
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
UNIVERSITY OF MACEDONIA

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ
ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΑ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΑ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ
MASTER'S DEGREE IN APPLIED
ECONOMICS



Διπλωματική Εργασία

Bitcoin, gold and the US dollar – Evidence before and after the pandemic

Σπουδαστής : Μπασάκος Αναστάσιος

Επιβλέπων Καθηγητής : Παναγιωτίδης Θεόδωρος

Λέξεις Κλειδιά

Bitcoin

GARCH

Μεταβλητότητα

Πανδημία

Περίληψη

Αυτή η έρευνα εξετάζει τη συμπεριφορά του Bitcoin πριν και μετά την εμφάνιση της πανδημίας. Ξεκινώντας με μια σύγκριση των αποτελεσμάτων με αυτά του Baur [2018, Bitcoin, gold and the dollar –A replication and extension] και χρησιμοποιώντας μοντέλα GARCH εξετάζουμε τη συμπεριφορά του Bitcoin. Σημαντικά αποτελέσματα εμφανίζονται με την επίδραση της COVID-19 όπου παρατηρείται έντονη επίδραση μεταβλητών. Αρκετά σημαντική είναι πλέον η επίδραση των αρνητικών ειδήσεων στη μεταβλητότητα του Bitcoin.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	3 – 4
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	5 – 9
2.1 Προσεγγίσεις Μοντέλων GARCH.....	5 – 7
2.2 Εναλλακτικές Μορφές Προσέγγισης.....	7 – 9
3. Μεθοδολογία και Δεδομένα.....	9 – 13
3.1 Συγκέντρωση Δεδομένων.....	9 – 10
3.2 Μεθοδολογία.....	11 – 13
4. Αποτελέσματα.....	13 – 24
5. Συμπεράσματα.....	25 – 26
6. Βιβλιογραφία.....	27 – 28

1. Εισαγωγή

Με την εμφάνιση του το 2008 το Bitcoin μέχρι και την έκρηξη της τιμής του συγκέντρωσε τη προσοχή όλου του κόσμου ιδίως με τη πορεία που έχει καταγράψει και που συνεχίζει να καταγράφει. Διφορούμενος είναι ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζεται από τους επενδυτές κατά κύριο λόγο. Αρκετοί επενδυτές χρησιμοποιούν το Bitcoin σαν νόμισμα για τις συναλλαγές τους καθώς δεν ελέγχεται από κάποια κεντρική τράπεζα και το κόστος συναλλαγής είναι πολύ χαμηλότερο. Ταυτόχρονα υπάρχουν ομοιότητες και με το χρυσό όπως η συχνότητα συναλλαγών, ο τρόπος εξόρυξης (mining) και το αποκεντρωμένο σύστημα που είναι χαρακτηριστικό του χρυσού. Ακόμη πιθανό είναι να χρησιμοποιηθεί και σαν μέσο κερδοσκοπίας καθώς η μεταβλητότητα που παρατηρείται είναι πολύ μεγαλύτερη από αυτή που συναντούμε στον χρυσό ή σε συναλλαγματικές ισοτιμίες. Βασιζόμενοι στα άρθρα της Dyrhberg (2016) “Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis” καθώς και του Baur (2018) “Bitcoin, gold and the dollar – A replication and extension έγινε μια προσπάθεια να επεκταθεί η μελέτη του Bitcoin σε μια πρόσφατη κρίση της παγκόσμιας οικονομίας. Σκοπός είναι να εξεταστεί εάν η συμπεριφορά του Bitcoin αλλάζει με την εμφάνιση της πανδημίας. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είναι οι ίδιοι με αυτές που χρησιμοποίησε ο Baur (2018) με τη διαφορά ότι εισήχθησαν στην έρευνα δύο δείκτες αβεβαιότητας από τους Brian Lucey, Samuel Vigne, Larisa Yarouyaya, Yizhi Wang (2021). Μια έρευνα που έφερε του δείκτες πολιτικής και τιμών αβεβαιότητας των κρυπτονομισμάτων σε εβδομαδιαίες παρατηρήσεις με πιθανό σκοπό να μπορέσουν να εξηγήσουν με κάποιο διαφορετικό τρόπο την αντίδραση του Bitcoin. Χρησιμοποιώντας μοντέλα GARCH σε όλο το δείγμα έτσι ώστε για να υπάρξει μια σύγκριση με τα αποτελέσματα του Baur (2018) αλλά και

θέτοντας ένα χρονικό ορόσημο χωρίζοντας το δείγμα σε δύο μέρη σκοπός είναι να εξεταστεί πως αντιμετωπίζεται πλέον το Bitcoin από τους επενδυτές. Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα από όλο το δείγμα με αυτά του Baur (2018) υπάρχουν αρκετές ομοιότητες. Η μόνη διαφορά έγκειται στο μέγεθος της επίδρασης των μεταβλητών το οποίο είναι λογικό εξαιτίας και των παρατηρήσεων της χρονικής περιόδου της πανδημίας. Σε αυτό το σημείο μπορούμε να πούμε ότι το Bitcoin παρουσιάζει χαρακτηριστικά όμοια των νομισμάτων αλλά και του χρυσού. Τα σημαντικά αποτελέσματα είναι αυτά που προκύπτουν μετά και την επίδραση της πανδημίας. Οι ομοιότητες με το χρυσό παραμένουν υπαρκτές το οποίο είναι φυσικό λόγω των κοινών χαρακτηριστικών. Ιδιαίτερη σημασία έχει η ένταση της σχέσης που φαίνεται να έχει το Bitcoin ως μέσο συναλλαγών. Ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζεται η τιμή αλλά και η μεταβλητότητα του Bitcoin από παραμέτρους όπως το χρηματιστήριο ή κάποιες συναλλαγματικές ισοτιμίες έχει εντατικοποιηθεί αρκετά μετά και την πανδημία. Το πιο σημαντικό στοιχείο είναι η εξάρτηση του Bitcoin πλέον από τις αρνητικές ειδήσεις στοιχείο που στις προηγούμενες έρευνες ήταν στατιστικά ασήμαντο και χαρακτηρίστηκε ομοιότητα με το χρυσό. Μπορούμε να πούμε ότι το Bitcoin δεν βρίσκεται κάπου ανάμεσα απλά καταφέρνει να συνδυάζει χαρακτηριστικά από νομίσματα, στοιχεία αποθηκευτικής αξίας και κερδοσκοπικά στοιχεία όπου ανάλογα τον επενδυτή και τη χρονική στιγμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφορετικούς τρόπους. Το βέβαιο είναι ότι μετά και τη δημοτικότητα αλλά και την αξία που απέκτησε κατέχει πλέον μια θέση στη παγκόσμια αγορά.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

1. Προσεγγίσεις Μοντέλων GARCH

Η Dyhrberg (2016) χρησιμοποιώντας μοντέλα GARCH(1,1) και EGARCH προσπάθησε να βρει αν το bitcoin έχει περισσότερες ομοιότητες με ένα περιουσιακό στοιχείο ή ένα νόμισμα. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το bitcoin βρίσκεται κάπου ανάμεσα σε μια κλίμακα όπου στο ένα άκρο χρησιμοποιείται αποκλειστικά ως μέσο αποθήκευσης αξίας και στο άλλο άκρο εκμεταλλεύοντας τα πλεονεκτήματα σαν μέσο συναλλαγής. Αυτό σημαίνει ότι το Bitcoin μπορεί να συνδυάσει κάποια από τα χαρακτηριστικά των περιουσιακών στοιχείων και νομισμάτων στις αγορές δηλαδή σαν εργαλείο στη διαχείριση χαρτοφυλακίου, την ανάλυση κινδύνου και στην ανάλυση συναισθημάτων της αγοράς.

Η Katsiampa (2017) χρησιμοποίησε αποκλειστικά τις τιμές κλεισίματος του bitcoin για να εξηγήσει την μεταβλητότητα της τιμής του. Χρησιμοποιώντας αρκετά μοντέλα GARCH όπως GARCH, TGARCH, EGARCH, APARCH, CGARCH, ACGARCH κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το bitcoin παρουσιάζει ομοιότητες όμως διαφέρει από τα υπόλοιπα περιουσιακά στοιχεία στην χρηματοοικονομική αγορά καθώς δημιουργεί ευκαιρίες για επενδυτές σχετικά με τη διαχείριση κινδύνου, την ανάλυση χαρτοφυλακίου και την ανάλυση συναισθημάτων καταναλωτή.

