



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΔΙΠ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Τα πλεονεκτήματα του Blockchain για τη διασφάλιση της υγιεινής, της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων και του περιβάλλοντος.»

ΚΑΜΠΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝΤΑΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
ΜΠΙΝΤΣΗΣ ΘΩΜΑΣ**

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του/της συγγραφέα/δημιουργού. Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

**«Τα πλεονεκτήματα του Blockchain για τη διασφάλιση της
υγιεινής, της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων και
του περιβάλλοντος.»**

ΚΑΜΠΑ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Θωμάς Μπίντσης

Μέλος ΣΕΠ,

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Ιωάννης Πολίτης

Μέλος ΣΕΠ,

Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Πάτρα, Σεπτέμβριος 2024

Ευχαριστίες

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την υπέροχη συνεργασία. Ευχαριστώ για την υποστήριξη που έδειξε πάνω στο θέμα μελέτης της εκπόνησης, καθώς και για την υπομονή του προς εμένα και την καθοδήγηση που μου πρόσφερε καθ' όλη την διάρκεια μέχρι την ολοκλήρωση της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους φίλους μου και τους συνεργάτες μου που με βοήθησαν ενθαρρύνοντάς με να συνεχίσω την προσπάθεια απόκτησης γνώσεων.

Περίληψη

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να διερευνήσει διεξοδικά τα οφέλη της τεχνολογίας Blockchain ως το κατάλληλο τεχνολογικό μέσο για την επίτευξη της υγιεινής, της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων, καθώς και της προστασίας του περιβάλλοντος. Για την κατανόηση και αξιολόγηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ποσοτική αλλά και ποιοτική προσέγγιση. Ειδικότερα, διανεμήθηκε ερωτηματολόγιο, το οποίο συμπληρώθηκε και λήφθηκε δείγμα από 191 επιχειρήσεις της Ελλάδας. Η ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων και η δημιουργία των γραφημάτων έγιναν με χρήση του εργαλείου Επιχειρηματικής Ευφυΐας Tableau Public 2024.1. Επίσης μέρος της ανάλυσης πραγματοποιήθηκε με χρήση του λογισμικού λογιστικών φύλλων Microsoft Excel. Η ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με παρατηρήσεις και μελέτες περίπτωσης. Η έρευνα έδειξε ότι οι επιχειρήσεις στην Ελλάδα αναγνωρίζουν τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας του Blockchain και ότι αυτά διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υγιεινή, την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων, αλλά και του περιβάλλοντος. Παρόλα αυτά, μεγάλο μέρος του δείγματος που αφορά το προσωπικό των εξεταζόμενων εταιρειών, είτε αυτό αποτελεί μέρος της διοίκησης είτε ανήκει σε τμήμα αρμόδιο για την ποιότητα τροφίμων, έχει ακόμη άγνοια για τα πλεονεκτήματα και οφέλη της τεχνολογίας και πολλές φορές ακόμα και για την έννοιά της. Το πρώτο βασικό συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί είναι η ανάγκη για την σωστή ενημέρωση των αρμοδίων και ίσως η απαραίτητη χρηματοδότηση μέσω εθνικών και ευρωπαϊκών πρωτοβουλιών, για την εξέλιξη των επιχειρήσεων, προκειμένου να υιοθετηθεί η τεχνολογία του Blockchain, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την ποιότητα των παραγόμενων αγαθών και κερδίζοντας την εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Τα αποτελέσματα της διπλωματικής αναμένεται να βοηθήσουν τις επιχειρήσεις της Ελλάδας να κατανοήσουν ποιες είναι οι ελλείψεις που έχουν πάνω στην υγιεινή, την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων που απαιτεί η αγορά και το καταναλωτικό κοινό και να ενισχύσουν τη σημασία της τεχνολογίας Blockchain για το περιβάλλον, παρουσιάζοντας τις έννοιες της διαφάνειας, ιχνηλασιμότητας και βιωσιμότητας.

Λέξεις κλειδιά: Blockchain, Εφοδιαστική αλυσίδα, Ασφάλεια τροφίμων, Προβλήματα, Μειονεκτήματα, Πλεονεκτήματα, Οφέλη, Βιωσιμότητα, Περιβάλλον, Ιχνηλασιμότητα, Διαφάνεια, Υιοθέτηση, Επιπτώσεις

Abstract

The aim of this thesis is to thoroughly investigate the benefits of Blockchain technology as the appropriate technological means to achieve food, safety and quality, as well as environmental protection. Both quantitative and qualitative approaches were used to understand and evaluate the research. In particular, a questionnaire was distributed, which was completed and a sample of 191 companies in Greece was taken. The analysis of quantitative data and the creation of graphs were done using the Business Intelligence tool Tableau Public 2024.1. Also part of the analysis was carried out using Microsoft Excel spreadsheet software. The analysis of the qualitative data was conducted using observations and case studies. The research showed that businesses in Greece recognize the advantages of Blockchain technology and that they play an important role in the hygiene, safety and quality of food and the environment. However, a large portion of the sample concerning the staff of the companies surveyed, whether they are part of the management or belong to a department responsible for food quality, is still unaware of the advantages and benefits of the technology and sometimes even of its concept. The first main conclusion that can be derived is the need for the proper information of those in charge and perhaps the necessary funding through national and European initiatives, for the development of companies in order to adopt Blockchain technology, thus increasing the quality of the goods produced and gaining the trust of consumers. The results of the thesis are expected to help businesses in Greece to understand what are the shortcomings they have on the hygiene, safety and quality of food that the market and the consumer demands and to reinforce the importance of Blockchain technology for the environment, presenting the concepts of transparency, traceability and sustainability.

Key words: Blockchain, Supply chain, Food safety, Problems, Disadvantages, Advantages, Benefits, Sustainability, Environment, Traceability, Transparency, Adoption, Impacts

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή	1
1.1. Αντικείμενο της Εργασίας	1
1.2. Δομή της εργασίας	3
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	3
2.1 Η έννοια της τεχνολογίας Blockchain	18
2.2 Η χρησιμότητα της τεχνολογίας Blockchain.....	23
2.3 Υιοθέτηση τεχνολογίας Blockchain	25
2.3.1 Αναφορές χρήσης τεχνολογίας Blockchain	28
2.3.2 Πλατφόρμες	36
2.3.3 Αλλαγές - Εξελισσόμενες Τάσεις.....	40
2.4 Διαφάνεια μέσω της τεχνολογίας Blockchain	45
2.5 Ιχνηλασιμότητα μέσω της τεχνολογίας Blockchain	48
2.6 Βιωσιμότητα μέσω της τεχνολογίας Blockchain	52
2.7 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain	57
2.8 Εμπόδια υιοθέτησης της τεχνολογίας Blockchain	68
2.9 Ανάλυση SWOT	74
3. Προτεινόμενη Μέθοδος	76
3.1 Ερωτηματολόγιο	77
3.2 Κατηγοριοποίηση Απαντήσεων.....	78
3.3 Στατιστική Ανάλυση.....	79
3.4 Συγκριτική Ανάλυση.....	80
4. Αποτελέσματα και συμπεράσματα	108
5. Συμπεράσματα-Προτάσεις για μελλοντική έρευνα	115
Βιβλιογραφία	116
Παράρτημα Ι	119
Παράρτημα ΙΙ.....	135

Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 1 Απεικονίζει τις πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων (Li et al. 2021).....	39
Εικόνα 2 Αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων (Zhang et al., 2023)	51

Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1 Εταιρείες που εφαρμόζουν την τεχνολογία του Blockchain	32
Πίνακας 2 Συχνότητα και ποσοστά συμμετοχής εταιρειών ανά κατηγορία	79
Πίνακας 3 Φύλο συμμετεχόντων	80
Πίνακας 4 Ηλικιακή ομάδα συμμετεχόντων.....	81
Πίνακας 5 Μορφωτικό επίπεδο συμμετεχόντων	81
Πίνακας 6 Συχνότητα εξοικείωσης της τεχνολογίας Blockchain με βάση το φύλο	83
Πίνακας 7 Συχνότητα εξοικείωσης της τεχνολογίας Blockchain με βάση την ηλικιακή ομάδα	85
Πίνακας 8 Συχνότητα και ποσοστά συμμετοχής ανά κατηγορία εταιρειών	89
Πίνακας 9 Σύγκριση εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την τεχνολογία του Blockchain και τις κύριες ιδιότητες του Blockchain.....	92
Πίνακας 10 Εξοικείωση με την τεχνολογία του Blockchain και παρόμοιες τεχνολογίες	94
Πίνακας 11 Εξοικείωση με την τεχνολογία του Blockchain και θετική συνεισφορά παρόμοιων τεχνολογιών στις επιχειρήσεις	94
Πίνακας 12 Εξοικείωση της τεχνολογίας του Blockchain και την αναγνώριση πλατφορμών της τεχνολογίας	96
Πίνακας 13 Η σχέση της βιωσιμότητας ως εξελισσόμενη τάση και η θετική συμβολή του Blockchain στην μείωση της σπατάλης τροφίμων	101
Πίνακας 14 Κορυφαία 3 αντιληπτά περιβαλλοντικά οφέλη του Blockchain	102
Πίνακας 15 Κορυφαία 3 αντιληπτά οφέλη για την ασφάλεια των τροφίμων μέσω του Blockchain	103
Πίνακας 16 Συσχέτιση της χρήσης του Blockchain με την αγοραστική συμπεριφορά και την αποδοχή της χρήσης από τους καταναλωτές	108

Κατάλογος διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 Η σχέση μεταξύ του φύλου, της ηλικίας και του επιπέδου μόρφωσης των συμμετεχόντων, Tableau Public 2024.1	82
Διάγραμμα 2 Συσχέτιση φύλου με εξοικείωσης της τεχνολογίας του Blockchain, Tableau Public 2024.1	83
Διάγραμμα 3 Συσχέτιση ηλικιακής ομάδας με εξοικείωση της τεχνολογίας του Blockchain, Tableau Public 2024.1	84
Διάγραμμα 4 Σχέση επιπέδου μόρφωσης συμμετεχόντων με εξοικείωση της τεχνολογίας του Blockchain, Tableau Public 2024.1	86
Διάγραμμα 5 Κατηγορίες εταιρειών, Tableau Public 2024.1	88
Διάγραμμα 6 Πρότυπα Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης, Tableau Public 2024.1	90
Διάγραμμα 7 Κύριες ιδιότητες του Blockchain που συμβάλουν στην αναβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών μιας εταιρείας, Tableau Public 2024.1	91
Διάγραμμα 8 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούν οι εταιρείες σε σχέση με τη θετική συνεισφορά τους προς αυτές, Tableau Public 2024.1	93
Διάγραμμα 9 Πλατφόρμες της τεχνολογίας του Blockchain	95
Διάγραμμα 10 Η συμβολή του Blockchain στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των πληροφοριών σχετικά με την προέλευση των τροφίμων.....	97
Διάγραμμα 11 Οφειλές υιοθέτησης της τεχνολογία του Blockchain με βάση τη διαφάνειά της	98
Διάγραμμα 12 Αλλαγές (εξελισσόμενες τάσεις) στη σύγχρονη αντίληψη της παραγωγής τροφίμων στις επιχειρήσεις.....	99
Διάγραμμα 13 Τρόποι επίλυσης ζητημάτων ιχνηλασιμότητας.....	100
Διάγραμμα 14 Η συμβολή του Blockchain στη διασφάλιση του περιβάλλοντος	101
Διάγραμμα 15 Πλεονεκτήματα του Blockchain για τη διασφάλιση της υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων	103
Διάγραμμα 16 Πλεονεκτήματα άμεσης εφαρμογής της τεχνολογίας του Blockchain	104
Διάγραμμα 17 Η θετική επιρροή του Blockchain στην ποιότητα των τροφίμων.....	105
Διάγραμμα 18 Προκλήσεις επιχειρήσεων	106
Διάγραμμα 19 Προκλήσεις υιοθέτησης της τεχνολογίας του Blockchain	107

Συντομεύσεις-Ακρωνύμια

AI : Artificial Intelligence

B2B : Επιχείρηση σε επιχείρηση (Business-to-business)

CCL : Εφοδιαστική ψυκτική αλυσίδα

CO2 : Διοξείδιο του άνθρακα

DLT : Distributed Ledger Technologies

DNA : Δεοξυριβονουκλεϊκό οξύ

EDI : Electronic Data Interchange

EFSA : Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων

ERP : Enterprise Resource Planning

EVOO : Εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο

FAO : Διεθνής Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας

GHG : Εκπομπές αερίων του Θερμοκηπίου (Greenhouse Gas Protocol)

GPS : Global Positioning System devices

HACCP : Ανάλυση Κινδύνων και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου

HTTP : Hypertext Transfer Protocol

IoT : Internet of Things

IP : Έξυπνες συσκευασίες (Intelligent Packaging)

IPFS : Internet Protocol File System

ISO : Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης (International Organization for Standardization)

NFC : Near Field Communication

QR : Quick Response code

RFID : Radio Frequency Identification tags

SOCIP : Self Optimizing Clean In Place

SWOT : Ανάλυση Δυνατών Σημείων, Αδυναμιών, Ευκαιριών και Απειλών

UNEP : Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών

USDA : United States Department of Agriculture

VACCP : Ανάλυση Ευπάθειας και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου

WM : Waste Management & Recycling Services

WSN : Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

ΓΤΟ : Γενετικά τροποποιημένοι οργανισμοί

ΠΕΤΕΤ : Πανελλήνια Ένωση Τεχνολόγων Επιστημόνων Τροφίμων

ΠΟΠ : Προστατευόμενη ονομασία προέλευσης

Εισαγωγή

Η παρούσα διπλωματική διερευνά διεξοδικά τα οφέλη της τεχνολογίας Blockchain ως το κατάλληλο τεχνολογικό μέσο για την επίτευξη της υγιεινής, της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων, καθώς και της προστασίας του περιβάλλοντος. Στόχος της έρευνας είναι να κατανοήσει και να αξιολογήσει τον τρόπο με τον οποίο η εν λόγω τεχνολογία μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για την ενίσχυση των διαδικασιών στον τομέα τροφίμων, λαμβάνοντας υπόψη την παραγωγή, την επεξεργασία, την συντήρηση, την μεταφορά, την αποθήκευση και την μετέπειτα επεξεργασία ενός υποπροϊόντος. Τα δύο βασικότερα πλεονεκτήματα της εν λόγω τεχνολογίας είναι η διαφάνεια και η ιχνηλασιμότητα (Tao & Chao, 2024). Κατά την πρώτη οι πληροφορίες που αφορούν ένα προϊόν δεν μπορούν να επεξεργασθούν/αλλοιωθούν, ενώ κατά τη δεύτερη η διαδρομή ενός προϊόντος είναι διαθέσιμη ως πληροφόρηση στον καταναλωτή. Το 2007, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έδωσε έναν ορισμό για το σύστημα ιχνηλασιμότητας τροφίμων, δηλώνοντας ότι είναι η ικανότητα καταγραφής και παρακολούθησης της διακίνησης οποιουδήποτε τροφίμου, ζωοτροφής, ζώου παραγωγής τροφίμων ή ουσίας που χρησιμοποιείται για κατανάλωση σε όλες τις φάσεις της παραγωγής, της μεταποίησης και της διανομής (Tao & Chao, 2024). Επιπρόσθετα, αναφορικά με τη σχέση της τεχνολογίας που διερευνάται στην παρούσα εργασία σχετικά με το περιβάλλον και τη βιωσιμότητα, η ερευνητική κοινότητα αναφέρει σε πλήθος δημοσιεύσεων τη συμβολή του Blockchain στη μείωση των εκπομπών άνθρακα και στη συμβολή του σχετικά με την κλιματική αλλαγή (Munir et al., 2022).

