

ΠΜΣ
Οικονομική Φυσική & Χρηματοοικονομικές
Προβλέψεις

Διπλωματική Εργασία

« Η επίδραση του Covid-19 στην αγορά των
Κρυπτονομισμάτων »

Επιμελήθηκε ο φοιτητής :
Πολυζώης Ευάγγελος

Επιβλέπων Καθηγητής :
Παπαδάμου Στέφανος

Ιανουάριος 2022, Βόλος

Υπεύθυνη Δήλωση

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας με τίτλο: **Η Επίδραση του Covid -19 στην αγορά των Κρυπτονομισμάτων** και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Ο Δηλών

Πολυζώης Ευάγγελος

Βόλος, Ιανουάριος 2022

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Οικονομική Φυσική & Χρηματοοικονομικές προβλέψεις. Για την ανάθεση του θέματος, την καθοδήγηση και την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης εργασίας, καθώς και για την άριστη συνεργασία μας, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Παπαδάμου Στέφανο. Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους διδάσκοντες καθηγητές του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών για τις γνώσεις και τις εμπειρίες που μας προσέφεραν. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα την φίλη και συμφοιτήτρια μου Διπλάρη Μαρία για την άψογη συνεργασία και την υποστήριξή της σε όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μελέτη ερευνήθηκε η επίδραση της Πανδημίας του Covid-19 στην αγορά κρυπτονομισμάτων. Συγκεκριμένα στο Πρώτο Κεφάλαιο μελετήθηκε ενδελεχώς η αγορά των κρυπτονομισμάτων καθώς και, πως αυτή λειτουργεί μέσω του Blockchain αλλά και οι διαφορές που προκύπτουν από τα παραδοσιακά χρηματοπιστωτικά ιδρύματα με τα συστήματα των κρυπτονομισμάτων. Έπειτα αναλύθηκε η πορεία των κρυπτονομισμάτων από την απαρχή τους έως και σήμερα αλλά και η δυναμική που αυτά έχουν αποκτήσει.

Στο Δεύτερο κεφάλαιο της παρούσας μελέτης μέσω εμπειρισταωμένης έρευνας παρουσιάστηκε η αγορά των κρυπτονομισμάτων καθώς και η εξέλιξή της κατά τη διάρκεια της Πανδημίας του Covid-19. Έπειτα παρατέθηκαν εμπειρικές έρευνες τρίτων σχετικά με την εξέλιξη της αγοράς κρυπτονομισμάτων εν μέσω Πανδημίας αλλά και οι μεθοδολογίες που χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να γίνουν εύλογες συγκρίσεις μεταξύ κρυπτονομισμάτων στο χρόνο.

Στο Τρίτο Κεφάλαιο της παρούσας εργασίας, μελετώνται τα τρία ισχυρότερα κρυπτονομίσματα για το έτος 2021 τα οποία επιλέχθηκαν συνδυάζοντας πολλές διαδικτυακές πηγές προκειμένου να διαπιστωθεί εάν όντως είναι αυτά τα επικρατέστερα. Πιο συγκεκριμένα, αυτά τα κρυπτονομίσματα είναι το Bitcoin, το Ethereum και το Binance. Το τελευταίο μάλιστα εκτός από αυτόνομο κρυπτονομίσμα λειτουργεί και ως “καλάθι” που φιλοξενεί και άλλα κρυπτονομίσματα στην πλατφόρμα του συμπεριλαμβανομένων του Bitcoin και του Ethereum.

Στο Τέταρτο και τελευταίο Κεφάλαιο πραγματοποιώντας διάφορους στατιστικούς ελέγχους και τρέχοντας παλινδρομήσεις εξετάζοντας τις αποδόσεις των τριών κρυπτονομισμάτων BTC, ETH, BNB στο κοινό τους διάστημα σε ημερήσια συχνότητα, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το Bitcoin ερμηνεύει κατά 65% τα άλλα δύο κρυπτονομίσματα. Αυτό είναι λογικό διότι το Bitcoin έχει την υψηλότερη κεφαλαιοποίηση σε όλη την αγορά και κάθε μεταβολή του επηρεάζει άμεσα όλα τα υπόλοιπα κρυπτονομίσματα.

Λέξεις Κλειδιά: κρυπτονομίσματα, πανδημία, εξέλιξη κρυπτονομισμάτων, Bitcoin, Ethereum, Binance

ABSTRACT

The present study investigated the impact of the Covid-19 Pandemic on the cryptocurrency market. Specifically, in the First Chapter, the market for cryptocurrencies was thoroughly studied, as well as how it works through Blockchain, as well as the differences that arise from traditional financial institutions with cryptocurrency systems. Then the course of cryptocurrencies from their inception until today and the dynamics that they have acquired were analyzed.

The second chapter of the present study presented the cryptocurrency market and its evolution during the Covid-19 Pandemic through in-depth research. Then came empirical third-party research on the evolution of the cryptocurrency market in the midst of the Pandemic and the methodologies used to make reasonable comparisons between cryptocurrencies over time.

In the Third Chapter of this paper, we study the three strongest cryptocurrencies for the year 2021 which were selected by combining several online sources in order to determine if they are indeed the most prevalent. More specifically, these cryptocurrencies are Bitcoin, Ethereum and Binance. The latter, in addition to being an autonomous cryptocurrency, also functions as a "basket" that hosts other cryptocurrencies on its platform, including Bitcoin and Ethereum.

In the Fourth and final Chapter, performing various statistical tests and running regressions examining the returns of the three cryptocurrencies BTC, ETH, BNB in their common space on a daily basis, we concluded that Bitcoin accounts for 65% of the other two cryptocurrencies. This is logical because Bitcoin has the highest market capitalization in the cryptomarket and any change in it directly affects all other cryptocurrencies.

Key Words: cryptocurrencies, pandemic, cryptocurrency evolution, Bitcoin, Ethereum, Binance

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ABSTRACT	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	9
1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ	9
1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	10
1.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BLOCKCHAIN	11
1.4 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	12
1.4.1 ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ:	14
1.4.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	15
1.5 Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	17
1.6 Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΑΓΟΡΕΣ	21
2.1 Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	21
2.2 Η ΑΓΟΡΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΝΔΗΜΙΑ ΤΟΥ COVID-19	22
2.3 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ	26
2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ	33
3.1 ΤΑ 3 ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ	33
3.2 BITCOIN	34
3.2.1 ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΟΜΙΣΜΑ	35
3.2.2 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ BITCOIN	36
	6

3.2.3 ΠΛΗΡΩΜΕΣ ΜΕ BITCOIN	40
3.3 ETHEREUM	40
3.3.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ BLOCKCHAIN ΣΤΟ ETHEREUM	41
3.3.2 ΔΗΜΟΣΙΟ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΟ ETHEREUM	44
3.3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ	44
3.4 BINANCE COIN	46
3.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	46
3.4.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ BINANCE COIN	48
3.4.3 ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 : ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ	50
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	50
4.2 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ BTC, ETH, BNB	50
4.2.1 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ BTC, ETH, BNB ΜΕ ΤΑΣΗ ΣΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΒΑΣΗ	50
4.2.2 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ BTC, ETH, BNB ΧΩΡΙΣ ΤΑΣΗ ΣΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΒΑΣΗ	52
4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (DESCRIPTIVE STATISTICS)	53
4.4 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ BTC, ETH, BNB (CORELLATION PEARSON)	56
4.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ GRANGER CAUSALITY ΓΙΑ ΤΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ BTC, ETH, BNB	57
4.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	65
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:	67
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ	79

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τον πρώτο από τους πολιτισμούς που περπάτησαν στη Γη, έως τους επόμενους διαδόχους της, υπήρξε μια υποβόσκουσα συνεχής αλλαγή αναφορικά με τον τρόπο πραγματοποίησης πληρωμών και διεκπεραίωσης συναλλαγών. Είτε πρόκειται για το σύστημα ανταλλαγής των αρχαίων αιώνων (αντιπραγματισμός), για τα χρυσά και ασημένια νομίσματα του Μεσαίωνα έως το σύγχρονο χαρτονόμισμα και το πλαστικό χρήμα - η έννοια του χρήματος εξελίσσεται συνεχώς.

Η πρώτη έκφραση του όρου κρυπτονόμισμα ήταν όταν το επαναστατικό Bitcoin παρουσιάστηκε για πρώτη φορά στον κόσμο από τον δημιουργό του Satoshi Nakamoto. Αυτό που υποσχέθηκε το κρυπτονόμισμα ήταν μια μοναδική υπόθεση που δεν μπορούσε να είναι τίποτα λιγότερο από ένα όνειρο. Ένα νόμισμα, δικό του, πάνω από την έννοια των γεωλογικών περιορισμών και εκτός του πλαισίου οποιασδήποτε ρυθμιστικής αρχής, που υπάρχει πλήρως στον κυβερνοχώρο.

Παρά τα διάφορα οφέλη που έχει τη δυνατότητα να επιφέρει στο διεθνές χρηματοπιστωτικό καθεστώς, υπάρχουν πολλά ερωτήματα που έχουν μείνει αναπάντητα και πολλά προβλήματα παραμένουν άλυτα. Τα κρυπτονομίσματα έχουν τη δυνατότητα να ενσωματώσουν τις λιγότερο οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες στην κύρια χρηματοπιστωτική αγορά.

Είναι γεγονός ότι ο αριθμός των ατόμων που έχουν τραπεζικό λογαριασμό είναι μικρότερος από τον αριθμό των ατόμων που έχουν smartphone. Το μόνο που απαιτεί ένα κρυπτονόμισμα είναι ένα smartphone και μια σύνδεση στο Διαδίκτυο, και οι δύο απαιτήσεις εκπληρώνονται πολύ πιο εύκολα από την επανεισαγωγή εκστρατειών για την ενσωμάτωση της αγροτικής οικονομίας στην εθνική οικονομία μέσω του ανοίγματος τραπεζικών λογαριασμών.

Όταν ήρθε η ψηφιακή επανάσταση στις αρχές της δεκαετίας του 2000, άλλαξε σε πολύ μεγάλο βαθμό τον τρόπο ζωής, συμπεριλαμβανομένου του τρόπου με τον οποίο αναζητούσαμε πράγματα. Είναι, επομένως, φυσικό να επέρχονται αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας της οικονομίας, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο και τα κρυπτονομίσματα έχουν τη δυνατότητα και τη δύναμη να το κάνουν αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1:Ο ΡΟΛΟΣ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ

Το κρυπτονόμισμα περιγράφεται συχνά ως “ψηφιακό χρήμα”. Αυτή η περιγραφή μπορεί να είναι ρεαλιστική, αλλά αποτυγχάνει να καταγράψει τι κάνουν τα κρυπτονομίσματα μοναδικό και τόσο ελκυστικό για πολλούς επενδυτές.

Στον πυρήνα του, το κρυπτονόμισμα είναι ένα σύστημα αξίας. Όταν οι επενδυτές αγοράζουν ένα κρυπτονόμισμα, στοιχηματίζουν ότι η αξία αυτού του περιουσιακού στοιχείου θα αυξηθεί στο μέλλον, όπως ακριβώς οι επενδυτές στο χρηματιστήριο αγοράζουν τίτλους όταν πιστεύουν ότι η εταιρεία θα αναπτυχθεί και οι τιμές των μετοχών θα αυξηθούν.

Οι αποτιμήσεις των μετοχών καταλήγουν σε προεξοφλημένες εκτιμήσεις των μελλοντικών ταμειακών ροών μιας εταιρείας. Δεν υπάρχει συγκρίσιμη μέτρηση αποτίμησης για κρυπτονομίσματα, επειδή δεν υπάρχει υποκείμενη εταιρεία. Η αξία ενός κρυπτονομίσματος συνδέεται μόνο με την όρεξη των επενδυτών.

Οι αποτιμήσεις κρυπτονομισμάτων συνοψίζονται σε έναν από τους δύο παράγοντες: την πιθανότητα άλλοι επενδυτές να αγοράσουν το περιουσιακό στοιχείο ή τη χρησιμότητα του blockchain του κρυπτονομίσματος.

Τα κρυπτονομίσματα λειτουργούν με έναν αριθμό περίπλοκων αλγορίθμων και από τώρα υπάρχουν χιλιάδες κρυπτονομίσματα που διαπραγματεύονται στη δημόσια αγορά και εκατομμύρια κάτοχοι κρυπτονομισμάτων.

Τα κρυπτονομίσματα υπόσχονται επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο λαμβάνει χώρα η έννοια του εμπορίου και φέρνει την ψηφιοποίηση στο προσκήνιο σε μια εποχή που τα εθνικά κράτη εστιάζουν στην αφαίρεση των μετρητών που κυκλοφορούν και στην αντικατάσταση με ψηφιακό χρήμα.

Το αποκεντρωμένο ψηφιακό νόμισμα Bitcoin και η υποκείμενη τεχνολογία “blockchain” του, έχει δημιουργήσει πολύ ενθουσιασμό στην τεχνολογική κοινότητα, αλλά οι δυνατότητές του για την οικοδόμηση πραγματικά δωρεάν χρηματοοικονομικού δικτύου αντιμετωπίζουν σοβαρή ανησυχία.

1.2 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

Το κρυπτονόμισμα λειτουργεί με τεχνολογία blockchain, αλλά τι ακριβώς είναι το blockchain; Ο όρος έχει γίνει τόσο συνηθισμένος, αλλά το νόημα και η σημασία του είναι συχνά ασαφή. Ένα blockchain είναι απλώς ένα ψηφιακό βιβλίο συναλλαγών που στηρίζεται σε μια βάση δεδομένων. Αυτή η βάση δεδομένων διανέμεται σε ένα δίκτυο συστημάτων υπολογιστών. Κανένα μεμονωμένο σύστημα δεν ελέγχει αυτό το ψηφιακό βιβλίο. Αντίθετα, ένα αποκεντρωμένο δίκτυο υπολογιστών διατηρεί ένα blockchain σε λειτουργία και επαληθεύει την ταυτότητα των συναλλαγών του (Hyatt J., 2021).

Οι υποστηρικτές της τεχνολογίας blockchain λένε ότι μπορεί να βελτιώσει τη διαφάνεια, να αυξήσει την εμπιστοσύνη και να ενισχύσει την ασφάλεια των δεδομένων που μοιράζονται σε ένα δίκτυο. Οι επικριτές λένε ότι το blockchain μπορεί να είναι δυσκίνητο, αναποτελεσματικό, ακριβό και μπορεί να χρησιμοποιεί υπερβολική ενέργεια.

Οι ορθολογικοί επενδυτές κρυπτονομισμάτων αγοράζουν ένα ψηφιακό περιουσιακό στοιχείο εάν πιστεύουν στη δύναμη και τη χρησιμότητα του υποκείμενου blockchain του. Όλα τα κρυπτονομίσματα λειτουργούν σε blockchain, πράγμα που σημαίνει ότι οι επενδυτές κρυπτονομισμάτων στοιχηματίζουν (είτε το γνωρίζουν είτε όχι) στην ανθεκτικότητα και την ελκυστικότητα αυτού του blockchain.

Οι συναλλαγές κρυπτονομισμάτων καταγράφονται στο διηλεκές στο υποκείμενο blockchain. Ομάδες συναλλαγών προστίθενται στην “αλυσίδα” (chain) με τη μορφή “κόμβων” (block), τα οποία επικυρώνουν την αυθεντικότητα των συναλλαγών και διατηρούν το δίκτυο σε λειτουργία. Όλες οι παρτίδες των συναλλαγών καταγράφονται στο ψηφιακό «βιβλίο», το οποίο είναι δημόσιο. Οποιοσδήποτε μπορεί να πάει και να δει τις συναλλαγές που γίνονται στα μεγάλα blockchain, όπως το Bitcoin (BTC) και το Ethereum (ETH) (Hyatt J., 2021).

Αλλά γιατί οι άνθρωποι αφιερώνουν υπολογιστική ισχύ στην επικύρωση συναλλαγών blockchain; Η απάντηση είναι ότι αμείβονται με το υποκείμενο κρυπτονόμισμα. Αυτό το σύστημα που βασίζεται σε κίνητρα ονομάζεται μηχανισμός απόδειξης εργασίας (PoW). Οι υπολογιστές που “δουλεύουν” για να “αποδείξουν” την αυθεντικότητα των συναλλαγών blockchain είναι γνωστοί ως miners. Σε αντάλλαγμα για την ενέργειά τους, οι μάινερς λαμβάνουν νέα περιουσιακά στοιχεία κρυπτογράφησης.

Οι επενδυτές σε κρυπτονομίσματα δεν διατηρούν τα περιουσιακά τους στοιχεία σε παραδοσιακούς τραπεζικούς λογαριασμούς. Αντίθετα, έχουν ψηφιακές διευθύνσεις. Αυτές οι

διευθύνσεις συνοδεύονται από ιδιωτικά και δημόσια κλειδιά, μεγάλες σειρές αριθμών και γραμμάτων, που επιτρέπουν στους χρήστες κρυπτονομισμάτων να στέλνουν και να λαμβάνουν χρήματα. Τα ιδιωτικά κλειδιά επιτρέπουν το ξεκλείδωμα και την αποστολή κρυπτονομισμάτων. Τα δημόσια κλειδιά είναι δημόσια διαθέσιμα και επιτρέπουν στον κάτοχο να λαμβάνει κρυπτονομίσματα από οποιονδήποτε αποστολέα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι δεν υπήρχε κάτι παρόμοιο στο παρελθόν σαν το Bitcoin, το οποίο έχει απελευθερώσει μια εντελώς νέα τεχνολογία, μια νέα πλατφόρμα για επενδύσεις και έναν νέο τρόπο σκέψης για τα χρήματα.

Τα κρυπτονομίσματα ξεκίνησαν ως ένα κίνημα κατά του κατεστημένου, αλλά σήμερα, οι εταιρείες και τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα αγκαλιάζουν τα κρυπτονομίσματα για τη δυνατότητά τους να διαταράξουν τα συστήματα παλαιού τύπου και να διαφοροποιήσουν τα επενδυτικά χαρτοφυλάκια. Καθώς οι καινοτομίες συνεχίζουν να αναδιαμορφώνουν τον τομέα των κρυπτονομισμάτων, συμπεριλαμβανομένων των συναρπαστικών νέων έργων όπως η αποκεντρωμένη χρηματοδότηση (“DeFi”), η έννοια του κρυπτονομίσματος θα συνεχίσει να εξελίσσεται (Hyatt J., 2021).

1.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ BLOCKCHAIN

Το Blockchain είναι ένα κοινόχρηστο, αμετάβλητο σύστημα που διευκολύνει τη διαδικασία καταγραφής συναλλαγών και παρακολούθησης περιουσιακών στοιχείων σε ένα επιχειρηματικό δίκτυο. Ένα περιουσιακό στοιχείο μπορεί να είναι υλικό (ένα σπίτι, αυτοκίνητο, μετρητά, γη) ή άυλο (πνευματική ιδιοκτησία, διπλώματα ευρεσιτεχνίας, πνευματικά δικαιώματα, επωνυμία). Ουσιαστικά οτιδήποτε έχει αξία μπορεί να παρακολουθηθεί και να διαπραγματευτεί σε ένα δίκτυο blockchain, μειώνοντας τον κίνδυνο και μειώνοντας το κόστος για όλους τους εμπλεκόμενους.

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά λογιστικά βιβλία, οι λογαριασμοί νομισμάτων Bitcoin διατηρούνται σε έναν αριθμό συστημάτων που διαθέτουν το απαιτούμενο λογισμικό. Αυτό το σύστημα είναι ανοιχτό και αποκεντρωμένο και διανέμεται σε όλο το δίκτυο Bitcoin. Ολόκληρο αυτό το πρωτόκολλο blockchain και το δίκτυο Bitcoin υποστηρίζονται από τους κόμβους, που είναι βασικά το τερματικό που χρησιμοποιεί ένας εξορύκτης δεδομένων (miner) για να λειτουργήσει. Κάθε κόμβος έχει ένα αντίγραφο του Blockchain. Μέσω περίπλοκων μαθηματικών αρχών αιχμής, οι εξορύκτες δεδομένων Bitcoin διατηρούν την

επαληθευσιμότητα του Blockchain. Αυτές οι λεγόμενες μαθηματικές αρχές διασφαλίζουν ότι αυτοί οι κόμβοι βρίσκονται σε πλήρη συμφωνία μεταξύ τους όλη την ώρα.

Σε περίπτωση απόπειρας εισβολής σε οποιονδήποτε κόμβο, εάν πέσει ένας κόμβος, οι κόμβοι δεν καταλήγουν σε συναίνεση και αρνούνται να ενσωματώσουν τη συναλλαγή.

Αυτοί οι κόμβοι είναι καθοριστικοί για την παρακολούθηση όλων των συναλλαγών που έχουν πραγματοποιηθεί σε μια συγκεκριμένη ημερομηνία, ταυτόχρονα σε χιλιάδες κόμβους "σχεδόν σαν ένας συμβολαιογράφος να είναι παρών σε κάθε συναλλαγή". Όλες οι πληροφορίες όπως το ποσό, το όνομα των συμμετεχόντων, οι συναλλαγές, η ώρα και η ημερομηνία κάθε συναλλαγής είναι κλειδωμένες.

1.4 ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

Πριν προχωρήσουμε στις πραγματικές ιδιαιτερότητες των κρυπτονομισμάτων, είναι απαραίτητο να κατανοηθούν τα βασικά μεταξύ του τραπεζικού συστήματος και του δικτύου κρυπτονομισμάτων. Ένα εξαιρετικά γνωστό και πολυχρησιμοποιημένο κρυπτονομίσμα είναι το Bitcoin και για το λόγο αυτό έχει μελετηθεί πολύ. Έτσι παρακάτω παρατίθενται οι βασικές διαφορές μεταξύ τράπεζας και Bitcoin:

Στο κανονικό τραπεζικό σύστημα:

1. Ένα άτομο έχει αριθμό λογαριασμού σε τράπεζα.
2. Έχουν έναν τρόπο να αποδείξουν ότι ελέγχουν αυτόν τον αριθμό λογαριασμού για παράδειγμα, έναν κωδικό PIN.
3. Η τράπεζα, με τη σειρά της, έχει ένα αρχείο δεδομένων για το πόσα χρήματα μπορούν να αποδοθούν σε αυτόν τον αριθμό λογαριασμού, διατηρώντας έτσι τη βαθμολογία των χρημάτων του ατόμου σε μια ιδιωτική εσωτερική βάση δεδομένων.
4. Το άτομο μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει ένα σύστημα ηλεκτρονικών επικοινωνιών για να προσδιορίσει τον εαυτό του στην τράπεζά του ως αυθεντικό κάτοχο λογαριασμού και μπορεί να ζητήσει να μεταφερθούν τα χρήματα που σχετίζονται με τον αριθμό λογαριασμού του σε λογαριασμό κάποιου άλλου σε διαφορετική τράπεζα.

Στο σύστημα Bitcoin:

1. Ένα άτομο που επιθυμεί να πραγματοποιήσει μια πληρωμή έχει δημόσια διεύθυνση (παρόμοια με έναν αριθμό λογαριασμού).
2. Έχουν έναν τρόπο ελέγχου αυτής της δημόσιας διεύθυνσης μέσω της χρήσης ενός ιδιωτικού κλειδιού (περίπου παρόμοιο με έναν αριθμό PIN)
3. Στη συνέχεια, χρησιμοποιούν ένα σύστημα ηλεκτρονικών επικοινωνιών (το Διαδίκτυο) για να ταυτοποιηθούν στο δίκτυο Bitcoin και ζητούν να μετακινηθούν τα ψηφιακά διακριτικά - που σχετίζονται με τη δημόσια διεύθυνσή τους - στη δημόσια διεύθυνση κάποιου άλλου.
4. Αυτό συμβαίνει στη συνέχεια με μια αλλαγή που έγινε στους κόμβους της αλυσίδας από ένα σύνολο συμμετεχόντων γνωστών στην καθομιλουμένη ως εξορύκτες δεδομένων (miners).
5. Τα δύο μέρη που ελέγχουν τις δημόσιες διευθύνσεις μπορούν στη συνέχεια να δουν αυτές τις αλλαγές, αποδεικνύοντας ότι τα διακριτικά έχουν μετακινηθεί από τη μια διεύθυνση στην άλλη.

Η βασική υποκείμενη διαφορά εμφανίζεται σε δύο άμεσες μορφές. Η πρώτη είναι ότι, σε αντίθεση με μια τράπεζα που διατηρεί ιδιωτικό βιβλίο μεμονωμένου κατόχου λογαριασμού, ένας λογαριασμός Bitcoin διατηρεί αυτά τα δεδομένα δημόσια. Αυτό ενισχύει τη διαφάνεια ως προς τον αριθμό των Bitcoins που κυκλοφορούν και επίσης διατηρεί ένα λογαριασμό από τα διακριτικά τους στο σύστημα.

Δεύτερον, σε αντίθεση με μια τράπεζα, η οντότητα που είναι υπεύθυνη για τη διατήρηση αυτών των δημόσιων δεδομένων είναι μια εξαιρετικά αποκεντρωμένη ομάδα ανθρώπων που ονομάζονται εξορύκτες δεδομένων, οι οποίοι διαθέτουν ειδικό λογισμικό Bitcoin. Ενώ οι τράπεζες έχουν τα δικά τους ιδιωτικά συστήματα λογισμικού.

1.4.1 ΟΦΕΛΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ:

1. Πρόληψη κάθε απάτης

Από τώρα, μεμονωμένοι καταναλωτές αντιμετωπίζουν περιπτώσεις κλοπής πιστωτικής κάρτας ή παραβίασης του τραπεζικού τους λογαριασμού. Αυτό οδηγεί σε υψηλότερο κίνδυνο στην εικονική τραπεζική, με αποτέλεσμα οι άνθρωποι να παραμείνουν στην παραδοσιακή μορφή μετρητών σε μια εποχή που οι κυβερνήσεις των περισσότερων αναπτυσσόμενων χωρών προσπαθούν να κινηθούν προς την ψηφιακή τραπεζική ως το δρόμο προς τα εμπρός. Λόγω των αλγορίθμων κρυπτογράφησης που δίνουν στα κρυπτονομίσματα, όπως το Bitcoin, τη διάσημη ασφαλή δομή τους, η κλοπή και η απάτη εξαλείφονται.

2. Πρόληψη κλοπής ταυτότητας

Σε αντίθεση με τις πιστωτικές κάρτες ή το net banking όπου ένα άτομο θα μπορούσε να παραβιάσει ένα λογαριασμό και να κλέψει ανεπιθύμητες πληροφορίες, τα κρυπτονομίσματα λειτουργούν με βάση την αρχή της ανωνυμίας, που σημαίνει ότι σε κάθε χρήστη δίνεται ένα αναγνωριστικό που δημιουργείται από το σύστημα, ένα αναγνωριστικό που είναι ουσιαστικά απαλλαγμένο από κάθε είδους χακάρισμα. Σε αντίθεση με τις πιστωτικές κάρτες που λειτουργούν με μηχανισμό έλξης, όπου ο έμπορος τραβάει τα χρήματα από τον λογαριασμό, τα κρυπτονομίσματα λειτουργούν με βάση την αρχή ώθησης όπου ο καταναλωτής αποστέλλει το απαιτούμενο ποσό χρημάτων από τον λογαριασμό του και το στέλνει στον απαιτούμενο έμπορο.

