



**Business Analytics  
and Data Science**

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στην  
**ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΤΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ**  
Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων

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

**Τμήμα Οργάνωσης και Διοίκησης Επιχειρήσεων**

**Διπλωματική Εργασία**

**Τεχνολογία Blockchain στην Χρηματοοικονομική: Η επενδυτική  
κίνηση των NFT και η σχέση τους με τα Κρυπτονομίσματα.**

του

**Αθανάσιου Κρανιά του Ιωάννη**

**Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του μεταπτυχιακού  
διπλώματος στην**

**Αναλυτική των Επιχειρήσεων και Επιστήμη των Δεδομένων**

**Φεβρουάριος 2023**

## Περίληψη

Με την νέα τάση των NFT, η τεχνολογία Blockchain έχει πλέον εδραιωθεί στον χώρο των χρηματοοικονομικών επενδύσεων. Η παρούσα διπλωματική αναλύει και περιγράφει την σχέση των κυριότερων νομισμάτων τεχνολογίας Blockchain, κρυπτονομίσματα και NFT, καθώς και την δυνατότητα δημιουργίας ενός προβλεπτικού μοντέλου μηχανικής μάθησης για την τιμή πώλησης NFT. Για την ανάλυση αυτής της σχέσης, αρχικά εισάγονται οι βασικές έννοιες με βιβλιογραφική ανασκόπηση, γίνεται συγκριτική περιγραφή της εξέλιξης των αγορών κρυπτονομισμάτων και NFT, και τέλος γίνεται εμπειρική ανάλυση με επίσημα δεδομένα και συγκεντρωτικά μεταδεδομένα για την αξία των συναλλαγών BTC, ETH και αγοραπωλησιών NFT για τα έτη 2017 - 2022. Η εμπειρική ανάλυση περιλαμβάνει την στατιστική σύγκριση, την οικονομετρική ανάλυση και τέλος Μηχανική Μάθηση. Η στατιστική ανάλυση των μεταδεδομένων των δύο αγορών οδηγεί στην δημιουργία του οικονομετρικού μοντέλου Γραμμικής Παλινδρόμησης σε δεδομένα Panel Fixed Effects με εξαρτημένη μεταβλητή την μέση τιμή πώλησης NFT και διατομή την κατηγορία Segment. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ανάμεσα στην μέση τιμή πώλησης NFT και της ισοτιμίας των κρυπτονομισμάτων με το δολάριο. Οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως οι επενδυτές αντιλαμβάνονται τα NFT σαν παρεμφερείς εναλλακτικές επενδύσεις των κρυπτονομισμάτων και στρέφονται σε αυτά όταν αυξάνονται οι τιμές των δευτέρων. Τέλος Δημιουργήσαμε ένα προβλεπτικό μοντέλο Γραμμικής Παλινδρόμησης Μηχανικής Μάθησης που προβλέπει την μέση τιμή πρόβλεψης των NFT, με ικανοποιητική ερμηνευτική ικανότητα και πολύ μικρή απόκλιση όταν οι τιμές κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα. Αποδεικνύεται λοιπόν, πως παρόλο που δεν έχει συμβεί μέχρι στιγμής, είναι δυνατή η δημιουργία προβλεπτικών μοντέλων για την αξία των NFT με τα κατάλληλα δεδομένα σε επίπεδο συναλλαγής.

## **Abstract**

With the latest NFT trend, Blockchain technology has now established itself in the financial investment world. This dissertation analyzes and describes the relationship of the two main Blockchain tech tokens, cryptocurrencies and NFTs, as well as the possibility of building a predictive machine learning model for the value price of NFTs. To analyze this relationship, firstly we introduce the basic concepts followed by a literature review, we perform a comparative description of the evolution of the two markets, and finally we apply an empirical analysis with official data and aggregated metadata on the transactions of BTC, ETH and NFT for the years 2017 to 2022. Our empirical analysis includes statistical comparison, economic analysis and finally machine learning. The statistical analysis of the metadata of the two markets leads to the creation of our econometric model. A Linear Regression Panel Data Fixed Effects model with the average sale price of NFTs as dependent variable and the Segment category as cross section. The results show that there is a statistically significant positive correlation between the average selling price of NFTs and the USD exchange rate of cryptocurrencies. We are led to the conclusion that investors perceive NFTs as similar alternative investments to cryptocurrencies and turn to them when the prices of crypto rise. Finally, we have built a predictive Machine Learning Linear Regression model that predicts the mean predictive value of NFTs, with satisfactory interpretability and very little deviation when the values fluctuate at high levels. We conclude that despite it has not been done so far, it is possible to create predictive models for the value of NFTs with the appropriate transaction level data.

## **Λέξεις – Κλειδιά / Key Words**

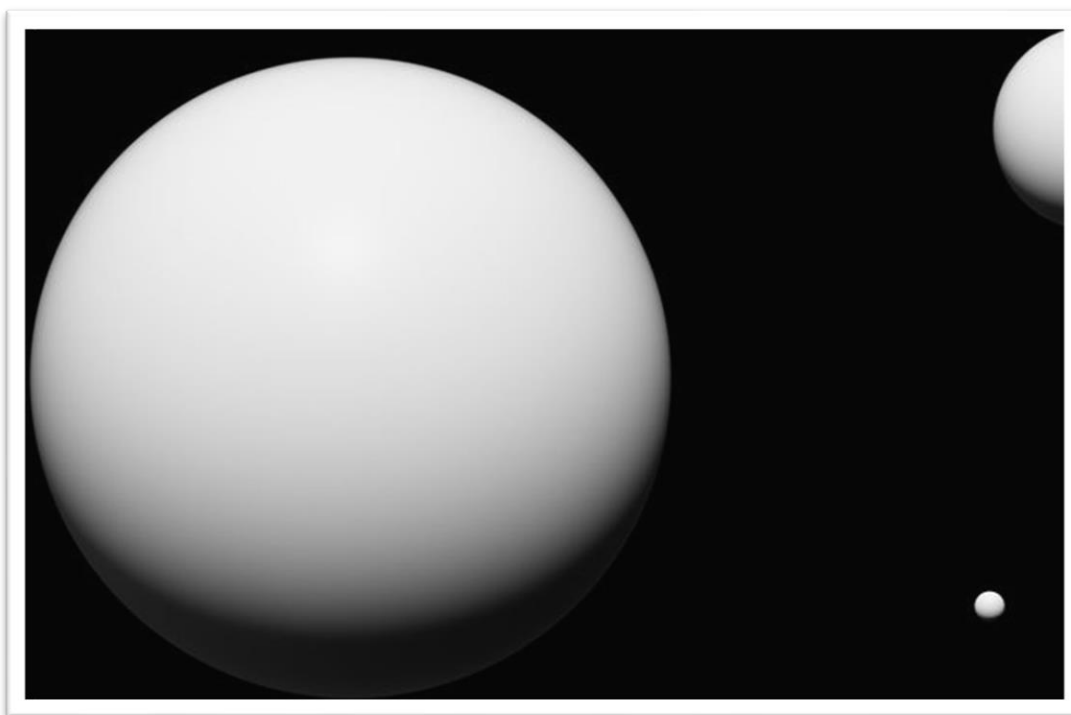
Μη εναλλάξιμα νομίσματα - Κρυπτοπαραστατικά, Κρυπτονομίσματα, προβλεπτικό μοντέλο τιμής, γραμμική παλινδρόμηση, Μηχανική Μάθηση, Blockchain, Non fungible tokens NFT, Cryptocurrency, Bitcoin, Ethereum, OLS Panel Data Fixed Effects, Linear Regression Machine Learning, Predictive price modeling.

## Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	5
2. Θεωρητικό Υπόβαθρο και Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας.....	8
2.1 Η τεχνολογία Blockchain.....	8
2.2 Κρυπτονομίσματα.....	12
2.3 Τα μη εναλλάξιμα νομίσματα ή Κρυπτοπαραστατικά (NFT).....	16
2.4 Ερευνητικά Άρθρα.....	20
3. Υποθέσεις – Ερευνητικά Ερωτήματα.....	21
4. Δεδομένα και Μεθοδολογία.....	22
4.1 Δεδομένα.....	22
4.2 Μεθοδολογία.....	26
5. Εμπειρική Ανάλυση.....	29
5.1 Αγορά Κρυπτονομισμάτων.....	29
5.2 Εξέλιξη της Αγοράς NFT.....	33
5.3 Περιγραφική Στατιστική.....	38
5.4 Οικονομετρική Ανάλυση.....	42
5.5 Μηχανική Μάθηση.....	44
6. Ερευνητικά Συμπεράσματα.....	45
7. Παράρτημα.....	47
8. Λεξιλόγιο.....	52
9. Βιβλιογραφικές Αναφορές.....	55

## 1. Εισαγωγή

Στις 10 Νοεμβρίου 2021 η τιμή του Bitcoin (BTC) ξεπέρασε σε αξία τα 68.000 USD που αποτελεί την υψηλότερη τιμή διαχρονικά. Λίγες μέρες αργότερα από το BTC, το Ethereum (ETH) σημείωσε το δικό του ρεκόρ όταν η τιμή του ξεπέρασε τα 4.850 USD. Ακολουθώντας τους ίδιους ρυθμούς, λίγο πριν το τέλος του 2021 έλαβε χώρα η ακριβότερη πώληση NFT. Το «The Merge» από τον καλλιτέχνη Pak, δεν αποτελεί ένα ενιαίο έργο αλλά μία μορφή που ονομάζεται «κατακερματισμένη τέχνη». Πρόκειται για μια συλλογή από «μάζες» που μπορούσαν να πάρουν στα χέρια τους μεμονωμένοι αγοραστές. Όσο μεγαλύτερη η επένδυση, τόσο μεγαλύτερη γινόταν η «μάζα» που αποκτούσε καθένας. Έτσι, το «The Merge» αποτελείται από 266.445 «μάζες» και κατέχεται από 28.983 συλλέκτες. Την στιγμή εκκίνησης της πώλησης η αρχική τιμή κάθε μάζας ήταν τα 575 USD και στη συνέχεια, η τιμή αυξανόταν κατά 25 USD κάθε έξι ώρες. Η πώληση έγινε στην αγορά NFT Nifty Gateway ανάμεσα στις 2 και 4 Δεκεμβρίου 2021 και συνολικά στοίχισε 91,8M USD. Η πραγματική ταυτότητα του καλλιτέχνη Pat παραμένει άγνωστη έως και σήμερα. (Nonfungible.com 2022)



*Η αρχική μορφή του NFT «The Merge» από τον καλλιτέχνη Pat.*

Έκτοτε οι αγορές Crypto και NFT συνεχίζουν να είναι δημοφιλείς. Η μεγάλη αυτή τάση οφείλεται στο ότι τα Crypto και NFT έχουν χαρακτηριστικά που τα κάνουν ελκυστικά και οι επενδυτές τα αγοράζουν για πολλούς λόγους. Είναι εύκολες επενδύσεις που μπορεί να κάνει ο καθένας, ενώ ταυτόχρονα δίνουν την δυνατότητα για εξοικείωση με την τεχνολογία Blockchain. Τα Crypto μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για συναλλαγές και στην περίπτωση των NFT όταν υπάρχει ενδιαφέρον για το υποκείμενο περιουσιακό στοιχείο του ψηφιακού νομίσματος. Σε αυτή τη περίπτωση οι επενδυτές είτε ενδιαφέρονται έντονα να κατέχουν το υποκείμενο περιουσιακό στοιχείο, είτε μπορεί να αντιληφθούν ότι η αξία ενός υπάρχοντος περιουσιακού στοιχείου μετατρέπεται σε NFT.

Στην περίπτωση των κρυπτονομισμάτων φημίζονται τόσο για τις μεγάλες ευκαιρίες πλούτου αλλά και για τις ηλεκτρονικές απάτες που προκαλούνται μέσω αυτών. Η ιδιότητα των συναλλαγών μέσω κρυπτονομισμάτων, να είναι μη ανιχνεύσιμες, έχει επεκτείνει την χρήση τους για παράνομες συναλλαγές και άλλες μη νόμιμες χρηματικές δραστηριότητες. Μέσω των κρυπτονομισμάτων μπορούν να εκτελεστούν μη ανιχνεύσιμες χρηματικές συναλλαγές και η ταυτότητα αλλά και η ίδια η συναλλαγή μπορούν να αποκρυφτούν. Πλέον αποτελούν τον αποκλειστικό τρόπο πληρωμής ransomware και οποιασδήποτε μορφής λύτρων ή μέσο αγοραπωλησίας παράνομων αγαθών και υπηρεσιών στο διαδίκτυο. Φημολογείται εντόνως πως η Ρωσία κατάφερε μέσω των κρυπτονομισμάτων να ξεπεράσει το εμπόδιο των τραπεζικών φραγμών που της επιβλήθηκαν για την εισβολή της στην Ουκρανία, μιας και οι συναλλαγές αυτές δεν υπόκεινται στους κανονισμούς των τραπεζικών συστημάτων των χωρών.

Ένα μεγάλο σοκ της αγοράς ψηφιακών νομισμάτων έγινε στα τέλη Νοεμβρίου του 2022 όταν η FTX, μία από τις μεγαλύτερες πλατφόρμες αγοραπωλησίας κρυπτονομισμάτων και NFT σταμάτησε ξαφνικά την λειτουργία της. Ο κυριότερος λόγος φαίνεται να είναι οι παρατυπίες του ιδιοκτήτη της Sam Bankman-Fried και των συνεργατών του. Η πτώση της FTX οδήγησε στο χάσιμο 32 Δις USD αξίας από τους επενδυτές της που βρέθηκαν εγκλωβισμένοι μη μπορώντας να ρευστοποιήσουν και αποτραβήξουν το κεφάλαιο του από την πλατφόρμα, την στιγμή που η αξία των επενδύσεών τους έπεφτε κατακόρυφα. Μέσα στο 2022 ο Sam Bankman-Fried σύμφωνα με το Bloomberg έφτασε να έχει συνολική αξία περιουσίας 16 Δις USD και λίγους μήνες μετά ο ίδιος ισχυρίζεται πως του έχουν μείνει μόλις 100.000 USD.

Μπορεί η επικαιρότητα να μην είναι πάντα θετική, Ο όγκος πωλήσεων NFT και ο αριθμός επενδυτών σε κρυπτονομίσματα αυξάνονται συνεχώς. Ταυτόχρονα όμως η τιμή του BTC έχει σημειώσει πτώση σχεδόν 70% από το ρεκόρ του 2021, κυρίως λόγω του αυξανόμενου πληθωρισμού, της καθυστέρησης της ανάκαμψης στην αγορά εργασίας και της ακύρωσης των πανδημικών μέτρων για τη στήριξη της οικονομίας. Το ETH ακολούθησε παρόμοια μεταβλητότητα με το BTC, με αρκετά скаμπανεβάσματα και σημαντική μείωση σε σχέση με την μέγιστη αξία του το 2021. Παρά το γεγονός ότι η αξία των δημοφιλών κρυπτονομισμάτων έχει υποχωρήσει σημαντικά από την ύψιστη τιμή τους, πολλοί ειδικοί προβλέπουν ότι είναι θέμα χρόνου η τιμή του BTC θα ανέβει πάνω από τα 100.000 USD.

Τα κρυπτονομίσματα και τα NFT ανήκουν πλέον στις δημοφιλείς επενδυτικές επιλογές για τα διεθνή χαρτοφυλάκια. Δημιουργείται έτσι η ανάγκη για την μελέτη και την πρόβλεψη των αποδόσεων που μπορούν να επιστρέψουν σε μία επένδυση. Σκοπός λοιπόν αυτής της έρευνας είναι, να αναλύσει και περιγράψει την σχέση των κυριότερων νομισμάτων τεχνολογίας Blockchain, κρυπτονομισμάτων και NFT, καθώς και την δυνατότητα δημιουργίας ενός προβλεπτικού μοντέλου μηχανικής μάθησης για την τιμή πώλησης NFT. Για την ανάλυση αυτής της σχέσης, αρχικά εισάγονται οι βασικές έννοιες με βιβλιογραφική ανασκόπηση, γίνεται συγκριτική περιγραφή της εξέλιξης των αγορών κρυπτονομισμάτων και NFT, και τέλος γίνεται εμπειρική ανάλυση δεδομένων και συγκεντρωτικών μεταδεδομένων από διαδικτυακές βάσεις συναλλαγών όπως αυτές περιγράφονται στο αντίστοιχο κεφάλαιο, για την αξία των συναλλαγών BTC, ETH και αγοραπωλησιών NFT για τα έτη 2017 – 2022. Η εμπειρική ανάλυση περιλαμβάνει την στατιστική σύγκριση, την οικονομετρική ανάλυση και τέλος Μηχανική Μάθηση. Η στατιστική ανάλυση των μεταδεδομένων των δύο αγορών οδηγεί στην δημιουργία του οικονομετρικού μοντέλου Γραμμικής Παλινδρόμησης σε δεδομένα Panel Fixed Effects με εξαρτημένη μεταβλητή την μέση τιμή πώλησης NFT και διατομή την κατηγορία Segment. Τα αποτελέσματα δείχνουν πως υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ανάμεσα στην μέση τιμή πώλησης NFT και της ισοτιμίας των κρυπτονομισμάτων με το δολάριο. Οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως οι επενδυτές αντιλαμβάνονται τα NFT σαν παρεμφερή εναλλακτικές επενδύσεις των κρυπτονομισμάτων και στρέφονται σε αυτά όταν αυξάνονται οι τιμές των δεύτερων. Τέλος Δημιουργήσαμε ένα προβλεπτικό μοντέλο Γραμμικής Παλινδρόμησης Μηχανικής Μάθησης που προβλέπει την ημερήσια μέση τιμή πώλησης των NFT, με ικανοποιητική ερμηνευτική ικανότητα και πολύ μικρή απόκλιση όταν οι τιμές κυμαίνονται σε υψηλά επίπεδα. Αποδεικνύεται λοιπόν,

πως παρόλο που δεν έχει συμβεί μέχρι στιγμής, είναι δυνατή η δημιουργία προβλεπτικών μοντέλων για την αξία των NFT με τα κατάλληλα δεδομένα σε επίπεδο συναλλαγής.

## 2. Θεωρητικό Υπόβαθρο και Ανασκόπηση Βιβλιογραφίας

Την βάση για την επενδυτική έξαρση των τελευταίων ετών στα κρυπτονομίσματα και τα NFT, αποτελεί η τεχνολογία Blockchain. Η τεχνολογία αυτή δίνει την δυνατότητα για αμεσότητα στις διαδικτυακές συναλλαγές με ασφάλεια.

### 2.1 Η τεχνολογία Blockchain

Το Blockchain είναι ένα δωρεάν εργαλείο ανταλλαγής πληροφοριών, οποίο διασφαλίζει υψηλά επίπεδα ελέγχου των δεδομένων των χρηστών μέσω κρυπτογραφίας. Είναι μια μοναδική βάση δεδομένων. Υπάρχουν κανόνες σχετικά με τον τρόπο προσθήκης δεδομένων, αλλά μετά τη μεταφόρτωσή τους, είναι σχεδιασμένο να είναι αδύνατο να διαγραφούν, να προσαρμοστούν ή να τροποποιηθούν με οποιονδήποτε τρόπο.

Πιο συγκεκριμένα, η Τεχνολογία Blockchain είναι τεχνολογία κατανεμημένου καθολικού (Distributed Ledger Technology DLT) που αποθηκεύει ένα αρχείο ιδιοκτησίας ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων. Τυχόν δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στο Blockchain δεν μπορούν να τροποποιηθούν, καθιστώντας την τεχνολογία ένα νομικό καθολικό για βιομηχανίες όπως οι πληρωμές, η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο και η υγειονομική περίθαλψη. (Daley 2022).

Η πλειονότητα των δικτύων δεν έχει αποκλειστικό διακομιστή ή ενιαία αρχή στον έλεγχο, αλλά λειτουργούν μέσω της συνεχιζόμενης συναίνεσης μεταξύ της βάσης χρηστών τους. Το να γίνετε χρήστης ενός συγκεκριμένου νομίσματος κρυπτογράφησης ή η συμμετοχή σε ένα έργο κρυπτογράφησης σας καθιστά αναπόσπαστο μέρος ενός ευρύτερου αποκεντρωμένου δικτύου (Wikipedia 2022).

Ένα Blockchain ή «κατανεμημένο καθολικό» διατηρεί δεδομένα εφαρμόζοντας τις πληροφορίες σε μεμονωμένα αρχεία υπολογιστή που ονομάζονται μπλοκ, τα οποία με τη σειρά τους συνδέονται μεταξύ τους. Μόλις συνδεθούν μεταξύ τους, τα περιεχόμενα περιέχουν αμετάβλητες πληροφορίες επειδή κάθε νέο μπλοκ φέρει το DNA του προηγούμενου μπλοκ και είναι αλυσοδομημένο σε αυτό, καθιστώντας έτσι ουσιαστικά αδύνατη την αλλαγή.



Η τεχνολογία περιγράφεται από τρεις σημαντικές έννοιες: μπλοκ, κόμβους (nodes) και εξορύκτες (miners). Κάθε αλυσίδα αποτελείται από πολλαπλά μπλοκ και κάθε μπλοκ έχει τρία βασικά στοιχεία:

- ❖ Τα δεδομένα στο μπλοκ.
- ❖ Το nonce — «αριθμός που χρησιμοποιείται μόνο μία φορά». Το nonce στο Blockchain είναι ένας ακέραιος αριθμός που δημιουργείται τυχαία όταν δημιουργείται ένα μπλοκ, το οποίο στη συνέχεια δημιουργεί έναν κατακερματισμό κεφαλίδας μπλοκ.
- ❖ Ο κατακερματισμός (hash) — ένας κατακερματισμός στο Blockchain είναι ένας αριθμός που συνδέεται μόνιμα στο nonce. Για τα κατακερματισμένα Bitcoin, αυτές οι τιμές πρέπει να ξεκινούν με έναν τεράστιο αριθμό μηδενικών (δηλαδή, να είναι εξαιρετικά μικρές).