Χρησιμοποιώντας δώδεκα μοντέλα GARCH, τα περισσότερα στην βιβλιογραφική μας ανασκόπηση σε επτά κρυπτονομίσματα οι Chu , Chan, Nadarajah, Osterrieder (2017) προσπάθησαν να αναλύσουν τη μεταβλητότητα των τιμών των κρυπτονομισμάτων. Όσο αφορά το bitcoin επιλέγοντας το κατάλληλο μοντέλο

GARCH το οποίο μπορεί να εξηγήσει καλύτερα τη μεταβλητότητα της τιμής του καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι αντιμετωπίζουν τα κρυπτονομίσματα σαν χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία. Αυτό συμβαίνει κυρίως για την ακραία μεταβλητότητα που παρουσιάζουν καθώς και γιατί οι χρήστες τα χρησιμοποιούν για επενδυτικούς σκοπούς. Ευρήματα κατάλληλα για ανάλυση χαρτοφυλακίου, διαχείριση κινδύνου καθώς και για επενδυτές που αναζητούν τον κίνδυνο.

Οι Baur, Dimpfl, Kuck (2018) χτίσανε την έρευνα τους πάνω στο άρθρο της Dyrberg, (2016) το οποίο αναφέρθηκε πιο πάνω. Η βασική διαφορά που προστίθεται εδώ είναι δύο ακόμη ασύμμετρα μοντέλα GARCH τα TGARCH και TGARCH in mean καθώς και οι συσχετίσεις των αποδόσεων του Bitcoin με τις υπόλοιπες αποδόσεις. Τα αποτελέσματα τους καταλήγουν στο γεγονός ότι το Bitcoin διαφέρει πολύ από τον χρυσό και από μέσα συναλλαγής. Η ανάλυση τους έδειξε ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της σχέσης απόδοσης-κινδύνου του Bitcoin ενώ επίσης δεν παρουσιάζει συσχέτιση με άλλα περιουσιακά στοιχεία και έχει διαφορετική μεταβλητότητα σε σύγκριση με άλλα περιουσιακά στοιχεία.

Ο Gronwald, (2019) προσθέτοντας δύο ακόμα μοντέλα GARCH όπως IGARCH και TGARCH διαπίστωσε από τα ευρήματα ότι το bitcoin θεωρείται περισσότερο περιουσιακό στοιχείο ή κερδοσκοπική επένδυση παρά ως νόμισμα ή μέσο συναλλαγής. Δύο λόγοι στηρίζουν αυτό το συμπέρασμα, πρώτον ότι ο σταθερός αριθμός των bitcoin είναι σοβαρό οικονομικό πρόβλημα και δεύτερον η μεταβλητότητα που παρατηρείται στην τιμή του.

Σε ένα από τα πιο σημαντικά άρθρα το οποίο συνδέει τα κρυπτονομίσματα με την πανδημία οι Corbet, Larkin, Lucey (2020) προσπάθησαν να βρουν τον ρόλο που έπαιξε το Bitcoin στην πανδημία χωρίζοντας χρονικούς ορίζοντες πριν και μετά την πανδημία. Χρησιμοποιώντας σαν εξαρτημένη μεταβλητή την Κινέζικη χρηματαγορά

και ένα απλό μοντέλο GARCH(1,1) το αποτέλεσμα ήταν αρκετά σημαντικό. Κατέληξαν ότι τα κρυπτονομίσματα σε καιρούς χρηματοοικονομικής και οικονομικής διαταραχής δεν λειτουργούν σαν αντισταθμιστές κινδύνου ή ασφαλή καταφύγια για τους επενδυτές αλλά περισσότερο ως ενισχυτές μετάδοσης των αρνητικών εξελίξεων. Οι Bourji, Gupta (2021) σε μια διαφορετική έρευνα από τις υπόλοιπες χρησιμοποίησαν μια μονάδα μέτρησης αβεβαιότητας η οποία προέρχεται από τις δέκα καλύτερες εφημερίδες των Ηνωμένων Πολιτειών καθώς και μερικές λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιούνται σε μηχανές αναζήτησης για να προβλέψουν τις αποδόσεις του Bitcoin χρησιμοποιώντας το ασύμμετρο EGARCH. Τα ευρήματα τους δείχνουν ότι οι λέξεις κλειδιά που αναζητούνται ίσως έχουν περισσότερη βαρύτητα γιατί προέρχονται και από μεμονωμένους επενδυτές που ασχολούνται με την αβεβαιότητα. Αυτό τους οδηγεί στο συμπέρασμα ότι τα νέα είτε προέρχονται από εφημερίδες είτε από μηχανές αναζήτησης βοηθάνε τους επενδυτές να χρησιμοποιήσουν καλύτερες στρατηγικές αντιστάθμισης κινδύνου που σχετίζονται με το Bitcoin στο χαρτοφυλάκιο τους όπως για παράδειγμα ο χρυσός ή κάποιο νόμισμα.

2. Εναλλακτικές Μορφές Προσέγγισης

Σε μια αρκετά διαφοροποιημένη έρευνα οι Baur, Hong, & Lee (2018) βρήκαν διαφορετικούς τρόπους για να εξετάσουν εάν το Bitcoin αντιμετωπίζεται περισσότερο

σαν μέσο συναλλαγής ή σαν κάποιο περιουσιακό στοιχείο. Πρώτον βρήκαν ότι το Bitcoin δεν έχει καμία συσχέτιση με κάποια παραδοσιακά περιουσιακά στοιχεία ή νομίσματα. Έπειτα χρησιμοποιώντας μεθόδους αυτοσυσχέτισης βρήκαν ότι οι αποδόσεις του Bitcoin εμφανίζουν αυτοσυσχέτιση. Τέλος ξεχώρισαν τους επενδυτές σε τέσσερις κατηγορίες βάση των συναλλαγών που διέπρατταν και αν είναι ενεργητικοί ή παθητικοί επενδυτές. Μια ακόμη μέθοδος είναι αυτή του κύκλου εργασιών των μετοχών προσαρμοσμένη όμως σε πόσα Bitcoin συναλλάσσονται. Η πρώτη ένδειξη ήταν ότι το Bitcoin δεν σχετίζεται με άλλα περιουσιακά στοιχεία είτε σε ήπιες περιόδους είτε σε περιόδους οικονομικής αναταραχής. Η ανάλυση των δεδομένων των συναλλαγών του Bitcoin έδειξε ότι αντιμετωπίζεται περισσότερο σαν κερδοσκοπική επένδυση παρά σαν εναλλακτικό νόμισμα ή μέσο συναλλαγής. Στο άρθρο τους οι Panagiotidis, Stengos & Vravosinos (2018) επέλεξαν την παλινδρόμηση LASSO η οποία εκτελεί ταυτόχρονα την κατηγοριοποίηση και την επιλογή μεταβλητών για καλύτερη πρόβλεψη και ερμηνεία. Το δείγμα χωρίστηκε σε τρεις υποπεριόδους, η πρώτη αφορά τη περίοδο με τη λιγότερη μεταβλητότητα, η δεύτερη τη περίοδο ανάκαμψης και η τρίτη στη πρόσφατη λεγόμενη φούσκα. Συνολικά συμπεριλήφθηκαν είκοσι ένα μεταβλητές που μπορούν να επηρεάσουν τις αποδόσεις τους Bitcoin με τις πιο σημαντικές να είναι οι αποδόσεις χρυσού και η πολιτική αβεβαιότητα. Οι αποδόσεις του Bitcoin σχετίζονται θετικά με τις αποδόσεις του χρυσού και των συναλλαγματικών ισοτιμιών αλλά φαίνεται να έχουν μια μικτή αντίδραση με τη χρηματιστηριακή αγορά. Στην προσπάθεια να συγκρίνουν τα κρυπτονομίσματα με υπόλοιπα περιουσιακά στοιχεία οι Corbet, Meegan, Larkin, Lucey & Yarovaya (2018) βρήκαν διαφορές ανάμεσα τους ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα. Σε πρώτη φάση χρησιμοποίησαν την μέθοδο GVD (Generalized Variance Decomposition). Πρώτον τα κρυπτονομίσματα δείχνουν μεγάλη συσχέτιση μεταξύ

τους τόσο σε σύντομο χρονικό διάστημα όσο και σε μακροχρόνιο. Στην άλλη πλευρά τα κρυπτονομίσματα δεν δείχνουν να έχουν καμία σχέση με περιουσιακά στοιχεία. Στην προσπάθεια τους να εξηγήσουν καλύτερα τη σχέση κρυπτονομισμάτων με περιουσιακά στοιχεία επέλεξαν τη μέθοδο Barunik and Krehlik (2015) η οποία έδειξε ότι υπάρχουν παρόμοια πρότυπα σύνδεσης με άλλες κατηγορίες περιουσιακών στοιχείων αλλά μόνο σε μακροχρόνιες συχνότητες. Σε ένα ξεχωριστό άρθρο οι Panagiotidis, Stengos & Vravosinos (2020) εξετάζουν τη σημαντικότητα σαράντα μια πιθανών μεταβλητών στις αποδόσεις του Bitcoin όπως συναλλαγματικές ισοτιμίες, περιουσιακά στοιχεία, αποδόσεις χρηματιστηρίου, επιτόκια κεντρικών τραπεζών και άλλα. Χρησιμοποιώντας μεθοδολογίες όπως Augmented Dickey-Fuller, PC-LASSO, Rolling window PC-LASSO και Flexible Least Square καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η αβεβαιότητα της Οικονομικής Πολιτικής καθώς και η μεταβλητότητα του χρηματιστηρίου είναι οι σημαντικότερες παράμετροι που επηρεάζουν τις αποδόσεις του Bitcoin. Σημαντικό ρόλο παίζουν οι τάσεις στο διαδίκτυο οι οποίες όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα επιτυγχάνουν τις εκρήξεις πιθανών φουσκών.

