλοιπες τιμές των κριτηρίων της πρόβλεψης κάθε σειράς.

Πίνακας 6.2: Πρόβλεψη με βάση το υπόδειγμα Random Walk για τις χρονολογικές σειρές

Forecast: DLALPHAF
Actual: DLALPHA
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Included observations: 439
Root Mean Squared Error 0.037652
Mean Absolute Error 0.028188
Mean Abs. Percent Error 68.44238
Theil Inequality Coefficient 0.947306
Bias Proportion 0.000000
Variance Proportion NA
Covariance Proportion NA

Alpha Bank

Forecast: DLETEF
Actual: DLETE
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Included observations: 439
Root Mean Squared Error 0.023777
Mean Absolute Error 0.017524
Mean Abs. Percent Error 92.66336
Theil Inequality Coefficient 0.976293
Bias Proportion 0.000000
Variance Proportion NA
Covariance Proportion NA

Εθνική Τράπεζα

Forecast: DLEUROF
Actual: DLEURO
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Included observations: 439
Root Mean Squared Error 0.024126
Mean Absolute Error 0.016536
Mean Abs. Percent Error 86.73794
Theil Inequality Coefficient 0.964045
Bias Proportion 0.000000
Variance Proportion NA
Covariance Proportion NA

Eurobank

Forecast: DLPEIRF
Actual: DLPEIR
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Included observations: 439
Root Mean Squared Error 0.082042
Mean Absolute Error 0.056667
Mean Abs. Percent Error 96.61993
Theil Inequality Coefficient 0.988919
Bias Proportion 0.000000
Variance Proportion NA
Covariance Proportion NA

Τράπεζα Πειραιώς

Πίνακας 6.3: Πρόβλεψη Garch Model για όλες τις χρονολογικές σειρές

Forecast: DLALPHAF
Actual: DLALPHA
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Adjusted sample: 1/06/2012 9/06/2013
Included observations: 436
Root Mean Squared Error 0.037745
Mean Absolute Error 0.026248
Mean Abs. Percent Error 68.48969
Theil Inequality Coefficient 0.947239
Bias Proportion 0.000019
Variance Proportion 0.986845
Covariance Proportion 0.013136

Alpha Bank

Forecast: DLETEF
Actual: DLETE
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Adjusted sample: 1/09/2012 9/06/2013
Included observations: 435
Root Mean Squared Error 0.023882
Mean Absolute Error 0.017642
Mean Abs. Percent Error 93.12117
Theil Inequality Coefficient 0.950909
Bias Proportion 0.000830
Variance Proportion 0.998033
Covariance Proportion 0.003137

Εθνική Τράπεζα

Forecast: DLEUROF
Actual: DLEURO
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Adjusted sample: 1/09/2012 9/06/2013
Included observations: 435
Root Mean Squared Error 0.024204
Mean Absolute Error 0.016598
Mean Abs. Percent Error 86.82970
Theil Inequality Coefficient 0.955910
Bias Proportion 0.000039
Variance Proportion 0.979739
Covariance Proportion 0.020223

Eurobank

Forecast: DLPEIRF
Actual: DLPEIR
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Adjusted sample: 1/09/2012 9/06/2013
Included observations: 435
Root Mean Squared Error 0.082335
Mean Absolute Error 0.056894
Mean Abs. Percent Error 96.42249
Theil Inequality Coefficient 0.992999
Bias Proportion 0.000016
Variance Proportion 0.989425
Covariance Proportion 0.010560

Τράπεζα Πειραιώς

Πίνακας 6.4: Πρόβλεψη Bilinear Model για τις μη – γραμμικές χρονολογικές σειρές

Forecast: DLETEF
Actual: DLETE
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Adjusted sample: 1/10/2012 9/06/2013
Included observations: 434
Root Mean Squared Error 0.023957
Mean Absolute Error 0.017685
Mean Abs. Percent Error 92.73781
Theil Inequality Coefficient 0.977997
Bias Proportion 0.000001
Variance Proportion 0.988541
Covariance Proportion 0.011458

Εθνική Τράπεζα

Forecast: DLEUROF
Actual: DLEURO
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Adjusted sample: 1/11/2012 9/06/2013
Included observations: 433
Root Mean Squared Error 0.023744
Mean Absolute Error 0.016317
Mean Abs. Percent Error 85.73605
Theil Inequality Coefficient 0.899779
Bias Proportion 0.002460
Variance Proportion 0.990359
Covariance Proportion 0.007181

Eurobank

Forecast: DLPEIRF
Actual: DLPEIR
Forecast sample: 1/02/2012 9/06/2013
Adjusted sample: 1/10/2012 9/06/2013
Included observations: 434
Root Mean Squared Error 0.082402
Mean Absolute Error 0.057009
Mean Abs. Percent Error 96.69322
Theil Inequality Coefficient 0.992168
Bias Proportion 0.000199
Variance Proportion 0.992798
Covariance Proportion 0.007003