3. Μικρότερες χρεώσεις συναλλαγών

Υπάρχουν λιγότερες ή σχεδόν καθόλου χρεώσεις συναλλαγών κατά τις συναλλαγές σε Bitcoin, καθώς οι εξορύκτες ή το σύστημα των αποκεντρωμένων ρυθμιστικών αρχών αποζημιώνονται από το ίδιο το δίκτυο.

4. Εξάλειψη μεσαζόντων

Συνήθως όταν ένα άτομο ανοίγει έναν τραπεζικό λογαριασμό ή επιθυμεί να χρησιμοποιήσει τις υπηρεσίες του τραπεζικού κλάδου, πρέπει να σταθεί σε μεγάλες ουρές ή/και να βρίσκεται στο έλεος της τραπεζικής γραφειοκρατίας, κάτι που όχι μόνο αυξάνει τα γενικά έξοδα, αλλά επιβαρύνει και τον καταναλωτή με περιττή γραφειοκρατία. Το σενάριο αυτό επιδεινώνεται

πολύ στην περίπτωση του αγροτικού τομέα, ο οποίος έχει ελάχιστη τεκμηρίωση, γεγονός που αποτελεί εμπόδιο στην ενσωμάτωσή του με τις τραπεζικές υπηρεσίες. Το Bitcoin εξαλείφει αυτό το πρόβλημα, καθώς κάποιος δεν χρειάζεται τίποτα εκτός από ένα κινητό τηλέφωνο, σύνδεση στο διαδίκτυο και ένα αναγνωριστικό email για να ανταλλάξει το Bitcoin.

5. Πλήρης ιδιοκτησία

Τράπεζες και εφαρμογές τρίτων, όπως το PayPal ή το PayTM μπορούν να δεσμεύσουν τα περιουσιακά στοιχεία ή να αναστείλουν τον λογαριασμό σε περίπτωση που υποψιαστούν οποιαδήποτε μη εξουσιοδοτημένη ή ανεπιθύμητη συναλλαγή. Στη συνέχεια, τα άτομα πρέπει να ακολουθήσουν μια σειρά από χρονοβόρες διαδικασίες προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση, αλλά στην περίπτωση του Bitcoin κανένας εκτός από το άτομο δεν έχει πρόσβαση στο ιδιωτικό κλειδί που κρυπτογραφεί τον λογαριασμό του, το οποίο δίνει την πλήρη ιδιοκτησία του λογαριασμού.

6. Αναγνώριση σε διεθνές επίπεδο

Σε αντίθεση με τα συμβατικά νομίσματα, τα Bitcoins δεν εξαρτώνται από επιτόκια, συναλλαγματικές ισοτιμίες ή χρεώσεις συναλλαγών. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και χρήμα στην επιχείρηση για εμπόριο ή για αποστολή χρημάτων πέρα από τα σύνορα.

7. Χωρίς κεντρικό ρυθμιστή

Σε αντίθεση με τα εγχώρια νομίσματα που έχουν έναν κεντρικό ρυθμιστή, ο οποίος είναι υπεύθυνος για τη διατήρηση του νομίσματος σε κυκλοφορία καθώς και για την πρόληψη εγκλημάτων που σχετίζονται με το νόμισμα, τα κρυπτονομίσματα έχουν ένα αποκεντρωμένο σύστημα εξορυκτών (miners) που κάνουν το Bitcoin σύστημα αυτορρύθμισης.

1.4.2 ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

1. Έλλειψη επίγνωσης

Σε έναν κόσμο, όπου λιγότερο από το 2% του πληθυσμού χρησιμοποιεί κάρτες και διαδικτυακές τραπεζικές συναλλαγές (<http://wallstreetpit.com/102032-the-serious->

[disadvantages-of-bitcoin-2](#)) για τραπεζικές αγορές, το Bitcoin απέχει πολύ από το να είναι πραγματικά ένα παγκοσμίως αποδεκτό νόμισμα. Οι ανεπτυγμένες χώρες αντιμετωπίζουν μικρότερο πρόβλημα όσον αφορά τη διάδοση της ευαισθητοποίησης για το Bitcoin. Ωστόσο, στις αναπτυσσόμενες και υπανάπτυκτες χώρες το Bitcoin βρίσκεται ακόμα σε στάδια κατασκευής, καθώς διάφορες κυβερνήσεις προσπαθούν οι ίδιες να κατανοήσουν την εφαρμογή και τις επιπτώσεις αυτού του κρυπτονομίσματος.

2. Έλλειψη κατάλληλης ασφάλειας

Παρόλο που η δομή ασφαλείας για το Bitcoin είναι πλήρως αποδεδειγμένη και απολύτως αποτελεσματική στα χαρτιά, υπάρχουν διάφορες απειλές που μπορεί να αντιμετωπίσει. Απειλές όπως ανθρώπινο λάθος (απώλεια κωδικού πρόσβασης) και τεχνικές δυσλειτουργίες (αστοχία υλικού).

3. Περιορισμοί λογισμικού και προβλήματα επεκτασιμότητας

Η δομή του Bitcoin δεν είναι ικανή να χειρίζεται έναν τεράστιο όγκο συναλλαγών ταυτόχρονα και σε περίπτωση που ο όγκος των συναλλαγών υπερβεί το κρίσιμο όριο, ολόκληρο το δίκτυο Bitcoin μπορεί να κλείσει ή να χαθεί. Αν και έχει προταθεί μια λύση για αυτό, δηλαδή το Lightning Network που χρησιμοποιεί ένα ταχύτερο μοντέλο P2P ή peer-to-peer για τη διαχείριση συναλλαγών, το Lightning Network βρίσκεται ακόμα σε στάδια ανάπτυξης.

4. Παγκόσμια Αποδοχή

Οι έμποροι σε όλο τον κόσμο θα πρέπει να αποδεχτούν Bitcoins για τη βιωσιμότητά τους. Επίσης, για να διαταράξει πραγματικά τα τρέχοντα νομίσματα, το Bitcoin θα πρέπει να εμφανίζει ορισμένες ωφέλιμες εφαρμογές όπως χαμηλού κόστους διεθνείς μεταφορές κεφαλαίων και μεταφορές μικροπληρωμών, προκειμένου να αποδειχθεί ελκυστικό στους διάφορους καταναλωτές.

5. Επαλήθευση συναλλαγών

Η μέθοδος επαλήθευσης των συναλλαγών του Bitcoin, έχει επικριθεί για τον αγώνα εξοπλισμών υλικού που έχει δημιουργήσει και την κατανάλωση ενέργειας που χρειάζεται για τη διατήρηση του δικτύου Bitcoin. Μια εναλλακτική λύση, γνωστή ως Proof-of-Stake , έχει προταθεί η οποία αντιμετωπίζει ορισμένα από αυτά τα προβλήματα.

6. Περιορισμένη προσφορά/Χωρίς πληθωρισμό

Υπάρχει ανησυχία για τις οικονομικές επιπτώσεις του Bitcoin που φτάνει στην τελική του προσφορά και για τις επιζήμιες συνέπειες της εξάλειψης του πληθωρισμού. Η ποσοτική χαλάρωση, όταν χρησιμοποιείται σωστά, είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για τη διατήρηση μιας υγιούς οικονομίας. Σε αυτή την περίπτωση, ο πληθωρισμός μπορεί επίσης να αποτελέσει περιορισμό.

7. Χρόνοι επιβεβαίωσης

Οι χρόνοι επιβεβαίωσης 10 λεπτών μπορεί να αποτελούν εμπόδιο για τους εμπόρους που θέλουν να συναλλάσσονται γρήγορα. Επίσης, επιβραδύνει τον χρόνο που χρειάζεται για να σταλούν με ασφάλεια τα Bitcoin μεταξύ των διευθύνσεων, καθιστώντας το λιγότερο ρευστό. Ευτυχώς, οι επεξεργαστές πληρωμών όπως το Coinbase μπορούν να πραγματοποιήσουν αυτές τις συναλλαγές “εκτός του blockchain”, διασφαλίζοντας ότι οι έμποροι λαμβάνουν πληρωμές με ασφάλεια και άμεσα.

8. Αλγόριθμος SHA 256

Κάποιοι ανησυχούν για τη μακροπρόθεσμη ασφάλεια του αλγόριθμου κατακερματισμού του Bitcoin, SHA256. Αν υπήρχε τρόπος να “σπάσει” το SHA256, το Bitcoin θα αντιμετώπιζε σοβαρά προβλήματα. Έχουν δημιουργηθεί πολλαπλοί αλγόριθμοι altcoin για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος.

9. Block chain "Bloating"

Όπως οτιδήποτε άλλο ψηφιακό, το blockchain είναι ένα αρχείο. Καθώς προστίθενται όλο και περισσότεροι κόμβοι συναλλαγών σε αυτό, το αρχείο μεγαλώνει σε μέγεθος. Το blockchain είναι ήδη μερικά gigabyte σε μέγεθος και αυξάνεται. Αυτό παρουσιάζει ένα πρόβλημα κλιμάκωσης, καθιστώντας τους πλήρεις πελάτες Bitcoin, οι οποίοι κατεβάζουν ολόκληρο το blockchain, δύσκολο να εκτελεστούν και ακόμη πιο δύσκολο να δημιουργηθούν.

1.5 Η ΠΟΡΕΙΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

Το 2008, το Bitcoin, το πρώτο κρυπτονόμισμα που στοχεύει στην αποκέντρωση του συστήματος κεντρικής τράπεζας με ένα εφαρμοσμένο blockchain, αναπτύχθηκε και εισήχθη

από τον Satoshi Nakamoto (2008). Έκτοτε, η αγορά κρυπτονομισμάτων έχει λάβει μεγάλη προσοχή από επενδυτές, ερευνητές και υπεύθυνους χάραξης πολιτικής σε πολλές χώρες. Μετά την τεράστια επιτυχία του Bitcoin σε όγκους συναλλαγών, έχουν αναπτυχθεί διάφορα εναλλακτικά κρυπτονομίσματα για να βελτιώσουν ορισμένα χαρακτηριστικά του Bitcoin. Από αυτή την άποψη, οι σχετικές μελέτες στο αρχικό στάδιο επικεντρώθηκαν στην εξέλιξη και ανάπτυξη του Bitcoin για την ανάλυση της αγοράς κρυπτονομισμάτων. Για παράδειγμα, ο Ciaian (2018) ανακάλυψε την ισχυρή μακροπρόθεσμη αλληλεξάρτηση τιμών μεταξύ του Bitcoin και των εναλλακτικών κρυπτονομισμάτων (altcoins). Τα τελευταία χρόνια, έχουν δημιουργηθεί περίπου 15.500 altcoins που αποκτούν ολοένα και μεγαλύτερο όγκο συναλλαγών. Έτσι, η έρευνα για την ανάλυση της αγοράς κρυπτονομισμάτων ως ενιαίο σύστημα θα μπορούσε να παράγει πιο πολύτιμες γνώσεις.

Από την πλευρά της Οικονομικής, ένα μεγάλο μέρος της προηγούμενης βιβλιογραφίας έχει επικεντρωθεί στην εξέταση της αποτελεσματικότητας της αγοράς κρυπτονομισμάτων με βάση την πολυκλασματική συμπεριφορά της. Οι Urquart et al. (2016) επέμειναν ότι το Bitcoin είναι αναποτελεσματικό και παρόμοιο με την αναδυόμενη χρηματοπιστωτική αγορά. Ο F. Bariviera (2017) παρατήρησε την ύπαρξη μακράς μνήμης πριν από το 2014 με βάση τον εκθέτη Hurst και την Ανάλυση Detrended Fluctuation. Οι Takaishi (2018) και da Silva Filho et al. (2018) εντόπισαν την ύπαρξη πολυκλασματικότητας στη σειρά επιστροφών του Bitcoin με βάση την ανάλυση πολυκλασματικών αποτρεπτικών διακυμάνσεων και οι Zhang et al. (2018) ανακάλυψαν την αναποτελεσματικότητα στα Ripple, Ethereum, NEM, Stellar, Litecoin, Dash, Monero και Verge. Αντίθετα, ο Kristoufek (2018) εφάρμοσε την εξάρτηση μακράς εμβέλειας, τη φράκταλ διάσταση και την εντροπία και ισχυρίστηκε ότι το Bitcoin είναι αποτελεσματικό κατά την περίοδο που ακολουθεί ισχυρή ανόδο στην αγορά. Οι Tiwari et al. (2018) διερεύνησαν την αποτελεσματικότητα στην αγορά κρυπτονομισμάτων χρησιμοποιώντας τις εφαρμοσμένες κυλιόμενες εκτιμήσεις.

Από την εργασία του Mantegna R.N. Hierarchical structure in financial markets, προκύπτει ότι το σύνθετο σύστημα διαθέτει επίσης ένα μεγάλο μέρος της Οικονομικής αναλύοντας τη δομή των διαφόρων χρηματοπιστωτικών αγορών. Ειδικά, πολλές προσεγγίσεις που βασίζονται στη συσχέτιση έχουν ανακαλύψει τη συλλογική συμπεριφορά της αγοράς (Plerou V., Gopikrishnan P., Rosenow B., Amaral L., Stanley H., 2001, Kwapien J., Drożdż S., 2012, Peron T., Rodrigues F.A., 2011, Pan R.K., Sinha S., 2007), το φαινόμενο ομαδοποίησης (Basalto N., Bellotti R., De Carlo F., Facchi P., Pascasio S., 2005, Liao T.W., 2005, Tumminello M., Lillo F., Mantegna R.N., 2010, Kocheturov A., Batsyn M., Pardalos P.M., 2014, Jung S.S., Chang W., 2016), την τοπολογία χρηματοπιστωτικών

αγορών με βάση το ελάχιστο εκτεινόμενο δέντρο (MST) (Heimo T., Saramäki J., Onnela J.-P., Kaski K., 2007, Huang W.-Q., Zhuang X.-T., Yao S., 2009, Brida J.G., Risso W.A., 2010, Radhakrishnan S., Duvvuru A., Sultornsanee S., Kamarthi S., 2016, Coletti P., 2016) και η εφαρμογή του σε τη διαχείριση χαρτοφυλακίου (Tola V., Lillo F., Gallegati M., Mantegna R.N., 2008, Nanda S., Mahanty B., Tiwari M., 2010, Cheong D., Kim Y.M., Byun H.W., Oh K.J., Kim T.Y., 2017, Iorio C., Frasso G., D'Ambrosio A., Siciliano R., 2018). Ειδικότερα, οι μελέτες για τις διαρθρωτικές αλλαγές που οφείλονται στην κρίση των χρηματοπιστωτικών αγορών παρουσίασαν υψηλούς συσχετισμούς κατά τη διάρκεια της κρίσης (Junior S. & Franca P., 2012). Επιπλέον, πολλά κομμάτια της βιβλιογραφίας έχουν ανακαλύψει τη συλλογική συμπεριφορά και την αλλαγή της δομής της αγοράς κατά τη διάρκεια της κρίσης όσον αφορά το λιγότερο ισχυρό δίκτυο (Kauê Dal'Maso Peron T., da Fontoura Costa L., Rodrigues F.A., 2012, Heiberger R.H., 2014, Song J.W., Ko B., Cho P., Chang W., 2016, Song J.W., Ko B., Chang W., 2018, Onnela J.-P., Chakraborti A., Kaski K., Kertesz J., 2003, Jang W., Lee J., Chang W., 2011, Dias J., 2013, Nobli A., Maeng S.E., Ha G.G., Lee J.W., 2014, Kuzubaş T.U., Ömercikoğlu I., Saltoğlu B., 2014, Majapa M., Gossel S.J., 2016). Από αυτή την άποψη, παρόμοιες προσεγγίσεις μπορούν να εφαρμοστούν στην αγορά κρυπτονομισμάτων. Για παράδειγμα, οι Stosic et al. (2018) αποκάλυψαν τη δομή και τη συλλογική συμπεριφορά της αγοράς κρυπτονομισμάτων από τον Αύγουστο του 2016 έως τον Ιανουάριο του 2018 με βάση το δέντρο ελάχιστης έκτασης διασυσχέτισης. Ωστόσο, ο αριθμός παρόμοιων προσπαθειών είναι αρκετά περιορισμένος.

Μετά το 2018, η αγορά κρυπτονομισμάτων γνώρισε μια τεράστια ανοδική πορεία. Ένα τέτοιο φαινόμενο αποδίδει τις υψηλές συσχετίσεις μεταξύ των κρυπτονομισμάτων, γεγονός που δημιουργεί δυσκολίες στην κατασκευή μιας ουσιαστικής δομής αγοράς βασισμένης στη συσχέτιση. Συγκεκριμένα, τα περισσότερα κρυπτονομίσματα παρουσιάζουν εξαιρετικά υψηλές συσχετίσεις με το Bitcoin και το Ethereum.

1.6 Η ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

Καθώς τα κρυπτονομίσματα αποκτούν δημοτικότητα και αξιοπιστία, οι αγορές για κρυπτονομίσματα αποκτούν μεγαλύτερη σημασία. Η κατανόηση της δυναμικής αυτών των αγορών μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της βιωσιμότητας του οικοσυστήματος

των κρυπτονομισμάτων καθώς και στον τρόπο σχεδιασμού των επιλογών οι οποίες επηρεάζουν τη συμπεριφορά της αγοράς. Μια υπαρκτή απειλή για τα κρυπτονομίσματα είναι οι δραματικές διακυμάνσεις στην προθυμία των εμπόρων σε αγοραπωλησίες.

Τα κρυπτονομίσματα κερδίζουν ραγδαία δημοτικότητα. Η τιμή και το ανώτατο όριο της αγοράς αυτών των περιουσιακών στοιχείων αγγίζουν τα υψηλότερα επίπεδα όλων των εποχών, με αξία δισεκατομμυρίων δολαρίων. Τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα επενδύουν στη δημιουργία τεχνολογιών ψηφιακών νομισμάτων.

Οι startups τεχνολογίες που βασίζονται σε blockchain ακμάζουν. Καθώς αυτές ενσωματώνονται στο οικοσύστημα κρυπτονομισμάτων, η δυναμική της αγοράς των κρυπτονομισμάτων αυξάνεται. Την ίδια στιγμή που τα κρυπτονομίσματα έχουν αποκτήσει δημοτικότητα, η άνοδος τους στιγματίστηκε από κρίσεις. Από την κατάρρευση του κρυπτονομίσματος Bitcoin το 2014 έως το 2016 με το hack του Ethereum, οι συντριβές της αγοράς ήταν σύνθηρες φαινόμενο. Μια πιθανή απειλή για τα κρυπτονομίσματα προέρχεται από την κερδοσκοπική φύση αυτών των περιουσιακών στοιχείων. Πολλοί συμμετέχοντες σε αυτές τις αγορές συναλλάσσονται επειδή περιμένουν να αυξηθεί η αξία κάποιου κρυπτονομίσματος. Ένας τέτοιος συλλογικός συλλογισμός μπορεί να οδηγήσει σε “φούσκες” και επακόλουθα κραχ της αγοράς.

Υπάρχουν πολλές προκλήσεις για τον εντοπισμό των επιπτώσεων των μικρών μεμονωμένων συναλλαγών στις χρηματοπιστωτικές αγορές. Μεγάλο μέρος της ήδη υπάρχουσας γνώσης για τις χρηματοπιστωτικές αγορές προκύπτει από την ανάλυση δεδομένων τα οποία προκύπτουν από παρατήρηση, έπειτα αναλύονται και προκύπτουν συγκεκριμένες ερμηνείες. Για παράδειγμα, η υπερβολική συσχέτιση στις τιμές της αγοράς αναφέρεται συχνά ως αποδεικτικό στοιχείο κατά της εμπλοκής των εμπόρων στην ορθολογική συμπεριφορά που προβλέπεται από την υπόθεση της αποτελεσματικής αγοράς (Lo A. & MacKinlay G., 2002., Malkiel B., 2003) αλλά αυτές οι συσχετίσεις θα μπορούσαν να οφείλονται σε καθυστερημένη αντίδραση ή υπερβολική αντίδραση σε ειδησεογραφικά γεγονότα, είτε λόγω επιρροής από εξωτερικούς παράγοντες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Η ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΑΓΟΡΕΣ

2.1 Η ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

Υπάρχει ένας κλάδος της πρόσφατης βιβλιογραφίας που μελετά σε βάθος την αγορά κρυπτονομισμάτων. Οι Corbet et al. (2019) διενεργούν πλήρη ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για την αγορά κρυπτονομισμάτων και αναφέρουν ότι τα κρυπτονομίσματα αντιμετωπίζουν κατηγορίες για πιθανή παράνομη χρήση. Οι Jareno et al. (2020) μελέτησαν την πιθανή σχέση αλληλεξάρτησης μεταξύ των αποδόσεων του Bitcoin και της τιμής του χρυσού και βρήκε θετική και στατιστικά σημαντική σύνδεση. Οι Gonzalez et al. (2020 και 2021) αναλύουν την αλληλεξάρτηση μεταξύ του Bitcoin και δέκα άλλων altcoin και βρίσκουν θετικές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ τους. Οι Demir et al. (2021) εξέτασαν τη μακροπρόθεσμη και βραχυπρόθεσμη ασυμμετρία στην επίδραση του Bitcoin στα altcoins. Οι Song et al. (2019) μελέτησαν τη δομή της αγοράς κρυπτονομισμάτων και υπογράμμισαν την ηγετική θέση του Bitcoin και του Ethereum. Οι Shi et al. (2020) βρίσκουν συσχετισμούς μεταξύ έξι κρυπτονομισμάτων και δηλώνουν ότι είναι απαραίτητο να κατέχουμε γνώσεις σχετικά με αυτά προκειμένου να εφαρμόσουμε στρατηγικές συναλλαγών. Οι Canh et al. (2019) αναλύουν την ικανότητα διαφοροποίησης των μεγάλων κρυπτονομισμάτων έναντι των αυξομειώσεων στις τιμές του πετρελαίου και του χρυσού, τα επιτόκια, την ισχύ του Αμερικάνικου δολαρίου και τη χρηματιστηριακή αγορά. Οι Selmi et al. (2018) διαπίστωσαν ότι τα κρυπτονομίσματα αποτελούν ασφαλές καταφύγιο κατά τη διάρκεια περιόδων κρίσης, στην ίδια γραμμή, οι Klein et al. (2018) και Beneki et al. (2019) αποκαλούν το Bitcoin ως ο νέος χρυσός. Ο Κυριαζής (2019) βρίσκει σχέσεις μεταξύ πολλών εικονικών νομισμάτων και συνοψίζει την προηγούμενη βιβλιογραφία σχετικά με τις διαρροές απόδοσης και μεταβλητότητας στην αγορά κρυπτονομισμάτων. Ο Katsiampa (2019) διερευνά τις κινήσεις αστάθειας των κύριων κρυπτονομισμάτων και βρίσκει αλληλεξαρτήσεις στην αγορά κρυπτονομισμάτων και την επίδραση σχετικών γεγονότων στην αστάθεια.

Αναμφίβολα, ο πιο πρόσφατος κλάδος της βιβλιογραφίας εστιάζει στην τρέχουσα κρίση που προκαλείται από την πανδημία COVID-19 (Umar et al., 2021a). Οι Ali et al. (2020) αναλύουν τις αντιδράσεις, όσον αφορά την αστάθεια, των χρηματοπιστωτικών

αγορών καθώς ο COVID-19 εξαπλώνεται από την Κίνα στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ και διαπιστώνει ότι οι παγκόσμιες αγορές έπεσαν σε ελεύθερη πτώση τον Μάρτιο του 2020 και ότι ακόμη πιο ασφαλή εμπορεύματα υπέφεραν λόγω της άφιξης της πανδημίας στις ΗΠΑ. Οι Corbet et al. (2020) εξετάζουν τις πιθανές επιδράσεις της πανδημίας COVID-19 στον χρυσό και τα κρυπτονομίσματα και θεωρούν ότι τα κρυπτονομίσματα μπορεί να παίζουν ρόλο παρόμοιο με αυτόν των πολύτιμων μετάλλων κατά τη διάρκεια οικονομικών κρίσεων. Οι Gharib et al. (2021) μελέτησαν πώς ο οικονομικός αντίκτυπος του COVID-19 έχει επηρεάσει τη σχέση μεταξύ των τιμών του πετρελαίου και του χρυσού και βρήκαν μια διμερή μεταδοτική επίδραση στις αγορές πετρελαίου και χρυσού κατά τη διάρκεια της πανδημικής κρίσης. Οι Μπάκας και Τριανταφύλλου (2020) αναλύουν την επίδραση της πανδημικής κρίσης COVID-19 στην αστάθεια των τιμών των εμπορευμάτων. Οι Rizwan et al. (2020) εξέτασαν πώς ο COVID-19 επηρέασε τον τραπεζικό τομέα των οκτώ χωρών που επηρεάστηκαν περισσότερο από τον SARS-CoV-2. Οι Sharif et al. (2020) μελέτησαν τη σύνδεση μεταξύ της εξάπλωσης του COVID-19, της χρηματιστηριακής αγοράς, της αστάθειας των τιμών του πετρελαίου, του γεωπολιτικού κινδύνου και της αβεβαιότητας της οικονομικής πολιτικής στις ΗΠΑ και βρήκαν μια σχετική επίδραση του COVID-19 στον γεωπολιτικό κίνδυνο.

2.2 Η ΑΓΟΡΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΝΔΗΜΙΑ ΤΟΥ COVID-19

Ο κόσμος βιώνει αυτήν τη στιγμή την πιο κρίσιμη περίοδο οικονομικών και κοινωνικών αναταράξεων από την παγκόσμια οικονομική κρίση του 2007–08, δηλαδή την πανδημία του κορωνοϊού SARS-CoV-2. Η ασθένεια ορίστηκε ως COVID-19 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) στις 11 Φεβρουαρίου 2020.