3. Μεθοδολογία και Δεδομένα

1. Συγκέντρωση Δεδομένων

Η έρευνα συμπεριλαμβάνει 3014 παρατηρήσεις με την περίοδο ανάλυσης να ξεκινά από 1/10/2013 μέχρι και τις 31/12/2021. Τα δεδομένα είναι εβδομαδιαία καθώς η τιμή του Bitcoin διαπραγματεύεται όλη την εβδομάδα. Για τις τιμές οι οποίες δεν διαπραγματεύονται και τις επτά μέρες της εβδομάδας υποθέτουμε την απόδοση της τιμής ίση με το μηδέν για τις μέρες αυτές. Τα δεδομένα για την τιμή του Bitcoin αντλήθηκαν από το coindesk.com. Οι συναλλαγματικές ισοτιμίες δολαρίου/ευρώ (USD/EUR) και δολαρίου/λίρας (USD/GBP) όπως η τιμή του χρυσού και των ομοσπονδιακών επιτοκίων (Federal fund rate) αντλήθηκαν από τη

fred.stlouisfred.org. Ο δείκτης μετοχών των Financial Times (FTSE) καθώς και οι τιμές του χρυσού σε futures (Gold futures) είναι από το investing.com. Τέλος μια σημαντική μεταβλητή που εισάγεται σε μια τέτοια έρευνα είναι οι δείκτες τιμών (ucry price index) και πολιτικών αβεβαιότητας (ucry policy index) που εισάγονται από μια έρευνα των Brian Lucey, Samuel Vigne, Larisa Yarovaya, Yizhi Wang (2021) . Ο έλεγχος μοναδιαίας ρίζας στις αποδόσεις των μεταβλητών έδειξε μη στασιμότητα εκτός από τους δείκτες πολιτικής και τιμών αβεβαιότητας γεγονός που ίσως οφείλεται στο ότι οι παρατηρήσεις είναι εβδομαδιαίες και η προσαρμογή τους σε όλο το δείγμα κάνει τις τιμές να επαναλαμβάνονται.

Πίνακας 1

Summary statistics.

VARIABLES	N	Mean	Stand.Dev	Min	Max	ADF
Bitcoin	3014	9543.612	15113.12	108.5848	67566.83	-0.84
Federal	2154	0.528275	0.761947	0.04	2.450000	-10.69***
FTSE	2154	4906.339	3136.044	4944.44	7877.450	-10.37***
Gold cash	2154	994.6413	661.0504	1146.00	2061.500	-11.22***
Gold Futures	2154	1035.220	679.8929	1142.60	2103.200	-9.96***
USD/EUR	2154	0.83	0.529124	1.05	1.39	-12.99***
USD/GBP	2154	0.99	0.638259	1.46	1.71	-16.11***
UCRY policy	2025	100.04	0.998850	98.87321	106.3314	0.88
UCRY price	2025	100.04	0.998850	98.90182	107.1999	0.10

2. Μεθοδολογία

Στη προσπάθεια έρευνας ομοιότητας του Bitcoin μεταξύ του χρυσού και του δολαρίου χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα μοντέλα GARCH, δύο από τα οποία είναι τα αρχικά αλλά προσθέτοντας την ετεροσκεδαστικότητα στην εξίσωση του μέσου. Το πρώτο μοντέλο είναι το GARCH (1,1) με εξίσωση μέσου και διακύμανσης

$$(1) \Delta \ln price_t = \beta_0 + \beta_1 price_{t-1} + \beta_2 Federal_{t-1} + \beta_3 FTSE_{t-1} + \beta_4 GoldCash_{t-1} + \beta_5 GoldFuture_{t-1} + \beta_6 USDEUR_{t-1} + \beta_7 USDGBP_{t-1} + \beta_8 UCRYpolicy + \beta_9 UCRYprice + \varepsilon_t$$

$$(2) \sigma_t^2 = \exp(\lambda_0 + \lambda_1 Federal_{t-1} + \lambda_2 FTSE_{t-1} + \lambda_3 GoldCash_{t-1} + \lambda_4 GoldFuture_{t-1} + \lambda_5 USDEUR_{t-1} + \lambda_6 USDGBP_{t-1} + \lambda_7 UCRYpolicy + \lambda_8 UCRYprice) + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

Το επόμενο μοντέλο GARCH είναι το ίδιο με αυτό που αναφέρθηκε πιο πάνω με τη διαφορά ότι εισάγουμε την ετεροσκεδαστικότητα στην εξίσωση του μέσου. Έτσι έχουμε τη παλινδρόμηση GARCH in mean (ή GARCH-M), με την εξίσωση του μέσου να διαμορφώνεται ως εξής :

$$(3) \Delta \ln price_t = \beta_0 + \beta_1 price_{t-1} + \beta_2 Federal_{t-1} + \beta_3 FTSE_{t-1} + \beta_4 GoldCash_{t-1} + \beta_5 GoldFuture_{t-1} + \beta_6 USDEUR_{t-1} + \beta_7 USDGBP_{t-1} + \beta_8 UCRYpolicy + \beta_9 UCRYprice + \lambda \sigma_t + \varepsilon_t$$

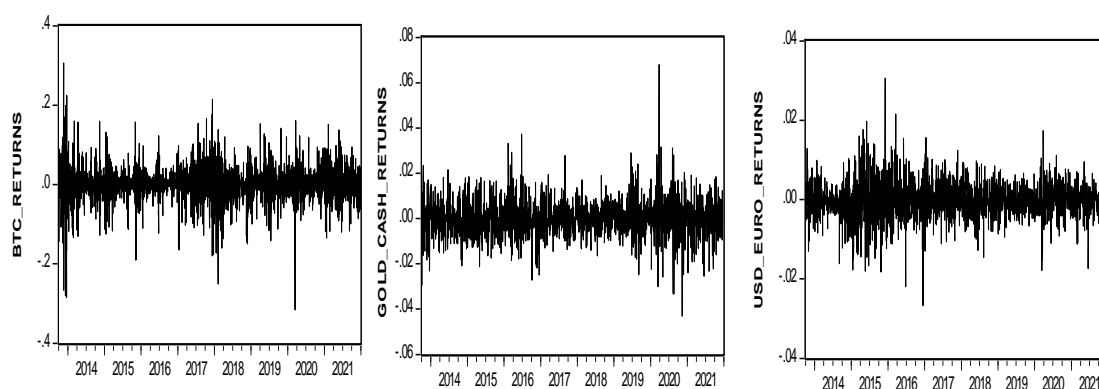
Τα επόμενα δύο μοντέλα αφορούν το εκθετικό μοντέλο GARCH (ή EGARCH). Η παλινδρόμηση EGARCH ερευνά εάν και κατά πόσο οι τιμές του Bitcoin επηρεάζονται ασύμμετρα από τα καλά και τα κακά νέα (επίδραση της μόχλευσης ή ευρέως γνωστό leverage effect). Έτσι το μοντέλο EGARCH φαίνεται παρακάτω με εξισώσεις μέσου και διακύμανσης.

$$(4) \Delta \ln price_t = \beta_0 + \beta_1 price_{t-1} + \beta_2 Federal_{t-1} + \beta_3 FTSE_{t-1} + \beta_4 GoldCash_{t-1} + \beta_5 GoldFuture_{t-1} + \beta_6 USDEUR_{t-1} + \beta_7 USDGBP_{t-1} + \beta_8 UCRYpolicy + \beta_9 UCRYprice + \varepsilon_t$$

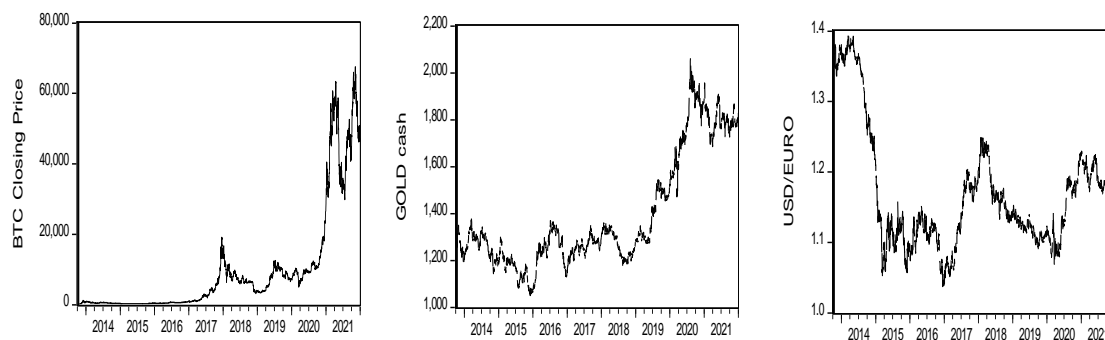
$$(5) \ln(\sigma_t^2) = \lambda_0 + \lambda_1 Federal_{t-1} + \lambda_2 FTSE_{t-1} + \lambda_3 GoldCash_{t-1} + \lambda_4 GoldFuture_{t-1} + \lambda_5 USDEUR_{t-1} + \lambda_6 USDGBP_{t-1} + \lambda_7 UCRYpolicy + \lambda_8 UCRYprice + \alpha (\varepsilon_{t-1} / \sigma_{t-1}) + \gamma (|\varepsilon_{t-1} / \sigma_{t-1}| - \sqrt{2/\pi}) + \delta \ln(\sigma_{t-1}^2)$$