1.1. Αντικείμενο της Εργασίας

Η διπλωματική οργανώνεται με βάση ένα ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε ειδικά για την αξιολόγηση των απόψεων-απαντήσεων των ερωτηθέντων του τομέα της τεχνολογίας τροφίμων που εργάζονται σε εταιρείες πρωτογενούς/δευτερογενούς/τρίτογενούς τομέα τροφίμων. Το εργαλείο αυτό είναι απαραίτητο για τη συλλογή ολοκληρωμένων και ποικίλων πληροφοριών σχετικά με τις προοπτικές των διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών σχετικά με τη χρήση του Blockchain στην αλυσίδα παραγωγής τροφίμων και τον αντίκτυπό του στο περιβάλλον.

Οι ερωτήσεις περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα πιθανών πλεονεκτημάτων, ξεκινώντας από το θέμα της διαφάνειας. Συγκεκριμένα, η έρευνα αφορά τις μεθόδους με τις οποίες η τεχνολογία Blockchain θα μπορούσε να αποτρέψει τη χειραγώγηση των δεδομένων, να παρακολουθήσει τη διακίνηση των τροφίμων σε όλη τη διαδικασία παραγωγής και να ενισχύσει την ακρίβεια των πληροφοριών. Στη συνέχεια, η έρευνα επικεντρώνεται στα μέτρα ασφαλείας, διερευνώντας συγκεκριμένα τον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία Blockchain θα μπορούσε να διασφαλίσει τα τρόφιμα από μια σειρά κινδύνων, συμπεριλαμβανομένων των τρωτών σημείων των συναλλαγών. Επιπλέον, αξιολογείται ο βαθμός στον οποίο η τεχνολογία θα μπορούσε να βελτιώσει την ορατότητα της παραγωγικής διαδικασίας, εμπνέοντας έτσι εμπιστοσύνη στους καταναλωτές.

Επιπρόσθετα, η έρευνα επικεντρώνεται στην εξέταση της επιρροής της τεχνολογίας Blockchain στην ποιότητα των τροφίμων, αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα της διαφάνειας και της ιχνηλασιμότητας, κατά κύριο λόγο, μειώνοντας κατά τον τρόπο αυτό την εξαπάτηση και ενισχύοντας την εμπιστοσύνη του καταναλωτή. Η χρησιμότητα της τεχνολογίας θα καταδειχθεί με την αξιολόγηση ερωτημάτων σχετικά με την ικανότητά της να ενισχύει την ακρίβεια των πληροφοριών σχετικά με την προέλευση των τροφίμων, να αποτρέπει την απάτη των δεδομένων και να εξασφαλίζει αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες παραγωγής.

Η διπλωματική εργασία δίνει επίσης έμφαση στην πολύπλοκη και ποικιλόμορφη σχέση μεταξύ της τεχνολογίας Blockchain και του περιβάλλοντος. Τίθενται ερωτήματα σχετικά με την βιωσιμότητα ως εξελισσόμενη τάση, την σπατάλη τροφίμων και την διαφύλαξη του περιβάλλοντος, προκειμένου να προσδιοριστεί η προσαρμοστικότητα της τεχνολογίας Blockchain στην προώθηση οικολογικά βιώσιμων πρακτικών στη γεωργία και την παραγωγή τροφίμων.

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα είναι πιθανό να επιβεβαιώσουν ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain στον τομέα των τροφίμων μπορεί να συμβάλει σημαντικά στις διαδικασίες που πραγματοποιούνται σε μία εταιρεία αλλά και στον καταναλωτή.

Τα αποτελέσματα αναμένεται επίσης να καθορίσουν ακριβή διεθνή πρότυπα, τεχνολογίες και τάσεις για την ενσωμάτωση της τεχνολογίας στον κλάδο, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις ανησυχίες και τις απαιτήσεις διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών.

Τέλος, η εργασία αναμένεται να αποδώσει πρακτικές μεθόδους και προτάσεις που θα έχουν ευρύτερη επιρροή στον γενικό πληθυσμό, καθώς οι πιθανές αλλαγές που απορρέουν από την υιοθέτηση της τεχνολογίας Blockchain θα αγγίζουν άμεσα την καθημερινότητά του.

1.2. Δομή της εργασίας

Η δομή της εργασίας περιλαμβάνει τέσσερα βασικά κεφάλαια. Ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των κεφαλαίων:

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά τις βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις σχετικές με την τεχνολογία Blockchain, τη χρησιμότητά της, αναφορές παρόμοιων τεχνολογιών, εκτενή αναφορά των χαρακτηριστικών της, όπως και των πλεονεκτημάτων αλλά και των μειονεκτημάτων της τεχνολογίας.

Στο τρίτο κεφάλαιο εφαρμόζεται η μέθοδος του ερωτηματολογίου, γίνεται κατηγοριοποίηση των απαντήσεων, πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση και συγκριτική ανάλυση.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των απαντήσεων του ερωτηματολογίου, κατατάσσονται οι προτεραιότητες σύμφωνα με τις απαντήσεις και πραγματοποιείται συνοπτική ανάδειξη των συμπερασμάτων και γίνεται συσχέτιση αυτών με στόχους.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται τα συμπεράσματα της μεθοδολογίας και παρατίθενται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια, η αναγνώριση της ανάγκης προστασίας της ανθρώπινης υγείας έχει αυξηθεί παγκοσμίως (Mendi, 2022), ομοίως και το σύστημα εφοδιασμού τροφίμων (Li et al., 2021). Αυτό έχει μεταμορφώσει σημαντικά την παραγωγή και την κατανάλωση τροφίμων σε παγκόσμιο επίπεδο τις τελευταίες δεκαετίες (Li et al., 2021), όπου η διασφάλιση της ασφάλειας

των τροφίμων έχει καταστεί υψίστης σημασίας για τη διατήρηση ενός υγιεινού τρόπου ζωής (Mendi, 2022).

Κάθε άτομο θα πρέπει να έχει το δικαίωμα πρόσβασης σε ασφαλή τρόφιμα. Η ασφάλεια των τροφίμων περιλαμβάνει ολόκληρη τη διαδρομή των τροφίμων, ξεκινώντας από τη φάση της παραγωγής τους και συνεχίζοντας μέχρι την κατανάλωσή τους από τον τελικό καταναλωτή (Mendi, 2022). Το φαινόμενο της παγκοσμιοποίησης της αγοράς έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των διασυνοριακών ροών αγαθών, δεδομένων και ατόμων. Οι καταναλωτές επωφελούνται από αυτή την πρόοδο, καθώς έχουν πρόσβαση σε τρόφιμα από διάφορες περιοχές του κόσμου στις κοντινές τους αγορές (Behnke & Janssen, 2019). Έχετε αναρωτηθεί ποτέ για την προέλευση των πρωταρχικών συστατικών της μους σοκολάτας με καλούα και κρέμα γάλακτος ενός καφέ; Το πιθανότερο είναι ότι η καλούα προέρχεται από το Μεξικό, η σοκολάτα από την Ελβετία, οι κόκκοι καφέ από την Κολομβία, οι κόκκοι βανίλιας από τη Μαδαγασκάρη, η κρέμα γάλακτος από τον Καναδά, η κανέλα από την Ινδία και τα αυγά από μια κοντινή τοπική φάρμα. Τα συστατικά υπέστησαν εκτεταμένη παγκόσμια μεταφορά, διανύοντας δεκάδες χιλιάδες χιλιόμετρα, και πέρασαν από μεγάλο αριθμό εργαζομένων πριν τελικά συμπεριληφθούν σε ένα φλιτζάνι επιδόρπιο στο κοντινό σας καφέ. Αυτή είναι μια τρέχουσα απεικόνιση του τομέα των τροφίμων (Li et al., 2021).

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ο συντονισμός των λειτουργιών μιας επιχείρησης, ο οποίος βοηθάει στην μετατροπή των πρώτων υλών σε ολοκληρωμένα προϊόντα με σκοπό τη βέλτιστη αξία τους προς τον πελάτη, καθώς και την ενίσχυση του ανταγωνισμού μιας επιχείρησης μακροπρόθεσμα (Babu et al., 2023). Οι αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων είναι ένα δίκτυο διασυνδεδεμένων εταιρειών που συνεργάζονται για την αποτελεσματική διαχείριση της διακίνησης γεωργικών προϊόντων και τροφίμων, με στόχο την παροχή εξαιρετικής αξίας για τους πελάτες και την ελαχιστοποίηση του κόστους (Mohammed et al., 2023). Η αλυσίδα εφοδιασμού αποτελείται από άτομα, αντικείμενα, έργα και οργανισμούς (Babu et al., 2023), είναι ένα περίπλοκο σύστημα που περιλαμβάνει διάφορα ενδιαφερόμενα μέρη, συμπεριλαμβανομένων των καταναλωτών, των γεωργών, των κατασκευαστών, των διανομέων, των λιανοπωλητών και της κυβέρνησης (Mohammed et al., 2023), τα οποία διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη μετατροπή των πρώτων υλών σε τελικά προϊόντα (Babu et al., 2023). Διάφορα τρόφιμα υποβάλλονται σε δοκιμές σε διαφορετικά στάδια, μεταξύ άλλων κατά τη συγκομιδή και την επεξεργασία (Kasten, 2019), ενώ κάθε εμπλεκόμενος στις

διαδικασίες αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων έχει διακριτά καθήκοντα, που κυμαίνονται από την καλλιέργεια των καλλιεργειών έως την παράδοση των προϊόντων στους καταναλωτές (Mohammed et al., 2023). Για την αποτελεσματική παρακολούθηση και διατήρηση της ασφάλειας και της ποιότητας της αλυσίδας τροφίμων, είναι ζωτικής σημασίας η συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε κάθε στάδιο, από την παραγωγή ζωοτροφών και λιπασμάτων μέχρι τη διανομή των τροφίμων προς κατανάλωση. Αυτό επιτρέπει τον άμεσο εντοπισμό και την αντιμετώπιση τυχόν πιθανών ή πραγματικών προβλημάτων (Kasten, 2019).

Η επισιτιστική ασφάλεια, όπως ορίζεται από τον FAO (Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ), αναφέρεται στην ικανότητα κάθε ατόμου να προμηθεύεται σταθερά επαρκή, ασφαλή και θρεπτικά τρόφιμα για να διατηρεί έναν ενεργό και υγιή τρόπο ζωής (Mendi, 2022). Η ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού είναι μια τεχνολογική διαδικασία που παρακολουθεί και καταγράφει ολόκληρο τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος. Εποπτεύει την προμήθεια πρώτων υλών, την κατασκευή, την επεξεργασία, τη μεταφορά, τη διανομή και τις πωλήσεις των προϊόντων. Τα τελευταία χρόνια, υπήρξε σημαντική αύξηση των ανησυχιών για την ασφάλεια των τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων περιστατικών που αποτέλεσαν σοβαρή απειλή για την ευημερία των ατόμων, τόσο σωματικά όσο και ψυχικά (Liu et al., 2020).

Οι καταναλωτές και οι εταιρείες ανησυχούν όλο και περισσότερο για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας των αλυσίδων εφοδιασμού τους σε γεωργικά, δασικά και αλιευτικά προϊόντα, καθώς και για την ελαχιστοποίηση του οικολογικού αποτυπώματος της παραγωγής τροφίμων, ινών, ζωοτροφών και καυσίμων (Kamble et al., 2019). Οι καταναλωτές κάνουν επίσης επιλογές προϊόντων όχι μόνο με βάση την περιγραφή του πωλητή, αλλά και αξιολογώντας την ποιότητα ενός προϊόντος μέσω πληροφοριών σχετικά με τη φήμη του, συμπεριλαμβανομένων λεπτομερειών σχετικά με την προέλευση, την επεξεργασία ή την παραγωγή του. Οι γνώσεις σχετικά με την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων έχουν γνωρίσει σημαντική άνοδο. Η διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων απαιτεί προσοχή στην ποιότητα των υλικών, τη χρήση προηγμένης τεχνολογίας παραγωγής, τη σωστή χρήση πρόσθετων, την επιλογή των κατάλληλων λειτουργιών και την εφαρμογή των κατάλληλων παραμέτρων διεργασίας για την ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών. Επιπλέον, οι αντιλήψεις των καταναλωτών για τα προϊόντα διατροφής θα επηρεαστούν από την αξιολόγηση ενός προϊόντος, όπως η ικανότητά του να βελτιώνεται σύμφωνα με σχόλια που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν τομείς οι οποίοι χρίζουν βελτιώσεις (Tao & Chao, 2024). Στη σύγχρονη εποχή, για τους καταναλωτές

θεωρείται συνηθισμένο να συναντούν τρόφιμα που προέρχονται από διαφορετικές περιοχές του κόσμου και να αγοράζουν φρούτα και λαχανικά ανεξάρτητα από την εποχή του έτους (Li et al. 2021).

Οι επιδόσεις περιβαλλοντικής βιωσιμότητας της γεωργικής αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων αξιολογούνται με βάση το βαθμό στον οποίο διασφαλίζει τους διαθέσιμους φυσικούς πόρους κατά την παραγωγή, την παράδοση και την κατανάλωση των γεωργικών προϊόντων της. Οι βασικοί παράγοντες απόδοσης που αξιολογούνται είναι η ποσότητα των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG), το αποτύπωμα νερού, η εξοικονόμηση ενέργειας κατά την παραγωγή και την κατανάλωση, η ποιότητα των παραγόμενων τροφίμων και η ποσότητα της σπατάλης τροφίμων (Kamble et al., 2019). Η κλιμακούμενη κλιματική κρίση έχει επιδεινώσει το ζήτημα της έλλειψης τροφίμων, το οποίο είναι έτοιμο να γίνει μία από τις σημαντικότερες παγκόσμιες προκλήσεις στο μέλλον, μαζί με τη λειψυδρία. Ακόμη, λόγω των επιπτώσεων της πανδημίας COVID-19, παρατηρήθηκε μείωση των διατροφικών πόρων και παγκόσμια αύξηση του κόστους των τροφίμων. Η μείωση των αποθεμάτων τροφίμων ενισχύει τη σημασία της παρακολούθησης των τροφίμων σε ακόμη μεγαλύτερο βαθμό (Mendi, 2022).

Στη σημερινή εποχή η κατάσταση της γεωργικής ανάπτυξης και μεταρρύθμισης απαιτεί τη χρήση νέων στρατηγικών και ιδεών, οι οποίες θα μπορούν να δημιουργήσουν μία ευρεία και υπεύθυνη ατμόσφαιρα στον γεωργικό τομέα (Lin et al., 2020). Η γεωργική αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων έχει ισχυρή σχέση με την καλοζωία και την ευημερία τόσο της γεωργίας όσο και των αγροτικών κοινοτήτων (Kamble et al., 2019).