Συγκεκριμένα, η αγορά κρυπτονομισμάτων έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από την κρίση του COVID-19. Αυτή η αγορά υπέστη κατάρρευση στις 8 Μαρτίου 2020, η οποία προκλήθηκε από τη μαζική πώληση κρυπτονομισμάτων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα απώλεια 21 δισεκατομμυρίων δολαρίων στη συνολική αξία κεφαλαιοποίησης της αγοράς κρυπτονομισμάτων σε 24 ώρες και οδήγησε στη Μαύρη Δευτέρα στο χρηματιστήριο στις 9

Μαρτίου¹. Ένας από τους κύριους λόγους για την κατάρρευση αυτής της αγοράς είναι ότι μεγάλο μέρος της Ευρώπης ήταν ήδη σε καραντίνα και η υπόλοιπη Ευρώπη εξέταζε παρόμοια μέτρα. Αυτή η κατάσταση στην αγορά κρυπτονομισμάτων επιδεινώθηκε περαιτέρω μόλις δύο ημέρες αργότερα, όταν, στις 11 Μαρτίου, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) χαρακτήρισε την επιδημία COVID-19 ως πανδημία. Ως αποτέλεσμα, στις 13 Μαρτίου, η αγορά κρυπτονομισμάτων έχασε σχεδόν το ήμισυ της συνολικής κεφαλαιοποίησης της αγοράς, οδηγώντας έτσι σε απότομη πτώση της αξίας κεφαλαιοποίησης και των τιμών των κύριων κρυπτονομισμάτων. Ωστόσο, αυτή η κατάσταση αντιστράφηκε. Η αγορά κρυπτονομισμάτων ανέκαμψε πλήρως στα τέλη Μαΐου και η συνολική αξία κεφαλαιοποίησης παρέμεινε σταθερή και πάνω από τις αξίες πριν από τις μαζικές πωλήσεις στις 8 Μαρτίου. Επιπλέον, από τα τέλη Μαΐου 2020, η συνολική αξία κεφαλαιοποίησης κρυπτονομισμάτων γνώρισε απίστευτη άνοδο, ξεπερνώντας το φράγμα των 300 δισεκατομμυρίων δολαρίων στα τέλη Ιουλίου, το φράγμα των 400 δισεκατομμυρίων δολαρίων στις αρχές Νοεμβρίου, το φράγμα των 500 δισεκατομμυρίων δολαρίων στα τέλη Νοεμβρίου, το φράγμα των 600 δισεκατομμυρίων δολαρίων στα μέσα Δεκεμβρίου, το φράγμα των 700 δισεκατομμυρίων δολαρίων στα τέλη Δεκεμβρίου και τελικά έφθασε στο ανώτατο όριο των 760 δισεκατομμυρίων δολαρίων την 31 Δεκεμβρίου 2020. Επιπλέον, αυτή η αιχμή την τελευταία ημέρα του Δεκεμβρίου 2020 ουσιαστικά συμπίπτει με το ιστορικό μέγιστο της συνολικής κεφαλαιοποίησης της αξίας της αγοράς που επιτεύχθηκε στις αρχές Ιανουαρίου 2018. Όσον αφορά το ποσοστό της συνολικής κεφαλαιοποίησης της αγοράς, το Bitcoin διατηρεί σαφώς δεσπόζουσα θέση σε σχέση με τα υπόλοιπα κρυπτονομίσματα, με μέσο μερίδιο αγοράς περίπου 64% σε όλη την περίοδο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το μερίδιο αγοράς του Bitcoin ήταν κοντά στο 68% στις αρχές Ιανουαρίου, ενώ αυτό του Ethereum ήταν μόλις 7,3% και το XRP ήταν 4,3% πριν από τη Μαύρη Δευτέρα. Στις αρχές Μαρτίου τα ποσοστά αυτά ήταν 63,2%, 10,2% και 4,1% αντίστοιχα. Το Bitcoin κορύφωσε το μερίδιο αγοράς του στις 20 Μαΐου, ξεπερνώντας το 68%. Συγκεκριμένα, τα μερίδια αγοράς ήταν 68,4% για το BTC, 9,1% για το ETH και 3,5% για το XRP. Ωστόσο, από τότε, το μερίδιο αγοράς του Bitcoin μειώθηκε σταδιακά στα 56,7% στις 14 Σεπτεμβρίου (όταν το μερίδιο αγοράς του Ethereum αυξήθηκε στο 12,21% και το XRP μειώθηκε στο 3,23%), αν και ανέκαμψε ξανά, φτάνοντας στο μέγιστο για ολόκληρη την περίοδο του δείγματος στο τέλος αυτής της περιόδου στις 28 Δεκεμβρίου 2020, όταν το μερίδιο αγοράς αιχμής ήταν 69,2% για το Bitcoin, ενώ το Ethereum έφτασε στο 11,1% και το XRP έπεσε στο 1,8%.

¹ Η συνολική κεφαλαιοποίηση της αγοράς κρυπτονομισμάτων στις 7 Μαρτίου 2020 ήταν 251,5 δισεκατομμύρια δολάρια.

Επιπλέον, πρόσφατες μελέτες, όπως των Umar & Gubareva (2020) και Majdoub et al. (2021), αναλύουν τις πιθανές αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των αγορών συναλλάγματος και κρυπτονομισμάτων από την προοπτική της μετάδοσης και τον πιθανό ρόλο τους ως ασφαλή καταφύγια σε περιόδους οικονομικής αναταραχής, όπως το ξέσπασμα του SARS-CoV-2. Έτσι, αυτό το φαινόμενο επηρεάζει τη διαχείριση κινδύνου χαρτοφυλακίου, τη στρατηγική κατανομή περιουσιακών στοιχείων και την τιμολόγηση των χρηματοοικονομικών μέσων, όπως τονίστηκε από τους Umar και Gubareva (2020).

Υπάρχει επίσης ένας κλάδος της πρόσφατης βιβλιογραφίας που μελετά τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ των κρυπτονομισμάτων ακολουθώντας διαφορετικές μεθοδολογίες όπως η προσέγγιση της ποσοτικής παλινδρόμησης (Jareno et al., 2020), τα μοντέλα ARDL (Ciaian et al., 2018 και Nguyen et al., 2019), μοντέλα NARDL (Gonzalez et al., 2020 και 2021; Jareno et al., 2020), μοντέλα που βασίζονται σε wavelet (Kumar and Ajaz, 2019; Omane-Adjepong and Alagidede, 2019; Mensi et al., 2019, 2019, , 2020), μοντέλα VAR (Bacao et al., 2018), μοντέλα GARCH (Corbet et al., 2020), μοντέλα VAR-GARCH (Συμίτση και Χαλβατζής, 2019), το διμεταβλητό διαγώνιο μοντέλο BEKK (Κατσιάμπα, 2019), μοντέλα BEKK-GARCH (Beneki et al., 2019), μοντέλα BEKK-MGARCH (Tu and Xue, 2019), το μοντέλο GARCH-MIDAS (Walther et al., 2019), μοντέλα DCC (Charfeddine et al., 2020· Kumar and Anandarao, 2019), η προσέγγιση Diebold and Yilmaz (2009) (Koutmos, 2018) και οι δείκτες Diebold and Yilmaz (2012) (Ji et al., 2019· Umar et al., 2021b), μεταξύ άλλων. Άλλοι συγγραφείς, όπως οι Bouri et al. (2021), εφάρμοσαν το μοντέλο TPV-VAR για να αναλύσουν τη συνδεσιμότητα απόδοσης σε κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων όπως ο χρυσός, το αργό πετρέλαιο, οι παγκόσμιες μετοχές, τα νομίσματα και τα ομόλογα γύρω από την επιδημία του COVID-19. Διαπιστώνουν ότι η δυναμική συνολική συνδεσιμότητα μεταξύ των πέντε περιουσιακών στοιχείων ήταν μέτρια και αρκετά σταθερή μέχρι τις αρχές του 2020, οπότε η συνολική συνδεσιμότητα αυξήθηκε και η δομή του δικτύου συνδεσιμότητας άλλαξε από το ξέσπασμα του COVID-19. Επιπλέον, οι Gabauer and Gupta (2018) χρησιμοποιούν την προσέγγιση TVP-VAR για να μελετήσουν τις διαρροές αβεβαιότητας της οικονομικής πολιτικής μεταξύ των ΗΠΑ και της Ιαπωνίας. Οι Αντωνακάκης κ.ά. (2020) χρησιμοποιούν την προσέγγιση TVP-VAR για να αναλύσουν τα μέτρα δυναμικής συνδεσιμότητας των τεσσάρων ξένων νομισμάτων με τις περισσότερες συναλλαγές (EUR, GBP, CHF και JPY) έναντι του δολαρίου ΗΠΑ. Τέλος, οι Elsayed et al. (2020) χρησιμοποιούν μια επέκταση της προσέγγισης Diebold and Yilmaz (2009, 2012 και 2014) για να αναλύσουν τη στατική και δυναμική διασύνδεση μεταξύ των μεγάλων κρυπτονομισμάτων και των κορυφαίων αγορών συναλλάγματος παγκοσμίως (για μια

περίοδο δείγματος από τις 5 Αυγούστου 2013 έως τις 31 Δεκεμβρίου 2018). Διαπιστώνουν ότι υπάρχει μια σημαντική αιτιώδης σχέση μεταξύ των κρυπτονομισμάτων. Ωστόσο, εκτός από το κινεζικό γουάν, τα κύρια παραδοσιακά νομίσματα δεν επηρεάζουν σημαντικά τα κρυπτονομίσματα.

Επιπλέον, στην τρέχουσα κατάσταση όπου η πανδημία COVID-19 απειλεί ολόκληρο τον κόσμο, υπάρχουν πολλές εργασίες που μελετούν τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις του COVID-19. Οι Kurita and Managi (2020) επιβεβαιώνουν ότι το κοινωνικό στίγμα είναι ζωτικής σημασίας για την καταπολέμηση του COVID-19 επειδή μειώνει την εξάπλωση της μόλυνσης μέσω της ατομικής συμπεριφοράς αυτοπεριορισμού. Οι Katafuchi et al. (2021) αναφέρουν ότι η συμπεριφορά της εξόδου καταστέλλεται υπό την κατάσταση έκτακτης ανάγκης και μετά την άρση της, ακόμη και όταν η έξοδος δεν είχε ως αποτέλεσμα κυρώσεις. Οι Mandel and Veetil (2020) εκτιμούν το κόστος του lockdown για ορισμένους τομείς της παγκόσμιας οικονομίας στον απόηχο του COVID-19 και μελετούν τη διαδικασία οικονομικής ανάκαμψης μετά το τέλος των περιορισμών. Αυτοί οι συγγραφείς επιβεβαιώνουν ότι η παγκόσμια οικονομία χρειάζεται περίπου το ένα τέταρτο της δεκαετίας για να κινηθεί προς νέα ισορροπία στο αισιόδοξο και απίθανο σενάριο του τέλους όλων των lockdowns. Οι Gharehgozli et al. (2020) και Martin et al. (2020) αξιολογούν τις κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις του COVID-19 σε άτομα σε περιφερειακό επίπεδο. Λαμβάνοντας υπόψη τους τεράστιους οικονομικούς κραδασμούς που έχει προκαλέσει η πανδημία COVID-19 παγκοσμίως, οι Nakamura και Managi (2020) υπολογίζουν τον συνολικό σχετικό κίνδυνο εισαγωγής και εξαγωγής του COVID-19 και υποστηρίζουν ότι είναι απαραίτητο για τις χώρες να λάβουν αντίμετρα για αυτήν την ασθένεια. Επιπλέον, ο αριθμός των μελετών σχετικά με την επιρροή των πληροφοριών των μέσων ενημέρωσης στις μολυσματικές ασθένειες στις αποφάσεις των επενδυτών αυξάνεται σημαντικά (Umar and Gubareva, 2021a, Umar and Gubareva, 2021b, Umar et al., 2021b; Zarembo et al, 2021). Οι Cerpi (2020), Haroon και Rizvi (2020) χρησιμοποιούν τον δείκτη κάλυψης μέσων για τον κορωνοϊό (MCI) για να μελετήσουν τη σύνδεση μεταξύ του συναισθήματος που δημιουργείται από ειδήσεις που σχετίζονται με τον COVID-19 και των επιπέδων μεταβλητότητας σε διαφορετικούς τομείς των αγορών μετοχών των ΗΠΑ. Αυτός ο δείκτης, δηλαδή MCI, μετρά την ποσότητα των ειδήσεων που σχετίζονται με τον κορωνοϊό σε σύγκριση με άλλους τύπους ειδήσεων και είναι επίσης ένας αποτελεσματικός δείκτης του ποσοστού των πηγών που καλύπτουν ειδήσεις για τον κορωνοϊό μεταξύ όλων των πηγών ειδήσεων.

2.3 ΕΜΠΕΙΡΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ

Η αγορά κρυπτονομισμάτων έχει προκαλέσει μεγάλο ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια και αυτό οδήγησε σε μεγάλη εμπειρική έρευνα για αυτό το θέμα. Το ενδιαφέρον για τη μελέτη της αγοράς κρυπτονομισμάτων είναι ακόμη πιο δικαιολογημένο στο τρέχον πλαίσιο της κρίσης της πανδημίας COVID-19, καθώς η αγορά υποφέρει από σοβαρές διακυμάνσεις ανάλογα με την εξέλιξη του SARS-CoV-2. Η αγορά κρυπτονομισμάτων παρουσίασε τεράστιο όγκο πωλήσεων στις 8 Μαρτίου 2020, δηλαδή την ημέρα πριν από τη Μαύρη Δευτέρα των χρηματιστηρίων (9 Μαρτίου). Την ημερομηνία εκείνη, ένα μεγάλο μέρος της Ευρώπης ήταν ήδη σε καραντίνα και η υπόλοιπη Ευρώπη εξέταζε παρόμοια μέτρα. Επιπλέον, στις 11 Μαρτίου 2020, ο Γενικός Διευθυντής του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (ΠΟΥ) όρισε την επιδημία COVID-19 ως παγκόσμια πανδημία. Αυτό ανησύχησε περαιτέρω τις αγορές, συμπεριλαμβανομένης της αγοράς κρυπτονομισμάτων, η οποία, κατά συνέπεια, έχασε περίπου το ήμισυ της συνολικής αξίας κεφαλαιοποίησής της στις 13 Μαρτίου. Ωστόσο, η αγορά κρυπτονομισμάτων έχει ανακάμψει από τις στάχτες της. Η αγορά κατάφερε να υπερβεί κατά πολύ τη συνολική αξία κεφαλαιοποίησης της αγοράς πριν από το φθινόπωρο (251,5 δισεκατομμύρια δολάρια στις 7 Μαρτίου 2020) και μάλιστα τριπλασίασε αυτό το ποσό στο τέλος της περιόδου του δείγματος (760,7 δισεκατομμύρια δολάρια στις 31 Δεκεμβρίου 2020), φτάνοντας σχεδόν την μέγιστη αξία της που επιτεύχθηκε στις αρχές του 2018 (786 δισεκατομμύρια δολάρια στις 6 Ιανουαρίου 2018). Λόγω του μεγάλου ενδιαφέροντος για την αγορά κρυπτονομισμάτων και προκειμένου να αναλυθεί ο αντίκτυπος της πανδημικής κρίσης COVID-19 σε αυτήν την αγορά, καθώς αυτή η πανδημική κρίση αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο επεισόδιο παγκόσμιας αναταραχής από την παγκόσμια οικονομική κρίση του 2008, διεξάγεται πολλή ερευνητική εργασία, τόσο στην αγορά κρυπτονομισμάτων όσο και σε άλλες αγορές, χρησιμοποιώντας διαφορετικά σύνολα δεδομένων και εφαρμόζοντας όλους τους τύπους μεθοδολογιών.

Η μελέτη του Mnif, E.; Jarbouï, A.; Mouakhar, K. (2020) εξέτασε πέντε κρυπτονομίσματα για να διερευνήσει τον αντίκτυπο της πανδημίας στα κρυπτονομίσματα, ποσοτικοποιώντας την ένταση της διακύμανσης των κρυπτονομισμάτων. Η μελέτη διαπίστωσε ότι η κρίση του COVID-19 έχει θετικό αντίκτυπο στην αποτελεσματικότητα της αγοράς κρυπτονομισμάτων. Η μελέτη χρησιμοποίησε τις ακόλουθες μεθοδολογίες: μια πολυκλασματική προσέγγιση αποτρεπόμενης διακύμανσης, το μέγεθος του δείκτη μακράς μνήμης και τον γενικευμένο εκθέτη Hurst. Η μελέτη τόνισε επίσης ότι το Bitcoin ήταν πιο

αποτελεσματικό πριν από την κρίση του COVID-19. Ομοίως, το Ethereum ήταν περισσότερο αποτελεσματικό κατά τη διάρκεια και μετά το ξέσπασμα της κρίσης COVID-19. Στη μελέτη των Yarovaya, L., Matkovskyy, R., Jalan, A. (2020) αναλύθηκε ο αντίκτυπος της κρίσης του COVID-19 σε 15 δείκτες μετοχών, 4 δείκτες αναφοράς ομολόγων, 9 πολύτιμα μέταλλα και 3 κρυπτονομίσματα (Bitcoin, Ethereum και Litecoin) χρησιμοποιώντας ένα ποσοτικό μοντέλο αυτοπαλινδρόμησης. Η μελέτη διαπίστωσε ότι η κρίση του COVID-19 είχε θετικό αντίκτυπο στην αγορά κρυπτονομισμάτων. Οι Corbet et al. (2019) διαπίστωσαν ότι υπάρχει αρνητικό συναίσθημα για τον COVID-19 και τις επιστροφές κρυπτονομισμάτων. Η μελέτη ανέδειξε επίσης ότι οι επενδυτές θα μπορούσαν να έχουν επωφεληθεί από τη διαφοροποίηση των επενδύσεων στα ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία διότι λειτούργησαν ως ασφαλές καταφύγιο σε σύγκριση με τα πολύτιμα μέταλλα κατά τις προηγούμενες κρίσεις. Η μελέτη χρησιμοποίησε ένα τυπικό μοντέλο GARCH (γενικευμένη αυτοπαλινδρομική υπό όρους ετεροσκεδαστικότητα) και το πακέτο Python για την εξαγωγή συμπερασμάτων. Η μελέτη των Aalborg, H.A., Molnar, P., de Vries, J. (2020) και Goodell, J.W., (2020) προβλέπει ότι ο αντίκτυπος του COVID-19 θα είναι σημαντικός, τόσο από οικονομική όσο και από κοινωνική άποψη. Ωστόσο, η μελέτη δεν υποστηρίζει πλήρως τα ευρήματα των προηγούμενων μελετών ότι η πανδημία COVID-19 μπορεί να θεωρηθεί ως κάτι θετικό από την πλευρά των κρυπτονομισμάτων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι αυτή η κρίση είναι εντελώς απροσδόκητη, με ισχυρό αντίκτυπο όχι μόνο στην παγκόσμια οικονομία και στην υγεία. Στην μελέτη των Goodell, J.W., Goutte, S. (2020), εφαρμόστηκαν μέθοδοι wavelet για να εξεταστεί ο αντίκτυπος του COVID-19 στις τιμές του Bitcoin. Η μελέτη χρησιμοποίησε καθημερινά δεδομένα θανάτων παγκοσμίως από τον COVID-19 και ημερήσιες τιμές Bitcoin από τις 31 Δεκεμβρίου 2019 έως τις 29 Απριλίου 2020. Η μελέτη διαπίστωσε ότι η πανδημία COVID-19 επηρέασε την αύξηση των τιμών του Bitcoin.

2.4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΙΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ

Η αγορά κρυπτονομισμάτων είναι πολύ ασταθής, ειδικά με το πιο διάσημο νόμισμα, το Bitcoin. Το Bitcoin χρησιμοποιείται κυρίως για κερδοσκοπικούς σκοπούς, γεγονός που προκαλεί υψηλή αστάθεια στις αγορές (Goodell, J.W., Goutte, S. 2020, Cheach, F. 2015, Hafner, C.M. 2018). Δεδομένου του αυξανόμενου ενδιαφέροντος για το Bitcoin, είναι σημαντικό να επιλεγεί ένα αξιόπιστο μοντέλο για την πρόβλεψη του κινδύνου μιας τέτοιας επένδυσης.

Η γενικευμένη αυτοπαλινδρομική ετεροσκεδαστικότητα υπό όρους (GARCH) είναι ένα στατιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται για την ανάλυση δεδομένων χρονοσειρών όπου το σφάλμα διακύμανσης πιστεύεται ότι συσχετίζεται σειριακά αυτοσυσχετιζόμενο. Τα μοντέλα GARCH υποθέτουν ότι η διακύμανση του όρου σφάλματος ακολουθεί μια διαδικασία αυτοπαλινδρομικού κινητού μέσου όρου (<https://www.investopedia.com/terms/g/garch.asp>). Τα μοντέλα GARCH χρησιμοποιούνται όταν η διακύμανση του όρου σφάλματος δεν είναι σταθερή. Δηλαδή, ο όρος σφάλματος είναι ετεροσκεδαστικός. Η ετεροσκεδαστικότητα περιγράφει το ακανόνιστο μοτίβο παραλλαγής ενός όρου σφάλματος ή μεταβλητής σε ένα στατιστικό μοντέλο. Με τη χρήση προδιαγραφών που μπορούν να υπολογιστούν για μεταβολές με το μοντέλο GARCH, οι συγγραφείς Maiti, M., Grubisic, Z., Vukovic, Ardia, D.; Bluteau, K., Rüede, M. (2019) ανέλυσαν τις ημερήσιες αποδόσεις του Bitcoin εμφανίζοντας αστάθεια στη δυναμική τους. Λόγω αυτής της δυναμικής, είναι σημαντικό να διερευνηθούν τρόποι μείωσης του επιπέδου του κινδύνου μιας επένδυσης σε Bitcoin και να αντισταθμιστούν ή να διερευνηθούν ορισμένοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την κίνηση των τιμών του Bitcoin.

Η μελέτη των Yechen Zhu, David Dickinson και Jianjun Li (2017) εξέτασε πώς η τιμή των χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων έχουν μακροοικονομική επιρροή στην τιμή του Bitcoin, και δεδομένου ότι το Bitcoin αναφέρεται συνεχώς όπως ο ψηφιακός χρυσός, οι μεταβλητές που επηρεάζουν τον χρυσό (ΑΕΠ, ρυθμός πληθωρισμού κτλ.) έχουν την ίδια επίδραση στην τιμή του Bitcoin. Για τη διεξαγωγή των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο VAR. Τα μοντέλα VAR (διανυσματικά αυτοπαλινδρομικά μοντέλα) χρησιμοποιούνται για πολυμεταβλητές χρονοσειρές. Η δομή είναι ότι κάθε μεταβλητή είναι μια γραμμική συνάρτηση των προηγούμενων υστερήσεων της ίδιας και των παρελθουσών καθυστερήσεων των άλλων μεταβλητών. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν ότι το Bitcoin συμπεριφέρεται παρόμοια με τον χρυσό ως χρηματοοικονομικό περιουσιακό στοιχείο έως ένα συγκεκριμένο βαθμό, αλλά η τιμή του χρυσού δεν έχει καμία επίδραση στην τιμή του Bitcoin μακροπρόθεσμα (Yechen Zhu, David Dickinson, Jianjun Li 2017).

Οι Yiying και Yeze (2019) επικεντρώθηκε στη μη σταθερή δυναμική των τιμών τριών κρυπτονομισμάτων: του Bitcoin, του Ethereum και του Ripple. Η προσέγγισή τους στόχευε στον εντοπισμό και την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη διαμόρφωση της αξίας αυτών των ψηφιακών νομισμάτων. Τα δεδομένα που συνέλεξαν περιείχαν 1030 ημέρες συναλλαγών σχετικά με τις τιμές ανοίγματος, τις υψηλές τιμές, τις χαμηλές και τις τιμές κλεισίματος. Διεξήγαγαν μια πειραματική ανάλυση που αποκάλυψε την αποτελεσματικότητας μοντέλων LSTM² σε σχέση με τα κλασικά ANN³, υποδεικνύοντας ότι τα μοντέλα LSTM είναι πιο ικανά να εκμεταλλεύονται πληροφορίες που κρύβονται σε ιστορικά δεδομένα. Επιπλέον, οι συγγραφείς δήλωσαν ότι πιθανώς ο λόγος για την αποτελεσματικότητα των δικτύων LSTM είναι ότι τείνουν να εξαρτώνται περισσότερο από τη βραχυπρόθεσμη δυναμική ενώ τα ANN τείνουν να εξαρτώνται περισσότερο από τη μακροπρόθεσμη ιστορία. Ωστόσο, σε περίπτωση που δίνονται αρκετές ιστορικές πληροφορίες, τα ANN μπορούν να επιτύχουν παρόμοια ακρίβεια με τα δίκτυα LSTM.

Οι Nakano et al. (2018) εξέτασαν την απόδοση των ANN για την πρόβλεψη της τεχνικής διαπραγμάτευσης Bitcoin εντός της ημέρας. Οι συγγραφείς επικεντρώθηκαν στον εντοπισμό των βασικών παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοση πρόβλεψης για την εξαγωγή χρήσιμων σημάτων συναλλαγών του Bitcoin από τους τεχνικούς δείκτες του. Για το σκοπό αυτό, διεξήγαγαν μια σειρά πειραμάτων χρησιμοποιώντας διάφορα μοντέλα ANN με ρηχές και βαθιές αρχιτεκτονικές και δομές συνόλων δεδομένων. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνά τους αφορούσαν δεδομένα επιστροφής χρονοσειρών Bitcoin σε χρονικά διαστήματα 15 λεπτών. Τα πειράματά τους έδειξαν ότι η χρήση πολλαπλών τεχνικών δεικτών θα μπορούσε ενδεχομένως να αποτρέψουν το μοντέλο πρόβλεψης από την υπερβολική προσαρμογή των μη στάσιμων οικονομικών δεδομένων, γεγονός που ενισχύει την απόδοση των συναλλαγών.

Οι McNally et al. (2018) χρησιμοποίησαν δύο μοντέλα βαθιάς μάθησης, συγκεκριμένα ένα επαναλαμβανόμενο νευρωνικό δίκτυο βελτιστοποιημένο κατά το θεώρημα

²Η μακροπρόθεσμη βραχυπρόθεσμη μνήμη (LSTM) είναι μια αρχιτεκτονική τεχνητού επαναλαμβανόμενου νευρωνικού δικτύου (RNN) που χρησιμοποιείται στον τομέα της βαθιάς μάθησης. ... Τα δίκτυα LSTM είναι κατάλληλα για ταξινόμηση, επεξεργασία και πραγματοποίηση προβλέψεων με βάση δεδομένα χρονοσειρών, καθώς μπορεί να υπάρχουν καθυστερήσεις άγνωστης διάρκειας μεταξύ σημαντικών γεγονότων σε μια χρονοσειρά.

³Τα ANN είναι ψηφιοποιημένα μοντέλα τεχνητής νοημοσύνης, προγράμματα υπολογιστών που έχουν σχεδιαστεί για να προσομοιώνουν τον τρόπο με τον οποίο ο ανθρώπινος εγκέφαλος επεξεργάζεται τις πληροφορίες. Τα ANN μαθαίνουν (ή εκπαιδεύονται) μέσω της εμπειρίας με κατάλληλα υποδείγματα μάθησης, όπως κάνουν οι άνθρωποι και όχι από τον προγραμματισμό.

του Bayes⁴ και ένα δίκτυο LSTM, για την πρόβλεψη τιμών Bitcoin. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν κυμαίνονταν από τον Αύγουστο του 2013 έως τον Ιούλιο του 2016, όσον αφορά τις τιμές ανοίγματος, υψηλού, χαμηλού και κλεισίματος Bitcoin, καθώς και το ποσοστό κατακερματισμού. Η αξιολόγηση της απόδοσής τους έδειξε ότι το δίκτυο LSTM επέδειξε την καλύτερη ακρίβεια πρόβλεψης, ξεπερνώντας το άλλο επαναλαμβανόμενο μοντέλο καθώς και την κλασική στατιστική μέθοδο ARIMA⁵.

