



**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών
στην Αναλυτική των Επιχειρήσεων και Επιστήμη των Δεδομένων**

Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων

Διπλωματική Εργασία

**Κρυπτονομίσματα: Μελέτη προσδιοριστικών παραγόντων και η υπόθεση της
αποτελεσματικής αγοράς**

**του/της
Ελευθερία Αθανασέλου**

Επιβλέπωντας : Ελευθεριάδης Ιορδάνης, Καθηγητής

**Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού διπλώματος
στην Αναλυτική των Επιχειρήσεων και Επιστήμη των Δεδομένων**

Αύγουστος 2022

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού προγράμματος για τη βοήθεια και τις γνώσεις που μας προσέφεραν και ιδιαιτέρως τον επιβλέποντα καθηγητή μου κύριο Ελευθεριάδη Ιορδάνη για την βοήθειά του στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την στήριξή τους όλα αυτά τα χρόνια.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνήσει (1) το κατά πόσο η αγορά των κρυπτονομισμάτων χαρακτηρίζεται από την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (market efficiency hypothesis) δηλαδή να αξιολογήσει το κατά πόσο οι αποδόσεις των κρυπτονομισμάτων είναι μη προβλέψιμες και ακολουθούν τυχαίο περίπατο και (2) το κατά πόσο οι χρηματιστηριακοί δείκτες (DOWJONES, NIKKEI, S&P 500), οι συναλλακτικές ισότητες του δολαρίου (με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν) και η τιμή του χρυσού μπορούν να προβλέψουν την απόδοση των κρυπτονομισμάτων. Για το σκοπό αυτό αντλήθηκαν δεδομένα των τιμών των παραπάνω δεικτών και των τιμών των κρυπτονομισμάτων για την περίοδο 11/2017- 06/2022. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς δεν ισχύει στην αγορά κρυπτονομισμάτων, καθώς η γνώση της συμπεριφοράς των κρυπτονομισμάτων σε προγενέστερες περιόδους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της απόδοσης τους στο μέλλον. Τέλος, η έρευνα έδειξε ότι υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ των μετοχών ή διάφορων χρηματιστηριακών δεικτών, της τιμής του χρυσού και των συναλλαγματικών ισοτιμιών με τις αποδόσεις των κρυπτονομισμάτων.

Λέξεις κλειδιά: Κρυπτονομίσματα, Υπόθεση Αποτελεσματικής Αγοράς, Προσδιοριστικοί Παράγοντες,

ABSTRACT

The purpose of this paper was to investigate (1) whether the cryptocurrency market is characterized by the market efficiency hypothesis, i.e. to evaluate whether cryptocurrency returns are unpredictable and follow a random walk and (2) whether stock market indices (DOW JONES, NIKKEI, S&P 500), dollar trading equivalents (with the euro, British pound and yen) and the price of gold can predict the performance of cryptocurrencies. For this purpose, data on the prices of the above indices and the prices of cryptocurrencies for the period 11/2017- 06/2022 were extracted. The results showed that the efficient market hypothesis does not apply in the cryptocurrency market, as knowledge of the behavior of cryptocurrencies in previous periods can be used to predict their performance in the future. Finally, the research showed that there is a significant relationship between stocks or various stock market indices, the price of gold and exchange rates with the returns of cryptocurrencies.

Keywords: Cryptocurrencies, Efficient Market Hypothesis, Determinants,

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iii
ABSTRACT.....	iii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	vi
1. Εισαγωγή	1
2. Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας.....	5
2.1 Εισαγωγή στα ψηφιακά νομίσματα.....	5
2.2 Κρυπτονομίσματα	6
2.2.1. Ιστορία ψηφιακών νομισμάτων	7
2.2.2. Ορισμός κρυπτονομισμάτων	9
2.2.3. Τεχνολογία κρυπτονομισμάτων.....	9
2.2.4. Ανταγωνισμός μεταξύ κρυπτονομισμάτων	11
2.2.5. Πλεονεκτήματα κρυπτονομισμάτων	12
2.2.6. Μειονεκτήματα κρυπτονομισμάτων	15
2.3 Υπόθεση αποτελεσματικής αγοράς.....	16
2.3.1 Ασθενής μορφή αποτελεσματικής αγοράς.....	20
2.3.2 Ημι-ισχυρή μορφή αποτελεσματικής αγοράς.....	21
2.3.2 Ισχυρή μορφή αποτελεσματικής αγοράς.....	22
3.Μεθοδολογία.....	23
3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός και δεδομένα έρευνας.....	23
3.2 Ανάλυση δεδομένων	23
4.Ανάπτυξη Θέματος	25
4.1 Υπόθεση αποτελεσματικής αγοράς και κρυπτονομίσματα	25

4.2 Μακροπρόθεσμή και βραχυπρόθεσμη σχέση μεταξύ κρυπτονομισμάτων .	26
4.3 Σχέση μεταξύ κρυπτονομισμάτων και άλλων χρηματοοικονομικών δεικτών	27
5.Ανάλυση Δεδομένων και Ερμηνεία Ευρημάτων.....	30
5.1 Περιγραφικά αποτελέσματα και ανάλυση στασιμότητας.....	30
5.1.1 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων και έλεγχος στασιμότητας των χρονοσειρών.....	30
5.1.2 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης των ισοτιμιών ευρώ, δολαρίου και γιέν.....	41
5.1.3 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης του χρυσού.....	49
5.1.4 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης των δεικτών Dow Jones, S&P 500 και NIKKEI 125.....	52
5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης συσχέτισης.....	55
5.3 Αποτελέσματα ανάλυσης γραμμικής παλινδρόμηση.....	58
5.4 Αποτελέσματα μοντέλου VAR.....	64
5.4 Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας κατά Granger.....	70
6. Συμπεράσματα.....	73
Βιβλιογραφία/ Αρθρογραφία.....	75
Παράρτημα Κώδικας STATA.....	84

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Περιγραφικά αποτελέσματα για τις τιμές των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	40
Πίνακας 2. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των τιμών των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	41
Πίνακας 3. Περιγραφικά αποτελέσματα για τις ισοτιμίες και τις αποδόσεις τους την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	48
Πίνακας 4. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των ισοτιμιών και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	49
Πίνακας 5. Περιγραφικά αποτελέσματα για την τιμή του χρυσού και την απόδοση του την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	51
Πίνακας 6. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα της τιμής του χρυσού και της απόδοσης του την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	52
Πίνακας 7. Περιγραφικά αποτελέσματα για τις τιμές των χρηματιστηριακών δεικτών και των αποδόσεων τους την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	54
Πίνακας 8. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των τιμών των χρηματιστηριακών δεικτών και των αποδόσεων τους την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	55
Πίνακας 9. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	56
Πίνακας 10. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και των αποδόσεων των ισοτιμιών την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	57
Πίνακας 11. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης του χρυσού την περίοδο 11/2017- 06/2022...	57
Πίνακας 12. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών την περίοδο 11/2017- 06/2022.....	58
Πίνακας 13. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του BITCOIN και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν.....	59

Πίνακας 14. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του ETHEREUM και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν.....	60
Πίνακας 15. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του CARDANO και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν.....	61
Πίνακας 16. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του DOGECOIN και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν.....	62
Πίνακας 17. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του XRP και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν	63
Πίνακας 18. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του BITCOIN	64
Πίνακας 19. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του DOGECOIN.....	65
Πίνακας 20. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του ETHEREUM.....	67
Πίνακας 21. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του CARDANO.....	68
Πίνακας 22. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των	

ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του XRP	69
Πίνακας 23. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του BITCOIN .	70
Πίνακας 24. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του DOGECOIN	71
Πίνακας 25. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του ETEHREUM	71
Πίνακας 26. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του CARDANO	72
Πίνακας 27. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του XRP	72

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Διαχρονική εξέλιξη των τιμών του BITCOIN (περίοδος 11/2017-06/2022).....	30
Διάγραμμα 2. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του BITCOIN (περίοδος 11/2017-06/2022).....	31
Διάγραμμα 3. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του DOGECOIN (περίοδος 11/2017-06/2022).....	32
Διάγραμμα 4. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του DOGECOIN (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	33
Διάγραμμα 5. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του ETHEREUM (περίοδος 11/2017-06/2022).....	34
Διάγραμμα 6. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του ETHEREUM (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	35
Διάγραμμα 7. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του CARDANO (περίοδος 11/2017-06/2022).....	36
Διάγραμμα 8. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του CARDANO (περίοδος 11/2017-06/2022).....	37
Διάγραμμα 9. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του XRP (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	38
Διάγραμμα 10. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του XRP (περίοδος 11/2017-06/2022).....	39
Διάγραμμα 11. Διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας Ευρώ/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	42
Διάγραμμα 12. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης της ισοτιμίας Ευρώ/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	43
Διάγραμμα 13. Διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας Βρετανικής Λίρας / Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	44
Διάγραμμα 14. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης της ισοτιμίας Βρετανικής Λίρας/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	45
Διάγραμμα 15. Διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας Γιέν / Δολαρίου (περίοδος 11/2017-06/2022).....	46
Διάγραμμα 16. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης της ισοτιμίας Γιέν/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	47

Διάγραμμα 17. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του χρυσού (περίοδος 11/2017-06/2022).....	50
Διάγραμμα 18. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του χρυσού (περίοδος 11/2017-06/2022).....	51
Διάγραμμα 19. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής των χρηματιστηριακών δεικτών (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	53
Διάγραμμα 20. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών (περίοδος 11/2017- 06/2022).....	54

1. Εισαγωγή

Το Bitcoin είναι φαινόμενο από την έναρξή του το 2008 για διάφορους λόγους. Η εμβληματική λευκή βίβλος του Satoshi Nakamoto (2008) παρουσίαζε τις αρχές και το τεχνικό υπόβαθρο για ένα νέο, peer-to-peer αποκεντρωμένο σύστημα ηλεκτρονικών πληρωμών. Έκτοτε, το νέο κρυπτονόμισμα Bitcoin, όπως ονομάστηκε, και σύντομα τα spinoffs του γνώρισαν τεράστια ανάπτυξη και δημοτικότητα λόγω των ιδιόμορφων χαρακτηριστικών τους που τα καθιστούν ελκυστικά παγκοσμίως. Τα βασικά χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν την ανωνυμία των χρηστών, τις δαπανηρές αλλά μη αναστρέψιμες συναλλαγές, την ευελιξία, την αντικατάσταση και τη λιγότερη επίβλεψη των αρχών σε σύγκριση με άλλες μορφές πληρωμής (Powell, 2015). Η ικανότητα του Bitcoin να λειτουργεί πέρα από την εμβέλεια των κεντρικών τραπεζών και την εποπτεία του κράτους, το καθιστά ιδιαίτερα σαγηνευτικό για άτομα που πραγματοποιούν συναλλαγές και προτιμούν να μην αφήνουν κανένα ίχνος πίσω τους, όπως οποιαδήποτε παράνομη διαπραγμάτευση, και μπορεί να ήταν ένας από τους βασικούς λόγους για την πρόωμη υιοθεσία του. Άλλα χαρακτηριστικά, για παράδειγμα η παγκόσμια κάλυψή του, το διακρίνει από άλλα εναλλακτικά αποκεντρωμένα νομίσματα, όπως τα κοινωνικά νομίσματα που έχουν περιορισμένη γεωγραφική εμβέλεια και χωρητικότητα (Lara Gómez & Demmler, 2018).

Η αναπτυξιακή τροχιά του Bitcoin δεν ήταν σταθερή καθώς η αγορά των κρυπτονομισμάτων είχε να αντιμετωπίσει προκλήσεις και σοβαρές ανησυχίες, ειδικά από την πλευρά των εποπτικών αρχών. Η πολύ μεγάλη αύξηση της τιμής του Bitcoin στα τέλη του 2017 και η επακόλουθη κατάρρευση στις αρχές του 2018 κατέδειξε την αστάθεια των κρυπτονομισμάτων και έθεσε σοβαρές αμφιβολίες για τη χρησιμότητά τους ως λογιστικής μονάδας και αποθήκευσης αξίας. Ωστόσο, παρά αυτή την επική άνοδο και πτώση, στις αρχές του 2021 υπάρχουν περισσότερα από 8.400 κρυπτονομίσματα εγγεγραμμένα στην ηλεκτρονική πλατφόρμα Coinmarketcap (Coinmarketcap, 2021), υποδηλώνοντας μια σημαντική ανάπτυξη σε αυτήν την αγορά στην οποία το Bitcoin κατέχει σήμερα περισσότερο από το 60% της κεφαλαιοποίησης της αγοράς. Η τιμή του Bitcoin βρίσκεται και πάλι σε άνοδο, ξεπερνώντας τα 49.000 USD για πρώτη φορά στην ιστορία του στις 14 Φεβρουαρίου 2021, ξεπερνώντας την προηγουμένως υψηλή τιμή όλων των εποχών του 2017 όταν ένα Bitcoin κόστιζε

19.166,98 USD, στις 16 Δεκεμβρίου 2017 (Coindesk, 2021). Με όλα τα σκαμπανεβάσματα των αγορών Bitcoin και κρυπτονομισμάτων γενικά, μια έντονη συζήτηση στη διεθνή επιστημονική κοινότητα προέκυψε τα τελευταία χρόνια σχετικά με την αποτελεσματικότητα της αγοράς Bitcoin και την ευπάθειά της στις τάσεις μιας «χρηματοοικονομικής φούσκας». Ως εκ τούτου, ορίζοντας τις χρηματοοικονομικές φούσκες ως ένα σημαντικό εμπειρικό παράδειγμα υφιστάμενων αναποτελεσματικών αγορών, τίθεται το ερώτημα εάν το Bitcoin και γενικά όλα τα κρυπτονομίσματα μπορούν να θεωρηθούν ως αποτελεσματική ή αναποτελεσματική χρηματοπιστωτική αγορά.

Τα κρυπτονομίσματα έχουν λάβει σημαντική προσοχή από διάφορους ερευνητές, την αγορά, χρηματοπιστωτικά και κυβερνητικά ιδρύματα και επιχειρηματίες κεφαλαίων επιχειρηματικού κινδύνου. Οι αγορές των κρυπτονομισμάτων έχουν τη δυνατότητα να προστατεύσουν την εμπιστοσύνη και τα συμφέροντα των επενδυτών μέσω των αμετάβλητων χαρακτηριστικών της υποκείμενης τεχνολογίας blockchain. Ωστόσο, τα κρυπτονομίσματα θεωρούνται συχνά ως κερδοσκοπικό προϊόν παρά ως νόμισμα και οι κερδοσκόποι προσπαθούν να αποκομίσουν κέρδος χωρίς να έχουν επίγνωση των χαρακτηριστικών μεταβλητότητάς τους και της αποτελεσματικότητάς τους στην αγορά (Aggarwal, 2019; Baek & Elbeck, 2015). Η εκθετική άνοδος των δραστηριοτήτων κερδοσκοπίας καθιστά τις αγορές κρυπτονομισμάτων πιο επιρρεπείς σε ασταθείς διακυμάνσεις τιμών και επιδεινώνει την αποτελεσματικότητα των σχετικών στρατηγικών διαφοροποίησης χαρτοφυλακίου (Katsiampa, 2017). Οι επενδυτές, οι ρυθμιστικές αρχές και οι επαγγελματίες της αγοράς ανησυχούν ιδιαίτερα για τις ασταθείς κινήσεις των τιμών των κρυπτονομισμάτων. Παραμένει ασαφές εάν οι μεγαλύτερες διακυμάνσεις τιμών των κρυπτονομισμάτων συμπεριφέρονται τυχαία σε μια χρονική περίοδο ή είναι προβλέψιμες. Τελικά, εξαρτάται από την ικανότητα των συμμετεχόντων στην αγορά να εκτιμήσουν την πραγματική αξία του κρυπτονομίσματος. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί από καιρό από τη θεωρία της Υπόθεσης της Αποτελεσματικής Αγοράς (EMH) που προτάθηκε από τη θεμελιώδη εργασία του Fama (1970) στα παραδοσιακά χρηματοοικονομικά.

Σύμφωνα με τον Fama (1970), οι αγορές λέγεται ότι είναι πλήρως αποτελεσματικές (fullyefficient) και ακολουθούν ένα μοντέλο τυχαίου περιπάτου (ασθενής μορφής αποτελεσματικής αγοράς) όταν οι μελλοντικές αποδόσεις δεν

μπορούν να εκτιμηθούν χρησιμοποιώντας ιστορικές πληροφορίες. Με άλλα λόγια, οι επενδυτές δεν μπορούν να επιτύχουν μη φυσιολογικές αποδόσεις χρησιμοποιώντας ιστορικές πληροφορίες και η σειρά αποδόσεων ακολουθεί ένα martingale ή ένα random walk. Ουσιαστικά σε μια αποτελεσματική αγορά οι τρέχουσες τιμές αναμένεται να αντικατοπτρίζουν ολόκληρα τα δεδομένα από την προηγούμενη αγορά και τις συνθήκες της αγοράς τη συγκεκριμένη στιγμή και καμία συνθήκη δεν μπορεί δημιουργήσει μη φυσιολογικές αποδόσεις από αυτό το σύνολο δεδομένων. Η αποτελεσματικότητα και η αστάθεια είναι αδιάρρηκτες έννοιες, δεδομένου ότι η αποτελεσματικότητα σχετίζεται με τις αποδόσεις της αγοράς, ενώ η αστάθεια σχετίζεται με τη διακύμανση από αυτές τις αποδόσεις και την επιμονή. Αυτό επέστησε την προσοχή διαφόρων ερευνητών και ενδιαφερομένων για τη διερεύνηση της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων. Μεταξύ των ενδιαφερομένων, οι επενδυτές αναζητούσαν σε μεγάλο βαθμό αποτελέσματα. Η διερεύνηση της αποτελεσματικότητας και της αστάθειας στις αγορές κρυπτονομισμάτων έλαβε σημαντική προσοχή μεταξύ των επενδυτών που διαπραγματεύονταν ενεργά καθώς η αγορά κρυπτονομισμάτων είναι σχετικά νέα. Έχει πραγματοποιηθεί τεράστιος όγκος έρευνας σχετικά με τις εμπειρικές δοκιμές της αποτελεσματικότητας της αγοράς με έμφαση στο Bitcoin (Urquhart, 2016; Nadarajah & Chu, 2017; Tiwari et al., 2018; Al-Yahyaee et al., 2018; Cheah et al., 2018; Jiang et al., 2018; Kristofek, 2018; Sensoy, 2019). Η έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα σε άλλες αναδυόμενες αγορές κρυπτονομισμάτων βρέθηκε ότι είναι σε πρωταρχικό στάδιο, προσφέροντας σημαντική ευκαιρία σε ακαδημαϊκούς και συμμετέχοντες στην αγορά να αναπτύξουν μοντέλα πρόβλεψης της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων.

Το Bitcoin παραμένει το κυρίαρχο κρυπτονόμισμα όσον αφορά την κεφαλαιοποίηση και τον όγκο συναλλαγών, ακολουθούμενο από το Ethereum. Όλα τα άλλα κρυπτονομίσματα (εκτός από το Litecoin και το Ripple) έχουν μάλλον χαμηλό όγκο συναλλαγών σε σύγκριση με αυτά τα δύο. Αυτό θα μπορούσε να οφείλεται στο γεγονός ότι η προσφορά διαφορετικών κρυπτονομισμάτων ποικίλλει σημαντικά ως προς τα μοναδικά χαρακτηριστικά τους και τον σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται (Ong et al., 2015). Παρόλο που το Bitcoin κυριαρχεί στην αγορά με περισσότερο από το ήμισυ της συνολικής αγοραίας αξίας με την υψηλότερη τιμή, τα λεγόμενα altcoins συμπεριλαμβανομένων των Ethereum (ETH), Ripple (XRP), Litecoin (LTC), Stellar (XLM), Monero (XMR), Dash, το Ethereum Classic (ETC),

το NEM (XEM) και το Maker (MKR) θα μπορούσε να προκαλέσουν στο μέλλον το ενδιαφέρον περισσότερων επενδυτών (Lee et al., 2018). Ως εκ τούτου, αυτή η παρούσα ερευνητική εργασία πραγματοποιείται εξετάζοντας τα δέκα κορυφαία κρυπτονομίσματα και εφαρμόζοντας μη παραμετρικές και παραμετρικές προσεγγίσεις για τη διερεύνηση της τυχαίας συμπεριφοράς τους. Αυτό θα βοηθήσει τους συμμετέχοντες στην αγορά να κατανοήσουν τη συνολική δυναμική των τιμών των αγορών των κρυπτονομισμάτων αντί να επικεντρωθούν σε ένα ενιαίο ψηφιακό νόμισμα. Αυτός είναι ένας σημαντικός τομέας που απαιτεί περαιτέρω έρευνα, ιδίως όσον αφορά την κατανόηση της συμπεριφοράς τιμολόγησης μιας εφαρμογής όπως τα κρυπτονομίσματα που βασίζονται στην τεχνολογία blockchain. Επιπλέον, η μελέτη αναμένεται να δώσει σημαντικά στοιχεία στην αποτελεσματικότητα της πληροφόρησης και στην προβλεψιμότητα των τιμών της αγοράς κρυπτονομισμάτων, τα οποία θα μπορούσαν να βοηθήσουν πάρα πολύ τους επενδυτές να σχεδιάσουν αποτελεσματικές στρατηγικές επένδυσης και συναλλαγών.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να διερευνήσει το κατά πόσο η αγορά των κρυπτονομισμάτων χαρακτηρίζεται από την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (market efficiency hypothesis) και το κατά πόσο υπάρχουν παράγοντες που μπορούν να προβλέψουν την απόδοση των κρυπτονομισμάτων.

2. Ανασκόπηση της Βιβλιογραφίας

2.1 Εισαγωγή στα ψηφιακά νομίσματα

Το 2012, η Ευρωπαϊκή Κεντρική Τράπεζα εισήγαγε το εικονικό νόμισμα ως ένα είδος μη ελεγχόμενου ψηφιακού χρήματος, το οποίο συνήθως εκδίδεται και ελεγχόταν από τους προγραμματιστές του και χρησιμοποιούνταν και γινόταν αποδεκτό από τα μέλη μιας συγκεκριμένης εικονικής κοινότητας. Το Financial Crimes Enforcement Network (FINCEN) του Υπουργείου Οικονομικών των Ηνωμένων Πολιτειών όρισε τις αρχές του νομίσματος στις κατευθυντήριες γραμμές που εκδόθηκαν το 2013. Ένα χρόνο αργότερα, το εικονικό νόμισμα ορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Αρχή Τραπεζών ως ψηφιακή αναπαράσταση μιας νομισματικής αξία που δεν εκδίδεται από κεντρική τράπεζα ή δημόσια αρχή ούτε είναι απαραίτητα συνδεδεμένη με εξουσιοδοτημένο νόμισμα αλλά γίνεται αποδεκτή από φυσικά ή/και νομικά πρόσωπα ως μέσο πληρωμής, οικονομική συναλλαγή, ηλεκτρονικό αποθηκευμένο ή διαθέσιμο στο ηλεκτρονικό εμπόριο. Ωστόσο, τα αμερικανικά κρατικά ιδρύματα προτιμούσαν και υιοθετούσαν σταθερά τον όρο «εικονικό νόμισμα» (virtual currency), όπως το FINCEN, το FBI, το Υπουργείο Οικονομικών, το Υπουργείο Εσωτερικής Ασφάλειας και η Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς των ΗΠΑ (Raskind, 2013).

Το ψηφιακό νόμισμα είναι μια μέθοδος συναλλαγών που υπάρχει μόνο σε ηλεκτρονική μορφή. Μέσω των υπολογιστών, των smartphone και του διαδικτύου μπορεί να μεταφερθεί το ψηφιακό νόμισμα. Το ψηφιακό νόμισμα είναι παρόμοιο με το φυσικό νόμισμα, αλλά το πρώτο επιτρέπει τη μεταφορά κάθε είδους ιδιοκτησίας χωρίς φυσικά όρια, καθώς και τις στιγμιαίες συναλλαγές (Leibner, 2018). Τα ψηφιακά νομίσματα έχουν την ίδια χρήση με τα φυσικά νομίσματα, αν και σε πολλές περιπτώσεις δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τακτικές συναλλαγές και πληρωμές με άμεσο τρόπο, ως κοινά νομίσματα.

Οι χρήστες του ψηφιακού νομίσματος είναι περιορισμένοι, ενώ το ρυθμιστικό πλαίσιο και οι φορολογικές ελαφρύνσεις για τα ψηφιακά νομίσματα βρίσκονται ακόμη σε εξέλιξη και η ζητούμενη υποδομή για την υποστήριξη αυτού του νέου νομίσματος είναι υπό ανάπτυξη. Τα ψηφιακά νομίσματα μπορούν να απαλλάξουν τους χρήστες από μεσάζοντες αφού οι πληρωμές γίνονται απευθείας μεταξύ των

μερών, ενώ προσφέρουν στους χρήστες τους τη διαχείριση της διαδικασίας και τα έξοδα που σχετίζονται με τις συναλλαγές, σε αντίθεση με πληρωμές σε φυσικά νομίσματα που δεν μπορούν να παρακάμψουν τις τράπεζες. Μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην απλούστερη και πιο διαφανή ροή κεφαλαίων (Connors, 2017).

Τα οφέλη των ψηφιακών νομισμάτων είναι πολλά, όπως η εύκολη και έγκαιρη πληρωμή και το χαμηλότερο κόστος συναλλαγής (Lipton & Treccani, 2021). Από την άλλη, έχουν μια σειρά από προβλήματα, με σοβαρότερο πρόβλημα τη μη αποδοχή ψηφιακών νομισμάτων από τις τράπεζες και για αυτό το λόγο οι υποψήφιοι χρήστες ενδιαφέρονται λιγότερο για αυτά. Επιπλέον, υπάρχουν κίνδυνοι που σχετίζονται με τα ψηφιακά νομίσματα, όπως η ασφάλεια, η αστάθεια των νομισμάτων και η έλλειψη θεσμικών κανόνων και διεθνών κανονισμών (Lipton & Treccani, 2021). Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών των νομισμάτων συζητούνται σε επόμενη ενότητα της εργασίας.

Το Bitcoin είναι ένα παγκόσμιο σύστημα κρυπτογράφησης και ψηφιακών πληρωμών και είναι το πρώτο αποκεντρωμένο ψηφιακό νόμισμα, καθώς το σύστημα λειτουργεί χωρίς κεντρικό διαχειριστή ή έναν μόνο διαχειριστή (Lantz & Cawrey, 2020). Ανακαλύφθηκε από ένα άγνωστο άτομο ή ομάδα ατόμων με το όνομα Satoshi Nakamoto και κυκλοφόρησε ως λογισμικό ανοιχτού κώδικα το 2009. Το σύστημα είναι peer-to-peer και οι συναλλαγές γίνονται απευθείας μεταξύ χρηστών χωρίς μεσάζοντα. Αυτές οι συναλλαγές επαληθεύονται από κόμβους δικτύου και καταγράφονται σε ένα δημόσια διανεμημένο βιβλίο που ονομάζεται blockchain (Lipton & Treccani, 2021). Είναι δυνατή η ανταλλαγή με άλλα νομίσματα, προϊόντα ή υπηρεσίες. Από τον Φεβρουάριο του 2015, περισσότεροι από 100.000 έμποροι και πωλητές είχαν λάβει Bitcoin ως πληρωμή, ενώ στις μέρες μας το Bitcoin μπορεί να θεωρηθεί ένας τομέας επένδυσης. Σύμφωνα με έρευνα του Πανεπιστημίου του Κέμπριτζ το 2017, υπάρχουν μεταξύ 2,9 και 5,8 εκατομμύρια χρηστών που χρησιμοποιούσαν κάποιο είδος ψηφιακού νομίσματος, οι περισσότεροι από τους οποίους χρησιμοποιούσαν το Bitcoin (Hileman & Rauchs, 2017).

2.2 Κρυπτονομίσματα

2.2.1. Ιστορία ψηφιακών νομισμάτων

Το 1983, η έννοια των ψηφιακών μετρητών ξεκίνησε με μια ερευνητική εργασία του David Chaum (Franco, 2015). Η πρώτη μορφή ψηφιακών νομισμάτων στον κόσμο ξεκίνησε το 1990, μέσω της ίδρυσης της DigiCash, μιας εταιρείας ηλεκτρονικών μετρητών στο Άμστερνταμ, όπου ο Chaum προσπάθησε να εμπορευματοποιήσει την έρευνά του. Παρόλο που υπήρχε ενδιαφέρον από ορισμένες τράπεζες, όπως η Deutsche bank και η Credoir Suisse, η πρωτοβουλία απέτυχε και η εταιρεία πτώχευσε το 1997 (Halaburda & Sarvary, 2016).