Το μοντέλο EGARCH-M είναι εφαρμόζεται ακριβώς όπως και τον μοντέλο GARCH-M με τη διαφορά ότι τώρα διαφοροποιείται η παλινδρόμηση του EGARCH.

$$(6) \Delta \ln price_t = \beta_0 + \beta_1 price_{t-1} + \beta_2 Federal_{t-1} + \beta_3 FTSE_{t-1} + \beta_4 GoldCash_{t-1} + \beta_5 GoldFuture_{t-1} + \beta_6 USDEUR_{t-1} + \beta_7 USDGBP_{t-1} + \beta_8 UCRYpolicy + \beta_9 UCRYprice + \lambda \sigma_t + \varepsilon_t$$



First differences of the logged bitcoin price, gold cash and dollar-euro exchange rate from Oct 10th 2013 to Dec 31st 2021



Levels of Bitcoin price, Gold cash and dollar euro exchange rate from October 10th 2013 to December 31st 2021

Πίνακας 2

Σύνοψη μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν και εξήγηση τους. Όλα χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση ολόκληρου του δείγματος. Μόνο τα δύο τελευταία επιλέχθηκαν για την επίδραση της πανδημίας .

Μεθοδολογία	Πληροφορίες – Λεπτομέρειες
GARCH (1,1)	Εκτίμηση της μεταβλητότητας των αποδόσεων του Bitcoin. Εφαρμογή σε όλο το δείγμα
GARCH in mean	Εισαγωγή όρου ετεροσκεδαστικότητας στην εξίσωση του μέσου στο GARCH (1,1). Εφαρμογή σε όλο το δείγμα
EGARCH	Επέκταση του αρχικού μοντέλου GARCH για να εξεταστούν ασύμμετρες επιδράσεις από θετικές και αρνητικές αποδόσεις. Εφαρμογή σε όλο το δείγμα και επιπλέον χρήση πριν και μετά την πανδημία.
EGARCH in mean	Όρος ετεροσκεδαστικότητας στην εξίσωση του μέσου στο μοντέλο EGARCH. Συνδυασμός ετεροσκεδαστικότητας και ασυμμετρίας. Εφαρμογή σε όλο το δείγμα και επιπλέον χρήση πριν και μετά τη πανδημία.

4. Αποτελέσματα

Στο πρώτο μέρος της ανάλυσης τα μοντέλα GARCH εφαρμόζονται σε όλο το χρονικό διάστημα μελέτης από τον Οκτώβριο του 2013 μέχρι και τον Δεκέμβριο του 2021 συμπεριλαμβάνοντας μέσα και τις επιδράσεις που μπορεί να έχει η πανδημία στα αποτελέσματα. Αυτό που εξετάζεται κατά κύριο λόγο προφανώς είναι η σύγκριση και η εύρεση οποιονδήποτε διαφορών ή ομοιοτήτων του Bitcoin με το χρυσό και κάποιες επιλεγμένες συναλλαγματικές ισοτιμίες. Σκοπός είναι να δούμε από τα δεδομένα εάν το Bitcoin αντιδράει περισσότερο σαν μέσο συναλλαγής ή σαν κάποιο περιουσιακό στοιχείο. Στα πρώτα αποτελέσματα που εμφανίζονται από τον Πίνακα 3

παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του Baur (2018) και της παρούσας έρευνας σε μια προσπάθεια σύγκρισης των αποτελεσμάτων. Σε γενικές γραμμές μπορούμε να ισχυριστούμε ότι υπάρχουν ομοιότητες στα αποτελέσματα με τη σημείωση ότι οι συντελεστές φαίνονται να είναι περισσότερο έντονοι. Σίγουρα αυτό θα οφείλεται στο γεγονός ότι οι παρατηρήσεις είναι περισσότερες και ότι στο δείγμα μας υπάρχει το σοκ της πανδημίας. Στην εξίσωση της διακύμανσης φαίνεται να δείχνουν ότι ο συντελεστής του GARCH είναι μεγαλύτερος από αυτόν του ARCH κάτι που υποδεικνύει ότι η μεταβλητότητα είναι αρκετά έντονη. Επίσης οι αποδόσεις και η μεταβλητότητα του Bitcoin επηρεάζονται περισσότερο από μεταβλητές που είναι όμοιες με αυτές ενός νομίσματος. Στην εξίσωση του μέσου και της διακύμανσης σημαντική επίπτωση φαίνεται να έχει ο δείκτης των Financial Times Stock Exchange (FTSE 100) στις αποδόσεις του Bitcoin το οποίο μπορεί να είναι σημαντικό σε συνδυασμό με την σημαντικότητα που έχει η συναλλαγματική ισοτιμία δολαρίου λίρας στα επόμενα ευρήματα. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι καθώς αυξάνεται ο δείκτης του FTSE σε κάποιο σοκ οι επενδυτές ίσως αντιμετωπίσουν το Bitcoin σαν επενδυτικό στοιχείο που αξίζει να επενδύσουν.. Στην εξίσωση της διακύμανσης οι

Πίνακας 3

GARCH (1,1) με εξαρτημένη μεταβλητή τις αποδόσεις του Bitcoin. Ευρήματα του Baur (2018) και της παρούσας έρευνας και σύγκριση αποτελεσμάτων. Συμπεριλαμβάνεται και η περίοδος της πανδημίας στο επεκτεινόμενο δείγμα.

	Baur, Dimplf, Kuck - GARCH(1,1)		GARCH(1,1) – All sample	
Variables	Mean	Variance	Mean	Variance
<i>Constant</i>	- 0.0505 (- 1.11)	- 4.205 (- 1.86)	-0.171628** (-2.395203)	0.001269** (2.098428)
<i>Bitcoin returns_{t-1}</i>	0.0775* (2.54)		-0.028504 (-1.564137)	
<i>Federal funds rate_{t-1}</i>	0.108** (2.87)	- 9.239*** (- 6.10)	-0.006624 (-0.462598)	0.001428*** (2.715283)
<i>FTSE index_{t-1}</i>	0.0000100** (2.97)	- 0.000625** (- 2.91)	0.316515*** (2.934008)	-0.005266** (-1.993292)
<i>Gold cash_{t-1}</i>	- 0.000142 (- 0.86)	- 0.0195 (- 1.56)	0.146944 (0.961476)	-0.005153 (-1.028548)
<i>Gold Futures_{t-1}</i>	0.000161 (0.98)	- 0.000625** (- 4.55)	0.199024** (2.248897)	-0.001027 (-0.408405)
<i>USD-EURO exchange rate_{t-1}</i>	0.0530** (2.87)	12.78*** (10.33)	-0.218839 (-0.752802)	0.026501*** (2.792272)
<i>USD-GBP exchange rate_{t-1}</i>	- 0.0749* (- 2.52)	- 8.592*** (- 4.55)	0.099576 (0.433066)	-0.034050*** (-4.527754)
<i>UCRY policy index</i>			0.003752 (1.164938)	-2.90E-06 (-0.042533)
<i>UCRY price index</i>			-0.002021 (-0.638035)	-2.90E-06 (-0.042496)
<i>α</i>		0.276*** (16.61)		0.031206*** (5.367838)
<i>β</i>		0.724*** (68.85)		0.578754*** (7.894293)
<i>Observations</i>	1767	1767	2611	2611

Στατιστική t στις παρενθέσεις. Επίπεδο σημαντικότητας 1% (5%, 10%) όπου *** (**, *).