Οι Shintate και Pichl (2019) πρότειναν ένα νέο πλαίσιο ταξινόμησης πρόβλεψης τάσεων που βασίζεται σε τεχνικές βαθιάς μάθησης. Το προτεινόμενο πλαίσιο χρησιμοποίησε μια μετρική μέθοδο βασισμένη στη μάθηση, που ονομάζεται μέθοδος τυχαίας δειγματοληψίας, η οποία μετρά την ομοιότητα μεταξύ των δειγμάτων εκπαίδευσης και των προτύπων εισαγωγής. Χρησιμοποίησαν δεδομένα υψηλής συχνότητας (1 λεπτό) που κυμαίνονταν από τον Ιούνιο του 2013 έως τον Μάρτιο του 2017 που περιείχαν ιστορικά δεδομένα από την αγορά του ανταλλακτηρίου OKCoin για το Bitcoin σε δυο ζευγάρια (Κινεζικό Yuan Renminbi και δολάρια ΗΠΑ). Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα ποσοστά κέρδους με βάση τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο δειγματοληψίας ξεπέρασαν σημαντικά αυτά που βασίζονται στα δίκτυα LSTM, επιβεβαιώνοντας την υπεροχή του προτεινόμενου πλαισίου. Αντίθετα, αυτά τα ποσοστά κέρδους ήταν χαμηλότερα από αυτά της κλασικής στρατηγικής αγοράς και διατήρησης. Ως εκ τούτου, δήλωσαν ότι δεν παρέχει βάση για διαπραγμάτευση.

Οι Miura et al. (2019) προσπάθησαν να αναλύσουν τη χρονοσειρά Bitcoin υψηλής συχνότητας (1-min) χρησιμοποιώντας μοντέλα μηχανικής μάθησης και στατιστικής πρόβλεψης. Λόγω του μεγάλου μεγέθους των δεδομένων, αποφάσισαν να αθροίσουν τις πραγματοποιηθείσες τιμές μεταβλητότητας χρησιμοποιώντας μεγάλα διαστήματα 3 ωρών. Επιπρόσθετα, επεσήμαναν ότι αυτές οι τιμές παρουσίασαν ασθενή συσχέτιση με βάση την υψηλή-χαμηλή έκταση της τιμής με τις σχετικές τιμές του διαστήματος των 3 ωρών. Στην πειραματική τους ανάλυση, επικεντρώθηκαν στην αξιολόγηση διαφόρων μοντέλων τύπου

⁴Το θεώρημα του Bayes, που πήρε το όνομά του από τον Βρετανό μαθηματικό του 18ου αιώνα Thomas Bayes, είναι ένας μαθηματικός τύπος για τον προσδιορισμό της υπό όρους πιθανότητας. Η υπό όρους πιθανότητα είναι η πιθανότητα να συμβεί ένα αποτέλεσμα, με βάση ένα προηγούμενο αποτέλεσμα. Το θεώρημα του Bayes παρέχει έναν τρόπο αναθεώρησης των υφιστάμενων προβλέψεων ή θεωριών (πιθανότητες ενημέρωσης) δίνοντας νέα ή πρόσθετα στοιχεία. Στα χρηματοοικονομικά, το θεώρημα του Bayes μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση του κινδύνου δανεισμού χρημάτων σε πιθανούς δανειολήπτες.

⁵Ένας αυτοπαλινδρομικός ολοκληρωμένος κινητός μέσος όρος, (ARIMA), είναι ένα μοντέλο στατιστικής ανάλυσης που χρησιμοποιεί δεδομένα χρονοσειρών είτε για να κατανοήσει καλύτερα το σύνολο δεδομένων είτε για να προβλέψει τις μελλοντικές τάσεις. Ένα στατιστικό μοντέλο είναι αυτοπαλινδρομικό εάν προβλέπει μελλοντικές τιμές με βάση προηγούμενες τιμές.

ANN, SVMs⁶ και Ridge Regression⁷ και του μοντέλου Heterogeneous Auto-Regressive Realized Volatility⁸. Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι η παλινδρόμηση Ridge παρουσίασε σημαντικά την καλύτερη απόδοση ενώ η SVM παρουσίασε κακή απόδοση.

Οι Ji et al. αξιολόγησαν την απόδοση πρόβλεψης στην τιμή του Bitcoin διαφόρων μοντέλων βαθιάς μάθησης, όπως δίκτυα LSTM, συνελκτικά νευρωνικά δίκτυα, βαθιά νευρωνικά δίκτυα, βαθιά υπολειμματικά δίκτυα και οι συνδυασμοί τους. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνά τους περιείχαν 29 χαρακτηριστικά του blockchain του Bitcoin από 2590 ημέρες (από 29 Νοεμβρίου 2011 έως 31 Δεκεμβρίου 2018). Διεξήγαγαν μια λεπτομερή πειραματική διαδικασία λαμβάνοντας υπόψη τόσο προβλήματα ταξινόμησης όσο και παλινδρόμησης, όπου η πρώτη προβλέπει εάν η τιμή θα αυξηθεί ή θα μειωθεί την επόμενη ημέρα και η δεύτερη προβλέπει την τιμή του Bitcoin της επόμενης ημέρας. Τα αριθμητικά πειράματα έδειξαν ότι τα μοντέλα που βασίζονται σε αρχιτεκτονικές DNN⁹ είχαν την καλύτερη απόδοση για ανοδικές τιμές, ενώ τα μοντέλα LSTM ξεπέρασαν ελαφρώς τα υπόλοιπα μοντέλα για την πρόβλεψη της τιμής του Bitcoin.

Οι Kumar και Rath (2020) επικεντρώθηκαν στην πρόβλεψη των τάσεων των τιμών του Ethereum χρησιμοποιώντας μεθοδολογίες μηχανικής μάθησης και βαθιάς μάθησης. Διεξήγαγαν μια πειραματική ανάλυση και συνέκριναν την ικανότητα πρόβλεψης των νευρωνικών δικτύων LSTM και του Perceptron Multi-Layer (MLP)¹⁰. Χρησιμοποίησαν δεδομένα ημέρας, ωριαία και λεπτά που συλλέχθηκαν από τα αποθετήρια CoinMarket και CoinDesk. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησής τους έδειξαν ότι το LSTM ξεπέρασε οριακά το MLP αλλά όχι σημαντικά, αν και ο χρόνος εκπαίδευσής τους ήταν σημαντικά υψηλός.

⁶Το SVM ή Support Vector Machine είναι ένα γραμμικό μοντέλο για προβλήματα ταξινόμησης και παλινδρόμησης. Μπορεί να λύσει γραμμικά και μη γραμμικά προβλήματα και να λειτουργήσει καλά για πολλά πρακτικά προβλήματα. Ο αλγόριθμος δημιουργεί μια γραμμή ή ένα υπερπίπεδο που διαχωρίζει τα δεδομένα σε κλάσεις.

⁷Η παλινδρόμηση Ridge είναι μια μέθοδος εκτίμησης των συντελεστών μοντέλων πολλαπλής παλινδρόμησης σε σενάρια όπου ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό. Έχει χρήσεις σε τομείς όπως η οικονομετρία, η χημεία και η μηχανική.

⁸Τα ετερογενή αυτοπαλινδρομικά μοντέλα (HAR) της υψηλής συχνότητας πραγματοποιούμενης αστάθειας είναι εμπνευσμένα από την Υπόθεση της Ετερογενούς Αγοράς και ενσωματώνουν ημερήσιες, εβδομαδιαίες και μηνιαίες πραγματοποιούμενες μεταβλητότητες στη δυναμική μεταβλητότητας με δομή (1,5,22) χρονικού ορίζοντα.

⁹Οι αρχιτεκτονικές DNN δημιουργούν μοντέλα σύνθεσης όπου το αντικείμενο εκφράζεται ως μια πολυεπίπεδη σύνθεση αρχικών δεδομένων. Τα επιπλέον επίπεδα επιτρέπουν τη σύνθεση χαρακτηριστικών από χαμηλότερα επίπεδα, μοντελοποιώντας πιθανώς σύνθετα δεδομένα με λιγότερες μονάδες από ένα ρηχό δίκτυο παρόμοιας απόδοσης.

¹⁰Ένα πολυστρωματικό perceptron είναι μια κατηγορία τροφοδοτικού τεχνητού νευρωνικού δικτύου. Ο όρος MLP χρησιμοποιείται διφορούμενα, μερικές φορές χαλαρά για να σημαίνει οποιοδήποτε τροφοδοτικό ANN, μερικές φορές αυστηρά για να αναφέρεται σε δίκτυα που αποτελούνται από πολλαπλά στρώματα perceptrons.

Οι Pintelas et al. (2020) διεξήγαγαν μια λεπτομερή έρευνα, αξιολογώντας προηγμένα μοντέλα βαθιάς μάθησης για την πρόβλεψη μεγάλων τιμών και κινήσεων κρυπτονομισμάτων. Επιπλέον, διεξήγαγαν μια λεπτομερή συζήτηση σχετικά με τα θεμελιώδη ερευνητικά ερωτήματα: Μπορούν οι αλγόριθμοι βαθιάς μάθησης να προβλέψουν αποτελεσματικά τις τιμές των κρυπτονομισμάτων; Είναι οι τιμές των κρυπτονομισμάτων μια τυχαία διαδικασία; Ποια είναι η σωστή μέθοδος επικύρωσης μοντέλων πρόβλεψης τιμών κρυπτονομισμάτων; Τα ολοκληρωμένα πειραματικά τους αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι ακόμη και τα μοντέλα που βασίζονται στο LSTM και στο CNN, τα οποία είναι γενικά προτιμότερα για την πρόβλεψη χρονοσειρών, δεν μπόρεσαν να δημιουργήσουν αποτελεσματικά και αξιόπιστα μοντέλα πρόβλεψης. Επιπλέον, οι συγγραφείς δήλωσαν ότι οι τιμές των κρυπτονομισμάτων πιθανότατα ακολουθούν μια σχεδόν τυχαία διαδικασία, ενώ ενδέχεται να υπάρχουν λίγα κρυφά μοτίβα. Ως εκ τούτου, νέες εξελιγμένες αλγοριθμικές προσεγγίσεις θα πρέπει να εξεταστούν και να διερευνηθούν για την ανάπτυξη ενός μοντέλου πρόβλεψης για να γίνουν ακριβείς και αξιόπιστες προβλέψεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ **ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ**

3.1 ΤΑ 3 ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ

Σύμφωνα με το περιοδικό Forbes (<https://www.forbes.com/advisor/investing/top-10-cryptocurrencies/>) το Νοέμβριο του 2021 τα τρία κρυπτονομίσματα που βρισκόταν στην κορυφή με βάση την κεφαλαιοποίησή τους στην αγορά ή τη συνολική αξία όλων των νομισμάτων που κυκλοφορούν αυτήν τη στιγμή, είναι το Bitcoin, το Ethereum και το Binance.

Αναφορικά με το Bitcoin (BTC) το κεφάλαιο που απαιτείται για την αγορά του υπερβαίνει τα 1,17 τρισεκατομμύρια δολάρια ενώ ένα Bitcoin κοστίζει 51.013,96 ευρώ (23/11/2021). Το συγκεκριμένο κρυπτονόμισμα δημιουργήθηκε το 2009 από τον Satoshi Nakamoto και αποτελεί το πρώτο κρυπτονόμισμα. Όπως συμβαίνει με τα περισσότερα κρυπτονομίσματα, το BTC εκτελείται σε μια αλυσίδα κόμβων ή σε ένα “βιβλίο” καταγραφής συναλλαγών που διανέμονται σε ένα δίκτυο χιλιάδων υπολογιστών.

Η τιμή του Bitcoin έχει εκτοξευθεί καθώς έχει γίνει δημοφιλές. Πριν από πέντε χρόνια, μπορούσε κάποιος να αγοράσει ένα Bitcoin για περίπου 500 \$. Από τις 29 Οκτωβρίου 2021, η τιμή ενός Bitcoin ήταν πάνω από 62.000 \$. Πρόκειται για αύξηση περίπου 12.300%.

Όσον αφορά το Ethereum (ETH), η συνολική του κεφαλαιοποίηση είναι λίγο πάνω από 500 δισεκατομμύρια δολάρια, ενώ για την αγορά ενός Ethereum απαιτούνται 3.870 ευρώ (23/11/2021). Τόσο ως κρυπτονόμισμα όσο και ως πλατφόρμα blockchain, το Ethereum είναι το αγαπημένο των προγραμματιστών λόγω των πιθανών εφαρμογών του, όπως τα λεγόμενα έξυπνα συμβόλαια που εκτελούνται αυτόματα όταν πληρούνται οι προϋποθέσεις και τα μη ανταλλάξιμα token (NFTs). Το Ethereum γνώρισε επίσης τεράστια ανάπτυξη, σε λίγο περισσότερο από πέντε χρόνια, η τιμή του πήγε από περίπου 11 δολάρια σε πάνω από 4.400 δολάρια, αυξήθηκε σχεδόν 40.000%.

Σχετικά με το Binance Coin η κεφαλαιοποίηση του είναι πάνω από 88 δισεκατομμύρια δολάρια. Το Binance Coin είναι μια μορφή κρυπτονομίσματος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εκτελεστούν συναλλαγές στην πλατφόρμα Binance, ένα από τα

μεγαλύτερα ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων στον κόσμο. Από την κυκλοφορία του το 2017, το Binance Coin έχει επεκταθεί διευκολύνοντας τις συναλλαγές στην πλατφόρμα ανταλλαγής του Binance. Τώρα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για συναλλαγές, διεκπεραίωση πληρωμών ή ακόμα και για κρατήσεις ταξιδιών. Μπορεί επίσης να ανταλλάσσεται με άλλες μορφές κρυπτονομισμάτων, όπως το Ethereum ή το Bitcoin. Η τιμή του το 2017 ήταν μόλις 0,10 \$. Έως τις 29 Οκτωβρίου 2021, είχε αυξηθεί σε πάνω από 530 \$, ένα κέρδος άνω του 530.000%.

3.2 BITCOIN

Το Bitcoin είναι ένα εικονικό νόμισμα που έχει επινοηθεί για ανώνυμες πληρωμές, κατασκευασμένο εντελώς ανεξάρτητα από τις κυβερνήσεις και τις τράπεζες. Τα τελευταία χρόνια το Bitcoin έχει προκαλέσει μεγάλη προσοχή σε πολλά μέτωπα. Οι πληρωμές Bitcoin βασίζονται σε μια νέα ενδιαφέρουσα τεχνική λύση και λειτουργεί διαφορετικά από τις παραδοσιακές πληρωμές.

Σε ορισμένες καταστάσεις πληρωμής, το Bitcoin μπορεί να προσφέρει πλεονεκτήματα με τη μορφή χαμηλότερου κόστους, ταχύτητα, ανωνυμία κ.λπ. σε σχέση με τις παραδοσιακές μεθόδους πληρωμής. Ωστόσο, η χρήση του μπορεί επίσης να είναι πιο επικίνδυνη γιατί το Bitcoin δεν καλύπτεται άμεσα από τους νόμους που διέπουν άλλους διαμεσολαβητές πληρωμής. Η αδύναμη προστασία των καταναλωτών είναι επίσης ένας λόγος για τον οποίο μπορεί να είναι δύσκολο για το Bitcoin να γίνει γενικά αποδεκτό και βιώσιμο ως μέσο πληρωμής. Η χρήση του Bitcoin για πληρωμές είναι χαμηλή σήμερα, και παρόλο που το μέλλον του Bitcoin είναι αβέβαιο, είναι μια ενδιαφέρουσα καινοτομία που αξίζει να περιγραφεί.

Πολλές περιοχές έχουν υποστεί ραγδαία τεχνολογική πρόοδο τα τελευταία χρόνια. Οι ανάγκες μας σε όρους πραγματοποίησης πληρωμών υπόκεινται επίσης σε μετασχηματισμό. Για παράδειγμα, νοικοκυριά πραγματοποιούν αγορές μέσω Διαδικτύου σε αυξανόμενο βαθμό και το ποσό των διασυνοριακών πληρωμών χαρακτηρίζεται από άνοδο. Ωστόσο, οι λύσεις πληρωμών, ειδικά για πληρωμές από άτομο σε άτομο, δεν έχουν εξελιχθεί το ίδιο γρήγορα. Το Bitcoin μπορεί να θεωρηθεί ως απάντηση στην έλλειψη τέτοιων λύσεων πληρωμής και έχει γίνει συχνά θέμα συζήτησης στα μέσα ενημέρωσης, στους χώρους εργασίας και μεταξύ φίλων. Τα τελευταία χρόνια. Διάφοροι παράγοντες έχουν προκαλέσει την περιέργεια για το

πώς λειτουργεί το νόμισμα, καθώς και για την υποτιθέμενη ανωνυμία για τους χρήστες, αλλά και το γεγονός ότι οι τράπεζες δεν εμπλέκονται στις πληρωμές και τη δυνατότητα πραγματοποίησης πληρωμών παγκοσμίως. Ταυτόχρονα, είναι δύσκολο να αντιληφθούμε τι είναι πραγματικά το Bitcoin και πώς λειτουργεί.

3.2.1 ΕΙΚΟΝΙΚΟ ΝΟΜΙΣΜΑ

Ένα εικονικό νόμισμα είναι ένα μέσο πληρωμής δηλαδή, οι μονάδες του εικονικού νομίσματος αντιπροσωπεύουν μια τιμή. Προορίζεται για χρήση σε πληρωμές σε μια συγκεκριμένη εικονική κοινότητα, όπως ένας συγκεκριμένος ιστότοπος ή σε ένα δίκτυο χρηστών με ειδικό λογισμικό για τη διαχείριση του εικονικού νομίσματος και την πραγματοποίηση πληρωμών. Αυτός ο τύπος της εικονικής κοινότητας μπορεί επομένως να ειπωθεί ότι μοιάζει με μια εθελοντική συμφωνία για χρήση ενός συγκεκριμένου στοιχείου ως μέσο πληρωμής. Αυτή είναι μια σημαντική διαφορά με τα εθνικά νομίσματα, όπως π.χ το ευρώ. Για το Bitcoin, η λογιστική μονάδα είναι το ίδιο το Bitcoin. Ο εκδότης του εικονικού νομίσματος μπορεί να είναι μια εταιρεία ή ακόμη και ένας ιδιώτης, αλλά ο εκδότης δεν βρίσκεται υπό την επίβλεψη μιας κρατικής αρχής. Συνεπώς, η έκδοση εικονικού νομίσματος δεν αποτελεί δραστηριότητα που ρυθμίζεται από την κυβέρνηση.

Το εικονικό νόμισμα έχει κάποιους δικούς του κανόνες που καθορίζουν πού και πώς μπορεί να είναι η τεχνική υποδομή στην οποία πραγματοποιούνται οι πληρωμές.

Το εικονικό νόμισμα, έχει το δικό του σύνολο κανόνων και τεχνική υποδομή σε συνδυασμό ενός μικρού συστήματος πληρωμών, που στο εξής θα αναφέρεται ως σύστημα εικονικού νομίσματος. Υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός σχημάτων εικονικών νομισμάτων που έχουν δημιουργηθεί και λειτουργούν, με διαφορετικούς τρόπους. Μπορούν να χωριστούν σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα σχετικά με τον βαθμό στον οποίο είναι δυνατή η αγορά και η πώληση του εικονικού νομίσματος. Γενικά χωρίζονται σε κλειστά, με μονοκατευθυντική ροή και σε αμφίδρομες ροές.

- Σε κλειστά σχήματα εικονικού νομίσματος, το εικονικό νόμισμα δεν μπορεί να αγοραστεί ούτε πουληθεί, αλλά αποκτάται και χρησιμοποιείται μόνο σε συγκεκριμένους ιστότοπους (όπως το World-of-Warcraft).
- Εάν το εικονικό νόμισμα μπορεί να αγοραστεί με εθνικό νόμισμα, αλλά να μην ανταλλαχθεί, το σχήμα έχει μια μονοκατευθυντική ροή.

- Όταν το εικονικό νόμισμα μπορεί να αγοραστεί και να πωληθεί και να χρησιμοποιηθεί εκτός ενός συγκεκριμένου ιστότοπου, το σύστημα έχει αμφίδρομες ροές.

Όπως εξηγείται παρακάτω, το Bitcoin είναι ένα παράδειγμα ενός σχήματος με αμφίδρομη ροή. Μια περαιτέρω διάκριση που μπορεί να γίνει είναι αν το εικονικό νόμισμα είναι συγκεντρωμένο ή αποκεντρωμένο. Όπως συμβαίνει με τα τραπεζογραμμάτια και τα κέρματα, οι πληρωμές με μονάδες εικονικού νομίσματος πραγματοποιούνται μέσω αυτών που αλλάζουν ιδιοκτησία. Η ιδιοκτησιακή δομή πρέπει επομένως να έχει καταχωρηθεί κάπου, διαφορετικά μπορεί να είναι δελεαστικό για έναν κάτοχο μονάδων εικονικού νομίσματος να το αντιγράψει και να το χρησιμοποιεί πολλές φορές.

Ένα κεντρικό σύστημα εικονικών νομισμάτων έχει ένα κεντρικό σύστημα επαλήθευσης και εκτέλεσης συναλλαγών. Στην πράξη, αυτό διαχειρίζεται όλους τους λογαριασμούς μέσω των οποίων γίνονται οι πληρωμές. Σε ένα αποκεντρωμένο σύστημα εικονικού νομίσματος, όπως το Bitcoin, οι συναλλαγές επαληθεύονται και εκτελούνται μέσω του δικτύου των χρηστών που πραγματοποιούν κάποια μορφή δραστηριότητας για να έχουν δικαίωμα εγγραφής. Η ανωνυμία και η ασφάλεια που παρέχει αυτό αποτελεί τις θεμελιώδεις έννοιες στις οποίες βασίζεται το Bitcoin.

3.2.2 ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΤΟ BITCOIN

Το Bitcoin είναι ένα αποκεντρωμένο σύστημα εικονικών νομισμάτων με αμφίδρομη ροή. Επινοήθηκε για να είναι ανεξάρτητο από κυβερνήσεις, τράπεζες και άλλα ιδρύματα. Σε γενικό επίπεδο, το Bitcoin λειτουργεί μάλλον σαν ένα είδος ηλεκτρονικών μετρητών.

Τα Bitcoins μπορούν να αγοραστούν σε ειδικούς ιστότοπους, τόσο στο εξωτερικό όσο και στην Ελλάδα και ανταλλάσσονται με εθνικό νόμισμα. Η συναλλαγματική ισοτιμία για το Bitcoin καθορίζεται από την αγορά ως συνάρτηση της προσφοράς και της ζήτησης.

Οι πληρωμές με Bitcoin μπορούν να πραγματοποιηθούν οπουδήποτε με το απαραίτητο λογισμικό υπολογιστή, smartphone ή tablet. Αυτό το λογισμικό ονομάζεται ηλεκτρονικό πορτοφόλι. Ωστόσο, το Bitcoin δεν πρέπει να θεωρηθεί ως είδος ψηφιακών μετρητών. Ο λόγος είναι ότι τα Bitcoin δεν είναι ψηφιακές μονάδες αξίας που αποθηκεύονται. Επομένως, ένα Bitcoin δεν είναι ψηφιακό χαρτονόμισμα ή νόμισμα και πρέπει να μην συγκρίνεται με κανονικά χαρτονομίσματα και κέρματα. Αντίθετα, το Bitcoin θα πρέπει να θεωρείται ως

κεφάλαιο μέσα σε ένα λογαριασμό. Όταν πραγματοποιείται μια πληρωμή, εκείνος που πληρώνει δεν στέλνει ψηφιακά χαρτονομίσματα και κέρματα στον παραλήπτη. Η πληρωμή πραγματοποιείται μέσω χρέωσης του λογαριασμού του αποστολέα και πίστωση του λογαριασμού του παραλήπτη. Οι πληρωμές γίνονται μέσω ανταλλαγής κρυπτογραφημένων μηνυμάτων και επαληθεύονται εντός του δικτύου του χρήστη.

Παρακάτω ακολουθεί ένα παράδειγμα που έχει ως στόχο να εξηγήσει τη διαδικασία:

Αρχικά θα πρέπει να εξηγήσουμε την έννοια της «ασύμμετρης κρυπτογράφησης» και πώς ο αποστολέας (άτομο A) και ο παραλήπτης (άτομο B) των κρυπτογραφημένων μηνυμάτων μπορεί να αναγνωριστούν με ασφάλεια. Η ασύμμετρη κρυπτογράφηση βασίζεται στο ότι ο A και ο B έχουν δύο κλειδιά κρυπτογράφησης ο καθένας. Τα κλειδιά κρυπτογράφησης είναι μοναδικά και κανείς δεν μπορεί να έχει τα ίδια κλειδιά με κανέναν άλλον. Ένα από τα κλειδιά αυτά είναι δημόσια. Με άλλα λόγια είναι ή θα μπορούσε να γίνει γνωστό σε όλους αυτό το κλειδί, ενώ το άλλο είναι ιδιωτικό. Όταν ο A επιθυμεί να στείλει ένα κρυπτογραφημένο μήνυμα στον B, χρησιμοποιεί το δημόσιο κλειδί του B για την κρυπτογράφηση του μηνύματος, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί μόνο χρησιμοποιώντας το ιδιωτικό κλειδί του B. Έτσι, ο B είναι το μόνο άτομο που μπορεί να διαβάσει το μήνυμα.

Για την υπογραφή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ασύμμετρη κρυπτογράφηση. Αν ο A χρησιμοποιεί το ιδιωτικό του κλειδί για να κρυπτογραφήσει ένα μήνυμα, αυτό μπορεί να αποκρυπτογραφηθεί μόνο χρησιμοποιώντας το δημόσιο κλειδί του A. Το άτομο που αποκρυπτογραφεί το μήνυμα μπορεί στη συνέχεια να βεβαιωθεί ότι στάλθηκε από τον A (κανείς άλλος δεν έχει πρόσβαση στο ιδιωτικό κλειδί του A).

Ας υποθέσουμε ότι ο A πρόκειται να πληρώσει 1 Bitcoin (BTC) στον B. Ο A και ο B έχουν και τα δύο ηλεκτρονικά πορτοφόλια τους στους υπολογιστές και κάθε τέτοιο πορτοφόλι έχει ένα ιδιωτικό και ένα δημόσιο κλειδί κρυπτογράφησης. Ένα πορτοφόλι συσχετίζεται με το δημόσιο κλειδί κρυπτογράφησης, το οποίο χρησιμεύει ως διεύθυνση ή αριθμός λογαριασμού. Ο A και ο B επικοινωνούν μέσω του ηλεκτρονικού πορτοφολιού τους.

Η συναλλαγή ξεκινά όταν ο B στέλνει το δημόσιο κλειδί κρυπτογράφησης (αριθμός λογαριασμού) στον A. Ο A, ή πιο συγκεκριμένα το πορτοφόλι του A, γράφει τώρα μια εντολή πληρωμής για 1 BTC στον B και την υπογράφει με το ιδιωτικό κλειδί του A. Η εντολή πληρωμής εκδίδεται στο δίκτυο των χρηστών Bitcoin. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι η συναλλαγή μεταξύ των πορτοφολιών του A και του B προτείνεται στο δίκτυο, το οποίο τώρα πρέπει να επιβεβαιώσει/επαληθεύσει τη συναλλαγή για να είναι έγκυρη. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την αποστολή του μηνύματος προς το δίκτυο βασίζεται σε τεχνολογία

παρόμοια με την κοινή χρήση αρχείων (BitTorrent), η οποία είναι κοινή για τη διάδοση/κοινή χρήση ταινιών, μουσικής κ.λπ. στο Διαδίκτυο (Berg C., Edlund T., Jönsson K., Roos-Isaksson C., 2014).

