



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

## **Διπλωματική Εργασία**

**Έξυπνα Συμβόλαια και NFTs: Μελέτη εφαρμογής, τεχνολογικό πλαίσιο και διαδικασία δημιουργίας**



**Φοιτητής: Αντωνίου Ιωάννης**

**ΑΜ: ee06655**

**Επιβλέπων Καθηγητής**

**Κόγιας Δημήτριος**

**Ακαδημαϊκός Υπότροφος / Εντεταλμένος Διδάσκων**

**ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, (ΜΑΡΤΙΟΣ) (2024)**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA**  
**FACULTY OF ENGINEERING**  
**DEPARTMENT OF ELECTRICAL & ELECTRONICS ENGINEERING**

**Diploma Thesis**

**Smart Contracts and NFTs: Application study, technological framework, and creation process**



**Student: Antoniou Ioannis**  
**Registration Number: ee06655**

**Supervisor**  
**Kogias Dimitrios**  
**Adjunct Academic Staff**

**ATHENS - EGALEO, (MARCH), (2024)**

Η Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή επιτροπή:

Κόγιας Δημήτριος	Πατρικάκης Χαράλαμπος	Παπαδόπουλος Περικλής

## ΔΗΛΩΣΕΙΣ ΠΕΡΙ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΑ ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ

---

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και Αντωνίου Ιωάννης,  
Μήνας, 2024**

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Αντωνίου Ιωάννης του Σωτηρίου, με αριθμό μητρώου ee06655 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ του Τμήματος ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ,

**δηλώνω υπεύθυνα ότι:**

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

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου.

Δεν επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου έπειτα από αίτησή μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντος καθηγητή.»

Ο Δηλών  
Αντωνίου Ιωάννης



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

---

Η διατριβή αυτή αναλύει τον κόσμο των Μη Ανταλλάξιμων Μαρκών (NFTs), επικεντρώνοντας στην προέλευσή τους, την ανάπτυξή τους και τις διάφορες εφαρμογές τους. Αναλύει την τεχνολογία πίσω από τα NFTs, κυρίως το blockchain, που εξασφαλίζει τη μοναδικότητα και την αυθεντικότητα αυτών των ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων. Η μελέτη εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο τα NFTs έχουν διαταράξει τις παραδοσιακές αγορές τέχνης και το gaming, και έχουν δώσει δύναμη στους καλλιτέχνες και παίκτες, επιτρέποντας απευθείας συναλλαγές και δημιουργική ελευθερία.

Επιπλέον, αυτή η διατριβή περιλαμβάνει μελέτες περιπτώσεων γνωστών εφαρμογών NFT, όπως τα CryptoKitties και το NBA Top Shot, τα οποία αποτελούν παραδείγματα της πρακτικής εφαρμογής και της επιτυχίας των NFTs στον πραγματικό κόσμο. Αυτά τα έργα αποτελούν παραδείγματα του τρόπου με τον οποίο τα NFTs έχουν ενσωματωθεί σε διάφορες βιομηχανίες (τέχνη, gaming, μουσική κ.α.) και έχουν κερδίσει σημαντική προσοχή και υιοθέτηση.

Επιπλέον, γίνεται δημιουργία μιας συλλογής NFTs η οποία παρέχει πρακτικές εμπειρίες στον κόσμο των NFTs, αναδεικνύοντας την ευελιξία τους στην πράξη. Η συλλογή αποκαλύπτει τις δημιουργικές δυνατότητες και τις προκλήσεις που συνδέονται με την εξόρυξη (mint), ή δημιουργία των NFTs. Επίσης, η συλλογή αυτή αποτελεί ένα παράδειγμα του δυναμικού κόσμου των NFTs και συμβάλλει σε αυτόν τον εξελισσόμενο ψηφιακό χώρο.

Η έρευνα εξετάζει επίσης τις περιβαλλοντικές ανησυχίες που σχετίζονται με τα NFTs και τις πιθανές νομικές προκλήσεις, επισημαίνοντας την αυξανόμενη χρήση των NFTs σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των παιχνιδιών, της εκπαίδευσης, της υγείας, της κοινωνικής δικαιοσύνης και της ανθρωπιστικής βοήθειας. Επιπλέον, παρουσιάζει αναδυόμενες τάσεις και τεχνολογίες που μπορεί να διαμορφώσουν το οικοσύστημα των NFTs.

Συνοψίζοντας, αυτή η διατριβή παρέχει μια συνολική επισκόπηση των NFTs, των τρεχουσών χρήσεών τους και των πιθανών μελλοντικών εφαρμογών τους σε διάφορους τομείς, ενώ συγχρόνως αναφέρεται και στις περιβαλλοντικές και νομικές προβληματικές πτυχές τους.

## ΛΕΞΕΙΣ - ΚΛΕΙΔΙΑ

---

Λέξεις κλειδιά: NFTs (Non-Fungible Tokens), Τεχνολογία Αλυσίδας Μπλοκ, Ψηφιακή Τέχνη, CryptoKitties, NBA TopShot, Διαταραχή της Αγοράς Τέχνης, Περιβαλλοντικές Ανησυχίες, Νομικές Προκλήσεις, Βιομηχανία των Παιχνιδιών, Εκπαίδευση, Υγεία, Κοινωνική Δικαιοσύνη, Ανθρωπιστική Βοήθεια, Αναδυόμενες Τάσεις, Μελλοντικές Εφαρμογές

## ABSTRACT

---

This dissertation explores the world of Non-Fungible Tokens (NFTs), focusing on their origins, development, and various applications. It analyzes the technology behind NFTs, primarily blockchain ensuring the uniqueness and authenticity of these digital assets. The study examines how NFTs have disrupted traditional art markets as well as the gaming industry, and empowered artists and gamers, enabling direct transactions and creative freedom.

This dissertation also includes case studies of notable NFT projects, such as CryptoKitties and NBA TopShot, which exemplify the practical application and success of NFTs in the real world. These projects serve as examples of how NFTs have been integrated into different industries and have garnered significant attention and adoption.

In conjunction with the research, this dissertation ventures into the development of a NFT collection that provides practical experiences in the world of NFTs, highlighting their flexibility in practice. The collection reveals the creative possibilities and challenges associated with NFT minting or creation. Furthermore, this collection serves as an example of the dynamic NFT landscape and contributes to this evolving digital space.

The research also explores the environmental concerns associated with NFTs and potential legal challenges highlighting the growing use of NFTs in various fields, including gaming, education, healthcare, social justice, and humanitarian aid. Additionally, the dissertation presents emerging trends and technologies that may shape the NFT ecosystem.

In conclusion, this dissertation provides a comprehensive overview of NFTs, their current uses, and potential future applications across diverse sectors, while addressing environmental and legal considerations.

## KEYWORDS

---

Keywords: NFTs (Non-Fungible Tokens), Blockchain Technology, Digital Art, CryptoKitties, NBA TopShot, Art Market Disruption, Environmental Concerns, Legal Challenges, Gaming Industry, Education, Healthcare, Social Justice, Humanitarian Aid, Emerging Trends, Future Applications

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

---

### Contents

Δηλώσεις περί λογοκλοπής και πνευματικά δικαιώματα .....	4
Περίληψη.....	5
Λέξεις - κλειδιά.....	5
Abstract .....	6
Keywords.....	6
Κατάλογος Εικόνων .....	10
1 Εισαγωγή.....	12
1.1 Αντικείμενο της διπλωματικής εργασίας.....	12
1.2 Σκοπός και στόχοι.....	14
1.3 Μεθοδολογία.....	15
1.4 Καινοτομία.....	15
1.5 Δομή.....	16
2 Blockchain και NFTs.....	18
2.1 Γνωριμία με τα Blockchain.....	18
2.2 Τι είναι τα έξυπνα συμβόλαια.....	18
2.3 Ιστορία της εξέλιξης των NFTs, προέλευσής και ανάπτυξής τους .....	19
2.4 Ανασκόπηση σχετικών ακαδημαϊκών άρθρων για τα NFTs .....	20
2.4.1 Τέχνη και Καλλιτεχνική Ελευθερία.....	20
2.4.2 Διασκέδαση και Βιντεοπαιχνίδια.....	21
2.4.3 Πνευματικά Δικαιώματα και Περιβαλλοντικές Ανησυχίες .....	21
2.4.4 Οικονομική Ανάλυση.....	22
3 Η Τεχνολογία Πίσω από τα NFTs.....	23
3.1 Blockchain – Ανάλυση της τεχνολογία πίσω από τα NFTs.....	23
3.2 Πως το blockchain εξασφαλίζει την μοναδικότητα και την αυθεντικότητα των NFTs.....	24
3.3 Το προτυπο ERC-721.....	25
3.4 Ο ρόλος των έξυπνων συμβολαίων στη δημιουργία και τις συναλλαγές των NFTs.....	25
4 Τα NFTs στην Τέχνη και την Ψυχαγωγία .....	27
4.1 NFT στην ψηφιακή τέχνη .....	27
4.1.1 Απευθείας Συναλλαγές.....	27
4.1.2 Διαφάνεια και Αυτονομία .....	28
4.1.3 Δημιουργική Ελευθερία .....	28

4.1.4	Παγκόσμιες Εκθέσεις.....	29
4.1.5	Κοινότητα και Αλληλεπίδραση.....	29
4.1.6	Οικονομική Διάσταση.....	30
4.2	Μελέτη περιπτώσεων.....	31
4.2.1	NBA TopShot.....	31
4.2.2	Kings of Leon Άλμπουμ.....	32
4.2.3	Decentraland.....	33
4.2.4	NFTs στην μόδα.....	33
4.2.5	NFTs σε εκδόσεις και κόμικς.....	34
5	Τα NFTs στον Κόσμο του Gaming.....	35
5.1	Ενσωμάτωση των NFTs στα βιντεοπαιχνίδια και τους εικονικούς κόσμους.....	35
5.2	Case studies για χρήση NFTs σε gaming.....	36
5.2.1	CryptoKitties.....	36
5.2.2	Axie Infinity.....	37
5.2.3	Sorare.....	38
5.2.4	Lost Relics.....	38
5.3	Επιπτώσεις των NFTs στο Gaming.....	39
6	Τα NFTs σε Πραγματικά Περιουσιακά Στοιχεία.....	41
6.1	Παραδείγματα NFTs για Ψηφιοποίηση και Αποδειξη Ιδιοκτησίας.....	42
6.1.1	Ψηφιοποίηση Κτηματομεσιτικών με NFTs.....	42
6.1.2	NFTs στην βιομηχανία της μόδας.....	42
6.1.3	Αυτοκινητοβιομηχανία και NFTs.....	43
6.2	Προκλήσεις και νομιμότητα των NFTs.....	44
6.2.1	Περιβαλλοντικές Προκλήσεις των NFTs.....	44
6.2.2	Νομικά Ζητήματα.....	45
6.2.3	Προκλήσεις Ασφάλειας.....	46
6.3	Πρακτικές Ασφάλειας και Εμπιστοσύνης.....	46
7	Εφαρμογή που αναπτύχθηκε.....	47
7.1	Τα εργαλεία για την υλοποίηση.....	47
7.1.1	Sepolia.....	47
7.1.2	Solidity.....	48
7.1.3	MetaMask.....	48
7.1.4	Web3.....	48
7.1.5	Etherscan.....	49



7.1.6	OpenSea.....	49
7.1.7	OpenZeppelin.....	50
7.1.8	Remix.....	50
7.1.9	Filebase.....	50
7.2	Συνοπτική Διαδικασία Δημιουργίας ενός NFT.....	51
7.3	Δημιουργία ενός NFT.....	51
8	Το Μέλλον των NFTs.....	62
8.1	Το μέλλον των NFTs και οι πιθανές εφαρμογές.....	62
8.1.1	Metaverse.....	62
8.1.2	Μέλλον Πραγματικών περιουσιακών στοιχείων.....	63
8.1.3	Μεγαλύτερη ένταξη στο gaming.....	63
8.1.4	Εκπαίδευση.....	64
8.1.5	Υγεία και ιατρική.....	65
8.1.6	Κοινωνική Δικαιοσύνη και Ανθρωπιστική Βοήθεια.....	66
8.1.7	Διαφάνεια σε Δημοκρατικές Διαδικασίες.....	66
8.2	Τεχνολογικές εξελίξεις και τάσεις.....	66
8.2.1	Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα.....	66
8.2.2	Διαλειτουργικότητα των NFTs.....	68
8.2.3	Layer 2 στα NFTs.....	68
8.2.4	IPFS και το αποκεντρωμένο μέλλον των NFTs.....	69
8.2.5	Αυτόνομοι Οργανισμοί με Αποκεντρωμένη Διακυβέρνηση (DAOs).....	70
9	Συμπεράσματα.....	71
10	Βιβλιογραφία.....	72

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

---

Εικόνα 1.1. NFTs marketplace [33].....	13
Εικόνα 2.1. Παραδείγματα CryptoPunks NFT [29].....	20
Εικόνα 2.2. Bitcoin mining farm [11].....	21
Εικόνα 3.1. Πως δουλεύουν τα Blockchain [22] .....	24
Εικόνα 3.2. Πως δουλεύουν τα έξυπνα συμβόλαια [9] .....	26
Εικόνα 4.1. Το NBA Top Shot [61] .....	32
Εικόνα 4.2. Ο εικονικός κόσμος Decentraland [37].....	33
Εικόνα 4.3. Η εφαρμογή VeVe [55] .....	34
Εικόνα 5.1. CryptoKitties [6].....	37
Εικόνα 5.2. Το παιχνίδι Axie Infinity [5] .....	37
Εικόνα 5.3. Το παιχνίδι Sorare [54] .....	38
Εικόνα 5.4. Το παιχνίδι Lost Relics [31].....	39
Εικόνα 6.1. Ταύτιση των NFTs με πραγματικά περιουσιακά στοιχεία [8].....	41
Εικόνα 6.2. Ρολόι που συνοδεύεται με πιστοποιητικό NFT [13].....	43
Εικόνα 6.3. Πιο “πράσινη” εναλλακτική στο Bitcoin [24].....	45
Εικόνα 7.1. Η διεπαφή του Remix για την μεταγλώττιση του προγράμματος .....	55
Εικόνα 7.2. Αποτέλεσμα του Etherscan μετά την δημιουργία του έξυπνου συμβολαίου .....	55
Εικόνα 7.3. Δημιουργία κουβά στο Firebase.....	56
Εικόνα 7.4. Στοιχεία της ανεβασμένης εικόνας Zeus.png .....	57
Εικόνα 7.5. Στοιχεία του ανεβασμένου αρχείου metadata.json .....	59
Εικόνα 7.6. Εκτέλεση της συνάρτησης safeMint .....	59
Εικόνα 7.7. Παρουσίαση της συλλογής στο testnet του OpenSea (1) .....	60
Εικόνα 7.8. Παρουσίαση της συλλογής στο testnet του OpenSea (2) .....	60
Εικόνα 7.9. Παρουσίαση της συλλογής στο testnet του OpenSea (3) .....	61
Εικόνα 8.1 Το Metaverse, ένας ψηφιακός κόσμος [49] .....	63
Εικόνα 8.2. Skin όπλου σε online παιχνίδι για προσωποποίηση του χαρακτήρα [14] .....	64
Εικόνα 8.3. Χρήση τεχνολογίας blockchain στην ιατρική [32].....	65
Εικόνα 8.4. Oculus Quest 2 [28].....	67

Εικόνα 8.5. Microsoft HoloLens Smart Glasses για προβολή ολογράμματος [50] .....	68
Εικόνα 8.6. Δεύτερη στρώση σε εφαρμογές blockchain [7] .....	69
Εικόνα 8.7. Ο αποκεντρωμένος τρόπος αποθήκευσης του IPFS [39].....	70

## 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

---

### 1.1 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι Μη Ανταλλάξιμες Μάρκες, γνωστές ως NFTs (Non-Fungible Tokens), αποτελούν μια τεχνολογική εξέλιξη που έχει εισέλθει στον ψηφιακό κόσμο αντιπροσωπεύοντας μια επανάσταση στον τρόπο που γίνεται αντιληπτή η ιδιοκτησία, η δημιουργία και η αυθεντικότητα στον ψηφιακό χώρο, καθώς βασίζονται σε τεχνολογία blockchain [44] και διαθέτουν μοναδικά χαρακτηριστικά. Κάθε NFT αναπαριστά ένα μοναδικό αντικείμενο, καθιστώντας την ισοδύναμη ανταλλαγή μεταξύ τους αδύνατη. Αυτό σημαίνει ότι τα NFTs είναι απόλυτα μοναδικά και αδύνατο να αντικατασταθούν από άλλα ψηφιακά αγαθά.

Η σημασία των NFTs στον ψηφιακό κόσμο είναι πολύπλευρη και επηρεάζει πολλούς τομείς, αλλάζοντας τον τρόπο που γίνονται αντιληπτά τα ψηφιακά αγαθά, η διασκέδαση, η τέχνη, τα παιχνίδια, ακόμα και η οικονομία. Κάποιες από τις κυριότερες πτυχές της σημασίας των NFTs περιλαμβάνουν:

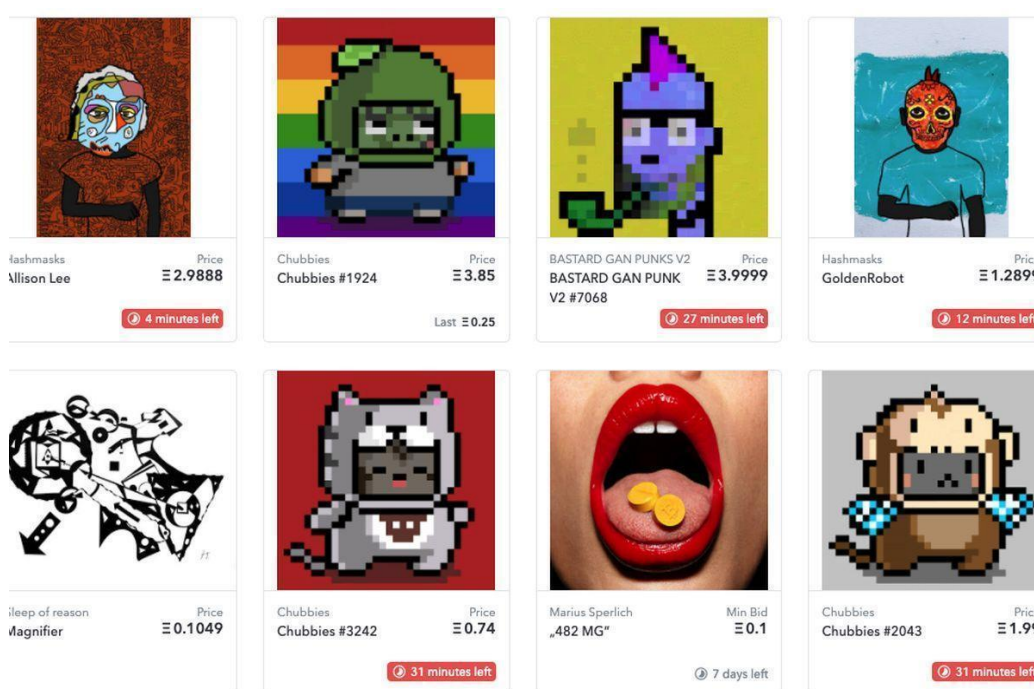
- Ψηφιακή Ιδιοκτησία: Τα NFTs επιτρέπουν στους χρήστες να αποκτήσουν αποκλειστική ιδιοκτησία ψηφιακών αγαθών, όπως ψηφιακά έργα τέχνης, μουσική, βίντεο και πολλά άλλα.
- Δημιουργική Ελευθερία: Οι δημιουργοί μπορούν να εκδώσουν και να πωλούν τα έργα τους χωρίς την ανάγκη για ενδιάμεσους, απελευθερώνοντας τη δημιουργικότητά τους. [26]
- Συναλλαγές με αξία: Τα NFTs έχουν ανοίξει νέους τρόπους συναλλαγής και αξιοποίησης των ψηφιακών αγαθών, προσδίδοντας αξία σε δημιουργούς και συλλέκτες.
- Ταυτοποίηση και Αυθεντικότητα: Τα NFTs εξασφαλίζουν την αυθεντικότητα και την αδιαρετότητα των ψηφιακών αγαθών, επιτρέποντας την εύκολη ανίχνευση των πρωτότυπων έργων.
- Τροποποίηση και Ανάπτυξη: Τα NFTs μπορούν να προγραμματιστούν με έξυπνα συμβόλαια, επιτρέποντας τη δημιουργία προηγμένων λειτουργιών και εφαρμογών. [60]

Η δημοφιλία των NFTs έχει συντελέσει στη διαμόρφωση ενός νέου πολιτιστικού και οικονομικού φαινομένου [46], το οποίο επηρεάζει πολλούς τομείς. Οι παράγοντες που συνέβαλαν στη δημοφιλία αυτή, περιλαμβάνουν αρχικά την ψηφιακή ιδιοκτησία, η οποία αφορά το δικαίωμα κάποιου να έχει αποκλειστικό έλεγχο και κυριότητα ψηφιακών αγαθών όπως τα ψηφιακά έργα τέχνης, μουσική, βίντεο, εικονικά αντικείμενα σε παιχνίδια, και ακόμα και εικονικές περιοχές σε εικονικούς κόσμους.

Η εμφάνιση των NFTs και της τεχνολογίας blockchain έχει αλλάξει τον τρόπο που γίνεται αντιληπτή η ψηφιακή ιδιοκτησία. Με τη χρήση της τεχνολογίας blockchain, κάθε NFT διαθέτει ένα μοναδικό ψηφιακό αποτύπωμα, επιτρέποντας την επαλήθευση της αυθεντικότητάς του. Τα NFTs είναι εμπορεύσιμα και μπορούν να αγοραστούν, να πωληθούν ή να ανταλλαχθούν, ενώ οι κάτοχοι έχουν πλήρη έλεγχο και διαχείριση των αγαθών τους. Επιπλέον, η τεχνολογία blockchain προσφέρει διαφάνεια σχετικά με το ιστορικό και την προέλευση των NFT, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των χρηστών. Έχουν επίσης δημιουργήσει ευκαιρίες εισοδήματος για δημιουργούς και καλλιτέχνες, καθώς αυτοί μπορούν να αποκτήσουν έσοδα από τη δημιουργία και την πώληση αυτών των ψηφιακών αγαθών [60]. Συνολικά, τα NFTs έχουν επαναπροσδιορίσει την έννοια της ψηφιακής

ιδιοκτησίας και έχουν επηρεάσει τους τομείς της τέχνης, της ψυχαγωγίας, της επένδυσης και πολλούς άλλους.

Ακολουθως, ένας ακόμα τομέας που επηρεάστηκε είναι η καλλιτεχνική ελευθερία, που είναι ένα σημαντικό δικαίωμα που επιτρέπει στους καλλιτέχνες να εκφράζουν τις ιδέες και την τέχνη τους χωρίς περιορισμούς ή πίεση. Αυτό το δικαίωμα αποτελεί τη βάση για τη δημιουργικότητα και την πολιτισμική ποικιλομορφία. Με την εμφάνιση των NFTs και της τεχνολογίας blockchain, η καλλιτεχνική ελευθερία εκδηλώνεται με νέους τρόπους. Καταρχάς, οι καλλιτέχνες μπορούν τώρα να δημιουργούν και να διανέμουν τα έργα τους αυτόνομα, χωρίς την ανάγκη ενδιάμεσων όπως γκαλερί ή εκδοτικές εταιρείες. Αυτό τους παρέχει μεγαλύτερο έλεγχο και αυτονομία, καθώς μπορούν να προσφέρουν τα έργα τους απευθείας στο κοινό τους, περιορίζοντας τον έμμεσο έλεγχο τρίτων.



Εικόνα 1.1. NFTs marketplace [33]

Το επόμενο που επηρεάστηκε από την έλευση των NFTs είναι η επενδυτική αξία, η οποία αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο τα NFTs και η τεχνολογία blockchain έχουν επηρεάσει τον τομέα των επενδύσεων. [46] Εδώ, θα αναλυθεί πως οι επενδυτές βλέπουν τα NFTs ως μοναδική ευκαιρία και πως η επενδυτική αξία επηρεάζεται από αυτήν την νέα μορφή περιουσιακών στοιχείων. Καταρχάς, τα NFTs προσφέρουν στους επενδυτές τη δυνατότητα να αποκτήσουν πρόσβαση σε μοναδικά ψηφιακά αγαθά, όπως ψηφιακά έργα τέχνης, μουσική και βίντεο, που δεν μπορούν να αντιγραφούν ή να αποκτηθούν αλλιώς. Αυτή η μοναδικότητα και η αυθεντικότητα των NFTs, τα καθιστούν ελκυστικά για επενδυτές που αναζητούν σπάνιες και αξιόλογες ψηφιακές συλλογές.

Τα NFTs έχουν επηρεάσει την αγορά τέχνης, επιτρέποντας την απευθείας αγοραπωλησία ψηφιακών έργων από τους επενδυτές. Αυτό έχει ανοίξει νέες ευκαιρίες επένδυσης στον χώρο της τέχνης και

έχει επηρεάσει την εκτίμηση των ψηφιακών καλλιτεχνών και των έργων τους. Επιπλέον, η αύξηση της δημοτικότητας των NFTs έχει οδηγήσει σε αυξημένο ενδιαφέρον από επενδυτές και συλλέκτες, καθιστώντας τα NFTs έναν σημαντικό παράγοντα στον τομέα των επενδύσεων. Τέλος, η επενδυτική αξία των NFTs επηρεάζεται από τη δυνατότητα ανταλλαγής και πώλησής τους σε αγορές δευτερευόντων NFT, προσφέροντας δυνατότητες ανάπτυξης επενδυτικού χαρτοφύλακα και ποικιλομορφίας στον χώρο των επενδύσεων. [46]

Τα NFTs έχουν ενισχύσει το διαδικτυακό ενδιαφέρον και τις αλληλεπιδράσεις σε αυτόν τον ψηφιακό χώρο, ενώνοντας καλλιτέχνες, συλλέκτες και ανθρώπους από διάφορα πολιτιστικά υπόβαθρα. Οι καλλιτέχνες μπορούν να φτιάξουν και να μοιραστούν τα έργα τους με ένα παγκόσμιο κοινό, ενώ οι συλλέκτες μπορούν να ανακαλύψουν και να αγοράσουν έργα από καλλιτέχνες ανά τον κόσμο. Αυτή η διαδικτυακή αλληλεπίδραση δημιουργεί έναν πολυπολιτισμικό χώρο ενδιαφέροντος. Επιπλέον, έχουν ενθαρρύνει τον διάλογο και τη συζήτηση για θέματα όπως η ψηφιακή ιδιοκτησία, η τέχνη και η τεχνολογία. Καλλιτέχνες και κοινό μπορούν να εκφράσουν απόψεις και ιδέες σχετικά με τη σημασία της τέχνης στην ψηφιακή εποχή και τον τρόπο που τα NFTs επηρεάζουν αυτήν την συζήτηση. [60] Έχουν ακόμα δημιουργηθεί κοινότητες οπαδών και συλλεκτών γύρω από συγκεκριμένους καλλιτέχνες και έργα. Αυτές οι κοινότητες συνδέουν ανθρώπους που μοιράζονται το ίδιο ενδιαφέρον και την αγάπη για την τέχνη, δημιουργώντας έναν χώρο για αμοιβαία ανταλλαγή απόψεων και εμπειριών.

Τέλος, η τεχνολογική καινοτομία συνδέεται στενά με τα NFTs και έχει επηρεάσει τον τρόπο που γίνεται αντιληπτή η δημιουργία, η διανομή και η αξία των ψηφιακών αγαθών. Εδώ, θα εξεταστεί πως η τεχνολογική καινοτομία έχει συμβάλει στην ανάπτυξη των NFTs και στη δημιουργία νέων ευκαιριών, με την τεχνολογία blockchain να αποτελεί το θεμέλιο λίθο των NFTs. Η blockchain τεχνολογία είναι μια αποκεντρωμένη και ασφαλής τεχνολογία καταμερισμού πληροφοριών, που εξασφαλίζει τη μοναδικότητα και την αυθεντικότητα των NFTs. [44] Αυτή η τεχνολογική καινοτομία έχει επιτρέψει τη δημιουργία, τη διανομή και την εμπορία ψηφιακών αγαθών με ασφάλεια και αξιοπιστία. Με τα έξυπνα συμβόλαια (smart contracts) να αποτελούν άλλη μια τεχνολογική καινοτομία που έχει ενσωματωθεί στο οικοσύστημα των NFTs, [3] επιτρέποντας την αυτόματη εκτέλεση συναλλαγών και την διαχείριση τους, εξαλείφοντας την ανάγκη για ενδιάμεσους και επιτρέποντας την απευθείας ανταλλαγή αγαθών μεταξύ των χρηστών.

## 1.2 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΤΟΧΟΙ

Κατά τη διάρκεια αυτής της διατριβής, θα αναλυθούν περαιτέρω οι πτυχές των NFTs και θα διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο έχουν επηρεάσει τον σύγχρονο ψηφιακό κόσμο. Έτσι, θα αναδειχθεί ο ρόλος και η επίδραση των NFTs σε διάφορους τομείς και θα ανατραπούν τα παραδοσιακά πρότυπα της ψηφιακής ιδιοκτησίας και της δημιουργίας.

Σκοπός:

Ο κύριος σκοπός είναι να διεξαχθεί μια περιεκτική ανάλυση που υπερβαίνει την αρχική κατανόηση της επίδρασης των NFTs. Θα αναλυθεί πώς αυτά τα μοναδικά ψηφιακά αντικείμενα διεισδύουν σε διάφορους τομείς, προκαλώντας ταυτόχρονα ισχυρές αλλαγές στα ισχύον πρότυπα ψηφιακής κυριότητας αλλά και δημιουργίας. Μέσω αναλύσεων διάφορων λειτουργιών και χρήσεων των NFTs, θα καθοδηγηθεί η έρευνα σε βαθύτερη κατανόηση της επίδρασης των NFTs στο σύγχρονο ψηφιακό τοπίο.

## Στόχοι:

Βασικός στόχος της διατριβής είναι να γίνει αποσαφήνιση στους συγκεκριμένους τομείς μέσα στους οποίους τα NFTs ασκούν την επίδρασή τους. Εκτός από επενδυτές και συλλέκτες, εντοπίζεται και αναλύεται πως τα NFTs έχουν αναταράξει διάφορα παραδοσιακά μοντέλα, δημιουργώντας νέες μορφές ψηφιακής κυριότητας και δημιουργίας.

Επιπλέον, με την δημιουργία μιας συλλογής NFTs παρέχεται μια ολοκληρωμένη εικόνα του τρόπου λειτουργία τους καθώς και προσφέρεται σε πιθανούς δημιουργούς η μεθοδολογία και ο τρόπος αξιοποίησης αυτής της τεχνολογίας, η οποία προωθεί μια πιο αποκεντρωμένη και προσβάσιμη προσέγγιση στην ιδιοκτησία.

### 1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στα πλαίσια της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε για τη σύνταξη της παρούσας εργασίας, τα θεμέλια που τέθηκαν στην ενότητα 1.1 όσον αφορά την επίδραση των NFTs στην τεχνολογία και την καινοτομία, αποτελούν ένα σημείο εκκίνησης για μια πιο λεπτομερή ανάλυση. Για την επίτευξη της, πραγματοποιήθηκε μια εκτενής ανασκόπηση βιβλιογραφικών αναφορών, περιλαμβάνοντας επιστημονικά άρθρα, βιβλία, ηλεκτρονικές πλατφόρμες και whitepapers, που όχι μόνο εξετάζουν τα τεχνολογικά χαρακτηριστικά των NFTs, αλλά εξετάζουν επίσης τις ευρύτερες τους συνέπειες. Με αυτήν την ανασκόπηση, παραθέτονται παραδείγματα, ο τρόπος λειτουργίας και η σημασία των NFTs στην καθημερινότητα. Η επιλεγμένη μεθοδολογία, δηλαδή ο συνδυασμός παραδοσιακών επιστημονικών πηγών με εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο, εξασφάλισε την πληρέστερη κατανόηση των NFTs και των ποικίλων πτυχών τους στον ψηφιακό κόσμο.