Τράπεζα Πειραιώς

## Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα

Τελειώνοντας την παρούσα εργασία είναι σημαντικό να γίνει μια ανακεφαλαίωση όλων όσων προηγήθηκαν. Η βασική ενασχόληση εδώ είναι οι χρηματοοικονομικές χρονολογικές σειρές και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν. Ουσιαστικά, αυτές οι χρηματοοικονομικές σειρές παρουσιάζουν μια μεταβλητότητα τόσο ως προς το μέσο όρο όσο και ως προς τη διακύμανση, αλλά και αναφορικά με το φαινόμενο της μόχλευσης. Τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά είναι αρκετά δύσκολο να μελετηθούν από τα περισσότερα γραμμικά υποδείγματα, χωρίς αυτό να σημαίνει πως δεν μπορεί να γίνει προσπάθεια ανάλυσής τους. Η παρούσα εργασία είχε ως βασικά της δεδομένα τις μετοχές από τις τέσσερις μεγαλύτερες και βασικότερες Ελληνικές Τράπεζες. Η τιμή των μετοχών στο Χρηματιστήριο Αξιών αποτέλεσε την αφετηρία για την οικονομετρική ανάλυσή τους. Εξάλλου, ο σκοπός αυτής της διπλωματικής ήταν να υποδειγματοποιήσει αυτές τις μετοχές, να μελετήσει εμπειρικά μη – γραμμικά υποδείγματα και μέσω της υποδειγματοποίησης να μπορέσει να κάνει πρόβλεψη αυτών των χρονολογικών σειρών. Εξαιτίας των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών των μετοχών χρησιμοποιούνται υποδείγματα όπως τα υποδείγματα ARCH και GARCH, Bilinear και STAR., τόσο μέσα από τη θεωρητική ανάλυση όσο και για την αφαίρεση της μη – γραμμικότητας από το Μέσο Όρο και τη Διακύμανση. Το πιο σημαντικό στοιχείο της ανάλυσης είναι η πρόβλεψη. Για την πρόβλεψη χρησιμοποιούνται όλα τα υποδείγματα από τους μη – γραμμικούς ελέγχους και συγκρίνονται με ένα απλό γραμμικό υπόδειγμα, το υπόδειγμα τυχαίου περιπάτου. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι τα μη – γραμμικά υποδείγματα είναι τα κατάλληλα για την υποδειγματοποίηση των χρηματοοικονομικών σειρών, από ότι τα γραμμικά υποδείγματα. Είναι φυσικά γεγονός ότι η πρόβλεψη των μη – γραμμικών υποδειγμάτων δεν είχε μεγάλες διαφορές με τα γραμμικά υποδείγματα, παρά ταύτα βέβαια, αυτές οι μικρές διαφορές επιβεβαιώνουν τη θεωρία και τους αρχικούς ισχυρισμούς, ότι οι χρηματοοικονομικές σειρές, όπως άλλωστε είναι οι μετοχές, ερμηνεύονται μέσα από την χρήση μη – γραμμικών υποδειγμάτων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι η μη – γραμμικότητα έχει πολλές και διαφορετικές πτυχές και η διαδικασία αφαίρεσής της από μια χρονολογική σειρά είναι αρκετά δύσκολη και υπάρχει η πιθανότητα να μην αφαιρεθεί ως προς το μέσο όρο. Αυτό συμβαίνει εξαιτίας της χαοτικής συμπεριφοράς που παρουσιάζουν οι χρονολογικές σειρές και μάλιστα οι μετοχές. Η χαοτική συμπεριφορά δεν σηματοδοτεί μια μη αναστρέψιμη κατάσταση, αλλά δίνει το έναυσμα για περαιτέρω ανάλυση. Από μια άποψη αυτό είναι λογικό. Η μελέτη δηλαδή όλων των πιθανών μη – γραμμικών υποδειγμάτων που έχουν δημιουργηθεί με στόχο αυτού του είδους την εξέταση. Επομένως, μια πρόταση για περαιτέρω εμβάθυνση της ανάλυσης είναι η προσπάθεια μελέτης και χρήσης όλων των μη – γραμμικών υποδειγμάτων που υπάρχουν, ακόμη και αν χρειαστεί να πλησιάζουμε στα νευρωνικά συστήματα. Μόνο μέσα από αυτή την ανάλυση θα μπορέσουμε με βεβαιότητα πια να καταλήξουμε στο συμπέρασμα εξάλειψης ή όχι τελικά της μη – γραμμικότητας από τις τραπεζικές μετοχές. Μέσα λοιπόν από την περαιτέρω εμβάθυνση στα μη – γραμμικά υποδείγματα θα γίνει ξεκάθαρη πλέον η διαδικασία της



πρόβλεψης και όλων των αποτελεσμάτων τα οποία απορρέουν από αυτή. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, θα μπορούσε να μελετηθεί για την ίδια χρονική περίοδο το τραπεζικό σύστημα μια άλλης χώρας, ή και διαφορετικών χωρών και να γίνει μια σύγκριση με το Ελληνικό Τραπεζικό Σύστημα. Έτσι, οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι τέτοιου είδους υποδείγματα είναι σημαντικά και όσο προχωρά και εξελίσσεται ο τομέας της ανάλυσης τόσο περισσότερο απαραίτητα γίνονται στα σύγχρονα χρηματοοικονομικά.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Aczel, A. and Sounderpandian, J. (2013). Complete Business Statistics. *Broken Hill Publishers LTD*, 7<sup>th</sup> Ed.
- Angelidis, T., Benos, A. and Degiannakis, St. (2004). The use of GARCH models in VaR estimation. *Statistical Methodology* vol 1, 105–128 (Elsevier).
- Armiento, M. (2018). The Sustainable Welfare Index: Toward a Threshold Effect for Italy. *Ecological Economics*. vol 152, 296 – 309 (Elsevier).
- Aydin, C., Esen, Ö. and Bayrak, M. (2016). Inflation and Economic Growth: A Dynamic Panel Threshold Analysis for Turkish Republics in Transition. *Process Social and Behavioral Sciences*. vol 229, 196 – 205 (Elsevier).
- Barãa, M. (2008). Linear and Nonlinear Time Series Analysis: Forecasting Financial Markets. *Instituto Superior De Ciências Do Trabalho E Da Empresa*.
- Bauwens, L., Laurent, S. and Rombouts, J. (2006). Multivariate GARCH models: a survey. *Journal of Applied Econometrics*. vol 21, 79 – 109. (Elsevier).
- Boudt, K., et al (2006). Multivariate GARCH models for large-scale applications: A survey. *Handbook of statistics* (Elsevier).
- Boya, Ch. (2019). From efficient markets to adaptive markets: Evidence from the French Stock Exchange. *Research in International Business and Finance*. vol 49, 156 – 165.
- Caner, M. and Hansen, B. (2001). Threshold Autoregression with a unit root. *Econometrica*. vol 69, no 6, 1555 – 1596.
- Caporale, G. and Zekokh, T. (2019). Modelling volatility of cryptocurrencies using Markov – Switching GARCH models. *Research in International Business and Finance*. vol 48, 143 – 155 (Elsevier).
- Chang, T. and Yan, I. (2018). Forecasting Currency Crises with Threshold Models. *International Economics*.

