



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Έλεγχος της θεωρίας αποτελεσματικότητας στις αποδόσεις
προϊόντων ενέργειας.**

Περικλής Ζαντίδης

Επιβλέπουσα : Κύρτσου Αικατερίνη, καθηγήτρια

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2022

..στην οικογένεια μου

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στη Θεσσαλονίκη στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος του τμήματος Οικονομικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Μακεδονίας και διήρκησε από το Σεπτέμβριο του 2021 μέχρι και το Σεπτέμβριο του 2022.

Θα ήθελα αρχικά να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια Αικατερίνη Κύρτσου για τη συνεχή καθοδήγηση και την ανιδιοτελή βοήθεια που μου παρείχε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας εργασίας, αλλά και τις πολύτιμες συμβουλές και γνώση που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για τη διαρκή εμπιστοσύνη και υπομονή που έδειξε όλα αυτά τα χρόνια αλλά και για τη στήριξη που μου παρείχε στη προσπάθεια μου να επιτύχω τους στόχους μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διάφορες έρευνες στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν ελέγξει την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών για τις αγορές εμπορευμάτων ενέργειας, ωστόσο, είναι ελάχιστες εκείνες οι οποίες εξετάζουν και συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα των αγορών αυτών μεταξύ των περιόδων πριν και κατά τη διάρκεια της πανδημίας του κορωνοϊού. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία ελέγχει, με τη χρήση ενός μη-γραμμικού μοντέλου, την υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης, για την περίοδο από τον Ιανουάριο του 2018 μέχρι και το Φεβρουάριο του 2022 και εξετάζει εάν και πως αλλάζει ο βαθμός αποτελεσματικότητας κάθε αγοράς ενέργειας μεταξύ των δύο υποπεριόδων, πριν και μετά την έναρξη της πανδημίας. Τα ευρήματα της ανάλυσης απορρίπτουν την υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας για κάθε αγορά ενέργειας για τη συνολική περίοδο εξέτασης αλλά και για κάθε υποπερίοδο ξεχωριστά. Επιπλέον, φαίνεται πως η αναποτελεσματικότητα των αγορών γίνεται πιο έντονη κατά τη διάρκεια της πανδημίας, καθώς οι δυσμενείς υγειονομικές, οικονομικές, πολιτικές και γεωπολιτικές συνθήκες που επικρατούν αυξάνουν την αβεβαιότητα και το φόβο, με τους επενδυτές να επιδίδονται σε γνωστικά και συμπεριφορικά σφάλματα και να λαμβάνουν λιγότερο ορθολογικές αποφάσεις. Τα ευρήματα της χρονικά μεταβαλλόμενης αποτελεσματικότητας της αγοράς είναι σύμφωνα με την υπόθεση προσαρμοστικών αγορών, αλλά όχι με την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών.

Λέξεις κλειδιά: Υπόθεση αποτελεσματικών αγορών, υπόθεση προσαρμοστικών αγορών, κρίση, αγορές ενέργειας, μη-γραμμικότητα, πανδημία.

ABSTRACT

Various studies in the international literature have tested the efficient market hypothesis for energy commodity markets, however, there are only a few that examine and compare these markets' efficiency between periods before and during the coronavirus pandemic. In this context, this paper tests, using a non-linear white noise model, the weak-form efficient market hypothesis for crude oil, heating oil, natural gas and gasoline returns, for the period from January 2018 until February 2022 and examines whether and how the efficiency degree of each energy market changes between the two sub-periods, before and after the start of the pandemic. The analysis findings reject the weak-form efficient market hypothesis for each energy market for the overall examining period as well as for each sub-period separately. In addition, markets' inefficiency appears to be more pronounced during the pandemic, as adverse health, economic, political and geopolitical conditions increase uncertainty and fear, with investors indulging in cognitive and behavioral errors and taking less rational decisions. The findings of time-varying market efficiency are consistent with the adaptive market hypothesis, but not with the efficient market hypothesis.

Keywords: Efficient market hypothesis, adaptive market hypothesis, crisis, energy markets, non-linearity, pandemic.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	8
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Θεωρητικό πλαίσιο.....	15
1.1. Υπόθεση αποτελεσματικών αγορών.....	15
1.1.1. Ορισμοί αποτελεσματικών αγορών και αντίδραση σε νέες πληροφορίες.....	15
1.1.2. Μοντέλο τυχαίου περιπάτου.....	16
1.1.3. Μορφές αποτελεσματικότητας.....	18
1.1.4. Υποθέσεις της αγοράς συνεπείς με την αποτελεσματικότητα.....	19
1.2. Ατέλειες και αποκλίσεις από την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών.....	20
1.2.1. Θορυβώδεις επενδυτές.....	21
1.2.2. Συμπεριφορικά λάθη και ανωμαλίες της αγοράς.....	22
1.2.3. Περιορισμοί στο arbitrage.....	24
1.2.4. Ασύμμετρη πληροφόρηση.....	25
1.2.5. Θετικά κόστη συναλλαγών, απόκτησης πληροφοριών και ετερογενείς επενδυτές.....	27
1.2.6. Υπό-αντίδραση και υπέρ-αντίδραση σε νέες πληροφορίες.....	28
1.2.7. Ανορθολογικές προσδοκίες και αδυναμία πρόβλεψης της θεμελιώδους αξίας.....	30
1.3. Υπόθεση προσαρμοστικών αγορών.....	32
1.4. Αγορές ενέργειας.....	33
1.4.1. Προσφορά και ζήτηση.....	33
1.4.2. Είδη διαπραγμάτευσης.....	34

1.4.3. Έκθεση σε προϊόντα ενέργειας και τύποι επενδυτών.....	35
1.5. Βιβλιογραφική ανασκόπηση μεθόδων ελέγχου της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών.....	37
1.5.1. Αδύναμη μορφή αποτελεσματικότητας.....	37
1.5.1.1. Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα.....	37
1.5.1.2. Έλεγχος μη-γραμμικού μοντέλου.....	38
1.5.1.3. Έλεγχος για ημερολογιακές ανωμαλίες.....	39
1.5.1.4. Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας.....	40
1.5.1.5. Υπόδειγμα GARCH.....	40
1.5.2. Ημι-ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας.....	41
1.5.2.1. Σωρευμένη μέση μη-φυσιολογική απόδοση (CAAR).....	41
1.5.3. Ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας.....	43
1.5.3.1. Σύγκριση αποδοτικότητας αμοιβαίων κεφαλαίων με την αγορά.....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εφαρμογή.....	45
2.1. Περιγραφή δεδομένων.....	46
2.1.1. Πρώτη περίοδος – 01/2018-01/2020.....	46
2.1.2. Δεύτερη περίοδος – 02/2020-02/2022.....	53
2.1.3. Συνολικό δείγμα – 01/2018-02/2022.....	59
2.2. Εκτίμηση υποδείγματος.....	65
2.2.1. Πρώτη περίοδος-01/2018-01/2020.....	66
2.2.2. Δεύτερη περίοδος-02/2020-02/2022.....	67
2.2.3. Συνολικό δείγμα-01/2018-02/2022.....	68
2.3. Σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	69
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	76
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	49
Πίνακας 2: Κορελόγραμμα αποδόσεων αργού πετρελαίου και πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)	50
Πίνακας 3: Κορελόγραμμα αποδόσεων φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)	51
Πίνακας 4: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	55
Πίνακας 5: Κορελόγραμμα αποδόσεων αργού πετρελαίου και πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)	56
Πίνακας 6: Κορελόγραμμα αποδόσεων φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	57
Πίνακας 7: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα).....	61
Πίνακας 8: Κορελόγραμμα αποδόσεων αργού πετρελαίου και πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα).....	62
Πίνακας 9: Κορελόγραμμα αποδόσεων φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)	63
Πίνακας 10: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για την περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	66
Πίνακας 11: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για την περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	67
Πίνακας 12: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για την περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)	68

Πίνακας 13: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	76
Πίνακας 14: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	76
Πίνακας 15: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	77
Πίνακας 16: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)	77
Πίνακας 17: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	78
Πίνακας 18: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)	78
Πίνακας 19: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	79
Πίνακας 20: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)	79
Πίνακας 21: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα).....	80
Πίνακας 22: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)	80
Πίνακας 23: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα).....	81

Πίνακας 24: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα) 81

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Αποτελεσματική αντίδραση, υπό-αντίδραση και υπέρ-αντίδραση των επενδυτών σε νέα θετική πληροφορία.....	29
Διάγραμμα 2: Χρονοδιάγραμμα μελέτης περίπτωσης στον έλεγχο της ημι-ισχυρής μορφής αποτελεσματικών αγορών.....	42
Διάγραμμα 3: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις αργού πετρελαίου για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	47
Διάγραμμα 4: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	47
Διάγραμμα 5: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις φυσικού αερίου για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	47
Διάγραμμα 6: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)	48
Διάγραμμα 7: Ιστογράμματα αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος).....	48
Διάγραμμα 8: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις αργού πετρελαίου για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	53
Διάγραμμα 9: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	53
Διάγραμμα 10: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις φυσικού αερίου για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	54
Διάγραμμα 11: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος).....	54
Διάγραμμα 12: Ιστογράμματα αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)	55
Διάγραμμα 13: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα).....	59
Διάγραμμα 14: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα).....	59
Διάγραμμα 15: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα).....	60

Διάγραμμα 16: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα) 60

Διάγραμμα 17: Ιστογράμματα αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα) 61

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι διεθνείς κεφαλαιαγορές και η συμπεριφορά των επενδυτών σε αυτές μελετώνται επί δεκαετίες και οι θεωρίες που στοχεύουν να ερμηνεύσουν τον τρόπο καθορισμού των τιμών των περιουσιακών στοιχείων εξελίσσονται συνεχώς. Η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών, που προτάθηκε από τον Fama (1965a, 1965b), αποτελεί μια παραδοσιακή θεωρία ισορροπίας των πλήρως ορθολογικών επενδυτών και τέλεια ανταγωνιστικών αγορών, σύμφωνα με την οποία οι τιμές των περιουσιακών στοιχείων προσαρμόζονται στιγμιαία στις νέες πληροφορίες που φθάνουν στην αγορά. Η αποδοχή ή απόρριψη της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών οδηγεί σε σημαντικά συμπεράσματα για την ακολουθούμενη επενδυτική στρατηγική και τη διαχείριση χαρτοφυλακίων, με αποτέλεσμα να λάβει μεγάλη προσοχή από την επιστημονική κοινότητα.

Η θεωρία αποτελεσματικότητας κυριάρχησε στα χρηματοοικονομικά για αρκετά χρόνια, όμως αργότερα δέχθηκε έντονη κριτική. Η εξέλιξη της οικονομετρίας και της συμπεριφορικής χρηματοοικονομικής επιστήμης οδήγησε σε ένα νέο πλαίσιο ερμηνείας της συμπεριφοράς των επενδυτών, σύμφωνα με το οποίο οι συμμετέχοντες στην αγορά επιδίδονται σε μια πληθώρα γνωστικών και συμπεριφορικών σφαλμάτων. Από την άλλη, μια νέα εξελιγμένη έκδοση της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών, η οποία ονομάστηκε υπόθεση προσαρμοστικών αγορών και προτάθηκε από το Lo (2004, 2005), συμφιλιώνει την παραδοσιακή θεωρία με τη συμπεριφορική χρηματοοικονομική και υποστηρίζει πως η αποτελεσματικότητα των αγορών μεταβάλλεται χρονικά ανάλογα με τις επικρατούσες οικονομικές συνθήκες. Η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών συνεχίζει να εξετάζεται σε διάφορα περιουσιακά στοιχεία όπως οι μετοχές, τα εμπορεύματα και οι συναλλαγματικές ισοτιμίες.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία επιδιώκει να ελέγξει, με τη χρήση ενός μη-γραμμικού υποδείγματος, την αδύναμη μορφή αποτελεσματικότητας των αγορών αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα από τον Ιανουάριο του 2018 μέχρι και το Φεβρουάριο του 2022 και να εξετάσει εάν και πως αλλάζει ο βαθμός αποτελεσματικότητας κάθε αγοράς μεταξύ των δύο υποπεριόδων, πριν και μετά την έναρξη της πανδημίας. Συγκρίνοντας το βαθμό αποτελεσματικότητας μεταξύ των δύο περιόδων ελέγχεται έμμεσα και η υπόθεση προσαρμοστικών αγορών.

Η δομή της παρούσας εργασίας έχει ως εξής: Το πρώτο κεφάλαιο ξεκινά με μια επισκόπηση της βιβλιογραφίας για την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών και τις αιτίες απόκλισης από αυτήν, και συνεχίζει με την υπόθεση προσαρμοστικών αγορών. Στη συνέχεια ακολουθεί μια ανάλυση για τις αγορές ενέργειας και τις μεθοδολογίες ελέγχου της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών που παρουσιάζονται πιο συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία. Το δεύτερο κεφάλαιο περιλαμβάνει αρχικά την περιγραφή των δεδομένων και την εκτίμηση του υποδείγματος για κάθε περίοδο, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί ο σχολιασμός αποτελεσμάτων. Τέλος, εξάγονται τα βασικά συμπεράσματα της ανάλυσης και γίνονται προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Θεωρητικό πλαίσιο

1.1. Υπόθεση αποτελεσματικών αγορών

1.1.1. Ορισμοί αποτελεσματικών αγορών και αντίδραση σε νέες πληροφορίες

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να ορίσουμε μια αποτελεσματική αγορά, καθώς η θεωρία εξελίσσεται διαχρονικά. Ο Fama (1965a) όρισε για πρώτη φορά μια αποτελεσματική αγορά ως:

μια αγορά όπου υπάρχει μεγάλος αριθμός ορθολογικών επενδυτών που μεγιστοποιούν τα κέρδη τους και ανταγωνίζονται ενεργά, με τον καθένα να προσπαθεί να προβλέψει τις μελλοντικές αγοραίες αξίες των μεμονωμένων τίτλων και όπου οι σημαντικές τρέχουσες πληροφορίες είναι σχεδόν ελεύθερα διαθέσιμες σε όλους τους συμμετέχοντες. (σ. 3-4)

Ο ορισμός αυτός υπονοεί ότι ο ανταγωνισμός οδηγεί στο να εξαλειφθούν οι διαφορές μεταξύ των πραγματικών τιμών και των θεμελιωδών αξιών των τίτλων (Yalçın, 2010) και υποδηλώνει πως η παρατηρούμενη τιμή ενός τίτλου στην αγορά θα είναι μια καλή εκτίμηση της θεμελιώδης αξίας του (Fama, 1965a). Σύμφωνα με ένα διαφορετικό ορισμό του Fama (1970), σε μια τέτοια αγορά, οι πληροφορίες που είναι διαθέσιμες θα πρέπει πάντοτε να αντανακλώνται πλήρως στις τιμές των περιουσιακών στοιχείων. Στο ίδιο μοτίβο, ο Jensen (1978) υποστήριξε πως μια αγορά θα είναι αποτελεσματική, εάν οποιαδήποτε συναλλαγή που πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας το διαθέσιμο σύνολο πληροφοριών είναι αδύνατο να αποδώσει οικονομικά κέρδη, ορίζοντας ως οικονομικά κέρδη τις καθαρές από κόστη αποδόσεις προσαρμοσμένες στον κίνδυνο. Ομοίως, ο Malkiel (1989) υποστηρίζει πως μια αγορά θα είναι αποτελεσματική με βάση ένα σύνολο πληροφοριών, εφόσον η αποκάλυψη των πληροφοριών αυτών στο σύνολο των συμμετεχόντων στην αγορά δεν οδηγήσει σε μεταβολή των τιμών των τίτλων, καθώς θεωρείται πως οι πληροφορίες αυτές έχουν ήδη ενσωματωθεί στις τιμές. Επιπλέον, ισχυρίζεται πως ακόμη και οι επενδυτές που κάνουν συναλλαγές δίχως πληροφορίες θα κερδίσουν μια απόδοση το ίδιο καλή με την αντίστοιχη απόδοση των ειδικών

διαχειριστών χαρτοφυλακίων, απλώς και μόνο αγοράζοντας ένα διαφοροποιημένο χαρτοφυλάκιο της αγοράς (Malkiel, 2003). Αυτό υποδηλώνει άλλωστε και η χαρακτηριστική δήλωση του πως «ένας χιμπατζής με δεμένα μάτια που ρίχνει βελάκια στη Wall Street Journal θα μπορούσε να επιλέξει ένα χαρτοφυλάκιο που θα τα πήγαινε εξίσου καλά με αυτό των ειδικών διαχειριστών χαρτοφυλακίων». (Malkiel, 2003, p. 4)

Με λίγα λόγια όλοι οι παραπάνω ορισμοί υποδεικνύουν ως αποτελεσματική αγορά, μια αγορά πλήρως ανταγωνιστική, με ορθολογικούς επενδυτές, οι οποίοι στην προσπάθεια τους να προεξοφλήσουν το μέλλον ενσωματώνουν κάθε διαθέσιμη πληροφορία στις τιμές, οδηγώντας την αγοραία τιμή κάθε μεμονωμένου τίτλου να προσεγγίζει τη θεμελιώδη του αξία. Συνεπώς, η διαδικασία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα οι επενδυτές να έχουν τη δυνατότητα να πετύχουν μεγαλύτερες αποδόσεις μόνο αν εκτεθούν σε υψηλότερο κίνδυνο (Tjftan, 2015).

Λαμβάνοντας υπόψη τους παραπάνω ορισμούς είναι εύκολο να καταλάβει κανείς πως αντιδρούν οι επενδυτές σε νέες πληροφορίες που γίνονται διαθέσιμες στην αγορά. Σε μια αποτελεσματική αγορά, λόγω του μεγάλου ανταγωνισμού μεταξύ των ορθολογικών επενδυτών, κατά μέσο όρο, οι νέες πληροφορίες ενσωματώνονται στιγμιαία στις τιμές και επομένως οι διαδοχικές αλλαγές των τιμών (αποδόσεις) των μεμονωμένων τίτλων είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, δηλαδή τυχαίες, το οποίο αποτελεί εξ' ορισμού μια αγορά λευκού θορύβου (Fama, 1965a).

1.1.2. Μοντέλο τυχαίου περιπάτου

Σύμφωνα με το μοντέλο του τυχαίου περιπάτου η τιμή ενός τίτλου είναι μια στοχαστική διαδικασία, το οποίο σε στατιστικούς όρους οδηγεί σε αποδόσεις που είναι ανεξάρτητες και πανομοιότυπα κατανεμημένες τυχαίες μεταβλητές (Fama, 1965b). Αυτό σημαίνει πως οι αποδόσεις των μεμονωμένων τίτλων είναι μια διαδικασία χωρίς μνήμη και επομένως οι παρελθούσες αποδόσεις δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να πραγματοποιηθούν μελλοντικές προβλέψεις (Fama, 1965a). Αλγεβρικά το μοντέλο του τυχαίου περιπάτου για την τιμή ενός τίτλου στην απλή του μορφή περιγράφεται από τον Cooper (1982) ως εξής:

- $P_t = P_{t-1} + \varepsilon_t$ (1)

όπου P_t η τιμή του τίτλου τη στιγμή t , P_{t-1} η τιμή του τίτλου τη στιγμή $t-1$ και ε_t ο τυχαίος όρος. Ή σε λογαριθμική μορφή:

- $\ln(P_t) = \ln(P_{t-1}) + \varepsilon_t$ (2)

με τον τυχαίο όρο, ε_t , να έχει μέση τιμή μηδέν, σταθερή διακύμανση ίση με σ^2 και ανεξάρτητες τιμές στο χρόνο (Filacek et al., 2014).

Όταν η τιμή ακολουθεί το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου, τότε μπορεί να ειπωθεί διαφορετικά πως οι αποδόσεις είναι μια διαδικασία λευκού θορύβου, η οποία γράφεται αλγεβρικά από την εξίσωση (2) ως εξής:

- $\ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) = \varepsilon_t \Leftrightarrow R_t = \varepsilon_t$

με άλλα λόγια, η απόδοση τη χρονική στιγμή t ισούται με το τυχαίο όρο ε_t , ο οποίος έχει τις ιδιότητες που περιγράφηκαν παραπάνω.

Η ανεξαρτησία μεταξύ των διαδοχικών αλλαγών των τιμών των μεμονωμένων τίτλων που συνεπάγεται το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου μπορεί να περιγραφεί σε όρους πιθανοτήτων ως εξής:

➤ $P_r(X_t = x | x_{t-1}, x_{t-2}, \dots) = P_r(X_t = x)$

η συνθήκη αυτή δηλώνει πως η πιθανότητα η απόδοση του μεμονωμένου τίτλου την περίοδο t να πάρει την τιμή x είναι ίση με την πιθανότητα η απόδοση του μεμονωμένου τίτλου την περίοδο t να πάρει την τιμή x υπό συνθήκη ότι οι προηγούμενες αποδόσεις ήταν ίσες με x_{t-1}, x_{t-2}, \dots και ούτω καθεξής, το οποίο σημαίνει πως η απόδοση σήμερα είναι ανεξάρτητη από τις αποδόσεις των προηγούμενων περιόδων και ως εκ τούτου είναι μια πλήρως τυχαία διαδικασία που δεν μπορεί να προβλεφθεί.

Έτσι, ανάλογα με τη μορφή αποτελεσματικότητας της αγοράς, η θεμελιώδη και η τεχνική ανάλυση ενδέχεται να μη μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη υπέρ-αποδόσεων (Singh et al., 2021), καθώς όλες οι πληροφορίες οι οποίες μπορούν δυνητικά να προκύψουν από τις παραπάνω μεθόδους θα έχουν ήδη ενσωματωθεί στις τιμές. Το εύλογο ερώτημα που τίθεται είναι ποιες είναι οι πληροφορίες οι οποίες θεωρείται πως ενσωματώνονται στιγμιαία στις αγοραίες τιμές και κατ' επέκταση ποιες επενδυτικές

στρατηγικές δεν δύναται να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη ασυνήθιστα υψηλότερων σε σχέση με την υπόλοιπη αγορά αποδόσεων.

1.1.3. Μορφές αποτελεσματικότητας

Οι μορφές αποτελεσματικότητας μιας αγοράς διαφέρουν ως προς το τι περιλαμβάνει το σύνολο πληροφοριών, έστω Ω_t , το οποίο «αντανακλάται πλήρως» στις τιμές. Οι τρεις μορφές αποτελεσματικότητας σύμφωνα με τον Fama (1970) είναι:

- a) Αδύναμη μορφή.
- b) Ημι-ισχυρή μορφή.
- c) Ισχυρή μορφή.

Ο Malkiel (1989) αναλύει λεπτομερώς τις παραπάνω μορφές και όπως εξηγεί, μια αποτελεσματική αγορά στην αδύναμη μορφή της υποδηλώνει πως οι τιμές αντανακλούν πλήρως όλες τις πληροφορίες οι οποίες είναι διαθέσιμες στα ιστορικά στοιχεία των μεμονωμένων τίτλων, όπως παρελθούσες τιμές, όγκος συναλλαγών και άλλα. Η δήλωση αυτή είναι σύμφωνη με το μοντέλο τυχαίου περιπάτου και συνεπάγεται πως η τεχνική ανάλυση, δηλαδή η ανάλυση παρελθουσών στοιχείων των τιμών για την πρόβλεψη των αντίστοιχων μελλοντικών, δεν μπορεί να οδηγήσει σε συστηματικά κέρδη, καθώς οι πληροφορίες αυτές αντανακλώνται ήδη στις τιμές.

Σύμφωνα με την ημι-ισχυρή μορφή, οι τιμές στην αγορά αντανακλούν όλες τις δημόσια διαθέσιμες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα ανακοινώσεις κερδών των εταιρειών, ανακοινώσεις εξαγορών και άλλα. Από τη στιγμή που οι πληροφορίες που είναι διαθέσιμες στα ιστορικά στοιχεία των τιμών των μεμονωμένων τίτλων είναι δημόσια διαθέσιμες, η ημι-ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας περιλαμβάνει και την αδύναμη μορφή. Η ημι-ισχυρή μορφή συνεπάγεται πως η θεμελιώδης ανάλυση, όπως είναι για παράδειγμα η ανάλυση των ισολογισμών των εταιρειών ή των καταστάσεων αποτελεσμάτων, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη υπέρ-αποδόσεων, καθώς, αντίστοιχα με την τεχνική ανάλυση στην αδύναμη μορφή αποτελεσματικότητας, οι πληροφορίες αυτές αντανακλώνται ήδη στις τιμές.

Τέλος, η θεωρία στην ισχυρή μορφή της υποστηρίζει πως οι τιμές των μεμονωμένων τίτλων σε μια αγορά αντανακλούν πλήρως όλες τις δημόσια και ιδιωτικά διαθέσιμες

πληροφορίες, περιλαμβάνοντας άρα και τις προηγούμενες 2 μορφές. Η δήλωση αυτή συνεπάγεται πως ακόμη και επενδυτές με ιδιωτική ή εσωτερική πληροφόρηση δεν μπορούν να πετύχουν ασυνήθιστα υψηλές αποδόσεις χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες αυτές, καθώς θεωρείται πως αυτές έχουν ήδη ενσωματωθεί στις τιμές, κάτι που αποτελεί ακραία δήλωση. Διαχρονικά έχουν διατυπωθεί διάφορες συνθήκες, ή διαφορετικά, υποθέσεις συνεπείς με την ύπαρξη αποτελεσματικών αγορών και είναι σημαντικό αυτές να αναλυθούν καθώς η απόκλιση από αυτές μπορεί να αποτελεί πηγή αναποτελεσματικότητας της αγοράς.

1.1.4. Υποθέσεις της αγοράς συνεπείς με την αποτελεσματικότητα

Η θεωρία αποτελεσματικών αγορών υποθέτει τέλεια ανταγωνιστικές αγορές, με ομοιογενείς και ορθολογικούς επενδυτές οι οποίοι αποστρέφονται το κίνδυνο και μεγιστοποιούν τα κέρδη τους (Fakhry, 2016) αλλά και την αναμενόμενη χρησιμότητα τους σε έναν άπειρο επενδυτικό ορίζοντα (Gerber et al., 2002). Είναι πλήρως ενημερωμένοι και έχουν ίση πρόσβαση στην αγορά, ενώ, λόγω του μεγάλου μεγέθους αυτής δε μπορούν να επηρεάσουν μεμονωμένα τις τιμές των τίτλων (Cunningham, 1994) και ενσωματώνουν τις νέες πληροφορίες στιγμιαία στις τιμές (Fama, 1965a). Η θεωρία υποθέτει ακόμα απουσία κόστους συναλλαγών, πληροφορίες ελεύθερα – χωρίς κόστος – διαθέσιμες στην αγορά και ομοφωνία των επενδυτών για τις επιπτώσεις που έχουν οι τρέχουσες πληροφορίες στις τιμές των μεμονωμένων τίτλων (Fama, 1970), ενώ, το κόστος αποθήκευσης θεωρείται επίσης μηδενικό (Jensen, 1978). Οι αγορές δεν είναι τμηματοποιημένες, υπάρχει εύκολη ή και απεριόριστη πρόσβαση στις αγορές τίτλων (Fuller, 2000), ενώ οι επενδυτές έχουν ορθολογικές προσδοκίες και είναι ικανοί να προβλέπουν τη θεμελιώδη αξία των μεμονωμένων τίτλων (Colasante et al., 2017).

Όπως περιγράφεται από τον Muth (1961), η υπόθεση των ορθολογικών προσδοκιών σχετικά με την τιμή του περιουσιακού στοιχείου στην αγορά μπορεί να γραφεί αλγεβρικά ως εξής:

$$\bullet \quad P_t = P_t^e + v_t$$

όπου P_t η πραγματική τιμή του περιουσιακού στοιχείου τη χρονική στιγμή t , P_t^e η τιμή που αναμένεται να έχει το περιουσιακό στοιχείο τη χρονική στιγμή t και v_t το σφάλμα

πρόβλεψης ή διαφορετικά διαταρακτικός όρος, ο οποίος είναι εξωγενής – ανεξάρτητος της αναμενόμενης τιμής P_t^e – με μέση τιμή μηδέν. Με λίγα λόγια, η παραπάνω εξίσωση δηλώνει ότι κατά μέσο όρο η αναμενόμενη τιμή του περιουσιακού στοιχείου είναι ένας αμερόληπτος εκτιμητής της πραγματικής τιμής του. Ωστόσο, οι επενδυτές δεν κάνουν προσδοκίες μόνο για τη μελλοντική τιμή των περιουσιακών στοιχείων, αλλά για ένα σύνολο μεταβλητών, όπως τα μελλοντικά κέρδη των επιχειρήσεων, η μελλοντική μερισματική τους πολιτική, η εξέλιξη των επιτοκίων και άλλα.