Η διαδικασία επαλήθευσης είναι η εξής: Κάθε δέκατο λεπτό, ένας συγκεκριμένος τύπος συμμετέχοντα για το δίκτυο του Bitcoin συγκεντρώνει τις συναλλαγές που προτείνονται στο τελευταίο δεκάλεπτο. Αυτό εμφανίζεται αυτόματα και ο γύρος των συγκεντρωμένων συναλλαγών ονομάζεται «κόμβος» και οι ειδικοί συμμετέχοντες ονομάζονται «miners» και έχουν το καθήκον να επαληθεύσουν τη συναλλαγή προσθέτοντας το νέο κόμβο (τις συναλλαγές) σε αυτό που είναι γνωστό ως blockchain, που είναι στην επίσημη λίστα ή μητρώο των επαληθευμένων συναλλαγών Bitcoin. Επειδή το blockchain περιέχει πληροφορίες σχετικά με την αποστολή πορτοφολιών, τη λήψη πορτοφολιών και τα ποσά τους, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να επαληθευτεί πόσα BTC ανήκουν σε ένα συγκεκριμένο πορτοφόλι. Είναι το ίδιο με το να μπορεί κάποιος να υπολογίζει το υπόλοιπο ενός κανονικού τραπεζικού λογαριασμού και έχει πρόσβαση σε όλες τις εισερχόμενες και εξερχόμενες συναλλαγές αυτού του λογαριασμού. Επομένως, ένα ηλεκτρονικό πορτοφόλι μπορεί να θεωρηθεί ως λογαριασμός, για τον οποίο το δημόσιο κλειδί χρησιμεύει ως αριθμός λογαριασμού για το πορτοφόλι. Μια συναλλαγή Bitcoin δεν είναι εντελώς ανώνυμη, επειδή προστίθεται στο blockchain, καταχωρείται και είναι εύκολα διαθέσιμη στο διαδίκτυο (Berg C., Edlund T., Jönsson K., Roos-Isaksson C., 2014).

Επομένως, είναι αρκετά απλό να προσδιοριστούν τα πορτοφόλια μεταξύ των οποίων έχει γίνει μια συναλλαγή. Ωστόσο, είναι πολύ δύσκολο να συνδέσετε πορτοφόλια με μεμονωμένους χρήστες, πράγμα που σημαίνει ότι η συναλλαγή είναι στην πράξη ανώνυμη.

Οι πληρωμές επαληθεύονται μέσω miners που λύνουν ένα μαθηματικό πρόβλημα του οποίου η λύση είναι δύσκολο να υπολογιστεί, αλλά εύκολο να επαληθευτεί μόλις υπολογιστεί. Για να γίνει καλύτερα κατανοητή η επαλήθευση, θα πρέπει να εξηγηθεί η έννοια της "συνάρτησης κατακερματισμού". Η συνάρτηση αυτή είναι μια συνάρτηση που μετατρέπει έναν αριθμό ή κείμενο αυθαίρετου μήκους σε δεδομένο μικρού μήκους. Για παράδειγμα, τα μεμονωμένα στοιχεία σε έναν αριθμό μπορούν να προστεθούν μαζί και εάν το άθροισμα υπερβαίνει έναν μονοψήφιο αριθμό, τα συστατικά του αθροίζονται μαζί, και ούτω καθεξής. Ο αριθμός 678910 είναι επομένως $6+7+8+9+1+0=31$ και το 31 είναι $3+1=4$. Ως εκ τούτου, ο πολυψήφιος αριθμός έχει μετατραπεί σε μονοψήφιο αριθμό. Έστω x το πρωτότυπο blockchain, y οι συναλλαγές που πρέπει να επαληθευτούν και z ένας διαφορετικός αριθμός. Το πρόβλημα που πρέπει να επιλυθεί μπορεί να διατυπωθεί ως $f(x,y,z) \leq n$ όπου f είναι μια συνάρτηση κατακερματισμού και είναι μια περίπτωση εύρεσης

ενός αριθμού z έτσι ώστε η συνάρτηση κατακερματισμού να λάβει χαμηλότερη τιμή από το n όπου n μπορεί να ερμηνευθεί ως ο βαθμός δυσκολίας της συνάρτησης κατακερματισμού (Berg C., Edlund T., Jönsson K., Roos-Isaksson C., 2014).

Οι miners ανταγωνίζονται μεταξύ τους για το ποιος μπορεί να βρει μια λύση πιο γρήγορα. Όταν ένας miner έχει βρει μια λύση, η προτεινόμενη λύση αποστέλλεται στο δίκτυο, στο οποίο άλλοι miners μπορεί απλά να επαληθεύσουν εάν η λύση είναι σωστή ή όχι. Μια απόφαση αποδοχής λύσης λαμβάνεται με απόφαση της πλειοψηφίας, στην οποία η ισχύς ψήφου ενός miner εξαρτάται από την έκταση της χωρητικότητας υπολογισμού, ή της υπολογιστικής ισχύος του δικτύου. Όταν μια λύση υποστηρίζεται από miners που αντιπροσωπεύουν την πλειοψηφία της υπολογιστικής ισχύος του δικτύου, τότε η λύση θεωρείται αποδεκτή. Οι προτεινόμενες συναλλαγές προστίθενται τώρα στο blockchain, το οποίο γίνεται κατά έναν κόμβο μεγαλύτερο. Τώρα που η συναλλαγή μεταξύ A και B έγινε αποδεκτή, ο B είναι ο κάτοχος του μεταβιβασθέντος ενός BTC με το οποίο το πορτοφόλι του πιστώνεται. Ταυτόχρονα, 1 BTC έχει χρεωθεί από το πορτοφόλι του A.

Το κίνητρο για τους miners να επενδύσουν υπολογιστική ισχύ στη διαδικασία επαλήθευσης είναι όπως λειτουργεί και η αποζημίωση, και ενδέχεται να δημιουργήσουν νέα Bitcoin. Η διαδικασία είναι η εξής: ο miner που έλυσε τη συνάρτηση κατακερματισμού πιο γρήγορα, με άλλα λόγια αυτός που υπολόγισε πρώτος το z , ως ανταμοιβή προσθέτει επίσης μια επιπλέον "συναλλαγή" στον κόμβο που πρόκειται να επαληθευτεί (y). Αυτή η συναλλαγή πιστώνει το πορτοφόλι του ανθρακωρύχου με N ποσό BTC χωρίς να χρεώνεται το πορτοφόλι κανενός άλλου. Κάθε δεύτερη εβδομάδα, το σύνολο κανόνων (το πρωτόκολλο) που διέπει το Bitcoin προσαρμόζει τον βαθμό δυσκολίας n της συνάρτησης κατακερματισμού και της ποσότητας Bitcoins (N) που δημιουργείται σε κάθε επαλήθευση (Berg C., Edlund T., Jönsson K., Roos-Isaksson C., 2014).

Η προσαρμογή είναι να διασφαλίσει ότι το δίκτυο μπορεί να επαληθεύει τις συναλλαγές μία φορά κάθε δέκα λεπτά. Εάν η υπολογιστική ισχύς στο δίκτυο αυξηθεί, θα αυξηθεί και ο βαθμός δυσκολίας και αντίστροφα. Η ποσότητα των Bitcoin που δημιουργείται μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, καθώς το N μειώνεται στο μισό μετά από 210.000 κόμβους, που ισοδυναμεί με περίπου 4 χρόνια. Το αρχικό ποσό ήταν $N=50$ και τώρα είναι $N=25$. Επειδή το N μειώνεται με την πάροδο του χρόνου, υπάρχει ένα ανώτατο όριο 21 εκατομμυρίων στον αριθμό των Bitcoin που μπορεί να υπάρχουν.

3.2.3 ΠΛΗΡΩΜΕΣ ΜΕ BITCOIN

Μια πληρωμή με Bitcoin δεν είναι πληρωμή σε πραγματικό χρόνο. Μπορεί να χρειαστούν έως και δέκα λεπτά για να επαληθευτεί μια πληρωμή και ο γενικός κανόνας είναι ότι θα πρέπει να περιμένει κανείς έξι γύρους επαλήθευσης για να γίνει βέβαιο ότι η πληρωμή προστέθηκε πράγματι στο blockchain. Επομένως, η πληρωμή Bitcoin μπορεί να διαρκέσει έως και περίπου μία ώρα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι, λόγω του αρχείου κοινής χρήσης της τεχνολογίας και της διαδικασίας επαλήθευσης, δεν υπάρχει κεντρική τοποθεσία αποθήκευσης για το blockchain. Κάθε συμμετέχων στο δίκτυο έχει πληροφορίες για το σύνολο ή μέρη του blockchain (Berg C., Edlund T., Jönsson K., Roos-Isaksson C., 2014).

3.3 ETHEREUM

Η πλατφόρμα Ethereum σχεδιάστηκε αρχικά τον Νοέμβριο του 2013 με στόχο τη δημιουργία μίας ακόμη γενικευμένης πλατφόρμας blockchain, που συνδυάζει την έννοια της δημόσιας οικονομικής συναίνεσης μέσω της απόδειξης συμμετοχής με την αφαιρετική δύναμη μιας κρατικής εικονικής μηχανής προκειμένου να επιτραπεί στους προγραμματιστές εφαρμογών να δημιουργούν πολύ πιο εύκολα εφαρμογές που επωφελούνται από τις ιδιότητες αποκέντρωσης και ασφάλειας των blockchain, και ιδιαίτερα την αποφυγή της ανάγκης δημιουργίας ενός νέου blockchain για κάθε νέα εφαρμογή. Ενώ τα προηγούμενα πρωτόκολλα blockchain θα μπορούσαν να θεωρηθούν ως εργαλεία μίας λειτουργίας, όπως οι αριθμομηχανές τσέπης ή στην καλύτερη περίπτωση εργαλεία πολλαπλών λειτουργιών, το Ethereum είναι το “smartphone” των blockchain: μια καθολική πλατφόρμα όπου, ότι θέλει κάποιος να φτιάξει, μπορεί απλώς να το δημιουργήσει ως μια «εφαρμογή» και οι χρήστες του Ethereum θα μπορούν να επωφεληθούν από αυτήν αμέσως χωρίς να κάνουν λήψη νέου ειδικού λογισμικού.

Αν και το έργο εμφανίστηκε αρχικά ως προτεινόμενη αναβάθμιση λειτουργιών σε Mastercoin που προσφέρει υποστήριξη για το ευρύτερο φάσμα των οικονομικών συμβάσεων, το ενδιαφέρον επεκτάθηκε γρήγορα σε ένα πολύ μεγαλύτερο σύνολο εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων χρηματοοικονομικών συμβολαίων, στοιχήματα, έκδοση ψηφιακού κουπονιού, κίνητρα αποκεντρωμένης αποθήκευσης αρχείων, και πολλά

άλλα. Η ανάπτυξη της πλατφόρμας Ethereum χρηματοδοτήθηκε μέσω μιας δημόσιας εκδήλωσης "crowdsale" τον Αύγουστο του 2014 και το δημόσιο blockchain Ethereum ξεκίνησε το καλοκαίρι του 2015.

3.3.1 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ BLOCKCHAIN ΣΤΟ ETHEREUM

Όλα τα blockchain έχουν μια ιστορική έννοια διότι διατηρούν το σύνολο όλων των προηγούμενων συναλλαγών και κόμβων καθώς και τη σειρά που έλαβαν χώρα, αλλά και την τοποθεσία, στοιχεία που καθορίζουν αν η δεδομένη συναλλαγή είναι έγκυρη ή όχι και ποια θα είναι η κατάσταση μετά την επεξεργασία μιας συναλλαγής.

Στο Ethereum, ο σχεδιασμός είναι κάπως πιο περίπλοκος. Η κατάσταση μπορεί να περιγραφεί ως το σύνολο όλων των λογαριασμών, όπου κάθε λογαριασμός είναι είτε λογαριασμός εξωτερικής ιδιοκτησίας (EOA) είτε σύμβαση. Εάν ο λογαριασμός είναι EOA, η κατάσταση απλώς αποθηκεύει το υπόλοιπο του λογαριασμού σε ether (εσωτερικό κρυπτο-token του Ethereum, παρόμοιο με το Bitcoin ή το XRP στη συνάρτηση) και έναν αριθμό σειράς που χρησιμοποιείται για την αποτροπή επιθέσεων επανάληψης συναλλαγών. Εάν ο λογαριασμός είναι συμβόλαιο, το κράτος αποθηκεύει τον κωδικό της σύμβασης, καθώς και το συμβόλαιο, σε μια βάση δεδομένων κλειδιού-αξίας (D. Vujicic, D. Jagodic and S. Randic, 2018).

Μια συναλλαγή στο Ethereum καθορίζει (μαζί με άλλες πληροφορίες που θα περιγραφούν αργότερα όπως απαιτείται) τη διεύθυνση προορισμού, μια ποσότητα ether προς συναλλαγή και ένα πεδίο "δεδομένων" που θεωρητικά μπορεί να περιέχει οποιαδήποτε πληροφορία (και επίσης μια διεύθυνση αποστολέα, αν και αυτό δεν φαίνεται στην υπογραφή και επομένως δεν προσδιορίζεται ρητά). Εάν μια συναλλαγή αποσταλεί σε έναν EOA ή σε έναν λογαριασμό που δεν υπάρχει ακόμη, τότε απλώς λειτουργεί ως μεταφορά ether και δεν εξυπηρετεί κανέναν άλλο σκοπό. Ωστόσο, εάν μια συναλλαγή αποσταλεί σε μια σύμβαση, εκτελείται ο κωδικός της σύμβασης.

Αυτός ο κωδικός έχει τη δυνατότητα να:

- Διαβάσει τα δεδομένα συναλλαγής.
- Διαβάσει την ποσότητα του ether που αποστέλλεται στη συναλλαγή
- Διαβάσει και να γράψει στο χώρο αποθήκευσης του συμβολαίου.

- Αναγνώσει μεταβλητές περιβάλλοντος (π.χ. χρονική σήμανση, δυσκολία αποκλεισμού, προηγούμενοι κατακερματισμοί κόμβων)
- Στείλει μια «εσωτερική συναλλαγή» σε άλλο συμβόλαιο.

Ουσιαστικά, μπορεί κανείς να σκεφτεί ένα συμβόλαιο ως ένα είδος «εικονικού αντικειμένου» που είναι αποθηκευμένο στην κατάσταση Ethereum, αλλά που μπορεί να διατηρήσει τη δική του εσωτερική μνήμη και που έχει το δικαίωμα να εκτελεί τα ίδια είδη ενεργειών και τα ίδια είδη σχέσεων με άλλες συμβάσεις που μπορούν να διατηρούν και οι εξωτερικοί χρήστες. Μία εσωτερική συναλλαγή είναι μια συναλλαγή που δημιουργείται με σύμβαση: σαν μια κανονική "εξωτερική" συναλλαγή, έχει επίσης έναν αποστολέα, έναν προορισμό, μια ποσότητα ether και δεδομένα μηνυμάτων και εάν μια εσωτερική συναλλαγή αποστέλλεται τότε εκτελείται ο κωδικός της σύμβασης. Κατά την έξοδο από την εκτέλεση, ο κωδικός της σύμβασης έχει τη δυνατότητα να επιστρέψει στο μηδέν ή σε περισσότερα byte δεδομένων, επιτρέποντας τη χρήση εσωτερικών συναλλαγών για να «ζητηθούν» άλλες συμβάσεις για συγκεκριμένες πληροφορίες. Ένα νέο συμβόλαιο μπορεί να δημιουργηθεί είτε με συναλλαγή, τοποθετώντας τον κωδικό του συμβολαίου στα δεδομένα συναλλαγής και χωρίς να προσδιοριστεί μια διεύθυνση προορισμού ή από το εσωτερικό του ίδιου του κωδικού σύμβασης μέσω της δημιουργίας opcode.

Με απλά λόγια, αντί να επιβάλλει ένα συγκεκριμένο σύνολο κανόνων που στοχεύουν σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή, το Ethereum επιτρέπει στους χρήστες να γράφουν προγράμματα προσδιορίζοντας όποιους κανόνες θέλουν, να ανεβάζουν τα προγράμματα στο blockchain και το blockchain θα ερμηνεύσει τους κανόνες για αυτούς.

Στη δημόσια αλυσίδα κόμβων Ethereum, αυτός ο μηχανισμός συμβολαίου έχει χρησιμοποιηθεί με πολλούς τρόπους (D. Vujicic, D. Jagodic and S. Randic, 2018):

- Ως βάσεις δεδομένων για την παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων που υποστηρίζονται από τον εκδότη
- Ως «έξυπνα συμβόλαια» που ελέγχουν άλλα περιουσιακά στοιχεία (συμπεριλαμβανομένων περιουσιακών στοιχείων που υποστηρίζονται από τον εκδότη) και αποστέλλονται σε συγκεκριμένα μέρη ανάλογα με ειδικές προϋποθέσεις: αυτό γενικά διασπάται περαιτέρω σε πολλές υποκατηγορίες, συμπεριλαμβανομένων (i) των χρηματοοικονομικών συμβολαίων (π.χ. CFD, δυαδικά δικαιώματα προαίρεσης, παράγωγα), (ii) της μεσεγγύησης (εφαρμογή "ατομικών ανταλλαγών ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων»), (iii) των πρωτοκόλλων πολλαπλών μερών, όπως δημοπρασίες, συμβόλαια διασφάλισης, οικονομικά παιχνίδια που δίνουν κίνητρα για την αποκάλυψη συγκεκριμένων πληροφοριών κ.λ.π.

- Ως μητρώα για ένα σύστημα ονομάτων του τομέα της blockchain
- Ως λογαριασμοί που αντιπροσωπεύουν έναν χρήστη και έναν οργανισμό, αλλά έχουν πολύπλοκα δικαιώματα πρόσβασης, π.χ. multisig
- Ως "βιβλιοθήκες λογισμικού", που επιτρέπουν τη σύνταξη και τη δημοσίευση κώδικα στο blockchain μία φορά και στη συνέχεια χρησιμοποιείται από οποιονδήποτε άλλον

Η έννοια του «έξυπνου συμβολαίου», ορίζεται πιο απλά ως «ένα πρόγραμμα υπολογιστή που ελέγχει άμεσα τα ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία» και είναι ιδιαίτερα σημαντική. Τα συμβόλαια έχουν τις δικές τους διευθύνσεις και έτσι μπορούν να χρησιμεύσουν ως κάτοχοι ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων με τον ίδιο τρόπο που μπορούν και οι χρήστες. Εάν ένα συμβόλαιο «κατέχει» ψηφιακά στοιχεία, αυτό σημαίνει ότι (i) μόνο ο κώδικας εκτέλεσης της σύμβασης μπορεί να στείλει το στοιχείο σε άλλο μέρος και (ii) κάθε συμβαλλόμενο μέρος που βλέπει και μπορεί να επαληθεύσει το blockchain γνωρίζει ότι το στοιχείο βρίσκεται υπό τον έλεγχο αυτού του προγράμματος.

Για παράδειγμα, μπορεί κανείς να εφαρμόσει μια ελεύθερη διαπραγμάτευση του περιουσιακού στοιχείου A για το περιουσιακό στοιχείο B, ζητώντας από τον ιδιοκτήτη του περιουσιακού στοιχείου A να στείλει το στοιχείο σε ένα πρόγραμμα του οποίου ο κωδικός είναι περίπου "εάν λάβω στοιχείο B εντός 24 ωρών, θα στείλω το στοιχείο A στον αποστολέα και θα γίνει αποστολή στοιχείου B στον δημιουργό μου, διαφορετικά θα επιστρέψω το στοιχείο A στον δημιουργό μου". Ο κάτοχος του στοιχείου B μπορεί να δει ότι το περιουσιακό στοιχείο A βρίσκεται υπό τον έλεγχο του συμβολαίου, και έτσι γνωρίζει ότι εάν στείλει το περιουσιακό στοιχείο B, το συμβόλαιο θα εκτελέσει τη συναλλαγή δίκαια και σωστά.

Μόλις ο αρχικός κάτοχος του περιουσιακού στοιχείου A στείλει το περιουσιακό στοιχείο στη σύμβαση, δεν έχουν πλέον κανένα τρόπο να χειραγωγήσουν το συμβόλαιο για να το πάρουν πίσω, μπορούν μόνο να περιμένουν είτε το εμπόριο να πετύχει και να λάβουν το περιουσιακό στοιχείο B ή να μην πετύχει η συναλλαγή εντός 24 ωρών οπότε και θα λάβουν αυτόματα το περιουσιακό στοιχείο A πίσω.

Το blockchain στο Ethereum είναι παρόμοιο με αυτό του Bitcoin. Πρωτίστως το blockchain αποτελείται από μια σειρά κόμβων με κάθε κόμβο να περιέχει έναν δείκτη προς τον προηγούμενο κόμβο και μια παραγγελθείσα λίστα συναλλαγών. Οι κόμβοι ασφαλιζονται ορίζοντας το σύνολο των επιβεβαιωμένων συναλλαγών και τη σειρά με την οποία πρέπει να διεκπεραιωθούν. Για να φτάσει στην "τρέχουσα κατάσταση" το blockchain του Ethereum, ένας κόμβος μπορεί να ξεκινήσει από την "κατάσταση γένεσης" (μια κοινά αποδεκτή αρχική κατάσταση που περιλαμβάνεται σε κάθε πελάτη Ethereum) και να γίνει επεξεργασία κάθε

συναλλαγής και της εφαρμογής τυχόν αλλαγών υπολοίπου/αριθμού σειράς/κωδικού/αποθηκευτικού χώρου που προκύπτουν από την επεξεργασία των συναλλαγών και τέλος η εκτέλεση κώδικα διαδοχικά (D. Vujicic, D. Jagodic and S. Randic, 2018). Η ίδια διαδικασία συμβαίνει και στο Bitcoin αν και η έμφαση του Ethereum στο μοντέλο "κατάστασης μετάβασης" εκτέλεσης συναλλαγής είναι μοναδική, ο τρόπος με τον οποίο λειτουργεί ο κώδικας στο Ethereum, το Bitcoin και άλλα πρωτόκολλα όπως το Ripple, το Dogecoin κ.λπ., είναι ουσιαστικά ο ίδιος.

3.3.2 ΔΗΜΟΣΙΟ ΚΑΙ ΙΔΙΩΤΙΚΟ ETHEREUM

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ενώ το αρχικό blockchain του Ethereum είναι ένα δημόσιο blockchain, η κατάσταση των κανόνων μετάβασης (δηλαδή το μέρος του πρωτοκόλλου που ασχολείται με την επεξεργασία συναλλαγών, την εκτέλεση του κώδικα σύμβασης, κ.λπ.) μπορεί να διαχωριστεί από τον αλγόριθμο συναίνεσης του δημόσιου blockchain Ethereum (δηλαδή απόδειξη εργασίας) και είναι απολύτως δυνατή η δημιουργία ιδιωτικού (που εκτελείται από έναν κόμβο που ελέγχεται από μια εταιρεία) ή κοινοπραξίας (που διευθύνεται από προκαθορισμένο σύνολο κόμβων) blockchain που εκτελούν τον κωδικό Ethereum (D. Vujicic, D. Jagodic and S. Randic, 2018). Η ίδια η τεχνολογία Ethereum είναι επομένως αναμφισβήτητα αγνωστικιστής μεταξύ του αν εφαρμόζεται δημόσια, στα πλαίσια κοινοπραξίας ή σε ιδιωτικό μοντέλο. Ενώ υπάρχουν εκδόσεις του Ethereum που αναπτύσσονται επί του παρόντος για ένα πλαίσιο ιδιωτικής αλυσίδας, π.χ. HydraChain, απομένει ακόμη να γίνει σημαντική δουλειά για να καταστούν βιώσιμα και να το επιτύχουν.

3.3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ

Αν και το Ethereum είναι μια εξαιρετικά γενική πλατφόρμα και μπορεί θεωρητικά να χρησιμοποιηθεί για μια πολύ μεγάλη ποικιλία χρήσεων, η σημαντική πλεονότητα των εφαρμογών Ethereum είναι τουλάχιστον εν μέρει οικονομικής φύσης. Αυτές οι εφαρμογές χωρίζονται περαιτέρω σε «καθαρά οικονομικές», που ασχολούνται αποκλειστικά με τη

διαχείριση πολύτιμων ψηφιακών χρηματοοικονομικών περιουσιακών στοιχείων, δημιουργία χρηματοοικονομικών συμβολαίων, μεσεγγυούχων κ.λπ., και τα «ημι-χρηματοοικονομικά», τα οποία συνδυάζουν περιπτώσεις χρήσης οικονομικών ή και πληρωμών με την παροχή υπηρεσιών που δεν έχουν από μόνες τους οικονομική φύση.

Τα παραδείγματα της τελευταίας κατηγορίας είναι ποικίλα, και κυμαίνονται από πλατφόρμες "αποκεντρωμένης Uber" έως έργα χρηματοδότησης εμπορίου που εστιάζονται σε ιδρύματα, όπως το CargoChain που κέρδισε το hackathon blockchain της Σαγκάης τον Ιανουάριο του 2016 και αυτά τα έργα εκμεταλλεύονται το blockchain Ethereum τόσο για το ψηφιακό του στοιχείο όσο και για τη λειτουργικότητα διαχείρισης και έξυπνης σύμβασης και για τη χρησιμότητα της σε μη χρηματοοικονομικές δυνατότητες, λειτουργώντας ως μια βάση δεδομένων για αρχεία παρακολούθησης αποστολής, πληροφορίες φήμης και βαθμολογίας και απόδειξη ύπαρξης για υπογεγραμμένες νομικές συμβάσεις.

Στην «καθαρά οικονομική» πλευρά, βλέπουμε (D. Vujicic, D. Jagodic and S. Randic, 2018):

- Επεξεργασία χρηματοοικονομικών συμβολαίων και παραγώγων που βασίζεται σε blockchain (π.χ. Clearmatics)
- Άλλα χρηματοοικονομικά μέσα που τοποθετούνται στο blockchain (π.χ. πλατφόρμα «έξυπνων ομολόγων» της UBS)
- Ψηφιοποίηση περιουσιακών στοιχείων του πραγματικού κόσμου, που κυμαίνονται από χρυσό (π.χ. Digix Global) έως "κέρματα διακανονισμού" και εκφράζονται σε νομίσματα fiat τόσο για σκοπούς χρηματοοικονομικών συναλλαγών όσο και για απλή ροή πληρωμών
- Χρήση συμβάσεων που βασίζονται σε blockchain για διαφορά (CFD), που επιβάλλονται με χρήση έξυπνων συμβολαίων και εξασφαλίζουν διακανονισμούς σε κρυπτονομίσματα χωρίς κινδύνους αντισυμβαλλομένου, για τη δημιουργία «καθρεφτιστικών περιουσιακών στοιχείων» που προσομοιώνουν περιουσιακά στοιχεία στον πραγματικό κόσμο, προσφέροντας ίσες αποδόσεις στο υποκείμενο περιουσιακό στοιχείο που παρέχει μια αγορά αρμπιτράζ με επαρκή ρευστότητα.