- Chang, W. (2012). Differential evolution – based nonlinear system modeling using a bilinear series model. *Applied Soft Computing*. vol 12, 3401 – 3407 (Elsevier).
- Chappel, D. and Peel, D. (1998). A note on some properties of the ESTAR model. *Economics letters*. vol 60, 311 – 315 (Elsevier).
- Charles, A. and Darné, O. (2018). The accuracy of asymmetric GARCH model estimation. *International Economics*.
- Choi, J., Park, S. and Hwang, Y. (2011). Asymmetric GARCH processes featuring both threshold effect and bilinear structure. *Statistics and Probability Letters*. vol 82, 419 – 426 (Elsevier).
- Chu, J., Chan, S., et al (2017). GARCH Modelling of Cryptocurrencies. *Journal of Risk and Financial Management* (Elsevier).
- Dwyer, Jr. (2014). Nonlinear Time Series and Financial Applications. *University of Rome*.
- Eichler, St. and Littke, H. (2018). Central Bank Transparency and the Volatility of Exchange Rates. *Journal of International Money and Finance*.
- Engle, R. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*. vol 50, 987 – 1008.
- Fama, E. (1965). The Behavior of Stock Market Prices. *The journal of Finance*. vol 38, 34 – 105.
- Feng, H., Peng, L. and Zhu, F. (2013). Interval estimation for a simple bilinear model. *Statistics and Probability Letters* (Elsevier).
- Florax, R., Pedraza, and V. Holt, M. (2015). Spatial Econometric STAR Models. *Research Gate* (Elsevier).
- Granger, C. and Andersen, A. (1977). On the Invertibility of the time series. *Stochastic Processes and their Applications*. vol 8, 87 – 92.
- Guégan, D. (2009). Chaos in Economics and Finance. *Annual Review in Control*. vol 33, 89 – 93.
- Haldrup, N. and al (2014). Unit roots, nonlinearities and Structural breaks. *AARTUS University*. Creates Research Paper 2012 – 14.
- Hamilton, J. (1989). A new approach to the Economic Analysis of Nonstationary time series and the business cycle. *Econometrica*. vol 57, no 2, 357 – 384.
- Hanck, Ch. (2011). On the asymptotic distribution of a unit root test against ESTAR alternatives. *Statistics and Probability Letters* (Elsevier).
- Huang, Y., Li, W. and Chen, C. (2019). Financial market development, market transparency and IPO performance. *Pacific – Basin Finance Journal* (Elsevier).
- Hu, J. and Chen, Z. (2016). A unit root test against globally stationary ESTAR models when local condition is non – stationary. *Economics letters*. vol 146, 89 -94 (Elsevier).

- Immonen, E. (2015). A quantitative description for efficient financial markets. *Physica A*. vol 433, 171 – 181 (Elsevier).
- Kock, Br. and Teräsvirta, T. and Podolskij, M. (2010). Forecasting with nonlinear time series models. *School of Economics and Management*. Creates Research Paper 2010 – 1.
- Kumar, A. (2016). Efficient capital markets and its implications. *Valuation*. (Elsevier).
- Li, G., Wen, Ch. And Zhang, A. (2015). Fixed point iteration in identifying bilinear models. *Systems and Control Letters*. vol 83, 28 – 37.
- Lin, Z. (2017). Modelling and Forecasting the Stock Market Volatility Composite Index using GARCH Models. *Future Generation Computer Systems*.
- Maaziz, M. and Kharfouchi, S. (2017). Parameter Estimation of Markov Switching bilinear model using the (EM) algorithm. *Journal of Statistical Planning and Inference* (Elsevier).
- Mankiw, Gr. And Laurence, B. (2011). Macroeconomics and the Financial System, *Worth Publishers*, New York.
- Matviychuk, O. (2018). Estimation Techniques for Bilinear Control Systems. *IFAC Papers Online*. vol 51 – 32, 877 – 882 (Elsevier).
- Max – Neef, M. (1995). Economic growth and quality of life: a threshold hypothesis. *Ecological Economics*. vol 15, 115 – 118 (Elsevier).
- Mishkin, Fr. (2004). The economics of money, banking, and financial markets. *The Addison-Wesley series in economics*, 7<sup>th</sup> Edition.
- Nicolau, J. (2010). Purchasing Power Parity analyzed through a continuous time version of the ESTAR model. *Economics letters* (Elsevier).
- Orhan, M. and Koksal, B. (2012). A comparison of GARCH models for VaR estimation. *Expert Systems with Applications*. vol 39, 3582 – 3592 (Elsevier).
- Pesaran, M.H. and Smith, R. (1995). The role of theory in econometrics. *Journal of Econometrics*. vol 67, 61 – 79 (Elsevier).
- Potter, S. (1999). Nonlinear Time Series Modelling: An Introduction. *Federal Reserve Bank of New York*.
- Robinson, D. (1998). Nonlinear Dependence, Asymmetry and Thresholds in Australian Future Markets Computation in Economics, Finance and Engineering. *Economic Systems*, Cambridge, UK.
- Schinckus, Cr., Jovanovic, Fr. And Ausloos, M. (2016). On the “usual” misunderstandings between econophysics and Finance: Some clarifications on modelling approaches and efficient market hypothesis. *International Review of Financial Analysis*.
- Sculczyk, K. (2014). Money, Banking and International Finance. 2<sup>nd</sup> Edition.