Επιπλέον, η δημιουργία και ανάλυση μιας συλλογής NFTs, είναι σημαντικό κομμάτι της μεθοδολογίας. Με την χρήση διαθέσιμων εργαλείων και πόρων, η δημιουργία της συλλογής επιτρέπει μια πρακτική εξέταση των έξυπνων συμβολαίων, προσφέροντας ουσιαστική εισαγωγή στα τεχνικά θέματα.

Πιο συγκεκριμένα, στην μεθοδολογία ακολουθείται η παρακάτω σειρά αναλύσεων:

- Ανάλυση των τεχνολογιών και όρων Blockchain, Smart Contracts, NFTs κ.α.
- Ανάδειξη παραδειγμάτων χρήσης NFTs στον κόσμο της τέχνης, του gaming κ.α.
- Δημιουργία συλλογής NFTs
- Μελλοντικές βλέψεις και συμπεράσματα

### 1.4 ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑ

Η εργασία αποδεικνύει ότι τα NFTs, πέραν της τεχνολογικής καινοτομίας, ανοίγουν νέους, ευρύτερους ορίζοντες σε διάφορους τομείς. Από τον κόσμο των παιχνιδιών και των εικονικών περιβαλλόντων έως τις εφαρμογές στον πραγματικό κόσμο, τα NFTs προσφέρουν νέες δυνατότητες για καινοτομία και δημιουργικότητα.

Μέσα από μια συστηματική ανάλυση αυτών των πτυχών, η έρευνα επισημαίνει τον τρόπο με τον οποίο τα NFTs ενσωματώνονται στον ψηφιακό κόσμο. Εκτός από την απλή ανταλλαγή ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων, δίνουν ώθηση σε δημιουργικούς τομείς όπως οι τέχνες, η μουσική, και η ψυχαγωγία, επεκτείνοντας τον τρόπο με τον οποίο οι δημιουργοί αλληλεπιδρούν με το κοινό τους.

Επιπλέον, η έρευνα εξετάζει πώς η εφαρμογή των NFTs δεν περιορίζεται μόνο στον ψηφιακό χώρο, αλλά επεκτείνεται στον πραγματικό. Συγκεκριμένα, εξετάζει πώς αυτές οι καινοτομίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων που συνδέονται άμεσα με πραγματικά αγαθά και υπηρεσίες, ανοίγοντας νέους τρόπους στην αλληλεπίδραση και τη συναλλαγή.

## 1.5 ΔΟΜΗ

Η διατριβή αυτή δομείται σε εννέα κεφάλαια με στόχο να εξετάσει τη φαινομενολογία των NFTs (Μη-ανταλλάσσοντα ψηφιακά αγαθά) και να αναδείξει τις ποικίλες πτυχές τους στον ψηφιακό κόσμο. Παρακάτω παρουσιάζεται μια επισκόπηση της δομής της διατριβής και των ερευνητικών στόχων σε κάθε κεφάλαιο:

### Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται μια γενική εισαγωγή στα NFTs και αναλύεται η σημασία τους στον ψηφιακό κόσμο. Οι ερευνητικοί στόχοι αυτού του κεφαλαίου είναι η επεξήγηση του φαινομένου των NFTs και η ανάδειξη του λόγου για τον οποίο αποτελούν σημαντικό θέμα έρευνας.

### Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Σε αυτό το κεφάλαιο, αναλύεται η ιστορία και η εξέλιξη των NFTs, καθώς και η σχετική ορολογία που σχετίζεται με αυτά. Επιπλέον, παρουσιάζονται σχετικές ακαδημαϊκές εργασίες, άρθρα και περιπτώσεις μελέτης για τα NFTs. Οι ερευνητικοί στόχοι του κεφαλαίου είναι η κατανόηση της εξέλιξης του φαινομένου και τη σημασία του στην τρέχουσα έρευνα.

### Κεφάλαιο 3: Η Τεχνολογία Πίσω από τα NFTs

Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζεται η τεχνολογία που υποστηρίζει τα NFTs, κυρίως η τεχνολογία blockchain και ο ρόλος των έξυπνων συμβολαίων. Οι ερευνητικοί στόχοι είναι η κατανόηση της λειτουργίας των NFTs τεχνολογικά.

### Κεφάλαιο 4: Τα NFTs στην Τέχνη και την Διασκέδαση

Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζεται η χρήση των NFTs στον χώρο της τέχνης και της διασκέδασης. Αναλύονται περιπτώσεις χρήσης στον τομέα της ψηφιακής τέχνης, της μουσικής και της λογοτεχνίας. Οι ερευνητικοί στόχοι είναι να γίνει πλήρως κατανοητό πως τα NFTs επηρεάζουν αυτούς τους τομείς καθώς και τους καλλιτέχνες.

### Κεφάλαιο 5: Τα NFTs στον Κόσμο του Gaming

Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζεται η ενσωμάτωση των NFTs στα βιντεοπαιχνίδια και τους εικονικούς κόσμους. Αναλύεται ο ρόλος των NFTs ως ενδο-παιχνιδιακών αντικειμένων και η δυνητική επίδρασή τους στον κόσμο του gaming.

### Κεφάλαιο 6: Τα NFTs σε Πραγματικά Περιουσιακά Στοιχεία

Σε αυτό το κεφάλαιο, αναλύονται οι προκλήσεις και οι ευκαιρίες της χρήσης των NFTs για την φυσική ιδιοκτησία και τον εμπορικό τους ρόλο. Εξετάζονται επίσης οι κριτικές και οι πολυσημίες που συνοδεύουν τα NFTs, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών ανησυχιών και των προβλημάτων πνευματικών δικαιωμάτων.



#### Κεφάλαιο 7: Δημιουργία συλλογής NFTs

Σε αυτό το κεφάλαιο, γίνεται ανάλυση των εργαλείων που χρησιμοποιούνται, καθώς και του προγραμματισμού ενός έξυπνου συμβολαίου για την δημιουργία μιας συλλογής NFTs.

#### Κεφάλαιο 8: Το Μέλλον των NFTs

Σε αυτό το κεφάλαιο, εξετάζεται το μέλλον των NFTs και οι πιθανές εφαρμογές τους πέρα από τα τρέχοντα περιστατικά χρήσης. Επίσης, αναλύονται τεχνολογικές εξελίξεις και τάσεις που μπορεί να διαμορφώσουν το οικοσύστημα των NFTs.

#### Κεφάλαιο 9: Συμπεράσματα

Στο τελευταίο κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα κύρια ευρήματα και οι εισηγήσεις της έρευνας, καθώς και η συνολική επίδραση και σημασία των NFTs σε διάφορους τομείς. Επιπλέον, διατυπώνονται προτάσεις και συμπεράσματα για μελλοντικές έρευνες στον τομέα των NFTs.

## 2 BLOCKCHAIN ΚΑΙ NFTs

---

Στο δεύτερο κεφάλαιο αυτής της διατριβής, θα γίνει εμβάθυνση στον κόσμο των Non-Fungible Tokens (NFTs) μέσω μιας βιβλιογραφικής ανασκόπησης. Αρχικά, θα γίνει εστίαση στην κύρια έννοια και την ορολογία που σχετίζονται με τα NFTs. Θα αναφερθεί η τεχνολογία blockchain, η οποία αποτελεί τον πυρήνα των NFTs και προσφέρει τη μοναδικότητα και την αυθεντικότητα σε αυτά και θα αναλυθεί ο ρόλος των έξυπνων συμβολαίων (smart contracts) και ο τρόπος με τον οποίο συμβάλλουν στη δημιουργία και τις συναλλαγές των NFTs.

Στη συνέχεια, θα γίνει ανασκόπηση, η οποία θα οδηγήσει στην κατανόηση της ιστορίας και της εξέλιξης των NFTs, από την αρχή τους μέχρι την εποχή της ακμής τους. Ξεκινώντας με την ιστορία, επισημαίνεται η προέλευση των NFTs και ο τρόπος που αναπτύχθηκαν από τις αρχικές ιδέες τους σε μια καινοτόμο μορφή ψηφιακής ιδιοκτησίας. Εξετάζεται η συνεισφορά των δημιουργών και των κοινοτήτων στην ανάπτυξη των NFTs, καθώς και οι αρχικές προκλήσεις που αντιμετώπισαν.

Τέλος, θα πραγματοποιηθεί μια ανασκόπηση σχετικών ακαδημαϊκών εργασιών, άρθρων και περιπτώσεων μελέτης που αφορούν τα NFTs. Αυτό θα δώσει μια σαφή εικόνα του πως η ακαδημαϊκή κοινότητα και οι ερευνητές αντιλαμβάνονται αυτήν τη νέα μορφή ψηφιακής ιδιοκτησίας και τις επιπτώσεις της σε διάφορους τομείς, ενώ θα προετοιμάσει το έδαφος για την ανάλυση που θα ακολουθήσει στα επόμενα κεφάλαια.

### 2.1 ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΑ BLOCKCHAIN

Ένα blockchain ή αλυσίδα από μπλοκ, είναι ουσιαστικά ένα ψηφιακό βιβλίο καταγραφών, σαν ένα δημόσιο ηλεκτρονικό βιβλίο εγγραφών. Αντί να το ελέγχει ένα μόνο πρόσωπο ή εταιρία, πολλοί άνθρωποι σε όλο τον κόσμο έχουν ένα αντίγραφο. Όταν μια ομάδα ανθρώπων συμφωνεί σε κάτι, όπως μια συναλλαγή, αυτή προστίθεται στο βιβλίο εγγραφών. Οι πληροφορίες αυτές ομαδοποιούνται σε τμήματα.

Αυτό που κάνει όμως τα blockchain ξεχωριστά, είναι πως μόλις κάτι γραφτεί σε αυτό το βιβλίο εγγραφών, δεν μπορεί να αλλάξει, να τροποποιηθεί ή να διαγραφεί εύκολα. Είναι μόνιμο και ασφαλές. Αυτό το καθιστά εξαιρετικά σημαντικό για την καταγραφή της ιδιοκτησίας ψηφιακών αντικειμένων, κρυπτονομισμάτων ή NFTs, και τη διασφάλιση ότι κανείς δεν εξαπατά ή αποκτά παράνομη πρόσβαση στο σύστημα.

Άρα, ένα blockchain είναι ένας αξιόπιστος τρόπος για τους χρήστες να κρατούν ένα κοινό αρχείο συναλλαγών ή πληροφοριών χωρίς την ανάγκη μιας κεντρικής εξουσίας. Είναι σαν μια παγκόσμια συλλογική ομάδα που κρατά ένα ψηφιακό βιβλίο εγγραφών, το οποίο είναι ασφαλές, δεν μπορεί να παραβιαστεί και αυτό το καθιστά χρήσιμο για πολλές διαδικτυακές εφαρμογές.

### 2.2 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΕΞΥΠΝΑ ΣΥΜΒΟΛΑΙΑ

Τα έξυπνα συμβόλαια αποτελούν τον πυρήνα της λειτουργίας των NFTs. Είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή που λειτουργεί σαν ψηφιακή συμφωνία και προσφέρει αξιοσημείωτες δυνατότητες και εγγυήσεις στις συναλλαγές που γίνονται με αυτό. Κατά την αγορά ενός NFT, το έξυπνο συμβόλαιο είναι υπεύθυνο για την αποθήκευση των λεπτομερειών της συναλλαγής, όπως ο κάτοχος, η τιμή, την χρονική στιγμή της αγοράς και άλλα. Πραγματοποιεί αυτόματα συγκεκριμένες εργασίες όπως η μεταφορά κυριότητας ή η ενεργοποίηση διάφορων προνομίων όταν πληρούνται προκαθορισμένες

συνθήκες, χωρίς την ανάγκη εμπλοκής μεσολαβητών. Είναι σαν ένα σύνολο κανόνων που έχουν γραφτεί σε κώδικα και εκτελούνται αυτόματα. Για παράδειγμα, στον κόσμο του gaming, ένα έξυπνο συμβόλαιο θα μπορούσε να εξασφαλίσει ότι μετά την ολοκλήρωση μιας αποστολής, οι ανταμοιβές στο παιχνίδι προστίθενται αυτόματα στο λογαριασμό, με ασφάλεια, χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Στο ευρύτερο πλαίσιο, τα έξυπνα συμβόλαια είναι η "κινητήριος δύναμη" πίσω από την αξιοποίηση της τεχνολογίας blockchain για τη δημιουργία, τη διαχείριση και την ανταλλαγή των NFTs και χρησιμοποιούνται σε διάφορους κλάδους για να καταστήσουν τις συναλλαγές πιο ασφαλείς, αποτελεσματικές και διαφανείς, εξαλείφοντας την ανάγκη για παραδοσιακούς μεσάζοντες όπως τράπεζες ή νομικούς ειδικούς.

### 2.3 ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΤΩΝ NFTs, ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥΣ

Η ιστορία των Non-Fungible Tokens (NFTs) αντικατοπτρίζει τη συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας blockchain και της ψηφιακής ιδιοκτησίας. Τα NFTs δεν είναι απλώς ένα νέο φαινόμενο, αλλά αποτελούν ένα αποτέλεσμα πολλών χρόνων ανάπτυξης και εξέλιξης με τις πρώτες αναφορές σε NFTs να μπορούν να εντοπιστούν στον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών, όπου τα ενδο-παιχνιδιακά αντικείμενα αποκτούσαν αξία και οι παίκτες ανταλλάσσουν ψηφιακά αγαθά μεταξύ τους [60]. Αυτό δημιούργησε την έννοια της "απόδειξης ιδιοκτησίας" για τα εικονικά αντικείμενα εντός ενός εικονικού κόσμου.

Ωστόσο, η πραγματική εξέλιξη των NFTs ξεκίνησε το 2015 με τη δημιουργία του Ethereum [10], ενός blockchain που υποστηρίζει τη δημιουργία έξυπνων συμβολαίων. Αντίθετα με το Bitcoin, το οποίο είναι σχεδιασμένο κυρίως για την υλοποίηση μιας ψηφιακής νομισματικής μονάδας, το Ethereum έχει σχεδιαστεί για να επιτρέπει τη δημιουργία έξυπνων συμβολαίων (smart contracts) [60] και των NFTs. Τα έξυπνα συμβόλαια είναι προγράμματα που εκτελούνται αυτόματα όταν ικανοποιούνται ή εκπληρώνονται συγκεκριμένες προϋποθέσεις που έχουν προκαθοριστεί. Αυτά τα συμβόλαια είναι αποθηκευμένα στο blockchain και λειτουργούν χωρίς την ανάγκη για ενδιάμεσους ή κεντρικές αρχές, μπορώντας να χρησιμοποιηθούν για να αυτοματοποιήσουν διάφορες διαδικασίες, όπως οικονομικές συναλλαγές, εκτέλεση συμφωνιών και πολλά άλλα. Το Ethereum έχει παίξει έναν κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη των NFTs λόγω της δυνατότητας του να υποστηρίζει τη δημιουργία, την ανταλλαγή και τη διαχείριση αυτών των μοναδικών ψηφιακών αγαθών. Τα NFTs είναι ουσιαστικά έξυπνα συμβόλαια που καταγράφουν πληροφορίες σχετικά με την κατοχή και την αυθεντικότητα ενός ψηφιακού αντικειμένου, και αυτό τα καθιστά ιδανικά για τη δημιουργία και τη διαχείριση NFTs. Τα έξυπνα συμβόλαια επιτρέπουν τη δημιουργία και τη διαχείριση NFTs με αυτόματο τρόπο, καθιστώντας δυνατή την αντιπροσώπευση της ψηφιακής ιδιοκτησίας.

Ένα από τα πρώτα πραγματικά NFT που δημιουργήθηκαν στο Ethereum ήταν τα "CryptoPunks" το 2017. [29] Πρόκειται για μια σειρά από 10.000 μοναδικούς, ψηφιακούς ανθρωποειδείς χαρακτήρες που δημιουργήθηκαν από την Larva Labs. Κάθε CryptoPunk έχει το δικό του αναγνωριστικό, και κανένα από αυτά δεν είναι ίδιο με ένα άλλο. Οι CryptoPunks αρχικά διανεμήθηκαν δωρεάν σε αυτούς που είχαν το ενδιαφέρον και την τεχνική γνώση για να τα αποκτήσουν. Ωστόσο, με την πάροδο του χρόνου, απέκτησαν μεγάλη αξία στην αγορά των NFTs, καθώς είχαν καταστεί αντικείμενο συλλεκτικού ενδιαφέροντος και επενδυτικής δραστηριότητας. Το κύριο χαρακτηριστικό των CryptoPunks όπως και των περισσότερων NFTs είναι η μοναδικότητά τους, με κάθε ένα από αυτά τα ψηφιακά ανθρωποειδή να έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως χρώμα μαλλιών, μάτια, φόντο, αξεσουάρ και πολλά άλλα. Οι χρήστες που τα αποκτούν μπορούν να τα κατοχυρώσουν ως

προσωπική ιδιοκτησία στο Ethereum blockchain, προσφέροντας έτσι απόλυτη αυθεντικότητα και αναγνωρισιμότητα.



**Εικόνα 2.1.** Παραδείγματα CryptoPunks NFT [29]

Οι CryptoPunks έχουν καθιερωθεί ως σύμβολο της ανεξάρτητης και πειραματικής φύσης των NFTs και του blockchain γενικότερα. Η αξία τους είχε αυξηθεί σημαντικά με την πάροδο του χρόνου, και πολλοί συλλέκτες και επενδυτές αναζητούσαν CryptoPunks για τη συλλογή τους ή ως επενδυτικό αγαθό [52].

## 2.4 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΑΡΘΡΩΝ ΓΙΑ ΤΑ NFTs

Η ανασκόπηση των σχετικών ακαδημαϊκών εργασιών, άρθρων και περιπτώσεων μελέτης για τα NFTs αποκαλύπτει μια ευρεία γκάμα ερευνητικών προσεγγίσεων και εφαρμογών για αυτά τα μοναδικά ψηφιακά αγαθά. Η ανάλυση της ακαδημαϊκής λογοτεχνίας αναδεικνύει το ενδιαφέρον και τη σπουδαιότητα των NFTs σε διάφορους τομείς:

### 2.4.1 Τέχνη και Καλλιτεχνική Ελευθερία

Πολλές ακαδημαϊκές μελέτες εξετάζουν τη χρήση των NFTs στον χώρο της τέχνης και την επίδραση τους στην καλλιτεχνική ελευθερία. Οι καλλιτέχνες μπορούν να αναπτύξουν νέους τρόπους εκφραστικότητας χωρίς περιορισμούς. Πέρα από την κατάργηση των περιορισμών, η τεχνολογία blockchain και τα έξυπνα συμβόλαια εξασφαλίζουν τη διαφάνεια και την αυθεντικότητα των έργων τέχνης, προσθέτοντας αξία στη συλλογή και την ιδιοκτησία τους. Οι καλλιτέχνες μπορούν να πιστοποιήσουν την προέλευση των έργων τους και να εξασφαλίσουν ότι δεν θα αντιγραφούν ή παραποιηθούν χωρίς τη συγκατάθεσή τους.

Επιπλέον, τα NFTs έχουν ανατρέψει τις παραδοσιακές αγορές τέχνης και έχουν δώσει στους καλλιτέχνες τη δυνατότητα να απευθύνονται απευθείας στο κοινό τους, καταργώντας τους ενδιάμεσους και τους περιορισμούς που αυτοί επέβαλαν στο παρελθόν. [3] Αυτό δίνει στους καλλιτέχνες μεγαλύτερο έλεγχο και αυτονομία στην παρουσίαση και την πώληση των έργων τους.

Τέλος, τα NFTs έχουν ανοίξει νέες δυνατότητες για τη συλλογή και την επένδυση στην τέχνη, καθώς οι συλλέκτες μπορούν να αγοράζουν και να διατηρούν ψηφιακά έργα τέχνης ως αξιοποιήσιμες περιουσιακές αξίες. Αυτό δημιουργεί ένα νέο επίπεδο επενδυτικής ευκαιρίας στον κόσμο της τέχνης.

#### 2.4.2 Διασκέδαση και Βιντεοπαιχνίδια

Τα NFTs έχουν εισαχθεί με επιτυχία στον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών, όπου λειτουργούν ως ενδο-παιχνιδιακά αντικείμενα. Η ενσωμάτωση των NFTs στα βιντεοπαιχνίδια και τους εικονικούς κόσμους δίνει στους παίκτες τη δυνατότητα να έχουν πραγματική ιδιοκτησία εντός του περιβάλλοντος του παιχνιδιού. Αυτό σημαίνει ότι οι παίκτες μπορούν να αποκτήσουν και να διαχειρίζονται ψηφιακά αντικείμενα, όπως χαρακτήρες, αντικείμενα εξοπλισμού και αξεσουάρ, με αληθινή αξία και δυνατότητα εμπορίας. Τα NFTs χρησιμοποιούνται ως ενδο-παιχνιδιακά αντικείμενα, τα οποία μπορούν να είναι συλλεκτικά ή να παρέχουν ξεχωριστά χαρακτηριστικά και δυνατότητες στους παίκτες. Αυτό δημιουργεί ένα νέο επίπεδο διασκέδασης και δυναμικής στα παιχνίδια, καθώς οι παίκτες μπορούν να αναβαθμίσουν την εμπειρία τους και να συμμετέχουν σε οικονομικές δραστηριότητες μέσα στο παιχνίδι. Παράλληλα, τα NFTs έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο γίνονται αντιληπτά τα βιντεοπαιχνίδια, καθώς μπορούν να δημιουργήσουν μια σταθερή και βιώσιμη οικονομία γύρω από αυτά με τους παίκτες να μπορούν να αγοράζουν, να πωλούν και να ανταλλάσσουν σπάνια αντικείμενα και χαρακτήρες, δημιουργώντας έναν νέο τρόπο διασκέδασης και αλληλεπίδρασης στον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών.

#### 2.4.3 Πνευματικά Δικαιώματα και Περιβαλλοντικές Ανησυχίες

Ένα από τα κύρια θέματα που αναδεικνύονται είναι οι πνευματικές άδειες και η προστασία των πνευματικών δικαιωμάτων όταν πρόκειται για την πώληση και ανταλλαγή NFTs. Επίσης, εξετάζεται η περιβαλλοντική επίπτωση [30] της εξόρυξης κρυπτονομισμάτων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται η proof-of-work τεχνολογία. Υπάρχουν σοβαρές περιβαλλοντικές ανησυχίες σχετικά με την ενεργειακή κατανάλωση των διαδικασιών εξόρυξης και επεξεργασίας των κρυπτονομισμάτων, όπως το Bitcoin και το Ethereum, που χρησιμοποιούνται συχνά για τη δημιουργία και τη διαχείριση των NFTs. Η αυξημένη ζήτηση για κρυπτονομίσματα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, προκαλώντας ανησυχίες για την περιβαλλοντική βιωσιμότητα.



Εικόνα 2.2. Bitcoin mining farm [11]

Όσον αφορά τα πνευματικά δικαιώματα, το κύριο ερώτημα είναι πως η ψηφιακή ιδιοκτησία των NFTs επηρεάζει τους καλλιτέχνες και τους δημιουργούς. Αν και ορισμένοι καλλιτέχνες έχουν βρει νέες ευκαιρίες για δημιουργία και εμπορία των έργων τους μέσω των NFTs, υπάρχουν ανησυχίες για την παραβίαση των πνευματικών δικαιωμάτων, καθώς η αντιγραφή και η πώληση ψηφιακών αντιγράφων αντιστοιχεί σε διαρκώς αναπαράγόμενες εκδόσεις.

#### 2.4.4 Οικονομική Ανάλυση

Πολλές ακαδημαϊκές έρευνες επικεντρώνονται στην οικονομική ανάλυση των NFTs, εξετάζοντας πολλές πτυχές που επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας αυτής της αγοράς. Μεταξύ αυτών, η αξία των NFTs αποτελεί ένα βασικό θέμα, καθώς η τιμή τους μπορεί να κυμαίνεται σημαντικά και να επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Η αστάθεια της αγοράς είναι ένα άλλο σημαντικό θέμα που εξετάζεται. Οι αξίες των NFTs μπορεί να υποστούν δραματικές αλλαγές σε σύντομο χρονικό διάστημα, και αυτή η αστάθεια αποτελεί πρόκληση για επενδυτές και δημιουργούς. Επιπλέον, οι επενδυτικές ευκαιρίες στον τομέα των NFTs είναι σημαντικό αντικείμενο έρευνας, καθώς πολλοί εξετάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι επενδυτές μπορούν να αξιοποιήσουν αυτήν την αναδυόμενη αγορά για την άνοδο του κεφαλαίου τους. Οι διαφορετικές στρατηγικές επενδύσεων και οι προοπτικές ανάλογα με τον τομέα των NFTs (τέχνη, ψυχαγωγία, βιντεοπαιχνίδια και άλλα) είναι θέματα που απασχολούν την ακαδημαϊκή κοινότητα [3].

### 3 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΑ NFTS

---

Στο τρίτο κεφάλαιο αυτής της διατριβής, θα εξεταστεί η τεχνολογία που βρίσκεται στον πυρήνα των NFTs. Είναι αυτή η τεχνολογία που επιτρέπει τη δημιουργία, την έκδοση, τη διαχείριση και την ανταλλαγή των NFT. Πιο συγκεκριμένα, το κεφάλαιο θα επικεντρωθεί στα εξής σημαντικά θέματα:

- Τεχνολογία των NFTs: Θα αναλυθεί η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και τη διαχείριση των NFTs. Αυτή η τεχνολογία βασίζεται στο blockchain και χρησιμοποιεί έξυπνα συμβόλαια.
- Πως το blockchain εξασφαλίζει τη μοναδικότητα και την αυθεντικότητα: Θα εξεταστεί πως το blockchain, μια κατανεμημένη και ασφαλής τεχνολογία, διασφαλίζει τη μοναδικότητα των NFTs και την αποτροπή απομίμησης ή παραποίησης.
- Ο ρόλος των έξυπνων συμβολαίων: Θα αναλυθεί πως τα έξυπνα συμβόλαια επιτρέπουν την αυτοματοποίηση των διαδικασιών δημιουργίας, μεταφοράς και ανταλλαγής των NFTs. Επίσης, θα εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο εξασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τους όρους των NFTs.

Κατανοώντας την τεχνολογία που βρίσκεται πίσω από τα NFTs, θα μπορέσει να εξεταστεί πιο λεπτομερώς ο τρόπος λειτουργίας και οι επιπτώσεις αυτών των ψηφιακών αγαθών σε διάφορους τομείς, όπως η τέχνη, η υγεία [1], ο πολιτισμός και η οικονομία [3].

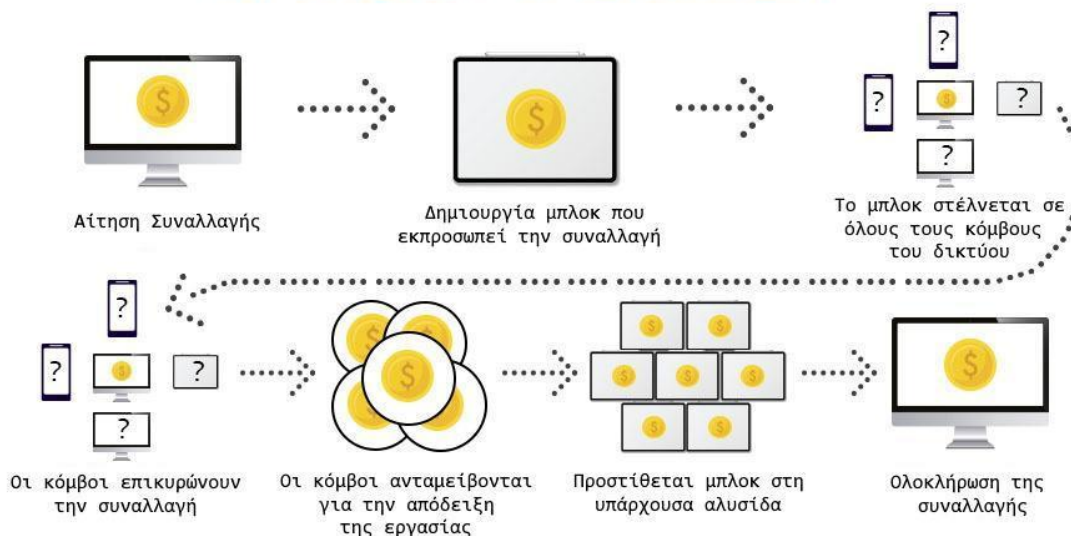
#### 3.1 BLOCKCHAIN – ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΑ NFTS

Η τεχνολογία που κυρίως διαμορφώνει τα NFTs είναι το blockchain, ένα από τα πιο καινοτόμα και αξιόπιστα συστήματα αποθήκευσης και διαχείρισης δεδομένων στον ψηφιακό κόσμο [36]. Το blockchain είναι μια διανεμημένη βάση δεδομένων, η οποία χρησιμοποιώντας κρυπτογραφία, συντηρεί μία συνεχώς αναπτυσσόμενη λίστα από εγγραφές δεδομένων, τα μπλοκ. Αυτά τα μπλοκ επαληθεύονται από τους κόμβους που ανήκουν στο δίκτυο blockchain, και είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους μέσω μιας δομής που θυμίζει αλυσίδα, εξού και ο όρος block και chain (αλυσίδα). Αυτή η αλυσίδα περιέχει μόνιμες καταγραφές όλων των συναλλαγών ή εγγραφών δεδομένων που έχουν προστεθεί στο blockchain, είναι ασφαλείας και έχουν σχεδιαστεί για να παρέχουν ορατά ή ανιχνεύσιμα στοιχεία παραβίασης. Τα δεδομένα καταγράφονται σε ένα δημόσιο λογιστικό βιβλίο, το οποίο περιέχει τις πληροφορίες της κάθε συναλλαγής που έχει πραγματοποιηθεί.

Οι πληροφορίες όλων των συναλλαγών που έχουν πραγματοποιηθεί καθ' όλη την ζωή του Blockchain, διανέμονται και είναι διαθέσιμες σε όλους τους κόμβους, κάνοντας το blockchain μία αποκεντρωμένη και διάφανη τεχνολογία. Αυτή η ιδιότητα των blockchain, δημιουργεί ένα ασφαλές και αξιόπιστο τρόπο καταγραφής και επιβεβαίωσης δεδομένων, χωρίς την ανάγκη ύπαρξης κάποιας κεντρικής αρχής ή κάποιου μεσολαβητή. Την πρώτη υλοποίηση της τεχνολογίας την έκανε το Bitcoin, το οποίο δημιούργησε ένα αποκεντρωμένο περιβάλλον για κρυπτονομίσματα, στο οποίο οι χρήστες μπορούν να αγοράσουν και να ανταλλάξουν προϊόντα με ψηφιακά χρήματα [36].