Ο κλάδος τροφίμων μπορεί να εφαρμόσει διάφορες στρατηγικές για την αποτελεσματική μείωση της απάτης στα τρόφιμα σε παγκόσμιο επίπεδο. Αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση της τεχνολογίας του Blockchain και άλλων προηγμένων τεχνολογιών για την παρακολούθηση της διακίνησης των τροφίμων σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Επιπλέον, η συμμετοχή εξειδικευμένων διαχειριστών διασφάλισης ποιότητας έχει γίνει πιο κρίσιμη για την καταπολέμηση της απάτης στα τρόφιμα. Στην περίπτωση όπου μη εγκεκριμένα προϊόντα ή συστατικά τροφίμων ή ακόμα και η απουσία διαφανών πληροφοριών σχετικά με τη χρήση αδήλωτων υποκατάστατων δεν μπορούν να ρυθμιστούν ή να παρακολουθηθούν, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικά προβλήματα (McLaren, 2021).

2.2 Προβλήματα αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων

Η τροφή αποτελεί βασικό συστατικό της ανθρώπινης ύπαρξης. Οι άνθρωποι καταναλώνουν τρόφιμα με την προσδοκία ότι αυτά έχουν παραχθεί, υποστεί επεξεργασία, συντηρηθεί και μεταφερθεί σύμφωνα με αυστηρά κριτήρια ποιότητας. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια, τα μολυσμένα και ακάθαρτα τρόφιμα έχουν οδηγήσει σε πολυάριθμες περιπτώσεις ανθρώπινων ασθενειών σε παγκόσμια κλίμακα (Frederick et al., 2023).

Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) το 2019 υπήρξε η εκτίμηση πως περίπου 600 εκατομμύρια άτομα, ή σχεδόν 1 στους 10 ανθρώπους παγκοσμίως, θα νοσήσουν λόγω κατανάλωσης μολυσμένων τροφίμων. Επιπλέον, 420.000 άνθρωποι πεθαίνουν κάθε χρόνο ως αποτέλεσμα, οδηγώντας σε συνολική απώλεια 33 εκατομμυρίων ετών υγιούς ζωής (Elrouby & Ismael, 2021). Τα μολυσμένα τρόφιμα ή τα επικίνδυνα τρόφιμα μπορεί να προέρχονται από διάφορες πηγές, όπως παθογόνα βακτήρια, ιούς, παράσιτα ή χημικές ουσίες, και μπορούν να οδηγήσουν σε πάνω από 200 διαφορετικές ασθένειες που επηρεάζουν την ανθρώπινη υγεία (Elrouby & Ismael, 2021).

Σήμερα, οι αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων γίνονται όλο και πιο περίπλοκες λόγω της διαδικασίας της παγκοσμιοποίησης. Επίσης είναι κοινή πρακτική για τις επιχειρήσεις να αναθέτουν τις ευθύνες του εμπορίου, της παραγωγής και άλλων καθηκόντων σε εξωτερικές πηγές (Mohammed et al., 2023). Ο ανεπαρκής συντονισμός μεταξύ των εταίρων της αλυσίδας εφοδιασμού αυξάνει την πιθανότητα μόλυνσης των τροφίμων στα διάφορα επίπεδα της αλυσίδας εφοδιασμού, επιδεινώνοντας τις ανησυχίες σχετικά με την υγεία και την ποιότητα των τροφίμων (Sharma et al., 2023). Η παγκοσμιοποίηση στον τομέα των τροφίμων έχει, ωστόσο, παρουσιάσει τη δυσκολία διασφάλισης της ασφάλειας των τροφίμων λόγω της εξάρτησης από έναν αυξανόμενο αριθμό συμμετεχόντων (Behnkea & Janssen, 2019) .

Οι παραγωγοί, οι παρασκευαστές και οι διανομείς έχουν στη διάθεσή τους περιορισμένο αριθμό πληροφοριών, όταν υπάρχει μια ξαφνική και σημαντική αλλαγή στη συμπεριφορά των πελατών ως προς τις αγορές τους (Lin et al., 2020). Η παραγωγή αντιμετωπίζει προβλήματα απογραφής και παρουσιάζεται ανισορροπία στη ροή των πληροφοριών (Mangla et al., 2022). Συνεπώς, η διαδικασία ανακατανομής των πόρων για την αποκατάσταση των λειτουργιών εφοδιασμού τροφίμων σε κανονικό επίπεδο μπορεί να διαρκέσει αρκετές εβδομάδες ή και μήνες (Lin et al., 2020).

Περίπου το 60% ή σχεδόν 1 δισεκατομμύριο τόνοι τροφίμων χάνονται σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού κατά τα στάδια της συγκομιδής, της επεξεργασίας, της αποστολής και της αποθήκευσης (Mendi, 2022). Υποστηρίζεται ότι την αυξανόμενη ανάγκη των πελατών για ολοκληρωμένες πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα, γεγονός που υποδηλώνει την ανάγκη για μεγαλύτερη διαφάνεια και την έλλειψη εμπιστοσύνης στη σημερινή εφοδιαστική αλυσίδα αγροδιατροφής (Kamble et al., 2019).

Τα φρούτα και τα λαχανικά αναγνωρίζονται ευρέως για την υψηλή περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά συστατικά και είναι γνωστό ότι παρέχουν διάφορα πλεονεκτήματα για την υγεία των καταναλωτών. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός πως η ταχεία αποσύνθεση των ευπαθών προϊόντων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ποιότητας και της περιεκτικότητας σε θρεπτικά συστατικά. Επιπλέον, τα προϊόντα αυτά είναι εξαιρετικά επιρρεπή στην αλλοίωση (Falayi et al., 2024). Το 2011, περίπου 492 εκατομμύρια τόνοι ευπαθών τροφίμων χάθηκαν λόγω της αναποτελεσματικής και ανεπαρκούς διαχείρισης των συστημάτων παρακολούθησης τροφίμων (Mendi, 2022). Ωστόσο, η επέκταση του ηλεκτρονικού εμπορίου στον κλάδο των ευαλλοίωτων τροφίμων επιτρέπει επίσης το παγκόσμιο εμπόριο τους και μεταβάλλει τη συμπεριφορά των πελατών στην αλυσίδα εφοδιασμού (Tsang et al., 2019).

Το παγκόσμιο πρόβλημα των ζητημάτων που σχετίζονται με τα τρόφιμα, όπως η μόλυνση ή η υποβαθμισμένη ποιότητα, αντιμετωπίζεται από διάφορους οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου του Υπουργείου Γεωργίας των Ηνωμένων Πολιτειών (USDA) και της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA). Αυτοί οι εθνικοί και διεθνείς οργανισμοί είναι αφοσιωμένοι στη θέσπιση και εφαρμογή κανονισμών για τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων (Kasten, 2019). Για παράδειγμα, η κυβέρνηση της Ινδίας έχει ορίσει εθνικά πρότυπα για σημαντικά προϊόντα, παρόλο που τα πλαστά και χαμηλότερης ποιότητας προϊόντα είναι εντούτοις συνηθισμένα στην αγορά (Babu et al., 2023). Υπό αυτές τις συνθήκες, εάν το τελικό αποτέλεσμα είναι ανεπαρκές σε ποιότητα, καθίσταται εξαιρετικά δύσκολο να εντοπιστεί η υποκείμενη πηγή του προβλήματος (Shahid, et al., 2020).

Η έλλειψη διαφάνειας για παράδειγμα στην αλυσίδα εφοδιασμού φρέσκων φρούτων έχει ως αποτέλεσμα συγκρούσεις μεταξύ της δυναμικής της προσφοράς και της ζήτησης, οι οποίες μπορούν να μειωθούν με την εφαρμογή νέων τεχνολογιών. Από την άλλη πλευρά, ορισμένα φρούτα, όπως τα μήλα, τα αχλάδια και οι ιπποφαές, παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις στην παραγωγή από έτος σε έτος λόγω του φυσικού φαινομένου που είναι γνωστό ως διετής

καρποφορία. Αυτή η ασυνέπεια στην παραγωγή αποτελεί πρόκληση για την αλυσίδα εφοδιασμού φρέσκων φρούτων, καθώς καθιστά τις εκτιμήσεις της ζήτησης πιο ασαφείς. Μια ακόμη πηγή πίεσης προκύπτει από το φαινόμενο Bullwhip Effect, όπου λόγω της έλλειψης εποπτείας της προσφοράς και της ζήτησης, οι εταιρείες ενδιάμεσων κόμβων αυξάνουν συχνά τα αποθέματά τους για να ικανοποιήσουν τις αυξανόμενες αιτήσεις. Οι συνέπειες αυτής της κατάστασης περιλαμβάνουν σημαντική υστέρηση αποθεμάτων, άσκοπη μεταφορά και σπατάλη πόρων. Η ασαφής δυναμική της προσφοράς και της ζήτησης έχει ως αποτέλεσμα την ιδιότυπη κατάσταση όπου οι παραγωγοί αντιμετωπίζουν προκλήσεις στην πώληση των προϊόντων τους, ενώ οι πελάτες αντιμετωπίζουν υψηλές τιμές όταν προσπαθούν να τα αγοράσουν (Zhang, et al., 2022).

Η ανταλλαγή επιχειρηματικών πληροφοριών είναι περιορισμένη, οι ανιχνεύσιμες πληροφορίες είναι σπάνιες, τα δεδομένα δεν είναι ανοικτά και διαφανή και είναι επιρρεπή σε αλλοίωση από τις βασικές επιχειρήσεις (Wang et al., 2020). Ανησυχίες υπάρχουν σχετικά με την ασφάλεια των τροφίμων, τη διαφάνεια, την ιχνηλασιμότητα, την απάτη και την παρακολούθηση (Zhang, et al., 2022). Παρόλο που η τεχνολογία ιχνηλασιμότητας έχει σημειώσει σημαντική πρόοδο, δεν έχει επιλύσει πλήρως τα ζητήματα που αφορούν τον εντοπισμό των αγαθών και την παρακολούθηση της ποιότητας (Tao & Chao, 2024). Η συμβατική λύση ιχνηλασιμότητας της αλυσίδας εφοδιασμού αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένης της συγκέντρωσης, της παραποίησης δεδομένων και των αυξημένων εξόδων επικοινωνίας (Liu et al., 2020). Αυτοί οι παράγοντες δημιουργούν ανησυχίες σχετικά με την ανθεκτικότητα των πληροφοριών στην παραποίηση, τη σχέση μεταξύ προσφοράς και ζήτησης και τη δυνατότητα παρακολούθησης και ελέγχου των δραστηριοτήτων (Zhang, et al., 2022). Παρόλο που χρησιμοποιούνται ήδη καθιερωμένες προσεγγίσεις, το μεγαλύτερο μέρος των συστημάτων ιχνηλασιμότητας πάσχει από διάφορα ζητήματα, όπως ο συγκεντρωτισμός, η ασυμμετρία και η παρωχησιμότητα (Tao & Chao, 2024).

Η εφαρμογή ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού βοείου κρέατος είναι ζωτικής σημασίας ως απάντηση στην αυξανόμενη επικράτηση της παραποίησης και της υπερβολικής χρήσης συντηρητικών και επικίνδυνων χημικών ουσιών (Meidayanti et al., 2019). Σύμφωνα με την έρευνα (Meidayanti et al., 2019), δεν υπάρχει άμεση συσχέτιση μεταξύ της παραγωγής βοείου κρέατος και των επιπέδων κατανάλωσης. Η έλλειψη φρέσκου κρέατος καθορίζεται από πολλαπλές μεταβλητές, όπως η ανεπαρκής ποσότητα εγχώριας παραγωγής

κρέατος, η απουσία υποδομών μεταφοράς για τη μεταφορά των ζώων από τις περιοχές παραγωγής στα κέντρα κατανάλωσης και το εκτεταμένο δίκτυο τοπικών συστημάτων εμπορίας βοείου κρέατος (Meidayanti et al., 2019).

Η ανεπαρκής γνωστοποίηση και η ανήθικη συμπεριφορά έχουν οδηγήσει σε πιεστικά προβλήματα, όπως η εξαπάτηση των τροφίμων και η ανάκληση τροφίμων (Li et al., 2021). Οι περιπτώσεις απάτης στα τρόφιμα περιλαμβάνουν πρακτικές όπως η νοθεία του μελιού με ζάχαρη, η παραποίηση κανονικών βοοειδών ως βοείου κρέατος Wagyu ή η τεχνητή αύξηση του μεγέθους και του βάρους των γαρίδων με την έγχυση γέλης (FAO, 2021). Ενδεικτικά, το φθινό ελαιόλαδο έχει υποστεί επεξεργασία και έχει παραποιηθεί ώστε να μοιάζει με το ακριβό έξτρα παρθένο ελαιόλαδο με την προσθήκη χρωστικών ουσιών και συνθετικών αρωμάτων (Li et al., 2021).

Αν και οι περιπτώσεις απάτης στα τρόφιμα έχουν ως αποτέλεσμα κυρίως οικονομικές απώλειες και απώλεια εμπιστοσύνης για τους πελάτες, υπάρχουν επίσης περιπτώσεις όπου η απάτη στα τρόφιμα μπορεί να θέσει σε άμεσο κίνδυνο την υγεία των καταναλωτών. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την προσθήκη μελαμίνης σε βρεφικό γάλα, την παρουσία μόλυβδου σε σκόνη κουρκουμά και την προσθήκη επικίνδυνων χημικών ουσιών στο γάλα. Τελικά, ο κίνδυνος για την υγεία μπορεί να είναι και έμμεσος, καθώς εμφανίζεται όταν η διατροφική αξία του γεύματος δεν ανταποκρίνεται στα καθορισμένα πρότυπα λόγω της χρήσης κατώτερων συστατικών. Αυτό στερεί από τον καταναλωτή τα πλεονεκτήματα για την υγεία για τα οποία πλήρωσε. Η απάτη στα τρόφιμα είναι ένα θέμα που προκαλεί ανησυχία, καθώς επηρεάζει άμεσα την ποιότητα των τροφίμων. Μπορεί να εμφανιστεί είτε με τη μορφή νοθείας του προϊόντος, όπως η προσθήκη σκόνης ξύλου στον κόλιανδρο, είτε με παραπλανητικές πρακτικές κατά τη διαδικασία, όπως η ψευδής επισήμανση μη-halal προϊόντων ως halal. Είναι σημαντικό ότι η απάτη στα τρόφιμα δεν περιλαμβάνει απαραίτητα την εσκεμμένη υπονόμευση της ασφάλειας των τροφίμων. Η απάτη στα τρόφιμα μπορεί ενδεχομένως να θέσει σε κίνδυνο την ασφάλεια των τροφίμων ως δευτερεύουσα συνέπεια, οδηγώντας σε επιζήμιες συνέπειες για τους καταναλωτές. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την παρουσία φορμαλδεΰδης σε ψάρια και την προσθήκη μη δηλωμένων αλλεργιογόνων σε προϊόντα διατροφής (FAO, 2021). Η πλειονότητα των απωλειών ως προς την οικονομία συμβαίνει κατά τη μετασυλλεκτική περίοδο στις αναπτυσσόμενες χώρες, αλλά οι πελάτες στις πλούσιες χώρες προτιμούν να σπαταλούν υπερβολικά τα τρόφιμα, όπως είναι τα φρούτα (Zhang, et al., 2022).