συναλλαγματικές ισοτιμίες έχουν επίδραση στη μεταβλητότητα αλλά το αρνητικό πρόσημο ανάμεσα στο δολάριο και τη λίρα δείχνει ότι ένα θετικό σοκ στη συναλλαγματική ισοτιμία θα έχει αρνητικό αντίκτυπο στη διακύμανση του Bitcoin κάτι που μπορεί να το μετατρέψει σε ένα ασφαλές περιουσιακό στοιχείο σε τέτοια περίπτωση. Βέβαια παρατηρούμε ότι το μέγεθος στις επιδράσεις της λίρας είναι μεγαλύτερο στα αποτελέσματα του Baur (2018). Τα αποτελέσματα επίσης δείχνουν ότι και οι μεταβολές των Federal fund επιδρούν περισσότερο στην εξίσωση της διακύμανσης σε αντίθεση με τα ευρήματα του Baur (2018) όπου υπάρχει επίδραση

και στις δύο εξισώσεις με διαφορετικό τρόπο ωστόσο. Αρκετή ομοιότητα παρουσιάζεται στα αποτελέσματα των αποδόσεων του χρυσού. Η μόνη στατιστική σημαντικότητα που παρουσιάζεται και στις δύο μελέτες είναι αυτή των Gold futures η οποία παράμετρος φαίνεται να διατηρεί την ισχύ της καθώς συναντιέται συχνά και στα επόμενα αποτελέσματα. Η μόνη διαφορά είναι ότι σε αυτή την έρευνα τα Gold futures επιδρούν στην εξίσωση του μέσου δείχνοντας μια απευθείας σύνδεση των αποδόσεων του χρυσού στις αποδόσεις του Bitcoin.

Πίνακας 4

Exponential GARCH (EGARCH). Ευρήματα Baur (2018) και της ισχύος έρευνας με εξαρτημένη μεταβλητή τις αποδόσεις του Bitcoin.

Variables	Baur, Dimplf, Kuck - EGARCH		EGARCH – All sample	
	Mean	Variance	Mean	Variance
Constant	- 0.1000 (- 1.46)	0.890** (3.25)	-0.174344** (-1.734694)	-5.441956*** (-8.679812)
Bitcoin returns _{t-1}	0.107*** (3.73)		-0.016424 (-0.747196)	
Federal funds rate _{t-1}	0.132** (2.72)	- 0.834*** (- 4.38)	-0.005026 (-0.592473)	0.335984 (1.395360)
FTSE index _{t-1}	0.0000122* (2.48)	- 0.000110*** (- 5.14)	0.093832 (1.226116)	-6.465009*** (-7.208208)
Gold cash _{t-1}	- 0.000278 (- 1.03)	- 0.000640 (- 0.44)	0.052146 (0.558121)	-2.702586 (-1.197518)
Gold Futures _{t-1}	0.000287 (1.07)	0.000249 (0.17)	0.153057*** (3.173893)	4.682092*** (2.913036)
USD-EURO exchange rate _{t-1}	0.103*** (3.31)	1.368*** (9.98)	-0.062708 (-0.375446)	2.589978 (0.667362)
USD-GBP exchange rate _{t-1}	- 0.0853 (- 1.87)	- 1.277*** (- 6.11)	-0.045297 (-0.313066)	-11.57077*** (-4.524329)
UCRY policy index			0.003767*** (3.373488)	0.023002 (0.923691)
UCRY price index			-0.002008 (-1.305691)	0.022768 (0.953392)
α		0.0211 (1.39)		0.302543*** (17.06394)
β		0.877*** (126.89)		0.902744*** (129.6680)
γ		0.494*** (22.50)		0.000313 (0.031734)
Observations	1767	1767	2611	2611

Στατιστική t στις παρενθέσεις. Επίπεδο σημαντικότητας 1% (5%, 10%) όπου *** (**,*).

Στον Πίνακα 4 ακολουθούν τα αποτελέσματα από το εκθετικό μοντέλο GARCH δίπλα στα ευρήματα του Baur (2018) αναφορικά με το ίδιο μοντέλο. Το εκθετικό μοντέλο GARCH (EGARCH) όπως φαίνεται στον Πίνακα 4 εντάσσει στην εξίσωση της διακύμανσης τον δείκτη μόχλευσης ή αλλιώς την επίδραση που θα έχει στην τιμή ένα σημάδι ή κάποια είδηση που προμηνύει κάποιο σοκ. Έτσι στα αποτελέσματα του Πίνακα 4 όπως και στα δύο προηγούμενα μοντέλα βλέπουμε την επίδραση του ARCH και του GARCH στην εξίσωση της διακύμανσης. Στο εκθετικό μοντέλο όμως φαίνεται ότι η ένταση ενός σοκ είναι μεγαλύτερη από αυτή του GARCH(1,1) μοντέλου καθώς επίσης και η μεταβλητότητα του παρελθόντος επηρεάζει περισσότερο τη μελλοντική μεταβλητότητα σε σύγκριση πάντα με τα δύο προηγούμενα μοντέλα. Εδώ πλέον εμφανίζονται ορισμένες διαφορές σχετικά με τα αποτελέσματα του Baur (2018). Φαίνεται τα Federal να χάνουν τη σημαντικότητα τους και στις δύο εξισώσεις και από την άλλη τα Gold futures να κερδίζουν έδαφος στις εξισώσεις μέσου και διακύμανσης με σημαντικό συντελεστή παράμετρο που ο Baur (2018) δεν είχε στατιστική σημαντικότητα στις δύο εξισώσεις. Όσο αφορά τον σημαντικό παράγοντα αυτού του μοντέλου φαίνεται η μεταβλητότητα της απόδοσης του Bitcoin να μην επηρεάζεται από αρνητικά ή θετικά νέα. Σύμφωνα με τη Dyhrberg (2016) αν και στατιστικά σημαντικός εκεί ο συντελεστής γάμα δε φαίνεται να υπάρχει ασύμμετρη επίδραση στις αποδόσεις του Bitcoin. Αυτό έχει ομοιότητες με το χρυσό καθώς αρνητικές και θετικές ειδήσεις δεν αλλάζουν τη συμπεριφορά του και έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ο χρυσός είτε το Bitcoin από επενδυτές με διάφορους επενδυτικούς τρόπους. Για πρώτη φορά βλέπουμε τη στατιστική σημαντικότητα που έχει ο δείκτης πολιτικής αβεβαιότητας (UCRY policy index) που υπάρχει στη ανάλυση. Αυτό είναι ένα δείγμα του ότι όταν δημιουργείται κλίμα πολιτικής αβεβαιότητας στην αγορά των κρυπτονομισμάτων αυτό οδηγεί σε άνοδο

της τιμής του Bitcoin και θα μπορούσε κανείς να ισχυριστεί ότι είναι μια συμπεριφορά ασφαλούς περιουσιακού στοιχείου. Όσον αφορά την εξίσωση της διακύμανσης σημαντικά αποτελέσματα έδειξαν οι επιδράσεις του FTSE καθώς και η επίδραση της συναλλαγματικής ισοτιμίας δολαρίου-λίρας. Όπως στο μοντέλο GARCH(1,1) έτσι και τώρα αλλά με πολύ μεγαλύτερο συντελεστή βλέπουμε πως μπορεί το Bitcoin να χρησιμοποιηθεί σαν αντισταθμιστής έναντι του δολαρίου. Παρότι ο Baur (2018) βρήκε σημαντικότητα και στις δύο συναλλαγματικές ισοτιμίες σε αυτό το μοντέλο στη τρέχουσα έρευνα φαίνεται όλη η δύναμη να συγκεντρώνεται γύρω από τη λίρα καθώς έχει μεγαλύτερη συσχέτιση από ότι η ισοτιμία δολαρίου-ευρώ. Ακόμα αρνητικό φαίνεται και το πρόσημο στον δείκτη των Financial Times κάτι που επαληθεύει τις αρχικές εκτιμήσεις δηλαδή ότι ένα σοκ στον δείκτη θα οδηγήσει σε μείωση της μεταβλητότητας της απόδοσης του Bitcoin κάνοντας τους επενδυτές να στραφούν σε αυτό σαν ένα εναλλακτικό μέσο επένδυσης. Εύρημα που παραμένει όμοιο των αποτελεσμάτων του Baur (2018) αλλά ασφαλώς με πιο επίμονο συντελεστή.

Προσθέτοντας κάτι διαφορετικό στην ανάλυση ολόκληρου του δείγματος χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα GARCH-M (in mean) και EGARCH-M (in mean). Σκοπός ήταν να χρησιμοποιηθούν περαιτέρω μοντέλα πέρα από τα σύνηθες που αναλύσαμε πιο πάνω. Έτσι στον Πίνακα 5 φαίνονται τα αποτελέσματα των δύο επιπλέον παλινδρομήσεων. Η βασική διαφορά από τα δύο προηγούμενα μοντέλα είναι ότι εισάγεται στην εξίσωση του μέσου ένας όρος ετεροσκεδαστικότητας με την υπόθεση ότι μπορεί η απόδοση του Bitcoin να εξαρτάται από τη μεταβλητότητα του. Αν και σημαντικός αυτός ο συντελεστής δε φαίνεται να παρουσιάζει κάποια σημαντικότητα στα πρώτα αποτελέσματα. Αναφορικά με τις υπόλοιπες παραμέτρους δεν παρατηρήθηκαν ιδιαίτερες διαφορές. Στο GARCH-M φαίνεται να έχει

ισχυροποιηθεί η θέση του χρυσού καθώς εμφανίζει σημαντικότητα σε μέσο και διακύμανση. Σημαντικό να αναφερθεί ότι πέρα από το δείκτη πολιτικής αβεβαιότητας υπάρχει και επίδραση του δείκτη τιμών αβεβαιότητας στο μοντέλο EGARCH-M. Στα μέχρι τώρα ευρήματα την απόλυτη συσχέτιση με τις αποδόσεις αλλά και τη μεταβλητότητα του Bitcoin φαίνεται να έχει ο χρηματιστηριακός δείκτης του Λονδίνου.