Αυτή η ανακλητική δομή των blockchain, εξασφαλίζει τη μοναδικότητα και την αυθεντικότητα των NFTs. Κάθε NFT έχει ένα μοναδικό ψηφιακό αποτύπωμα, γνωστό ως "hash," που καταγράφεται στο blockchain, συνήθως με βάση το Ethereum [10]. Αυτό το hash λειτουργεί ως απόδειξη για την πραγματικότητα και την αυθεντικότητα του αντικειμένου, αντίστοιχα με την υπογραφή ενός πίνακα ή την πιστοποίηση αυθεντικότητας ενός έργου τέχνης στον κόσμο της φυσικής τέχνης.

## Πως δουλεύουν τα Blockchains?



Εικόνα 3.1. Πως δουλεύουν τα Blockchain [22]

### 3.2 ΠΩΣ ΤΟ BLOCKCHAIN ΕΞΑΣΦΑΛΙΖΕΙ ΤΗΝ ΜΟΝΑΔΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΥΘΕΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΩΝ NFTs

Το blockchain εξασφαλίζει την μοναδικότητα και την αυθεντικότητα των NFTs μέσω μιας σειράς τεχνικών και διαδικασιών που ενσωματώνονται στη λειτουργία του. Παρακάτω αναλύεται πως αυτό επιτυγχάνεται:

- **Κρυπτογραφία:** Το μοναδικό hash προκύπτει από τα δεδομένα του NFT και κρυπτογραφείται με τη χρήση προηγμένων αλγορίθμων. Κάθε μικρή αλλαγή στα δεδομένα οδηγεί σε ένα εντελώς διαφορετικό hash, κάνοντας το NFT μοναδικό.
- **Κατανεμημένη Αποθήκευση:** Το blockchain αποτελείται από πολλούς κόμβους ή υπολογιστές που συμμετέχουν στο δίκτυο. Κάθε κόμβος αποθηκεύει αντίγραφο του ίδιου του blockchain. Αυτή η κατανεμημένη αποθήκευση σημαίνει ότι, αν κάποιος επιχειρήσει να τροποποιήσει τα δεδομένα ενός NFT, θα πρέπει να επιτύχει τον έλεγχο σε όλους τους κόμβους του δικτύου ταυτόχρονα (ή έστω στο 51% αυτών), ενέργεια που είναι σχεδόν αδύνατη.
- **Έλεγχος του Ιστορικού:** Το blockchain διατηρεί ένα ολοκληρωμένο ιστορικό όλων των συναλλαγών. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί να γίνει παρακολούθηση της ακριβούς πορείας ενός NFT από τη δημιουργία του έως την τρέχουσα κατάστασή του. Οι αλλαγές στην ιστορία είναι διαφανείς και ελέγξιμες.
- **Αυτοτελής Κατοχή:** Όταν κάποιος χρήστης κατέχει ένα NFT, έχει τον πλήρη έλεγχο του. Το blockchain επιτρέπει την κατοχή και την μεταφορά των NFTs, εξασφαλίζοντας ότι μόνο ο κάτοχός τους μπορεί να τα μεταφέρει ή να τα αλλάξει.



- Έξυπνα Συμβόλαια: Όπως προαναφέρθηκε, τα έξυπνα συμβόλαια διασφαλίζουν ότι οι συναλλαγές σχετικά με τα NFTs είναι δίκαιες και αξιόπιστες. Αυτά τα συμβόλαια είναι προγραμματισμένα να εκτελούν αυτόματα τις συναλλαγές, όταν εκπληρωθούν κάποιες συνθήκες, και διασφαλίζουν ότι οι όροι της συμφωνίας τηρούνται.

Συνολικά, το blockchain παρέχει μια αδιάβλητη και αξιόπιστη υποδομή που εξασφαλίζει την μοναδικότητα και την αυθεντικότητα των NFTs, καθιστώντας τα ιδανικά για την αποθήκευση και την ανταλλαγή ψηφιακών αγαθών όπως έργα τέχνης, συλλεκτικά αντικείμενα, και πολλά άλλα.

### 3.3 Το πρότυπο ERC-721

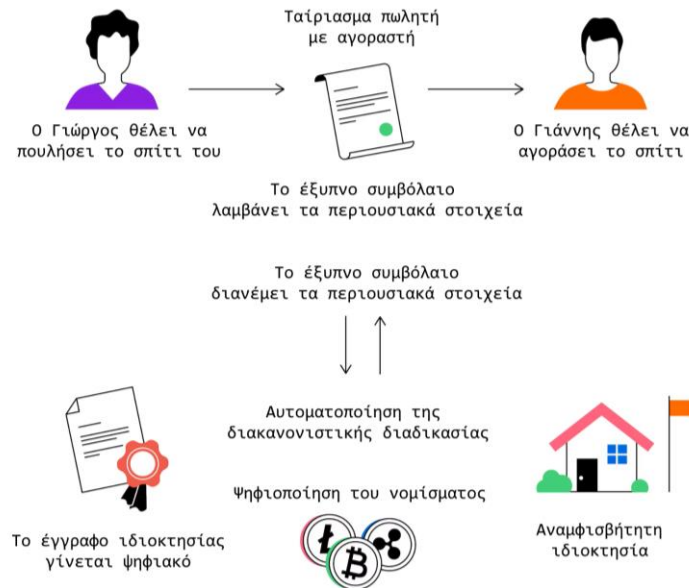
Τα NFTs ναί μεν είναι μάρκες, όπως τα “παραδοσιακά” κρυπτονομίσματα, αλλά έχουν δύο μεγάλες διαφορές σε σχέση με τις ανταλλάξιμες μάρκες. Κάθε NFT είναι μοναδικό και δεν μπορεί να διαιρεθεί ή να ενωθεί. Η λειτουργία αυτή προέρχεται από το στάνταρντ που ακολουθούν τα NFTs, το ERC-721, που παρουσιάστηκε στα τέλη του 2017. Το στάνταρντ ERC-721 επιτρέπει την υλοποίηση μοναδικών μαρκών, οι οποίες μπορούν να έχουν διαφορετική τιμή από άλλες μάρκες εντός του ίδιου έξυπνου συμβολαίου [16]. Το ERC-721 εγγυάται πως οι μάρκες που βασίζονται σε αυτό είναι μοναδικές και μη ανταλλάξιμες. Αυτό το χαρακτηριστικό του ERC-721, κάνει την λειτουργία του εντελώς διαφορετική από αυτή του ERC-20, το οποίο είναι το «παραδοσιακό» πρωτόκολλο των κρυπτονομισμάτων που ήταν γνωστό έως τώρα. Το στάνταρντ ERC-20 παρουσιάζει ένα πρότυπο για ανταλλάξιμες μάρκες, δηλαδή κάθε μάρκα είναι ακριβώς ίδιος τύπος και έχει ίση αξία με κάποια άλλη μάρκα. Για παράδειγμα, ένα ETH (Κρυπτονομίσμα του Ethereum Blockchain) θα είναι πάντα ισότιμο με οποιοδήποτε άλλο ETH. [15]

### 3.4 Ο ΡΟΛΟΣ ΤΩΝ ΕΞΥΠΝΩΝ ΣΥΜΒΟΛΑΙΩΝ ΣΤΗ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΣΥΝΑΛΛΑΓΕΣ ΤΩΝ NFTS

Ο ρόλος των έξυπνων συμβολαίων στη δημιουργία και τις συναλλαγές των NFTs είναι κρίσιμος και αξίζει να αναλυθεί περαιτέρω. Τα έξυπνα συμβόλαια αποτελούν το κύριο εργαλείο που διευθύνει τη λειτουργία των NFTs, διασφαλίζοντας τη διαφάνεια, την ασφάλεια και την αυτοματοποίηση στη διαχείρισή τους. Καταρχάς, τα έξυπνα συμβόλαια χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία νέων NFTs. Όταν ένας καλλιτέχνης ή ένας δημιουργός αποφασίζει να δημιουργήσει ένα NFT για το έργο του, μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα έξυπνο συμβόλαιο που καθορίζει τις λεπτομέρειες του NFT, όπως ο τίτλος, η περιγραφή, η εικόνα και οι συνθήκες χρήσης. Με αυτόν τον τρόπο, η δημιουργία ενός NFT γίνεται αυτόματη και αποδεικνύεται αυθεντική, καθώς όλα τα δεδομένα καταγράφονται στο blockchain.

Όσον αφορά τις συναλλαγές, τα έξυπνα συμβόλαια διευθύνουν τη μεταφορά και την ανταλλαγή των NFTs μεταξύ των χρηστών. Όταν κάποιος επιθυμεί να αγοράσει, να πουλήσει ή να ανταλλάξει ένα NFT, ένα έξυπνο συμβόλαιο αναλαμβάνει τη διεύθυνση της συναλλαγής. Αυτό περιλαμβάνει τον έλεγχο της διαθεσιμότητας του NFT, τον υπολογισμό του κόστους, τη διεκπεραίωση της πληρωμής και τη μεταφορά της ιδιοκτησίας [60] στον νέο κάτοχο.

### Πως δουλεύει ένα έξυπνο συμβόλαιο



**Εικόνα 3.2.** Πως δουλεύουν τα έξυπνα συμβόλαια [9]

Επιπλέον, τα έξυπνα συμβόλαια διασφαλίζουν την τήρηση των όρων της συναλλαγής και την αποφυγή απάτης. Όταν οι συνθήκες της σύμβασης πληρούνται, η μεταφορά του NFT γίνεται αυτόματα, εξαλείφοντας την ανάγκη για ενδιάμεσους ή της εμπιστοσύνης στην αντίθετη πλευρά. Τέλος, τα έξυπνα συμβόλαια προσθέτουν επιπλέον λειτουργίες στα NFTs, όπως τον προγραμματιζόμενο χρόνο ιδιοκτησίας ή τη δυνατότητα λήψης ποσοτών από πωλήσεις δευτερογενών αγορών. Αυτές οι επιπλέον λειτουργίες καθιστούν την εμπειρία των χρηστών πιο δυναμική και δημιουργούν νέους τρόπους αξιοποίησης των NFTs [60].

## 4 ΤΑ NFTS ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΨΥΧΑΓΩΓΙΑ

Αυτό το κεφάλαιο εξετάζει πως τα NFTs έχουν επηρεάσει τους τομείς της τέχνης και της ψυχαγωγίας και έχουν ανοίξει νέες προοπτικές για δημιουργούς, καλλιτέχνες και κοινό. Κατά τη διάρκεια αυτού του κεφαλαίου, θα εξεταστεί η χρήση των NFTs στον τομέα της τέχνης, όπου καλλιτέχνες από διάφορες περιοχές και ειδικότητες έχουν ανακαλύψει νέους τρόπους δημιουργίας και κοινοποίησης των έργων τους. Θα εξεταστεί επίσης ο τρόπος με τον οποίο τα NFTs έχουν επαναπροσδιορίσει τις αγορές τέχνης, προσφέροντας νέες ευκαιρίες και αυτονομία στους καλλιτέχνες. Ακόμη, θα εξεταστεί ο ρόλος των NFTs στον ψηφιακό κόσμο της ψυχαγωγίας, ενσωματώνοντας τα σε εικονικούς κόσμους [60]. Μέσα σε αυτό το κεφάλαιο, θα αναλυθούν περιπτώσεις πωλήσεων τέχνης NFT και συνεργασιών που έχουν αναδιαμορφώσει τον ψηφιακό κόσμο της τέχνης και του ψυχαγωγίας. Θα εξεταστούν επιπλέον οι πρωτοποριακές περιπτώσεις που έχουν ήδη σημειωθεί και ο τρόπος με τον οποίο τα NFTs επηρεάζουν την δημιουργική έκφραση και την ψυχαγωγία, αφού αποτελούν μια εξέλιξη στην ψηφιακή εποχή.

### 4.1 NFT ΣΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΤΕΧΝΗ

Στον κόσμο της ψηφιακής τέχνης, οι καλλιτέχνες μπορούν τώρα να δημιουργήσουν ψηφιακά έργα τέχνης και να τα καταγράψουν στο blockchain ως μοναδικά NFTs. Αυτό δίνει στους δημιουργούς τη δυνατότητα να πουλήσουν τα έργα τους σε συλλεκτικές εκδόσεις, ενισχύοντας την αξία της δημιουργικής τους εργασίας. Οι αγοραστές, από την άλλη πλευρά, αποκτούν την κυριότητα ενός μοναδικού ψηφιακού έργου, με πιστοποίηση της αυθεντικότητας του μέσω του blockchain. Στον τομέα της μουσικής, καλλιτέχνες και μουσικοί έχουν ανακαλύψει τον τρόπο να πωλούν μοναδικά ηχητικά έργα ως NFTs. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν αποκλειστικά τραγούδια, άλμπουμ, ή ακόμη και σπάνιες ηχογραφήσεις [19]. Οι οπαδοί και οι συλλέκτες μπορούν να αποκτήσουν πρόσβαση σε αυτά τα αποκλειστικά κομμάτια μουσικής ως κάτοχοι των αντίστοιχων NFTs και να είναι οι μοναδικοί ακροατές. Επίσης, οι συγγραφείς και οι λογοτέχνες μπορούν να αξιοποιήσουν τα NFTs για να δημιουργήσουν και να πουλήσουν ψηφιακά αντίτυπα των έργων τους [48]. Αυτό δίνει στους αναγνώστες τη δυνατότητα να αποκτήσουν μια ψηφιακή έκδοση ενός βιβλίου ή μιας νουβέλας, έχοντας τη βεβαιότητα ότι πρόκειται για γνήσια έκδοση καταγεγραμμένη στο blockchain.

Τα NFTs έχουν καταφέρει να ανατρέψουν τις παραδοσιακές αγορές τέχνης και να ενδυναμώσουν τους καλλιτέχνες με πολλούς τρόπους. Ακολούθως αναλύεται πως αυτή η ανατροπή λαμβάνει χώρα:

#### 4.1.1 Απευθείας Συναλλαγές

Οι απευθείας συναλλαγές αναφέρονται στη δυνατότητα των καλλιτεχνών να πουλήσουν τα έργα τους απευθείας στους αγοραστές χωρίς την ανάγκη για ενδιάμεσους, όπως γκαλερί ή δημοπρασίες. Αυτή η δυνατότητα είναι μια από τις σημαντικότερες αλλαγές που επέφεραν τα NFTs στον κόσμο της τέχνης και έχει διάφορες σημαντικές συνέπειες:

- **Ανεξαρτησία Καλλιτεχνών:** Οι καλλιτέχνες δεν είναι πλέον υποχρεωμένοι να συνεργαστούν με γκαλερί ή να περιμένουν την επιλογή τους σε δημοπρασίες για να πουλήσουν τα έργα τους. Αυτό τους δίνει πλήρη ανεξαρτησία και έλεγχο επί του πως και πότε πουλούν τις δημιουργίες τους.
- **Μείωση Προμηθειών:** Οι γκαλερί και οι ενδιάμεσοι συχνά επιβάλλουν υψηλές προμήθειες στις συναλλαγές. Με τις απευθείας συναλλαγές, οι καλλιτέχνες αποφεύγουν αυτές τις προμήθειες και έχουν μεγαλύτερο κέρδος από τις πωλήσεις τους.

- **Διευρυμένη Πρόσβαση:** Οι καλλιτέχνες μπορούν να φτάσουν σε παγκόσμιο κοινό χωρίς τους γεωγραφικούς περιορισμούς των φυσικών γκαλερί. Αυτό δημιουργεί ευκαιρίες για περισσότερες πωλήσεις και μεγαλύτερη έκθεση.
- **Ευελιξία:** Οι καλλιτέχνες μπορούν να ορίσουν τις δικές τους τιμές και όρους πώλησης, καθώς και να προσφέρουν ειδικά κίνητρα για τους αγοραστές, όπως περιορισμένες εκδόσεις ή αξεσουάρ ως συνοδεία του έργου τέχνης.

Οι απευθείας συναλλαγές είναι ένα από τα πιο ελκυστικά χαρακτηριστικά των NFTs για τους καλλιτέχνες, διότι τους παρέχουν μεγάλο βαθμό ελευθερίας και ελέγχου επί του έργου τους και της καριέρας τους.

#### 4.1.2 Διαφάνεια και Αυτονομία

Η διαφάνεια και η αυτονομία αποτελεί σημαντικό χαρακτηριστικό που συνδέεται με τη χρήση των NFTs στον κόσμο της τέχνης και της διασκέδασης:

- **Διαφάνεια:** Η τεχνολογία blockchain που υποστηρίζει τα NFTs παρέχει υψηλό βαθμό διαφάνειας. Κάθε συναλλαγή, συμπεριλαμβανομένης της αρχικής αγοράς του NFT, καταγράφεται στο blockchain και είναι προσβάσιμη για το κοινό. Αυτό σημαίνει ότι οι πληροφορίες σχετικά με την ιδιοκτησία ενός NFT, το ιστορικό των συναλλαγών του και η αυθεντικότητα του έργου, είναι διαθέσιμες για επαλήθευση.
- **Αυτονομία:** Οι καλλιτέχνες και οι κάτοχοι NFT έχουν πλήρη αυτονομία όσον αφορά τις αποφάσεις τους. Καθορίζουν τις τιμές των NFTs τους, τους όρους πώλησης και τα δικαιώματα που συνοδεύουν τα έργα τους. Δεν εξαρτώνται από ενδιάμεσους ή εκδότες. Αυτή η αυτονομία δίνει στους δημιουργούς περισσότερο έλεγχο και ευελιξία στη διαχείριση της τέχνης και των έργων τους.
- **Εξάλειψη Περιττής Γραφειοκρατίας:** Η τεχνολογία blockchain απλοποιεί τις διαδικασίες αγοράς και πώλησης των NFTs. Δεν χρειάζεται η ύπαρξη ενδιάμεσων θεσμικών οργάνων ή γραφειοκρατικών διαδικασιών, που συνήθως συνοδεύουν τις παραδοσιακές αγορές τέχνης. Αυτό εξοικονομεί χρόνο και ενισχύει την αποτελεσματικότητα των συναλλαγών.
- **Προστασία των Δικαιωμάτων:** Η χρήση των έξυπνων συμβολαίων εξασφαλίζει την αυστηρή τήρηση των συμφωνηθέντων όρων και των δικαιωμάτων των καλλιτεχνών. Οι όροι της αγοράς, τα ποσοστά από πωλήσεις μεταπωλητών και άλλα συμβατικά στοιχεία προγραμματίζονται και εκτελούνται αυτόματα από τα έξυπνα συμβόλαια, εξασφαλίζοντας τη δίκαιη ανταμοιβή των δημιουργών.

Αυτά τα χαρακτηριστικά καθιστούν τη χρήση των NFTs προσιτή τόσο για τους καλλιτέχνες όσο και για τους αγοραστές, διαμορφώνοντας ένα περιβάλλον όπου η διαφάνεια, η αυτονομία και η προστασία των δικαιωμάτων αποτελούν προτεραιότητες.

#### 4.1.3 Δημιουργική Ελευθερία

Η δημιουργική ελευθερία αποτελεί ένα ακόμα σημαντικό χαρακτηριστικό που συνδέεται με τη χρήση των NFTs στον κόσμο της τέχνης και της διασκέδασης. Αυτή η έννοια αναφέρεται στον βαθμό που τα NFTs ενθαρρύνουν και υποστηρίζουν τη δημιουργική αυτονομία [26] των καλλιτεχνών και των δημιουργών, προσφέροντας τους νέες δυνατότητες και ευκαιρίες. Αναλύοντας αυτήν την έννοια, μπορούν να διακριθούν τα ακόλουθα σημεία:

- Τα NFTs επιτρέπουν στους καλλιτέχνες και τους δημιουργούς να εκφραστούν ελεύθερα χωρίς τους περιορισμούς των παραδοσιακών αγορών. Αυτό ενθαρρύνει τη δημιουργία πρωτοποριακών και πειραματικών έργων, καθώς οι καλλιτέχνες δεν υποχρεούνται να προσαρμόσουν την τέχνη τους στις απαιτήσεις της αγοράς.
- Επιτρέπουν επίσης στους καλλιτέχνες να διαχειρίζονται τα έργα τους σε διάφορα ψηφιακά μέσα, όπως εικόνες, βίντεο, μουσική, ενδυναμώνοντας τη διασυνδυστικότητα της τέχνης. Αυτό επιτρέπει τη δημιουργία ποικίλων πολυμεσικών εμπειριών.
- Καταργούν τον παραδοσιακό διαμεσολαβητή, επιτρέποντας σε νέους καλλιτέχνες και δημιουργούς να αναγνωριστούν και να προβάλλουν τα έργα τους άμεσα στην κοινότητα.
- Τέλος τα NFTs αλλάζουν τον τρόπο λειτουργίας του δημιουργικού κλάδου, ενθαρρύνοντας τη χρήση τεχνολογικών καινοτομιών όπως το blockchain και τα έξυπνα συμβόλαια για τη διαχείριση της τέχνης και των δικαιωμάτων των καλλιτεχνών.

Οι παραπάνω πτυχές της "Δημιουργικής Ελευθερίας" συμβάλλουν στη δυναμική ανανέωση του τομέα της τέχνης και της διασκέδασης, προσφέροντας τόσο στους καλλιτέχνες όσο και στο κοινό νέες δυνατότητες και εμπειρίες.

#### 4.1.4 Παγκόσμιες Εκθέσεις

Οι παγκόσμιες εκθέσεις αποτελούν έναν ακόμα τρόπο με τον οποίο τα NFTs έχουν επηρεάσει τον κόσμο της τέχνης και της διασκέδασης. Γίνεται αναφορά στον τρόπο με τον οποίο καλλιτέχνες και δημιουργοί μπορούν να παρουσιάζουν τα έργα τους σε παγκόσμιο επίπεδο μέσω των NFTs. Εξετάζοντας τις βασικές πτυχές διαπιστώνεται ότι:

- Με τη χρήση των NFTs, οι καλλιτέχνες μπορούν να παρουσιάσουν τα έργα τους σε κοινό από όλον τον κόσμο. Αυτό αποτελεί μια τεράστια αλλαγή σε σχέση με τις παραδοσιακές γκαλερί και εκθέσεις που περιορίζονται σε συγκεκριμένες τοποθεσίες και ανθρώπους.
- Οι συλλέκτες από διάφορα μέρη του κόσμου μπορούν να συμμετέχουν σε πωλήσεις και αγορές NFTs, ανοίγοντας τον δρόμο για τη διαμόρφωση διεθνών συλλογών.
- Οι καλλιτέχνες από διάφορες κουλτούρες και προέλευσης μπορούν να μοιραστούν το έργο τους με παγκόσμιο κοινό, προωθώντας την πολυπολιτισμικότητα και την ανταλλαγή ιδεών.
- Πολλοί καλλιτέχνες έχουν αποκτήσει παγκόσμια αναγνώριση μέσω των NFTs, καθώς τα έργα τους φτάνουν ευρύ κοινό και κερδίζουν φανατικούς συλλέκτες.

Οι παγκόσμιες εκθέσεις μέσω των NFTs ανοίγουν νέους ορίζοντες στον κόσμο της τέχνης και της διασκέδασης, επιτρέποντας σε καλλιτέχνες και κοινό να συνδέονται σε παγκόσμιο επίπεδο με έναν τρόπο που προσφέρει νέες ευκαιρίες και δυνατότητες, αγκαλιάζοντας την τεχνολογία που τα τελευταία χρόνια έχει κάνει τον κόσμο "πιο μικρό".

#### 4.1.5 Κοινότητα και Αλληλεπίδραση

Η κοινότητα και η αλληλεπίδραση αποτελούν ένα σημαντικό κομμάτι της επίδρασης των NFTs στον κόσμο της τέχνης και της διασκέδασης. Αυτή η πτυχή αναφέρεται στον τρόπο με τον οποίο τα NFTs δημιουργούν και ενδυναμώνουν κοινότητες [60] και αλληλεπιδράσεις μεταξύ δημιουργών, συλλεκτών και θαυμαστών. Παρακάτω εξετάζεται πιο αναλυτικά αυτή η αλληλεπίδραση:

- Οι δημιουργοί που δημιουργούν NFTs συχνά σχηματίζουν κοινότητες γύρω από το έργο τους. Μέσω των πλατφόρμων για τα NFT και των κοινωνικών δικτύων, συνδέονται με άλλους δημιουργούς και ανταλλάσσουν ιδέες και εμπειρίες.
- Οι συλλέκτες NFT έχουν την ευκαιρία να αλληλεπιδρούν απευθείας με τους αγαπημένους τους καλλιτέχνες. Μπορούν να αγοράσουν NFTs από τους αγαπημένους τους δημιουργούς και να συζητήσουν μαζί τους σε διάφορα forum , livestreams και εκδηλώσεις.
- Οι καλλιτέχνες και οι δημιουργοί μπορούν να προσφέρουν αποκλειστικό περιεχόμενο στους κατόχους των NFTs τους, προσφέροντάς τους μοναδικές εμπειρίες και προνόμια, κινητοποιώντας το κοινό και δημιουργώντας σύνδεση σε βαθύτερο επίπεδο με τους δημιουργούς
- Συχνά, οι συλλέκτες NFT συμμετέχουν σε κοινότητες που συναντιούνται για να ανταλλάξουν απόψεις, να προτείνουν συναλλαγές και να διοργανώνουν διάφορες εκδηλώσεις.
- Οι δημιουργοί ακόμα, μπορούν να διοργανώνουν διαγωνισμούς δημιουργίας NFT, ή διαγωνισμούς με έπαθλο κάποιο NFT, ενθαρρύνοντας τους οπαδούς να συμμετέχουν και να συνεισφέρουν στο δημιουργικό τους έργο.

Συνοψίζοντας, τα NFTs δεν επηρεάζουν απλώς τον τρόπο που καλλιτέχνες και δημιουργοί πωλούν τα έργα τους αλλά δημιουργούν επίσης δυναμικές κοινότητες και αλληλεπιδράσεις που εμπλουτίζουν τον κόσμο της τέχνης και της διασκέδασης.

#### 4.1.6 Οικονομική Διάσταση

Η οικονομική αξία των NFTs αποτελεί ακόμα έναν σημαντικό παράγοντα που έχει επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή η τέχνη, η διασκέδαση και η ανταλλαγή αγαθών στον ψηφιακό κόσμο. Η οικονομική αξία των NFTs σχετίζεται με τους παρακάτω παράγοντες.

- Αξία Έργων Τέχνης: Τα NFTs έχουν ανατρέψει την παραδοσιακή αξιολόγηση των έργων τέχνης. Καλλιτέχνες μπορούν τώρα να δημιουργούν ψηφιακά έργα και να τα πουλάνε ως NFTs, αξιοποιώντας την αρχή της περιορισμένης προσφοράς και της ζήτησης. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε υψηλές τιμές για τα αντικείμενα τέχνης, ενισχύοντας την οικονομική αξία τους.
- Κερδοφορία για Καλλιτέχνες: Οι καλλιτέχνες μπορούν να λαμβάνουν μερίδιο από τις πωλήσεις των NFTs τους σε κάθε ανταλλαγή και όχι μόνο στην πρώτη. Αυτό δημιουργεί μια νέα πηγή εσόδων για τους δημιουργούς και ενθαρρύνει την παραγωγή περισσότερου ψηφιακού περιεχομένου.
- Επενδυτική Αξία: Πολλοί άνθρωποι αγοράζουν NFTs ως επενδυτικά αγαθά, ελπίζοντας ότι η αξία τους θα αυξηθεί με τον χρόνο. Αυτό έχει δημιουργήσει μια οικονομική αγορά όπου τα NFTs αγοράζονται και πωλούνται με βάση την αναμενόμενη απόδοσή τους.
- Εμπορική Χρησιμότητα: Ορισμένα NFTs, όπως οι εικονικές κάρτες σε βιντεοπαιχνίδια ή τα συλλεκτικά αντικείμενα σε εφαρμογές εικονικού κόσμου, έχουν εμπορική χρησιμότητα μέσα στα αντίστοιχα παιχνίδια και εφαρμογές. Οι παίκτες μπορούν να τα αγοράσουν για να βελτιώσουν την εμπειρία τους.

Συνολικά, η οικονομική αξία των NFTs αντικατοπτρίζει την αλλαγή των διαπραγματευτικών συνθηκών και την εξέλιξη των ψηφιακών αγορών, δίνοντας στους καλλιτέχνες, τους δημιουργούς

και τους επενδυτές νέες ευκαιρίες και προκαλώντας αναταραχές στον παγκόσμιο πολιτισμό και την οικονομία.

## 4.2 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΩΝ

Η παρακάτω μελέτη περιπτώσεων είναι ένας σημαντικός τρόπος για να γίνει κατανοητό πως λειτουργούν τα NFTs στον κόσμο της ψυχαγωγίας. Γίνεται αναφορά σε αξιοσημείωτες περιπτώσεις που αξίζει να μελετηθούν.

### 4.2.1 NBA TopShot

Το NBA Top Shot [45] είναι μια πλατφόρμα που επιτρέπει στους χρήστες να αγοράζουν, να πωλούν και να ανταλλάσσουν συλλεκτικά στιγμιότυπα από αγώνες του NBA ως NFTs. Η πλατφόρμα έχει κερδίσει τη δημοτικότητα και το ενδιαφέρον των fans του μπάσκετ και των συλλεκτών στον ψηφιακό κόσμο. Οι λόγοι που το NBA Top Shot έχει γίνει τόσο επιτυχημένο είναι οι εξής:

- **Συλλεκτική Αξία:** Κάθε στιγμιότυπο που κυκλοφορεί στο NBA Top Shot είναι μοναδικό και ο αριθμός των αντιτύπων του είναι περιορισμένος, προσδίδοντάς του μια συλλεκτική αξία. Οι φίλοι του μπάσκετ μπορούν να αποκτήσουν στιγμιότυπα από τους αγαπημένους τους παίκτες και στιγμές του NBA.
- **Διαφάνεια και Αυθεντικότητα:** Το blockchain χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει τη διαφάνεια και την αυθεντικότητα των στιγμιότυπων. Κάθε NFT αποθηκεύεται στο blockchain, διασφαλίζοντας την προέλευση και την ακρίβεια του συλλεκτικού στοιχείου.
- **Κοινότητα:** Το NBA Top Shot έχει δημιουργήσει μια ενεργή κοινότητα φίλων του μπάσκετ και συλλεκτών. Οι χρήστες συναλλάσσονται, συζητούν και μοιράζονται τις εμπειρίες τους στην πλατφόρμα.
- **Οικονομικές Ευκαιρίες:** Ορισμένα στιγμιότυπα έχουν πουληθεί σε υψηλές τιμές, δημιουργώντας οικονομικές ευκαιρίες για τους συλλέκτες. Οι συναλλαγές συχνά περιλαμβάνουν αγορές και πωλήσεις με κόστος χιλιάδων δολαρίων.
- **Συνεργασίες με το NBA:** Το NBA Top Shot έχει συνεργαστεί επίσημα με το NBA, προσφέροντας γνήσια στιγμιότυπα από τα παιχνίδια του NBA. Αυτό έχει δώσει στην πλατφόρμα επιπλέον αξιοπιστία και δημοτικότητα.



**Εικόνα 4.1.** Το NBA Top Shot [61]

Το NBA Top Shot αποτελεί ένα παράδειγμα του πως τα NFTs μπορούν να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται και αλληλεπιδρούν με τα αγαπημένα τους στοιχεία του ψηφιακού κόσμου, δημιουργώντας νέες εμπειρίες και ευκαιρίες για τους φίλους του αθλητισμού και των συλλεκτικών αντικειμένων.

#### **4.2.2 Kings of Leon Άλμπουμ**

Το Αμερικανικό ροκ συγκρότημα Kings of Leon, σε συνεργασία με την εταιρεία τεχνολογίας Yellowheart, δημιούργησε δύο διαφορετικές κατηγορίες NFTs.