Όταν δημιουργείται το πρώτο μπλοκ μιας αλυσίδας, ένα nonce δημιουργεί τον κρυπτογραφικό κατακερματισμό. Τα δεδομένα στο μπλοκ θεωρούνται υπογεγραμμένα και συνδέονται για πάντα με το nonce και το hash, εκτός και αν εξορύσσονται.

Οι εξορύκτες δημιουργούν νέα μπλοκ στην αλυσίδα μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται εξόρυξη. Σε ένα Blockchain κάθε μπλοκ αντιστοιχείται στο δικό του μοναδικό nonce και hash, αλλά αναφέρεται επίσης στο hash του προηγούμενου μπλοκ στην αλυσίδα, επομένως η εξόρυξη ενός μπλοκ δεν είναι εύκολη, ειδικά σε μεγάλες αλυσίδες. Οι εξορύκτες χρησιμοποιούν ειδικό λογισμικό για να λύσουν το απίστευτα πολύπλοκο μαθηματικό πρόβλημα της εύρεσης ενός nonce που δημιουργεί έναν αποδεκτό κατακερματισμό. Επειδή το nonce είναι μόνο 32 bit και το hash είναι 256, υπάρχουν περίπου τέσσερα δισεκατομμύρια πιθανοί συνδυασμοί nonce-hash που πρέπει να εξορυχθούν πριν βρεθεί ο σωστός. Όταν συμβεί αυτό, οι εξορύκτες λέγεται ότι βρήκαν το κατάλληλο "χρυσό nonce" και το μπλοκ τους προστίθεται στην αλυσίδα (Daley 2022).

Η πραγματοποίηση μιας αλλαγής σε οποιοδήποτε μπλοκ νωρίτερα στην αλυσίδα απαιτεί την εκ νέου εξόρυξη όχι μόνο του μπλοκ με την αλλαγή, αλλά όλων των μπλοκ που ακολουθούν. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι εξαιρετικά δύσκολο να χειριστεί κανείς την τεχνολογία Blockchain. Καθώς η εύρεση "χρυσών nonce" απαιτεί υψηλή υπολογιστική ισχύ και αρκετό χρόνο. Μία επιτυχής εξόρυξη μπλοκ απαιτεί η αλλαγή να γίνεται αποδεκτή από όλους τους κόμβους του δικτύου και ο εξορύκτης ανταμείβεται οικονομικά.

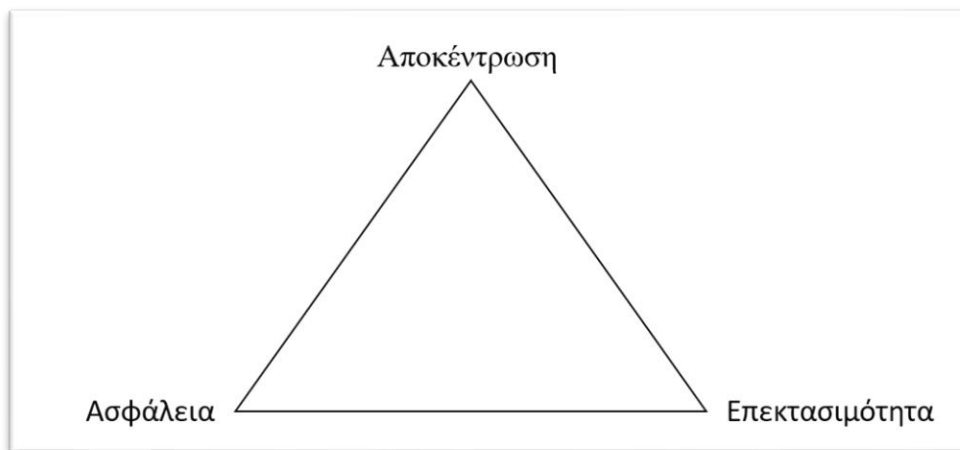
Πάνω στην τεχνολογία Blockchain βρίσκονται όλα τα κρυπτονομίσματα. Το Blockchain βασίζεται στην αρχή της δικτύωσης Peer to Peer (P2P) ή αλλιώς διομότιμη δικτύωση. Η διομότιμη δικτύωση Peer to Peer (P2P) είναι μια υπηρεσία αποκεντρωμένης πλατφόρμας όπου δύο άτομα αλληλοεπιδρούν απευθείας μεταξύ τους, χωρίς τη μεσολάβηση τρίτου μέρους ( σύστημα ομότιμων χρηστών). Οι ομότιμοι χρήστες είναι εξίσου προνομιούχοι, ισοδύναμοι συμμετέχοντες στο δίκτυο και σχηματίζουν ένα δίκτυο κόμβων διομότιμης δικτύωσης. Η P2P μπορεί να παρέχει υπηρεσίες όπως αναζήτηση, έλεγχος, αξιολόγηση, επεξεργασία πληρωμής ή μεσεγγύηση (Hayes 2021).

Το Blockchain έδωσε λύση στην υπέρβαση του προβλήματος έλλειψης εμπιστοσύνης μεταξύ διασκορπισμένων και κατά τα άλλα αποσυνδεδεμένων χρηστών παγκοσμίως και αυτό είναι ένα από τα κύρια επιτεύγματα του συστήματος Blockchain. Η Αποκεντρωμένη Διακυβέρνηση απαιτεί συναίνεση χωρίς την υποχρέωση ένδειξης εμπιστοσύνης.

Οι αλγόριθμοι συναίνεσης του Blockchain είναι συστήματα που επιτρέπουν στους χρήστες, ανθρώπους και μηχανές, να οργανωθούν με τρόπο που διευκολύνει ένα ασφαλές και αξιόπιστο σύστημα. Οι κόμβοι θα μπορούν να ελέγχουν με τους άλλους κόμβους ότι οι μεταδιδόμενες πληροφορίες είναι ακριβείς και οποιοσδήποτε χρήστης θα μπορεί στη συνέχεια να ελέγξει σε έναν εξερευνητή μπλοκ την ύπαρξη της συναλλαγής. Αυτές οι συμφωνίες θα επικυρώσουν στη συνέχεια τα μπλοκ και τις συναλλαγές. Το σημαντικότερο είναι πως κάθε κόμβος διατηρεί ένα πανομοιότυπο αντίγραφο της βάσης δεδομένων. Αυτό σημαίνει ότι όλοι, ή ακριβέστερα, κάθε κόμβος, πρέπει να συμφωνήσουν σχετικά με τις μεθόδους επικύρωσης που χρησιμοποιούνται. Επικρατεί συναίνεση γύρω από την απόδειξη πραγματοποίησης της μεταφοράς δεδομένων. Αυτές οι μέθοδοι εκτελούνται από υπολογιστές που επιλύουν πολύπλοκες μαθηματικές εξισώσεις (Απόδειξη Εργασίας) έως εκχώρηση ισχύος σε περιορισμένο αριθμό «υπερεπικυρωτών» («Εκχώρηση απόδειξης στοιχήματος» ή DPoS).

Το τρίλημμα της αλυσίδας μπλοκ: Ασφάλεια / Επεκτασιμότητα / Αποκέντρωση, απεικονίζει τα ζητήματα που πρέπει να επιλυθούν κατά την ανάπτυξη μιας αλυσίδας μπλοκ:

Η αποκέντρωση αντιπροσωπεύει τους επικυρωτές. Είναι απαραίτητο να υπάρχουν αρκετοί παράγοντες που θα επικυρώσουν τις συναλλαγές. Σε διαφορετική περίπτωση, υπάρχει πιθανότητα κάποιος να ξαναγράψει ή να λογοκρίνει συναλλαγές.



*Το τρίλημα των Blockchain*

Η ασφάλεια αντιπροσωπεύει τους προγραμματιστές. Έλεγχος στο πώς γράφεται ο κώδικας ενός Blockchain ώστε να μην υπάρχουν ελαττώματα. Οι προγραμματιστές βρίσκονται στο επίκεντρο αυτής της ανησυχίας επειδή είναι εγγυητές της ασφάλειας του κώδικα και επομένως του δικτύου.

Η επεκτασιμότητα αντιπροσωπεύει τους χρήστες. Είναι βασική προϋπόθεση να μπορεί το Blockchain να υποστηρίξει μεγάλο αριθμό χρηστών ταυτόχρονα. Είναι σημαντικό διότι ένα Blockchain πρέπει να μπορεί να υποστηρίξει ένα σημαντικό φόρτο συναλλαγών.

Με μεγαλύτερη συγκέντρωση, η ασφάλεια μειώνεται αλλά η επεκτασιμότητα βελτιώνεται. Με περισσότερη αποκέντρωση, υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια αλλά λιγότερη επεκτασιμότητα. Εάν ένα Blockchain επικεντρωθεί στη διακυβέρνηση των χρηστών, οι αποφάσεις θα χρειαστούν περισσότερο χρόνο για να θεσπιστούν.

Κάποια σημαντικά γεγονότα σχημάτισαν την εικόνα του Blockchain έως σήμερα.

- ❖ 1991, το πρώτο Blockchain δημιουργήθηκε από τους Stuart Haber και Scott Stornetta. Η λειτουργία του ήταν να μεταδίδει πληροφορίες με κρυπτογράφηση.
- ❖ 1998: Ο Nick Szabo εργάζεται στο «bit gold», ένα αποκεντρωμένο ψηφιακό νόμισμα.
- ❖ 2000: Ο Stefan Konst δημοσιεύει τη θεωρία του για τις κρυπτογραφικές ασφαλείς αλυσίδες.
- ❖ 2008: Ο Satoshi Nakamoto (ψευδώνυμο) δημοσιεύει μια λευκή βίβλο που καθιερώνει το μοντέλο για μια αλυσίδα μπλοκ.

- ❖ 2009: Ο Nakamoto εφαρμόζει το πρώτο Blockchain ως δημόσιο καθολικό για συναλλαγές που πραγματοποιούνται με χρήση Bitcoin. Όλοι αυτοί οι έχουν κάτι κοινό: είναι μέρος του κινήματος Cypherpunk. Απευθείας από αυτή την έμπνευση, γεννήθηκε η ιδέα ενός Blockchain όπως το ξέρουμε σήμερα.
- ❖ 2021: Το Ελ Σαλβαδόρ υιοθέτησε το Bitcoin σαν επίσημο νόμισμα του κράτους.

## 2.2 Κρυπτονομίσματα

Τα κρυπτονομίσματα είναι ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία που μπορεί να διαπραγματευτούν και να χρησιμοποιηθούν για την πληρωμή αγαθών και υπηρεσιών στο διαδίκτυο. Υπάρχουν χιλιάδες διαθέσιμα κρυπτονομίσματα σήμερα. Δύο από τα πιο δημοφιλή είναι το Bitcoin και το Ethereum.

Τα κρυπτονομίσματα φαίνεται να προσφέρουν πολλά οφέλη σε σχέση με το παραδοσιακό χρήμα. Αυτά περιλαμβάνουν:

- ❖ Ταχύτητα: Με τα κρυπτονομίσματα, η αποστολή χρημάτων - ή αξίας - σε περιοχές ή ηπείρους γίνεται σε λίγα λεπτά. Αυτό ξεπερνά τα παραδοσιακά μετρητά, τα οποία χρειάζονται ώρες έως και ημέρες σε ορισμένες περιπτώσεις.
- ❖ Ασφάλεια: Τα κρυπτονομίσματα λειτουργούν σε Blockchains, τα οποία διανέμονται και αποκεντρώνονται. Δεδομένου ότι δεν είναι συγκεντρωτικά, δεν υπάρχει κανένα σημείο αποτυχίας. Αυτό κάνει το Blockchain πιο δύσκολο να αλλοιωθεί ή να χακαριστεί.
- ❖ Ανθεκτικότητα στη λογοκρισία: Οποιοσδήποτε μπορεί να χρησιμοποιήσει κρυπτονομίσματα. Προσφέρουν στους χρήστες οικονομική ελευθερία. Καμία κυβέρνηση ή κεντρική αρχή δεν μπορεί να λογοκρίνει ή να αναστρέψει μια συναλλαγή αφού ολοκληρωθεί (Aki 2022).

Διαχρονικά, από την ανθρώπινη συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί πως τα πιο επιθυμητά χαρακτηριστικά που θα έπρεπε να έχει ένα νόμισμα προκειμένου να είναι χρήσιμο και βολικό τ, θα πρέπει να είναι (Cryptonews.com 2022):

- Διαιρούμενο — δυνατότητα να μετατραπεί σε μικρότερα κομμάτια για ορισμένες χρήσεις, όπως πληρωμή συγκεκριμένου ποσού ή μικροπληρωμές.
- Μη αναλώσιμο — δεν μπορεί να καταναλωθεί για σκοπούς άλλους από την ανταλλαγή αξίας.

- Φορητό — μπορεί να μεταφερθεί εύκολα.
- Ανθεκτικό — δεν φθείρεται ούτε υποτιμάται με την πάροδο του χρόνου ή υπό ορισμένες συνθήκες.
- Ασφαλές — δεν μπορεί να παραποιηθεί.
- Εύκολα μεταφέρσιμο.
- Σπάνιο — δεν μπορεί να αναπαραχθεί ανεξέλεγκτα.
- Αντικαταστάσιμο — κάθε κομμάτι έχει την ίδια αξία με το αντίστοιχο.
- Αναγνωρίσιμο — αναγνωρίζεται και γίνεται αποδεκτό ως μέσο συναλλαγής.

Αναλυτικότερα υπάρχουν διαφορές μεταξύ των παραδοσιακών ομοσπονδιακών νομισμάτων και των κρυπτονομισμάτων (Indiainfoline.com 2022). Αρχικά στην φύση τους, τα παραδοσιακά ομοσπονδιακά νομίσματα είναι φυσικά νομίσματα που εκδίδονται από κεντρικές αρχές. Γενικά υποστηρίζονται από τις κυβερνήσεις των αντίστοιχων χωρών. Τα κρυπτονομίσματα είναι ψηφιακά νομίσματα που λειτουργούν από αποκεντρωμένα ιδιωτικά συστήματα. Είναι ασφαλισμένο με κρυπτογραφία για την αποφυγή διπλών συναλλαγών. Τα κρυπτονομίσματα δεν εκδίδονται, εξορύσσονται ψηφιακά. \

Η εξόρυξη κρυπτονομισμάτων είναι η διαδικασία επικύρωσης των συναλλαγών κρυπτονομισμάτων και στη συνέχεια προσθήκης τους στο δίκτυο με αντάλλαγμα ανταμοιβής κρυπτονομισμάτων. Για να επικυρώσουν τις συναλλαγές Bitcoin, για παράδειγμα, οι εξορύκτες πρέπει να λύσουν σύνθετες μαθηματικές ερωτήσεις χρησιμοποιώντας ισχυρούς υπολογιστές. Αυτό ονομάζεται συναίνεση Proof-of-Work (PoW). Η επίλυση αυτών των εξισώσεων περιλαμβάνει ισχυρούς υπολογιστές και ενέργεια, καθιστώντας το PoW μια δαπανηρή προσπάθεια. Οι εξορύκτες Bitcoin που επιλύουν με επιτυχία τα προβλήματα επιτρέπεται να προσθέτουν μπλοκ επαληθευμένων συναλλαγών στο Blockchain. Αυτοί οι εξορύκτες αμείβονται με 6,25 Bitcoins (περίπου 262.000 \$) για τον κόπο τους. Άλλα κρυπτονομίσματα, όπως το Solana και το Cardano, χρησιμοποιούν μια συναίνεση Proof-of-Stake (PoS), όπου οι εξορύκτες ασφαλίζουν και διατηρούν το δίκτυο «ποντάροντας» τα νομίσματά τους. Η συναίνεση του PoS αποδίδει την ισχύ εξόρυξης με βάση την αναλογία των νομισμάτων που ποντάρει ή κατέχει ο εξορύκτης.

Άλλο ένα πλεονέκτημα είναι πως για την ανταλλαγή και τη μεταφορά ομοσπονδιακών νομισμάτων, απαιτούνται μεσάζοντες όπως τράπεζες. Ακόμη και για τις ψηφιακές συναλλαγές, οι

επεξεργαστές πληρωμών και οι τράπεζες είναι μεσάζοντες. Τα κρυπτονομίσματα δεν απαιτούν μεσάζοντα για τη μεταφορά ή την επικύρωση. Αυτό κάνει την χρήση τους πιο εύκολη για διεθνή αγορές.

Επιπροσθέτως, τα ομοσπονδιακά νομίσματα είναι απεριόριστα σε προσφορά. Ο λόγος είναι ότι η κυβέρνηση δεν έχει περιορισμένο βαθμό στον οποίο μπορεί να παράγει χρήματα. Εκτυπώνει χρήματα με βάση τις απαιτήσεις και τις συνθήκες που επικρατούν. Κανείς δεν μπορεί να πει ακριβώς πόσα χρήματα κυκλοφορούν. Η προσφορά κρυπτονομισμάτων είναι περιορισμένη σε κάποιο βαθμό. Για παράδειγμα, το Bitcoin, το μεγαλύτερο κρυπτονόμισμα στον κόσμο, περιορίζεται στα 21 εκατομμύρια.

Τα κρυπτονομίσματα, όπως και άλλα χρηματοοικονομικά μέσα, διαπραγματεύονται σε χρηματιστήρια κρυπτονομισμάτων. Οι επενδυτές μπορούν να επιλέξουν μεταξύ ενός μεσίτη πολλαπλών περιουσιακών στοιχείων που προσφέρει συναλλαγές κρυπτονομισμάτων και αποκλειστικές ανταλλαγές κρυπτονομισμάτων. Οι μεσίτες (brokers) ενεργούν ως μεσάζοντες μεταξύ της αγοράς κρυπτογράφησης και των χρηστών. Διευκολύνουν την αγορά και πώληση ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων εκτός από άλλες αγορές, όπως μετοχές, ομόλογα και εμπορεύματα. Τα περισσότερα παρέχουν συμβόλαια κρυπτογράφησης για διαπραγμάτευση διαφοράς (CFD), ουσιαστικά διαπραγματεύονται την κίνηση της τιμής του περιουσιακού στοιχείου χωρίς να κατέχουν το περιουσιακό στοιχείο. Παρέχουν, ωστόσο, περιορισμένη υποστήριξη για συναλλαγές περιουσιακών στοιχείων κρυπτογράφησης.

Εκτός από τους μεσίτες, υπάρχουν και τα Ανταλλακτήρια κρυπτονομισμάτων – Πρόκειται για πλατφόρμες που αντιμετωπίζουν κρυπτονομίσματα που προσφέρουν ένα ευρύτερο φάσμα εμπορεύσιμων περιουσιακών στοιχείων, χαμηλότερες χρεώσεις και ευκαιρίες απόκτησης περιουσιακών στοιχείων, μεταξύ άλλων.

Τα παραδοσιακά νομίσματα μπορούν να αποθηκευτούν σε τραπεζικούς λογαριασμούς. Τα ψηφιακά ομοσπονδιακά νομίσματα μπορούν να αποθηκευτούν σε ψηφιακή μορφή σε πλατφόρμες πληρωμών. Αυτοί που έχουν το νόμισμα είναι οι ιδιοκτήτες. Τα κρυπτονομίσματα αποθηκεύονται σε πορτοφόλια (wallets) κρυπτονομισμάτων που αποτελούνται από μοναδικές πληροφορίες. Αυτό το πορτοφόλι επικυρώνει τους χρήστες ως κατόχους. Ένα ψηφιακό πορτοφόλι ή ένα πορτοφόλι κρυπτονομισμάτων είναι μια εγκατάσταση αποθήκευσης. Τεχνικά, τα πορτοφόλια κρυπτονομισμάτων δεν αποθηκεύουν τα Blockchain κεφάλαια. Αποθηκεύουν τα ιδιωτικά κλειδιά.

Το ιδιωτικό κλειδί είναι ένας κωδικός πρόσβασης που αποδεικνύει την ιδιοκτησία των αποθεμάτων κρυπτονομισμάτων και χρησιμοποιείται για την έναρξη συναλλαγών. Δεδομένου ότι η κρυπτογράφηση υπάρχει στο Blockchain, απαιτούνται τα ιδιωτικά κλειδιά για την παροχή πρόσβασης στα ψηφιακά στοιχεία.

Σε θέματα ασφαλείας, οι συναλλαγές σε ομοσπονδιακό νόμισμα είναι ασφαλέστερες. Ο λόγος είναι απλός, υποστηρίζεται από μια κεντρική αρχή. Συγκριτικά, οποιαδήποτε απάτη μπορεί να εντοπιστεί και να επιλυθεί εύκολα. Οι συναλλαγές σε κρυπτονομίσματα είναι επικίνδυνες. Η δυνατότητα ανώνυμων συναλλαγών το καθιστά ανασφαλές. Επιπλέον, δεν λειτουργεί ούτε υποστηρίζεται από την κυβέρνηση ή οποιαδήποτε τέτοια κεντρική αρχή. Το πρόβλημα της παραβίασης δεδομένων και της απάτης μπορεί να προκύψει σε συναλλαγές κρυπτογράφησης. Η παρακολούθηση και η σύλληψη της απάτης είναι πιο δύσκολη.

Εκτός από ασφαλή, τα ομοσπονδιακά νομίσματα είναι λιγότερο ασταθή καθώς υπάρχει ένα κεντρικό σύστημα που ελέγχει τη ροή του νομίσματος στην αγορά. Η κερδοσκοπία που εμπλέκεται στα κρυπτονομίσματα καθιστά το νόμισμα πιο ασταθές καθώς δεν εμπλέκονται μεσάζοντες ή ρυθμιστικοί φορείς που να ενεργούν ως φύλακες στην κίνησή του.

