ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ

Διπλωματική Εργασία

ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΔΥΝΑΜΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ ΤΙΜΩΝ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

Του

ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΣΚΑΚΑΡΑ

Επιβλέπων Καθηγητής: Αχιλλέας Ζαπράνης

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος στη Λογιστική και Χρηματοοικονομική

Οκτώβριος 2021

ΑΦΙΕΡΩΣΕΙΣ

Αφιερωμένη στην οικογένεια μου, που με τόσες θυσίες, υπομονή και επιμονή, με στήριξαν έτσι ώστε να είμαι σε θέση να αφιερώσω χρόνο και κόπο για τις σπουδές μου και την κατά το δυνατόν καλύτερη ανέλιξη μου.

Δημήτρη, Μαρία και Ιωάννα σας ευχαριστώ για όλα και σας αγαπώ.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κύριο Αχιλλέα Ζαπράνη για την καθοδήγηση που μου έδωσε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και για τη γνώση που μου πρόσφερε μέσα από τα μαθήματα του κατά την διάρκεια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών στη Λογιστική και Χρηματοοικονομική του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Είναι γνώσεις που θα προσπαθήσω να κρατήσω και να διευρύνω καθ' όλη τη διάρκεια της επαγγελματικής μου σταδιοδρομίας και της ζωής μου. Επιπρόσθετα, θα ήθελα να ευχαριστήσω μέσα από την καρδιά μου τους φίλους και τα πρόσωπα του στενού μου οικογενειακού κύκλου, που με την παρουσία τους και τις συμβουλές τους με βοήθησαν να δώσω τον καλύτερο μου εαυτό για τη συγγραφή της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τη μελέτη των κρυπτονομισμάτων και πιο συγκεκριμένα το πώς αυτά παράγονται, πού διαπραγματεύονται και πώς καθορίζεται η τιμή τους. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από τη μελέτη των παραπάνω θα προσπαθήσουμε να βγάλουμε συμπεράσματα για το κατά πόσο η τιμή τους μπορεί, μέσα από συνδυαστική έρευνα και μελέτη, να προβλεφθεί και σε ποιο βαθμό υπάρχει τυχαιότητα μέσα σε αυτήν. Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή της πορείας του χρήματος, καθώς και μια γενική παρουσίαση της δομής των κρυπτονομισμάτων, το πώς αυτά παράγονται και διαπραγματεύονται, ποια είναι η τεχνολογία που χρησιμοποιούν, πώς μπορούμε να τα αποκτήσουμε, ποια είναι τα πιο δημοφιλή, ποια είναι τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματά τους, ποια είναι η κριτική που τους ασκείται και ποια είναι η επιρροή τους στην κοινωνία. Έπειτα παρουσιάζεται η ήδη υπάρχουσα έρευνα πάνω στο αντικείμενο της παρατήρησης της τυχαιότητας των τιμών τους και αν αυτή επηρεάζεται από διάφορους εξωγενείς παράγοντες, καθώς και η μελέτη της δυναμικής εξέλιξης των τιμών τους. Στη συνέχεια παρουσιάζεται αναλυτικά η συλλογή των δεδομένων που έγινε για τέσσερα ψηφιακά νομίσματα, και πιο συγκεκριμένα το Bitcoin (BTC), το Ethereum (ETH), το Zcash (ZEC) και το Litecoin (LTC). Ακολούθως παρουσιάζονται και ερμηνεύονται τα αποτελέσματα της ανάλυσης που έγινε πάνω σε αυτά με τη βοήθεια των μοντέλων GARCH. Τέλος εξάγονται τα συμπεράσματα για το κατά πόσο τα αποτελέσματα της έρευνας είναι αληθοφανή και τι μας δείχνουν για τον τρόπο διαμόρφωσης των τιμών των ψηφιακών νομισμάτων.

Πίνακας περιεχομένων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ 1

1.1 Γενική εισαγωγή 1

1.2 Ιστορία του χρήματος 2

1.3 Μορφές του χρήματος 2

1.4 Χρήσεις του χρήματος 3

1.5 Κρυπτονομίσματα 3

1.6 Τεχνολογία των κρυπτονομισμάτων 4

1.7 Τα κρυπτονομίσματα σήμερα 6

1.8 Κριτική και αποδοχή 9

1.9 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των κρυπτονομισμάτων 9

1.10 Πως αποκτά κανείς ψηφιακά νομίσματα 13

1.11 Διαπραγμάτευση και διαμόρφωση της τιμής των κρυπτονομισμάτων 15

1.12 Επίδραση των ψηφιακών νομισμάτων στην οικονομία και στην κοινωνία 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 16

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ 16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 24

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΟΡΙΣΜΟΙ 24

3.1 Μεταβλητότητα 24

3.2 Αίτια της μεταβλητότητας 25

3.2 Χαρακτηριστικά της Μεταβλητότητας 26

3.3 Πρόβλεψη της μεταβλητότητας 27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 29

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 29

4.1 Δεδομένα 30

4.2 Ημερήσιες τιμές κλεισίματος των επιλεγμένων ψηφιακών νομισμάτων 30

4.3 Ημερήσιες αποδόσεις των επιλεγμένων ψηφιακών νομισμάτων 32

4.4 Κατανομή που ακολουθούν τα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσματα 35

4.5 Έλεγχος ύπαρξης αυτοσυσχέτισης στα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσματα και εκτίμηση μοντέλου GARCH (1,1) 37

4.5 Διαγνωστικός έλεγχος του μοντέλου GARCH για τα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσμτα 43

4.7 Πρόβλεψη δεσμευμένης διακύμανσης για τα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσματα..... 46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5..... 50
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 52

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.1…… … … … … … … … … … …… … … … … … … … … … … … … … … … 30

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 4.1 …… ……31
Διάγραμμα 4.2 …….…… 31
Διάγραμμα 4.3 ……..31
Διάγραμμα 4.4 …….32
Διάγραμμα 4.5 …….32
Διάγραμμα 4.6 ….. … ……33
Διάγραμμα 4.7 …… … ……33
Διάγραμμα 4.8 …….. … … … ……33
Διάγραμμα 4.9 … … … … … … … … … … … … … … … … … … ...… … … … … ……...35
Διάγραμμα 4.10 … … … … … … … … … … … … … … … … … …… … … … … …….35
Διάγραμμα 4.11 … … … … … … … … … … … … … … … … . … … … … … … …….36
Διάγραμμα 4.12 … … … … … … … … … … … … … … . … … … … … … … … ……..36
Διάγραμμα 4.13 … … … … … … … … … … … …...… … … … … … … … … … ……..38
Διάγραμμα 4.14 … … … … … … … … … … …...… … … … … … … … … … … ……..38
Διάγραμμα 4.15 … … … … … … … … … …… … … … … … … … … … … ……..39
Διάγραμμα 4.16 … … … … … … … … … …… … … … … … … … … … … ……..39
Διάγραμμα 4.17 … … … … … … … … … …...… … … … … … … … … … … ……..44
Διάγραμμα 4.18 … … … … … … … … … . … … … … … … … … … … … … ……..44
Διάγραμμα 4.19 … … … … … … …….… … … … … … … … … … … … ……..45
Διάγραμμα 4.20 … … … … … … … … ...… … … … … … … … … … … … ……..45
Διάγραμμα 4.21 … … … … … … … ...… … … … … … … … … … … … … ……..46
Διάγραμμα 4.22 … … … … … … …… … … … … … … … … … … … … ……..47
Διάγραμμα 4.23 … … … … … … … ...… … … … … … … … … … … … … ……..47
Διάγραμμα 4.24 …….48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1Γενική εισαγωγή

Στις μέρες μας η απήχηση της έννοιας των κρυπτονομισμάτων κερδίζει ολοένα και μεγαλύτερο έδαφος στην καθημερινότητα των επενδυτών, των κρατών και γενικότερα των μελών της σύγχρονης κοινωνίας. Υπό αυτό το πρίσμα είναι επιτακτική η ανάγκη της όσο το δυνατόν καλύτερης κατανόησης των ψηφιακών νομισμάτων. Θεματικές ενότητες όπως ο τρόπος λειτουργίας των κρυπτονομισμάτων, της ιστορίας τους, του τρόπου απόκτησης τους, του τρόπου διαπραγμάτευσής τους, του σκοπού για τον οποίο δημιουργήθηκαν και λειτουργούν, αποτελούν εκ των ουκ άνευ γνώσεις, προκειμένου κανείς να επενδύσει σε αυτά και να τα εντάξει στην καθημερινή του ζωή ως εργαλείο αποταμίευσης, επένδυσης και συναλλαγών. Από την οικονομική κρίση του 2008 πρωτοεμφανίστηκε το ψηφιακό νόμισμα Bitcoin (BTC), το οποίο έμελε να δημιουργήσει ένα επαναστατικό κύμα εμφάνισης ολοένα και μεγαλύτερου αριθμού κρυπτονομισμάτων τα οποία άλλα με επιτυχία και άλλα με λιγότερη δημοσιότητα επιτελούν νέες λειτουργίες στη σύγχρονη οικονομική ζωή. Παρά τη δημοσιότητα μερικών δεκάδων ψηφιακών νομισμάτων όπως το Bitcoin, το Ethereum (ETH),το Tether (USDT), το Cardano (ADA), το Binance Coin (BNB), το XRP (XRP), το Solana (SOL), το USD Coin (USDC), το Polkadot (DOT) και το Dogecoin (DOGE), υπάρχουν εκατοντάδες άλλα κρυπτονομίσματα τα οποία ενδεχομένως να μας απασχολήσουν μελλοντικά. Μπορεί η ύπαρξη και η λειτουργία τους να μην αναγνωρίζεται ως επίσημο μέσο συναλλαγών από τη συντριπτική πλειοψηφία των κρατών, παρόλα αυτά η χρήση τους και η δυναμική της αποδοχής τους από τα μέλη της κοινωνίας, δείχνει πως θα μας απασχολούν και θα κάνουν αισθητή την παρουσία τους για αρκετό καιρό ακόμα.

1.2 Ιστορία του χρήματος

Η φύση και ο σκοπός του χρήματος έχουν αλλάξει κατά τη διάρκεια των ετών. Αρχικά, ήταν έναν εμπορικό προϊόν όπου η αξία του αντικατοπτρίζονταν και από το υλικό κατασκευής του. Για παράδειγμα υπήρχαν νομίσματα κατασκευασμένα από χρυσό. Στη συνέχεια και καθώς η έννοια του χρήματος γινόταν όλο και πιο ελαστική ως προς τη χρήση και τη λειτουργία του, άρχισε να παίρνει μία πιο αντιπροσωπευτική υπόσταση. Με άλλα λόγια, το χρήμα αποτελούνταν από τραπεζογραμμάτια τα οποία ανταλλάσσονταν για μία ποσότητα χρυσού ή αργυρού. Όλα τα παραπάνω, το οδήγησαν στην μορφή που έχει στις σύγχρονες οικονομίες σήμερα. Πιο συγκεκριμένα, στις μέρες μας υπάρχει το υποχρεωτικό χρήμα, αυτό σημαίνει πως εκδίδεται από την κεντρική τράπεζα του εκάστοτε κράτους και σε αντίθεση με το παραστατικό χρήμα, δεν μπορεί να μετατραπεί σε κάποια συγκεκριμένη ποσότητα χρυσού ή αργυρού. Το χρήμα στις σύγχρονες οικονομίες δεν έχει εσωτερική αξία, δηλαδή ούτε αντιπροσωπεύει κάποιο υψηλής αξίας μέταλλο αλλά ούτε και το υλικό από το οποίο παράγεται έχει κάποια σημαντική αξία. Παρόλα αυτά, είναι αποδεκτό ως το κύριο μέσο αγοράς αγαθών και υπηρεσιών. Αυτό συμβαίνει καθώς τα μέλη μιας κοινωνίας αποδέχονται το θεσμό της κεντρικής τράπεζας και πιστεύουν πως αυτή έχει τις κατάλληλες γνώσεις και τα απαραίτητα εργαλεία στην διάθεσή της, ώστε να διατηρεί σταθερή την αξία του χρήματος κατά την πάροδο των ετών.

1.3 Μορφές του χρήματος

Το νόμισμα εκτός από υλική μορφή, πλέον υπάρχει και σε τραπεζικό λογαριασμό σε ηλεκτρονική μορφή αλλά και σε λογαριασμό ταμιευτηρίου ως κατάθεση. Το ψηφιακό ή ηλεκτρονικό χρήμα αποτελεί νομισματική αξία η οποία είναι αποθηκευμένη, για παράδειγμα σε προπληρωμένη κάρτα ή σε κάποιο έξυπνο κινητό τηλέφωνο. Οι άμεσες χρεώσεις, οι πληρωμές μέσω διαδικτύου και οι μεταφορές κεφαλαίων μέσω καρτών αποτελούν και αυτές μορφές πληρωμής στις οποίες δεν χρησιμοποιούνται μετρητά. Τα τελευταία χρόνια μάλιστα έχουν εμφανιστεί νέα αποκεντρωμένα peer-to-peer ψηφιακά νομίσματα ή συστήματα εικονικών πληρωμών, όπως το Bitcoin, τα οποία λειτουργούν χωρίς να ελέγχονται από μια κεντρική αρχή όπως μία κεντρική τράπεζα. Νομικά δεν θεωρούνται χρήμα από την πλειονότητα των κρατών, πλην ελαχίστων, τα οποία σιγά σιγά τα εντάσσουν ως νόμιμα μέσα πληρωμής, όπως π.χ. το Ελ Σαλβαδόρ. Μολονότι η εξάπλωση των ηλεκτρονικών πληρωμών είναι γιγαντιαίων διαστάσεων, η χρήση των μετρητών είναι ακόμα εξαιρετικά δημοφιλής.

1.4 Χρήσεις του χρήματος

Σύμφωνα με τους Howells και Bain (2009), Καρφάκη (2001), για να θεωρείται ένα αγαθό ως χρήμα, θα πρέπει να επιτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:

α. Μέσο πληρωμών:

Η αγορά ενός αγαθού δεν προϋποθέτει την παράλληλη προσφορά ενός άλλου αγαθού, αλλά διενεργείται μέσω του χρήματος και έτσι η οικονομία δεν είναι πια ανταλλακτική, αλλά συναλλακτική. Με τον τρόπο αυτό γίνεται εξοικονόμηση πόρων και αυξάνεται η οικονομική αποτελεσματικότητα, λόγω της μείωσης του κόστους άντλησης πληροφοριών σχετικά με τη σύγκριση των τιμών των αγαθών και υπηρεσιών που προσφέρονται στην οικονομία. Παράλληλα αυξάνονται τα κέρδη από την κοπή και κυκλοφορία του νομίσματος. Γενικά, για να θεωρείται ένα αγαθό ως χρήμα, θα πρέπει να είναι ευρέως αποδεκτό ως μέσο πληρωμών.

β. Μονάδα μέτρησης αξίας:

Η τιμή οποιουδήποτε αγαθού εκφράζεται ως πολλαπλάσιο μιας κοινής λογιστικής μονάδας (π.χ. ευρώ) και έτσι γίνεται ευκολότερος ο υπολογισμός της σχέσης ανταλλαγής ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα αγαθά. Επίσης η λειτουργία αυτή διευκολύνει το μηχανισμό του καθορισμού των τιμών των αγαθών και υπηρεσιών και τη διαμόρφωση των προτιμήσεων των καταναλωτών, σχετικά με την κατανομή του διαθέσιμου εισοδήματός τους.

γ. Μέσο διατήρησης της αξίας:

Επειδή τα έσοδα των ατόμων δεν ταυτίζονται με τις δαπάνες τους, υπάρχει η δυνατότητα της αποταμίευσης, δηλαδή μεταφοράς της αγοραστικής δύναμης στο μέλλον, έτσι ώστε να αυξάνουν την περιουσία τους ή να προνοούν για κάλυψη μελλοντικών προγραμματισμένων ή έκτακτων αναγκών. Η λειτουργία αυτή προϋποθέτει σταθερότητα των τιμών, διότι ο πληθωρισμός μειώνει την αγοραστική δύναμη.

δ. Μέσο αναβαλλόμενης πληρωμής:

Το χρήμα επιτρέπει την πραγματοποίηση συναλλαγών σε διαφορετικούς χρόνους, δηλαδή υπάρχει η δυνατότητα αναβολής πληρωμών ή δανεισμού, μέσω συμβάσεων (καταβολή μισθών, πωλήσεις με πίστωση, δάνεια κλπ.). Η λειτουργία αυτή είναι πιο αποτελεσματική όταν υπάρχει ένα ισχυρό και σταθερό μέσο πληρωμών.

1.5 Κρυπτονομίσματα

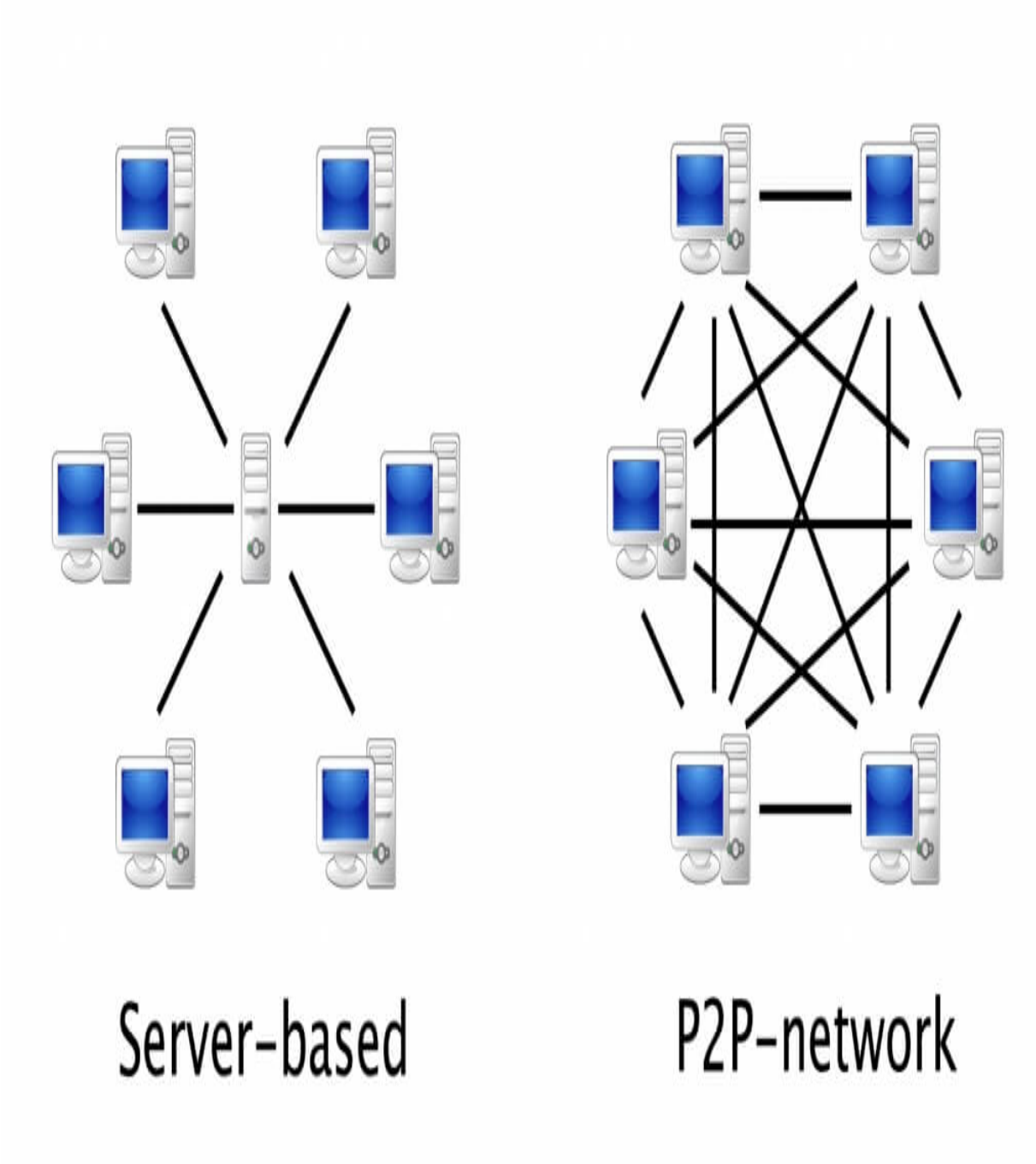
Τα ψηφιακά-εικονικά νομίσματα ή κρυπτονομίσματα με πιο γνωστό το bitcoin, εμφανίστηκαν για πρώτη φορά το 2008. Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της Bank of

England, το bitcoin δεν ελέγχεται από Κεντρική Τράπεζα και επιτρέπει απευθείας πληρωμές μεταξύ πληρωτή και δικαιούχου P2P (peer to peer), ανώνυμα, μέσω υπολογιστή, χωρίς την παρεμβολή εμπορικής τράπεζας. Χρησιμοποιεί τεχνολογία κατανεμημένου καθολικού (DLT) για την καταγραφή της κυριότητας του χρήματος ή των περιουσιακών στοιχείων. Η βάση των δεδομένων κατανέμεται σε δίκτυο πολλών υπολογιστών. Οι ψηφιακές συναλλαγές συνδέονται μεταξύ τους με χρονολογική σειρά, σχηματίζοντας αλυσίδα (block chain) και η ασφάλεια των δεδομένων προστατεύεται από αλγόριθμους. Οι συναλλαγές επικυρώνονται από ειδικούς χρήστες του διαδικτύου (miners), οι οποίοι προσφέρουν υπολογιστική ισχύ και επιλύουν τους κρυπτογραφικούς γρίφους, λαμβάνοντας ως αμοιβή νέα bitcoins και μικρή προμήθεια που προσφέρεται εθελοντικά από τους συναλλασσόμενους. Σήμερα κυκλοφορούν, με βάση τα ψηφιακά πρωτόκολλα που τα καθορίζουν, 18,66 εκατ. Bitcoins (20 Μαρτίου 2021) και ως το 2040 αναμένεται να ξεπεράσουν τα 21 εκατ.