Η πρώτη κατηγορία NFT που δημιουργήθηκε, ήταν μία αποκλειστική έκδοση του νέου τους άλμπουμ, "When You See Yourself" και ήταν διαθέσιμο για περιορισμένο χρονικό διάστημα στην ιστοσελίδα της Yellowheart.

Η δεύτερη κατηγορία NFT που δημιούργησαν, παρέχει στους κατόχους τους εφ'όρου ζωής προνόμια στις συναυλίες της μπάντας, όπως ελεύθερη είσοδο και θέσεις στην πρώτη σειρά. Δημιουργήθηκαν μόνο έξι (6) NFT αυτής της κατηγορίας, καθιστώντας τα ακόμα σπανιότερα και πιο επιθυμητά από τους fans της μπάντας. [25]

Η πώληση εισιτηρίων σε συναυλίες, καθώς και η πώληση άλμπουμ ως NFTs από τους Kings of Leon, άνοιξε τον δρόμο σε πολλούς μουσικούς καλλιτέχνες να εξερευνήσουν τον κόσμο των NFTs. Η καλλιτεχνική ελευθερία καθώς και η έλλειψη ανησυχίας για την μη εξουσιοδοτημένη χρήση της μουσικής τους, είναι από τα σημαντικά προνόμια των NFTs τα οποία προσελκύουν τους καλλιτέχνες.



#### 4.2.3 Decentraland

Το Decentraland είναι ένας εικονικός κόσμος βασισμένος στην τεχνολογία blockchain και τα NFTs. Οι χρήστες μπορούν να αγοράσουν, να πουλήσουν και να διαχειριστούν ακίνητη περιουσία στον κόσμο του Decentraland, χρησιμοποιώντας τα NFTs ως αποδεικτικά στοιχεία για την κατοχή και τη διακίνηση της περιουσίας τους, να μπορούν να εξερευνήσουν τον εικονικό κόσμο του Decentraland, να αλληλεπιδράσουν με άλλους χρήστες και να δημιουργήσουν τα δικά τους περιεχόμενα και εφαρμογές. Κάθε κομμάτι γης στον κόσμο του Decentraland είναι ένα περιουσιακό στοιχείο NFT και οι χρήστες μπορούν να το διαμορφώσουν σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους. Το Decentraland έχει δημιουργήσει ένα οικοσύστημα όπου τα NFTs διαδραματίζουν κεντρικό ρόλο στη δημιουργία, την εμπειρία και την ανταλλαγή περιεχομένου. Οι χρήστες μπορούν επίσης να συμμετέχουν σε διάφορες δραστηριότητες και εκδηλώσεις, συχνά με χρήση NFTs ως εισιτηρίων ή ανταμοιβής, αποτελώντας ένα παράδειγμα για το πως τα NFTs ενσωματώνονται στους εικονικούς κόσμους και τους επιτρέπουν να αποκτήσουν πραγματική κυριότητα στον ψηφιακό χώρο.



Εικόνα 4.2. Ο εικονικός κόσμος Decentraland [37]

#### 4.2.4 NFTs στην μόδα

Κορυφαίες εταιρείες μόδας, έχοντας κατανοήσει την προοπτική των NFTs, επενδύουν στην καινοτομία και την εμπορικοποίηση των εικονικών κόσμων. Η εταιρία RTFKT, η οποία δημιουργεί ψηφιακά αθλητικά παπούτσια και ρούχα ως NFTs για εικονικούς κόσμους, αγοράστηκε από την Nike με σκοπό την επιτάχυνση της εισαγωγής της στους ψηφιακούς κόσμους. Διάφορα μοναδικά προϊόντα ενδυμασίας δημιουργούνται ως NFTs, τα οποία εκτός από μια στρατηγική μάρκετινγκ, προσφέρουν και άλλες εμπειρίες στους χρήστες, όπως εικονικές εκθέσεις ή επιδείξεις μόδας. Επίσης, άλλες μάρκες όπως η Dolce & Gabbana και η Tiffany, έχουν ασχοληθεί με τον τομέα των NFTs στους εικονικούς κόσμους. [43]

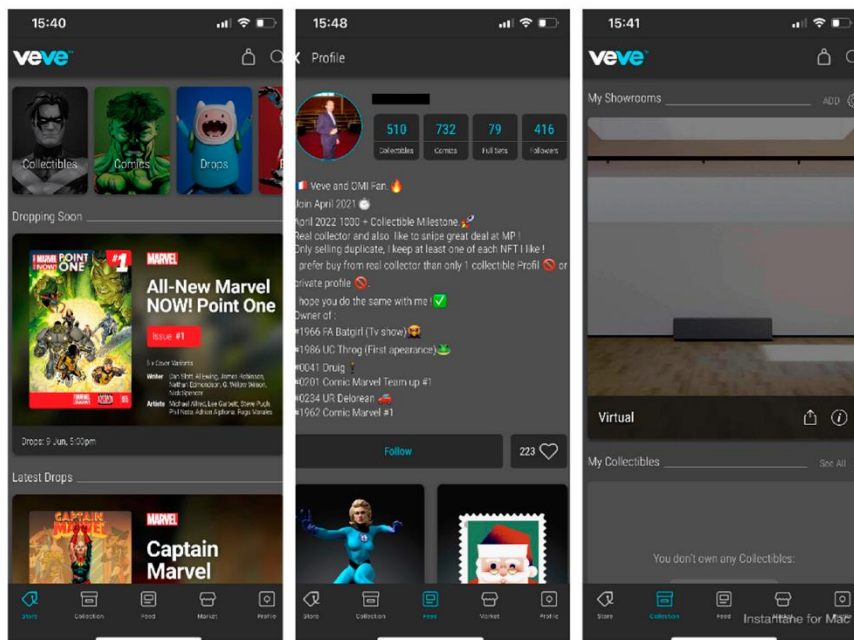
#### 4.2.5 NFTs σε εκδόσεις και κόμικς

Η Marvel και η DC, οι δύο μεγαλύτερες εταιρείες εκδόσεων κόμικς, έχουν υιοθετήσει τα NFTs στα πλαίσια των στρατηγικών τους για να συνδεθούν με τους θαυμαστές τους και να ενισχύσουν την αξία του ψηφιακού τους περιεχομένου.

Η Marvel, σε συνεργασία με την εφαρμογή VeVe, παρουσιάζει τα NFTs σε μορφή τευχών κόμικς, που περιλαμβάνουν δημοφιλείς χαρακτήρες και σημαντικές στιγμές. Αξιοσημείωτο είναι ότι αυτά τα τεύχη κόμικς έρχονται με πολλαπλές εκδόσεις εξωφύλλων, που αποτελεί στροφή από την παραδοσιακή ψηφιακή μορφή κόμικς. Αυτά τα εξώφυλλα κατηγοριοποιούνται σε κατηγορίες όπως "κοινά," "σπάνια," "ασυνήθιστα," "υπερσπάνια," και "μυστικά σπάνια". Επίσης, η Marvel έχει δημιουργήσει "Artist Proof" NFTs, τα οποία είναι αποκλειστικά εξώφυλλα που δημιουργούνται από γνωστούς καλλιτέχνες για υπάρχοντα κόμικς. Αυτά τα έργα είναι παντελώς μοναδικά και κρατούν σημαντική αξία.

Από την άλλη, η DC Comics παρέχει NFTs στα μέλη της DC FanDome και στους θαυμαστές τους στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης. Αυτά τα NFTs εμπεριέχουν διάφορα ψηφιακά συλλεκτικά, όπως κόμικς, φιγούρες, και άλλα, με πρωταγωνιστές δημοφιλείς χαρακτήρες της DC. Όπως και της Marvel, τα NFTs της DC περιλαμβάνουν στοιχεία σπανιότητας και αποκλειστικότητας, προσθέτοντας αξία σε αυτά τα ψηφιακά αγαθά.

Η περιορισμένη διαθεσιμότητα και η εισαγωγή των επιπέδων σπανιότητας προσομοιάζουν τη φύση των συλλεκτικών φυσικών κόμικς και άλλων αντικειμένων, επιτρέποντας στους θαυμαστές να αλληλεπιδρούν με τους αγαπημένους τους χαρακτήρες και ιστορίες με ένα νέο ψηφιακό τρόπο, ενώ ενδεχομένως να κατέχουν αξιότιμα ψηφιακά αγαθά περιορισμένης έκδοσης. [55]



Εικόνα 4.3. Η εφαρμογή VeVe [55]

## 5 ΤΑ NFTs ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΤΟΥ GAMING

---

Το πέμπτο κεφάλαιο της παρούσας διατριβής επικεντρώνεται στον δυναμικό ρόλο που διαδραματίζουν τα NFTs στον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών [42]. Καθώς το gaming αποτελεί έναν από τους πλέον δημοφιλείς και αναπτυσσόμενους τομείς της ψηφιακής ψυχαγωγίας, η ενσωμάτωση των NFTs έχει προσφέρει νέες δυνατότητες και προοπτικές για τους παίκτες, τους δημιουργούς και την βιομηχανία του gaming συνολικά.

Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο τα NFTs έχουν αλλάξει τον τρόπο που αλληλεπιδρούν οι παίκτες με το περιεχόμενο και τα αντικείμενα μέσα στο παιχνίδι, προσφέροντας τους πρόσβαση σε συλλεκτικά αντικείμενα και ενθαρρύνοντας τους να επενδύουν χρόνο και πόρους σε αυτά, αφού προσφέρουν νέες δυνατότητες και αξία στον ψηφιακό κόσμο. Επίσης, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο τα NFTs έχουν παράξει νέες ευκαιρίες για τους δημιουργούς παιχνιδιών, επιτρέποντάς τους να κατασκευάσουν και να προωθήσουν συλλεκτικά αντικείμενα στην κοινότητα των παικτών.

Επιπλέον, εξετάζονται τυχόν προκλήσεις και ανησυχίες που προκύπτουν από την ενσωμάτωση των NFTs στον κόσμο του gaming, συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων όπως η ασφάλεια, η οικονομική διαφάνεια και η επίδραση στην εμπειρία του παίκτη. Με αυτήν την ανάλυση, αναδεικνύονται οι τρόποι με τους οποίους τα NFTs έχουν ανοίξει νέες προοπτικές και προκλήσεις σε έναν από τους πιο δυναμικούς τομείς της ψηφιακής ψυχαγωγίας.

### 5.1 ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ ΤΩΝ NFTs ΣΤΑ ΒΙΝΤΕΟΠΑΙΧΝΙΔΙΑ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΕΙΚΟΝΙΚΟΥΣ ΚΟΣΜΟΥΣ

Η ενσωμάτωση των NFTs στα βιντεοπαιχνίδια και τους εικονικούς κόσμους έχει ανοίξει έναν εντελώς νέο κόσμο ευκαιριών για τους παίκτες, επιτρέποντάς τους να αποκτήσουν και να κατέχουν μοναδικά και συλλεκτικά αντικείμενα εντός του παιχνιδιού, όπως ψηφιακούς χαρακτήρες, ειδικά εξοπλισμένα αντικείμενα, ή ακόμα και ολόκληρα κτίρια ή και εκτάσεις γης. Αυτά τα αντικείμενα είναι μοναδικά και ανήκουν αποκλειστικά στους κατόχους τους, κάνοντάς τους να ξεχωρίζουν μέσα στο παιχνίδι που παίζουν.

Οι εικονικοί κόσμοι είναι περιβάλλοντα δημιουργημένα για τους παίκτες, όπου μπορούν να αλληλεπιδρούν, να ανακαλύπτουν, και να αναπτύξουν τους χαρακτήρες τους. Με τη χρήση των NFTs, αυτοί οι εικονικοί κόσμοι γίνονται ακόμη πιο μοναδικοί και προσφέρουν πιο εξατομικευμένες εμπειρίες στους παίκτες. Οι παίκτες μπορούν να αγοράσουν, να πουλήσουν και να ανταλλάξουν NFTs σε αυτούς τους κόσμους, δημιουργώντας μια πραγματική οικονομία εντός του περιβάλλοντος του παιχνιδιού.

Επιπλέον, οι εταιρείες παιχνιδιών έχουν αναγνωρίσει την αξία των NFTs και δημιουργούν ολοένα και περισσότερα παιχνίδια που χρησιμοποιούν την τεχνολογία του blockchain, δίνοντας στους παίκτες τη δυνατότητα να απολαμβάνουν περισσότερο το παιχνίδι και να επωφελούνται από την αυξημένη αξία των εικονικών αγαθών που κατέχουν.

Τα NFTs χρησιμοποιούνται ως ενδο-παιχνιδιακά αντικείμενα [44] με διάφορους τρόπους, ενισχύοντας την εμπειρία των παικτών και δημιουργώντας νέες δυνατότητες στον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών, με τους παίκτες να μπορούν να αγοράσουν μοναδικά NFTs που αντιστοιχούν σε εξατομικευμένα αντικείμενα ή χαρακτήρες εντός του παιχνιδιού. Αυτά τα αντικείμενα μπορεί να διαφέρουν σε εμφάνιση, ικανότητες ή άλλα χαρακτηριστικά. Πολλά παιχνίδια

δημιουργούν συλλεκτικές σειρές NFTs που συγκεντρώνονται από τους παίκτες. Αυτές οι σειρές μπορεί να περιλαμβάνουν διάφορα επίπεδα σπανιότητας ή άλλες παραλλαγές, προσφέροντας ανταμοιβή στους συλλέκτες που ολοκληρώνουν ολόκληρες σειρές. Μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν για να προσφέρουν εξατομικευμένες εμπειρίες παιχνιδιού. Για παράδειγμα ένας παίκτης με ένα συγκεκριμένο NFT μπορεί να έχει πρόσβαση σε ένα μοναδικό επίπεδο ή περιοχή στο παιχνίδι που δεν είναι διαθέσιμο για τους υπόλοιπους παίκτες. Οι παίκτες μπορούν να αγοράζουν και να πωλούν τα NFTs μέσα σε ειδικές αγορές, δημιουργώντας μια πραγματική οικονομία γύρω από τα ενδο-παιχνιδιακά αντικείμενα. Επίσης, οι παίκτες μπορούν να εξάγουν οικονομική αξία από τις αγορές και τις συναλλαγές των NFTs τους, ενώ μπορούν ακόμα να συμμετέχουν σε κοινότητες που εστιάζουν στα NFTs, να ανταλλάσσουν συμβουλές, να προωθούν τα αντικείμενά τους και να συμμετέχουν σε διαγωνισμούς και εκδηλώσεις που σχετίζονται με τα NFTs.

## 5.2 CASE STUDIES ΓΙΑ ΧΡΗΣΗ NFTs ΣΕ GAMING

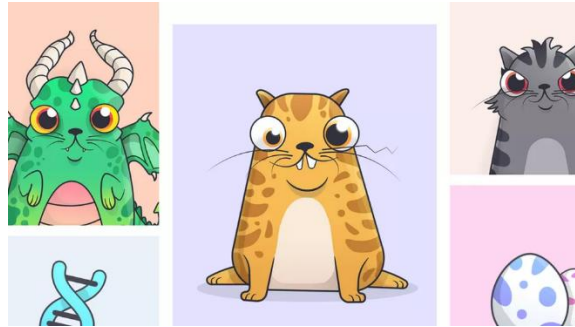
Παρακάτω παρουσιάζονται κάποια από τα δημοφιλέστερα παιχνίδια τα οποία έχουν υιοθετήσει την τεχνολογία των NFTs. Τα παιχνίδια αυτά έχουν δημιουργήσει μια νέα προσέγγιση στον κόσμο του gaming και της τεχνολογίας blockchain και θα παρουσιαστεί πως οι παίκτες μπορούν να αποκτήσουν και να διαχειριστούν ψηφιακά αγαθά με αξία, να εμπλακούν σε οικονομικές συναλλαγές μέσα στον κόσμο των παιχνιδιών και να δημιουργήσουν μια ξεχωριστή εμπειρία gaming.

### 5.2.1 CryptoKitties

Τα CryptoKitties [23] είναι ένα από τα πρώτα και πιο διάσημα παραδείγματα του πως τα NFTs έχουν εφαρμοστεί στον κόσμο των παιχνιδιών. Πρόκειται για μια εφαρμογή βασισμένη στο Ethereum blockchain που επιτρέπει στους χρήστες να αγοράζουν, να πωλούν και να αναπαράγουν ψηφιακές γάτες, κάθε μία από τις οποίες αποτελεί ένα μοναδικό NFT.

Τα κύρια στοιχεία της επιτυχίας των CryptoKitties είναι τα εξής:

- **Μοναδικότητα:** Κάθε CryptoKitty αποτελεί ένα μοναδικό ψηφιακό αντικείμενο με δικά του γνωρίσματα και γενετικό κώδικα, καθιστώντας κάθε γάτα μοναδική. Οι σπανιότερες ή οι γάτες με τα καλύτερα χαρακτηριστικά, είναι και πιο περιζήτητες από τους συλλέκτες.
- **Δημιουργικότητα:** Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν νέες γάτες με τον συνδυασμό των γονιδίων των υπάρχοντων CryptoKitties, προσθέτοντας έναν παράγοντα δημιουργικότητας στο παιχνίδι.
- **Κοινότητα:** Οι χρήστες των CryptoKitties έχουν δημιουργήσει μια ενεργή και αφοσιωμένη κοινότητα. Συναλλάσσονται μεταξύ τους, συμμετέχουν σε διαγωνισμούς ομορφιάς και συζητούν για το παιχνίδι σε forums και κοινωνικά μέσα.
- **Προστασία Πνευματικών Δικαιωμάτων:** Οι δημιουργοί των CryptoKitties εισήγαγαν ένα σύστημα προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων για τις γάτες τους, καθιστώντας δύσκολη αν όχι αδύνατη την αντιγραφή και την παραποίηση τους.
- **Αξία:** Ορισμένα CryptoKitties, κυρίως οι γάτες με τα καλύτερα γονίδια, πωλούνται σε υψηλές τιμές σε δημοπρασίες, δημιουργώντας μια αξία γύρω από τα NFTs αυτού του είδους.



Εικόνα 5.1. CryptoKitties [6]

Οι CryptoKitties αντιπροσωπεύουν ένα παράδειγμα του πως τα NFTs μπορούν να δημιουργήσουν νέες ευκαιρίες στον χώρο του gaming και της ψηφιακής τέχνης, καθώς και να ενισχύσουν τη συλλογή και την ανταλλαγή συλλεκτικών αντικειμένων στον ψηφιακό κόσμο.

### 5.2.2 Axie Infinity

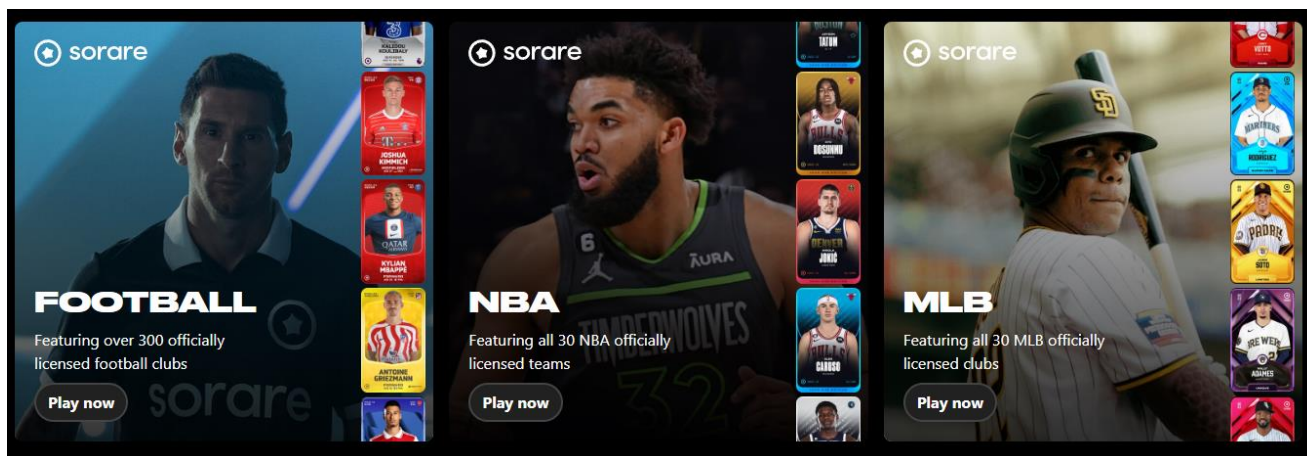
Το Axie Infinity είναι ένα δημοφιλές παιχνίδι ρόλων που χρησιμοποιεί τεχνολογία NFT. Δημιουργήθηκε από την Sky Mavis το 2018 και αποτελεί ένα από τα πιο επιτυχημένα παιχνίδια που χρησιμοποιούν την τεχνολογία αυτή. Οι παίκτες συλλέγουν και εκπαιδεύουν ψηφιακά πλάσματα, τα "Axies," τα οποία αποτελούν μοναδικά NFTs, με δικά τους χαρακτηριστικά. Εκπαιδεύοντάς τα, ανεβάζουν τα στατιστικά των Axies, κάνοντας τα πολυτιμότερα στην αγορά ή με καλύτερα γονίδια. Αναπτύσσουν διάφορες στρατηγικές για αγώνες και κάνουν ανταλλαγές με άλλους παίκτες. Το Axie Infinity δεν περιορίζεται σε ένα απλό παιχνίδι. Οι χρήστες μπορούν να κερδίσουν κρυπτονομίσματα SLP, παίζοντας αγώνες και νικώντας, καθώς και να συμμετέχουν στην αγορά Axie, όπου τα Axies μπορούν να αγοραστούν και να πωληθούν ως NFTs. Αυτή η οικονομία έχει δημιουργήσει ευκαιρίες απασχόλησης και εισοδήματος για πολλούς παίκτες, ιδίως σε αναπτυσσόμενες χώρες. [40]



Εικόνα 5.2. Το παιχνίδι Axie Infinity [5]

### 5.2.3 Sorare

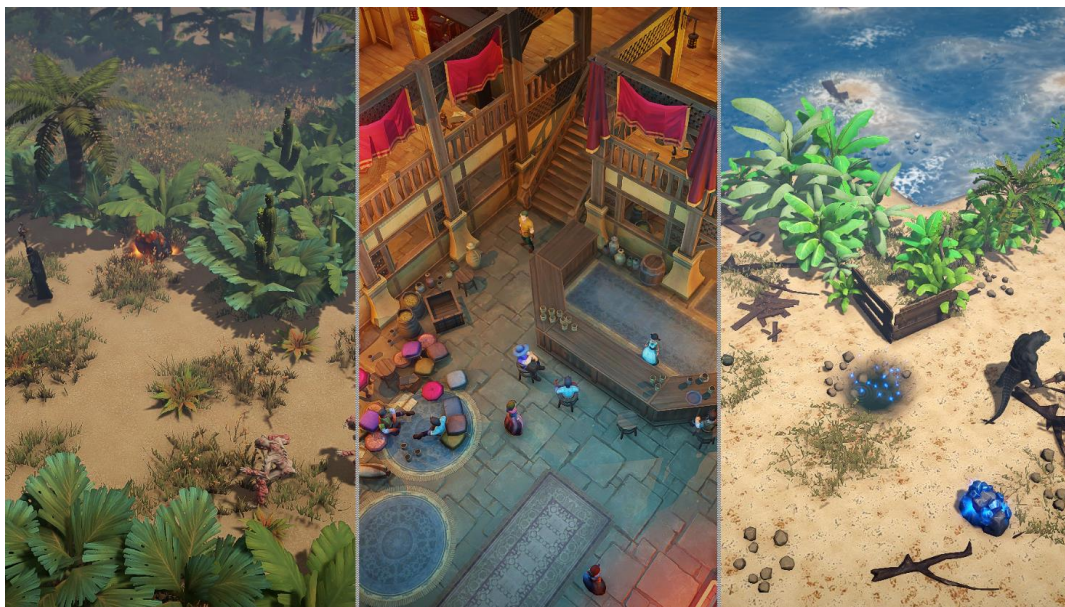
Το Sorare είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα παιχνιδιού φαντασίας ποδοσφαίρου, μπάσκετ και μπέιζμπολ που βασίζεται στην τεχνολογία των NFTs. Δημιουργήθηκε το 2018 και αποτελεί μια από τις πρώτες πλατφόρμες που ενσωμάτωσε τα NFTs στον χώρο των αθλητικών παιχνιδιών. Διαθέτει επίσημη συνεργασία με κάποια από τα μεγαλύτερα πρωταθλήματα του ποδοσφαίρου, καθώς και με το NBA και το MLB, τα ευρέως δημοφιλέστερα πρωταθλήματα μπάσκετ και μπέιζμπολ αντίστοιχα. Οι παίκτες δημιουργούν τη δική τους ομάδα φαντασίας, επιλέγοντας αθλητές από όλο τον κόσμο. Κάθε αθλητής αντιπροσωπεύεται από μία μοναδική NFT κάρτα, η οποία καταγράφει στοιχεία όπως τις επιδόσεις του στο πραγματικό άθλημα. Οι παίκτες συμμετέχουν σε διαφορετικούς αγώνες, διαγωνισμούς και τουρνουά, κερδίζοντας βαθμούς ανάλογα με τις επιδόσεις των παιχνιδιών των πραγματικών αθλητών. Τα NFTs αυξάνουν τη συλλεκτική αξία του παιχνιδιού, καθώς οι παίκτες μπορούν να ανταλλάσσουν και να πωλούν τις κάρτες τους στην αγορά NFT. Το Sorare έχει κερδίσει αναγνώριση για τον τρόπο που συνδυάζει τα αθλήματα, τα NFTs και τον διασκεδαστικό ανταγωνισμό. Έχει προσελκύσει εκατοντάδες χιλιάδες χρήστες από όλο τον κόσμο και έχει δημιουργήσει μια ζωντανή κοινότητα που ανταλλάσσει NFTs και ανταγωνίζεται για τα καλύτερα αποτελέσματα στο παιχνίδι. [54]



Εικόνα 5.3. Το παιχνίδι Sorare [54]

### 5.2.4 Lost Relics

Το Lost Relics είναι ένα παιχνίδι ρόλων και περιπέτειας που χρησιμοποιεί την τεχνολογία των NFTs για να ενισχύσει την αλληλεπίδραση των παικτών με τον εικονικό κόσμο και τα αντικείμενα του παιχνιδιού. Το παιχνίδι δημιουργήθηκε από ανεξάρτητους προγραμματιστές και αναπτύσσεται σε μια ανοιχτή και αποκεντρωμένη πλατφόρμα με τους παίκτες να αναλαμβάνουν το ρόλο των ηρώων που εξερευνούν μια μυστηριώδη νήσο, καταδιώκοντας τέρατα και συλλέγοντας θησαυρούς. Το ξεχωριστό χαρακτηριστικό του παιχνιδιού είναι η χρήση των NFTs για τα αντικείμενα και τον εξοπλισμό των χαρακτήρων. Κάθε αντικείμενο στο παιχνίδι είναι ένα μοναδικό NFT, με δικά του χαρακτηριστικά, ικανότητες και ιστορία. Οι παίκτες μπορούν να ανταλλάξουν, να πουλήσουν και να αγοράσουν αυτά τα NFTs σε αγορές εκτός του παιχνιδιού. Ο συνδυασμός των NFTs με τον εικονικό κόσμο του Lost Relics δίνει στους παίκτες την αίσθηση της πραγματικής και μοναδικής κατοχής των αντικειμένων τους. Επιπλέον, το παιχνίδι ενθαρρύνει τη συνεργασία και τον ανταγωνισμό μεταξύ των παικτών, καθώς τα NFTs μπορούν να επηρεάσουν την επιτυχία και την εμπειρία τους στον κόσμο του παιχνιδιού. [31]



Εικόνα 5.4. Το παιχνίδι Lost Relics [31]

### 5.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ NFTs ΣΤΟ GAMING

Τα NFTs έχουν τη δυναμική επίδραση να αλλάξουν τον κόσμο των βιντεοπαιχνιδιών σε πολλά επίπεδα. Αρχικά, τα ενδο-παιχνιδιακά αντικείμενα και η εξατομίκευση που προσφέρουν τα NFTs ανοίγουν νέους ορίζοντες στον χώρο των βιντεοπαιχνιδιών, επιτρέποντας στους παίκτες να αποκτήσουν μοναδικά και σπάνια εικονικά αντικείμενα. Αυτά τα αντικείμενα μπορεί να είναι από όπλα και αντικείμενα εξοπλισμού μέχρι ειδικές εκδόσεις χαρακτήρων και οχημάτων, ανάλογα με το παιχνίδι, ενώ είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα αντικείμενα είναι πραγματικά σπάνια και αναγνωρίζονται ως μοναδικά στο blockchain, δίνοντας την αίσθηση της συλλογής και της ιδιαιτερότητας. Οι παίκτες ακόμα μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα NFTs για να εξατομικεύσουν την εμπειρία τους στα βιντεοπαιχνίδια, όπως για παράδειγμα να επηρεάσουν την εξέλιξη του παιχνιδιού μέσω των αντικειμένων τους, προσθέτοντας μια πιο προσωπική διάσταση στην εμπειρία παιχνιδιού.

Όμως, τα NFTs έχουν προκαλέσει αρκετές ανησυχίες στη βιομηχανία των βιντεοπαιχνιδιών. Οι ανησυχίες αφορούν κυρίως τον τομέα της ασφάλειας και της προστασίας, συμπεριλαμβανομένου του κινδύνου απάτης με ψεύτικα NFTs και απάτες phishing που μπορούν να ξεγελάσουν παίκτες και συλλέκτες, προκαλώντας οικονομικές απώλειες. Επιπλέον, υπάρχει ο κίνδυνος να διαρρεύσουν τα πορτοφόλια NFT σε χάκερς, με αποτέλεσμα να κλαπούν πολύτιμα αντικείμενα στο παιχνίδι ή τα ίδια τα NFTs, αφαιρώντας από τους παίκτες την ψηφιακή τους περιουσία.

Ένα άλλο ζήτημα αφορά τον αποκλεισμό κάποιων παικτών από τις κοινότητες των παιχνιδιών. Τα υψηλής αξίας NFTs μπορεί να χορηγήσουν μοναδικά πλεονεκτήματα ή εμπειρίες σε ορισμένους παίκτες, δημιουργώντας αποκλειστικές κοινότητες μέσα στον κόσμο των παιχνιδιών. Αυτή η αποκλειστικότητα, η οποία οφείλεται στο απαγορευτικά υψηλό κόστος απόκτησης αυτών των αγαθών, έχει ως αποτέλεσμα να αποκλείει άλλους παίκτες που δεν μπορούν να ανταποκριθούν στο κόστος τους. Ως αποτέλεσμα, αυτοί οι οικονομικοί φραγμοί περιορίζουν τη συμμετοχή μιας ευρύτερης κοινότητας παικτών.

Το τελευταίο ζήτημα σχετίζεται με την ιδιοκτησία και τον έλεγχο. Ενώ τα NFTs στοχεύουν στο να δώσουν στους παίκτες κυριότητα στο παιχνίδι, η τελική ισχύς εξακολουθεί να ανήκει στους δημιουργούς και τους προγραμματιστές του παιχνιδιού. Αυτοί διατηρούν τη δύναμη να τροποποιούν τους κανόνες του παιχνιδιού, να αλλάζουν τα χαρακτηριστικά των αγαθών στο παιχνίδι ή ακόμη και να το καταργήσουν ολοκληρωτικά, με δυνητικές επιπτώσεις στην αξία των NFTs.