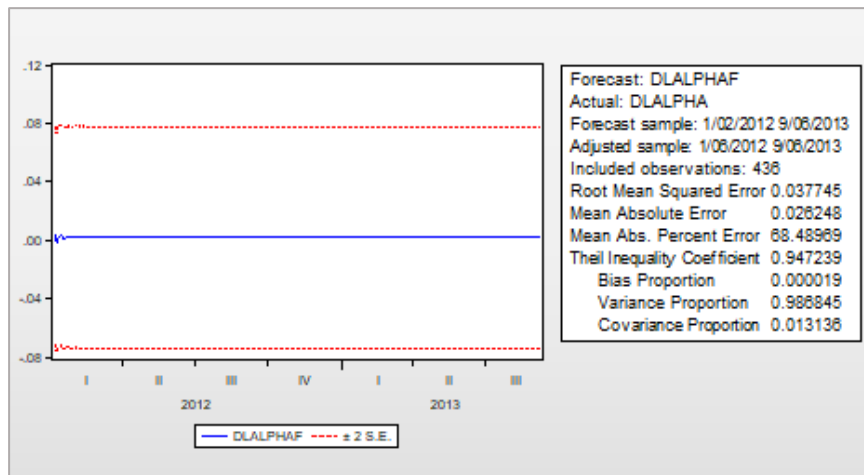
- Shi, H., Zhang, X., Su, X. and Zhongju, C. (2012). Trend Prediction of FDI based on the Intervention Model and ARIMA – GARCH – M Model. *AASRI Procedia*. Vol 3, 387 – 393 (Elsevier).
- Sornette, D. and Pisarenko, V.F. (2008). Properties of a simple bilinear stochastic model: Estimation and Predictability. *Physica D*. vol 237, 429 – 445 (Elsevier).
- Stiglitz, J. (2016). The Euro: How a common currency threatens the future of Europe, 1<sup>st</sup> Edition.
- Takaishi, T. (2017). Rational GARCH Model: An Empirical Test for Stock Returns. *Physica A* (Elsevier).
- Taştan, H. (2012). Introductory Econometrics: A modern Approach. *Wooldridge*, 2<sup>nd</sup> ed..
- Teräsvirta, T. (2018). Nonlinear Models in Macroeconometrics. *Oxford Research Encyclopedia of Economics and Finance*.
- Timmermann, A. and Granger, C. (2004). Efficient market hypothesis and forecasting. *International Journal of Forecasting*. vol 20, 15 – 27 (Elsevier).
- Tirandaz, H., Aminabadi, S. and Tavakoli, H. (2017). Chaos synchronization and parameter identification of a finance chaotic system with unknown parameters, a linear feedback controller. *Alexandria Engineering Journal*.
- Titan, Al. (2015). The Efficient Market Hypothesis: review of specialized literature and empirical research. *Procedia Economics and Finance*. vol 32, 442 – 449 (Elsevier).
- Tong, H. (2015). Nonlinear Time series Analysis. *London School of Economics and Political Sciences*.
- Umer, U., Sevil T. and G. (2018). Forecasting Performance of Smooth Transition Autoregressive (STAR) model on travel and leisure stock index. *The Journal of Finance and Data Science*. vol 5, 12 – 21.
- Urquhart, A and McGoarty, F. (2016). Are stock markets really efficient? Evidence of an adaptive market hypothesis. *International Review of Financial Analysis* (Elsevier).
- Vu, L. and Leirvik, Th.(2018). A simple but powerful measure of Market Efficiency. *Finance Research Letters* (Elsevier).
- Wang, M., Chen, Zh. and Wang, Ch. (2016). Composite Quantile Regression For GARCH Models Using High-Frequency Data. *Econometrics and Statistics* (Elsevier).
- Weiss, A. (1986). ARCH and Bilinear Time Series Models: Comparison and Combination. *Journal of Business and Economic Statistics*. vol 4, no 1, 59 – 70.
- Wosser, M. (2016). Essays on Systemic Banking Crises and Bank Regulation. *Maynooth University, Ireland*.
- Wu, B. and Hung, Sh. (1999). A fuzzy identification procedure for nonlinear time series: With example on ARCH and bilinear models. *Fuzzy Sets and Systems*. vol 108, 275–287.

- Xu, J. et al (2018). Efficient construction of threshold networks of stock markets. *Physica A*. vol 509, 1080 – 1086 (Elsevier).
- Zhand, L. (2012). Test for linearity against STAR models with deterministic trends. *Economics Letters*. vol 115, 16 – 19 (Elsevier).
- Δημελή, Σ. (2013). Σύγχρονες Μέθοδοι Ανάλυσης Χρονολογικών Σειρών. *Εκδόσεις της Εταιρείας Αξιοποίησης και Διαχείρισης της Περιουσίας του ΟΠΑ*, Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Ιατρίδης, Δ.(2018).Άμεση και έμμεση διάχυση του συστηματικού κινδύνου στο Ελληνικό τραπεζικό σύστημα: Ευρήματα σε περιόδους κρίσης, *Διδακτορική Διατριβή*.
- Κάτος, Α. (2004). Οικονομετρία: Θεωρίες και Εφαρμογές, *Εκδόσεις Ζυγός*, Θεσσαλονίκη
- Συριόπουλος Κ. και Παπαδάμου Στ. (2014). Εισαγωγή στην Τραπεζική Οικονομική και τις Κεφαλαιαγορές, *Utopia Εκδόσεις ΕΠΕ*.
- Χάλκος, Γ. (2011). Οικονομετρία. Θεωρία, Εφαρμογές και Χρήση Προγραμμάτων σε Η/Υ, *Εκδόσεις Gutenberg*.