Η φούσκα Dot-com αποτέλεσε για πολλούς την πηγή των ψηφιακών νομισμάτων τη δεκαετία του 1990. Μερικές από τις υπηρεσίες ψηφιακών νομισμάτων που βασίστηκαν σε αυτή είναι το E-gold, το οποίο είναι ένα από τα πρώτα ψηφιακά νομίσματα μέσω διαπραγμάτευσης χρυσού, η Liberty Reserve, η οποία αφορούσε τη μετατροπή δολαρίων σε ευρώ και αντίστροφα. Αυτές οι δύο υπηρεσίες έγιναν δημοφιλείς σε σύντομο χρονικό διάστημα για ξέπλυμα βρώμικου χρήματος που τις οδήγησε να κλείσουν από την κυβέρνηση των ΗΠΑ (Lipton & Treccani, 2021).

Ένα άλλο είδος ψηφιακού νομίσματος ήταν τα νομίσματα Q, που δημιουργήθηκαν από τον κινεζικό πάροχο διαδικτύου Tencent, που αρχικά χρησιμοποιήθηκαν για την αγορά εικονικών αγαθών, όπως αποθηκευτικό χώρο. Μετά από κάποιο χρονικό διάστημα πάνω από 100 εκατομμύρια Κινέζων χρησιμοποιούσαν ψηφιακά νομίσματα Q με τον όγκο συναλλαγών μέσω Qs να ανέρχεται σε μερικά δισεκατομμύρια γιουάν. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η κυβέρνηση της Κίνας να απαγορεύσει τη χρήση των Qs, καθώς φοβόταν ότι τα Qs θα αποσταθεροποιούσαν την οικονομία και την ίδια τη νομισματική μονάδα της χώρας (Klein et al., 2018).

Το Bitcoin εμφανίστηκε το 2008 μαζί με την ανάπτυξη της τεχνολογίας της κρυπτογράφησης, κάτι που προκάλεσε μεγάλο ενδιαφέρον και ζήτηση για τα ψηφιακά νομίσματα. Το Bitcoin είναι πλέον το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο και αποδεκτό ψηφιακό νόμισμα. Το 2007, ο Ιάπωνας Satoshi Nakamoto, ανέπτυξε την ιδέα του Bitcoin. Το 2008, οι Kin, Oksman και Bry, δηλώνοντας ότι δεν έχουν καμία σχέση με τον Satoshi Nakamoto, κατοχύρωσαν ένα δίπλωμα ευρεσιτεχνίας κρυπτογράφησης, έτσι το bitcoin.org δημιουργήθηκε στον ιστότοπο anonymousspeech.com. Ταυτόχρονα, εκείνη τη χρονιά άρχισαν να γίνονται δεκτές πληρωμές σε Bitcoin. Η τελική ιδέα του Bitcoin υλοποιήθηκε στις 3 Ιανουαρίου 2009

και 9 ημέρες μετά έγινε η πρώτη συναλλαγή με Bitcoin. Η συναλλαγματική ισοτιμία του πρώτου Bitcoin με το δολάριο, τον Οκτώβριο του 2009 ήταν 1 \$ για 1309,03 BTC (Kristoufek, 2018). Αυτή η συναλλαγματική ισοτιμία, ορίστηκε μέσω μιας εξίσωσης για το κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία ενός υπολογιστή που παράγει Bitcoin. Τον Φεβρουάριο του 2010 δημιουργήθηκε η πρώτη αγορά Bitcoin και τρεις μήνες αργότερα έγινε η πρώτη πραγματική συμφωνία με Bitcoins στη Φλόριντα. Τον Ιούλιο του 2010, η ισοτιμία \$ / BTC αυξάνεται από 0,008 \$ / BTC σε 0,08 \$ / BTC (δέκα φορές η αρχική ισοτιμία). Τον Νοέμβριο του 2010 του ίδιου έτους, η συνολική αγοραία αξία του Bitcoin φτάνει το 1 εκατομμύριο δολάρια και λίγους μήνες αργότερα, η ισοτιμία \$ / BTC αυξάνεται ακόμη περισσότερο.

Στα τέλη του 2012, η Bitcoin Central έλαβε άδεια λειτουργίας ως τράπεζα. Στις αρχές του 2013, η τιμή του bitcoin ξεπέρασε τα 15 δολάρια, ενώ οι συναλλαγές του BitPay έφτασαν στις 10.000. Τον Μάρτιο του ίδιου έτους, η κεφαλαιοποίηση του Bitcoin ξεπέρασε το 1 δισεκατομμύριο δολάρια και στο τέλος του έτους η ισοτιμία Bitcoin-δολαρίου έφτασε στα 1242 δολάρια ενώ ταυτόχρονα στην Κίνα απαγόρευσαν τη χρήση του, για την προστασία της οικονομίας τους. Τον Ιανουάριο του 2014, ο Διευθύνων Σύμβουλος της BitInstant κατηγορήθηκε για ξέπλυμα χρήματος, μια κατάσταση που οδήγησε σε έρευνες για την αποκάλυψη κλοπών καθώς και πολλές απάτες που έγιναν μέσω Bitcoin, από διαδικτυακούς χρήστες (Lantz & Cawrey, 2020).

Στα τέλη του 2017, το Bitcoin έγινε μέρος του διεθνούς χρηματοπιστωτικού συστήματος και ενώ το μεγαλύτερο χρηματιστήριο μελλοντικής εκπλήρωσης και δικαιωμάτων στον κόσμο (Chicago Mercantile Exchange / CME) εξέδωσε ρυθμιζόμενα συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης σε Bitcoin. Αυτό οδήγησε, μαζί με την εκτεταμένη εξέλιξη των τιμών, στην ευρεία προσοχή των μέσων ενημέρωσης και στην ευαισθητοποίηση του κοινού για τα κρυπτονομίσματα (Lara Gómez & Demmler, 2018). Επιπλέον, πολλές χώρες άρχισαν να προσφέρουν ATM για το Bitcoin, όπου οι άνθρωποι μπορούν να κάνουν ανάληψη χρημάτων πουλώντας το Bitcoin τους. Ο αριθμός αυτών των ATM αυξήθηκε από μερικές εκατοντάδες το 2015 σε πάνω από 2.500 το 2018.

Λόγω του πρωτοκόλλου ανοιχτού κώδικα του Bitcoin, ο καθένας μπορεί να αντιγράψει τον αρχικό κώδικα και να δημιουργήσει ένα δικό του κρυπτονομίσμα,

κάτι που οδήγησε στην εμφάνιση πολλών άλλων κρυπτονομισμάτων. Ενώ μερικά από αυτά είναι απλά αντίγραφα, άλλα προσφέρουν λύσεις για προβλήματα του δικτύου Bitcoin, όπως ταχύτερες συναλλαγές, χαμηλότερη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, υψηλότερη ασφάλεια ή ευκολότερη χρήση (Halaburda & Sarvary, 2016). Οι μηχανισμοί των συστημάτων κρυπτονομισμάτων και οι συγκεκριμένες διαφορές μεταξύ τους θα εξηγηθούν στις επόμενες ενότητες.

2.2.2. Ορισμός κρυπτονομισμάτων

Τα κρυπτονομίσματα είναι εικονικά περιουσιακά στοιχεία σε αποκεντρωμένα συστήματα που είναι ασφαλισμένα με μεθόδους κρυπτογράφησης. Η κρυπτογράφηση ελέγχει τις συναλλαγές, αποτρέπει την απάτη και διαχειρίζεται την ανταλλαγή αυτών των περιουσιακών στοιχείων. Σε αντίθεση με τους τραπεζικούς λογαριασμούς, η ιδιοκτησία αυτών των περιουσιακών στοιχείων δεν ελέγχεται από κάποιο τρίτο μέρος (Franco, 2015). Όλες οι επιβεβαιωμένες συναλλαγές αποθηκεύονται ψηφιακά σε ένα «blockchain» που χρησιμεύει ως δημόσιο καθολικό ή λογιστικό σύστημα και είναι διαφανές και προσβάσιμο σε κάθε χρήστη του δικτύου (Gandal & Halaburda, 2014). Τα συστήματα δεν διαθέτουν χρηματοοικονομικούς διαμεσολαβητές ή αρχές που ελέγχουν τις συναλλαγές. Λειτουργούν παγκοσμίως και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για οποιοσδήποτε αγορές (για εικονικά ή φυσικά αγαθά) και επομένως ανταγωνίζονται τα επίσημα νομίσματα (European Central Bank, 2012). Οι συναλλαγές με κρυπτονομίσματα έχουν κοινά χαρακτηριστικά όπως χαμηλό κόστος συναλλαγής, γρήγορες συναλλαγές (σε σύγκριση με τις παραδοσιακές τραπεζικές υπηρεσίες), ανωνυμία, διαφάνεια και κανένα περιορισμό σχετικά με τα ποσά μεταφοράς ή τους παραλήπτες (Halaburda & Sarvary, 2016).

2.2.3. Τεχνολογία κρυπτονομισμάτων

Τα κρυπτονομίσματα βασίζονται κυρίως σε ένα δίκτυο peer-to-peer, όπου μεμονωμένοι χρήστες εμφανίζονται ως κόμβοι που διασυνδέονται με ελεύθερο λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Αυτό το λογισμικό επιτρέπει την κοινή χρήση πληροφοριών μεταξύ κόμβων στο δίκτυο. Επιπλέον, παρέχει ένα ενσωματωμένο ψηφιακό πορτοφόλι, συγκρίσιμο με έναν διαδικτυακό τραπεζικό λογαριασμό, όπου

τα κρυπτονομίσματα μπορούν να αποθηκευτούν σε έναν σκληρό δίσκο. Έτσι, το δίκτυο και το πορτοφόλι μαζί επιτρέπουν τη λήψη, αποστολή ή αποθήκευση κρυπτονομισμάτων (Berentsen & Schaer, 2017).

Η τεχνολογία δικτύου peer-to-peer χρησιμοποιήθηκε επίσης από πλατφόρμες κοινής χρήσης αρχείων όπως το "BitTorrent" στο παρελθόν και δεν είναι η βασική καινοτομία πίσω από τα κρυπτονομίσματα. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες να χρησιμοποιηθούν αυτά τα αποκεντρωμένα δίκτυα για οικονομικές συναλλαγές, οι οποίες απέτυχαν λόγω του λεγόμενου «προβλήματος διπλής δαπάνης». Δεδομένου ότι τα εικονικά νομίσματα δεν είναι τίποτα άλλο από ηλεκτρονικά δεδομένα που αποστέλλονται μεταξύ ατόμων, μπορούν να αντιγραφούν. Αυτό οδηγεί στο πρόβλημα ότι οι ίδιες μονάδες μπορούν να δαπανηθούν πολλές φορές (διπλή δαπάνη), γεγονός που καθιστά τη χρήση ως μέσο χρηματοοικονομικών συναλλαγών παράλογη. Ο Satoshi Nakamoto έλυσε το πρόβλημα της διπλής δαπάνης το 2008 με τη χρήση της «τεχνολογίας blockchain ledger» και της κρυπτογράφησης (Nakamoto, 2008). Μια τεχνολογία blockchain χρησιμεύει ως δημόσιο μέσο και είναι ορατή σε κάθε χρήστη του δικτύου, δείχνει κάθε συναλλαγή που έχει γίνει ποτέ και απαριθμεί τους κατόχους κρυπτονομισμάτων.

Το δίκτυο μπορεί, επομένως, να διασφαλίσει ότι οι μονάδες δαπανώνται μόνο μία φορά. Επιπλέον, επιβεβαιώνει την εγκυρότητα των συναλλαγών και διασφαλίζει ότι ένα κρυπτονόμισμα δεν δαπανάται δύο φορές. Το λογισμικό χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση για να δημιουργήσει ψευδώνυμα, δηλαδή δημόσια κλειδιά, που χρησιμεύουν ως αριθμός λογαριασμού, για να διατηρήσει την ταυτότητα αλλά ταυτόχρονα και την ανωνυμία του χρήστη. Κάθε χρήστης έχει ένα δημόσιο κλειδί και ένα ιδιωτικό κλειδί (παρόμοιο με έναν κωδικό PIN) που χρησιμοποιούνται για την αναγνώριση του νόμιμου κατόχου. Οι χειριστές του blockchain ονομάζονται miners και έχουν δύο βασικά καθήκοντα, τα οποία είναι η επιβεβαίωση των συναλλαγών και η εξόρυξη νέων κρυπτονομισμάτων παρέχοντας υπολογιστική ισχύ. Οι miners είναι συγκρίσιμοι με εταιρείες εξόρυξης χρυσού που εξορύσσουν χρυσό και τον πωλούν στις αγορές. Σε αντίθεση με τις εταιρείες εξόρυξης χρυσού, η εξόρυξη κρυπτονομισμάτων λειτουργεί παρέχοντας ισχύ στο δίκτυο με ανταμοιβές με τη μορφή μονάδων κρυπτονομισμάτων.

Η συνολική ποσότητα των μη εξορυσσόμενων κρυπτονομισμάτων είναι συνήθως περιορισμένη, παρόμοια με τη συνολική ποσότητα διαθέσιμου χρυσού.

Επιπλέον, το σύστημα μειώνει τις ανταμοιβές για τους miners μετά την κυκλοφορία ενός συγκεκριμένου αριθμού κρυπτονομισμάτων, γεγονός που καθιστά ολοένα και πιο δύσκολο να κερδίσουν χρήματα με την εξόρυξη (Berentsen & Schaer, 2017).

2.2.4. Ανταγωνισμός μεταξύ κρυπτονομισμάτων

Τα χαμηλά εμπόδια εισόδου με τη μορφή διαθέσιμων στο κοινό αλγορίθμων και οι χαμηλές κεφαλαιακές απαιτήσεις σε συνδυασμό με μια εξαιρετικά κερδοφόρα επιχείρηση οδήγησαν σε έναν αυξανόμενο αριθμό εναλλακτικών κρυπτονομισμάτων. Τα περισσότερα κρυπτονομίσματα είναι εξειδικευμένα στην επίλυση συγκεκριμένων προβλημάτων για να ξεχωρίζουν από τα ανταγωνιστικά κρυπτονομίσματα. Ωστόσο, λειτουργούν όλοι στην ίδια αγορά και ανταγωνίζονται μεταξύ τους (Halaburda & Sarvary, 2016).

Οι Zargar & Kumar(2019) διαπιστώνουν ότι τα κρυπτονομίσματα μπορούν να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έχοντας καλύτερη φήμη, υψηλότερη σταθερότητα τιμών, μεγαλύτερη έλξη μέσω ενημέρωσης, υψηλότερη ρευστότητα και κεφαλαιοποίηση αγοράς, ταχύτερες συναλλαγές και μεγαλύτερη αποδοχή ως μέσο πληρωμής. Παρά τις αρνητικές ιδιότητές του, η επιτυχία του Bitcoin βασίζεται στο πλεονέκτημα της πρώτης κίνησης. Επέτρεψε στο Bitcoin να προσελκύσει μεγάλους οπαδούς και τη μεγαλύτερη προσοχή των μέσων ενημέρωσης.

Ενώ υπάρχουν πολλά διαφορετικά κρυπτονομίσματα, θα επικεντρωθούμε σε πέντε από τα πιο σημαντικά και πιο δημοφιλή κρυπτονομίσματα. Στη συνέχεια, συνοψίζουμε τις ιδιότητες τεσσάρων εναλλακτικών κρυπτονομισμάτων ("Altcoins") και επισημαίνουμε τις διαφορές με το αρχικό Bitcoin.

Ether (ETH): Το Ethereum ιδρύθηκε το 2015 και είναι ένα δίκτυο που ολοκληρώνει ορισμένες εργασίες εντός του δικτύου. Το υποκείμενο κρυπτονομίσμα που βασίζεται σε αυτήν την τεχνολογία δικτύου ονομάζεται Ether. Μαζί με το Bitcoin, το Ether θεωρείται ένα πολύ καινοτόμο κρυπτονομίσμα. Το Ethereum στοχεύει να προσφέρει πιο σύνθετες χρηματοοικονομικές συναλλαγές από το Bitcoin, όπως συναλλαγές και διακανονισμό χρηματοοικονομικών ροών μεταξύ τραπεζών. Επιτρέπει την αυτόματη διαχείριση, δημιουργία και εκτέλεση αποκεντρωμένων συμβάσεων. Σήμερα, η καινοτόμος τεχνολογία πίσω από το Ethereum, τα λεγόμενα «έξυπνα συμβόλαια», χρησιμοποιείται στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας

ορισμένων βιομηχανικών εταιρειών. Ωστόσο, οι πρακτικές εφαρμογές του Ethereum βασίζονται στην τεχνολογία του δικτύου του και όχι στο ίδιο το κρυπτονόμισμα (Popper, 2017).

Ripple (XRP): Με πρώτη διαπραγμάτευση το 2013, το Ripple είναι ένα κρυπτονόμισμα που εκδόθηκε από την εταιρεία Ripple Labs. Αυτό είναι, επομένως, ένα από τα πρώτα κρυπτονομίσματα που δημιουργήθηκε από μια επαγγελματική εταιρεία που επιδιώκει κέρδη. Το δίκτυο Ripple χρειάζεται μόνο λίγα δευτερόλεπτα για να επιβεβαιώσει τις συναλλαγές, κάτι που το καθιστά πολύ πιο γρήγορο από το Bitcoin. Σε αντίθεση με το Bitcoin, το Ripple εστιάζει στις τράπεζες ως χρήστες (π.χ. Morgan Stanley, Standard Chartered, Banco Santander) που διαχειρίζονται πληρωμές μέσω του δικτύου Ripple. Ωστόσο, οι περισσότερες τράπεζες διστάζουν να αναπτύξουν μια μεγάλης κλίμακας εφαρμογή, αλλά αντίθετα δοκιμάζουν τις τεχνολογικές δυνατότητες του δικτύου (Celeste, Corbet & Gurdgiev, 2018).

Litecoin (LTC) και Dash: Αυτά τα δύο κρυπτονομίσματα μοιάζουν πολύ με το Bitcoin και προσπαθούν να λύσουν συγκεκριμένα προβλήματα του αρχικού κώδικα, όπως η ταχύτητα ή η ανωνυμία, αλλά δεν προσφέρουν καμία σημαντική καινοτομία πέρα από αυτό. Το Litecoin δημιουργήθηκε τον Οκτώβριο του 2011 ως ένα από τα πρώτα Altcoin. Ο πρωταρχικός στόχος ήταν η παροχή ταχύτερης επιβεβαίωσης των συναλλαγών, η οποία διαρκεί 10 λεπτά στο δίκτυο Bitcoin και μειώνεται σε 2,5 λεπτά στο δίκτυο Litecoin. Παρόμοια με το Litecoin, το Dash εισήχθη για να παρέχει ταχύτερη επιβεβαίωση των συναλλαγών. Μπορεί να επιβεβαιώσει τις συναλλαγές μέσα σε δευτερόλεπτα (άμεση επιβεβαίωση) και να παρέχει υψηλότερο βαθμό ανωνυμίας (Franco, 2015).

2.2.5. Πλεονεκτήματα κρυπτονομισμάτων

Αποφυγή πληθωρισμού: Ο πληθωρισμός εμφανίζεται όταν τα επίπεδα τιμών των αγαθών ή/και των υπηρεσιών αυξάνονται. Ο πληθωρισμός υπολογίζεται ετησίως με βάση τις ποσοστιαίες αυξήσεις των παραπάνω. Η αξία του χρήματος μπορεί να αλλάξει κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου πληθωρισμού. Με ένα παραδοσιακό νόμισμα, μια κεντρική διοικητική αρχή (όπως μια κεντρική τράπεζα) έχει τον πλήρη έλεγχο των τιμών στις οποίες έχει εκδοθεί το νόμισμα. Τα κρυπτονομίσματα, σύμφωνα με τους δημιουργούς και τους υποστηρικτές τους, ξεπερνούν τους

περιορισμούς των παραδοσιακών νομισμάτων (όπως ο πληθωρισμός) που προκύπτουν από τη μονοπωλιακή προσφορά και τη διαχείριση της κεντρικής τράπεζας (Franco, 2015). Τα κρυπτονομίσματα δημιουργούνται μέσω ενός δικτύου peer-to-peer και το πρωτόκολλό του έχει προκαθορίσει τις τιμές με τις οποίες θα εκδίδεται το νόμισμα και η ποσότητα που είναι διαθέσιμη στην αγορά (ελεγχόμενο όφελος). Για παράδειγμα, υπάρχουν πάνω από δώδεκα εκατομμύρια Bitcoin σήμερα και αυτός ο αριθμός δεν θα ξεπεράσει ποτέ τα είκοσι εκατομμύρια, επομένως ο πληθωρισμός θα είναι πάντα υπό έλεγχο (Guizani & Nafti, 2019).

Χωρίς ρυθμιστική αρχή: Ένα πλεονέκτημα της χρήσης κρυπτονομισμάτων είναι η απουσία ρυθμιστικής αρχής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι μελλοντικοί χρήστες είναι ολοένα και πιο δυσαρεστημένοι από τις κυβερνήσεις ή τις κεντρικές τράπεζες λόγω της οικονομικής κρίσης που ξέσπασε πρόσφατα. Οι κυβερνήσεις έχουν χάσει την εμπιστοσύνη των πολιτών λόγω διαφθοράς και για αυτό οι ίδιοι οι πολίτες καταφεύγουν σε άλλους τρόπους χρήσης των χρημάτων τους, παρακάμπτοντας κάθε είδους κρατική παρέμβαση και ρύθμιση. Σύμφωνα με τον Kristoufek(2018), ενώ τα εθνικά νομίσματα βασίζονται σε κυβερνητικές πολιτικές για την προστασία και την ενίσχυση της αξίας τους, τα ψηφιακά νομίσματα θα καλύπτουν τις υπάρχουσες ανάγκες της αγοράς και δεν θα επηρεάζονται από τις πολιτικές των εθνικών κυβερνήσεων και τα διάφορα συγκεκριμένα συμφέροντα που εκπροσωπούν. Οι επιπτώσεις της οικονομικής κρίσης είναι εμφανείς μέχρι σήμερα σε πολλές χώρες του κόσμου. Οι αυστηροί έλεγχοι κεφαλαίων και ο υψηλός πληθωρισμός παγκοσμίως υποδηλώνουν αύξηση της χρήσης κρυπτονομισμάτων καθώς είναι ένα εργαλείο που δεν μπορεί να χειραγωγηθεί. (Lara Gómez& Demmler, 2018).

Ταχύτητα και κόστος: Η ελεύθερη κυκλοφορία των κεφαλαίων μπορεί να διευκολυνθεί καθώς το Bitcoin υπερβαίνει κάθε είδους σύνορα. Τα γεγονότα δείχνουν επίσης ότι η δυναμική των κρυπτονομισμάτων θα συμβάλει στην παραγωγικότητα και την καινοτομία παγκοσμίως. Βασικά, αυτό μπορεί να επιτευχθεί μέσω διαπραγματεύσεων χωρίς οικονομικές τριβές ή ακόμη και με ελεύθερη ροή κεφαλαίων χωρίς συννοριακούς φραγμούς και χωρίς παρεμπόδιση των φορολογικών συστημάτων άλλων χωρών (Matsuura, 2016). Η χρήση ψηφιακών νομισμάτων για διάφορες συναλλαγές έχει το πλεονέκτημα ότι οι συναλλαγές γίνονται πιο γρήγορες και φθηνότερες. Η αποστολή εμβασμάτων σε όλο τον κόσμο με χρήση παραδοσιακών

νομισμάτων είναι αρκετά χρονοβόρα έως ότου παραληφθούν και ο αγοραστής θα πρέπει να διαθέσει ένα μικρό ποσοστό για χρεώσεις συναλλαγών. Αντίθετα, η μεταφορά ψηφιακών νομισμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα οπουδήποτε στον κόσμο χωρίς πρόσθετο κόστος, όπως χρεώσεις συναλλαγής ή οποιοδήποτε άλλο πρόσθετο κόστος (Halaburda & Sarvary, 2016)

Ένα βασικό πλεονέκτημα είναι ότι ένας χρήστης ψηφιακού νομίσματος μπορεί να συναλλάσσεται οπουδήποτε στον κόσμο χωρίς να χρειάζεται να μετατρέπει το νόμισμα από χώρα σε χώρα και χωρίς καμία επιβάρυνση συναλλαγών. Τα ψηφιακά νομίσματα μπορούν να αποφύγουν αυτό το κόστος επειδή έχουν σχεδιαστεί για χρήση σε διακρατική βάση μέσω του Διαδικτύου. Τα Bitcoin είναι «καθολικά» με την έννοια ότι μπορούν να λειτουργούν εκτός ενός συστήματος πολλαπλών νομισμάτων, αποφεύγοντας έτσι το κόστος των συναλλαγών συναλλάγματος (Lantz & Cawrey, 2020).

Απόρρητο συναλλαγών: Δίνει στον χρήστη τη δυνατότητα να δημιουργήσει όσες διευθύνσεις θέλει για να πραγματοποιήσει τις συναλλαγές του. Πρόκειται για ψευδώνυμους λογαριασμούς, οι οποίοι δεν έχουν καμία απολύτως σχέση με τα πραγματικά δεδομένα χρήστη, αν και υπάρχουν ορισμένες δυνατότητες που πρέπει να αναγνωριστούν από το δίκτυο. Αυτό διατηρεί το απόρρητο των προσωπικών πληροφοριών των χρηστών προκειμένου οι συναλλαγές να γίνονται απρόσωπες. Αυτό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι οι συναλλαγές είναι ανώνυμες αφού όλες οι συναλλαγές δημοσιεύονται ακόμη και αν μόνο ένας παραλήπτης είναι δημόσιος. Για το λόγο αυτό, οι παράνομες δραστηριότητες δεν μπορούν να καλυφθούν από τη χρήση κρυπτονομισμάτων, ειδικά όταν πρόκειται για δραστηριότητες μεγάλης κλίμακας αυτού του είδους. Σε αυτές τις περιπτώσεις, οι χρήστες δεν μπορούν να αποφύγουν την αποκάλυψη παρανομίας καθώς οι συναλλαγές δεν διαγράφονται ακόμη και μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα, αλλά είναι πάντα διαθέσιμες σε όλους (Anyfantaki, Arvanitis & Topaloglou, 2021).

Έλεγχος χρήστη: Η κλοπή προσωπικών δεδομένων από άλλους χρήστες (προσωπικό πορτοφόλι και ζεύγος κλειδιών) είναι αδύνατη καθώς ο ιδιοκτήτης είναι ο μόνος που μπορεί να εκτελέσει συναλλαγές εάν δεν έχει μοιραστεί τον προσωπικό του κωδικό σε τρίτους. Έτσι, η πρόσβαση στα κρυπτονομίσματα κάθε χρήστη προστατεύονται (Nica, Piotrowska & Schenk-Hopp, 2017).

2.2.6. Μειονεκτήματα κρυπτονομισμάτων

Εγκληματικές δραστηριότητες: Το ξέπλυμα χρήματος αναφέρεται στον τρόπο απόκρυψης της αρχικής πηγής χρημάτων για τους εγκληματίες. Η χρήση ψηφιακών νομισμάτων για εγκληματικές πράξεις μπορεί να πραγματοποιηθεί για παράδειγμα μέσα από τις μεταφορές του Bitcoin χωρίς να αποκαλύπτεται η πραγματική πηγή και ο προορισμός (αυτό μπορεί επίσης να συσχετιστεί με φοροδιαφυγή). Η διακίνηση ναρκωτικών μπορεί επίσης να συνδεθεί με ξέπλυμα χρήματος λόγω ιστορικών γεγονότων με τον Δρόμο του Μεταξιού στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το Silk Road ήταν ένα ηλεκτρονικό κατάστημα που πουλούσε παράνομα ναρκωτικά και είχε διαθέσιμο περιορισμένο αριθμό λογαριασμών χρηστών, όπου οι χρήστες μπορούσαν να αγοράσουν τα φάρμακα που ήθελαν μόνο με Bitcoin. Ο ιδιοκτήτης του Silk Road συνελήφθη το 2013 για διακίνηση ναρκωτικών και ξέπλυμα μαύρου χρήματος (Nica, Piotrowska& Schenk-Horpp, 2017).