Επιπλέον, τα NFTs μπορεί να αλλάξουν την δυναμική του παιχνιδιού, παρέχοντας ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα σε εκείνους που διαθέτουν ισχυρά NFTs, με πιθανό αποτέλεσμα να αποσπαστεί η προσοχή των παικτών από την βασική εμπειρία παιχνιδιού εξαιτίας της εμπορίας των αγαθών. Το νομικό και ρυθμιστικό τοπίο παραμένει αβέβαιο, με νομικά και ρυθμιστικά ζητήματα που δεν έχουν καθοριστεί με σαφήνεια, δημιουργώντας πρόσθετη πολυπλοκότητα στον τομέα των NFT.



## 6 ΤΑ NFTS ΣΕ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΑ ΠΕΡΙΟΥΣΙΑΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Τον τελευταίο καιρό, ένας τομέας που έχει αρχίσει να επηρεάζεται σημαντικά από την εμφάνιση των NFTs είναι τα πραγματικά περιουσιακά στοιχεία. Αυτό το φαινόμενο αναλύεται στο Κεφάλαιο 6, με τα πραγματικά περιουσιακά στοιχεία, ως ψηφιακά αντικείμενα, να περιλαμβάνουν μια ευρεία γκάμα αγαθών, από ακίνητα και αυτοκίνητα μέχρι αντικείμενα πολυτελείας και προσωπικές συλλογές. Η αξία αυτών των περιουσιακών στοιχείων είναι συχνά σημαντική για τους ιδιοκτήτες τους, και η εμφάνιση των NFTs έχει ανοίξει νέους ορίζοντες στην αξιοποίηση, ανταλλαγή και διαχείριση αυτών των περιουσιακών στοιχείων [18]. Θα εξεταστεί πως τα NFTs έχουν αρχίσει να ενσωματώνονται σε πραγματικά περιουσιακά στοιχεία, όπως είναι η αγορά και πώληση ακινήτων με ψηφιακά πιστοποιητικά, η δημιουργία ψηφιακών συλλογών αντικειμένων πολυτελείας, και η διαχείριση πνευματικής ιδιοκτησίας. Θα εξεταστούν τέλος οι προκλήσεις και τα οφέλη αυτής της εξέλιξης, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο αλλάζει το τοπίο των πραγματικών περιουσιακών στοιχείων στην εποχή των NFTs.

Ο όρος Digital Twin (DT) χρησιμοποιείται για την αντιστοίχιση ενός ψηφιακού αντιγράφου, δηλαδή ενός NFT, με ένα αντικείμενο του πραγματικού κόσμου. Η αντιστοίχιση αυτή δεν περιορίζεται μόνο στα χαρακτηριστικά του φυσικού αντικειμένου, αλλά και στην συμπεριφορά του. Ο σκοπός της δημιουργίας των DT είναι η διευκόλυνση της διαχείρισης, της παρακολούθησης και του ελέγχου του αντικειμένου. Μέσω της ακριβούς αντιγραφής, οι DTs παρέχουν ένα εξαιρετικά ρεαλιστικό περιβάλλον για την ανάπτυξη, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση των αντικειμένων συμπεριλαμβάνοντας και τη διαχείριση των NFTs ως μοναδικές ψηφιακές αντιστοιχίες. [56]

Η χρήση των NFTs στον τομέα της φυσικής ιδιοκτησίας και ο εμπορικός ρόλος τους, φέρνει μαζί τόσο προκλήσεις όσο και ευκαιρίες που έχουν ευρύ φάσμα επιπτώσεων. Αρχικά, μια από τις βασικές προκλήσεις είναι η αξιολόγηση της πραγματικής αξίας των αγαθών που αντιπροσωπεύονται από NFTs, καθώς αυτά καθιστούν δυνατή την ψηφιοποίηση διαφόρων περιουσιακών στοιχείων, όπως έργα τέχνης, ακίνητα και αντικείμενα συλλογής, η πραγματική αξία και αυθεντικότητα των οποίων πρέπει να εξεταστεί με προσοχή.



**Εικόνα 6.1.** Ταύτιση των NFTs με πραγματικά περιουσιακά στοιχεία [8]

Οι εμπορικές συναλλαγές που γίνονται με τη χρήση NFTs πρέπει να βασίζονται σε ακριβείς και αντικειμενικές εκτιμήσεις των περιουσιακών αξιών. Τα NFTs μπορούν να δημιουργήσουν νέους

τρόπους διαχείρισης, ανταλλαγής και εκμετάλλευσης της φυσικής ιδιοκτησίας, όπως για παράδειγμα, μπορούν να δημιουργήσουν ψηφιακά αποτυπώματα που συνοδεύουν τα φυσικά αγαθά, επιτρέποντας την εύκολη πιστοποίηση της αυθεντικότητας και την εξακρίβωση της ιστορίας τους. Επιπλέον μπορούν να αυξήσουν την εμπορική αξία των αγαθών, καθώς επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες να δημιουργήσουν περισσότερες ευκαιρίες εμπορίου και διακίνησης ενώ παράλληλα η δυνατότητα διαρκούς παρακολούθησης και ενημέρωσης για τα περιουσιακά στοιχεία μέσω του blockchain μπορεί να βελτιώσει τη διαφάνεια και την ασφάλεια των συναλλαγών.

## 6.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ NFTs ΓΙΑ ΨΗΦΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΕΙΞΗ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ

Τα παρακάτω παραδείγματα, δείχνουν πως τα NFTs έχουν χρησιμοποιηθεί για να παράσχουν απόδειξη ιδιοκτησίας και αυθεντικότητας για μια ποικιλία φυσικών αντικειμένων, από πολυτελείς ρολόγια και ακίνητα, μέχρι σπάνια αθλητικά παπούτσια και υψηλής κατηγορίας αυτοκίνητα.

### 6.1.1 Ψηφιοποίηση Κτηματομεσιτικών με NFTs

Η κύρια ιδέα πίσω από την ψηφιοποίηση ακινήτων μέσω των NFTs είναι να παραχωρηθεί πλήρης, νόμιμη κυριότητα ενός ακινήτου μέσω μιας μοναδικής ψηφιακής μάρκας. Αυτό το NFT, μπορεί να αντιπροσωπεύει την ιδιοκτησία ενός ακινήτου, διεπόμενου από τους νόμους και κανόνες συναλλαγής οι οποίοι γράφτηκαν στο έξυπνο συμβόλαιο κατά την δημιουργία του.

Η υιοθέτηση αυτής της προσέγγισης από τις κτηματομεσιτικές συναλλαγές, υπόσχεται σημαντική μείωση των διαφόρων διαδικασιών που συνήθως σχετίζονται με τους εμπλεκόμενους φορείς.

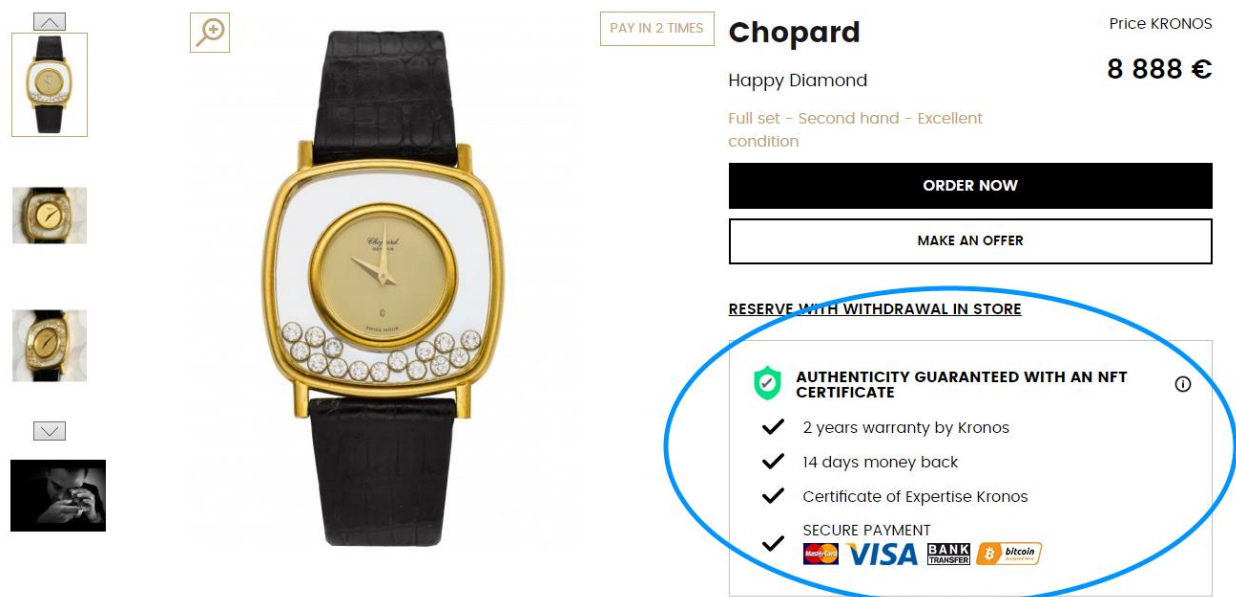
Οι σημαντικές πληροφορίες για κτηματομεσιτικές συναλλαγές επιμερίζονται σε μεσίτες, συμβολαιογράφους και άλλους ενδιαμέσους, ένα γεγονός που καθιστά αργή και χρονοβόρα την διαδικασία της συναλλαγής. Έχοντας τα NFTs ως ψηφιακό σημείο αναφοράς, καθίσταται πιο εύκολη η περισυλλογή και αξιοποίηση των πληροφοριών. [4]

Άλλες δυνατότητες των NFTs στις συναλλαγές ακινήτων, είναι η ψηφιοποίηση των χορηγούμενων δανείων ακινήτων. Επίσης, ερευνάται από διάφορες εταιρίες, η δυνατότητα μετατροπής ενοικίων και η καταγραφή κτηματικών ιδιοκτησιών σε NFTs.

### 6.1.2 NFTs στην βιομηχανία της μόδας

Η Nike κατοχύρωσε την ψηφιοποίηση αθλητικών παπουτσιών μέσω της τεχνολογίας blockchain, μέσω των Cryptokicks, και τα περιγράφει ως τη σύζευξη φυσικών παπουτσιών με ψηφιακά στοιχεία, κυρίως σε μορφή NFTs. Αυτά τα NFTs παρέχουν στους χρήστες έναν τρόπο αλληλεπίδρασης με τα παπούτσια τους, προσφέροντας μια σαφή και επαληθεύσιμη σχέση μεταξύ ενός φυσικού παπουτσιού και της αντίστοιχης ψηφιακής του μορφής. Με τα Cryptokicks, η Nike έχει την ευκαιρία να αυξήσει τη συμμετοχή της στο ψηφιακό κόσμο, να αποκτήσει νέες ροές εσόδων και να διατηρήσει την ακεραιότητα των προϊόντων της. Από την άποψη του χρήστη, τα Cryptokicks προσφέρουν έναν τρόπο απόδειξης της ιδιοκτησίας και της προέλευσης, επιτρέπουν την προσωποποίηση, παρέχουν εμπιστοσύνη σε εικονικούς κόσμους και συνεισφέρουν στη δυνατότητα συναλλαγής και αύξησης της αξίας των ψηφιακών συλλεκτικών αντικειμένων. [34] Συνολικά, τα Cryptokicks αντιπροσωπεύουν μια καινοτόμο ιδέα που συγχέει το όριο μεταξύ φυσικών και ψηφιακών αντικειμένων, παρέχοντας οφέλη τόσο στη Nike όσο και στη βάση πελατών της.

Ένα άλλο παράδειγμα χρήσης NFTs στον κόσμο της μόδας είναι, η εταιρεία η Chopard, η οποία μαζί με την αγορά ενός ρολογιού πολυτελείας παρέχει ένα πιστοποιητικό αυθεντικότητας σε μορφή NFT, καθιστώντας την αμφισβήτηση της γνησιότητας του ρολογιού αδύνατη.



Εικόνα 6.2. Ρολόι που συνοδεύεται με πιστοποιητικό NFT [13]

### 6.1.3 Αυτοκινητοβιομηχανία και NFTs

Η Alfa Romeo, αποτελεί την πρώτη εταιρία αυτοκινήτων που εισήγαγε την τεχνολογία των NFTs στο “Tonale”, ένα πρόσφατο μοντέλο αυτοκινήτου. Αυτή η καινοτομία τους καθιστά τον πρώτο κατασκευαστή πραγματικών οχημάτων που ενσωματώνει τα NFTs. Η Alfa Romeo υπόσχεται στους αγοραστές του Tonale μια επαναστατική εμπειρία που ενώνει τον ψηφιακό με το φυσικό κόσμο, καθώς χρησιμοποιεί cloud computing, τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση.

Τα οφέλη που προσφέρονται από αυτού του είδους NFT στον πραγματικό κόσμο είναι σημαντικά. Το Alfa Romeo Tonale, προσφέρει στους αγοραστές ένα αναμφισβήτητο πιστοποιητικό, σε μορφή NFT, το οποίο προστατεύει την αρχική κατάσταση του οχήματος μετά την παραγωγή, καταγράφοντας σημαντικά δεδομένα, όπως ο αριθμός VIN, η έκδοση, τα χιλιόμετρα, οι λειτουργίες οδήγησης και η κατάσταση της μπαταρίας.

Επίσης, ένα ακόμα όφελος είναι η προστασία από την παραποίηση του ταχύμετρου, ένα διαδεδομένο πρόβλημα στην αγορά μεταχειρισμένων αυτοκινήτων. Η εξάλειψη αυτού του προβλήματος θα επιτευχθεί εξαιτίας του blockchain, που αποθηκεύει και προστατεύει τα χιλιόμετρα και το ιστορικό του σέρβις του αυτοκινήτου. Αυτή η διαφάνεια δημιουργεί εμπιστοσύνη μεταξύ των πιθανών αγοραστών και αυξάνει την αξία του οχήματος κατά την πώληση. [53]

Η καινοτόμος προσέγγιση της Alfa Romeo βελτιώνει όχι μόνο την αναγνωρισιμότητα της μάρκας, αλλά αντιμετωπίζει επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα στον τομέα της αυτοκινητοβιομηχανίας. Από την άλλη πλευρά, οι αγοραστές αποκτούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα κατά την πώληση του οχήματος τους, γνωρίζοντας ότι η ιστορία του αυτοκινήτου τους καταγράφεται με ασφάλεια. Με

αυτόν τον τρόπο, προωθείται η διαφάνεια και η εμπιστοσύνη σε έναν τομέα που συχνά συναντώνται ανήθικες πρακτικές, με τον κατασκευαστή αλλά και τον αγοραστή να ωφελούνται.

## 6.2 ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΝΟΜΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ NFTS

Πέρα από τον ενθουσιασμό, που ακολούθησε την άνθιση και την εξέλιξη των NFTs, έχουν προκύψει επίσης διάφορες κριτικές, πολυσημίες και ερωτήματα για τη βιωσιμότητα, την περιβαλλοντική επίπτωση και την ασφάλεια των ψηφιακών δικαιωμάτων. Αναδεικνύονται επίσης διλήμματα σχετικά με την εκμετάλλευση και τη δημιουργική ιδιοκτησία στον ψηφιακό χώρο, καθώς και προβληματισμοί για την αξία και την αυθεντικότητα των NFTs.

Σε αυτό το υποκεφάλαιο, θα εξεταστούν πιο λεπτομερώς αυτές οι κριτικές και πολυσημίες που επηρεάζουν την εξάπλωση των NFTs και θα εξεταστεί πως αυτές οι αντιφάσεις και ανησυχίες επηρεάζουν τον χώρο των ψηφιακών περιουσιακών δικαιωμάτων.

### 6.2.1 Περιβαλλοντικές Προκλήσεις των NFTs

Ένα από τα κύρια ζητήματα που έχουν προκύψει στον κόσμο των NFTs αλλά και των blockchain, είναι οι περιβαλλοντικές ανησυχίες. Η λειτουργία του blockchain, που απαιτεί τεράστια ποσότητα ενέργειας για την επίλυση πολύπλοκων αλγορίθμων, έχει υποβληθεί σε κριτική λόγω της αρνητικής της επίπτωσης στο περιβάλλον, καθώς η ανάπτυξη και η λειτουργία του έχουν μεγάλο αποτύπωμα άνθρακα και καταναλώνουν σημαντικές ποσότητες ενέργειας, πράγμα που αποτελεί αντικείμενο ανησυχίας όσον αφορά την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία και την επαλήθευση των NFTs απαιτεί τεράστιες ποσότητες ενέργειας καθώς κάθε συναλλαγή και επαλήθευση στο blockchain απαιτεί την εκτέλεση πολύπλοκων υπολογισμών από δεκάδες χιλιάδες υπολογιστές σε όλο τον κόσμο, διαδικασία γνωστή ως “proof of work”, η οποία είναι εξαιρετικά ενεργοβόρα [51]. Η κριτική στοχεύει στο γεγονός ότι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας συμβάλλει στην αύξηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, με αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Η κατασκευή και η λειτουργία των κέντρων δεδομένων και των υπολογιστικών πόρων που απαιτούνται για το blockchain συνεισφέρουν στην αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub> με αυτό να αποτελεί μια σημαντική ανησυχία, καθώς η αλλαγή του κλίματος αποτελεί μία από τις κυριότερες περιβαλλοντικές προκλήσεις παγκοσμίως. Προκειμένου να αντιμετωπιστούν αυτές οι περιβαλλοντικές ανησυχίες, υπάρχουν προσπάθειες για τη μετάβαση σε πιο βιώσιμες μεθόδους επαλήθευσης των συναλλαγών στο blockchain όπως το Ethereum 2.0. Το Ethereum 2.0 είναι μια σημαντική αναβάθμιση της αλυσίδας Ethereum και έχει ως στόχο την αντιμετώπιση των υψηλών απαιτήσεων ενέργειας και πόρων που επιβάρυναν την προηγούμενη έκδοση. Θα αντικαταστήσει τον μηχανισμό proof of work (PoW) με τον πιο αποδοτικό proof of stake (PoS), το οποίο αντί να βασίζεται σε υπολογιστική ισχύ για την δημιουργία των μπλοκ, θα επιλέγει τυχαίους κόμβους οι οποίοι επαληθεύουν την εγκυρότητα των συναλλαγών εντός του μπλοκ. Αυτή η αλλαγή προωθεί την ενεργειακή αποδοτικότητα και την δυναμική κατανομή πόρων. [44]



**Εικόνα 6.3.** Πιο “πράσινη” εναλλακτική στο Bitcoin [24]

### 6.2.2 Νομικά Ζητήματα

Επιπλέον, τα NFTs έχουν αναδείξει προβλήματα σχετικά με τα πνευματικά δικαιώματα, με τους καλλιτέχνες και τους δημιουργούς να αναρωτιούνται σε ποιον ανήκει τελικά το πνευματικό τους έργο, όταν αυτό πωλείται ως NFT.

Όσον αφορά την νομική ταυτότητα, τα NFTs βρίσκονται ακόμα σε μια σχετικά ανεξερεύνητη νομική περιοχή, και το νομικό πλαίσιο που τα περιβάλλει εξελίσσεται συνεχώς. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένες βασικές πτυχές που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Το βασικό νομικό ερώτημα σχετικά με τα NFTs αφορά την ιδιοκτησία και κυρίως το ποιος έχει το δικαίωμα να θεωρεί το NFT ως αυθεντικό και να διαχειρίζεται το σχετικό ψηφιακό αντικείμενο. Οι νομικές διαδικασίες για την κατοχή, την αγορά και τη μεταβίβαση NFTs εξαρτώνται από τη νομοθεσία κάθε χώρας και μπορεί να είναι περίπλοκες, ενώ η πώληση ενός NFT συχνά δεν περιλαμβάνει την παραχώρηση των πνευματικών δικαιωμάτων που σχετίζονται με το περιεχόμενο που αντιπροσωπεύει το NFT. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε νομικές αντιφάσεις και αμφισβητήσεις σχετικά με τη χρήση και την εκμετάλλευση του περιεχομένου, ενώ παράλληλα, οι φορολογικές υποχρεώσεις των NFTs, σε πολλές περιπτώσεις είναι ακόμα ασαφείς. Το κέρδος από την αγορά και την πώληση NFTs μπορεί να υπόκειται σε φόρους κεφαλαίου, εισοδηματικούς φόρους ή άλλες φορολογικές υποχρεώσεις, ανάλογα με το νομικό πλαίσιο της χώρας ενώ η αποθήκευση και η μεταφορά NFTs απαιτεί προστασία από κυβερνοαπειλές.

Επιπλέον, η αποθήκευση προσωπικών δεδομένων σε NFTs προκαλεί ανησυχία για την προστασία της ιδιωτικότητας [21].

Όσον αφορά τις προκλήσεις, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι αυξημένες πιθανότητες νομικών διαφορών σχετικά με την ιδιοκτησία, τα πνευματικά δικαιώματα και τη φορολογία, με την ανάγκη για πιο σαφείς νομοθετικές κατευθυντήριες γραμμές και πρότυπα, ώστε να διασφαλιστεί η νομική σταθερότητα στον χώρο των NFTs.

### 6.2.3 Προκλήσεις Ασφάλειας

Στην κοινότητα των NFTs, όπως και σε πολλούς άλλους τομείς της τεχνολογίας και του ψηφιακού κόσμου, υπάρχει και η ανησυχία για την ύπαρξη μαύρης αγοράς και πιθανής απάτης. Παρόλο που τα NFTs προσφέρουν πολλές ευκαιρίες για δημιουργούς και επενδυτές, κάποια άτομα μπορεί να επιδιώξουν τη χειραγώγηση αυτού του συστήματος για παράνομα κέρδη και απάτες.

Οι κύριοι κίνδυνοι που αντιμετωπίζονται στον χώρο των NFTs συμπεριλαμβάνουν:

- Απάτες με την πώληση ψεύτικων NFTs: Προσπάθεια πώλησης ψεύτικων NFTs ή παραπλάνησης ως προς την ταυτότητα του καλλιτέχνη που τα δημιούργησε, με σκοπό την προσέλκυση αγοραστών που θα πληρώσουν ακριβά για αυτά. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε απώλειες για τους αγοραστής.
- Κλοπές πορτοφολιών και δεδομένων: Μπορεί να γίνει, από κακόβουλους χρήστες, προσπάθεια κλοπής των ψηφιακών πορτοφολιών και των προσωπικών δεδομένων, προκειμένου να αποκτήσουν πρόσβαση στα NFTs τους.
- Αγορές με πλαστά ή κλεμμένα NFTs: Κάποια NFTs μπορεί να έχουν κλαπεί από τους νόμιμους κατόχους τους και να γίνει προσπάθεια να πωληθούν σε άλλους. Είναι σημαντικό για τους αγοραστής να επιβεβαιώνουν την προέλευση των NFTs που αγοράζουν.
- Εκμετάλλευση της επιθυμίας για γρήγορα κέρδη: Μπορεί να γίνει προσπάθεια να προωθηθούν επενδυτικά σχέδια που υπόσχονται τεράστια κέρδη μέσω των NFTs, αλλά στην πραγματικότητα να πρόκειται για απάτη.

### 6.3 ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ

Για να προστατευτεί κανείς από τυχόν κινδύνους, είναι σημαντικό να είναι προσεκτικός και να ακολουθεί καλές πρακτικές ασφάλειας κατά τη συμμετοχή στην αγορά και την πώληση NFTs, οι οποίες περιλαμβάνουν τον έλεγχο της προέλευσης τους, τη χρήση ασφαλών πορτοφολιών και την αποφυγή πολλών προσφερόμενων σχεδίων επενδύσεων που φαίνονται υπερβολικά καλά για να είναι αληθινά.

Η επιφυλακτικότητα του κόσμου στις ηλεκτρονικές συναλλαγές, και ειδικά στα κρυπτονομίσματα και τα NFTs, συχνά αντικατοπτρίζει τον φόβο της άγνωστης και αβέβαιης τεχνολογίας. Καθώς αυτή εξελίσσεται, πολλοί άνθρωποι νιώθουν ανασφάλεια όσον αφορά την αποκέντρωση της χρηματοοικονομίας και των αγαθών. Αυτός ο φόβος είναι κατανοητός, καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς και δημιουργεί νέες ευκαιρίες και προκλήσεις.

Ωστόσο, η ενημέρωση και η κατανόηση αυτών των νέων τεχνολογιών, μπορεί να περιορίσει τον φόβο και να ενισχύσει την εμπιστοσύνη του κοινού. Εκπαίδευση και ενημέρωση είναι τα κλειδιά για την αποκατάσταση της εμπιστοσύνης στις ηλεκτρονικές συναλλαγές και την αξιοποίηση των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν οι νέες τεχνολογίες. Επιπλέον, η ρύθμιση και η προστασία των καταναλωτών μπορούν να προσφέρουν ασφάλεια στις ηλεκτρονικές συναλλαγές, βοηθώντας στην εξάλειψη των ανησυχιών που προκύπτουν από τη χρήση των κρυπτονομισμάτων και των NFTs.

## 7 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΟΥ ΑΝΑΠΤΥΧΘΗΚΕ

---

Στο πεδίο του ψηφιακού σύμπαντος, η δημιουργία των NFTs αντιπροσωπεύει έναν συνδυασμό της τεχνολογικής καινοτομίας και της καλλιτεχνικής έκφρασης. Αυτές οι ψηφιακές μάρκες, δηλαδή τα NFTs, επαναπροσδιορίζουν την αντίληψη για την ιδιοκτησία, δίνοντας ζωή σε μοναδικές ψηφιακές δημιουργίες. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα γίνει μια ανάλυση των πιο πολύπλοκων στοιχείων της δημιουργίας των NFTs. Συγκεκριμένα, θα γίνει ανάλυση στην διαδικασία πίσω από τη δημιουργία τους, αποσαφηνίζοντας τον κώδικα, τα βασικά στοιχεία καθώς και τα εργαλεία που χρησιμοποιούν οι δημιουργοί για να κατασκευάσουν τα NFTs.

### 7.1 ΤΑ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ

Ξεκινώντας αναλύεται η τεχνική βάση των έξυπνων συμβολαίων, με κατάληξη τα NFTs. Γίνεται εξέταση των γλωσσών προγραμματισμού και των εργαλείων ανάπτυξης που αποτελούν τα θεμέλια για την κατασκευή των έξυπνων συμβολαίων των NFTs. Κάποια από αυτά τα εργαλεία είναι η Solidity και το Remix, τα οποία αποτελούν απαραίτητα κομμάτια για αυτά τα ψηφιακά στοιχεία.

Το Metamask, μια βασική διεπαφή ενός ψηφιακού πορτοφολιού για το δίκτυο Ethereum, λειτουργεί ως η είσοδος στον κόσμο της διαχείρισης και της ιδιοκτησίας των NFTs. Συγχρόνως, γίνεται εξερεύνηση του Filebase, μια ασφαλής και αξιόπιστης λύσης στο πρόβλημα αποθήκευσης που υπάρχει στα NFTs.

Απαραίτητος γίνεται ο έλεγχος και η επιβεβαίωση των λειτουργιών, κατά την διάρκεια της δημιουργίας του έξυπνου συμβολαίου. Τα δίκτυα δοκιμών, όπως το Sepolia, παρέχουν έναν ελεγχόμενο χώρο για την βελτιστοποίηση και την πειραματική ανάπτυξη των NFTs πριν εφαρμοστούν στο κύριο δίκτυο. Η παρακολούθηση και ο έλεγχος των συναλλαγών στο δίκτυο του Ethereum γίνεται με πλατφόρμες όπως το Etherscan.

Στο OpenSea, μεταξύ πολλών άλλων πλατφόρμων, οι δημιουργοί μπορούν να παρουσιάσουν τα ψηφιακά έργα τους σε ένα παγκόσμιο κοινό, ενώ οι λάτρεις μπορούν να εξερευνήσουν έναν ποικίλο κόσμο ψηφιακών συλλεκτικών αντικειμένων. Επίσης, γίνεται εισαγωγή στον όρο του Web3, το αποκεντρωμένο διαδίκτυο, ένα αναπόσπαστο μέρος των αλληλεπιδράσεων με τα NFT.

Συνοπτικά, αυτό το κεφάλαιο εξοπλίζει με τις γνώσεις και τα εργαλεία που απαιτούνται ώστε να είναι δυνατή η πλοήγηση στο πολύπλοκο τοπίο της δημιουργίας των NFTs.

#### 7.1.1 Sepolia

Το Ethereum διαθέτει διάφορα δίκτυα δοκιμής, δηλαδή συνδεδεμένους μεταξύ τους υπολογιστές, για σκοπούς δοκιμής και ανάπτυξης. Οι υπολογιστές αυτοί επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω του πρωτοκόλλου του Ethereum. Τα δίκτυα δοκιμής (testnets) είναι ξεχωριστά από το κυρίως δίκτυο του Ethereum (mainnet) και οποιεσδήποτε συναλλαγές στο δίκτυο δοκιμής, δεν θα αντικατοπτρίσουν αλλαγές στο κυρίως δίκτυο. Ένα από τα δίκτυα δοκιμής είναι το δίκτυο Sepolia. Το Sepolia αποτελεί τη προτεινόμενη επιλογή ως δίκτυο δοκιμής για την ανάπτυξη εφαρμογών και έξυπνων συμβολαίων. Χρησιμοποιεί ένα περιορισμένο σετ επικυρωτών και είναι σχετικά νέο, με μικρό ιστορικό και όγκο δεδομένων. Αυτό επιτρέπει το ταχύ συγχρονισμό του και απαιτεί ελάχιστο αποθηκευτικό χώρο κατά τη λειτουργία ενός κόμβου. Αυτό το χαρακτηριστικό είναι εξαιρετικά

πολύτιμο για χρήστες που επιθυμούν να δημιουργήσουν γρήγορα έναν κόμβο και να αλληλεπιδράσουν απευθείας με το δίκτυο. [17]

Κύρια Χαρακτηριστικά του Sepolia:

- Ελεγχόμενο σετ επικυρωτών που εξετάζεται από μία ομάδα ελεγκτών και τον client.
- Σχετικά νέο δίκτυο δοκιμής, το οποίο περιέχει λιγότερες ανεπτυγμένες εφαρμογές σε σχέση με άλλα δίκτυα.
- Για την λειτουργία ενός κόμβου χρειάζεται ελάχιστος αποθηκευτικός χώρος και γίνεται γρήγορος συγχρονισμός.

### 7.1.2 Solidity

Η Solidity είναι μια γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, δημιουργημένη ειδικά για την ανάπτυξη έξυπνων συμβολαίων σε blockchains, με το Ethereum να είναι ένα από τα πιο αξιοσημείωτα παραδείγματα. Έχει επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από τις γλώσσες προγραμματισμού C++, Python και JavaScript. Επειδή διαθέτει στατικό τύπο, βελτιώνει την αξιοπιστία και ασφάλεια του κώδικα.

Επιπλέον, η Solidity υποστηρίζει προηγμένες προγραμματιστικές έννοιες όπως η κληρονομικότητα, η πολυμορφία και οι βιβλιοθήκες, καθιστώντας την ένα ευέλικτο εργαλείο για την κατασκευή αποκεντρωμένων εφαρμογών (DApps) και τη διαχείριση περιουσιακών στοιχείων στο blockchain.

Κατά τη δημιουργία συμβολαίων με τη Solidity, η δομή τους μοιάζει στενά με αυτήν των κλάσεων στις συμβατικές αντικειμενοστραφείς γλώσσες προγραμματισμού. Τα συμβόλαια περιλαμβάνουν μεταβλητές και συναρτήσεις που αλληλεπιδρούν και θυμίζουν τις παραδοσιακές αρχές προγραμματισμού. [57]

Συνολικά, η Solidity αποτελεί μια ισχυρή γλώσσα προγραμματισμού προσαρμοσμένη έτσι ώστε να διαδραματίζει ένα κρίσιμο ρόλο στην ανάπτυξη αποκεντρωμένων εφαρμογών, την εκτέλεση έξυπνων συμβολαίων στο blockchain του Ethereum και άλλες συμβατές πλατφόρμες.