1.6 Τεχνολογία των κρυπτονομισμάτων

Η περίπτωση των κρυπτονομισμάτων και του blockchain αποτελούν κομμάτι ενός ευρύτερου κύματος τεχνολογιών οι οποίες αναδεικνύουν και υποστηρίζουν τα δυομότιμα δίκτυα υπολογιστών, γνωστά και ως peer-to-peer (P2P). Σε αυτό το σημείο και πριν συνεχίσουμε την ανάλυση μας, είναι χρήσιμη μία σύντομη αναφορά στα δίκτυα Peer-to-Peer. Μέχρι πρότινος η επικρατέστερη μορφή επικοινωνίας των υπολογιστών των χρηστών ήταν αυτή όπου υπάρχουν πολλοί αποκεντρωμένοι υπολογιστές οι οποίοι επικοινωνούν με έναν κεντρικό server. Παραδείγματα τέτοιων δικτύων συναντούμε καθημερινά στη ζωή μας μέσα από τη χρήση των προσωπικών μας υπολογιστών, όπως για παράδειγμα η μηχανή αναζήτησης της Google και η σύνδεση στους τραπεζικούς μας λογαριασμούς. Όλα τα παραπάνω αποτελούν δικτυοκεντρικά συστήματα από τα οποία οι υπολογιστές μας παίρνουν πληροφορίες από έναν κεντρικό υπολογιστή (server). Αυτός ο κεντρικός υπολογιστής δίνει στα αποκεντρωμένα δίκτυα μόνο ένα κομμάτι των πληροφοριών που έχει στην κατοχή του και μπορεί κατά το δοκούν να αποκρύπτει πολλές πληροφορίες χωρίς να το γνωρίζει κανείς. Σε αντίθεση με τα παραπάνω, τα δίκτυα peer-to-peer μοιράζονται τους πόρους και τις πληροφορίες τους ισάξια με όλους τους υπολογιστές που υπάρχουν σε αυτό το δίκτυο. Με άλλα λόγια το σύνολο των υπολογιστών που συμμετέχουν σε ένα τέτοιο δίκτυο αντιμετωπίζονται ως ισότιμα μέλη και δεν υπάρχει πληροφορία η οποία να μην μπορεί να είναι προσβάσιμη από όλους. Το κύριο λοιπόν χαρακτηριστικό αυτών των δικτύων είναι η

απουσία ενός κεντρικού server ο οποίος ορίζει την ποσότητα και το είδος των πληροφοριών που θα μοιρασθεί με τους αποκεντρωμένους υπολογιστές. Δηλαδή το σύνολο των συμμετεχόντων σε τέτοια δίκτυα αποτελούν ταυτόχρονα client και server.



(Πηγή: https://cryptonomismata.com/ti-einai-ena-peer-to-peer-diktyo/)

Τα κρυπτονομίσματα είναι οι πρώτες εφαρμογές της τεχνολογίας του blockchain. Δημιουργούν χρήμα χωρίς την εποπτεία κάποιας κεντρικής τράπεζας και εκτελούν πληρωμές χωρίς τη μεσολάβηση χρηματοοικονομικών ιδρυμάτων. Η επιτυχία αρκετών κρυπτονομισμάτων έχει προκαλέσει πίεση στις μεθόδους των χρηματοοικονομικών

διακανονισμών. Παρόλα αυτά, προβλήματα αξιοπιστίας καθώς και η έντονη μεταβλητότητα στην τιμή, που υπάρχουν στο σύνολο των κρυπτονομισμάτων, αποτελούν σημαντική τροχοπέδη στην περαιτέρω εξάπλωσή τους.

Όλα τα παραπάνω, θέτουν μια σειρά προκλήσεων αποδοχής και γενικά πολιτικής που πρέπει να ακολουθηθεί από τα επίσημα κράτη. Μερικές από αυτές τις προκλήσεις είναι α) καθορισμός του πλαισίου κανόνων οικονομικής και φορολογικής εποπτείας, β) διαχείριση του μεγάλου όγκου ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την δημιουργία νέων κρυπτονομισμάτων, γ) έλεγχος για το κατά πόσο οι κυβερνήσεις και οι κεντρικές τράπεζες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία του blockchain προκειμένου να βελτιώσουν τις υπηρεσίες τους με την ταυτόχρονη αποφυγή κανονιστικών αρμπιτράζ.

1.7 Τα κρυπτονομίσματα σήμερα

Δεκατρία χρόνια μετά την πρώτη προσπάθεια δημιουργίας ενός κρυπτονομίσματος που επιτρέπει ασφαλείς ανώνυμες ψηφιακές συναλλαγές χωρίς τη μεσολάβηση κεντρικών ή εμπορικών τραπεζών, τα ψηφιακά νομίσματα έχουν μετατραπεί σε μία βιομηχανία πολλών δισεκατομμυρίων ευρώ. Τον Απρίλιο του 2021 το Bitcoin ακούμπησε την τιμή των εξήντα πέντε χιλιάδων δολαρίων, τη στιγμή που όταν πρωτοεμφανίστηκε η ισοτιμία του ήταν απλά μερικά σεντς (2009). Όλη αυτή η άνοδος προσέλκυσε πολλούς επενδυτές ανά τον κόσμο. Έτσι το 2017 η επιτροπή συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής εισήγαγε σε διαπραγμάτευση συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης για το Bitcoin.

Στον απόηχο της επιτυχίας του Bitcoin, δημιουργήθηκαν εκατοντάδες νέα ψηφιακά νομίσματα. Το καθένα έχει δημιουργηθεί για τους δικούς του σκοπούς, για παράδειγμα κρυπτονόμισμα για την ενοικίαση υπολογιστικής ισχύς ή για την ενοικίαση αποθηκευτικού χώρου cloud, ακόμα και ως εναλλακτικός τρόπος αγοράς μετοχών εταιριών. Τα κρυπτονομίσματα που ακολούθησαν το Bitcoin προσπάθησαν κάτω από την ίδια φιλοσοφία να παρουσιάσουν βελτιωμένες προτάσεις και να απορροφήσουν κατά αυτό τον τρόπο ένα κομμάτι της επιτυχίας του Bitcoin. Τα ψηφιακά αυτά νομίσματα έχουν ονομαστεί altcoins. Σήμερα υπάρχουν πάνω από έξι χιλιάδες κρυπτονομίσματα (Σεπτέμβριος 2021), τα περισσότερα από τα οποία έχουν ελάχιστο έως μηδενικό όγκο διαπραγμάτευσης. Παρακάτω γίνεται σύντομη αναφορά στα εννιά πιο δημοφιλή ψηφιακά νομίσματα μετά το Bitcoin.

- Ethereum (ETH):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 357 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Αποτελεί τον βασικό ανταγωνιστή του Bitcoin. Είναι πολύ έξυπνα δομημένο και το προτιμούν οι προγραμματιστές εξαιτίας των γνωστών έξυπνων συμβολαίων που εκτελούνται αυτόματα. Επιπρόσθετα, το Ethereum έχει μία αλματώδη άνοδο αφού τα τελευταία πέντε χρόνια η τιμή του από τα έντεκα δολάρια έχει εκτιναχθεί στα τρείς χιλιάδες δολάρια. Μία αύξηση της τιμής της τάξης του 27.000%.
- Binance Coin (BNB):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 70 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Είναι το κρυπτονόμισμα μίας από τις μεγαλύτερες πλατφόρμες συναλλαγών κρυπτονομισμάτων, την Binance. Με αυτό μπορούν να πληρωθούν προμήθειες της πλατφόρμας. Το 2017 η τιμή του ήταν μόλις 0,10$ και πλέον είναι 419$, μία άνοδος της τάξης του 419.000%
- Cardano (ADA):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 69 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Είναι γνωστό για τις γρήγορες συναλλαγές που πραγματοποιεί καθώς και για την εξοικονόμηση ενέργειας μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Λειτουργεί επίσης και σαν το Ethereum ενεργοποιώντας αυτόματα έξυπνα συμβόλαια και αποκεντρωμένες εφαρμογές. Το 2017 η τιμή του ήταν 0,02$ και σήμερα αγγίζει τα 2,11$ μία αύξηση πάνω από 10.000%.
- Tether (USDT):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 64 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Πρόκειται για ένα σταθερό από άποψη τιμής νόμισμα γνωστό και ως stablecoin. Αυτό σημαίνει πως ακολουθεί την φιλοσοφία των κλασσικών νομισμάτων, όπως το δολάριο και το ευρώ και προσπαθεί να διατηρεί μία αξία σταθερή. Για την σταθερότητά του το tether προτιμάται από επενδυτές που δεν νιώθουν ασφάλεια απέναντι στην έντονη και ακραία μεταβλητότητα των τιμών των υπόλοιπων κρυπτονομισμάτων.
- XRP (XRP):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 52 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Έχει δημιουργηθεί από τους ιδρυτές του Ripple (κρυπτονόμισμα). Ανήκει σε μία εταιρία ψηφιακής τεχνολογίας και διεκπεραίωσης πληρωμών. Έτσι μέσω του XRP μπορούν να πραγματοποιηθούν ανταλλαγές διαφορετικών τύπων νομισμάτων και

κρυπτονομισμάτων. Στις αρχές του 2017, η τιμή του ήταν περίπου 0,006$, την στιγμή που τον Αύγουστο του 2021 η τιμή του σκαρφάλωσε στα 1,14$ μία άνοδος της τάξης του σχεδόν 19.000%.

- Solana (SOL):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 41 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Αναπτύχθηκε για να βοηθήσει τις αποκεντρωμένες χρηματοοικονομικές λειτουργίες (decentralized finance, DeFi), τις αποκεντρωμένες εφαρμογές (decentralized apps, DApps) και τα έξυπνα συμβόλαια (smart contracts). Το Solana λειτουργεί με έναν μοναδικό υβριδικό μηχανισμό απόδειξης συμμετοχής και απόδειξης ιστορικού που το βοηθά να επεξεργάζεται τις συναλλαγές γρήγορα και με ασφάλεια. Το SOL, δηλαδή το διακριτικό του Solana, τροφοδοτεί την πλατφόρμα. Το 2020 οπότε και εμφανίστηκε το Solana η τιμή του ανέρχονταν στα 0,77 $. Μέχρι τον Αύγουστο του 2021, η τιμή του ήταν σχεδόν 140 $, μία άνοδος του σχεδόν 18.000%.

- USD Coin (USDC):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 31 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Όπως και το Tether το USD Coin (USDC) είναι ένα σταθερό ως προς την τιμή του ψηφιακό νόμισμα, γεγονός που σημαίνει πως είναι δεμένο με το δολάριο των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και στοχεύει στην ισοτιμία 1 USD για 1 USDC. Το USD Coin (USDC) λειτουργεί μέσω του Ethereum και μπορεί να το χρησιμοποιήσει κανείς για να ολοκληρώσει διεθνείς συναλλαγές.

- Polkadot (DOT):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 28 δισεκατομμύρια δολάρια.

  Τα κρυπτονομίσματα μπορούν να χρησιμοποιούν οποιονδήποτε τύπο και αριθμό blockchain. Η Polkadot (και το ομώνυμο ψηφιακό της νόμισμα, DOT), στοχεύει στην ενσωμάτωσή όλων των blockchain που χρησιμοποιούν τα ψηφιακά νομίσματα, δημιουργώντας ένα ενιαίο δίκτυο ψηφιακών νομισμάτων που συνδέει τα διάφορα blockchain, έτσι ώστε να μπορούν να συνεργαστούν. Αυτή η ενσωμάτωση είναι δυνατόν να αλλάξει τον τρόπο διαχείρισης των κρυπτονομισμάτων και έχει προκαλέσει εντυπωσιακή ανάπτυξη από την έναρξη της κυκλοφορίας του Polkadot (DOT) το 2020. Μεταξύ Σεπτεμβρίου 2020 και 30 Σεπτεμβρίου 2021, η τιμή του αυξήθηκε 872%, από 2,93 $ σε 25,61 $.

- Dogecoin (DOGE):

  Κεφαλαιοποίηση πάνω από 26 δισεκατομμύρια δολάρια.

Το Dogecoin (DOGE) έγινε γνωστό χάρη σε διασημότητες και δισεκατομμυριούχους όπως ο Elon Musk. Ξεκίνησε ως ένα αστείο το 2013. Όμως, το Dogecoin (DOGE) έγινε γρήγορα μια διάσημη επιλογή μεταξύ των κρυπτονομισμάτων, χάρη σε μια αφοσιωμένη κοινότητα. Σε αντίθεση με πολλά άλλα ψηφιακά νομίσματα, όπως το Bitcoin, δεν υπάρχει όριο στον αριθμό των Dogecoins (DOGE) που μπορούν να δημιουργηθούν, γεγονός που αφήνει το νόμισμα ευαίσθητο σε υποτίμηση καθώς αυξάνεται η προσφορά του.

Η τιμή του το 2017 ήταν 0,0002 $. Στις 30 Σεπτεμβρίου του 2021 η τιμή του άγγιζε τα 0,20$, μία άνοδος της τάξης του περίπου 101,800 %.

1.8 Κριτική και αποδοχή

Τα κρυπτονομίσματα δημιούργησαν μια σειρά από αντιπαραθέσεις μεταξύ των υποστηρικτών και των αρνητών των κρυπτονομισμάτων. Μια κριτική χαρακτηρίζει τα ψηφιακά νομίσματα ως φούσκα, απάτη ακόμη και διαβολικά δημιουργήματα (Krugman 2013; Popper 2018). Από την άλλη οι υποστηρικτές πιστεύουν πως τα κρυπτονομίσματα θα αντικαταστήσουν πλήρως και ολοκληρωτικά το κλασσικό χρήμα (Rooney 2018).

Δεν είναι ξεκάθαρη η μελλοντική πορεία αυτών των τεχνολογιών, παρόλα αυτά αποτελούν ένα κομμάτι ενός κύματος που αλλάζει τον τρόπο οργάνωσης της παραγωγής και του εμπορίου που γνωρίζουμε μέχρι σήμερα.

Το γεγονός πως το Bitcoin δημιουργήθηκε το 2009, δηλαδή αμέσως μετά την οικονομική κρίση του 2008 μπορεί να μην είναι τυχαίο. Εκείνη τη περίοδο η εμπιστοσύνη στο χρηματοπιστωτικό σύστημα είχε διαρραγεί σε μεγάλο βαθμό και είχαν ωριμάσει οι συνθήκες για την εύρεση νέων πρακτικών και μεθόδων στη σύγχρονη οικονομία. Έτσι πλέον τα κρυπτονομίσματα και η τεχνολογία του blockchain είναι ευρέως διαδεδομένα.

1.9 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα των κρυπτονομισμάτων

Τα ψηφιακά νομίσματα έχουν μία σειρά από θετικά χαρακτηριστικά τα οποία τα καταστούν δέλεαρ για αρκετές οικονομικές οντότητες, είτε αυτές είναι φυσικά πρόσωπα, είτε νομικά πρόσωπα. Ακολουθούν τα κύρια από αυτά τα χαρακτηριστικά.

- Ευκολία στην πραγματοποίηση συναλλαγών

Στις σύγχρονες οικονομίες η ολοκλήρωση χρηματικών συναλλαγών μεταξύ δύο ή περισσότερων αντισυμβαλλόμενων μερών, μπορεί συχνά να καταστεί μία χρονοβόρα και αυξημένου κόστους διαδικασία. Αυτό συμβαίνει καθώς στα ανεπτυγμένα κράτη υπάρχει έντονο το στοιχείο της γραφειοκρατίας που συνεπάγεται πολλές φορές την καθυστέρηση της ολοκλήρωσης μιας συναλλαγής, Επίσης υπάρχουν τέλη και προμήθειες που προσαυξάνουν το κόστος αφού χρειάζονται πολλές φορές οι υπηρεσίες τρίτων για την ολοκλήρωση της συναλλαγής. Με τα κρυπτονομίσματα η ανάγκη των διαμεσολαβητών εξαλείφεται αφού η συναλλαγή πραγματοποιείται για κάθε αντισυμβαλλόμενο μέρος αυτόματα και κάτω από την ασφάλεια του δικτύου blockchain.

- Ισχυρή ασφάλεια:

  Όταν επικυρώνεται μία συναλλαγή μέσω κρυπτονομισμάτων τότε αυτή δεν μπορεί να ανακληθεί. Μέσω της κρυπτογράφησης που χρησιμοποιείται σε κάθε συναλλαγή ψηφιακών νομισμάτων υπάρχει υψηλή προστασία από τους χάκερ και την παραποίηση των πληροφοριών.

- Πιο εύκολο διεθνές εμπόριο:

  Παρόλο που δεν αναγνωρίζονται από την πλειοψηφία των κρατών ως νόμιμο χρήμα, τα ψηφιακά νομίσματα από την φύση τους δεν υπόκεινται σε συναλλαγματικές ισοτιμίες ανά κράτος, στα επιτόκια των κεντρικών τραπεζών, στις χρεώσεις συναλλαγών ή σε άλλες κρατικές εισφορές. Έτσι διασφαλίζονται οι συναλλαγές και μειώνεται το κόστος του διεθνούς εμπορίου. Και χρησιμοποιώντας τον peer - to - peer μηχανισμό της τεχνολογίας blockchain, οι διασυνοριακές μεταφορές και συναλλαγές μπορεί να πραγματοποιούνται χωρίς επιπλοκές στις διακυμάνσεις των συναλλαγματικών ισοτιμιών.

- Πρόσβαση σε νέο εισόδημα:

  Έχοντας κανείς τις απαραίτητες και γνώσεις και την απαιτούμενη υπολογιστική ισχύ, μπορεί να επικυρώνει συναλλαγές μέσω του blockchain ακόμα και να παράγει νέα κρυπτονομίσματα. Κάνοντας τα παραπάνω μπορεί κανείς να έχει ένα επιπλέον εισόδημα, βελτιώνοντας έτσι την οικονομική του κατάσταση.

- Κόστος συναλλαγών:

  Εάν μία οντότητα πραγματοποιεί μεγάλο όγκο συναλλαγών ετησίως τότε επιβαρύνεται και με αρκετά μεγάλα τραπεζικά κόστη και κρατικά τέλη. Αντίθετα,

κάνοντας χρήση των κρυπτονομισμάτων για αυτές τις συναλλαγές συνήθως δεν υπάρχουν επιπλέον χρεώσεις και αν υπάρχουν το ύψος τους είναι αμελητέο.

- Μεταβίβαση περιουσιακών στοιχείων:

  Το blockchain μπορεί να χαρακτηριστεί και ως μία μεγάλη βάση δεδομένων δικαιωμάτων ιδιοκτησίας. Έτσι ως ένα επίπεδο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για την εκτέλεση μεταβιβάσεων περιουσιακών στοιχείων όπως αυτοκινήτων και ακινήτων. Επιπλέων λόγω των προαναφερθέντων, εκτελώντας τέτοιου είδους μεταβιβάσεις μέσω των ψηφιακών νομισμάτων ελαχιστοποιούνται να κόστη και μεγιστοποιείται η ασφάλεια των πράξεων μεταφοράς των περιουσιακών στοιχείων.

- Διασφάλιση του απορρήτου των προσωπικών δεδομένων:

  Η άντληση πληροφοριών από τρίτους για τις λεπτομέρειες μίας συναλλαγής αποτελεί μία δύσκολη έως αδύνατη υπόθεση. Έτσι η πρόσβαση στα προσωπικά δεδομένα είναι σχεδόν αδύνατη και τα διάφορα ιδρύματα δεν μπορούν να αντλούν πληροφορίες για προσωπική τους ωφέλεια, όπως για παράδειγμα οι καταναλωτικές συνήθειες και το οικονομικό προφίλ του καθενός.

Παρόλα τα πλεονεκτήματα, τα ψηφιακά νομίσματα έχουν και μία σειρά από αρνητικά χαρακτηριστικά που τονίζονται σε κάθε ευκαιρία από τους επικριτές τους και σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη από κάθε οντότητα που επιλέγει την χρήση τους. Ακολουθούν τα κύρια από αυτά τα χαρακτηριστικά.

- Επεκτασιμότητα:

  Μία από τις μεγαλύτερες ανησυχίες που υπάρχουν γύρω από την έννοια των ψηφιακών νομισμάτων, είναι το κατά πόσο η λειτουργία τους μπορεί μελλοντικά να αναπτυχθεί περεταίρω στις σύγχρονες οικονομίες. Παρά την ταχεία αύξηση των κρυπτονομισμάτων και την ολοένα και μεγαλύτερη εμπλοκή τους σε συναλλαγές διαφόρων ειδών η κυριαρχία του κολοσσού VISA παραμένει ακλόνητη και οι περισσότερες συναλλαγές γίνονται μέσω αυτού. Οι VISA και MasterCard πραγματοποιούν άμεσες συναλλαγές σε ελάχιστο χρονικό διάστημα το οποίο προς παρόν δύσκολα μπορούν να ανταγωνιστούν τα κρυπτονομίσματα. Οι υπάρχουσες υποδομές των ψηφιακών νομισμάτων δεν επαρκούν για την βελτίωση των χρόνων ολοκλήρωσης συναλλαγών και έτσι πρέπει να δρομολογηθούν πολύπλοκες αναβαθμίσεις οι οποίες δεν αποτελούν εύκολη υπόθεση.

- Μεταβλητότητα των τιμών των κρυπτονομισμάτων:

Αποτελεί μεγάλη τροχοπέδη στην περεταίρω επέκταση τους. Ο Buffet περιέγραψε το οικοσύστημα των κρυπτονομισμάτων και των τιμών ως μία φούσκα που είναι θέμα χρόνου να σκάσει. Ένα μεγάλο χαρακτηριστικό που κρίνει την μελλοντική πορεία των τιμών των κρυπτονομισμάτων είναι η εμπιστοσύνη των καταναλωτών.

- Συσχέτιση με τις παραδοσιακές αγορές:

  Υπάρχει μία θετική συσχέτιση των κρυπτονομισμάτων με τις παραδοσιακές αγορές. Για παράδειγμα το bitcoin υπέστη πτώση δέκα από τις 17 φορές που υπέστη πτώση ο S&P 500. Επομένως δεν υπάρχει η επιθυμητή διαφοροποίηση και ανεξαρτησία της πορείας των κρυπτονομισμάτων από τις υπόλοιπες χρηματαγορές. Μάλιστα η συσχέτισή τους είναι μεγαλύτερη από αυτή του χρυσού και του S&P 500.

- Κανόνες :

  Ο Buffet υποστήριξε «Δεν έχει νόημα. Αυτό το πράγμα δεν ρυθμίζεται. Δεν είναι υπό έλεγχο. Δεν βρίσκεται υπό την επίβλεψη οποιουδήποτε οργανισμού όπως της Ομοσπονδιακής Τράπεζας των Ηνωμένων Πολιτειών ή οποιασδήποτε άλλης κεντρικής τράπεζας. Δεν πιστεύω καθόλου σε όλο αυτό. Νομίζω ότι θα εκραγεί ». Έτσι οι επενδύσεις σε αυτού του είδους τις τεχνολογίες των ψηφιακών νομισμάτων καθίστανται επικίνδυνες μέχρις ότου οι ομοσπονδιακές κυβερνήσεις καθορίσουν ένα ρυθμιστικό πλαίσιο γύρω από την λειτουργία τους.

- Αποδοχή:

  Αν και σε σχέση με το ξεκίνημά τους τα κρυπτονομίσματα έχουν παρουσιάσει μία αλματώδη αύξηση στην απήχησή τους όσον αφορά την αποδοχή τους ως μέσω συναλλαγών. Παρόλα αυτά δεν έχουν φτάσει σε ικανοποιητικό βαθμό και έτσι όσοι διακρατούν ψηφιακά νομίσματα πρέπει να αναζητήσουν για αρκετό χρονικό διάστημα προμηθευτές που τα αποδέχονται ως μέσο συναλλαγών.

- Πληρωμές:

  Εφόσον ολοκληρωθεί μία πληρωμή μέσω των κρυπτονομισμάτων τότε αυτή δεν μπορεί να αναστραφεί. Σε αυτό το χαρακτηριστικό ελλοχεύει ο κινδύνους απώλειας κεφαλαίου από λάθος. Για παράδειγμα εάν κάποιος συμφωνήσει την αγορά ενός αγαθού μέσω των ψηφιακών νομισμάτων και κατά τη διάρκεια ολοκλήρωσης της συναλλαγής πληκτρολογήσει λάθος το πορτοφόλι του παραλήπτη, τότε δεν μπορεί να αντιστραφεί η συναλλαγή και στην ουσία ο καταναλωτής χάνει τα χρήματα του χωρίς να μπορεί να κάνει κάτι για αυτό.