Υπάρχουν όμως νομικά και φορολογικά θέματα κρυπτονομισμάτων. Χωρίς αμφιβολία τα κρυπτονομίσματα είναι νόμιμα σχεδόν σε όλο το κόσμο, αν και η Κίνα έχει ουσιαστικά απαγορεύσει τη χρήση τους, υπάρχουν και άλλες χώρες που έχουν θέσει περιορισμούς. Το ερώτημα εάν επιτρέπονται νομικά τα κρυπτονομίσματα, ωστόσο, είναι μόνο ένα μέρος του νομικού ζητήματος. Άλλα πράγματα που πρέπει να ληφθούν υπόψη περιλαμβάνουν τον τρόπο φορολογίας των κρυπτονομισμάτων και τι μπορεί να αγοραστεί με κρυπτονομίσματα. Προς το παρόν, στις ΗΠΑ, το τι μπορεί να αγοραστεί με κρυπτονομίσματα εξαρτάται από τις προτιμήσεις του πωλητή. Δεν υπάρχει καμία απαίτηση στα περισσότερα μέρη να γίνονται αποδεκτά ως "νόμιμα νομίσματα". Το δολάριο USD ή το ευρώ, αντίθετα, πρέπει να γίνει αποδεκτά για «όλα τα χρέη, δημόσια και ιδιωτικά». Οι χώρες σε όλο τον κόσμο ακολουθούν διάφορες προσεγγίσεις για τα κρυπτονομίσματα. Το Ελ Σαλβαδόρ το 2021 έγινε η πρώτη χώρα που υιοθέτησε το Bitcoin ως νόμιμο χρήμα. Εν τω μεταξύ, η Κίνα αναπτύσσει το δικό της ψηφιακό νόμισμα.

Η φορολογία κρυπτονομισμάτων είναι επίσης αρκετά πολύπλοκη και διαφέρει ανά τον κόσμο. Η πρωτοπόρος χώρα επί του θέματος της φορολογίας των κρυπτονομισμάτων, είναι προφανώς η Αμερική. Το παράλογο στην προκειμένη περίπτωση για την Αμερικανική φορολογία είναι πως τα

κρυπτονομίσματα φορολογούνται ως ιδιοκτησία και όχι ως νόμισμα. Αυτό σημαίνει ότι όταν πωληθούν, επιβάλλεται φόρος για τα κέρδη κεφαλαίου ή τη διαφορά μεταξύ της τιμής αγοράς και πώλησης. Και αν δοθεί κρυπτόνμισμα ως πληρωμή ή ως ανταμοιβή για μια δραστηριότητα όπως η εξόρυξη, φορολογείται και αυτή η αξία στη στιγμή της λήψης.

### 2.3 Τα μη εναλλάξιμα νομίσματα ή Κρυπτοπαραστατικά (NFT)

Για να γίνει αντιληπτή η λογική των NFT υπάρχει στο διαδίκτυο ένα παράδειγμα που δεν πιστώνεται σε κάποιον. Ας υποθέσουμε πως έχουμε στην κατοχή μας δέκα νομίσματα του 1 ευρώ συνολικής αξίας 10 ευρώ. Η πληρωμή μίας υποχρέωσης δύο ευρώ μπορεί να γίνει με το συνδυασμό οποιονδήποτε δύο από τα δέκα νομίσματα. Κατά καιρούς όμως γίνονται κοπές νομισμάτων ευρώ με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά ή περιορισμένο αριθμό. Τα νομίσματα αυτά αποκτούν για τους συλλέκτες νομισμάτων μεγαλύτερη αξία από την αναγραφόμενη. Ας υποθέσουμε πως τα δέκα νομίσματα του ενός ευρώ, που έχουμε στην κατοχή μας είναι τέτοιας κατηγορίας αλλά διαφορετικών κοπών. Τώρα όλα έχουν μεταξύ τους διαφορετική αξία και η αξία αυτή στην πάροδο του χρόνου θα αλλάζει μοναδικά για το κάθε νόμισμα με βάση την σπανιότητα της κοπής. Πλέον δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε κανένα συνδυασμό δύο νομισμάτων για την πληρωμή με ακρίβεια υποχρέωσης δύο ευρώ.

Τα μη εναλλάξιμα νομίσματα (NFT) είναι κρυπτογραφικά στοιχεία στο Blockchain που διακρίνονται μεταξύ τους με μοναδικούς κωδικούς αναγνώρισης και μεταδεδομένα.

Το 2021, ο Collins πρόσθεσε τη λέξη στο λεξικό του, εδώ είναι ο ορισμός τους: «Ένα μοναδικό ψηφιακό πιστοποιητικό, καταχωρισμένο σε Blockchain, που χρησιμοποιείται για την καταγραφή της ιδιοκτησίας ενός περιουσιακού στοιχείου, όπως ένα έργο τέχνης ή ένα συλλεκτικό αντικείμενο» (Collins 2023).

Ένα NFT δεν είναι ανταλλάξιμο σε σταθερή ισοτιμία. Είναι ένα κρυπτοπαραστατικό που αντιπροσωπεύει ένα μοναδικό περιουσιακό στοιχείο με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που του καθιστούν μοναδικό δεν μπορεί να αντικατασταθεί, ή να ανταλλαχθεί από άλλο ισοδύναμο διακριτικό.

Τα NFT μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακά πιστοποιητικά επαλήθευσης της αυθεντικότητας. Ένα συνηθισμένο λάθος είναι η αντίληψη ότι τα NFT λειτουργούν ως πνευματικά δικαιώματα. Αυτό δεν συμβαίνει, εάν μια εικόνα είναι υπό πνευματικά δικαιώματα και έχει κοπεί ως NFT από



κάποιον άλλο, αυτό αποτελεί παράβαση και το NFT μπορεί να διαγραφεί από την αγορά όπου κόπηκε. Τα NFT δεν αντικαθιστούν τα δικαιώματα που περιβάλλουν ένα έργο τέχνης, αλλά επιτρέπουν τον εντοπισμό του δημιουργού του NFT και του τρέχοντος ιδιοκτήτη πολύ εύκολα χάρη στο Blockchain. Η επαλήθευση της γνησιότητας είναι ένα ευαίσθητο ζήτημα όταν πρόκειται για μη εναλλάξιμα αγαθά όπως πίνακες ζωγραφικής, συλλεκτικά αντικείμενα και παρόμοια. Είναι δύσκολο να επαληθευτεί η γνησιότητα χωρίς να υπολογίζουμε σε ειδικούς. Στην περίπτωση της ψηφιακής τέχνης, για παράδειγμα, είναι εύκολο να δημιουργήσει κανείς αντίγραφα και να διεκδικήσει το έργο ως δικό του. Δεν υπάρχει τρόπος να επαληθεύσετε ότι μια ψηφιακή εικόνα είναι πρωτότυπη. Εδώ είναι που τα NFT είναι σημαντικά.

Τα NFT χρησιμοποιούνται για να επιβεβαιώσουν την αυθεντικότητα και τη σπανιότητα ενός έργου τέχνης. Τα NFT προέρχονται ως έξυπνα συμβόλαια για την αποθήκευση και καταγραφή μοναδικών πληροφοριών στο Blockchain, πράγμα που σημαίνει ότι κάθε φορά που δημιουργείται ένα NFT, υπάρχει μόνο ένα από αυτά. Με άλλα λόγια, η αυθεντικότητά του επικυρώνεται χάρη στο Blockchain που του δίνει από μόνο του την πρώτη του αξία. Έτσι, τα NFT επιτρέπουν να πιστοποιείται ότι ένα ψηφιακό στοιχείο είναι αυθεντικό. Για παράδειγμα, γίνεται εύκολα εντοπίσιμο πότε ένα στοιχείο δημιουργήθηκε και στη συνέχεια πουλήθηκε. Ακόμη περισσότερο, υπάρχει το ιστορικό των προηγούμενων κατόχων. Με αυτόν τον τρόπο, τα NFT μετριάζουν προβλήματα όπως η απάτη και η λογοκλοπή.

Ταυτόχρονα δημιουργούνται νέες ευκαιρίες κερδοφορίας για καλλιτέχνες, οι οποίοι στα NFT εντοπίζουν μία νέα πηγή εσόδων. Οι καλλιτέχνες και οι δημιουργοί μπορούν πλέον να δημιουργήσουν τη δουλειά τους ως NFT και να λαμβάνουν άμεσα έσοδα από τους θαυμαστές τους με λιγότερες απώλειες μέσω διαμεσολαβητών. Οι οίκοι δημοπρασιών χρεώνουν συνήθως προμήθειες έως και 20-30%. Χάρη στα NFT, οι καλλιτέχνες δεν χρειάζονται μεσάζοντες, όπως οίκους δημοπρασιών, γκαλερί τέχνης και πράκτορες για την εμπορία και την πώληση των έργων τους. Το μόνο που έχουν να κάνουν είναι να ανεβάσουν τα έργα τέχνης NFT τους σε αγορές τέχνης Blockchain.

Οι καλλιτέχνες μπορούν πλέον να κερδίσουν το δίκαιο μερίδιό τους με βάση το τι είναι διατεθειμένοι να πληρώσουν οι συλλέκτες. Επιπλέον, δεν πληρώνουν πλέον το τίμημα για τη διανομή και τη δημοσίευση. Τα NFT έχουν επίσης δώσει στους καλλιτέχνες κάτι άλλο: τη δυνατότητα να πουλούν κλάσματα ενός NFT. Πλατφόρμες όπως το Fractional.art επιτρέπουν να

«κοπεί» ένα έργο σε χιλιάδες NFT, έτσι ώστε περισσότεροι άνθρωποι να έχουν πρόσβαση στην κατοχή ενός γνωστού έργου τέχνης. Δίνεται έτσι η δυνατότητα σε μεγαλύτερο εύρος ανθρώπων να γίνουν συλλέκτες τέχνης κάτι που μέχρι τώρα απευθυνόταν στην ελίτ του πληθυσμού.

Τα NFT έχουν ανοίξει τον τομέα της ψηφιακής τέχνης λόγω της ικανότητάς τους να προστατεύουν τα δικαιώματα ιδιοκτησίας. Διευκολύνουν την ιχνηλασιμότητα της προέλευσης, η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της αξίας της τέχνης. Τα NFT μπορούν να λάβουν τη μορφή ψηφιακής εργασίας, εικονικής γης, ονόματος τομέα ή ακόμα και εξοπλισμού σε ένα βιντεοπαιχνίδι. Αποτελούν απλώς ένα τεχνολογικό μέσο που επιτρέπει σε οποιοδήποτε ψηφιακό αντικείμενο να αποθηκεύεται και να κυκλοφορεί εικονικά σε μια αλυσίδα μπλοκ. Σε κάποιο βαθμό, τα NFT μπορούν να συγκριθούν με αρχεία υπολογιστή με την έννοια ότι ο τύπος και η χρήση τους μπορεί να είναι εξαιρετικά ποικίλοι.

Εδώ είναι οι μοναδικές ιδιότητες των NFT που τα διαφοροποιούν από άλλα νομίσματα και διακριτικά:

- **Σπανιότητα:** Παρόλο που οι προγραμματιστές μη εναλλάξιμων νομισμάτων μπορούν να δημιουργήσουν όσα νομίσματα θέλουν, συχνά διατηρούν περιορισμένη την παροχή NFT, ώστε να είναι σπάνια για να αυξήσουν την αξία τους.
- **Αδιαίρετα:** Αν και αυτό δεν συμβαίνει με όλα τα μη αντικαταστάσιμα διακριτικά, είναι συχνά αδιαίρετα. Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν μπορούν να χωριστούν στη μέση και επομένως πωλείται ολόκληρο το διακριτικό.
- **Μοναδικότητα:** Αυτό είναι το πιο επισημασμένο χαρακτηριστικό των μη εναλλάξιμων διακριτικών. Υπάρχει μια καταγραφή της μοναδικότητάς τους σε μια μόνιμη καρτέλα πληροφοριών. Αυτή η καρτέλα μοιάζει με πιστοποιητικό ελέγχου ταυτότητας.

Κύριο χαρακτηριστικό για κάθε NFT είναι η Κατηγορία (Segment), στην οποία ανήκει η υποκείμενη ιδιοκτησία της οποίας αποτελούν ψηφιακό πιστοποιητικό. Προφανώς αρκετά μπορεί να ανήκουν σε περισσότερες κατηγορίες επομένως συνήθως κατατάσσονται με βάση την συνήθη κατηγορία του δημιουργού τους. Οι κατηγορίες είναι:

- ❖ **Art:** Κατηγορία NFT Τέχνης. NFT που δημιουργήθηκαν σε καλλιτεχνικές αγορές, από ιδιωτικές συλλογές καλλιτεχνών, ή από αλγόριθμο τέχνης.

- ❖ **Collectables:** Συλλεκτικά NFT. Έργα, στόχος των οποίων είναι να συλλεχθούν. Μπορεί να είναι avatars (PFP), ή οποιοδήποτε είδος ψηφιακού αντικειμένου. Αυτά τα συλλεκτικά περιουσιακά στοιχεία μπορούν έχουν πολλές χρήσεις από τη διαμόρφωση μέρους μιας κοινότητας αλλά και χρήση για βιντεοπαιχνίδια.
- ❖ **Video games:** Κατηγορία NFT Βιντεοπαιχνίδια. NFT τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια ενός βιντεοπαιχνιδιού. Μπορεί να είναι όπλα ή εξοπλισμός σε ένα βιντεοπαιχνίδι ή χαρακτήρες. Τα NFT αυτά είναι συγκεκριμένα για τον εκάστοτε τίτλο παιχνιδιού.
- ❖ **Metaverses:** Κατηγορία NFT Διασυνδεδεμένοι εικονικοί κόσμοι. Τα NFT αυτής της κατηγορίας κατά κύριο λόγο, αποτελούν τίτλους ιδιοκτησίας για εικονική ακίνητη περιουσία σε ψηφιακούς κόσμους. σε αυτό το τμήμα, μπορούν παίρνουν επίσης τη μορφή wearables (είδη ρουχισμού και αξεσουάρ) για να εξατομικεύστε το avatar σας. Να μην μπερδευτεί με τα Metaverses, που είναι οι εικονικοί κόσμοι. Εδώ αναφερόμαστε στην κατηγορία NFT με ιδιοκτησίες που αφορούν αυτούς τους εικονικούς κόσμους.
- ❖ **Utilities:** Κατηγορία NFT Χρησιμότητας. Τα χρηστικά NFT καλύπτουν μεγάλο εύρος χρήσεων από ονόματα τομέα έως εισιτήρια συναυλίας. Μπορούν επίσης να είναι σήματα διάκρισης ή κωδικοί που ενεργοποιούν πρόσβαση σε αποκλειστικό περιεχόμενο.
- ❖ **Miscellaneous:** Κατηγορία NFT Διάφορα. Αυτή η τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει όλα τα έξυπνα συμβόλαια που δεν έχουν επαληθευτεί ή αυτά των οποίων οι δημιουργοί δεν είναι γνωστοί.

Οι αγοραπωλησίες των NFT λαμβάνουν χώρα σε ειδικές πλατφόρμες ψηφιακών αγοραπωλησιών που ονομάζονται Αγορές (Marketplaces). Υπάρχουν διάφοροι τύποι αγορών NFT, πιο διαδεδομένα είναι τα «παζάρια», γενικές αγορές όπου μπορούν να αγοραστούν οποιοσδήποτε τύποι NFT (βιντεοπαιχνίδια, βοηθητικά προγράμματα, συλλεκτικά αντικείμενα, έργα τέχνης). Υπάρχουν και ειδικοί τύποι αγορών που είναι αποκλειστικά κάθε είδος NFT. Για παράδειγμα, αγορές καλλιτεχνών που είναι αφιερωμένες μόνο στην τέχνη. Η πιο διαδεδομένη είναι η OpenSea. Στο SuperRare, στο Foundation ή στο Known Origin συναλλάσσονται κυρίως συλλέκτες έργων τέχνης ενώ στο Binance NFT, κυρίως traders. Ορισμένες πλατφόρμες δέχονται πληρωμές με πιστωτική κάρτα, άλλες μόνο κρυπτονομίσματα. Οι χρεώσεις του Marketplace δεν είναι ίδιες παντού και επιπλέον μπορούν να προστεθούν χρεώσεις που σχετίζονται με τη λειτουργία του Blockchain (Gas). Η επιλογή της πλατφόρμας είναι επομένως πολύ σημαντική.

Πολύ σημαντική ιδιαιτερότητα είναι και οι τρόποι πώλησης. Οι περισσότερες αγοραπωλησίες γίνονται με την μορφή πλειστηριασμών. Ο ιδιοκτήτης ορίζει την ημερομηνία λήξης του πλειστηριασμού στην πλατφόρμα αγοράς και οι ενδιαφερόμενοι αφήνουν προσφορές, οι οποίες είναι δεσμευτικές και εμφανείς σε όλους. Στο τέλος της περιόδου η πληρωμή της προσφοράς εκτελείται αυτόματα. Ένας δεύτερος τρόπος είναι ο ιδιοκτήτης να κάνει μία ανοιχτή προσφορά στην τιμή που επιλέγει και να περιμένει όσο χρειαστεί μέχρι να βρεθεί ενδιαφερόμενος. Σε ορισμένες περιπτώσεις ιδιοκτήτες επιλέγουν να δέχονται και προσφορές ανεξαρτήτως της πρόθεσης τους να πουλήσουν σε συγκεκριμένη τιμή.

## 2.4 Ερευνητικά Άρθρα

Η επενδυτική έξαρση που ακολούθησε τα ψηφιακά νομίσματα, εναλλάξιμα ή μη, όπως είναι φυσικό πέρασε και στους ερευνητές οι οποίοι προσπάθησαν να μελετήσουν τα φαινόμενα που επηρεάζουν την αξία των κρυπτονομισμάτων και των NFT. Φυσικά για τα κρυπτονομίσματα η βιβλιογραφία είναι εκτενής ενώ για τα NFT αρκετά περιορισμένη καθώς είναι αρκετά δύσκολη η εύρεση ικανού όγκου δεδομένων από έγκυρη πηγή.

Η αποκεντρωμένη Χρηματοοικονομική (decentralized finance) σχετικά με τις Blockchain επενδύσεις έχει αποτελέσει ήδη το θέμα πολλών ερευνητών (Yan Chen 2020). Στην βιβλιογραφία υπάρχουν επιτυχή αποτελέσματα στην χρήση τεχνικών Μηχανικής Μάθησης για την πρόβλεψη τιμών των κρυπτονομισμάτων, με την χρήση ιστορικών τιμών και χρονικής υστέρησης (Roongodi M. 2019). Το Blockchain εξακολουθεί να είναι μια εξελισσόμενη και επομένως ανώριμη τεχνολογία. Είναι δύσκολο να προβλεφθεί πόσο επιτυχημένο θα ήταν έξω από τον μοναδικό αποδεδειγμένο τομέα χρήσης κρυπτονομισμάτων. Η ιστορία μας διδάσκει ότι οι ριζικά νέες τεχνολογίες χρειάζονται πολλές δεκαετίες για να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητές τους. Επομένως, είναι απολύτως πιθανό το blockchain να αποδειχθεί επαναστατικό τα επόμενα χρόνια παρά την αποσπασματική επιτυχία του μέχρι στιγμής. Αυτό που είναι βέβαιο είναι ότι οι επιχειρήσεις θα πρέπει να εξετάζουν αυτήν την τεχνολογία και να την κατανοούν επειδή οι υποκείμενες ιδέες της είναι ισχυρές και πιθανόν να έχουν επιρροή (Varma 2019).

Η πρώτη ίσως μελέτη για την τιμολόγησης NFT, επικεντρώθηκε στην αξία εικονικών ακινήτων στον μεγαλύτερο εικονικό κόσμο του Blockchain, την Decentraland. Τα NFT αυτού του είδους ονομάζονται «Γη» (LAND). Η έρευνα κατέληξε πως η αγορά NFT γης χαρακτηρίζεται τόσο από αναποτελεσματικότητα όσο και από σταθερή αύξηση της αξίας. Αυτή η αναποτελεσματικότητα

δεν προκαλεί αναγκαστικά έκπληξη. Οι αγορές πρώιμου σταδίου τείνουν να οδηγούνται από μια ασταθή αναζήτηση για κατάλληλα μοντέλα τιμολόγησης και μόνο αργά αναδυόμενη αποτελεσματικότητα της αγοράς (Dowling 2022a).

Ο ίδιος ερευνητής προχώρησε και στην σύνδεση της τιμολόγησης NFT με την τιμολόγηση κρυπτονομισμάτων, δεδομένου ότι η αγορά NFT προέκυψε από κρυπτονομίσματα. Στην συγκεκριμένη έρευνα ένας δείκτης spillover δείχνει μόνο περιορισμένες επιδράσεις μετάδοσης αστάθειας μεταξύ κρυπτονομισμάτων και NFT. Η ανάλυση συνοχής δείχνει συμπίεση μεταξύ των δύο αγορών Κρυπτονομισμάτων και NFT. Αυτό υποδηλώνει ότι οι συμπεριφορές τιμολόγησης κρυπτονομισμάτων μπορεί να προσφέρουν στην κατανόηση των προτύπων τιμολόγησης NFT. Ωστόσο, οι μεταδόσεις χαμηλής μεταβλητότητας υποδεικνύουν επίσης ότι τα NFT μπορούν δυνητικά να θεωρηθούν ως κατηγορία περιουσιακών στοιχείων χαμηλής συσχέτισης διαφορετική από τα κρυπτονομίσματα (Dowling 2022b).