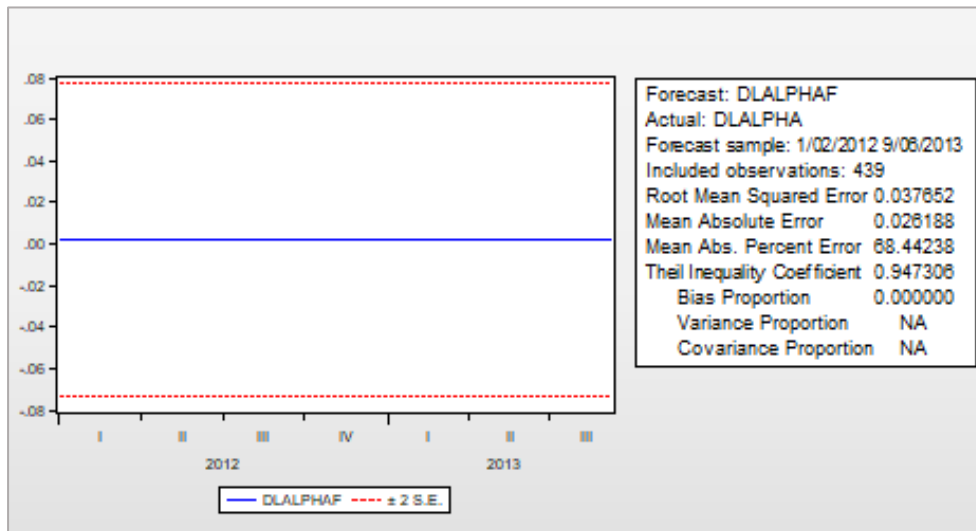
## ΙΣΤΟΤΟΠΟΙ

- [www.nbg.gr](http://www.nbg.gr) :Ιστότοπος Εθνικής Τράπεζας της Ελλάδας
- [www.peireusbank.gr](http://www.peireusbank.gr) :Ιστότοπος Τράπεζα Πειραιώς
- [www.eurobank.gr](http://www.eurobank.gr): Ιστότοπος Eurobank Ergasias A. E.
- [www.alphabank.gr](http://www.alphabank.gr) :Ιστότοπος Alpha Bank
- [www.bankofgreece.gr](http://www.bankofgreece.gr) :Τράπεζα της Ελλάδας: Γενικά στοιχεία για την οικονομική δραστηριότητα
- [www.helex.gr](http://www.helex.gr) :Χρηματιστήριο Αξιών Αθηνών: Επιλογή Εταιρειών και Οικονομικές Αναλύσεις
- [www.capital.gr](http://www.capital.gr): Τιμές των μετοχών και λογιστικά στοιχεία των εταιρειών

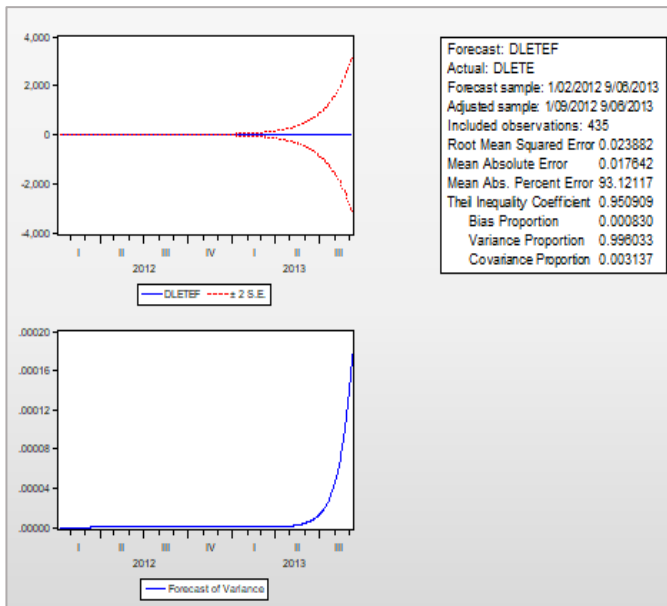
## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



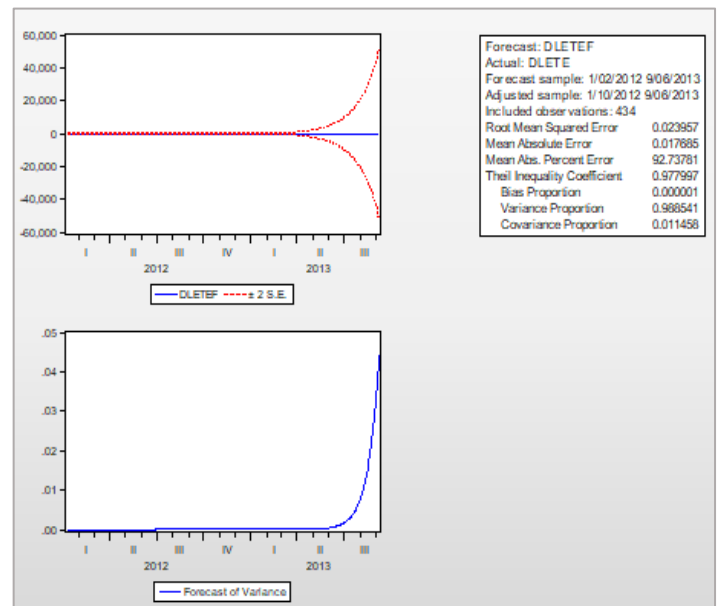
*Forecast ARIMA (Alpha Bank)*



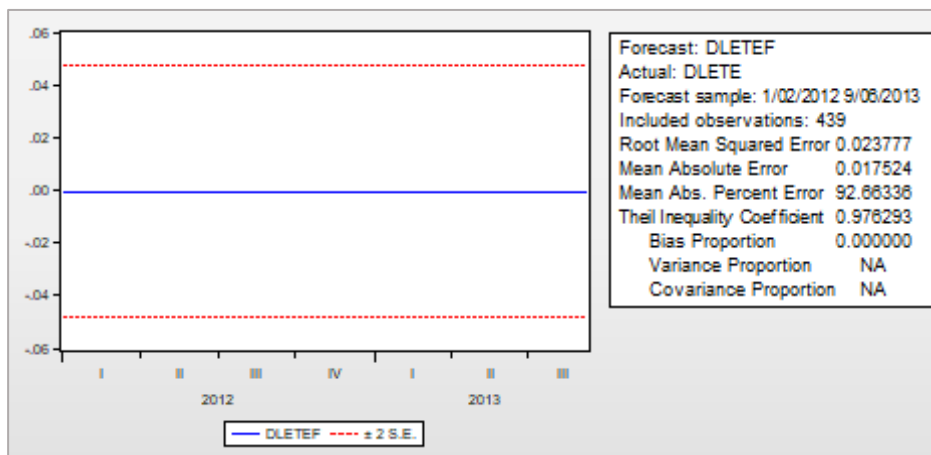
*Forecast Random Walk Alpha Bank)*



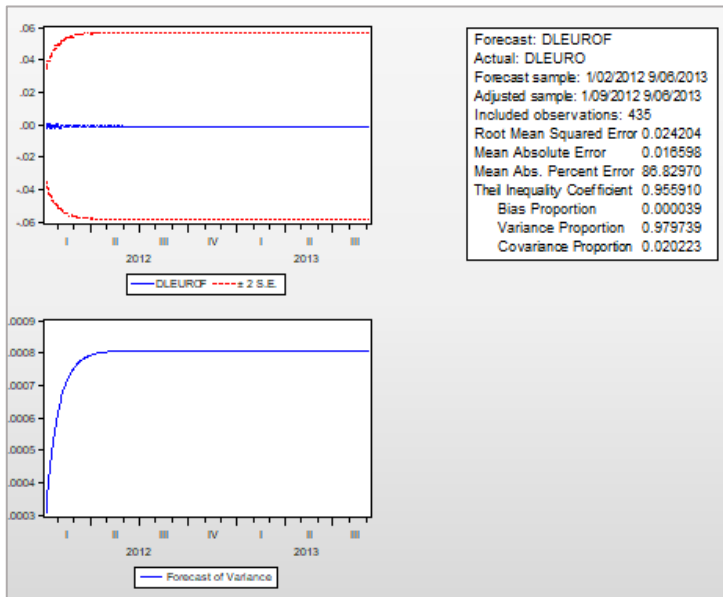
Forecast GARCH (ETE)