- Διαχείριση εξασφαλίσεων μέσω blockchain ή έξυπνων συμβολαίων

Υπάρχουν επίσης μη χρηματοοικονομικές εφαρμογές blockchain που είναι οι ίδιες χρήσιμες σε χρηματοοικονομικές πλατφόρμες (βασισμένες σε blockchain ή nonblockchain). Ίσως το καλύτερο παράδειγμα αυτού είναι η επαλήθευση ταυτότητας.

Το Ethereum προσφέρει μια εξαιρετικά γενικευμένη πλατφόρμα που επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν εφαρμογές για μια πολύ μεγάλη ποικιλία περιπτώσεων χρήσης με πολύ λιγότερη προσπάθεια από ό,τι θα χρειαζόταν για να δημιουργήσουν το δικό τους

blockchain. Το όραμα της πλατφόρμας είναι αυτό του «παγκόσμιου υπολογιστή»: να δημιουργηθεί ένα σύστημα που μοιάζει στους χρήστες όσο το δυνατόν περισσότερο σαν ένας υπολογιστής, ενώ κερδίζει τα οφέλη ασφάλειας, δυνατότητας ελέγχου και αποκέντρωσης της τεχνολογίας blockchain.

Οι μελλοντικές εξελίξεις στον οδικό χάρτη στοχεύουν στη μέγιστη επίλυση των προβλημάτων που υπάρχουν στην blockchain τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένης της επεκτασιμότητας και της ιδιωτικότητας, με τρόπο που να είναι όσο το δυνατόν πιο φιλικός, σε όσες περισσότερες κατηγορίες εφαρμογών είναι δυνατόν, βελτιώνοντας την εμπειρία του χρήστη-προγραμματιστή.

3.4 BINANCE COIN

Το Binance, το οποίο ιδρύθηκε το 2017 από τον προγραμματιστή λογισμικού Changpeng Zhao, είναι ένα αποκεντρωμένο χρηματιστήριο κρυπτογράφησης που είχε αρχικά έδρα την Κίνα.

Ενώ το Binance είναι επί του παρόντος το μεγαλύτερο ανταλλακτήριο κρυπτονομισμάτων στον κόσμο ως προς τον όγκο συναλλαγών, αντιμετωπίζει επίσης ρυθμιστικά ζητήματα σε αρκετές χώρες. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, βρίσκεται επί του παρόντος υπό έρευνα από τις αμερικανικές αρχές για καταγγελίες για ξέπλυμα χρήματος και φορολογικά αδικήματα. Η πλατφόρμα έχει επίσης απαγορευτεί σε πολλές χώρες.

Το Binance προσφέρει εκατοντάδες κρυπτονομίσματα για παγκόσμιους χρήστες. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η παγκόσμια πλατφόρμα Binance είναι διαφορετική από την αντίστοιχη αμερικανική, Binance.us, η οποία προσφέρει μόνο περίπου 60 κρυπτονομίσματα.

3.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Προσφέρει σχετικά χαμηλές χρεώσεις συναλλαγών και μια ευρεία επιλογή κρυπτονομισμάτων για εμπόριο παγκοσμίως, αν και οι επιλογές συναλλαγών της είναι πιο

περιορισμένες στις ΗΠΑ ενώ οι χαμηλές προμήθειες της μπορεί να είναι ελκυστικές, η πλατφόρμα έχει αντιμετωπίσει ρυθμιστικά ζητήματα και αυτή τη στιγμή βρίσκεται υπό έρευνα στις ΗΠΑ. Η Binance προσφέρει εκατοντάδες κρυπτονομίσματα για εμπόριο παγκοσμίως. Αυτό το καθιστά μια καλή επιλογή για ενεργούς εμπόρους που θέλουν να διαφοροποιήσουν τα χαρτοφυλάκια τους. Η πλατφόρμα προσφέρει χαμηλές χρεώσεις, που σημαίνει ότι οι έμποροι μπορούν να επωφελούνται περισσότερο από τις επενδύσεις και τα κέρδη τους. Η Binance προσφέρει πολλές επιλογές συναλλαγών, συμπεριλαμβανομένων των συναλλαγών peer-to-peer, των spot διαπραγματεύσεων και των συναλλαγών περιθωρίου. Προσφέρει επίσης πολλούς τύπους παραγγελιών, συμπεριλαμβανομένης της παραγγελίας ορίου, της παραγγελίας αγοράς, της εντολής διακοπής ορίου, της εντολής διακοπής της αγοράς, της τελικής εντολής διακοπής της παραγγελίας κ.α. Μέσω των πινάκων εργαλείων του για επιτραπέζιους υπολογιστές ή για κινητά, η Binance προσφέρει μια ευρεία γκάμα λειτουργικών συναλλαγών, συμπεριλαμβανομένης μιας εντυπωσιακής επιλογής γραφημάτων της αγοράς και εκατοντάδων κρυπτονομισμάτων. Οι χρήστες μπορούν επίσης να έχουν πρόσβαση σε μια ποικιλία συναλλαγών, συμπεριλαμβανομένων των συμβολαίων μελλοντικής εκπλήρωσης και δικαιωμάτων προαίρεσης, καθώς και σε διάφορους τύπους παραγγελιών.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Η πλατφόρμα Binance δεν είναι προσβάσιμη στους πελάτες των ΗΠΑ: Η Binance προσφέρει εκατοντάδες κρυπτονομίσματα για εμπόριο παγκοσμίως. Ωστόσο, το Binance.us για χρήστες των ΗΠΑ, είναι πιο περιορισμένη. Επιπλέον, το Binance.US είναι διαθέσιμο μόνο σε 43 πολιτείες.

Η πλατφόρμα είναι πολύπλοκη και μπορεί να προκαλεί σύγχυση: Αν και το ευρύ φάσμα των δυνατοτήτων και των επιλογών που διαθέτει μπορεί να είναι συναρπαστικό, για αρχάριους του χώρου μπορεί να είναι τρομακτικό.

Δεν υπάρχει διαθέσιμο ενσωματωμένο ψηφιακό πορτοφόλι: Ενώ ορισμένα δημοφιλή ανταλλακτήρια έχουν ενσωματωμένα ψηφιακά πορτοφόλια, η Binance δεν το έχει. Συνιστά το Trust Wallet, το οποίο έχει καλή φήμη, αλλά μπορεί να προσφέρει περιορισμένη υποστήριξη μόνο εάν υπάρχουν προβλήματα με τις μεταφορές Binance.

Η Binance αντιμετώπισε πολλά ρυθμιστικά και νομικά ζητήματα σε πολλές χώρες, επομένως οι επενδυτές κρυπτονομισμάτων μπορεί να θέλουν να εξετάσουν το ενδεχόμενο επιλογής άλλων ανταλλακτηρίων.

3.4.2 ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ BINANCE COIN

Όπως και άλλα εξελισσόμενα κρυπτονομίσματα, το Binance Coin προσφέρει πολλές χρήσεις που ξεπερνούν το ανταλλακτήριο Binance, όπως π.χ.:

Διαπραγμάτευση : Το Binance Coin μπορεί να διαπραγματευτεί για άλλα κρυπτονομίσματα σε διάφορα χρηματιστήρια, ανάλογα με τους περιορισμούς που θέτει το χρηματιστήριο.

Χρεώσεις συναλλαγών στο Binance Exchange : Το BNB μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πληρωμή συναλλαγών στο Binance Exchange και οι χρήστες λαμβάνουν επίσης έκπτωση για να το κάνουν.

Πληρωμές με πιστωτική κάρτα : Το BNB μπορεί να είναι ο τρόπος πληρωμής για λογαριασμούς πιστωτικών καρτών κρυπτογράφησης στο Crypto.com.

Επεξεργασία πληρωμών : Οι έμποροι μπορούν να προσφέρουν το BNB ως μέσο πληρωμής για τους πελάτες, προσφέροντας μεγαλύτερη ευελιξία στους τρόπους πληρωμής.

Ταξιδιωτικές κρατήσεις : Το BNB μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κρατήσεις ξενοδοχείων και πτήσεων σε επιλεγμένους ιστότοπους.

Ψυχαγωγία : Από την πληρωμή για εικονικά δώρα μέχρι την αγορά λαχείων, το BNB εξυπηρετεί διάφορους σκοπούς στον χώρο ψυχαγωγίας.

Επένδυση : Πολλές πλατφόρμες επιτρέπουν στους επενδυτές να επενδύουν σε μετοχές, ETF και άλλα περιουσιακά στοιχεία χρησιμοποιώντας το Binance Coin.

Δάνεια και μεταφορές : Το BNB μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εγγύηση για δάνεια σε ορισμένες πλατφόρμες. Επίσης, υπάρχουν εφαρμογές που επιτρέπουν στους χρήστες να μοιράζουν λογαριασμούς και να πληρώνουν φίλους και συγγενείς μέσω του Binance Coin.

3.4.3 ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΟΜΕΝΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ

Το ανταλλακτήριο Binance έχει συχνά επαινεθεί για τη μεγάλη ποικιλία κρυπτονομισμάτων που διαθέτει. Οι έμποροι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πλατφόρμα για πολλά ψηφιακά νομίσματα, συμπεριλαμβανομένων, ενδεικτικά των: Bitcoin, Bitcoin Cash , Bitcoin Gold, Ethereum , Ethereum Classic, EOS, Dash, Litecoin , NEO , GAS, Zcash, Dash, Ripple και άλλα.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, το Binance υποστηρίζει επίσης πολλά διακριτικά, ως μέρος των καταχωρίσεων ICO. Έχοντας αυτό κατά νου, οι έμποροι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πλατφόρμα για να ανταλλάξουν αυτά τα διακριτικά με σκοπό το κέρδος.

Το νόμισμα Binance μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πληρωμή τελών και θα συμπεριληφθεί επίσης στα μελλοντικά τους σχέδια για τη δημιουργία ενός Αποκεντρωμένου Χρηματιστηρίου όπου θα αποτελεί ένα από τα βασικά νομίσματα βάσης.

Η αγορά του ίδιου του νομίσματος Binance μοιάζει με μια καλή επένδυση για το μέλλον, καθώς το ανταλλακτήριο σχεδιάζει να χρησιμοποιήσει τα κέρδη του για να αγοράζει πίσω ένα μέρος των νομισμάτων κάθε τρίμηνο και να τα καταστρέφει: επομένως μειώνοντας την προσφορά και καθιστώντας τα πιο πολύτιμα για τους κατόχους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα διερευνήσουμε σε ημερήσια βάση την συμπεριφορά των τριών κρυπτονομισμάτων (BTC, ETH, BNB) κατά τη διάρκεια του Covid-19 με την μεγαλύτερη κεφαλαιοποίηση της αγοράς. Τα δεδομένα που επιλέχθηκαν αφορούν τις τιμές κλεισίματος για την χρονική περίοδο από 9/11/2017 έως 01/01/2022 με σύνολο παρατηρήσεων 1515 και συλλέχτηκαν από την ιστοσελίδα **investing.com**.

Συγκεκριμένα παρουσιάζονται γραφήματα αποδόσεων με και χωρίς τάση για το κοινό τους διάστημα σε ημερήσια βάση, έπειτα γίνεται περιγραφική στατιστική (Descriptive Statistics) και ανάλυση της συσχέτισης (correlation) μεταξύ των τριών κρυπτονομισμάτων. Επίσης, γίνεται έλεγχος αιτιότητας με το τεστ Granger Causality και τέλος τρέχω τρεις παλινδρομήσεις για το κάθε κρυπτονόμισμα ξεχωριστά και με βάση τα κριτήρια Akaike & Schwartz επιλέγω το «καλύτερο» μοντέλο παλινδρόμησης. Το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία αυτή είναι το **Eviews**.

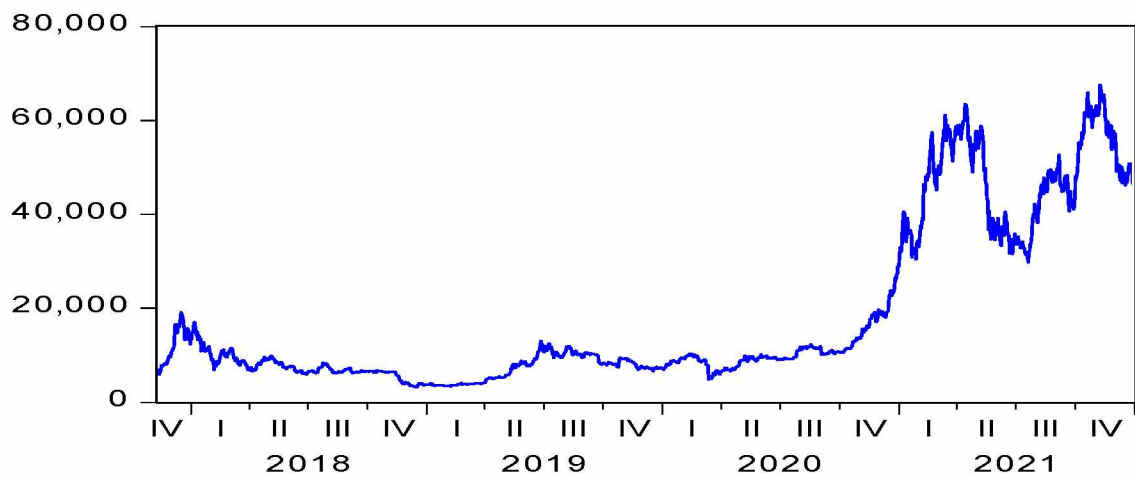
4.2 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ BTC, ETH, BNB

4.2.1 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ BTC, ETH, BNB ΜΕ ΤΑΣΗ ΣΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΒΑΣΗ

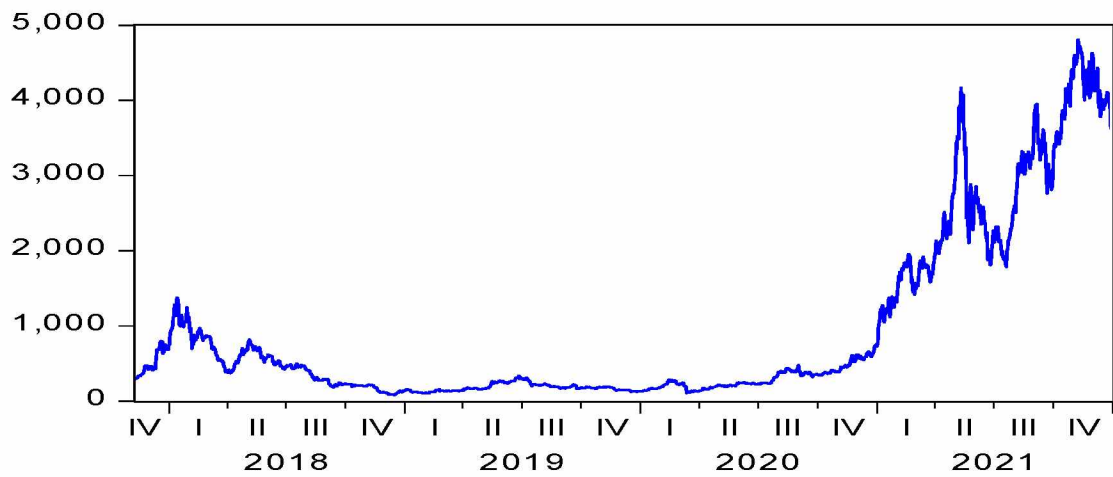
Παρακάτω παρουσιάζονται τα γραφήματα των τριών κρυπτονομισμάτων με τάση για την χρονική περίοδο 9/11/2017 έως 1/01/2022.

Το διάστημα που εφαρμόστηκε το lockdown λόγω Covid-19 από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (16 Μαρτίου 2020), συνέβη μια διόρθωση της τάξεως άνω του 50% στην αγορά των κρυπτονομισμάτων η οποία διήρκεσε για πολύ λίγο και η αγορά ανέκαμψε σε πολύ υψηλότερα επίπεδα από τις προηγούμενες υψηλές τιμές.

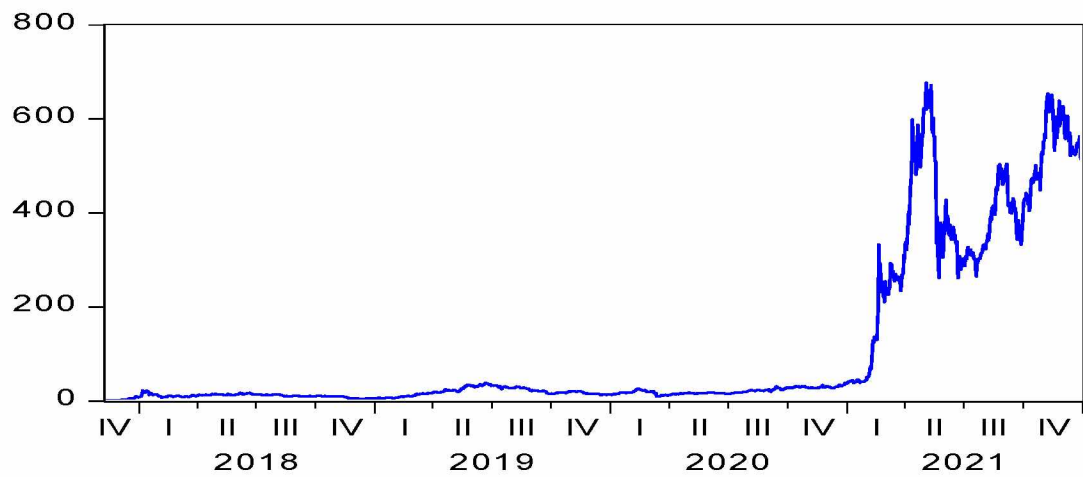
BTC



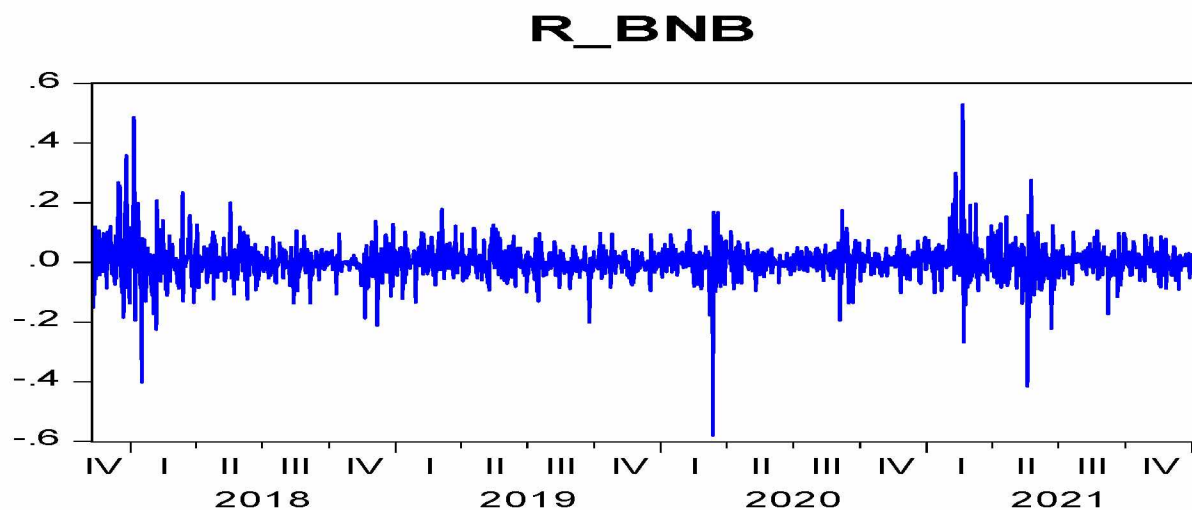
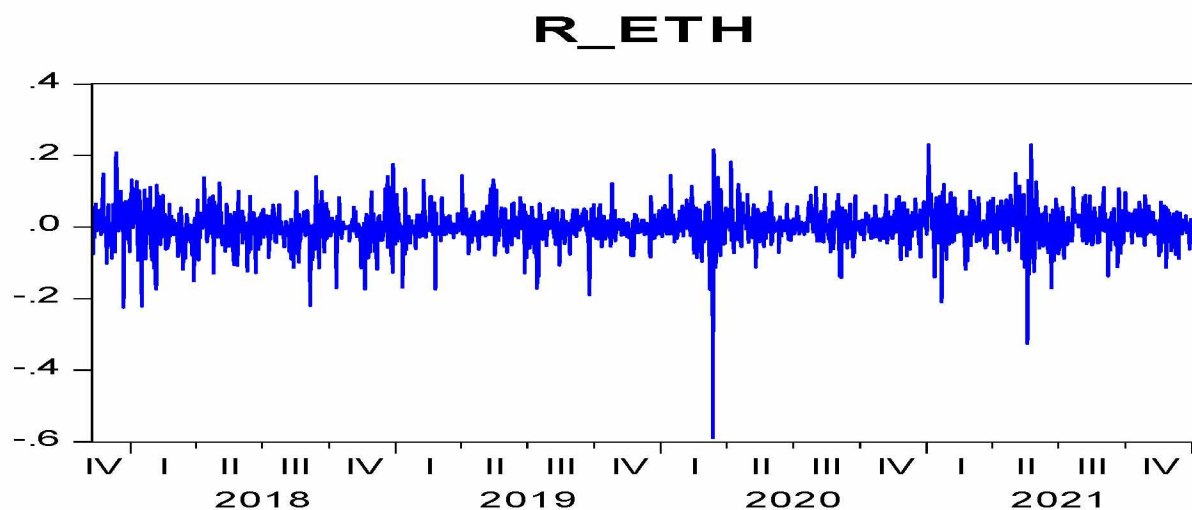
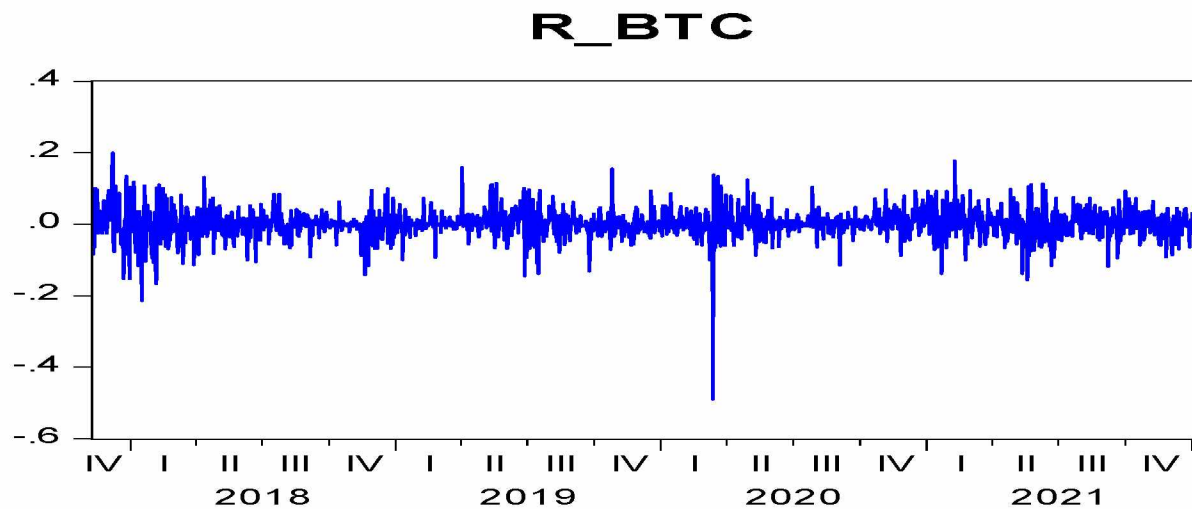
ETH



BNB



4.2.2 ΓΡΑΦΗΜΑΤΑ ΑΠΟΔΟΣΕΩΝ ΤΩΝ BTC, ETH, BNB ΧΩΡΙΣ ΤΑΣΗ ΣΕ ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΒΑΣΗ



Στα παραπάνω διαγράμματα που είναι χωρίς τάση φαίνεται ξεκάθαρα η έντονη μεταβλητότητα (volatility clustering) την χρονική στιγμή της ανακοίνωσης των lockdown (16 Μαρτίου 2020). Η υψηλή αυτή μεταβλητότητα δημιουργεί αβεβαιότητα στους ορθολογικούς επενδυτές με αποτέλεσμα να χάνουν την εμπιστοσύνη τους στην αγορά και να ρευστοποιούν τα κεφάλαια τους. Αυτό το φαινόμενο οδηγεί στην ακόμη ταχύτερη κατάρρευση της αγοράς (ντόμινο) που στην περίπτωση μας είχε ως αποτέλεσμα να γίνει διόρθωση άνω του 50%.

4.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ (DESCRIPTIVE STATISTICS)

Πίνακας (1) Κρυπτονομισμάτων (BTC, ETH, BNB)

Date: 01/09/22 Time: 19:08
 Sample: 11/09/2017 1/01/2022

	R_BTC	R_ETH	R_BNB
Mean	0.001204	0.001578	0.003583
Median	0.001757	0.001774	0.001913
Maximum	0.200060	0.230772	0.530574
Minimum	-0.490297	-0.589639	-0.581158
Std. Dev.	0.042489	0.054006	0.064222
Skewness	-1.056146	-1.115494	0.244623
Kurtosis	16.70864	14.83085	17.53290
Jarque-Bera	12144.52	9149.740	13347.43
Probability	0.000000	0.000000	0.000000
Sum	1.824378	2.391009	5.428183
Sum Sq. Dev.	2.733286	4.415728	6.244422
Observations	1515	1515	1515

Στον παραπάνω πίνακα (1) απεικονίζεται η περιγραφική στατιστική των τριών κρυπτονομισμάτων για τα τελευταία τέσσερα έτη.