Επιπλέον, η θεωρία υποθέτει πως ακόμα και αν ορισμένοι επενδυτές δεν είναι ορθολογικοί, δεν μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές στην αγορά καθώς είτε οι συναλλαγές τους ακυρώνουν η μία την άλλη, είτε αυτές ακυρώνονται από τους ορθολογικούς επενδυτές μέσω εξισορροπητικής κερδοσκοπίας (arbitrage) (Yalçin, 2010). Μέσω της διαδικασίας αυτής, οι arbitrageurs ωθούν τις πραγματικές τιμές των μεμονωμένων τίτλων στη θεμελιώδη τους αξία (Fakhry, 2016), το οποίο συνεπάγεται πως η ανορθολογική συμπεριφορά των επενδυτών στην αγορά είναι αμελητέα, καθώς οι δυνάμεις της αγοράς είναι αρκετά ισχυρές για να υπέρ-καλύψουν τις μεροληπτικές αυτές συμπεριφορές. Ως εκ τούτου, ακόμα και αν οι ανορθολογικοί επενδυτές καταφέρουν να επηρεάσουν τις τιμές, αυτό δεν θα διαρκέσει για πολύ και αυτοί θα εξαφανιστούν από την αγορά μέσω μιας συνεχούς διαδικασίας απώλειας κερδών από τους arbitrageurs, που οφείλεται σε λανθασμένη εκτίμηση της θεμελιώδους αξίας των περιουσιακών στοιχείων από μεριά τους (De Long et al., 1990).

Είναι προφανές πως αρκετές από τις υποθέσεις της θεωρίας αποτελεσματικών αγορών μπορεί να φαίνονται μη ρεαλιστικές. Αυτό όμως μπορεί να μην περιορίζει την ικανότητα της να αποτελεί ένα αποτελεσματικό πλαίσιο εξήγησης της συμπεριφοράς των επενδυτών και των τιμών των περιουσιακών στοιχείων στις χρηματοπιστωτικές αγορές. Στην επόμενη ενότητα συζητείται μεταξύ άλλων το κατά πόσο η μη-ικανοποίηση ορισμένων υποθέσεων φαίνεται να επηρεάζει την αποτελεσματικότητα των αγορών.

1.2. Ατέλειες και αποκλίσεις από την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών

Διαχρονικά προκύπτουν στοιχεία ασυνεπή με την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών, καθώς και γεγονότα όπως η χρηματοοικονομική κρίση του 2006-2008 και η τεχνολογική φούσκα στα τέλη της δεκαετίας του 1990, που οδηγούν στην ανάδειξη θεωριών, όπως

αυτή της συμπεριφορικής χρηματοδότησης, για την εξήγηση συμπεριφορών τις οποίες δεν μπορεί να ερμηνεύσει η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών. Η εξέλιξη των οικονομετρικών τεχνικών και η διαθεσιμότητα περισσότερων και ποιοτικότερων δεδομένων οδηγούν σε στοιχεία που αγνοούνταν στο παρελθόν (Jensen, 1978), και στην ενότητα αυτή επιδιώκουμε να αναδείξουμε τις πηγές που οδηγούν στην αναποτελεσματικότητα των αγορών.

1.2.1. Θορυβώδεις επενδυτές

Ως θορυβώδεις επενδυτές ορίζουμε τους ανορθολογικούς κερδοσκόπους οι οποίοι κάνουν συναλλαγές βασιζόμενοι σε θόρυβο, επειδή δεν έχουν πρόσβαση σε καλύτερης ποιότητας πληροφόρηση, και προέρχεται από διάφορες πηγές, όπως ψευδή σήματα από οικονομικούς αναλυτές και χρηματιστές, απρόβλεπτες αλλαγές στο επενδυτικό αίσθημα και λανθασμένες πεποιθήσεις (Black, 1986; De Long et al., 1990; Sewell, 2011; Verma & Verma, 2007). Οι έμποροι θορύβου έχουν ανορθολογική συμπεριφορά και θεωρούν τέτοιου είδους σήματα ως «ειδική πληροφόρηση» (De Long et al., 1990), ενώ συχνά μιμούνται τις επενδυτικές αποφάσεις άλλων θορυβωδών επενδυτών. Για παράδειγμα, οι θορυβώδεις επενδυτές μπορεί να λάβουν μια θέση αγοράς εάν εντοπίσουν μια ανοδική τάση στην τιμή ενός τίτλου, και αντίστοιχα, μια θέση πώλησης σε μια καθοδική τάση, ακόμη και αν η θέση αυτή δε δικαιολογείται από τα θεμελιώδη μεγέθη. Η διαδικασία αυτή, σε συνδυασμό με τη γενικότερα παράλογη συμπεριφορά τους αλλά και την κακή πληροφόρηση που χρησιμοποιούν, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική απόκλιση της τιμής των περιουσιακών στοιχείων από τη θεμελιώδη τους αξία και τη δημιουργία υπερτιμημένων και υποτιμημένων τίτλων. Πράγματι, όπως χαρακτηριστικά σημειώνουν οι Ellen & Zwinkels (2010), η ύπαρξη και επιβίωση των κερδοσκόπων στις αγορές, από μόνη της, υποδεικνύει πως αυτές δεν μπορούν να είναι πλήρως αποτελεσματικές. Επιπλέον, είναι σημαντικό να σημειωθεί πως οι θορυβώδεις επενδυτές είναι κατά κάποιο τρόπο «αυτοτροφοδοτούμενοι», με την έννοια ότι δημιουργούν οι ίδιοι τον επενδυτικό κίνδυνο τον οποίο και επωμίζονται κατά τη λήψη μιας κερδοσκοπικής θέσης, με αποτέλεσμα να έχουν συχνά υψηλότερες αναμενόμενες αποδόσεις ακόμη και από τους ορθολογικούς επενδυτές (De Long et al., 1990), αποθαρρύνοντας τους δεύτερους από το να στοιχηματίσουν εναντίον τους.

1.2.2. Συμπεριφορικά λάθη και ανωμαλίες της αγοράς

Μια από τις θεμελιώδεις υποθέσεις της θεωρίας αποτελεσματικών αγορών είναι πως οι επενδυτές είναι ορθολογικοί. Σύμφωνα με τον Galcin (2010), η υπόθεση αυτή σημαίνει πως οι επενδυτές αποτιμούν τους τίτλους στην αγορά με βάση τη θεμελιώδη αξία τους, ενώ διαφορετικά, θα μπορούσε να πει κανείς πως η υπόθεση αυτή συνεπάγεται ότι οι επενδυτές ενσωματώνουν αμερόληπτα τις νέες πληροφορίες στις τιμές. Αυτό προϋποθέτει οι επενδυτές να μην επηρεάζονται από τα συναισθήματα τους, τις φιλοδοξίες τους, καθώς και τις γνωστικές και συμπεριφορικές προκαταλήψεις τους, κάτι που μοιάζει εξαιρετικά δύσκολο στις πραγματικές αγορές. Στο πλαίσιο αυτό, η συμπεριφορική χρηματοοικονομική θεωρία με πρωτεργάτες τους Kahneman και Tversky, υποστηρίζει πως οι επενδυτές δεν είναι ορθολογικοί, αλλά κανονικοί¹, μιας και επηρεάζονται από συναισθήματα και συμπεριφορικές προκαταλήψεις που οδηγούν σε παράλογη συμπεριφορά και μη βέλτιστες επενδυτικές αποφάσεις, επηρεάζοντας με αυτό το τρόπο τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων και την αποτελεσματικότητα των κεφαλαιαγορών (Singh et al., 2021). Χαρακτηριστικά παραδείγματα ανορθολογικής συμπεριφοράς αποτελούν η τεχνολογική φούσκα στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και η φούσκα της αγοράς ακινήτων το 2006-2008.

Ορισμένα από τα συμπεριφορικά σφάλματα που αναφέρονται στη βιβλιογραφία είναι, μεταξύ άλλων, το σφάλμα αντιπροσωπευτικότητας, σύμφωνα με το οποίο οι επενδυτές αξιολογούν την πιθανότητα πραγματοποίησης συγκεκριμένων γεγονότων συνδέοντας τα με άλλα γεγονότα τα οποία θεωρούν παρόμοια, αποδίδοντας έτσι μεγαλύτερη ή μικρότερη πιθανότητα αυτά να πραγματοποιηθούν (Zahera & Bansal, 2018). Το σφάλμα αγκίστρωσης, σύμφωνα με το οποίο οι επενδυτές λαμβάνουν αποφάσεις με βάση τις αρχικές πληροφορίες που έχουν στην κατοχή τους και στη συνέχεια λαμβάνουν τις επόμενες επενδυτικές αποφάσεις τους αγκιστρωμένοι στις αρχικές πληροφορίες (Zahera & Bansal, 2018), οδηγώντας τους έτσι σε υποτίμηση των νέων πληροφοριών που φθάνουν στην αγορά. Επιπλέον, αξιοσημείωτο είναι το χαρακτηριστικό της αγελαίας συμπεριφοράς, σύμφωνα με το οποίο οι επενδυτές δε βασίζονται στις δικές τους εκτιμήσεις αλλά μιμούνται και ακολουθούν τυφλά την κρίση

¹Ο Statman (2014) ορίζει τους κανονικούς επενδυτές, ως εκείνους οι οποίοι δεν είναι ορθολογικοί, αλλά ούτε και τελείως ανορθολογικοί, και επηρεάζονται από συμπεριφορικά λάθη και προκαταλήψεις.

ενός συνόλου (αγέλη) κατά τη λήψη αποφάσεων. Αυτό βασίζεται στην ανάγκη των ανθρώπων να εντάσσονται σε κοινωνικές ομάδες, στην πεποίθηση πως η κρίση της πλειοψηφίας θα είναι σωστή, αλλά και στο γεγονός πως οι επενδυτές προτιμούν να λάβουν μια λανθασμένη συλλογική απόφαση, παρά μια αντίστοιχη λανθασμένη προσωπική (Kumar & Goyal, 2015; Lekovic, 2020; Mittal, 2019; Zahera & Bansal, 2018). Αξίζει να σημειωθεί πως η αγελαία συμπεριφορά συχνά προκαλεί κερδοσκοπικές φούσκες οι οποίες προκαλούν κλυδωνισμούς στις χρηματοπιστωτικές αγορές (Lekovic, 2020). Ένα ακόμη σφάλμα που παρατηρείται στη συμπεριφορά των επενδυτών είναι η υπερβολική αυτοπεποίθηση. Όπως εξηγούν οι Lekovic (2020) και Mittal (2019), οι επενδυτές είναι υπερβολικά αισιόδοξοι, υπερεκτιμούν τις γνώσεις τους και θεωρούν τον εαυτό τους πιο έξυπνο από τους υπόλοιπους, ενώ παράλληλα υπερεκτιμούν τις ικανότητες τους και υποτιμούν το κίνδυνο. Αυτή η συμπεριφορά μπορεί να εξηγήσει την τάση των επενδυτών να διαχειρίζονται ενεργά τα χαρτοφυλάκια τους, να αψηφούν τα οφέλη της διαφοροποίησης διατηρώντας μικρό αριθμό περιουσιακών στοιχείων και να συναλλάσσονται υπερβολικά. Συνολικά, φαίνεται πως τα συμπεριφορικά αυτά σφάλματα οδηγούν σε επενδυτικές αποφάσεις οι οποίες δε στηρίζονται σε θεμελιώδη μεγέθη ή αξιόπιστες πληροφορίες της αγοράς, αλλά στα συναισθήματα και τις προκαταλήψεις των επενδυτών.

Επιπλέον, τα συμπεριφορικά λάθη δημιουργούν διάφορες ανωμαλίες στις αγορές, όπως είναι το φαινόμενο της χαμηλής λογιστικής αξίας, το φαινόμενο των μικρών εταιριών, αλλά και το φαινόμενο του Σαββατοκύριακου, μεταξύ άλλων. Όπως εξηγούν οι Ταμπακούδης και Σουμπενιώτης (2017), το φαινόμενο της χαμηλής λογιστικής αξίας αφορά στην εμπειρική παρατήρηση πως οι μετοχές με χαμηλό δείκτη τιμής προς λογιστική αξία παρουσιάζουν υψηλότερες αποδόσεις από εκείνες με υψηλό δείκτη, και οφείλεται στις προσδοκίες των επενδυτών για τις προοπτικές ανάπτυξης των εταιριών. Από την άλλη, το φαινόμενο των μικρών εταιριών σχετίζεται με το γεγονός πως οι μετοχές μικρής κεφαλαιοποίησης παρουσιάζουν υψηλότερες αποδόσεις από μετοχές μεγάλης κεφαλαιοποίησης, και οφείλεται στην πεποίθηση των επενδυτών πως οι πρώτες έχουν δυνητικά μεγαλύτερες προοπτικές ανάπτυξης. Τέλος, το φαινόμενο του Σαββατοκύριακου αποτελεί ημερολογιακή ανωμαλία και αφορά στην παρατήρηση πως οι αποδόσεις των μετοχών είναι χαμηλότερες τις Δευτέρες σε σχέση με τις Παρασκευές

και οφείλεται εν μέρει στη διάθεση των επενδυτών στην αρχή κάθε εβδομάδας. Ως εκ τούτου, φαίνεται πως τα συναισθήματα και οι προκαταλήψεις των επενδυτών προκαλούν ανορθολογική συμπεριφορά, η οποία αφενός οδηγεί σε λανθασμένη τιμολόγηση των περιουσιακών στοιχείων και αφετέρου προκαλεί ανωμαλίες στις αγορές, και επομένως σε απόκλιση από την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών.

1.2.3. Περιορισμοί στο arbitrage

Το arbitrage γενικά ορίζεται ως η ταυτόχρονη αγορά ενός περιουσιακού στοιχείου σε μια αγορά όπου αυτό διαπραγματεύεται σε χαμηλή τιμή και πώληση του σε μια άλλη αγορά όπου αυτό διαπραγματεύεται σε υψηλότερη τιμή με σκοπό το κεφαλαιακό κέρδος (Aggarwal, 2014). Η επενδυτική αυτή στρατηγική περιλαμβάνει την αγορά περιουσιακών στοιχείων που διαπραγματεύονται σε τιμή χαμηλότερη από τη θεμελιώδη αξία τους, δηλαδή την αγορά υποτιμημένων μετοχών, και ταυτόχρονα την πώληση υπερτιμημένων μετοχών, με την προσδοκία ότι η τιμή του περιουσιακού στοιχείου θα προσεγγίσει τη θεμελιώδη αξία του και θα αποκομιστούν κέρδη από την αρχική λανθασμένη τιμολόγηση. Ως εκ τούτου, η διαδικασία του arbitrage βασίζεται στην εκμετάλλευση των μεροληπτικών προσδοκιών και αντιλήψεων των θορυβωδών επενδυτών (De Long et al., 1990), και εξαρτάται από την προθυμία των ορθολογικών arbitrageurs να αναλάβουν τον κίνδυνο εξάλειψης των αποκλίσεων μεταξύ της θεμελιώδους αξίας και της πραγματικής τιμής των τίτλων, αλλά και στο βαθμό επιτυχίας της προσπάθειας αυτής. Όσο και αν υποστηρίζεται από την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών πως οι ανορθολογικοί επενδυτές δεν μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές των τίτλων στην αγορά, ή ακόμα και αν το καταφέρουν αυτό δε θα διαρκέσει για πολύ καθώς το arbitrage θα οδηγήσει τελικά τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων στη θεμελιώδη αξία τους, στην πραγματικότητα το arbitrage περιορίζεται σημαντικά από διάφορες πηγές κόστους και κινδύνων στην αγορά.

Οι πηγές κόστους, σύμφωνα με τον Aggarwal (2014), περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων τα κόστη μόχλευσης, ανοιχτής πώλησης και απόκτησης πληροφοριών, κόστη αναζήτησης παρόμοιων αγαθών και αντισυμβαλλόμενων και κόστη συναλλαγών. Επιπλέον, το κόστος του arbitrage αυξάνεται λόγω κεφαλαιακών περιορισμών, έλλειψης ρευστότητας, αβεβαιότητας, έλλειψης ικανότητας αλλά και ύπαρξης αναξιόπιστων πληροφοριών. Οι

arbitrageurs θα επιδιώξουν να εκμεταλλευτούν τη λανθασμένη τιμολόγηση των περιουσιακών στοιχείων μόνο εάν το αναμενόμενο κέρδος από τη στρατηγική αυτή υπερβαίνει το συνολικό κόστος της. Από την άλλη, οι πηγές κινδύνου περιλαμβάνουν το θεμελιώδη κίνδυνο, δηλαδή την πιθανότητα η τιμή του περιουσιακού στοιχείου να συνεχίζει να αποκλίνει από τη θεμελιώδη αξία του, για παράδειγμα λόγω μη - αναμενόμενων νέων που φθάνουν στην αγορά μετά την ανάληψη της αντίστοιχης θέσης από τον arbitrageur (Herschberg, 2012; Shleifer & Summers, 1990), αλλά και τον κίνδυνο που δημιουργούν οι θορυβώδεις επενδυτές. Πιο συγκεκριμένα, όπως εξηγούν οι De Long et al., (1990), οι απρόβλεπτες πεποιθήσεις των θορυβωδών επενδυτών αλλά και η πιθανότητα αυτές να μη διορθωθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα ή να γίνουν ακόμα πιο ακραίες αποθαρρύνουν τους ορθολογικούς arbitrageurs από το να «στοιχηματίσουν» εναντίον τους, ακόμα και όταν δεν υπάρχει θεμελιώδης κίνδυνος. Επιπλέον, οι ίδιοι ερευνητές υποστηρίζουν πως το αποτέλεσμα αυτό γίνεται ακόμα πιο έντονο λόγω του περιορισμού του σχετικά βραχυπρόθεσμου επενδυτικού ορίζοντα αλλά και της αποστροφής κινδύνου που είναι πιθανό να έχουν οι arbitrageurs.

Ως εκ τούτου, όλες οι παραπάνω πηγές κινδύνου και κόστους περιορίζουν σημαντικά τις ευκαιρίες arbitrage και κατ' επέκταση τις ευκαιρίες για εξάλειψη των αποκλίσεων μεταξύ της θεμελιώδους αξίας και της πραγματικής τιμής των περιουσιακών στοιχείων. Αυτό δείχνει πως οι ανορθολογικοί επενδυτές όχι μόνο μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές των περιουσιακών στοιχείων, οδηγώντας τις μακριά από τη θεμελιώδη αξία τους, αλλά μπορούν να το πετύχουν και για μεγάλα χρονικά διαστήματα, προκαλώντας φούσκες και κλυδωνισμούς στις χρηματοπιστωτικές αγορές, σε αντίθεση με ότι προβλέπει η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών. Τα φαινόμενα αυτά δείχνουν πως οι δυνάμεις της μεροληπτικής συμπεριφοράς των ανορθολογικών επενδυτών μπορούν να υπερκαλύψουν αυτές του arbitrage (Lo, 2007), αναδεικνύοντας με αυτό τον τρόπο την αναποτελεσματικότητα των αγορών.

1.2.4. Ασύμμετρη πληροφόρηση

Ένας επιπλέον παράγοντας που φαίνεται να επηρεάζει την αποτελεσματικότητα των αγορών είναι η ύπαρξη ασύμμετρης πληροφόρησης μεταξύ των επενδυτών. Οι Bouattour & Martinez (2019) υποστηρίζουν πως τα υψηλά επίπεδα ασύμμετρης

πληροφόρησης οδηγούν σε περεταίρω απόκλιση της πραγματικής τιμής των τίτλων από τη θεμελιώδη αξία τους. Τα ευρήματα τους επιβεβαιώνουν τον ισχυρισμό αυτό, αφού όπως δείχνουν, η υπό-αντίδραση των επενδυτών στις νέες πληροφορίες είναι πιο έντονη όταν υπάρχει ασύμμετρη πληροφόρηση μεταξύ τους σε ότι έχει να κάνει με τα μελλοντικά μερίσματα των εταιρειών. Αυτό βέβαια αντικρούει τις υποθέσεις της θεωρίας αποτελεσματικότητας, πως οι επενδυτές είναι ομοιογενείς, πλήρως ενημερωμένοι και με ίση πρόσβαση στην αγορά, καθώς όπως φαίνεται δεν λαμβάνουν αποφάσεις με βάση το ίδιο σύνολο πληροφοριών. Αντίθετα, ορισμένοι επενδυτές έχουν πρόσβαση σε μεγαλύτερο όγκο και καλύτερη ποιότητα πληροφοριών, αλλά και μεγαλύτερη ικανότητα να ερμηνεύουν σωστά τα σήματα της αγοράς. Εξάλλου, ισχυρή απόδειξη αυτού του επιχειρήματος αποτελούν οι θορυβώδεις επενδυτές, οι οποίοι όπως έχει ήδη συζητηθεί, λόγω της έλλειψης πρόσβασης σε ποιοτική πληροφόρηση τείνουν να δίνουν σημασία σε ψευδή σήματα της αγοράς σαν να είναι βάσιμες πληροφορίες.

Ας προσπαθήσουμε να φανταστούμε την περίπτωση όπου, για παράδειγμα, η Ομοσπονδιακή Τράπεζα των Η.Π.Α. ανακοινώνει την αύξηση του επιτοκίου των ομοσπονδιακών κεφαλαίων κατά 50 μονάδες βάσης. Μιας και τα επιτόκια στην οικονομία αναμένεται να ακολουθήσουν παρόμοια ανοδική πορεία, ορισμένοι επενδυτές ενδέχεται να πάρουν μια θέση πώλησης στη μετοχή της εταιρείας A, όταν αναμένουν πως η αύξηση των επιτοκίων θα μειώσει την παρούσα αξία των μελλοντικών ταμειακών ροών της επιχείρησης και θα αυξήσει το κόστος δανεισμού της. Άλλοι επενδυτές με κακή πληροφόρηση και χαμηλότερη κριτική ικανότητα των σημάτων της αγοράς, θα λάβουν την επενδυτική απόφαση τους βασισμένοι σε ανούσια δημοσιογραφικά άρθρα και εικασίες. Αντίθετα, άλλοι επενδυτές με καλύτερη πρόσβαση σε δεδομένα και κριτική ικανότητα, θεωρούν πως η επιχείρηση A δεν θα ζημιωθεί από την αύξηση των επιτοκίων, αφενός επειδή χρηματοδοτεί τα περιουσιακά στοιχεία της σχεδόν αποκλειστικά με έκδοση μετοχών, αντί για έκδοση χρέους, και αφετέρου επειδή έχουν βάσιμη πληροφόρηση για επικείμενη αύξηση των μερισμάτων που εκδίδει. Η ασύμμετρη πληροφόρηση μεταξύ των επενδυτών οδηγεί σε διαφορετική ερμηνεία των σημάτων της αγοράς και διαφορετική επενδυτική απόφαση, οδηγώντας σε λανθασμένη τιμολόγηση, με αποτέλεσμα την απόκλιση από την αποτελεσματικότητα των αγορών.

1.2.5. Θετικά κόσθη συναλλαγών, απόκτησης πληροφοριών και ετερογενείς επενδυτές

Σε αντίθεση με ό,τι υποθέτει η θεωρία αποτελεσματικότητας, στις πραγματικές αγορές το κόστος συναλλαγών αλλά και το κόστος που αντιμετωπίζουν οι επενδυτές για να αποκτήσουν πληροφορίες με βάση τις οποίες θα κάνουν συναλλαγές είναι θετικό (Fama, 1991) και μπορεί να επηρεάσει την αποτελεσματικότητα της αγοράς. Όπως εξηγεί λεπτομερώς ο Aggarwal (2014) και έχει ήδη σημειωθεί, τα κόσθη συναλλαγών και απόκτησης πληροφοριών αυξάνουν το κόστος του arbitrage, περιορίζοντας έτσι τις δυνατότητες του για εξάλειψη των αποκλίσεων μεταξύ της θεμελιώδους αξίας και της αγοραίας τιμής ενός τίτλου. Τα κόσθη συναλλαγών αυξάνονται σε μεταβαλλόμενο περιβάλλον και συνθήκες υψηλής αβεβαιότητας, ενώ το κόστος απόκτησης πληροφοριών που εμποδίζει τη λήψη αξιόπιστων δημόσιων πληροφοριών και την αναπαραγωγή τους από ιδιώτες επενδυτές αυξάνεται από το θόρυβο που προκαλούν οι έμποροι θορύβου στις χρηματοπιστωτικές αγορές.

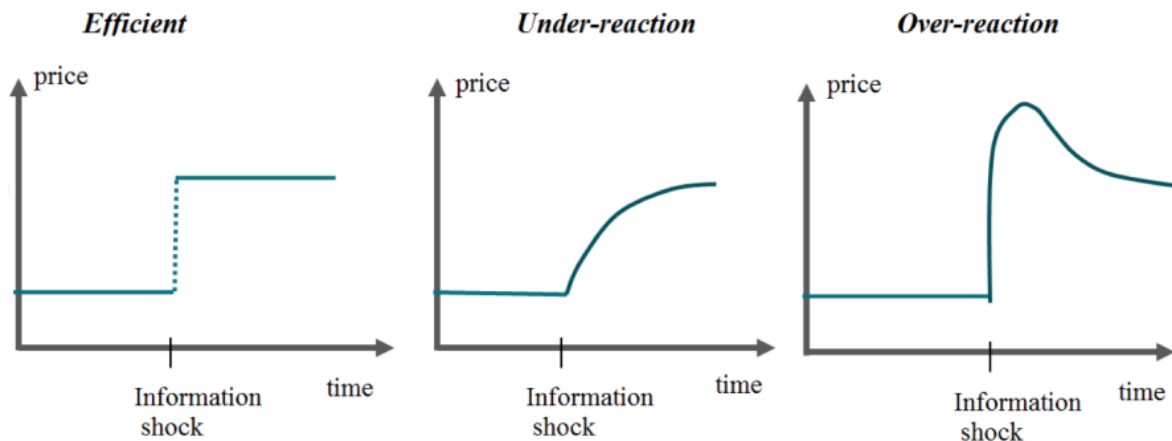
Επιπλέον, οι επενδυτές δεν ερμηνεύουν με τον ίδιο τρόπο τις επιπτώσεις των τρεχουσών πληροφοριών στις τιμές των μεμονωμένων τίτλων, όπως υποθέτει η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών (EMH), καθώς είναι ετερογενείς (Fakhry, 2016; Musciotto et al., 2018; Shah et al., 2020). Συγκεκριμένα, οι επενδυτές φαίνεται να έχουν διαφορετικές πεποιθήσεις, προσδοκίες και επενδυτικό ορίζοντα, ενώ η ετερογένεια τους βασίζεται ακόμη και στη διαφορετική στάση τους απέναντι στο κίνδυνο και τα κέρδη (Fakhry, 2016). Επίσης, σύμφωνα με τους Shah et al., (2020) και Musciotto et al., (2018), η ετερογένεια σχετίζεται και με τις διαφορετικές προτιμήσεις των επενδυτών, το στυλ συναλλαγών τους, το επενδυτικό προφίλ τους αλλά και την ασύμμετρη πληροφόρηση που υπάρχει μεταξύ τους στην αγορά. Για παράδειγμα, ορισμένες έρευνες αναδεικνύουν τις διαφορετικές προτιμήσεις και επενδυτικά προφίλ των επενδυτών κατηγοριοποιώντας τους σε θεσμικούς επενδυτές, ιδιώτες επενδυτές και επενδυτές με εσωτερική πληροφόρηση (insiders) (Agarwal & Singh, 2007; Chung et al., 2018; Lakonishok & Maberly, 1990). Οι επενδυτές ακόμη φαίνεται να κατηγοριοποιούνται με βάση την πληροφόρηση που έχουν στη διάθεση τους (Kyle, 1985), αλλά και ανάλογα με το αν αυτοί χρησιμοποιούν θεμελιώδη ανάλυση, τεχνική ανάλυση ή είναι θορυβώδεις επενδυτές. Συνολικά, η ετερογένεια των επενδυτών είναι ικανή να επηρεάσει την

αποτελεσματικότητα της αγοράς μέσω μεροληπτικής ενσωμάτωσης της πληροφορίας στην τιμή. Για παράδειγμα, οι επενδυτές θα ερμηνεύσουν με διαφορετικό τρόπο την ίδια πληροφορία και θα πάρουν διαφορετική θέση στην αγορά ανάλογα με την αποστροφή τους στο κίνδυνο, το αν επενδύουν βραχυπρόθεσμα ή μακροπρόθεσμα, τον διαθέσιμο όγκο κεφαλαίων που έχουν στη διάθεση τους, τις προσδοκίες τους και άλλους παράγοντες που αναφέρθηκαν παραπάνω. Όπως παραδέχθηκε και ο Fama (1970), παρά το γεγονός ότι οι παραπάνω μη ρεαλιστικές υποθέσεις δεν είναι αναγκαίες για την αποτελεσματικότητα της αγοράς, η μη - ικανοποίηση τους είναι πιθανή πηγή αναποτελεσματικότητάς της.