Η δημιουργία μάλιστα τέτοιων μοντέλων πρόβλεψης για τις τιμές των NFT έχουν και άλλες παραμέτρους δυσκολίας. Όσο περισσότερα πολύτιμα περιουσιακά στοιχεία αποθηκεύονται σε NFT, η ανάγκη για πιο σύνθετα χρηματοοικονομικά μέσα θα γίνεται μεγαλύτερη (Dragos 2020).

Τα NFT έχουν υψηλότερες αποδόσεις από τα παραδοσιακά χρηματοοικονομικά περιουσιακά στοιχεία. Ωστόσο, η επένδυση σε NFT συνοδεύεται από εξαιρετικά υψηλή μεταβλητότητα. Οι τιμές αυξάνονται όταν υπάρχει δραστική αύξηση της ζήτησης για εναλλακτικές επενδύσεις και αναζήτηση απόδοσης σε περιβάλλον χαμηλών επιτοκίων. Η τιμολόγηση των NFT εξαρτάται επίσης σε μεγάλο βαθμό από τη σπανιότητα του κρύπτο-παραστατικού και την αισθητική προτίμηση των επενδυτών (De-Rong Kong 2022).

Τέλος, Διερευνώντας τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πωλήσεων NFT, των χρηστών NFT (μοναδικά ενεργά πορτοφόλια) και της τιμολόγησης του Bitcoin και του Ether υπάρχουν ενδείξεις ότι η μεταβολή τιμής του Bitcoin προκαλεί αύξηση των πωλήσεων NFT. Από το 2021, πραγματοποιούνται λιγότερες συναλλαγές, αλλά η αξία συναλλαγών είναι πολύ υψηλότερη (Sina Osivand 2021).

### 3. Υποθέσεις – Ερευνητικά Ερωτήματα

Σχετικά με τα κρυπτονομίσματα ήδη υπάρχει εκτενής ερευνητική βιβλιογραφία. Για τα NFT, τα οποία είναι μεταγενέστερα και σχετικά νέα νομίσματα ο περιορισμός που δημιουργείται από την

έλλειψη κατάλληλων δεδομένων έχει περιορίσει πολύ τους ερευνητές. Μέχρι αυτή τη στιγμή δεν υπάρχουν προβλεπτικά μοντέλα για την αξία των NFT και αυτό έρχεται σε αντίθεση με το πόσο δημοφιλή είναι σαν επενδύσεις.

Ο περιορισμός αυτός έχει επιδράσει και στο καθορισμό της σχέσης των κρυπτονομισμάτων και των NFT. Όπως προαναφέρθηκε τα κρυπτονομίσματα και τα NFT είναι νομίσματα που έχουν και τα δύο την ίδια τεχνολογία, πιο συγκεκριμένα Crypto και NFT πολλές φορές είναι και στην ίδια αλυσίδα μπλοκ. Παρατηρείται μάλιστα πως η πλειοψηφία αγορών NFT γίνονται με κρυπτονομίσματα. Ήδη από την διαθέσιμη βιβλιογραφία υπάρχουν έρευνες που αναδεικνύουν τη σχέση των NFT με το BTC αποκλειστικά. Υπάρχουν και έρευνες που παρουσίασαν ενδείξεις για την μη σύνδεση της αξίας αυτών των νομισμάτων. Για την διερεύνηση αυτής της σχέσης η πρώτη υπόθεση διαμορφώνεται ως εξής:

**Y1: Υπάρχει θετική συσχέτιση ανάμεσα στην αξία των κρυπτονομισμάτων και στην τιμή πώλησης των NFT.**

Για όλα σχεδόν τα επενδυτικά μέσα στην Χρηματοοικονομική υπάρχει εκτεταμένη βιβλιογραφία πάνω στην πρόβλεψη των αποδόσεων. Τη στιγμή που λαμβάνει χώρα αυτή η διπλωματική δεν υπάρχουν δημοσιεύσεις με προβλέψεις αποδόσεων ή της αξίας των NFT σε μεγάλα ερευνητικά περιοδικά. Όπως βλέπουμε από τις επενδυτικές τάσεις κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία μιας προβλεπτικής διαδικασίας για τον υπολογισμό της ~~επιστροφής~~ απόδοσης σε επενδύσεις NFT το οποίο προϋποθέτει φυσικά και την πρόβλεψη της αξίας. Με βάση όσα αναφέρθηκαν και την διαμόρφωση της πρώτης υποθέσεως (Y1) η δεύτερη υπόθεση της έρευνας διαμορφώνεται ως εξής:

**Y2: Υπάρχει δυνατότητα δημιουργίας προβλεπτικού μοντέλου για την αξία των NFT.**

## 4. Δεδομένα και Μεθοδολογία

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει εκτενής περιγραφή του δείγματος, των μεταβλητών, και των μεθόδων που θα ακολουθηθούν προκειμένου να εξεταστεί η εγκυρότητα των υποθέσεων της έρευνας.

### 4.1 Δεδομένα

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να σημειωθεί η δυσκολία εύρεσης αξιόπιστων πηγών δεδομένων για συναλλαγές NFT. Ο βασικός λόγος είναι το γεγονός που αναφέρθηκε ήδη πως δεν υπάρχει εποπτική αρχή για αυτές τις συναλλαγές. Η χαμηλή διαθεσιμότητα δεδομένων είναι ο

κύριος λόγος που η ερευνητική βιβλιογραφία στα NFT είναι δυσανάλογα μικρή σε σχέση με την δημοφιλία τους. Σε αντίθεση οι συναλλαγές κρυπτονομισμάτων με παραδοσιακά νομίσματα καταγράφονται από τις εποπτικές αρχές που επιβλέπουν τα νομίσματα και είναι εύκολο να εντοπίσει κανείς ιστορικά δεδομένα για τις συναλλαγές των κρυπτονομισμάτων.

Το δείγμα περιέχει δεδομένα δύο διαφορετικών συχνοτήτων, ετήσιας και ημερήσιας συχνότητας. Τα δεδομένα ημερήσιας συχνότητας αποτελούνται από δεδομένα ημερήσιας ισοτιμίας για τα BTC, ETH και αγοραπωλησιών NFT για την περίοδο 5 Δεκεμβρίου 2021 έως 5 Δεκεμβρίου 2022, δηλαδή 364 ημερών για κάθε μία εκ των 5 κατηγοριών NFT (Segment – Days), συνολικά 1820 ημερών και μεγέθους 16380 παρατηρήσεων. Όπως σε όλες τις σχετικές έρευνες στην βιβλιογραφία, και σε αυτήν δεν λαμβάνονται υπόψιν δεδομένα NFT που ανήκουν στην έκτη κατηγορία «Διάφορα», καθώς τα NFT αυτής της κατηγορίας έχουν ασαφή χαρακτηριστικά. Στην περίπτωση των NFT τα δεδομένα είναι αθροιστικά κατά Segment και επιπροσθέτως υπάρχουν κατηγορικά και ποσοτικά δεδομένα για τις ημερήσιες συναλλαγές με βάση αυτό το διαχωρισμό. Διευκρινίζεται πως το ημερολογιακό εύρος 5 Δεκεμβρίου 2021 έως 5 Δεκεμβρίου 2022 περιλαμβάνει 365 ημέρες αλλά δεν λαμβάνονται υπόψιν τα δεδομένα της πρώτης ημέρας του δείγματος παρά μόνο για της μεταβλητές που δηλώνουν τις τιμές της προηγούμενης μέρας όπως περιγράφονται παρακάτω. Το γεγονός αυτό μειώνει το συνολικό εύρος κατά μία μέρα σε 364 και αθροιστικά 5 για το σύνολο των Segment.

Με βάση αυτά τα δεδομένα θα προχωρήσουμε στην οικονομετρική ανάλυση και θα χτίσουμε το προβλεπτικό μοντέλο, όπως ακριβώς θα περιγραφεί στην μεθοδολογία που ακολουθεί.

Επειδή είναι αρκετά δύσκολη η εύρεση ημερησίων δεδομένων συναλλαγών NFT για μεγαλύτερο διάστημα, για την μελέτη της σχέσης πριν τις 5 Δεκεμβρίου 2021 θα χρησιμοποιηθεί ένα άλλο υποσύνολο του δείγματός μας με συγκεντρωτικά δεδομένα ετήσιας συχνότητας. Το υποσύνολο ετήσιας συχνότητας αποτελείται από δεδομένα και συγκεντρωτικά μεταδεδομένα για την αξία των συναλλαγών BTC, ETH και αγοραπωλησιών NFT για τα έτη 2017 έως και 2020. Με τη χρήση του συγκεκριμένου υποσυνόλου για γίνει περιγραφή και επεξήγηση της σχέσης υπό εξέταση, όπως αυτή εξελίχθηκε ιστορικά, μέχρι το χρονικό σημείο που ξεκινάει η οικονομετρική μας ανάλυση.

Τα δεδομένα NFT προέρχονται από την Nonfungible.com. Η εταιρεία αυτή παρακολουθεί τις αποκεντρωμένες συναλλαγές περιουσιακών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο στο Blockchain του Ethereum και παρέχει εργαλεία που βοηθούν τους λάτρεις του NFT, τις φάλαινες και τους

επαγγελματίες να παρακολουθούν την εξέλιξη των αγορών NFT. Παρακολουθούν επίσης το ιστορικό πωλήσεων οποιουδήποτε στοιχείου ή έργου, με στόχο να βοηθήσουν στην αξιολόγηση της τρέχουσας τιμής και απόδοσης και ενημερώνει για τις έκτακτες ειδήσεις και τις τάσεις της αγοράς ("NFT Market Tracker Data" 2022). Η εταιρεία αυτή είναι η πιο δημοφιλής πηγή δεδομένων NFT στην ερευνητική βιβλιογραφία.

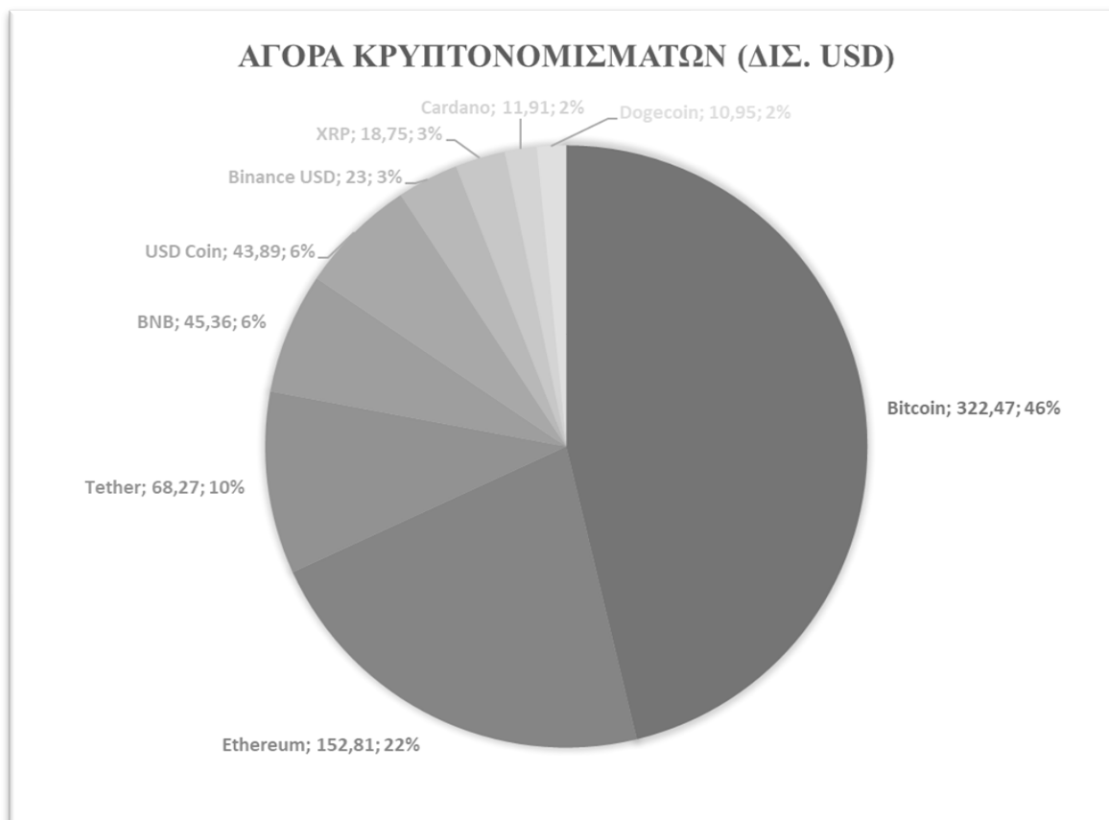
Τα δεδομένα για τις συναλλαγές κρυπτονομισμάτων προέρχονται από την πλατφόρμα Yahoo Finance. Το Yahoo Finance ανήκει στο δίκτυο του Yahoo.com, παρέχει καθημερινή κάλυψη αγοράς, με ανάλυση ειδικών και δεδομένα αγοράς σε πραγματικό χρόνο ενώ η βάση δεδομένων του έχει ανοικτή πρόσβαση και είναι δωρεάν ("Cryptocurrencies" 2022). Από την βιβλιογραφία προκύπτει πως οι αγοραπωλησίες NFT είναι άρρηκτα συνδεδεμένες με τα Κρυπτονομίσματα. Ως γνωστόν τα NFT είναι στο Blockchain του Ether και όπως αναφέρθηκε ήδη υπάρχει σύνδεση με την τιμή του BTC. Επομένως για την μελέτη της σύνδεσης αυτής της σχέσης θα πρέπει να συμπεριλάβουμε στην ανάλυση την ημερήσια τιμή BTC και ETH σε δολάρια. Τα δύο αυτά κρυπτονομίσματα όμως έχουν ισχυρή συσχέτιση και δεν θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν ως μεταβλητές στο ίδιο μοντέλο. Επομένως δημιουργούμε την μεταβλητή BTC-ETH που συνδυάζει την τιμή σε δολάρια των δύο κρυπτονομισμάτων, στην αναλογία της τιμής τους στην συνολικά για την αγορά κρυπτονομισμάτων. Τα BTC και ETH άλλωστε συνολικά ξεπερνούν το 68% της αγοράς κρυπτονομισμάτων.

$$BTC\_ETH = w_1 * BTC + w_2 * ETH$$

Όπου BTC και ETH η ημερήσια ισοτιμία των Bitcoin και Ether σε δολάρια USD. Ενώ  $w_1$  και  $w_2$  το ποσοστό της αξίας του BTC και ETH αντίστοιχα, στο άθροισμα της κεφαλαιοποίησης της αγοράς συνολικά για τα δύο κρυπτονομίσματα.

Τέλος, μέρος των συγκεντρωτικών μεταδεδομένων προέρχεται από την Statista (Best 2023). Η Statista είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα εξειδικευμένη σε δεδομένα αγοράς και καταναλωτών, η οποία προσφέρει στατιστικά στοιχεία και αναφορές, πληροφορίες αγοράς, πληροφορίες καταναλωτών και εταιρικές πληροφορίες. Εκτός από τα δημόσια διαθέσιμα δεδομένα τρίτων, η Statista παρέχει επίσης πολλά αποκλειστικά δεδομένα μέσω της πλατφόρμας ("Cryptocurrency - Statistics & Facts" 2023).





*Η αναλογία των Κρυπτονομισμάτων στην συνολική αγορά*

Αναλυτικά οι μεταβλητές που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο της έρευνας:

- ❖ **AVG<sub>USD</sub>** (Average USD): Η ημερήσια μέση τιμή πώλησης NFT σε δολάρια.
- ❖ **AVG<sub>USD-t-1</sub>** (Average USD(t-1)): Η ημερήσια μέση τιμή πώλησης NFT με χρονική υστέρηση μίας ημέρας σε δολάρια.
- ❖ **AMW** (Active Market Wallets): Αριθμός ενεργών χαρτοφυλακίων για αποθήκευση κρυπτονομισμάτων και NFT. Ένας χρήστης μπορεί να έχει πολλά χαρτοφυλάκια.
- ❖ **SGM** (Segment): Το είδος segment στο οποίο ανήκει το πωληθέν NFT. Για την εισαγωγή της ποιοτικής αυτής μεταβλητής στην οικονομετρική ανάλυση, δημιουργούμε την ψευδομεταβλητή αυτή με διακριτές τιμές από 1 έως 5 για καθεμία από τις κατηγορίες.
- ❖ **NoS** (Number of Sales): Ημερήσιος αριθμός πωλήσεων NFT.
- ❖ **Sus** (Sales USD): Συνολική αξία ημερήσιων πωλήσεων NFT σε δολάρια.
- ❖ **PS** (Primary Sales): Ημερήσιος αριθμός πρωτόγεννων πωλήσεων NFT, δηλαδή αρχικών πωλήσεων από τον δημιουργό του NFT σε κάποιον συλλέκτη.

- ❖ **SS** (Secondary Sales): Ημερήσιος αριθμός δευτερογενών πωλήσεων NFT, δηλαδή πωλήσεων NFT από συλλέκτη σε συλλέκτη.
- ❖ **BE** (BTC-ETH): Η ισοτιμία του συνδυασμού BTC-ETH σε δολάρια. Η μεταβλητή συνδυάζει την αξία των δύο κρυπτονομισμάτων με βάση την αναλογία τους στην συνολική αγορά κρυπτονομισμάτων.

## 4.2 Μεθοδολογία

Για την διερεύνηση των υποθέσεων αυτής της έρευνας θα ακολουθηθεί μία συγκεκριμένη μεθοδολογία με στόχο να δώσει σαφείς και αντικειμενικές απαντήσεις στα ερωτήματα, τόσο για την σχέση των κρυπτονομισμάτων και των NFT αλλά και για την δημιουργία ενός προβλεπτικού μοντέλου για την μέση τιμή πώλησης NFT.

Αρχικά θα αναλύσουμε τα αθροιστικά μεταδεδομένα και τις εξελίξεις που επηρέασαν χρηματοοικονομικά τον χώρο του Blockchain από το 2017 έως και το 2021. Η σύγκριση των γεγονότων και της πορείας των αγορών κρυπτονομισμάτων και NFT θα μας βοηθήσουν να αποκτήσουμε καλύτερη κατανόηση για την ύπαρξη ή μη αυτής της σχέσης αλλά και την κατεύθυνση της στο χρόνο καθώς και ένα μέρος της αιτιώδους επίδρασης μεταξύ τους.

Το επόμενο βήμα της εμπειρικής ανάλυσης είναι η περιγραφική στατιστική. Εκεί θα παρουσιάσουμε την στατιστική ανάλυση των μεταβλητών μας για το οικονομετρικό δείγμα ημερήσιας συχνότητας δεδομένων του 2022, πάνω στο οποίο θα εφαρμόσουμε την οικονομετρική μας ανάλυση. Αυτό θα γίνει μέσω των ενδεδειγμένων περιγραφικών μεταδεδομένων για κάθε μεταβλητή και στην συνέχεια θα κάνουμε έλεγχο συσχετίσεων των μεταβλητών με παρουσίαση και ανάλυση του πίνακα συσχετίσεων. Η διαδικασία αυτή θα επιβεβαιώσει την καταλληλότητα των δεδομένων μας για το στάδιο της οικονομετρικής ανάλυσης.

Στο στάδιο της οικονομετρικής ανάλυσης εφαρμόζουμε ένα μοντέλο παλινδρόμησης σταθερών επιδράσεων (Fixed Effects) δεδομένων Panel με μέθοδο Ελαχίστων Τετραγώνων OLS (Ordinary Least Squares). Το συγκεκριμένο μοντέλο είναι κατάλληλο για τον έλεγχο της  $Y_1$  αλλά και για τον έλεγχο στατιστικής σημαντικότητας των μεταβλητών μας με σκοπό την δημιουργία μεταγενέστερα ενός μοντέλου μηχανικής μάθησης με προβλεπτική ικανότητα της αξίας των NFT. Το OLS Fixed Effects με δεδομένα Panel μοντέλο παλινδρόμησης, διαμορφώνεται με βάση τα δεδομένα της έρευνας, Προκειμένου να αντιμετωπιστεί τυχόν ζήτημα πολυσυγγραμμικότητας,

ορίζουμε το ακριβές μας μοντέλο παλινδρόμησης λαμβάνοντας υπόψιν τον πίνακα συσχετίσεων. Το μοντέλο Fixed Effects διαφέρει από το Common Effects, αλλά εξακολουθεί να χρησιμοποιεί την συνηθισμένη OLS αρχή. Η μέθοδος είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στο πλαίσιο της αιτιώδους συναγωγής. Ενώ τα τυπικά μοντέλα παλινδρόμησης παρέχουν μεροληπτικές εκτιμήσεις των αιτιακών επιδράσεων εάν υπάρχουν μη παρατηρηθέντες συγχυτικοί παράγοντες, η συ παλινδρόμηση OLS FE με δεδομένα Panel είναι μια μέθοδος που μπορεί να παρέχει αμερόληπτες εκτιμήσεις υπό τις κατάλληλες υποθέσεις (J Bruderl 2015).