Η τεχνολογία της ψυκτικής αλυσίδας έχει ελαχιστοποιήσει αποτελεσματικά την αλλοίωση των φρούτων και των λαχανικών κατά τη διάρκεια της διαδρομής τους από το αγρόκτημα στον πελάτη, οδηγώντας σε μείωση της απώλειας ποιότητας (Falayi et al., 2024). Η δημιουργία μιας ψυκτικής αλυσίδας απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε εξοπλισμό, όπως εγκαταστάσεις ψυκτικών αποθηκών, φορητά ψυγεία και καταψύκτες (Zhang, et al., 2022). Η υφιστάμενη κάλυψη της ψυκτικής αλυσίδας είναι ανεπαρκής και οι υποστηρικτικές εγκαταστάσεις είναι απαρχαιωμένες. Πολλές επιχειρήσεις περιορίζονται από αυτές τις συνθήκες, με αποτέλεσμα το ποσοστό απώλειας φρούτων να φτάνει το 25%-30% (Zhang, et al., 2022). Οι διαχειριστές της ψυκτικής αλυσίδας είναι υπεύθυνοι για την κατηγοριοποίηση και την ακριβή ρύθμιση της θερμοκρασίας με βάση τα χαρακτηριστικά της μετασυλλεκτικής συγκομιδής των διαφόρων ποικιλιών φρούτων. Παρόλα αυτά, είναι απαραίτητο να διαχειριστούν τη σύγκρουση που προκύπτει από την κατανομή των περιοχών παραγωγής φρούτων και τη συγκέντρωση της ζήτησης (Zhang, et al., 2022).

Η εφαρμογή των αρχών της Ανάλυσης Κινδύνων και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (HACCP) έχει βελτιώσει σημαντικά την ασφάλεια των τροφίμων. Η χρήση του συστήματος Ανάλυσης Ευπάθειας και Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (VACCP) θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανάλογες προόδους στην καταπολέμηση της απάτης στα τρόφιμα. Τηρώντας τις αρχές VACCP, μια επιχείρηση τροφίμων μπορεί να καθιερώσει γραπτά πρωτόκολλα για τη συστηματική αναγνώριση και άμβλυνση των τρωτών σημείων που σχετίζονται με την απάτη στα τρόφιμα εντός της αλυσίδας εφοδιασμού της (McLaren, 2021). Ωστόσο, ο σημερινός τρόπος διαχείρισης έχει ορισμένα μειονεκτήματα, όπως η δύσκολη επικοινωνία, η αναποτελεσματικότητα, το υψηλό ποσοστό σφαλμάτων, το σημαντικό κόστος και η μεγάλη εξάρτηση από το εργατικό δυναμικό (Zhang, et al., 2022).

Ταυτόχρονα, τα διατροφικά σκάνδαλα έχουν αυξήσει τη συνείδηση και την επιθυμία των καταναλωτών για μεγαλύτερη ασφάλεια και ποιότητα των τροφίμων, ενώ παράλληλα υπονομεύουν την εμπιστοσύνη τους στην ικανότητα αυτορρύθμισης του κλάδου (Nene et al., 2019).

Σε παγκόσμιο επίπεδο έχουν σημειωθεί διάφορα σκάνδαλα τροφίμων, τα οποία παρουσιάζουν έλλειψη διαφάνειας και άμεσης ιχνηλασιμότητας (Mohammed et al., 2023), (Nene et al., 2019), (Zhang, et al., 2022), (Andriotte Oliveira et al., 2023), (Tsang et al., 2019), (Elrouby & Ismael, 2021), ΠΙΕΤΕΤ, 2024), (Mangla et al., 2022).

Υπάρχουν ανεπαρκή συστήματα διαχείρισης πληροφοριών για την επαρκή κατανόηση της βιωσιμότητας από τους πελάτες (Mangla et al., 2022). Λόγω της παρουσίας ατελούς ή ασύμμετρης πληροφόρησης στον κλάδο των τροφίμων, παρατηρείται οι παραγωγοί να διαθέτουν περισσότερες γνώσεις για τα προϊόντα τους από ό,τι οι καταναλωτές (Tao & Chao, 2024). Όταν οι καταναλωτές δεν μπορούν να λάβουν πληροφορίες, υπάρχει έλλειψη οικολογικής ενσωμάτωσης (Trollman et al., 2022). Ωστόσο, οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η καύση καυσίμων, οι μεταφορές, η παραγωγή αποβλήτων και διάφορες άλλες πρακτικές, οδηγούν στη χρήση των φυσικών πόρων προκειμένου να επιτευχθεί οικονομική ανάπτυξη. Κατά συνέπεια, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) έχουν αυξηθεί, επιδεινώνοντας τα προβλήματα που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Η κλιματική αλλαγή, ένα εξαιρετικά σημαντικό παγκόσμιο πρόβλημα, έχει βαθιές επιπτώσεις στο περιβάλλον, την ανθρώπινη ευημερία και την οικονομία (Arshad et al., 2023). Η σπατάλη τροφίμων είναι ένα εξαιρετικά πολύπλοκο πρόβλημα που απασχολεί σήμερα την κοινωνία. Κατά συνέπεια, έχει δοθεί ολοένα και μεγαλύτερη έμφαση στη μείωση της σπατάλης τροφίμων λόγω των ανησυχιών για την παγκόσμια πείνα, τις περιβαλλοντικές συνέπειες, τους περιορισμένους πόρους και τα οικονομικά έξοδα (Kor et al., 2021).

Η έρευνα για την περιβαλλοντική βιωσιμότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα αγροδιατροφής μπορεί να χωριστεί σε τρεις κύριες κατηγορίες: αποτυπώματα άνθρακα, απόβλητα τροφίμων και ποιότητα και ασφάλεια τροφίμων που προκύπτουν από εκτεταμένες αλυσίδες εφοδιασμού (Kamble et al., 2019). Τα απόβλητα συσκευασίας αποτελούν σημαντικό εμπόδιο για την επιτυχή υλοποίηση πρωτοβουλιών βιώσιμης ανάπτυξης (Munir et al., 2022). Επιπλέον, δίνεται ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στα προγράμματα οικολογικής σήμανσης και πιστοποίησης προμηθευτών ως μέσα επίτευξης βιώσιμης στην εφοδιαστική αλυσίδα αγροδιατροφής (Kamble et al., 2019). Υπήρξε αξιοσημείωτη αύξηση στη διαθεσιμότητα υψηλής ποιότητας εμπορικών σημάτων και εισαγόμενων φρούτων σε σύγκριση με τα προηγούμενα χρόνια (Zhang, et al., 2022). Τα μέτρα αυτά θα βοηθήσουν στην εφοδιαστική αλυσίδα αγροδιατροφής στην αντιμετώπιση του προβλήματος των αυξανόμενων περιπτώσεων απάτης και νοθείας προϊόντων (Kamble et al., 2019).

Η απώλεια τροφίμων προκύπτει σε όλα τα αρχικά στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων (Kor et al., 2021) και παρόλο που έχουν γίνει προσπάθειες για τη μείωση των αποβλήτων, ένα σημαντικό ποσοστό (50%) των νωπών γεωργικών προϊόντων εξακολουθεί να χάνεται κατά τα

στάδια της συσκευασίας, της προ-ψύξης, της μεταφοράς και της αποθήκευσης (Falayi et al., 2024). Αυτό οφείλεται κυρίως σε ακούσιες συνέπειες των γεωργικών δραστηριοτήτων, σε τεχνικούς περιορισμούς στις γεωργικές διαδικασίες, σε περιορισμούς στις υποδομές, καθώς και σε ζητήματα που σχετίζονται με τη συσκευασία και την εμπορία (Kor et al., 2021).

Οι αγροτικές επιχειρήσεις διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στις προσπάθειες για τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων στο φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο, αντιμετωπίζουν επίσης διάφορα εμπόδια για τα επόμενα 50 χρόνια, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με την ενέργεια, το νερό, τα τρόφιμα, το περιβάλλον και τη φτώχεια (Andriotte Oliveira et al., 2023).

Επιπλέον, η ζήτηση για διαφάνεια έχει επηρεαστεί από τις κυβερνητικές ρυθμίσεις, οδηγώντας στην εφαρμογή κανόνων εισαγωγής τροφίμων σε διάφορα κράτη, συμπεριλαμβανομένου του νόμου της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τους γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς (ΓΤΟ). Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, αυτή η μορφή νομοθεσίας έχει τη διπλή επίπτωση της ιχνηλασιμότητας που δεν είναι μόνο επωφελής για την ικανοποίηση της ζήτησης των πελατών, αλλά και απαραίτητη για την πρόσβαση πρώτα στους καταναλωτές (Waughray & de Cleene, 2019).

Παρόλο που οι πελάτες βασίζονται στις ετικέτες και τις πιστοποιήσεις για να καθοδηγήσουν τις αγοραστικές τους επιλογές, ένας σημαντικός αριθμός από αυτούς θεωρεί ότι οι ετικέτες αυτές δεν ανταποκρίνονται επαρκώς στην ανάγκη τους για διαφάνεια. Αντιλαμβάνονται τις πληροφορίες που παρέχονται στις ετικέτες ως μερικές, ενίοτε ασαφείς και επιρρεπείς σε δόλιες πρακτικές. Από τους 1.500 Αμερικανούς καταναλωτές που ερωτήθηκαν, το 75% εξέφρασε έλλειψη εμπιστοσύνης στις σημερινές μεθόδους που χρησιμοποιούν οι μάρκες για την παροχή πληροφοριών σχετικά με τα προϊόντα. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται εν μέρει σε ένα οικονομικό κίνητρο για τη λανθασμένη επισήμανση προϊόντων με συγκεκριμένες πιστοποιήσεις ή ετικέτες, όπως «βιολογικά» ή «πιστοποιημένα με δίκαιο εμπόριο», προκειμένου να πωλούνται σε υψηλότερη τιμή (Waughray & de Cleene, 2019).

Τα χάρτινα πιστοποιητικά είναι επιρρεπή σε πλαστογράφηση, ζημιά και απώλεια. Τα σκαναρισμένα αντίγραφα των χάρτινων πιστοποιητικών είναι εύαλωτα στην παραποίηση με τη χρήση τεχνολογιών ελέγχου εικόνας. Η αποτελεσματική και ακριβής επαλήθευση μπορεί να παρεμποδίσει την πλαστογράφηση πιστοποιητικών. Ωστόσο, τα τρέχοντα συστήματα επαλήθευσης έχουν περιορισμούς όσον αφορά την ιδιοκτησία, την προσβασιμότητα, την

εξάρτηση από εξωτερικές οντότητες, την κατανάλωση χρόνου και τα έξοδα (Pu & Siu Lee Lam, 2022).

Οι επιχειρήσεις τροφίμων στερούνται ολοκληρωμένων πληροφοριών σχετικά με την προέλευση και τη διαδικασία παραγωγής των τροφίμων Halal. Επιπλέον, ο αριθμός των προκλήσεων συμμόρφωσης αυξάνεται καθώς ανακαλύπτονται όλο και περισσότερες περιπτώσεις τροφίμων Halal που περιέχουν ίχνη DNA χοίρων στα προϊόντα τους. Αυτό εγείρει ανησυχίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της επιβολής της πιστοποίησης Halal (Tan et al., 2020).

Η πιστοποίηση Halal εγγυάται ότι ένα προϊόν ή μια υπηρεσία έχει παραχθεί, επεξεργαστεί και διανεμηθεί σύμφωνα με τις ισλαμικές αρχές και κανονισμούς. Επί του παρόντος, το πιστοποιητικό αποτυπώνεται σε χαρτί με ενισχυμένα χαρακτηριστικά ασφαλείας και ενσωματώνει κωδικό QR που επιτρέπει την ηλεκτρονική επαλήθευση του πιστοποιητικού. Ωστόσο, υπάρχουν ορισμένα ζητήματα με την τρέχουσα διαδικασία επαλήθευσης του πιστοποιητικού. Ο δικτυακός τόπος επαλήθευσης είναι κεντρικός, πράγμα που σημαίνει ότι έχει ένα μοναδικό σημείο αποτυχίας. Το υφιστάμενο σύστημα επαλήθευσης δεν είναι σε θέση να εντοπίσει τυχόν τροποποιήσεις που έχουν γίνει στο εκτυπωμένο πιστοποιητικό. Στόχος του έργου είναι η ανάπτυξη ενός υποκατάστατου μηχανισμού για την καταγραφή και την επαλήθευση των πιστοποιητικών halal (Gde Agung et al., 2022). Για παράδειγμα, εστιατόρια και έμποροι τροφίμων εκθέτουν συχνά αντίγραφα του πιστοποιητικού. Περιέργως, ο επίσημος δικτυακός τόπος επαλήθευσης δεν παρουσιάζει καμία από αυτές τις πληροφορίες (Gde Agung et al., 2022).

Η αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων χαρακτηρίζεται από την υιοθέτηση διαφόρων προτύπων ποιότητας από διάφορους φορείς. Τα πρότυπα αυτά εφαρμόζονται προκειμένου να πληρούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις που καθορίζονται από διεθνείς ή εθνικούς κανόνες. Για να ενισχυθεί σημαντικά η ιχνηλασιμότητα των τροφίμων, οι οργανισμοί πρέπει να συμμετέχουν σε εκτεταμένη ενδοεπιχειρησιακή ανταλλαγή πληροφοριών διασφάλισης ποιότητας (Behnkea & Janssen, 2019). Η θεωρία της αντιπροσώπευσης ενός φορέα πιστοποίησης αντιμετωπίζει πιθανά προβλήματα που μπορεί να αναπτυχθούν στις σχέσεις αντιπροσώπευσης, όπως το γνωστό ως δίλημμα αντιπροσώπευσης ή την κατανομή του κινδύνου, η οποία προκύπτει όταν ο εντολέας και ο πράκτορας διαθέτουν αποκλίνουσες προτιμήσεις κινδύνου (Tan et al., 2020).

Ωστόσο, αυτό αντιμετωπίζει συχνά έλλειψη εμπιστοσύνης μεταξύ των συνεργατών της αλυσίδας εφοδιασμού (Behnkea & Janssen, 2019).

2.3 Υφιστάμενη κατάσταση και τεχνολογίες

Η επισιτιστική ασφάλεια αποτελεί σημαντικό και επίμονο ζήτημα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις για την εφοδιαστική και τη μεταφορά στην αγροδιατροφική βιομηχανία δεν είναι πλέον βιώσιμες για να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις της αγοράς (Munir et al., 2022). Οι ψηφιακές τεχνολογίες και τα πληροφοριακά συστήματα της αλυσίδας εφοδιασμού, όπως το Enterprise Resource Planning (ERP), παραμένουν ζωτικής σημασίας στην αλυσίδα εφοδιασμού. Τα συμβατικά συστήματα δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τις πολυάριθμες περίπλοκες και διαρκώς μεταβαλλόμενες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι σύγχρονες αλυσίδες εφοδιασμού. Ένας σημαντικός αριθμός αυτών των συστημάτων δεν έχει τη δυνατότητα να προσφέρει τρέχουσες, προστατευμένες και άμεσες πληροφορίες για την αλυσίδα εφοδιασμού (Kouhizadeh et al., 2020). Αναφέρεται ότι θα πρέπει να αναπτυχθεί ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας που θα χρησιμοποιεί την τεχνολογία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID) για την αλυσίδα αξίας της αγροδιατροφής με πρωταρχικό στόχο τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων (Munir et al., 2022).

Διάφορες τεχνολογίες αιχμής, όπως η ταυτοποίηση ραδιοσυχνοτήτων (RFID), η τηλεματική, ο γραμμωτός κώδικας, οι τεχνολογίες με αισθητήρες και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), έχουν χρησιμοποιηθεί για την παρακολούθηση των προϊόντων τροφίμων και τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την απόδοση της αλυσίδας εφοδιασμού. Επί του παρόντος, ο τεράστιος όγκος δεδομένων που υπάρχει δεν είναι εύκολα προσβάσιμος και δεν αξιοποιείται αποτελεσματικά από όλους τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων λόγω δυσκολιών που σχετίζονται με τον ανταγωνισμό και την εμπιστοσύνη. Αυτό οδηγεί σε αλληλεπικαλύψεις και αναποτελεσματικότητα στα συστήματα εφοδιασμού τροφίμων (Li et al., 2021).