1.2.6. Υπό-αντίδραση και υπέρ-αντίδραση σε νέες πληροφορίες

Αντίθετα με την υπόθεση των αποτελεσματικών αγορών, που προβλέπει στιγμιαία αντίδραση και ενσωμάτωση των νέων πληροφοριών στις τιμές των μεμονωμένων τίτλων, διάφορες εμπειρικές έρευνες αποδεικνύουν πως οι επενδυτές τείνουν να υπό-αντιδρούν ή να υπέρ-αντιδρούν στις νέες πληροφορίες επηρεάζοντας την αποτελεσματικότητα της αγοράς. Για παράδειγμα, ο Kaestner (2006) αποδεικνύει πως οι επενδυτές βραχυπρόθεσμα υπό-αντιδρούν στις εταιρικές ανακοινώσεις κερδών, και ταυτόχρονα, μακροπρόθεσμα υπέρ-αντιδρούν σε προηγούμενα σημαντικά απροσδόκητα εταιρικά κέρδη, χρησιμοποιώντας δεδομένα για τις εισηγμένες στο χρηματιστήριο εταιρείες των Η.Π.Α. την περίοδο 1983-1999. Στο ίδιο μοτίβο, οι Jiang & Li (2020) υποστηρίζουν πως η υπέρ-αντίδραση και υπό-αντίδραση των επενδυτών στις νέες πληροφορίες αποτελούν κάποιους από τους παράγοντες που εξηγούν τα εμπειρικά αποτελέσματα τους, τα οποία δείχνουν αναποτελεσματικότητα της αγοράς μετοχών της Ιαπωνίας και των Η.Π.Α. σε ανοδικές και καθοδικές αγορές, αλλά και αναποτελεσματικότητα της αγοράς μετοχών της Κίνας σε κάθε περίπτωση. Αντίστοιχα, η μεροληπτική αντίδραση των επενδυτών στις νέες πληροφορίες παρατηρείται και σε άλλες αγορές πέραν της αγοράς μετοχών, όπως αυτή της αγοράς συναλλάγματος. Τα εμπειρικά δεδομένα των Larson & Madura (2001) δείχνουν πως οι επενδυτές τείνουν να υπέρ-αντιδρούν σε νέες πληροφορίες για νομίσματα αναδυόμενων οικονομιών και να υπό-αντιδρούν σε νέες πληροφορίες για νομίσματα βιομηχανικών χωρών.

Το παρακάτω σχήμα του Landier (2019) απεικονίζει την αποτελεσματική αντίδραση σε νέες θετικές πληροφορίες όπως προβλέπει η υπόθεση των αποτελεσματικών αγορών, αλλά και την παρατηρούμενη υπό-αντίδραση και υπέρ-αντίδραση σε αυτές, που οδηγούν σε λανθασμένη τιμολόγηση των περιουσιακών στοιχείων.



Διάγραμμα 1: Αποτελεσματική αντίδραση, υπό-αντίδραση και υπέρ-αντίδραση των επενδυτών σε νέα θετική πληροφορία.

Έστω λοιπόν ότι υπάρχει μία θετική πληροφορία στην αγορά. Σύμφωνα με την αποτελεσματική αντίδραση (1^ο σχήμα στο διάγραμμα 1), η νέα θετική πληροφορία θα πρέπει να ενσωματωθεί ολοκληρωτικά και στιγμιαία στην τιμή του περιουσιακού στοιχείου ακριβώς τη χρονική στιγμή που αυτή φθάνει στην αγορά, ενώ η τιμή παραμένει αμετάβλητη πριν και μετά την ανακοίνωση εφόσον δεν υπάρχουν άλλα νέα. Αυτό υποδεικνύει την έλλειψη αυτοσυσχέτισης στις διαδοχικές αλλαγές των τιμών, δηλαδή των αποδόσεων, και είναι συνεπής με την υπόθεση των αποτελεσματικών αγορών.

Αντίθετα, κατά την υπό-αντίδραση των επενδυτών στη νέα θετική πληροφορία (2^ο σχήμα), οι επενδυτές δεν ενσωματώνουν την πληροφορία ολοκληρωτικά και στιγμιαία στην τιμή, αλλά σταδιακά δημιουργώντας μια ανοδική τάση σε αυτήν. Αυτή η αντίδραση μπορεί να οφείλεται σε συμπεριφορικά λάθη που σχετίζονται με την υπερβολική αυτοπεποίθηση των επενδυτών αλλά και το σφάλμα αγκίστρωσης (Fuller, 2000) που οδηγούν τους επενδυτές στο να υποτιμούν τις νέες πληροφορίες στην αγορά. Η υπό-αντίδραση στις νέες πληροφορίες οδηγεί σε αναποτελεσματικότητα της αγοράς, καθώς η αυτοσυσχέτιση που δημιουργείται στις αποδόσεις του περιουσιακού στοιχείου λόγω της

ανοδικής του τάσης (momentum) δίνει τη δυνατότητα στους επενδυτές να προβλέψουν τις μελλοντικές αποδόσεις του.

Αντίστοιχα, όταν οι επενδυτές υπέρ-αντιδρούν στη νέα θετική πληροφορία (3^ο σχήμα), η τιμή αυξάνεται στιγμιαία αλλά πάνω από το ορθολογικό της επίπεδο² όταν αυτή γίνεται γνωστή. Η συμπεριφορά αυτή είναι πιθανό να δημιουργείται από συμπεριφορικά σφάλματα που σχετίζονται με την αντιπροσωπευτικότητα, η οποία αναδεικνύει την αναποτελεσματικότητα της αγοράς καθώς δημιουργεί δυνατότητες επίτευξης υπέρ-κερδών. Αυτό μπορεί να συμβεί μέσω στρατηγικών που πηγαίνουν ενάντια στην τάση (contrarian), καθώς μετά την υπέρ-αντίδραση ακολουθεί η διόρθωση στην τιμή, αλλά και στρατηγικών αξίας, δηλαδή την αγορά υποτιμημένων τίτλων (Fuller, 2000). Η διαδικασία διόρθωσης της αρχικής υπεραντίδρασης είναι σύμφωνη με την υπόθεση των προσαρμοστικών αγορών (AMH), η οποία συζητείται σε επόμενη ενότητα και υποστηρίζει ότι οι επενδυτές δεν είναι πάντοτε ορθολογικοί, αλλά αντίθετα κάνουν λάθη και μαθαίνουν από αυτά.

1.2.7. Ανορθολογικές προσδοκίες και αδυναμία πρόβλεψης της θεμελιώδους αξίας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, δύο από τις θεμελιώδεις υποθέσεις των αποτελεσματικών αγορών είναι ότι οι επενδυτές έχουν ορθολογικές προσδοκίες και είναι ικανοί να προβλέπουν τη θεμελιώδη αξία των μεμονωμένων τίτλων. Ωστόσο, διάφορες εμπειρικές έρευνες στη βιβλιογραφία αναδεικνύουν τις ανορθολογικές προσδοκίες των επενδυτών στις χρηματοπιστωτικές αγορές, αλλά και τις λανθασμένες εκτιμήσεις τους για τη θεμελιώδη αξία των μεμονωμένων τίτλων, οι οποίες οδηγούν σε λανθασμένη τιμολόγηση των περιουσιακών στοιχείων και επακόλουθη απόκλιση της πραγματικής τιμής τους από τη θεμελιώδη αξία, επηρεάζοντας με αυτό το τρόπο την αποτελεσματικότητα.

Για παράδειγμα, τα ευρήματα του La Porta (1996) υποστηρίζουν ότι οι υψηλές αποδόσεις των μετοχών αξίας δεν οφείλονται στην υψηλότερη επικινδυνότητα τους, αλλά στις λανθασμένες προσδοκίες των επενδυτών για τη μελλοντική ανάπτυξη των

² Ως ορθολογικό επίπεδο νοείται το επίπεδο που θα έπρεπε θεωρητικά να φτάσει η τιμή, δεδομένης της ποιότητας και σημαντικότητας της πληροφορίας που γίνεται γνωστή στην αγορά.

κερδών των εταιρειών αυτών. Στο ίδιο μοτίβο, ο Clayton σε δύο έρευνες του για την αποτελεσματικότητα της αγοράς κατοικιών στο Καναδά (1996; 1997) καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι επενδυτές διαμορφώνουν παράλογες προσδοκίες για τις τιμές των κατοικιών προκαλώντας αποκλίσεις των τιμών τους από τη θεμελιώδη αξία για ορισμένες χρονικές περιόδους. Επιπλέον, οι Gao et al., (2008) σε έρευνα τους για τις προσδοκίες των επενδυτών στο Κινεζικό χρηματιστήριο δείχνουν ότι οι προβλέψεις τους είναι υπερβολικά αισιόδοξες, ειδικά σε θετικά νέα. Οι Bulkley & Harris (1997), μετά από έρευνα για τις προσδοκίες των επενδυτών για το μακροπρόθεσμο ρυθμό μεγέθυνσης των κερδών των μεμονωμένων εταιρειών, επιβεβαιώνουν την αρχική υπόθεση τους ότι οι ανορθολογικές προσδοκίες των επενδυτών οδηγούν σε υπερβολική μεταβλητότητα των τιμών των μετοχών.³ Ακόμη, δείχνουν ότι οι μετοχές εταιρειών για τις οποίες οι προσδοκίες για τα μελλοντικά κέρδη είναι «φτωχές», είναι υποτιμημένες, ενώ οι μετοχές εταιρειών με υψηλά προσδοκώμενα μελλοντικά κέρδη είναι υπερτιμημένες. Τα ευρήματα αυτά έρχονται σε πλήρη αντίθεση με την υπόθεση των αποτελεσματικών αγορών, καθώς σύμφωνα με αυτήν, δεν υπάρχουν υποτιμημένες ή υπερτιμημένες μετοχές.

Όλα τα παραπάνω εμπειρικά αποτελέσματα είναι συνεπή με την άποψη του Shiller (1999), που υποστηρίζει ότι οι επενδυτές δε συμπεριφέρονται ορθολογικά και τείνουν να δημιουργούν συνεχώς παράλογες προσδοκίες για τις μελλοντικές επιδόσεις της οικονομίας και των επιχειρήσεων. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί σε λανθασμένη τιμολόγηση των περιουσιακών στοιχείων και δημιουργία προβλέψιμων μοτίβων τα οποία δε συνάδουν με τη θεωρία αποτελεσματικότητας. Όπως φαίνεται, η απόρριψη της βασικής υπόθεσης των ορθολογικών προσδοκιών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην εξήγηση των αποκλίσεων μεταξύ θεμελιώδους αξίας και πραγματικής τιμής των περιουσιακών στοιχείων αλλά και στην αποτυχία επιτυχούς πρόβλεψης της θεμελιώδους αξίας τους, οδηγώντας κατ' επέκταση και στην απόκλιση από την αποτελεσματικότητα των αγορών.

³Τα ευρήματα αυτά συνδέονται άμεσα με την υπόθεση της υπερβολικής μεταβλητότητας του Shiller (1981), η οποία υποστηρίζει πως οι τιμές των μετοχών είναι υπερβολικά πιο ασταθής από ότι θα ήταν εάν καθορίζονταν από τη παρούσα αξία όλων των ορθολογικά προσδοκώμενων μελλοντικών μερισμάτων των εταιρειών (Rambaccussing, 2015), όπως προβλέπουν τα μοντέλα προεξοφλημένων μερισμάτων που χρησιμοποιούνται στην θεμελιώδη ανάλυση για την αποτίμηση μετοχών.

1.3. Υπόθεση προσαρμοστικών αγορών

Παρά τα μειονεκτήματα που παρουσιάζει η παραδοσιακή θεωρία (EMH), δεν θα πρέπει να απαξιώνεται, καθώς οι αγορές φαίνεται να είναι αποτελεσματικές σε ορισμένες χρονικές περιόδους. Μία νεότερη προσέγγιση που συμφιλιώνει την παραδοσιακή θεωρία με τη συμπεριφορική χρηματοοικονομική και παρουσιάζεται σαν μια νέα εκδοχή της EMH, ονομάζεται υπόθεση προσαρμοστικών αγορών (AMH) και προτάθηκε από τον Lo (2004, 2005). Όπως περιγράφει ο ίδιος, σύμφωνα με την AMH, οι επενδυτές δρουν για το δικό τους συμφέρον και κάνουν λάθη, όμως μαθαίνουν από αυτά και προσαρμόζονται. Ο ανταγωνισμός προάγει την καινοτομία και την προσαρμογή, η φυσική επιλογή διαμορφώνει την οικολογία της αγοράς, ενώ η εξέλιξη καθορίζει τη δυναμική της. Υπό αυτές τις συνθήκες, ο βαθμός αποτελεσματικότητας της αγοράς αλλάζει διαχρονικά με βάση τις μεταβαλλόμενες συνθήκες της, ενώ οι τιμές των τίτλων αντανακλούν πληροφορίες που καθορίζονται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την οικολογία⁴.

Η υπόθεση της AMH πως οι επενδυτές δεν είναι πάντοτε ορθολογικοί αλλά κάνουν σφάλματα, από τα οποία μαθαίνουν και τελικά προσαρμόζονται, αλλά και η δήλωση πως η αποτελεσματικότητα των αγορών μεταβάλλεται χρονικά με βάση τις συνθήκες της αγοράς, αποτελούν ένα πιο ρεαλιστικό πλαίσιο για τις πραγματικές αγορές σε σχέση με την υπόθεση περί πλήρως ορθολογικών επενδυτών της παραδοσιακής θεωρίας.

Η AMH επαληθεύεται εμπειρικά από διάφορες εμπειρικές έρευνες στη βιβλιογραφία. Για παράδειγμα, οι Kim et. al., (2011) εξέτασαν το βαθμό προβλεψιμότητας των αποδόσεων στο χρηματιστήριο των ΗΠΑ και διαπίστωσαν πως αλλάζει με την πάροδο του χρόνου, με βάση τις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς, όπως προβλέπει και η AMH. Ομοίως, ο Noda (2016) ερευνώντας το βαθμό αποτελεσματικότητας των Ιαπωνικών χρηματιστηρίων TOPIX and TSE2 από το 1961 μέχρι και το 2015, δείχνει πως μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου, ενώ επιπλέον, οι Urquhart & McGroarty (2014) μελετώντας τέσσερις ημερολογιακές ανωμαλίες στο χρηματιστήριο των ΗΠΑ καταλήγουν στο συμπέρασμα πως η συμπεριφορά τους αλλάζει χρονικά με βάση τις συνθήκες της αγοράς, στοιχεία συνεπή με την υπόθεση προσαρμοστικών αγορών.

⁴ Ως οικολογία αναφέρεται ο «αριθμός και η φύση των ειδών στην οικονομία» (Lo, 2005, σ. 11)

Προτού προχωρήσουμε στην εμπειρική εφαρμογή της εργασίας, είναι σημαντικό να γίνε μια συζήτηση αφενός για τις αγορές ενέργειας, τα επενδυτικά εργαλεία και τον τύπο των επενδυτών που συμμετέχουν σε αυτή και αφετέρου για τις μεθοδολογίες ελέγχου της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών που παρουσιάζονται πιο συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία.

1.4. Αγορές ενέργειας

Οι αγορές ενέργειας αναφέρονται στους φυσικούς ή εικονικούς – ηλεκτρονικούς τόπους συναλλαγών προϊόντων ενέργειας, τα οποία ανήκουν στην ευρύτερη κατηγορία των εμπορευμάτων, μαζί με άλλα προϊόντα όπως τα γεωργικά, τα ζωικά και τα μέταλλα. Η παρούσα μελέτη εστιάζει στο πετρέλαιο θέρμανσης, το αργό πετρέλαιο, τη βενζίνη και το φυσικό αέριο. Η ακόλουθη ενότητα συζητά τις ιδιαιτερότητες και τη χρήση των προϊόντων ενέργειας ως επενδυτικές επιλογές στην άμεση αλλά και την προθεσμιακή αγορά.

1.4.1. Προσφορά και ζήτηση

Η αγοραία τιμή των προϊόντων ενέργειας προκύπτει μέσα από την αλληλεπίδραση της προσφοράς και της ζήτησης. Στη πλευρά της προσφοράς είναι οι παραγωγοί, ενώ στην πλευρά της ζήτησης επιχειρήσεις και νοικοκυριά που καταναλώνουν ενέργεια αλλά και επενδυτές που χρησιμοποιούν τα προϊόντα αυτά ως επενδυτικά στοιχεία. Σχετικά με το πετρέλαιο και τα λοιπά υγρά πετρελαίου και βιοκαύσιμα, η παγκόσμια παραγωγή τους κατά το έτος 2021, ανήλθε σε 95,57 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα⁵, ενώ η παγκόσμια ζήτηση ανήλθε σε 96,5 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα⁶. Σύμφωνα με τα ίδια στοιχεία, οι τρεις κορυφαίοι παραγωγοί για το ίδιο έτος είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής με 18,88 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα, η Σαουδική Αραβία και έπειτα η Ρωσία, με 10,84 και 10,78 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα αντίστοιχα. Την πρωτιά για το ίδιο έτος έχουν οι Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και στην προσφορά φυσικού αερίου, με την παραγωγή της να φτάνει περίπου τα 934 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, ενώ δεύτερη ακολουθεί η Ρωσία, η οποία αποτελεί και την πρώτη χώρα στις εξαγωγές φυσικού αερίου

⁵ Πηγή: <https://www.eia.gov/tools/faqs/faq.php?id=709&t=6>

⁶ Πηγή: <https://www.iea.org/reports/oil-2021>

παγκοσμίως⁷. Όσο σημαντικότερος προμηθευτής είναι μια χώρα για ένα προϊόν, τόσο ευκολότερα επηρεάζει τη διεθνή τιμή του. Ωστόσο, οι τιμές επηρεάζονται σημαντικά και από το χρηματιστήριο ενέργειας, όπου τα προϊόντα διαπραγματεύονται στην αγορά μετρητής και στην προθεσμιακή.

1.4.2. Είδη διαπραγμάτευσης

Για τα προϊόντα ενέργειας, όπως και για τα υπόλοιπα εμπορεύματα, υπάρχει η αγορά μετρητής (spot market) και η αγορά παραγώγων (derivatives market), οι οποίες οδηγούν σε δύο διαφορετικές τιμές. Η άμεση αγορά προϊόντων ενέργειας βασίζεται σε εξωχρηματιστηριακές συναλλαγές, όπου πραγματοποιείται επί τόπου σύμβαση μεταξύ αγοραστή και πωλητή στην υπάρχουσα τιμή (άμεση τιμή) και ποσότητα, για άμεση φυσική ανταλλαγή των εμπορευμάτων με μετρητά. Αν και η παράδοση του προϊόντος και η αντίστοιχη πληρωμή σε μετρητά γίνεται συνήθως επιτόπου, σύμφωνα με το Corporate Finance Institute⁸, στις περισσότερες οργανωμένες αγορές διαρκεί συνήθως 2 εργάσιμες ημέρες (T+2). Από την άλλη, η αγορά παραγώγων περιλαμβάνει δικαιώματα προαίρεσης (options), συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης (future contracts), προθεσμιακά συμβόλαια (forward contracts) και συμβάσεις ανταλλαγής (swaps). Τα δικαιώματα προαίρεσης και τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης διαπραγματεύονται σε οργανωμένα χρηματιστήρια και ως εκ τούτου αποτελούν αυστηρά τυποποιημένα και ρυθμιζόμενα συμβόλαια τα οποία υπόκεινται σε καθημερινή εκκαθάριση. Αντίθετα, τα προθεσμιακά συμβόλαια και οι συμβάσεις ανταλλαγής διαπραγματεύονται εξωχρηματιστηριακά, με απευθείας συναλλαγές / ανταλλαγές μεταξύ των συμμετεχόντων χωρίς κεντρικό χρηματιστήριο ή μεσίτη που να ρυθμίζει τις συναλλαγές αυτές. Τα δικαιώματα προαίρεσης, τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, αλλά και τα προθεσμιακά συμβόλαια αφορούν την επί τόπου σύναψη σύμβασης για αγορά ή πώληση ενός εμπορεύματος σε συγκεκριμένη μελλοντική ημερομηνία και σε προκαθορισμένη τιμή, η οποία ονομάζεται τιμή εξάσκησης, μελλοντική τιμή ή προθεσμιακή τιμή για κάθε τύπο συμβολαίου αντίστοιχα, ενώ η αξία των συμβολαίων εξαρτάται από την αξία του υποκείμενου εμπορεύματος και τη χρονική διάρκεια μέχρι τη λήξη της σύμβασης. Από την άλλη, οι συμβάσεις ανταλλαγής εμπορευμάτων σχετίζονται

⁷ Πηγή: <https://www.statista.com/statistics/264101/world-natural-gas-production-by-country/>

⁸ Πηγή: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/trading-investing/spot-market/>

με την ανταλλαγή των ταμειακών ροών ενός εμπορεύματος οι οποίες εξαρτώνται από την τιμή του⁹. Στην αγορά παραγώγων, το αργό πετρέλαιο, το πετρέλαιο θέρμανσης, η βενζίνη και το φυσικό αέριο διαπραγματεύονται στο Χρηματιστήριο Εμπορευμάτων της Νέας Υόρκης (NYMEX) ενώ το αργό πετρέλαιο διαπραγματεύεται επίσης και στο ICE futures U.S.

1.4.3. Έκθεση σε προϊόντα ενέργειας και τύποι επενδυτών

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η διαπραγμάτευση των προϊόντων ενέργειας μπορεί να γίνει απευθείας μέσω της άμεσης αγοράς, ή με τη σύναψη συμβολαίων παραγώγων όπως είναι τα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης, τα προθεσμιακά συμβόλαια, τα δικαιώματα προαίρεσης, αλλά και οι συμβάσεις ανταλλαγών. Επιπλέον όμως, οι επενδυτές μπορούν να εκτεθούν έμμεσα στα διάφορα προϊόντα ενέργειας μέσω αμοιβαίων κεφαλαίων, τα οποία επενδύουν σε εταιρίες που σχετίζονται στενά με τα προϊόντα αυτά, μέσω μετοχών αντίστοιχων εταιριών, αλλά και μέσω διαπραγματεύσιμων χρηματιστηριακών προϊόντων (Exchange Traded Products - ETP), δηλαδή τίτλους που ακολουθούν ένα προϊόν ενέργειας και άρα η αξία τους εξαρτάται από αυτή του υποκείμενου προϊόντος.

Οι έμποροι στις αγορές ενέργειας μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε εμπορικούς πελάτες, κερδοσκόπους, αντισταθμιστές (hedgers) και εξισορροπηστές (arbitrageurs). Οι εμπορικοί πελάτες (π.χ. παραγωγοί, διυλιστήρια, επιχειρήσεις) αγοράζουν και πωλούν τα προϊόντα ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο, στην άμεση αγορά για καθαρά εμπορικούς σκοπούς. Από την άλλη, οι κερδοσκόποι αγοράζουν και πωλούν εμπορεύματα ενέργειας, είτε στην άμεση αγορά είτε στην αγορά παραγώγων, με σκοπό να επωφεληθούν από τις μελλοντικές αλλαγές στην τιμή τους, σύμφωνα με τις προσδοκίες που έχουν, και κλείνουν τις θέσεις τους πριν τη φυσική παράδοση του προϊόντος. Οι arbitrageurs πραγματοποιούν αγοραπωλησίες εμπορευμάτων ενέργειας προκειμένου να επωφεληθούν από τη διαφορετική τιμολόγηση των ίδιων προϊόντων σε διαφορετικές αγορές. Για παράδειγμα, μπορεί το αργό πετρέλαιο να διαπραγματεύεται στα 98,25\$ ανά βαρέλι σε μία αγορά και στα 98,28\$ σε μια άλλη. Ο arbitrageur θα αγοράσει αργό πετρέλαιο στην πρώτη αγορά, στην οποία βρίσκεται σε έκπτωση, και θα

⁹ Πηγή: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/knowledge/finance/commodity-swap/>

το πουλήσει ταυτόχρονα στη δεύτερη, στην οποία βρίσκεται σε υπεραξία. Αυτό θα του επιφέρει κέρδος 0,03\$ ανά βαρέλι, στο οποίο όμως θα πρέπει να συμπεριληφθούν και τα διάφορα κόστη. Επιπλέον, οι arbitrageurs μπορούν να επωφεληθούν από τη διαφορετική τιμολόγηση τίτλων ενέργειας με τις ίδιες ταμειακές ροές. Αυτό μπορεί να συμβεί, για παράδειγμα, μεταξύ δύο διαπραγματεύσιμων χρηματιστηριακών προϊόντων (ETP) που έχουν το ίδιο υποκείμενο προϊόν, αλλά διαφορετική τιμή στην αγορά. Μπορεί επίσης να συμβεί μεταξύ ενός ETP ενέργειας και ενός χαρτοφυλακίου προϊόντων ενέργειας. Για παράδειγμα, το πρώτο μπορεί να είναι ένα χαρτοφυλάκιο προϊόντων ενέργειας με αγοραία τιμή μεγαλύτερη της καθαρής αξίας ενεργητικού του, και ως εκ τούτου να είναι υπερτιμημένο. Στην περίπτωση αυτή, ο arbitrageur θα αγοράσει τα προϊόντα ενέργειας που συνθέτουν το ETP με τις ίδιες αναλογίες και θα πουλήσει το ETP στην ανοιχτή αγορά, αποκομίζοντας κέρδη. Τέλος, οι αντισταθμιστές χρησιμοποιούν ενεργειακά παράγωγα για να αντισταθμίσουν το κίνδυνο οικονομικής ζημίας από πιθανές μελλοντικές δυσμενείς μεταβολές των τιμών των αντίστοιχων προϊόντων. Για παράδειγμα, έστω ένας επενδυτής ο οποίος αγοράζει σήμερα αργό πετρέλαιο στην άμεση αγορά, στα 98,25\$ ανά βαρέλι, με σκοπό να κερδοσκοπήσει. Λόγω της μεγάλης μεταβλητότητας της τιμής του πετρελαίου και του δυσμενούς επενδυτικού κλίματος, επιλέγει να αντισταθμίσει σε κάποιο βαθμό τη θέση του, φοβούμενος μια σημαντική πτώση στην τιμή του. Για το λόγο αυτό, αγοράζει ένα δικαίωμα πώλησης αργού πετρελαίου με τιμή εξάσκησης τα 95\$ ανά βαρέλι, σε ένα έτος από σήμερα. Εάν επιβεβαιωθούν οι φόβοι του, και το αργό πετρέλαιο διαπραγματεύεται στην άμεση αγορά στα 80\$ ανά βαρέλι σε ένα έτος από σήμερα, τότε ο επενδυτής θα ασκήσει το δικαίωμα πώλησης και θα το πουλήσει στην τιμή εξάσκησης, 95\$ ανά βαρέλι, αντί για την τιμή στην άμεση αγορά, 80\$, περιορίζοντας έτσι τις ζημίες του. Αντίθετα, εάν η τιμή του αργού πετρελαίου βρίσκεται στην άμεση αγορά στα 105\$ ανά βαρέλι σε ένα έτος από σήμερα, τότε ο επενδυτής δεν θα ασκήσει το δικαίωμα πώλησης και θα πουλήσει το αργό πετρέλαιο που είχε προμηθευτεί στην άμεση αγορά, σε τιμή 105\$ ανά βαρέλι, περιορίζοντας σε αυτή τη περίπτωση τα κέρδη του, εφόσον λάβουμε υπόψη και την τιμή του δικαιώματος προαίρεσης. Όπως φαίνεται, η αντιστάθμιση δεν πραγματοποιείται χωρίς κόστος.

1.5. Βιβλιογραφική ανασκόπηση μεθόδων ελέγχου της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ελέγχου της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών στη σχετική βιβλιογραφία. Ορισμένες παλαιότερες προσεγγίσεις είναι πιο απλές, ενώ η εξέλιξη της οικονομετρίας επιτρέπει τους ερευνητές να είναι πιο ακριβείς στις εκτιμήσεις τους και να χρησιμοποιούν πιο εξελιγμένες μεθόδους. Επιπλέον, η μέθοδος που χρησιμοποιείται εξαρτάται από τη μορφή αποτελεσματικότητας της αγοράς που ελέγχεται. Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει μια επισκόπηση των βασικών μεθόδων ελέγχου της θεωρίας που υπάρχουν στη βιβλιογραφία και εστιάζει κυρίως στις πιο συχνά χρησιμοποιούμενες και σε αυτές που εφαρμόζονται στην εμπειρική ανάλυση του δευτέρου κεφαλαίου.

1.5.1. Αδύναμη μορφή αποτελεσματικότητας

Στην αδύναμη της μορφή, η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών συνεπάγεται πως οι τιμές των τίτλων στην αγορά αντανακλούν οποιαδήποτε πληροφορία υπάρχει διαθέσιμη στα ιστορικά στοιχεία, και ως εκ τούτου, για να ελεγχθεί εμπειρικά απαιτείται ένας έλεγχος προβλεψιμότητας των μελλοντικών αποδόσεων χρησιμοποιώντας τα υπάρχοντα ιστορικά στοιχεία. Παρουσιάζονται ορισμένες από τις προσεγγίσεις που υπάρχουν στη βιβλιογραφία.