Σχετικά με την εγκυρότητα της  $Y1$ , οι ενδείξεις που έχουμε από την βιβλιογραφία για την πιθανή αλληλεπίδραση είναι κυρίως για την ζήτηση για της αγοράς NFT με την τιμή ισοτιμίας του BTC. Αλλαγές στην ισοτιμία του BTC, που είναι το κυρίαρχο κρυπτονομίσμα μπορεί να επηρεάσουν την ζήτηση για την αγορά NFT, που αποτελούν εναλλακτικές επενδύσεις από το χώρο του Blockchain. Τα NFT όμως είναι στο Blockchain του Ethereum, και είναι λογικό να υποθέτουμε πιθανή συσχέτιση και με το ETH. Για να διευρύνουμε τον έλεγχο συσχέτισης με την αγορά κρυπτονομισμάτων δημιουργούμε την μεταβλητή BTC-ETH, τον συνδυασμό της ημερήσιας ισοτιμίας BTC - USD και ETH - USD των δύο κρυπτονομισμάτων με βάση την αναλογία τους στην συνολική αγορά κρυπτονομισμάτων. Τα δύο κρυπτονομίσματα έχουν συνολική αξία για το 2022 το 68% της αγοράς. Το ποσοστό αυτό μάλιστα έχει μειωθεί σε σχέση με τα προηγούμενα έτη που τα δύο κρυπτονομίσματα είχαν ακόμη μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς. Είναι ασφαλές για τις ανάγκες αυτής της έρευνας να ισχυριστούμε πως η μεταβλητή BTC-ETH μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αντικατοπτρίσει τις μεταβολές στην ισοτιμία της αγοράς NFT με το δολάριο USD.

Η εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου είναι η Average USD τιμή των NFT. Κατά συνέπεια η μεταβλητή αυτή δείχνει εκτός από τις μεταβολές στην μέση τιμή πώλησης των NFT και αν επηρεάζεται η ζήτηση. Τα κρυπτονομίσματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την αγορά NFT, επομένως η αξία των κρυπτονομισμάτων δύναται να επηρεάσει την τιμή στην οποία πωλούνται τα NFT. Για παράδειγμα, εάν η αξία του Bitcoin αυξηθεί, μπορεί να είναι ακριβότερη η αγορά ενός NFT με Bitcoin, κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε αύξηση της τιμής του NFT. Αντιστοίχως, το αυξημένο ενδιαφέρον για τα κρυπτονομίσματα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο ενδιαφέρον για τα NFT. Αυτό μπορεί να δημιουργήσει ζήτηση για NFT, που μπορεί να ανεβάσει τις τιμές τους. Επιπλέον, το αυξημένο ενδιαφέρον για τα κρυπτονομίσματα μπορεί επίσης να

οδηγήσει σε αυξημένες επενδύσεις σε NFT, κάτι που μπορεί επίσης να αυξήσει τις τιμές. Η βάση των NFT στην τεχνολογία Blockchain, η οποία είναι η ίδια τεχνολογία που στηρίζει πολλά κρυπτονομίσματα έχει ως αποτέλεσμα, η αξία των NFT μπορεί να επηρεαστεί από το συνολικό συναίσθημα και την απόδοση της αγοράς κρυπτονομισμάτων. Για παράδειγμα, εάν η αγορά κρυπτονομισμάτων βιώνει ανοδική πορεία, μπορεί να προκαλέσει αύξηση των τιμών NFT, καθώς οι επενδυτές μπορεί να δουν τα NFT ως μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική επενδυτική ευκαιρία. Το γεγονός αυτό είναι ενδεικτικό και της εξαρτημένης μεταβλητής Average USD(t-1) τιμής των NFT για την προηγούμενη ημέρα συναλλαγών η οποία παίζει ρόλο λόγω της φύσης των συναλλαγών και της ψυχολογίας των επενδυτών για τα προϊόντα αυτά.

Η εξίσωση του μοντέλου παλινδρόμησης σταθερών επιδράσεων δεδομένων Panel με μέθοδο Ελαχίστων Τετραγώνων OLS:

$$(1) \text{AVG}_{US} = a_0 + a_1 * \text{AVG}_{US_{t-1}} + a_2 * \text{AMW} + a_3 * \text{NoS} + a_4 * \text{S}_{US} + a_5 * \text{PS} + a_6 * \text{SS} \\ + a_7 * \text{BE}$$

Σχετικά με τον έλεγχο της Y2, με βάση την στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών στο μοντέλο (1) ακολουθεί ένα μοντέλο μηχανικής μάθησης γραμμικής παλινδρόμησης διαφοράς τετραγώνων OLS. Το μοντέλο αυτό και τα αποτελέσματα του θα δείξουν εάν είναι δυνατή η πρόβλεψη της μέσης ημερήσιας τιμής συναλλαγών NFT με βάση τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η γραμμική παλινδρόμηση είναι ένας από τους απλούστερους και πιο συνηθισμένους αλγόριθμους μηχανικής μάθησης. Είναι μια υπολογιστική προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την εκτέλεση προγνωστικής ανάλυσης. Η γραμμική παλινδρόμηση χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση και τον ποσοτικό προσδιορισμό της σχέσης μεταξύ των εξεταζόμενων μεταβλητών και χρησιμοποιείται συνήθως σε μεθόδους ποσοτικής έρευνας, όπου είναι δυνατό να μετρηθούν τα προβλεπόμενα αποτελέσματα και να μοντελοποιηθούν με πολλαπλές μεταβλητές εισόδου. Αυτή η μέθοδος θα μοντελοποιεί σχέσεις μεταξύ εξαρτημένων μεταβλητών και ανεξάρτητων μεταβλητών από την ανάλυση και τη μάθηση έως τα τρέχοντα αποτελέσματα εκπαίδευσης (Dastan Hussen Maulud 2020).

Η εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων μηχανικής μάθησης με εξαρτημένη τιμή πρόβλεψης την Average USD μας δίνει την δυνατότητα να προβλέψουμε την μέση τιμή πώλησης ενός NFT με βάση την ημερήσια μέση τιμή πώλησης NFT της προηγούμενης ημέρας

(AVG\_US<sub>t-1</sub>), τον αριθμό μοναδικών χαρτοφυλακίων (AMW), τον ημερήσιο αριθμό πωλήσεων NFT (NOS), την συνολική αξία ημερήσιων πωλήσεων NFT (SUS), τον ημερήσιο αριθμό πρωτόγεννών πωλήσεων NFT (PS), ημερήσιο αριθμό δευτερογενών πωλήσεων NFT (SS), την ισοτιμία του συνδυασμού BTC-ETH σε δολάρια (BE) και το Segment στο οποίο ανήκει (SGM):

$$(2) \text{AVG}_{US} = a_0 + a_1 * \text{AVG}_{US_{t-1}} + a_2 * \text{AMW} + a_3 * \text{NoS} + a_4 * \text{S}_{US} + a_5 * \text{PS} + a_6 * \text{SS} \\ + a_7 * \text{BE} + a_8 * \text{SGM}$$

Παρατηρούμε την διαφορά των εξισώσεων (1) και (2) στο γεγονός πως στην εξίσωση (2) υπάρχει ο συντελεστής  $a_8$  και τη μεταβλητή SGM για την επιρροή του Segment στην εξαρτημένη μεταβλητή. Αντίθετα στην εξίσωση (1) η μεταβλητή SMG δεν υπάρχει αλλά με βάση αυτήν έχουν δημιουργηθεί οι διατομές του Panel μοντέλου.

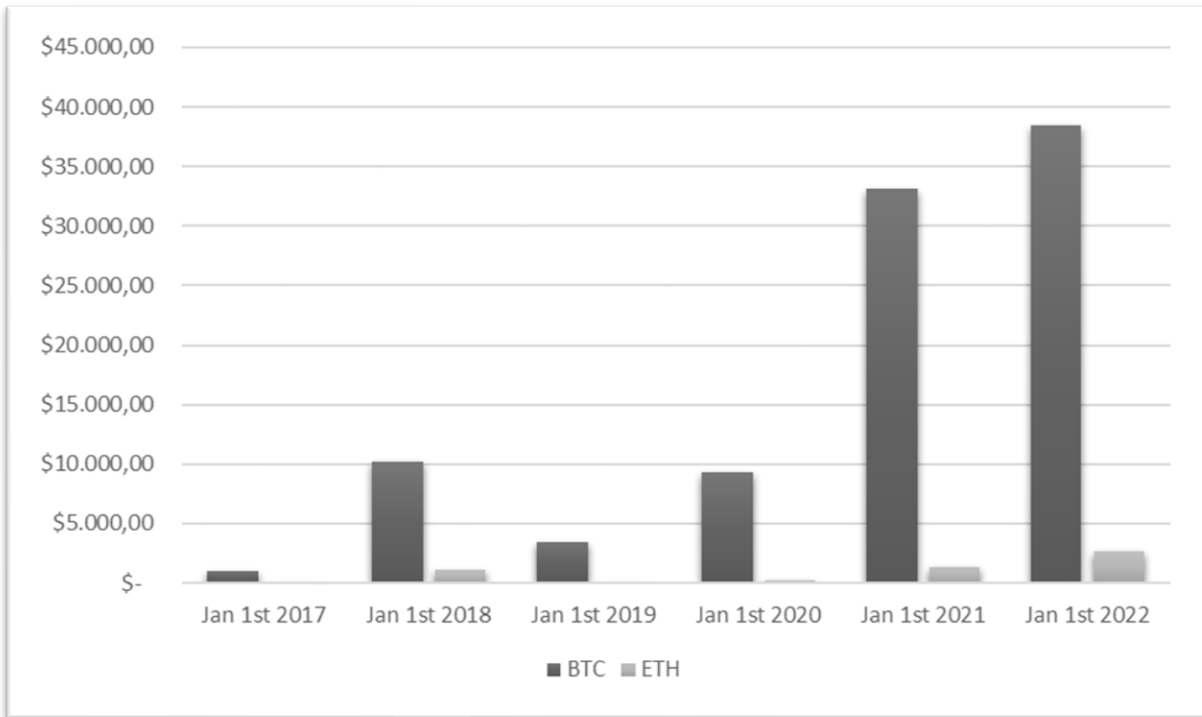
Για το μοντέλο μηχανικής μάθησης (2) τα δεδομένα θα χωριστούν σε δύο υποσύνολα εκπαίδευσης του μοντέλου (train) και ελέγχου αποτελεσμάτων (test). Ο διαχωρισμός γίνεται με αναλογία 80% train και 20% test και παράμετρο random state 42.

## 5. Εμπειρική Ανάλυση

Σε αυτό το κεφάλαιο της έρευνας θα αναπτυχθεί ποσοτικά η σχέση των κρυπτονομισμάτων και των NFT μέσα από τα δεδομένα των αγορών. Θα γίνει περιγραφή και σύγκριση των μεταβολών τους με στατιστική σύγκριση και οικονομετρική ανάλυση. Τέλος θα εφαρμοστεί το μοντέλο πρόβλεψης με τεχνικές μηχανικής μάθησης όπως περιεγράφηκε στην μεθοδολογία για την πρόβλεψη της μέσης τιμής των NFT με δεδομένα της αγοράς NFT και των κρυπτονομισμάτων, με παράλληλο σχολιασμό των αποτελεσμάτων.

### 5.1 Αγορά Κρυπτονομισμάτων

Παρατηρώντας την πορεία των δύο κρυπτονομισμάτων Bitcoin και Ether υπάρχουν αρκετές ομοιότητες στο μοτίβο των μεταβολών των τιμών τους.



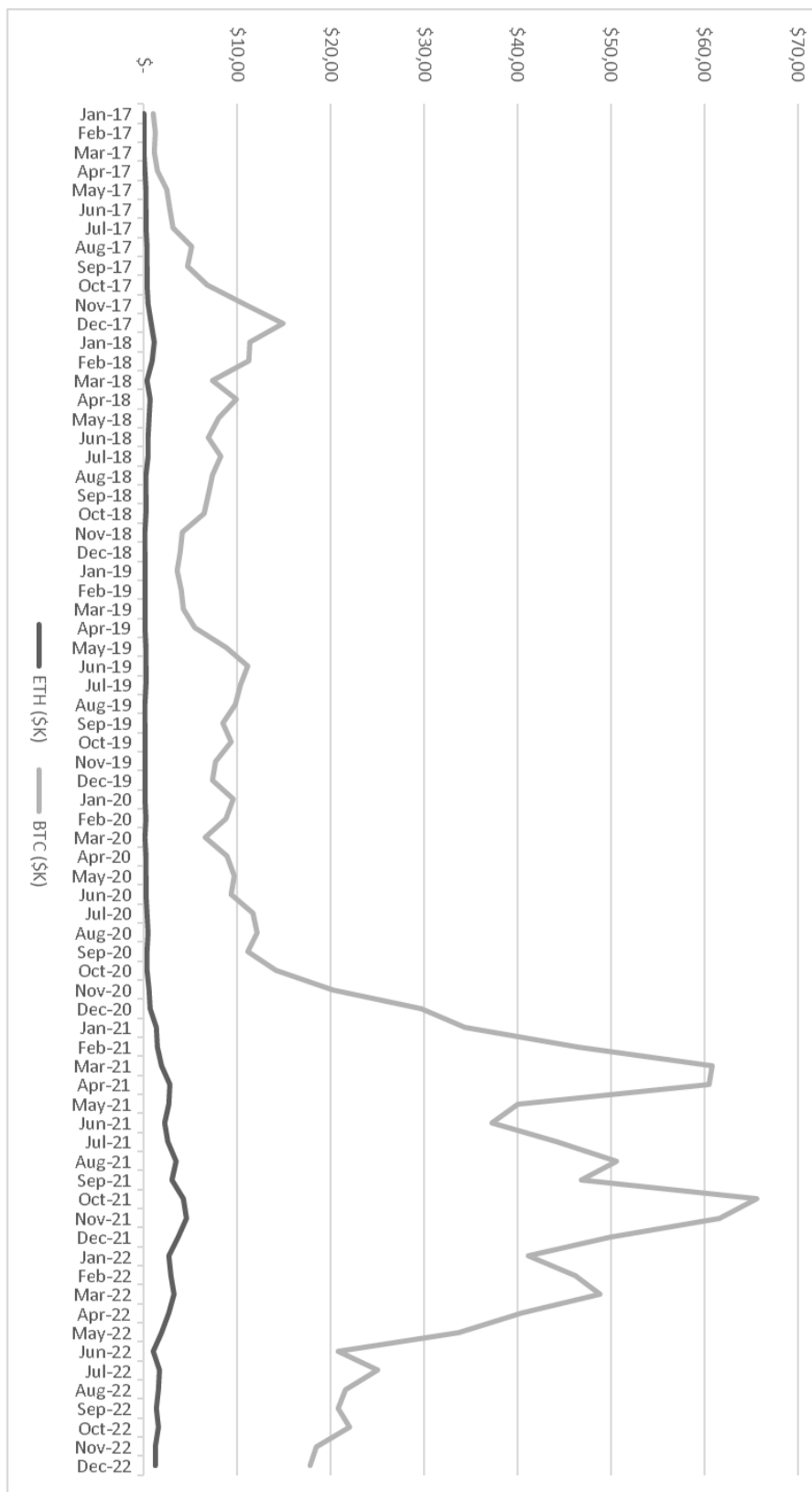
*Η ετήσια ισοτιμία BTC και ETH με το δολάριο USD*

Η πτωτική πορεία του Bitcoin είχε ήδη αρχίσει από τα προηγούμενα χρόνια, και το έτος 2018 δεν επιβράδυνε την πτωτική του τάση. Η τιμή του BTC κατέρρευσε, κλείνοντας το έτος κάτω από 4.000 USD. Στη συνέχεια, το ψηφιακό νόμισμα έκλεισε το 2019 σε περίπου 9.350 USD.

Με δύο χρόνια σχετικής αδράνειας και μια σταθερή πτωτική τάση, πολλοί διέγραψαν το Bitcoin ως μόδα, αφού απέτυχε να σταθεροποιηθεί η θέση του στην κύρια αγορά.

Στη συνέχεια, η πανδημία Covid-19 χτύπησε και τα χρηματιστήρια σημείωσαν βίαιη πτώση στα μέσα Μαρτίου 2020. Το Bitcoin δεν γλίτωσε από αυτήν, καθώς έχασε το 50% της αξίας του σε λιγότερο από 48 ώρες. Κάποιοι υπέθεσαν ότι η επηρεασμένη από τον Covid βουτιά, θα ήταν το κύκνειο άσμα του Bitcoin. Αυτές οι υποθέσεις έπεσαν έξω.

Με την Ομοσπονδιακή Τράπεζα να ανταποκρίνεται στην πανδημία του Covid-19 τυπώνοντας χρήματα για δημοσιονομικά κίνητρα, οι τιμές των περιουσιακών στοιχείων σε όλους τους τομείς αυξήθηκαν απότομα. Οι μετοχές της ανάπτυξης και της τεχνολογίας παρουσίασαν εκρηκτικά κέρδη. Τα βλέμματα όλων των επενδυτών έπεσαν στο Bitcoin, το οποίο σε λίγους μήνες υπερδιπλασίασε την αξία του και έκανε ένα ακόμη μεγαλύτερο άλμα το τελευταίο τρίμηνο του



Γραμμογράφημα ισοτιμίας BTC και ETH με το δολάριο USD

2020. Καθώς οι μικροεπενδυτές ξεχύθηκαν στις αγορές και η Ομοσπονδιακή Τράπεζα συνέχιζε να τυπώνει χρήματα, τα περιουσιακά στοιχεία συνέχισαν να διογκώνονται.

Σταδιακά η αγορά έφτασε στον χειμώνα που έγινε γνωστός ως Crypto Winter 2022. Από τον Νοέμβριο του 2021, το Bitcoin δυσκολεύεται ταυτόχρονα με την υπόλοιπη αγορά. Η υποστήριξη της αγοράς είχε τελειώσει, με τις οικονομίες να χτυπιούνται από τον ανεξέλεγκτο πληθωρισμό. Η Ομοσπονδιακή Τράπεζα έχει αυξήσει τα επιτόκια από τις αρχές του 2022, με τα περιουσιακά στοιχεία που βρίσκονται πιο μακριά στο φάσμα κινδύνου να τιμωρούνται περισσότερο. Τα υψηλότερα επιτόκια σημαίνουν μεγαλύτερο κόστος δανεισμού, λιγότερες επενδύσεις και γενική μείωση του επιπέδου ζήτησης στην οικονομία.

Το Bitcoin βρίσκεται σε ελεύθερη πτώση από τις αρχές του τρέχοντος έτους εν μέσω του Crypto Winter. Ο πιο επίσημος μήνας φέτος ήταν ο Μάιος, όταν η κατάρρευση του stablecoin TerraUSD πυροδότησε έναν γύρο μετάδοσης στις αγορές κρυπτονομισμάτων, μειώνοντας και την αξία του Bitcoin. Οι επενδυτές ελπίζουν ότι αυτή η ύφεση είναι απλώς η πιο πρόσφατη πτώση που θα προηγηθεί μιας απότομης ανόδου, όπως έχει δείξει επανειλημμένα η ιστορία για το Bitcoin.

Το ιστορικό ισοτιμίας του Ether υποδηλώνει πως είχε χαμηλότερη αξία κατά τη διάρκεια του 2022 από ό,τι στα τέλη του 2021, αν και δεν ήταν κοντά στη χαμηλότερη τιμή που έχει καταγραφεί. Όπως το Bitcoin, η τιμή του ETH αυξήθηκε το 2021, αλλά για διαφορετικούς λόγους: το ETH, για παράδειγμα, απέκτησε δημοφιλία παράλληλα με γεγονότα που συνέβησαν στο Ethereum Blockchain με το ETH σαν νόμισμα συναλλαγής. Γεγονότα όπως η είδηση ότι ένα έργο ψηφιακής τέχνης πωλήθηκε ως το πιο ακριβό NFT στον κόσμο έως τότε για πάνω από 38.000 ETH - ή 69,3 USD. Σε αντίθεση με το Bitcoin, του οποίου η αύξηση των τιμών τροφοδοτήθηκε από την IPO στις Η.Π.Α για την Coinbase, την μεγαλύτερη εμπορεία κρυπτονομισμάτων. Στο ETH η απότομη αύξηση τιμών πυροδοτήθηκε από τεχνολογικές εξελίξεις που προκάλεσαν μεγάλο ενθουσιασμό στους επενδυτές. Πρώτον, η λεγόμενη «Ενημέρωση του Βερολίνου» κυκλοφόρησε στο δίκτυο Ethereum τον Απρίλιο του 2021, μια ενημέρωση που θα οδηγούσε τελικά στη συγχώνευση Ethereum το 2022 και θα μείωνε τα τέλη συναλλαγής (ETH Gas). Η κατάρρευση του FTX στα τέλη του 2022, ωστόσο, άλλαξε πολλά για το κρυπτονόμισμα. Από τις 4 Ιανουαρίου 2023, το Ether άξιζε 1215 USD - σημαντικά λιγότερο από τα 4400 USD στο τέλος του 2021.