Το IoT μπορεί να ενισχύσει τη λειτουργικότητα του Blockchain, αξιοποιώντας την ικανότητά του να αντιλαμβάνεται και να συλλέγει δεδομένα, τα οποία μπορούν στη συνέχεια να μεταδοθούν στο Blockchain. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τη δημιουργία ασφαλών και αμετάβλητων αρχείων κοινών συναλλαγών. Το IoT επίσης επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων

που αφορούν τις τρέχουσες περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η εμφάνιση (Trollman et al., 2022).

Οι συσκευές IoT, όπως οι κωδικοί QR, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) το RFID, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση και την οργάνωση πληροφοριών (Mohammed et al., 2023). Το στρώμα συλλογής δεδομένων χρησιμοποιεί κατά κύριο λόγο τεχνολογία ραδιοσυχνοτήτων Barcode και RFID για τη συλλογή δεδομένων (Wang et al., 2020).

Παρά την έλλειψη περιορισμών, το Internet Protocol File System (IPFS) είναι ένα πιο σύγχρονο πρωτόκολλο του Διαδικτύου σε σύγκριση με το συμβατικό Hypertext Transfer Protocol (HTTP). Το σύστημα λειτουργεί με βάση την αρχή ότι τα δεδομένα ενός αρχείου μπορούν να χωριστούν σε μικρότερα τμήματα και στη συνέχεια να προσπελαστούν με διαδοχικό τρόπο από διάφορους διακομιστές σε ένα δίκτυο ομότιμων χρηστών (Babu et al., 2023).

Η προέλευση, η παραγωγή, η επεξεργασία και ο τόπος αποθήκευσης του τροφίμου είναι τα δεδομένα που συλλέγονται από μια σειρά αισθητήρων, συμπεριλαμβανομένων εκείνων για την υγρασία και τη θερμοκρασία, τις κάμερες για τη λήψη φωτογραφιών και το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού θέσης για την παρακολούθηση της θέσης και της κίνησης (Location-based data). Αυτές οι τεχνολογίες συγκεντρώνουν ενημερωμένες πληροφορίες για τα δεδομένα των προϊόντων που επηρεάζουν το χρονικό διάστημα αποθήκευσης ενός προϊόντος, από τη στιγμή της παραγωγής του έως τη στιγμή της κατανάλωσής του, προκειμένου να μειωθεί η απώλεια τροφίμων. Προβλέπουν επίσης πόσο καιρό θα παραμείνει φρέσκο ένα προϊόν και προσδιορίζουν τις αιτίες της σπατάλης τροφίμων (Trollman et al., 2022).

Οι καρποί φρούτων υποβάλλονται σε διάφορες διεργασίες, όπως απολύμανση, καθαρισμό, επιλογή, συντήρηση, αποτρίχωση, ταξινόμηση και συσκευασία. Στη συνέχεια, οι πληροφορίες από αυτές τις διαδικασίες συλλέγονται και διαβιβάζονται στο δίκτυο με τη χρήση ψηφιακών ετικετών (digital tags). Ο σκοπός της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι πρωτίστως να διαχειρίζεται την ψυκτική αλυσίδα εφοδιασμού των φρούτων. Για την τεκμηρίωση της μεθόδου, του χρόνου, της τοποθεσίας και των πληροφοριών του αποστολέα/παραλήπτη που εμπλέκονται στη μεταφορά φρούτων, οι περιβαλλοντικές συνθήκες και η διαδρομή οδήγησης των φρούτων μπορούν να μεταφορτωθούν από αισθητήρες. Αυτοί οι αισθητήρες περιλαμβάνουν θερμοκρασία, υγρασία, πίεση, σύνθεση αερίων, παρακολούθηση κραδασμών και σύστημα

GPS. Εάν η απόκλιση υπερβεί ένα συγκεκριμένο όριο, θα δοθεί προειδοποίηση στην ομάδα ελέγχου ποιότητας (QC). (Zhang, et al., 2022).

Smart labels είναι η επισήμανση των συσκευασιών, η οποία περιλαμβάνει εξαρτήματα σχεδιασμένα κατάλληλα, όπως για χρήση στην ψυκτική αλυσίδα. Για παράδειγμα, είναι κατασκευασμένες με μελάνια ευαίσθητα στη θερμοκρασία (θερμοχρωματικά) και με συσκευές παρακολούθησης, όπως χάρτινα και ηλεκτρονικά συστήματα καταγραφής δεδομένων (UNEP and FAO, 2022).

Στο πλαίσιο της στρατηγικής των επιχειρήσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων (Waste management, WM), υπάρχουν πρόσθετες επιλογές διαχείρισης αποβλήτων που περιλαμβάνουν την αναερόβια χώνευση, την κομποστοποίηση, την άμεση εφαρμογή των αποβλήτων τροφίμων στο έδαφος ως λίπασμα, την αποτέφρωση με ανάκτηση ενέργειας και την αξιοποίηση πραγμάτων που δεν πωλούνται γενικά στα καταστήματα.

Οι σύγχρονες εταιρείες χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων των διεπαφών δεδομένων, της ηλεκτρονικής ανταλλαγής δεδομένων (EDI), της ανταλλαγής μηνυμάτων B2B και της υποβολής εκθέσεων, των γραμμωτών κωδικών, των κωδικών QR, της τεχνολογίας RFID, της Near Field Communication (NFC), των συσκευών του Παγκόσμιου Συστήματος Εντοπισμού Θέσης (GPS) (Tan et al., 2020), τη τεχνητή νοημοσύνη (AI) και η μηχανική μάθηση (machine learning) (Rana et al., 2021), για να προσφέρουν λύσεις εντοπισμού και παρακολούθησης (Tan et al., 2020). Δυστυχώς, τα εργαλεία που χρησιμοποιούν αυτές τις τεχνολογίες συχνά περιορίζονται σε λειτουργίες εφοδιαστικής και συνήθως καταγράφονται σε μη ψηφιακή μορφή, χωρίς κεντρική αρχή για την πιστοποίησή τους. Οι υπάρχουσες λύσεις είναι ανεπαρκείς όσον αφορά την ασφάλεια και δεν διαθέτουν σύστημα πληροφοριών πολλαπλών μερών. Συνολικά, τα συστήματα αυτά δεν παρέχουν επαρκώς την απαραίτητη ορατότητα σε πραγματικό χρόνο, την ολοκληρωμένη διαφάνεια και το άνοιγμα που απαιτούνται για την εκτέλεση της εφοδιαστικής αλυσίδας Halal (Tan et al., 2020).

Τα σημερινά συστήματα ιχνηλασιμότητας τροφίμων αναπτύχθηκαν με βάση δύο κύριες πτυχές: (i) τεχνολογίες πληροφοριών και επικοινωνιών, όπως το RFID και το NFC- και (ii) μέθοδοι χημικής και βιολογικής ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένης της ισοτοπικής ανάλυσης και της γραμμωτής κωδικοποίησης DNA. Τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τον εντοπισμό, την παρακολούθηση, την ταυτοποίηση και την παρακολούθηση των τροφίμων,

προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα και η ασφάλειά τους σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού (Tsang et al., 2019).

Προτείνεται ότι τα υφιστάμενα συστήματα παρακολούθησης διαθέτουν τη δυνατότητα παρακολούθησης και καταγραφής ολοκληρωμένων δεδομένων που αφορούν τα τρόφιμα σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Στα παραδοσιακά συστήματα της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, τεχνολογίες όπως η RFID, τα δίκτυα αισθητήρων και η εξόρυξη δεδομένων έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξάλειψη των επικίνδυνων τροφίμων από την αλυσίδα εφοδιασμού. Ωστόσο, οι τεχνολογίες αυτές δεν είναι άψογες για την παρούσα αγορά της αλυσίδας εφοδιασμού (Tao & Chao, 2024).

Τα προϊόντα, τα πιστοποιητικά και οι δημοσιεύσεις εμφανίζουν συχνά σήματα συμμόρφωσης, τα οποία μπορεί να έχουν τη μορφή κωδικών ταχείας απόκρισης (QR) ή τεχνολογιών καταμετρημένου βιβλίου (π.χ. Blockchain). Συμβάλλουν στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης της αγοράς αποδεικνύοντας ότι το προϊόν ή η υπηρεσία πληροί τις καθορισμένες προδιαγραφές και έχει υποβληθεί σε επαλήθευση (ISO, 2021).

Οι αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως το Blockchain και οι δορυφορικές εικόνες (Satellite imagery), έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν τις πρωτοβουλίες ιχνηλασιμότητας και να προωθήσουν μεγαλύτερη διαφάνεια και αξία σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού (Waughray & de Cleene, 2019).

2.1 Η έννοια της τεχνολογίας Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain, είναι η θεμελιώδης τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε αρχικά για ψηφιακά νομίσματα όπως το Bitcoin. Από τότε που αναγνωρίστηκε για τις δυνατότητές της το 2015 από μεγάλα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα, η τεχνολογία αυτή έχει συγκεντρώσει σημαντικό ενδιαφέρον και έχει εφαρμοστεί σε διάφορους κλάδους, όπως η ασφάλιση, η εφοδιαστική, η υγειονομική περίθαλψη και η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της ανταλλαγής συναλλακτικών δεδομένων μεταξύ των εταίρων της αλυσίδας εφοδιασμού, του αμετάβλητου των αποθηκευμένων δεδομένων και της χρήσης μιας ενιαίας έκδοσης της συναλλακτικής

βάσης δεδομένων χωρίς την ανάγκη διαμεσολάβησης τρίτου μέρους (Behnkea & Janssen, 2019) .

Το Blockchain είναι μια ψηφιακή, αποκεντρωμένη και κατανεμημένη τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τον διαμοιρασμό πληροφοριών (Vu et al., 2021), και καταγράφει και προσθέτει συναλλαγές με χρονολογική σειρά, εξασφαλίζοντας μόνιμα και απαραβίαστα δεδομένα (Tao & Chao, 2024).

Οι θεμελιώδεις αρχές της τεχνολογίας Blockchain προβλέφθηκαν στα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990. Το 1989, ο Leslie Lamport, ο οποίος κέρδισε το βραβείο Turing, δημιούργησε το πρωτόκολλο Paxos ως μέθοδο για την επίτευξη συναίνεσης σε δίκτυα υπολογιστών, ακόμη και όταν οι εμπλεκόμενοι υπολογιστές και τα δίκτυα μπορεί να μην είναι αξιόπιστα. Σε μια σειρά δοκιμών που δημοσιεύτηκαν μεταξύ 1990 και 1997, ο συγγραφέας εισήγαγε την έννοια μιας υπογεγραμμένης αλυσίδας πληροφοριών που αποτελεί ένα ηλεκτρονικό βιβλίο. Το εν λόγω βιβλίο αποτελείται από έγγραφα που περιέχουν ψηφιακή υπογραφή, διευκολύνοντας την επαλήθευση ότι τα εν λόγω υπογεγραμμένα έγγραφα δεν έχουν υποστεί καμία τροποποίηση. Οι εν λόγω συγγραφείς γνώριζαν αρκετές περαιτέρω εξελίξεις για τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας αυτής της μορφής δεδομένων με τρεις διαφορετικούς τρόπους: 1) Χρήση αποδοτικότερων υπολογίσιμων κατακερματισμών (hashes) αντί της υπογραφής συνδέσμων εγγράφων- 2) ενοποίηση εγγράφων σε μπλοκ αντί της επεξεργασίας τους μεμονωμένα- και 3) εντός κάθε μπλοκ, σύνδεσή τους μεταξύ τους με τη χρήση δυαδικής δομής δέντρου Merkle αντί της χρήσης γραμμικών δεικτών κατακερματισμού συναλλαγών σύνδεσης εγγράφων (Mohammed et al., 2023).

Το 2008, ο Nakamoto πραγματοποίησε μια δημοσίευση με τίτλο "Bitcoin: Peer-to-Peer Electronic Cash System". Αυτό το έγγραφο εισήγαγε την ιδέα της χρήσης του Blockchain ως θεμέλιο για τη δημιουργία δομών δεδομένων και την κρυπτογράφηση των πληροφοριών μετάδοσης (Zhang, et al., 2022), η οποία στη συνέχεια υλοποιήθηκε ως έργο ανοικτού κώδικα το 2009 (Mohammed et al., 2023). Ως αποτέλεσμα, αναπτύχθηκε ένας νέος τύπος συστήματος ηλεκτρονικών πληρωμών με την ονομασία Bitcoins. Αυτή η μέθοδος, η οποία βασίζεται στην κρυπτογραφία και τις ψηφιακές υπογραφές, εξαλείφει την ανάγκη για αξιόπιστες διαβεβαιώσεις ενδιάμεσων φορέων. Οι μη αξιόπιστες οντότητες έχουν τη δυνατότητα να συμμετέχουν σε ανώνυμες και απεριόριστες συναλλαγές. (Zhang, et al., 2022).

Προς το παρόν δεν υπάρχει καθολικά αποδεκτός ορισμός της Blockchain. Το Blockchain είναι ένα αποκεντρωμένο και συνεργατικό δίκτυο που χρησιμοποιεί κατανεμημένες βάσεις δεδομένων για την ασφαλή μεταφορά, κρυπτογράφηση και αποθήκευση πληροφοριών. Κάθε μπλοκ περιέχει συγκεκριμένες λεπτομέρειες όπως μια ημερομηνία, έναν τυχαίο αριθμό, μια τιμή δυσκολίας και έναν σημαντικό όγκο δεδομένων συναλλαγών. Τα δεδομένα συναλλαγών υποβάλλονται σε κρυπτογράφηση με τη χρήση αλγορίθμου κατακερματισμού για τη δημιουργία της ρίζας Merkle. Αυτή η ρίζα αναφέρεται στη συνέχεια στην επικεφαλίδα του επόμενου μπλοκ, με αποτέλεσμα τα μπλοκ να διατάσσονται διαδοχικά για να σχηματίσουν μια αλυσίδα. Αυτή η αλυσίδα χρησιμεύει ως αποθηκευτικός χώρος για μόνιμες και αμετάβλητες εγγραφές. Το αρχιτεκτονικό μοντέλο της Blockchain αποτελείται από έξι επίπεδα: δεδομένα, δίκτυο, συναίνεση, κίνητρα, συμβόλαιο και επίπεδο εφαρμογής. Κάθε στρώμα της αρχιτεκτονικής Blockchain είναι υπεύθυνο για την υλοποίηση διακριτών λειτουργιών (Zhang, et al., 2022).

Η πρόοδος της τεχνολογίας του Blockchain μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις διαφορετικές φάσεις:

(α) Το Blockchain 1.0 που αναφέρεται στην υλοποίηση κρυπτονομισμάτων (όπως το Bitcoin) και εφαρμογών για τη μεταφορά χρημάτων.

(β) Το Blockchain 2.0 αναφέρεται στην εφαρμογή προηγμένων συμβολαίων που βασίζονται στο Blockchain, όπως αυτά που βρίσκονται στο Ethereum, τα οποία επεκτείνονται πέρα από τις απλές λειτουργίες μεταφοράς νομισμάτων. Αυτές οι συμβάσεις περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά όπως οι έξυπνες συμβάσεις και οι έξυπνες ιδιότητες.