1.5.1.1. Αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα

Μία από τις μεθόδους ελέγχου της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας είναι η εκτίμηση ενός αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος (AR). Για παράδειγμα, οι Συριόπουλος και Παπαδάμου (2014) προτείνουν τον έλεγχο της χρησιμοποιώντας ένα αυτοπαλίνδρομο υπόδειγμα πρώτης τάξης, AR(1):

- $R_t = \phi R_{t-1} + \varepsilon_t$

Την εκτίμηση του μοντέλου αυτού ακολουθεί έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας του συντελεστή ϕ . Συγκεκριμένα:

- $H_0: \phi = 0$

- $H_1: \phi \neq 0$

Η αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης συνεπάγεται πως η απόδοση κάθε περιόδου ισούται με το τυχαίο όρο, δηλαδή είναι ένας λευκός θόρυβος, ή διαφορετικά, η τιμή ακολουθεί το υπόδειγμα του τυχαίου περιπάτου:

- $R_t = \varepsilon_t \Leftrightarrow \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) = \varepsilon_t \Leftrightarrow \ln(P_t) = \ln(P_{t-1}) + \varepsilon_t$

Ως εκ τούτου, σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μεθοδολογία, η αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης συνεπάγεται την αποδοχή της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας. Αντίθετα, η απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης συνεπάγεται πως η σημερινή απόδοση μπορεί σε κάποιο βαθμό να προβλεφθεί από τις παρελθούσες αποδόσεις, και επομένως απορρίπτεται η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικών αγορών.

Στο παραπάνω υπόδειγμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν και περισσότερες από μία υστερήσεις και να προκύψει η παρακάτω μορφή:

- $R_t = \phi_1 R_{t-1} + \phi_2 R_{t-2} + \dots + \phi_n R_{t-n} + \varepsilon_t$

Με τον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας να παίρνει πλέον την εξής μορφή:

- $H_0: \phi_1 = \phi_2 = \dots = \phi_n = 0$ (αποδοχή της ΕΜΗ)
- $H_1: \text{τουλάχιστον ένα } \phi_i \neq 0, \text{ για } i = 1, 2, \dots, n$ (απόρριψη της ΕΜΗ)

1.5.1.2. Έλεγχος μη-γραμμικού μοντέλου

Μια μεθοδολογία ελέγχου παρόμοια με αυτή του αυτοπαλίνδρομου υποδείγματος προτάθηκε από τους Antoniou et. al., (1997), με τη διαφορά ότι αυτή μπορεί να εντοπίσει μη-γραμμική συμπεριφορά στην ενσωμάτωση των πληροφοριών στις τιμές. Συγκεκριμένα, εκτιμάται το ακόλουθο μοντέλο παλινδρόμησης:

- $R_t = \alpha_0 + \alpha_1 R_{t-1} + \alpha_2 R_{t-1}^2 + \alpha_3 R_{t-1}^3 + \varepsilon_t$

όπου R_t η απόδοση του τίτλου τη χρονική στιγμή t .

Για να επαληθευτεί η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας θα πρέπει να ισχύει $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$ και ο τυχαίος όρος, ε_t , να είναι μια διαδικασία λευκού

θορύβου. Διαφορετικά, οι αποδόσεις είναι σε κάποιο βαθμό προβλέψιμες, και ως εκ τούτου, απορρίπτεται η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας.

Όπως περιγράφουν οι ίδιοι ερευνητές, σύμφωνα με την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών, οι επενδυτές είναι ορθολογικοί, κάτι που συνεπάγεται πως οι τιμές προσαρμόζονται γραμμικά στις νέες πληροφορίες. Ο μη-γραμμικός όρος, $\alpha_2 R_{t-1}^2 + \alpha_3 R_{t-1}^3$, χρησιμοποιείται για να εντοπίσει πιθανή μη-γραμμικότητα, η οποία μπορεί να δημιουργείται από διάφορους παράγοντες, όπως είναι τα κόστη συναλλαγών αλλά και τα συμπεριφορικά σφάλματα και οι προκαταλήψεις των επενδυτών.

1.5.1.3. Έλεγχος για ημερολογιακές ανωμαλίες

Οι ημερολογιακές ανωμαλίες, όπως είναι το φαινόμενο του Σαββατοκύριακου, του Ιανουαρίου ή του Απριλίου, αποτελούν συγκεκριμένες ημερολογιακές περιόδους, όπως ημέρες ή μήνες του έτους, που παρουσιάζουν συστηματικά ασυνήθιστα υψηλότερες ή χαμηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες ή μήνες αντίστοιχα, και αντιτίθενται στην ΕΜΗ, αφού δεν οφείλεται σε νέες πληροφορίες, αλλά σε άλλους παράγοντες όπως είναι η διάθεση των επενδυτών, φορολογικοί και άλλοι λόγοι. Εξετάζοντας την ύπαρξη ημερολογιακών ανωμαλιών ελέγχεται έμμεσα και η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας.

Πιο συγκεκριμένα, για τον έλεγχο των φαινομένων του Ιανουαρίου ή του Απριλίου προτείνεται από διάφορους ερευνητές (π.χ. Khanh & Dat, 2020; Raj & Kumari, 2006) η εκτίμηση της παρακάτω παλινδρόμησης:

$$\bullet R_t = \alpha_1 + \alpha_2 D_2 + \alpha_3 D_3 + \dots + \alpha_{12} D_{12} + \varepsilon_t$$

όπου R_t η απόδοση του τίτλου τη χρονική στιγμή t , α_1 η μέση απόδοση το μήνα Ιανουάριο (για την επίδραση του Ιανουαρίου) ή η μέση απόδοση το μήνα Απρίλιο (για την επίδραση του Απριλίου), D_2, D_3, \dots, D_{12} οι ψευδομεταβλητές που αντιστοιχούν στους υπόλοιπους μήνες του έτους και $\alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_{12}$ αντιπροσωπεύουν τη διαφορά μεταξύ της μέσης απόδοσης τον Ιανουάριο ή τον Απρίλιο και της μέσης απόδοσης των υπόλοιπων μηνών. Ακολουθεί ο παρακάτω έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας:

$$\bullet H_0: \alpha_2 = \alpha_3 = \dots = \alpha_{12} = 0 \text{ (αποδοχή της ΕΜΗ)}$$

- H_1 : τουλάχιστον ένα $\alpha_i \neq 0$, για $i = 2, 3, \dots, 12$ (απόρριψη της ΕΜΗ)

Με την ίδια λογική ελέγχονται και άλλες ημερολογιακές ανωμαλίες όπως είναι η επίδραση του Σαββατοκύριακου, αλλά και η επίδραση της Δευτέρας ή η επίδραση της Παρασκευής.

1.5.1.4. Έλεγχος μοναδιαίας ρίζας

Ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας στις αποδόσεις ενός τίτλου είναι ένας έλεγχος στασιμότητας τους. Ο Mishra (2009) χρησιμοποιεί το παρακάτω μοντέλο παλινδρόμησης:

- $$\Delta R_t = \beta_1 + \beta_2 t + \rho R_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta R_{t-i} + \varepsilon_t$$

όπου R_t η απόδοση του τίτλου την περίοδο t , t η τάση, ε_t ο τυχαίος όρος με χαρακτηριστικά λευκού θορύβου και ο όρος $\sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta R_{t-i}$ χρησιμοποιείται για την εξάλειψη πιθανής αυτοσυσχέτισης. Ακολουθεί ο παρακάτω έλεγχος:

- $H_0: \rho = 0$ (ύπαρξη μοναδιαίας ρίζας)
- $H_1: \rho < 0$ (δεν υπάρχει μοναδιαία ρίζα)

Η αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης συνεπάγεται μη στάσιμη σειρά των αποδόσεων και επομένως επαληθεύεται το μοντέλο του τυχαίου περιπάτου και κατ' επέκταση αποδέχεται την ασθενή μορφή αποτελεσματικότητας. Αντίθετα, η απόρριψη της συνεπάγεται πως η σειρά αποδόσεων είναι στάσιμη και ως εκ τούτου απορρίπτεται η υπόθεση του τυχαίου περιπάτου και η ασθενής μορφή αποτελεσματικότητας.

1.5.1.5. Υπόδειγμα GARCH.

Οι χρηματοοικονομικές χρονοσειρές έχουν κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως είναι η λεπτοκύρτωση και η ετεροσκεδαστικότητα. Η εκτίμηση μοντέλων με τη συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (OLS) μπορεί να οδηγήσει σε εσφαλμένες εκτιμήσεις, καθώς κάνει υποθέσεις όπως αυτή της κανονικής κατανομής και της ομοσκεδαστικότητας. Έτσι, προτείνεται εναλλακτικά το Γενικευμένο Αυτοπαλίνδρομο Υπό Συνθήκη Ετεροσκεδαστικότητας (GARCH) μοντέλο, στο οποίο μοντελοποιείται η υπό συνθήκη διακύμανση, ενώ η απόδοση μπορεί να μοντελοποιηθεί με διάφορους τρόπους, όπως είναι μέσω ενός υποδείγματος ARMA (Armeanu & Cioacă, 2014), ενός

μοντέλου με ψευδομεταβλητές που ελέγχει ημερολογιακές ανωμαλίες (Ashikh, 2012; Khanh & Dat, 2020) ή ένα μοντέλο τυχαίου περιπάτου (Frimpong, 2008; Mishra, 2009).

Η υπό συνθήκη διακύμανση σε ένα υπόδειγμα GARCH(1,1) είναι η εξής:

- $\sigma_t^2 = \omega + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$

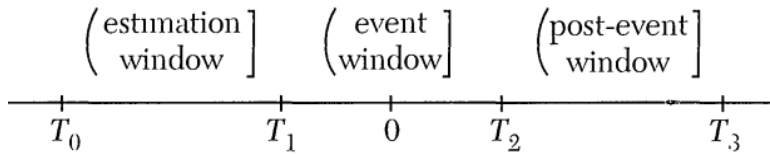
όπου σ_t^2 η υπό συνθήκη διακύμανση την περίοδο t , ε_{t-1}^2 το τετράγωνο των καταλοίπων της περιόδου $t-1$ και σ_{t-1}^2 η διακύμανση της περιόδου $t-1$. Επιπλέον, πρέπει $\alpha, \beta > 0$ και $(\alpha + \beta) < 1$ για να είναι στάσιμη η υπό συνθήκη διακύμανση. Εάν το άθροισμα $(\alpha + \beta)$ είναι κοντά στη μονάδα αυτό υποδεικνύει την ύπαρξη επίμονης ομαδοποίησης της μεταβλητότητας και κατ' επέκταση παρέχει ένδειξη αναποτελεσματικότητας της αγοράς.

1.5.2. Ημι-ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας

Για να είναι μια αγορά αποτελεσματική στην ημι-ισχυρή της μορφή, θα πρέπει αρχικά να είναι αποτελεσματική στην αδύναμη της μορφή. Έτσι, εάν απορριφθεί η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας, τότε απορρίπτεται αυτόματα και η πρώτη. Από την άλλη, εάν επιβεβαιωθεί, τότε μπορούμε να προχωρήσουμε σε έλεγχο και των υπόλοιπων μορφών. Η ημι-ισχυρή μορφή αποτελεσματικών αγορών εστιάζει στο πως αλλάζουν οι τιμές των τίτλων σε δημόσια διαθέσιμες πληροφορίες, και έτσι, οι περισσότερες εμπειρικές έρευνες την ελέγχουν μέσω μελέτης περιπτώσεων. Η ενότητα αυτή εστιάζει σε μια συχνά χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία, που χρησιμοποιεί τη σωρευμένη μέση μη-φυσιολογική απόδοση (CAAR) για τον έλεγχο της ημι-ισχυρής μορφής αποτελεσματικότητας.

1.5.2.1. Σωρευμένη μέση μη-φυσιολογική απόδοση (CAAR)

Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές αυτής της μεθοδολογίας και εδώ παρουσιάζεται μία από αυτές. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη μεθοδολογία, το πρώτο βήμα είναι να υπολογίσουμε την μη-φυσιολογική απόδοση (AR) για κάθε τίτλο, που ορίζεται ως η διαφορά της πραγματικής απόδοσης $R_{i,t}$, από την αντίστοιχη αναμενόμενη, $E(R_{i,t})$, για κάθε χρονική στιγμή t , σε ένα χρονικό διάστημα γύρω από την ημέρα της δημόσιας ανακοίνωσης, που ονομάζεται «παράθυρο συμβάντος», έστω (T_1, T_2) , όπως παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα από τον MacKinlay (1997).



Διάγραμμα 2: Χρονοδιάγραμμα μελέτης περίπτωσης στον έλεγχο της ημι-ισχυρής μορφής αποτελεσματικών αγορών

Αλγεβρικά, η μη-φυσιολογική απόδοση ισούται με:

- $AR_{i,t} = R_{i,t} - E(R_{i,t})$

Η πραγματική απόδοση μπορεί να υπολογιστεί ως ποσοστιαία μεταβολή, $\frac{P_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t-1}}$, ή λογαριθμική διαφορά, $\ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$, ενώ η αναμενόμενη απόδοση μπορεί να προσεγγιστεί με διάφορους τρόπους, όπως για παράδειγμα, μέσω του Μοντέλου Απλού Δείκτη της αγοράς (SIM) (Nelmidia, 2020; Samitas & Kenourgios, 2004; Shihadeh & Hannon, 2016; Thathaiah & Dsouza, 2013) ή ενός Αυτοπαλίνδρομου Υποδείγματος Κινητού Μέσου (ARMA) (Batista et al., 2018). Το επόμενο βήμα στη μεθοδολογία αυτή είναι ο υπολογισμός της μέσης μη-φυσιολογικής απόδοσης (AAR) ενός δείγματος N τίτλων για κάθε ημέρα t , του παραθύρου συμβάντος.

- $AAR_t = \frac{\sum_{i=1}^N AR_{i,t}}{N}$

Στη συνέχεια, αθροίζεται η μέση μη-φυσιολογική απόδοση (AAR) κάθε ημέρας στο παράθυρο μελέτης για το σύνολο των ημερών και προκύπτει η σωρευμένη μέση μη-φυσιολογική απόδοση (CAAR).

- $CAAR = \sum_{t=T_1}^{T_2} AAR_t$

Το τελευταίο βήμα της μεθοδολογίας αυτής περιλαμβάνει τον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας της σωρευμένης μέσης μη-φυσιολογικής απόδοσης CAAR, χρησιμοποιώντας τη στατιστική t . Η μηδενική και εναλλακτική υπόθεση του ελέγχου εκφράζονται ως εξής:

- $H_0: CAAR = 0$
- $H_1: CAAR \neq 0$

Η αγορά θα είναι αποτελεσματική στην ημι-ισχυρή της μορφή εάν η σωρευμένη μέση μη-φυσιολογική απόδοση είναι στατιστικά ίση με το μηδέν, καθώς αυτό δείχνει πως είναι αδύνατη η επίτευξη μη-φυσιολογικών αποδόσεων το χρονικό διάστημα γύρω από τη δημόσια ανακοίνωση (Shihadeh & Hannon, 2016). Από την άλλη, εάν η σωρευμένη μέση μη-φυσιολογική απόδοση είναι στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη ή μικρότερη του μηδενός, η υπόθεση αποτελεσματικότητας της αγοράς στην ημι-ισχυρή της μορφή απορρίπτεται.

1.5.3. Ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών στην ισχυρή της μορφή συνεπάγεται πως οι τιμές των τίτλων στην αγορά αντανακλούν όχι μόνο τις δημόσια διαθέσιμες πληροφορίες, αλλά και τις ιδιωτικές ή εσωτερικές πληροφορίες. Αυτό σημαίνει πως οι έμποροι που έχουν ιδιωτική ή εσωτερική πληροφόρηση δεν πετυχαίνουν ασυνήθιστα υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με τυχαία διαφοροποιημένα χαρτοφυλάκια μετοχών. Ως εκ τούτου, όπως εξηγεί ο Lekonić (2018), οι μεθοδολογίες ελέγχου της ισχυρής μορφής αποτελεσματικότητας εστιάζουν στο να ελέγχουν είτε εάν οι συναλλαγές με εσωτερική πληροφόρηση αποφέρουν ασυνήθιστα υψηλές αποδόσεις, είτε εάν τα αμοιβαία κεφάλαια επιτυγχάνουν σταθερά υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με την υπόλοιπη αγορά. Οι συναλλαγές με εσωτερική πληροφόρηση είναι παράνομες σε ορισμένες χώρες και δεν αποτελούν αντικείμενο μελέτης της παρούσας ενότητας.

1.5.3.1. Σύγκριση αποδοτικότητας αμοιβαίων κεφαλαίων με την αγορά

Για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας αμοιβαίων κεφαλαίων και σύγκριση τους με αυτή της αγοράς, η οποία προσεγγίζεται μέσω κάποιου γενικού δείκτη που θεωρείται πως αντιπροσωπεύει την αγορά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέτρα αποδοτικότητας όπως αυτά του Jensen, Treynor και Sharpe (π.χ. Bustanji, 2020; Khan & Ikram, 2011; Thanou, 2008).

Το μέτρο αποδοτικότητας του Sharpe (1966) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας αποτελεσματικών χαρτοφυλακίων και διατυπώνεται ως εξής:

- Sharpe Ratio_i = $\frac{R_i - RF}{\sigma_i}$

όπου R_i η απόδοση περιόδου του χαρτοφυλακίου i , RF το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου (π.χ. απόδοση έντοκου δημόσιου γραμματίου) και σ_i η τυπική απόκλιση - κίνδυνος του χαρτοφυλακίου.

Το μέτρο του Treynor (1965) χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας μεμονωμένων τίτλων αλλά και χαρτοφυλακίων, αποτελεσματικών ή μη, και ορίζεται ως:

- Treynor Ratio $_i = \frac{R_i - RF}{\beta_i}$

όπου και πάλι R_i η απόδοση περιόδου του περιουσιακού στοιχείου i , RF το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου και β_i ο συστηματικός κίνδυνος του περιουσιακού στοιχείου i που μπορεί να προσεγγιστεί από το Υπόδειγμα Αποτίμησης Περιουσιακών Στοιχείων (CAPM).

Τέλος, το μέτρο αποδοτικότητας του Jensen (1968) χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της υπερβάλλουσας απόδοσης ενός τίτλου ή χαρτοφυλακίου σε σχέση με την αντίστοιχη της αγοράς και εκφράζεται ως:

- $J_i = [R_i - RF] - \beta_i[R_M - RF]$

όπου R_i η απόδοση περιόδου του περιουσιακού στοιχείου i , RF το επιτόκιο μηδενικού κινδύνου, β_i ο συστηματικός κίνδυνος του περιουσιακού στοιχείου i και R_M η απόδοση περιόδου του δείκτη της αγοράς.

Τα παραπάνω μέτρα αποδοτικότητας υπολογίζονται για τα χαρτοφυλάκια αναφοράς και το δείκτη της αγοράς και συγκρίνονται. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή του κάθε μέτρου, τόσο πιο αποδοτικό είναι το περιουσιακό στοιχείο ή χαρτοφυλάκιο. Συνεπώς, για να επαληθευτεί η ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας θα πρέπει να μην υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα μέτρα αποδοτικότητας μεταξύ των χαρτοφυλακίων αναφοράς και της αγοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εφαρμογή

Στο πρώτο κεφάλαιο συζητήθηκε η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών, καθώς και οι παράγοντες που μπορούν να οδηγήσουν σε απόκλιση από αυτή. Στη συνέχεια, ακολούθησε η υπόθεση προσαρμοστικών αγορών, η οποία παρουσιάστηκε ως μια νέα έκδοση της παραδοσιακής θεωρίας, ενώ επιπλέον έγινε μια παρουσίαση των αγορών ενέργειας και των μεθοδολογιών ελέγχου της θεωρίας αποτελεσματικότητας που χρησιμοποιούνται στη διεθνή βιβλιογραφία.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως τα ευρήματα που προκύπτουν από τον έλεγχο της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών είναι εξαιρετικά χρήσιμα για τους επενδυτές, καθώς μια πιθανή αναποτελεσματικότητα στην αγορά εμπορευμάτων αναδεικνύει την ύπαρξη ευκαιριών για συστηματικά κέρδη, ενώ επιπλέον οδηγεί σε συμπεράσματα για την αποδοτικότητα των πληροφοριών που προκύπτουν από την τεχνική και θεμελιώδη ανάλυση αλλά και την ιδιωτική πληροφόρηση, ενώ βοηθά και στη λήψη αποφάσεων μεταξύ ενεργής ή παθητικής διαχείρισης χαρτοφυλακίου, μεταξύ άλλων.

Στο πλαίσιο αυτό, στο δεύτερο κεφάλαιο ελέγχεται η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας για τέσσερα εμπορεύματα ενέργειας με τη χρήση ενός μη-γραμμικού μοντέλου για την περίοδο από τον Ιανουάριο του 2018 μέχρι και το Φεβρουάριο του 2022, καθώς και για δύο υποπεριόδους, πριν και μετά την έναρξη της πανδημίας του κορωνοϊού. Στόχος είναι η εξαγωγή αποτελεσμάτων για το συνολικό δείγμα εξέτασης και για κάθε υποπερίοδο ξεχωριστά, καθώς και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο υποπεριοδών, με στόχο να εξεταστεί η επίπτωση των επικρατουσών οικονομικών συνθηκών στο βαθμό αποτελεσματικότητας των υπό εξέταση αγορών εμπορευμάτων.

Έτσι, η πρώτη ενότητα του κεφαλαίου αφιερώνεται στην περιγραφή των δεδομένων με τη χρήση διαγραμμάτων και περιγραφικών στατιστικών, ενώ στη δεύτερη ενότητα γίνεται η εκτίμηση του υποδείγματος. Τέλος, το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με το σχολιασμό των αποτελεσμάτων και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

2.1. Περιγραφή δεδομένων

Για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας αντλείται από την επίσημη ιστοσελίδα της Διοίκησης Ενεργειακής Πληροφόρησης των Η.Π.Α. (EIA)¹⁰ ένα σύνολο ημερήσιων δεδομένων των τιμών κλεισίματος από τον Ιανουάριο του 2018 μέχρι και τον Φεβρουάριο του 2022 (1039 παρατηρήσεις), των εξής ενεργειακών εμπορευμάτων: αργό πετρέλαιο, πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο και βενζίνη. Επιπλέον, το δείγμα χωρίζεται σε δύο υποπεριόδους, με την πρώτη να διαρκεί από τον Ιανουάριο του 2018 μέχρι και τον Ιανουάριο του 2020 και αποτελεί την προ-κρίσης περίοδο, ενώ η δεύτερη ξεκινά το Φεβρουάριο του 2020 και ολοκληρώνεται το Φεβρουάριο του 2022 και αποτελεί την περίοδο κρίσης, καθώς περιλαμβάνει την έναρξη της πανδημίας του κορωνοϊού. Η περίοδος Φεβρουαρίου - Μαρτίου του 2020 αποτελεί σημείο εκκίνησης της πανδημίας¹¹ και αντίδρασης των χρηματιστηρίων για την Ευρώπη αλλά και για τις Η.Π.Α., στις οποίες μάλιστα, σύμφωνα με το Εθνικό Γραφείο Οικονομικών Ερευνών¹², το Φεβρουάριο χρονολογείται η έναρξη της ύφεσης, και επομένως, η δεύτερη περίοδος εξέτασης ξεκινά από το Φεβρουάριο του 2020. Στο ίδιο ακριβώς σημείο χωρίζουν το δείγμα τους και άλλοι ερευνητές (π.χ. Borgards et al., 2021; Ferreira & Morais, 2022), οι οποίοι εξετάζουν τις επιπτώσεις της πανδημίας στις παγκόσμιες κεφαλαιαγορές. Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται βασικά διαγράμματα και περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των υπό εξέταση μεταβλητών για κάθε περίοδο.

2.1.1. Πρώτη περίοδος – 01/2018-01/2020

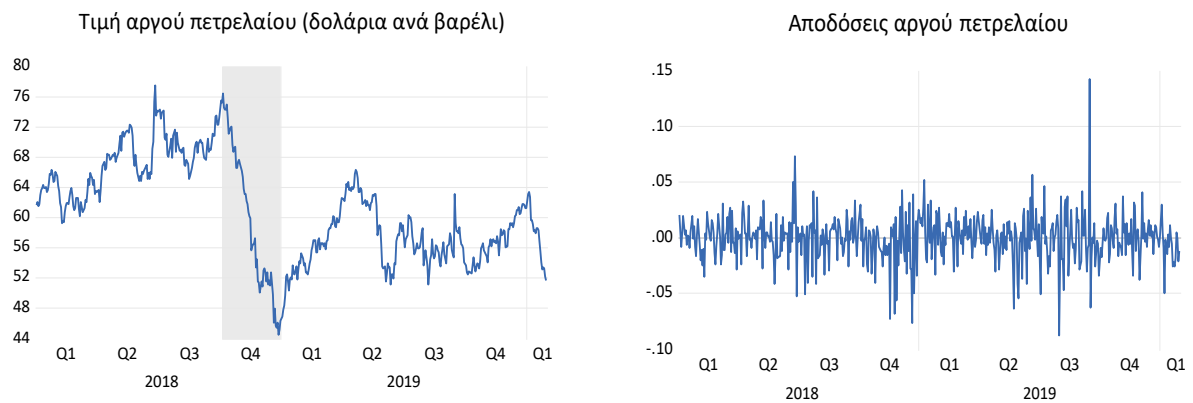
Οι τιμές κλεισίματος των υπό εξέταση ενεργειακών εμπορευμάτων καθώς και οι αποδόσεις τους, οι οποίες υπολογίζονται ως οι πρώτες λογαριθμικές διαφορές των αντίστοιχων ημερήσιων τιμών κλεισίματος, παρουσιάζονται για την πρώτη περίοδο (01/2018-01/2020) στα Διαγράμματα 3 έως 6. Στις περιπτώσεις του αργού πετρελαίου, του πετρελαίου θέρμανσης και της βενζίνης, παρατηρείται μια σημαντική ταυτόχρονη πτώση της τιμής τους κατά το τέταρτο τρίμηνο του 2018 (σκιασμένη περιοχή), ενώ αντίθετα την ίδια περίοδο η τιμή του φυσικού αερίου αυξάνεται αισθητά και στη συνέχεια επιστρέφει στο προηγούμενο επίπεδο της. Οι αποδόσεις των εμπορευμάτων

¹⁰ Πηγή: <https://www.eia.gov/>

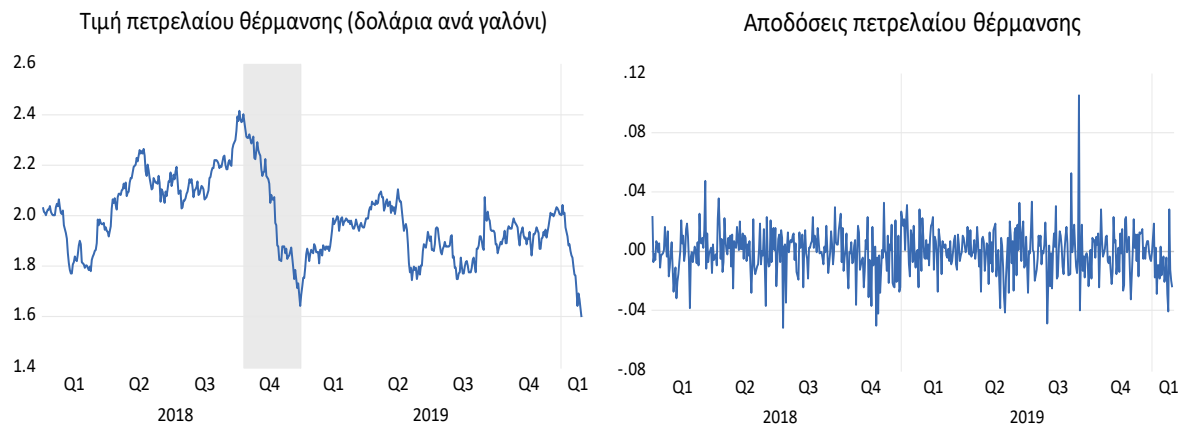
¹¹ Στις 11 Μαρτίου του 2020 ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) κηρύττει τη νόσο covid-19 πανδημία.