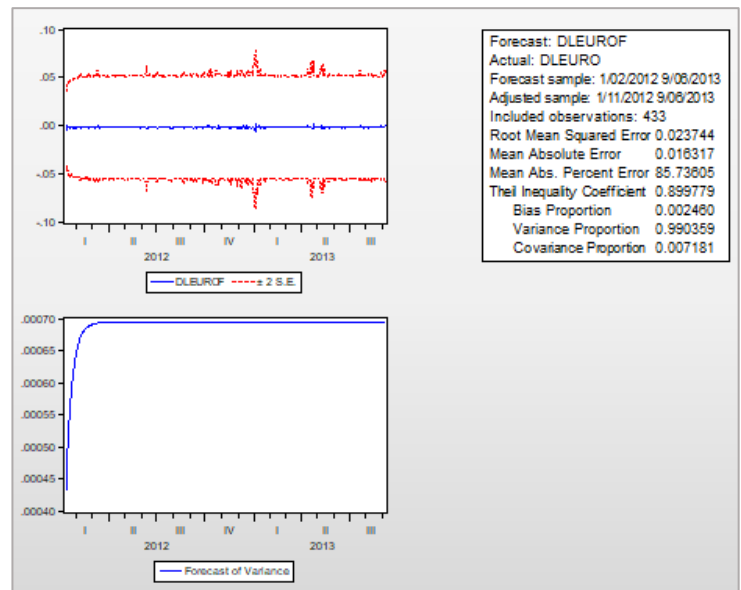
Forecast BILINEAR (ETE)



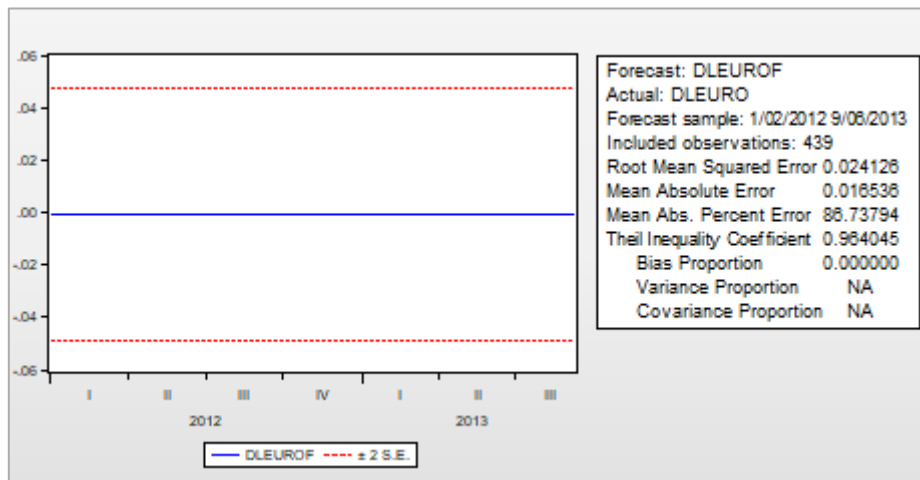
Forecast Random Walk (ETE)



Forecast GARCH (Eurobank)

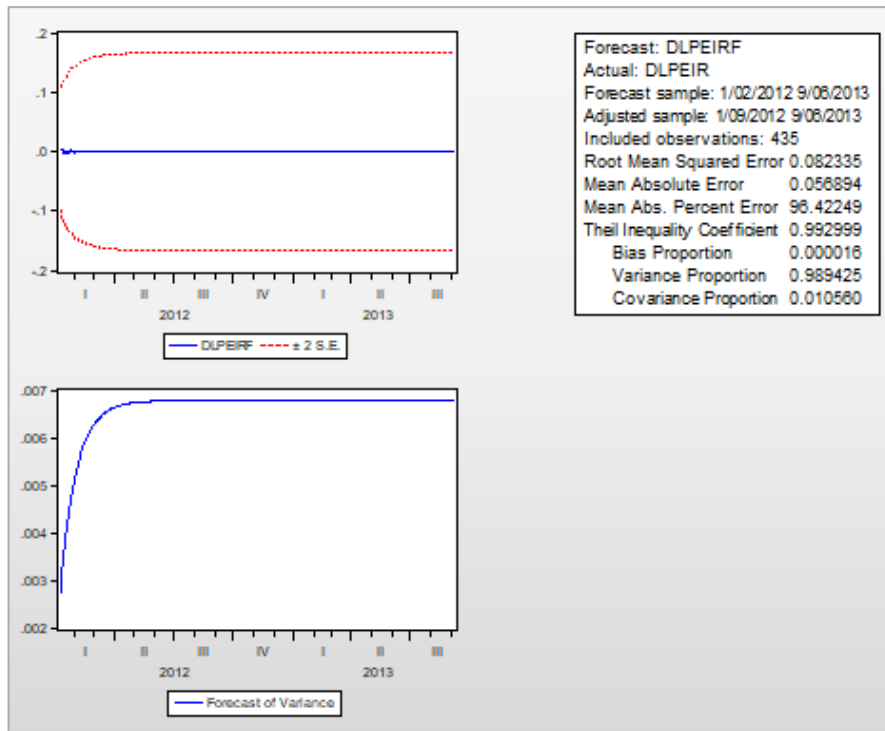


Forecast Bilinear (Eurobank)