- Κίνδυνος πλάνης:

  Εάν πληκτρολογηθεί ο αριθμός του ηλεκτρονικού πορτοφολιού σε κάποια ιστοσελίδα ηλεκτρονικού εμπορίου που φαίνεται ότι αποδέχεται τα κρυπτονομίσματα, όμως αυτή είναι μια απάτη προκειμένου να λαμβάνει τους κωδικούς ανυποψίαστων καταναλωτών, τότε στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει κανένας μηχανισμός ανάκτησής του και η απώλεια του ποσού που υπήρχε σε αυτό αποτελεί σίγουρο και μη αναστρέψιμο γεγονός.
- Επιθέσεις χάκερ σε ηλεκτρονικά πορτοφόλια ψηφιακών νομισμάτων:

  Σε αυτή τη περίπτωση και πάλι δεν υπάρχει κανένας μηχανισμός ανάκτησης και χωρίς να το καταλάβει κανείς μπορεί να βρεθεί στη δυσμενή θέση της απώλειας του συνολικού ποσού που διακρατούσε σε ψηφιακά νομίσματα.

Με όλα αυτά τα εμπόδια αποδοχής και λειτουργίας, είναι λογικό έμπειροι επενδυτές σαν τον Warren Buffet να ακολουθούν μία πιο προσεκτική στάση απέναντι σε αυτές τις τεχνολογίες. Παρόλα αυτά αποτελεί κοινό τόπο πως τα κρυπτονομίσματα και η τεχνολογία του blockchain θα ευδοκιμήσουν μελλοντικά στο σύνολο των οικονομιών.

1.10 Πως αποκτά κανείς ψηφιακά νομίσματα

Εάν κανείς είναι νέος στην απόκτηση και χρήση των ψηφιακών νομισμάτων, πολλές φορές δημιουργείται σύγχυση για το πώς θα κάνει την επιθυμία του αυτή πραγματικότητα. Παρόλα αυτά η διαδικασία που χρειάζεται είναι σχετικά απλή και ξεκάθαρη. Παρακάτω παρατίθενται τα πέντε βασικά βήματα που χρειάζεται να ακολουθήσει κανείς, προκειμένου να αποκτήσει τα κρυπτονομίσματα που επιθυμεί.

1) Επιλογή μεσίτη (broker) ή πλατφόρμας ανταλλαγής

   Μία πλατφόρμα ανταλλαγής κρυπτονομισμάτων είναι το μέρος όπου οι αγοραστές και οι πωλητές κρυπτονομισμάτων συναντούνται προκειμένου να ανταλλάξουν κρυπτονομίσματα. Αυτές οι πλατφόρμες συνήθως έχουν ένα μικρό ύψος προμήθειας ανά συναλλαγή που πραγματοποιείται. Θα μπορούσαμε να τις χαρακτηρίσουμε και ως χρηματιστηριακές αγορές κρυπτονομισμάτων. Οι χρεώσεις τους μπορεί να είναι χαμηλές, όμως το περιβάλλον τους είναι περίπλοκο με διάφορους τύπους συναλλαγών και γραφήματα που για τους περισσότερους νέους επενδυτές κρυπτονομισμάτων

μπορεί να φανεί εκφοβιστικό και χαώδες. Μερικές από τις πιο γνωστές πλατφόρμες ανταλλαγής ψηφιακών νομισμάτων είναι το Coinbase, το Gemini και το Binance.

Ένας broker κρυπτονομισμάτων αφαιρεί την πολυπλοκότητα, προσφέροντας ταυτόχρονα ένα διαδραστικό περιβάλλον που αλληλεπιδρά με άλλους για λογαριασμό του πελάτη τους. Οι περισσότεροι χρεώνουν υψηλότερες προμήθειες συγκριτικά με τις πλατφόρμες ανταλλαγής που προαναφέρθηκαν. Άλλοι δεν ζητούν προμήθεια, όμως καρπώνονται κέρδη μέσω της παροχής πληροφοριών σε τρίτους σχετικά με τις πράξεις που πραγματοποιούν οι πελάτες τους. Δύο από τους πιο γνωστούς broker κρυπτονομισμάτων είναι η Robinhood και η SoFi.

2) Δημιουργία και επαλήθευση λογαριασμού

Μόλις κανείς επιλέξει μία από τις δύο παραπάνω επιλογές, χρειάζεται να γίνει η εγγραφή του προκειμένου να ανοίξει έναν λογαριασμό. Ανάλογα με την πλατφόρμα και το ποσό που σκοπεύει κανείς να επενδύσει, η επαλήθευση μπορεί να είναι είτε απλή είτε πιο περίπλοκη.

3) Κατάθεση του επιθυμητού χρηματικού ποσού προς επένδυση

Προκειμένου να αγοραστούν τα κρυπτονομίσματα χρειάζεται η κατάθεση χρημάτων στον λογαριασμό που έχει δημιουργηθεί για αυτόν τον σκοπό. Η κατάθεση μπορεί να γίνει συνδέοντας τον τραπεζικό λογαριασμό και εξουσιοδοτώντας τη μεταφορά χρημάτων μέσω τραπέζης ή ακόμα και με την κατάθεση μέσω πληρωμής από χρεωστική ή πιστωτική κάρτα.

4) Επιλογή και αγορά κρυπτονομισμάτων

Εφόσον τα παραπάνω βήματα έχουν ολοκληρωθεί και υπάρχουν χρήματα στον λογαριασμό της πλατφόρμας, όλα είναι έτοιμα για την απόκτηση ψηφιακών νομισμάτων. Μόλις γίνει η επιλογή του κρυπτονομίσματος επιλέγεται το ποσό που θα επενδυθεί σε αυτό ή ο αριθμός των νομισμάτων που θα αγοραστούν.

5) Επιλογή μεθόδου αποθήκευσης των κρυπτονομισμάτων

Υπάρχουν αρκετοί τρόποι αποθήκευσης των κρυπτονομισμάτων που κανείς έχει αγοράσει. Υπάρχει η δυνατότητα να παραμείνουν στο ενιαίο πορτοφόλι της πλατφόρμας που έχει επιλεγεί, είτε εάν ο παραπάνω τρόπος δεν παρέχει την απαραίτητη αίσθηση ασφάλειας σε κάποιον επενδυτή μπορεί να τα τοποθετήσει σε δικό του ψηφιακό πορτοφόλι, αφού πρώτα το έχει δημιουργήσει. Τα πορτοφόλια που μπορούν να δημιουργηθούν διακρίνονται σε hot wallets και cols wallets.

Hot wallets:

Πρόκειται για πορτοφόλια κρυπτονομισμάτων που αποθηκεύονται στο διαδίκτυο και λειτουργούν σε συσκευές συνδεδεμένες στο διαδίκτυο, όπως υπολογιστές ή τηλέφωνα. Τα hot wallets είναι βολικά, αλλά υπάρχει υψηλότερος κίνδυνος κλοπής, επειδή είναι πάντα συνδεδεμένα στο διαδίκτυο, οπότε ελλοχεύει ο κίνδυνος προσβολής τους από χάκερ.

Cold wallets:

Πρόκειται για πορτοφόλια κρυπτονομισμάτων τα οποία δεν είναι συνδεδεμένα στο διαδίκτυο, καθιστώντας τα πιο ασφαλή επιλογή για τη διατήρηση κρυπτονομισμάτων. Έχουν τη μορφή εξωτερικών συσκευών, όπως μονάδα USB ή σκληρός δίσκος.

1.11 Διαπραγμάτευση και διαμόρφωση της τιμής των κρυπτονομισμάτων

Κατά κύριο λόγο τα κρυπτονομίσματα διαπραγματεύονται σε πλατφόρμες που έχουν δημιουργηθεί στο πρόσφατο παρελθόν όπως τα Coinbase, Crypto.com, Kraken, Binance, Gemini. Παρόλα αυτά σιγά σιγά όλο και περισσότεροι πιο αξιόπιστοι οργανισμοί εντάσσουν τα κρυπτονομίσματα στην λίστα των διαπραγματεύσιμων ειδών τους, όπως για παράδειγμα η επιτροπή συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης (futures) των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής εισήγαγε σε διαπραγμάτευση συμβόλαια μελλοντικής εκπλήρωσης για το Bitcoin το 2017. Η τιμή των ψηφιακών νομισμάτων έως και σήμερα παρουσιάζει σημαντική και έντονα ακραία μεταβλητότητα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή τους είναι πολλοί και παρακάτω παρουσιάζονται μερικοί από αυτούς.

- Ζήτηση:

  Καθώς η χρησιμότητα των ψηφιακών νομισμάτων σε διάφορες λειτουργίες της οικονομίας εξαπλώνεται έτσι αυξάνεται και η ζήτηση τους για να βρεθούν στην κατοχή οικονομικών οντοτήτων. Έτσι μέσω της συνεχούς αύξησης της ζήτησής τους, υπάρχει και αντίστοιχη άνοδος της τιμής τους. Αυτός είναι ίσως ο πιο βασικός παράγοντας του πολλαπλασιασμού της αξίας πολλών κρυπτονομισμάτων τα τελευταία χρόνια.

- Αριθμός κόμβων

  Αναφέρεται στον αριθμό των ενεργών πορτοφολιών που σχετίζονται με ένα κρυπτονόμισμα. Ο αριθμός αυτός μπορεί να βρεθεί μέσα από το διαδίκτυο ή από την επίσημη ιστοσελίδα του κάθε ψηφιακού νομίσματος. Αποτελεί έναν παράγοντα καθορισμού της ικανότητας ενός νομίσματος, να ξεπεράσει τις κρίσεις της αγοράς

- Κόστος παραγωγής

  Κάθε κρυπτονόμισμα έχει διαφορετικό κόστος παραγωγής. Το κόστος της ενέργειας και του εξοπλισμού που χρειάζεται ένα νόμισμα για να πραχθεί αντικατοπτρίζεται και στην τιμή του. Όσο πιο υψηλό το κόστος παραγωγής, τόσο πιο υψηλή και η τιμή του νομίσματος.

- Μαζική αποδοχή

  Σχετίζεται άμεσα με την ζήτηση. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των χρηστών ενός κρυπτονομίσματος, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η αξία που αυτό θα διαπραγματεύεται. Αυτό συμβαίνει αφού σε αντίθεση με τα κοινά νομίσματα που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες από τα επί μέρους εθνικά νομισματοκοπεία, τα ψηφιακά νομίσματα δημιουργούνται σε πολύ περιορισμένες ποσότητες. Έτσι η αντιστοιχία προσφοράς και ζήτησης δεν είναι ανάλογη με αποτέλεσμα την αύξηση της αξίας ενός ψηφιακού νομίσματος.

1.12 Επίδραση των ψηφιακών νομισμάτων στην οικονομία και στην κοινωνία

Όπως είδαμε τα κρυπτονομίσματα επηρεάζουν ήδη τις κυβερνήσεις, το εμπόριο και τις επιχειρήσεις. Έχουν προκαλέσει αλλαγές σε πολλούς κλάδους της οικονομίας. Πολλοί οργανισμοί που δραστηριοποιούνται στο διαδίκτυο, έχουν αρχίσει να αποδέχονται τα ψηφιακά νομίσματα ως μέσο πληρωμών και συναλλαγών. Επιπρόσθετα τα κρυπτονομίσματα έχουν δώσει την ευκαιρία της ανόδου σε πολλές μικρές επιχειρήσεις, οι οποίες τελικά έχουν θεμελιώσει την παρουσία τους στην αγορά. Το εμπόριο σε όσους αποδέχονται τα ψηφιακά νομίσματα, έχει απελευθερωθεί σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα επικεντρωθούμε πάνω στην παρουσίαση μελετών αντίστοιχου περιεχομένου με την παρούσα εργασία. Δηλαδή θα παρατεθεί μία σειρά επιστημονικών άρθρων και αναλύσεων, σχετικά με την δυναμική εξέλιξη των τιμών των κρυπτονομισμάτων.

Σε αυτά, έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικές μέθοδοι, όπως υποδείγματα GARCH, υποδείγματα BEKK και ου το κάθε εξής.

Ο Katsiampa το 2019 εφαρμόζοντας τρία μοντέλα BEKK, εξέτασε την δυναμική της υπό συνθήκη μεταβλητότητας των τιμών των κρυπτονομισμάτων χρησιμοποιώντας τα παρακάτω ζεύγη ψηφιακών νομισμάτων, Bitcoin – Ethereum, Bitcoin – Litecoin και Ethereum – Litecoin. Μέσα από αυτήν την εφαρμογή συμπεραίνει πως η μεταβλητότητα των τιμών των κρυπτονομισμάτων εξαρτάται από την παρελθοντική τους μεταβλητότητα καθώς και τα σοκ που είχαν υποστεί στο παρελθόν. Επιπρόσθετα, τονίζεται πως υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των σοκ που παρουσιάζει η αξία του Bitcoin και της πορείας της τιμής του Ethereum και αντίστροφα. Με άλλα λόγια, όταν η τιμή του Bitcoin παρουσιάζει ακραία μεταβλητότητα, τότε και η τιμή του Ethereum τείνει να ακολουθεί αυτήν την πορεία και έτσι έχουμε την διάδοση των σοκ ανάμεσα σε αυτά τα δύο κρυπτονομίσματα. Αντίθετα, στο ζεύγος Ethereum – Litecoin παρατηρείται μία μονόπλευρη διάδοση των σοκ της τιμής του Ethereum στην τιμή του Litecoin, δεν συμβαίνει όμως το ίδιο και αντίστροφα . Τέλος, εντοπίζεται συσχέτιση μεταξύ των τιμών και των τριών ζευγαριών, γεγονός που μας υποδεικνύει ότι υπάρχει με τον έναν ή τον άλλον τρόπο μία διάχυση των σοκ των τιμών μεταξύ των κρυπτονομισμάτων καθώς επίσης διαπιστώνεται πως υπάρχει ως επί το πλείστον θετική συσχέτιση μεταξύ της παρελθοντικής πορείας των τιμών με την μελλοντική τους πορεία.

Οι Davide Provenzano & Rodolfo Baggio το 2021, μελέτησαν την δυναμική εξέλιξη των τιμών των κρυπτονομισμάτων και ανέλυσαν τον βαθμό συγχρονισμού των χρονολογικών σειρών των τιμών κλεισίματος τριών κρυπτονομισμάτων εκφρασμένες σε δολάρια των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής. Τα ψηφιακά νομίσματα που επέλεξαν είναι το Bitcoin, το Ethereum και το Litecoin. Η περίοδος της μελέτης ξεκινά από την πρώτη Σεπτεμβρίου του 2015 έως τριάντα μία Αυγούστου 2020. Σε αυτήν την έρευνα οι χρονολογικές σειρές χαρτογραφήθηκαν για πρώτη φορά μέσω ενός πολύπλοκου δικτύου και με την χρήση του αλγορίθμου HVG (Horizontal Visibility Algorithm), προκειμένου να παρατηρήσουν την δομή, τα χαρακτηριστικά και την δυναμική των τιμών. Έπειτα διερευνήθηκε ο συγχρονισμός μεταξύ των εξεταζόμενων χρονολογικών σειρών για να εξεταστεί το κατά πόσο τα κρυπτονομίσματα αυτά διακυμαίνονται κατά το πέρασμα του χρόνου ταυτόχρονα και με όμοιο τρόπο. Τα αποτελέσματα της μελέτης αποκάλυψαν πως υπάρχουν παρόμοιες πολύπλοκες δομές για τα τρία ψηφιακά νομίσματα ως προς την σύνθεση και την διαμόρφωση των τιμών τους. Τα παραπάνω ευρήματα απέδειξαν πως η δυναμική εξέλιξη των τιμών και του όγκου των τριών κρυπτονομισμάτων χαρακτηρίζεται από κυκλικά μοτίβα παρόμοιων κυμάτων μήκους, πλάτους και συγχρονισμού, για την εξεταζόμενη περίοδο. Εκτός από τα

παραπάνω, τα αποτελέσματα έδειξαν υψηλότερη σταθερότητα για τα κρυπτονομίσματα Bitcoin και Litecoin και μικρότερη για το κρυπτονόμισμα Ethereum. Ένα επιπρόσθετο εύρημα της έρευνας είναι, πως πριν και μετά την διενέργεια κάποιου σοκ στην αγορά των κρυπτονομισμάτων, οι χρονολογικές σειρές των τιμών των τριών, υπό εξέταση ψηφιακών νομισμάτων, παρουσιάζουν διαφορετικό βαθμό συγχρονισμού. Με άλλα λόγια, η ευαισθησία τους στα σοκ της αγοράς είναι διαφορετική και έτσι διαφοροποιείται κατά τέτοιες περιόδους ο συγχρονισμός τους. Αυτά τα αποτελέσματα θα μπορούσαν να ενδιαφέρουν επενδυτές που προτιμούν την μετάβαση από το ένα κρυπτονόμισμα στο άλλο, προκειμένου να εκμεταλλευτούν τις πιθανές ευκαιρίες κέρδους που δημιουργούνται από τη δυναμική εξέλιξη των τιμών και των όγκων στην αγορά ψηφιακών νομισμάτων.

Ο Mehmet Balcilar (2016) ορίζει τις συναλλαγές με Bitcoin ως τον μέσο όρο της κατανομής των αποδόσεων. Η μελέτη αυτή χρησιμοποιεί μία μη παραμετρική δοκιμασία αιτιότητας σε ποσοτικά στοιχεία για να αναλύσει την αιτιώδη συνάφεια μεταξύ του όγκου των συναλλαγών, των αποδόσεων του Bitcoin και της μεταβλητότητας. Τα δεδομένα είναι ημερήσια και καλύπτουν την χρονική περίοδο 19/12/2011 έως 25/04 /2016. Οι έλεγχοι αιτιότητας αποκαλύπτουν ότι ο όγκος των συναλλαγών μπορεί να προβλέψει τις αποδόσεις. Το αποτέλεσμα αυτό υπογραμμίζει τη σημασία μοντελοποίησης της μη-γραμμικότητας όταν αναλύονται αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ των αποδόσεων Bitcoin και του όγκου συναλλαγών. Σημειώνεται επίσης ότι ο όγκος συναλλαγών δεν μπορεί να βοηθήσει στην πρόβλεψη των αποδόσεων σε οποιοδήποτε σημείο της υπό συνθήκη κατανομής.

Οι Aurelio F. Bariviera, Luciano Zunino, και Osvaldo A. Rosso (2018) εξέτασαν την δυναμική εξέλιξη των τιμών δώδεκα ψηφιακών νομισμάτων για περιόδους αύξησης και μείωσης των τιμών τους. Η μελέτη μέσω αυτών των δώδεκα κρυπτονομισμάτων καλύπτει περίπου το 90 % του συνολικού ημερήσιου τζίρου της αγοράς των κρυπτονομισμάτων. Χρησιμοποιώντας το CECP (complexity - entropy causality plane) από το σύνολο των δεδομένων, διακρίθηκαν τρείς διαφορετικές δυναμικές στις τιμές των κρυπτονομισμάτων . Ενώ οι περισσότερες τιμές ψηφιακών νομισμάτων ακολουθούν παρόμοια πορεία, υπάρχουν δύο κρυπτονομίσματα το Ethereum (ETH) και το Ethereum Classic (ETC) που παρουσιάζουν μια πιο σταθερή και στοχαστική δυναμική. Επιπρόσθετα δύο ακόμη κρυπτονομίσματα, το Dash (DASH) και το Nem (XEM), όπου η συμπεριφορά και η δυναμική εξέλιξη των τιμών είναι πιο κοντά στον τυχαίο περίπατο (random walk). Τέλος, βγαίνει το συμπέρασμα πως παρόμοια χρηματοοικονομικά προϊόντα που χρησιμοποιούν την ίδια τεχνολογία και φιλοσοφία όπως το blockchain και την κρυπτογραφία διαφοροποιούνται από τους

συμμετέχοντες στην αγορά τους, με αποτέλεσμα να μην έχουν στο σύνολό τους κοινή πορεία όσον αφορά τις τιμές τους.

Οι Alessandra Cretarola και GiannaFigà – Talamanca (2020) εξέτασαν την συσχέτιση μεταξύ της εξέλιξης των τιμών των ψηφιακών νομισμάτων και της προσοχής – δημοφιλίας που αυτά λαμβάνουν από τα μέλη της αγοράς. Κάνοντας χρήση αλυσίδας Markov περιγράφεται η πορεία των αποδόσεων σε σχέση με την εναλλαγή της δημοφιλίας και γίνεται η εκτίμηση βασισμένη στην μέγιστη υπό όρους πιθανοφάνεια και στο φίλτρο Hamilton. Οι παράμετροι του μοντέλου καθώς και οι πιθανότητες μετάβασης στην αλυσίδα Markov, πραγματοποιούνται για την πορεία των τιμών – αποδόσεων του Bitcoin και του Ethereum. Ενώ για τις ανάγκες άντλησης δεδομένων για την τάση της αγοράς έγινε χρήση του Google Search Volume Index (Δείκτης δημοφηλίας αναζητήσεων της Google), για τις λέξεις κλειδιά 'bitcoin' και 'ethereum', αντίστοιχα. Τα εμπειρικά αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι δεν είναι απλά ικανό να εντοπίσει εκρήξεις ανόδου ή καθόδου στις τιμές, αλλά είναι επίσης ικανό να ερμηνεύσει τη συσχέτιση μεταξύ των τιμών των ψηφιακών νομισμάτων και της αποδοχής που αυτά λαμβάνουν από τα μέλη της αγοράς ως σήμα για την πορεία της δυναμικής εξέλιξης των τιμών των κρυπτονομισμάτων.

Οι S.A. David, C. M. C. Inacio Jr., R. Nunes και J.A. T. Machado (2021) μέσω της έρευνάς τους και των αποτελεσμάτων που αυτή έδωσε προσπάθησαν να βοηθήσουν τους παράγοντες της αγοράς και τους επενδυτές, να εκτιμήσουν σαφέστερα την δυναμική των τιμών των ψηφιακών νομισμάτων και ως εκ τούτου να καθοδηγήσουν τις επενδυτικές αποφάσεις πιο δυναμικά, μετριάζοντας τους πιθανούς κινδύνους. Σε αυτήν την έρευνα χρησιμοποιήθηκαν τρείς μέθοδοι και πιο συγκεκριμένα το ARIMA (Auto - Regressive Integrated Moving Average), το ARFIMA (Auto - Regressive Fractionally Integrated Moving Average) και το DFA (Detrended Fluctuation Analysis). Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως, εκτός από το bitcoin τα υπόλοιπα κρυπτονομίσματα παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά της μέσης επαναφοράς, έχοντας χαμηλότερη προβλεπτικότητα τιμής σε σύγκριση με την τιμή του bitcoin. Τα αποτελέσματα για το Bitcoin δείχνουν επίσης μια επίμονη συμπεριφορά που σχετίζεται με το φαινόμενο της μακράς μνήμης που έχει η τιμή του (long memory effect). Επιπρόσθετα το μοντέλο ARFIMA παρουσιάζει μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα για το σύνολο των τιμών των ψηφιακών νομισμάτων σε σχέση με το μοντέλο ARIMA.