(γ) Το Blockchain 3.0 αναφέρεται στη χρήση της τεχνολογίας Blockchain σε τομείς εκτός του νομίσματος και της χρηματοδότησης, όπως η κυβέρνηση και η έρευνα (Tan et al., 2020).

Η έρευνα των (Tan et al., 2020) έχει εντοπίσει τέσσερις διακριτές τυπολογίες Blockchain, οι οποίες κατηγοριοποιούν το Blockchain είτε ως δημόσιο είτε ως ιδιωτικό και είτε ως μη εξουσιοδοτημένο είτε ως εξουσιοδοτημένο. Στην έρευνα των (Erol, et al., 2021) η τεχνολογία του Blockchain μπορεί να ταξινομηθεί σε δύο κατηγορίες, δηλαδή σε δημόσια και ιδιωτική, με βάση τις αρχές της ανοικτότητας και της προσβασιμότητας των δεδομένων. Οι (Zhang, et al., 2022) υποστηρίζουν ότι η Blockchain μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε τρεις τύπους με βάση τα δικαιώματα πρόσβασης: δημόσια, κοινοπρακτική και ιδιωτική Blockchain.

Ένα δημόσιο Blockchain χαρακτηρίζεται συνήθως από τον χωρίς άδεια χαρακτήρα της, πράγμα που σημαίνει ότι τα βιβλία που περιέχουν τα αρχεία συναλλαγών είναι ανοιχτά προσβάσιμα στο κοινό, επιτρέποντας σε οποιονδήποτε να καταγράφει και να παρακολουθεί τις συναλλαγές. Το Bitcoin και το Ethereum, μεταξύ άλλων, κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας δημόσιες Blockchain. Οι δημόσιες Blockchain προσφέρουν ισχυρή ασφάλεια και αξιοπιστία ως αποτέλεσμα της παρουσίας ανώνυμων χρηστών και της απουσίας εμπιστοσύνης μεταξύ τους. Σε μια ιδιωτική ή αδειοδοτημένη Blockchain, οι συμμετέχοντες είναι αναγνωρίσιμοι και τα λογιστικά βιβλία μοιράζονται αποκλειστικά μεταξύ ενός περιορισμένου αριθμού χρηστών. Το κύριο χαρακτηριστικό μιας ιδιωτικής ή αδειοδοτημένης Blockchain (Blockchain) είναι ότι μόνο μια καθορισμένη ομάδα χρηστών αποκτά αποκλειστική πρόσβαση. Η συμμετοχή σε ένα ιδιωτικό Blockchain περιορίζεται σε επικυρωτές που έχουν την εξουσία να χορηγούν πρόσβαση στα ledgers και να διασφαλίζουν την τήρηση των απαιτήσεων εμπιστευτικότητας του δικτύου (Erol, et al., 2021).

- Δημόσια Blockchain χωρίς άδεια: Blockchain: Ένα δίκτυο όπου δεν υπάρχουν περιορισμοί στα άτομα που μπορούν να έχουν πρόσβαση, να τροποποιούν και να επαληθεύουν τις πληροφορίες στο Blockchain. Αυτοί οι συμμετέχοντες μπορεί να μην είναι ευρέως αναγνωρισμένοι ή να μην θεωρούνται αξιόπιστοι. Αξιοσημείωτα παραδείγματα περιλαμβάνουν το Bitcoin και το Ethereum (Tan et al., 2020).

- Δημόσια με άδεια Blockchain: Ένα δίκτυο που επιτρέπει σε οποιονδήποτε να έχει πρόσβαση και να τροποποιεί δεδομένα στο Blockchain χωρίς περιορισμούς. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν περιορισμοί όσον αφορά τα άτομα που μπορούν να συμμετέχουν στη διαδικασία συναίνεσης (Tan et al., 2020). Το Bitcoin και άλλα κρυπτονομίσματα αποτελούν περιπτώσεις δημόσιας Blockchain (Kouhizadeh et al., 2020).

- Blockchain με άδεια: Ένα δίκτυο που επιβάλλει περιορισμούς στα άτομα που έχουν τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση και να τροποποιούν δεδομένα στην Blockchain. Παρ' όλα αυτά, δεν υπάρχουν περιορισμοί στα άτομα που είναι επιλέξιμα να συμμετάσχουν στη διαδικασία συναίνεσης (Tan et al., 2020).

Ένα ιδιωτικό Blockchain με δικαιώματα είναι ένα δίκτυο που επιβάλλει περιορισμούς στα άτομα που έχουν τη δυνατότητα να έχουν πρόσβαση, να τροποποιούν και να επαληθεύουν πληροφορίες στην Blockchain. Μια κοινοπραξία Blockchain αναφέρεται σε ένα δίκτυο που περιλαμβάνει πολλούς οργανισμούς (Tan et al., 2020).

Κάθε τύπος Blockchain διαθέτει μοναδικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η δημόσια Blockchain διαθέτει μεγαλύτερες υποσχέσεις όσον αφορά την ασφάλεια και την αξιοπιστία. Εναλλακτικά, εάν η έμφαση δίνεται στην ιδιωτικότητα, την ταχύτητα των συναλλαγών ή την εσωτερική εποπτεία, ίσως είναι πιο κατάλληλη η δημιουργία μιας κοινοπραξίας ή μιας ιδιωτικής Blockchain (Zhang, et al., 2022).

Η τεχνολογία Blockchain και η τροφική αλυσίδα είναι εγγενώς συμπληρωματικές. Η αλυσιδωτή δομή της τεχνολογίας Blockchain είναι μια διαδοχική διάταξη δεδομένων που μπορεί να διατηρήσει πληροφορίες, παρόμοια με τον τρόπο που κυκλοφορούν τα προϊόντα στην αλυσίδα εφοδιασμού. Επιπλέον, η συχνότητα των ενημερώσεων των πληροφοριών στην αλυσίδα εφοδιασμού είναι μάλλον μέτρια, γεγονός που βοηθά να ξεπεραστούν οι τρέχοντες περιορισμοί της τεχνολογίας Blockchain όσον αφορά την απόδοση της επεξεργασίας (Yu, et al., 2023).

Ένα υβριδικό Blockchain, που συνδυάζει στοιχεία τόσο της δημόσιας όσο και της ιδιωτικής Blockchain, μπορεί να εφαρμοστεί για να καλύψει συγκεκριμένες επιχειρηματικές απαιτήσεις. Συνήθως, οι περιπτώσεις χρήσης της εφοδιαστικής αλυσίδας υλοποιούνται χρησιμοποιώντας ένα ιδιωτικό περιβάλλον Blockchain, το οποίο επιτρέπει μόνο σε εξουσιοδοτημένους χρήστες με περιορισμένη πρόσβαση να ανταλλάσσουν πληροφορίες (Kouhizadeh et al., 2020).

Τα εγγενή χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Blockchain συμπεριλαμβανομένης της αξιοπιστίας, της ιχνηλασιμότητας, της αμετάβλητης αξίας των δεδομένων είναι και των έξυπνων συμβάσεων (Kouhizadeh et al., 2020). Τα κύρια χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Blockchain είναι η αυξημένη συνοχή, η αυθεντικότητα των δεδομένων, η ιχνηλασιμότητα (Munir et al., 2022), η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο, η επαλήθευση και η διαφάνεια (Kouhizadeh et al., 2020). Μια τεχνολογία Blockchain έχει πολυάριθμες εφαρμογές, με μία από τις σημαντικότερες να είναι η βιωσιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού (Kouhizadeh et al., 2020). Αναγνωρίζεται ως ψηφιακή τεχνολογία που μπορεί να συμβάλει στη βιωσιμότητα των αλυσίδων εφοδιασμού, η οποία συνδέεται στενά με την κυκλική οικονομία (Trollman et al., 2022). Η τεχνολογία του Blockchain θεωρείται μια επαναστατική τεχνολογία που έχει τη δυνατότητα να φέρει επανάσταση στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Πρόκειται για ένα διαφανές και απαραβίαστο σύστημα που ενισχύει την αποτελεσματικότητα των διαδικασιών παρακολούθησης και εντοπισμού (Munir et al., 2022).

2.2 Η χρησιμότητας της τεχνολογίας Blockchain

Η τεχνολογία του Blockchain είναι ένα κομβικό στοιχείο στο αυξανόμενο τοπίο των καινοτόμων τεχνολογιών. Η ποσότητα των μελετών στο σημερινό σώμα της βιβλιογραφίας σχετικά με το Blockchain, μια τεχνολογία που έχει συγκεντρώσει το ενδιαφέρον των μελετητών και των επαγγελματιών από τις αρχές της δεκαετίας του 2010, έχει αυξηθεί σημαντικά, ενώ σήμερα αναγνωρίζονται αρκετές νέες περιπτώσεις χρήσης. Η τεχνολογία Blockchain προσφέρει αποτελεσματικές λύσεις για βασικές προκλήσεις στις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως η αμεταβλητότητα, η αποκέντρωση, ο μηχανισμός συναίνεσης, η ιχνηλασιμότητα, η ασφάλεια και η δυνατότητα ελέγχου. Η τεχνολογία αυτή προσφέρει εξαιρετικές προοπτικές για τα συστήματα εφοδιασμού γεωργικών προϊόντων (Mangla et al., 2022).

Τα τελευταία χρόνια, η τεχνολογία του Blockchain έχει εισαχθεί για τη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων, της διαφάνειας και της ταχύτητας μεταφοράς πληροφοριών κατά μήκος μιας αλυσίδας εφοδιασμού. Ο κύριος στόχος αυτής της τεχνολογίας είναι να διασφαλίσει στους καταναλωτές την ασφάλεια των τροφίμων και τη βιωσιμότητα, την ποιότητα και την υγειονομική ασφάλεια των προϊόντων. Ταυτόχρονα, η τεχνολογία του Blockchain αποσκοπεί στη μείωση του κόστους συναλλαγών για τις εταιρείες (Rana et al., 2021).

Η τεχνολογία του Blockchain εφαρμόζεται στην οικονομία, στην υγεία, στο IoT, στην κυβέρνηση και στην αλυσίδα εφοδιασμού (Mohammed et al., 2023). Ενσωματώνει διάφορες τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων των IoT, των κωδικών QR, των ετικετών RFID και της δορυφορικής απεικόνισης (Satellite imagery) (Munir et al., 2022). Οι εφαρμογές Blockchain έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν σημαντικά τη διαφάνεια, την ιχνηλασιμότητα και τη βιωσιμότητα (Vu et al., 2021).

- **Ιχνηλασιμότητα:** Η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, μπορεί επίσης να βελτιώσει την ασφάλεια και την ποιότητα της γεωργικής βιομηχανίας και της βιομηχανίας τροφίμων (Mohammed et al., 2023).

- **Διαφάνεια:** Η διαφάνεια έχει τη δυνατότητα να διευκολύνει τη χρήση των Blockchain σε μια εταιρεία χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών. Η απουσία διαφάνειας μπορεί να έχει

αντίκτυπο στην ποιότητα των τροφίμων και η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων μπορεί να ενισχύσει τη διαφάνεια. Παρόλο που βρίσκεται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, η τεχνολογία Blockchain περιγράφεται ως μια επαναστατική εξέλιξη που έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει τις αλυσίδες εφοδιασμού μέσω αυξημένου ανοίγματος, διαφάνειας και αξιοπιστίας (Mohammed et al., 2023).

- Κατανεμημένη βάση δεδομένων: Τα μεταδεδομένα που χρησιμοποιούνται για την επικοινωνία στο εσωτερικό μιας Blockchain κατανέμονται σε όλο το βιβλίο και δεν μπορούν να συγκεντρωθούν σε μία μόνο θέση. Αυτό υποδηλώνει ότι η βάση δεδομένων Blockchain είναι αποκεντρωμένη. Τα δεδομένα κατανέμονται σε πολλούς διακομιστές. Αντιθέτως, αποθηκεύονται παράλληλα σε πολλούς υπολογιστές, οι οποίοι αναφέρονται ως "κόμβοι". Τα μέλη της Blockchain μπορούν να δημιουργήσουν υψηλότερο επίπεδο εμπιστοσύνης μεταξύ τους λόγω της αποκεντρωμένης φύσης της βάσης δεδομένων (Mohammed et al., 2023).

- Αμετάβλητο: Το αμετάβλητο δηλώνει το χαρακτηριστικό του να παραμένει αμετάβλητο στο πέρασμα του χρόνου. Η αμεταβλητότητα επιτρέπει τη δημιουργία ενός ολοκληρωμένου αρχείου όλων των ενεργειών που εκτελούνται στο μητρώο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης και εντοπισμού οποιασδήποτε εγγραφής ανά πάσα στιγμή. Η Blockchain προσφέρει μια αμετάβλητη διαδρομή ελέγχου, ενώ η αποκεντρωμένη φύση της καθιστά πιο δύσκολο για τους χάκερς να χειραγωγήσουν ή να κατασκευάσουν δεδομένα εντός του δικτύου Blockchain (Mohammed et al., 2023).

- Προέλευση ή πηγή κάποιου πράγματος: η τεχνολογία Blockchain διευκολύνει τον προσδιορισμό της προέλευσης των ειδών εντός της αλυσίδας εφοδιασμού. Πολλές βιομηχανίες αντλούν την αξία των αντικειμένων τους από την προέλευσή τους (Mohammed et al., 2023).

- Έξυπνο συμβόλαιο: Τα ενδιαφερόμενα μέρη οφείλουν να δίνουν τη συγκατάθεσή τους για τη διενέργεια ψηφιακών συναλλαγών στην αλυσίδα εφοδιασμού και να καταγράφουν τις τροποποιήσεις που πραγματοποιούνται. Κατά συνέπεια, ένα έξυπνο συμβόλαιο είναι επωφελές, καθώς περιλαμβάνει αμοιβαία συμφωνημένους όρους των ενδιαφερομένων μερών. Τα ηλεκτρονικά συμβόλαια είχαν σημαντικό αντίκτυπο στις εταιρικές διαδικασίες, ιδίως στο πλαίσιο της τεχνολογίας Blockchain. Ένα έξυπνο συμβόλαιο διευκολύνει την ψηφιακή μεταφορά ενός περιουσιακού στοιχείου ή νομίσματος σε μια εφαρμογή τεχνολογίας Blockchain (Mohammed et al., 2023).

2.3 Υιοθέτηση τεχνολογίας Blockchain

Με βάση τις προηγούμενες συζητήσεις, είναι προφανές ότι η αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων είναι ευάλωτη σε κινδύνους. Η ορατότητα της αλυσίδας εφοδιασμού είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας των τροφίμων και για τον καλύτερο έλεγχο σε περίπτωση μόλυνσης των τροφίμων. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δυνατότητα εντοπισμού της πηγής της μόλυνσης και τη λήψη κατάλληλων διορθωτικών μέτρων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με έξυπνες τεχνολογικές λύσεις (Elrouby & Ismael, 2021).

Στόχος είναι να αντιμετωπιστεί το ζήτημα της κατανομής των πόρων των συναλλαγών σε πολλαπλά μη αξιόπιστα μέρη στην αλυσίδα εφοδιασμού, όπως των φρέσκων φρούτων (Zhang, et al., 2022). Η εφαρμογή ψηφιακών λύσεων για την αλυσίδα εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων έχει διευκολύνει σημαντικά την αποτελεσματική παράδοση των προϊόντων από το αγρόκτημα στον καταναλωτή (Sharma et al., 2023).