Πίνακας 5

EGARCH in mean και GARCH (1,1) in mean στο χρονικό διάστημα 1 Οκτ. 2013 μέχρι και 31 Δεκ. 2021. Μοντέλα με όρο ετεροσκεδαστικότητας στην εξίσωση του μέσου.

VARIABLES	EGARCH in mean		GARCH in mean	
	Mean equation	Variance equation	Mean equation	Variance equation
<i>Constant</i>	-0.152174 (-1.357626)	-5.759872*** (-9.007400)	-0.163957** (-1.756271)	-0.003317*** (-5.402686)
<i>Bitcoin returns_t</i>	-0.012846 (-0.591843)		-0.001800 (-0.080681)	
<i>Federal funds rate_{t-1}</i>	-0.005050 (-0.608869)	0.365772 (1.510334)	-0.002970 (-0.344071)	4.78E-05 (0.240183)
<i>FTSE index_{t-1}</i>	0.112513 (1.525116)	-6.190993*** (-6.880203)	0.225801*** (3.120348)	-0.004859*** (-4.895728)
<i>Gold cash_{t-1}</i>	0.050299 (0.543193)	-2.608633 (-1.153554)	0.103140 (1.042183)	-0.005033*** (-3.052730)
<i>Gold futures_{t-1}</i>	0.160427*** (3.385924)	4.860799*** (3.011321)	0.138974*** (2.973213)	0.004395*** (3.379093)
<i>USD-EURO exchange rate_{t-1}</i>	-0.041783 (-0.251416)	2.779318 (0.717779)	-0.187879 (-1.0Π42522)	0.004754 (1.421217)
<i>USD-GBP exchange rate_{t-1}</i>	-0.071838 (-0.501618)	-11.41723*** (-4.533712)	0.132161 (0.865705)	-0.008171*** (-4.351615)
<i>UCRY policy index</i>	0.003441** (2.048733)	-0.021714 (-0.888013)	0.004006 (1.252711)	1.66E-05 (0.722389)
<i>UCRY price index</i>	-0.001903 (-0.977333)	0.070569*** (2.970388)	-0.002362 (-0.744703)	1.74E-05 (0.824263)
α		0.304904*** (17.11634)		0.147886*** (13.08117)
β		0.901611*** (127.5546)		0.800536*** (65.29939)
γ		4.77E-05 (0.004777)		
λ	0.000182 (0.000226)		1.260048 (1.410872)	
<i>Observations</i>	2611	2611	2611	2611

Στατιστική t στις παρενθέσεις . Επίπεδο σημαντικότητας 1% (5%,10%) όπου ***(**,*).

Επίδραση της Πανδημίας

Θέτοντας ως χρονικό ορόσημο την 31 Δεκεμβρίου 2019 χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα EGARCH και EGARCH-M. Ο πρώτος λόγος αφορά το γεγονός ότι στην ανάλυση που προηγήθηκε δεν παρατηρήθηκε μεγάλη απόκλιση αποτελεσμάτων στα EGARCH μοντέλα κάτι που τα έκανε περισσότερο αξιόπιστα. Ο δεύτερος λόγος έχει να κάνει με δύο σημαντικούς συντελεστές που θέλουμε να αναλύσουμε. Αυτοί είναι ο όρος της ετεροσκεδαστικότητας και ο συντελεστής ασύμμετρης επίδρασης ειδήσεων. Στα πρώτα αποτελέσματα στο Πίνακα 6 βλέπουμε τις ενδείξεις του EGARCH πριν και μετά τη πανδημία. Στην εξίσωση του μέσου πριν τη πανδημία παρατηρείται η στατιστική σημαντικότητα των δύο δεικτών αβεβαιότητας στις αποδόσεις του Bitcoin. Φυσικό είναι να χάνεται η σημαντικότητα αυτή μετά τη πανδημία λόγω και της έλλειψης παρατηρήσεων παρόλα αυτά μπορεί να είναι μια διαφορετική οπτική για περαιτέρω ανάλυση. Οι σημαντικές επιπτώσεις έρχονται στην εξίσωση της διακύμανσης. Η σημαντικότητα αλλά και το μέγεθος των συντελεστών των ομοσπονδιακών κεφαλαίων, του χρηματιστηρίου αλλά της συναλλαγματικής ισοτιμίας δολαρίου-λίρας φανερώνουν την εξάρτηση της μεταβλητότητας του Bitcoin. Ο ιδιαίτερα υψηλός συντελεστής της ισοτιμίας δείχνει ευκαιρίες αντιστάθμισης μέσω του εν λόγω κρυπτονομίσματος ενώ η εξάρτηση από τα σοκ του χρηματιστηρίου είναι δεδομένη. Στην εξίσωση του μέσου μετά τη πανδημία ο συντελεστής των Gold futures δείχνει να είναι πιο έντονος αλλά την ίδια στιγμή χάνει τη σημασία του στην εξίσωση της διακύμανσης. Σε συνδυασμό και με τα παραπάνω φαίνεται η συμπεριφορά του Bitcoin να απομακρύνεται κάπως από το χρυσό. Αξιοσημείωτο είναι ότι δε φαίνεται να υπάρχει επίδραση του συντελεστή γάμα όπως και ούτε του όρου ετεροσκεδαστικότητας στην εξίσωση του μέσου.

Πίνακας 6

EGARCH πριν και μετά την πανδημία. Η περίοδος πριν ορίζεται μέχρι και τις 31 Δεκεμβρίου 2019 και οι υπόλοιπες παρατηρήσεις αφορούν μετά και κατά τη διάρκεια της πανδημίας.

VARIABLES	EGARCH before COVID-19		EGARCH after/during COVID-19	
	Mean equation	Variance equation	Mean equation	Variance equation
<i>Constant</i>	0.063902 (1.285139)	-10.47284*** (-9.059415)	-0.434437*** (-3.181657)	-7.709136*** (-4.975234)
<i>Bitcoin returns_{t-1}</i>	-0.005993 (-0.244990)	-	-0.039135 (-0.936060)	-
<i>Federal funds rate_{t-1}</i>	-0.000937 (-0.118748)	0.628033** (2.176614)	-0.055086 (-1.191155)	-2.854169*** (-2.780030)
<i>FTSE index_{t-1}</i>	-0.050234 (-0.527657)	0.969819 (0.464342)	0.317520** (2.505619)	-3.571768** (-1.964312)
<i>Gold cash_{t-1}</i>	0.103573 (1.016002)	-4.236233 (-1.495944)	0.159893 (0.878136)	9.286668 (1.352126)
<i>Gold futures_{t-1}</i>	0.128128*** (2.700962)	4.331960** (2.145021)	0.500077*** (3.178718)	3.367011 (0.533103)
<i>USD-EURO exchange rate_{t-1}</i>	-0.008157 (-0.049370)	7.615526** (1.785987)	0.332045 (0.512923)	25.17665 (1.619640)
<i>USD-GBP exchange rate_{t-1}</i>	-0.214332 (-1.300637)	-9.227630*** (-2.849248)	-0.019245 (-0.082356)	-52.17297*** (-7.172670)
<i>UCRY policy index</i>	0.006596*** (3.210418)	0.036958 (1.021321)	0.004551 (0.882808)	0.005682 (0.109703)
<i>UCRY price index</i>	-0.007231*** (-3.984262)	0.057595** (1.703412)	-0.000195 (-0.037868)	0.056750 (1.089264)
α	-	0.347966*** (15.63525)	-	0.160526*** (4.807454)
β	-	0.882772*** (100.1958)	-	0.807222*** (25.24461)
γ	-	0.004515 (0.365936)	-	0.016695 (0.680672)
<i>Observations</i>	2193	2193	783	783

Στατιστική t στις παρενθέσεις. Επίπεδο σημαντικότητας 1% (5%,10%) όπου ***(**, *).