Ο Wajdi Moussa (2020) μέσω της έρευνάς του επιδίωξε να επιβεβαιώσει την παρουσία επιδράσεων μετάδοσης μεταξύ των τιμών των ψηφιακών νομισμάτων και να εντοπίσει τον μηχανισμό πίσω από αυτήν την συσχέτιση. Για να συλλάβει τη δυναμική της διασποράς μεταξύ των τιμών των κρυπτονομισμάτων, αυτή η μελέτη ερευνά τις δυναμικές σχέσεις

μεταξύ της τιμής του Bitcoin με τις τιμές ενός μεγάλου αριθμού άλλων κρυπτονομισμάτων. Η εμπειρική ανάλυση της έρευνας βασίστηκε στα μοντέλα VAR, GJR – GARCH και DCC – GJR – GARCH. Τα αποτελέσματα της εμπειρικής ανάλυσης έδειξαν μια υπό όρους δυναμική συσχέτιση μεταξύ των αποδόσεων του Bitcoin με τις αποδόσεις των υπόλοιπων κρυπτονομισμάτων και μία δυναμική διασποράς. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα αναφέρουν ότι τα θετικά σοκ αυξάνουν τη μεταβλητότητα περισσότερο από τα αρνητικά σοκ στη τιμή του Bitcoin. Τα ευρήματά μας υποδεικνύουν την χρήση διαφοροποιημένων χαρτοφυλακίων κρυπτονομισμάτων και βοηθούν τους χρηματοοικονομικούς επενδυτές να δημιουργήσουν τα χαρτοφυλάκια τους με την αξιολόγηση των συνδιακυμάνσεων των τιμών των κρυπτονομισμάτων. Οι επενδυτές θα πρέπει να αναπροσαρμόζουν συχνά τα χαρτοφυλάκιά τους ανάλογα με τον τύπο των κρυπτονομισμάτων που αυτά απαρτίζονται και τις συνθήκες που επικρατούν στην αγορά σε διαφορετικές χρονικές περιόδους.

Οι Marco Bianchetti, Camilla Ricci και Marco Scaring (2017) άντλησαν πληροφορίες μέσα από την στενή σχέση μεταξύ της στατιστικής, της φυσικής και των χρηματοοικονομικών μαθηματικών. Έτσι εφάρμοσαν ποσοτικά μοντέλα για την μελέτη της πορείας του Bitcoin και του Ethereum, δύο από τα πιο διάσημα ψηφιακά νομίσματα. Η μεθοδολογία ανίχνευση χρηματοοικονομικών φυσαλίδων συνδύασε το μοντέλο LPPL (Log Periodic Power Law), που δημιουργήθηκε αρχικά από τον Johansen, τον Ledoit και τον Sornette (JLS), και το στατιστικό μοντέλο που αναπτύχθηκε από τους Phillips, Shi και Yu (PSY). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποίησαν τρεις διαφορετικές εκδόσεις του μοντέλου LPPL, δηλαδή τις παρακάτω Ordinary Least Square (OLS), Generalized Least Squares (GLS) και Maximum Likelihood Estimation (MLE), και δύο στατιστικές δοκιμές PSY (BSADF και BSADF*). Έτσι διαπίστωσαν πως κατά την περίοδο που αναφέρεται το δείγμα δηλαδή από τον Δεκέμβριο του 2016 έως τον Δεκέμβριο του 2017 η πορεία της τιμής του bitcoin δείχνει ισχυρά σήματα φούσκας αρχικά από τον Μάιο έως τον Σεπτέμβριο του 2017 και φτάνοντας σε μία κρίσιμη στιγμή στα μέσα του Δεκεμβρίου του 2017. Από την άλλη το ψηφιακό νόμισμα Ethereum παρουσιάζει σήματα φούσκας στα μέσα του Ιουνίου του 2017, χρονικό σημείο που συμπίπτει με την μεγάλη πτώση που πραγματοποιήθηκε στις τιμές των κρυπτονομισμάτων στις δώδεκα Ιουνίου του 2017. Αυτά τα ευρήματα συνάδουν με τη μεγάλη συντριβή (-30%) που παρατηρήθηκε στις αγορές κρυπτονομισμάτων μεταξύ 17 και 22 Δεκεμβρίου 2017. Μετά τα παραπάνω αποτελέσματα πραγματοποιείται περαιτέρω μελέτη για άλλα κρυπτονομίσματα, όπου βρίσκεται σε εξέλιξη μια καινοτόμος δομή για τη συγκέντρωση κεφαλαίων για την υποστήριξη νέων ιδεών και εγχειρημάτων για την κατανόηση της δυναμικής εξέλιξης των τιμών των κρυπτονομισμάτων.

Οι Wang Zhengyang, Li Xingzhou και Ruan Jinjin (2019) μέσω της μελέτης τους προσπάθησαν να προβλέψουν την εξέλιξη των τιμών των κρυπτονομισμάτων χρησιμοποιώντας νευρωνικά δίκτυα και την μέθοδο LSTM. Οι τιμές που προσπάθησαν να προβλεφθούν αφορούν τα παρακάτω νομίσματα, το Bitcoin (BTC), το Ethereum (ETH), το Ripple (XRP), το Stellar, το Lumens (XLM), το Litecoin (LTC) και το Monero (XMR). Αρχικά αξιολογήθηκε η απόδοση του μοντέλου που δομήθηκε καθώς και η ευαισθησία του προκειμένου να κατανοηθεί η συμπεριφορά του. Το μοντέλο LSFTM φαίνεται πιο κατάλληλο για την πρόβλεψη την χρονικής πορείας των τιμών . Παρόλα αυτά τα ευρήματα έδειξαν πως το μοντέλο των νευρωνικών δικτύων υπερίσχυσε του μοντέλου LSTM στα πειράματα πρόβλεψης της τιμής. Έτσι το μοντέλο των νευρωνικών δικτύων μπορεί να διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό την πρόβλεψη της τιμής του Bitcoin (BTC). Τέλος, επισημάνεται πως το τυπικό σφάλμα πρόβλεψης του μοντέλου είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο στην κλίμακα μεταβολής του ενδιαφέροντος των επενδυτών.

Οι Yaohao Peng, Pedro Henrique, Melo Albuquerque, Jader Martins Camboin de Sa, Ana Julia Akaishi Padula και Mariana Rosa Montenegro (2017), αξιολόγησαν την προγνωστική ικανότητα των παραδοσιακών μοντέλων GARCH και των παλινδρομήσεων SVR, χρησιμοποιώντας τον έλεγχο Diebold-Mariano και το Hansen's Model Confidence Set. Η ανάλυση επαναλήφθηκε τόσο για δεδομένα χαμηλής αλλά και υψηλής συχνότητας. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα μοντέλα SVR-GARCH ξεπερνούν σε προβλεπτικότητα τα μοντέλα GARCH, EGARCH και GJR-GARCH. Για όλες τις μεταβλητές και τις δύο συχνότητες χρόνου, έχουμε στατιστική σημαντικότητα της υπεροχής του μοντέλου SVR-GARCH έναντι του GARCH και των επεκτάσεών του.

Οι Valerio Celeste, Shaen Corbet και Constantin Gurdgiev (2020) επισήμαναν πως η σημαντική μεταβλητότητα και η αύξηση των αποτιμήσεων κρυπτονομισμάτων μεταξύ του 2009 και του τέλους του 2017 υποδηλώνουν έντονα ότι τόσο η μακροχρόνια μνήμη όσο και η μεταβλητότητα των τιμών και οι διακυμάνσεις των αποδόσεων θα πρέπει να υπάρχουν στη δυναμική εξέλιξη των τιμών αυτών των περιουσιακών στοιχείων. Υποστήριξαν πως η βιβλιογραφία σχετικά με τις κύριες διαδικασίες διαμόρφωσης των τιμών των κρυπτονομισμάτων δεν εξετάζει από κοινού και συνολικά τη μακρά μνήμη και την ανάλυση των κυματισμών, που θα μπορούσαν να επιβεβαιώσουν με ακρίβεια την παρουσία στις τιμές τους και να επιβεβαιώσουν ή να αρνηθούν την εγκυρότητα της υπόθεσης της Fractal Market όπως ισχύει για τα κρυπτονομίσματα. Αυτή η έρευνα δείχνει ότι οι τιμές του Bitcoin παρουσιάζουν μακροπρόθεσμη μνήμη. Στην πραγματικότητα, αξιολογώντας το Bitcoin, το Ethereum και το Ripple κατά την περίοδο μεταξύ 2016 και 2017, εστιάζοντας αποκλειστικά

στην περίοδο πριν από τη συντριβή του 2018, παρατήρησαν και συμπέραναν ότι η πορεία της τιμής του Bitcoin θα μπορούσε περιγραφεί καλύτερα και ως τυχαίος περίπατος, δείχνοντας κατά αυτόν τον τρόπο σημάδια ωριμότητας των αγορών των κρυπτονομισμάτων που αναδύονται. Αντίθετα, άλλα κρυπτονομίσματα όπως το Ethereum και το Ripple παρουσιάζουν στοιχεία μιας αυξανόμενης υποκείμενης συμπεριφοράς μνήμης.

Ο Nick James (2021) στην εργασία του χρησιμοποίησε νέες και πρόσφατα εισαγόμενες μεθοδολογίες για τη μελέτη της ομοιότητας στη δυναμική και τη συμπεριφορά των τιμών των κρυπτονομισμάτων και των μετοχών κατά την περίοδο της πανδημίας του COVID – 19. Μελετήθηκαν οι πορείες των τιμών 45 κρυπτονομισμάτων και 72 μετοχών, τόσο ανεξάρτητα όσο και συνδυαστικά. Αρχικά εξετάστηκε η δυναμική εξέλιξη της αγοράς των ψηφιακών νομισμάτων και των μετοχών, με ιδιαίτερη έμφαση στην μεταβολή που αυτές παρουσίασαν κατά την διάρκεια της πανδημίας του COVID – 19. Στην συνέχεια παρατηρήθηκε παρόμοια δυναμική σε περιόδους κρίσης. Στην συνέχεια εφαρμόστηκαν πρόσφατα εισαγόμενες μέθοδοι για να συγκριθούν οι ακριβείς συμπεριφορές σε δύο χρονολογικές σειρές. Τέλος, εισήχθηκε ένα νέο πλαίσιο για τον προσδιορισμό της επιμονής των αγορών στα σοκ κατά την πάροδο του χρόνου. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, διαπιστώθηκε ότι παρά το γεγονός ότι τα ψηφιακά νομίσματα εμφανίζουν ισχυρότερη συλλογική κοινή δυναμική και συσχέτιση σε όλες τις συνθήκες της αγοράς, οι μετοχές συμπεριφέρονται όμοια παρουσιάζοντας υψηλή επιμονή στις ανωμαλίες της αγοράς με την πάροδο του χρόνου.

Οι Shaen Corbet, Brian Lucey, Andrew Urquhart και Larisa Yarovaya (2019) μέσα από την μελέτη τους παρουσίασαν μια συστηματική ανασκόπηση της εμπειρικής βιβλιογραφίας που βασίζεται στα κύρια θέματα που σχετίζονται με την αγορά κρυπτονομισμάτων από την ανάπτυξή τους ως χρηματοοικονομικό περιουσιακό στοιχείο το 2009. Παρά την εκπληκτική ανατίμηση των τιμών τα τελευταία χρόνια, τα κρυπτονομίσματα έχουν κατηγορηθεί ως φούσκες, για την ανυπαρξία εποπτείας από κάποια ρυθμιστική αρχή, για την δυνατότητα παράνομης χρήσης και ξεπλύματος μαύρου χρήματος μέσω της ανωνυμίας που παρέχουν στις συναλλαγές, και ως ένα νέο υποανάπτυκτο σύστημα ανταλλαγής που παραβιάζει υποδομές και υποστηρίζει την αύξηση της εγκληματικότητας στον κυβερνοχώρο. Καθεμία από τις παραπάνω κατηγορίες επηρεάζει την αντίληψη του ρόλου των κρυπτονομισμάτων ως αξιόπιστης κατηγορίας επενδυτικών περιουσιακών στοιχείων και νόμιμης αξίας. Έτσι καταλήγουν στο συμπέρασμα πως όλες αυτές οι κατηγορίες επηρεάζουν πολλές φορές την πορεία της εξέλιξης των τιμών των κρυπτονομισμάτων και λειτουργούν ως εξωγενείς παράγοντες διαμόρφωσης των τιμών τους.

Οι Wang Yiying και Zang Yeze (2019) παρατηρούν ως θέμα την προσπάθεια της κατανόησης των παραγόντων που επηρεάζουν την εξέλιξη των τιμών των κρυπτονομισμάτων και την διαμόρφωση της τελικής τους αξίας. Έτσι στην μελέτη τους χρησιμοποίησαν τεχνητή νοημοσύνη μέσω των νευρωνικών δικτύων (ANN) και του επαναλαμβανόμενου νευρωνικού δικτύου μακροχρόνιας μνήμης (LSTM) για να αναλύσουν την δυναμική των τιμών του Bitcoin, του Etherum και του Ripple. Μέσα από την έρευνα διαπιστώθηκε ότι το ANN τείνει να βασίζεται περισσότερο στη μακροπρόθεσμη ιστορία, ενώ το LSTM τείνει περισσότερο στη βραχυπρόθεσμη δυναμική, η οποία δείχνει ότι η αποτελεσματικότητα του LSTM στη χρήση χρήσιμων πληροφοριών που κρύβονται στην ιστορική μνήμη είναι ισχυρότερη από το ANN. Ωστόσο, με αρκετές ιστορικές πληροφορίες, το ANN μπορεί να επιτύχει παρόμοια ακρίβεια, σε σύγκριση με το LSTM. Αυτή η μελέτη αποτελεί μια μοναδική απόδειξη ότι η πορεία των τιμών των κρυπτονομισμάτων είναι προβλέψιμη. Ωστόσο, η εξήγηση της προβλεπτικότητας μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τη φύση του εμπλεκόμενου μοντέλου μηχανικής μάθησης.

Ο Imtiaz Sifat συνέβαλε στη χρηματοοικονομική βιβλιογραφία εντοπίζοντας οικονομικές αβεβαιότητες που είναι σημαντικές στην διαμόρφωση της δυναμικής εξέλιξης των τιμών των κρυπτονομισμάτων. Για να μετρήσει αυτήν τη σχέση, εξέτασε τις κοινές στοχαστικές τάσεις μεταξύ των κρυπτονομισμάτων και των σημαντικών αβεβαιοτήτων της αγοράς στις ΗΠΑ και στις μεγάλες ανεπτυγμένες οικονομίες από το 2015 έως και το 2021. Στα αποτελέσματα των δοκιμών στατικών παραγόντων με χρήση στοχαστικών μοντέλων υψηλής διάστασης και συντελεστών μεταβλητότητας παρουσιάστηκαν ασήμαντες συσχετίσεις μεταξύ των παγκόσμιων αβεβαιοτήτων και της πορείας των τιμών των κρυπτονομισμάτων. Παρόλα αυτά, στην πραγματικότητα οι σχέσεις μεταξύ των αβεβαιοτήτων της νομισματικής πολιτικής των ΗΠΑ και της πορείας των τιμών των κρυπτονομισμάτων δεν ήταν ασήμαντες μεταξύ τους από το 2015 έως 2016. Μετά την εκλογική νίκη του Ντόναλντ Τραμπ, η συσχέτιση αυτή αποδυναμώθηκε, και επανεμφανίστηκε με την έλευση της πανδημίας του COVID-19. Αβεβαιότητες γύρω από ορισμένες αποφάσεις της αμερικανικής κυβέρνησης έχουν μικρή σημασία. Αβεβαιότητες από τις Ευρωπαϊκές χώρες και την Κίνα παρουσιάζουν κάποια επιρροή, με την Ιαπωνία να καταγράφει αντίστροφη σχέση. Τα τεστ αιτιότητας εγκρίνουν σε μεγάλο βαθμό αυτά τα αποτελέσματα, ενώ υπογραμμίζουν ένα σημαντικό σημείο του ότι ενώ η δυναμική εξέλιξη των τιμών των κρυπτονομισμάτων μπορεί να είναι ανεξάρτητη από τις παγκόσμιες αβεβαιότητες, σε δεύτερη φάση η πορεία τους παραμένει προσκολλημένη στις παγκόσμιες τάσεις. Συνολικά βγήκε το συμπέρασμα πως, η αστάθεια στην αγορά των κρυπτονομισμάτων επηρεάζεται από την παγκόσμια αβεβαιότητα.

Οι Timothy King και Δημήτριος Κούτμος (2021) μέσα από την μελέτη τους εξέτασαν τον βαθμό στον οποίο οι πληροφορίες που σχετίζονται με τις συναλλαγές που έχουν πραγματοποιηθεί επηρεάζουν την δυναμική εξέλιξη των τιμών εννέα δημοφιλών κρυπτονομισμάτων. Χρησιμοποιώντας δείγματα τιμών από το Bitcoin, το Ethereum, το XRP, το Bitcoin cash, το EOS, το Litecoin, το Stellar, το Cardano και το IOTA, αντίστοιχα, τεκμηρίωσαν την ετερογένεια στους τύπους στρατηγικών συναλλαγών και ανατροφοδότησης που χρησιμοποιούν οι επενδυτές σε όλες τις αγορές. Ενώ, ορισμένες αγορές κρυπτονομισμάτων εμφανίζουν κοινά στοιχεία συμπεριφοράς, σε άλλες αγορές υπάρχουν στοιχεία αντίθετων συμπεριφορών. Αυτά τα ευρήματα είναι σημαντικά επειδή διευκρινίζουν, πρώτον, ποιες δυνάμεις οδηγούν τις αγορές των κρυπτονομισμάτων και, δεύτερον, πώς αυτός ο τύπος συναλλακτικής συμπεριφοράς επηρεάζει τα σχήματα αυτοσυσχέτισης για τα κρυπτονομίσματα. Τέλος, και από το μοντέλο διαχρονικής τιμολόγησης περιουσιακών στοιχείων, δίνονται νέα στοιχεία στην παρατηρούμενη φύση των ανταλλαγών κινδύνου - απόδοσης για καθένα από τα κρυπτονομίσματα που επιλέχθηκαν.

Συμπερασματικά, η ποσότητα και η ποιότητα των ερευνών που έχουν γίνει στην επιστημονική κοινότητα επιβεβαιώνουν την υψηλή αποδοχή και την θετική προοπτική των ψηφιακών νομισμάτων. Έως έναν βαθμό έχουν ανακαλυφθεί παράγοντες που επηρεάζουν την δυναμική εξέλιξη των τιμών των κρυπτονομισμάτων και έχουν γίνει βήματα προς την σωστή κατεύθυνση προκειμένου να γίνει πιο κατανοητή τόσο η λειτουργία όσο και η διαδικασία διαμόρφωσης των τιμών των κρυπτονομισμάτων. Στην συνέχεια της εργασίας θα προσπαθήσουμε να μελετήσουμε περαιτέρω την δυναμική εξέλιξη των τιμών των κρυπτονομισμάτων και το κατά πόσο υπάρχει προβλεπτική ικανότητα της πορείας τους ή τελικά ακολουθούν τυχαίο περίπατο (random walk).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ-ΟΡΙΣΜΟΙ

3.1 Μεταβλητότητα

Η μελλοντική πορεία του συνόλου των οικονομικών μεταβλητών αποτελεί ένα μεγάλο ερωτηματικό στην οικονομική ανάλυση. Έτσι οι ερευνητές προσπαθούν ανά τα χρόνια να

προβλέψουν την μελλοντική πορεία του εκάστοτε οικονομικού αντικειμένου που τους ενδιαφέρει. Μέσα από αυτήν την προσπάθεια, σκοπεύουν να κάνουν πιο σίγουρο το μέλλον, αφαιρώντας από αυτό το κατά δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό της αβεβαιότητας που το περικλείει. Ένα μέτρο της αβεβαιότητας αποτελεί η μεταβλητότητα (volatility), η οποία ποσοτικοποιεί την αβεβαιότητα που επικρατεί για την μελλοντική τιμή μίας μεταβλητής της αγοράς. Αυτή απεικονίζεται μέσα από χρονολογικές σειρές των παρελθοντικών τιμών που έχει λάβει μία οικονομική μεταβλητή. Το κύριο χαρακτηριστικό της πλειοψηφίας των χρονολογικών σειρών είναι πως αυτές δεν αποτελούν μία ευθεία γραμμή, αλλά μια δυναμική εξέλιξη που άλλες φορές έχει ανοδική πορεία και άλλες φορές καθοδική πορεία, αυτές οι αλλαγές πορείας, άλλες φορές είναι ομαλές και άλλες απότομες και ακραίες. Έτσι η συνεχώς μεταβαλλόμενη διακύμανση των χρονολογικών σειρών ορίζεται ως υπό συνθήκη διακύμανση (conditional variance). Έτσι μία οικονομική μεταβλητή που χαρακτηρίζεται από μεγάλη μεταβλητότητα, παρουσιάζει τον κίνδυνο λήψης ακραίων τιμών είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω, με ότι αυτό συνεπάγεται για την ασφάλεια της αξίας της επένδυσης που έχει πραγματοποιήσει ο δυνητικός επενδυτής στο οικονομικό αυτό στοιχείο.

3.2 Αίτια της μεταβλητότητας

Υπάρχουν διάφορες μελέτες για το ποια είναι τα αίτια της μεταβλητότητας των οικονομικών μεταβλητών. Ορισμένοι αναλυτές υποστηρίζουν πως η μεταβλητότητα τροφοδοτείται από τις νέες πληροφορίες που προκύπτουν κάθε μέρα σχετικά με την πορεία ενός οικονομικού αντικειμένου. Άλλοι αναφέρουν πως η διακύμανση δημιουργείται από τις οικονομικές πράξεις που υλοποιούνται καθημερινά. Ωστόσο το δεύτερο επιχείρημα δείχνει να επικρατεί στην αγορά. Εάν η πληροφορία αποκλειστικά δημιουργεί την μεταβλητότητα, τότε θα έπρεπε η διακύμανση των τιμών από το κλείσιμο των αγορών τις Παρασκευές μέχρι το κλείσιμό τους τις Δευτέρες, να είναι 3 φορές η μεταβλητότητα από το κλείσιμο μίας μέρας μέχρι το κλείσιμο της επόμενης μέρας (χωρίς την μεσολάβηση ημερών χωρίς διαπραγμάτευση). Ακαδημαϊκές έρευνες (Fama (1965), French (1980) και French & Roll (1986)), έδειξαν ότι η διακύμανση των 3 ημερών (μαζί με το σαββατοκύριακο) είναι μόνο 22%, 19% ή 10.7% (αντίστοιχα) μεγαλύτερη από την μεταβλητότητα μίας ημέρας.