Το μέλλον του Ethereum είναι συνδεδεμένο με την βιομηχανία της Αποκεντρωμένης Χρηματοοικονομικής (DeFi). Οι εξελίξεις των τιμών στο ETH είναι δύσκολο να προβλεφθούν,



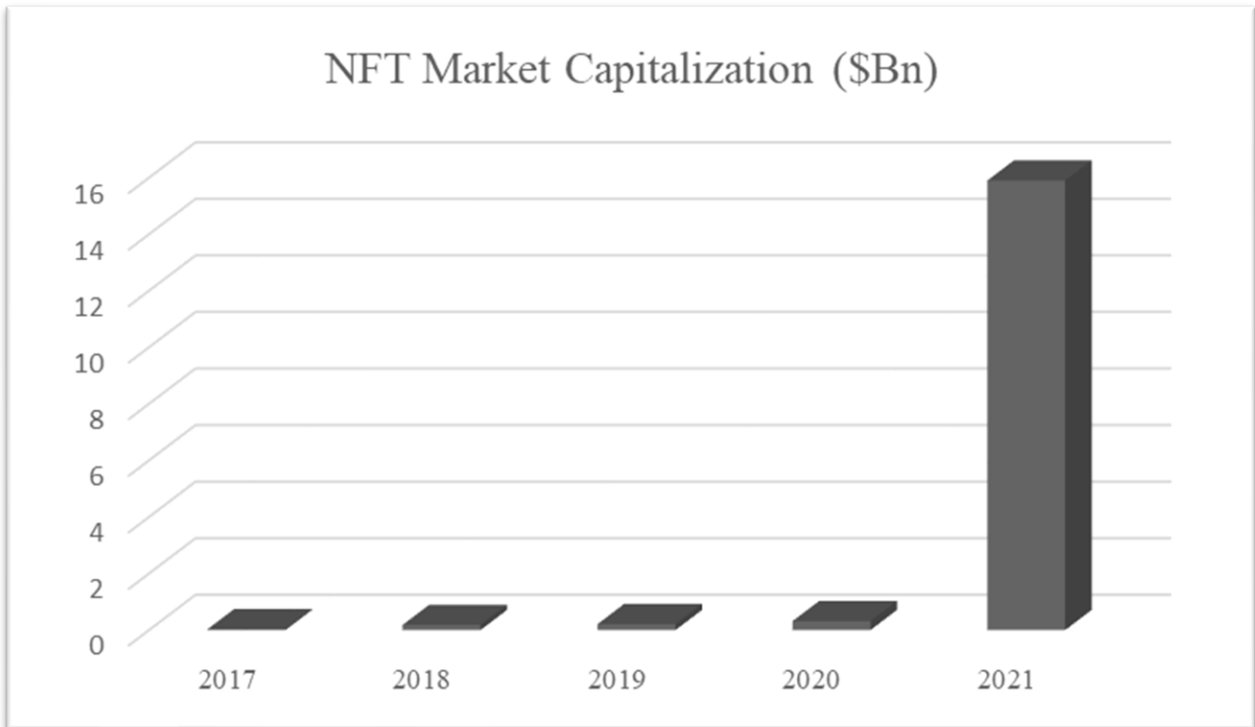
διότι δεν έχουν νόημα χωρίς τον κόσμο της Αποκεντρωμένης Χρηματοοικονομικής. Αυτός ο κλάδος χρησιμοποίησε τεχνολογία για να αφαιρέσει τους μεσάζοντες μεταξύ των μερών σε μια χρηματοοικονομική συναλλαγή. Οι μελλοντικές εξελίξεις του Ethereum συνδέονται με αυτόν τον κλάδο: Σε αντίθεση με το Bitcoin και το Ripple, το Ethereum δεν είναι τεχνικά ένα νόμισμα αλλά μια πλατφόρμα λογισμικού ανοιχτού κώδικα για εφαρμογές Blockchain, με το Ether να είναι το κρυπτονόμισμα που χρησιμοποιείται στο δίκτυο Ethereum. Ουσιαστικά, το Ethereum διευκολύνει το DeFi, που σημαίνει ότι όσο το DeFi προοδεύει και εξελίσσεται, το ίδιο θα κάνει και το Ethereum(Best 2023).

## 5.2 Εξέλιξη της Αγοράς NFT

Πριν ξεκινήσουμε την ανάλυση των ημερήσιων δεδομένων που έχουμε συλλέξει για το έτος 2022, ας δούμε αρχικά πώς έχει εξελιχθεί η αγορά NFT και από 2018 που ξεκίνησε να γίνεται ιδιαίτερα δημοφιλής και την παράλληλη εξέλιξη των BTC και ETH.

Το 2017 είναι το έτος που οι επενδυτές έχουν αρχίσει να ξεχωρίζουν την αγορά NFT. Το έτος 2018 ήταν το έτος αποδοχής του προτύπου Non-Fungible Token στο Blockchain Ethereum. Το ERC-721 θα καθιστούσε δυνατή την ανταλλαγή οποιουδήποτε ψηφιακού περιουσιακού στοιχείου peer-to-peer για πολλαπλά τμήματα. Τέχνη, βιντεοπαιχνίδια, συλλεκτικά αντικείμενα, εικονικοί κόσμοι κτλ. Ένα ολόκληρο σύμπαν από δυνατότητες έχει ανοίξει σε νέους παίκτες στο οικοσύστημα κρυπτογράφησης παρά την πτώση της αγοράς στις αρχές του έτους. Η κοινότητα είναι μικρή αλλά με μεγάλες φιλοδοξίες.

Στη αρχή του έτους 2018 η αγορά κρυπτονομισμάτων παρουσιάζει απότομη πτώση, επομένως θα περίμενε κανείς ότι ο ενθουσιασμός σε αυτόν τον νέο κλάδο θα μειωνόταν. Ωστόσο, υπήρξε αύξηση στον αριθμό νέων έργων που είχαν δρομολογηθεί για διαφορετικά τμήματα της αγοράς, που έδειχνε την γέννηση μιας νέας βιομηχανίας. Στο κλείσιμο του 2018, συνολικά 205.899.587 δολάρια που διαπραγματεύτηκαν για 7.662.072 συναλλαγές. Το έργο που σημείωσε τα περισσότερα για το 2018 είναι αναμφισβήτητα το CryptoKitties. Συνδυάζοντας Συλλεκτικά και βιντεοπαιχνίδια, αυτές οι εικονικές συνομιλίες κυριάρχησαν στην αγορά καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.



#### *Κεφαλαιοποίηση Αγοράς NFT σε USD*

Το 2019 είναι το έτος σταθεροποίησης του οικοσυστήματος NFT, είδαμε πολλά νέα ενεργά έξυπνα συμβόλαια να αναπτύσσονται και να χρησιμοποιούνται τακτικά. Ωστόσο, ο συνολικός όγκος σε δολάρια, ο αριθμός των πωλήσεων και ο αριθμός των ενεργών πορτοφολιών παρέμειναν σταθεροί. Το οικοσύστημα άλλαξε σημαντικά μέσα στο έτος 2019. Οι επενδυτές συνέχισαν να εισχωρούν, κυρίως λόγω του ντόρου που δημιουργείται από τις πολλές ιστορίες επιτυχίας με ύψιστες αποδόσεις.

Το έτος 2020 το οικοσύστημα NFT έχει παγκόσμια ανάπτυξη. Η σημαντική αύξηση των ενεργών πορτοφολιών μεταξύ 2019 και 2020 που συνοδεύεται από μια εντυπωσιακή αύξηση σχεδόν 50% στον αριθμό των αγοραστών, υποδηλώνει ότι η κοινότητα των κατόχων και των χρηστών των NFT έχει αυξηθεί σημαντικά. Ταυτόχρονα, ο άνευ προηγουμένου όγκος συναλλαγών σε USD το 2020 απηχεί σε μεγάλο βαθμό την αυξημένη αξία της αγοράς κρυπτονομισμάτων, που είχε ήδη αρχίσει να αυξάνεται από το 2019.

	2019	2020	2021
<b>Όγκος Συναλλαγών σε δολάρια</b>	\$24,532,783	\$82,492,916 +236%	\$17,694,851,721 +21350%
<b>Όγκος Πωλήσεων</b>	1,619,516.6	1,415,638 -13%	27,414,477 +1.836%
<b>Αγοραστές</b>	44,324	75,144 +70%	2,301,544 +2.962%
<b>Πωλητές</b>	25,036	31,774 +27%	1,197,796 +3.669%
<b>Ενεργά Πορτοφόλια</b>	55,330	89,061 +61%	2,574,302 +1.822%
<b>Συνολικά Κέρδη (επαναπώληση)</b>	\$2,890,230	\$12,074,654 +317.77%	\$5,407,158,315 +44.681%
<b>Συνολική Ζημία (επαναπώληση)</b>	\$1,372,663	\$1,990,198 +44.99%	\$667,191,955 +33.423%
<b>Μέσος Αριθμός Συναλλαγών</b>	2.0	1.9 -5%	1.8 -5.26%
<b>Μέση Διάρκεια Κτήσης</b>	84	156 +85.71%	48 -69.23%
<b>Ενεργά Έξυπνα Συμβόλαια</b>	988	2,001 +103%	10,017 +401%
<b>Μέση Τιμή</b>	\$15.17	\$49.18 +224%	\$807.52 +1542%

*Μεταδεδομένα Αγοράς NFT*

Η αύξηση του όγκου των συναλλαγών σε USD υποστηρίζεται επίσης από νέα έργα NFT και χρήστες που εισέρχονται στο Οικοσύστημα. Εν ολίγοις, το 2020 φαίνεται να ήταν η χρονιά της αναζωογόνησης για την οικονομία NFT, παρουσιάζοντας τους πρώτους πολύ ενθαρρυντικούς δείκτες ανάπτυξης μετά τη σχετική αδυναμία που παρατηρήθηκε το 2019.

Από το 2019 στο 2020 αξιοσημείωτη τάση είναι η εντυπωσιακή διαφορά μεταξύ των κερδών από μεταπώληση και της ζημίας. Αυτή η διαφορά είναι ένας πολύ καλός δείκτης της θετικής εξέλιξης του οικοσυστήματος. Θα περιμένουμε να δούμε αν η τάση θα συνεχιστεί και αν αυτοί οι νέοι ιδιοκτήτες της NFT θα χρησιμοποιήσουν τα περιουσιακά τους στοιχεία.

Φυσικά όπως προαναφέρθηκε το 2020 ήταν μια χρονιά άνευ προηγουμένου για το μεγαλύτερο μέρος του παγκόσμιου πληθυσμού. Σε πλήρη αντίθεση και ίσως εν μέρει λόγω τέτοιων ταραχωδών παγκόσμιων γεγονότων, το ενδιαφέρον και οι επενδύσεις σε εικονικές οικονομίες και ψηφιακά περιουσιακά στοιχεία έχουν αυξηθεί και υπήρξε περισσότερο ενδιαφέρον από ποτέ. Εντός του οικοσυστήματος Non-Fungible Token, μεμονωμένοι τομείς γνώρισαν επιτυχία, η Τέχνη, το Gaming και τα Digital Assets απέκτησαν αξιοσημείωτη έλξη κατά τη διάρκεια του 2020, με αυτήν την άλλοτε εξειδικευμένη και πειραματική βιομηχανία να ωριμάζει σε μια αξιοσημείωτη δύναμη.

Κατά τη διάρκεια του 2021 η αγορά ανέβηκε σε πάνω από 15 δισεκατομμύρια δολάρια για σχεδόν 2 εκατομμύρια ενεργά πορτοφόλια. Με κέρδη άνω των 5 δισεκατομμυρίων δολαρίων που καταγράφονται στις συναλλαγές NFT, η κερδοσκοπία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος αυτής της αγοράς. Αλλά αυτή είναι μια πιο σύνθετη δραστηριότητα από όσο φαίνεται. Το "NFT" ανακηρύχθηκε λέξη της χρονιάς. Αυτό δεν προκαλεί έκπληξη δεδομένης της εκθετικής ανάπτυξης του κλάδου.

Κατά το πρώτο τρίμηνο το έτος 2022 οι αγορές σταδιακά κορέστηκαν με την έκδοση εκατομμυρίων νέων NFT. Το ευρύ κοινό φαίνεται να χάνει το ενδιαφέρον του για τα NFT, με βάση τα αποτελέσματα αναζητήσεων στο Google.

Τα Collectables είναι το κυρίαρχο τμήμα της βιομηχανίας, πολύ πιο μπροστά από τα Art ή ακόμα και από τα Metaverses. Για πρώτη φορά, ορισμένα τμήματα παρουσιάζουν αρνητικό ισοζύγιο: Τα τυχερά παιχνίδια εμφανίζουν συνολική απώλεια σχεδόν 50 εκατομμυρίων δολαρίων στο τμήμα, γεγονός που το καθιστά το λιγότερο κερδοφόρο τμήμα του κλάδου από εμπορική άποψη.

Με σχεδόν 8 δισεκατομμύρια δολάρια να διαπραγματεύονται το πρώτο τρίμηνο του 2022, η αγορά δεν μπορεί πραγματικά να θεωρηθεί ότι έχει καταρρεύσει. Βλέπουμε περισσότερο μια μορφή σταθεροποίησης, σύμφωνα με το τελευταίο τρίμηνο του 2021.

Αντίθετα, ο όγκος των πωλήσεων μειώθηκε σχεδόν κατά 50%, με πολύ έντονη επιβράδυνση του όγκου των αγοραστών και των πωλητών. Το κέρδος στα NFT δεν είναι πλέον τόσο εύκολο το 2022. Μια τεράστια πτώση 25% παρατηρήθηκε σε όρους συναλλαγών σε δολάρια ΗΠΑ μεταξύ 1ου και 2ου τριμήνου 2022 με παγκόσμιο όγκο περίπου 8 δισεκατομμυρίων δολαρίων ΗΠΑ το δεύτερο τρίμηνο του 2022. Για πρώτη φορά στην ιστορία των NFTs, οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τις συναλλαγές δεν είναι πλέον κερδοφόρες. Παρά το περίπλοκο οικονομικό πλαίσιο, τα NFT εξακολουθούν να εκπλήσσουν και παρατηρούμε ορισμένες ισχυρές τάσεις γύρω από τα Metaverses και τα Utilities κατά τη διάρκεια της περιόδου, που τείνει να αναζωογονηθεί.

Είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς πως υπάρχει σύνδεση μεταξύ των κρυπτονομισμάτων και των NFT. Από την ανάλυση των metadata της περιόδου 2017 με 2021 σε συνδυασμό με τα γεγονότα της ίδιας περιόδου προκύπτει το συμπέρασμα, πως έχουν πολλές ομοιότητες στην πορεία τους. Αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους και επηρεάζονται από τις ίδιες συνθήκες με παρόμοιο τρόπο. Και πως η πορεία του ενός έχει αντίκτυπο στην πορεία του άλλου. Επομένως θα προχωρήσουμε με την ανάλυση του λεπτομερούς δείγματος ημερήσιων συναλλαγών για να μπορέσουμε να περιγράψουμε με ακρίβεια την σχέση αυτή ώστε να προκύψει προβλεπτικό μοντέλο.

### 5.3 Περιγραφική Στατιστική

Ο Πίνακας I περιέχει συγκεντρωτικά μεταδεδομένα που περιγράφουν τις μεταβλητές μας και την καταλληλότητα τους για την συμμετοχή τους στην οικονομετρική ανάλυση.

Πίνακας I.

	Διάμεσος	Μέσος	Μέγιστο	Ελάχιστο	$\sigma$
AVG <sub>US</sub>	2132,4	1233,8	24976,8	15,4	2777,7
AVG <sub>US-t-1</sub>	2140,1	1243,9	24976,8	15,4	2784,4
AMW	6780,2	2811,0	61732,0	294,0	9152,1
NoS	9370,0	4467,5	16009,1	243,0	2303,4
S <sub>US</sub>	325788,0	965155,0	65700000,0	3433,0	1677,0
PS	3107,6	929,0	6979,8	19,0	5465,2
SS	6226,0	1164,5	8104,3	116,0	9795,1
BE	21320,4	20283,7	35786,6	11067,8	7665,8

Η μέση τιμή πώλησης NFT σε δολάρια (AVG\_USD) λαμβάνει τιμές από μόλις 15,4 έως και 24976,8 USD με μέσο 2132,4, διάμεσο 1233,8 και τυπική απόκλιση 2777,7 USD. Οι ονομαστικές τιμές προφανώς θα έχουν ακόμη μεγαλύτερο εύρος. Η τυπική απόκλιση έχει αρκετά μεγάλη τιμή συγκριτικά με τον μέσο και την διάμεσο το οποίο είναι ενδεικτικό της μεγάλης μεταβλητότητας που εμφανίζει η αγορά NFT. Υψηλές τιμές των τυπικών αποκλίσεων συγκριτικά με την κλίμακα μεγέθους των μέσων όρων εμφανίζονται και στις υπόλοιπες μεταβλητές των NFT αλλά και των κρυπτονομισμάτων. Η αγορά κρυπτονομισμάτων μάλιστα χαρακτηρίζεται ως μία αγορά υψηλής διακύμανσης και αυτός είναι ο λόγος που αποφεύγεται από παραδοσιακούς επενδυτές. Είναι εμφανές πως η αγορά NFT είναι ακόμη πιο ευμετάβλητη από την αγορά κρυπτονομισμάτων και ενδεικτική των ρυθμών των σύγχρονων επενδυτών και των λογισμικών αγοραπωλησιών που είναι ικανά για μεγάλο όγκο συναλλαγών σε σύντομα διαστήματα.

Παρατηρούμε λοιπόν πως έχουμε δεδομένα χωρίς ακραίες τιμές με βάση την διασπορά τους που τείνουν να ακολουθούν κανονικές κατανομές. Όλες οι τιμές είναι εντός λογικού εύρους επομένως δεν χρειάζεται να αποκλείσουμε τιμές ως ακραίες.

Στην συνέχεια λοιπόν παρουσιάζεται ο Πίνακας Συσχετίσεων (Πίνακας II) των μεταβλητών για την ανάλυση των σχέσεων μεταξύ τους. Όπως είναι λογικό ανάμεσα σε κάποιες μεταβλητές υπάρχει πολύ ισχυρή συσχέτιση. Αυτό είναι λογικό να συμβαίνει σε μεταβλητές όπως το πλήθος και η συνολική αξία των πωλήσεων καθώς είναι μεγέθη ανάλογα.

Πίνακας II.

	AVG <sub>US<sub>t-1</sub></sub>	AMW	NoS	S <sub>US</sub>	PS	SS	BE
AVG <sub>US<sub>t-1</sub></sub>	1	-0,16	0,19	0,11	-0,18	-0,19	0,31
AMW	-0,16	1	0,39	0,17	0,37	0,36	0,32
NOS	0,19	0,39	1	-0,07	0,31	0,26	0,22
S <sub>us</sub>	0,11	0,17	-0,07	1	0,25	0,14	0,09
PS	-0,18	0,37	0,31	0,25	1	0,35	0,16
SS	-0,19	0,36	0,26	0,14	0,35	1	0,26
BE	0,31	0,32	0,22	0,09	0,16	0,26	1

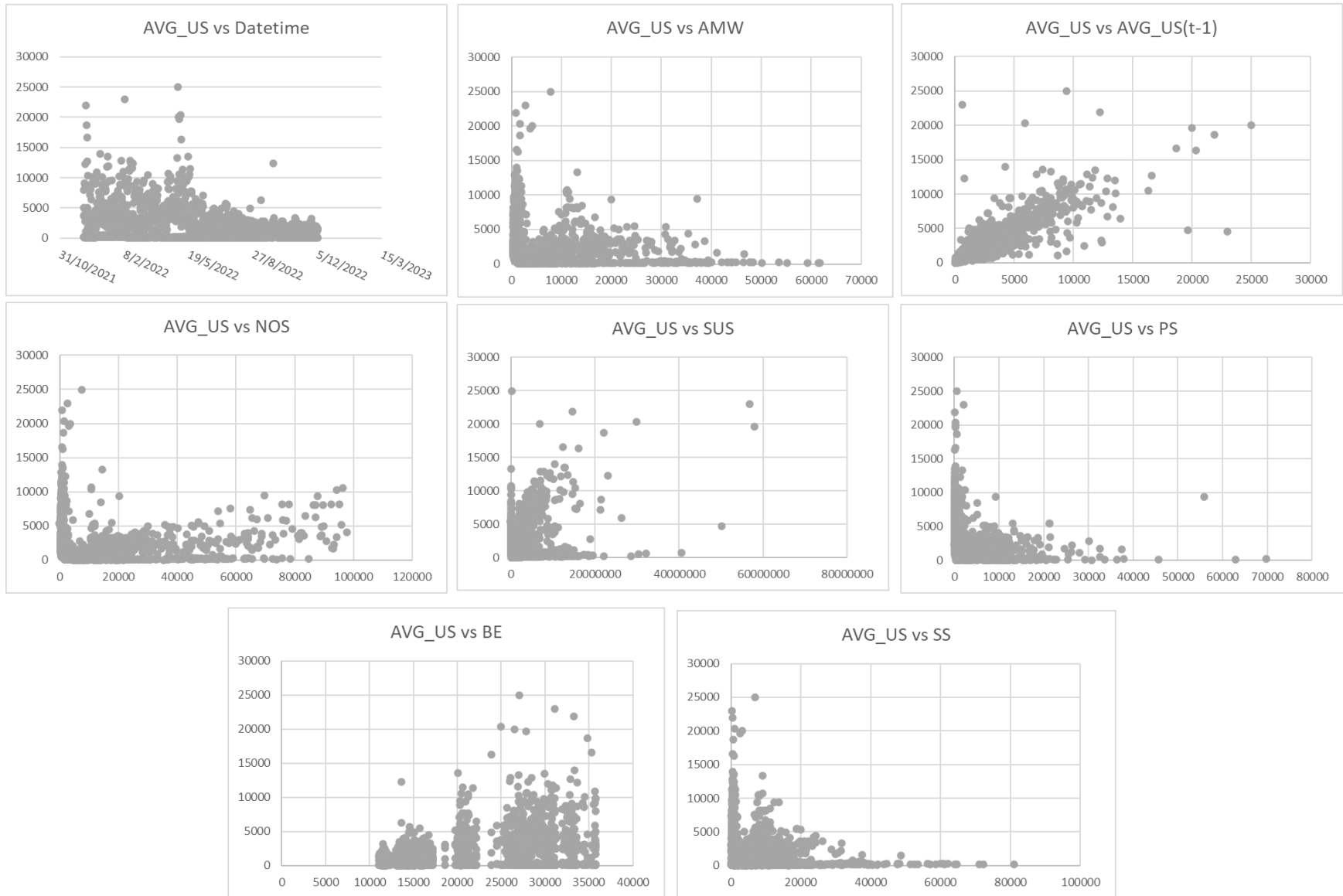
Για την ανάλυση των τιμών των σχέσεων των μεταβλητών θα ακολουθήσουμε έναν πρακτικό κανόνα για το εύρος τιμών συσχέτισης και την αντίστοιχη σχέση αλληλεπίδρασης, όπως παρουσιάζεται στο Πίνακα III.

Πίνακας III.