¹² Πηγή: <https://www.nber.org/research/data/us-business-cycle-expansions-and-contractions>

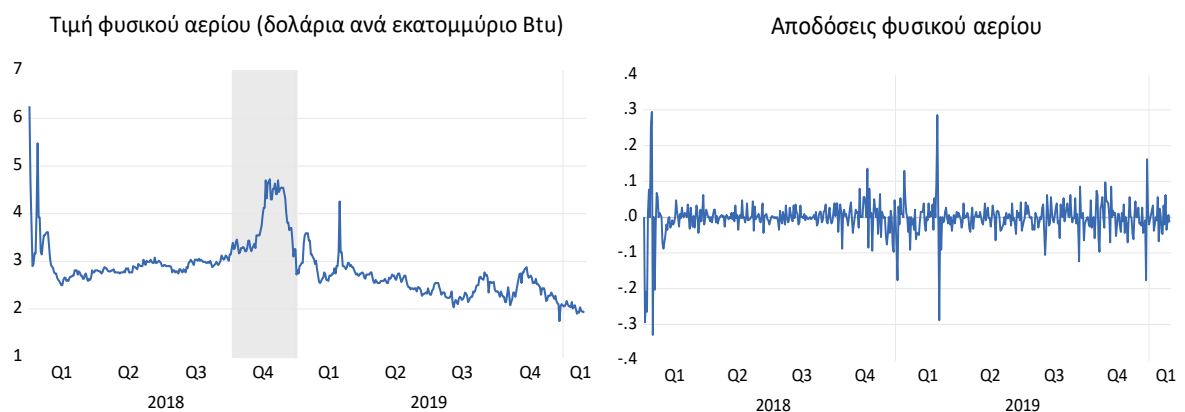
παρουσιάζουν ακραίες τιμές, ενώ η διακύμανση τους φαίνεται να μεταβάλλεται χρονικά (ετεροσκεδαστικότητα).



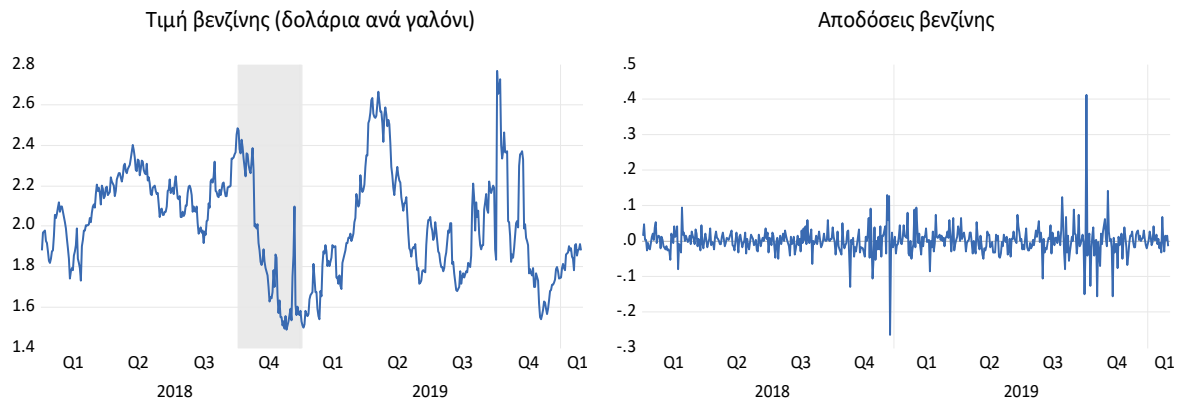
Διάγραμμα 3: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις αργού πετρελαίου για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)



Διάγραμμα 4: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

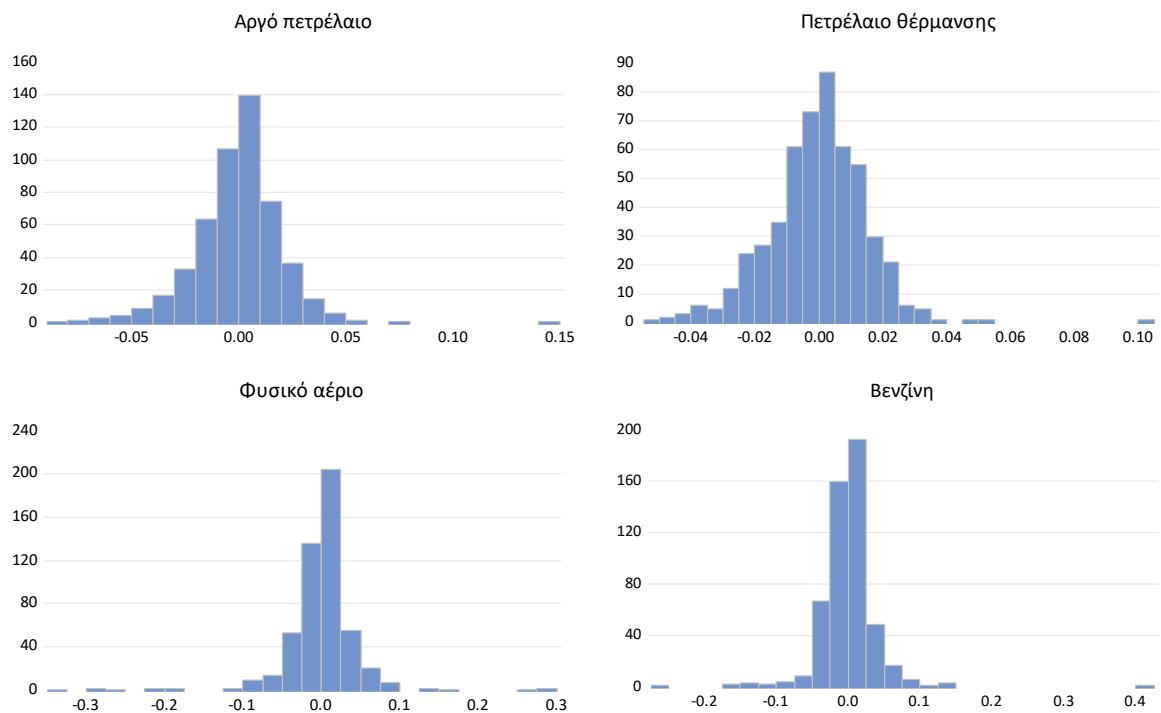


Διάγραμμα 5: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις φυσικού αερίου για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)



Διάγραμμα 6: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξέταση των ιστογραμμάτων αλλά και των περιγραφικών στατιστικών στοιχείων των αποδόσεων των εμπορευμάτων τα οποία παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7 και Πίνακα 1 αντίστοιχα.



Διάγραμμα 7: Ιστογράμματα αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Οι κατανομές αποδόσεων του αργού πετρελαίου, της βενζίνης και του πετρελαίου θέρμανσης είναι θετικά ασύμμετρες, με συντελεστές ασυμμετρίας 0.11, 1.46 και 0.28 αντίστοιχα, ενώ η κατανομή αποδόσεων του φυσικού αερίου είναι αρνητικά ασύμμετρη με συντελεστή -0.9. Επιπλέον, και οι τέσσερις κατανομές είναι λεπτόκυρτες, δηλαδή

παρουσιάζουν μεγάλη συγκέντρωση τιμών γύρω από το μέσο και έχουν μακριές ουρές, το οποίο φαίνεται επίσης από το συντελεστή κύρτωσης, ο οποίος υπερβαίνει το 3 για κάθε εμπόρευμα. Συνεπώς, οι κατανομές δεν φαίνεται να είναι κανονικές, μιας και η κανονική κατανομή είναι συμμετρική (συντελεστής ασυμμετρίας = 0) και μεσόκυρτη (συντελεστής κύρτωσης = 3). Ο έλεγχος κανονικότητας Jarque-Bera που ελέγχει από κοινού τη μηδενική υπόθεση οι συντελεστές ασυμμετρίας και κύρτωσης να ισούνται με μηδέν και τρία αντίστοιχα (κανονική κατανομή), έναντι της εναλλακτικής υπόθεσης οι συντελεστές να είναι διάφοροι αυτών των τιμών (μη-κανονική κατανομή), επιβεβαιώνει τις παραπάνω ενδείξεις. Και στις τέσσερις περιπτώσεις ο συντελεστής Jarque-Bera υπερβαίνει την κριτική τιμή 5,99 απορρίπτοντας έτσι τη μηδενική υπόθεση της κανονικής κατανομής, την οποία θα έπρεπε να ακολουθούν οι αποδόσεις των ενεργειακών εμπορευμάτων σύμφωνα με την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών.

Πίνακας 1: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

	Αργό πετρέλαιο	Πετρέλαιο θέρμανσης	Φυσικό αέριο	Βενζίνη
Mean	-0.000304	-0.000420	-0.002285	0.000031
Median	0.001026	0.000234	0.000000	0.001003
Maximum	0.141761	0.104877	0.296266	0.414356
Minimum	-0.087244	-0.051485	-0.331357	-0.264895
Std. Dev.	0.020778	0.015467	0.049539	0.039591
Skewness	0.113677	0.281183	-0.897964	1.465217
Kurtosis	8.319737	7.308748	18.85053	30.98696
Jarque-Bera	611.9154	407.5270	5492.195	17090.92
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	-0.157358	-0.217737	-1.183877	0.016095
Sum Sq. Dev.	0.223193	0.123688	1.268779	0.810374
Observations	518	518	518	518

Επιπλέον, είναι σημαντικό να διερευνηθεί η πιθανή ύπαρξη αυτοσυσχέτισης στις αποδόσεις των εμπορευμάτων, καθώς εάν βρεθούν στατιστικά σημαντικοί συντελεστές αυτοσυσχέτισης αυτό σημαίνει πως οι αποδόσεις είναι σε κάποιο βαθμό προβλέψιμες,

συνθήκη που δε συνάδει με την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών. Όπως φαίνεται παρακάτω από τους Πίνακες 2 και 3, υπάρχει στατιστικά σημαντική αυτοσυσχέτιση στις αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης και ακόμη πιο έντονη στις αποδόσεις φυσικού αερίου και βενζίνης (σε αυτά παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικοί συντελεστές αυτοσυσχέτισης μέχρι 35 και 36 ημέρες πριν αντίστοιχα). Αντίθετα, οι αποδόσεις αργού πετρελαίου δεν παρουσιάζουν αυτοσυσχέτιση.

Πίνακας 2: Κορελόγραμμα αποδόσεων αργού πετρελαίου και πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

lag	Αργό πετρέλαιο				Πετρέλαιο θέρμανσης			
	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
1	-0.0708	-0.0708	2.6101	0.106	-0.0043	-0.0043	0.0096	0.922
2	0.0000	-0.0050	2.6101	0.271	-0.0252	-0.0252	0.3410	0.843
3	-0.0439	-0.0445	3.6179	0.306	0.0595	0.0593	2.1896	0.534
4	0.0567	0.0508	5.3038	0.258	0.0175	0.0173	2.3496	0.672
5	0.0643	0.0721	7.4718	0.188	0.0470	0.0503	3.5108	0.622
6	-0.0460	-0.0383	8.5867	0.198	0.0208	0.0187	3.7379	0.712
7	-0.0097	-0.0108	8.6361	0.280	0.0134	0.0141	3.8321	0.799
8	0.0596	0.0616	10.5100	0.231	0.1308	0.1268	12.8626	0.117
9	0.0006	-0.0021	10.5102	0.311	-0.0689	-0.0721	15.3747	0.081
10	-0.0508	-0.0527	11.8776	0.293	-0.1131	-0.1139	22.1613	0.014
11	0.0070	0.0122	11.9036	0.371	0.0016	-0.0210	22.1627	0.023
12	-0.0087	-0.0146	11.9439	0.450	0.0215	0.0185	22.4076	0.033
13	-0.0161	-0.0322	12.0828	0.521	0.0059	0.0091	22.4263	0.049
14	0.0443	0.0541	13.1295	0.516	0.0349	0.0432	23.0760	0.059
15	0.0140	0.0277	13.2348	0.584	-0.0143	-0.0053	23.1858	0.080
16	0.0035	-0.0049	13.2413	0.655	0.0026	-0.0057	23.1895	0.109
17	-0.0508	-0.0432	14.6272	0.622	-0.0033	0.0121	23.1954	0.143
18	-0.0419	-0.0440	15.5712	0.622	-0.0299	-0.0084	23.6782	0.166
19	0.0496	0.0321	16.8998	0.597	0.0556	0.0393	25.3464	0.149
20	0.0447	0.0479	17.9800	0.589	0.0516	0.0323	26.7853	0.141
21	-0.0615	-0.0495	20.0299	0.519	0.0046	0.0072	26.7967	0.178
22	0.0345	0.0352	20.6757	0.541	0.0340	0.0278	27.4243	0.196
23	0.0320	0.0366	21.2329	0.567	-0.0060	-0.0006	27.4441	0.238
24	0.0057	-0.0059	21.2509	0.624	0.0297	0.0331	27.9250	0.263
25	0.0299	0.0430	21.7394	0.651	0.0045	-0.0080	27.9359	0.311
26	-0.0469	-0.0254	22.9453	0.636	-0.0696	-0.0744	30.5853	0.244
27	-0.0074	-0.0356	22.9753	0.686	-0.0531	-0.0809	32.1300	0.227
28	0.0077	-0.0046	23.0077	0.733	0.0233	0.0080	32.4275	0.257

Πίνακας 2: Συνέχεια

Αργό πετρέλαιο					Πετρέλαιο θέρμανσης			
lag	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
29	0.0121	0.0190	23.0878	0.773	-0.0605	-0.0453	34.4464	0.223
30	-0.0055	-0.0100	23.1047	0.811	-0.0319	-0.0193	35.0088	0.242
31	-0.0976	-0.0981	28.3718	0.602	-0.0465	-0.0384	36.2072	0.238
32	0.0046	0.0065	28.3837	0.650	-0.0237	-0.0137	36.5188	0.267
33	0.0106	0.0052	28.4467	0.693	-0.0157	-0.0081	36.6561	0.303
34	0.0446	0.0320	29.5557	0.685	-0.0125	0.0213	36.7427	0.343
35	-0.0548	-0.0302	31.2317	0.651	-0.0120	0.0043	36.8230	0.385
36	0.0074	0.0114	31.2625	0.693	0.0376	0.0174	37.6150	0.395

*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

Πίνακας 3: Κορελόγραμμα αποδόσεων φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Φυσικό αέριο					Βενζίνη			
lag	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
1	-0.0015	-0.0015	0.0011	0.974	-0.0246	-0.0246	0.3159	0.574
2	0.0111	0.0111	0.0658	0.968	-0.0773	-0.0780	3.4362	0.179
3	-0.0576	-0.0576	1.8018	0.615	0.0336	0.0298	4.0258	0.259
4	-0.1494	-0.1502	13.4968	0.009	-0.0590	-0.0639	5.8486	0.211
5	-0.0522	-0.0539	14.9293	0.011	-0.0949	-0.0940	10.5804	0.060
6	-0.0460	-0.0486	16.0438	0.014	0.0322	0.0171	11.1268	0.085
7	-0.0215	-0.0406	16.2881	0.023	-0.0051	-0.0155	11.1407	0.133
8	0.1224	0.0962	24.1994	0.002	-0.0372	-0.0333	11.8703	0.157
9	0.0743	0.0596	27.1215	0.001	-0.0356	-0.0531	12.5410	0.184
10	0.0820	0.0663	30.6881	0.001	-0.0038	-0.0175	12.5487	0.250
11	-0.0440	-0.0439	31.7170	0.001	-0.0922	-0.0974	17.0650	0.106
12	-0.0686	-0.0398	34.2219	0.001	0.1112	0.1021	23.6533	0.023
13	-0.0364	-0.0047	34.9283	0.001	0.0117	-0.0102	23.7259	0.034
14	-0.0408	-0.0118	35.8169	0.001	-0.0185	-0.0060	23.9097	0.047
15	0.0025	0.0030	35.8201	0.002	0.0077	-0.0108	23.9415	0.066
16	0.0243	0.0038	36.1382	0.003	-0.0294	-0.0387	24.4048	0.081
17	-0.0186	-0.0458	36.3245	0.004	0.0147	0.0357	24.5212	0.106
18	0.0161	-0.0221	36.4635	0.006	0.0547	0.0421	26.1326	0.097
19	-0.0093	-0.0156	36.5101	0.009	-0.0230	-0.0232	26.4177	0.119
20	0.0444	0.0554	37.5765	0.010	0.0752	0.0783	29.4752	0.079
21	0.0102	0.0228	37.6324	0.014	0.0438	0.0492	30.5127	0.082
22	-0.0310	-0.0215	38.1540	0.018	-0.0028	0.0181	30.5170	0.106
23	-0.0188	-0.0210	38.3469	0.023	-0.0192	0.0104	30.7180	0.130

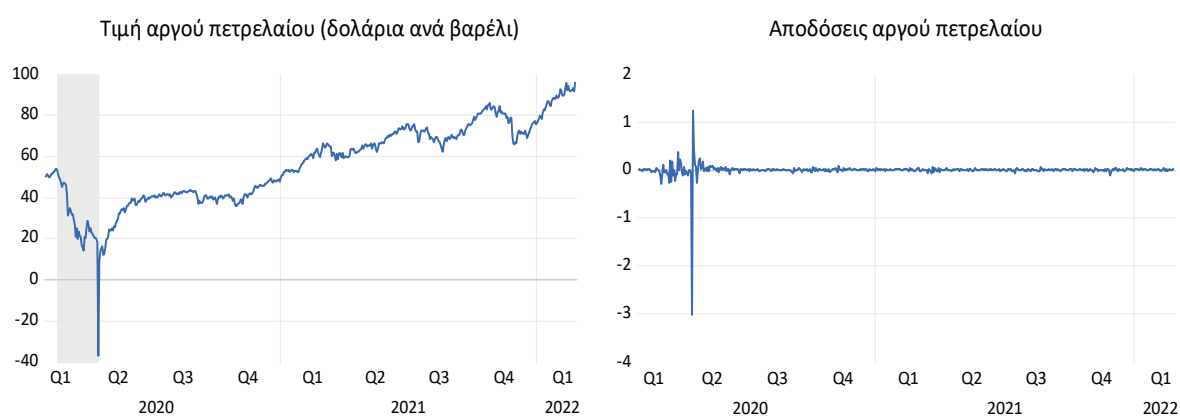
Πίνακας 3: Συνέχεια

Φυσικό αέριο					Βενζίνη			
lag	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
24	0.0150	0.0223	38.4690	0.031	-0.0175	-0.0286	30.8842	0.157
25	0.0437	0.0530	39.5126	0.033	0.0295	0.0483	31.3603	0.177
26	-0.0011	-0.0018	39.5133	0.044	-0.1297	-0.1233	40.5728	0.034
27	-0.0324	-0.0273	40.0901	0.050	0.0306	0.0344	41.0855	0.040
28	0.0436	0.0408	41.1343	0.052	0.0197	0.0101	41.2984	0.050
29	-0.0401	-0.0421	42.0184	0.056	0.0291	0.0580	41.7638	0.059
30	0.0650	0.0597	44.3499	0.044	-0.0088	-0.0260	41.8069	0.074
31	-0.0327	-0.0235	44.9411	0.050	-0.0729	-0.0748	44.7458	0.053
32	-0.0120	0.0017	45.0210	0.063	0.0271	0.0247	45.1537	0.062
33	0.0398	0.0307	45.8993	0.067	0.0342	0.0214	45.8018	0.068
34	-0.0079	-0.0059	45.9339	0.083	-0.0878	-0.0844	50.0893	0.037
35	-0.0375	-0.0445	46.7163	0.089	0.0837	0.0608	53.9952	0.021
36	0.0292	0.0300	47.1936	0.100	-0.0409	-0.0516	54.9297	0.023

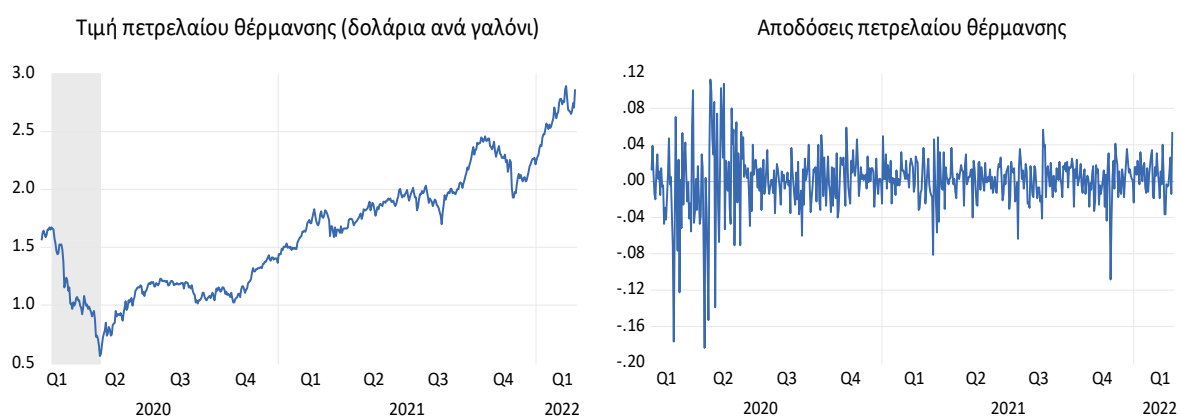
*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

2.1.2. Δεύτερη περίοδος – 02/2020-02/2022

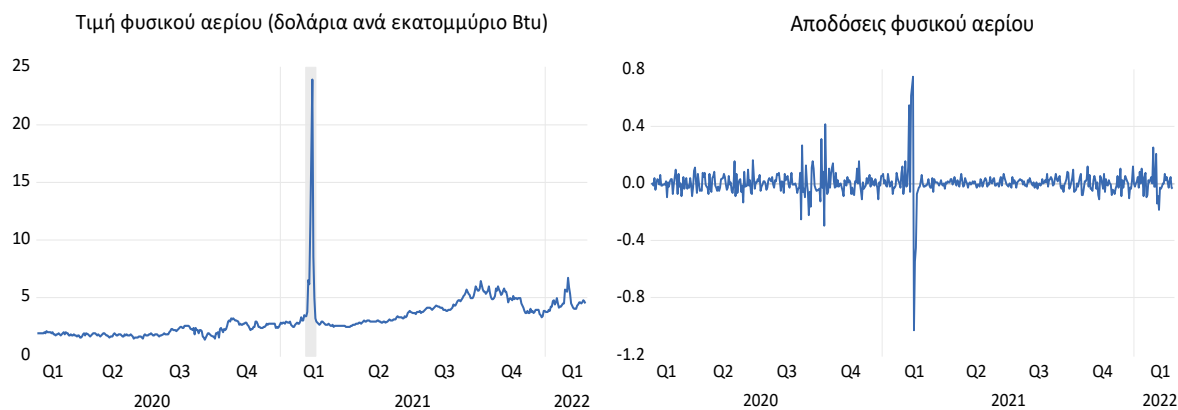
Με τον ίδιο τρόπο, οι τιμές κλεισίματος και αποδόσεις των τεσσάρων ενεργειακών εμπορευμάτων για τη δεύτερη περίοδο (02/2020-02/2022) παρουσιάζονται στα Διαγράμματα 8 έως 11. Η περίοδος ξεκινά με σημαντική πτώση στις τιμές αργού πετρελαίου, βενζίνης και πετρελαίου θέρμανσης μεταξύ πρώτου και δευτέρου τριμήνου του 2020 (σκιασμένη περιοχή), ενώ το φυσικό αέριο δε φαίνεται να αντιδρά. Αντίθετα, παρατηρείται αύξηση στη τιμή του και επακόλουθη επιστροφή στο αρχικό της επίπεδο κατά το πρώτο τρίμηνο του 2021. Στα διαγράμματα των αποδόσεων παρουσιάζονται ακραίες αποδόσεις, ενώ και πάλι η διακύμανση των αποδόσεων φαίνεται να μεταβάλλεται χρονικά (ετεροσκεδαστικότητα).



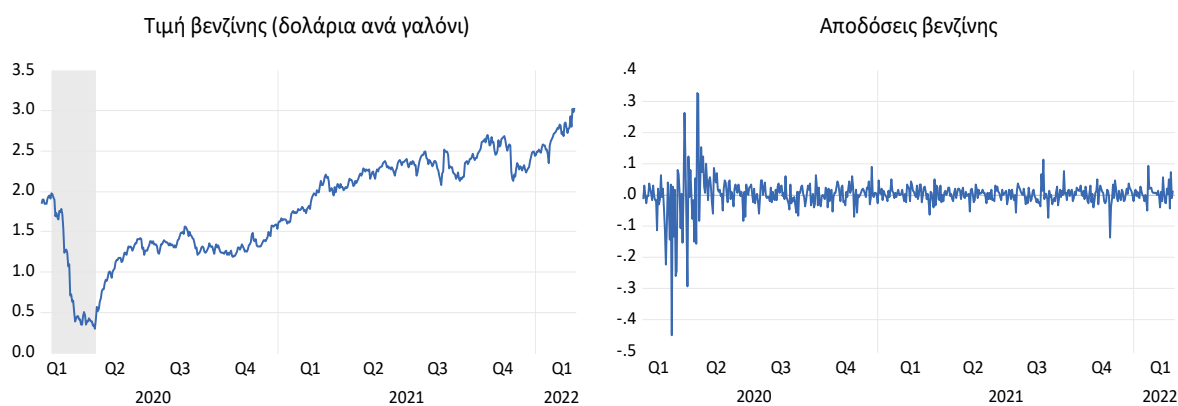
Διάγραμμα 8: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις αργού πετρελαίου για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)



Διάγραμμα 9: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

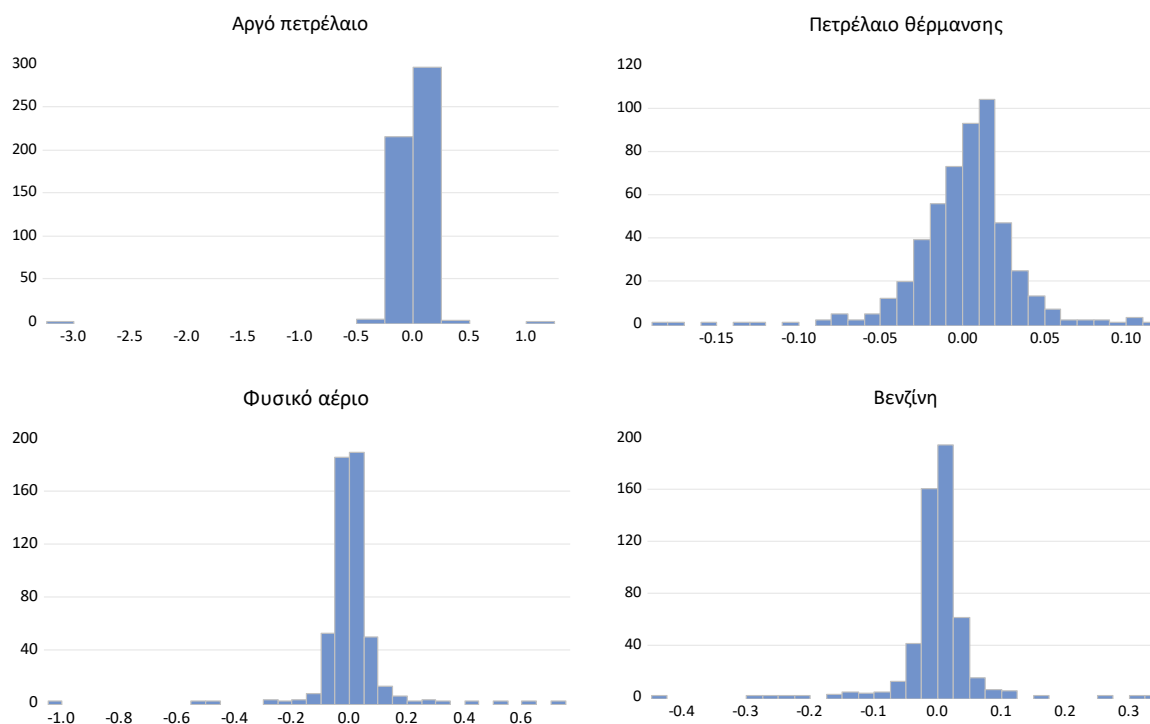


Διάγραμμα 10: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις φυσικού αερίου για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)



Διάγραμμα 11: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Μια ματιά στις κατανομές αποδόσεων των εμπορευμάτων στο Διάγραμμα 12 αλλά και των περιγραφικών στατιστικών στοιχείων τους στον Πίνακα 4 αρκεί για να επιβεβαιώσει τις υποψίες περί ασύμμετρων και ετεροσκεδαστικών κατανομών. Όλες οι κατανομές είναι αρνητικά ασύμμετρες και οι συντελεστές κύρτωσης ξεπερνούν σημαντικά το 3 (λεπτοκύρτωση). Επιπλέον, οι συντελεστές ασυμμετρίας, κύρτωσης, αλλά και η στατιστική Jarque-Bera, για το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο θέρμανσης είναι, σε απόλυτη τιμή, σημαντικά μεγαλύτεροι από αυτούς της πρώτης περιόδου, ενώ για τη βενζίνη χαμηλότεροι. Αυτό σημαίνει πως για τα τρία πρώτα εμπορεύματα οι κατανομές αποδόσεων αποκλίνουν πιο έντονα από την κανονική κατανομή κατά τη δεύτερη περίοδο εξέτασης, ενώ για τη βενζίνη συμβαίνει το αντίθετο.