Ως αποτέλεσμα των πρόσφατων κρίσεων για την ασφάλεια των τροφίμων παγκοσμίως, οι άνθρωποι έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη συνείδηση και ανησυχούν περισσότερο για την ασφάλεια των τροφίμων και των προϊόντων. Κατά συνέπεια, η δυνατότητα εντοπισμού της προέλευσης και του ιστορικού αυτών των ειδών όχι μόνο εκτιμάται αλλά και ζητείται συχνά από το κοινό (McLaren, 2021). Η σημασία θεμάτων όπως η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και οι λειτουργίες αντίστροφης εφοδιαστικής έχει αυξηθεί λόγω του αντίκτυπου του COVID-19. Επιπλέον, η πανδημία COVID-19 και ο επίσημος αντίκτυπός της στις αλυσίδες εφοδιασμού υπογραμμίζουν τη σημασία της αντίστροφης εφοδιαστικής. Αυτό συμβαίνει επειδή η αντίστροφη εφοδιαστική επιτρέπει τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα στις βιώσιμες δραστηριότητες της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην κυκλική οικονομία (Kazancoglu et al., 2022).

Η γεωργική βιομηχανία έχει αποκτήσει μεγαλύτερη σημασία για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης με τη χρήση βέλτιστων γεωργικών μεθόδων και τη διαφύλαξη του περιβάλλοντος. Ο αγροδιατροφικός τομέας βιώνει σήμερα μια μετασχηματιστική περίοδο ως αποτέλεσμα του εκσυγχρονισμού (Sharma et al., 2023). Επιπλέον, η βιομηχανία τροφίμων παρακινήθηκε από την αυξανόμενη γνώση των πελατών για τα περιβαλλοντικά και υγειονομικά ζητήματα που

σχετίζονται με την παραγωγή και κατανάλωση τροφίμων να αναπτύξει νέες τεχνολογίες που είναι ασφαλέστερες και πιο βιώσιμες από τις υπάρχουσες (Rana et al., 2021).

Η προτεινόμενη πλατφόρμα της αλυσίδας εφοδιασμού αποσκοπεί στην ενίσχυση της ασφάλειας των τροφίμων, στη διατήρηση της διατροφικής ακεραιότητας των γαλακτοκομικών προϊόντων, στον εντοπισμό νοθείας και μόλυνσης στα γαλακτοκομικά προϊόντα και στην πρόληψη της παραγωγής πλαστών γαλακτοκομικών προϊόντων (Frederick et al., 2023).

Η ενσωμάτωση επιχείρησης σε επιχείρηση (Business-to-business) είναι απαραίτητη στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων, και συγκεκριμένα αναφέρεται στη διαβίβαση ηλεκτρονικών δεδομένων μέσω του διαδικτύου μεταξύ επιχειρηματικών εταιρών και παρόχων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας (Li et al. 2021).

Η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain έχει τη δυνατότητα να διαταράξει σημαντικά και να φέρει επανάσταση στα συστήματα της αλυσίδας εφοδιασμού. Η τεχνολογία Blockchain περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών που θα μπορούσαν να διευκολύνουν αποτελεσματικά τα σύγχρονα δίκτυα εφοδιασμού. Η υιοθέτηση της Blockchain οδηγείται από παράγοντες όπως η πλήρης διαφάνεια και επαληθευσσιμότητα, η αυξημένη εμπιστοσύνη και ασφάλεια των πληροφοριών και η εξάλειψη των μεσαζόντων (Kouhizadeh et al., 2020).

Η τεχνολογία του Blockchain έχει προταθεί ως μέθοδος για την ενίσχυση της ευρωστίας της εφοδιαστικής αλυσίδας ενόψει των αυξημένων κινδύνων και της αβεβαιότητας, την αύξηση της διαφάνειάς της και τη βελτίωση της δυνατότητας παρακολούθησης των προϊόντων στην εφοδιαστική αλυσίδα (Kasten, 2019). Είναι ένα αποκεντρωμένο σύστημα που χρησιμοποιεί μια τεχνολογία κατανεμημένου βιβλίου για να διασφαλίσει την ακεραιότητα και την ασφάλεια των πληροφοριών καθιστώντας τις ανθεκτικές στην παραποίηση (Zhang, et al., 2022). Ο κλάδος της εφοδιαστικής αλυσίδας Blockchain αναμένεται να παρουσιάσει Συντελεστικό Ετήσιο Ρυθμό Ανάπτυξης (CAGR) 81,7% μεταξύ 2021 και 2026 (Mohammed et al., 2023).

Σύμφωνα με τους εμπειρογνώμονες, υπάρχουν εννέα κρίσιμοι παράγοντες για την επιτυχή εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων. Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν ένα διαφανές σύστημα, την ανίχνευση απάτης, τη διαχείριση αποθεμάτων με παρακολούθηση, την επεκτασιμότητα, ένα ασφαλές σύστημα, τη μείωση του κόστους, τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ποιότητας των τροφίμων, την ικανοποίηση των πελατών και τη συμμόρφωση με τους κυβερνητικούς κανονισμούς (Sharma et al., 2023). Οι

λύσεις παρακολούθησης τροφίμων που βασίζονται στην τεχνολογία Blockchain είναι ζωτικής σημασίας, ενισχύοντας την αξιοπιστία και τη διαφάνεια των εργασιών παρακολούθησης τροφίμων (Mendi, 2022).

Μέσω της αξιοποίησης της τεχνολογίας Blockchain, τα μέρη είναι σε θέση να δημιουργήσουν μια ομόφωνη συμφωνία σχετικά με τη διαδικασία διεξαγωγής μιας συναλλαγής χωρίς την ανάγκη για οποιαδήποτε κεντρική διοικητική αρχή (Erol, et al., 2021). Ωστόσο, οι εταιρείες ενδέχεται να αντιμετωπίσουν πιέσεις από τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού τους ώστε να εφαρμόσουν την τεχνολογία Blockchain, καθώς όλα τα μέλη της αλυσίδας εφοδιασμού των εταιρειών πρέπει να συμπεριληφθούν στις πρωτοβουλίες διαφάνειας (Tan et al., 2020).

Η τεχνολογία Blockchain θα ενισχύσει την οικονομική βιωσιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού επιτρέποντας την αποτελεσματική ιχνηλασιμότητα, τη βελτιωμένη ορατότητα μέσω της ανταλλαγής πληροφοριών, τις διαφανείς διαδικασίες και την αποκέντρωση. Επιπλέον, θα συμβάλει στην περιβαλλοντική και κοινωνική βιωσιμότητα προωθώντας την αποδοτικότητα των πόρων, τη λογοδοσία, τη χρήση έξυπνων συμβάσεων, την ανάπτυξη εμπιστοσύνης και την πρόληψη της απάτης (Munir et al., 2022).

Τα δυνητικά πλεονεκτήματα αυτής της τεχνολογίας έχουν παρακινήσει τις επιχειρήσεις να εξετάσουν την υιοθέτησή της. Η αξιοποίηση της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων προάγει την εμπιστοσύνη μεταξύ των επιχειρήσεων και εξασφαλίζει την ασφαλή μετάδοση πληροφοριών μεταξύ των διαφόρων επιχειρήσεων (Sharma et al., 2023). Υποστηρίζεται ως ένα ισχυρό σύστημα παρακολούθησης και εντοπισμού είναι απαραίτητο για τις εταιρείες εφοδιασμού προκειμένου να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα της νοθείας, να εμπνεύσουν εμπιστοσύνη στους πελάτες σχετικά με την ποιότητα και την προέλευση των προϊόντων τους και να καταπολεμήσουν την παραποίηση (McLaren, 2021). Η τεχνολογία Blockchain προτείνεται ότι έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την ιχνηλασιμότητα και τη διαφάνεια των δικτύων εφοδιασμού τροφίμων (McLaren, 2021).

Η αξιοποίηση της ψηφιακής τεχνολογίας Blockchain αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο της εν εξελίξει τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης. Επιτρέπει την ψηφιακή καταγραφή των συναλλαγών, προάγοντας το άνοιγμα και μειώνοντας τις γραφειοκρατικές διαδικασίες. Η έρευνα της Gartner για τη σύγχρονη επιχειρηματικότητα αποκαλύπτει ότι οι επιχειρήσεις τροφίμων υιοθετούν όλο και περισσότερο προηγμένες τεχνολογίες για να εγγυηθούν την ποιότητα και τη φρεσκάδα των προϊόντων κατά την παράδοσή τους στους τελικούς

καταναλωτές. Συγκεκριμένα, προβλέπει ότι μέχρι το 2025, το 20% των κορυφαίων παγκόσμιων αλυσίδων σούπερ μάρκετ με βάση τα έσοδα θα υιοθετήσουν την τεχνολογία Blockchain για να ενισχύσουν την ασφάλεια και την ιχνηλασιμότητα των προϊόντων. Ο τομέας των χρηματοπιστωτικών υπηρεσιών βρίσκεται επί του παρόντος στην πρώτη γραμμή της αξιοποίησης της τεχνολογίας Blockchain και τα πλεονεκτήματά της αναμένεται να επεκταθούν σταδιακά στους τομείς της αγροδιατροφής, της ενέργειας, της υγείας και της βιομηχανίας (European Parliament, 2021). Το δημοσίευμα Blockchain's technology of trust (ISO, 2020) τονίζει πως το Blockchain είναι μια ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία με διάφορες πρακτικές εφαρμογές, η οποία μπορεί να ενισχυθεί και εξελιχθεί ακολουθώντας διεθνώς επικυρωμένες διαδικασίες και κανόνες, όπως αυτοί περιγράφονται στα πρότυπα ISO.

Τέλος, σύμφωνα με πρόσφατη έρευνα που αφορά την Deloitte, στελέχη τα οποία είναι υπεύθυνα για την λήψη αποφάσεων της εταιρείας, πιστεύουν ότι η ωριμότητα του Blockchain έχει βελτιωθεί τον τελευταίο χρόνο κάτι το οποίο φανερώνει μια σημαντική αλλαγή στη δυναμική της τεχνολογίας Blockchain (Kouhizadeh et al., 2020).

2.3.1 Αναφορές χρήσης τεχνολογίας Blockchain

Η ανάγκη ενίσχυσης της αποδοτικότητας και της απόδοσης έχει ωθήσει πολλές εταιρείες, όπως εκείνες στον πίνακα 1, να ενσωματώσουν την τεχνολογία Blockchain στις αλυσίδες εφοδιασμού τους (Kouhizadeh et al., 2020). Οι εταιρείες που αναφέρονται κυρίως είναι οι Walmart, Provenance, Carrefour, Foodchain και Ripe.io (Nene et al., 2019). Αρκετοί οργανισμοί εφάρμοσαν μια λύση Blockchain για να ενισχύσουν τη διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού (Mendi, 2022).

Εταιρεία	Πλατφόρμα Blockchain	Προϊόν	Χρήση ανά περίπτωση	Πρόσβαση σε πληροφορίες στους καταναλωτές	Βιβλιογραφική αναφορά
Walmart	IBM Food Trust	Χοιρινό κρέας, βόειο κρέας, μάνγκο, κασμίρ	Ιχνηλασιμότητα, Διαφάνεια, Βιωσιμότητα	QR code	Kouhizadeh et al., 2020, Elrouby & Ismael, 2021
Glencore	-	Αλυσίδα εφοδιασμού	-	-	Kouhizadeh et al., 2020
Provenance	-	Αλιεία	Ιχνηλασιμότητα, Διαφάνεια	-	Nene et al., 2019, Mendi, 2022
Carrefour	IBM Food Trust	Αλυσίδα εφοδιασμού, όπως κοτόπουλα ελευθέρως βοσκής, αυγά, τυρί, γάλα, πορτοκάλια, ντομάτες, σολομός και	Ιχνηλασιμότητα	QR code	Nene et al., 2019, Li et al. 2021

Εταιρεία	Πλατφόρμα Blockchain	Προϊόν	Χρήση ανά περίπτωση	Πρόσβαση σε πληροφορίες στους καταναλωτές	Βιβλιογραφική αναφορά
		μοσχάρισιο κιμά			
Foodchain	-	Αλυσίδα εφοδιασμού	Ιχνηλασιμότητα, Διαφάνεια	QR code	Nene et al., 2019
Ripe.io	-	Ντομάτα	Ιχνηλασιμότητα, Διαφάνεια	-	Nene et al., 2019
Maersk	-	Κασμίρ	Βιωσιμότητα	-	Kouhizadeh et al., 2020
Chipotle Mexican Grill	-	Αλυσίδα εφοδιασμού	Βιωσιμότητα	-	Kouhizadeh et al., 2020
Jindong	-	Βόειο κατεψυγμένο κρέας	-	QR code	Elrouby & Ismael, 2021
Alibaba	-	Αλυσίδα εφοδιασμού	Ιχνηλασιμότητα	-	Elrouby & Ismael, 2021

Εταιρεία	Πλατφόρμα Blockchain	Προϊόν	Χρήση ανά περίπτωση	Πρόσβαση σε πληροφορίες στους καταναλωτές	Βιβλιογραφική αναφορά
Nestle	-	Γάλα	Ιχνηλασιμότητα	-	Mohammed et al., 2023
H Oracle και το World Bee Project	-	αλυσίδα εφοδιασμού μελιού	Ιχνηλασιμότητα, Διαφάνεια	-	Li et al. 2021
Coca Cola και το Υπουργείο Εξωτερικών των ΗΠΑ	-	Ζαχαροκάλαμο	Αποτροπή εμφάνισης καταναγκαστικής εργασίας	-	Li et al. 2021
William Grant & Sons	-	Ούισκι	Καταπολέμηση της παραποίησης	-	Li et al. 2021
CHO	IBM Food Trust	Έξτρα παρθένο ελαιόλαδο	Ιχνηλασιμότητα, Διαφάνεια	-	Andriotte Oliveira et al., 2023

Εταιρεία	Πλατφόρμα Blockchain	Προϊόν	Χρήση ανά περίπτωση	Πρόσβαση σε πληροφορίες στους καταναλωτές	Βιβλιογραφική αναφορά
Starbucks	-	Καφέ	Ιχνηλασιμότητα, Βιωσιμότητα	-	Li et al. 2021

Πίνακας 1 Εταιρείες που εφαρμόζουν την τεχνολογία του Blockchain

Επιπλέον, συγγραφείς προτείνουν μια λύση βασισμένη στην τεχνολογία Blockchain που στοχεύει ειδικά στην αλυσίδα εφοδιασμού ζωικών προϊόντων στην Ιταλία. Άλλοι προτείνουν την εφαρμογή ενός συστήματος εφοδιαστικής αλυσίδας ρυζιού που χρησιμοποιεί την τεχνολογία Blockchain για να διασφαλίσει την ασφάλεια του ρυζιού καθώς αυτό κινείται μέσω της εφοδιαστικής αλυσίδας (Mendi, 2022).

Ακόμη, προτείνεται η εφαρμογή ενός συστήματος εντοπισμού τροφίμων με βάση την τεχνολογία Blockchain. Προτείνει ότι τα τρέχοντα συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας γεωργικών προϊόντων είναι ανεπαρκή για την ικανοποίηση των απαιτήσεων της αγοράς και προσφέρει ένα πιο προηγμένο σύστημα διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων που χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID. Το προτεινόμενο σύστημα υποστηρίζει την ιχνηλασιμότητα σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού γεωργικών τροφίμων, η οποία διασφαλίζει την ασφάλεια των τροφίμων με τη συλλογή, τη μεταφορά και την ανταλλαγή αξιόπιστων πληροφοριών σχετικά με τα αρχικά δεδομένα των γεωργικών τροφίμων σε κάθε στάδιο από την παραγωγή έως τις συνδέσεις πωλήσεων (Mendi, 2022).