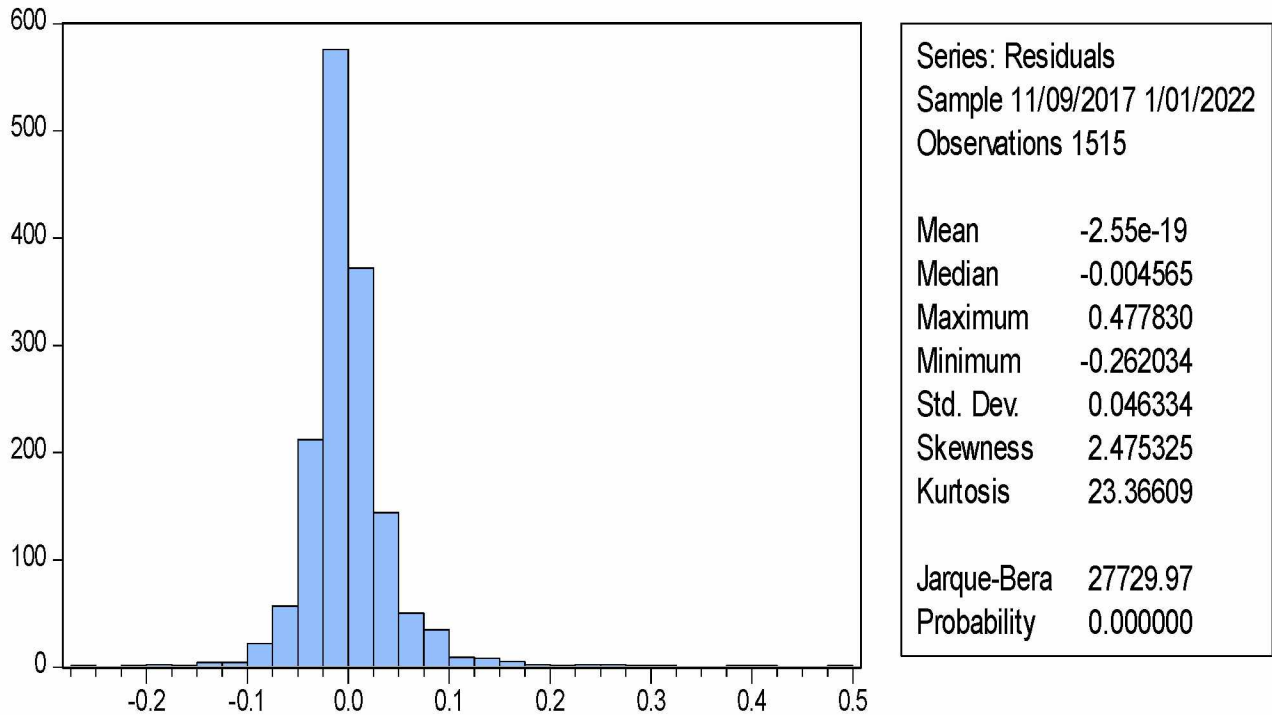
Μια κατανομή συχνοτήτων μπορεί να είναι συμμετρική ή ασύμμετρη. Συμμετρική είναι όταν οι τιμές της τοποθετούνται συμμετρικά γύρω από την μέση αριθμητική τιμή. Όποια κατανομή δεν είναι συμμετρική γύρω από τον μέσο της παρουσιάζει ασυμμετρία ή οποία σύμφωνα με τον Pearson υπολογίζεται από την διαφορά ανάμεσα στον μέσο και την επικρατούσα τιμή μιας κατανομής.

Ασύμμετρη προς τα δεξιά είναι η κατανομή που έχει θετική ασυμμετρία και στην περίπτωση αυτή ο μέσος είναι μεγαλύτερος από την διάμεσο και την επικρατούσα τιμή. Από την άλλη, ασύμμετρη προς τα αριστερά είναι η κατανομή που έχει αρνητική ασυμμετρία και στην περίπτωση αυτή ο μέσος είναι μικρότερος από την διάμεσο και την επικρατούσα τιμή. Χάλκος, (2011)

Με βάση τον παραπάνω πίνακα (1) παρατηρούμε ότι το BTC και το ETH παρουσιάζουν αρνητική ασυμμετρία όπως φαίνεται με το κόκκινο χρώμα. Δηλαδή η κατανομή έχει ακραίες παρατηρήσεις προς τα αριστερά το οποίο υποδεικνύει την σημαντική διόρθωση που έγινε με την ανακοίνωση του πρώτου lockdown. Είναι φυσικό διότι όπως σε κάθε αρνητικό γεγονός έτσι κι εδώ ο φόβος των επενδυτών τους οδήγησε σε ρευστοποίηση των κεφαλαίων τους οδηγώντας την αγορά σε ακόμη ταχύτερη και μεγαλύτερη βύθιση.

Ένα άλλο μέτρο επιπεδοποίησης της κατανομής των συχνοτήτων είναι η Κύρτωση η οποία μας δείχνει πόσο πλατιά, λεπτή ή επίπεδη είναι η κατανομή που εξετάζουμε. Στην συγκεκριμένη περίπτωση παρατηρούμε ότι είναι μεγαλύτερη του 3 (Kurtosis > 3) και στα τρία κρυπτονομίσματα που σημαίνει ότι η κατανομή μας είναι λεπτόκυρτη.

Ιστόγραμμα κανονικής κατανομής των τριών Κρυπτονομισμάτων (BTC, ETH, BNB)



Με το ιστόγραμμα κανονικής κατανομής θα ελέγξουμε επίσης εάν τα κρυπτονομίσματα κατανέμονται κανονικά. Με βάση την στατιστική Jarque Bera και συγκρίνοντας τη με την κατανομή χ^2 για δυο βαθμούς ελευθερίας, σχηματίζουμε την μηδενική και εναλλακτική υπόθεση :

H_0 : Υπάρχει Κανονική Κατανομή

H_1 : Δεν υπάρχει Κανονική Κατανομή

Παρατηρούμε ότι το Probability είναι μηδέν και για τα τρία κρυπτονομίσματα, δηλαδή

$P_value = 0.000000 <$ για κάθε ένα από τα συνήθη επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha = 0.05$, $\alpha = 0.01$ και $\alpha = 0.10$), άρα απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση και δεν έχουμε κανονική κατανομή, το οποίο επιβεβαιώνεται και από την κύρτωση.

Τέλος, μπορούμε να πούμε ότι το κρυπτονομίσμα που προσεγγίζει περισσότερο την κανονική κατανομή είναι το ETH καθώς έχει την χαμηλότερη τιμή Jarque Bera (JB = 9.149,740) και αυτό που αποκλίνει περισσότερο από την κανονική κατανομή είναι το BNB καθώς έχει την μεγαλύτερη τιμή Jarque Bera (JB = 13.347,43). Αυτό συμβαίνει διότι το ETH

εκτός του ότι είναι ένα project πολλών χρόνων με μεγάλη αξιοπιστία και τεράστια χρησιμότητα στον χώρο της blockchain, έχει και αρκετά μεγαλύτερη κεφαλαιοποίηση σε σχέση με το BNB το οποίο δημιουργήθηκε πρόσφατα.

4.4 ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΩΝ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΩΝ BTC, ETH, BNB (CORELLATION PEARSON)

Πίνακας 2:

	R_BTC	R_ETH	R_BNB
R_BTC	1.000000	0.782916	0.656266
R_ETH	0.782916	1.000000	0.651230
R_BNB	0.656266	0.651230	1.000000

Η συσχέτιση ή συνάφεια μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών ή παραγόντων εκφράζει την μεταξύ τους σχέση. Υπάρχουν διάφοροι ποσοτικοί δείκτες για τον σκοπό αυτοί οι οποίοι ονομάζονται μέτρα ή συντελεστές συσχέτισης. Τα μέτρα συσχέτισης είναι αριθμητικοί δείκτες χωρίς μονάδες με τιμές που κυμαίνονται μεταξύ $-1 \leq r \leq 1$. Οι τιμές -1 και $+1$ υποδηλώνουν πλήρως αρνητική ή θετική συσχέτιση αντίστοιχα ενώ η τιμή 0 σημαίνει έλλειψη συσχέτισης.

Στον πίνακα 2, με το **πράσινο** χρώμα, απεικονίζεται το ζευγάρι των κρυπτονομισμάτων ETH – BTC όπου ο συντελεστής συσχέτισης είναι ο μεγαλύτερος και ισούται με $r = 0.782916$. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται μια γραμμική, θετική και πολύ καλή σχέση μεταξύ των δύο αυτών κρυπτονομισμάτων. Αυτό συμβαίνει καθώς το BTC και το ETH είναι τα δύο πρωτοπόρα κρυπτονομίσματα που κατέχουν την μεγαλύτερη κεφαλαιοποίηση της αγοράς. Μάλιστα χαρακτηρίζονται ως ο ψηφιακός χρυσός και το ασήμι αντίστοιχα.

Ενώ με το **κόκκινο** χρώμα απεικονίζεται το ζευγάρι των κρυπτονομισμάτων BNB – ETH με το μικρότερο συντελεστή συσχέτισης ο οποίος ισούνται με $r = 0.651230$. Στην περίπτωση αυτή παρατηρείται μια γραμμική, θετική και καλή σχέση μεταξύ των δύο αυτών κρυπτονομισμάτων. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι το BNB είναι πολύ νέο στο χώρο αυτό και παρόλα αυτά έχει κατακτήσει την τρίτη θέση όσον αφορά την κεφαλαιοποίηση των κρυπτονομισμάτων.

4.5 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ GRANGER CAUSALITY ΓΙΑ ΤΑ ΚΡΥΠΤΟΝΟΜΙΣΜΑΤΑ BTC, ETH, BNB

Pairwise Granger Causality Tests

Date: 01/15/22 Time: 20:12

Sample: 11/09/2017 1/01/2022

Lags: 2

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
R_BTC does not Granger Cause R_BNB	1513	1.63812	0.1947
R_BNB does not Granger Cause R_BTC		2.97914	0.0511
R_ETH does not Granger Cause R_BNB	1513	5.23431	0.0054
R_BNB does not Granger Cause R_ETH		1.67715	0.1873
R_ETH does not Granger Cause R_BTC	1513	6.80925	0.0011
R_BTC does not Granger Cause R_ETH		0.65996	0.5170

Η Συσχέτιση μιας εξαρτημένης μεταβλητής από μία η περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές δεν δείχνει και απαραίτητα αιτιότητα. Η αιτιότητα σε ένα οικονομετρικό

υπόδειγμα είναι δεδομένη και για την διαπίστωση της καταφεύγουμε σε εργαλεία όπως είναι ο έλεγχος **Granger Causality** Χάλλκος, (2011).

Σχηματίζουμε την μηδενική και εναλλακτική υπόθεση

H₀: Δεν υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ των κρυπτονομισμάτων

H₁: Υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ των κρυπτονομισμάτων

Και εάν τα probability είναι μικρότερα από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha = 5\%$, $\alpha = 10\%$ και $\alpha = 1\%$) δεν δεχόμαστε την μηδενική υπόθεση και συνεπώς υπάρχει αιτιώδης σχέση μεταξύ των κρυπτονομισμάτων.

Βάση των παραπάνω αποτελεσμάτων του ελέγχου **Granger Causality** παρατηρούμε ότι :

- Όσον αφορά το ζεύγος BTC – BNB έχουμε μονόδρομη αιτιότητα για 10% από το BNB => BTC.
- Για το ζεύγος ETH – BNB έχουμε μονόδρομη αιτιότητα για όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας από το ETH => BNB.
- Τέλος για το ζεύγος ETH – BTC έχουμε μονόδρομη αιτιότητα για όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας από το ETH => BTC.

4.6 ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ

Αρχικά τρέχουμε μια παλινδρόμηση με το BTC ως εξαρτημένη μεταβλητή, με σταθερό όρο και ανεξάρτητες μεταβλητές το ETH και το BNB. Τα αποτελέσματα που πήραμε από το Eviews είναι τα ακόλουθα :

Dependent Variable: R_BTC

Method: Least Squares

Date: 01/15/22 Time: 20:19

Sample: 11/09/2017 1/01/2022

Included observations: 1515

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000165	0.000647	-0.254960	0.7988
R_ETH	0.485712	0.015769	30.80085	0.0000
R_BNB	0.168195	0.013261	12.68360	0.0000
R-squared	0.650178	Mean dependent var		0.001204
Adjusted R-squared	0.649716	S.D. dependent var		0.042489
S.E. of regression	0.025147	Akaike info criterion		-4.526160
Sum squared resid	0.956163	Schwarz criterion		-4.515619
Log likelihood	3431.566	Hannan-Quinn criter.		-4.522235
F-statistic	1405.101	Durbin-Watson stat		1.822574
Prob(F-statistic)	0.000000			

Στην συνέχεια θα εξετάσουμε την στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών. Σχηματίζουμε την μηδενική υπόθεση και την εναλλακτική. Όσον αφορά τον σταθερό όρο ισχύει:

$H_0: \beta_0=0$ και $H_1: \beta_0 \neq 0$

Και για τις κλήσεις έχουμε:

$H_0: \beta_i=0$ και $H_1: \beta_i \neq 0$

Όπου $i=1,2$ δηλαδή τα 2 κρυπτονομίσματα ETH και BNB.

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι για το ETH και το BNB τα $p_values = 0,0000$ τα οποία είναι μικρότερα από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha = 0.01$, $\alpha = 0.05$ και $\alpha = 0.10$). Άρα απορρίπτουμε την H_0 και οι μεταβλητές μας είναι στατιστικά σημαντικές. Ενώ το p_value του σταθερού όρου ισούται με $p_value = 0,7988$ το οποίο είναι μεγαλύτερο από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας, συνεπώς αποδεχόμαστε την H_0 και η κλίση του είναι στατιστικά μη σημαντική. Στα ίδια αποτελέσματα καταλήγουμε και αν ελέγξουμε τα t -Statistics σε απόλυτες τιμές όπου για το ETH και το BNB είναι $|t\text{-Stat}| > 2$, ενώ για το σταθερό όρο το $|t\text{-Stat}| < 2$.

Οικονομική Ερμηνεία :

Παρατηρούμε ότι ο σταθερός όρος είναι αρνητικός και ίσος με $-0,000165$. Επίσης αν αυξηθεί το ETH και το BNB κατά μία μονάδα, το BTC θα αυξηθεί αντίστοιχα κατά $0,485712$ και $0,168195$ μονάδες.

Στατιστική Ερμηνεία :

Όσον αφορά τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου είδαμε ότι όλες οι ατομικές κλίσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι στατιστικά σημαντικές. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το Prob (F-statistic) :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1: \text{τουλάχιστον ένα } \beta \neq 0$$

Επίσης, το **R-squared** = $0,650178$ το οποίο σημαίνει ότι το υπόδειγμά μας έχει καλή προβλεπτική ικανότητα και οι ανεξάρτητες μεταβλητές (ETH και BNB) ερμηνεύουν την εξαρτημένη μας, δηλαδή το BTC κατά $65,0178\%$.

Στην συνέχεια, τρέχουμε εκ νέου παλινδρόμηση με το ETH ως εξαρτημένη μεταβλητή, με σταθερό όρο και ανεξάρτητες μεταβλητές το BTC και το BNB. Τα αποτελέσματα που πήραμε από το Eviews είναι τα ακόλουθα :

Dependent Variable: R_ETH

Method: Least Squares

Date: 01/15/22 Time: 20:25

Sample: 11/09/2017 1/01/2022

Included observations: 1515

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.000105	0.000827	-0.126859	0.8991
R_BTC	0.793761	0.025771	30.80085	0.0000
R_BNB	0.202992	0.017050	11.90575	0.0000
R-squared	0.646132	Mean dependent var		0.001578
Adjusted R-squared	0.645664	S.D. dependent var		0.054006
S.E. of regression	0.032147	Akaike info criterion		-4.034993
Sum squared resid	1.562583	Schwarz criterion		-4.024452
Log likelihood	3059.507	Hannan-Quinn criter.		-4.031068
F-statistic	1380.392	Durbin-Watson stat		1.820590
Prob(F-statistic)	0.000000			

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι για το BTC και το BNB τα $p_values = 0,0000$ τα οποία είναι μικρότερα από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha = 0.01$, $\alpha = 0.05$ και $\alpha = 0.10$). Άρα απορρίπτουμε την H_0 και οι μεταβλητές μας είναι στατιστικά σημαντικές. Ενώ το p_value του σταθερού όρου ισούται με $p_value = 0,8991$ το οποίο είναι μεγαλύτερο από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας, συνεπώς αποδεχόμαστε την H_0 και η κλήση του είναι στατιστικά μη σημαντική. Στα ίδια αποτελέσματα καταλήγουμε και αν ελέγξουμε τα t-Statistics σε απόλυτες τιμές όπου για το BTC και το BNB είναι $|t-Stat| > 2$, ενώ για το σταθερό όρο το $|t-Stat| < 2$.

Οικονομική Ερμηνεία :

Παρατηρούμε ότι ο σταθερός όρος είναι αρνητικός και ίσος με $-0,000105$. Επίσης, αν αυξηθεί το BTC και το BNB κατά μία μονάδα, το ETH θα αυξηθεί αντίστοιχα κατά $0,793761$ και $0,202992$ μονάδες.

Στατιστική Ερμηνεία :

Όσον αφορά τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου είδαμε ότι όλες οι ατομικές κλίσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι στατιστικά σημαντικές. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το Prob (F-statistic) :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1: \text{τουλάχιστον ένα } \beta \neq 0$$

Επίσης, το **R-squared** = $0,646132$ το οποίο σημαίνει ότι το υπόδειγμά μας έχει καλή προβλεπτική ικανότητα και οι ανεξάρτητες μεταβλητές (BTC και BNB) ερμηνεύουν την εξαρτημένη μας, δηλαδή το ETH κατά $64,6132\%$.

Τέλος, τρέχουμε εκ νέου παλινδρόμηση με το BNB ως εξαρτημένη μεταβλητή, με σταθερό όρο και ανεξάρτητες μεταβλητές το BTC και το ETH. Τα αποτελέσματα που πήραμε από το Eviews είναι τα ακόλουθα :

Dependent Variable: R_BNB

Method: Least Squares

Date: 01/15/22 Time: 20:06

Sample: 11/09/2017 1/01/2022

Included observations: 1515

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.002228	0.001192	1.869569	0.0617
R_BTC	0.571753	0.045078	12.68360	0.0000
R_ETH	0.422245	0.035466	11.90575	0.0000

R-squared	0.479483	Mean dependent var	0.003583
Adjusted R-squared	0.478794	S.D. dependent var	0.064222
S.E. of regression	0.046365	Akaike info criterion	-3.302577
Sum squared resid	3.250329	Schwarz criterion	-3.292036
Log likelihood	2504.702	Hannan-Quinn criter.	-3.298652
F-statistic	696.4016	Durbin-Watson stat	1.859632
Prob(F-statistic)	0.000000		

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι για το BTC και το ETH τα $p_values = 0,0000$ τα οποία είναι μικρότερα από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας ($\alpha = 0.01$, $\alpha = 0.05$ και $\alpha = 0.10$). Άρα απορρίπτουμε την H_0 και οι μεταβλητές μας είναι στατιστικά σημαντικές. Ενώ το p_value του σταθερού όρου ισούται με $p_value = 0,0617$ το οποίο είναι μεγαλύτερο από όλα τα επίπεδα στατιστικής σημαντικότητας, συνεπώς αποδεχόμαστε την H_0 και η κλήση του είναι στατιστικά μη σημαντική. Στα ίδια αποτελέσματα καταλήγουμε και αν ελέγξουμε τα t-Statistics σε απόλυτες τιμές όπου για το BTC και το ETH είναι $|t-Stat| > 2$, ενώ για το σταθερό όρο το $|t-Stat| < 2$.

Οικονομική Ερμηνεία :

Παρατηρούμε ότι ο σταθερός όρος είναι θετικός και ίσος με 0,002228 το οποίο σημαίνει ότι εάν το BTC και το ETH είναι 0 τότε το BNB θα είναι ίσο με 0,002228 μονάδες. Επίσης αν αυξηθεί το BTC και το ETH κατά μία μονάδα, το BNB θα αυξηθεί αντίστοιχα κατά 0,571753 και 0,422245 μονάδες.

Στατιστική Ερμηνεία :

Όσον αφορά τον στατιστικό έλεγχο του μοντέλου είδαμε ότι όλες οι ατομικές κλίσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών είναι στατιστικά σημαντικές. Αυτό επιβεβαιώνεται και από το Prob (F-statistic) :

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1: \text{τουλάχιστον ένα } \beta \neq 0$$

Επίσης, το **R-squared** = 0,479483 το οποίο σημαίνει ότι το υπόδειγμά μας έχει καλή προβλεπτική ικανότητα και οι ανεξάρτητες μεταβλητές (BTC και ETH) ερμηνεύουν την εξαρτημένη μας, δηλαδή το BNB κατά 47,9483%.

Εν κατακλείδι, από τις 3 παραπάνω παλινδρομήσεις καλύτερη είναι εκείνη η οποία έχει τα χαμηλότερα Akaike και Schwarz, δηλαδή η παλινδρόμηση με εξαρτημένη μεταβλητή το BTC και ανεξάρτητες μεταβλητές το ETH και το BNB όπου Akaike = -4,526160 και Schwarz = -4,515619.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μια ανάλυση προκειμένου να διαπιστωθεί πώς το ξέσπασμα της πανδημίας Covid-19 επηρέασε την αγορά κρυπτονομισμάτων. Ένα χρόνο μετά την πανδημία, αυτή η αγορά φαίνεται να έχει ανθίσει. Για παράδειγμα, όταν ξέσπασε η πανδημία, το Bitcoin – το πρώτο κρυπτονόμισμα στον κόσμο – μπορούσε να αγοραστεί για περίπου 7.300 δολάρια. Σήμερα, το ίδιο κρυπτονόμισμα κοστίζει περισσότερα από 46.800 \$ – μια εκπληκτική αύξηση 640%. Άλλα κορυφαία κρυπτονομίσματα (π.χ. Ethereum), παρουσίασαν παρόμοιες (ή και μεγαλύτερες) αυξήσεις. Ωστόσο, αυτή η ανοδική τάση δεν είναι απαραίτητως προφανής από θεωρητική σκοπιά, καθώς υπάρχουν αρκετές δυνάμεις που ενδέχεται να οδηγήσουν τη ζήτηση προς τα πάνω ή προς τα κάτω ως απάντηση σε μια κρίση.

Ένα σύνολο δυνάμεων οδηγεί σε δυνητικά υψηλότερη ζήτηση για κρυπτονομίσματα κατά τη διάρκεια μιας πανδημίας. Το γεγονός ότι τα κρυπτονομίσματα μπορούν να διαπραγματεύονται από οπουδήποτε στον κόσμο μειώνει, σε κάποιο βαθμό, τους πιθανούς περιορισμούς ρευστότητας που μπορεί να προκύψουν εάν οι τοπικές κυβερνήσεις περιορίσουν τις εμπορικές δραστηριότητες ως μέρος ενός lockdown. Ως αποτέλεσμα, τα κρυπτονομίσματα γίνονται πιο ελκυστικά. Επιπλέον, οι επενδυτές που φοβούνται ότι μια κρίση θα οδηγήσει τις κεντρικές τράπεζες ή τους πολιτικούς παράγοντες να παρέμβουν στην αγορά μπορεί να προτιμήσουν να μετατρέψουν τις επενδύσεις τους στην αποκεντρωμένη κρυπταγορά. Με άλλα λόγια, επειδή τα κρυπτονομίσματα δεν διαχειρίζονται από μια κεντρική οντότητα, αλλά λειτουργούν αυτόματα, μπορούν να επιτρέψουν στους επενδυτές να αντισταθμίσουν μέρος του κινδύνου και έτσι να γίνουν πιο ελκυστικά.

Υπάρχουν κι άλλες αντισταθμιστικές δυνάμεις μπορεί να εμφανιστούν. Τα κρυπτονομίσματα ενδέχεται να συσχετιστούν στενά με τις παραδοσιακές χρηματοπιστωτικές αγορές σε μια περίοδο κρίσης (ακόμη και αν δεν υπάρχει τέτοιος συσχετισμός σε κανονικούς καιρούς), έτσι ώστε το όφελος από τη μετάβαση σε κρυπτογράφηση να είναι αμελητέο. Ακόμη χειρότερα, το χάος που προκαλείται από μια πανδημία μπορεί να οδηγήσει σε τουλάχιστον δύο επικίνδυνες δραστηριότητες που μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές απώλειες. Πρώτον, οι εξειδικευμένοι επενδυτές μπορούν να χειραγωγήσουν την τιμή των κρυπτονομισμάτων αυξάνοντας τεχνητά τη ζήτηση προκειμένου να δελεάσουν μη εξειδικευμένους επενδυτές και στη συνέχεια να ρίξουν τις συμμετοχές τους όταν η τιμή είναι αρκετά υψηλή. Αυτό φαίνεται εύλογο εάν οι άνθρωποι επιδεικνύουν συμπεριφορά μίμησης,

π.χ. αγοράζουν κρυπτονομίσματα μόνο και μόνο επειδή παρατηρούν άλλους να το κάνουν. Δεύτερον, ακόμη και πριν από την πανδημία, τα κρυπτονομίσματα ήταν ύποπτα για διευκόλυνση εγκληματικής δραστηριότητας. Έτσι, τα ίδια χαρακτηριστικά που κάνουν τα κρυπτονομίσματα ελκυστικά κατά τη διάρκεια μιας κρίσης τα καθιστούν επίσης προσοδοφόρα για τους εγκληματίες (ειδικά αν το έγκλημα είναι πιο ελκυστικό εν μέσω του χάους της πανδημίας). Προβλέποντας αυτό, οι άνθρωποι μπορεί να φοβούνται ότι η χρήση κρυπτογράφησης θα τους εκθέσει σε ποινικές κατηγορίες για ξέπλυμα χρήματος και ως εκ τούτου αποφεύγουν τις συναλλαγές.

Εν κατακλείδι, όσον αφορά την εμπειρική εφαρμογή και εξετάζοντας τις αποδόσεις των τριών κρυπτονομισμάτων **BTC**, **ETH**, **BNB** στο κοινό τους διάστημα σε ημερήσια συχνότητα, τρέχοντας τρεις παλινδρομήσεις, καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι το Bitcoin είναι αυτό που ερμηνεύει κατά 65% τα άλλα δύο κρυπτονομίσματα. Αυτό είναι λογικό διότι το Bitcoin έχει την υψηλότερη κεφαλαιοποίηση σε όλη την αγορά και κάθε μεταβολή του επηρεάζει άμεσα όλα τα υπόλοιπα κρυπτονομίσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

Χάλκος Γ.Ε. (2011). Οικονομετρία: Θεωρία, εφαρμογές και χρήση προγραμμάτων σε Η/Υ. Εκδόσεις Gutenberg. Αθήνα.

A. Mandel, V. Veetil (2020). The economic cost of covid lockdowns: an out-of-equilibrium analysis. *Econ. Disasters Clim. Chang.*, 4, pp. 431-451, DOI: 10.1007/s41885-020-00066-z

A. Martin, M. Markhvida, S. Hallegatte, B. Walsh (2020). Socio-economic impacts of COVID-19 on household consumption and poverty. *Econ. Disasters Clim. Chang.*, 4, pp. 453-479, DOI: 10.1007/s41885-020-00070-3

A. Zaremba, R. Kizys, D. Aharon, Z. Umar (2021). Term spreads and the COVID-19 pandemic: evidence from international sovereign bond markets. *Financ. Res. Lett.*, DOI: 10.1016/j.frl.2021.102042

A.H. Elsayed, G. Gozgor and C.K.M. Lau (2020). Causality and dynamic spillovers among cryptocurrencies and currency markets. *Int. J. Financ. Econ.*, 1–15. DOI: 10.1002/ijfe.2257.

Aalborg, H.A.; Molnar, P.; de Vries, J.E. (2020) What can explain the price, volatility and trading volume of Bitcoin? *Financ. Res. Lett.*, 29, 255–265. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.08.010>

Ali M., N. Alam, S.A.R. Rizvi (2020). Coronavirus (COVID-19)-an epidemic or pandemic for financial markets. *J Behav. Exp. Financ.*, 27, Article 100341, DOI: 10.1016/j.jbef.2020.100341

Andrew W Lo and A Craig MacKinlay (2002). A Non-random Walk Down. *Wall Street*. Princeton University Press.