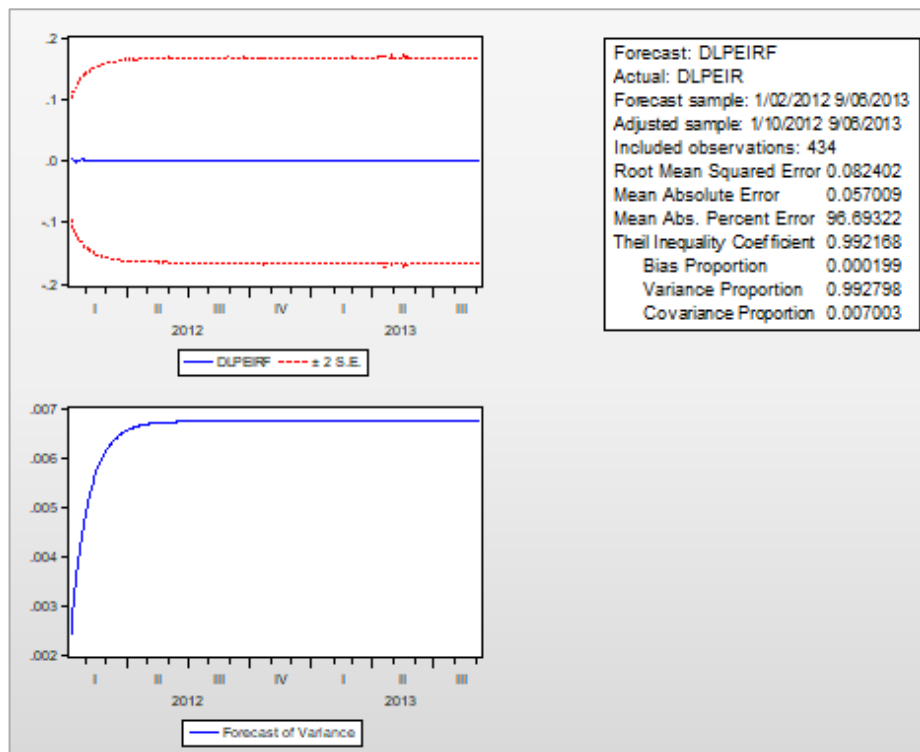


Forecast Random (Eurobank)

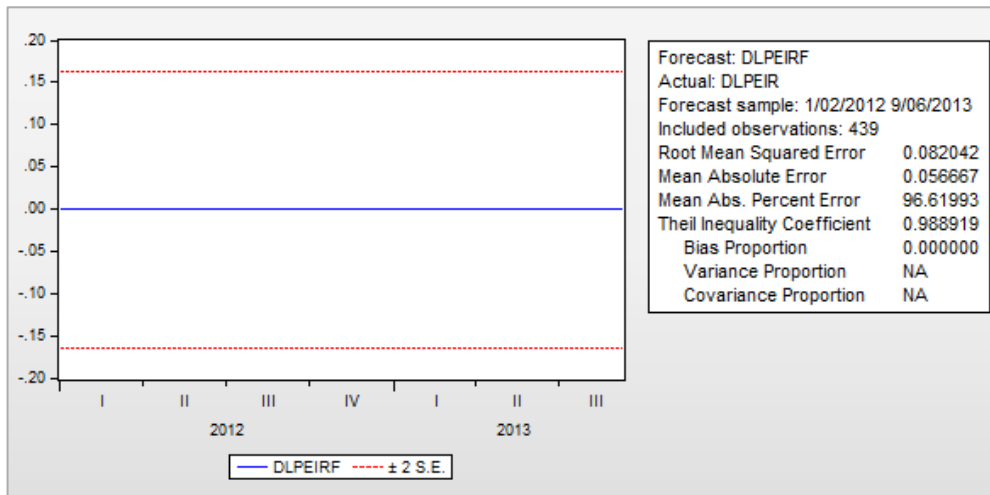




*Forecast GARCH (PIREUS)*



*Forecast Bilinear (Pireus)*



*Forecast Random Walk (Pireus)*

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002071	0.002155	0.961237	0.3370
AR(1)	0.151600	0.038851	3.902050	0.0001
AR(3)	-0.575312	0.146473	-3.927776	0.0001
MA(3)	0.634663	0.141760	4.477039	0.0000
SIGMASQ	0.001363	7.10E-05	19.21148	0.0000
R-squared	0.038249	Mean dependent var	0.002039	
Adjusted R-squared	0.029385	S.D. dependent var	0.037695	
S.E. of regression	0.037137	Akaike info criterion	-3.736814	
Sum squared resid	0.598552	Schwarz criterion	-3.690293	
Log likelihood	825.2306	Hannan-Quinn criter.	-3.718460	
F-statistic	4.315092	Durbin-Watson stat	1.961739	
Prob(F-statistic)	0.001964			

Υπόδειγμα 1: Alpha Bank

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000571	0.001193	-0.478331	0.6327
AR(1)	-0.604611	0.275829	-2.191976	0.0289
AR(2)	-0.790282	0.095170	-8.303941	0.0000
AR(4)	-0.483982	0.229427	-2.109523	0.0355
MA(1)	0.682087	0.288446	2.364699	0.0185
MA(2)	0.844510	0.122764	6.879136	0.0000
MA(4)	0.417726	0.377702	1.105969	0.2694
SIGMASQ	0.000541	0.000114	4.758110	0.0000
R-squared	0.042832	Mean dependent var	-0.000571	
Adjusted R-squared	0.027286	S.D. dependent var	0.023804	
S.E. of regression	0.023477	Akaike info criterion	-4.636592	
Sum squared resid	0.237557	Schwarz criterion	-4.562160	
Log likelihood	1025.732	Hannan-Quinn criter.	-4.607226	
F-statistic	2.755239	Durbin-Watson stat	2.009596	
Prob(F-statistic)	0.008261			