Διάγραμμα 12: Ιστογράμματα αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Πίνακας 4: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

	Αργό πετρέλαιο	Πετρέλαιο θέρμανσης	Φυσικό αέριο	Βενζίνη
Mean	-0.000781	0.001186	0.001641	0.000926
Median	0.002884	0.003380	0.000000	0.003829
Maximum	1.240941	0.111857	0.745632	0.326181
Minimum	-3.019661	-0.184602	-1.025103	-0.449254
Std. Dev.	0.151958	0.031073	0.094404	0.051134
Skewness	-14.02066	-1.130473	-1.013496	-1.229999
Kurtosis	309.6484	10.13747	45.06686	25.78041
Jarque-Bera	2054423.	1214.534	38430.80	11374.97
Probability	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	-0.405968	0.616589	0.853295	0.481712
Sum Sq. Dev.	11.98440	0.501122	4.625384	1.357037
Observations	520	520	520	520

Οι Πίνακες 5 και 6 παρουσιάζουν τους συντελεστές αυτοσυσχέτισης για κάθε εμπόρευμα έως και 36 περιόδους (ημέρες) πριν. Τα αποτελέσματα δείχνουν στατιστικά σημαντική αυτοσυσχέτιση στο αργό πετρέλαιο για όλες τις υστερήσεις του, σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο όπου δεν υπήρχε καθόλου αυτοσυσχέτιση, ενώ σημαντικά πιο έντονη είναι η αυτοσυσχέτιση και για τη βενζίνη. Από την άλλη, το πετρέλαιο θέρμανσης δεν παρουσιάζει αυτοσυσχέτιση, σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο, ενώ το φυσικό αέριο παρουσιάζει αυτοσυσχέτιση σε παρόμοιο βαθμό με την αντίστοιχη της πρώτης περιόδου.

Πίνακας 5: Κορελόγραμμα αποδόσεων αργού πετρελαίου και πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

lag	Αργό πετρέλαιο				Πετρέλαιο θέρμανσης			
	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
1	-0.2526	-0.2526	33.3652	0.000	0.0515	0.0515	1.3882	0.239
2	-0.0871	-0.1612	37.3383	0.000	-0.0519	-0.0547	2.8000	0.247
3	-0.0402	-0.1167	38.1876	0.000	-0.0136	-0.0080	2.8974	0.408
4	-0.0103	-0.0771	38.2433	0.000	0.0428	0.0414	3.8631	0.425
5	0.0611	0.0197	40.2113	0.000	0.0153	0.0097	3.9871	0.551
6	0.0525	0.0707	41.6649	0.000	-0.0676	-0.0652	6.4036	0.380
7	-0.0475	-0.0003	42.8570	0.000	-0.0060	0.0035	6.4224	0.491
8	-0.0146	-0.0048	42.9698	0.000	-0.0122	-0.0203	6.5009	0.591
9	0.0108	0.0095	43.0317	0.000	0.0468	0.0463	7.6666	0.568
10	-0.0314	-0.0377	43.5557	0.000	0.0616	0.0609	9.6847	0.469
11	-0.0949	-0.1395	48.3578	0.000	0.1019	0.1033	15.2254	0.172
12	0.0332	-0.0552	48.9465	0.000	0.0534	0.0485	16.7488	0.159
13	-0.0787	-0.1334	52.2659	0.000	-0.0121	-0.0086	16.8275	0.207
14	0.0625	-0.0217	54.3647	0.000	-0.0223	-0.0233	17.0942	0.251
15	0.0377	0.0291	55.1282	0.000	0.0217	0.0199	17.3478	0.299
16	0.0199	0.0700	55.3409	0.000	-0.0074	-0.0119	17.3773	0.362
17	-0.0087	0.0569	55.3813	0.000	-0.0536	-0.0377	18.9291	0.333
18	-0.0020	0.0442	55.3833	0.000	-0.0274	-0.0155	19.3350	0.371
19	-0.0627	-0.0468	57.5114	0.000	-0.0220	-0.0307	19.5983	0.419
20	0.0677	0.0160	59.9980	0.000	0.0111	-0.0045	19.6657	0.479
21	-0.0461	-0.0808	61.1529	0.000	0.0767	0.0651	22.8617	0.351
22	0.0739	0.0182	64.1302	0.000	-0.0130	-0.0337	22.9532	0.404
23	-0.0120	-0.0056	64.2085	0.000	-0.0345	-0.0355	23.6040	0.426
24	0.0090	0.0171	64.2524	0.000	0.0222	0.0229	23.8747	0.469
25	-0.0239	0.0144	64.5644	0.000	0.1170	0.1086	31.3840	0.177

Πίνακας 5: Συνέχεια

Αργό πετρέλαιο					Πετρέλαιο θέρμανσης			
lag	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
26	0.0157	0.0398	64.6998	0.000	-0.0221	-0.0285	31.6523	0.205
27	0.0063	0.0495	64.7220	0.000	-0.0045	0.0295	31.6633	0.245
28	-0.0478	-0.0298	65.9815	0.000	-0.0536	-0.0464	33.2494	0.227
29	0.0895	0.0780	70.4100	0.000	0.0329	0.0397	33.8461	0.245
30	-0.0122	0.0143	70.4925	0.000	0.0784	0.0726	37.2479	0.170
31	-0.0186	-0.0052	70.6838	0.000	0.0264	0.0324	37.6336	0.192
32	0.0055	-0.0169	70.7004	0.000	0.0174	0.0148	37.8027	0.221
33	-0.0271	-0.0059	71.1088	0.000	-0.0500	-0.0495	39.1974	0.212
34	0.0015	-0.0195	71.1100	0.000	0.0316	0.0204	39.7539	0.229
35	0.0136	0.0135	71.2134	0.000	-0.0177	-0.0359	39.9302	0.260
36	-0.0136	-0.0053	71.3164	0.000	0.0463	0.0292	41.1347	0.256

*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

Πίνακας 6: Κορελόγραμμα αποδόσεων φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Φυσικό αέριο					Βενζίνη			
lag	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
1	0.0706	0.0706	2.6085	0.106	0.0610	0.0610	1.9483	0.163
2	-0.0457	-0.0510	3.7042	0.157	0.0312	0.0276	2.4596	0.292
3	-0.0545	-0.0479	5.2661	0.153	-0.0292	-0.0329	2.9085	0.406
4	-0.1150	-0.1110	12.2226	0.016	0.1216	0.1252	10.6879	0.030
5	-0.1687	-0.1614	27.2168	0.000	0.1874	0.1777	29.1966	0.000
6	-0.0871	-0.0856	31.2218	0.000	0.1341	0.1123	38.6929	0.000
7	0.0141	-0.0076	31.3272	0.000	0.0937	0.0884	43.3356	0.000
8	-0.0101	-0.0526	31.3810	0.000	-0.0098	-0.0215	43.3865	0.000
9	-0.0323	-0.0795	31.9354	0.000	-0.0092	-0.0476	43.4315	0.000
10	0.0619	0.0167	33.9764	0.000	-0.0714	-0.1338	46.1481	0.000
11	0.0245	-0.0186	34.2969	0.000	0.1613	0.1071	60.0287	0.000
12	-0.0192	-0.0373	34.4930	0.001	0.1523	0.1168	72.4197	0.000
13	0.0013	-0.0150	34.4939	0.001	-0.0232	-0.0518	72.7085	0.000
14	-0.0222	-0.0426	34.7591	0.002	-0.0080	0.0313	72.7431	0.000
15	0.0321	0.0360	35.3123	0.002	-0.0675	-0.0506	75.1897	0.000
16	-0.0143	-0.0215	35.4230	0.003	0.1445	0.1023	86.4338	0.000
17	-0.0506	-0.0656	36.8038	0.004	0.0111	-0.0483	86.5007	0.000
18	-0.0502	-0.0624	38.1655	0.004	0.0578	0.0101	88.3090	0.000
19	0.0445	0.0435	39.2392	0.004	-0.0037	0.0039	88.3165	0.000
20	-0.0145	-0.0353	39.3532	0.006	0.0128	0.0053	88.4050	0.000

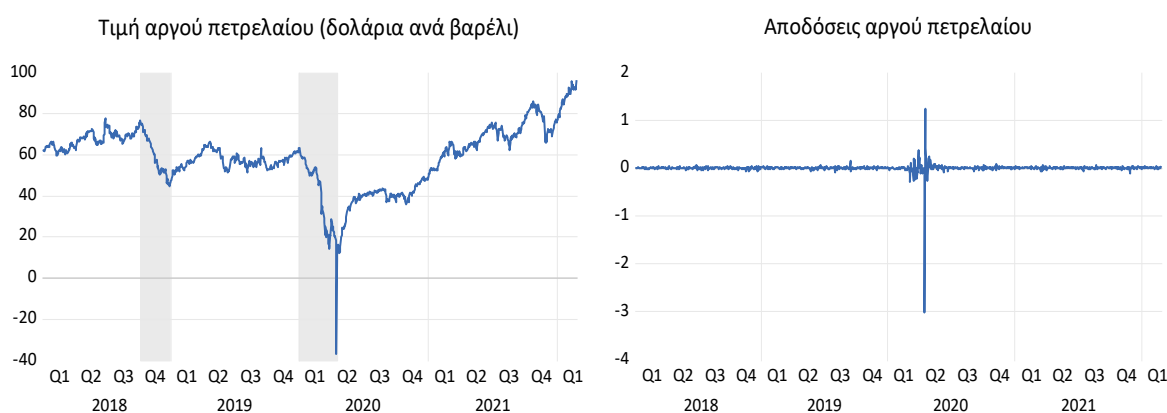
Πίνακας 6: Συνέχεια

lag	Φυσικό αέριο				Βενζίνη			
	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
21	0.0030	-0.0145	39.3581	0.009	-0.0636	-0.0608	90.6068	0.000
22	-0.0554	-0.0948	41.0307	0.008	0.0347	0.0298	91.2642	0.000
23	0.0625	0.0487	43.1673	0.007	-0.0102	-0.0834	91.3212	0.000
24	-0.0233	-0.0372	43.4641	0.009	-0.0094	-0.0248	91.3699	0.000
25	-0.0048	-0.0165	43.4768	0.012	-0.0868	-0.0883	95.5052	0.000
26	-0.0037	-0.0402	43.4845	0.017	-0.1197	-0.0772	103.3846	0.000
27	0.0054	-0.0080	43.5003	0.023	-0.0560	-0.0623	105.1113	0.000
28	-0.0078	-0.0077	43.5340	0.031	-0.0661	-0.0782	107.5239	0.000
29	0.0190	0.0073	43.7334	0.039	-0.0312	0.0072	108.0629	0.000
30	0.0161	-0.0124	43.8762	0.049	-0.0623	-0.0226	110.2120	0.000
31	-0.0367	-0.0537	44.6247	0.054	-0.1194	-0.0663	118.1242	0.000
32	-0.0416	-0.0346	45.5869	0.056	-0.0542	0.0140	119.7567	0.000
33	-0.0391	-0.0502	46.4399	0.060	-0.0577	-0.0044	121.6092	0.000
34	0.0010	-0.0218	46.4404	0.076	-0.0497	-0.0428	122.9894	0.000
35	0.0122	-0.0113	46.5232	0.092	-0.0283	0.0180	123.4369	0.000
36	0.0239	-0.0124	46.8423	0.107	0.0110	0.0452	123.5045	0.000

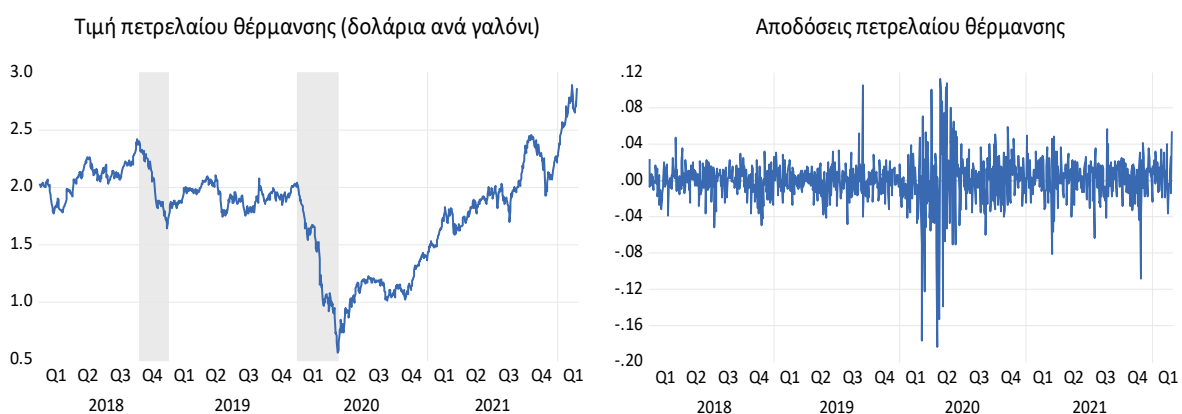
*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

2.1.3. Συνολικό δείγμα – 01/2018-02/2022

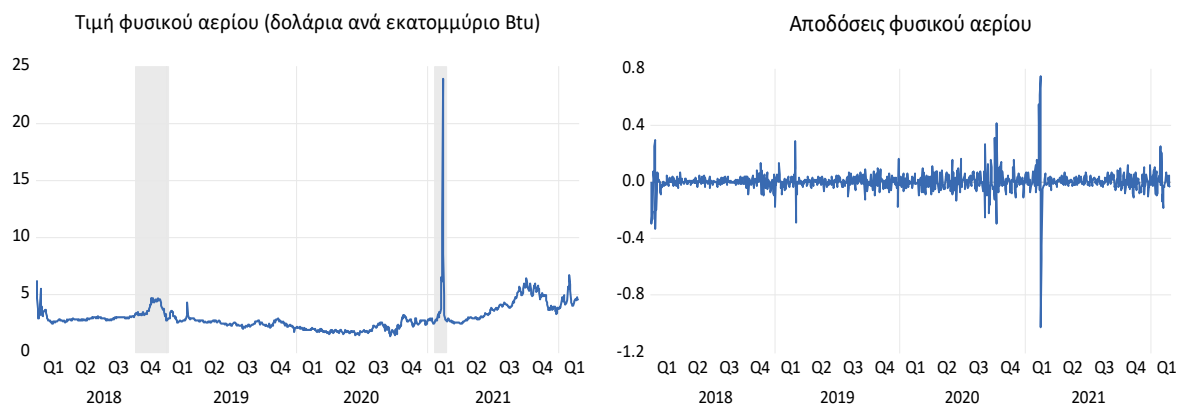
Για το συνολικό υπό εξέταση δείγμα (01/2018-02/2022) οι ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις παρατίθενται στα Διαγράμματα 13 έως 16 και οι σκιαγραφημένες περιοχές είναι οι αντίστοιχες που παρουσιάστηκαν στα διαγράμματα κάθε περιόδου. Η συνολική εικόνα μας επιτρέπει να συγκρίνουμε τη μεταβλητότητα μεταξύ των δύο περιόδων και είναι εμφανές πως οι τιμές των ενεργειακών εμπορευμάτων είναι, ως επί το πλείστον, πιο ευμετάβλητες κατά τη δεύτερη περίοδο εξέτασης. Επιπλέον, η διακύμανση των αποδόσεων φαίνεται να μεταβάλλεται χρονικά, ενώ οι ακραίες παρατηρήσεις υποδεικνύουν την ύπαρξη ασυμμετρίας.



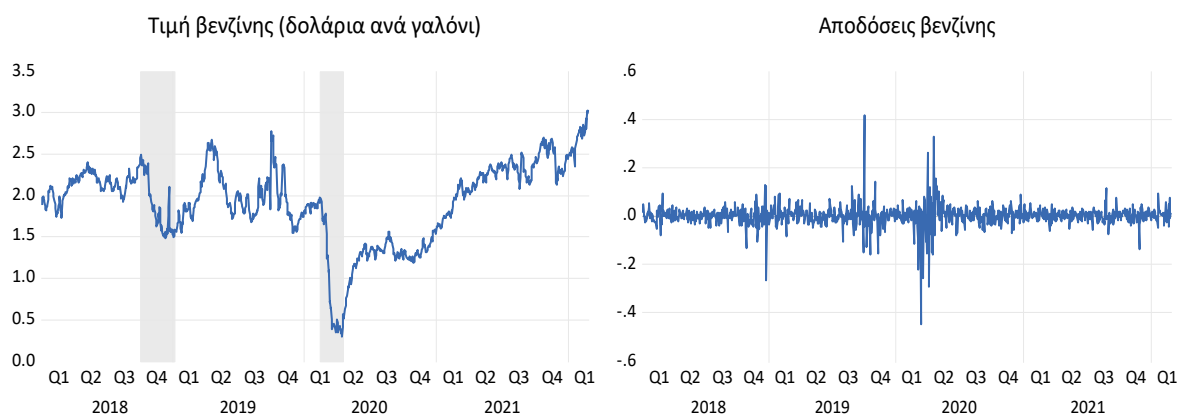
Διάγραμμα 13: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)



Διάγραμμα 14: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

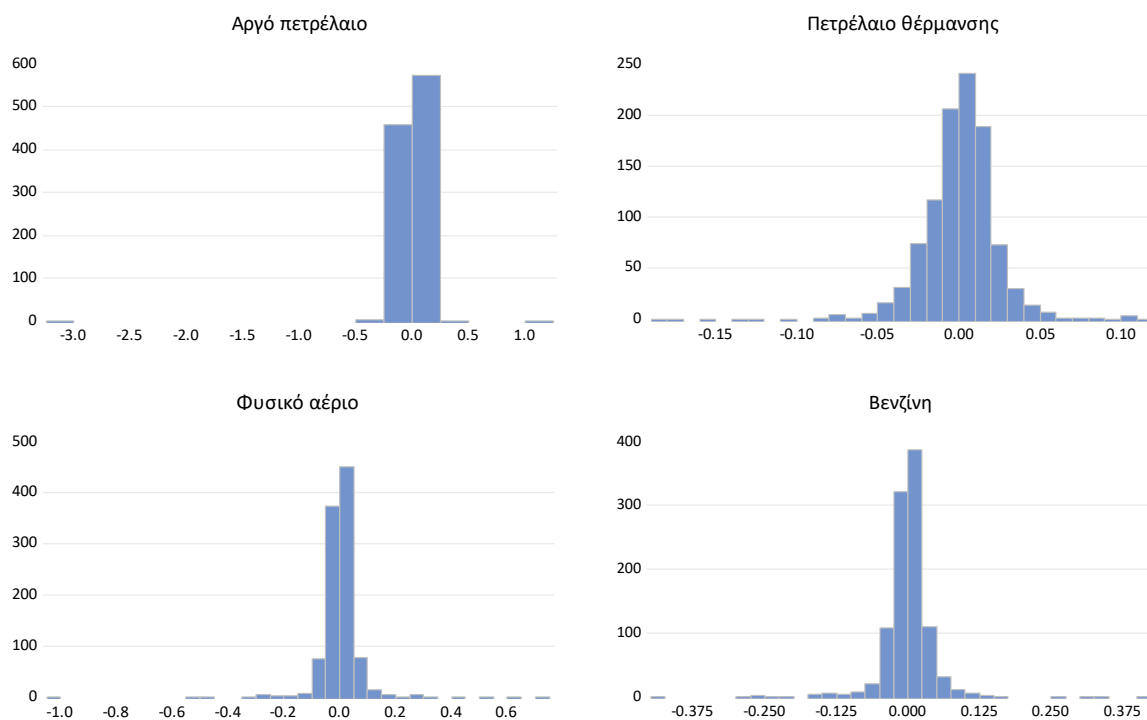


Διάγραμμα 15: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)



Διάγραμμα 16: Ημερήσιες τιμές κλεισίματος και αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Τα ιστογράμματα των αποδόσεων που παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 17 αλλά και τα περιγραφικά στατιστικά του Πίνακα 7 επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ασυμμετρίας και ετεροσκεδαστικότητας. Και τα τέσσερα εμπορεύματα παρουσιάζουν αρνητική ασυμμετρία, με συντελεστές -19.28, -1.05, -1.08 και -0.38, για αργό πετρέλαιο, πετρέλαιο θέρμανσης, φυσικό αέριο και βενζίνη αντίστοιχα, αλλά και λεπτοκύρτωση αφού οι συντελεστές κύρτωσης σε κάθε περίπτωση υπερβαίνουν σημαντικά το 3. Ελέγχοντας για κανονικότητα στις κατανομές αποδόσεων με τον έλεγχο Jarque-Bera, σε κάθε περίπτωση η αντίστοιχη τιμή υπερβαίνει την κριτική τιμή 5,99 και συνεπώς απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση της κανονικότητας των κατανομών για το συνολικό δείγμα.



Διάγραμμα 17: Ιστογράμματα αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Πίνακας 7: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία αποδόσεων αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

	Αργό πετρέλαιο	Πετρέλαιο θέρμανσης	Φυσικό αέριο	Βενζίνη
Mean	-0.000571	0.000350	-0.000323	0.000473
Median	0.001931	0.001769	0.000000	0.002284
Maximum	1.240941	0.111857	0.745632	0.414356
Minimum	-3.019661	-0.184602	-1.025103	-0.449254
Std. Dev.	0.108451	0.024572	0.075381	0.045698
Skewness	-19.28065	-1.047426	-1.077242	-0.379122
Kurtosis	596.3493	13.37166	57.03997	28.82319
Jarque-Bera Probability	15305786 0.000000	4846.920 0.000000	126626.4 0.000000	28893.38 0.000000
Sum	-0.593238	0.363760	-0.335831	0.491936
Sum Sq. Dev.	12.20851	0.626737	5.898188	2.167659
Observations	1039	1039	1039	1039

Επιπλέον, ελέγχοντας για αυτοσυσχέτιση στις αποδόσεις των εμπορευμάτων οδηγούμαστε στα αποτελέσματα των Πινάκων 8 και 9. Πιο συγκεκριμένα, το αργό πετρέλαιο παρουσιάζει στατιστικά σημαντική αυτοσυσχέτιση έως και 36 ημέρες πριν. Ομοίως, για το φυσικό αέριο και τη βενζίνη είναι στατιστικά σημαντικές σχεδόν όλες οι υστερήσεις, ενώ το πετρέλαιο θέρμανσης παρουσιάζει λιγότερο έντονη αλλά εξίσου στατιστικά σημαντική αυτοσυσχέτιση.

Πίνακας 8: Κορελόγραμμα αποδόσεων αργού πετρελαίου και πετρελαίου θέρμανσης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

lag	Αργό πετρέλαιο				Πετρέλαιο θέρμανσης			
	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
1	-0.2492	-0.2492	64.6990	0.000	0.0420	0.0420	1.8415	0.175
2	-0.0855	-0.1573	72.3194	0.000	-0.0471	-0.0489	4.1547	0.125
3	-0.0403	-0.1139	74.0141	0.000	0.0001	0.0042	4.1547	0.245
4	-0.0091	-0.0732	74.1006	0.000	0.0360	0.0337	5.5110	0.239
5	0.0612	0.0226	78.0242	0.000	0.0259	0.0232	6.2130	0.286
6	0.0508	0.0699	80.7221	0.000	-0.0460	-0.0451	8.4298	0.208
7	-0.0468	-0.0008	83.0148	0.000	-0.0050	0.0012	8.4557	0.294
8	-0.0133	-0.0039	83.1992	0.000	0.0136	0.0084	8.6494	0.373
9	0.0105	0.0097	83.3156	0.000	0.0231	0.0206	9.2103	0.418
10	-0.0318	-0.0379	84.3757	0.000	0.0287	0.0304	10.0745	0.434
11	-0.0931	-0.1362	93.4936	0.000	0.0827	0.0853	17.2735	0.100
12	0.0324	-0.0522	94.5989	0.000	0.0463	0.0397	19.5265	0.077
13	-0.0776	-0.1291	100.9506	0.000	-0.0087	-0.0068	19.6057	0.105
14	0.0622	-0.0178	105.0371	0.000	-0.0086	-0.0065	19.6842	0.140
15	0.0373	0.0316	106.5085	0.000	0.0197	0.0148	20.0947	0.168
16	0.0196	0.0696	106.9153	0.000	-0.0010	-0.0078	20.0958	0.216
17	-0.0092	0.0541	107.0058	0.000	-0.0379	-0.0310	21.6189	0.200
18	-0.0025	0.0409	107.0124	0.000	-0.0280	-0.0219	22.4488	0.213
19	-0.0607	-0.0468	110.9211	0.000	-0.0062	-0.0119	22.4893	0.261
20	0.0673	0.0168	115.7274	0.000	0.0191	0.0107	22.8753	0.295
21	-0.0462	-0.0784	117.9999	0.000	0.0644	0.0611	27.2848	0.162
22	0.0736	0.0213	123.7578	0.000	0.0048	-0.0039	27.3097	0.200
23	-0.0106	-0.0019	123.8783	0.000	-0.0184	-0.0210	27.6712	0.228
24	0.0097	0.0199	123.9783	0.000	0.0363	0.0346	29.0747	0.217
25	-0.0228	0.0160	124.5322	0.000	0.1005	0.0946	39.8396	0.030
26	0.0150	0.0391	124.7712	0.000	-0.0255	-0.0325	40.5361	0.035
27	0.0060	0.0471	124.8101	0.000	-0.0056	0.0145	40.5693	0.045
28	-0.0466	-0.0311	127.1343	0.000	-0.0369	-0.0342	42.0228	0.043

Πίνακας 8: Συνέχεια

Αργό πετρέλαιο					Πετρέλαιο θέρμανσης			
lag	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
29	0.0891	0.0765	135.6342	0.000	0.0450	0.0456	44.1909	0.035
30	-0.0111	0.0147	135.7662	0.000	0.0673	0.0608	49.0439	0.016
31	-0.0184	-0.0044	136.1287	0.000	0.0206	0.0260	49.4999	0.019
32	0.0062	-0.0130	136.1699	0.000	0.0275	0.0206	50.3143	0.021
33	-0.0254	-0.0013	136.8655	0.000	-0.0367	-0.0469	51.7597	0.020
34	0.0018	-0.0156	136.8689	0.000	0.0322	0.0272	52.8738	0.021
35	0.0131	0.0154	137.0535	0.000	-0.0079	-0.0239	52.9409	0.026
36	-0.0124	-0.0032	137.2200	0.000	0.0534	0.0426	56.0124	0.018

*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

Πίνακας 9: Κορελόγραμμα αποδόσεων φυσικού αερίου και βενζίνης για το διάστημα 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Φυσικό αέριο					Βενζίνη			
lag	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
1	0.0558	0.0558	3.2416	0.072	0.0292	0.0292	0.8879	0.346
2	-0.0329	-0.0361	4.3674	0.113	-0.0093	-0.0101	0.9773	0.613
3	-0.0546	-0.0509	7.4822	0.058	-0.0060	-0.0054	1.0147	0.798
4	-0.1219	-0.1179	23.0010	0.000	0.0544	0.0547	4.1082	0.392
5	-0.1431	-0.1368	44.4362	0.000	0.0822	0.0791	11.1709	0.048
6	-0.0776	-0.0798	50.7376	0.000	0.0963	0.0938	20.8826	0.002
7	0.0068	-0.0121	50.7863	0.000	0.0561	0.0551	24.1774	0.001
8	0.0186	-0.0177	51.1484	0.000	-0.0208	-0.0227	24.6302	0.002
9	-0.0080	-0.0520	51.2160	0.000	-0.0174	-0.0231	24.9486	0.003
10	0.0660	0.0305	55.7883	0.000	-0.0463	-0.0636	27.1983	0.002
11	0.0103	-0.0184	55.8996	0.000	0.0661	0.0468	31.7996	0.001
12	-0.0294	-0.0364	56.8107	0.000	0.1364	0.1211	51.3818	0.000
13	-0.0063	-0.0073	56.8519	0.000	-0.0100	-0.0172	51.4871	0.000
14	-0.0258	-0.0274	57.5537	0.000	-0.0106	0.0036	51.6054	0.000
15	0.0272	0.0334	58.3325	0.000	-0.0383	-0.0314	53.1511	0.000
16	-0.0069	-0.0133	58.3826	0.000	0.0796	0.0709	59.8526	0.000
17	-0.0419	-0.0537	60.2374	0.000	0.0104	-0.0161	59.9678	0.000
18	-0.0358	-0.0464	61.5954	0.000	0.0588	0.0333	63.6324	0.000
19	0.0327	0.0330	62.7327	0.000	-0.0123	-0.0201	63.7933	0.000
20	-0.0008	-0.0129	62.7334	0.000	0.0363	0.0438	65.1920	0.000
21	0.0061	-0.0066	62.7726	0.000	-0.0240	-0.0211	65.8027	0.000
22	-0.0511	-0.0733	65.5474	0.000	0.0186	0.0177	66.1714	0.000
23	0.0464	0.0385	67.8432	0.000	-0.0091	-0.0414	66.2587	0.000

Πίνακας 9: Συνέχεια

lag	Φυσικό αέριο				Βενζίνη			
	ACF	PACF	Q-stat.	p-value	ACF	PACF	Q-stat.	p-value
24	-0.0159	-0.0215	68.1113	0.000	-0.0129	-0.0348	66.4351	0.000
25	0.0066	0.0032	68.1572	0.000	-0.0413	-0.0463	68.2572	0.000
26	-0.0023	-0.0207	68.1629	0.000	-0.1239	-0.1182	84.6510	0.000
27	-0.0002	-0.0045	68.1630	0.000	-0.0216	-0.0190	85.1509	0.000
28	0.0004	0.0033	68.1632	0.000	-0.0329	-0.0464	86.3102	0.000
29	0.0085	0.0042	68.2411	0.000	-0.0083	0.0009	86.3833	0.000
30	0.0272	0.0199	69.0338	0.000	-0.0434	-0.0283	88.4009	0.000
31	-0.0351	-0.0452	70.3569	0.000	-0.1123	-0.0855	101.9378	0.000
32	-0.0353	-0.0233	71.6924	0.000	-0.0138	0.0027	102.1414	0.000
33	-0.0198	-0.0215	72.1126	0.000	-0.0269	-0.0080	102.9183	0.000
34	-0.0044	-0.0110	72.1330	0.000	-0.0566	-0.0688	106.3668	0.000
35	0.0039	-0.0064	72.1497	0.000	0.0152	0.0426	106.6147	0.000
36	0.0241	0.0052	72.7765	0.000	-0.0220	-0.0227	107.1346	0.000

*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

2.2. Εκτίμηση υποδείγματος

Από τις μεθοδολογίες ελέγχου της υπόθεσης αποτελεσματικών αγορών που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 1.5, αυτή που επιλέχθηκε είναι ο έλεγχος του μη-γραμμικού μοντέλου των Antoniou et al., (1997) που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, γίνεται εκτίμηση της ακόλουθης παλινδρόμησης:

$$\bullet R_t = \alpha_0 + \alpha_1 R_{t-1} + \alpha_2 R_{t-1}^2 + \alpha_3 R_{t-1}^3 + \varepsilon_t$$

όπου $R_t = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1})$ η απόδοση του εμπορεύματος τη χρονική στιγμή t και ε_t ο τυχαίος όρος της παλινδρόμησης.