### 7.1.3 MetaMask

Το MetaMask είναι ένα εικονικό πορτοφόλι που επιτρέπει στον χρήστη να αποκτήσει πρόσβαση στο Web3, DeFi και στα NFTs. Αποτελεί μία από τις πιο συχνές επιλογές χρηστών ως εικονικό πορτοφόλι εξαιτίας της εύκολης και ομαλής ενσωμάτωσης του στον περιηγητή ιστού, την φιλική προς τον χρήστη σχεδίαση του, καθώς και την ύπαρξη του σε μορφή εφαρμογής στα λογισμικά κινητών συσκευών, Android και iOS. [27]

### 7.1.4 Web3

Το Web3 είναι μια ιδέα που αποσκοπεί στην επαναστατική αλλαγή του διαδικτύου, προσφέροντας ένα νέο και βελτιωμένο ψηφιακό περιβάλλον. Βασικό στόχος του Web3 είναι η αποκεντροποίηση, δηλαδή το διαδίκτυο να διαμορφώνεται, να διαχειρίζεται και να ανήκει στους χρήστες. Με άλλα λόγια, οι χρήστες να πάρουν την εξουσία από τις λίγες, αλλά γιγάντιες εταιρείες που ελέγχουν τις δραστηριότητες στο Web2.

Μέσω της τεχνολογίας των blockchain, των κρυπτονομισμάτων καθώς και των NFTs, το Web3 έχει ως στόχο να δώσει στους χρήστες το δικαίωμα ιδιοκτησίας ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων και δεδομένων. Οι βασικές αρχές του είναι οι εξής:



- Αποκεντροποίηση: Ο έλεγχος, βάσει ενός αποκεντρωμένου μοντέλου δίνεται στους χρήστες και απομακρύνεται από τις λίγκες, κεντρικές οντότητες. Η ιδιοκτησία και η διακυβέρνηση μοιράζονται ανάμεσα στους χρήστες και τους δημιουργούς.
- Χωρίς άδειες: Στο Web3 έχουν όλοι ίδιο δικαίωμα πρόσβασης, χωρίς περιορισμούς και άλλες μορφές αποκλεισμού.
- Κρυπτονομίσματα: Τα κρυπτονομίσματα γίνονται η κύρια μέθοδος για συναλλαγές, μειώνοντας την εξάρτηση από τα παραδοσιακά τραπεζικά συστήματα.

Κάποια από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του Web3 είναι:

- Ιδιοκτησία: Οι χρήστες απολαμβάνουν αληθινή ιδιοκτησία ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων των NFTs, και έχουν την ελευθερία να τα εμπορεύονται χωρίς ενδιάμεσους.
- Αντίσταση στη λογοκρισία: Οι δημιουργοί περιεχομένου έχουν μεγαλύτερο έλεγχο επί του περιεχομένου και της φήμης τους, μειώνοντας τον κίνδυνο λογοκρισίας από τους παρόχους των πλατφορμών. Σε περίπτωση λογοκρισίας, λόγω της μεταφοράς των δεδομένων μέσω NFTs, οι δημιουργοί μπορούν να «μεταφέρουν την φήμη» τους εύκολα, σε κάποια άλλη πλατφόρμα.
- Αυτόνομοι Οργανισμοί με Αποκεντρωμένη Διακυβέρνηση (Decentralized autonomous organizations, DAOs): Οι χρήστες μπορούν να κατέχουν κάποιο μερίδιο μιας πλατφόρμας και συνδυάζοντας την ιδιοκτησία τους, μπορούν να συμμετέχουν στη διακυβέρνηση πλατφόρμων μέσω των DAOs, λαμβάνοντας αποφάσεις για το μέλλον τους.
- Ταυτότητα: Το Web3 επιτρέπει την διαχείριση της ψηφιακής ταυτότητας με ένα διακριτικό Ethereum και ένα προφίλ ENS. Χρησιμοποιώντας έναν μοναδικό λογαριασμό, παρέχεται η δυνατότητα σύνδεσης σε πολλαπλές πλατφόρμες.
- Εσωτερικές πληρωμές: Τα κρυπτονομίσματα διευκολύνουν τις απευθείας και ασφαλείς συναλλαγές, μειώνοντας την εξάρτηση από τράπεζες και παρόχους πληρωμών.

Ωστόσο, το Web3 αντιμετωπίζει πολλές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της προσβασιμότητας, της εμπειρίας χρήστη, της εκπαίδευσης και της εξάρτησης από κεντρική υποδομή. Παρά τα εμπόδια αυτά, το οικοσύστημα του Web3 εξελίσσεται γρήγορα και υπόσχεται να διαμορφώσει ένα πιο αποκεντρωμένο και ισότιμο διαδίκτυο. [58]

#### 7.1.5 Etherscan

Μία αξιόπιστη πλατφόρμα εξερεύνησης του Ethereum blockchain είναι το Etherscan. Η κύρια του λειτουργία είναι να παρέχει στους χρήστες πρόσβαση σε μια γκάμα πληροφοριών σχετικά με τις συναλλαγές στο blockchain του Ethereum, συμπεριλαμβανομένων των εκκρεμών και των επιβεβαιωμένων. Τέτοιες πληροφορίες μπορούν να αφορούν τις συναλλαγές, διευθύνσεις ψηφιακών πορτοφολιών, έξυπνα συμβόλαια και άλλα. Επιπλέον, οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση πραγματικού χρόνου σε πληροφορίες σχετικά με NFTs και έξυπνα συμβόλαια, διευκολύνοντας ενέργειες όπως η μεταφορά τους και η έγκριση συναλλαγών έξυπνων συμβολαίων. Γενικότερα, ο σκοπός του Etherscan είναι να παρέχει στους χρήστες έναν ομαλό και ασφαλή τρόπο αλληλεπίδρασης με το δίκτυο Ethereum. [47]

#### 7.1.6 OpenSea

Ο κύριος λόγος ύπαρξης των NFT είναι η ασφαλής και ανώνυμη συναλλαγή τους. Αυτήν την στιγμή, η μεγαλύτερη αγορά για αυτές τις ενέργειες είναι το OpenSea. Τα βασικότερα πλεονεκτήματα χρήσης του OpenSea είναι:

- Αγορά, πώληση και δημιουργία NFTs: Το OpenSea επιτρέπει στους χρήστες να αγοράζουν, πουλάνε, δημιουργούν και συναλλάσσουν εύκολα τα NFTs, καθιστώντας το μια ευέλικτη πλατφόρμα για τους λάτρεις.
- Κατηγορίες NFTs: Το OpenSea υποστηρίζει διάφορες κατηγορίες NFTs, συμπεριλαμβανομένων τέχνης, μουσικής, συλλεκτικών αντικειμένων, εικονικών εδαφών, αθλητικών περιουσιακών στοιχείων και πολλών άλλων. Οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε μια ποικιλία πλούσιων συλλογών NFTs, με εύκολο φιλτράρισμα των κατηγοριών και αντικειμένων βάσει χρονικών περιόδων, blockchain, δημοτικότητας και άλλων.
- Ευελιξία δικτύων: Το OpenSea ενσωματώνει πρωτόκολλα από διάφορα blockchain όπως το Ethereum, Solana, Polygon και Klaytn, προσφέροντας περισσότερες επιλογές στους χρήστες. [41]

#### 7.1.7 OpenZeppelin

Το OpenZeppelin παρέχει πλαίσια ανοιχτού κώδικα, σχεδιασμένα ειδικά για την δημιουργία έξυπνων συμβολαίων. Τα πλαίσια που παρέχονται, εγγυώνται την ασφάλεια στο DeFi και στα NFTs. Για αυτό τον σκοπό, εξοπλίζουν τους δημιουργούς έξυπνων συμβολαίων με ένα σύνολο εργαλείων ασφαλείας ώστε να διευκολυνθεί η διαδικασία ανάπτυξης, εξασφαλίζοντας ταυτόχρονα ταχεία έναρξη έργων με υψηλά πρότυπα αξιοπιστίας.

Με το διαδραστικό δημιουργό συμβολαίων του (Contracts Wizard), το OpenZeppelin επιτρέπει στους προγραμματιστές την καθοδηγούμενη δημιουργία έξυπνων συμβολαίων, με οποιοδήποτε στάνταρ επιθυμούν, όπως ERC-20 ή ERC-721.

Τέλος, το OpenZeppelin προσφέρει το Defender, μια πλατφόρμα λειτουργιών ασφαλείας βασισμένη στον ιστό. Το Defender απλοποιεί τις διαδικασίες ανάπτυξης, καθώς και τη διαχείριση των έξυπνων συμβολαίων, επιτρέποντας στους προγραμματιστές να αυτοματοποιούν πολλές από τις λειτουργίες που σχετίζονται με την εκτέλεση εφαρμογών DeFi. [2]

#### 7.1.8 Remix

Το Remix αποτελεί την δημοφιλέστερη επιλογή ενσωματωμένου περιβάλλοντος ανάπτυξης (IDE) για την γλώσσα Solidity, με σκοπό την δημιουργία έξυπνων συμβολαίων. Είναι ένα ανοικτού κώδικα IDE και διαθέτει μια ευέλικτη αρχιτεκτονική που προσφέρει πρόσβαση σε πολλές επιπρόσθετες λειτουργίες, παρέχοντας ταυτόχρονα μια εύκολη στην χρήση διεπαφή.

Το Remix είναι ένα εργαλείο αγαπητό από όσους ενδιαφέρονται για την δημιουργία αποκεντρωμένων εφαρμογών (dApp), εφαρμογών blockchain και την ανάπτυξη του Web3. [57]

#### 7.1.9 Firebase

Αντί των συμβατικών αρχιτεκτονικών στο cloud, το Firebase υποστηρίζει μία αποκεντρωμένη μέθοδο αποθήκευσης αρχείων, το IPFS, ενισχύοντας την αξιοπιστία και την αποδοτικότητα των λειτουργιών του. Μοιράζοντας τα δεδομένα ανάμεσα σε γεωγραφικά διασκορπισμένους κόμβους που συνδέονται μέσω peer-to-peer δικτύων, αυξάνεται η ασφάλεια, καθώς τα δεδομένα διαιρούνται σε κομμάτια, κρυπτογραφούνται και διασκορπίζονται ευρέως ανάμεσα στους κόμβους. Όταν υπάρξει αίτημα ανάκτησης δεδομένων, ανακτώνται μόνο τα κομμάτια που χρειάζονται για την συναρμολόγηση του αρχείου. Αυτή η μέθοδος μειώνει τον αριθμό δεδομένων που χρειάζεται να μεταφερθούν και επιταχύνει την διαδικασία.

Συνολικά, το Firebase προσφέρει υπηρεσίες αποθήκευσης, προσαρμοσμένες για έργα και εφαρμογές που λειτουργούν με τεχνολογία blockchain, και παρέχει ανθεκτική αποθήκευση δεδομένων με ασφάλεια, αποτελεσματικότητα και φιλικότητα προς τον χρήστη. [20]

## 7.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑΣ ΕΝΟΣ NFT

Πρώτο βήμα στην δημιουργία ενός NFT, είναι ο προγραμματισμός του κώδικα για το έξυπνο συμβόλαιο. Με την χρήση του OpenZeppelin και του Remix, γίνεται εύκολη δημιουργία ενός έξυπνου συμβολαίου το οποίο ακολουθεί το στάνταρ ERC-721. Με τον μεταγλωττιστή Solidity του Remix, επιβεβαιώνεται πως ο κώδικας δουλεύει σωστά και έπειτα, με την ενσωματωμένη λειτουργία του Remix, εκτελείται ή μεταμορφώνεται το έξυπνο συμβόλαιο στο blockchain του Ethereum.

Στην συνέχεια, ανεβαίνουν οι εικόνες έως μεταδεδομένα σε μια υπηρεσία η οποία προσφέρει αποκεντρωμένη και διανεμημένη αποθήκευση αρχείων χρησιμοποιώντας την τεχνολογία IPFS. Γίνεται χρήση του Firebase για να δημιουργηθούν οι ανάλογοι «κουβάδες» (buckets) μεταδεδομένων για το κάθε NFT που πρόκειται να δημιουργηθούν.

Τέλος, γίνεται εξόρυξη (mint) των NFT πάνω στο blockchain του Ethereum, χρησιμοποιώντας το Remix και τις μοναδικές ταυτότητες περιεχομένου που παίρνονται από το Firebase, και γίνεται έλεγχος της συλλογής στο OpenSea.

## 7.3 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΝΟΣ NFT

Ξεκινώντας την διαδικασία, θα οριστεί η έκδοση του Solidity η οποία θα χρησιμοποιηθεί για τη γραφή του έξυπνου συμβολαίου. Στην προκειμένη περίπτωση, γίνεται χρήση της έκδοσης 0.8.9 του Solidity. Στην συνέχεια, εισάγονται διάφορες βιβλιοθήκες από το αποθετήριο του OpenZeppelin. Οι βιβλιοθήκες αυτές είναι:

- Το στάνταρ ERC-721.
- Enumerable, με την οποία αριθμούνται όλες τις διευθύνσεις των μαρκών του συμβολαίου και δίνεται η δυνατότητα ελέγχου του ποσού NFTs που διαθέτει κάποιος λογαριασμός.
- URISStorage, η οποία επιτρέπει την συσχέτιση μεταδεδομένων ή πληροφοριών με τα NFTs που θα δημιουργηθούν, μέσω ενός URI.
- Burnable, δίνει την δυνατότητα να καταστραφεί κάποιο NFT.
- Counters: η οποία δίνει με αυξανουσα σειρά ένα μοναδικό αναγνωριστικό σε κάθε μάρκα.

```
// SPDX-License-Identifier: MIT
pragma solidity ^0.8.9;

import "@openzeppelin/contracts@4.9.3/token/ERC721/ERC721.sol";
import "@openzeppelin/contracts@4.9.3/token/ERC721/extensions/ERC721Enumerable.sol";
import "@openzeppelin/contracts@4.9.3/token/ERC721/extensions/ERC721URISStorage.sol";
import "@openzeppelin/contracts@4.9.3/token/ERC721/extensions/ERC721Burnable.sol";
import "@openzeppelin/contracts@4.9.3/utils/Counters.sol";
```

Έπειτα, παίρνονται λειτουργίες, βιβλιοθήκες κ.λ.π. από άλλα έξυπνα συμβόλαια, συγκεκριμένα τα ERC721, ERC721Enumerable, ERC721URIStorage και ERC721Burnable, και δημιουργείται η αρχική δομή για ένα έξυπνο συμβόλαιο που προορίζεται για τη δημιουργία και διαχείριση NFTs που αντιπροσωπεύουν τους Θεούς του Ολύμπου. Ορίζεται επίσης ένα μέγιστο όριο δημιουργίας για αυτές τις μάρκες και αρχικοποιείται το συμβόλαιο με το όνομα «Olympian Gods» και το σύμβολο «GODS».

```
contract OlympianGods is ERC721, ERC721Enumerable, ERC721URIStorage, ERC721Burnable {
    using Counters for Counters.Counter;

    Counters.Counter private _tokenIdCounter;

    uint256 MAX_SUPPLY = 1000;

    constructor() ERC721("Olympian Gods", "GODS") {}
```

Στην συνέχεια, ακολουθεί η πιο σημαντική συνάρτηση, η οποία επιτρέπει στο έξυπνο συμβόλαιο να μπορεί να κάνει mint, δηλαδή να κάνει μια καινούργια εγγραφή πάνω στο blockchain, σε αυτή την περίπτωση, ένα NFT. Η συνάρτηση safeMint επιτρέπει την ασφαλή δημιουργία και έκδοση, εξασφαλίζοντας ότι κάθε NFT διαθέτει μοναδικό αναγνωριστικό μάρκας. Αναθέτει την ιδιοκτησία σε μια καθορισμένη διεύθυνση και συσχετίζει μεταδεδομένα (όπως όνομα, περιγραφή και εικόνα) με το NFT μέσω του URI. Επιπλέον, επιβάλλει ένα ανώτατο όριο για τον αριθμό των NFTs που μπορούν να εκδοθούν και εκτυπώνεται το ανάλογο μήνυμα, αν δεν υπάρχουν άλλα NFTs διαθέσιμα προς έκδοση.

Αξιοσημείωτο είναι πως ορίζεται αυτή η συνάρτηση ως δημόσια (public), δίνοντας την δυνατότητα στον οποιονδήποτε να την χρησιμοποιήσει και να κάνει mint κάποιο NFT.

```
function safeMint(address to, string memory uri) public {
    uint256 tokenId = _tokenIdCounter.current();
    require(tokenId <= MAX_SUPPLY, "All NFTs have been minted");
    _tokenIdCounter.increment();
    _safeMint(to, tokenId);
    _setTokenURI(tokenId, uri);
}
```

Η συνάρτηση «\_beforeTokenTransfer» διασφαλίζει ότι οποιεσδήποτε απαραίτητες λειτουργίες ή έλεγχοι πραγματοποιούνται πριν τη μεταφορά των μαρκών μεταξύ των διευθύνσεων και αξιοποιεί τη λειτουργικότητα που παρέχουν τα γονικά συμβόλαια για την χειρισμό τέτοιων μεταφορών.

Με την χρήση του «internal» περιορίζεται η πρόσβαση σε συναρτήσεις και μεταβλητές κατάστασης μόνο στο τρέχον έξυπνο συμβόλαιο και τα γονικά του συμβόλαια. Έτσι, χρησιμοποιείται για την υλοποίηση εσωτερικής λογικής, επιτρέποντας την αναστολή συναρτήσεων σε παραγόμενα συμβόλαια.

```
function _beforeTokenTransfer(address from, address to, uint256 tokenId, uint256 batchSize)
    internal
    override(ERC721, ERC721Enumerable)
{
    super._beforeTokenTransfer(from, to, tokenId, batchSize);
}
```

Με την συνάρτηση «\_burn» δίνεται η δυνατότητα να γίνει καταστροφή κάποια μάρκα ERC-721. Αυτή η συνάρτηση εξασφαλίζει ότι η μάρκα καίγεται σωστά σύμφωνα με τους κανόνες και τη λογική που καθορίζονται στα γονικά συμβόλαια.

```
function _burn(uint256 tokenId) internal override(ERC721, ERC721URIStorage) {
    super._burn(tokenId);
}
```

Ακολούθως, χρησιμοποιείται η συνάρτηση «tokenURI» για να γίνει ανάκτηση του URI που συσχετίζεται με κάποια μάρκα. Η συνάρτηση κληρονομεί αλλά και επεκτείνει την λειτουργικότητα που παρέχουν τα γονικά συμβόλαια ERC721 και ERC721URIStorage. Η συνάρτηση αυτή εξασφαλίζει πως το URI για την συγκεκριμένη μάρκα ανακτάται σύμφωνα με τους κανόνες και τη λογική που καθορίζονται στα γονικά συμβόλαια και στη συνέχεια το επιστρέφει ως συμβολοσειρά.

Η συνάρτηση σημειώνεται ως συνάρτηση διαβάσματος με την εντολή «view». Δηλαδή, η συνάρτηση ανακτά την τιμή χωρίς να τροποποιήσει τίποτα. Ο λόγος που ορίζεται ως συνάρτηση διαβάσματος, είναι κυρίως η αποφυγή φόρων αερίου (gas fees) σε κάθε εξόρυξη.

```
function tokenURI(uint256 tokenId)
    public
    view
    override(ERC721, ERC721URIStorage)
    returns (string memory)
{
    return super.tokenURI(tokenId);
}
```

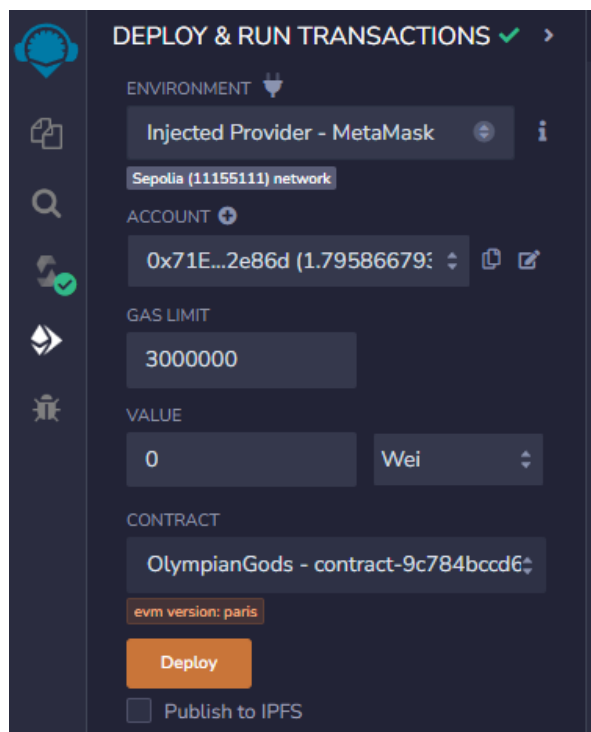
Η συνάρτηση «supportsInterface» χρησιμοποιείται για τον έλεγχο διεπαφών. Εξασφαλίζει ότι το συμβόλαιο αναφέρει σωστά εάν υποστηρίζει μια διεπαφή βάσει των κανόνων και της λογικής που καθορίζονται στα γονικά συμβόλαια και επιστρέφει ένα «true» εάν υποστηρίζεται, «false» εάν όχι.

```
function supportsInterface(bytes4 interfaceId)
    public
    view
    override(ERC721, ERC721Enumerable, ERC721URIStorage)
    returns (bool)
{
    return super.supportsInterface(interfaceId);
}
```

Αφού γίνει μεταγλώττιση (compile) του προγράμματος για έλεγχο τυχόν σφαλμάτων και ανεπιθύμητων ενεργειών, πρέπει να μεταμορφωθεί το έξυπνο συμβόλαιο στο δίκτυο του Ethereum.

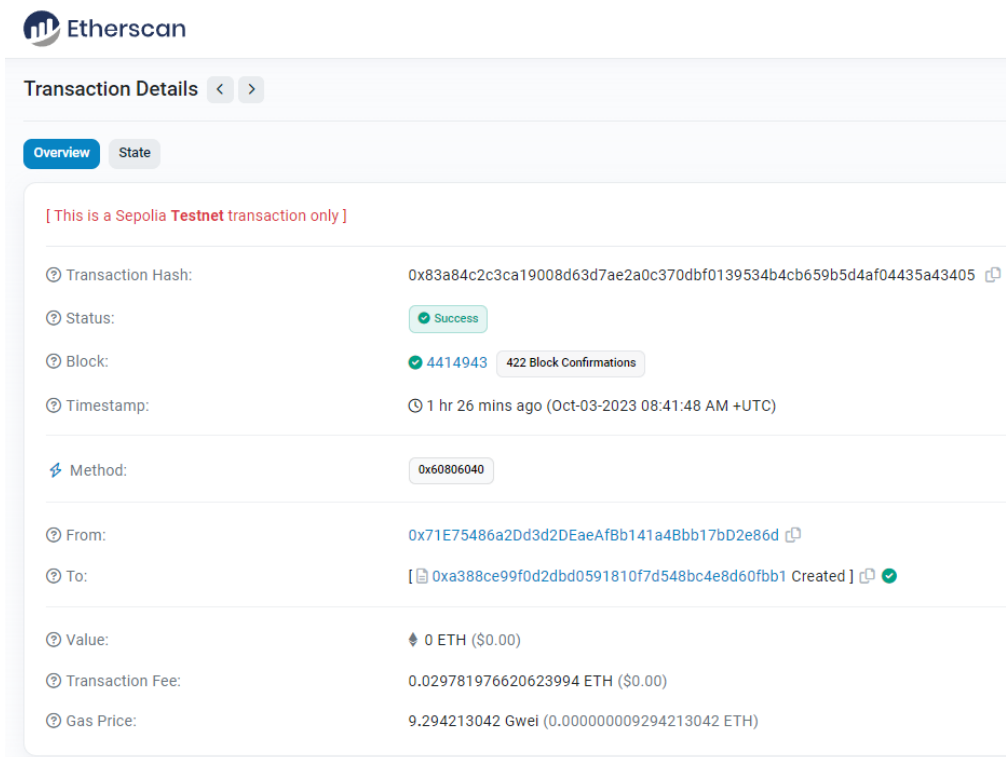
Το Remix παρέχει μια εύκολη στην χρήση διεπαφή για αυτήν την λειτουργία. Χρειάζεται να γίνει εισαγωγή του «περιβάλλοντος», δηλαδή το δίκτυο κάποιου blockchain, στο οποίο θα ανέβει το έξυπνο συμβόλαιο. Επίσης, πρέπει να εισαχθεί στο ανάλογο πεδίο η διεύθυνση του λογαριασμού (account) ο οποίος θα είναι υπεύθυνος για την υπογραφή συναλλαγών και την εφαρμογή έξυπνων συμβολαίων.

Στην προκειμένη περίπτωση, γίνεται χρήση του δικτύου δοκιμών του Ethereum, Sepolia.



**Εικόνα 7.1.** Η διεπαφή του Remix για την μεταγλώττιση του προγράμματος

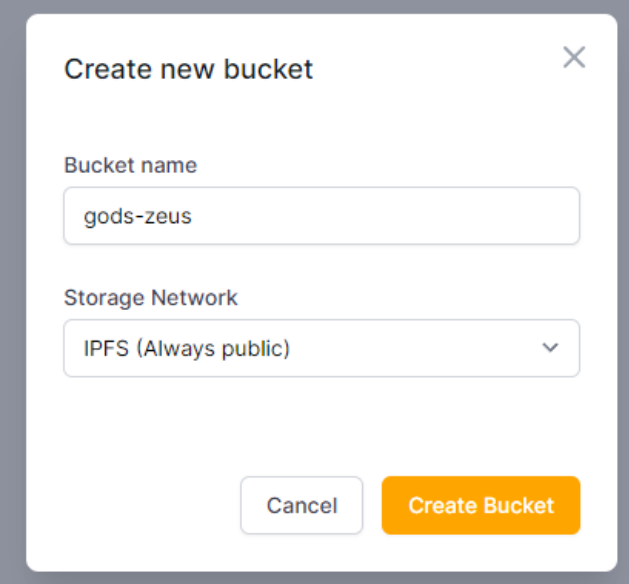
Ελέγχεται στο Etherscan η επιτυχημένη δημιουργία του έξυπνου συμβολαίου. Παρατηρείται ότι στο πεδίο «Block», η συναλλαγή, δηλαδή η μεταμόρφωση του συμβολαίου, έχει επιβεβαιωθεί 422 φορές.



**Εικόνα 7.2.** Αποτέλεσμα του Etherscan μετά την δημιουργία του έξυπνου συμβολαίου

Τώρα, πρέπει να μεταμορφωθούν τα αρχεία στο Firebase μέσα σε έναν «κουβά» (bucket). Οι κουβάδες αυτοί είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους και επιτρέπουν την μεταμόρφωση αρχείων μέσω της τεχνολογίας IPFS. Ουσιαστικά, λειτουργούν ως τους γνωστούς φακέλους.

Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή «Storage Network» η οποία πρέπει να είναι επιλεγμένη ως IPFS.

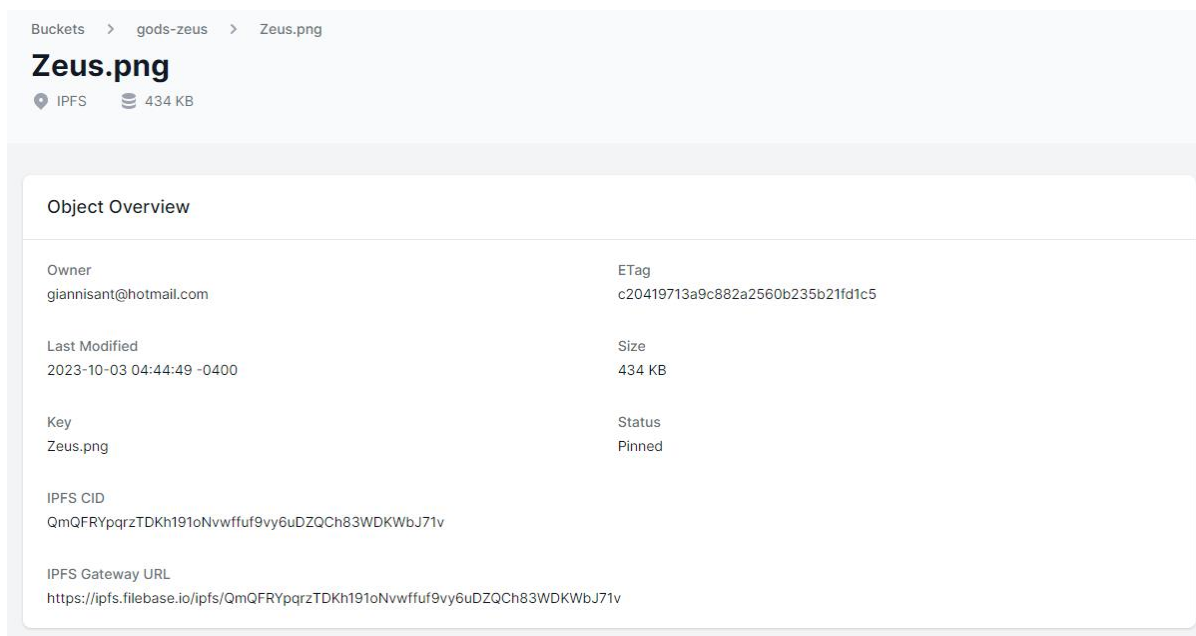


The image shows a 'Create new bucket' dialog box. The title is 'Create new bucket' with a close button (X) in the top right corner. Below the title, there are two input fields. The first is labeled 'Bucket name' and contains the text 'gods-zeus'. The second is labeled 'Storage Network' and has a dropdown menu with 'IPFS (Always public)' selected. At the bottom of the dialog, there are two buttons: 'Cancel' and 'Create Bucket'.

**Εικόνα 7.3.** Δημιουργία κουβά στο Firebase

Έπειτα, μέσα στον καινούργιο κουβά που φτιάχτηκε, μεταμορφώνεται η εικόνα που θα δημιουργηθεί έως NFT. Εφόσον ολοκληρωθεί η μεταμόρφωση, αντιγράφεται η διεύθυνση URL της πύλης του IPFS (IPFS Gateway URL), η οποία περιέχει την μοναδική ταυτότητα περιεχομένου (CID).





**Εικόνα 7.4.** Στοιχεία της ανεβασμένης εικόνας Zeus.png

Στην συνέχεια, εισάγεται το IPFS Gateway URL που πάρθηκε προηγουμένως στο ανάλογο πεδίο ενός αρχείου .json το οποίο θα λειτουργήσει έως μεταδεδομένο για το NFT. Μέσω του IPFS Gateway URL, συσχετίζεται το NFT με την εικόνα που μεταμορφώθηκε. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα να προστεθούν διάφορες ιδιότητες στα NFTs, μέσω των ανάλογων πεδίων χαρακτηριστικών. Παρακάτω γίνεται μία ανάλυση του αρχείου metadata.json για το πρώτο NFT που δημιουργήθηκε.