Εύρος Τιμών Συσχέτισης	Σχέση Αλληλεπίδρασης
0,0 - 0,19	Πολύ Αδύναμη
0,2 - 0,39	Αδύναμη
0,4 - 0,59	Μέτρια
0,6 - 0,79	Ισχυρή
0,8 - 1,0	Πολύ Ισχυρή

Παρατηρούμε λοιπόν πως όλες οι τιμές μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών εντάσσονται στην κατηγορία πολύ αδύναμης και αδύναμης συσχέτισης. Το γεγονός αυτό σημαίνει πως μπορούμε να πούμε ότι η ενσωμάτωση τους στα μοντέλα (1) και (2) δεν δημιουργεί πιθανά προβλήματα πολυσυγραμμικότητας. Η μέση τιμή πώλησης της προηγούμενης ημέρας έχει πολύ αδύναμη και αρνητική συσχέτιση με τον αριθμό ενεργών χαρτοφυλακίων, τις πρωτογενείς και δευτερογενείς πωλήσεις. Υπάρχει θετική αδύναμη σχέση ανάμεσα σε αριθμό ενεργών χαρτοφυλακίων, την συνολική αξία πωλήσεων, τις πρωτογενείς και δευτερογενείς πωλήσεις. Με αδύναμη θετική συσχέτιση επηρεάζονται ο αριθμός πωλήσεων με τον αριθμό ενεργών χαρτοφυλακίων και την

Πίνακας IV.





ισοτιμία του δείκτη κρυπτονομισμάτων, παρομοίως και ο αριθμός ενεργών χαρτοφυλακίων με τον αριθμό τις πρωτογενών και δευτερογενών πωλήσεων. Είναι εύκολο να δούμε πως οι μεγάλες τιμές στην ισοτιμία κρυπτονομισμάτων επηρεάζουν θετικά όλους τους δείκτες των μεταβλητών NFT και δείχνοντας ενδείξεις πως οι επενδυτές στρέφονται προς τα NFT σαν εναλλακτικές όταν οι τιμές των κρυπτονομισμάτων είναι υψηλές. Από την άλλη η αρνητική συσχέτιση των ενεργών χαρτοφυλακίων και των πωλήσεων αποτελεί ένδειξη πως οι επενδυτές είναι επιφυλακτικοί στις συναλλαγές NFT όταν η αγορά είναι πολύ ανεβασμένη.

Στα διαγράμματα διασποράς (Πίνακας IV) απεικονίζονται οι σχέσεις των ανεξάρτητων μεταβλητών με την εξαρτημένη  $AVG_{US}$ . Κατά τη χρονική διάρκεια των ημερησίων δεδομένων η μέση τιμή πώλησης έχει πτωτική πορεία με απότομα υψηλά ξεσπάσματα. Η αγορά των NFT έφτασε την κορύφωση της το 2021 και έκτοτε ακολουθεί πτωτική πορεία μέχρι σήμερα. Παρόλα αυτά πτωτικές τάσεις στην αγορά δημιουργούν ευκαιρίες για τους επενδυτές και για αυτό βλέπουμε και αρκετά ακραία υψηλά ξεσπάσματα της μέσης τιμής πώλησης κατά την διάρκεια.

Η μέση τιμή πώλησης NFT παρουσιάζει μια απόλυτα αναλογική σχέση με την τιμή πώλησης της προηγούμενης ημέρας επιβεβαιώνοντας όσα αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο της βιβλιογραφίας. Όπως αναφέρθηκε η τιμή πώλησης ακολουθεί τάσεις και επηρεάζεται εύκολα από την συνολική εικόνα της αγοράς. Η  $AVG_{US}$  δείχνει να συσχετίζεται ισχυρά και με την BE. Η έντονη αυτή σχέση παρατηρείται κυρίως στις υψηλές τιμές της BE δηλαδή όσο υψηλότερη η αξία των κρυπτονομισμάτων σε δολάρια, τόσο μεγαλύτερη γίνεται η μέση τιμή πώλησης των NFT. Η σχέση της  $AVG_{US}$  με τον αριθμό πωλήσεων NFT παρουσιάζει δύο μοτίβα. Το ένα είναι περισσότερες συναλλαγές προκαλούν αύξηση μέτριας κλίμακας στην τιμή, από την άλλη οι πιο υψηλές τιμές πώλησης παρατηρούνται τις μέρες με το μικρότερο αριθμό συναλλαγών. Η υψηλή τιμή πώλησης αποθαρρύνει τους μικρομεσαίους επενδυτές. Η συνολική αξία πωλήσεων σε δολάρια εμφανίζεται αρχικά να έχει θετική συσχέτιση με την  $AVG_{US}$ . Η σχέση αυτή όμως αλλάζει όσο μεγαλώνει η  $AVG_{US}$  που δείχνει πως το  $S_{US}$  παρουσιάζει εξάρτηση και με τον όγκο πωλήσεων. Τα ακραία ξεσπάσματα της αγοράς που προαναφέρθηκαν εμφανίζονται και εδώ στους ακραίους υψηλούς συνδυασμούς  $AVG_{US}$  και  $S_{US}$ .

Η πλειοψηφία των NFT πωλούνται σε συναλλαγές με μορφή πλειστηριασμού. Οι πλειστηριασμοί μπορεί να έχουν μία προκαθορισμένη ημερομηνία λήξης, μπορεί και όχι. Στην περίπτωση που οι πλειστηριασμοί αυτοί δεν έχουν προκαθορισμένη λήξη, τότε απλά οι υποψήφιοι αγοραστές

αφήνουν προσφορές στον ιδιοκτήτη του NFT, οι προσφορές αυτές συνήθως είναι ορατές στις πλατφόρμες NFT αγορών. Η ιδιαιτερότητα αυτή είναι και ο λόγος που δεν είναι εύκολο να γίνουν πολλές αγοραπωλησίες σε NFT με αύξουσα τιμή. Ο ιδιοκτήτης πάντα έχει δώσει τον κατάλληλο χρόνο για τον πλειοδότη. Στην περίπτωση που έχουμε διαδοχικές πωλήσεις ενός NFT αυτές είναι μάλλον σε χαμηλότερη τιμή λόγω πτώσης της συνολικής αγοράς. Όπως είναι αντιληπτό ένα καινούριο NFT από ένα δημιουργό βρίσκει πιο εύκολα ανταπόκριση όταν έχει χαμηλή τιμή πώλησης. Ακριβώς αυτή η σχέση αποτυπώνεται αναμεσά στην  $AVG_{US}$  με τον αριθμό ενεργών χαρτοφυλακίων, πρωτογενών και δευτερογενών πωλήσεων. Οι αριθμοί ενεργών χαρτοφυλακίων και πρωτόγεννών πωλήσεων έχουν αντιστρόφως ανάλογη σχέση με την μέση τιμή πώλησης NFT. Ο αριθμός δευτερογενών πωλήσεων έχει μία περισσότερο πολύπλοκη σχέση με την μέση τιμή πώλησης. Από την μία οι επενδυτές αγοράζουν περισσότερο σε χαμηλές τιμές, όμως σε υψηλές τιμές προτιμούν περισσότερο NFT που βρίσκονται στην αγορά ήδη και υπάρχει ένα δείγμα της αξία τους από τις προηγούμενες αγοραπωλησίες τους, και όχι κάποιο νέο NFT.

#### 5.4 Οικονομετρική Ανάλυση

Για την εκτέλεση των οικονομετρικών υπολογισμών του μοντέλου (1) χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο λογισμικού EVIEWS 10 της Quantitative Micro Software (QMS). Εδώ παρατίθενται τα αποτελέσματα:

Μέθοδος: Ελάχιστων τετραγώνων δεδομένων Panel

Επιλογή μοντέλου: Fixed Effects

Εξαρτημένη μεταβλητή:  $AVG_{US}$

Περιλαμβάνονται περίοδοι: 364

Σταθερή διατομή (Cross - Section): SGM

Περιλαμβάνονται διατομές: 5

Συνολικές Panel ισορροπημένες (balanced) παρατηρήσεις: 1820

Χρονική περίοδος: 5 Δεκ 2021 – 5 Δεκ 2022

Χρονική συχνότητα: ημερήσια

R - Squared: 0,773

Adjusted R-Squared: 0,771

Παράμετρος Durbin - Watson: 2,21

$a_0$ (σταθερά)	$AVG_{US,t-1}$	AMW	NoS	$S_{US}$	PS	SS	BE
-79,96	0,61**	-0,11**	2.08E-05**	2.64E-05**	-0,03**	0,07**	0,05**

*Ανεξάρτητες Μεταβλητές,  $AVG_{US,t-1}$ : Η ημερήσια μέση τιμή πώλησης NFT της προηγούμενης ημέρας σε δολάρια, AMW: Αριθμός μοναδικών χαρτοφυλακίων για αποθήκευση κρυπτονομισμάτων και NFT, NoS: Ημερήσιος αριθμός πωλήσεων NFT,  $S_{US}$ : Συνολική αξία ημερήσιων πωλήσεων NFT σε δολάρια. PS: Ημερήσιος αριθμός πρωτόγενών πωλήσεων NFT, SS: Ημερήσιος αριθμός δευτερογενών πωλήσεων NFT, BE : Η ισοτιμία του συνδυασμού BTC-ETH σε δολάρια. (\*) και (\*\*)  
Υποδεικνύεται ότι οι συντελεστές είναι στατιστικά σημαντικοί ή ότι η σχετική μηδενική υπόθεση απορρίπτεται στο επίπεδο 5% και 1%, αντίστοιχα.*

Τα αποτελέσματα του οικονομετρικού μοντέλου παλινδρόμησης (1) δείχνουν πως οι μεταβλητές που επιλέξαμε ερμηνεύουν τις μεταβολές της εξαρτημένης μεταβλητής  $AVG_{US}$  σε ποσοστό  $R^2$  77,3% και προσαρμοσμένου  $R^2$  77,1%. Τα ποσοστά ερμηνείας είναι αρκετά ικανοποιητικά για την μελέτη των φαινομένων των υποθέσεων Y1 και Y2 αυτής της έρευνας.

Όλες οι μεταβλητές μας είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο μικρότερο του 1%. Επομένως απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση για το μοντέλο (1). Συμπερασματικά όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές επηρεάζουν σημαντικά και σε μεγάλο ποσοστό ερμηνείας τις μεταβολές της εξαρτημένης μεταβλητής  $AVG_{US}$ . Η σταθερά  $a_0$  δεν είναι στατιστικά σημαντική και δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση πως είναι μηδενική. Κατά συνέπεια δεν μπορεί να προβλεφθεί με σχετική ακρίβεια η μέση τιμή πώλησης NFT όταν όλες οι μεταβλητές είναι μηδέν. Η παράμετρος Durbin – Watson με τιμή 2,21 είναι κοντά στην ιδανική ένδειξη (2,2), άρα το μοντέλο (1) δεν εμφανίζει αυτοσυσχέτιση.

Πιο συγκεκριμένα για την υπόθεση Y1, βλέπουμε πως η μεταβλητή BE έχει θετικό συντελεστή. Η υπόθεση Y1 επιβεβαιώνεται καθώς η ισοτιμία των κρυπτονομισμάτων συσχετίζεται με την μέση τιμή πώλησης NFT. Η σχέση αυτή είναι θετική που σημαίνει για κάθε μία μονάδα αύξηση του δείκτη κρυπτονομισμάτων, η μέση τιμή πώλησης NFT αυξάνεται 0,05. Οι επενδυτές κρυπτονομισμάτων βλέπουν τα NFT ως εναλλακτικές Blockchain επενδύσεις όταν η τιμή των

κρυπτονομισμάτων είναι πολύ υψηλή. Παρομοίως η τιμή των NFT πέφτει όταν είναι χαμηλά η τιμή των κρυπτονομισμάτων.

Σε ό,τι αφορά την υπόθεση Y2 και την δημιουργία ενός μοντέλου ικανού για την πρόβλεψη της μέσης τιμής NFT, τα αποτελέσματα του μοντέλου (1) είναι ενθαρρυντικά. Όλες οι ανεξάρτητες μεταβλητές επηρεάζουν την μέση τιμή πώλησης NFT. Περισσότερο από την τιμή των κρυπτονομισμάτων, θετική συσχέτιση με την  $AVG_{US}$  έχουν επίσης το σύνολο των πωλήσεων και ο αριθμός δευτερογενών πωλήσεων. Η σχέση αυτή εξηγείται από το γεγονός πως οι ακριβότερες αγορές NFT τείνουν να είναι δευτερογενείς αγορές και όχι πρωτογενείς. Επιπροσθέτως όσο μεγαλύτερες είναι οι εισπράξεις τόσο μεγαλύτερη είναι συνήθως και η μέση τιμή πώλησης. Την ισχυρότερη θετική επιρροή στην μέση τιμή πώλησης έχει η μέση τιμή της προηγούμενης μέρας. Για κάθε 1 μονάδα επιπλέον στην μέση τιμή σήμερα αύριο η τιμή θα είναι μεγαλύτερη τιμή κατά 0,61.

Αρνητική συσχέτιση όπως διαφάνηκε και στα ιστογράμματα των αντίστοιχων σχέσεων έχουν οι μεταβλητές του αριθμού των ενεργών χαρτοφυλακίων και των πρωτογενών πωλήσεων. Το αρνητικό πρόσημο που εμφανίζει ο συντελεστής του αριθμού των ενεργών χαρτοφυλακίων, είναι αποτέλεσμα της αποστροφής των επενδυτών στις υψηλές τιμές των NFT. Κατά μία έννοια εδώ ακολουθείται ο κανόνας της προσφοράς και της ζήτησης. Υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση για χαμηλές τιμές. Τέλος οι πρωτογενείς πωλήσεις τείνουν να γίνονται σε χαμηλότερες τιμές, από τις πρωτογενείς. Παρατηρείται πως η ιδιαιτερότητα της μεθόδου πωλήσεων NFT μέσω πλειστηριασμών επηρεάζει τον αριθμό πωλήσεων και τις τιμές.

### 5.5 Μηχανική Μάθηση

Τα αποτελέσματα του μοντέλου (1) καθιστούν τις μεταβλητές μας κατάλληλες για την ενσωμάτωση τους στο μοντέλο (2) Γραμμικής Παλινδρόμησης Μηχανικής Μάθησης με σκοπό την πρόβλεψη της μέσης τιμής πώλησης NFT. Η εκτέλεση των υπολογισμών του μοντέλου (2) έγινε σε Python με την χρήση της εφαρμογής Anaconda Jupyter Notebook και των βιβλιοθηκών:

Numpy: βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται για εργασία με πίνακες.

Pandas: βιβλιοθήκη που χρησιμοποιείται για την εργασία με σύνολα δεδομένων. Διαθέτει λειτουργίες για την ανάλυση, τον καθαρισμό, την εξερεύνηση και τον χειρισμό δεδομένων.

Sklearn: βιβλιοθήκη για Μηχανική Μάθηση. Παρέχει μια επιλογή αποτελεσματικών εργαλείων για μηχανική μάθηση και στατιστική μοντελοποίηση.

Το μοντέλο (2) παρουσιάζει Rsquared 0,78 που σημαίνει πως ερμηνεύει σε ικανοποιητικό βαθμό τις μεταβολές στην εξαρτημένη μεταβλητή. Η Ρίζα Μέσου Τετραγωνικού Σφάλματος RMSE (Root Mean Square Error) είναι 1260.4 δολάρια. Δηλαδή το μοντέλο (2) μπορεί να προβλέψει την μέση τιμή πώλησης NFT, με βάση την τιμή της προηγούμενης μέρας, το Segment στο οποίο ανήκει το NFT, το σύνολο των πωλήσεων, την ισοτιμία κρυπτονομισμάτων σε δολάρια και τον αριθμό ενεργών χαρτοφυλακίων, πρωτογενών και δευτερογενών πωλήσεων. Το μοντέλο αποκλίνει κατά 1260,4 δολάρια στην προβλεπόμενη τιμή. Ο μέσος της προβλεπόμενης τιμής είναι 2132.4, η τυπική απόκλιση 2777,7, το ελάχιστο 15,4 και το μέγιστο 24976,8 δολάρια. Το RMSE του μοντέλου (2) είναι το 59% του μέσου, 0,45% της τυπικής απόκλισης και το 5% του μέγιστου. Παρατηρούμε πως το μοντέλο μας έχει αδυναμία πρόβλεψης της αγοράς όταν αυτή έχει χαμηλές τιμές πωλήσεων NFT. Αντίστοιχα το μοντέλο αποδίδει εξαιρετικά όταν οι τιμές NFT είναι υψηλές. Επομένως επιβεβαιώνουμε και την υπόθεση (2) αυτής της έρευνας πως μπορεί να δημιουργηθεί μοντέλο πρόβλεψης της τιμής πωλήσεων NFT. Λόγω του περιορισμού των δεδομένων NFT όπως αυτή προαναφέρθηκε, το μοντέλο (2) με τη με την σχετική αυτή ακρίβεια, που προκύπτει, εκπαιδεύτηκε σε συγκεντρωτικά δεδομένα ημερησίων συναλλαγών κατά Segment. Εφόσον είναι δυνατό να γίνει αυτή η πρόβλεψη για την μέση τιμή πώλησης NFT, τότε είναι δυνατόν να δημιουργηθούν αντίστοιχα μοντέλα πρόβλεψης τιμής μεμονωμένων NFT με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, αν βρεθούν αναλυτικά δεδομένα ημερησίων αγοραπωλησιών σε επίπεδο NFT.

## 6. Ερευνητικά Συμπεράσματα

Οι χρηματοοικονομικές εφαρμογές Blockchain έχουν γίνει ιδιαίτερα δημοφιλής στους επενδυτές. Τα κρυπτονομίσματα από το 2017 έως και σήμερα είχαν μία έντονα μεταβαλλόμενη πορεία με την αγορά τους να κορυφώνεται το 2021. Παρόμοια πορεία ακολουθούν και τα NFT με χρονική υστέρηση ενός έτους. Οι αγορές κρυπτονομισμάτων και NFT από τις αρχές του 2022 βρίσκονται σε πτώση. Ωστόσο, τα NFT είναι ακόμα σχετικά νέα και τα δεδομένα εξακολουθούν να αναπτύσσονται. Επιπλέον, η αγορά NFT είναι άκρως κερδοσκοπική και οι τιμές τους καθορίζονται από διάφορους παράγοντες, όπως το γενικό συναίσθημα στην αγορά κρυπτογράφησης, τη φήμη του καλλιτέχνη και τη μοναδικότητα του έργου τέχνης. Όσον αφορά τη σχέση μεταξύ Bitcoin και

Ethereum στα NFT, μπορεί να υποστηριχθεί ότι με την αύξηση του ενδιαφέροντος για την αγορά NFT, οι επενδυτές τείνουν να επενδύουν όχι μόνο σε NFT αλλά και στο υποκείμενο Blockchain.

Επιβεβαιώνουμε την υπόθεση Y1 ότι η τιμή των NFT επηρεάζεται από την αξία των κρυπτονομισμάτων. Τα αποτελέσματα του μοντέλου Γραμμικής Παλινδρόμησης δεδομένων Panel Fixed Effects (1) με εξαρτημένη μεταβλητή την μέση ημερήσια τιμή NFT, δείχνουν πως η ισοτιμία των κρυπτονομισμάτων έχει έναν στατιστικά σημαντικό θετικό συντελεστή. Η αξία των κρυπτονομισμάτων συσχετίζεται θετικά με την τιμή των NFT καθώς οι επενδυτές αντιμετωπίζουν τα NFT σαν εναλλακτικές επενδύσεις στα κρυπτονομίσματα. Όταν οι τιμές των κρυπτονομισμάτων είναι ψηλά οι επενδυτές στρέφονται στην αγορά NFT εντονότερα.

Όλες οι μεταβλητές του μοντέλου (1) είναι στατιστικά σημαντικές και επομένως κατάλληλες για την δημιουργία ενός προβλεπτικού μοντέλου με τεχνικές μηχανικής μάθησης. Η μέση τιμή πώλησης NFT έχει θετική συσχέτιση με το σύνολο των πωλήσεων.

Όσο μεγαλύτερες είναι οι εισπράξεις τόσο μεγαλύτερη είναι συνήθως και η μέση τιμή πώλησης. Την ισχυρότερη όμως θετική επιρροή στην μέση τιμή πώλησης έχει η μέση τιμή με χρονική υστέρηση μίας μέρας. Για κάθε 1 μονάδα επιπλέον στην μέση τιμή σήμερα αύριο η τιμή θα είναι μεγαλύτερη τιμή κατά 0,61. Αυτή η αυτοσυσχέτιση της μέσης τιμής NFT αποτυπώνει ακριβώς την ψυχολογία και την τάση των επενδυτών στην συγκεκριμένη αγορά.

Ο αριθμός των ενεργών χαρτοφυλακίων παρουσιάζει αρνητική συσχέτιση με την μέση τιμή πώλησης NFT που είναι αποτέλεσμα της αποστροφής των επενδυτών στις υψηλές τιμές των NFT. Κατά μία έννοια εδώ ακολουθείται ο κανόνας της προσφοράς και της ζήτησης. Υπάρχει μεγαλύτερη ζήτηση για χαμηλές τιμές.