Παραβίαση υπολογιστών: Κάθε χρήστης ψηφιακού νομίσματος υποχρεούται να αποθηκεύει τα εικονικά του χρήματα σε ένα πορτοφόλι. Εάν αυτό δεν συμβεί, το ζεύγος κλειδιών αποθηκεύεται στον σκληρό δίσκο. Αλλά σε αυτή την περίπτωση, οι χάκερ έχουν ευκολότερη πρόσβαση στα κρυπτονομίσματα. Οι περιπτώσεις αυτές, μετά από σχετικές αναφορές, αποδεικνύονται πολλές, και ισοδυναμούν με κλοπή έως και εκατομμυρίων Bitcoin (Zargar& Kumar, 2019).

Τρομοκρατία: Η διατήρηση της ανωνυμίας και η εύκολη πρόσβαση σε ψηφιακά νομίσματα είναι αυτά που ωθούν τις τρομοκρατικές ομάδες να ποινικοποιήσουν σε βάρος των χρηστών τους. Τρομοκρατικές ομάδες σε όλο τον κόσμο έχουν χρησιμοποιήσει Bitcoins επειδή τους επιτρέπει να αποφεύγουν διάφορες διεθνείς κυρώσεις. Η χρήση εικονικών νομισμάτων καθιστά εύκολη την απόκρυψη των χρημάτων τους και τη χρήση τους από άλλους ανθρώπους, ιδιαίτερα από τις κυβερνήσεις, και είναι αποτέλεσμα εγκληματιών και τρομοκρατών να μπορούν να πραγματοποιούν παράνομες δραστηριότητες (Patel& Pereira, 2020).

Ασαφές νομικό πλαίσιο: Η ουσία και τα χαρακτηριστικά των Bitcoin είναι τέτοια που ακόμη και η ευρωπαϊκή νομοθεσία με την υιοθέτηση μέτρων για κεντρικά ελεγχόμενα ψηφιακά νομίσματα δεν έχει καταφέρει να αποτρέψει την εισαγωγή νέων παραμέτρων που δεν έχουν, φυσικά, αντιμετωπιστεί στο σύνολό τους σε καμία χώρα.

Ορισμένες ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γερμανία, έχουν ορίσει τα ψηφιακά νομίσματα ως «ιδιωτικό χρήμα». Ενώ η Ολλανδία έχει ορίσει ότι τα ψηφιακά νομίσματα είναι κάτι που δεν χρειάζεται την παρέμβαση ή τον έλεγχο της κεντρικής τράπεζας της χώρας (Enyi& Le, 2017). Στις ΗΠΑ καταβάλλονται προσπάθειες για την αποφυγή εγκληματικών οικονομικών ενεργειών. Ωστόσο, η επιτυχία αυτής της ενέργειας έχει αμφισβητηθεί μέχρι στιγμής, εκτός από την επιβράδυνση των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τις επιχειρήσεις και εκτελούνται με χρήση Bitcoins και πελατών στις ΗΠΑ. Η πλήρης απαγόρευση συναλλαγών σε ψηφιακά νομίσματα σε μία χώρα είναι πρακτικά αδύνατο και ταυτόχρονα δύσκολο να εφαρμοστεί στην πραγματικότητα. Δεν αποκλείεται στην προσπάθειά της να διερευνήσει, ωστόσο, να εφαρμόσει αναδρομικές οδηγίες που αλλάζουν το τοπίο, επηρεάζοντας κυρίως τις επιχειρηματικές απαιτήσεις, αλλά όχι τόσο από τους χρήστες. Το σημείο κλειδί στο οποίο μπορεί να παρέμβει το κράτος είναι η ανταλλαγή ψηφιακών με κρατικά νομίσματα, ειδικά εάν εισαχθούν νομικά πλαίσια είτε σε τοπικό είτε σε διεθνές επίπεδο (Thomas, 2020).

2.3 Υπόθεση αποτελεσματικής αγοράς

Στις χρηματοπιστωτικές αγορές και ιδιαίτερα στις χρηματιστηριακές αγορές ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει η διερεύνηση της πιθανής πρόβλεψης της συμπεριφοράς των χρηματιστηριακών αγορών από διάφορους παράγοντες. Αυτός είναι και ο λόγος που προσελκύουν τόσο επενδυτές όσο και ερευνητές. Οι επενδυτές θέλουν να προβλέψουν την αγορά για να αποκομίσουν μεγαλύτερες αποδόσεις στις επενδύσεις τους. Από την άλλη πλευρά οι ακαδημαϊκοί μελετούν την πρόβλεψη από την πλευρά της αποτελεσματικότητας των προβλεπτικών μοντέλων που οι ίδιοι προτείνουν. Στην πραγματικότητα, οι χρηματοπιστωτικές αγορές θέτουν μια μεγάλη πρόκληση για την ανάπτυξη των μοντέλων πρόβλεψης. Δεν είναι μόνο οι οικονομολόγοι που κατά καιρούς έχουν ασχοληθεί με τέτοιου είδους μοντέλα, αλλά και ερευνητές από άλλους τομείς συμπεριλαμβανομένων των στατιστικών επιστημών, των μαθηματικών, της φυσικής, της ψυχολογίας και των κοινωνικών επιστημών. Σκοπός σε κάθε περίπτωση είναι η πρόβλεψη των τιμών μιας μετοχής από πληροφορίες που υπάρχουν διαθέσιμες από προηγούμενες χρονικές στιγμές. Αλλά όλες αυτές οι προσπάθειες δεν έχουν επιτυχία. Έτσι δημιουργείται το ερώτημα: Για ποιο λόγο όμως οι τιμές των

χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων (μετοχών) είναι απρόβλεπτες; Την απάντηση σε αυτό το ερώτημα την δίνει η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (Patil & Rastogi, 2020).

Η χρηματοοικονομική αγορά επηρεάζεται άμεσα από τις σχετικές με αυτήν πληροφορίες. Οι τιμές των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων σε ένα σημείο του χρόνου αντανακλούν τις προσδοκίες των επενδυτών που διαμορφώνονται κυρίως από τις διαθέσιμες πληροφορίες. Η ακρίβεια και η ταχύτητα με την οποία η αγορά μεταφράζει την προσδοκία σε τιμές είναι γνωστή ως αποτελεσματικότητα της αγοράς. Ο Fama (1970) ανέφερε ότι: «μια αγορά στην οποία οι τιμές πάντα αντανακλούν πλήρως τις διαθέσιμες πληροφορίες ονομάζεται αποτελεσματική.» Σε μια αποτελεσματική αγορά η τιμή γρήγορα μεταφράζει τις διαθέσιμες πληροφορίες.

Εδώ η απόδοση του όρου της αποτελεσματικής αγοράς χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της «πληροφοριακής αποτελεσματικότητας» (informational efficiency) και όχι της «επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας» (operational efficiency) και της «αποτελεσματικής κατανομής πόρων» (allocative efficiency) (Degutis & Novickyte, 2014).

Η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (ΥΑΑ) έχει να κάνει με την πληροφοριακή αποτελεσματικότητα και βασίζεται στην ιδέα ότι οι τιμές των μετοχών στην αγορά ή ισοδύναμα οι αποδόσεις τους είναι απρόβλεπτες και δεν μπορούν να ακολουθούν κάποιο πρότυπο και γι 'αυτό είναι αδύνατο για κάποιον ερευνητή ή επενδυτή να "χτυπήσει την αγορά". Σύμφωνα με την θεωρία της ΥΑΑ οι τιμές των μετοχών αντανακλούν άμεσα και πλήρως όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες (Al-Khazali & Mirzaei, 2017).

Η θεωρία της ΥΑΑ υποδηλώνει ότι οι τιμές των περιουσιακών στοιχείων/μετοχών καθορίζονται από την προσφορά και τη ζήτηση στην ανταγωνιστική αγορά θεωρώντας ότι έχουμε ορθολογικούς επενδυτές και κατά συνέπεια παίρνονται ορθολογικές αποφάσεις. Οι ορθολογικοί επενδυτές συλλέγουν τις πληροφορίες που σχετίζονται με την εκάστοτε αγορά πολύ γρήγορα και ενσωματώνουν αμέσως αυτές τις πληροφορίες στις τιμές των μετοχών. Έτσι μόνο οι νέες πληροφορίες, όπως για παράδειγμα ειδήσεις, προκαλούν αλλαγές στις τιμές των μετοχών, αλλά η οποιαδήποτε είδηση εξ' ορισμού είναι απρόβλεπτη. Ως εκ τούτου, η χρηματιστηριακή αγορά, η οποία είναι άμεσα επηρεασμένη από τις ειδήσεις είναι

επίσης απρόβλεπτη. Οι Lorie και Hamilton (1973) όρισαν την αποτελεσματική αγορά ως εξής:

“Η αποτελεσματική αγορά σημαίνει την ικανότητα της αγοράς κεφαλαίων να λειτουργήσει αποτελεσματικά, έτσι ώστε οι τιμές των τίτλων να αντιδρούν γρήγορα στις νέες πληροφορίες. Αυτή η αποτελεσματικότητα θα παράγει τιμές που είναι κατάλληλες ως προς την τρέχουσα γνώση και οι επενδυτές θα είναι λιγότερο πιθανό να κάνουν απερίσκεπτες επενδύσεις”

Σύμφωνα με τη θεωρία της ΥΑΑ δεν υπάρχει δυνατότητα από τους επενδυτές να επιλέξουν υποτιμημένες μετοχές ούτε με χρήση τεχνικής ανάλυσης (μελέτη ιστορικών τιμών των μετοχών σε μια προσπάθεια για πρόβλεψη των μελλοντικών τιμών) ούτε με χρήση θεμελιώδους ανάλυσης (οικονομική ανάλυση όπως η ανάλυση της βιομηχανίας, ανάλυση της εταιρείας, αποτίμηση περιουσιακών στοιχείων κλπ). Έτσι, προκύπτει ότι οι ιστορικές τιμές των μετοχών δεν περιέχουν χρήσιμες πληροφορίες και δεν μπορούν να προβλέψουν τη μελλοντική αλλαγή και η σημερινή τιμή είναι εντελώς ανεξάρτητη από το παρελθόν των τιμών γι 'αυτό είναι χάσιμο χρόνου να αναλύσει κάποιος την απόδοση παρελθόντων χρονικών περιόδων και ως εκ τούτου δεν μπορεί να επιτευχθεί κέρδος από τέτοιου είδους προσέγγιση (Degutis & Novickyte, 2014).

Αν μιλήσουμε για το ιστορικό υπόβαθρο της θεωρίας ΥΑΑ, η έννοια της αποτελεσματικής αγορά είναι τόσο παλιά όσο και η ίδια χρηματιστηριακή αγορά, αλλά η υπόθεση για πρώτη φορά εκφράστηκε από τον Louis Bachelier, ένα Γάλλο μαθηματικό το 1900. Στη διατριβή του, «η θεωρία της κερδοσκοπίας» (The theory of speculation) είχε προτείνει ότι η διακύμανση των τιμών είναι τυχαία και δεν ακολουθεί κάποιο συγκεκριμένο προβλέψιμο μοτίβο. Το 1933 ο Cowles, ένας Αμερικανός οικονομολόγος και επιχειρηματίας προσπάθησε να διερευνήσει την προβλεψιμότητα των τιμών των μετοχών, ανέλυσε την απόδοση των επαγγελματιών της αγοράς και πρότεινε ότι η χρηματιστηριακή αγορά είναι μη προβλέψιμη. Επιπρόσθετα, παρατήρησε ότι ακόμη και οι επαγγελματίες επενδυτές δεν είναι σε θέση να επιτύχουν ασυνήθιστες υψηλές επιδόσεις στην αγορά. Περαιτέρω το 1934 ο Holbrook, υποστήριξε την θεωρία ΥΑΑ δείχνοντας εμπειρικά ότι σε μια ιδανική

αγορά, οι μεταβολές των τιμών ακολουθούν έναν τυχαίο περίπατο και έτσι είναι αδύνατο να προβλέψει κάποιος αυτές τις μεταβολές με επιτυχία (Bechev, 2006).

Το 1965 ο Paul Samuelsson ασχολήθηκε περαιτέρω με την έρευνα του Bachelier και ήταν ο πρώτος που έδωσε την επίσημη οικονομική έννοια της αποτελεσματικής της αγοράς. Πριν από την εργασία του Samuelsson οι ερευνητές πίστευαν ότι οι τυχαίες διακυμάνσεις των τιμών των περιουσιακών στοιχείων είναι μια αντανάκλαση της αναποτελεσματικότητας της αγοράς. Οι οικονομολόγοι έως τότε συνήθιζαν να βλέπουν αυτές τις παρατηρήσεις με μεγάλη δυσπιστία (Kendall, 1953). Σύμφωνα με αυτούς, αν οι τιμές καθορίζονται από τις «δυνάμεις της προσφοράς και της ζήτησης», τότε οι μεταβολές των τιμών θα πρέπει να κινούνται προς συγκεκριμένη κατεύθυνση (ανοδικά ή καθοδικά) και όχι τυχαία. Ο Samuelsson υποστήριξε ότι η τυχαία φύση των μεταβολών στις τιμές των περιουσιακών στοιχείων δεν είναι μια αντανάκλαση της αναποτελεσματικής λειτουργίας των χρηματοπιστωτικών αγορών αλλά είναι μια αντανάκλαση της αποτελεσματικότητάς τους. Σε μια αποτελεσματική αγορά, οι τιμές αντανακλούν όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες σε ένα συγκεκριμένο σημείο του χρόνου και οι τιμές αλλάζουν μόνο όταν νέες πληροφορίες (ειδήσεις) φτάνουν στην αγορά. Δεδομένου ότι, οι ειδήσεις, εξ ορισμού, είναι απρόβλεπτες και τυχαίες στη φύση τους ως εκ τούτου, προκαλούν τυχαίες μεταβολές των τιμών. Ο Mandelbrot (1966) υποστήριξε επίσης την άποψη αυτή. Υποστήριξε δηλαδή ότι εάν οι αγορές λειτουργούν σωστά, τότε όλες οι δημόσιες (και, σε ορισμένες φορές, ιδιωτικές) πληροφορίες σχετικά με ένα περιουσιακό στοιχείο θα αντικατοπτρίζονται αμέσως στην τιμή του. Αν οι μεταβολές των τιμών είναι τυχαίες και μη προβλέψιμες είναι επειδή οι επενδυτές κάνουν τη δουλειά τους δηλαδή όλες οι ευκαιρίες arbitrage έχουν ήδη αξιοποιηθεί στο βαθμό στον οποίο μπορεί αυτό να γίνει.

Το 1965, ο όρος «Αποτελεσματική Αγορά» εμφανίστηκε ξανά σε έρευνα του Fama ο οποίος εξήγησε πώς η θεωρία της ΥΑΑ έχει σημαντικές προκλήσεις τόσο για τεχνικούς όσο και για οικονομικούς αναλυτές. Μερικοί σημαντικοί ορισμοί που σχετίζονται με την αποτελεσματική υπόθεση της αγοράς έχουν ως εξής:

Ο Fama (1965) ορίζει την θεωρία της ΥΑΑ

"... μια" αποτελεσματική "αγορά είναι, μια αγορά όπου, λόγω των διαθέσιμων πληροφοριών, οι πραγματικές τιμές σε κάθε χρονική στιγμή είναι πολύ καλές εκτιμήσεις της εγγενούς αξίας."

Ο Jensen (1978) υποστήριξε ότι:

“Η αγορά είναι αποτελεσματική σε σχέση με ένα σύνολο πληροφοριών θ εάν είναι αδύνατο να πραγματοποιηθούν οικονομικά κέρδη από ενέργειες βάσει των πληροφοριών του θ ”

Ο Fama (1998) υποστήριξε ότι:

“Η αποτελεσματικότητα της αγοράς (η υπόθεση ότι οι τιμές αντικατοπτρίζουν πλήρως τις διαθέσιμες πληροφορίες) σημαίνει ότι η αναμενόμενη αξία των αναμενόμενων αποδόσεων είναι μηδέν, αλλά η τύχη δημιουργεί αποκλίσεις από το μηδέν (ανωμαλίες) και στις δύο κατευθύνσεις”

Τέλος, οι Timmerman και Granger (2004) υποστήριξαν ότι:

“Μια αγορά είναι αποτελεσματική ως προς το σύνολο πληροφοριών, Ω_t , τις τεχνολογίες αναζήτησης, St , και τα μοντέλα πρόβλεψης, Mt , εάν είναι αδύνατο να επιτευχθεί οικονομικό κέρδος από τις προβλέψεις που παράγονται από ένα μοντέλο πρόβλεψης από το Mt και το οποίο ορίζεται πάνω στις διαθέσιμες πληροφορίες του συνόλου Ω_t και οι οποίες επιλέγονται με τη χρήση μιας τεχνολογίας αναζήτησης από το St ”

Μερικές από τις πιο σημαντικές επιπτώσεις της ΥΑΑ είναι οι εξής:

- Η αγορά είναι αποτελεσματική, εάν η αντίδραση των τιμών της αγοράς στις νέες πληροφορίες είναι άμεση και αμερόληπτη.
- Οι τιμές των μετοχών αντιδρούν άμεσα στις ειδήσεις.
- Οι μεταβολές των τιμών είναι απρόβλεπτες, επειδή κανείς δεν γνωρίζει τις μελλοντικές ειδήσεις της αγοράς
- Οι τιμές ακολουθούν τυχαίο περίπατο, αν η σημερινή τιμή είναι ανοδική κανείς δεν μπορεί να πει ποια θα ήταν η τιμή της μετοχής αύριο

2.3.1 Ασθενής μορφή αποτελεσματικής αγοράς

Ο βαθμός της εκτίμησης της αποτελεσματικότητας της αγοράς χωρίζεται σε τρεις μορφές, όπου η αδύναμη εκδοχή της υπόστασης προϋποθέτει ότι δεν μπορεί να επιτευχθεί αφύσικη απόδοση με τη μελέτη των πληροφοριών που περιέχονται στις ιστορικές τιμές (Fama, 1970). Αν υπάρχουν μη φυσιολογικές αποδόσεις στις ιστορικές τιμές, αυτή η μορφή της αποτελεσματικότητας αποτυγχάνει. Σε πιο πρόσφατη βιβλιογραφία, η έννοια της αδύναμης μορφής επεκτάθηκε για να περιλάβει

επιπλέον στοιχεία της προβλεψιμότητας της απόδοσης (Fama,1991). Τα στοιχεία αυτά είναι οι προβλέψεις για μερίσματα, οι προβλέψεις επιτοκίων και τα εποχιακά πρότυπα, όπως η επίδραση του Ιανουαρίου, καθώς και οποιουδήποτε είδους αντιφατική στρατηγική που βασίζει την απόφαση κατανομής στις ιστορικές αποδόσεις.

Οι δοκιμές της ασθενούς εκτίμησης της μορφής είναι στην πραγματικότητα δοκιμές της προβλεψιμότητας της απόδοσης. Υπάρχει ένα πλούσιο σύνολο βιβλιογραφίας που παρουσιάζει στατιστικά σημαντικές επαναλαμβανόμενες μορφές απόδοσης, οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν για να δώσουν ασυνήθιστες αποδόσεις. Αυτή η βιβλιογραφία έχει αποδειχθεί μεγάλη πρόκληση για την Υπόθεση της Αποτελεσματικής Αγοράς από την δεκαετία του 1990 μέχρι σήμερα.

Η ανεπαρκής αποτελεσματικότητα της μορφής υποστηρίζει ότι οι μη φυσιολογικές αποδόσεις είναι αδύνατο να επιτευχθούν με την ανάλυση των τιμών από το παρελθόν. Οι μελλοντικές μεταβολές των τιμών θα πρέπει να καθορίζονται εξ ολοκλήρου από πληροφορίες που δεν περιλαμβάνονται στη σειρά τιμών. Οι τιμές των περιουσιακών στοιχείων πρέπει να ακολουθούν τυχαίους περιπάτους. Αν ισχύει η ασθενής μορφή, οι τιμές αποτελούνται μόνο από τρία στοιχεία: την τιμή της τελευταίας περιόδου, την αναμενόμενη απόδοση του περιουσιακού στοιχείου και το τυχαίο σφάλμα με αναμενόμενη μηδενική τιμή. Το τυχαίο σφάλμα αντιστοιχεί σε νέες μη αναμενόμενες πληροφορίες που απελευθερώνονται κατά τη διάρκεια της παρατηρούμενης περιόδου. Η αποτελεσματικότητα της ασθενούς μορφής εξετάζεται συνήθως μέσω στατιστικών δοκιμών ανεξαρτησίας (όπως δοκιμές αυτοσυσχέτισης και δοκιμαστικών ελέγχων) και δοκιμαστικών συναλλαγών (όπως κανόνες φίλτρου/ filter rule tests). Η πλειοψηφία των ακαδημαϊκών ερευνών υποστηρίζει την ασθενή απόδοση των κεφαλαιαγορών (Bechev, 2006).

2.3.2 Ημι-ισχυρή μορφή αποτελεσματικής αγοράς

Η ημι-ισχυρή αποτελεσματικότητα της μορφής υποδηλώνει ότι όλες οι διαθέσιμες στο κοινό πληροφορίες, όπως τα στοιχεία για τα προϊόντα των επιχειρήσεων, τις πράξεις, τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας και τους ισολογισμούς, αντικατοπτρίζονται πλήρως στις τιμές των σχετικών χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων άμεσα και αμερόληπτα. Έτσι, εκτός από τις ιστορικές τιμές, υποδηλώνει ότι οι υπερβολικές

αποδόσεις είναι αδύνατο να δημιουργηθούν βασίζοντας τις επενδυτικές αποφάσεις σε οποιαδήποτε διαθέσιμη στο κοινό πληροφορία. Συνεπώς, ενώ η αδύναμη αποτελεσματικότητα επιμένει ότι η τεχνική ανάλυση είναι άχρηστη στην αναζήτηση μη φυσιολογικών αποδόσεων, η ημι-ισχυρή αποτελεσματικότητα αποτρέπει επίσης όλες τις μορφές θεμελιώδους ανάλυσης. Οι πιο κοινές μορφές δοκιμών ημι-ισχυρής αποτελεσματικότητας περιλαμβάνουν μελέτες συμβάντων καθώς και διαφορετικές δοκιμές χρονολογικών σειρών. Η ακαδημαϊκή έρευνα δείχνει ότι οι χρηματοπιστωτικές αγορές είναι τυπικά αποτελεσματικές και στην ημι-ισχυρή μορφή (Chordia, Roll&Subrahmanyam, 2008).

2.3.2 Ισχυρή μορφή αποτελεσματικής αγοράς

Η ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας υποθέτει ότι όλες οι διαθέσιμες πληροφορίες, τόσο δημόσιες όσο και ιδιωτικές, αντικατοπτρίζονται στις τιμές των περιουσιακών στοιχείων. Στην περίπτωση αυτή, οι υπερβολικές αποδόσεις δεν μπορούν να επιτευχθούν μακροπρόθεσμα, ακόμη και αν ένας επενδυτής κατέχει εμπιστευτικές πληροφορίες. Αυτή η μορφή αποτελεσματικότητας είναι φυσικά η πιο αμφισβητούμενη εκδοχή της ΕΜΗ. Από θεωρητική άποψη, είναι η πιο συναρπαστική μορφή της ΕΜΗ, ενώ από πρακτική άποψη είναι η πιο δύσκολη μορφή που πρέπει να επιβεβαιωθεί. Η ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας θεωρείται συχνά ως σημείο αναφοράς έναντι της οποίας μπορούν να κριθούν αποκλίσεις από την αποτελεσματικότητα της αγοράς με την αυστηρότερη έννοια. Οι δοκιμές ισχυρής μορφής τείνουν να επικεντρώνονται στις αποδόσεις ομάδων επενδυτών με υπερβολική πληροφόρηση, συμπεριλαμβανομένων εταιρικών συμβούλων, διαχειριστών χρημάτων θεσμικών οργάνων, αναλυτών και ειδικών ανταλλαγών. Η πλειοψηφία των ακαδημαϊκών στοιχείων αντικρούει την ισχυρή μορφή αποτελεσματικότητας των χρηματοπιστωτικών αγορών (Fama, 1998).

3.Μεθοδολογία

3.1 Ερευνητικός σχεδιασμός και δεδομένα έρευνας

Για την παρούσα έρευνα συλλέχθηκαν δευτερογενή δεδομένα από τις βάσεις δεδομένων finance.yahoo και marketwatch. Τα δεδομένα της έρευνας αφορούσαν τους εξής δείκτες:

1. Τιμή Bitcoin, Ethereum, Cardano, Dogecoin, XRP
2. Ισοτιμία δολαρίου-ευρώ
3. Ισοτιμία δολαρίου-γιεν
4. Ισοτιμία δολαρίου-βρετανικής λίρας
5. Τιμή χρυσού
6. Dow Jones
7. S&P 500
8. Nikkei 225

Για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από ημερήσιες τιμές των παραπάνω κρυπτονομισμάτων και χρηματοοικονομικών δεικτών για την περίοδο μεταξύ 09/11/2017 και 30/06/2022.

3.2 Ανάλυση δεδομένων

Η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό επεξεργασίας δεδομένων STATA version 13. Ο αναλυτικός κώδικας για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων δίνεται στο παράρτημα της διπλωματικής εργασίας. Για τους σκοπούς της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκαν οι εξής αναλύσεις:

1. Ο έλεγχος Augmented Dickey-Fuller για τον έλεγχο της στασιμότητας των χρονοσειρών των χρηματιστηριακών δεικτών. Η μη στασιμότητα των χρονοσειρών μπορεί να επηρεάσει την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων και για αυτό το λόγο σε περιπτώσεις μη στασιμότητας καταφεύγουμε σε χρήση πρώτων διαφορών για την μετέπειτα ανάλυση. Οι Granger & Newbold (1974),

κατέληξαν στο ότι παραδοσιακοί στατιστικοί έλεγχοι των γραμμικών σχέσεων μεταξύ μη-στάσιμων χρονοσειρών μπορούν να αποβούν εσφαλμένοι και οι τιμές τους πλασματικές. Αυτό αποτελεί το λεγόμενο, κατά τους Granger και Newbold, «πρόβλημα ψευδούς παλινδρόμησης» (spurious regression). Μη απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης του ελέγχου είναι ένδειξη μη στασιμότητας.

2. Ο συντελεστής συσχέτισης του Pearson για να εξετάσουμε κατά πόσο υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων με τους υπόλοιπους δείκτες.
3. Η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση για να εξετάσουμε κατά πόσο οι δείκτες που επιλέχθηκαν (ισοτιμίες, τιμή χρυσού, χρηματιστηριακοί δείκτες) ερμηνεύουν ένα σημαντικό ποσοστό της μεταβλητότητας της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων
4. Μοντέλα VAR με στόχο να διερευνηθεί κατά πόσο η αστάθεια μιας χρηματιστηριακής αγοράς μπορεί να εξαπλωθεί σε άλλες χρηματιστηριακές αγορές του. Ένα μοντέλο VAR είναι αρκετά σημαντικό για την διερεύνηση του κατά πόσο ένας χρηματιστηριακός δείκτης ή κάποιες μακροοικονομικές μεταβλητές και οι χρονικές υστερήσεις τους (δηλαδή η συμπεριφορά τους τις προηγούμενες περιόδους) έχουν πραγματική και σημαντική επεξηγηματική δύναμη πάνω σε έναν άλλο δείκτη (εδώ απόδοση κρυπτονομισμάτων). Επιπλέον, σημαντικό ρόλο στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων παίζουν τα πρόσημα των εξισώσεων σε κάθε υστέρηση καθώς μας οδηγούν στην κατεύθυνση της αιτιότητας. Στην παρούσα έρευνα για το υπόδειγμα VAR ορίστηκαν ως ενδογενείς μεταβλητές οι αποδόσεις των κρυπτονομισμάτων ενώ ως εξωγενείς μεταβλητές ορίστηκαν οι υπόλοιποι δείκτες.
5. Η ανάλυση αιτιότητας κατά Granger για αν εξετασθεί κατά πόσο παρατηρείται σημαντική αιτιότητα μεταξύ της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων αλλά και μεταξύ της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων και των υπόλοιπων δεικτών.

Στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα.