3.2 Χαρακτηριστικά της Μεταβλητότητας

- Μακρά μνήμη (Long Memory)

  Ο Mandelbrot (1963) είπε χαρακτηριστικά: «Μεγάλες αλλαγές τείνουν να ακολουθούνται από μεγάλες αλλαγές και μικρές αλλαγές τείνουν να ακολουθούνται από μικρές αλλαγές». Με άλλα λόγια η μεταβλητότητα ενός οικονομικού αντικειμένου παρουσιάζει ομοιότητες που ενώνουν το παρελθόν, το παρόν και το μέλλον του. Έχει παρατηρηθεί ότι οι τετραγωνικές και οι απόλυτες αποδόσεις των χρηματοοικονομικών αγαθών συνήθως έχουν σειριακές συσχετίσεις οι οποίες φθίνουν αργά. Υπό αυτές τις συνθήκες μια διαταραχή στη σειρά της μεταβλητότητας φαίνεται να έχει πολύ ισχυρή μνήμη, επηρεάζοντας τη μελλοντική μεταβλητότητα για μεγάλο χρονικό ορίζοντα.

- Παχιές Ουρές (Fat Tails)

  Όπως έχουμε προαναφέρει η μεταβλητότητα άλλες φορές είναι ομαλή και άλλες φορές είναι απότομη και ακραία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την συσσωρευμένη μεταβλητότητα. Η συσσώρευση της μεταβλητότητας και οι παχιές ουρές αποτελούν συγκοινωνούντα δοχεία και σχετίζονται άμεσα μεταξύ τους

- Ασυμμετρία (Asymmetry):

  Μια επιπλέον ιδιότητα είναι ότι παρατηρείται αρνητική συσχέτιση της μεταβλητότητας και των μετοχικών αξιών. Μια αρνητική μεταβολή των αποδόσεων προκαλεί μεγαλύτερη διακύμανση από μια ισόποση θετική μεταβολή. Εμπειρικά, με τη θεωρία του Sharpe (1964), CAPM, έχει υποστηριχθεί ότι όταν αυξάνεται η μεταβλητότητα οι αναμενόμενες αποδόσεις πέφτουν.

- Αντιστροφή προς τη μέση μεταβλητότητα (Mean reversion)

  Η αυτοσυσχέτιση της μεταβλητότητας, ιδίως η αυτοσυσχέτιση της μέσης απόλυτης απόκλισης, παραμένει θετική και σημαντικά μεγαλύτερη από το μηδέν όταν υπάρχουν περισσότερες από χίλιες καθυστερήσεις. Επομένως, η διαταραχή στη διαδικασία μεταβλητότητας θα έχει μακροπρόθεσμο αντίκτυπο στο μέλλον. Μια περίοδος υψηλής ή χαμηλής διακύμανσης ακολουθείται συχνά από μια αντιστροφή σε μια περίοδο μέτριας μεταβλητότητας. Επομένως, οι περίοδοι υψηλής μεταβλητότητας δίνουν τη θέση τους σε πιο φυσιολογική μεταβλητότητα και αντίστροφα. Μακροπρόθεσμα, ανεξάρτητα από την ώρα που βρισκόμαστε, η πρόβλεψη μεταβλητότητας θα πρέπει να συγκλίνει περίπου στο ίδιο φυσιολογικό επίπεδο.

Ωστόσο, υπάρχει διαφωνία ως προς το ποιο είναι αυτό το φυσιολογικό επίπεδο και αν θα παραμείνει σταθερό με την πάροδο του χρόνου.

3.3 Πρόβλεψη της μεταβλητότητας

Έχουν παρουσιαστεί διάφορες μέθοδοι πρόβλεψης της μεταβλητότητας. Ακολουθεί η παρουσίαση μερικών από αυτές.

- Τυχαίος περίπατος (Random Walk):

  Αποτελεί ένα από τα πιο απλοϊκά υποδείγματα και έχει ως βασική θεωρία πως η μεταβλητότητα του παρελθόντος όπου είναι ίση με $\sigma t-1$ αποτελεί την πρόβλεψη για την παρούσα μεταβλητότητα σt . Με άλλα λόγια η πρόβλεψη για την μελλοντική πορεία ενός χρηματοοικονομικού στοιχείου αποτελεί η ίδια του η παρελθοντική πορεία. Οι Dimson και Marsh (1990) υποστηρίζουν πως παρά την απλή της μορφή η συγκεκριμένη μέθοδος παρουσιάζει πολύ καλές προβλέψεις. Παρόλα αυτά άλλοι υποστηρίζουν πως μέσα από την μέθοδο του τυχαίου περιπάτου υπερεκτιμάται η τρέχουσα μεταβλητότητα.
- Κινητός Μέσος Όρος (Moving Average - MA):

  Σύμφωνα με το υπόδειγμα αυτό χρησιμοποιούνται μόνο οι νεώτερες παρατηρήσεις αποβάλλοντας τελείως τις παλαιότερες. Αναλυτικότερα, η μεταβλητότητα μιας χρονικής περιόδου t εκτιμάται από το μέσο όρο των τιμών των τ προηγούμενων χρονικών περιόδων. Η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιείται για να εξουδετερωθεί η βραχυπρόθεσμη τάση που εμπεριέχεται στα δεδομένα. Η τιμή του τ, η οποία δηλώνει τον αριθμό των χρονικών υστερήσεων που θεωρούνται στο υπόδειγμα. Όσο μικρότερη είναι η χρονική περίοδος που χρησιμοποιείται από το Υπόδειγμα Κινητού Μέσου, τόσο πιο ευαίσθητη είναι η μεταβλητότητα στις βραχυπρόθεσμες διακυμάνσεις.
- Εκθετικός κινητός Μέσος Όρος (Exponentially Weighted Moving Average-EWMA):

  Σύμφωνα με τον Αχιλλέα Ζαπράνη τα δυνατά σημεία του υποδείγματος είναι 1) ο σχετικά μικρός όγκος ιστορικών δεδομένων, 2) χρειάζεται να θυμόμαστε μόνον την τρέχουσα εκτίμηση της μεταβλητότητας και την περισσότερο πρόσφατη παρατήρηση της μεταβλητής που εξετάζουμε, 3) παρακολουθεί τις αλλαγές στην μεταβλητότητα.
- Υποδείγματα GARCH:

GARCH είναι το ακρώνυμο για Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity. Μια ελεύθερη απόδοση του όρου heteroscedasticity (ετεροσκεδαστικότητα) είναι «χρονικά μεταβαλλόμενη διακύμανση». Ο όρος conditional (υπό συνθήκη - δεσμευμένη - εξαρτημένη) δηλώνει εξάρτηση από τις πρόσφατες παρατηρήσεις, ενώ ο όρος autoregresssive (αυτοπαλίνδρομος) δηλώνει ένα μηχανισμό ανάδρασης που ενσωματώνει τις παρατηρήσεις του παρελθόντος στο παρόν. Πιο συγκεκριμένα, το μοντέλο GARCH είναι μία τεχνική μοντελοποίησης χρονολογικών σειρών, που χρησιμοποιεί παρελθοντικές διακυμάνσεις για να προβλέψει τις μελλοντικές διακυμάνσεις.

Τα μοντέλα GARCH λαμβάνουν υπόψη συγκεκριμένα χαρακτηριστικά τα οποία τυπικά σχετίζονται με τις χρηματοοικονομικές χρονολογικές σειρές:

• «παχιές ουρές» (fat tails)

• «συσσώρευση μεταβλητότητας» (volatility clustering)

Οι κατανομές πιθανότητας των αποδόσεων των κεφαλαιακών στοιχείων συχνά έχουν πιο παχιές ουρές από την κανονική κατανομή. Το φαινόμενο των παχιών ουρών είναι γνωστό ως υπερβάλλουσα κύρτωση (excess kurtosis). Επιπλέον, οι χρηματοοικονομικές χρονολογικές σειρές επιδεικνύουν ένα χαρακτηριστικό γνωστό ως συσσώρευση μεταβλητότητας (μεταβλητότητα κατά κύματα) όπου οι μεγάλες μεταβολές τείνουν να ακολουθούν μεγάλες μεταβολές, και οι μικρές μεταβολές τείνουν να ακολουθούν μικρές μεταβολές. Σε κάθε περίπτωση, το πρόσημο των μεταβολών από την μία περίοδο στην άλλη τυπικά δεν είναι προβλέψιμο. Η ύπαρξη της συσσώρευσης μεταβλητότητας ή αλλιώς του φαινομένου της «επιμονής» (persistence), μας κατευθύνει προς τη χρήση μοντέλων χρονολογικών σειρών στα οποία οι διαδοχικές διαταράξεις, αν και ασυσχέτιστες, είναι παρόλα αυτά εξαρτημένες. Η συσσώρευση μεταβλητότητας (ένας τύπος ετεροσκεδαστικότητας) ευθύνεται για ένα μέρος άλλα όχι για το σύνολο του φαινομένου των παχιών ουρών που τυπικά παρατηρούμε στα χρηματοοικονομικά δεδομένα. Ένα μέρος αυτού του φαινομένου μπορεί επίσης να είναι αποτέλεσμα μη κανονικών κατανομών που απλώς έτυχε να έχουν παχιές ουρές. Εάν αντιμετωπίσουμε μια χρηματοοικονομική χρονολογική σειρά ως μια σειρά τυχαίων παρατηρήσεων, αυτή η τυχαία σειρά, ή αλλιώς στοχαστική διαδικασία, ενδεχομένως να επιδεικνύει κάποιο βαθμό συσχέτισης από την μία παρατήρηση στην άλλη. Μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτή τη δομή συσχέτισης για να προβλέψουμε μελλοντικές τιμές της διαδικασίας βασιζόμενοι σε ιστορικές παρατηρήσεις. Η εκμετάλλευση αυτής της δομής συσχέτισης, εφόσον

υφίσταται, μας επιτρέπει να αποσυνθέσουμε την χρονολογική σειρά σε ένα προσδιοριστικό τμήμα (την πρόβλεψη), και ένα τυχαίο τμήμα (το σφάλμα, ή την αβεβαιότητα, που σχετίζεται με την πρόβλεψη). Η επόμενη εξίσωση χρησιμοποιεί αυτά τα συστατικά για να αναπαραστήσει ένα μοντέλο μιας μεταβλητής μιας χρονολογικής σειράς παρατηρήσεων yt (αποδόσεων). (Αχιλλέας Ζαπράνης).

- ΥΠΟΔΕΙΓΜΑ GARCH (1,1)

  Σύμφωνα με τον Αχιλλέα Ζαπράνη: Η υποκείμενη υπόθεση του μοντέλου GARCH είναι ότι η μεταβλητότητα αλλάζει με το πέρασμα του χρόνου. Κατά την διάρκεια κάποιων χρονικών περιόδων η μεταβλητότητα είναι σχετικά υψηλή. Κατά την διάρκεια κάποιων άλλων χρονικών περιόδων η μεταβλητότητα είναι σχετικά χαμηλή. Για να το θέσουμε με διαφορετικό τρόπο, όταν το u2i είναι υψηλό, υπάρχει η τάση και τα u2i+1, u2i+2, . . . είναι επίσης υψηλά και όταν το u2i είναι υψηλό, υπάρχει η τάση και τα u2i+1, u2i+2, . . . , είναι επίσης υψηλά. Μπορούμε να ελέγξουμε αν αυτό είναι αληθές, εξετάζοντας τις αυτοσυσχετίσεις των u2. Το υπόδειγμα GARCH (1,1) μας επιτρέπει να προβλέπουμε αλλαγές στην χρονική διάρθρωση της μεταβλητότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιήσουμε ημερήσια δεδομένα από το 2015 έως και το 2021. Η κύρια μεταβλητή μας είναι η τιμή κλεισίματος του εκάστοτε κρυπτονομίσματος που θα εξετάσουμε. Ταυτόχρονα ως μεταβλητές χρησιμοποιούμε, την ημερήσια τιμή ανοίγματος της διαπραγμάτευσης του εκάστοτε ψηφιακού νομίσματος (Open), την ημερήσια υψηλότερη τιμή που έλαβε το εκάστοτε ψηφιακό νόμισμα (High), την ημερήσια χαμηλότερη τιμή που έλαβε το εκάστοτε ψηφιακό νόμισμα (Low), τον ημερήσιο όγκο συναλλαγών που πραγματοποιήθηκαν για το εκάστοτε ψηφιακό νόμισμα (Volume) καθώς και την ημερήσια τιμή κλεισίματος του εκάστοτε ψηφιακού νομίσματος. Τα δεδομένα ξεκινούν από το 2015 και καταλήγουν στο 2021.

4.1 Δεδομένα

Αντλούμε τα δεδομένα μας από την ιστοσελίδα gemini.com. Οι τιμές των κρυπτονομισμάτων είναι εκφρασμένες σε δολάρια Ηνωμένων Πολιτειών Αμερικής (USD). Η περίοδος που επιλέχθηκε αφαιρεί την αρχική περίοδο 2008 – 2014, κατά την οποία η έννοια των κρυπτονομισμάτων βρίσκονταν σε πρώιμο στάδιο και δεν τύγχαναν της κοινωνικής αποδοχής που άρχισαν να έχουν από το 2015 και μετέπειτα. Τα κρυπτονομίσματα που έχουν επιλεγεί προκειμένου να εξεταστεί η πιθανότητα ικανότητας πρόβλεψης της μεταβλητότητάς τους ή εάν αυτά ακολουθούν τυχαίο περίπατο (random walk) είναι το Bitcoin (BTC), το Ethereum (ETH), το Zcash (ZEC) και το Litecoin (LTC).

Πίνακας 4.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Α/Α	ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΠΗΓΗ	ΚΩΔΙΚΟΣ
1.	Bitcoin (BTC)	gemini.com	BITCOIN USD (BTC - USD)
2.	Ethereum (ETH)	gemini.com	ETHEREUM USD (ETH – USD)
3.	Zcash (ZEC)	gemini.com	Zcash USD (ZEC – USD)
4.	Litecoin (LTC)	gemini.com	LITECOIN USD (LTC – USD)

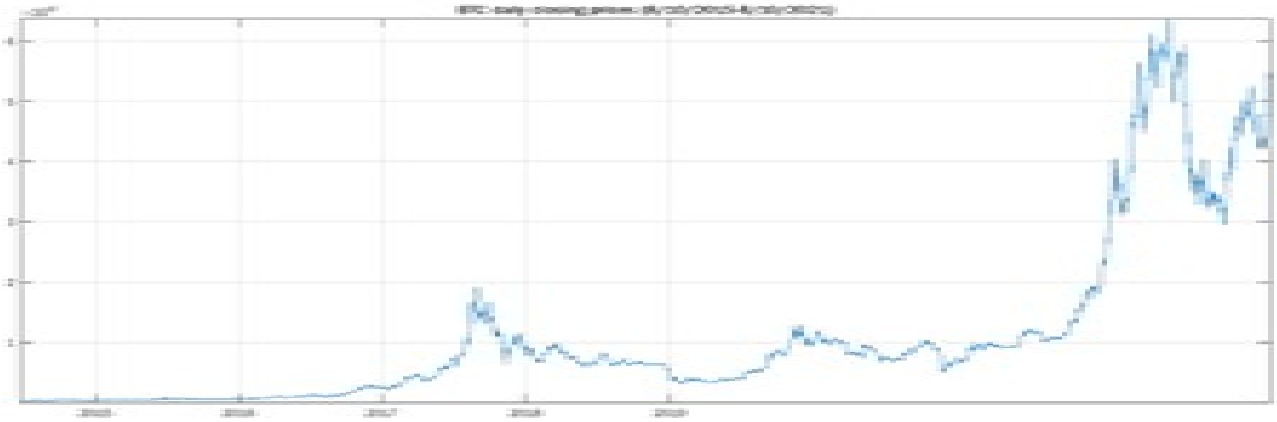
Για την μοντελοποίηση των δεδομένων μας θα χρησιμοποιήσουμε το πρόγραμμα MATLAB MATHWORKS.

4.2 Ημερήσιες τιμές κλεισίματος των επιλεγμένων ψηφιακών νομισμάτων

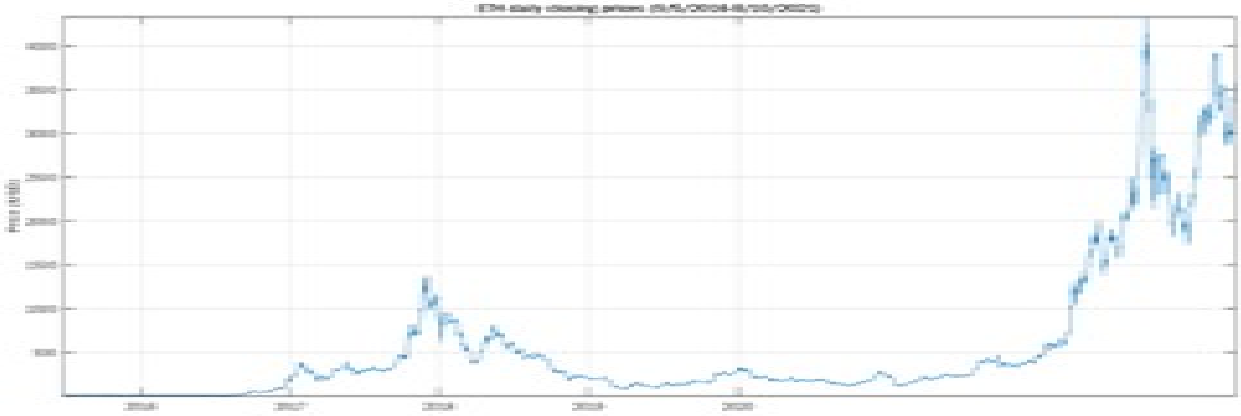
Αρχικά θα ελέγξουμε κατά πόσο τα δεδομένα μας παρουσιάζουν ετεροσκεδαστικότητα και άρα μπορούν να μοντελοποιηθούν με GARCH.

Δημιουργούμε τα διαγράμματα, τα οποία απεικονίζουν τις τιμές κλεισίματος για τα τέσσερα κρυπτονομίσματα που επιλέξαμε. Πιο συγκεκριμένα το διάγραμμα 4.1 απεικονίζει τις ημερήσιες τιμές κλεισίματος για το Bitcoin (BTC) για την περίοδο 08/10/2015 – 08/10/2021, το διάγραμμα 4.2 απεικονίζει τις ημερήσιες τιμές κλεισίματος του Ethereum (ETH), το

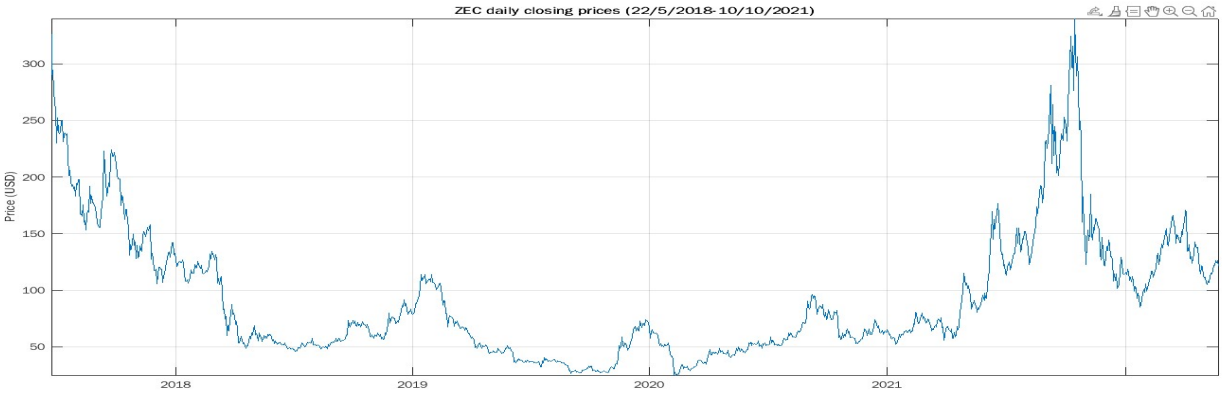
διάγραμμα 4.3 απεικονίζει τις ημερήσιες τιμές κλεισίματος του Zcash (ZEC) και το διάγραμμα 4.4 απεικονίζει τις ημερήσιες τιμές κλεισίματος του Litecoin (LTC).



Διάγραμμα 4.1 ημερήσιες τιμές κλεισίματος για το ψηφιακό νόμισμα Bitcoin (BTC) (2015 - 2021)



Διάγραμμα 4.2 ημερήσιες τιμές κλεισίματος για το ψηφιακό νόμισμα Ethereum (ETH) (2016 – 2021)



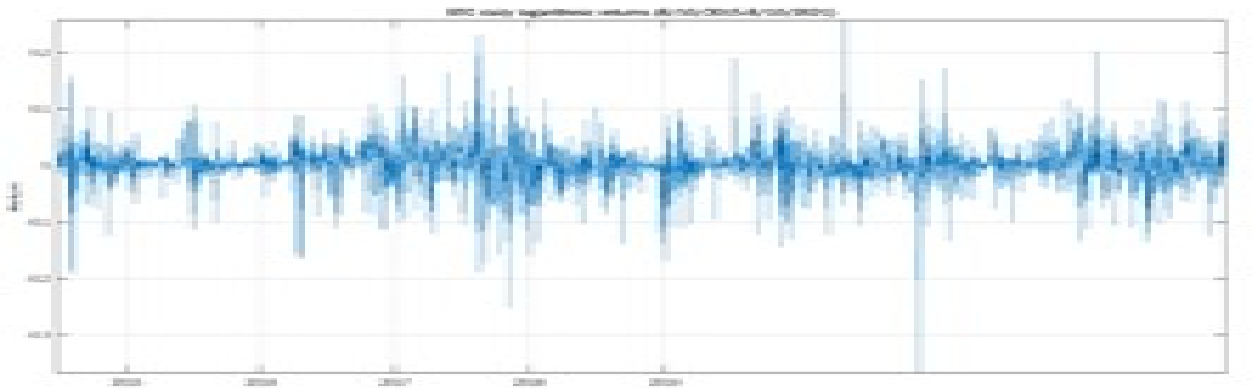
Διάγραμμα 4.3 ημερήσιες τιμές κλεισίματος για το ψηφιακό νόμισμα Zcash (ZEC) (2018 – 2021)

Διάγραμμα 4.4 ημερήσιες τιμές κλεισίματος για το ψηφιακό νόμισμα Litecoin (LTC) (2018 – 2021)

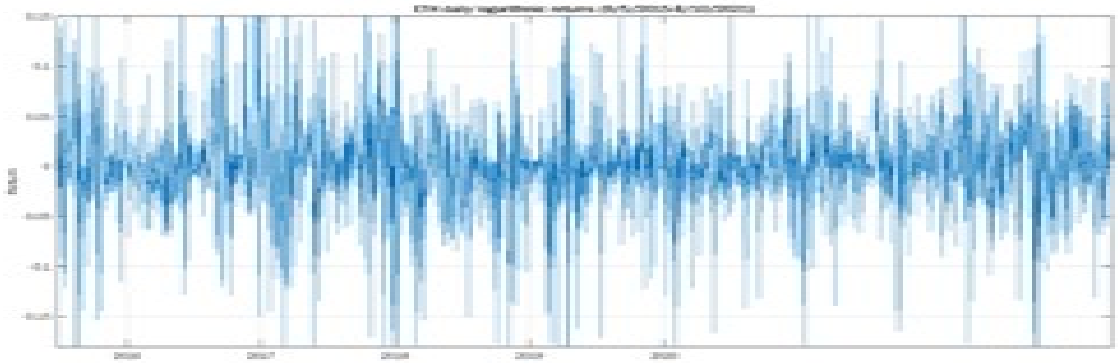
Από τις παραπάνω γραφικές παραστάσεις συμπεραίνουμε ότι οι μεταβλητές παρουσιάζουν τάση.