Στη τελευταία ανάλυση και ίσως πιο ενδιαφέρουσα γίνεται η χρήση του μοντέλου EGARCH-M (in mean) πριν και μετά τη πανδημία. Στο Πίνακα 7 μπορούμε να παρατηρήσουμε σημαντικές διαφορές σε σύγκριση με προηγούμενα αποτελέσματα. Αρχικά να αναφέρουμε ότι και εδώ οι δείκτες αβεβαιότητας στις εξισώσεις μέσου και διακύμανσης έχουν επίδραση πριν από την εμφάνιση της πανδημίας ενώ μετά το Δεκέμβριο του 2019 χάνουν την ισχύ τους. Όμοια αποτελέσματα παρατηρούνται στην εξίσωση του μέσου με αυτά του EGARCH. Η εξάρτηση των αποδόσεων του Bitcoin

από το χρυσό φαίνεται να παραμένει καθώς οι μελλοντικές συμβάσεις του χρυσού δείχνουν να είναι περισσότερο σημαντικές και ο συντελεστής τους να έχει μια ανοδική τάση. Η σημαντικότητα του δείκτη των Financial Times δε θα μπορούσε να μην υπάρχει αν και στην εξίσωση του μέσου δε φαίνεται μεγάλη η επιρροή του.

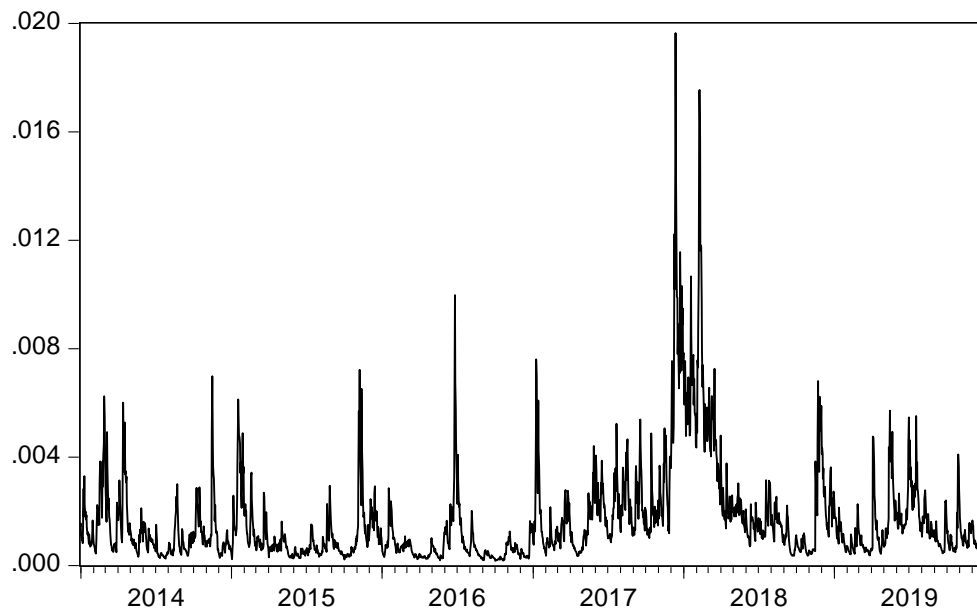
Πίνακας 7

EGARCH in mean πριν και μετά την πανδημία. Εφαρμογή του υβριδικού μοντέλου με τον όρο ετεροσκεδαστικότητα στην εξίσωση του μέσου πριν και μετά την πανδημία.

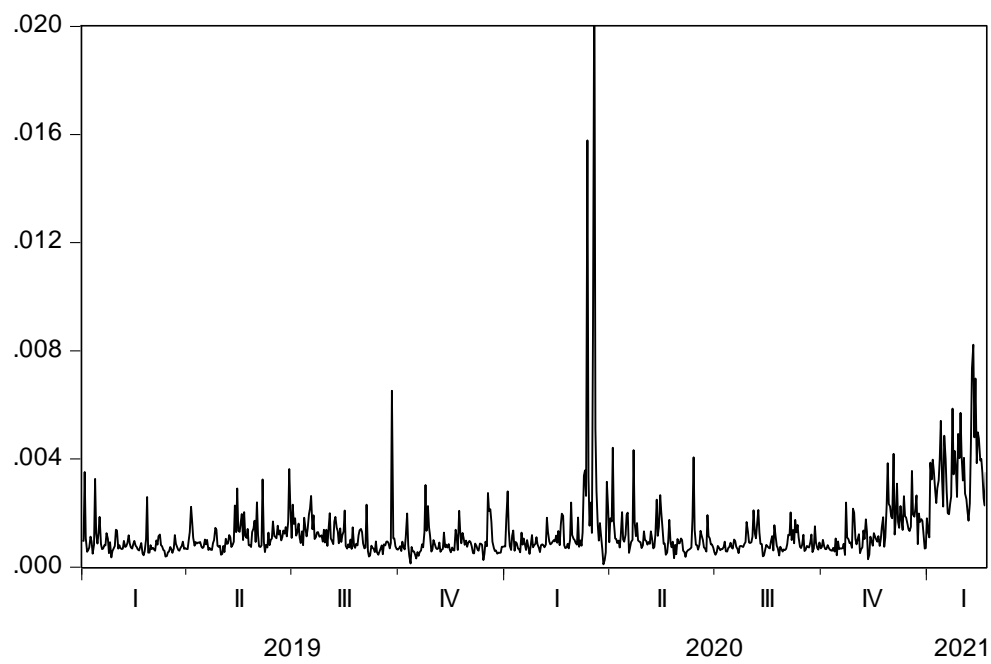
VARIABLES	EGARCH in mean before COVID-19		EGARCH in mean after/during COVID-19	
	Mean equation	Variance equation	Mean equation	Variance equation
<i>Constant</i>	0.296525*** (4.237602)	-10.00410*** (-8.493407)	-0.757438*** (-3.953179)	-24.79803*** (-5.360250)
<i>Bitcoin returns_{t-1}</i>	-0.013935 (-0.571386)	-	-0.031525 (-0.692147)	-
<i>Federal funds rate_{t-1}</i>	-0.000704 (-0.092420)	0.685628** (2.440913)	-0.032092 (-0.634496)	0.136341 (0.089433)
<i>FTSE index_{t-1}</i>	-0.060800 (-0.649290)	1.920747 (0.933415)	0.180528 (1.521721)	-7.619369** (-2.197718)
<i>Gold cash_{t-1}</i>	0.126853 (1.267292)	-3.969996 (-1.405859)	0.222791 (1.147819)	19.41062** (2.361683)
<i>Gold futures_{t-1}</i>	0.134075*** (2.939163)	4.054015** (2.022112)	0.520406*** (3.238637)	5.202602 (0.655468)
<i>USD-EURO exchange rate_{t-1}</i>	-0.054899 (-0.327609)	8.404223** (2.000097)	0.096448 (0.164327)	-38.62967 (-1.431199)
<i>USD-GBP exchange rate_{t-1}</i>	-0.196525 (-1.182941)	-7.174758** (3.306861)	-0.470285*** (-1.895690)	-49.36365*** (-3.965140)
<i>UCRY policy index</i>	0.007630*** (7.396543)	-0.087702** (-2.506332)	0.006399 (1.408291)	0.163857 (1.187770)
<i>UCRY price index</i>	-0.010610*** (-12.69654)	0.177979*** (5.132850)	0.001247 (0.257217)	0.036213 (0.257799)
α	-	0.352423*** (16.02181)	-	0.348243*** (5.509792)
β	-	0.889385*** (99.51335)	-	0.350519*** (5.213459)
γ	-	0.003296 (0.269206)	-	-0.080621** (-1.981583)
λ	0.991782 (1.249903)	-	-6.064474** (-2.159787)	-
<i>Observations</i>	2193	2193	783	783

Στατιστική t στις παρενθέσεις. Επίπεδο σημαντικότητας 1% (5%,10%) όπου ***(**,*)

Ενδιαφέρονται αποτελέσματα έρχονται από την εξίσωση της διακύμανσης του EGARCH-M. Αρχικά ο δείκτης Financial Times Stock Exchange έχει γίνει ακόμα πιο ισχυρός στη μεταβλητότητα των αποδόσεων του Bitcoin. Αυτό δείχνει την όλο και περισσότερο εξάρτηση του Bitcoin από το χρηματιστήριο και πόσο οι ανοδικές τάσεις του χρηματιστηρίου θα μειώνουν τη μεταβλητότητα του Bitcoin. Στην ακριβώς απέναντι πλευρά παρατηρώντας το συντελεστή του χρυσού συμπεραίνουμε ότι περισσότερο σημαντική ήταν η τιμή του χρυσού στο χρόνο που διαπραγματευόταν παρά οι μελλοντικές συμφωνίες του. Ο υψηλός συντελεστής μπορεί και να συσχετιστεί με τις πρόσφατες εκτινάξεις της τιμής του Bitcoin μέσα σε μια αγορά αβεβαιότητας. Περισσότερο σημαντική και εδώ είναι η λίρα σε σχέση με το ευρώ καθώς η συναλλαγματική ισοτιμία δολαρίου-λίρας καταγράφει όπως ανέφερε και η Dyhrberg (2016) ευκαιρίες αντιστάθμισης σε περιπτώσεις σοκ έναντι του δολαρίου. Το τελευταίο μοντέλο βρίσκει δύο πολύ σημαντικά αποτελέσματα τα οποία ίσως καταφέρουν να εξηγήσουν τη συμπεριφορά των αποδόσεων του Bitcoin. Μετά και την εμφάνιση της πανδημίας το μοντέλο EGARCH-M βρίσκει επίδραση του όρου της ετεροσκεδαστικότητας στην εξίσωση του μέσου αλλά του συντελεστή γάμα στις αποδόσεις του Bitcoin. Ο συντελεστής GARCH στην εξίσωση του μέσου δείχνει ότι η μεταβλητότητα επηρεάζει άμεσα τη τιμή του Bitcoin με αρνητικό αντίκτυπο και σημαντικό μέγεθος. Η στατιστική σημαντικότητα του συντελεστή γάμα και το αρνητικό πρόσημο δηλώνουν ότι οι όποιες αρνητικές ειδήσεις υπάρξουν στις διεθνείς αγορές θα έχουν μεγαλύτερη επίπτωση στις αποδόσεις του Bitcoin από ότι ενδεχόμενες θετικές ειδήσεις. Η Dyhrberg (2016) είχε συσχετίσει τη μη σημαντικότητα του συντελεστή γάμα στα δικά της αποτελέσματα με τη συμπεριφορά του χρυσού κάτι που τώρα αμφισβητείται.