4. Ανάπτυξη Θέματος

4.1 Υπόθεση αποτελεσματικής αγοράς και κρυπτονομίσματα

Η αγορά κρυπτονομισμάτων, και ειδικότερα η αγορά του Bitcoin, έχει βρεθεί ότι είναι σε μεγάλο βαθμό αναποτελεσματική (Urquhart, 2016; Vidal-Tomás & Ibañez, 2018; Jiang et al., 2018; Wei, 2018; Hu et al., 2019; Caporale et al., 2018; Zargar & Kumar 2019; Al-Yahyaee et al., 2018; Nan & Kaizoji, 2019). Ωστόσο, η αγορά κρυπτονομισμάτων μπορεί να είναι αποτελεσματική σε ορισμένες περιόδους (Kristoufek, 2018; Kristoufek & Vosvrda, 2019), ή η απόδοση τους μπορεί να είναι ασθενώς αποτελεσματική (Nadarajah & Chu, 2017). Άλλες μελέτες όπως αυτές των Omane-Adjepong και Alagidede (2019), Omane-Adjepong et al. (2019), Sifat et al., (2019), Antonakakis et al. (2019) και Katsiampa et al. (2019) έδειξαν επίσης ότι τα κρυπτονομίσματα συνδέονται μεταξύ τους έντονα αντανακλώντας τη διάχυση της αστάθειας, τη συμμεταβολή της αστάθειας και την μακροπρόθεσμη συνολοκλήρωση τους.

Οι συστηματικοί κίνδυνοι που ενέχονται σε τέτοιες αγορές διερευνώνται επίσης διεξοδικά στην έρευνα των Corbet et al. (2019). Ένας λόγος που αιτιολογεί τον αυξημένο κίνδυνο και την αναποτελεσματικότητα στην αγορά των κρυπτονομισμάτων μπορεί να είναι ότι σε αυτές τις αγορές ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθούν συναλλαγές και, ως εκ τούτου, η ρευστότητα ήταν σχετικά χαμηλή σε σύγκριση με άλλες αγορές. Η ευκολία διαπραγμάτευσης ενός κρυπτονομίσματος μπορεί να είναι σημαντικά διαφορετική από την ευκολία διαπραγμάτευσης ενός άλλου τέτοιου νομίσματος, επομένως η ρευστότητα σε διάφορα τέτοια νομίσματα ποικίλλει σημαντικά, (Phillip et al., 2018). Η ρευστότητα και η αποτελεσματικότητα της αγοράς συνδέονται στενά και διαφορετικές αγορές έχει αποδειχθεί ότι εμφανίζουν διαφορετικά επίπεδα ρευστότητας, (Amihud, 2002; Chordia et al., 2008; Leirvik, 2017; Wei, 2018; Brauneis & Mestel, 2018; De la Horra et al., 2019).

4.2 Μακροπρόθεσμή και βραχυπρόθεσμη σχέση μεταξύ κρυπτονομισμάτων

Οι Bação et al. (2018) ανέλυσαν το κατά πόσο υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ των τιμών των κρυπτονομισμάτων: Bitcoin, Ethereum, Ripple, Litecoin και BitcoinCash. Υπέθεσαν ότι η τιμή μεταξύ των κρυπτονομισμάτων θα πρέπει να είναι στενά συνδεδεμένη τόσο μακροπρόθεσμα όσο και βραχυπρόθεσμα. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα κρυπτονομίσματα ήταν όντως στενά συνδεδεμένα και ότι η πλειονότητα των επιδράσεων έλαβε χώρα εντός μιας ημέρας. Εξήχθη επίσης το συμπέρασμα ότι το Litecoin ήταν ο ηγέτης μετάδοσης πληροφοριών των πέντε κρυπτονομισμάτων που συμμετείχαν στη μελέτη.

Οι Pilar et al. (2018) εξέτασαν τη συσχέτιση ανάμεσα σε 16 διαφορετικά κρυπτονομίσματα μεταξύ Ιουλίου 2017 και Φεβρουαρίου 2018. Χρησιμοποιώντας ημερήσια δεδομένα τιμών και συσχετισμούς, οι Pilar et al. (2018) προσδιόρισαν το Ethereum ως ένα νόμισμα αναφοράς που λειτουργούσε ως σύνδεσμος μεταξύ κρυπτονομισμάτων, παρόλο που το Bitcoin είναι το πιο δημοφιλές κρυπτονόμισμα. Υποστήριζαν ότι μπορεί το Bitcoin να θεωρείται ένα σημαντικό μέσο ανταλλαγής, ενώ το Ethereum είναι το πιο ευέλικτο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία αποκεντρωμένων εφαρμογών.

Ο Sovbetov (2018) μελέτησε παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή των Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin και Monero χρησιμοποιώντας δεδομένα από το 2010 έως το 2018. Στη μελέτη χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος ARDL προκειμένου να διερευνηθεί πώς επηρεάστηκαν οι τιμές των κρυπτονομισμάτων τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Ο Sovbetov (2018) διαπίστωσε ότι παράγοντες όπως ο όγκος συναλλαγών και η αστάθεια είχαν αντίκτυπο στην τιμή και για τα πέντε κρυπτονομίσματα, τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα. Τα αποτελέσματα υποδήλωναν ότι ο χρηματιστηριακός δείκτης S&P 500 είχε ασθενώς θετική επιρροή στο Bitcoin, το Ethereum και το Litecoin μακροπρόθεσμα, αλλά αυτές οι σχέσεις φάνηκαν να εξαφανίζονται βραχυπρόθεσμα. Η μελέτη παρείχε επίσης μοντέλα διόρθωσης σφαλμάτων για τα πέντε κρυπτονομίσματα, τα οποία έδειξαν ότι οι χρονοσειρές που αφορούσαν την απόδοση των κρυπτονομισμάτων είχαν μια μακροπρόθεσμη σύγκλιση.

Οι Ciaian, Rajcaniova και Kancs (2016) δήλωσαν τρεις κύριους λόγους για να πιστεύουμε ότι οι αγορές Bitcoin και altcoin μπορεί να είναι εξαιρετικά αλληλεξαρτώμενες. Αρχικά, το Bitcoin είναι το κυρίαρχο κρυπτονομίσμα. Επιπλέον, οι εξελίξεις των τιμών στις τιμές των altcoin είναι παρόμοιες με τις αλλαγές στην τιμή του Bitcoin. Επιπλέον, το Bitcoin χρησιμοποιείται συχνά ως μέσο συναλλαγής κατά την αγορά altcoin. Οι Ciaian, Rajcaniova και Kancs (2016) μελέτησαν τη σχέση μεταξύ των τιμών Bitcoin και altcoin βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Ο στόχος ήταν να διερευνηθεί εάν το Bitcoin οδήγησε την τιμή των altcoins. Για το λόγο αυτό χρησιμοποίησαν ημερήσια δεδομένα 17 διαφορετικών κρυπτονομισμάτων για την περίοδο 2013-2016. Τα ευρήματά τους έδειξαν ότι η αλληλεξάρτηση μεταξύ της τιμής του Bitcoin και της τιμής των altcoin ήταν ισχυρότερη βραχυπρόθεσμα παρά μακροπρόθεσμα. Βρήκαν ότι η τιμή του Bitcoin είχε αντίκτυπο στις τιμές των 15 altcoin βραχυπρόθεσμα, αλλά μόνο 4 altcoin είχαν μια μακροχρόνια σχέση συνολοκλήρωσης με το Bitcoin.

Οι Leung και Nguyen (2018) ανέλυσαν τη διαδικασία κατασκευής συνολοκληρωμένων χαρτοφυλακίων των κρυπτονομισμάτων Bitcoin, Ethereum, Litecoin και Bitcoin Cash, χρησιμοποιώντας τόσο τη δοκιμή συνολοκλήρωσης Johansen όσο και τη διαδικασία δύο σταδίων των Engle-Granger. Η μελέτη τους περιείχε δεδομένα τιμών για τα τέσσερα κρυπτονομίσματα, τα οποία συγκεντρώθηκαν από τις 20 Δεκεμβρίου 2017 έως τις 20 Ιουνίου 2018. Στη μελέτη τους κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα κρυπτονομίσματα που μελετήθηκαν αντιστοιχούσαν σε μη στάσιμες χρονοσειρές. Οι Leung και Nguyen (2018) διαπίστωσαν ότι υπήρχε συνολοκλήρωση των τιμών μεταξύ των τεσσάρων κρυπτονομισμάτων. Ο στόχος της μελέτης ήταν η κατασκευή ενός εμπορεύσιμου χαρτοφυλακίου, το οποίο αποτέλεσε την αφορμή για τον έλεγχο της συνολοκλήρωσης. Οι Leung και Nguyen (2018) υποστήριζαν ότι δεν είναι σημαντικό μόνο για τους επενδυτές, αλλά και για τις ρυθμιστικές αρχές, να κατανοήσουν την αγορά κρυπτονομισμάτων και την αλληλεξάρτηση μεταξύ των κρυπτονομισμάτων.

4.3 Σχέση μεταξύ κρυπτονομισμάτων και άλλων χρηματοοικονομικών δεικτών

Υπάρχει άφθονη βιβλιογραφία που διερευνά το ζήτημα της αγοράς κρυπτονομισμάτων και των παραγόντων που διαμορφώνουν τις τιμές τους . Η βιβλιογραφία επικεντρώνεται κυρίως στις οικονομικές και χρηματοοικονομικές ιδιότητες των κρυπτονομισμάτων, συμπεριλαμβανομένων των καθοριστικών παραγόντων της τιμής και της σχέσης τους με συμβατικά περιουσιακά στοιχεία όπως η απόδοση των μετοχών ή διάφορων χρηματιστηριακών δεικτών (Baur et al., 2018; Charfeddine et al., 2020; Klein & Thu, 2018) και οι συναλλαγματικές ισοτιμίες (Corelli, 2018; Mokni & Ajmi, 2021). Για παράδειγμα, ορισμένες μελέτες - συμπεριλαμβανομένων εκείνων των Carrick (2016), Corelli (2018), Baur et al. (2018), Baumöhl (2019) και Kristjanpoller and Bouri (2019), έδειξαν ότι η συναλλαγματική ισοτιμία του δολαρίου έναντι άλλων ισχυρών νομισμάτων εμφανίζει σημαντική σχέση με την απόδοση κρυπτονομισμάτων. Σε αυτό το πλαίσιο, η μείωση της πολυπλοκότητας της δυναμικής των τιμών των κρυπτονομισμάτων και η κατανόηση της σχέσης τους με άλλα συμβατικά περιουσιακά στοιχεία θα μπορούσε να υποκινηθεί από τη χρήση προηγμένων οικονομετρικών προσεγγίσεων.

Από την άλλη πλευρά, μπορεί κανείς να αναμένει ότι το δολάριο ΗΠΑ (USD) και τα κρυπτονομίσματα συνδέονται άμεσα μέσω ορισμένων καναλιών. Πρώτον, τα κρυπτονομίσματα έχουν σχεδιαστεί για να συμπληρώνουν και, σε ορισμένες περιπτώσεις, να λειτουργούν ως υποκατάστατα των συμβατικών νομισμάτων (Corelli, 2018). Στην πραγματικότητα, τα κρυπτονομίσματα έχουν πλεονεκτήματα, σε σύγκριση με τα συμβατικά νομίσματα, καθώς δεν υποστηρίζονται από κυβερνήσεις, αλλά βασίζονται σε έναν αλγόριθμο. Επίσης, έχουν τεράστια ευελιξία και ταχύτητα διεθνών μεταφορών σε σύγκριση με άλλα νομίσματα που εγγυάται το πρωτόκολλό του. Ως εκ τούτου, τα κρυπτονομίσματα δεν περιορίζουν τις μεταφορές που βασίζονται σε λίστες παρακολούθησης ή σε χώρες που έχουν εμπάργκο, καθώς η ταυτότητα των χρηστών τους δεν είναι γνωστή (Dyhrberg, 2016). Επιπλέον, οι Urquhart και Zhang (2019) ανέφεραν ότι η ελκυστική ανάπτυξη των κρυπτονομισμάτων θα μπορούσε να προκαλέσει τους διαμορφωτές πολιτικής και τους επενδυτές στο ότι τα κρυπτονομίσματα μοιάζουν με το ρόλο του χρήματος και δημιουργούν ένα εναλλακτικό περιβάλλον για τις επιχειρήσεις. Επιπλέον, τα κρυπτονομίσματα απολαμβάνουν ελκυστικά χαρακτηριστικά με τα οποία μπορούν να αντικαταστήσουν τα συμβατικά νομίσματα. Αυτό οφείλεται στην ασφάλεια στις συναλλαγές που συνοδεύουν τα κρυπτονομίσματα και στην πιθανή μείωση του

κόστους συναλλαγών και των συναλλαγματικών κινδύνων που τους επιτρέπουν να συμπληρώνουν τα συμβατικά νομίσματα (Van Alstyne, 2014; Kristjanpoller & Bouri, 2019). Δεύτερον, αυτή η σύνδεση (μεταξύ δολαρίου και κρυπτονομισμάτων) μπορεί να σχετίζεται με τη στρατηγική αντιστάθμισης κινδύνου που προσφέρουν τα κρυπτονομίσματα. Σε αυτό το πλαίσιο, ορισμένες μελέτες, συμπεριλαμβανομένων των Urquhart και Zhang (2019) και Kristjanpoller και Bouri (2019), τονίζουν τον πιθανό ρόλο των κορυφαίων κρυπτονομισμάτων στην αντιστάθμιση των συμβατικών νομισμάτων. Τρίτον, τα κρυπτονομίσματα θα μπορούσαν να συνδέονται με το δολάριο των ΗΠΑ και άλλα νομίσματα μέσω του πληθωρισμού. Στην πραγματικότητα, σε περιόδους αναταραχής, οι υπερβολικές εκπομπές χρήματος της κυβέρνησης οδηγεί σε πληθωρισμό και οι επενδυτές στη συνέχεια αποθηκεύουν το επενδυτικό τους κεφάλαιο σε μακροπρόθεσμες, σταθερές επενδύσεις. Οι επενδυτές μπορεί να αναζητήσουν περιουσιακά στοιχεία αντιστάθμισης κινδύνου όπως ο χρυσός και τα κρυπτονομίσματα για να προστατευτούν από τον πληθωρισμό σε μια τέτοια κατάσταση. Τέταρτον, η υγειονομική κρίση της πανδημίας COVID-19 μπορεί να είναι ένας παράγοντας που εδραιώνει μια πιο σημαντική θέση των κρυπτονομισμάτων στα χρηματοπιστωτικά και οικονομικά συστήματα. Στην πραγματικότητα, η ψηφιακή φύση των κρυπτονομισμάτων τα καθιστά πιο σημαντικά από τα παραδοσιακά νομίσματα, ειδικά με τα υγειονομικά πρωτόκολλα και το οικονομικό κλείσιμο που γνώρισε ο κόσμος αυτή την περίοδο. Ως εκ τούτου, μπορεί κανείς να αναμένει εκτεταμένο αντίκτυπο της εξέλιξης της συναλλαγματικής ισοτιμίας του δολαρίου στην εξέλιξη της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων (Mokni & Ajmi, 2021).

Εκτός από την άμεση σχέση της εξέλιξης της τιμής του δολαρίου με την εξέλιξη της τιμής των κρυπτονομισμάτων, έρευνες αναφέρουν ότι οι χρηματιστηριακές αγορές μπορεί να σχετίζονται μακροπρόθεσμα και μεσοπρόθεσμα με την αγορά των κρυπτονομισμάτων (Dwita Mariana, Ekaputra & Husodo, 2021; Elsayed, Gozgor & Lau, 2020; Guizani & Nafti, 2019; Kim, Kim & Kim, 2020; Wang, Chen & Zhao, 2020). Οι έρευνες που πραγματοποιήθηκαν έδειξαν ότι οι χρηματιστηριακές αγορές μπορούν να επηρεάσουν τις τιμές των κρυπτονομισμάτων.

5.Ανάλυση Δεδομένων και Ερμηνεία Ευρημάτων

5.1 Περιγραφικά αποτελέσματα και ανάλυση στασιμότητας

Στην πρώτη ενότητα του κεφαλαίου των αποτελεσμάτων δίνονται τα ευρήματα της ανάλυσης σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων, των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν, του χρυσού και των χρηματιστηριακών δεικτών Dow Jones, S&P 500 και NIKKEI.

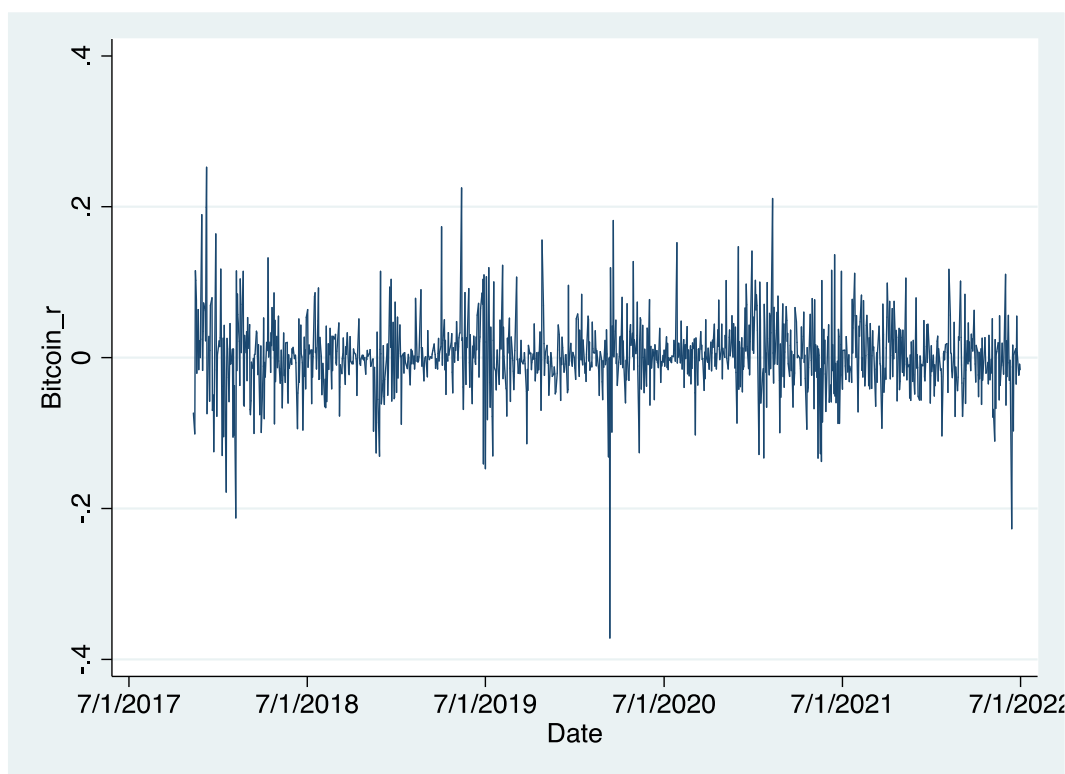
5.1.1 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων και έλεγχος στασιμότητας των χρονοσειρών

Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της τιμής του BITCOIN από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούλιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή του BITCOIN ήταν σταθερή μέχρι το 2020 ενώ από το τέλος του 2020 και έπειτα καταγράφηκε σημαντική αύξηση με κάποιες σημαντικές διακυμάνσεις από τις αρχές του 2021 έως και σήμερα.



Διάγραμμα 1. Διαχρονική εξέλιξη των τιμών του BITCOIN (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 2 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του BITCOIN στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση του BITCOIN ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Τα αποτελέσματα από το Διάγραμμα 2 δείχνουν ότι οι αποδόσεις του BITCOIN μεταξύ 2017 και 2022 αποτελούν έναν τυχαίο περίπατο με μέση τιμή 0.



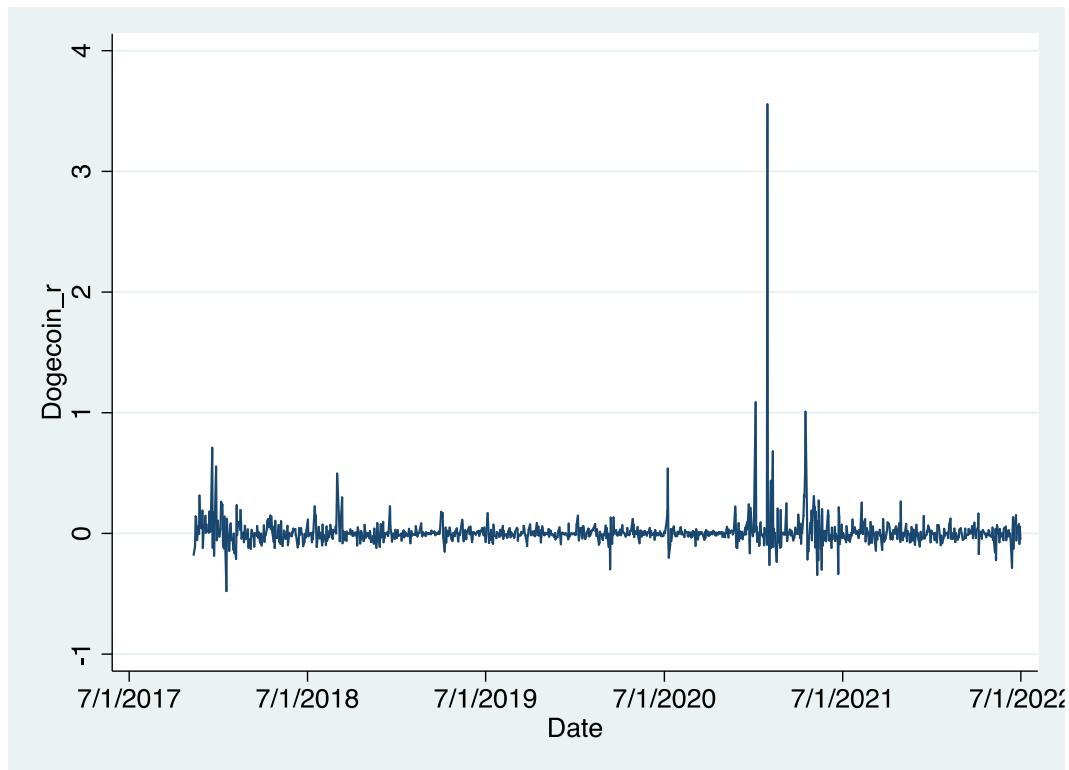
Διάγραμμα 2. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του BITCOIN (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της τιμής του DOGECOIN από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούλιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή του DOGECOIN ήταν σταθερή μέχρι το τέλος του 2020 ενώ από το τέλος του 2020 και έπειτα καταγράφηκε σημαντική αύξηση για μια περίοδο. Από τις αρχές του 2021 καταγράφεται πτωτική πορεία της τιμής του DOGECOIN έως και τον Ιούνιο του 2022.



Διάγραμμα 3. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του DOGECOIN (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 4 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του DOGECOIN στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση του DOGECOIN ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Επιπρόσθετα στα τέλη του 2020 καταγράφηκε μια περίοδος με υπερβάλλουσες αποδόσεις (σχεδόν 300%) σε μια μέρα, ένδειξη της μεγάλης μεταβλητότητας στις τιμές των κρυπτονομισμάτων. Τα αποτελέσματα από το Διάγραμμα 4 δείχνουν ότι οι αποδόσεις του DOGECOIN μεταξύ 2017 και 2022 αποτελούν έναν τυχαίο περίπατο με μέση τιμή 0.



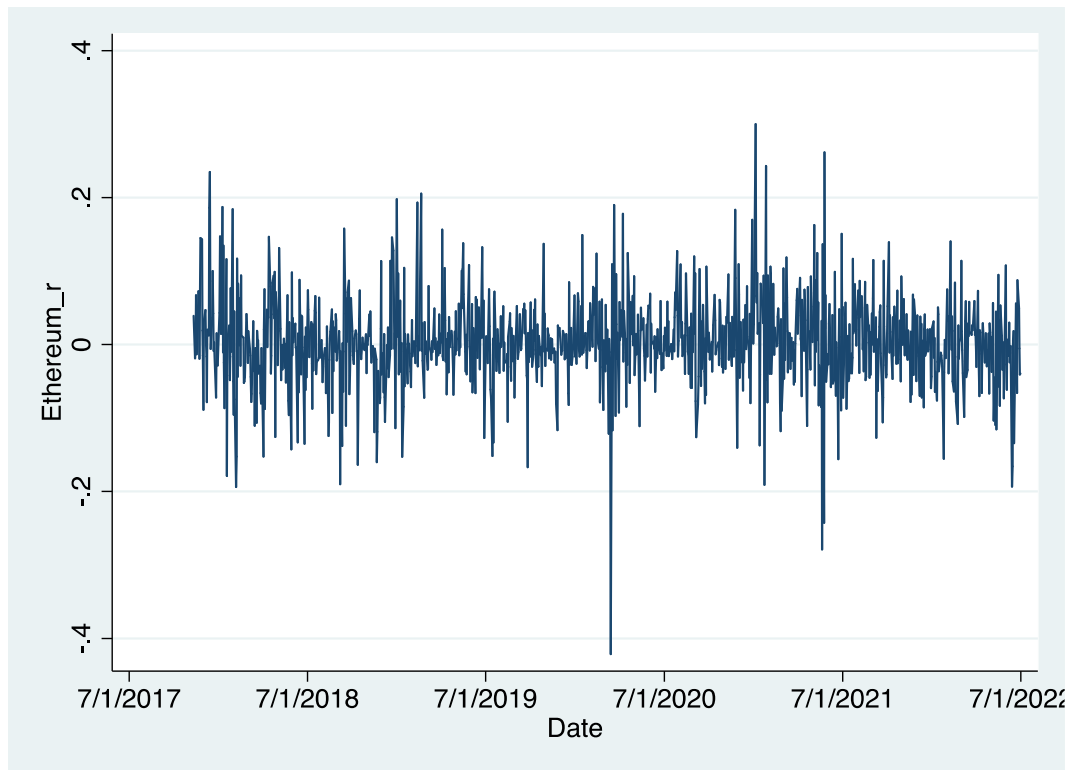
Διάγραμμα 4. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του DOGECOIN (περίοδος 11/2017-06/2022)

Στο Διάγραμμα 5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της τιμής του ETHEREUM από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή του ETHEREUM ήταν σταθερή μέχρι το τέλος του 2020 ενώ από το τέλος του 2020 και έπειτα καταγράφηκε σημαντική αύξηση για περίπου 2 έτη. Από τις αρχές του 2022 και έπειτα καταγράφεται πτωτική πορεία της τιμής του ETHEREUM έως και τον Ιούνιο του 2022.



Διάγραμμα 5. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του ETHEREUM (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 6 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του ETHEREUM στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση του ETHEREUM ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Και σε αυτήν την περίπτωση η μορφή της διαχρονικής εξέλιξης της απόδοσης, δείχνει ότι οι αποδόσεις του ETHEREUM μεταξύ 2017 και 2022 αποτελούν έναν τυχαίο περίπατο με μέση τιμή 0.



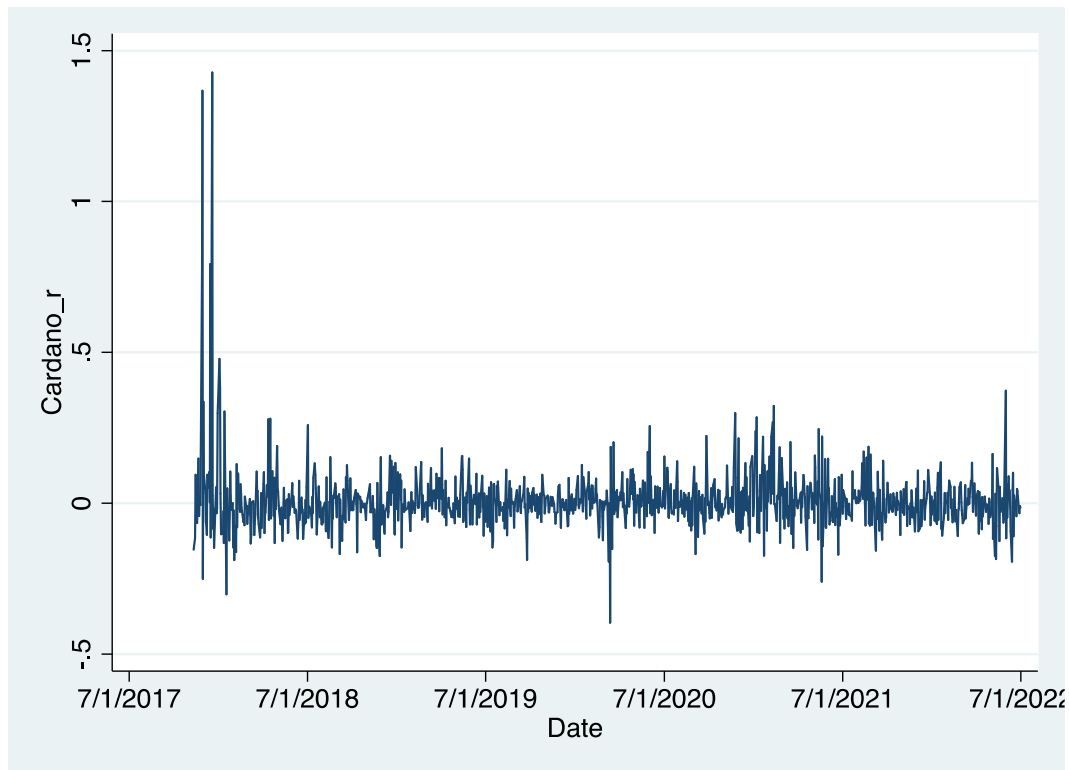
Διάγραμμα 6. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του ETHEREUM (περίοδος 11/2017-06/2022)

Στο Διάγραμμα 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της τιμής του CARDANO από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή του CARDANO ήταν σταθερή μέχρι το τέλος του 2020. Από το τέλος του 2020 και έως τα μέσα του 2021 καταγράφηκε σημαντική αύξηση ενώ από τα μέσα του 2021 και έπειτα καταγράφεται πτωτική πορεία της τιμής του CARDANO έως και τον Ιούνιο του 2022.