4.3 Ημερήσιες αποδόσεις των επιλεγμένων ψηφιακών νομισμάτων

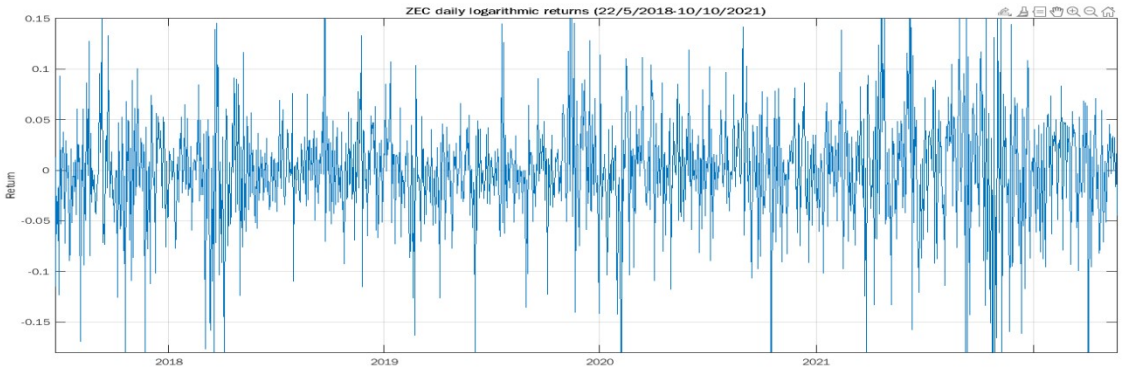
Ακολουθούν τα διαγράμματα των ημερήσιων αποδόσεων των τεσσάρων κρυπτονομισμάτων που επιλέξαμε. Πιο συγκεκριμένα το διάγραμμα 4.5 απεικονίζει τις ημερήσιες αποδόσεις για το Bitcoin (BTC) για την περίοδο 08/10/2015 – 08/10/2021, το διάγραμμα 4.6 απεικονίζει τις ημερήσιες αποδόσεις του Ethereum (ETH), το διάγραμμα 4.7 απεικονίζει τις ημερήσιες αποδόσεις του Zcash (ZEC) και το διάγραμμα 4.8 απεικονίζει τις ημερήσιες αποδόσεις του Litecoin (LTC).



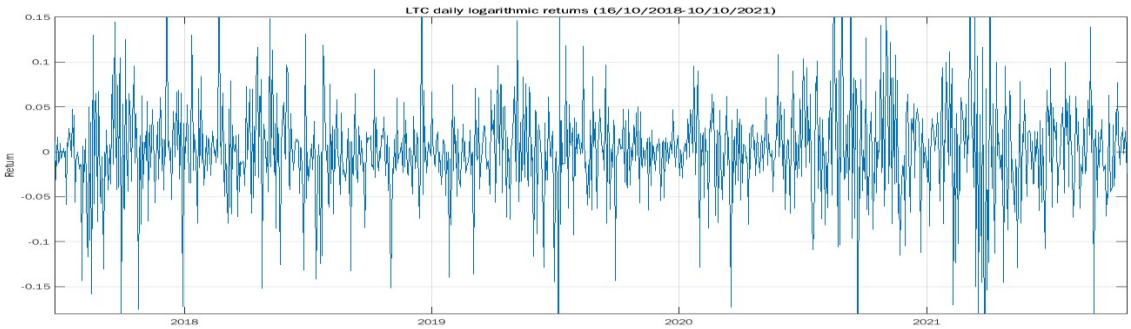
Διάγραμμα 4.5 ημερήσιες αποδόσεις του ψηφιακού νομίσματος Bitcoin (BTC) (2015 – 2021)



Διάγραμμα 4.6 ημερήσιες αποδόσεις του ψηφιακού νομίσματος Ethereum (ETH) (2016 – 2021)



Διάγραμμα 4.7 ημερήσιες αποδόσεις του ψηφιακού νομίσματος Zcash (ZEC) (2018 – 2021)



Διάγραμμα 4.8 ημερήσιες αποδόσεις του ψηφιακού νομίσματος Litecoin (LTC) (2018 – 2021)

Bitcoin (BTC):

Παρατηρούμε πως οι ημερήσιες αποδόσεις του κρυπτονομίσματος κινούνται κοντά και γύρω από το μηδέν. Επίσης βλέπουμε πως υπάρχει μία αυξητική τάση στη τιμή. Το διάγραμμα των αποδόσεων έχει αφαιρέσει την τάση και άρα υπάρχει στατικότητα. Τέλος παρατηρούμε την ύπαρξη συσσώρευσης μεταβλητότητας (επιμονή) στο διάγραμμα των αποδόσεων. Αυτό σημαίνει πως μεγάλες μεταβολές ακολουθούν μεγάλες μεταβολές και μικρές μεταβολές ακολουθούν μικρές μεταβολές.

Η μέση ημερήσια απόδοση βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν και είναι ίση με 0.0025 . Η τυπική απόκλιση είναι ίση με 0,0421. Επίσης υπολογίζουμε την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή των ημερήσιων αποδόσεων όπου αντίστοιχα είναι 0,2575 και – 0,3676.

Ethereum (ETH):

Παρατηρούμε πως οι ημερήσιες αποδόσεις του κρυπτονομίσματος κινούνται κοντά και γύρω από το μηδέν. Επίσης βλέπουμε πως υπάρχει μία αυξητική τάση στη τιμή. Το διάγραμμα των αποδόσεων έχει αφαιρέσει την τάση και άρα υπάρχει στατικότητα. Τέλος παρατηρούμε την ύπαρξη συσσώρευσης μεταβλητότητας (επιμονή) στο διάγραμμα των αποδόσεων. Αυτό σημαίνει πως μεγάλες μεταβολές ακολουθούν μεγάλες μεταβολές και μικρές μεταβολές ακολουθούν μικρές μεταβολές.

Η μέση ημερήσια απόδοση βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν και είναι ίση με 0.0025. Η τυπική απόκλιση είναι ίση με 0,0421. Επίσης υπολογίζουμε την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή των ημερήσιων αποδόσεων όπου αντίστοιχα είναι 0,3194 και – 0,3878.

Zcash (ZEC):

Παρατηρούμε πως οι ημερήσιες αποδόσεις του κρυπτονομίσματος κινούνται κοντά και γύρω από το μηδέν. Επίσης βλέπουμε πως υπάρχει μία αυξητική τάση στη τιμή. Το διάγραμμα των αποδόσεων έχει αφαιρέσει την τάση και άρα υπάρχει στατικότητα. Τέλος παρατηρούμε την ύπαρξη συσσώρευσης μεταβλητότητας (επιμονή) στο διάγραμμα των αποδόσεων. Αυτό σημαίνει πως μεγάλες μεταβολές ακολουθούν μεγάλες μεταβολές και μικρές μεταβολές ακολουθούν μικρές μεταβολές.

Η μέση ημερήσια απόδοση βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν και είναι ίση με -0.0008. Η τυπική απόκλιση είναι ίση με 0,0602. Επίσης υπολογίζουμε την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή των ημερήσιων αποδόσεων όπου αντίστοιχα είναι 0,222 και – 0,4214.

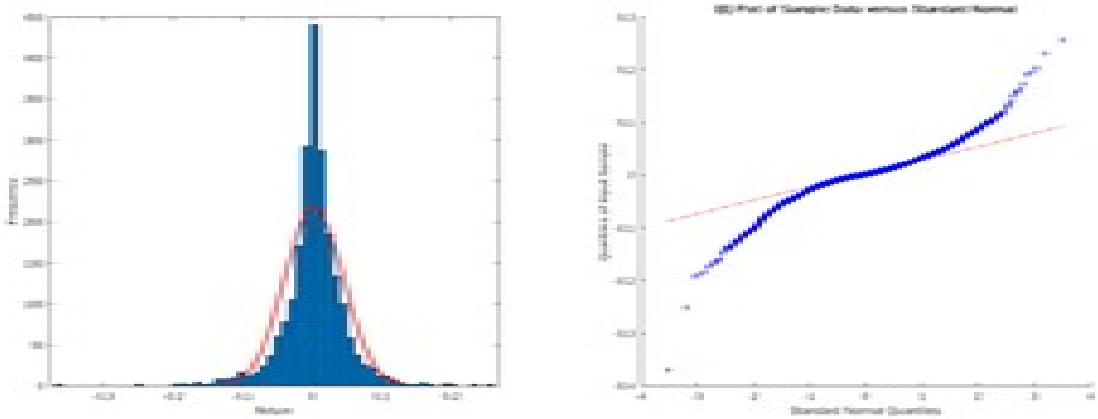
Litecoin (LTC):

Παρατηρούμε πως οι ημερήσιες αποδόσεις του κρυπτονομίσματος κινούνται κοντά και γύρω από το μηδέν. Επίσης βλέπουμε πως υπάρχει μία αυξητική τάση στη τιμή. Το διάγραμμα των αποδόσεων έχει αφαιρέσει την τάση και άρα υπάρχει στατικότητα. Τέλος παρατηρούμε την ύπαρξη συσσώρευσης μεταβλητότητας (επιμονή) στο διάγραμμα των αποδόσεων. Αυτό σημαίνει πως μεγάλες μεταβολές ακολουθούν μεγάλες μεταβολές και μικρές μεταβολές ακολουθούν μικρές μεταβολές.

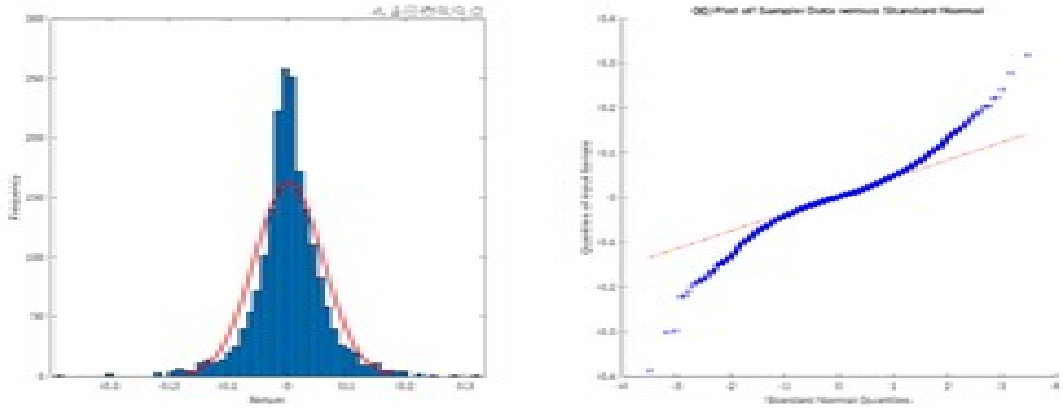
Η μέση ημερήσια απόδοση βρίσκεται πολύ κοντά στο μηδέν και είναι ίση με 0,0011. Η τυπική απόκλιση είναι ίση με 0,0568. Επίσης υπολογίζουμε την μέγιστη και την ελάχιστη τιμή των ημερήσιων αποδόσεων όπου αντίστοιχα είναι 0,3236 και – 0,3612.

4.4 Κατανομή που ακολουθούν τα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσματα

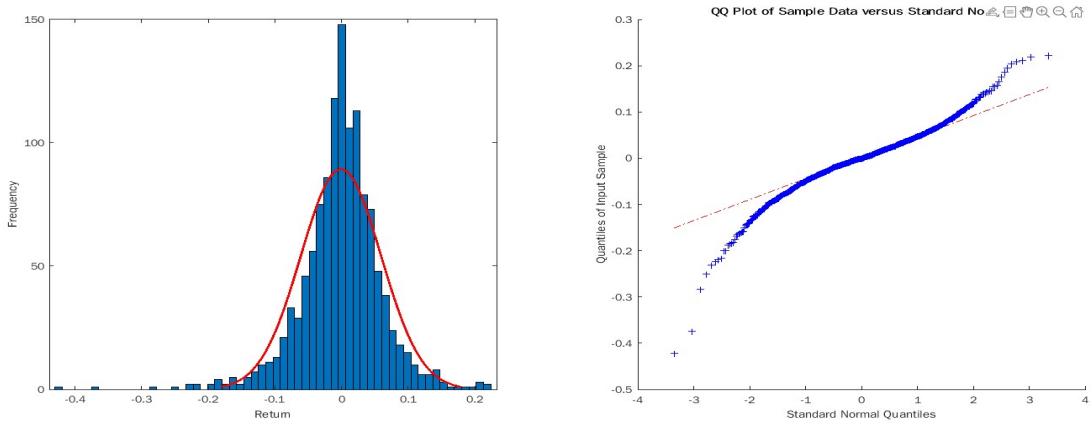
Στην συνέχεια με την βοήθεια των παρακάτω διαγραμμάτων θα ελέγξουμε την κανονικότητα της κατανομής των αποδόσεων των τεσσάρων ψηφιακών νομισμάτων που επιλέξαμε, μελετώντας την κύρτωση και την ασυμμετρία τους. Πιο συγκεκριμένα το διάγραμμα 4.9 απεικονίζει την κατανομή των αποδόσεων του Bitcoin (BTC), το διάγραμμα 4.10 απεικονίζει την κατανομή των αποδόσεων του Ethereum (ETH), το διάγραμμα 4.11 απεικονίζει την κατανομή των αποδόσεων του Zcash (ZEC) και το διάγραμμα 4.12 απεικονίζει την κατανομή των αποδόσεων του Litecoin (LTC).



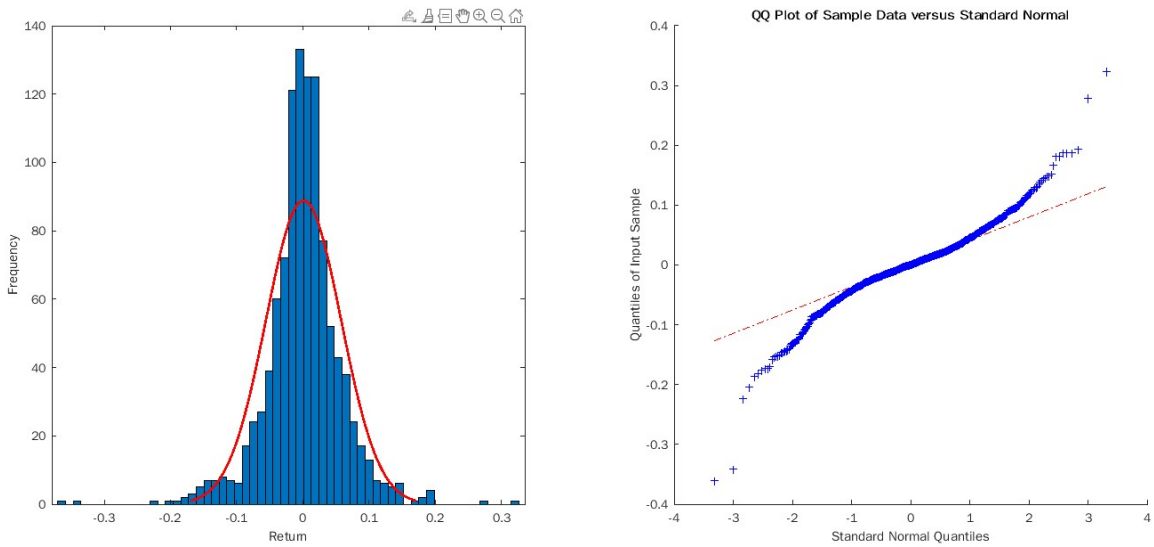
Διάγραμμα 4.9 κατανομή των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Bitcoin (BTC) (2015 – 2021)



Διάγραμμα 4.10 κατανομή των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Ethereum (ETH) (2016 – 2021)



Διάγραμμα 4.11 κατανομή των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Zcash (ZEC) (2018 – 2021)



Διάγραμμα 4.12 κατανομή των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Litecoin (LTC) (2018 – 2021)

Bitcoin (BTC):

Βλέπουμε πως η κατανομή έχει μεγάλο βαθμό λεπτοκύρτωσης και το ίδιο μας δείχνει και το ιστόγραμμα συχνοτήτων. Επίσης βλέπουμε και κάποιες μεγάλες ακραίες τιμές από ότι προβλέπει η κανονική κατανομή.

Πιο συγκεκριμένα ισχύει πως Kurt = 9, 7562 και Skew = - 0, 4990.

Ethereum (ETH):

Βλέπουμε πως η κατανομή έχει μεγάλο βαθμό λεπτοκύρτωσης και το ίδιο μας δείχνει και το ιστόγραμμα συχνοτήτων. Επίσης βλέπουμε και κάποιες μεγάλες ακραίες τιμές από ότι προβλέπει η κανονική κατανομή.

Πιο συγκεκριμένα ισχύει πως Kurt = 6, 9401 και Skew = - 0, 1732.

Zcash (ZEC):

Βλέπουμε πως η κατανομή έχει μεγάλο βαθμό λεπτοκύρτωσης και το ίδιο μας δείχνει και το ιστόγραμμα συχνοτήτων. Επίσης βλέπουμε και κάποιες μεγάλες ακραίες τιμές από ότι προβλέπει η κανονική κατανομή.

Πιο συγκεκριμένα ισχύει πως Kurt = 7,7422 και Skew = - 0,7166.

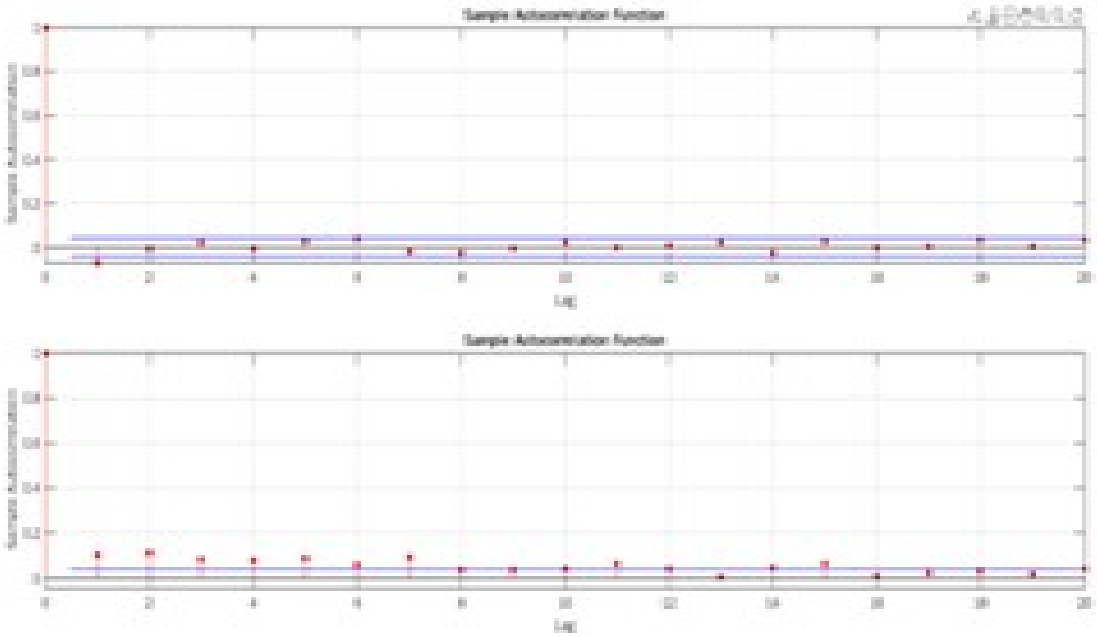
Litecoin (LTC):

Βλέπουμε πως η κατανομή έχει μεγάλο βαθμό λεπτοκύρτωσης και το ίδιο μας δείχνει και το ιστόγραμμα συχνοτήτων. Επίσης βλέπουμε και κάποιες μεγάλες ακραίες τιμές από ότι προβλέπει η κανονική κατανομή.

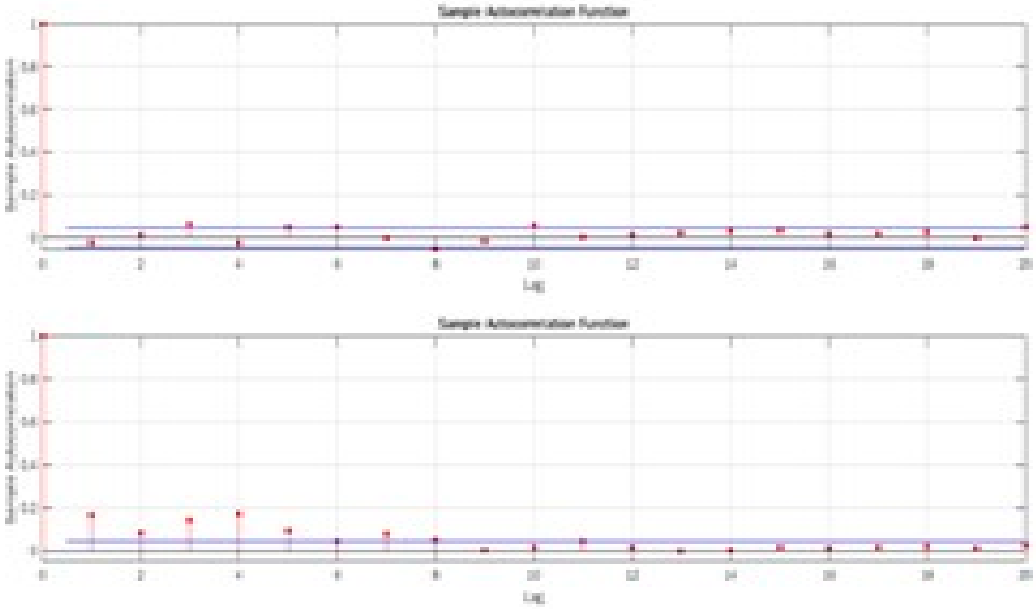
Πιο συγκεκριμένα ισχύει πως Kurt = 8, 0193 και Skew = - 0,31.