Bação P., A.P. Duarte, H. Sebastião, S. Redzepagic (2018). Information transmission between cryptocurrencies: does bitcoin rule the cryptocurrency world?. *Sci. Ann. Econ. Bus.*, 65 (2), pp. 97-117, DOI: 10.2478/saeb-2018-0013

Bakas D., A. Triantafyllou (2020). Commodity price volatility and the economic uncertainty of pandemics *Econ. Lett.*, 193, Article 109283, DOI:10.1016/j.econlet.2020.109283

Bariviera A.F., Basgall M.J., Hasperué W., Naiouf M. (2017). Some stylized facts of the bitcoin market. *Physica A*, 484, pp. 82-90. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.04.159>

Basalto N., Bellotti R., De Carlo F., Facchi P., Pascasio S. (2005). Clustering stock market companies via chaotic map synchronization. *Physica A*, 345 (1–2), pp. 196-206. DOI:

Beneki C., A. Koulis, N.A. Kyriazis, S. Papadamou (2019). Investigating volatility transmission and hedging properties between Bitcoin and Ethereum. *Res. Int. Bus. Financ.*, 48, pp. 219-227, DOI: 10.1016/j.ribaf.2019.01.001

Beneki C., A. Koulis, N.A. Kyriazis, S. Papadamou (2019). Investigating volatility transmission and hedging properties between Bitcoin and Ethereum. *Res. Int. Bus. Financ.*, 48, pp. 219-227, DOI: 10.1016/j.ribaf.2019.01.001

Berg C., Edlund T., Jönsson K., Roos-Isaksson C., (2014). *SVERIGES RIKSBANK ECONOMIC REVIEW is issued by Sveriges Riksbank.* pp. 71-86 PUBLISHER: CLAES BERG ISSN 2001-029X.

Bloomberg. "To [Binance Faces Probe από Αμερικανούς Υπαλλήλους για ξέπλυμα χρήματος και φόρους](#) ." Πρόσβαση στις 18 Νοεμβρίου 2021.

Bouri E., O. Cepni, D. Gabauer, R. Gupta (2021). Return connectedness across asset classes around the COVID-19 outbreak. *Int. Rev. Financ. Anal.*, 73, Article 101646, DOI:10.1016/j.irfa.2020.101646

Brida J.G., Risso W.A. (2010). Hierarchical structure of the German stock market. *Expert Syst. Appl.*, 37 (5), pp. 3846-3852. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.11.034>

Burton G Malkiel (2003). The Efficient Market Hypothesis and its Critics. *The Journal of Economic Perspectives* 17(1), 59–82.

C.O. Cepoi (2020). Asymmetric dependence between stock market returns and news during COVID-19 financial turmoil. *Financ. Res. Lett.*, 36, Article 101658, DOI: 10.1016/j.frl.2020.101658

Canh N., N.Q. Binh, S.D. Thanh (2019). Cryptocurrencies and investment diversification: empirical evidence from seven largest cryptocurrencies. *Theor. Econ. Lett.*, 9, pp. 431-452, DOI:10.4236/tel.2019.93031

Charfeddine L., N. Benlagha, Y. Maouchi (2020). Investigating the dynamic relationship between cryptocurrencies and conventional assets: implications for financial investors

Cheach, F. (2015) Speculative bubbles in Bitcoin markets? An empirical investigation into the fundamental value of Bitcoin. *Econ. Lett.*, 130, 32–36. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.02.029>

Cheong D., Kim Y.M., Byun H.W., Oh K.J., Kim T.Y. (2017). Using genetic algorithm to support clustering-based portfolio optimization by investor information. *Appl. Soft Comput.*, 61, pp. 593-602 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.08.042>

Ciaian P., M. Rajcaniova, D. Kancs (2018). Virtual relationships: short- and long-run evidence from bitcoin and altcoin markets. *J. Int. Financ. Mark. Inst. Money*, 52, pp. 173-195, DOI: [10.1016/j.intfin.2017.11.001](https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.11.001)

Ciaian P., Rajcaniova M., *et al.* (2018). Virtual relationships: Short-and long-run evidence from bitcoin and altcoin markets. *J. Int. Financ. Markets Institutions Money*, 52, pp. 173-195. Ανακτήθηκε από: [CoinMarketCap](https://www.coinmarketcap.com). "[Κορυφαία σημεία ανταλλαγής κρυπτονομισμάτων](https://www.coinmarketcap.com)". Πρόσβαση στις 18 Νοεμβρίου 2021.

Coletti P. (2016). Comparing minimum spanning trees of the Italian stock market using returns and volumes. *Physica A*, 463, pp. 246-261. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.07.029>

Corbet S., B. Lucey, A. Urquhart, L. Yarovaya ((2019). Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. *Int Rev Financial Anal*, 62, pp.182-199, DOI: [10.1016/j.irfa.2018.09.003](https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.09.003)

Corbet S., C. Larkin, B. Lucey (2020). The contagion effects of the COVID-19 pandemic: evidence from gold and cryptocurrencies. *Financ. Res. Lett.*, 35, Article 101554, DOI: [10.1016/j.frl.2020.101554](https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101554)

Corbet, S.; Lucey, B.; Urquhart, A.; Yarovaya, L., (2019) Cryptocurrencies as a financial asset: A systematic analysis. *Int. Rev. Financ. Anal.*, 62, 182–199. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2018.09.003>

D. Vujicic, D. Jagodic and S. Randic, (2018). "Blockchain technology, bitcoin, and Ethereum: A brief overview," *2018 17th International Symposium INFOTEH-JAHORINA (INFOTEH)*, pp. 1-6, doi: [10.1109/INFOTEH.2018.8345547](https://doi.org/10.1109/INFOTEH.2018.8345547).

da Silva Filho, Antônio Carlos & Maganini, Natália Diniz & de Almeida, Eduardo Fonseca, 2018. "Multifractal analysis of Bitcoin market," *Physica A: Statistical Mechanics*

and its Applications, Elsevier, vol. 512(C), pages 954-967. DOI: 10.1016/j.physa.2018.08.076

Demir E., S. Simonyan, C.D. García-Gómez, C.K.M. Lau (2021). The asymmetric effect of bitcoin on altcoins: evidence from the nonlinear autoregressive distributed lag (NARDL) model. *Financ. Res. Lett.*, 40, Article 101754, DOI: 10.1016/j.frl.2020.101754

Dias J. (2013). Spanning trees and the eurozone crisis. *Physica A*, 392 (23) , pp. 5974-5984. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2013.08.001>

Econ. Lett., 173, pp. 122-127, DOI: 10.1016/j.econlet.2018.10.004

Econ. Model., 85 , pp. 198-217, DOI:10.1016/j.econmod.2019.05.016

Eur. Phys. J. B, 11 (1) , pp. 193-197. DOI: 10.1007/s100510050929

Europhys. Lett., 96 (4), p. 48004. DOI:10.1209/0295-5075/96/48004

F.X. Diebold, K. Yilmaz (2012). Better to give than to receive: predictive directional measurement of volatility spillovers. *Int. J. Forecast.*, 28 (1), pp. 57-66, DOI: 10.1016/j.ijforecast.2011.02.006

F.X. Diebold, K. Yilmaz (2009). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *Econ. J.*, 119 , pp. 158-171, DOI:10.1111/j.1468-0297.2008.02208.x

F.X. Diebold, K. Yilmaz (2009). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *Econ. J.*, 119 , pp. 158-171, DOI:10.1111/j.1468-0297.2008.02208.x

F.X. Diebold, K. Yilmaz (2012). Better to give than to receive: predictive directional measurement of volatility spillovers. *Int. J. Forecast.*, 28 (1) , pp. 57-66, DOI: 10.1016/j.ijforecast.2011.02.006

Financ. Res. Lett., 30 , pp. 221-227, DOI: 10.1016/j.frl.2018.10.005

Financ. Res. Lett., 31 , pp. 382-385, DOI: 10.1016/j.frl.2018.12.010

Financ. Res. Lett., 36, 101647. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101647>

Financ. Res. Lett., 36, Article 101682, DOI: 10.1016/j.frl.2020.101682

Forbes. " Από το μηδέν στον δισεκατομμυριούχο κρυπτογράφησης σε λιγότερο από ένα χρόνο: Γνωρίστε τον ιδρυτή της Binance . " Πρόσβαση στις 18 Νοεμβρίου 2021.

Gabauer D., R. Gupta (2018). On the transmission mechanism of country-specific and international economic uncertainty spillovers: evidence from a TVP-VAR connectedness decomposition approach. *Econ. Lett.*, 171 , pp. 63-71, DOI: 10.1016/j.econlet.2018.07.007

Gharib C., S. Mefteh-Wali, S.B. Jabeur (2021). The bubble contagion effect of COVID-19 outbreak: evidence from crude oil and gold markets. *Financ. Res. Lett.*, 38 , Article 101703, DOI: [10.1016/j.frl.2020.101703](https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101703)

González M., F. Jareño, F.S. Skinner (2020). Nonlinear autoregressive distributed lag approach: an application on the connectedness between bitcoin returns and the other ten most relevant cryptocurrency returns. *Mathematics*, 8 (5) , pp. 810, DOI:10.3390/math8050810

Goodell, J.W., (2020). COVID-19 and finance: Agendas for future research. *Financ. Res. Lett.* 35, 101512. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101512>

Goodell, J.W.; Goutte, S. (2020). Co-Movement of COVID-19 and Bitcoin: Evidence from Wavelet Coherence Analysis. Available online: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3597144

Goodell, J.W.; Goutte, S. (2020). Co-Movement of COVID-19 and Bitcoin: Evidence from Wavelet Coherence Analysis. Available online: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3597144 (

Gopikrishnan P., Rosenow B., Plerou V., Stanley H.E. (2001).Quantifying and interpreting collective behavior in financial markets. *Phys. Rev. E*, 64 (3) , p. 035106. DOI: 10.1103/PhysRevE.64.035106

Hafner, C.M. (2018) Testing for bubbles in cryptocurrencies with time-varying volatility. *J. Financ. Econ.* DOI: <https://doi.org/10.1093/jjfinec/nby023>

Hall, M. (2013). “Bitcoin: Change you can believe in?”, News+Trends, PC Magazine, Digital Edition/June 2013

Haroon O., S.A.R. Rizvi (2020).COVID-19: media coverage and financial markets behavior—a sectoral inquiry. *J. Behav. Exp. Financ.*, 27, Article 100343, DOI: 10.1016/j.jbef.2020.100343

Heiberger R.H. (2014). Stock network stability in times of crisis. *Physica A*, 393 , pp. 376-381. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2013.08.053>

Heimo T., Saramäki J., Onnela J.-P., Kaski K. (2007).Spectral and network methods in the analysis of correlation matrices of stock returns. *Physica A*, 383 (1) , pp. 147-151. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2007.04.124>

<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2016.09.019>

<https://doi.org/10.1016/j.physa.2004.07.034>

<https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.07.032>

<https://mpra.ub.uni-muenchen.de/104042/> στις 5/11/2021

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1042443117302858>

Huang W.-Q., Zhuang X.-T., Yao S. (2009). A network analysis of the chinese stock market. *Physica A*, 388 (14), pp. 2956-2964. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2009.03.028>

Hyatt J., (2021). Decoding Crypto: What It Is, How It Works, and How to Get Started. Nasdaq. Available at: <https://www.nasdaq.com/articles/news-and-insights/what-is-cryptocurrency-and-how-it-works>

Iorio C., Frasso G., D'Ambrosio A., Siciliano R. (2018). A p-spline based clustering approach for portfolio selection. *Expert Syst. Appl.*, 95, pp. 88-103. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2017.11.031>

J. Behav. Exp. Financ., 28, Article 100404, DOI: 10.1016/j.jbef.2020.100404

Jang W., Lee J., Chang W. (2011). Currency crises and the evolution of foreign exchange market: Evidence from minimum spanning tree. *Physica A*, 390 (4), pp. 707-718. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2010.10.028>

Jareño F., M.O. González, M. Tolentino, M. Sierra (2020). Bitcoin and gold price returns: a quantile regression and NARDL analysis *Resour. Policy*, 67 Article 101666, DOI: 10.1016/j.resourpol.2020.101666

Ji Q., E. Bouri, D. Roubaud, L. Kristoufek (2019). Information interdependence among energy cryptocurrency and major commodity markets. *Energy Econ.*, 81, pp. 1042-1055. Ανακτήθηκε από: https://econpapers.repec.org/article/eeeeneeco/v_3a81_3ay_3a2019_3ai_3ac_3ap_3a1042-1055.htm στις 5/11/2021

Ji, S.; Kim, J.; Im, H. (2019). A Comparative Study of Bitcoin Price Prediction Using Deep Learning. *Mathematics*, 7, 898. DOI: <https://doi.org/10.3390/math7100898>

Jung S.S., Chang W. (2016). Clustering stocks using partial correlation coefficients. *Physica A*, 462, pp. 410-420. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.06.094>

Junior L.S., Franca I.D.P. (2012). Correlation of financial markets in times of crisis

K. Kurita, S. Managi (2020). COVID-19 and Stigma: Evolution of Self-Restraint Behavior

Katsiampa P., S. Corbet, B. Lucey (2019). Volatility spillover effects in leading cryptocurrencies: a BEKK-MGARCH analysis. *Financ. Res. Lett.*, 29 , pp. 68-74, DOI:10.1016/j.frl.2019.03.009

Katsiampa P., (2019). Volatility co-movement between bitcoin and ether.

Kauê Dal'Maso Peron T., da Fontoura Costa L., Rodrigues F.A. (2012).The structure and resilience of financial market networks, *Chaos*, 22 (1) , p. 013117. DOI:10.1063/1.3683467

Klein T., H.P. Thu, T. Walther (2018). Bitcoin is not the new gold – a comparison of volatility, correlation, and portfolio performance. *Int. Rev. Financ. Anal.*, 59, pp. 105-116, DOI: 10.1016/j.irfa.2018.07.010

Kocheturov A., Batsyn M., Pardalos P.M. (2014).Dynamics of cluster structures in a financial market network. *Physica A*, 413, pp. 523-533. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.06.077>

Koutmos D., (2018). Return and volatility spillovers among cryptocurrencies

Kristoufek L. (2018). On bitcoin markets (in) efficiency and its evolution

Kumar A., S. Anandarao (2019). Volatility spillover in crypto-currency markets: some evidences from GARCH and wavelet analysis. *Phys. A*, 524 , pp. 448-458, DOI: 10.1016/j.physa.2019.04.154

Kumar A., T. Ajaz (2019). Co-movement in crypto-currency markets: evidences from wavelet analysis. *Financ. Innov.*, 5 (33) , pp. 1-17, DOI: 10.1186/s40854-019-0143-3

Kumar, D.; Rath, S., (2020). Predicting the Trends of Price for Ethereum Using Deep Learning Techniques. In *Artificial Intelligence and Evolutionary Computations in Engineering Systems*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp.103–114 Available at: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-15-0199-9_9

Kuzubaş T.U., Ömercikoğlu I., Saltoğlu B. (2014). Network centrality measures and systemic risk: An application to the turkish financial crisis. *Physica A*, 405, pp. 203-215. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.03.006>

Kwapien J., Drożdż S. (2012). Physical approach to complex systems

Kyriazis N., (2019). A survey on empirical findings about spillovers in cryptocurrency markets. *J. Risk Financ. Manag.*, 12, p. 170, DOI: 10.3390/jrfm12040170

Liao T.W. (2005). Clustering of time series data—a survey. *Pattern Recognit.*, 38 (11) , pp. 1857-1874. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.patcog.2005.01.025>

Maiti, M.; Grubisic, Z.; Vukovic, D.B., (2020) Dissecting tether's nonlinear dynamics during Covid-19. *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, 6, 161. DOI: <https://doi.org/10.3390/joitmc6040161>

Majdoub J., S.B. Sassi, A. Bejaoui (2021). Can fiat currencies really hedge Bitcoin? Evidence from dynamic short-term perspective *Decis. Econ. Financ.* DOI: 10.1007/s10203-020-00314-7

Mantegna R.N. (1999). Hierarchical structure in financial markets

McNally, S.; Roche, J.; Caton, S., (2018) Predicting the price of Bitcoin using Machine Learning. *In Proceedings of the 2018 26th Euromicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-based Processing (PDP)*, Cambridge, UK, pp. 339–343. DOI:

Mensi W., M.U. Rehman, K.H. Al-Yahyaee, I.M.W. Al-Jarrah, S.H. Kang (2019). Time frequency analysis of the commonalities between bitcoin and major cryptocurrencies: portfolio risk management implications. *N. Am. J. Econ. Financ.*, 48 , pp. 283-294, DOI: 10.1016/j.najef.2019.02.013

Miura, R.; Pichl, L.; Kaizoji, T., (2019). Artificial Neural Networks for Realized Volatility Prediction in Cryptocurrency Time Series. *In International Symposium on Neural Networks*; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, pp. 165–172. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-22796-8_18

Mnif, E.; Jarboui, A.; Mouakhar, K. (2020). How the cryptocurrency market has performed during COVID 19? A multifractal analysis.

N. Antonakakis, I. Chatziantoniou, D. Gabauer (2020). Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions. *J. Risk Financ. Manag.*, 13 , p. 84, DOI:10.3390/jrfm13040084

Nakamoto S., 2008. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system. Downloaded from: <https://scholar.google.com/scholar?q=S.%20Nakamoto,%20Bitcoin:%20A%20peer-to-peer%20electronic%20cash%20system> at 4/11/2021.

Nakano, M.; Takahashi, A.; Takahashi, S., (2018). Bitcoin technical trading with artificial neural network. *Phys. A Stat. Mech. Its Appl.* 510, 587–609. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.07.017>

Nanda S., Mahanty B., Tiwari M. (2010). Clustering Indian stock market data for portfolio management. *Expert Syst. Appl.*, 37 (12) , pp. 8793-8798. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.06.026>

Nobi A., Maeng S.E., Ha G.G., Lee J.W. (2014). Effects of global financial crisis on network structure in a local stock market. *Physica A*, 407 , pp. 135-143. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2014.03.083>

O. Gharehgozli, P. Nayebvali, A. Gharehgozli, Z. Zamanian (2020). Impact of COVID-19 on the economic output of the US outbreak's epicenter. *Econ. Disasters Clim. Chang.*, 4 , pp. 561-573, DOI: 10.1007/s41885-020-00069-w

Omane-Adjepong M., I.P. Alagidede (2019). Multiresolution analysis and spillovers of major cryptocurrency markets. *Res. Int. Bus. Financ.*, 49 , pp. 191-206, DOI: 10.1016/j.ribaf.2019.03.003

Onnela J.-P., Chakraborti A., Kaski K., Kertesz J. (2003). Dynamic asset trees and black monday. *Physica A*, 324 (1–2) , pp. 247-252. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(02\)01882-4](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(02)01882-4)

Pac. Basin Financ. J., 67 , Article 101563, DOI: 10.1016/j.pacfin.2021.101563

Pan R.K., Sinha S. (2007). Collective behavior of stock price movements in an emerging market. *Phys. Rev. E*, 76 (4) , p. 046116. DOI: <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.76.046116>

Peron T., Rodrigues F.A. (2011). Collective behavior in financial markets *Phys. Rep.*, 515 (3–4) , pp. 115-226. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2012.01.007>

Physica A, 391 (1–2) , pp. 187-208. DOI: 10.1016/j.physa.2011.07.023

Physica A, 503 , pp. 257-262. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.161>

Pintelas, E.; Livieris, I.E.; Stavroyiannis, S.; Kotsilieris, T.; Pintelas, P. (2020). Fundamental Research Questions and Proposals on Predicting Cryptocurrency Prices Using DNNs; *Technical Report TR20-01; University of Patras: Patras, Greece*, Available online: <https://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/13296/1/TR01-20.pdf>

Plerou V., Gopikrishnan P., Rosenow B., Amaral L., Stanley H. (2001). Collective behavior of stock price movements—a random matrix theory approach. *Physica A*, 299 (1–2) , pp. 175-180. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-4371\(01\)00293-X](https://doi.org/10.1016/S0378-4371(01)00293-X)

price based on VEC model. *Financial Innovation*. DOI 10.1186/s40854-017-0054-0

Radhakrishnan S., Duvvuru A., Sultornsanee S., Kamarthi S. (2016). Phase synchronization based minimum spanning trees for analysis of financial time series with

nonlinear correlations. *Physica A*, 444, pp. 259-270. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.09.070>

Rizwan M., G. Ahmad, D. Ashraf (2020). Systemic risk: the impact of COVID-19
10.1109/PDP2018.2018.00060

Selmi R., W. Mensi, S. Hammoudeh, J. Bouoiyour (2018). Is bitcoin a hedge, a safe haven or a diversifier for oil price movements? A comparison with gold. *Energy Econ.*, 74 , pp. 787-801, DOI: 10.1016/j.eneco.2018.07.007

Sharif A., C. Aloui, L. Yarovaya (2020). COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: fresh evidence from the wavelet-based approach. *Int. Rev. Financ. Anal.*, 70 , Article 101496, DOI: 10.1016/j.irfa.2020.101496

Sharif, C. Aloui, L. Yarovaya (2020). COVID-19 pandemic, oil prices, stock market, geopolitical risk and policy uncertainty nexus in the US economy: fresh evidence from the wavelet-based approach. *Int. Rev. Financ. Anal.*, 70, Article 101496, DOI:10.1016/j.irfa.2020.101496

Shi Y., A.K. Tiwari, G. Gozgor, Z. Lu (2020). Correlations among cryptocurrencies: evidence from multivariate factor stochastic volatility model. *Res. Int. Bus. Financ.*, 53 , Article 101231, DOI: 10.1016/j.ribaf.2020.101231

Shintate, T.; Pichl, L.. (2019). Trend prediction classification for high frequency bitcoin time series with deep learning. *J. Risk Financ. Manag.*, 12, 17. DOI: <https://doi.org/10.3390/jrfm12010017>

Song J., W. Chang, J.W. Song (2019). Cluster analysis on the structure of the cryptocurrency market via bitcoin-ethereum filtering. *Phys. A*, 527 , Article 121339, DOI:10.1016/j.physa.2019.121339

Song J.W., Ko B., Chang W. (2018). Analyzing systemic risk using non-linear marginal expected shortfall and its minimum spanning tree. *Physica A*, 491 , pp. 289-304. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.08.076>

Song J.W., Ko B., Cho P., Chang W. (2016). Time-varying causal network of the Korean financial system based on firm-specific risk premiums. *Physica A*, 458, pp. 287-302. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2016.03.093>

Stosic D., Stosic D., Ludermir T.B., Stosic T. (2018). Collective behavior of cryptocurrency price changes. *Physica A*, 507 , pp. 499-509 . DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.05.050>

Swanson, Tim (2014), "What Block Chain Analysis Tells Us About Bitcoin", www.coindesk.com

Symitsi E., K.J. Chalvatzis (2019). The economic value of Bitcoin: a portfolio analysis of currencies gold oil and stocks. *Res. Int. Bus. Financ.*, 48 , pp. 97-110, DOI: 10.1016/j.ribaf.2018.12.001

T.V.H. Nguyen, B.T. Nguyen, T.C. Nguyen, Q.Q. Nguyen (2019). Bitcoin return: impacts from the introduction of new altcoins. *Res. Int. Bus. Financ.*, 48, pp. 420-425, DOI:10.1016/j.ribaf.2019.02.001

Takaishi T. (2018). Statistical properties and multifractality of bitcoin. *Physica A*, 506 , pp. 507-519. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.04.046>Get rights and content

Tiwari A.K., Jana R., Das D., Roubaud D. (2018).Informational efficiency of bitcoin–an extension.*Econom. Lett.*, 163, pp. 106-109. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.12.006>

Tola V., Lillo F., Gallegati M., Mantegna R.N. (2008).Cluster analysis for portfolio optimization. *J. Econom. Dynam. Control*, 32 (1), pp. 235-258. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jedc.2007.01.034>

Topology of the South African stock market network across the 2008 financial crisis (2016). *Physica A*, 445, pp. 35-47. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.10.108>

Tu Z., C. Xue (2019). Effect of bifurcation on the interaction between bitcoin and litecoin

Tumminello M., Lillo F., Mantegna R.N. (2010). Correlation, hierarchies, and networks in financial markets. *J. Econ. Behav. Organ.*, 75 (1), pp. 40-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2010.01.004>

Umar Z., M. Gubareva (2020).A time–frequency analysis of the impact of the Covid-19 induced panic on the volatility of currency and cryptocurrency markets

Umar Z., M. Youssef, Y. Riaz, M. Gubareva (2021).Return and volatility transmission between emerging markets and US debt throughout the pandemic crisis

Umar Z., M. Gubareva, I. Yousaf, S. Ali (2021). A tale of company fundamentals vs sentiment driven pricing: the case of GameStop. *J. Behav. Exp. Financ.*, 30, Article 100501, DOI: 10.1016/j.jbef.2021.100501

University Library of Munich, *Germany MPRA Paper No. 104042*. Ανακτήθηκε από:

Urquhart A. (2016). The inefficiency of bitcoin. *Econom. Lett.*, 148 , pp. 80-82. DOI:

Walther T., T. Klein, E. Bouri (2019). Exogenous drivers of bitcoin and cryptocurrency volatility – a mixed data sampling approach to forecasting. *J. Int. Financ. Mark. Inst. Money*, 63 , Article 101133, DOI: 10.1016/j.intfin.2019.101133

Y. Katafuchi, K. Kurita, S. Managi (2021). COVID-19 with stigma: theory and evidence from mobility data. *Econ. Disasters Clim. Chang.*, 5 , pp. 71-95, DOI: 10.1007/s41885-020-00077-w

Yarovaya, L.; Matkovskyy, R.; Jalan, A. (2020) The COVID-19 Black Swan Crisis: Reaction and recovery of various financial markets. *SSRN* [Downloaded from: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3611587 at: 17/11/2021]

Yechen Z., Dickinson D. , Li J. (2017). Analysis on the influence factors of Bitcoin's

Yiyang, W.; Yeze, (2019) Z. Cryptocurrency Price Analysis with Artificial Intelligence. *In Proceedings of the 2019 5th International Conference on Information Management (ICIM)*, Cambridge, UK, pp. 97–101. DOI: 10.1109/INFOMAN.2019.8714700

Z. Umar, M. Gubareva (2021). Faith-based investments and the Covid-19 pandemic: Analyzing equity volatility and media coverage time-frequency relations. *Pac. Basin Financ. J.*, 67, pp. 101-571, DOI: 10.1016/j.pacfin.2021.101571

Z. Umar, M. Gubareva (2021). The relationship between the Covid-19 media coverage and the environmental, social and governance leaders equity volatility: a time-frequency wavelet analysis. *Appl. Econ.*, 53 (27) , pp. 3193-3206, DOI: 10.1080/00036846.2021.1877252

Z. Umar, N. Trabelsi, F. Alqahtani (2021). Connectedness between cryptocurrency and technology sectors: international evidence. *Int. Rev. Econ. Financ.*, 71 , pp. 910-922, DOI:10.1016/j.iref.2020.10.021

Zhang W., Wang P., Li X., Shen D. (2018). The inefficiency of cryptocurrency and its cross-correlation with dow jones industrial average. *Physica A*, 510, pp. 658-670. DOI:

στις 3/11/2021

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

<https://www.investing.com/>

<http://wallstreetpit.com/102032-the-serious-disadvantages-of-bitcoin-2/>

<http://cs.stanford.edu/people/eroberts/cs201/projects/2010-11/DigitalCurrencies/disadvantages/index.html>

<https://www.ibm.com/topics/what-is-blockchain>

<https://www.investopedia.com/terms/g/garch.asp>