Διάγραμμα 7. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του CARDANO (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 8 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του CARDANO στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση του CARDANO ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Σημαντικά υπερβάλλουσες αποδόσεις παρατηρούνται μόνο στην αρχή του έτους 2017 ενώ από εκεί και πέρα φαίνεται ότι οι αποδόσεις αποτελούν έναν τυχαίο περίπατο με μέση τιμή 0.



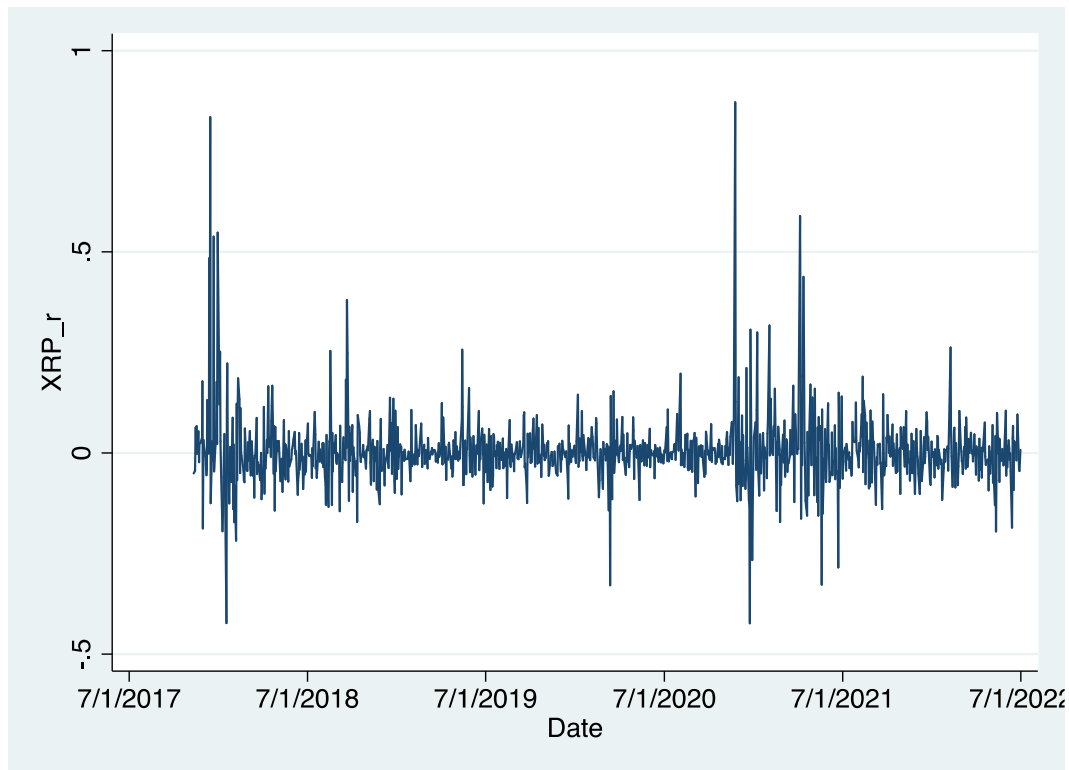
Διάγραμμα 8. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του CARDANO (περίοδος 11/2017-06/2022)

Στο Διάγραμμα 9 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της τιμής του XRP από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή του XRP αυξήθηκε σημαντικά μέσα στο 2017, στη συνέχεια μειώθηκε σημαντικά και έπειτα παρατηρήθηκε μια σταθεροποίηση στην τιμή του. Σημαντική αύξηση καταγράφηκε από το τέλος του 2020 και για ένα έτος ενώ έπειτα καταγράφηκε σημαντική μείωση.



Διάγραμμα 9. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του XRP (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 10 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του XRP στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση του XRP ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Σημαντικά υπερβάλλουσες αποδόσεις παρατηρούνται μόνο στην αρχή του έτους 2017 και κάποιες ημέρες του 2020. Συνολικά, οι αποδόσεις του XRP φαίνεται να προσαρμόζονται με τη μορφή ενός τυχαίου περιπάτου με μέση τιμή 0.



Διάγραμμα 10. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του XRP (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στον Πίνακα 1 δίνονται τα περιγραφικά αποτελέσματα για τις τιμές των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022. Η μέση τιμή του BITCOIN για την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 20197.45 δολάρια ($SD=17713.26$) με εύρος τιμών μεταξύ 3242.49 δολάρια και 67566.83 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση του BITCOIN ήταν ίση με 0.0021 ($SD=0.0486$) με εύρος από -0.3717 έως 0.2525. Αντίστοιχα, η μέση τιμή του DOGECOIN ήταν ίση με 0.060δολάρια ($SD=0.104$) με εύρος τιμών μεταξύ 0.001 δολάρια και 0.685 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση του DOGECOIN ήταν ίση με 0.0089 ($SD=0.1406$) με εύρος από -0.4775 έως 3.5555.

Η μέση τιμή του ETHEREUM την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 1103.51 δολάρια ($SD=1249.46$) με εύρος τιμών μεταξύ 85.38 δολάρια και 4810.07 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση του ETHEREUM ήταν ίση με 0.0030 ($SD=0.0608$) με εύρος από -0.4213 έως 0.2999. Επιπλέον, η μέση τιμή του CARDANO ήταν ίση με 0.499δολάρια ($SD=0.656$) με εύρος τιμών μεταξύ 0.024 δολάρια και 2.968 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση του CARDANO ήταν ίση με 0.0063 ($SD=0.1007$) με εύρος από -0.3957 έως 1.4275. Τέλος, η μέση τιμή του XRP την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 0.537 δολάρια ($SD=0.373$) με εύρος τιμών μεταξύ 0.140 δολάρια και

3.197 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση του XRP ήταν ίση με 0.0036 (SD=0.0837) με εύρος από -0.4233 έως 0.8715.

Πίνακας 1. Περιγραφικά αποτελέσματα για τις τιμές των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022

Τιμές	Mean	SD	Min	Max
Bitcoin	20197.45	17713.26	3242.49	67566.83
Dogecoin	0.060	0.104	0.001	0.685
Ethereum	1103.51	1249.46	85.38	4810.07
Cardano	0.499	0.656	0.024	2.968
XRP	0.537	0.373	0.140	3.197
Αποδόσεις	Mean	SD	Min	Max
Bitcoin_r	0.0021	0.0486	-0.3717	0.2525
Dogecoin_r	0.0089	0.1406	-0.4775	3.5555
Ethereum_r	0.0030	0.0608	-0.4213	0.2999
Cardano_r	0.0063	0.1007	-0.3957	1.4275
XRP_r	0.0036	0.0837	-0.4233	0.8715

Τέλος, στον Πίνακα 2 δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης μέσω του ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των τιμών των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η μηδενική υπόθεση H_0 : Υπάρχει μοναδιαία ρίζα (άρα η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη) δεν απορρίπτεται σε καμία από τις περιπτώσεις των χρονοσειρών που αφορούν τις τιμές των κρυπτονομισμάτων καθώς το στατιστικό κριτήριο (στήλη Statistic) είναι μικρότερο από το κριτήριο απόρριψης (στήλη rejection criteria) σε επίπεδο σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα. Ουσιαστικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χρονοσειρές που αφορούν τις τιμές των κρυπτονομισμάτων δεν είναι στάσιμες, δηλαδή η μέση τιμή των τιμών διαφέρει με την πάροδο του χρόνου.

Αντίθετα, από τον Πίνακα 2 προκύπτει ότι η μηδενική υπόθεση H_0 : Υπάρχει μοναδιαία ρίζα (άρα η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη) απορρίπτεται σε όλες τις περιπτώσεις των χρονοσειρών που αφορούν τις ημερήσιες αποδόσεις των κρυπτονομισμάτων καθώς το στατιστικό κριτήριο (στήλη Statistic) είναι μεγαλύτερο

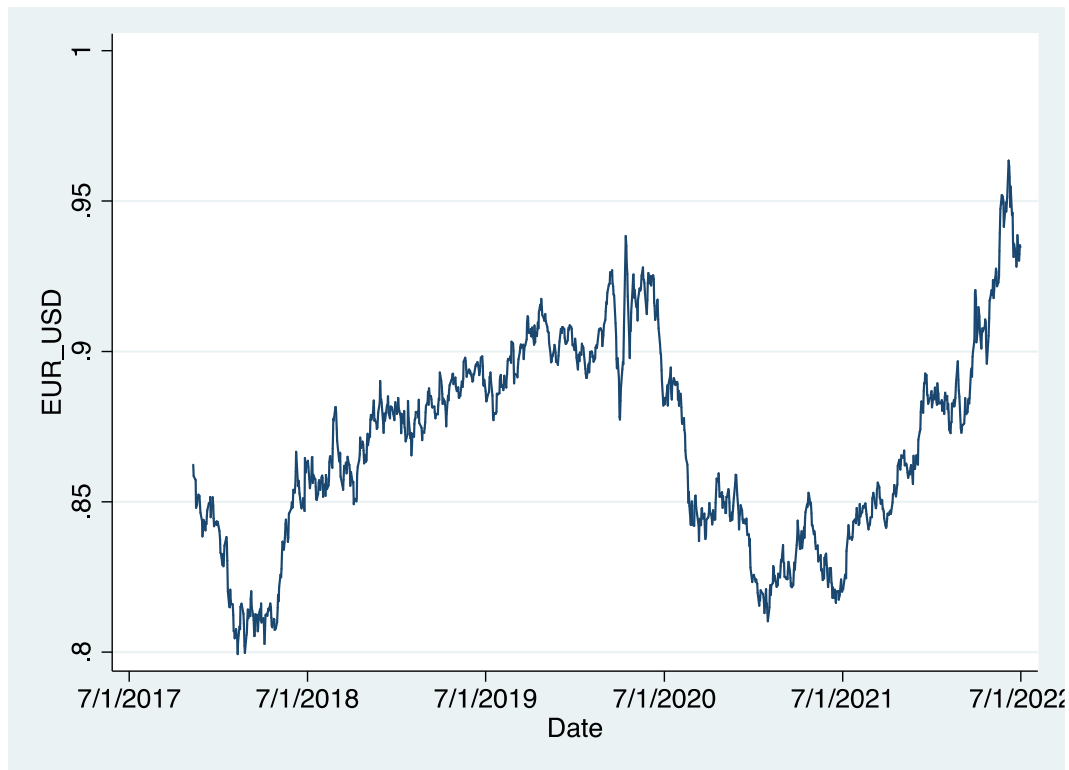
από το κριτήριο απόρριψης (στήλη rejection criteria) σε επίπεδο σημαντικότητας 1%. Ουσιαστικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χρονοσειρές που αφορούν τις ημερήσιες αποδόσεις των κρυπτονομισμάτων είναι στάσιμες, δηλαδή η μέση ημερήσια απόδοση μπορεί να θεωρηθεί σταθερή μέσα στο χρόνο.

Πίνακας 2. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των τιμών των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022

	Statistic	Rejection criteria			Αποτέλεσμα
		1%	5%	10%	
Bitcoin	-1.351				Μη στάσιμη
Bitcoin_r	-35.063				Στάσιμη
Dogecoin	-0.048				Μη στάσιμη
Dogecoin_r	-29.746				Στάσιμη
Ethereum	-1.198				Μη στάσιμη
Ethereum_r	-32.085	-3.43	-2.86	-2.57	Στάσιμη
Cardano	0.547				Μη στάσιμη
Cardano_r	-35.724				Στάσιμη
XRP	0.037				Μη στάσιμη
XRP_r	-32.933				Στάσιμη

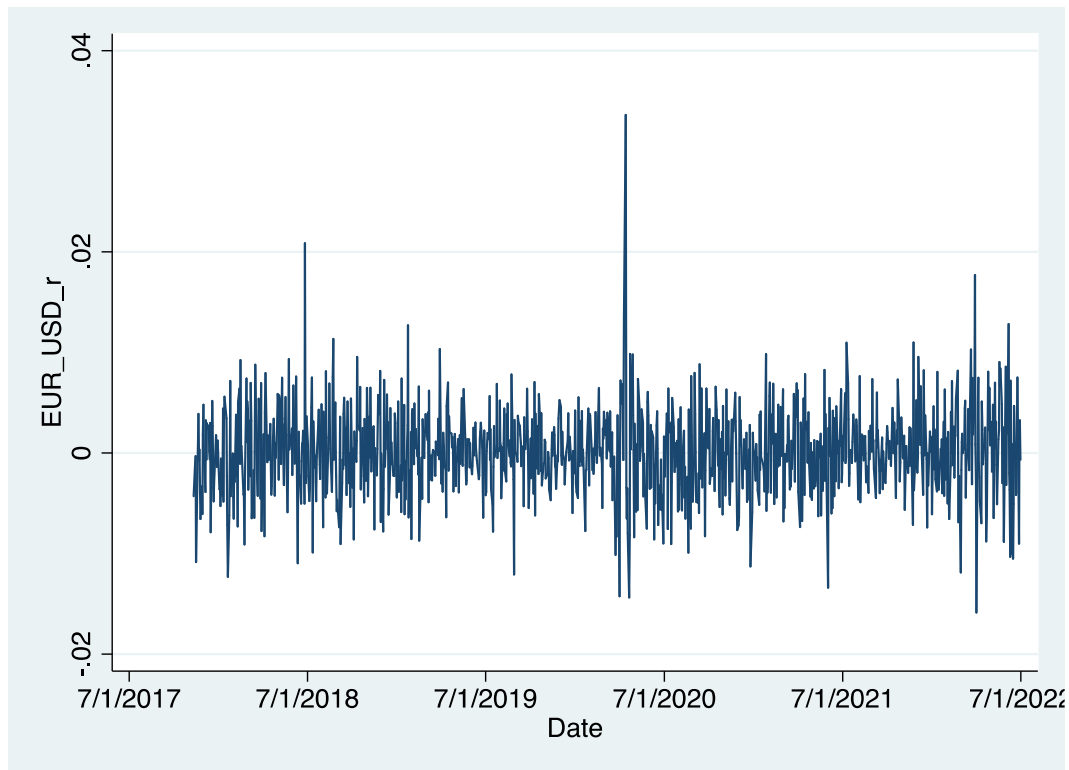
5.1.2 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης των ισοτιμιών ευρώ, δολαρίου και γιέν

Στο Διάγραμμα 11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας δολαρίου/ ευρώ από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ισοτιμία δολαρίου/ ευρώ είχε μια σταθερή αυξητική τάση από το τέλος του 2017 έως τις αρχές του 2020. Από τις αρχές του 2020 έως τις αρχές του 2021 καταγράφηκε σταθερή πτωτική τάση της ισοτιμίας. Αντίθετα, από τις αρχές του 2021 έως και τις αρχές του 2022 καταγράφεται μια σταθερή αυξητική τάση της ισοτιμίας.



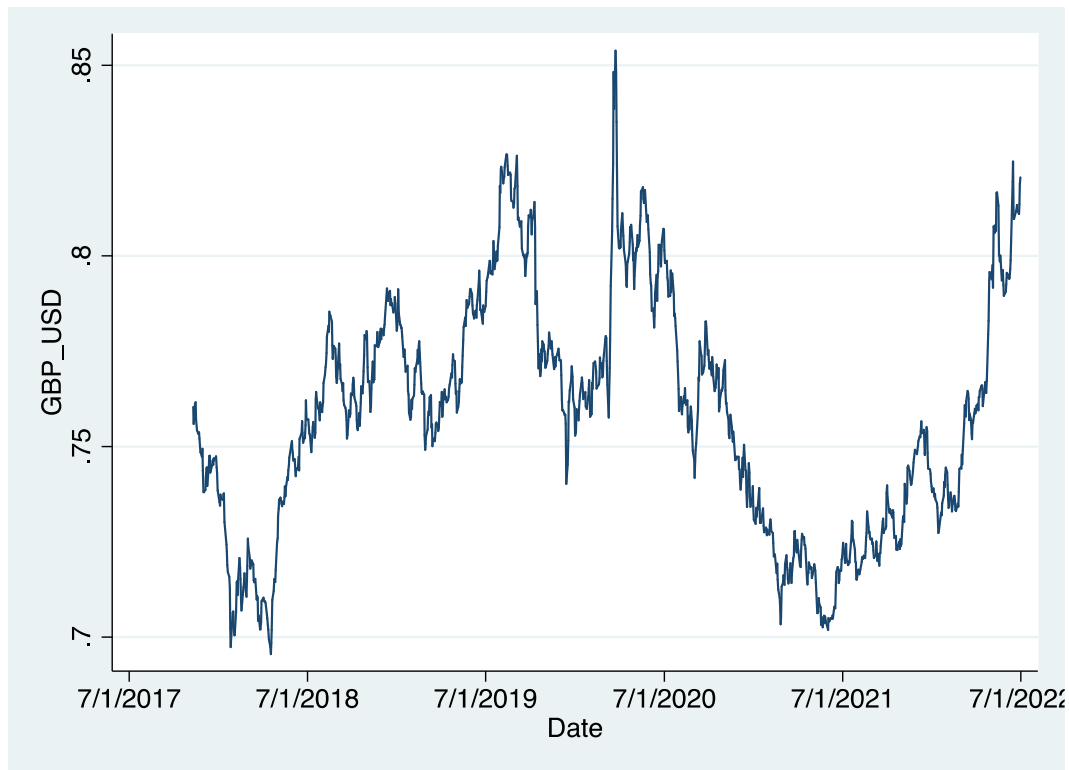
Διάγραμμα 11. Διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας Ευρώ/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017-06/2022)

Στο Διάγραμμα 12 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ ευρώ στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση της ισοτιμίας ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Συνολικά, οι αποδόσεις της ισοτιμίας φαίνεται να προσαρμόζονται με τη μορφή ενός τυχαίου περιπάτου με μέση τιμή 0.



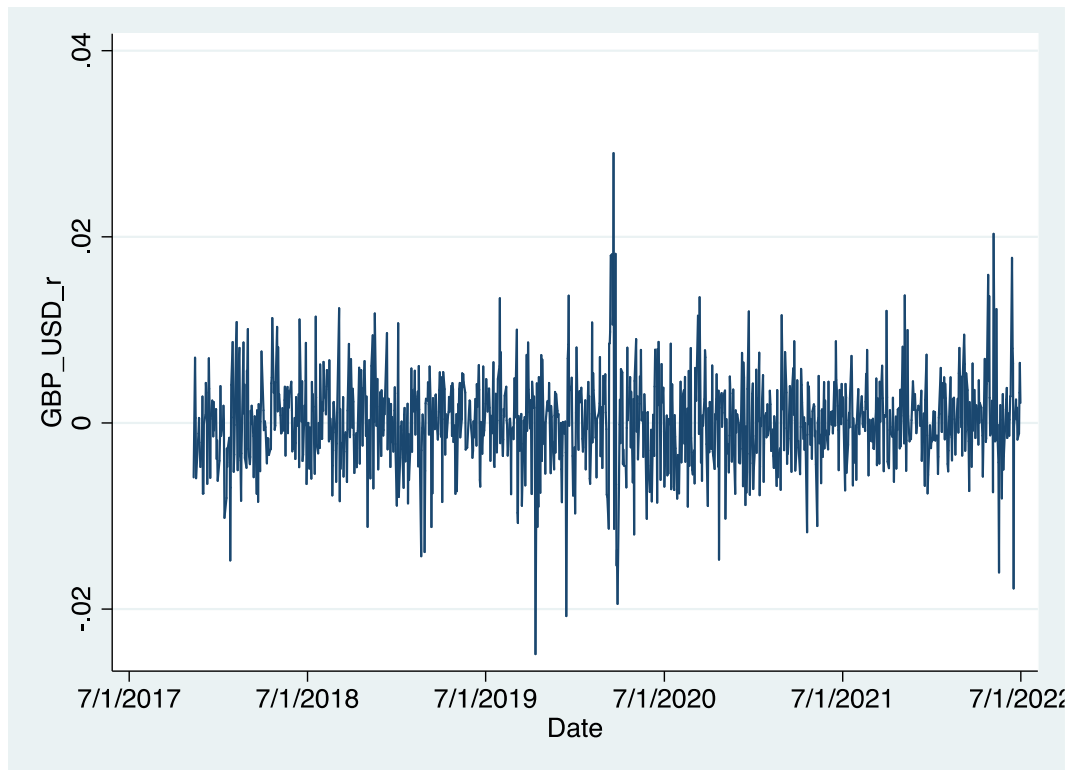
Διάγραμμα 12. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης της ισοτιμίας Ευρώ/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 13 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ισοτιμία δολαρίου/ βρετανικής λίρας είχε μια σταθερή αυξητική τάση από το τέλος του 2017 έως τις αρχές του 2019. Από τις αρχές του 2019 έως τις αρχές του 2020 καταγράφηκε σταθερή πτωτική τάση της ισοτιμίας και έπειτα για κάποιους μήνες προέκυψε σημαντική αύξηση. Από τα μέσα του 2020 και έως αρχές του 2021 καταγράφηκε σταθερή πτωτική πορεία της ισοτιμίας ενώ από τις αρχές του 2021 και έπειτα καταγράφεται μια σταθερή αυξητική τάση της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας.



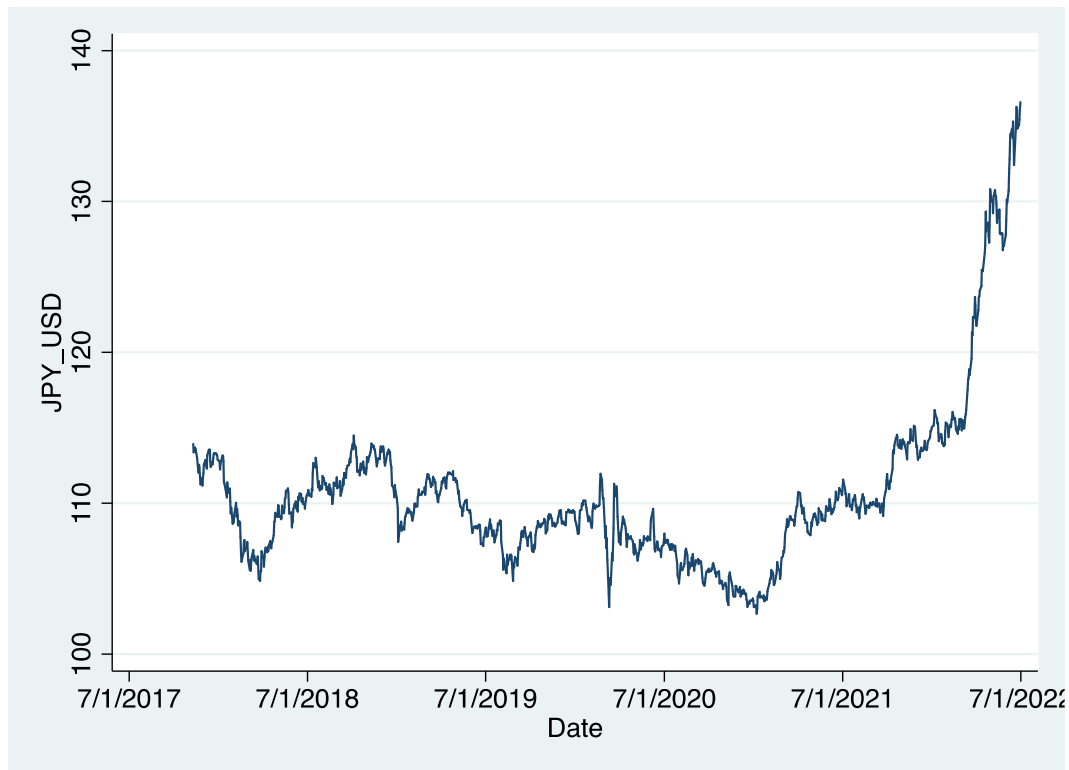
Διάγραμμα 13. Διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας Βρετανικής Λίρας/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 14 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση της ισοτιμίας ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Συνολικά, οι αποδόσεις της ισοτιμίας φαίνεται να προσαρμόζονται με τη μορφή ενός τυχαίου περιπάτου με μέση τιμή 0.



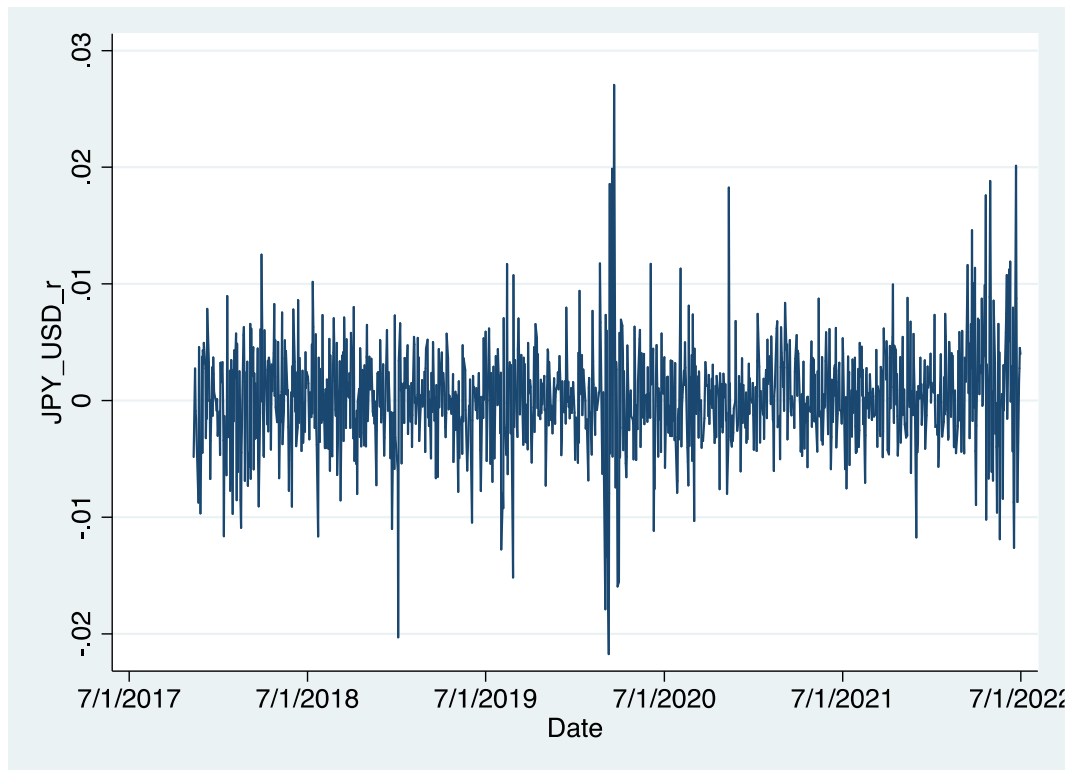
Διάγραμμα 14. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης της ισοτιμίας Βρετανικής Λίρας/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 15 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας δολαρίου/ γιεν από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ισοτιμία δολαρίου/ γιεν είχε μια σταθερή πορεία από το 2017 έως τις αρχές του 2021. Από τις αρχές του 2021 και έπειτα καταγράφεται μια σταθερή αυξητική τάση της ισοτιμίας δολαρίου/ γιεν.



Διάγραμμα 15. Διαχρονική εξέλιξη της ισοτιμίας Γιέν/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017-06/2022)

Στο Διάγραμμα 16 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ γιεν στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση της ισοτιμίας ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Συνολικά, οι αποδόσεις της ισοτιμίας φαίνεται να προσαρμόζονται με τη μορφή ενός τυχαίου περιπάτου με μέση τιμή 0.