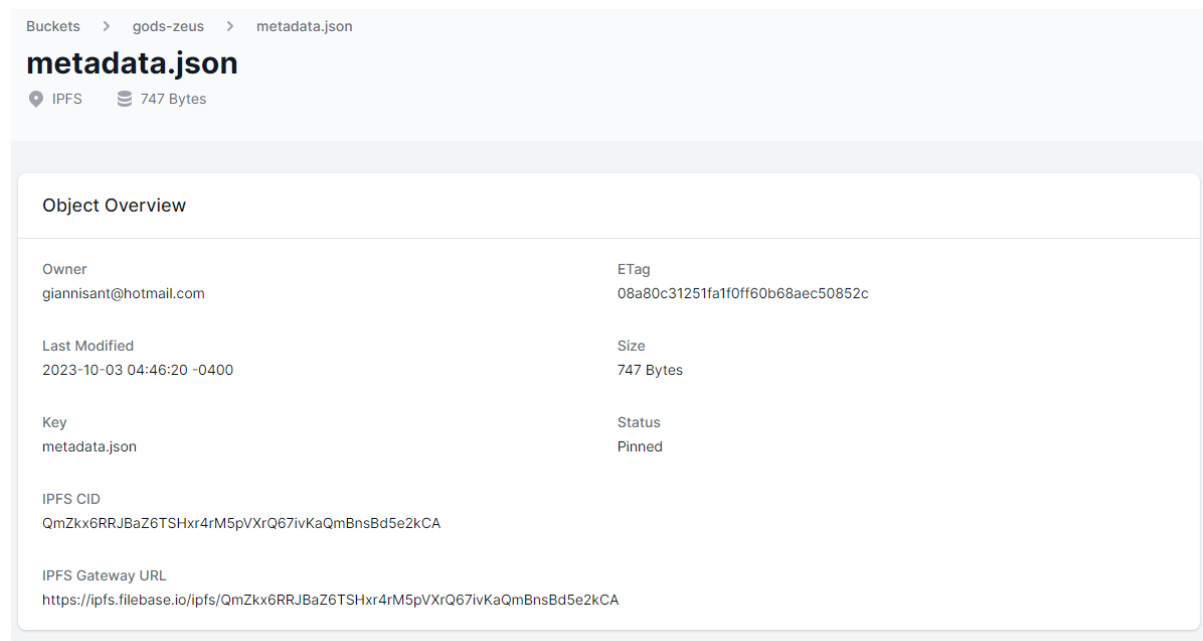
- **Description:** Μία σύντομη περιγραφή του NFT
- **External\_url:** Σύνδεσμος που οδηγεί στην ιστοσελίδα του Alchemy
- **Image:** Σε αυτό το πεδίο τοποθετείται το IPFS Gateway URL της εικόνας, συσχετίζοντας το αρχείο metadata.json με την εικόνα που μεταμορφώθηκε προηγουμένως
- **Name:** Το όνομα του NFT
- **Attributes:** Κάτω από το πεδίο αυτό μπορούν να οριστούν τα χαρακτηριστικά του NFT
- **Trait\_type:** Σε αυτό το πεδίο ορίζεται ο τύπος της κάθε ιδιότητας του NFT (Όνομα, τίτλος, θεότητα, Ρωμαϊκό όνομα) και εισάγεται η ανάλογη απάντηση στα πεδία «value»

```
{  
  "description": "King of the gods and ruler of Mount Olympus. God of the sky,  
lightning, law and order. Deployed ERC721 Smart Contract on the Sepolia network",  
  "external_url": "https://alchemy.com",  
  "image":  
"https://ipfs.filebase.io/ipfs/QmQFRYpqrzTDKh191oNvwffuf9vy6uDZQCh83WdKWbJ71v",  
  "name": "Zeus",  
}
```

```
"attributes": [  
  {  
    "trait_type": "Name",  
    "value": "Zeus"  
  },  
  {  
    "trait_type": "Title",  
    "value": "King of the gods"  
  },  
  {  
    "trait_type": "Deity of",  
    "value": "Sky, lightning and thunder"  
  },  
  {  
    "trait_type": "Roman name",  
    "value": "Jupiter"  
  }  
]  
}
```

Έξυπνα Συμβόλαια και NFTs: Μελέτη εφαρμογής, τεχνολογικό πλαίσιο και διαδικασία δημιουργίας

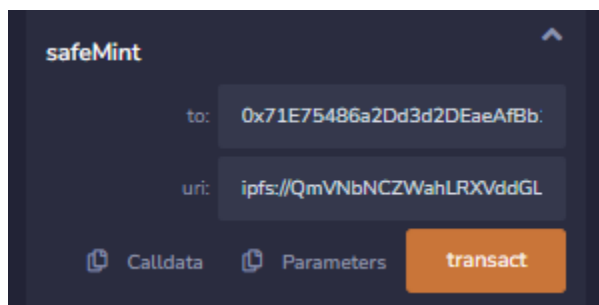
Έπειτα, μεταμορφώνεται αυτό το αρχείο μεταδεδομένων στο Firebase και αντιγράφεται το IPFS CID του.



**Εικόνα 7.5.** Στοιχεία του ανεβασμένου αρχείου metadata.json

Γίνεται επιστροφή στο Remix ώστε να δημιουργηθεί και να ανέβει το NFT στο διαδίκτυο.

Το Remix παρέχει έναν εύκολο τρόπο για το κάλεσμα της συνάρτησης safeMint. Στο ανάλογο πεδίο, εισάγεται η διεύθυνση του πορτοφολιού το οποίο θα γίνει ιδιοκτήτης του NFT. Εισάγεται επίσης το IPFS CID του αρχείου μεταδεδομένων ώστε να γίνει mint πάνω στο blockchain. Προστίθεται το σχήμα «ipfs://» πριν το IPFS CID για να γίνει υπόδειξη ότι η ακόλουθη συμβολοσειρά είναι μια διεύθυνση ή διαδρομή IPFS. Με απλούστερα λόγια, δημιουργείται ένα NFT βάσει του αρχείου δεδομένων, το οποίο δίνεται στο πορτοφόλι που εισήχθη στο ανάλογο πεδίο.



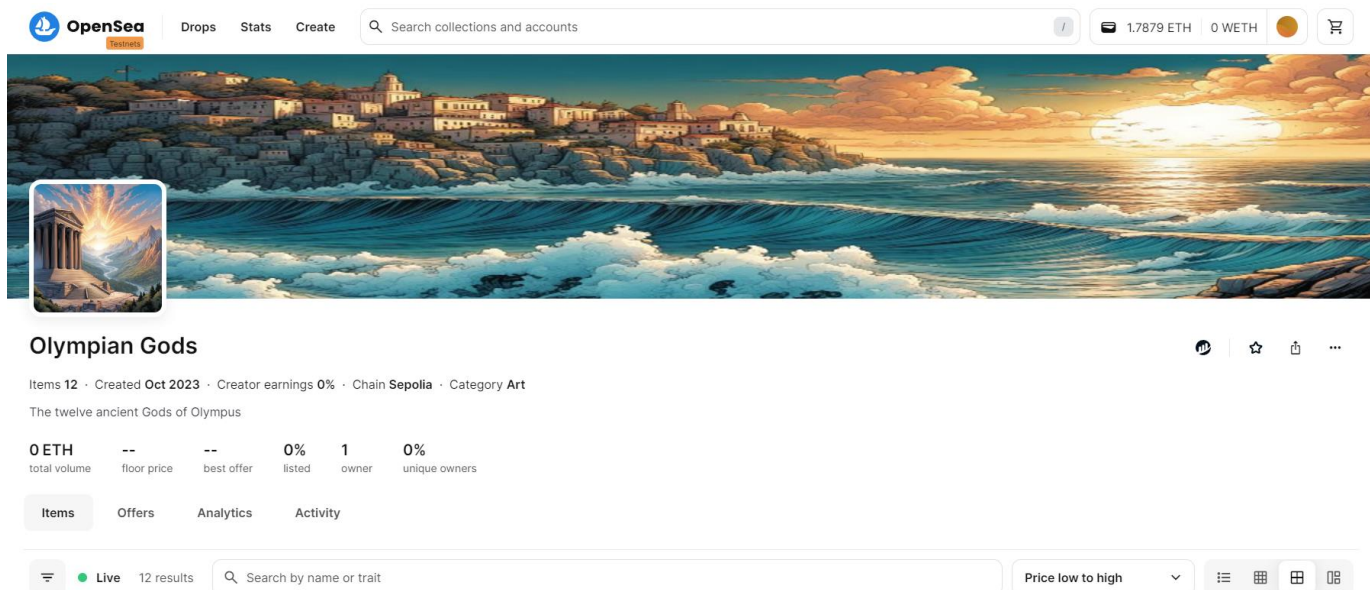
**Εικόνα 7.6.** Εκτέλεση της συνάρτησης safeMint

Τέλος, αφού επιβεβαιωθεί η συναλλαγή μέσω του Etherscan, μπορεί κάποιος να δει το NFT στο OpenSea για δοκιμαστικά δίκτυα. Ακολουθώντας τα ίδια βήματα μπορεί να φτιαχτεί μια συλλογή από NFTs, ανεξαρτήτως μεγέθους και ιδιομορφίας.

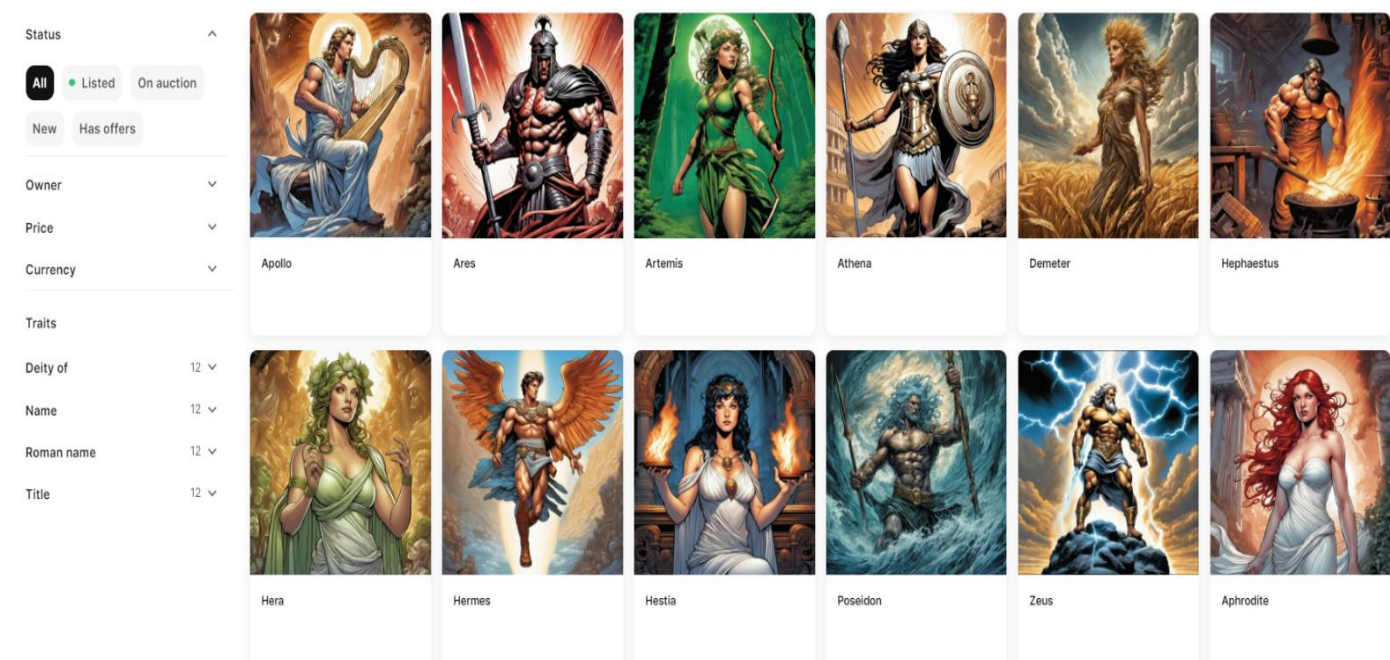
## Έξυπνα Συμβόλαια και NFTs: Μελέτη εφαρμογής, τεχνολογικό πλαίσιο και διαδικασία δημιουργίας

Παρακάτω παρουσιάζεται η συλλογή που φτιάχτηκε για τους λόγους αυτής της διπλωματικής εργασίας.

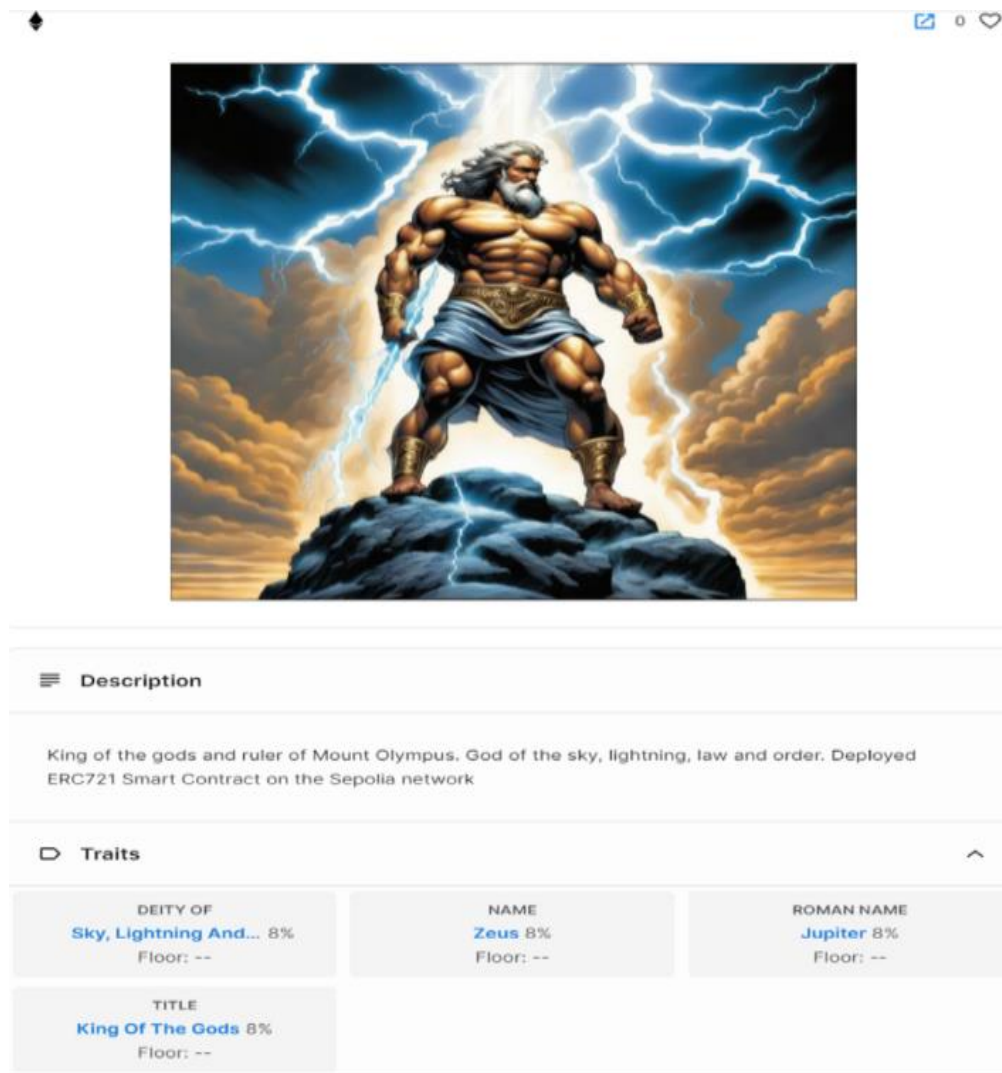
Η συλλογή ονομάζεται «Olympian Gods» και παρουσιάζει τους δώδεκα (12) Ολύμπιους Θεούς με την ανάλογη περιγραφή και ιδιότητα του καθενός.



Εικόνα 7.7. Παρουσίαση της συλλογής στο testnet του OpenSea (1)



Εικόνα 7.8. Παρουσίαση της συλλογής στο testnet του OpenSea (2)



**Εικόνα 7.9.** Παρουσίαση της συλλογής στο testnet του OpenSea (3)

Στον παρακάτω σύνδεσμο μπορεί οποιοσδήποτε να δει ολόκληρη την συλλογή στο Sepolia tesnet του OpenSea. <https://testnets.opensea.io/collection/olympian-gods-5>

## 8 ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ NFTS

Στη συνεχώς εξελισσόμενη ψηφιακή εποχή, το μέλλον των NFTs φαίνεται να είναι εξαιρετικά δυναμικό και καθοριστικό, με τα ψηφιακά αγαθά που βασίζονται στην τεχνολογία blockchain να έχουν ήδη αλλάξει τον τρόπο που γίνεται αντιληπτή η ιδιοκτησία, η τέχνη, ο πολιτισμός και η ψυχαγωγία. Καθώς τα NFTs εξακολουθούν να κερδίζουν έδαφος και να ενσωματώνονται σε διάφορους τομείς, η ερώτηση που ανακύπτει είναι: Ποιο είναι το μέλλον τους; Πως θα εξελιχθούν και θα επηρεάσουν την κοινωνία, την οικονομία και την δημιουργικότητα; Παρακάτω θα εξεταστούν οι πιθανές κατευθύνσεις που μπορεί να ακολουθήσουν τα NFTs, αναδεικνύοντας προοπτικές, τάσεις και επιρροές που ενδέχεται να διαμορφώσουν το μέλλον τους, ενώ θα αναλυθούν οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν αλλά και οι ευκαιρίες που προσφέρουν σε διάφορους τομείς, καθώς και τον πιθανό αντίκτυπό τους στην κοινωνία και την παγκόσμια οικονομία. Το μέλλον των NFTs ίσως είναι αβέβαιο, αλλά είναι και υποσχόμενο, καθώς προσφέρουν νέες ευκαιρίες για καινοτομία και δημιουργικότητα. Είναι εμφανές πως αυτά τα ψηφιακά αντικείμενα έχουν ενσωματωθεί ήδη βαθιά στον ψηφιακό πολιτισμό και δεν θα πάψουν να εκπλήσσουν με το πως θα διαμορφώσουν τον κόσμο στο μέλλον.

### 8.1 ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ ΤΩΝ NFTS ΚΑΙ ΟΙ ΠΙΘΑΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Το μέλλον των NFTs φέρνει σημαντικές προσδοκίες και δυνατότητες. Καθώς η τεχνολογία blockchain συνεχίζει να εξελίσσεται, τα NFTs έχουν την δυνατότητα να αλλάξουν ριζικά διάφορες βιομηχανίες, πέρα από την τέχνη και το gaming. Μπορεί να γίνει πρόβλεψη ενός μέλλοντος όπου τα NFTs θα αντιπροσωπεύουν την ιδιοκτησία και την αυθεντικότητα μιας ευρείας γκάμας από πραγματικά περιουσιακά στοιχεία, συμπεριλαμβανομένων ακινήτων, πνευματικών δικαιωμάτων, συλλεκτικών αντικειμένων και πολλών άλλων. Αυτή η τεχνολογία έχει το δυναμικό να επαναπροσδιορίσει τον τρόπο που αποδεικνύεται η ιδιοκτησία, μεταφέρονται περιουσιακά στοιχεία και δημιουργείται εμπιστοσύνη στον ψηφιακό χώρο. Επιπλέον, καθώς οι περιβαλλοντικές ανησυχίες σχετικά με την κατανάλωση ενέργειας του blockchain αντιμετωπίζονται, τα NFTs μπορεί να γίνουν ακόμη πιο βιώσιμα, ανοίγοντας νέες προοπτικές για ευρεία αποδοχή και καινοτομία. Το οικοσύστημα των NFTs είναι ακόμη στα πρώτα του βήματα και το μέλλον του αναμένεται να περιλαμβάνει μεγαλύτερη ενσωμάτωση στην καθημερινή ζωή, προσφέροντας νέες ευκαιρίες για δημιουργούς, επενδυτές και βιομηχανίες. Παρακάτω θα εξεταστούν μερικές από τις πιθανές εφαρμογές των NFTs πέρα από τα τρέχοντα πεδία.

#### 8.1.1 Metaverse

Το Metaverse είναι ένας όρος ο οποίος αναφέρεται στην σύνδεση ψηφιακών κόσμων με τον πραγματικό μέσω διαφόρων τεχνολογιών όπως το AR και VR. Με την σύνδεση αυτή δημιουργείται ένας εμβυθιστικός, διαδραστικός χώρος, στον οποίο οι χρήστες μπορούν να συμμετέχουν σε ψηφιακά περιβάλλοντα. Τα τελευταία χρόνια το Metaverse έχει γίνει σημαντικό σημείο έρευνας από διάφορες εταιρίες τεχνολογίας (Facebook, Microsoft κ.λ.π.). [18]

Οι χρήστες, εφόσον δημιουργήσουν το avatar τους, δηλαδή έναν εικονικό χαρακτήρα που τους αναπαριστά, έχουν την δυνατότητα να εξερευνήσουν διάφορους κόσμους και να επικοινωνήσουν με άλλους χρήστες. Το Metaverse έχει ως κύριο στόχο την συνεργασία και αλληλεπίδραση των χρηστών μεταξύ τους καθώς και με το ίδιο το περιβάλλον, μέσω διάφορων δραστηριοτήτων και εκδηλώσεων. Λόγω της ποικιλόμορφης φύσης τους, το Metaverse διαθέτει μεγάλο εύρος εφαρμογών, από το

gaming έως και την εικονική εργασία και εκπαίδευση. Τα NFTs επιτελούν σημαντικό ρόλο στην λειτουργία του Metaverse, αφού επιτρέπουν την ψηφιακή ιδιοκτησία, αποδεικνύουν την αυθεντικότητα των αντικειμένων και μπορούν να χρησιμοποιηθούν εύκολα και γρήγορα για εμπόριο.

Όμως, το Metaverse παρουσιάζει διάφορες προκλήσεις, οι οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν για να ενταχτεί πιο ισχυρά στην καθημερινότητα. Υπάρχουν τεχνολογικές προκλήσεις, όπως η ένταξη των blockchain και η συμφόρηση του δικτύου από μεγάλο αριθμό χρηστών. Επίσης, υπάρχουν προκλήσεις ασφαλείας, ιδιωτικότητας αλλά και προκλήσεις συμπεριφοράς των χρηστών, όπως ο διαδικτυακός εκφοβισμός. [18]



**Εικόνα 8.1.** Το Metaverse, ένας ψηφιακός κόσμος [49]

### 8.1.2 Μέλλον Πραγματικών περιουσιακών στοιχείων

Όπως προαναφέρθηκε, το μέλλον των NFTs σε πραγματικά περιουσιακά στοιχεία όπως ακίνητα, ρουχισμός, οχήματα κ.α. έχει προοπτικές και οι πιθανές εφαρμογές φαίνονται υποσχόμενες. Η εξέλιξη αυτή σχετίζεται με τη δημιουργία νέων ευκαιριών, καθώς και την αυξανόμενη χρήση των NFTs σε διάφορους κλάδους. Είναι σημαντικό να εξεταστεί πως μπορούν οι εταιρείες να αξιοποιήσουν αυτήν την τεχνολογία για να δημιουργηθούν καινοτόμα προϊόντα και υπηρεσίες που θα αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρά ο ψηφιακός με τον φυσικό κόσμο.

### 8.1.3 Μεγαλύτερη ένταξη στο gaming

Οι ενσωματωμένες συλλογές NFTs μπορούν να γίνουν αντικείμενα που χρησιμοποιούνται σε εικονικούς κόσμους και παιχνίδια με τα NFTs να επιτρέπουν στους παίκτες να αγοράζουν, να πωλούν και να ανταλλάσσουν εικονικά αντικείμενα με πραγματική αξία.



**Εικόνα 8.2.** Skin όπλου σε online παιχνίδι για προσωποποίηση του χαρακτήρα [14]

Αυτά τα αντικείμενα μπορεί να είναι εξοπλισμός, σπάνιες κάρτες, ή ακόμη και ψηφιακά κτίρια και εδάφη σε εικονικούς κόσμους, κάνοντας τους παίκτες να ενδιαφέρονται περισσότερο να επενδύσουν χρόνο και χρήμα στα παιχνίδια, όταν γνωρίζουν ότι τα αντικείμενά τους έχουν πραγματική αξία και μπορούν να τα διατηρήσουν ακόμη και εκτός του παιχνιδιού.

Τα NFTs, μπορούν ακόμα να χρησιμοποιηθούν ως αντικείμενα που λειτουργούν εντός του παιχνιδιού και επηρεάζουν την εμπειρία του παίκτη. Για παράδειγμα ένας παίκτης μπορεί να έχει ένα NFT που του παρέχει ειδικές ικανότητες ή προνόμια μέσα στο παιχνίδι.

Τέλος, τα NFTs έχουν δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για τους παίκτες, τους δημιουργούς παιχνιδιών και τους εκδότες, αλλά έχουν επίσης προκαλέσει κριτική σε σχέση με τις προβληματικές πλευρές της αγοράς NFT.

#### 8.1.4 Εκπαίδευση

Τα NFTs μπορούν να εφαρμοστούν στον τομέα της εκπαίδευσης και της μάθησης, ανοίγοντας νέους ορίζοντες στην εκπαιδευτική επικοινωνία και την διαδικασία της μάθησης. Η χρήση των NFTs στην εκπαίδευση [59] μπορεί να προσφέρει μια σειρά καινοτόμων προσεγγίσεων και οφέλη:

- **Κίνητρα και Ανταμοιβές:** Τα NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ανταμοιβές για την επίτευξη εκπαιδευτικών στόχων. Για παράδειγμα, μπορεί να δοθεί ένα NFT σε έναν μαθητή για την επιτυχή ολοκλήρωση ενός μαθήματος ή για την συμμετοχή του σε εκπαιδευτικές δραστηριότητες.
- **Πιστοποίηση Επιδόσεων:** Τα NFTs μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακά πιστοποιητικά που καταγράφουν τις επιδόσεις και τις δεξιότητες των μαθητών. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αξιολόγηση της ακαδημαϊκής προόδου και της επαγγελματικής ανάπτυξης.
- **Διαδραστικό Μάθημα:** Τα NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία διαδραστικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων. Οι μαθητές μπορούν να αλληλεπιδρούν με τα NFTs, αποκτώντας γνώσεις και εμπειρίες.
- **Καλλιέργεια Δημιουργικότητας:** Οι μαθητές μπορούν να δημιουργήσουν τα δικά τους ψηφιακά έργα τέχνης και να τα κυκλοφορήσουν ως NFTs. Αυτό προωθεί τη δημιουργικότητα και την ανάπτυξη δεξιοτήτων.



- Διαφάνεια και Αυτονομία: Οι τεχνολογίες blockchain πίσω από τα NFTs παρέχουν διαφάνεια και αυτονομία στους μαθητές. Οι ίδιοι οι μαθητές μπορούν να ελέγχουν τα δικά τους NFTs και να διαχειρίζονται την προσωπική τους εκπαιδευτική πορεία

#### 8.1.5 Υγεία και Ιατρική

Η χρήση των NFTs στον τομέα της υγείας και της ιατρικής ανοίγει νέες προοπτικές και προκλήσεις στον τρόπο που γίνεται διαχείριση των ιατρικών δεδομένων, της παροχής φροντίδας υγείας και της έρευνας. Τα NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ασφαλή αποθήκευση και τη διαχείριση των ιατρικών αρχείων [12] και του ιστορικού υγείας των ατόμων επιτρέποντας την εύκολη πρόσβαση σε ιατρικές πληροφορίες από διάφορους επαγγελματικούς φορείς υγείας, εξοικονομώντας χρόνο και βελτιώνοντας την ποιότητα της περίθαλψης. Επίσης ίσως χρησιμοποιηθούν για την παροχή ψηφιακών υπηρεσιών υγείας όπου γιατροί και νοσηλευτές θα έχουν τη δυνατότητα να παρέχουν απομακρυσμένες συμβουλές και διαγνώσεις σε ασθενείς μέσω ασφαλών NFTs, εξοικονομώντας χρόνο και αποφεύγοντας την ανάγκη για απευθείας επαφή. Ακόμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και την ασφαλή αποθήκευση δεδομένων από κλινικές δοκιμές και ιατρικές έρευνες, εξασφαλίζοντας τη διαφάνεια και την ακρίβεια των δεδομένων, ενώ επιτρέπει την αποδοτική συνεργασία μεταξύ ερευνητών και φαρμακευτικών εταιρειών. Τέλος, η εκχώρηση NFTs ως ανταμοιβή για υγιεινή διαβίωση και άλλες υγιεινές πρακτικές μπορεί να ενθαρρύνει τους ανθρώπους να ακολουθούν υγιεινές συνήθειες, βελτιώνοντας έτσι την προσωπική τους υγεία και μειώνοντας το κόστος της υγειονομικής φροντίδας. [32]

Παράλληλα όμως με τις ευκαιρίες, υπάρχουν και προκλήσεις σχετικά με την ασφάλεια των δεδομένων, την ιδιωτικότητα και τις κανονιστικές ανησυχίες που πρέπει να αντιμετωπιστούν για να αξιοποιηθεί πλήρως το δυναμικό των NFTs στον τομέα της υγείας και της ιατρικής.



**Εικόνα 8.3.** Χρήση τεχνολογίας blockchain στην ιατρική [32]

### 8.1.6 Κοινωνική Δικαιοσύνη και Ανθρωπιστική Βοήθεια

Τέλος, η χρήση των NFTs στον τομέα της κοινωνικής δικαιοσύνης και της ανθρωπιστικής βοήθειας είναι ένας τρόπος για την ανάπτυξη και την ενίσχυση προγραμμάτων που αφορούν την προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, την αντιμετώπιση των κοινωνικών ανισοτήτων και την παροχή βοήθειας σε περιοχές που την έχουν ανάγκη. Οι οργανισμοί ανθρωπιστικής βοήθειας μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα NFTs για την επίτευξη διαφάνειας και αποτελεσματικής διαχείρισης των πόρων. Με την αντιστοίχιση των NFTs με συγκεκριμένα προϊόντα ή υπηρεσίες που παρέχονται στους ανθρώπους που βρίσκονται σε ανάγκη, μπορεί να επιτευχθεί αποτελεσματικότερη και πιο διαφανής διανομή βοήθειας, εξασφαλίζοντας την ακριβέστερη κατανομή πόρων σε προγράμματα κοινωνικής υποστήριξης. Κάθε NFT μπορεί να αντιστοιχηθεί με συγκεκριμένη ανάγκη ή έργο, εξασφαλίζοντας ότι οι δωρητές γνωρίζουν πως ακριβώς χρησιμοποιούνται οι πόροι τους [38]. Τέλος, η τεχνολογία του blockchain, εξασφαλίζει την ακρίβεια και την συνεχόμενη καταγραφή των συναλλαγών, βοηθά στην παρακολούθηση των διανεμημένων προγραμμάτων και διασφαλίζει ότι οι πόροι φτάνουν στον προορισμό τους. Παράλληλα με αυτές τις ευκαιρίες, υπάρχουν προκλήσεις όπως η ανάγκη για αξιόπιστα συστήματα επιβεβαίωσης των αναγκών και η διασφάλιση της ιδιωτικότητας των ανθρώπων που λαμβάνουν ανθρωπιστική βοήθεια. Επίσης, πρέπει να επιλυθούν ζητήματα σχετικά με τη νομική αναγνώριση και τον φορολογικό ρόλο των NFTs στον τομέα της ανθρωπιστικής βοήθειας και της κοινωνικής δικαιοσύνης.

Πέρα από αυτές τις εφαρμογές, το μέλλον των NFTs μπορεί να φέρει νέες ιδέες και χρήσεις που δεν έχουν γίνει ακόμη αντιληπτές. Ο ρόλος της κοινότητας και των δημιουργών είναι ζωτικός στη διαμόρφωση αυτού του μέλλοντος, καθώς συνεργάζονται για τη δημιουργία νέων εφαρμογών και ευκαιριών. Με αυτό τον τρόπο, τα NFTs παραμένουν ένα ανοιχτό βιβλίο που προκαλεί τη δημιουργικότητα και την καινοτομία, αναμένοντας το μέλλον που έρχεται.