4.5 Έλεγχος ύπαρξης αυτοσυσχέτισης στα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσματα και εκτίμηση μοντέλου GARCH (1,1)

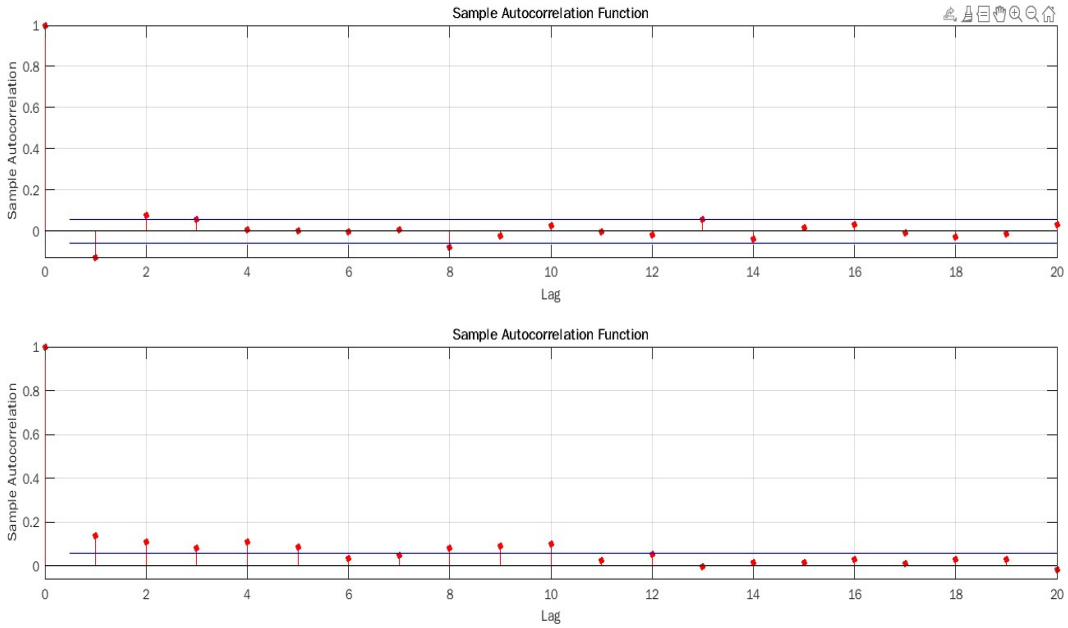
Στη συνέχεια θα ελέγξουμε την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης και ετεροσκεδαστικότητας. Αυτό θα γίνει μέσω του υπολογισμού της διαφοράς των αποδόσεων από την μέση τιμή τους και των τετραγώνων τους. Οι υποθέσεις που ισχύουν στην περίπτωση μας είναι, H0: δεν έχω αυτοσυχέτιση, H1: έχω αυτοσυσχέτιση. Τα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζουν την διαφορά των αποδόσεων από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους. Πιο συγκεκριμένα το διάγραμμα 4.13 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Bitcoin (BTC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους, το διάγραμμα 4.14 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Ethereum (ETH) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους, το διάγραμμα 4.15 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Zcash (ZEC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους, το διάγραμμα 4.16 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Litecoin (LTC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους.



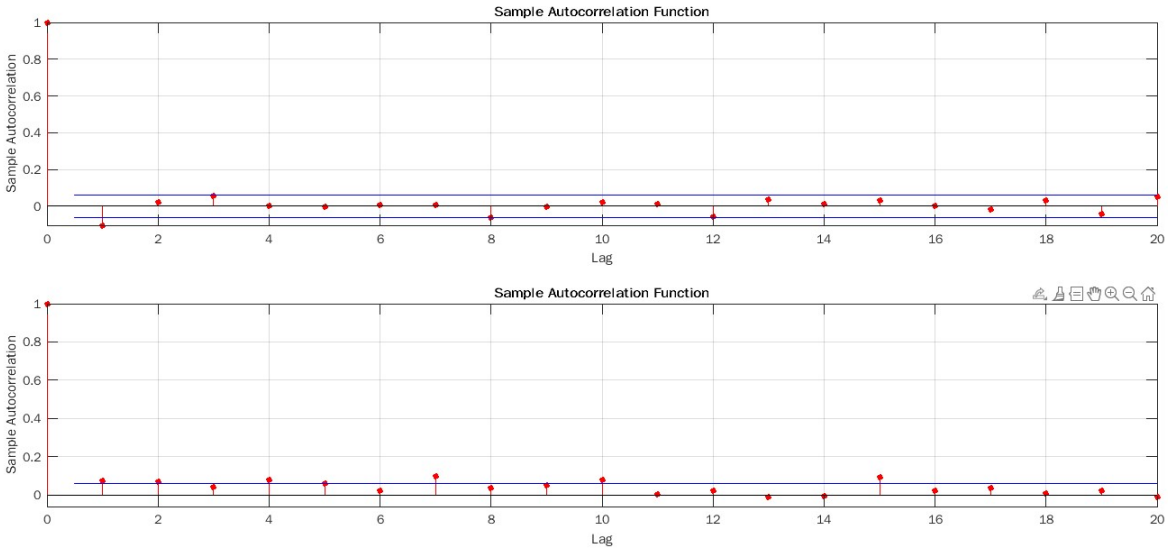
Διάγραμμα 4.13 διαφορά των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Bitcoin (BTC) από την μέση τιμή τους και από τα τετράγωνά τους (2015 – 2021)



Διάγραμμα 4.14 διαφορά των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Ethereum (ETH) από την μέση τιμή τους και από τα τετράγωνά τους (2016 – 2021)



Διάγραμμα 4.15 διαφορά των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Zcash (ZEC) από την μέση τιμή τους και από τα τετράγωνά τους (2018 – 2021)



Διάγραμμα 4.16 διαφορά των ημερήσιων αποδόσεων του ψηφιακού νομίσματος Litecoin (LTC) από την μέση τιμή τους και από τα τετράγωνά τους (2018 – 2021)

Bitcoin (BTC):

Βλέπουμε ότι υπάρχει σημαντική αυτοσυσχέτιση στις αποδόσεις αλλά και στα τετράγωνά τους αφού αρκετά lags περνούν τα όρια των γραμμών, γεγονός που αποτελεί ένδειξη παρουσίας ετεροσκεδαστικότητας. Την παρουσία αυτοσυσχέτισης μπορούμε να την ελέγξουμε και με τον έλεγχο ARCH του Engle.

1×3 logical array

1 1 1

pValue3

0 0 0

Άρα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H0 και αποδεχόμαστε την υπόθεση ένα (H1) γεγονός που μας δείχνει πως υπάρχει αυτοσυσχέτιση.

Με τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται πως μπορούμε να μοντελοποιήσουμε την διακύμανση των αποδόσεων μέσω του μοντέλου GARCH.

Ακολουθεί η εκτίμηση του μοντέλου GARCH(1,1).

GARCH (1,1) Conditional Variance Model (Gaussian Distribution):

	Value	StandardError	TStatistic	PValue
Constant	9.2933e-05	7.4311e-06	12.506	6.9246e-36
GARCH {1}	0.80854	0.012085	66.906	0
ARCH {1}	0.1566	0.00984	15.915	5.023e-57

Όλες οι παράμετροι του μοντέλου είναι στατιστικά σημαντικές αφού παντού το pvalue < α (0,05) και άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση (H0 : δεν είναι στατιστικά σημαντική) και αποδεχόμαστε την υπόθεση ένα (H1: Είναι στατιστικά σημαντική). Η διαδικασία {εt} είναι στάσιμη γιατί G1 + A1 = 0.80854 + 0.1566 = 0,962 < 1

Από το παραπάνω φαίνεται ότι οι αποδόσεις του Bitcoin παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη επιμονή στην μεταβλητότητα (0,962). Η υψηλή επιμονή υπονοεί ότι η μέση διακύμανση θα παραμένει υψηλή καθώς αυξήσεις στην δεσμευμένη διακύμανση θα φθίνουν με αργό τρόπο. Αυτό επίσης υπονοεί ότι οι προβλέψεις πολλών βημάτων από το μοντέλο θα πλησιάζουν ασύμπτωτα την μη δεσμευμένη διακύμανση με αργό τρόπο.

<u>Ethereum (ETH):</u>

Βλέπουμε ότι υπάρχει σημαντική αυτοσυσχέτιση στις αποδόσεις αλλά και στα τετράγωνά τους αφού αρκετά lags περνούν τα όρια των γραμμών.

Την παρουσία αυτοσυσχέτισης μπορούμε να την ελέγξουμε και με τον έλεγχο ARCH του

Engle.

1×3 logical array

1 1 1

pValue3

0 0 0

Άρα απορρίπτεται η H0 και αποδεχόμαστε την H1 και άρα υπάρχει αυτοσυσχέτιση.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας στις αποδόσεις μας. Με τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται πως μπορούμε να μοντελοποιήσουμε την διακύμανση των αποδόσεων μέσω του μοντέλου GARCH.

Ακολουθεί η εκτίμηση του μοντέλου GARCH(1,1).

GARCH (1,1) Conditional Variance Model (Gaussian Distribution):

	Value	StandardError	TStatistic	PValue
Constant	0.00035263	4.5287e-05	7.7865	6.8907e-15
GARCH {1}	0.75184	0.024486	30.704	5.014e-207
ARCH {1}	0.14588	0.014044	10.387	2.8318e-25

Όλες οι παράμετροι του μοντέλου είναι στατιστικά σημαντικές αφού παντού το pvalue < α (0,05) και άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση (H0 : δεν είναι στατιστικά σημαντική) και αποδεχόμαστε την υπόθεση ένα (H1: Είναι στατιστικά σημαντική).

Η διαδικασία {εt} είναι στάσιμη γιατί G1+ A1= 0,75184 + 0,14588 = 0,8976 < 1 .

Από το παραπάνω φαίνεται ότι οι αποδόσεις του Ethereum (ETH) παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη επιμονή στην μεταβλητότητα (0,8976). Η υψηλή επιμονή υπονοεί ότι η μέση διακύμανση θα παραμένει υψηλή καθώς αυξήσεις στην δεσμευμένη διακύμανση θα φθίνουν με αργό τρόπο. Αυτό επίσης υπονοεί ότι οι προβλέψεις πολλών βημάτων από το μοντέλο θα πλησιάζουν ασύμπτωτα την μη δεσμευμένη διακύμανση με αργό τρόπο.

<u>Zcash (ZEC):</u>

Βλέπουμε ότι υπάρχει σημαντική αυτοσυσχέτιση στις αποδόσεις αλλά και στα τετράγωνά τους αφού αρκετά lags περνούν τα όρια των γραμμών.

Την παρουσία αυτοσυσχέτισης μπορούμε να την ελέγξουμε και με τον έλεγχο ARCH του Engle.

1×3 logical array

1 1 1

pValue3

0 0 0

Άρα απορρίπτεται η Η0 και αποδεχόμαστε την Η1 και άρα υπάρχει αυτοσυσχέτιση.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας στις αποδόσεις μας. Με τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται πως μπορούμε να μοντελοποιήσουμε την διακύμανση των αποδόσεων μέσω του μοντέλου GARCH.

Ακολουθεί η εκτίμηση του μοντέλου GARCH(1,1).

GARCH (1,1) Conditional Variance Model (Gaussian Distribution):

	Value	StandardError	TStatistic	PValue
Constant	0.00036983	6.4598e-05	5.7251	1.0338e-08
GARCH {1}	0.77741	0.030117	25.813	6.3055e-147
ARCH {1}	0.12259	0.016335	7.5047	6.1567e-14

Όλες οι παράμετροι του μοντέλου είναι στατιστικά σημαντικές αφού παντού το pvalue < α (0,05) και άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση (Η0 : δεν είναι στατιστικά σημαντική) και αποδεχόμαστε την υπόθεση ένα (Η1: Είναι στατιστικά σημαντική).

Η διαδικασία {εt} είναι στάσιμη γιατί G1+ A1= 0,77741 + 0,12259 = 0,9 < 1 .

Από το παραπάνω φαίνεται ότι οι αποδόσεις του Zcash (ZEC) παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη επιμονή στην μεταβλητότητα (0,9). Η υψηλή επιμονή υπονοεί ότι η μέση διακύμανση θα παραμένει υψηλή καθώς αυξήσεις στην δεσμευμένη διακύμανση θα φθίνουν με αργό τρόπο. Αυτό επίσης υπονοεί ότι οι προβλέψεις πολλών βημάτων από το μοντέλο θα πλησιάζουν ασύμπτωτα την μη δεσμευμένη διακύμανση με αργό τρόπο.

<u>Litecoin (LTC):</u>

Βλέπουμε ότι υπάρχει σημαντική αυτοσυσχέτιση στις αποδόσεις αλλά και στα τετράγωνά τους αφού αρκετά lags περνούν τα όρια των γραμμών.

Την παρουσία αυτοσυσχέτισης μπορούμε να την ελέγξουμε και με τον έλεγχο ARCH του Engle.

1×3 logical array

1 1 1

pValue3

0 0 0

Άρα απορρίπτεται η Η0 και αποδεχόμαστε την Η1 και άρα υπάρχει αυτοσυσχέτιση.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας στις αποδόσεις μας. Με τα παραπάνω αποτελέσματα φαίνεται πως μπορούμε να μοντελοποιήσουμε την διακύμανση των αποδόσεων μέσω του μοντέλου GARCH.

Ακολουθεί η εκτίμηση του μοντέλου GARCH(1,1).

GARCH (1,1) Conditional Variance Model (Gaussian Distribution):

	Value	StandardError	TStatistic	PValue
Constant	0.00012626	3.7967e-05	3.3254	0.00088306
GARCH{1}	0.91952	0.015524	59.232	0
ARCH{1}	0.041687	0.0054615	7.6329	2.296e-14

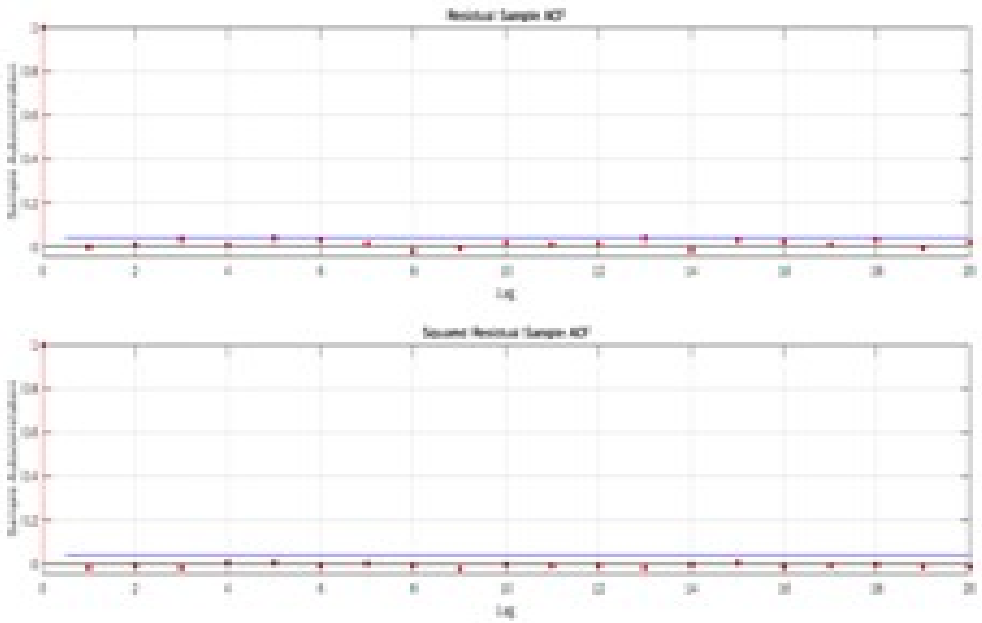
Όλες οι παράμετροι του μοντέλου είναι στατιστικά σημαντικές αφού παντού το pvalue < α (0,05) και άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση (H0 : δεν είναι στατιστικά σημαντική) και αποδεχόμαστε την υπόθεση ένα (H1: Είναι στατιστικά σημαντική).

Η διαδικασία {εt} είναι στάσιμη γιατί G1+ A1= 0,91952 + 0,041687 = 0,961207 < 1 .

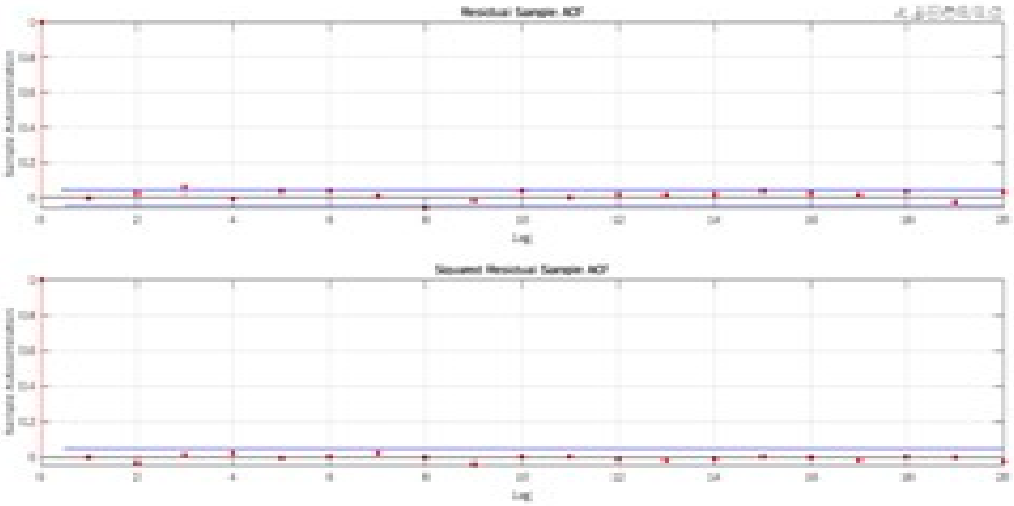
Από το παραπάνω φαίνεται ότι οι αποδόσεις του Litecoin (LTC) παρουσιάζουν αρκετά μεγάλη επιμονή στην μεταβλητότητα (0,961207). Η υψηλή επιμονή υπονοεί ότι η μέση διακύμανση θα παραμένει υψηλή καθώς αυξήσεις στην δεσμευμένη διακύμανση θα φθίνουν με αργό τρόπο. Αυτό επίσης υπονοεί ότι οι προβλέψεις πολλών βημάτων από το μοντέλο θα πλησιάζουν ασύμπτωτα την μη δεσμευμένη διακύμανση με αργό τρόπο.

4.5 Διαγνωστικός έλεγχος του μοντέλου GARCH για τα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσματα

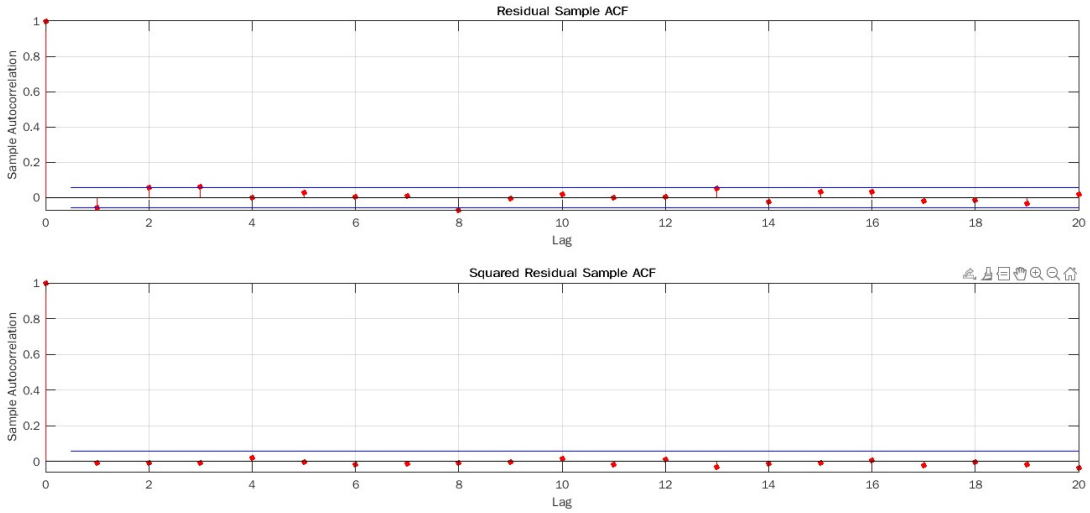
Ακολουθεί διαγνωστικός έλεγχος του μοντέλου GARCH για καθένα από τα εξεταζόμενα κρυπτονομίσματα. Πιο συγκεκριμένα, τα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζουν την διαφορά των αποδόσεων από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους. Αναλυτικότερα, το διάγραμμα 4.17 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Bitcoin (BTC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους, το διάγραμμα 4.18 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Ethereum (ETH) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους, το διάγραμμα 4.19 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Zcash (ZEC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους, το διάγραμμα 4.20 απεικονίζει την διαφορά των αποδόσεων του Litecoin (LTC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους.



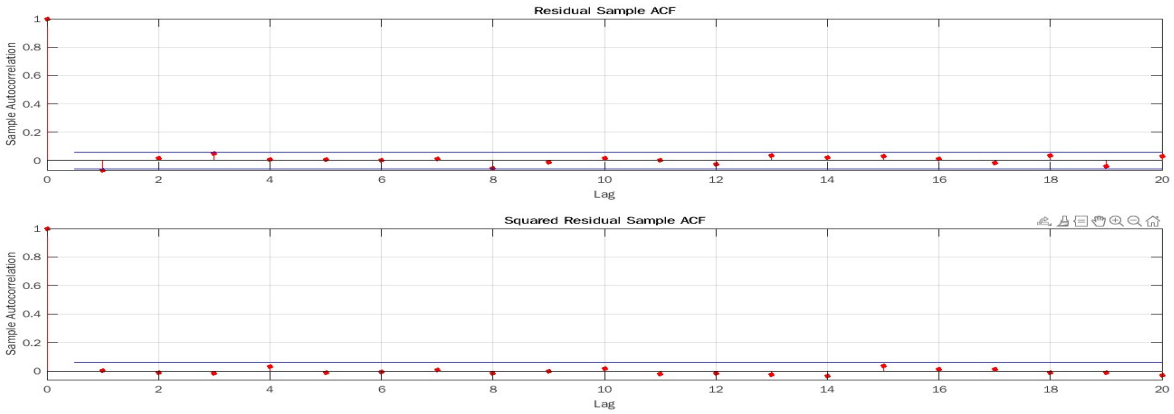
Διάγραμμα 4.17 διαφορά των αποδόσεων του μοντέλου GARCH του ψηφιακού νομίσματος Bitcoin (BTC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους (2015 – 2021)



Διάγραμμα 4.18 διαφορά των αποδόσεων του μοντέλου GARCH του ψηφιακού νομίσματος Ethereum (ETH) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους (2016 – 2021)



Διάγραμμα 4.19 διαφορά των αποδόσεων του μοντέλου GARCH του ψηφιακού νομίσματος Zcash (ZEC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους (2018 – 2021)



Διάγραμμα 4.20 διαφορά των αποδόσεων του μοντέλου GARCH του ψηφιακού νομίσματος Litecoin (LTC) από την μέση τιμή τους και την διαφορά των αποδόσεων από τα τετράγωνά τους (2018 – 2021)

Bitcoin (BTC)

Η αυτοσυσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική για καμία υστέρηση αφού κανένα lag δεν περνάει το όριο των γραμμών. Άρα, τα κατάλοιπά μας δεν έχουν αυτοσυσχέτιση.

Με όλα τα παραπάνω φαίνεται πως το μοντέλο μας εξηγεί ικανοποιητικά τα δεδομένα μας.

Ethereum (ETH):

Η αυτοσυσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική για καμία υστέρηση αφού κανένα lag δεν περνάει το όριο των γραμμών. Άρα, τα κατάλοιπα μας δεν έχουν αυτοσυσχέτιση.

Με όλα τα παραπάνω φαίνεται πως το μοντέλο μας εξηγεί ικανοποιητικά τα δεδομένα μας.

Zcash (ZEC):

Η αυτοσυσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική για καμία υστέρηση αφού κανένα lag δεν περνάει το όριο των γραμμών. Συνεπώς, τα κατάλοιπα μας δεν έχουν αυτοσυσχέτιση.