— EGARCH-M conditional variance before the pandemic



— EGARCH-M conditional variance after the pandemic

5. Συμπεράσματα

Όσο αφορά την μελέτη σε ολόκληρο το δείγμα τα αποτελέσματα δεν είχαν μεγάλη απόκλιση από αυτά του Baur (2018). Υπήρχαν κάποιες διαφορές σχετικά με το ποιες μεταβλητές επηρεάζουν τις αποδόσεις του Bitcoin και ίσως αυτό να οφείλεται στο γεγονός ότι συμπεριλαμβάνεται στο δείγμα και η πανδημία. Αυτό που είναι περισσότερο ενδιαφέρον και αυτό που μας απασχολεί είναι η επίδραση της πανδημίας. Δηλαδή κατά πόσο αυξήθηκε η επίδραση των παραμέτρων στις αποδόσεις του Bitcoin. Είναι να σημαντικό να τονίσουμε ότι οι δείκτες αβεβαιότητας μπορεί να μην είναι σημαντικοί στο διάστημα μετά τη πανδημία κάτι που οφείλεται στο ότι τα δεδομένα για τους δείκτες αυτούς δεν είναι πλήρως ενημερωμένα. Για το διάστημα που υπάρχουν παρατηρήσεις μέχρι και το 2019 φαίνεται αυτή η παράμετρος να έχει επίδραση, κάτι που σημαίνει ότι πλέον και η πολιτική αλλά και οι τιμές αρχίζουν να έχουν επίδραση στις τιμές του Bitcoin. Φαίνεται ότι μετά την εμφάνιση της πανδημίας οι δείκτες χρηματιστηρίου του Λονδίνου και η συναλλαγματική ισοτιμία δολαρίου δείχνουν να έχουν τη μεγαλύτερη επίπτωση και συσχέτιση με τις αποδόσεις του Bitcoin. Αυτά τα ευρήματα μαζί με τους περιορισμούς μετακινήσεων που υπήρχαν κατά τη διάρκεια της πανδημίας έκαναν του επενδυτές τα χρησιμοποιούν το Bitcoin σα μέσο συναλλαγής. Το κοινό χαρακτηριστικό που έχει με το χρυσό δηλαδή ο περιορισμένος όγκος καθώς και το μέγεθος επίδρασης της τιμής του χρυσού στη μεταβλητότητα του Bitcoin όπως έδειξε το τελευταίο μοντέλο φανερώνουν κοινές συμπεριφορές μεταξύ των δύο στοιχείων. Παρόλα αυτά η συσχέτιση με χρηματιστήρια και νομίσματα είναι πολύ μεγαλύτερη κάτι που ίσως απομακρύνει το Bitcoin από το να αντιμετωπίζεται σαν ασφαλές περιουσιακό στοιχείο. Η υψηλή μεταβλητότητα του είναι κάτι που ξεπερνά και αυτή ενός νομίσματος όπως επίσης και του χρυσού ενώ σε συνδυασμό με την επίδραση της μεταβλητότητας στη τιμή

χαρακτηρίζεται και σα μέσο κερδοσκοπίας ή στοιχείο σε κάποιο επιθετικό επενδυτικό χαρτοφυλάκιο. Χαρακτηριστικό είναι το διάγραμμα με τη διακύμανση από τα ευρήματα του EGARCH-M όπου φαίνεται η εκτίναξη της σε σοκ με αυτό της πανδημίας να είναι πιο έντονο στις αρχές του 2020. Εκείνο που είναι αξιοσημείωτο είναι η σχέση των αποδόσεων του Bitcoin στον αντίκτυπο αρνητικών ειδήσεων. Το γεγονός ότι με την εμφάνιση της πανδημίας φαίνεται οι αποδόσεις του Bitcoin να επηρεάζονται από αρνητικές ειδήσεις το κάνει να αποκτά μια ειδοποιό διαφορά από τον χρυσό. Εκεί που μπορούμε να καταλήξουμε είναι ότι το Bitcoin έχει αποκτήσει μια θέση στη παγκόσμια οικονομία. Έχοντας κοινά χαρακτηριστικά με το χρυσό, επενδυτικές ιδιότητες αλλά και χρησιμότητα ως μέσο συναλλαγής μπορεί να χρησιμοποιηθεί με οποιονδήποτε τρόπο ανάλογα τον επενδυτή και τις εκάστοτε καταστάσεις που επικρατούν στις διεθνείς αγορές.

6. Βιβλιογραφία

1. Akhtaruzzaman, M., Boubaker, S., Lucey, B. M., & Sensoy, A. (2021). Is gold a hedge or a safe-haven asset in the COVID–19 crisis? *Economic Modelling*, *102*, 105588. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105588>
2. Ardia, D., Bluteau, K., & Rüede, M. (2019). Regime changes in Bitcoin GARCH volatility dynamics. *Finance Research Letters*, *29*, 266–271. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.08.009>
3. Baur, D. G., Dimpfl, T., & Kuck, K. (2018). Bitcoin, gold and the US dollar – A replication and extension. *Finance Research Letters*, *25*, 103–110. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2017.10.012>
4. Baur, D. G., Hong, K., & Lee, A. D. (2018). Bitcoin: Medium of exchange or speculative assets? *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, *54*, 177–189. <https://doi.org/10.1016/j.intfin.2017.12.004>
5. Bouri, E., & Gupta, R. (2021). Predicting Bitcoin returns: Comparing the roles of newspaper- and internet search-based measures of uncertainty. *Finance Research Letters*, *38*, 101398. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.101398>
6. Chu, J., Chan, S., Nadarajah, S., & Osterrieder, J. (2017). GARCH Modelling of Cryptocurrencies. *Journal of Risk and Financial Management*, *10*(4), 17. <https://doi.org/10.3390/jrfm10040017>
7. Corbet, S., Larkin, C. J., & Lucey, B. M. (2020). The Contagion Effects of the COVID-19 Pandemic: Evidence from Gold and Cryptocurrencies. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3564443>
8. Corbet, S., Lucey, B. M., Urquhart, A., & Yarovaya, L. (2018). Cryptocurrencies as a Financial Asset: A Systematic Analysis. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3143122>

9. Corbet, S., Meegan, A., Larkin, C. J., Lucey, B. M., & Yarovaya, L. (2017). Exploring the Dynamic Relationships between Cryptocurrencies and Other Financial Assets. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3070288>
10. Dyhrberg, A. H. (2016). Bitcoin, gold and the dollar – A GARCH volatility analysis. *Finance Research Letters*, 16, 85–92.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2015.10.008>
11. Gronwald, M. (2019). Is Bitcoin a Commodity? On price jumps, demand shocks, and certainty of supply. *Journal of International Money and Finance*, 97, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2019.06.006>
12. Katsiampa, P. (2017). Volatility estimation for Bitcoin: A comparison of GARCH models. *Economics Letters*, 158, 3–6.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2017.06.023>
13. Panagiotidis, T., Stengos, T., & Vravosinos, O. (2018). On the determinants of bitcoin returns: A LASSO approach. *Finance Research Letters*, 27, 235–240.
<https://doi.org/10.1016/j.frl.2018.03.016>
14. Panagiotidis, T., Stengos, T., & Vravosinos, O. (2020). A Principal Component-Guided Sparse Regression Approach for the Determination of Bitcoin Returns. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(2), 33.
<https://doi.org/10.3390/jrfm13020033>
15. Urquhart, A. (2016). The Inefficiency of Bitcoin. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.2828745>
16. Lucey, B. M., Vigne, S., Yarovaya, L., & Wang, Y. (2021). The Cryptocurrency Uncertainty Index. *SSRN Electronic Journal*.
<https://doi.org/10.2139/ssrn.3805891>