Η εκτίμηση του παραπάνω υποδείγματος πραγματοποιείται με τη μέθοδο ελαχίστων τετραγώνων (OLS) και στη συνέχεια ακολουθεί έλεγχος στατιστικής σημαντικότητας κάθε συντελεστή ξεχωριστά με τη στατιστική t και την αντίστοιχη τιμή p -value. Πιο συγκεκριμένα, η υπόθεση που ελέγχεται είναι η εξής:

- $H_0: \alpha_i = 0$
- $H_1: \alpha_i \neq 0$

για κάθε $i=0,1,2,3$.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, για να αποδεχτούμε την υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας θα πρέπει όλοι οι συντελεστές του υποδείγματος να είναι ίσοι με μηδέν και ο τυχαίος όρος να είναι μια διαδικασία λευκού θορύβου. Για να ισχύει το τελευταίο, ο τυχαίος όρος θα πρέπει να έχει:

- Μηδενικό μέσο
- Μηδενική αυτοσυσχέτιση
- Πεπερασμένη διακύμανση (ομοσκεδαστικότητα)

Αντίθετα, εάν οι συντελεστές του υποδείγματος δεν είναι ίσοι με μηδέν, ή ο τυχαίος όρος δεν αποτελεί διαδικασία λευκού θορύβου, τότε απορρίπτεται η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας. Τα τελικά συμπεράσματα για την αποτελεσματικότητα ή μη των αγορών θα εξαχθούν σε συνδυασμό με τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία.

2.2.1. Πρώτη περίοδος-01/2018-01/2020

Τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του υποδείγματος για την πρώτη περίοδο εξέτασης (01/2018-01/2020) που παρατίθενται στον Πίνακα 10 απορρίπτουν το μη-γραμμικό υπόδειγμα για κάθε εμπόρευμα. Πιο συγκεκριμένα, για το φυσικό αέριο είναι στατιστικά σημαντικοί οι συντελεστές του μη γραμμικού όρου, α_2 και α_3 , ενώ για το αργό πετρέλαιο και το πετρέλαιο θέρμανσης ο συντελεστής α_3 . Για τη βενζίνη, παρόλο που δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικοί συντελεστές στο υπόδειγμα, η στατιστική F καταδεικνύει την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης στο τυχαίο όρο, που σημαίνει πως αυτός αποκλίνει από τα χαρακτηριστικά του λευκού θορύβου.

Πίνακας 10: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για την περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Έλεγχος μη-γραμμικού μοντέλου				
Συντελεστές	Αργό πετρέλαιο	Πετρέλαιο θέρμανσης	Φυσικό αέριο	Βενζίνη
α_0	-0.000998 (0.3165)	-0.000346 (0.6570)	0.000304 (0.8892)	0.000713 (0.6913)
α_1	0.051096 (0.3610)	0.061362 (0.2706)	0.104282 (0.1195)	-0.030875 (0.5899)
α_2	1.600137 (0.1068)	-0.289812 (0.8652)	-1.136986 (0.0000)	-0.494550 (0.1184)
α_3	-34.78389 (0.0006)	-37.03377 (0.0945)	-3.472941 (0.0023)	0.720338 (0.4686)
F-statistic ¹	0.284665 (0.8365)	0.540243 (0.6549)	45.24355 (0.0000)	0.119249 (0.9488)
F-statistic ²	0.029455 (0.9710)	0.225021 (0.7986)	0.772776 (0.4623)	3.218956 (0.0408)

*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

**Στις παρενθέσεις βρίσκονται οι τιμές p-value.

¹Αφορά στη στατιστική F για τον έλεγχο ετεροσκεδαστικότητας των Breusch-Pagan-Godfrey.

²Αφορά στη στατιστική F για τον έλεγχο αυτοσυσχέτισης των Breusch-Godfrey.

2.2.2. Δεύτερη περίοδος-02/2020-02/2022

Τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του μοντέλου παλινδρόμησης για τη δεύτερη περίοδο εξέτασης (02/2020-02/2022) παρουσιάζονται στον Πίνακα 11. Τα στοιχεία απορρίπτουν και πάλι τη μηδενική υπόθεση για κάθε ενεργειακό εμπόρευμα. Για το αργό πετρέλαιο είναι στατιστικά σημαντικός ο συντελεστής α_2 , για το πετρέλαιο θέρμανσης οι συντελεστές α_1 και α_3 , για το φυσικό αέριο ο σταθερός όρος α_0 και ο συντελεστής α_2 , ενώ για τη βενζίνη οι συντελεστές α_2 και α_3 .

Πίνακας 11: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για την περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Έλεγχος μη-γραμμικού μοντέλου				
Συντελεστές	Αργό πετρέλαιο	Πετρέλαιο θέρμανσης	Φυσικό αέριο	Βενζίνη
α_0	-0.004793 (0.4404)	0.000931 (0.5279)	0.006730 (0.0898)	-0.000848 (0.7084)
α_1	0.139178 (0.2761)	0.159593 (0.0090)	0.086489 (0.1704)	0.016100 (0.7946)
α_2	0.172499 (0.0547)	-0.329063 (0.6455)	-0.602347 (0.0000)	0.765423 (0.0001)
α_3	-0.003404 (0.9335)	-12.25635 (0.0332)	-0.178505 (0.1650)	1.364951 (0.0547)
F-statistic ¹	1.074916 (0.3592)	21.58371 (0.0000)	159.0973 (0.0000)	12.39414 (0.0000)
F-statistic ²	1.182317 (0.3074)	0.992838 (0.3712)	9.912543 (0.0001)	8.665775 (0.0002)

*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

**Στις παρενθέσεις βρίσκονται οι τιμές p-value.

¹Αφορά στη στατιστική F για τον έλεγχο ετεροσκεδαστικότητας των Breusch-Pagan-Godfrey.

²Αφορά στη στατιστική F για τον έλεγχο αυτοσυσχέτισης των Breusch-Godfrey.

Επιπλέον, σε όλα τα εμπορεύματα εκτός του αργού πετρελαίου παρουσιάζεται ετεροσκεδαστικότητα ή/και αυτοσυσχέτιση, που σημαίνει πως ο τυχαίος όρος δεν αποτελεί διαδικασία λευκού θορύβου.

2.2.3. Συνολικό δείγμα-01/2018-02/2022

Για το συνολικό δείγμα (01/2018-02/2022) τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του μοντέλου παλινδρόμησης παρατίθενται στον Πίνακα 12. Τα στοιχεία απορρίπτουν τη μηδενική υπόθεση για κάθε ενεργειακό εμπόρευμα. Για το αργό πετρέλαιο, το φυσικό αέριο και τη βενζίνη είναι στατιστικά σημαντικός ο συντελεστής του μη-γραμμικού όρου του μοντέλου, α_2 , και για το πετρέλαιο θέρμανσης οι συντελεστές α_1 και α_3 , ενώ και πάλι απορρίπτεται η υπόθεση ο τυχαίος όρος του υποδείγματος να αποτελεί διαδικασία λευκού θορύβου για όλα τα εμπορεύματα εκτός του αργού πετρελαίου.

Πίνακας 12: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης για την περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Έλεγχος μη-γραμμικού μοντέλου				
Συντελεστές	Αργό πετρέλαιο	Πετρέλαιο θέρμανσης	Φυσικό αέριο	Βενζίνη
α_0	-0.002599 (0.4062)	0.000349 (0.6650)	0.003002 (0.1829)	-0.000125 (0.9311)
α_1	0.105842 (0.2065)	0.125592 (0.0019)	0.051483 (0.2031)	0.027566 (0.5072)
α_2	0.187058 (0.0024)	-0.386487 (0.4502)	-0.593973 (0.0000)	0.275348 (0.0334)
α_3	0.005157 (0.8510)	-11.55514 (0.0048)	-0.136792 (0.1396)	0.102000 (0.8247)
F-statistic ¹	1.760711 (0.1530)	39.05259 (0.0000)	303.4932 (0.0000)	12.23263 (0.0000)
F-statistic ²	1.823427 (0.1620)	2.049680 (0.1293)	18.05876 (0.0000)	1.367847 (0.2551)

*Οι στατιστικά σημαντικοί συντελεστές είναι σημειωμένοι με έντονη γραφή

**Στις παρενθέσεις βρίσκονται οι τιμές p-value.

¹Αφορά στη στατιστική F για τον έλεγχο ετεροσκεδαστικότητας των Breusch-Pagan-Godfrey.

²Αφορά στη στατιστική F για τον έλεγχο αυτοσυσχέτισης των Breusch-Godfrey.

2.3. Σχολιασμός αποτελεσμάτων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάστηκαν εκτενώς τα περιγραφικά στατιστικά των αποδόσεων τεσσάρων ενεργειακών εμπορευμάτων, και πιο συγκεκριμένα, του αργού πετρελαίου, του πετρελαίου θέρμανσης, του φυσικού αερίου και της βενζίνης και χρησιμοποιήθηκε το μη-γραμμικό υπόδειγμα των Antoniou et al., (1997), με στόχο να ελεγχθεί εμπειρικά η υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας για την περίοδο από τον Ιανουάριο του 2018 έως και το Φεβρουάριο του 2022, καθώς και να εξεταστεί εάν και πως αλλάζει ο βαθμός αποτελεσματικότητας κάθε αγοράς ενέργειας μεταξύ των δύο υποπεριόδων, πριν και μετά την έναρξη της πανδημίας.

Τα αποτελέσματα δείχνουν πως, κατά την πρώτη περίοδο εξέτασης (Ιανουάριος του 2018 - Ιανουάριος του 2020), παρουσιάζονται ασύμμετρες και ετεροσκεδαστικές (άρα μη-κανονικές) κατανομές αποδόσεων και για τα τέσσερα υπό εξέταση εμπορεύματα, ενώ επιπλέον παρατηρείται στατιστικά σημαντική αυτοσυσχέτιση για όλα τα εμπορεύματα εκτός του αργού πετρελαίου, οδηγώντας έτσι σε ικανότητα πρόβλεψης των μελλοντικών αποδόσεων τους, στοιχεία αντίθετα με την παραδοσιακή θεωρία. Ακόμη, τα αποτελέσματα από την εκτίμηση της παλινδρόμησης απορρίπτουν το μη-γραμμικό υπόδειγμα για όλα τα ενεργειακά εμπορεύματα. Ο συνδυασμός των παραπάνω αποτελεσμάτων οδηγεί στην απόρριψη της αδύναμης μορφής αποτελεσματικών αγορών και για τις τέσσερις αγορές ενέργειας για την πρώτη περίοδο εξέτασης.

Για τη δεύτερη περίοδο εξέτασης (Φεβρουάριος του 2020 - Φεβρουάριος του 2022), οι κατανομές αποδόσεων είναι και πάλι ασύμμετρες και ετεροσκεδαστικές (άρα μη-κανονικές) για όλα τα εμπορεύματα, ενώ ακόμη παρατηρείται στατιστικά σημαντική αυτοσυσχέτιση (και άρα ικανότητα πρόβλεψης των μελλοντικών αποδόσεων) για όλα τα εμπορεύματα εκτός του πετρελαίου θέρμανσης. Επιπλέον, τα αποτελέσματα από την εκτίμηση της παλινδρόμησης απορρίπτουν το μη-γραμμικό υπόδειγμα για όλα τα εμπορεύματα. Ως εκ τούτου, τα αποτελέσματα οδηγούν στην απόρριψη της αδύναμης μορφής αποτελεσματικών αγορών και για τις τέσσερις αγορές ενέργειας για τη δεύτερη περίοδο εξέτασης.

Για το συνολικό δείγμα, τα αποτελέσματα είναι πιο ομοιογενή. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται ασύμμετρες και ετεροσκεδαστικές (άρα μη-κανονικές) κατανομές αποδόσεων αλλά και στατιστικά σημαντική αυτοσυσχέτιση για όλα τα ενεργειακά εμπορεύματα. Επιπλέον, η εκτίμηση της παλινδρόμησης οδηγεί στην απόρριψη του μη-γραμμικού μοντέλου για κάθε εμπόρευμα. Τα παραπάνω στοιχεία οδηγούν στην απόρριψη της αδύναμης μορφής αποτελεσματικών αγορών για όλες τις υπό εξέταση αγορές ενέργειας για το συνολικό δείγμα.

Τα ευρήματα που προκύπτουν από τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο υποπεριόδων αναδεικνύουν την αύξηση της αναποτελεσματικότητας κατά τη δεύτερη περίοδο εξέτασης (περίοδος κρίσης) για το σύνολο των αγορών ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, το αργό πετρέλαιο παρουσιάζει πολύ μεγαλύτερη ασυμμετρία και κύρτωση, αλλά και σημαντικά πιο έντονη αυτοσυσχέτιση (όλοι οι συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί έναντι κανενός της πρώτης περιόδου) κατά τη δεύτερη περίοδο σε σχέση με την πρώτη, ενώ τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του μοντέλου δείχνουν αλλαγή στο είδος της μη-γραμμικής εξάρτησης που υπάρχει στις αποδόσεις του, αφού στην πρώτη περίοδο είναι στατιστικά σημαντικός ο συντελεστής α_3 ενώ στη δεύτερη ο συντελεστής α_2 . Από την άλλη, το πετρέλαιο θέρμανσης παρουσιάζει μεγαλύτερη ασυμμετρία και κύρτωση αλλά χαμηλότερη αυτοσυσχέτιση κατά τη δεύτερη περίοδο σε σχέση με την πρώτη, ενώ τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του μοντέλου δείχνουν μεγαλύτερη αναποτελεσματικότητα κατά τη δεύτερη περίοδο, αφού ο συντελεστής α_3 γίνεται πιο σημαντικός (χαμηλότερο p-value) και πλέον είναι στατιστικά σημαντικός και συντελεστής α_1 , σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο. Η βενζίνη παρουσιάζει οριακά χαμηλότερη ασυμμετρία και κύρτωση αλλά σημαντικά πιο έντονη αυτοσυσχέτιση κατά τη δεύτερη περίοδο εξέτασης, ενώ τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του μοντέλου δείχνουν αύξηση της αναποτελεσματικότητας κατά τη δεύτερη περίοδο, αφού το μοντέλο έχει πλέον δύο στατιστικά σημαντικούς συντελεστές (α_2 και α_3), σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο όπου όλοι οι συντελεστές του υποδείγματος είναι ίσοι με μηδέν. Τέλος, το φυσικό αέριο παρουσιάζει μεγαλύτερη ασυμμετρία και κύρτωση, αλλά και πιο σημαντικούς συντελεστές αυτοσυσχέτισης κατά τη δεύτερη περίοδο σε σχέση με την πρώτη, ενώ τα αποτελέσματα από την εκτίμηση του μοντέλου δείχνουν πως κατά τη δεύτερη περίοδο εξέτασης, ο συντελεστής α_2 γίνεται πιο σημαντικός (χαμηλότερο p-

value), ο σταθερός όρος είναι πλέον στατιστικά σημαντικός, ενώ ο συντελεστής α_3 ισούται με μηδέν, σε αντίθεση με την πρώτη περίοδο. Τα ευρήματα για τις υπό εξέταση αγορές ενέργειας απορρίπτουν σε κάθε περίπτωση την υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας, όμως, είναι σύμφωνα με την υπόθεση προσαρμοστικών αγορών, καθώς ο βαθμός αποτελεσματικότητας κάθε αγοράς ενέργειας μεταβάλλεται ανάλογα με τις επικρατούσες οικονομικές συνθήκες.

Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι σύμφωνα με τα ευρήματα διάφορων ερευνών που υπάρχουν στη διεθνή βιβλιογραφία, όσον αφορά στην απόρριψη της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας για τις αγορές ενέργειας. Για παράδειγμα, οι Elder & Serletis (2008) ελέγχοντας την αδύναμη μορφή αποτελεσματικών αγορών για το αργό πετρέλαιο, το πετρέλαιο θέρμανσης, το φυσικό αέριο, τη βενζίνη και το προπάνιο για το διάστημα από τον Ιανουάριο του 1993 μέχρι και τον Ιούνιο του 2005, καταλήγουν στο συμπέρασμα πως όλα τα εμπορεύματα παρουσιάζουν μακρά μνήμη, η οποία δημιουργεί ικανότητα πρόβλεψης των μελλοντικών αποδόσεων, και ως εκ τούτου, απορρίπτουν την αδύναμη μορφή αποτελεσματικότητας. Ομοίως, ο Fernandez (2010) απορρίπτει την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών στην αδύναμη μορφή της για την περίοδο Ιανουαρίου 1991 – Ιουνίου 2008 για το αργό πετρέλαιο, το πετρέλαιο θέρμανσης, το φυσικό αέριο και την αμόλυβδη βενζίνη, ενώ, οι Górska & Krawiec (2015) ελέγχοντας για ημερολογιακές ανωμαλίες στις αποδόσεις αργού πετρελαίου (WTI και Brent) για το διάστημα Ιανουαρίου 2000 – Δεκεμβρίου 2014 απορρίπτουν την αδύναμη μορφή αποτελεσματικών αγορών, καθώς εντοπίζουν φαινόμενα της Παρασκευής, της Δευτέρας και του Φεβρουαρίου.

Από την άλλη, τα ευρήματα άλλων ερευνών έρχονται σε σύγκρουση με αυτά της παρούσας εργασίας. Για παράδειγμα, οι Polyzos & Wang (2022) ελέγχοντας την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών για το αργό πετρέλαιο, το πετρέλαιο θέρμανσης, το φυσικό αέριο και τη βενζίνη, μεταξύ άλλων, από τον Ιούνιο του 2006 μέχρι και το Δεκέμβριο του 2021 και χρησιμοποιώντας τα Tweets σαν μεταβλητές μεσολάβησης, καταλήγουν στο συμπέρασμα πως οι παραπάνω αγορές είναι αποτελεσματικές στην ημι-ισχυρή τους μορφή. Βέβαια, αυτό σημαίνει πως είναι αποτελεσματικές και στην αδύναμη τους μορφή. Ομοίως, οι Khediri & Charfeddine (2015) εξετάζοντας την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών για το αργό πετρέλαιο, το πετρέλαιο θέρμανσης και τη

βενζίνη, μεταξύ άλλων, καταλήγουν στο συμπέρασμα πως οι παραπάνω αγορές είναι αποτελεσματικές στην αδύναμη τους μορφή. Ωστόσο, ακόμα κι έτσι, οι ίδιοι ερευνητές δείχνουν πως ο βαθμός αποτελεσματικότητας των παραπάνω αγορών μεταβάλλεται χρονικά, ανάλογα με τις επικρατούσες οικονομικές συνθήκες, ευρήματα σύμφωνα με την υπόθεση προσαρμοστικών αγορών, την οποία υποστηρίζουν και δικά μας αποτελέσματα.

Επιπλέον, ορισμένες έρευνες αναδεικνύουν τις δυσμενείς επιπτώσεις της πανδημίας του κορωνοϊού στο βαθμό αποτελεσματικότητας των αγορών ενέργειας, όπως κάνει και η παρούσα εργασία. Για παράδειγμα, οι Naeem et al., (2022) εξετάζοντας το βαθμό αποτελεσματικότητας για το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, μεταξύ άλλων, δείχνουν πως κατά τη διάρκεια της πανδημίας η αναποτελεσματικότητα των παραπάνω αγορών εκτινάχθηκε στα ύψη. Στο ίδιο μοτίβο, οι Alaba et al., (2020) εξετάζοντας την αποτελεσματικότητα του αργού πετρελαίου, του πετρελαίου θέρμανσης και της βενζίνης, μεταξύ άλλων, δείχνουν πως οι αγορές αυτές είναι λιγότερο αποτελεσματικές κατά τη διάρκεια της πανδημίας του κορωνοϊού. Τα ευρήματα των ερευνών αυτών συμφωνούν με τα αντίστοιχα της παρούσας εργασίας.

Ακόμη, θα πρέπει επίσης να σημειωθεί πως στα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας παρατηρείται ισχυρή ανθεκτικότητα του φυσικού αερίου σε καθοδικές τάσεις, όπως φαίνεται στα διαγράμματα 5, 10 και 15. Πιο συγκεκριμένα, κατά το τέταρτο τρίμηνο του 2018 παρατηρείται σημαντική πτώση στη τιμή όλων των υπό εξέταση ενεργειακών εμπορευμάτων εκτός του φυσικού αερίου, του οποίου η τιμή αυξάνεται. Επίσης, μεταξύ πρώτου και δευτέρου τριμήνου του 2020 κατά το ξέσπασμα της πανδημίας, παρατηρείται και πάλι πτώση στη τιμή όλων των ενεργειακών εμπορευμάτων εκτός του φυσικού αερίου, του οποίου η τιμή αυτή τη φορά παραμένει αμετάβλητη. Τα ίδια ευρήματα σημειώνονται και από τους Naeem et al., (2022), οι οποίοι αναδεικνύουν το μεγαλύτερο βαθμό αποτελεσματικότητας της αγοράς φυσικού αερίου σε καθοδικές αγορές.

Γενικά, ο βαθμός αποτελεσματικότητας των αγορών ενέργειας εξαρτάται από τον επενδυτικό ορίζοντα και τα συναισθήματα των επενδυτών (Naeem et al., 2022), τη διάρθρωση των αγορών, καθώς και τις οικονομικές, πολιτικές και γεωπολιτικές

συνθήκες, μεταξύ άλλων. Το γεγονός πως οι υπό εξέταση αγορές ενέργειας είναι λιγότερο αποτελεσματικές κατά τη δεύτερη περίοδο (περίοδος κρίσης) είναι αν μη τι άλλο αναμενόμενο. Η δεύτερη περίοδος περιλαμβάνει την έναρξη και έξαρση της πανδημίας του κορωνοϊού, την επακόλουθη αύξηση του πληθωρισμού, τη μεταβολή των βασικών επιτοκίων από τις κεντρικές τράπεζες, αρχικά για τη στήριξη της οικονομίας και αργότερα για τη συγκράτηση του πληθωρισμού, αλλά και τις πολιτικές, γεωπολιτικές και στρατιωτικές αναταραχές με την εισβολή της Ρωσίας στην Ουκρανία. Όλα τα παραπάνω αυξάνουν την αβεβαιότητα και προκαλούν φόβο στους επενδυτές, οι οποίοι επιδίδονται σε γνωστικά και συμπεριφορικά λάθη, ενώ ακόμη παρατηρούνται τάσεις φυγής από τις πιο επικίνδυνες αγορές προς τις πιο ασφαλείς επενδύσεις, όπως είναι τα κρατικά χρεόγραφα. Έτσι, σε περιόδους κρίσης αυξάνεται η μεταβλητότητα και οι πωλήσεις πανικού, ενώ οι επενδυτές επηρεασμένοι από την αβεβαιότητα λαμβάνουν λιγότερο ορθολογικές αποφάσεις. Ως εκ τούτου, οι αγορές φαίνεται να είναι λιγότερο αποτελεσματικές σε τέτοιες περιόδους.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η υπόθεση αποτελεσματικών αγορών για τις αγορές ενεργειακών εμπορευμάτων έχει μελετηθεί εκτενώς στη βιβλιογραφία, ωστόσο, είναι λίγες οι έρευνες οι οποίες εξετάζουν και συγκρίνουν την αποτελεσματικότητα των εμπορευμάτων αυτών μεταξύ των περιόδων πριν και κατά τη διάρκεια της πανδημίας του κορωνοϊού. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα εργασία ελέγχει την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών στην αδύναμη της μορφή με τη χρήση ενός μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου, πετρελαίου θέρμανσης, φυσικού αερίου και βενζίνης, για το διάστημα από τον Ιανουάριο του 2018 μέχρι και το Φεβρουάριο του 2022 και εξετάζει εάν και πως αλλάζει ο βαθμός αποτελεσματικότητας κάθε αγοράς εμπορευμάτων μεταξύ των δύο υποπεριόδων, πριν και μετά την έναρξη της πανδημίας.

Τα ευρήματα της ανάλυσης απορρίπτουν την υπόθεση της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας για κάθε αγορά ενέργειας για τη συνολική περίοδο εξέτασης αλλά και για κάθε υποπερίοδο ξεχωριστά. Επιπλέον, η αναποτελεσματικότητα των αγορών γίνεται πιο έντονη κατά τη διάρκεια της πανδημίας, καθώς οι δυσμενείς υγειονομικές, οικονομικές, πολιτικές και γεωπολιτικές συνθήκες που επικρατούν αυξάνουν την αβεβαιότητα και το φόβο, με τους επενδυτές να επιδίδονται σε γνωστικά και συμπεριφορικά λάθη, λαμβάνοντας λιγότερο ορθολογικές αποφάσεις. Τα ευρήματα της χρονικά μεταβαλλόμενης αποτελεσματικότητας της αγοράς είναι σύμφωνα με την υπόθεση προσαρμοστικών αγορών, αλλά όχι με την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών.