Με όλα τα παραπάνω φαίνεται πως το μοντέλο μας εξηγεί ικανοποιητικά τα δεδομένα μας.

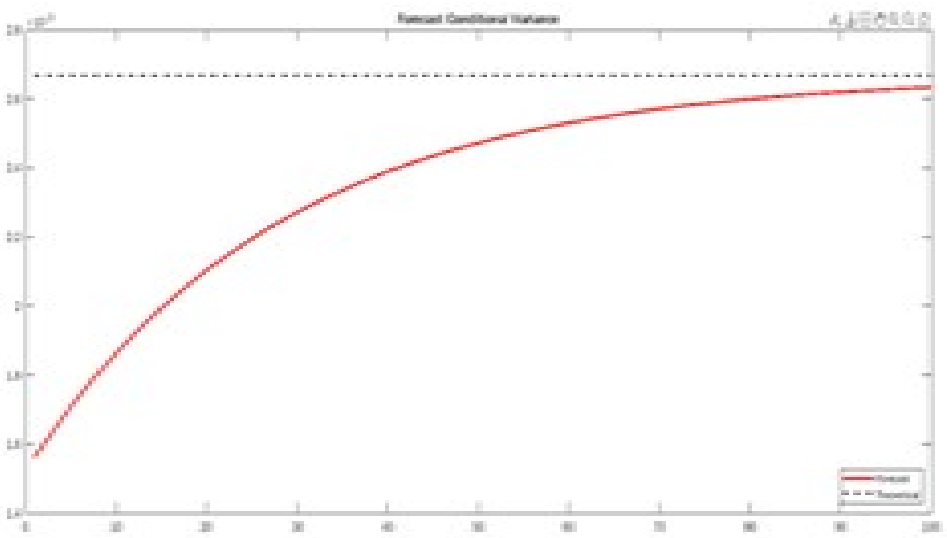
Litecoin (LTC):

Η αυτοσυσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική για καμία υστέρηση αφού κανένα lag δεν περνάει το όριο των γραμμών. Επομένως, τα κατάλοιπα μας δεν έχουν αυτοσυσχέτιση.

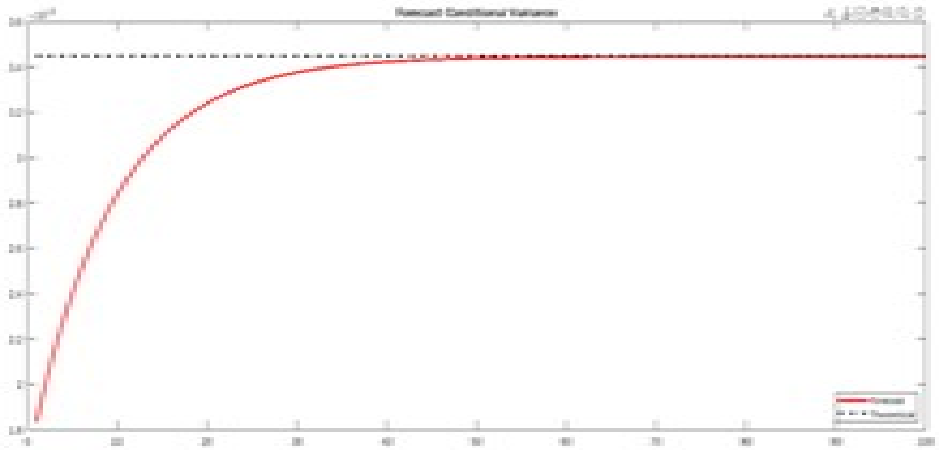
Με όλα τα παραπάνω φαίνεται πως το μοντέλο μας εξηγεί ικανοποιητικά τα δεδομένα μας.

4.7 Πρόβλεψη δεσμευμένης διακύμανσης για τα επιλεγμένα ψηφιακά νομίσματα

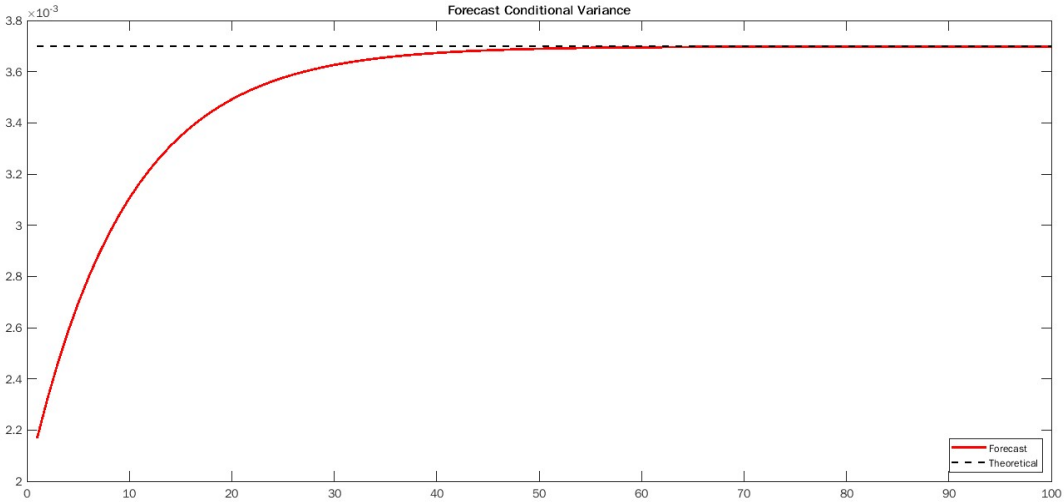
Πλέον μπορούμε να συνεχίσουμε με την πρόβλεψη της δεσμευμένης διακύμανσης για τα τέσσερα ψηφιακά νομίσματα που έχουν επιλεγεί. Τα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζουν την πρόβλεψη 100 ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον. Πιο συγκεκριμένα, το διάγραμμα 1.21 απεικονίζει την πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το Bitcoin (BTC), το διάγραμμα 1.22 απεικονίζει την πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το Ethereum (ETH), το διάγραμμα 1.23 απεικονίζει την πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το Zcash (ZEC) και το διάγραμμα 1.24 απεικονίζει την πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το Litecoin (LTC).



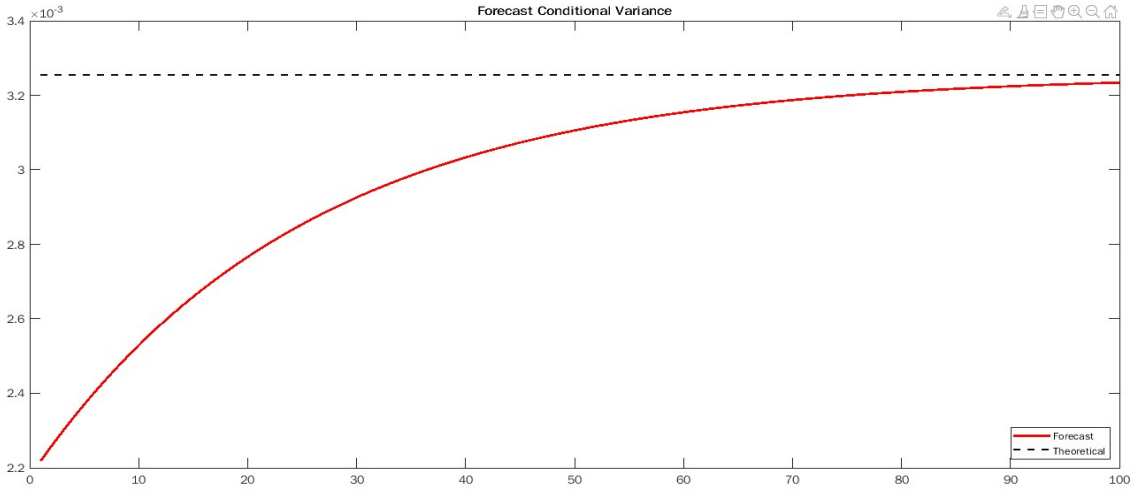
Διάγραμμα 4.21 πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το ψηφιακό νόμισμα Bitcoin (BTC) (2015 – 2021)



Διάγραμμα 4.22 πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το ψηφιακό νόμισμα Ethereum (ETH) (2016 – 2021)



Διάγραμμα 4.23 πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το ψηφιακό νόμισμα Zcash (ZEC) (2018 – 2021)



Διάγραμμα 4.24 πρόβλεψη εκατό ημερήσιων συναλλαγών στο μέλλον για το ψηφιακό νόμισμα Litecoin (LTC) (2018 – 2021)

Bitcoin (BTC):

Το sig2 αντιπροσωπεύει την μη δεσμευμένη διακύμανση k/ (1 -G1 -A1) = 0,0027.

Ακολουθεί αξιολόγηση της ικανότητας πρόβλεψης της δεσμευμένης διακύμανσης .

Υπολογίζουμε τα GARCH(1,1)[το έχουμε υπολογίσει ήδη],GARCH(2,1).

Αφού εκτιμήσουμε τα μοντέλα μας, υπολογίζουμε με την συνάρτηση aic και bic τα information criteria AIC και BIC και επιλέγουμε το μοντέλο το οποίο αντιστοιχεί στις μικρότερες τιμές.

AIC:

1.0e+03*

- 8,0225e + 03 -8,0205 + 03

BIC:

1.0e+03*

-8,0054e + 0,3 -7,9977e + 0,3

Βλέπουμε ότι τα information criteria AIC και BIC παίρνουν λίγο μικρότερες τιμές για το μοντέλο GARCH(1,1). Συνεπώς θα επιλέξουμε για το πρόβλημα που εξετάζουμε το μοντέλο GARCH(1,1)

Ethereum (ETH):

Το sig2 αντιπροσωπεύει την μη δεσμευμένη διακύμανση k/ (1 -G1 -A1) = 0,0034.

Ακολουθεί αξιολόγηση της ικανότητας πρόβλεψης της δεσμευμένης διακύμανσης .

Υπολογίζουμε τα GARCH(1,1)[το έχουμε υπολογίσει ήδη],GARCH(2,1).

Αφού εκτιμήσουμε τα μοντέλα μας, υπολογίζουμε με την συνάρτηση aic και bic τα information criteria AIC και BIC και επιλέγουμε το μοντέλο το οποίο αντιστοιχεί στις μικρότερες τιμές.

AIC:

1.0e+03*

- 5,9077e + 03, -5,9120 + 03

BIC:

1.0e+03*

- 5,8909e + 0,3, -5,8896e + 0,3

Βλέπουμε ότι τα information criteria AIC και BIC παίρνουν λίγο μικρότερες τιμές, η AIC για το μοντέλο GARCH(1,1) και η BIC για το μοντέλο GARCH(2,1) . Συνεπώς θα επιλέξουμε για το πρόβλημα που εξετάζουμε είτε το μοντέλο GARCH(1,1) , είτε το μοντέλο GARCH(2,1).

<u>Zcash (ZEC):</u>

Το sig2 αντιπροσωπεύει την μη δεσμευμένη διακύμανση k/ (1 -G1 -A1) = 0,0027.

Ακολουθεί αξιολόγηση της ικανότητας πρόβλεψης της δεσμευμένης διακύμανσης .

Υπολογίζουμε τα GARCH(1,1)[το έχουμε υπολογίσει ήδη],GARCH(2,1).

Αφού εκτιμήσουμε τα μοντέλα μας, υπολογίζουμε με την συνάρτηση aic και bic τα information criteria AIC και BIC και επιλέγουμε το μοντέλο το οποίο αντιστοιχεί στις μικρότερες τιμές.

AIC:

1.0e+03*

- 3,5627e + 03 -3,5607 + 03

BIC:

1.0e+03*

- 3,547e + 0,3 - 3,5402e + 0,3

Βλέπουμε ότι τα information criteria AIC και BIC παίρνουν λίγο μικρότερες τιμές για το μοντέλο GARCH(1,1). Συνεπώς θα επιλέξουμε για το πρόβλημα που εξετάζουμε το μοντέλο GARCH(1,1)

<u>Litecoin (LTC):</u>

Το sig2 αντιπροσωπεύει την μη δεσμευμένη διακύμανση k/ (1 -G1 -A1) = 0,0027.

Ακολουθεί αξιολόγηση της ικανότητας πρόβλεψης της δεσμευμένης διακύμανσης .

Υπολογίζουμε τα GARCH(1,1)[το έχουμε υπολογίσει ήδη],GARCH(2,1).

Αφού εκτιμήσουμε τα μοντέλα μας, υπολογίζουμε με την συνάρτηση aic και bic τα information criteria AIC και BIC και επιλέγουμε το μοντέλο το οποίο αντιστοιχεί στις μικρότερες τιμές.

AIC:

1.0e+03*

- 3,2156e + 03 -3,2144e + 03

BIC:

1.0e+03*

- 3,2007e + 0,3 - 3,1944e + 0,3

Βλέπουμε ότι τα information criteria AIC και BIC παίρνουν λίγο μικρότερες τιμές για το μοντέλο GARCH(1,1). Συνεπώς θα επιλέξουμε για το πρόβλημα που εξετάζουμε το μοντέλο GARCH(1,1)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την παρούσα διπλωματική εργασία προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε με όσο το δυνατόν καλύτερο τρόπο την έννοια των ψηφιακών νομισμάτων. Αποτελεί κοινό τόπο πως παρά τις πολυεπίπεδες και εύλογες επικρίσεις που τους έχουν ασκηθεί, όπως για παράδειγμα η απουσία επίβλεψης από κάποιον θεσμικό οργανισμό, τα ψηφιακά νομίσματα αποτελούν ένα κύμα νέων τεχνολογιών που εξελίσσεται με ταχύτατους ρυθμούς και αδιαμφισβήτητα η δυναμική της αποδοχής τους από ολοένα και μεγαλύτερο αριθμό μελών της σύγχρονης κοινωνίας, δείχνει πως θα συνεχίσουν και στο μέλλον να μας απασχολούν.

Δεδομένων των παραπάνω, προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε μία σειρά ακαδημαϊκών ερευνών, που έχουν ως αντικείμενο μελέτης τους την κατανόηση των τιμών των ψηφιακών νομισμάτων και πιο συγκεκριμένα πώς αυτές διαμορφώνονται, ποιοι παράγοντες τις επηρεάζουν, προσπαθώντας ταυτόχρονα να δημιουργήσουν το πλαίσιο μέσα από το οποίο μπορούν να δημιουργηθούν μοντέλα τα οποία είναι ικανά, με σχετικά ικανοποιητική ακρίβεια, να προβλέψουν την πορεία τους, κάνοντας έτσι το μέλλον πιο ασφαλές για τους επενδυτές των κρυπτονομισμάτων.

Έχοντας λάβει υπόψη όλα τα παραπάνω, προσπαθήσαμε να διερευνήσουμε κατά πόσο η μεταβλητότητα των τιμών των κρυπτονομισμάτων μπορεί να προβλεφθεί, ή εάν αυτή ακολουθεί τυχαίο περίπατο (random walk) και άρα δεν υπάρχει κάποια δυνατότητα πρόβλεψής της.

Έτσι επιλέχθηκαν τέσσερα διαφορετικά ψηφιακά νομίσματα και πιο συγκεκριμένα το Bitcoin (BTC), το Ethereum (ETH), το Zcash (ZEC) και το Litecoin (LTC) προκειμένου να

ελεγχθεί η δυνατότητα πρόβλεψης της μεταβλητότητας των τιμών τους. Τα ιστορικά δεδομένα των τιμών των κρυπτονομισμάτων που επιλέξαμε, δεν αναφέρονται στην ίδια χρονική περίοδο. Πιο αναλυτικά, το Bitcoin (BTC) 2015 – 2021, το Ethereum (ETH) 2016 – 2021, το Zcash (ZEC) 2018 – 2021 και το Litecoin (LTC) 2018 – 2021.

Αρχικά και με τη βοήθεια του προγράμματος Matlab παρουσιάσαμε τα διαγράμματα των ιστορικών ημερήσιων τιμών για καθένα από τα τέσσερα ψηφιακά νομίσματα. Στη συνέχεια αφαιρέσαμε την τάση και παρουσιάσαμε τα διαγράμματα των ιστορικών ημερήσιων αποδόσεων τους. Έπειτα ελέγξαμε την κατανομή που ακολουθούν. Επιπρόσθετα, αναζητήσαμε και διαπιστώσαμε την ύπαρξη ετεροσκεδαστικότητας και αυτοσυσχέτισης στα ιστορικά δεδομένα των τιμών. Με βάση αυτή τη διαπίστωση, συμπεραίνουμε πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μοντέλο GARCH προκειμένου να ελεγχθεί η πιθανότητα πραγματοποίησης προβλέψεων για την μελλοντική μεταβλητότητα των ψηφιακών νομισμάτων που επιλέξαμε.

Αφού εκτιμήσαμε το μοντέλο GARCH (1,1), έγιναν διαγνωστικοί έλεγχοι για την ύπαρξη αυτοσυσχέτισης. Οι έλεγχοι έδειξαν πως η αυτοσυσχέτιση έχει εξαλειφτεί. Έτσι παρουσιάσαμε την υποθετική πρόβλεψη της πορείας της μεταβλητότητας των τιμών, των τεσσάρων ψηφιακών νομισμάτων που επιλέξαμε για τις επόμενες εκατό ημέρες.

Συμπερασματικά, είδαμε πως υπάρχει ικανότητα πρόβλεψης της μεταβλητότητας των τιμών των κρυπτονομισμάτων και άρα αυτές δεν ακολουθούν ξεκάθαρα τυχαίο περίπατο (random walk).

Θα ήταν ενδιαφέρον να μελετηθούν και να συγκριθούν τα αποτελέσματα μοντελοποίησης της μεταβλητότητας από άλλες μεθόδους όπως το Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) μοντέλο και ο κινητός Μέσος Όρος (Moving Average - MA).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Καρφάκης, Κ. (2001), Χρήμα και Τράπεζες-Συνάλλαγμα, Πάτρα, ΕΑΠ.

Τράπεζα της Ελλάδος (2017) , " *Τι είναι το χρήμα* ", Επεξηγήσεις, https://www.bankofgreece.gr/enimerosi/epeksigiseis/ti-einai-to-xrima, [accessed 28/09/2021]

Ξένη

Alessandra Cretarola, Gianna Figà-Talamanca (2020) "*Bubble regime identification in an attention-based model for Bitcoin and Ethereum price dynamics*", Economics Letters, Volume191, 108831, ISSN 0165-1765

Bank of England (2018), "What are cryptoassets (cryptocurrencies)?", Knowledgebank https://www.bankofengland.co.uk/knowledgebank/what-are-cryptocurrencies, [accessed 03/10/2021]

Davide Provenzano and Rodolfo Baggio (2021), "Complexity traits and synchrony of cryptocurrencies price dynamics", SpringerLink, https://link.springer.com/article/10.1007/s10203-021-00319-w, [accessed 01/10/2021]

Djun Li, Jianbao Huang and Lingcong Wang (2019), "*The Impact of Digital Currency on the Financial System: Universal Decentralized Digital Currency, Is It Possible*?", Journal of Economics and Public Finance

Hairudin, A, Sifat, IM, Mohamad, A, Yusof, Y. "*Cryptocurrencies: A survey on acceptance, governance and market dynamics*" Int J Fin Econ. 2020; pp.1– 27.

Helder Sebastião, Pedro Godinho," *Bitcoin futures: An effective tool for hedging cryptocurrencies*", Finance Research Letters, Volume 33, 2020, 101230, ISSN 1544-6123

Howells, P. and Bain, K. (2009), Χρήμα, Πίστη, Τράπεζες-Μια Ευρωπαϊκή Προσέγγιση, Αθήνα, Εκδόσεις: Κριτική.

Katsiampa, P. orcid.org/0000-0003-0477-6503, Corbet, S. and Lucey, B. (2019) "*Volatility spillover effects in leading cryptocurrencies: A BEKK-MGARCH analysis*" Finance Research Letters, 29. pp. 68-74. ISSN 1544-6123

Kat Tretina and John Schmidt (2021), "*How To Buy Cryptocurrency*", Forbes Advisor, https://www.forbes.com/advisor/investing/how-to-buy-cryptocurrency/, [accessed 21/09/2021]

Kat Tretina and John Schmidt (2021), "*Top 10 Cryptocurrencies In October 2021*" Forbes Advisor, https://www.forbes.com/advisor/investing/top-10-cryptocurrencies/, [accessed 21/09/2021]

Lawrence Wintermeyer (2018), "*The Role Of Cryptocurrencies In Future Society*", Forbes, https://www.forbes.com/sites/lawrencewintermeyer/2018/10/26/the-role-of-cryptocurrencies-in-future-society/?sh=2138c1ba787d, [accessed 21/09/2021]

Moussa Wajdi, Basty Nadia, Ghazouani Ines, "*Asymmetric effect and dynamic relationships over the cryptocurrencies market*", Computers & Security, Volume 96, 2020, 101860, ISSN 0167-4048

Nick James, "*Dynamics, behaviours, and anomaly persistence in cryptocurrencies and equities surrounding COVID-19*", Physica A: Statistical Mechanics and its Applications, Volume 570,2021, 125831, ISSN 0378-4371

Philipp Sandner (2020), "The Impact of Crypto Currencies on Developing Countries", Philipp Sandner, https://philippsandner.medium.com/the-impact-of-crypto-currencies-on-developing-countries-dce44c529d6b, [accessed 12/10/2021]

Ruby Hinchliffe (2021), "*What drives the value of crypto*?" , RACONEUR (Content for business decision-makers), https://www.raconteur.net/finance/investing/what-drives-value-cryptocurrencies/, [accessed 10/10/2021]

S.A. David, C.M.C. Inacio Jr., R. Nunes, J.A.T. Machado (2021), "*Fractional and fractal processes applied to cryptocurrencies price series*", Journal of Advanced Research, Volume 32, Pages 85-98, ISSN 2090-1232

Sifat, Imtiaz, (2021), "*What Uncertainties Matter to Cryptocurrencies?"*

Shaen Corbet, Andrew Meegan, Charles Larkin, Brian Lucey and Larisa Yarovaya (2018), "*Exploring the dynamic relationships between cryptocurrencies and other financial assets*", Economics Letters, Volume 165, Pages 28-34, ISSN 0165-1765

Shaen Corbet, Brian Lucey, Andrew Urquhart, Larisa Yarovaya, "*Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis*", International Review of Financial Analysis, Volume 62, 2019, Pages 182-199, ISSN 1057-5219

Taylor Tepper and John Schmidt (2021), "*The Best Crypto Exchanges Of 2021*", Forbes Advisor, https://www.forbes.com/advisor/investing/best-crypto-exchanges/, [accessed 15/09/2021]

Valerio Celeste, Shaen Corbet, Constantin Gurdgiev, "*Fractal dynamics and wavelet analysis: Deep volatility and return properties of Bitcoin, Ethereum and Ripple*", The Quarterly Review of Economics and Finance, Volume 76, 2020, Pages 310-324, ISSN 1062-9769

World Bank. (2018) "*Cryptocurrencies and Blockchain*. " Europe and Central Asia Economic Update (May), Washington, DC: World Bank. Doi: 10.1596/978-1-4648-1299-6. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO

Yao Yue, Xuerong Li, Dingxuan Zhang and Shouyang Wanga (2021), "How cryptocurrency affects economy? A network analysis using bibliometric methods", International Review of Financial Analysis