Η πλειοψηφία των NFT πωλούνται σε συναλλαγές με μορφή πλειστηριασμού. Λόγω αυτής της ιδιαιτερότητας δεν είναι εύκολο να γίνουν συχνές αγοραπωλησίες σε NFT με αύξουσα τιμή. Ο ιδιοκτήτης πάντα έχει δώσει τον κατάλληλο χρόνο για τον πλειοδότη. Στην περίπτωση που έχουμε διαδοχικές πωλήσεις ενός NFT αυτές είναι μάλλον σε χαμηλότερη τιμή λόγω πτώσης της συνολικής αγοράς. Όπως είναι αντιληπτό ένα καινούριο NFT από ένα δημιουργό βρίσκει πιο εύκολα ανταπόκριση όταν έχει χαμηλή τιμή πώλησης. Ακριβώς αυτή η σχέση αποτυπώνεται αναμεσα στην με τον αριθμό πρωτογενών και δευτερογενών πωλήσεων. Ο αριθμός δευτερογενών πωλήσεων έχει μία περισσότερο πολύπλοκη σχέση με την μέση τιμή πώλησης. Από την μία οι

επενδυτές αγοράζουν περισσότερο σε χαμηλές τιμές, όμως σε υψηλές τιμές προτιμούν περισσότερο NFT που βρίσκονται στην αγορά ήδη και υπάρχει ένα δείγμα της αξία τους από τις προηγούμενες αγοραπωλησίες τους, και όχι κάποιο νέο NFT.

Με βάση της προαναφερθείσες μεταβλητές και την ψευδομεταβλητή για την κατηγορία Segment των NFT, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο Γραμμικής παλινδρόμησης Μηχανικής Μάθησης (2) με δεσμευμένη μεταβλητή την μέση ημερήσια τιμή πώλησης NFT. Το μοντέλο έχει ικανοποιητική ερμηνευτικότητα. Η προβλεπτική απόκλιση του μοντέλου είναι μεγάλη όταν η αγορά NFT είναι **πεσμένη**, αλλά το μοντέλο αποδίδει εξαιρετικά για υψηλές τιμές NFT.

Επιβεβαιώνουμε και τη δεύτερη υπόθεση Y2 της έρευνας ότι μπορεί να δημιουργηθεί προβλεπτικό μοντέλο για τις τιμές των NFT με βάση την αγορά κρυπτονομισμάτων. Το μοντέλο (2) χρησιμοποιεί για την πρόβλεψη της μέσης τιμής και την ισοτιμία Bitcoin και Ether με το δολάριο. Αποδεικνύεται έτσι πως με τα κατάλληλα δεδομένα μπορεί ένα παρεμφερές μοντέλο να προβλέψει και την μεμονωμένη τιμή NFT. Φυσικά η εύρεση ικανού όγκου αξιόπιστων δεδομένων ημερήσιων συναλλαγών την χρονική στιγμή που λαμβάνει χώρα η παρούσα έρευνα είναι σχεδόν αδύνατη για απλούς ερευνητές λόγω του ότι οι συναλλαγές κρυπτονομισμάτων και NFT δεν εποπτεύονται από κάποια κεντρική αρχή. Τέτοιου είδους δεδομένα μπορούν να βρεθούν μόνο σε συνδυασμό προσβάσεων στα Blockchain, είτε από συνδυασμό δεδομένων από τις αγορές NFT, πάντα με τη κτήση των κατάλληλων προσβάσεων.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι αγορές κρυπτονομισμάτων και NFT είναι άκρως κερδοσκοπικές και οι τιμές μπορεί να είναι εξαιρετικά ασταθείς. Όπως με κάθε κερδοσκοπική επένδυση, είναι σημαντικό να είναι γνωστοί οι κίνδυνοι και να λαμβάνονται τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με κάθε επένδυση. Επιπλέον, ορισμένες χώρες έχουν κανονισμούς που καθιστούν δύσκολη την επένδυση, ή επιβάλουν φορολογία για την κτήση κρυπτονομισμάτων και NFT, είναι σημαντικό να γίνεται έλεγχος για τους εγχώριους νόμους πριν από οποιαδήποτε επένδυση.

## 7. Παράρτημα

Κώδικας προγραμματισμού Μηχανικής Μάθησης για OLS Regression σε Python με επεξηγηματικά σχόλια:

**[Input 1]:**

```

>#Εισαγωγή βιβλιοθηκών

>import numpy as np

>import pandas as pd

>from sklearn.model_selection import train_test_split

>from sklearn.linear_model import LinearRegression

>from sklearn.metrics import r2_score

>import warnings

warnings.filterwarnings("ignore")

```

```

>#Εισαγωγή Δεδομένων από αρχείο Excel

```

```

>df = pd.read_excel("C:\\\\DATA.xlsx")

```

```

>#Περιγραφική Στατιστική Δεδομένων

```

```

>df.describe()

```

**[Output 1]:** Εδώ υπολογίστηκε ο πίνακας περιγραφής των δεδομένων που παρουσιάζεται στο κεφάλαιο Περιγραφική Στατιστική.

**[Input 2]:**

```

>#Προεπισκόπηση δεδομένων

```

```

>df

```

**[Output 2]:**

	SGM	AMW	NOS	SUS	PS	SS	AVG_US(t-1)	BTCETH	AVG_USD
0	1	1766	1860.0	6767072.00	1281	579	3530.19	35786.570577	3638.21
1	1	1152	890.0	3344253.81	379	511	3638.21	35694.033266	3757.59
2	1	2261	2463.0	21372059.11	1660	803	3757.59	33669.369550	8677.25



	SGM	AMW	NOS	SUS	PS	SS	AVG_US(t-1)	BTCETH	AVG_USD
3	1	3517	13397.0	14994374.83	9955	3442	8677.25	33310.481718	1119.23
4	1	2537	2477.0	11239397.97	1226	1251	1119.23	34804.900405	4537.50
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1815	5	1795	2722.0	320852.71	2095	627	120.85	11922.274737	117.87
1816	5	1917	2691.0	145701.39	2039	652	117.87	12010.525868	54.14
1817	5	1877	2682.0	202588.06	2074	608	54.14	11871.723964	75.54
1818	5	2242	3315.0	315512.60	2335	980	75.54	12034.388016	95.18
1819	5	1909	2624.0	174170.30	1789	828	95.18	11892.592656	66.50

1820 rows × 9 columns

### [Input 3]:

>#Καθορισμός εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών για το μοντέλο

>Create x=df.iloc[:,8]

>y=df.iloc[:,8]

>y

### [Output 2]:

0 3638.21

1 3757.59

2 8677.25

3 1119.23

```
4    4537.50
...
1815   117.87
1816   54.14
1817   75.54
1818   95.18
1819   66.50
```

Name: AVG\_USD, Length: 1820, dtype: float64

### [Input 3]:

```
># Εισαγωγή του εργαλείου διαχωρισμού των δεδομένων εκπαίδευσης και ελέγχου απο τη βιβλιοθήκη sklearn
```

```
>from sklearn.model_selection import train_test_split
```

```
>#Διαχωρισμός των δεδομένων
```

```
>x_train, x_test, y_train, y_test = train_test_split(x, y, test_size = 0.2, random_state = 42)
```

```
>#Προεπισκόπηση των υποσυνόλων
```

```
>print("X_train:",x_train.shape)
```

```
>print("X_test:",x_test.shape)
```

```
>print("Y_train:",y_train.shape)
```

```
>print("Y_test:",y_test.shape)
```

### [Output 3]:

```
X_train: (1456, 8)
```

```
X_test: (364, 8)
```

```
Y_train: (1456,)
```

Y\_test: (364,)

**[Input 4]:**

```
>#Εισαγωγή του εργαλείου παλινδρόμησης
>from sklearn.linear_model import LinearRegression
>LR = LinearRegression()
>#Διαμόρφωση του μοντέλου
>LR.fit(x_train,y_train)
```

**[Output 4]:**

LinearRegression()

**[Input 5]:**

```
>#Δημιουργία προβλέψεων
>y_prediction = LR.predict(x_test)
>#Εισαγωγή εργαλείου υπολογισμού Rsquared
>from sklearn.metrics import r2_score
>from sklearn.metrics import mean_squared_error
>#Υπολογισμός accuracy score
>score=r2_score(y_test,y_prediction)
>print('r2 score is ',score)
>print('mean_sqrd_error is== ',mean_squared_error(y_test,y_prediction))
>print('root_mean_squared error of is==',np.sqrt(mean_squared_error(y_test,y_prediction)))
```

**[Output 5]:**

r2 score is 0.775624434388764

mean\_sqrd\_error is== 1588663.4469734197

root\_mean\_squared error of is== 1260.421932121708

**[Input 6]:**

>#Περιγραφική στατιστική της εξαρτημένης μεταβλητής

>y.describe()

**[Output 6]:**

```
count    1820.000000
mean     2132.397170
std      2777.695399
min      15.410000
25%     211.457500
50%     1233.835000
75%     2917.460000
max      24976.780000
```

Name: AVG\_USD, dtype: float64

---

## 8. Λεξιλόγιο

Χωρίς καμία αμφιβολία ο κόσμος του Blockchain φαίνεται αρκετά περίπλοκος και είναι δύσκολη η αντίληψη όλων των πτυχών του. Αυτό ισχύει ακόμη περισσότερο για τα Nonfungible Tokens όπου χρησιμοποιούνται τεχνικοί όροι, συχνά με πολύ συγκεκριμένο λεξιλόγιο. Για να βοηθήσουμε να γίνουν αυτές οι έννοιες αντιληπτές σε όσο δυνατόν μεγαλύτερο ποσοστό ανθρώπων,

παραθέτουμε ένα περισσότερο απλοποιημένο λεξιλόγιο, με έννοιες που χρησιμοποιούνται σε όλη την έρευνα.

**Asset:** Ένα περιουσιακό στοιχείο (NFT) που αντιπροσωπεύει είτε μόνο μια ψηφιακή ιδιοκτησία είτε το ψηφιακό αντίγραφο μιας φυσικής ιδιοκτησίας.

**Bitcoin:** Το πρώτο κρυπτονόμισμα στην ιστορία, που συχνά ονομάζεται ψηφιακός χρυσός. Αυτός ο όρος αναφέρεται τόσο στο κρυπτονόμισμα (γνωστό και ως BTC) όσο και στο δίκτυο Blockchain. Προερχόμενο μετά την οικονομική κρίση του 2007, το Bitcoin είναι το πρώτο κρυπτονόμισμα που έχει λύσει το πρόβλημα της διπλής δαπάνης και ενός αποκεντρωμένου δικτύου P2P.

**Crypto Artist:** Δημιουργοί, εικαστικοί μουσικοί και κινηματογραφιστές που δημιουργούν αξία πουλώντας τα NFT έργα τους για κρυπτονομίσματα.

**Cryptocurrency:** Κρυπτονόμισμα. Λειτουργώντας σε ένα δίκτυο peer-to-peer χωρίς αξιόπιστο τρίτο μέρος, οι συναλλαγές κρυπτονομισμάτων επαληθεύονται και διατηρούνται από ένα αποκεντρωμένο σύστημα κόμβων υπολογιστή που χρησιμοποιεί κρυπτογραφία.

**DeFi:** Η Αποκεντρωμένη Χρηματοοικονομική (Decentralised Finance) αντιπροσωπεύει πολλά από τα συνήθη χρηματοοικονομικά προϊόντα που έχουμε συνηθίσει να συμπεριλαμβάνουμε δάνεια και ομόλογα, αλλά χρησιμοποιώντας την ανταλλαγή κρυπτογραφικών μαρκών.

**Ethereum:** Αποκεντρωμένη, προγραμματιζόμενη πλατφόρμα λογισμικού, που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν DApps χωρίς να δημιουργούν το δικό τους Blockchain. Το μητρικό του νόμισμα είναι το Ether ή ETH.

**Ether ή ETH:** Το μητρικό νόμισμα του δικτύου Ethereum. Το Ethereum απαιτεί τέλη (Fees), για να πραγματοποιήσει οποιαδήποτε συναλλαγή.

**Fees:** Τέλη Οι miners Ethereum πρέπει να είναι καταβάλλουν τέλη για κάθε Blockchain συναλλαγή ή ενέργεια.

**Fungible Token;** Εναλλάξιμο Νόμισμα - Κρυπτοπαραστατικό. Η δυνατότητα αντικατάστασης είναι η δυνατότητα ανταλλαγής με άλλο περιουσιακό στοιχείο της ίδιας αξίας. Για παράδειγμα, ανταλλάσσοντας 1 BTC με ένα άλλο, και τα δύο έχουν την ίδια αξία εκείνη τη στιγμή.

**Gas/Gwei:** Το Gwei είναι μια μονάδα ή ονομασία του Ether ή GigaWei. Gas ή Gwei είναι η αμοιβή που πληρώνεται και οι τιμές κυμαίνονται ανάλογα με την συμφόρηση του δικτύου.

1 ETH = 1.000.000.000.000.000.000 WEI, η μικρότερη μονάδα του δικτύου Ethereum.

1 GWEI = 0,000000001 ETH. Τα τέλη δικτύου Ethereum καταβάλλονται στο Gwei, γνωστό και ως Gas.

**Miner:** Εξορύκτης. Το κάθε Κρυπτονομίσμα χρησιμοποιεί επί του παρόντος μια απόδειξη του συστήματος συναίνεσης εργασίας. Οι εξορύκτες είναι υπολογιστές που λειτουργούν λογισμικό που τους συνδέει με το δίκτυο του Κρυπτονομίσματος, χρησιμοποιώντας την υπολογιστική ισχύ τους για την επεξεργασία συναλλαγών και επαλήθευσης των μπλοκ που προστίθενται στο Blockchain του Κρυπτονομίσματος.

**Mining:** Εξόρυξη. Εκτελείται από ισχυρούς υπολογιστές που συνδέονται με το δίκτυο του Κρυπτονομίσματος και επιλύουν σύνθετα μαθηματικά προβλήματα. Αυτό το PoW ή το Proof του συστήματος εργασίας - εξόρυξης δίνει ανταμοιβές στους εξορύκτες για το έργο που εκτελείται.

**Minting:** Κοπή Νομισμάτων NFT. Η κοπή είναι η διαδικασία δημιουργίας NFT. Μπορεί κανείς να «κόψει» τα δικά του νομίσματα δημιουργώντας ένα αποκλειστικό έξυπνο συμβόλαιο (smart contract) ή χρησιμοποιήστε ένα από τα πολλά αφιερωμένα πλατφόρμες για τη δημιουργία NFTs.

**Non-Fungible Token (NFT):** Μη ισότιμο νόμισμα. Ένα μοναδικό ψηφιακό νόμισμα. Μη ισότιμο σημαίνει ότι κάθε περιουσιακό στοιχείο είναι μοναδικό, δεν μπορεί να αντικατασταθεί από άλλο και δεν υπάρχει συγκεκριμένη ισοτιμία ανταλλαγής.

**Segments:** Τμήματα, κατηγορίες στις οποίες ανήκουν τα NFT

- ❖ **Art:** Κατηγορία NFT Τέχνης. NFT που δημιουργήθηκαν σε καλλιτεχνικές αγορές, από ιδιωτικές συλλογές καλλιτεχνών, ή από αλγόριθμο τέχνης.
- ❖ **Collectables:** Συλλεκτικά NFT. Έργα, στόχος των οποίων είναι να συλλεχθούν. Μπορεί να είναι avatars (PFP), ή οποιοδήποτε είδος ψηφιακού αντικειμένου. Αυτά τα συλλεκτικά περιουσιακά στοιχεία μπορούν έχουν πολλές χρήσεις από τη διαμόρφωση μέρους μιας κοινότητας αλλά και χρήση για βιντεοπαιχνίδια.

- ❖ **Video games:** Κατηγορία NFT Βιντεοπαιχνίδια. NFT τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια ενός βιντεοπαιχνιδιού. Μπορεί να είναι όπλα ή εξοπλισμός σε ένα βιντεοπαιχνίδι ή χαρακτήρες. Τα NFT αυτά είναι συγκεκριμένα για τον εκάστοτε τίτλο παιχνιδιού.
- ❖ **Metaverses:** Κατηγορία NFT Διασυνδεδεμένοι εικονικοί κόσμοι. Τα NFT αυτής της κατηγορίας κατά κύριο λόγο, αποτελούν τίτλους ιδιοκτησίας για εικονική ακίνητη περιουσία σε ψηφιακούς κόσμους. σε αυτό το τμήμα, μπορούν παίρνουν επίσης τη μορφή wearables (είδη ρουχισμού και αξεσουάρ) για να εξατομικεύστε το avatar σας. Να μην μπερδευτεί με τα Metaverses, που είναι οι εικονικοί κόσμοι. Εδώ αναφερόμαστε στην κατηγορία NFT με ιδιοκτησίες που αφορούν αυτούς τους εικονικούς κόσμους.
- ❖ **Utilities:** Κατηγορία NFT Χρησιμότητας. Τα χρηστικά NFT καλύπτουν μεγάλο εύρος χρήσεων από ονόματα τομέα έως εισιτήρια συναυλίας. Μπορούν επίσης να είναι σήματα διάκρισης ή κωδικοί που ενεργοποιούν πρόσβαση σε αποκλειστικό περιεχόμενο.
- ❖ **Miscellaneous:** Κατηγορία NFT Διάφορα. Αυτή η τελευταία κατηγορία περιλαμβάνει όλα τα έξυπνα συμβόλαια που δεν έχουν επαληθευτεί ή αυτά των οποίων οι δημιουργοί δεν είναι γνωστοί.

**Smart Contract:** Έξυπνο συμβόλαιο. Ένα πρόγραμμα που εκτελεί τις ενέργειες σε ένα Blockchain αυτομάτως. Ένα έξυπνο συμβόλαιο εκκινείται όταν υπάρχει ένα NFT που δημιουργείται ή διακινείται αλλά και όταν τα tokens διαπραγματεύονται χρησιμοποιώντας DeFi.

**Transaction:** Συναλλαγή. Δράση σε ένα Blockchain που στέλνει κρυπτονομίσματα ή αλληλεπιδρά με ένα έξυπνο συμβόλαιο για την αποθήκευση ή εκκίνηση διαφορετικών προγραμμάτων.

**Wallet:** Πορτοφόλι. Χαρτοφυλάκιο για αποθήκευση κρυπτονομισμάτων και NFT.

**Whale:** Φάλαινα. Ένα χαρτοφυλάκιο που είναι γενικά πλούσιο σε κρυπτονομίσματα ή πολύτιμα NFT.

## 9. Βιβλιογραφικές Αναφορές

Aki, Jimmy. 2022. 'What is Crypto?'. [https://www.investing.com/academy/crypto/what-is-crypto/?utm\\_source=google&utm\\_medium=cpc&utm\\_campaign=18997699432&utm\\_content=636541042552&utm\\_term=dsa-1638656206948\\_&GL\\_Ad\\_ID=636541042552&GL\\_Campaign\\_ID=18997699432&gclid=EAIaIQobChMI59nh9J7S-wIVFPt3Ch1BWQlpEAAAYAAEgKdrvD\\_BwE](https://www.investing.com/academy/crypto/what-is-crypto/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=18997699432&utm_content=636541042552&utm_term=dsa-1638656206948_&GL_Ad_ID=636541042552&GL_Campaign_ID=18997699432&gclid=EAIaIQobChMI59nh9J7S-wIVFPt3Ch1BWQlpEAAAYAAEgKdrvD_BwE).

- Best, Raynor de. 2023. 'Ethereum ETH/USD price history'. <https://www.statista.com/statistics/806453/price-of-ethereum/>.
- Collins. 2023. *Collins English Dictionary* (HarperCollins).
- "Cryptocurrencies." In. 2022. Yahoo Finance.
- "Cryptocurrency - Statistics & Facts." In. 2023. Statista.
- Cryptonews.com. 2022. 'The Difference Between Bitcoin and Traditional Currencies'. <https://cryptonews.com/guides/difference-of-bitcoin-from-traditional-currencies.htm>.
- Daley, Sam. 2022. 'Blockchain. What Is Blockchain Technology? How Does It Work?'. <https://builtin.com/blockchain>.
- Dastan Hussen Maulud, Adnan Mohsin Abdulazeez. 2020. 'A Review on Linear Regression Comprehensive in Machine Learning', *Journal of Applied Science and Technology Trends*.
- De-Rong Kong, Tse-Chun Lin. 2022. 'Alternative Investments in the Fintech Era: The Risk and Return of Non-fungible Token (NFT)'.
- Dowling, Michael. 2022a. 'Fertile LAND: Pricing non-fungible tokens', *Finance Research Letters*.
- . 2022b. 'Is non-fungible token pricing driven by cryptocurrencies?', *Finance Research Letters*.
- Dragos, Musan. 2020. 'Leveraging Non-Fungible Tokens', *Imperial London College*.
- Hayes, Adam. 2021. 'Peer-to-Peer (P2P) Service: Definition, Facts, and Examples'. <https://www.investopedia.com/terms/p/peertopeer-p2p-service.asp#:~:text=What%20Is%20a%20Peer%20to,other%20via%20the%20P2P%20service>.
- "NFT Market Tracker Data." In. 2022. edited by NonFungible.com.
- Nonfungible.com. 2022. 'What Is Blockchain?'. <https://nonfungible.com/academy/blockchain/what-is-blockchain>.
- Poongodi M., Ashutosh Sharma, Vijayakumar V., Vaibhav Bhardwaj, Abhinav Parkash Sharma, Razi Iqbal, Rajiv Kumar. 2019. 'Prediction of the price of Ethereum blockchain cryptocurrency in an industrial finance system', *Computers and Electrical Engineering*, 81.
- Sina Osivand, Hanieh Abolhasani. 2021. 'Effect of bitcoin and Etherium on non-fungible token (NFT) ', *IOSR Journal of Business and Management*, 23.
- Varma, Jayanth Rama. 2019. 'Blockchain in Finance', *The Journal for Decision Makers*.
- Wikipedia. 2022. 'Blockchain'. <https://en.wikipedia.org/wiki/Blockchain>.
- Yan Chen, Cristiano Bellavitis. 2020. 'Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models', *Journal of Business Venturing Insights*.
- Indiainfoline.com. 2022. 'Difference between Federal Currency and Cryptocurrency'. <https://www.indiainfoline.com/knowledge-center/currency/difference-between-federal-currency-and-cryptocurrency>.