Υπόδειγμα 2: Εθνική Τράπεζα

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000874	0.001390	-0.628921	0.5297
AR(1)	-1.359288	0.185121	-7.342704	0.0000
AR(2)	-1.177855	0.140878	-8.360789	0.0000
AR(3)	-0.438844	0.144774	-3.031235	0.0026
AR(4)	0.132204	0.041869	3.157605	0.0017
MA(1)	1.478270	0.185984	7.948383	0.0000
MA(2)	1.491909	0.146059	10.21444	0.0000
MA(3)	0.662245	0.162628	4.072151	0.0001
SIGMASQ	0.000543	2.63E-05	20.69185	0.0000
R-squared	0.066353	Mean dependent var	-0.000884	
Adjusted R-squared	0.048983	S.D. dependent var	0.024153	
S.E. of regression	0.023554	Akaike info criterion	-4.637461	
Sum squared resid	0.238562	Schwarz criterion	-4.553724	
Log likelihood	1026.923	Hannan-Quinn criter.	-4.604424	
F-statistic	3.819962	Durbin-Watson stat	1.995072	
Prob(F-statistic)	0.000236			

Υπόδειγμα 3: Eurobank

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000301	0.003445	-0.087250	0.9305
AR(2)	1.291364	0.119076	10.84484	0.0000
AR(4)	-0.834741	0.113825	-7.333522	0.0000
MA(2)	-1.347539	0.103164	-13.06211	0.0000
MA(4)	0.885935	0.096496	9.181064	0.0000
SIGMASQ	0.006297	0.000219	28.80887	0.0000
R-squared	0.011160	Mean dependent var	-0.000297	
Adjusted R-squared	0.002054	S.D. dependent var	0.079873	
S.E. of regression	0.079791	Akaike info criterion	-2.207605	
Sum squared resid	3.457061	Schwarz criterion	-2.160521	
Log likelihood	611.9874	Hannan-Quinn criter.	-2.189204	
F-statistic	1.225617	Durbin-Watson stat	1.987593	
Prob(F-statistic)	0.295609			
Inverted AR Roots	.88+.37i	.88-.37i	-.88+.37i	-.88-.37i
Inverted MA Roots	.90+.37i	.90-.37i	-.90+.37i	-.90-.37i

Υπόδειγμα 4: Τράπεζα Πειραιώς

ARIMA Υποδείγματα με βάση την οικονομετρική ανάλυση για κάθε χρονολογική σειρά.

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.000588	0.000579	-1.015027	0.3101
ET*DLETE(-1)	515430.0	197085.8	2.615257	0.0089
AR(1)	0.046985	0.693180	0.067782	0.9460
AR(2)	-0.049060	0.676541	-0.072516	0.9422
AR(4)	-0.056763	0.059000	-0.962089	0.3360
MA(1)	71.49180	86533.80	0.000826	0.9993
MA(2)	125060.8	5970.880	20.94512	0.0000
MA(4)	-410.9434	84349.78	-0.004872	0.9961
Variance Equation				
C	1.69E-16	9.44E-16	0.179051	0.8579
RESID(-1) <sup>2</sup>	0.318967	0.050494	6.316862	0.0000
GARCH(-1)	0.750316	0.023220	32.31391	0.0000
R-squared	1.000000	Mean dependent var	-0.000579	
Adjusted R-squared	1.000000	S.D. dependent var	0.023831	
S.E. of regression	1.89E-07	Akaike info criterion	-28.14322	
Sum squared resid	1.53E-11	Schwarz criterion	-28.04070	
Log likelihood	6174.366	Hannan-Quinn criter.	-28.10277	
Durbin-Watson stat	2.004992			

Υπόδειγμα 1: Εθνική Τράπεζα

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-0.002025	0.001041	-1.946254	0.0516
ET*DLEURO(-1)	-7.133949	1.251713	-5.699348	0.0000
ET*DLEURO(-2)	-3.507173	1.165545	-3.009043	0.0026
AR(1)	-0.057352	0.073318	-0.782245	0.4341
AR(2)	-0.244800	0.433988	-0.564071	0.5727
AR(3)	-0.485972	0.371923	-1.306647	0.1913
AR(4)	0.075354	0.085221	0.884224	0.3766
MA(1)	0.180606	0.047607	3.793668	0.0001
MA(2)	0.304046	0.454387	0.669136	0.5034
MA(3)	0.454947	0.423202	1.075009	0.2824
Variance Equation				
C	0.000114	4.01E-05	2.848238	0.0044
RESID(-1) <sup>2</sup>	0.271240	0.066597	4.072872	0.0000
RESID(-2) <sup>2</sup>	0.336903	0.088355	3.813081	0.0001
RESID(-3) <sup>2</sup>	-0.162646	0.074099	-2.194995	0.0282
GARCH(-1)	0.016141	0.135630	0.119009	0.9053
GARCH(-2)	0.373748	0.085942	4.348827	0.0000
R-squared	-0.015703	Mean dependent var	-0.000881	
Adjusted R-squared	-0.037111	S.D. dependent var	0.024200	
S.E. of regression	0.024645	Akaike info criterion	-4.871437	
Sum squared resid	0.259345	Schwarz criterion	-4.722057	
Log likelihood	1080.409	Hannan-Quinn criter.	-4.812490	
Durbin-Watson stat	1.829343			

Υπόδειγμα 2: Eurobank

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	0.000483	0.003101	0.155740	0.8762
ET*DLPEIR(-1)	0.874609	0.305673	2.861260	0.0042
AR(2)	0.737693	0.191779	3.846568	0.0001
AR(4)	-0.781305	0.161122	-4.849141	0.0000
MA(2)	-0.796780	0.196202	-4.061029	0.0000
MA(4)	0.760785	0.169121	4.498469	0.0000
Variance Equation				
C	0.000350	9.90E-05	3.535642	0.0004
RESID(-1) <sup>2</sup>	0.153167	0.032911	4.654036	0.0000
GARCH(-1)	0.794837	0.036005	22.07578	0.0000
R-squared	0.015245	Mean dependent var	-0.000812	
Adjusted R-squared	0.003848	S.D. dependent var	0.082202	
S.E. of regression	0.082044	Akaike info criterion	-2.383360	
Sum squared resid	2.907853	Schwarz criterion	-2.299478	
Log likelihood	530.9558	Hannan-Quinn criter.	-2.350262	
Durbin-Watson stat	1.879365			

Υπόδειγμα 3: Τράπεζα Πειραιώς

Bilinear Υποδείγματα των τεσσάρων χρονολογικών σειρών για τη μη – γραμμικότητα στο μέσο όρο