Διάγραμμα 16. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης της ισοτιμίας Γιέν/ Δολαρίου (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στον Πίνακα 3 δίνονται τα περιγραφικά αποτελέσματα για τις ισοτιμίες και τις αποδόσεις τους την περίοδο 11/2017- 06/2022. Η μέση τιμή της ισοτιμίας δολαρίου/ ευρώ για την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 0.869 (SD=0.033) με εύρος τιμών μεταξύ 0.799 και 0.963 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ ευρώ ήταν ίση με 0.0001 (SD=0.0043) με εύρος από -0.0159 έως 0.0336. Αντίστοιχα, η μέση τιμή της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας ήταν 0.758 (SD=0.031) με εύρος τιμών μεταξύ 0.696 και 0.854 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ ευρώ ήταν ίση με 0.0001 (SD=0.0049) με εύρος από -0.0248 έως 0.0290. Τέλος, η μέση τιμή της ισοτιμίας δολαρίου/ γιεν ήταν 110.60 (SD=5.545) με εύρος τιμών μεταξύ 102.678 και 136.589 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ γιεν ήταν ίση με 0.0002 (SD=0.0045) με εύρος από -0.0217 έως 0.0270.

Πίνακας 3. Περιγραφικά αποτελέσματα για τις ισοτιμίες και τις αποδόσεις τους την περίοδο 11/2017- 06/2022

Τιμές	Mean	SD	Min	Max
EUR_USD	0.869	0.033	0.799	0.963
GBP_USD	0.758	0.031	0.696	0.854
JPY_USD	110.604	5.545	102.678	136.589
Αποδόσεις	Mean	SD	Min	Max
EUR_USD_r	0.0001	0.0043	-0.0159	0.0336
GBP_USD_r	0.0001	0.0049	-0.0248	0.0290
JPY_USD_r	0.0002	0.0045	-0.0217	0.0270

Τέλος, στον Πίνακα 4 δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης μέσω του ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των ισοτιμιών και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η μηδενική υπόθεση H_0 : Υπάρχει μοναδιαία ρίζα (άρα η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη) δεν απορρίπτεται σε καμία από τις περιπτώσεις των χρονοσειρών που αφορούν τις ισοτιμίες καθώς το στατιστικό κριτήριο (στήλη Statistic) είναι μικρότερο από το κριτήριο απόρριψης (στήλη rejection criteria) σε επίπεδο σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα. Ουσιαστικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χρονοσειρές που αφορούν τις ισοτιμίες του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν δεν είναι στάσιμες, δηλαδή η μέση τιμή των ισοτιμιών δεν έχει σταθερή τάση μέσα στο χρόνο.

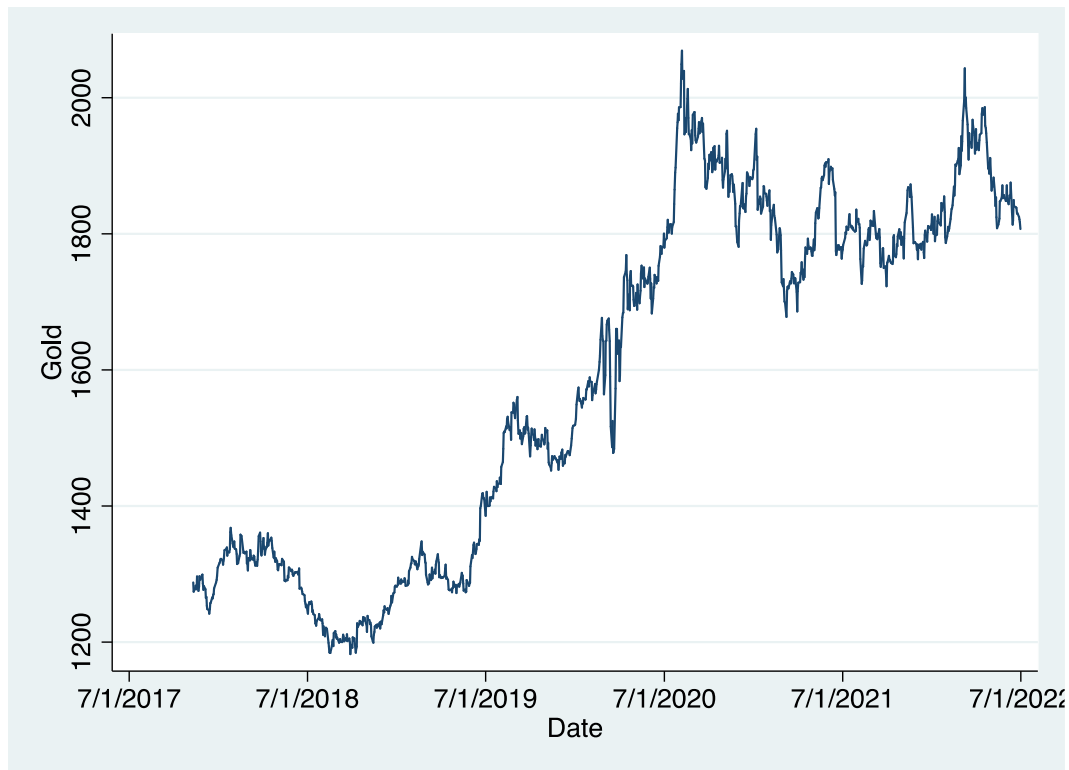
Αντίθετα, από τον Πίνακα 4 προκύπτει ότι η μηδενική υπόθεση H_0 : Υπάρχει μοναδιαία ρίζα (άρα η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη) απορρίπτεται σε όλες τις περιπτώσεις των χρονοσειρών που αφορούν τις ημερήσιες αποδόσεις των ισοτιμιών καθώς το στατιστικό κριτήριο (στήλη Statistic) είναι μεγαλύτερο από το κριτήριο απόρριψης (στήλη rejection criteria) σε επίπεδο σημαντικότητας 1%. Ουσιαστικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι χρονοσειρές που αφορούν τις ημερήσιες αποδόσεις των ισοτιμιών είναι στάσιμες, δηλαδή η μέση ημερήσια απόδοση τους μπορεί να θεωρηθεί σταθερή μέσα στο χρόνο.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των ισοτιμιών και της απόδοσης τους την περίοδο 11/2017- 06/2022

	Statistic	Rejection criteria			Αποτέλεσμα
		1%	5%	10%	
EUR/ USD	-1.689				Μη στάσιμη
EUR/ USD_r	-31.149				Στάσιμη
GBP/ USD	-1.852				Μη στάσιμη
GBP/ USD_r	-25.597	-3.43	-2.86	-2.57	Στάσιμη
JPY/ USD	0.589				Μη στάσιμη
JPY/ USD_r	-30.505				Στάσιμη

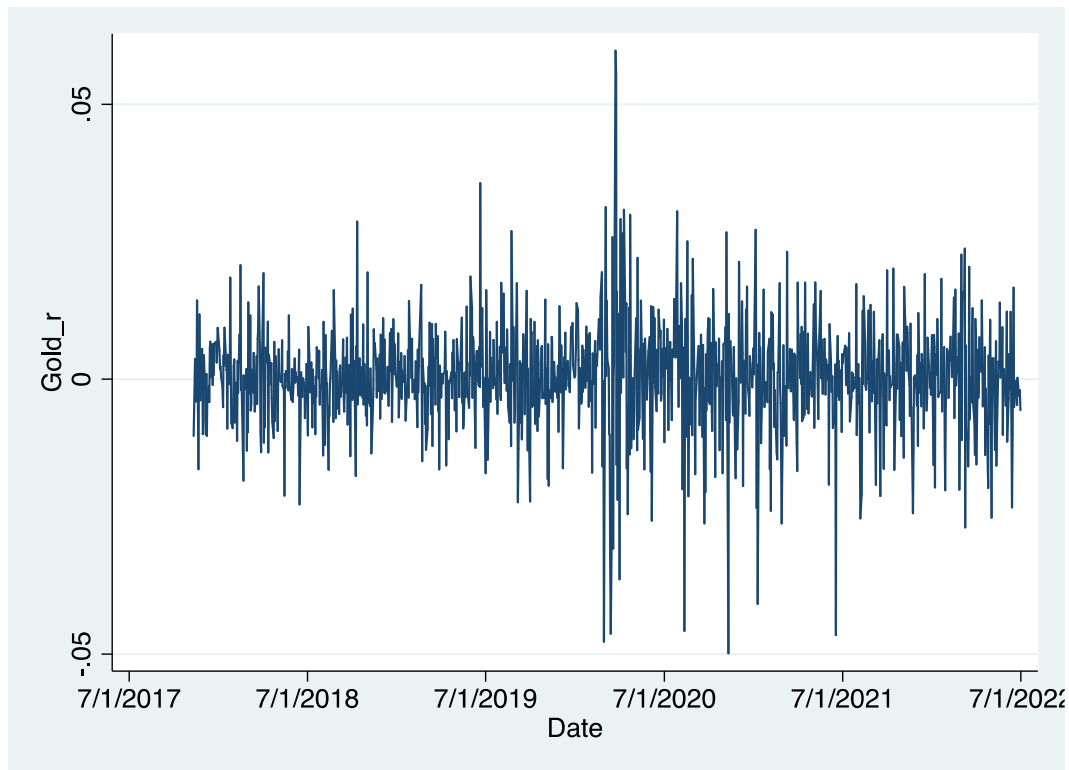
5.1.3 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης του χρυσού

Στο Διάγραμμα 17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη της τιμής του χρυσού (σε δολάρια) από το Νοέμβριο του 2017 έως τον Ιούνιο του 2022. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η τιμή του χρυσού είχε μια σταθερή πορεία από το 2017 έως τις αρχές του 2019. Από τις αρχές του 2019 και έπειτα καταγράφεται μια σταθερή αυξητική τάση της τιμής του χρυσού έως τα μέσα του 2020. Από τα μέσα του 2020 και έπειτα προκύπτει μια σταθερή τάση στις τιμές του χρυσού.



Διάγραμμα 17. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής του χρυσού (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 18 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση του χρυσού στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση του χρυσού ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Συνολικά, οι αποδόσεις του χρυσού φαίνεται να προσαρμόζονται με τη μορφή ενός τυχαίου περίπατου με μέση τιμή 0.



Διάγραμμα 18. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης του χρυσού (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στον Πίνακα 5 δίνονται τα περιγραφικά αποτελέσματα για την τιμή του χρυσού και την απόδοση του την περίοδο 11/2017- 06/2022. Η μέση τιμή του χρυσού για την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 1587.25 δολάρια/ ουγκιά (SD=258.10) με εύρος τιμών μεταξύ 1182.3 και 2069.4 δολάρια. Η μέση ημερήσια απόδοση του χρυσού ήταν ίση με 0.0003 (SD=0.0097) με εύρος από -0.04999 έως 0.0598.

Πίνακας 5. Περιγραφικά αποτελέσματα για την τιμή του χρυσού και την απόδοση του την περίοδο 11/2017- 06/2022

Τιμές	Mean	SD	Min	Max
Gold	1587.25	258.10	1182.3	2069.4
Αποδόσεις	Mean	SD	Min	Max
Gold_r	0.0003	0.0097	-0.0499	0.0598

Στον Πίνακα 6 δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης μέσω του ελέγχου ADF για τη στασιμότητα της τιμής του χρυσού και της απόδοσης του την περίοδο 11/2017- 06/2022. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η μηδενική υπόθεση H_0 : Υπάρχει μοναδιαία ρίζα (άρα η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη) δεν απορρίπτεται στη

χρονοσειρά που αφορά την τιμή του χρυσού καθώς το στατιστικό κριτήριο (στήλη Statistic) είναι μικρότερο από το κριτήριο απόρριψης (στήλη rejection criteria) σε επίπεδο σημαντικότητας 1%, 5% και 10%, αντίστοιχα. Ουσιαστικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρονοσειρά που αφορά την τιμή του χρυσού δεν είναι στάσιμη, δηλαδή η μέση τιμή του χρυσού δεν έχει σταθερή τάση μέσα στο χρόνο.

Αντίθετα, από τον Πίνακα 6 προκύπτει ότι η μηδενική υπόθεση H_0 : Υπάρχει μοναδιαία ρίζα (άρα η χρονοσειρά δεν είναι στάσιμη) απορρίπτεται για τη χρονοσειρά που αφορά την απόδοση του χρυσού καθώς το στατιστικό κριτήριο (στήλη Statistic) είναι μεγαλύτερο από το κριτήριο απόρριψης (στήλη rejection criteria) σε επίπεδο σημαντικότητας 1%. Ουσιαστικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρονοσειρά που αφορά την απόδοση του χρυσού είναι στάσιμη, δηλαδή η μέση ημερήσια απόδοση του χρυσού μπορεί να θεωρηθεί σταθερή μέσα στο χρόνο.

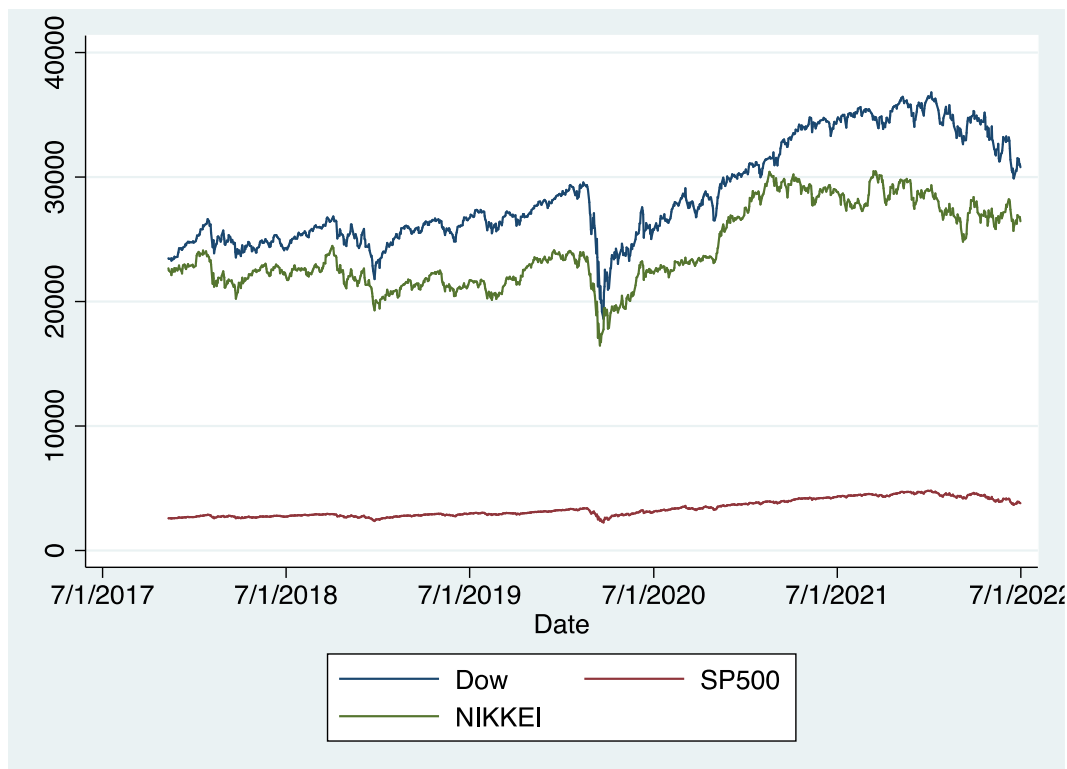
Πίνακας 6. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα της τιμής του χρυσού και της απόδοσης του την περίοδο 11/2017- 06/2022

	Statistic	Rejection criteria			Αποτέλεσμα
		1%	5%	10%	
Gold	-1.379	-3.43	-2.86	-2.57	Μη στάσιμη
Gold_r	-31.916				Στάσιμη

5.1.4 Διαχρονική εξέλιξη της τιμής και της απόδοσης των δεικτών Dow Jones, S&P 500 και NIKKEI 125

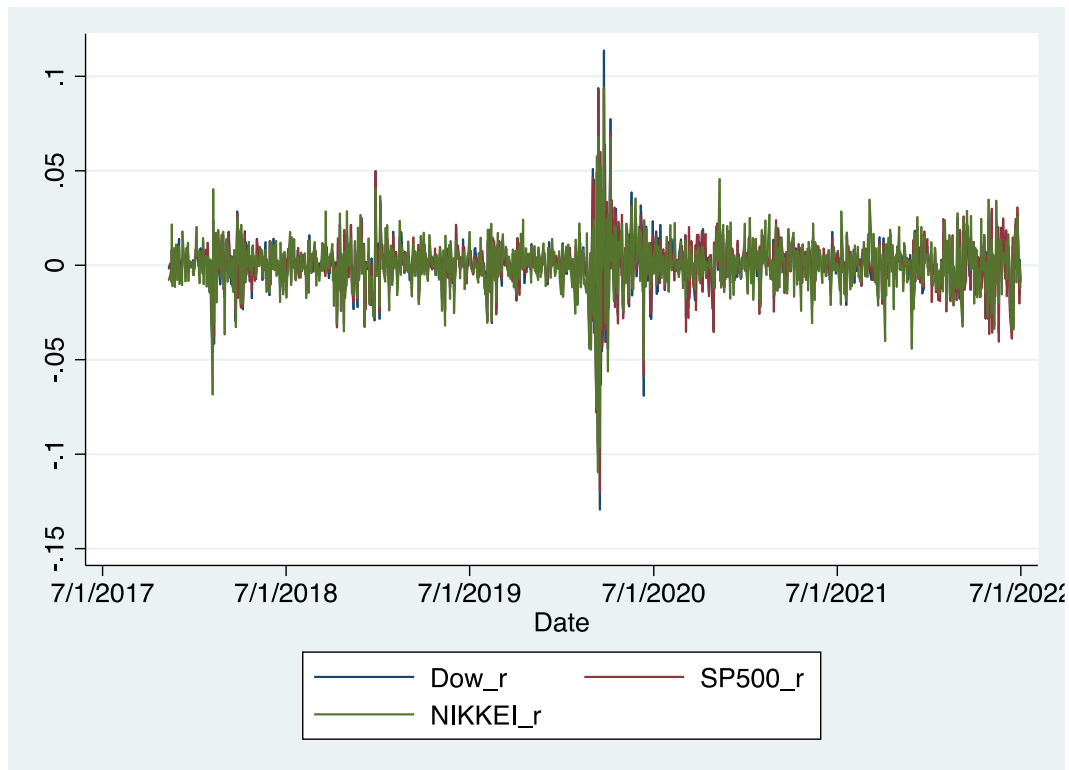
Στο Διάγραμμα 19 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα σχετικά με τη διαχρονική εξέλιξη των τιμών των δεικτών Dow Jones, S&P 500 και NIKKEI 125. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι γενικότερα υπάρχει μια αυξητική τάση και στις τρεις χρονοσειρές. Και στις τρεις περιπτώσεις καταγράφηκε πτωτική τάση στις αρχές του 2020, κάτι που οφείλεται στην πανδημία COVID-19 η οποία επηρέασε σε μεγάλο βαθμό τις χρηματοοικονομικές αγορές σε όλο τον κόσμο. Μετά από μια περίοδο

περίπου 6 μηνών από τις αρχές του 2020 οι δείκτες φαίνεται να επέστρεψαν σε αυξητική τάση και να ακολουθούν την πορεία πριν την πανδημία COVID-19.



Διάγραμμα 19. Διαχρονική εξέλιξη της τιμής των χρηματιστηριακών δεικτών (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στο Διάγραμμα 20 δίνονται τα αποτελέσματα σχετικά με την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών στην υπό μελέτη περίοδο. Από τη μορφή του διαγράμματος προκύπτει ότι η μέση απόδοση και των τριών δεικτών ήταν κοντά στο 0 με αρκετές αυξομειώσεις από μέρα σε μέρα. Συνολικά, οι αποδόσεις των τριών δεικτών φαίνεται να προσαρμόζονται με τη μορφή ενός τυχαίου περιπάτου με μέση τιμή 0.



Διάγραμμα 20. Διαχρονική εξέλιξη της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών (περίοδος 11/2017- 06/2022)

Στον Πίνακα 7 δίνονται τα περιγραφικά αποτελέσματα για τις τιμές των χρηματιστηριακών δεικτών και των αποδόσεων τους την περίοδο 11/2017- 06/2022. Η μέση τιμή του δείκτη DOWJONES για την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 28571.3 (SD=4099.2) με εύρος τιμών μεταξύ 18591.9 και 36799.7. Η μέση ημερήσια απόδοση του δείκτη DOWJONES ήταν ίση με 0.0003 (SD=0.0137) με εύρος από -0.1293 έως 0.1137. Η μέση τιμή του δείκτη S&P 500 για την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 3374.5 (SD=685.7) με εύρος τιμών μεταξύ 22374. και 4796.6. Η μέση ημερήσια απόδοση του δείκτη S&P 500 ήταν ίση με 0.0043 (SD=0.0135) με εύρος από -0.1198 έως 0.0938. Τέλος, μέση τιμή του δείκτη NIKKEI για την συγκεκριμένη περίοδο ήταν 24128.5 (SD=3156.4) με εύρος τιμών μεταξύ 16465.0. και 30465.0. Η μέση ημερήσια απόδοση του δείκτη NIKKEI ήταν ίση με 0.0002 (SD=0.0138) με εύρος από -0.1096 έως 0.0940.

Πίνακας 7. Περιγραφικά αποτελέσματα για τις τιμές των χρηματιστηριακών δεικτών και των αποδόσεων τους την περίοδο 11/2017- 06/2022

Τιμές	Mean	SD	Min	Max
-------	------	----	-----	-----

Dow	28571.3	4099.2	18591.9	36799.7
SP500	3374.5	685.7	2237.4	4796.6
NIKKEI	24182.5	3156.4	16465.0	30465.0
Αποδόσεις	Mean	SD	Min	Max
Dow_r	0.0003	0.0137	-0.1293	0.1137
SP500_r	0.0004	0.0135	-0.1198	0.0938
NIKKEI_r	0.0002	0.0138	-0.1096	0.0940

Στον Πίνακα 8 δίνονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης μέσω του ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των τιμών των χρηματιστηριακών δεικτών και των αποδόσεων τους την περίοδο 11/2017- 06/2022. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι χρονοσειρές που αφορούν τους χρηματιστηριακούς δείκτες δεν είναι στάσιμες (μη απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης). Αντίθετα, τα αποτελέσματα έδειξαν πως οι χρονοσειρές που αφορούν την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών είναι στάσιμες (απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης). Ουσιαστικά τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η μέση ημερήσια απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών μπορεί να θεωρηθεί σταθερή μέσα στο χρόνο.

Πίνακας 8. Αποτελέσματα ελέγχου ADF για τη στασιμότητα των τιμών των χρηματιστηριακών δεικτών και των αποδόσεων τους την περίοδο 11/2017- 06/2022

	Statistic	Rejection criteria			Αποτέλεσμα
		1%	5%	10%	
Dow	-1.321				Μη στάσιμη
Dow_r	-38.742				Στάσιμη
SP500	-1.068				Μη στάσιμη
SP500_r	-39.253	-3.43	-2.86	-2.57	Στάσιμη
NIKKEI	-1.321				Μη στάσιμη
NIKKEI_r	-38.764				Στάσιμη

5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης συσχέτισης

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης σχετικά με τη συσχέτιση μεταξύ της ημερήσιας απόδοσης των κρυπτονομισμάτων μεταξύ τους αλλά και με τους υπόλοιπους δείκτες. Από τον Πίνακα 9 προκύπτει ότι η μέση ημερήσια απόδοση του BITCOIN εμφανίζει σημαντική θετική συσχέτιση με τη μέση ημερήσια απόδοση του DOGECOIN ($r=0.3612$, $p<0.01$), του ETHEREUM ($r=0.0884$, $p<0.01$), του CARDANO ($r=0.5286$, $p<0.01$) και του XRP ($r=0.4661$, $p<0.01$). Επιπλέον, προέκυψε πως η μέση ημερήσια απόδοση του DOGECOIN εμφανίζει σημαντική θετική συσχέτιση με τη μέση ημερήσια απόδοση του CARDANO ($r=0.3235$, $p<0.01$) και του XRP ($r=0.2690$, $p<0.01$) ενώ η μέση ημερήσια απόδοση του ETHEREUM εμφανίζει σημαντική θετική συσχέτιση με τη μέση ημερήσια απόδοση του CARDANO ($r=0.1004$, $p<0.01$) και του XRP ($r=0.0953$, $p<0.01$). Τέλος, μέση ημερήσια απόδοση του CARDANO εμφανίζει σημαντική θετική συσχέτιση με τη μέση ημερήσια απόδοση του XRP ($r=0.5333$, $p<0.01$).

Πίνακας 9. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων την περίοδο 11/2017- 06/2022

		Bitcoi~r	Dogeco~r	Ethere~r	Cardan~r	XRP_r
Bitcoin_r	r	1				
	p					
	n	1166				
Dogecoin_r	r	0.3612	1			
	p	0.0000				
	n	1166	1166			
Ethereum_r	r	0.0884	0.0352	1		
	p	0.0025	0.2294			
	n	1166	1166	1166		
Cardano_r	r	0.5286	0.3235	0.1004	1	
	p	0.0000	0.0000	0.0006		
	n	1166	1166	1166	1166	
XRP_r	r	0.4661	0.269	0.0953	0.5533	1
	p	0.0000	0.0000	0.0011	0.0000	
	n	1166	1166	1166	1166	1166

Στον Πίνακα 10 δίνονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και των αποδόσεων των ισοτιμιών την περίοδο 11/2017- 06/2022. Η ανάλυση ανέδειξε μόνο μια στατιστικά σημαντική συσχέτιση,

μεταξύ της απόδοσης της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας και της απόδοσης του ETHREUM ($r=0.1450$, $p<0.01$).

Πίνακας 10. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και των αποδόσεων των ισοτιμιών την περίοδο 11/2017- 06/2022

		Bitcoi~r	Dogeco~r	Ethere~r	Cardan~r	XRP_r
EUR_USD_r	r	0.0112	-0.0443	0.0181	-0.0018	0.0053
	p	0.7023	0.1311	0.5373	0.9524	0.8575
	n	1162	1162	1162	1162	1162
GBP_USD_r	r	-0.0116	0.0020	0.1450	-0.0339	-0.0429
	p	0.6939	0.9462	0.0000	0.2480	0.1439
	n	1162	1162	1162	1162	1162
JPY_USD_r	r	0.0048	0.0407	0.0288	0.0165	-0.0050
	p	0.8693	0.1653	0.3263	0.5748	0.8656
	n	1162	1162	1162	1162	1162

Στον Πίνακα 11 δίνονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης του χρυσού 11/2017- 06/2022. Η ανάλυση ανέδειξε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της ημερήσιας απόδοσης του χρυσού με την ημερήσια απόδοση του BITCOIN ($r=0.087$, $p<0.01$), με την ημερήσια απόδοση του DEGECOIN ($r=0.0493$, $p<0.10$) και με την ημερήσια απόδοση του CARDANO ($r=0.0648$, $p<0.05$).

Πίνακας 11. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης του χρυσού την περίοδο 11/2017- 06/2022

		Bitcoi~r	Dogeco~r	Ethere~r	Cardan~r	XRP_r
Gold_r	r	0.0887	0.0493	0.0433	0.0648	0.0443
	p	0.0024	0.0927	0.1399	0.0269	0.1303
	n	1166	1166	1166	1166	1166

Στον Πίνακα 12 δίνονται τα αποτελέσματα της συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και της απόδοσης των χρηματιστηριακών

δεικτών την περίοδο 11/2017- 06/2022. Η ανάλυση ανέδειξε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της ημερήσιας απόδοσης του DOWJONES με την ημερήσια απόδοση του BITCOIN ($r=0.2212$, $p<0.01$), με την ημερήσια απόδοση του DEGECOIN ($r=0.1074$, $p<0.01$), με την ημερήσια απόδοση του CARDANO ($r=0.1794$, $p<0.01$) και με την ημερήσια απόδοση του XRP ($r=0.1734$, $p<0.01$). Παρόμοια, η ανάλυση ανέδειξε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της ημερήσιας απόδοσης του S&P 500 με την ημερήσια απόδοση του BITCOIN ($r=0.2431$, $p<0.01$), με την ημερήσια απόδοση του DEGECOIN ($r=0.1114$, $p<0.01$), με την ημερήσια απόδοση του CARDANO ($r=0.1913$, $p<0.01$) και με την ημερήσια απόδοση του XRP ($r=0.1859$, $p<0.01$).