Τα αποτελέσματα αυτά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για κάθε επενδυτή και οργανισμό που επενδύει στις αγορές ενέργειας και μπορούν να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων για την ακολουθούμενη επενδυτική στρατηγική, την απόφαση για ενεργή ή παθητική διαχείριση χαρτοφυλακίου ενεργειακών εμπορευμάτων, αλλά και τη καλύτερη διαχείριση του σε περιόδους κρίσης, αφού από τα παραπάνω ευρήματα μπορούν να εξαχθούν τα εξής κύρια συμπεράσματα: Πρώτον, η απόρριψη της υπόθεσης της αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας για τις αγορές ενέργειας από μόνη της, συνεπάγεται πως τόσο η τεχνική ανάλυση, όσο η θεμελιώδης ανάλυση αλλά και οι συναλλαγές με εσωτερική πληροφόρηση μπορούν να οδηγήσουν σε συστηματικά κέρδη. Δεύτερον, η ενεργή διαχείριση χαρτοφυλακίου ενεργειακών εμπορευμάτων μπορεί

δυναμικά να καταστεί πιο κερδοφόρα στρατηγική, ακόμη και μετά την αφαίρεση του κόστους διαχείρισης του, σε σχέση με την παθητική διαχείριση χαρτοφυλακίου. Τρίτον, το γεγονός πως ο βαθμός αποτελεσματικότητας των αγορών ενέργειας μεταβάλλεται ανάλογα με τις επικρατούσες οικονομικές συνθήκες, αναδεικνύει σε περιόδους κρίσης αφενός την ανάγκη για πιο αποτελεσματική διαχείριση του χαρτοφυλακίου ενεργειακών εμπορευμάτων και αφετέρου την ύπαρξη ακόμη πιο κερδοφόρων ευκαιριών λόγω της μεγαλύτερης αναποτελεσματικότητας που παρατηρείται σε τέτοιες περιόδους. Τέταρτον, η ανθεκτικότητα του φυσικού αερίου που παρατηρείται κατά τη διάρκεια σοκ και καθοδικών τάσεων καθιστά το εμπόρευμα αυτό κατάλληλο για αντιστάθμιση κινδύνου σε τέτοιες περιόδους.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να επανεξετάσουν την υπόθεση αποτελεσματικών αγορών, χρησιμοποιώντας μοντέλα καταλληλότερα για χρηματοοικονομικές χρονοσειρές τα οποία λαμβάνουν υπόψη την ετεροσκεδαστικότητα των αποδόσεων, όπως είναι τα μοντέλα GARCH και να συγκρίνουν τα αποτελέσματα με αυτά της παρούσας εργασίας. Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζει η επέκταση της παρούσας έρευνας σε ανάλυση που θα καλύπτει και τα υπόλοιπα ενεργειακά εμπορεύματα ή ακόμη και άλλες κατηγορίες εμπορευμάτων, όπως είναι τα γεωργικά, τα ζωικά και τα μέταλλα. Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής μπορούν να φανούν ιδιαίτερα χρήσιμα για τους επενδυτές καθώς η επένδυση σε διαφορετικά εμπορεύματα και κατηγορίες εμπορευμάτων μπορεί να βοηθήσει στη διαφοροποίηση του χαρτοφυλακίου αλλά και στην αντιστάθμιση κινδύνων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 13: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Dependent Variable: CRUDE_OIL_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 07/31/22 Time: 14:36
 Sample (adjusted): 1/04/2018 1/31/2020
 Included observations: 517 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000998	0.000995	-1.002580	0.3165
CRUDE_OIL_RETURNS_1	0.051096	0.055892	0.914193	0.3610
CRUDE_OIL_RETURNS_1 ²	1.600137	0.990579	1.615355	0.1068
CRUDE_OIL_RETURNS_1 ³	-34.78389	10.08494	-3.449093	0.0006
R-squared	0.028432	Mean dependent var		-0.000344
Adjusted R-squared	0.022751	S.D. dependent var		0.020778
S.E. of regression	0.020540	Akaike info criterion		-4.925169
Sum squared resid	0.216432	Schwarz criterion		-4.892302
Log likelihood	1277.156	Hannan-Quinn criter.		-4.912290
F-statistic	5.004183	Durbin-Watson stat		2.002112
Prob(F-statistic)	0.001985			

Πίνακας 14: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Dependent Variable: HEATING_OIL_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/02/22 Time: 14:13
 Sample (adjusted): 1/04/2018 1/31/2020
 Included observations: 517 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000346	0.000779	-0.444258	0.6570
HEATING_OIL_RETURNS_1	0.061362	0.055634	1.102955	0.2706
HEATING_OIL_RETURNS_1 ²	-0.289812	1.706332	-0.169845	0.8652
HEATING_OIL_RETURNS_1 ³	-37.03377	22.10831	-1.675106	0.0945
R-squared	0.014188	Mean dependent var		-0.000466
Adjusted R-squared	0.008423	S.D. dependent var		0.015447
S.E. of regression	0.015382	Akaike info criterion		-5.503590
Sum squared resid	0.121372	Schwarz criterion		-5.470723
Log likelihood	1426.678	Hannan-Quinn criter.		-5.490712
F-statistic	2.461106	Durbin-Watson stat		1.989625
Prob(F-statistic)	0.061875			

Πίνακας 15: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Dependent Variable: NATURAL_GAS_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/02/22 Time: 15:36
 Sample (adjusted): 1/04/2018 1/31/2020
 Included observations: 517 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000304	0.002183	0.139347	0.8892
NATURAL_GAS_RETURNS_1	0.104282	0.066870	1.559474	0.1195
NATURAL_GAS_RETURNS_1 ²	-1.136986	0.215366	-5.279326	0.0000
NATURAL_GAS_RETURNS_1 ³	-3.472941	1.133047	-3.065136	0.0023
R-squared	0.057935	Mean dependent var		-0.002290
Adjusted R-squared	0.052425	S.D. dependent var		0.049587
S.E. of regression	0.048270	Akaike info criterion		-3.216321
Sum squared resid	1.195268	Schwarz criterion		-3.183455
Log likelihood	835.4191	Hannan-Quinn criter.		-3.203443
F-statistic	10.51606	Durbin-Watson stat		1.945607
Prob(F-statistic)	0.000001			

Πίνακας 16: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 01/2018-01/2020 (πρώτη περίοδος)

Dependent Variable: GASOLINE_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/01/22 Time: 22:54
 Sample (adjusted): 1/04/2018 1/31/2020
 Included observations: 517 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000713	0.001795	0.397346	0.6913
GASOLINE_RETURNS_1	-0.030875	0.057243	-0.539372	0.5899
GASOLINE_RETURNS_1 ²	-0.494550	0.316180	-1.564138	0.1184
GASOLINE_RETURNS_1 ³	0.720338	0.993061	0.725371	0.4686
R-squared	0.006190	Mean dependent var		2.06E-06
Adjusted R-squared	0.000378	S.D. dependent var		0.039624
S.E. of regression	0.039616	Akaike info criterion		-3.611439
Sum squared resid	0.805134	Schwarz criterion		-3.578572
Log likelihood	937.5569	Hannan-Quinn criter.		-3.598560
F-statistic	1.065023	Durbin-Watson stat		1.988375
Prob(F-statistic)	0.363500			

Πίνακας 17: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Dependent Variable: CRUDE_OIL_RETURNS

Method: Least Squares

Date: 07/31/22 Time: 17:47

Sample (adjusted): 2/05/2020 2/28/2022

Included observations: 519 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.004793	0.006208	-0.772051	0.4404
CRUDE_OIL_RETURNS_1	0.139178	0.127645	1.090350	0.2761
CRUDE_OIL_RETURNS_1 ²	0.172499	0.089579	1.925671	0.0547
CRUDE_OIL_RETURNS_1 ³	-0.003404	0.040789	-0.083449	0.9335
R-squared	0.147179	Mean dependent var		-0.000764
Adjusted R-squared	0.142211	S.D. dependent var		0.152104
S.E. of regression	0.140874	Akaike info criterion		-1.074219
Sum squared resid	10.22048	Schwarz criterion		-1.041449
Log likelihood	282.7598	Hannan-Quinn criter.		-1.061381
F-statistic	29.62609	Durbin-Watson stat		2.007450
Prob(F-statistic)	0.000000			

Πίνακας 18: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Dependent Variable: HEATING_OIL_RETURNS

Method: Least Squares

Date: 07/31/22 Time: 18:04

Sample (adjusted): 2/05/2020 2/28/2022

Included observations: 519 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000931	0.001474	0.631668	0.5279
HEATING_OIL_RETURNS_1	0.159593	0.060842	2.623077	0.0090
HEATING_OIL_RETURNS_1 ²	-0.329063	0.714808	-0.460352	0.6455
HEATING_OIL_RETURNS_1 ³	-12.25635	5.739182	-2.135557	0.0332
R-squared	0.015690	Mean dependent var		0.001164
Adjusted R-squared	0.009956	S.D. dependent var		0.031100
S.E. of regression	0.030944	Akaike info criterion		-4.105579
Sum squared resid	0.493138	Schwarz criterion		-4.072809
Log likelihood	1069.398	Hannan-Quinn criter.		-4.092740
F-statistic	2.736413	Durbin-Watson stat		1.975388
Prob(F-statistic)	0.042965			

Πίνακας 19: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Dependent Variable: NATURAL_GAS_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/02/22 Time: 16:20
 Sample (adjusted): 2/05/2020 2/28/2022
 Included observations: 519 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.006730	0.003959	1.699903	0.0898
NATURAL_GAS_RETURNS_1	0.086489	0.063001	1.372821	0.1704
NATURAL_GAS_RETURNS_1 ²	-0.602347	0.081498	-7.390971	0.0000
NATURAL_GAS_RETURNS_1 ³	-0.178505	0.128372	-1.390532	0.1650
R-squared	0.118907	Mean dependent var		0.001654
Adjusted R-squared	0.113775	S.D. dependent var		0.094495
S.E. of regression	0.088957	Akaike info criterion		-1.993656
Sum squared resid	4.075349	Schwarz criterion		-1.960886
Log likelihood	521.3537	Hannan-Quinn criter.		-1.980818
F-statistic	23.16719	Durbin-Watson stat		2.093366
Prob(F-statistic)	0.000000			

Πίνακας 20: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 02/2020-02/2022 (δεύτερη περίοδος)

Dependent Variable: GASOLINE_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/02/22 Time: 00:03
 Sample (adjusted): 2/05/2020 2/28/2022
 Included observations: 519 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000848	0.002265	-0.374268	0.7084
GASOLINE_RETURNS_1	0.016100	0.061808	0.260491	0.7946
GASOLINE_RETURNS_1 ²	0.765423	0.192661	3.972904	0.0001
GASOLINE_RETURNS_1 ³	1.364951	0.708827	1.925648	0.0547
R-squared	0.033549	Mean dependent var		0.000954
Adjusted R-squared	0.027919	S.D. dependent var		0.051180
S.E. of regression	0.050460	Akaike info criterion		-3.127587
Sum squared resid	1.311309	Schwarz criterion		-3.094817
Log likelihood	815.6088	Hannan-Quinn criter.		-3.114749
F-statistic	5.959182	Durbin-Watson stat		1.943742
Prob(F-statistic)	0.000534			

Πίνακας 21: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις αργού πετρελαίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Dependent Variable: CRUDE_OIL_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/01/22 Time: 21:36
 Sample (adjusted): 1/04/2018 2/28/2022
 Included observations: 1038 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002599	0.003127	-0.830932	0.4062
CRUDE_OIL_RETURNS_1	0.105842	0.083734	1.264026	0.2065
CRUDE_OIL_RETURNS_1 ²	0.187058	0.061496	3.041782	0.0024
CRUDE_OIL_RETURNS_1 ³	0.005157	0.027445	0.187901	0.8510
R-squared	0.143499	Mean dependent var		-0.000591
Adjusted R-squared	0.141014	S.D. dependent var		0.108501
S.E. of regression	0.100560	Akaike info criterion		-1.752269
Sum squared resid	10.45623	Schwarz criterion		-1.733213
Log likelihood	913.4274	Hannan-Quinn criter.		-1.745039
F-statistic	57.74560	Durbin-Watson stat		2.006728
Prob(F-statistic)	0.000000			

Πίνακας 22: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις πετρελαίου θέρμανσης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Dependent Variable: HEATING_OIL_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/02/22 Time: 15:07
 Sample (adjusted): 1/04/2018 2/28/2022
 Included observations: 1038 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000349	0.000805	0.433146	0.6650
HEATING_OIL_RETURNS_1	0.125592	0.040403	3.108469	0.0019
HEATING_OIL_RETURNS_1 ²	-0.386487	0.511599	-0.755450	0.4502
HEATING_OIL_RETURNS_1 ³	-11.55514	4.087115	-2.827212	0.0048
R-squared	0.011829	Mean dependent var		0.000328
Adjusted R-squared	0.008962	S.D. dependent var		0.024574
S.E. of regression	0.024463	Akaike info criterion		-4.579446
Sum squared resid	0.618796	Schwarz criterion		-4.560390
Log likelihood	2380.733	Hannan-Quinn criter.		-4.572217
F-statistic	4.126027	Durbin-Watson stat		1.980685
Prob(F-statistic)	0.006392			

Πίνακας 23: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις φυσικού αερίου για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Dependent Variable: NATURAL_GAS_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/02/22 Time: 17:51
 Sample (adjusted): 1/04/2018 2/28/2022
 Included observations: 1038 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.003002	0.002253	1.332641	0.1829
NATURAL_GAS_RETURNS_1	0.051483	0.040420	1.273704	0.2031
NATURAL_GAS_RETURNS_1 ²	-0.593973	0.062610	-9.486914	0.0000
NATURAL_GAS_RETURNS_1 ³	-0.136792	0.092524	-1.478447	0.1396
R-squared	0.097396	Mean dependent var		-0.000324
Adjusted R-squared	0.094777	S.D. dependent var		0.075417
S.E. of regression	0.071754	Akaike info criterion		-2.427293
Sum squared resid	5.323728	Schwarz criterion		-2.408237
Log likelihood	1263.765	Hannan-Quinn criter.		-2.420064
F-statistic	37.19147	Durbin-Watson stat		2.066803
Prob(F-statistic)	0.000000			

Πίνακας 24: Έλεγχος αδύναμης μορφής αποτελεσματικότητας με τη χρήση μη-γραμμικού μοντέλου στις αποδόσεις βενζίνης για τη περίοδο 01/2018-02/2022 (συνολικό δείγμα)

Dependent Variable: GASOLINE_RETURNS
 Method: Least Squares
 Date: 08/02/22 Time: 00:41
 Sample (adjusted): 1/04/2018 2/28/2022
 Included observations: 1038 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000125	0.001443	-0.086538	0.9311
GASOLINE_RETURNS_1	0.027566	0.041547	0.663484	0.5072
GASOLINE_RETURNS_1 ²	0.275348	0.129278	2.129890	0.0334
GASOLINE_RETURNS_1 ³	0.102000	0.460496	0.221501	0.8247
R-squared	0.005226	Mean dependent var		0.000459
Adjusted R-squared	0.002340	S.D. dependent var		0.045718
S.E. of regression	0.045664	Akaike info criterion		-3.331157
Sum squared resid	2.156119	Schwarz criterion		-3.312101
Log likelihood	1732.870	Hannan-Quinn criter.		-3.323927
F-statistic	1.810789	Durbin-Watson stat		1.991646
Prob(F-statistic)	0.143455			

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Agarwal, M., & Singh, H. (2007). Merger Announcements and Insider Trading Activity in India: An Empirical Investigation (SSRN Scholarly Paper No. 955615). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=955615>
- Aggarwal, R. (2014). Animal spirits in financial economics: A review of deviations from economic rationality. *International Review of Financial Analysis*, 32, 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2013.07.018>
- Alaba, O., Yaya, O., Ojo, O., Ajobo, S., & Joel, A. (2020). Comparative Analysis of Market Efficiency and Volatility of Energy Prices before and during Covid-19 pandemic. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22474.39366>
- Antoniou, A., Ergul, N., & Holmes, P. (1997). Market Efficiency, Thin Trading and Non-linear Behaviour: Evidence from an Emerging Market. *European Financial Management*, 3(2), 175–190. <https://doi.org/10.1111/1468-036X.00038>
- Armeanu, D. S., & Cioacă, S.-I. (2014). TESTING THE EFFICIENT MARKET HYPOTHESIS ON THE ROMANIAN CAPITAL MARKET. 10.
- Ashikh, A. I. A. (2012). Testing the Weak-Form of Efficient Market Hypothesis and the Day-Of-The-Week Effect in Saudi Stock Exchange: Linear Approach. 29.
- Batista, A. R. de A., Maia, U., & Romero, A. (2018). Stock market under the 2016 Brazilian presidential impeachment: A test in the semi-strong form of the efficient market hypothesis. *Revista Contabilidade & Finanças*, 29, 405–417. <https://doi.org/10.1590/1808-057x201805560>
- Black, F. (1986). Noise. *The Journal of Finance*, 41(3), 528–543. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1986.tb04513.x>
- Borgards, O., Czudaj, R. L., & Hoang, T. H. V. (2021). Price overreactions in the commodity futures market: An intraday analysis of the Covid-19 pandemic impact. *Resources Policy*, 71, 101966. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101966>

- Bouattour, M., & Martinez, I. (2019). Efficient market hypothesis: An experimental study with uncertainty and asymmetric information. *Finance Contrôle Stratégie*, 22–4, Article 22–4. <https://doi.org/10.4000/fcs.3821>
- Bulkley, G., & Harris, R. D. F. (1997). Irrational Analysts' Expectations as a Cause of Excess Volatility in Stock Prices. *The Economic Journal*, 107(441), 359–371.
- Bustanji, M. (2020). Testing Strong Form Market Efficiency of Jordanian Capital Market: Performance Appraisal of Mutual Funds a comparable study case with Saudi Arabia. *Theory, Methodology, Practice*, 16(02), 3–15. <https://doi.org/10.18096/TMP.2020.02.01>
- Chung, C. Y., Kang, S., & Ryu, D. (2018). Does institutional monitoring matter? Evidence from insider trading by information risk level. *Investment Analysts Journal*, 47(1), 48–64. <https://doi.org/10.1080/10293523.2017.1413152>
- Clayton, J. (1996). Rational Expectations, Market Fundamentals and Housing Price Volatility. *Real Estate Economics*, 24(4), 441–470. <https://doi.org/10.1111/1540-6229.00699>
- CLAYTON, J. (1997). Are Housing Price Cycles Driven by Irrational Expectations? *The Journal of Real Estate Finance and Economics*, 14(3), 341–363. <https://doi.org/10.1023/A:1007766714810>
- Colasante, A., Palestini, A., Russo, A., & Gallegati, M. (2017). Adaptive expectations versus rational expectations: Evidence from the lab. *International Journal of Forecasting*, 33(4), 988–1006. <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2017.06.003>
- Cooper, J. C. B. (1982). World stock markets: Some random walk tests. *Applied Economics*, 14(5), 515–531. <https://doi.org/10.1080/00036848200000046>
- Cunningham, L. (1994). From Random Walks to Chaotic Crashes: The Linear Genealogy of the Efficient Capital Market Hypothesis. <https://doi.org/10.2139/SSRN.244670>
- De Long, J. B., Shleifer, A., Summers, L. H., & Waldmann, R. J. (1990). Noise Trader Risk in Financial Markets. *Journal of Political Economy*, 98(4), 703–738. <https://doi.org/10.1086/261703>

- Elder, J., & Serletis, A. (2008). Long memory in energy futures prices. *Review of Financial Economics*, 17(2), 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.rfe.2006.10.002>
- Ellen, S. ter, & Zwinkels, R. C. J. (2010). Oil price dynamics: A behavioral finance approach with heterogeneous agents. *Energy Economics*, 32(6), 1427–1434. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.03.003>
- Fakhry, B. (2016). A Literature Review of the Efficient Market Hypothesis. *Turkish Economic Review*, 3(3), 431–442. <https://doi.org/10.1453/ter.v3i3.928>
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575–1617. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x>
- Fama, E. F. (1965a). Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*, 21(5), 55–59.
- Fama, E. F. (1965b). The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business*, 38(1), 34–105.
- Fernandez, V. (2010). Commodity futures and market efficiency: A fractional integrated approach. *Resources Policy*, 35(4), 276–282. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2010.07.003>
- Ferreira, J., & Morais, F. (2022). Does the Coronavirus Crash affect green equity markets' efficiency? A multifractal analysis. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 0(0), 1–26. <https://doi.org/10.1080/20430795.2022.2105787>
- Filacek, J., Kapicka, M., & Vosvrda, M. (2014). Testování hypotézy efektivního trhu na BCPP (Efficiency Market Hypothesis: Testing on the Czech Capital Market). *Czech Journal of Economics and Finance (Finance a Uver)*, 48, 554–566.
- Frimpong, J. (2008). Capital market efficiency: An analysis of weak-form efficiency on the Ghana stock exchange. *Journal of Money*, 5.

- Fuller, R. J. (2000). Behavioral Finance and the Sources of Alpha. *Journal of Pension Plan Investing*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.508.851>
- Gao, F., Song, F., & Wang, J. (2008). Rational or irrational expectations? Evidence from China's stock market. *The Journal of Risk Finance*, 9(5), 432–448. <https://doi.org/10.1108/15265940810916102>
- Gerber, A., Vogt, B., & Hens, T. (2002). Rational Investor Sentiment (SSRN Scholarly Paper No. 326802). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.326802>
- Górska, A., & Krawiec, M. (Eds.). (2015). Calendar Effects in the Market of Crude Oil. *Problems of World Agriculture / Problemy Rolnictwa Światowego*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.230857>
- Herschberg, M. (2012). Limits to Arbitrage: An introduction to Behavioral Finance and a Literature Review. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Limits-to-Arbitrage%3A-An-introduction-to-Behavioral-Herschberg/8b2a08de0f36fc1ae333ad31275115b565d21c6d>
- Jensen, M. C. (1968). The Performance of Mutual Funds in the Period 1945-1964. *The Journal of Finance*, 23(2), 389–416. <https://doi.org/10.2307/2325404>
- Jensen, M. C. (1978). Some anomalous evidence regarding market efficiency. *Journal of Financial Economics*, 6(2), 95–101. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(78\)90025-9](https://doi.org/10.1016/0304-405X(78)90025-9)
- Jiang, J., & Li, H. (2020). A new measure for market efficiency and its application. *Finance Research Letters*, 34, 101235. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.07.008>
- Kaestner, M. (2006). Investors' Misreaction to Unexpected Earnings: Evidence of Simultaneous Overreaction and Underreaction (SSRN Scholarly Paper No. 868346). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.868346>
- Khan, A. Q., & Ikram, S. (2011). Testing Strong Form Market Efficiency of Indian Capital Market: Performance Appraisal of Mutual Funds. 1(1), 14.
- Khanh, P., & Dat, P. (2020). Efficient market hypothesis and calendar effects: Empirical evidences from the Vietnam stock markets. *Accounting*, 6(5), 893–898.

- Khediri, K. B., & Charfeddine, L. (2015). Evolving efficiency of spot and futures energy markets: A rolling sample approach. *Journal of Behavioral and Experimental Finance*, 6, 67–79. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2015.03.006>
- Kim, J. H., Shamsuddin, A., & Lim, K.-P. (2011). Stock return predictability and the adaptive markets hypothesis: Evidence from century-long U.S. data. *Journal of Empirical Finance*, 18(5), 868–879. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2011.08.002>
- Kumar, S., & Goyal, N. (2015). Behavioural biases in investment decision making – a systematic literature review. *Qualitative Research in Financial Markets*, 7(1), 88–108. <https://doi.org/10.1108/QRFM-07-2014-0022>
- Kyle, A. S. (1985). Continuous Auctions and Insider Trading. *Econometrica*, 53(6), 1315–1335. <https://doi.org/10.2307/1913210>
- La Porta, R. (1996). Expectations and the Cross-Section of Stock Returns. *The Journal of Finance*, 51(5), 1715–1742. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1996.tb05223.x>
- Lakonishok, J., & Maberly, E. (1990). The Weekend Effect: Trading Patterns of Individual and Institutional Investors. *The Journal of Finance*, 45(1), 231–243. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1990.tb05089.x>
- Landier, A. (2019). Expectations biases and their applications. 42.
- Larson, S. J., & Madura, J. (2001). Overreaction and underreaction in the foreign exchange market. *Global Finance Journal*, 12(2), 153–177. [https://doi.org/10.1016/S1044-0283\(01\)00026-6](https://doi.org/10.1016/S1044-0283(01)00026-6)
- Leković, M. (2018). Evidence for and Against the Validity of Efficient Market Hypothesis. *Economic Themes*, 56(3), 369–387. <https://doi.org/10.2478/ethemes-2018-0022>
- Lekovic, M. (2020). Cognitive biases as an integral part of behavioral finance. *Economic Themes*, 58, 75–96. <https://doi.org/10.2478/ethemes-2020-0005>
- Lo, A. W. (2004). The Adaptive Markets Hypothesis. *The Journal of Portfolio Management*, 30(5), 15–29. <https://doi.org/10.3905/jpm.2004.442611>

Lo, A. W. (2005). Reconciling Efficient Markets with Behavioral Finance: The Adaptive Markets Hypothesis (SSRN Scholarly Paper ID 1702447). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=1702447>

Lo, A. W. (2007). Efficient Markets Hypothesis (SSRN Scholarly Paper No. 991509). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=991509>

MacKinlay, A. C. (1997). Event Studies in Economics and Finance. *Journal of Economic Literature*, 35(1), 13–39.

Malkiel, B. G. (1989). Efficient Market Hypothesis. In J. Eatwell, M. Milgate, & P. Newman (Eds.), *Finance* (pp. 127–134). Palgrave Macmillan UK. https://doi.org/10.1007/978-1-349-20213-3_13

Malkiel, B. G. (2003). The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 59–82. <https://doi.org/10.1257/089533003321164958>

Mishra, P. K. (2009). Indian Capital Market—Revisiting Market Efficiency (SSRN Scholarly Paper No. 1339901). <https://papers.ssrn.com/abstract=1339901>

Mittal, S. K. (2019). Behavior biases and investment decision: Theoretical and research framework. *Qualitative Research in Financial Markets*, 14(2), 213–228. <https://doi.org/10.1108/QRFM-09-2017-0085>

Muscio, F., Marotta, L., Piilo, J., & Mantegna, R. N. (2018). Long-term ecology of investors in a financial market. *Palgrave Communications*, 4(1), 1–12. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0145-1>

Muth, J. F. (1961). Rational Expectations and the Theory of Price Movements. *Econometrica*, 29(3), 315–335. <https://doi.org/10.2307/1909635>

Naeem, M. A., Karim, S., Farid, S., & Tiwari, A. K. (2022). Comparing the asymmetric efficiency of dirty and clean energy markets pre and during COVID-19. *Economic Analysis and Policy*, 75, 548–562. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2022.06.015>

Nelmida, N. (2020, June 24). Is Indonesia Stock Exchange Semi-Strong Form Efficiency? <http://ecojoin.org/index.php/EJM/article/view/653>

- Noda, A. (2016). A test of the adaptive market hypothesis using a time-varying AR model in Japan. *Finance Research Letters*, 17, 66–71. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.01.004>
- Polyzos, E., & Wang, F. (2022). Twitter and market efficiency in energy markets: Evidence using LDA clustered topic extraction. *Energy Economics*, 106264. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106264>
- Raj, M., & Kumari, D. (2006). Day-of-the-week and other market anomalies in the Indian stock market. *International Journal of Emerging Markets*, 1(3), 235–246. <https://doi.org/10.1108/17468800610674462>
- Rambaccussing, D. (2015). Revisiting Shiller’s excess volatility hypothesis. Undefined. <https://www.semanticscholar.org/paper/Revisiting-Shiller%E2%80%99s-excess-volatility-hypothesis-Rambaccussing/213be33d5d392a1664659c1f39d21eb0bd29eb15>
- Samitas, A. G., & Kenourgios, D. F. (2004). Market Efficiency and Signaling: An Event Study Analysis for Athens Stock Exchange. 17.
- Sewell, M. (2011). History of the efficient market hypothesis. *Rn*, 11(04), 04.
- Shah, S. Q., Ismail, I., & Shahrin, A. R. bin. (2020). Heterogeneous investors and deterioration of market integrity: An analysis of market manipulation cases. *Journal of Financial Crime*, ahead-of-print(ahead-of-print). <https://doi.org/10.1108/JFC-08-2019-0110>
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual Fund Performance. *The Journal of Business*, 39(1), 119–138.
- Shihadeh, F., & Hannon, A. (2016). IS PALESTINE EXCHANGE AN EFFICIENT MARKET IN SEMI-STRONG FORM? <https://scholar.ptuk.edu.ps/handle/123456789/638>
- Shiller, R. J. (1981). Do Stock Prices Move Too Much to be Justified by Subsequent Changes in Dividends? *The American Economic Review*, 71(3), 421–436.
- Shiller, R. J. (1999). Chapter 20 Human behavior and the efficiency of the financial system. In *Handbook of Macroeconomics* (Vol. 1, pp. 1305–1340). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S1574-0048\(99\)10033-8](https://doi.org/10.1016/S1574-0048(99)10033-8)

- Shleifer, A., & Summers, L. H. (1990). The Noise Trader Approach to Finance. *Journal of Economic Perspectives*, 4(2), 19–33. <https://doi.org/10.1257/jep.4.2.19>
- Singh, J. E., Babshetti, V., & Shivaprasad, H. N. (2021). Efficient Market Hypothesis to Behavioral Finance: A Review of Rationality to Irrationality. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.318>
- Statman, M. (2014). Behavioral finance: Finance with normal people. *Borsa Istanbul Review*, 14(2), 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.bir.2014.03.001>
- Subeniotis, D., & Tampakoudis, I. (2017). Σύγχρονη χρηματοοικονομική ανάλυση & επενδύσεις (1η). NAMATA.
- Thanou, E. (2008). Mutual fund evaluation during up and down market conditions: The case of Greek equity mutual funds.
- Thathaiah, M., & Dsouza, J. (2013). A Study of Semi-Strong Form of Market Efficiency of Indian Stock Market. *Amity Global Business Review*, 8, 60–68.
- Țițan, A. G. (2015). The Efficient Market Hypothesis: Review of Specialized Literature and Empirical Research. *Procedia Economics and Finance*, 32, 442–449. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01416-1](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01416-1)
- Treynor, J. L. (1965). How to rate management of investment funds. *Harvard Business Review* : HBR, 43(1).
- Urquhart, A., & McGroarty, F. (2014). Calendar effects, market conditions and the Adaptive Market Hypothesis: Evidence from long-run U.S. data. *International Review of Financial Analysis*, 35, 154–166. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2014.08.003>
- Verma, R., & Verma, P. (2007). Noise trading and stock market volatility. *Journal of Multinational Financial Management*, 17(3), 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2006.10.003>
- Yalçın, K. C. (2010). Efficient Market Hypothesis versus Market Anomalies. *European Journal of Economic and Political Studies*, 3, 30–45.

Zahera, S. A., & Bansal, R. (2018). Do investors exhibit behavioral biases in investment decision making? A systematic review. *Qualitative Research in Financial Markets*, 10(2), 210–251. <https://doi.org/10.1108/QRFM-04-2017-0028>

Συριόπουλος, Κ., & Παπαδάμου, Σ. (2014). Εισαγωγή στην Τραπεζική Οικονομική και τις Κεφαλαιαγορές.