### 8.1.7 Διαφάνεια σε Δημοκρατικές Διαδικασίες

Μια πιθανή εξέλιξη των NFTs είναι η εξασφάλιση της δημοκρατίας, μέσω της δημιουργίας ψηφιακών ταυτοτήτων σχετικές με το δικαίωμα και την διαδικασία ψήφου. Με τα NFTs, μπορεί να γίνει καταγραφή ψήφων και αποτελεσμάτων, καθώς και η επαλήθευση της ψήφου από τους ψηφοφόρους. Με την αποθήκευση τους στο blockchain, θα διασφαλίζεται η ακεραιότητα και η αυθεντικότητα της ψήφου, εξαλείφοντας την περίπτωση παραποίησης των αποτελεσμάτων. Επίσης, γίνονται πιο εύκολες οι δημοσκοπήσεις καθώς και η συμμετοχή του κόσμου σε αποφάσεις που τους αφορούν.

## 8.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΚΑΙ ΤΑΣΕΙΣ

Οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι τάσεις παίζουν έναν κρίσιμο ρόλο στον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνεται το οικοσύστημα των NFTs. Ενώ το βασικό υπόβαθρο της τεχνολογίας blockchain παραμένει σταθερό, υπάρχουν πολλές νέες εξελίξεις που επηρεάζουν τον χώρο των NFTs.

### 8.2.1 Εικονική και Επαυξημένη Πραγματικότητα

Αρχικά, η ενσωμάτωση των NFTs στον κόσμο της Εικονικής και Επαυξημένης Πραγματικότητας (VR και AR) αποτελεί μια από τις πιο ενδιαφέρουσες τάσεις που διαμορφώνουν τον χώρο των NFTs και ανοίγουν νέες πόρτες στη δημιουργία και αλληλεπίδραση με ψηφιακά αγαθά. Η Εικονική Πραγματικότητα (VR) επιτρέπει, μέσω την χρήση εξειδικευμένων ακουστικών και κιαλιών, την απόλυτη εμπυθιστική εμπειρία, στην οποία οι χρήστες εισέρχονται σε πλήρως αυτόνομους ψηφιακούς κόσμους, όπου μπορούν να αλληλεπιδρούν με αντικείμενα και άλλους χρήστες. Τα NFTs

μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μοναδικών αντικειμένων, περιβαλλοντικών στοιχείων ή ακόμη και εικονικών κτιρίων στον κόσμο της VR.



**Εικόνα 8.4.** Oculus Quest 2 [28]

Από την άλλη πλευρά, η Επαυξημένη Πραγματικότητα (AR) συνδυάζει τον πραγματικό κόσμο με τα ψηφιακά στοιχεία, εμφανίζοντας πληροφορίες ή αντικείμενα πάνω στο φυσικό περιβάλλον. Αυτό γίνεται με την χρήση συσκευών που μπορούν να ανιχνεύουν το πραγματικό περιβάλλον και να το επικαλύψουν με ψηφιακά στοιχεία. Τέτοιες συσκευές είναι τα smartphones ή τα έξυπνα γυαλιά. Τα NFTs μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μοναδικών ψηφιακών αντικειμένων, που μπορούν να ενσωματωθούν στον κόσμο της AR. Για παράδειγμα, ένα έργο τέχνης ή ένα αντικείμενο που είναι NFT μπορεί να εμφανιστεί στην κάμερα ενός smartphone μέσω μιας AR εφαρμογής. Οι καλλιτέχνες μπορούν να δημιουργήσουν ψηφιακά έργα τέχνης χρησιμοποιώντας τα NFTs και να τα ενσωματώσουν σε εικονικούς κόσμους ή εφαρμογές AR, δίνοντας στους χρήστες τη δυνατότητα να προσαρμόσουν και να διακοσμήσουν το εικονικό ή το επαυξημένο περιβάλλον τους όπως επιθυμούν, δημιουργώντας μια προσωποποιημένη εμπειρία. Τελικώς, η ενσωμάτωση των NFTs στην VR και AR τεχνολογία [26] ενισχύει τη δυνατότητα εμπορίας αυτών των ψηφιακών αγαθών με τους χρήστες να μπορούν να επικοινωνούν και να αλληλεπιδρούν σε εικονικούς χώρους, ανταλλάσσοντας αγαθά και δημιουργώντας κοινότητες που βασίζονται στα NFTs.



**Εικόνα 8.5.** Microsoft HoloLens Smart Glasses για προβολή ολογράμματος [50]

### 8.2.2 Διαλειτουργικότητα των NFTs

Η διαλειτουργικότητα είναι μια σημαντική εξέλιξη στον χώρο των NFTs, που βοηθάει την αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών δικτύων blockchain, και είναι σημαντική για πολλούς λόγους.

Καταρχάς, επιτρέπει στους δημιουργούς και τους κατόχους NFTs να επωφεληθούν από τις δυνατότητες πολλαπλών blockchain. Η διαλειτουργικότητα παρέχει στον χρήστη την ικανότητα να μεταφέρει ή να χρησιμοποιεί ένα NFT σε διαφορετικό blockchain.

Επίσης, επιτρέπει τη δημιουργία πιο περίπλοκων οικοσυστημάτων, στα οποία διάφορες πλατφόρμες και αλυσίδες μπορούν να συνεργάζονται. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερη ποικιλία και ευελιξία για τους χρήστες, καθώς μπορούν να επιλέξουν πού θα ανταλλάξουν και θα αξιοποιήσουν τα NFTs τους.

Για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας, χρειάζονται διάφορα πρότυπα NFT, γέφυρες και sidechains (πλευρικά δίκτυα). Οι τεχνικές αυτές διασφαλίζουν ότι τα NFTs μπορούν να λειτουργούν αξιόπιστα, ανεξαρτήτως της αλυσίδας στην οποία βρίσκονται

### 8.2.3 Layer 2 στα NFTs

Ένας τρόπος αντιμετώπισης του υψηλού τέλους μεταφοράς και των αργών ταχυτήτων συναλλαγών που σχετίζονται με τα NFTs, είναι το Layer 2.

Ο όρος "δεύτερη στρώση" (Layer 2) αναφέρεται σε μια διαδικασία που βελτιώνει την αποδοτικότητα και την κλιματική απόδοση των blockchain δικτύων, όπως του Ethereum. Στον κόσμο των NFTs, η εφαρμογή της δεύτερης στρώσης μπορεί να προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα. Ένα από τα μεγάλα προβλήματα που αντιμετωπίζουν τα blockchain δίκτυα, όπως το Ethereum, είναι η υψηλή κατανάλωση ενέργειας κατά τη διαδικασία εξόρυξης (mining) και εκτέλεσης συναλλαγών, με την δεύτερη στρώση να μπορεί να μειώσει σημαντικά την ενεργειακή κατανάλωση, καθιστώντας τη χρήση των NFTs πιο βιώσιμη από περιβαλλοντική άποψη. Η δεύτερη στρώση επιτρέπει στα NFTs να λειτουργούν με πολύ χαμηλότερο κόστος συναλλαγής και μεγαλύτερη ταχύτητα εκτέλεσης. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη δημιουργία και την αγορά μικροσυναλλαγών (microtransactions)

[7], που είναι κρίσιμα για την επέκταση της χρήσης των NFTs σε διάφορους τομείς. Η δεύτερη στρώση βοηθά ακόμα στην αύξηση του αριθμού των συναλλαγών που μπορούν να επεξεργαστούν τα blockchain, επιτρέποντας μεγαλύτερη επεκτασιμότητα και μείωση της συμφόρησης στο δίκτυο. Ορισμένες υλοποιήσεις παρέχουν πρόσθετα μέτρα ασφαλείας για τα NFTs, βοηθώντας στην προστασία από επιθέσεις και απάτες. Συνολικά, η ευρύτερη χρήση της δεύτερης στρώσης ενδυναμώνει την τεχνολογία των NFTs και των blockchain, καθιστώντας την πιο βιώσιμη, αποδοτική και αποτελεσματική για διάφορες εφαρμογές και περιπτώσεις χρήσης.

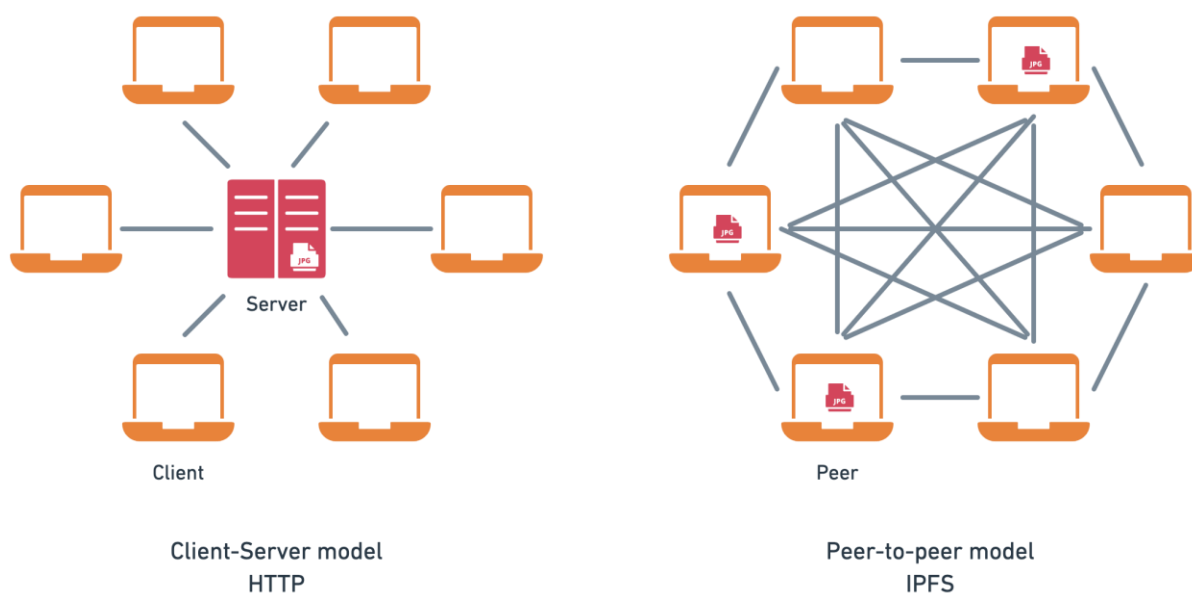


**Εικόνα 8.6.** Δεύτερη στρώση σε εφαρμογές blockchain [7]

#### 8.2.4 IPFS και το αποκεντρωμένο μέλλον των NFTs

Το IPFS (InterPlanetary File System) [35] αποτελεί μια κρίσιμη υποδομή αποθήκευσης που συνδυάζεται συχνά με τα NFTs για να εξασφαλίσει την αυθεντικότητα, την πρόσβαση και την αντοχή των ψηφιακών αγαθών. Το IPFS είναι ένα σύστημα αποθήκευσης που βασίζεται σε αποκεντρωμένες αρχές, και αντί να αποθηκεύει τα δεδομένα σε έναν κεντρικό διακομιστή, τα κατανέμει σε ένα δίκτυο από κόμβους, καθιστώντας την αποθήκευση πιο ανθεκτική, καθώς τα δεδομένα μπορούν να ανακτηθούν από αυτούς. Όταν δημιουργείται ένα NFT, το IPFS χρησιμοποιείται για να αποθηκευτούν τα αρχεία που σχετίζονται με το NFT, όπως εικόνες ή βίντεο. Το IPFS δημιουργεί ένα μοναδικό αποτύπωμα (hash) για αυτά τα αρχεία, το οποίο αποθηκεύεται στο blockchain του NFT, εξασφαλίζοντας την αυθεντικότητα των αρχείων, καθώς μπορούν να επαληθευτούν με βάση το hash. Μέσω του IPFS, τα NFTs μπορούν να συνδέονται με πολυμέσα και περιεχόμενο που αποθηκεύεται από κάποιον χρήστη ή κόμβο του δικτύου, επιτρέποντας στους καλλιτέχνες και τους δημιουργούς να κατασκευάζουν περιεχόμενο που συνοδεύει τα NFTs τους. Ακόμα, το IPFS βελτιώνει την πρόσβαση στα αρχεία, καθώς αυτά αποθηκεύονται αποκεντρωμένα σε πολλούς κόμβους, επιτρέποντας στους χρήστες να ανακτήσουν τα αρχεία από τον πλησιέστερο κόμβο, βελτιώνοντας την ταχύτητα και την αξιοπιστία της πρόσβασης. Οι πληροφορίες που αποθηκεύονται στο IPFS μπορούν εύκολα να συνδυαστούν με τα NFTs, χαρίζοντας στους καλλιτέχνες και τους κατόχους περισσότερη ευελιξία στη διαχείριση και την προβολή των δημιουργιών και ιδιοκτησιών τους. Συνολικά, το IPFS αποτελεί κρίσιμη υποδομή για τα NFTs, προσφέροντας αποθήκευση, αυθεντικότητα, διασυνδεσιμότητα και βελτιωμένη πρόσβαση στα

ψηφιακά αγαθά που συνδέονται με αυτό, καθιστώντας το ένα από τα βασικά στοιχεία που συμβάλλουν στην επιτυχία και τη διάδοση των NFTs σε διάφορους τομείς.



**Εικόνα 8.7.** Ο αποκεντρωμένος τρόπος αποθήκευσης του IPFS [39]

#### 8.2.5 Αυτόνομοι Οργανισμοί με Αποκεντρωμένη Διακυβέρνηση (DAOs)

Οι Decentralized Autonomous Organizations (DAOs) έχουν γίνει ένα στοιχείο-κλειδί στη διακυβέρνηση των πλατφορμών και των κοινοτήτων των NFTs. Στην καρδιά των DAOs βρίσκονται τα έξυπνα συμβόλαια. Οι πλατφόρμες και οι κοινότητες των NFTs εκμεταλλεύονται την τεχνολογία blockchain και των DAOs. Οι DAOs εκπληρώνουν αρκετές κομβικές λειτουργίες. Εξουσιοδοτούν τους κατόχους και τους συμμετέχοντες στα NFTs να έχουν άμεση επιρροή στη διακυβέρνηση της πλατφόρμας, εξασφαλίζοντας μια δημοκρατική και συμπεριληπτική προσέγγιση στη λήψη αποφάσεων. Επίσης, ελέγχουν τα ταμεία που προέρχονται από τις πωλήσεις NFTs και άλλες πηγές εσόδων, επιτρέποντάς τους να καθορίζουν την χρηματοδότηση της ανάπτυξης, μάρκετινγκ, συνεργασιών και άλλα. Επιπλέον, καθοδηγούν την κατεύθυνση της ανάπτυξης της πλατφόρμας και των προτεραιοτήτων, επιτρέποντας στην κοινότητα να ηγείται της ανάπτυξής της. Τέλος, συμμετέχουν στην επίλυση των συγκρούσεων, διευκολύνοντας δίκαιες και διαφανείς διαδικασίες για την αντιμετώπιση θεμάτων όπως διαφωνίες περί πνευματικών δικαιωμάτων ή ανασφάλειες στον κώδικα.

Η υιοθέτηση των DAOs στις πλατφόρμες των NFTs οδηγείται από την επιθυμία της κοινότητας για διακυβέρνηση και αποτελεί απόκλιση από τα παραδοσιακά, κεντρικά μοντέλα. Οι DAOs εκτός από τα οφέλη που προσφέρουν, όπως η διαφάνεια και η ασφάλεια, αντιμετωπίζουν και διάφορα προβλήματα. Θέματα όπως η συμμετοχή ή η απάθεια των ψηφοφόρων και η αποδοτικότητα των διαδικασιών λήψης αποφάσεων απαιτούν συνεχή προσοχή και καινοτομία.

## 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

---

Στο τελικό κεφάλαιο αυτής της μελέτης, θα εξεταστούν τα βασικά συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των Non-Fungible Tokens (NFTs) και η σημασία τους στον ψηφιακό κόσμο.

- **Επαναστατική Τεχνολογία:** Τα NFTs αντιπροσωπεύουν μια επαναστατική τεχνολογία που έχει ανατρέψει παραδοσιακές αγορές, όπως η τέχνη, η μουσική και τα βιντεοπαιχνίδια. Επιτρέπουν στους δημιουργούς να διαχειρίζονται και να αξιοποιούν το ψηφιακό περιεχόμενο με νέους τρόπους.
- **Διαφάνεια και Αυτονομία:** Το blockchain και τα έξυπνα συμβόλαια που χρησιμοποιούνται στα NFTs προσφέρουν αυξημένη διαφάνεια και αυτονομία. Οι συναλλαγές καταγράφονται συνεχόμενα και η ιδιοκτησία είναι ασφαλής και διαφανής.
- **Δημιουργική Ελευθερία:** Τα NFTs δίνουν στους δημιουργούς την ελευθερία να εξερευνήσουν νέες μορφές τέχνης και ψηφιακού περιεχομένου, χωρίς τους περιορισμούς των παραδοσιακών μέσων.
- **Οικονομική Αξία:** Τα NFTs έχουν δημιουργήσει μια νέα αγορά όπου τα ψηφιακά αγαθά έχουν πραγματική οικονομική αξία. Καλλιτέχνες και δημιουργοί μπορούν να επωφεληθούν από αυτήν την αξία.
- **Περιβαλλοντικές και άλλες Ανησυχίες:** Η ενεργοβόρα φύση της τεχνολογίας blockchain που χρησιμοποιείται για τα NFTs έχει προκαλέσει ανησυχίες σχετικά με τον περιβαλλοντικό της αποτύπωμα. Απαιτείται περαιτέρω έρευνα και ανάπτυξη για τη βελτίωση της βιωσιμότητας. Επίσης, υπάρχουν νομικές προκλήσεις καθώς και προκλήσεις ασφαλείας οι οποίες πρέπει να αντιμετωπιστούν, μέσω εκπαίδευσης χρηστών και ανάπτυξη νομικών πλαισίων, για την ταχύτερη ενσωμάτωση των NFTs στην καθημερινότητα.

Συνοψίζοντας, τα NFTs έχουν εισάγει μια νέα εποχή στον ψηφιακό κόσμο με τεράστιες δυνατότητες και προκλήσεις. Είναι αναγκαίο να εξεταστεί προσεκτικά ο τρόπος χρήσης τους και να διασφαλιστεί ότι θα εξυπηρετήσουν την κοινωνία και τον πλανήτη με ωφέλιμο και βιώσιμο τρόπο. Το μέλλον των NFTs είναι αβέβαιο, αλλά αναμφίβολα ενδιαφέρον και γεμάτο προοπτικές.

## 10 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

---

1. Agbo, C., Mahmoud, Q., & Eklund, J. (2019, April 4). Blockchain Technology in Healthcare: A Systematic Review. *Healthcare*, 7(2), 56. <https://doi.org/10.3390/healthcare7020056>
2. Alchemy. (2022, April 25). What is OpenZeppelin? Developer's Guide 2023. Alchemy.Com. Retrieved September 16, 2023, from <https://www.alchemy.com/overviews/openzeppelin-developers-guide-2022>
3. Apostu, S. A., Panait, M., Vasa, L., Mihaescu, C., & Dobrowolski, Z. (2022, September 5). NFTs and Cryptocurrencies—The Metamorphosis of the Economy under the Sign of Blockchain: A Time Series Approach. *Mathematics*, 10(17), 3218. <https://doi.org/10.3390/math10173218>
4. Appelmans, A. (2022, February 2). The potential of NFTs in real estate markets. *Crypto Valley Journal*. Retrieved August 22, 2023, from <https://cvj.ch/en/focus/blockchain/nfts-in-the-real-estate-market/>
5. Axie Infinity. (n.d.). Axie Infinity. Retrieved September 9, 2023, from <https://axieinfinity.com>
6. BBC News. (2017, December 5). CryptoKitties craze slows down transactions on Ethereum. BBC News. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.bbc.com/news/technology-42237162>
7. Belova. (2022, January 11). What Are Layer 2 Blockchain Solutions: Overview, Capabilities and Projects. PixelPlex. Retrieved September 9, 2023, from <https://pixelplex.io/blog/what-is-layer-2/>
8. Binance. (2022, September 22). Physical NFTs: Bridging the Gap Between Digital and Physical Worlds. Retrieved October 9, 2023, from <https://www.binance.com/en/blog/nft/physical-nfts-bridging-the-gap-between-digital-and-physical-worlds-7460772280213595786>
9. Bitpanda. (n.d.). What are Smart Contracts and how do they work? Bitpanda Academy. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.bitpanda.com/academy/en/lessons/what-are-smart-contracts-and-how-do-they-work>
10. Buterin, V. (2013). Ethereum Whitepaper: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform.
11. Canellis, D. (2022, June 18). Crashing Prices Expose Bitcoin Mining Industry's Addiction to Leverage. *Blockworks*. Retrieved September 9, 2023, from <https://blockworks.co/news/crashing-prices-expose-bitcoin-mining-industrys-addiction-to-leverage>
12. Chiacchio, F., D'Urso, D., Oliveri, L. M., Spitaleri, A., Spampinato, C., & Giordano, D. (2022, April 15). A Non-Fungible Token Solution for the Track and Trace of Pharmaceutical Supply Chain. *Applied Sciences*, 12(8), 4019. <https://doi.org/10.3390/app12084019>
13. Chopard, KRONOS 360. (n.d.). Happy Diamond 2184 Chopard. Retrieved September 5, 2023 from <https://www.kronos360.com/en/index.php?controller=product>
14. Enlisted. (2022, April 1). Catchy weapons for bright personalities! - News - Enlisted. Retrieved September 9, 2023, from <https://enlisted.net/en/news/show/289-catchy-weapons-for-bright-personalities-en/#!/>



15. Ethereum. ERC-20 Token Standard | ethereum.org. (n.d.). Retrieved from <https://ethereum.org>
16. Ethereum. ERC-721 Non-Fungible Token Standard | ethereum.org. (n.d.). Retrieved from <https://ethereum.org>
17. Ethereum Developers Documentation - Networks. (n.d.). Ethereum.org. <https://ethereum.org/en/developers/docs/networks/> accessed September 2023
18. Far, S. B., Bamakan, S. M. H., Qu, Q., & Jiang, Q. (2022). A Review of Non-fungible Tokens Applications in the Real-world and Metaverse. *Procedia Computer Science*, 214, 755–762. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.11.238>
19. Fernandes, C. E., & Morais, R. (2022, November 18). Do NFTs Sound Good? An Exploratory Study on Audio NFTs and Possible Avenues. *Informatics*, 9(4), 94. <https://doi.org/10.3390/informatics9040094>
20. Filebase. (n.d.). <https://docs.filebase.com>. Retrieved September 17, 2023, from <https://docs.filebase.com>
21. Galal, H. S., & Youssef, A. M. (2023, January 1). Aegis: Privacy-Preserving Market for Non-Fungible Tokens. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 10(1), 92–102. <https://doi.org/10.1109/tNSE.2022.3205428>
22. GeeksforGeeks. (2018, August 14). How Does the Blockchain Work?. Retrieved September 10, 2023, from <https://www.geeksforgeeks.org/how-does-the-blockchain-work/>
23. Gupta, T., Ramesh, D., & Mishra, R. (2022, April 7). Gene Determination Algorithm: A Blockchain-based Case Study of Crypto Kitties. 2022 IEEE 7th International Conference for Convergence in Technology (I2CT). <https://doi.org/10.1109/i2ct54291.2022.9825042>
24. Hayward. (2021, May 20). 5 Bitcoin alternatives that are more environmentally friendly. Tom's Guide. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.tomsguide.com/news/5-bitcoin-alternatives-that-are-more-environmentally-friendly>
25. Hern, A. (2021, March 4). Kings of Leon to release new album as a non-fungible token. *The Guardian*. Retrieved August 3, 2023, from <http://www.theguardian.com/music/2021/mar/04/kings-of-leon-to-release-new-album-as-a-non-fungible-token>
26. Hurst, W., Spyrou, O., Tekinerdogan, B., & Krampe, C. (2023, May 23). Digital Art and the Metaverse: Benefits and Challenges. *Future Internet*, 15(6), 188. <https://doi.org/10.3390/fi15060188>
27. Hussey, & Phillips. (2022, May 3). What is MetaMask? How to Use the Top Ethereum Wallet. Decrypt.Co. Retrieved September 13, 2023, from <https://decrypt.co/resources/metamask>
28. Johnson. (2020, December 4). Oculus Quest 2 Review: VR For Everyone. *Forbes*. Retrieved September 5, 2023, from <https://www.forbes.com/sites/forbes-personal-shopper/2020/12/04/oculus-quest-2-review/?sh=5250e5b823f0>
29. Kastrenakes. (2021, May 12). CryptoPunks NFTs sell at Christie's for \$16.9 million. *The Verge*. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.theverge.com/2021/5/11/22430254/cryptopunks-christies-sale-larva-labs>

30. Kohli, V., Chakravarty, S., Chamola, V., Sangwan, K. S., & Zeadally, S. (2023, February). An analysis of energy consumption and carbon footprints of cryptocurrencies and possible solutions. *Digital Communications and Networks*, 9(1), 79–89. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.06.017>
31. Lost Relics - Action-Adventure Role-Playing Game. (n.d.). Lost Relics. Retrieved June 16, 2023, from <https://lostrelics.io/>
32. Maruf. (2023, March 12). Reshaping the Health Industry with the Power of NFTs NFT Plazas. NFT Plazas. Retrieved September 9, 2023, from <https://nftplazas.com/nfts-health-industry/>
33. Martinique. (2022, May 25). 20 NFT Marketplaces To Be Familiar With Right Now | Widewalls. Widewalls. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.widewalls.ch/magazine/nft-marketplaces>
34. Mukhopadhyay, M., & Ghosh, K. (2020). A Curious Case of Cryptokick. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3656147>
35. N. Sangeeta, & Nam, S. Y. (2023, March 24). Blockchain and Interplanetary File System (IPFS)-Based Data Storage System for Vehicular Networks with Keyword Search Capability. *Electronics*, 12(7), 1545. <https://doi.org/10.3390/electronics12071545>
36. Nakamoto, S. (2008). Bitcoin Whitepaper: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.
37. Nast, C. (2021, December 26). The Metaverse Land Rush Is an Illusion. *WIRED*. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.wired.com/story/metaverse-land-rush-illusion/>
38. Nogueira, A., Marques, C. G., Manso, A., & Almeida, P. (2023, July 15). NFTs and the Danger of Loss. *Heritage*, 6(7), 5410–5423. <https://doi.org/10.3390/heritage6070285>
39. Norman. (2022, June 9). A Practical Explainer for IPFS Gateways - Part 1. *IPFS Blog & News*. Retrieved September 9, 2023, from <https://blog.ipfs.tech/2022-06-09-practical-explainer-ipfs-gateways-1/>
40. Omar, A. (2022). Understanding the economies of blockchain games: an empirical analysis of Axie Infinity (Bachelor's Thesis). ETH Zürich <https://pub.tik.ee.ethz.ch/students/2022-FS/BA-2022-08.pdf>
41. Opeyemi Amure. (2022, November 22). What Is OpenSea? Investopedia.Com. Retrieved September 14, 2023, from <https://www.investopedia.com/tobi-opeyemi-amure-5524808>
42. Paajala, I., Nyyssölä, J., Mattila, J., & Karppinen, P. (2022, November 4). Users' Perceptions of Key Blockchain Features in Games. *Future Internet*, 14(11), 321. <https://doi.org/10.3390/fi14110321>
43. Park, H., & Lim, R. E. (2023, September). Fashion and the metaverse: Clarifying the domain and establishing a research agenda. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 74, 103413. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2023.103413>
44. Patrikakis, C., Leligkou, H., & Kogias, D. (2023). *Blockchain [Postgraduate textbook]*. Kallipos, Open Academic Editions. <https://dx.doi.org/10.57713/kallipos-171>
45. Pelechrinis K, Liu X, Krishnamurthy P, Babay A (2023) Spotting anomalous trades in NFT markets: The case of NBA Topshot. *PLoS ONE* 18(6): e0287262. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287262>

46. Peters, G. W., & Panayi, E. (2015). Understanding Modern Banking Ledgers Through Blockchain Technologies: Future of Transaction Processing and Smart Contracts on the Internet of Money. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2692487>
47. Puggioni. (2022, January 19). What is Etherscan, and how does it work? Cointelegraph.Com. Retrieved September 13, 2023, from <https://cointelegraph.com/news/what-is-etherscan-and-how-does-it-work>
48. Rahrouh, M., Alayash, W., & Ghanem, M. (2022, November 22). The Potential Application Of NFT in the Publishing Industry; Opportunities and Challenges. 2022 International Arab Conference on Information Technology (ACIT). <https://doi.org/10.1109/acit57182.2022.9994159>
49. Ratan, & Meshi. (2022, April 13). Why the metaverse can't exist without a blockchain. Bigthink.Com. Retrieved September 9, 2023, from <https://bigthink.com/the-future/metaverse-blockchain/>
50. Sandström. (2021, November 24). HoloLens 2: the future of remote support. Xmreality. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.xmreality.com/blog/hololens2>
51. Sapra, N., Shaikh, I., & Dash, A. (2023, March 31). Impact of Proof of Work (PoW)-Based Blockchain Applications on the Environment: A Systematic Review and Research Agenda. Journal of Risk and Financial Management, 16(4), 218. <https://doi.org/10.3390/jrfm16040218>
52. Schaar, & Kampakis. (2022, January 18). Non-fungible Tokens as an Alternative Investment: Evidence from CryptoPunks. The Journal of the British Blockchain Association. [https://doi.org/10.31585/jbba-5-1-\(2\)2022](https://doi.org/10.31585/jbba-5-1-(2)2022)
53. Seipel, P. (2022, June 1). NFTs on Wheels - Alfa Romeo Launches the First Car With NFT technology. Unchained. Retrieved September 18, 2023, from <https://blockpit.io/unchained/en/nfts-on-wheels-alfa-romeo-launches-the-first-car-with-nft-technology/>
54. Sorare. (n.d.). Sorare: Own Your Game. Retrieved August 16, 2023, from <https://sorare.com>
55. Stein, D., Haas, L. D., & Deckbar, A. (2023, June 27). Of Auction Records and Non-Fungible Tokens: On the New Valences of Superhero Comics. Arts, 12(4), 131. <https://doi.org/10.3390/arts12040131>
56. VanDerHorn, E., & Mahadevan, S. (2021, June). Digital Twin: Generalization, characterization and implementation. Decision Support Systems, 145, 113524. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2021.113524>
57. Weston. (2022, August 30). Solidity For Beginners- Remix IDE Tutorials. 101blockchains.Com. Retrieved October 13, 2023, from <https://101blockchains.com/remix-ide-tutorials/>
58. Web3 ethereum.org. (n.d.). What is Web3 and why is it important?. <https://ethereum.org/en/web3/#early-internet> accessed September 8, 2023
59. Wu, C. H., & Liu, C. Y. (2022, December 20). Educational Applications of Non-Fungible Token (NFT). Sustainability, 15(1), 7. <https://doi.org/10.3390/su15010007>
60. Wu, C. H., Liu, C. Y., & Weng, T. S. (2023, May 5). Critical Factors and Trends in NFT Technology Innovations. Sustainability, 15(9), 7573. <https://doi.org/10.3390/su15097573>

61. Young, J. (2021, February 28). People have spent more than \$230 million buying and trading digital collectibles of NBA highlights. CNBC. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.cnbc.com/2021/02/28/230-million-dollars-spent-on-nba-top-shot.html>