Τέλος, η ανάλυση ανέδειξε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ της ημερήσιας απόδοσης του NIKKEI με την ημερήσια απόδοση του BITCOIN ($r=0.2306$, $p<0.01$), με την ημερήσια απόδοση του DEGECOIN ($r=0.0952$, $p<0.01$), με την ημερήσια απόδοση του CARDANO ($r=0.1807$, $p<0.01$) και με την ημερήσια απόδοση του XRP ($r=0.1664$, $p<0.01$).

Πίνακας 12. Αποτελέσματα συσχέτισης μεταξύ των αποδόσεων των κρυπτονομισμάτων και των αποδόσεων των χρηματιστηριακών δεικτών την περίοδο 11/2017- 06/2022

		Bitcoi~r	Dogeco~r	Ethere~r	Cardan~r	XRP_r
Dow_r	R	0.2212	0.1074	-0.0176	0.1794	0.1734
	P	0.0000	0.0002	0.5493	0.0000	0.0000
	N	1166	1166	1166	1166	1166
SP500_r	r	0.2431	0.1114	-0.0272	0.1913	0.1859
	p	0.0000	0.0001	0.3527	0.0000	0.0000
	n	1166	1166	1166	1166	1166
NIKKEI_r	r	0.2306	0.0952	-0.0329	0.1807	0.1664
	p	0.0000	0.0011	0.2616	0.0000	0.0000
	n	1166	1166	1166	1166	1166

5.3 Αποτελέσματα ανάλυσης γραμμικής παλινδρόμησης

Η επόμενη ανάλυση αφορά τη διερεύνηση του κατά πόσο οι αποδόσεις των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν, οι αποδόσεις των

χρηματιστηριακών δεικτών και η απόδοση του χρυσού μπορούν να προβλέψουν την πορεία της απόδοσης των κρυπτονομισμάτων.

Στον Πίνακα 13 δίνονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του BITCOIN και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν. Η ανάλυση έδειξε ότι οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ερμηνεύουν το 7.29% της μεταβλητότητας της απόδοσης του BITCOIN με το συνολικό υπόδειγμα που εκτιμήθηκε να είναι στατιστικά μη σημαντικό ($R^2=0.0729$, $F=12.93$, $p<0.01$). Από τις επιμέρους μεταβλητές στατιστικά σημαντική στην πρόβλεψη της απόδοσης του δείκτη BITCOIN ήταν η απόδοση του DOWJONES ($b=0.8476$, $t=2.15$, $p<0.05$), η απόδοση του S&P 500 ($b=1.3492$, $t=3.310$, $p<0.01$), η απόδοση του NIKKEI ($b=0.4162$, $t=2.350$, $p<0.05$) και η απόδοση του χρυσού ($b=0.4178$, $t=2.910$, $p<0.01$). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση των ημερήσιων αποδόσεων του DOWJONES, του S&P 500, του NIKKEI και του χρυσού προβλέπουν αύξηση της απόδοσης του BITCOIN.

Πίνακας 13. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του BITCOIN και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν

Bitcoin_r	Coef.	Std. Err.	t	P>t	95% Confidence Interval	
EUR_USD_r	0.0224	0.3234	0.0700	0.9450	-0.6121	0.6569
GBP_USD_r	0.1546	0.2911	0.5300	0.5950	-0.4165	0.7257
JPY_USD_r	0.1313	0.3130	0.4200	0.6750	-0.4828	0.7454
Dow_r	0.8476	0.3949	2.1500	0.0320	1.6223	0.0728
SP500_r	1.3492	0.4082	3.3100	0.0010	0.5484	2.1500
NIKKEI_r	0.4162	0.1769	2.3500	0.0190	0.0690	0.7633
Gold_r	0.4178	0.1434	2.9100	0.0040	0.1364	0.6992
_cons	0.0014	0.0014	1.0300	0.3030	-0.0013	0.0041

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	1160
--------	----	----	----	---------------	---	------

Model	0.1993	7	0.0285	F(7, 1152)	=	12.93
Residual	2.5361	1152	0.0022	Prob > F	=	0.000
Total	2.7354	1159	0.0024	R-squared	=	0.0729
				Adj R-squared	=	0.0672
				Root MSE	=	0.0469

Στον Πίνακα 14 δίνονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του ETHEREUM και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν. Η ανάλυση έδειξε ότι οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ερμηνεύουν το 2.81% της μεταβλητότητας της απόδοσης του ETHEREUM με το συνολικό υπόδειγμα που εκτιμήθηκε να είναι στατιστικά μη σημαντικό ($R^2=0.0281$, $F=4.77$, $p<0.01$). Από τις επιμέρους μεταβλητές στατιστικά σημαντική στην πρόβλεψη της απόδοσης του δείκτη ETHEREUM ήταν η ισοτιμία δολαρίου/ βρετανικής λίρας ($b=-1.9190$, $t=-5.410$, $p<0.01$) και η ισοτιμία δολαρίου/ γιεν ($b=0.7559$, $t=-1.888$, $p<0.10$). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση της απόδοσης δολαρίου/ βρετανικής λίρας σχετίζεται με μείωση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM ενώ η ότι η αύξηση της απόδοσης δολαρίου/ γιεν λίρας σχετίζεται με αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM.

Πίνακας 14. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του ETHEREUM και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν

Ethereum_r	Coef.	Std. Err.	t	P>t	95% Confidence Interval	
EUR_USD_r	0.2096	0.4151	0.5000	0.6140	-0.6048	1.0240
GBP_USD_r	-1.9190	0.3736	-5.1400	0.0000	-2.6520	-1.1859
JPY_USD_r	0.7559	0.4017	1.8800	0.0600	-0.0323	1.5441
Dow_r	0.5516	0.5069	1.0900	0.2770	-0.4429	1.5460
SP500_r	-0.5968	0.5239	-1.1400	0.2550	-1.6246	0.4311
NIKKEI_r	-0.1632	0.2271	-0.7200	0.4730	-0.6088	0.2824
Gold_r	0.1860	0.1841	1.0100	0.3120	-0.1752	0.5472
_cons	0.0030	0.0018	1.7100	0.0880	-0.0005	0.0065

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	1160
Model	0.1210	7	0.0173	F(7, 1152)	=	4.77
Residual	4.1782	1152	0.0036	Prob > F	=	0.000
Total	4.2992	1159	0.0037	R-squared	=	0.0281
				Adj R-squared	=	0.0222
				Root MSE	=	0.0602

Στον Πίνακα 15 δίνονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του CARDANO και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν. Η ανάλυση έδειξε ότι οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ερμηνεύουν το 4.35% της μεταβλητότητας της απόδοσης του CARDANO με το συνολικό υπόδειγμα που εκτιμήθηκε να είναι στατιστικά μη σημαντικό ($R^2=0.0435$, $F=7.49$, $p<0.01$). Από τις επιμέρους μεταβλητές στατιστικά σημαντική στην πρόβλεψη της απόδοσης του δείκτη CARDANO ήταν η απόδοση του S&P 500 ($b=1.6965$, $t=1.9700$, $p<0.05$) και η απόδοση του χρυσού ($b=0.6209$, $t=2.05$, $p<0.05$). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση των ημερήσιων αποδόσεων του S&P 500 και του χρυσού σχετίζονται με αύξηση της απόδοσης του CARDANO.

Πίνακας 15. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του CARDANO και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν

Cardano_r	Coef.	Std. Err.	t	P>t	95% Confidence Interval	
EUR_USD_r	-0.2212	0.6817	-0.3200	0.7460	-1.5587	1.1164
GBP_USD_r	-0.3074	0.6136	-0.5000	0.6170	-1.5114	0.8966
JPY_USD_r	0.5801	0.6598	0.8800	0.3790	-0.7144	1.8747
Dow_r	-0.8230	0.8325	-0.9900	0.3230	-2.4563	0.8104
SP500_r	1.6965	0.8604	1.9700	0.0490	0.0083	3.3847
NIKKEI_r	0.6152	0.3730	1.6500	0.0990	-0.1167	1.3470
Gold_r	0.6209	0.3024	2.0500	0.0400	0.0277	1.2142
_cons	0.0056	0.0029	1.9300	0.0530	-0.0001	0.0113

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	1160
Model	0.5127	7	0.0732	F(7, 1152)	=	7.49
Residual	11.2705	1152	0.0098	Prob > F	=	0.000
Total	11.7833	1159	0.0102	R-squared	=	0.0435
				Adj R-squared	=	0.0377
				Root MSE	=	0.0989

Στον Πίνακα 16 δίνονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του DOGECOIN και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν. Η ανάλυση έδειξε ότι οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ερμηνεύουν το 1.91% της μεταβλητότητας της απόδοσης του DOGECOIN με το συνολικό υπόδειγμα που εκτιμήθηκε να είναι στατιστικά μη σημαντικό ($R^2=0.0191$, $F=3.2$, $p<0.01$). Από τις επιμέρους μεταβλητές στατιστικά σημαντική στην πρόβλεψη της απόδοσης του δείκτη DOGECOIN ήταν η απόδοση του χρυσού ($b=0.7319$, $t=1.71$, $p<0.10$). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του χρυσού προβλέπει αύξηση της απόδοσης του DOGECOIN.

Πίνακας 16. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του DOGECOIN και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν

Dogecoin_r	Coef.	Std. Err.	t	P>t	95% Confidence Interval	
EUR_USD_r	-1.5987	0.9648	-1.6600	0.0980	-3.4916	0.2942
GBP_USD_r	0.2858	0.8684	0.3300	0.7420	-1.4181	1.9896
JPY_USD_r	1.4501	0.9338	1.5500	0.1210	-0.3820	3.2822
Dow_r	-0.1144	1.1781	-0.1000	0.9230	-2.4259	2.1971
SP500_r	1.1774	1.2177	0.9700	0.3340	-1.2117	3.5665
NIKKEI_r	0.1234	0.5279	0.2300	0.8150	-0.9124	1.1591
Gold_r	0.7319	0.4279	1.7100	0.0870	-0.1077	1.5715
_cons	0.0081	0.0041	1.9800	0.0480	0.0001	0.0162

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	1160
Model	0.4395	7	0.0628	F(7, 1152)	=	3.2
Residual	22.5728	1152	0.0196	Prob > F	=	0.0023
Total	23.0124	1159	0.0199	R-squared	=	0.0191
				Adj R-squared	=	0.0131
				Root MSE	=	0.1400

Στον Πίνακα 17 δίνονται τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του XRP και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν. Η ανάλυση έδειξε ότι οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ερμηνεύουν το 3.78% της μεταβλητότητας της απόδοσης του XRP με το συνολικό υπόδειγμα που εκτιμήθηκε να είναι στατιστικά μη σημαντικό ($R^2=0.0378$, $F=6.46$, $p<0.01$). Από τις επιμέρους μεταβλητές στατιστικά σημαντική στην πρόβλεψη της απόδοσης του δείκτη XRP ήταν η απόδοση του S&P 500 ($b=1.5318$, $t=2.131$, $p<0.05$). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του S&P 500 προβλέπει αύξηση της απόδοσης του XRP.

Πίνακας 17. Αποτελέσματα γραμμικής παλινδρόμησης με εξαρτημένη μεταβλητή την απόδοση του XRP και ανεξάρτητες την απόδοση των χρηματιστηριακών δεικτών, την απόδοση του χρυσού και την απόδοση των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν

XRP_r	Coef.	Std. Err.	T	P>t	95% Confidence Interval	
EUR_USD_r	-0.0350	0.5688	-0.0600	0.9510	-1.1509	1.0810
GBP_USD_r	-0.4172	0.5120	-0.8100	0.4150	-1.4217	0.5873
JPY_USD_r	0.0972	0.5505	0.1800	0.8600	-0.9829	1.1773
Dow_r	-0.6929	0.6945	-1.0000	0.3190	-2.0556	0.6699
SP500_r	1.5318	0.7179	2.1300	0.0330	0.1233	2.9403
NIKKEI_r	0.3308	0.3112	1.0600	0.2880	-0.2798	0.9414
Gold_r	0.2960	0.2523	1.1700	0.2410	-0.1990	0.7910
_cons	0.0030	0.0024	1.2200	0.2230	-0.0018	0.0077

Source	SS	Df	MS	Number of obs	=	1160
Model	0.3078	7	0.0440	F(7, 1152)	=	6.46
Residual	7.8452	1152	0.0068	Prob > F	=	0.000

Total	8.1530	1159	0.0070	R-squared	=	0.0378
				Adj R-squared	=	0.0319
				Root MSE	=	0.0825

5.4 Αποτελέσματα μοντέλου VAR

Στη συνέχεια στα δεδομένα εφαρμόστηκε η μεθοδολογία των υποδειγμάτων VAR. Στον Πίνακα 18 δίνονται τα αναλυτικά αποτελέσματα του VAR μοντέλου για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του BITCOIN. Από την ανάλυση προκύπτει ότι η ημερήσια απόδοση των κρυπτονομισμάτων BITCOIN, DEOGECOIN, ETHEREUM και CARDANO τη χρονική στιγμή t-2 και t-3 (2 ή 3 ημέρες πριν) δεν επιδρά στην ημερήσια απόδοση του BITCOIN στο χρόνο t. Αντίθετα, φαίνεται ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του XRP στο χρόνο t-2 προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του BITCOIN στο χρόνο t ($b=0.0777$, $t=1.760$, $p<0.10$). Αντίθετα, προέκυψε σημαντική επίδραση της απόδοσης του S&P500 ($b=1.5336$, $t=2.460$, $p<0.15$), του NIKKEI ($b=0.6646$, $t=2.550$, $p<0.05$) και του χρυσού ($b=0.5506$, $t=2.620$, $p<0.01$).

Πίνακας 18. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του BITCOIN

Bitcoin_r	Coef.	Std. Err.	z	P>z	95% Confidence Interval	
Bitcoin_r						
L2.	-0.0044	0.0641	-0.0700	0.9460	-0.1301	0.1214
L3.	0.0133	0.0576	0.2300	0.8170	-0.0996	0.1263
Dogecoin_r						
L2.	-0.0210	0.0360	-0.5800	0.5590	-0.0916	0.0495
L3.	0.0070	0.0228	0.3100	0.7600	-0.0377	0.0517
Ethereum_r						
L2.	-0.0560	0.0498	-1.1200	0.2610	-0.1535	0.0416
L3.	0.0056	0.0330	0.1700	0.8650	-0.0590	0.0703
Cardano_r						
L2.	0.0095	0.0300	0.3200	0.7520	-0.0492	0.0682

L3.	0.0280	0.0204	1.3700	0.1710	-0.0121	0.0680
XRP_r						
L2.	0.0777	0.0441	1.7600	0.0780	-0.0086	0.1640
L3.	-0.0088	0.0309	-0.2900	0.7760	-0.0694	0.0517
EUR_USD_r	-0.2340	0.4948	-0.4700	0.6360	-1.2037	0.7358
GBP_USD_r	0.3451	0.4145	0.8300	0.4050	-0.4673	1.1576
JPY_USD_r	0.1326	0.4584	0.2900	0.7720	-0.7659	1.0311
Dow_r	-0.8956	0.6303	-1.4200	0.1550	-2.1309	0.3397
SP500_r	1.5336	0.6247	2.4600	0.0140	0.3093	2.7580
NIKKEI_r	0.6646	0.2609	2.5500	0.0110	0.1533	1.1759
Gold_r	0.5506	0.2102	2.6200	0.0090	0.1385	0.9626
_cons	-0.0001	0.0021	-0.0500	0.9630	-0.0041	0.0039

Στον Πίνακα 19 δίνονται τα αναλυτικά αποτελέσματα του VAR μοντέλου για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του DOGECOIN. Από την ανάλυση προκύπτει ότι η ημερήσια απόδοση των κρυπτονομισμάτων BITCOIN, DEOGECOIN, XRP και CARDANO τη χρονική στιγμή t-2 και t-3 (2 ή 3 ημέρες πριν) δεν επιδρά στην ημερήσια απόδοση του DOGECOIN στο χρόνο t. Αντίθετα, φαίνεται ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM στο χρόνο t-3 προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο t ($b=0.4065$, $t=2.790$, $p<0.10$).

Πίνακας 19. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του DOGECOIN

Dogecoin_r	Coef.	Std. Err.	z	P>z	95% Confidence Interval	
Bitcoin_r						
L2.	0.1563	0.2829	0.5500	0.5810	-0.3982	0.7108
L3.	-0.2427	0.2542	-0.9500	0.3400	-0.7409	0.2555
Dogecoin_r						
L2.	0.0285	0.1588	0.1800	0.8570	-0.2827	0.3397
L3.	-0.0035	0.1007	-0.0400	0.9720	-0.2009	0.1938
Ethereum_r						

L2.	-0.1383	0.2195	-0.6300	0.5290	-0.5685	0.2919
L3.	0.4065	0.1455	2.7900	0.0050	0.1213	0.6917
Cardano_r						
L2.	-0.0242	0.1322	-0.1800	0.8550	-0.2832	0.2349
L3.	0.0178	0.0901	0.2000	0.8440	-0.1588	0.1944
XRP_r						
L2.	0.0605	0.1943	0.3100	0.7560	-0.3204	0.4413
L3.	0.2256	0.1363	1.6600	0.0980	-0.0415	0.4927
EUR_USD_r	-2.8948	2.1825	-1.3300	0.1850	-7.1726	1.3829
GBP_USD_r	-0.2542	1.8286	-0.1400	0.8890	-3.8382	3.3298
JPY_USD_r	1.6614	2.0221	0.8200	0.4110	-2.3020	5.6247
Dow_r	-0.1020	2.7801	-0.0400	0.9710	-5.5510	5.3469
SP500_r	1.7883	2.7555	0.6500	0.5160	-3.6124	7.1890
NIKKEI_r	0.0043	1.1507	0.0000	0.9970	-2.2510	2.2597
Gold_r	0.2136	0.9273	0.2300	0.8180	-1.6038	2.0311
_cons	0.0128	0.0091	1.4100	0.1570	-0.0050	0.0307

Στον Πίνακα 20 δίνονται τα αναλυτικά αποτελέσματα του VAR μοντέλου για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του ETHEREUM. Από την ανάλυση προκύπτει ότι η ημερήσια απόδοση των κρυπτονομισμάτων BITCOIN, ETHEREUM, XRP και CARDANO τη χρονική στιγμή t-2 και t-3 (2 ή 3 ημέρες πριν) δεν επιδρά στην ημερήσια απόδοση του ETHEREUM στο χρόνο t. Αντίθετα, φαίνεται ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο t-3 προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM στο χρόνο t ($b=0.0538$, $t=1.810$, $p<0.10$). Αντίστοιχα, η ανάλυση δείχνει σημαντική επίδραση της ισοτιμίας δολαρίου/βρετανικής λίρας ($b=-2.152$, $t=-3.970$, $p<0.01$) και δολαρίου/γιεν ($b=1.070$, $t=1.790$, $p<0.10$). Η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης της ισοτιμίας δολαρίου/βρετανικής προβλέπει μείωση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM στο χρόνο t ενώ η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης της ισοτιμίας δολαρίου/γιεν προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM στο χρόνο t.

Πίνακας 20. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του ETHEREUM

Ethereum_r	Coef.	Std. Err.	z	P>z	95% Confidence Interval	
Bitcoin_r						
L2.	-0.1333	0.0838	-1.5900	0.1120	-0.2975	0.0309
L3.	-0.0120	0.0753	-0.1600	0.8730	-0.1596	0.1355
Dogecoin_r						
L2.	0.0709	0.0470	1.5100	0.1320	-0.0213	0.1630
L3.	0.0538	0.0298	1.8100	0.0710	-0.0046	0.1122
Ethereum_r						
L2.	0.0334	0.0650	0.5100	0.6070	-0.0940	0.1609
L3.	-0.0645	0.0431	-1.5000	0.1350	-0.1489	0.0200
Cardano_r						
L2.	-0.0554	0.0391	-1.4200	0.1570	-0.1321	0.0213
L3.	-0.0177	0.0267	-0.6600	0.5070	-0.0700	0.0346
XRP_r						
L2.	0.0192	0.0575	0.3300	0.7380	-0.0936	0.1320
L3.	0.0052	0.0404	0.1300	0.8970	-0.0739	0.0843
EUR_USD_r	0.9696	0.6464	1.5000	0.1340	-0.2972	2.2364
GBP_USD_r	-2.1512	0.5415	-3.9700	0.0000	-3.2126	-1.0898
JPY_USD_r	1.0703	0.5989	1.7900	0.0740	-0.1034	2.2441
Dow_r	0.7545	0.8233	0.9200	0.3590	-0.8592	2.3682
SP500_r	-1.1363	0.8160	-1.3900	0.1640	-2.7357	0.4631
NIKKEI_r	-0.1002	0.3408	-0.2900	0.7690	-0.7681	0.5678
Gold_r	0.1281	0.2746	0.4700	0.6410	-0.4102	0.6663
_cons	0.0000	0.0027	-0.0100	0.9930	-0.0053	0.0053

Στον Πίνακα 21 δίνονται τα αναλυτικά αποτελέσματα του VAR μοντέλου για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του CARDANO. Από την ανάλυση προκύπτει ότι η ημερήσια απόδοση των κρυπτονομισμάτων DOGECOIN και ETHEREUM τη χρονική στιγμή t-2 και t-3 (2 ή 3 ημέρες πριν) δεν επιδρά στην ημερήσια απόδοση του CARDANO στο χρόνο t. Αντίθετα, φαίνεται ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του BITCOIN στο χρόνο t-2 προβλέπει μείωση της ημερήσιας απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t ($b=-0.1945$, $t=-1.75$, $p<0.10$). Αντίστοιχα, η ανάλυση δείχνει ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t-3

προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t ($b=0.0678$, $t=1.92$, $p<0.10$). Τέλος, η ανάλυση δείχνει ότι η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του XRP στο χρόνο $t-2$ προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t ($b=0.3202$, $t=4.19$, $p<0.01$). Αντίστοιχα, η ανάλυση δείχνει σημαντική επίδραση της απόδοσης του S&P 500 ($b=2.190$, $t=2.020$, $p<0.05$). Η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του S&P 500 προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t .

Πίνακας 21. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του CARDANO

Cardano_r	Coef.	Std. Err.	z	P>z	95% Confidence Interval	
Bitcoin_r						
L2.	-0.1945	0.1112	-1.7500	0.0800	-0.4124	0.0234
L3.	0.0797	0.0999	0.8000	0.4250	-0.1161	0.2755
Dogecoin_r						
L2.	-0.0117	0.0624	-0.1900	0.8520	-0.1340	0.1106
L3.	-0.0260	0.0396	-0.6600	0.5120	-0.1035	0.0516
Ethereum_r						
L2.	0.0180	0.0863	0.2100	0.8350	-0.1511	0.1871
L3.	-0.0727	0.0572	-1.2700	0.2040	-0.1848	0.0394
Cardano_r						
L2.	0.0286	0.0519	0.5500	0.5820	-0.0732	0.1304
L3.	0.0678	0.0354	1.9200	0.0550	-0.0016	0.1372
XRP_r						
L2.	0.3202	0.0764	4.1900	0.0000	0.1706	0.4699
L3.	-0.0918	0.0536	-1.7100	0.1070	-0.1967	0.0132
EUR_USD_r	0.3955	0.8577	0.4600	0.6450	-1.2855	2.0765
GBP_USD_r	-0.3843	0.7186	-0.5300	0.5930	-1.7926	1.0241
JPY_USD_r	0.9313	0.7946	1.1700	0.2410	-0.6261	2.4887
Dow_r	-0.9081	1.0925	-0.8300	0.4060	-3.0493	1.2332
SP500_r	2.1901	1.0828	2.0200	0.0430	0.0678	4.3123
NIKKEI_r	0.5301	0.4522	1.1700	0.2410	-0.3562	1.4164
Gold_r	0.4970	0.3644	1.3600	0.1730	-0.2172	1.2112
_cons	0.0007	0.0036	0.2100	0.8340	-0.0062	0.0077

Στον Πίνακα 22 δίνονται τα αναλυτικά αποτελέσματα του VAR μοντέλου για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του

χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του XRP. Από την ανάλυση προκύπτει ότι η ημερήσια απόδοση των κρυπτονομισμάτων DOGECOIN, ETHEREUM, CARDANO και XRP τη χρονική στιγμή t-2 και t-3 (2 ή 3 ημέρες πριν) επιδρά στην ημερήσια απόδοση του XRP στο χρόνο t. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση της απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο t-2 ($b=-0.1280$, $t=-2.080$, $p<0.05$) επιδρά αρνητικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t, ενώ η αύξηση της απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο t-3 ($b=0.190$, $t=4.870$, $p<0.01$) επιδρά θετικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t. Αντίστοιχα, η αύξηση της απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t-2 ($b=-0.1135$, $t=-2.21$, $p<0.05$) επιδρά αρνητικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t, ενώ η αύξηση της απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t-3 ($b=0.1268$, $t=3.630$, $p<0.01$) επιδρά θετικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t. Αντίθετα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η αύξηση της απόδοσης του XRP στο χρόνο t-2 ($b=0.5160$, $t=6.84$, $p<0.01$) επιδρά θετικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t, ενώ η αύξηση της απόδοσης του XRP στο χρόνο t-3 ($b=-0.1522$, $t=-2.88$, $p<0.01$) επιδρά αρνητικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t.

Τέλος, η ανάλυση έδειξε πως η αύξηση της απόδοσης του ETHEREUM στο χρόνο t-3 ($b=-0.1044$, $t=-1.85$, $p<0.05$) επιδρά αρνητικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t.

Πίνακας 22. Αποτελέσματα μοντέλου VAR για την επίδραση της απόδοσης των χρηματιστηριακών δεικτών, της απόδοσης του χρυσού και της απόδοσης των ισοτιμιών του δολαρίου με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν στην απόδοση του XRP

XRP_r	Coef.	Std. Err.	z	P>z	95% Confidence Interval	
Bitcoin_r						
L2.	-0.1384	0.1098	-1.2600	0.2070	-0.3536	0.0767
L3.	-0.0238	0.0986	-0.2400	0.8090	-0.2171	0.1695
Dogecoin_r						
L2.	-0.1280	0.0616	-2.0800	0.0380	-0.2487	-0.0073
L3.	0.1902	0.0391	4.8700	0.0000	0.1137	0.2668
Ethereum_r						
L2.	-0.0386	0.0852	-0.4500	0.6500	-0.2055	0.1283
L3.	-0.1044	0.0565	-1.8500	0.0640	-0.2150	0.0062
Cardano_r						
L2.	-0.1135	0.0513	-2.2100	0.0270	-0.2140	-0.0130
L3.	0.1268	0.0350	3.6300	0.0000	0.0583	0.1953

XRP_r						
L2.	0.5160	0.0754	6.8400	0.0000	0.3682	0.6637
L3.	-0.1522	0.0529	-2.8800	0.0040	-0.2558	-0.0485
EUR_USD_r	-0.1741	0.8467	-0.2100	0.8370	-1.8336	1.4855
GBP_USD_r	-0.5518	0.7094	-0.7800	0.4370	-1.9422	0.8387
JPY_USD_r	0.3636	0.7845	0.4600	0.6430	-1.1740	1.9012
Dow_r	-0.4898	1.0786	-0.4500	0.6500	-2.6037	1.6242
SP500_r	1.5506	1.0690	1.4500	0.1470	-0.5446	3.6459
NIKKEI_r	0.4083	0.4464	0.9100	0.3600	-0.4667	1.2832
Gold_r	0.3822	0.3597	1.0600	0.2880	-0.3229	1.0873
_cons	0.0033	0.0035	0.9500	0.3430	-0.0036	0.0103

5.4 Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας κατά Granger

Στη συνέχεια στα δεδομένα εφαρμόστηκε η μεθοδολογία των υποδειγμάτων Granger Causality. Στον Πίνακα 23 δίνονται τα αποτελέσματα του ελέγχου Granger Causality για τις μεταβλητές και την απόδοση του BITCOIN. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ γιεν ($\chi^2=5.2331$, $p<0.10$) αιτιάζει σημαντικά (σε επίπεδο $\alpha=0.10$) στην απόδοση του BITCOIN. Αντίθετα, δεν προέκυψε σημαντική αιτιότητα μεταξύ των υπόλοιπων μεταβλητών και της απόδοσης του BITCOIN.

Πίνακας 23. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του BITCOIN

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Bitcoin_r	EUR_USD_r	4.2763	2	0.118
Bitcoin_r	GBP_USD_r	3.2633	2	0.196
Bitcoin_r	JPY_USD_r	5.2331	2	0.073
Bitcoin_r	Dow_r	.27621	2	0.871
Bitcoin_r	SP500_r	.12506	2	0.939
Bitcoin_r	NIKKEI_r	.10094	2	0.951
Bitcoin_r	Gold_r	.50304	2	0.778
Bitcoin_r	ALL	16.069	14	0.309

Στον Πίνακα 24 δίνονται του ελέγχου Granger Causality για τις μεταβλητές και την απόδοση του DOGECOIN. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ ευρώ ($\chi^2=9.129$, $p<0.05$) αιτιάζει σημαντικά (σε επίπεδο $\alpha=0.05$) στην απόδοση του DOGECOIN. Αντίθετα, δεν προέκυψε σημαντική αιτιότητα μεταξύ των υπόλοιπων μεταβλητών και της απόδοσης του DOGECOIN.

Πίνακας 24. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του DOGECOIN

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Dogecoin_r	EUR_USD_r	9.1285	2	0.010
Dogecoin_r	GBP_USD_r	1.8385	2	0.399
Dogecoin_r	JPY_USD_r	1.3834	2	0.501
Dogecoin_r	Dow_r	2.7383	2	0.254
Dogecoin_r	SP500_r	1.4327	2	0.489
Dogecoin_r	NIKKEI_r	1.4099	2	0.494
Dogecoin_r	Gold_r	.91121	2	0.634
Dogecoin_r	ALL	17.185	14	0.246

Στον Πίνακα 25 δίνονται τα αποτελέσματα του ελέγχου Granger Causality για τις μεταβλητές και την απόδοση του ETHEREUM. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ ευρώ ($\chi^2=6.127$, $p<0.05$), η απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας ($\chi^2=9.746$, $p<0.01$), η απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ γιεν ($\chi^2=4.725$, $p<0.10$) και η απόδοση του S&P 500 ($\chi^2=5.028$, $p<0.10$) αιτιάζουν σημαντικά (σε επίπεδο $\alpha=0.05$ και $\alpha=0.10$) στην απόδοση του ETHEREUM. Αντίθετα, δεν προέκυψε σημαντική αιτιότητα μεταξύ των υπόλοιπων μεταβλητών και της απόδοσης του ETHEREUM.

Πίνακας 25. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του ETEHREUM

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Ethereum_r	EUR_USD_r	6.1267	2	0.047
Ethereum_r	GBP_USD_r	9.7463	2	0.008
Ethereum_r	JPY_USD_r	4.7247	2	0.094
Ethereum_r	Dow_r	4.581	2	0.101
Ethereum_r	SP500_r	5.0276	2	0.081
Ethereum_r	NIKKEI_r	1.6175	2	0.445
Ethereum_r	Gold_r	.15083	2	0.927
Ethereum_r	ALL	26.574	14	0.022

Στον Πίνακα 26 δίνονται τα αποτελέσματα του ελέγχου Granger Causality για τις μεταβλητές και την απόδοση του CARDANO. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας ($\chi^2=5.264$, $p<0.10$) αιτιάζει

σημαντικά (σε επίπεδο $\alpha=0.10$) στην απόδοση του CARDANO. Αντίθετα, δεν προέκυψε σημαντική αιτιότητα μεταξύ των υπόλοιπων μεταβλητών και της απόδοσης του CARDANO.

Πίνακας 26. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του CARDANO

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
Cardano_r	EUR_USD_r	2.1979	2	0.333
Cardano_r	GBP_USD_r	5.2643	2	0.072
Cardano_r	JPY_USD_r	.67483	2	0.714
Cardano_r	Dow_r	.59767	2	0.742
Cardano_r	SP500_r	.6511	2	0.722
Cardano_r	NIKKEI_r	.60922	2	0.737
Cardano_r	Gold_r	.92236	2	0.631
Cardano_r	ALL	11.684	14	0.632

Τέλος, στον Πίνακα 27 δίνονται τα αποτελέσματα του ελέγχου Granger Causality για τις μεταβλητές και την απόδοση του XRP. Από την ανάλυση προέκυψε ότι η απόδοση της ισοτιμίας δολαρίου/ βρετανικής λίρας ($\chi^2=5.604$, $p<0.10$) αιτιάζει σημαντικά (σε επίπεδο $\alpha=0.10$) στην απόδοση του XRP. Αντίθετα, δεν προέκυψε σημαντική αιτιότητα μεταξύ των υπόλοιπων μεταβλητών και της απόδοσης του XRP.

Πίνακας 27. Αποτελέσματα ανάλυσης αιτιότητας για την απόδοση του XRP

Equation	Excluded	chi2	df	Prob > chi2
XRP_r	EUR_USD_r	1.1739	2	0.556
XRP_r	GBP_USD_r	5.6043	2	0.061
XRP_r	JPY_USD_r	2.2914	2	0.318
XRP_r	Dow_r	.39701	2	0.820
XRP_r	SP500_r	.04595	2	0.977
XRP_r	NIKKEI_r	2.6354	2	0.268
XRP_r	Gold_r	1.9267	2	0.382
XRP_r	ALL	15.866	14	0.322

6. Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να διερευνήσει (1) το κατά πόσο η αγορά των κρυπτονομισμάτων χαρακτηρίζεται από την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (market efficiency hypothesis) δηλαδή να αξιολογήσει το κατά πόσο οι αποδόσεις των κρυπτονομισμάτων είναι μη προβλέψιμες και ακολουθούν τυχαίο περίπατο και (2) το κατά πόσο οι χρηματιστηριακοί δείκτες (DOWJONES, NIKKEI, S&P 500), οι συναλλακτικές ισοτίμες του δολαρίου (με το ευρώ, τη βρετανική λίρα και το γιεν) και η τιμή του χρυσού μπορούν να προβλέψουν την απόδοση των κρυπτονομισμάτων. Για το σκοπό αντλήθηκαν δεδομένα των τιμών των παραπάνω δεικτών και των τιμών των κρυπτονομισμάτων για την περίοδο 11/2017- 06/2022.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν πως οι τιμές των κρυπτονομισμάτων εμφάνισαν σημαντικά μεγάλη αύξηση τα τελευταία δύο έτη (από το 2020 και έπειτα) αλλά η μέση ημερήσια απόδοση τους αποτελεί έναν τυχαίο περίπατο καθώς η μέση τιμή της είναι σχεδόν μηδενική και δεν υπάρχει ξεκάθαρη τάση διαχρονικά. Αναλυτικότερα, προέκυψε πως η μέση ημερήσια απόδοση του BITCOIN ήταν ίση με 0.0021, η μέση ημερήσια απόδοση του DOGECOIN ήταν ίση με 0.0089, η μέση ημερήσια απόδοση του ETHEREUM ήταν ίση με 0.0030, η ημερήσια απόδοση του CARDANO ήταν ίση με 0.0063 και η μέση ημερήσια απόδοση του XRP ήταν ίση με 0.0036. Επιπρόσθετα, για τις χρονοσειρές της ημερήσιας απόδοσης των κρυπτονομισμάτων επιβεβαιώθηκε η στασιμότητα τους.

Τα αποτελέσματα σχετικά με τη συσχέτιση της ημερήσιας απόδοσης μεταξύ των κρυπτονομισμάτων έδειξαν πως υπάρχουν σημαντικές συσχετίσεις μεταξύ των αποδόσεων τους. Αναλυτικότερα, προέκυψε πως η μέση ημερήσια απόδοση του BITCOIN εμφανίζει σημαντική θετική συσχέτιση με τη μέση ημερήσια απόδοση του DOGECOIN, του ETHEREUM, του CARDANO και του XRP. Ενώ σημαντικές συσχετίσεις καταγράφηκαν για τις ημερήσιες αποδόσεις των DOGECOIN, CARDANO και XRP. Επιπλέον από την ανάλυση μέσω μοντέλων VAR προέκυψε πως η γνώση της ημερήσιας απόδοσης κάποιων κρυπτονομισμάτων δύο ή τρεις ημέρες νωρίτερα μπορεί να προβλέψει σε σημαντικό βαθμό την ημερήσια απόδοση άλλων κρυπτονομισμάτων δύο ή τρεις ημέρες μετά. Για παράδειγμα προέκυψε πως (1) η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM στο χρόνο $t-3$

προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο t , (2) η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο $t-3$ προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του ETHEREUM στο χρόνο t , (3) η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του BITCOIN στο χρόνο $t-2$ προβλέπει μείωση της ημερήσιας απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t , (4) η αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του XRP στο χρόνο $t-2$ προβλέπει αύξηση της ημερήσιας απόδοσης του CARDANO στο χρόνο t , (5) η αύξηση της απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο $t-2$ επιδρά αρνητικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t και (6) η αύξηση της απόδοσης του DOGECOIN στο χρόνο $t-3$ επιδρά θετικά στην απόδοση του XRP στο χρόνο t . Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν ότι η υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς δεν ισχύει στην αγορά κρυπτονομισμάτων, καθώς η γνώση της συμπεριφοράς των κρυπτονομισμάτων σε προγενέστερες περιόδους μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόβλεψη της απόδοσης τους στο μέλλον (Urquhart, 2016; Vidal-Tomás & Ibañez, 2018; Jiang et al., 2018; Wei, 2018; Hu et al., 2019; Caporale et al., 2018; Zargar & Kumar 2019; Al-Yahyaee et al., 2018; Nan & Kaizoji, 2019).

Αναφορικά με τους παράγοντες που μπορεί να προβλέψουν την ημερήσια απόδοση των κρυπτονομισμάτων προέκυψε πως η απόδοση του DOWJONES, του S&P 500, του NIKKEI και του χρυσού μπορούν να προβλέψουν σε σημαντικό βαθμό την απόδοση του BITCOIN. Επιπλέον, προέκυψε ότι η ισοτιμία δολαρίου/βρετανικής λίρας και η ισοτιμία δολαρίου/γιεν μπορούν να προβλέψουν σε σημαντικό βαθμό την απόδοση του ETHEREUM ενώ η απόδοση του S&P 500 και η απόδοση του χρυσού μπορούν να προβλέψουν σε σημαντικό βαθμό την απόδοση του CARDANO. Τέλος, προέκυψε πως η απόδοση του χρυσού μπορεί να προβλέψει σε σημαντικό βαθμό την απόδοση του DOGECOIN ενώ η απόδοση του S&P 500 μπορεί να προβλέψει σε σημαντικό βαθμό την απόδοση του XRP. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν συναφείς έρευνες που έχουν αναφέρει ότι υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ των μετοχών ή διάφορων χρηματιστηριακών δεικτών (Baur et al., 2018; Charfeddine et al., 2020; Klein & Thu, 2018) και των συναλλαγματικών ισοτιμιών (Corelli, 2018; Mokni & Ajmi, 2021) με τις αποδόσεις των κρυπτονομισμάτων.

Βιβλιογραφία/ Αρθρογραφία

- Aggarwal, D. (2019). Do bitcoins follow a random walk model? *Research in Economics*, 73(1), 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2019.01.002>
- Al-Khazali, O., & Mirzaei, A. (2017). Stock market anomalies, market efficiency and the adaptive market hypothesis: Evidence from Islamic stock indices. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 51, 190–208. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.10.001>
- Al-Yahyaee, K. H., Mensi, W., & Yoon, S. M. (2018). Efficiency, multifractality, and the long-memory property of the Bitcoin market: A comparative analysis with stock, currency, and gold markets. *Finance Research Letters*, 27, 228–234. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.017>
- Amihud, Y. (2002). Illiquidity and stock returns: cross-section and time-series effects. *Journal of Financial Markets*, 5(1), 31–56. [https://doi.org/10.1016/s1386-4181\(01\)00024-6](https://doi.org/10.1016/s1386-4181(01)00024-6)
- Antonakakis, N., Chatziantoniou, I., & Gabauer, D. (2019). Cryptocurrency market contagion: Market uncertainty, market complexity, and dynamic portfolios. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 61, 37–51. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2019.02.003>
- Anyfantaki, S., Arvanitis, S., & Topaloglou, N. (2021). Diversification benefits in the cryptocurrency market under mild explosivity. *European Journal of Operational Research*, 295(1), 378–393. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2021.02.058>
- Baço, P., Duarte, A. P., Sebastião, H., & Redzepagic, S. (2018). Information Transmission Between Cryptocurrencies: Does Bitcoin Rule the Cryptocurrency World? *Scientific Annals of Economics and Business*, 65(2), 97–117. <https://doi.org/10.2478/saeb-2018-0013>

- Baek, C. & Elbeck, M. (2015) Bitcoins as an Investment or Speculative Vehicle? A First Look. *Applied Economics Letters*, 22, 30-34. <https://doi.org/10.1080/13504851.2014.916379>
- Baumöhl, E. (2019). Are cryptocurrencies connected to forex? A quantile cross-spectral approach. *Finance Research Letters*, 29, 363–372. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.09.002>
- Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 54, 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.004>
- Bechev, I. (2006). *Segmented Market Efficiency Hypothesis*. SSRN.
- Berentsen, A., & Schar, F. (2018). A Short Introduction to the World of Cryptocurrencies. *Review*, 100(1), 1–19. <https://doi.org/10.20955/r.2018.1-16>
- Brauneis, A., & Mestel, R. (2018). Price discovery of cryptocurrencies: Bitcoin and beyond. *Economics Letters*, 165, 58–61. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.02.001>
- Caporale, G. M., Gil-Alana, L., & Plastun, A. (2018). Persistence in the cryptocurrency market. *Research in International Business and Finance*, 46, 141–148. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2018.01.002>
- Carrick, J. (2016). Bitcoin as a Complement to Emerging Market Currencies. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(10), 2321–2334. <https://doi.org/10.1080/1540496x.2016.1193002>
- Celeste, V., Corbet, S., & Gurdgiev, C. (2018). Fractal Dynamics and Wavelet Analysis: Deep Volatility Properties of Bitcoin, Ethereum and Ripple. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3232913>
- Charfeddine, L., Benlagha, N., & Maouchi, Y. (2020). Investigating the dynamic relationship between cryptocurrencies and conventional assets: Implications for financial investors. *Economic Modelling*, 85, 198–217. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.05.016>

- Cheah, E. T., & Fry, J. (2015). Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Economics Letters*, *130*, 32–36. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.02.029>
- Chordia, T., Roll, R., & Subrahmanyam, A. (2008). Liquidity and market efficiency☆. *Journal of Financial Economics*, *87*(2), 249–268. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2007.03.005>
- Ciaian, P., Rajcaniova, M., & Kancs, D.A. (2016). The economics of bitcoin price Formation. *Applied Economics*, *48*(19), 1799–1815.
- Connors, K. (2017). Bitcoin: The Basics of Blockchain and Investing in Cryptocurrency. North Carolina: CreateSpace Independent Publishing Platform
- Corbet, S., Lucey, B., Urquhart, A., & Yarovaya, L. (2019). Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. *International Review of Financial Analysis*, *62*, 182–199. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.09.003>
- Corelli, A. (2018). Cryptocurrencies and Exchange Rates: A Relationship and Causality Analysis. *Risks*, *6*(4), 111. <https://doi.org/10.3390/risks6040111>
- de la Horra, L. P., de la Fuente, G., & Perote, J. (2019). The drivers of Bitcoin demand: A short and long-run analysis. *International Review of Financial Analysis*, *62*, 21–34. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.01.006>
- Degutis, A., & Novickytė, L. (2014). The efficient market hypothesis: a critical review of literature and methodology. *Ekonomika*, *93*(2), 7–23. <https://doi.org/10.15388/ekon.2014.2.3549>
- Dwita Mariana, C., Ekaputra, I. A., & Husodo, Z. A. (2021). Are Bitcoin and Ethereum safe-havens for stocks during the COVID-19 pandemic? *Finance Research Letters*, *38*, 101798. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101798>
- Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, *16*, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>

- Elsayed, A. H., Gozgor, G., & Lau, C. K. M. (2020). Causality and dynamic spillovers among cryptocurrencies and currency markets. *International Journal of Finance & Economics*, 27(2), 2026–2040. <https://doi.org/10.1002/ijfe.2257>
- Enyi, J., & Le, N. (2017). The Legal Nature of Cryptocurrencies in the US and the Applicable Rules. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2995784>
- Fama, E. (1965). Random Walks in Stock Market Prices, *Financial Analysts Journal*, 21(5), 55–59.
- Fama, E. (1991). Efficient Capital Market II, *Journal of Finance*, Vol. 46, Issue 5, 1991
- Fama, E. (1998). Market efficiency, long-term returns, and behavioral finance, *Journal of Financial Economics* 49 (1998) 283–306.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Franco, P. (2015). *Understanding Bitcoin: Cryptography, Engineering and Economics*. Chichester: John Wiley & Sons
- Gandal, N., & Halaburda, H. (2016). Can We Predict the Winner in a Market with Network Effects? Competition in Cryptocurrency Market. *Games*, 7(3), 16. <https://doi.org/10.3390/g7030016>
- Granger, C. & Newbold, P. (1974). Spurious regression in econometrics. *Journal of Econometrics*, 2(1), 111-120
- Guizani, S., & Nafti, I. K. (2019). The Determinants of Bitcoin Price Volatility: An Investigation With ARDL Model. *Procedia Computer Science*, 164, 233–238. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.12.177>
- Halaburda, H. & Sarvary, M. (2016). *Beyond Bitcoin: The Economics of Digital Currencies*. Basingstoke: Palgrave Macmillan
- Hileman, G. & Rauchs, M. (2017). *Global Cryptocurrency Benchmarking Study*. Cambridge University.

- Hu, Y., Valera, H. G. A., & Oxley, L. (2019). Market efficiency of the top market-cap cryptocurrencies: Further evidence from a panel framework. *Finance Research Letters*, *31*, 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.04.012>
- Jensen, M. C. (1978), Some anomalous evidence regarding market efficiency, *Journal of Financial Economics* *6*(2– 3), 95–101.
- Jiang, Y., Nie, H., & Ruan, W. (2018). Time-varying long-term memory in Bitcoin market. *Finance Research Letters*, *25*, 280–284. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.12.009>
- Katsiampa, P. (2017). Volatility estimation for Bitcoin: A comparison of GARCH models. *Economics Letters*, *158*, 3–6. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.06.023>
- Katsiampa, P., Corbet, S., & Lucey, B. (2019). High frequency volatility co-movements in cryptocurrency markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, *62*, 35–52. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2019.05.003>
- Kendall, M. G. (1953), The analysis of economic time-series—Part I: Prices, *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)* *116*(1), 11–25.
- Kim, J. M., Kim, S. T., & Kim, S. (2020). On the Relationship of Cryptocurrency Price with US Stock and Gold Price Using Copula Models. *Mathematics*, *8*(11), 1859. <https://doi.org/10.3390/math8111859>
- Klein, T., Pham Thu, H., & Walther, T. (2018). Bitcoin is not the New Gold – A comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. *International Review of Financial Analysis*, *59*, 105–116. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.07.010>
- Kristjanpoller, W., & Bouri, E. (2019). Asymmetric multifractal cross-correlations between the main world currencies and the main cryptocurrencies. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, *523*, 1057–1071. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.115>

- Kristoufek, L. (2018). On Bitcoin markets (in)efficiency and its evolution. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 503, 257–262. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.161>
- Kristoufek, L., & Vosvrda, M. (2019). Cryptocurrencies market efficiency ranking: Not so straightforward. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 531, 120853. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.089>
- Lantz, L., & Cawrey, D. (2020). *Mastering Blockchain: Unlocking the Power of Cryptocurrencies, Smart Contracts, and Decentralized Applications* (1st ed.). O'Reilly Media.
- Lara Gómez, G., & Demmler, M. (2018). Social Currencies and Cryptocurrencies: Characteristics, Risks and Comparative Analysis. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 93, 265. <https://doi.org/10.7203/ciriec-e.93.10978>
- Lee, D. K. C., Guo, L., & Wang, Y. (2018). Cryptocurrency: A new investment opportunity? *Journal of Alternative Investments*, 20(3), 16-40.
- Leibner, W. (2018). *Cryptocurrencies and Blockchain. Relevance and risks for companies in the age of digitation*. Berlin: Grin Verlag
- Leirvik, T., Fiskerstrand, S. R., & Fjellvikås, A. B. (2017). Market liquidity and stock returns in the Norwegian stock market. *Finance Research Letters*, 21, 272–276. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.12.033>
- Leung, T., & Nguyen, H. (2018). Constructing Cointegrated Cryptocurrency Portfolios for Statistical Arbitrage. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3235890>
- Lipton, A., & Treccani, A. (2021). *Blockchain And Distributed Ledgers: Mathematics, Technology, And Economics*. WSPC.
- Lorie, H. & Hamilton, M. (1973). *The Stock Market, Theories and Evidence*, Richard D. Irwin, Inc.

- Mandelbrot, B. (1966), Forecasts of future prices, unbiased markets, and “martingale” Models, *Journal of Business* 39(S1), 242–255.
- Matsuura, J.H. (2016). *Digital Currency: An International Legal and Regulatory Compliance Guide*. Sharjah: Bentham Science Publishers
- Mokni, K., & Ajmi, A. N. (2021). Cryptocurrencies vs. US dollar: Evidence from causality in quantiles analysis. *Economic Analysis and Policy*, 69, 238–252. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.011>
- Nadarajah, S., & Chu, J. (2017). On the inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters*, 150, 6–9. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.10.033>
- Nakamoto, S. (2008) Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>
- Nan, Z., & Kaizoji, T. (2019). Market efficiency of the bitcoin exchange rate: Weak and semi-strong form tests with the spot, futures and forward foreign exchange rates. *International Review of Financial Analysis*, 64, 273–281. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.06.003>
- Nica, O., Piotrowska, K., & Schenk-Hopp, K. R. (2017). Cryptocurrencies: Economic Benefits and Risks. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3059856>
- Omane-Adjepong, M., & Alagidede, I. P. (2019). Multiresolution analysis and spillovers of major cryptocurrency markets. *Research in International Business and Finance*, 49, 191–206. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.03.003>
- Omane-Adjepong, M., Ababio, K. A., & Alagidede, I. P. (2019). Time-frequency analysis of behaviourally classified financial asset markets. *Research in International Business and Finance*, 50, 54–69. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2019.04.012>

- Patel, P. C., & Pereira, I. (2020). The relationship between terrorist attacks and cryptocurrency returns. *Applied Economics*, 53(8), 940–961. <https://doi.org/10.1080/00036846.2020.1819952>
- Patil, A. C., & Rastogi, S. (2020). Multifractal Analysis of Market Efficiency across Structural Breaks: Implications for the Adaptive Market Hypothesis. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(10), 248. <https://doi.org/10.3390/jrfm13100248>
- Phillip, A., Chan, J. S., & Peiris, S. (2018). A new look at Cryptocurrencies. *Economics Letters*, 163, 6–9. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.11.020>
- Pilar, G. C., Jaureguizar Arellano, D., & Jaureguizar Francés, C. (2018). The cryptocurrency market: A network analysis. *ESIC MARKET Economic and Business Journal*, 49(3). <https://doi.org/10.7200/esicm.161.0493.4i>
- Popper N. (2017). Understanding Ethereum, Bitcoin's Virtual Cousin. <https://www.ny-times.com/2017/10/01/technology/what-is-ethereum.html>
- Powell, M. (2015). Bitcoin: Economics, Technology, and Governance. *CFA Digest*, 45(7). <https://doi.org/10.2469/dig.v45.n7.15>
- Raskind, M. (2013). U.S. Agencies to Say Bitcoins Offer Legitimate Benefits. Bloomberg. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2013-11-18/u-s-agencies-to-say-bitcoins- offer-legitimate-benefits>
- Sensoy, A. (2019). The inefficiency of Bitcoin revisited: A high-frequency analysis with alternative currencies. *Finance Research Letters*, 28, 68–73. <https://doi.org/10.1016/j.fl.2018.04.002>
- Sovbetov, Y. (2018). Factors Influencing Cryptocurrency Prices: Evidence from Bitcoin, Ethereum, Dash, Litecoin, and Monero. *Journal of Economics and Financial Analysis*, 2(2), 1- 27

- Thomas, R. (2020). Blockchain and Cryptocurrency: International Legal and Regulatory Challenges – Book Review. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3613371>
- Tiwari, A. K., Jana, R., Das, D., & Roubaud, D. (2018). Informational efficiency of Bitcoin—An extension. *Economics Letters*, *163*, 106–109.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.12.006>
- Urquhart, A. (2016). The Inefficiency of Bitcoin. *Economics Letters* *148*: 80-82.
- Urquhart, A., & Zhang, H. (2019). Is Bitcoin a hedge or safe haven for currencies? An intraday analysis. *International Review of Financial Analysis*, *63*, 49–57.
<https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.02.009>
- van Alstyne, M. (2014). Why Bitcoin has value. *Communications of the ACM*, *57*(5), 30–32. <https://doi.org/10.1145/2594288>
- Vidal-Tomás, D., & Ibañez, A. (2018). Semi-strong efficiency of Bitcoin. *Finance Research Letters*, *27*, 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.013>
- Wang, X., Chen, X., & Zhao, P. (2020). The Relationship Between Bitcoin and Stock Market. *International Journal of Operations Research and Information Systems*, *11*(2), 22–35. <https://doi.org/10.4018/ijoris.2020040102>
- Wei, W. C. (2018). Liquidity and market efficiency in cryptocurrencies. *Economics Letters*, *168*, 21–24. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2018.04.003>
- Zargar, F. N., & Kumar, D. (2019). Informational inefficiency of Bitcoin: A study based on high-frequency data. *Research in International Business and Finance*, *47*, 344–353. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2018.08.008>

Παράρτημα Κώδικας STATA

***define the date**

```
tsset Date
```

*** time series graphs**

```
tsline Bitcoin
```

```
tsline Bitcoin_r
```

```
tsline Dogecoin
```

```
tsline Dogecoin_r
```

```
tsline Ethereum
```

```
tsline Ethereum_r
```

```
tsline Cardano
```

```
tsline Cardano_r
```

```
tsline XRP
```

```
tsline XRP_r
```

```
tsline EUR_USD
```

```
tsline EUR_USD_r
```

```
tsline GBP_USD
```

```
tsline GBP_USD_r
```

```
tsline JPY_USD
```

```
tsline JPY_USD_r
```

```
tsline Gold
```

```
tsline Gold_r
```

```
tsline Dow
```

```
tsline Dow_r
```

```
tsline SP500
```

```
tsline SP500_r
```

```
tsline NIKKEI
```

```
tsline NIKKEI_r
```

```
tsline Dow SP500NIKKEI
```

```
tsline Dow_r SP500_r NIKKEI_r
```

*** time series descriptives**

summarize Bitcoin DogecoinEthereum Cardano XRP

summarize Bitcoin_r Dogecoin_r Ethereum_r Cardano_r XRP_r

summarize EUR_USDGBP_USDJPY_USD

summarize EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r

summarize Dow SP500 NIKKEI

summarize Dow_r SP500_r NIKKEI_r

*** time series stationarity**

dfuller Bitcoin

dfuller Bitcoin_r

dfuller Dogecoin

dfuller Dogecoin_r

dfuller Ethereum

dfuller Ethereum_r

dfuller Cardano

dfuller Cardano_r

dfuller XRP

dfuller XRP_r

dfuller EUR_USD

dfuller EUR_USD_r

dfuller GBP_USD

dfuller GBP_USD_r

dfuller JPY_USD

dfuller JPY_USD_r

dfuller Gold

dfuller Gold_r

dfuller Dow

dfuller Dow_r

dfuller SP500

dfuller SP500_r

dfuller NIKKEI

dfuller NIKKEI_r

*** correlations**

pwcorr Bitcoin_r Dogecoin_r Ethereum_r Cardano_r XRP_r, obs sig

pwcorr Bitcoin_r Dogecoin_r Ethereum_r Cardano_r XRP_r EUR_USD_r GBP_USD_r
JPY_USD_r, obs sig

pwcorr Bitcoin_r Dogecoin_r Ethereum_r Cardano_r XRP_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r, obs
sig

pwcorr Bitcoin_r Dogecoin_r Ethereum_r Cardano_r XRP_r Dow_r Gold_r, obs sig

*** regression**

regress Bitcoin_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r

regress Dogecoin_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r

regress Ethereum_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r

regress Cardano_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r

regress XRP_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r Gold_r

*** VAR**

var Bitcoin_r Dogecoin_r Ethereum_r Cardano_r XRP_r, lags(2,3) exog(EUR_USD_r
GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r Gold_r)

vargranger

var Bitcoin_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r,lags(2,3)

vargranger

var Dogecoin_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r,lags(2,3)

vargranger

var Ethereum_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r,lags(2,3)

vargranger

var Cardano_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r
Gold_r,lags(2,3)

vargranger

var XRP_r EUR_USD_r GBP_USD_r JPY_USD_r Dow_r SP500_r NIKKEI_r Gold_r,
lags(2,3)

vargranger