Επιπλέον, ερευνητές ασχολούνται με το αυξανόμενο ζήτημα της ασφάλειας των τροφίμων στην Κίνα και προτείνουν την εφαρμογή μιας λύσης Blockchain για την αλυσίδα εφοδιασμού γεωργικών προϊόντων. Το σύστημα αυτό θα εξασφάλιζε την ασφάλεια των πληροφοριών και των συναλλαγών μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μερών. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση περιβάλλοντος PEST (πολιτικό, οικονομικό, κοινωνικό και τεχνολογικό) για τον εντοπισμό των περιορισμών και των ευκαιριών που σχετίζονται με την εφαρμογή της λύσης Distributed Ledger Technologies (DLT) (Mendi, 2022).

Η HARA είναι ένα οικοσύστημα και βρίσκεται στη διαδικασία δημιουργίας ενός συστήματος βασισμένου στην τεχνολογία Blockchain που θα βοηθήσει στην επίτευξη των στόχων συλλογής δεδομένων και ιχνηλασιμότητας στην Ινδονησία. Το οικοσύστημα HARA διευκολύνει τους αγρότες να εισάγουν τα δεδομένα της γεωργικής παραγωγής στις κινητές συσκευές τους. Οι αγρότες, μαζί με άλλους συμμετέχοντες που εμπλέκονται στην ανταλλαγή δεδομένων, όπως συνεταιρισμοί και ΜΚΟ, ανταμείβονται με πόντους επιβράβευσης HARA για τις συνεισφορές τους. Οι πόντοι αυτοί μπορούν στη συνέχεια να ανταλλάσσονται με υπηρεσίες και προϊόντα, όπως τηλεφωνικές μονάδες και εκπώσεις σε γεωργικό και εκπαιδευτικό εξοπλισμό. Εκτός από τους παραγωγούς των δεδομένων, το σύστημα περιλαμβάνει επίσης και τους φορείς ελέγχου των δεδομένων, οι οποίοι βοηθούν στην επαλήθευση της ακρίβειας των δεδομένων με αντάλλαγμα πόντους επιβράβευσης. Στόχος της HARA είναι να συμπεριλάβει ενεργά πάνω από 1 εκατομμύριο Ινδονήσιους αγρότες στην πλατφόρμα της μέχρι το έτος 2020 (Waughray & de Cleene, 2019).

Συγγραφείς παρουσιάζουν ένα σύστημα βασισμένο στην Blockchain για τη διασφάλιση της τήρησης των αρχών και προτύπων HACCP κατά την παραγωγή, τη μεταφορά και τη συντήρηση γεωργικών προϊόντων (Mendi, 2022).

Μια εταιρεία κρασιού που ιδρύθηκε στη Σιγκαπούρη παρέχει στους πελάτες την ευκαιρία να αγοράζουν κρασιά χρησιμοποιώντας ψηφιακά tokens σε μια ασφαλή πλατφόρμα Blockchain. Η πλατφόρμα αυτή επιτρέπει επίσης στους πελάτες να έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με την προέλευση, την ποιότητα και τη νομιμότητα των κρασιών (Li et al., 2021). Το σύστημα αυτό επιτρέπει στους κατασκευαστές κρασιού να βρίσκουν αποτελεσματικά πηγές σταφυλιών υψηλής ποιότητας που ανταποκρίνονται στις συγκεκριμένες απαιτήσεις παραγωγής τους (Li et al. 2021).

Επιπλέον, ερευνητές δημιούργησαν ένα ενοποιημένο σύστημα που χρησιμοποιεί Blockchain και το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) για την παρακολούθηση της διαδρομής των αυγών από τις φάρμες στους καταναλωτές. Η μελέτη που διεξήχθη πρότεινε έναν μηχανισμό που επιτρέπει στους φορείς να πιστοποιούν την ποιότητα των προϊόντων. Τα ευρήματά τους έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες ήταν σε θέση να επικυρώσουν την αριστεία ενός συγκεκριμένου προϊόντος (Mohammed et al., 2023). Άλλοι ερευνητές επινόησαν ένα σύστημα για τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων και της ιχνηλασιμότητας στη γαλακτοβιομηχανία του Βιετνάμ. Η μελέτη αυτή καταδεικνύει την αναγκαιότητα εφαρμογής ενός πλαισίου

ιχνηλασιμότητας τροφίμων (Mohammed et al., 2023). Στη συνέχεια, ερευνητές (Mohammed et al., 2023) δημιούργησαν επιπλέον μια αρχιτεκτονική διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού που είναι τόσο ανιχνεύσιμη όσο και διαφανής. Ένας άλλος τομέας που χρησιμοποιεί την Blockchain ως υπηρεσία είναι η κινεζική εταιρεία ηλεκτρονικού εμπορίου JD, η οποία χρησιμοποιεί τεχνολογία Blockchain για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό των εισαγωγών βοείου κρέατος (Mohammed et al., 2023).

Από έρευνα προτείνεται ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας που έχει μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, μικρή κατανάλωση ενέργειας και εξοικονόμηση κόστους. Οι συγγραφείς χρησιμοποιούν το δίκτυο Blockchain Algorand για τη δημιουργία της Blockchain τους. Επίσης, χρησιμοποιούν τον αλγόριθμο συναίνεσης Pure Proof-of-Stake, ο οποίος απαιτεί ελάχιστους πόρους επεξεργασίας και είναι σκόπιμα σχεδιασμένος ώστε να σαρώνεται εύκολα, προκειμένου να δημιουργήσουν μια πλατφόρμα που τηρεί τα ιδανικά της πράσινης Blockchain. Η μελέτη περίπτωσης που περιγράφουν οι συγγραφείς επικεντρώνεται στην "Fontina ΠΟΠ", ένα ημιμαγειρεμένο τυρί που παράγεται από την εταιρεία. Οι συγγραφείς (Frederick et al., 2023) εισήγαγαν την έννοια της "NU-TRIA", η οποία είναι μια αποκεντρωμένη αλυσίδα εφοδιασμού που λειτουργεί με τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain. Στόχος της παρούσας ερευνητικής εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός εργαλείου που θα παρακολουθεί ολόκληρη τη διαδρομή του γάλακτος από τη φάρμα μέχρι το ράφι του καταστήματος. Κάθε προϊόν είναι εφοδιασμένο με έναν κωδικό QR που παρέχει λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τις ακριβείς κινήσεις του κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού. Κάθε συναλλαγή στην αλυσίδα εφοδιασμού τεκμηριώνεται σε δύο ξεχωριστές αλυσίδες εφοδιασμού και η εφαρμογή αναπτύχθηκε χρησιμοποιώντας την τεχνολογία Blockchain του Ethereum. Περιγράφεται η δημιουργία ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας αλυσίδας εφοδιασμού που χρησιμοποιεί την τεχνολογία RFID και την τεχνολογία Blockchain. Η προτεινόμενη πλατφόρμα διευκολύνει τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain για τη διαχείριση και την αποθήκευση των δεδομένων που συλλέγονται από τους αναγνώστες RFID. Το Hyperledger Fabric 2.0 χρησίμευσε ως το θεμελιώδες πλαίσιο για την ανάπτυξη της Blockchain της κοινοπραξίας. Η προτεινόμενη αρχιτεκτονική αποσκοπεί στην παρακολούθηση των προϊόντων σε όλα τα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένης της αποστολής, της αποθεματοποίησης και της αποθήκευσης. Η αρχιτεκτονική αποτελείται από τρία στοιχεία: μια πλατφόρμα Blockchain, ετικέτες RFID και έναν αναγνώστη RFID. Η ετικέτα RFID περιέχει τόσο την τιμή κατακερματισμού του προηγούμενου μπλοκ όσο και πληροφορίες σχετικά με το

περιεχόμενό του. Κάθε φορά που μια ετικέτα RFID ανιχνεύεται από μια συσκευή RFID, δημιουργείται ένα νέο μπλοκ. Η backend πλατφόρμα Blockchain συνδέεται με τον αναγνώστη RFID, διευκολύνοντας την ανταλλαγή όλων των πληροφοριών μεταξύ τους (Frederick et al., 2023).

Οι ερευνητές εφάρμοσαν μια αρχιτεκτονική Blockchain με την ονομασία PRODCHAIN, η οποία χρησιμοποιεί τεχνικές κρυπτογράφησης με βάση το πλέγμα, για να διασφαλίσουν τη βιωσιμότητα των συναλλαγών και των αντικειμένων στον κλάδο του ηλεκτρονικού εμπορίου (Rana et al., 2021).

Συγγραφείς (Mendi, 2022) παρουσίασαν μια μελέτη που αποσκοπεί στην εποπτεία του συστήματος παρακολούθησης της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων με τη χρήση μιας αρχιτεκτονικής που βασίζεται στο υπολογιστικό νέφος. Το προτεινόμενο σύστημα, με την ονομασία CloudTrack, προσφέρει ολοκληρωμένα παγκόσμια δεδομένα για ολόκληρο τον στόλο των οχημάτων παράδοσης τροφίμων. Είναι σχεδιασμένο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο ενός τεράστιου αριθμού οχημάτων σε πραγματικό χρόνο (Mendi, 2022).

Ο ερευνητής (Mendi, 2022) προτείνει την εφαρμογή ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας με τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain, το οποίο θα χρησιμοποιούσε πολλές οντολογίες. Κάθε οντολογία θα εξυπηρετεί έναν συγκεκριμένο σκοπό και θα εμπλέκεται σε συγκεκριμένες συναλλαγές. Παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης έξυπνων συμβολαίων. Μία μελέτη χρησιμοποίησε το Ethereum, μαζί με τη γλώσσα προγραμματισμού Solidity (Mendi, 2022).

Επιπλέον, υπάρχουν τρεις εταιρείες Blockchain, δηλαδή:

1. Haladinar (Haladinar.com),
2. FoodChain (Food-chain.it) και
3. WhatsHalal (WhatsHalal.com),

με ουσιαστική εμπειρία στη δημιουργία εφαρμογών Blockchain. Το καινοτόμο εννοιολογικό πλαίσιο χρησιμοποιεί την τεχνολογία Blockchain ενσωματωμένη με έξυπνες συμβάσεις για να διασφαλίσει την ολοκληρωμένη ιχνηλασιμότητα των τροφίμων στην κοινότητα τροφίμων Halal (Tan et al., 2020).

Επί του παρόντος, ορισμένες επιχειρήσεις τροφίμων συνεργάζονται με το Institute for Business Value της IBM για να εφαρμόσουν λύσεις κατανεμημένου λογιστικού βιβλίου στις αλυσίδες

εφοδιασμού τροφίμων τους. Σύμφωνα με συγγραφείς, συνολικά 38 εταιρείες ζυμαρικών, 37 βοείου κρέατος, 37 γάλακτος, 35 καφέ, 35 ψαριών, τρεις βιολογικές και ονομασίας προέλευσης ρυθμιζόμενης και εγγυημένης και μία εταιρεία μπύρας έχουν εφαρμόσει αυτή την τεχνολογία για να διασφαλίσουν πλήρη διαφάνεια σε όλες τις φάσεις της αλυσίδας εφοδιασμού (Rana et al., 2021) .

2.3.2 Πλατφόρμες

Η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει την ανάπτυξη πλατφορμών που υποστηρίζουν αξιόπιστα, ανοικτά, διασυνδεδεμένα συστήματα συμμόρφωσης στον αγροδιατροφικό τομέα για τη διασφάλιση της ασφάλειας και της ιχνηλασιμότητας των τροφίμων. Οι πλατφόρμες αυτές έχουν εφαρμοστεί στην Ιρλανδία και την Ιταλία, αποδεικνύοντας τις πρακτικές εφαρμογές τους. Η τεχνολογία Blockchain αξιοποιείται για τη βελτίωση των τελωνειακών διαδικασιών στη διεθνή ναυτιλία ευπαθών εμπορευμάτων. Αυτό είναι ιδιαίτερα εμφανές στο Ισραήλ και τη Σιγκαπούρη, όπου η εφαρμογή της Blockchain απλοποιεί τις διαδικασίες και ενισχύει την αποτελεσματικότητα (ISO, 2020).

Η Blockchain προσφέρει μια ψηφιακή πλατφόρμα συναλλαγών που προσφέρει στις επιχειρήσεις και τους οργανισμούς που εμπλέκονται στις αλυσίδες εφοδιασμού μια ενιαία και ασφαλή πηγή δεδομένων μεταφοράς. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση της δρομολόγησης των δικτύων της αλυσίδας εφοδιασμού.

Πλατφόρμες που αναφέρονται συχνά είναι η Ethereum, η Hyperledger, η R3 Corda, η Ripple και η Quorum (Mohammed et al., 2023).

Η Ethereum είναι ένα δημόσιο σύστημα διανομής Blockchain ανοικτού κώδικα που επιτρέπει στους εφευρέτες να κατασκευάζουν και να εγκαθιστούν εφαρμογές λογισμικού και χρησιμοποιεί ένα μοναδικό κρυπτονόμισμα token που ονομάζεται Ether. Προσφέρει επίσης στους χρήστες μια εικονική μηχανή Ethereum που λειτουργεί ως περιβάλλον για "έξυπνες συμβάσεις" που βασίζονται στο Ethereum (Mohammed et al., 2023).

Η Hyperledger είναι μια τεχνολογική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα που δημιουργήθηκε για επιχειρήσεις για καταναμημένα λογιστικά βιβλία. Χρησιμοποιώντας ένα εξουσιοδοτημένο καταναμημένο λογιστικό βιβλίο, το πρώτο καταναμημένο λογιστικό βιβλίο επιτρέπει τη σύνταξη "έξυπνων συμβολαίων" να γράφονται σε κοινές γλώσσες προγραμματισμού, όπως η

Java, Google Go και Node JS. Έτσι, οι επιχειρήσεις δεν απαιτούν πρόσθετη εκπαίδευση σε ειδικές για τον τομέα γλώσσες. Η βασική διαφορά μεταξύ αυτής της πλατφόρμας και άλλων πλατφορμών είναι ότι υποστηρίζει και καθιστά την πλατφόρμα πιο πολυμήχανη για συγκεκριμένες περιπτώσεις χρήσης (Mohammed et al., 2023).

Η R3 Corda σχεδιάστηκε για να συνδέεται με τις κορυφαίες τράπεζες του κόσμου. Αυτό είναι η πλατφόρμα για ένα κατακευματισμένο λογιστικό βιβλίο. Αυτό εξαρτάται από μια δομή με κόμβους που είναι υπεύθυνοι για την εφαρμογή έξυπνων συμβάσεων. Είναι ένα πλήρως αδειοδοτημένο δίκτυο (Mohammed et al., 2023).

Η Ripple είναι ένα πρωτόκολλο ανοικτού κώδικα σχεδιασμένο για οικονομική και γρήγορη συναλλαγές, το οποίο χρησιμοποιεί ένα γενικό βιβλίο που ελέγχεται από ένα δίκτυο ανεξάρτητων κόμβων. Είναι ενδιαφέρον ότι το Ripple Token XRP δεν μπορεί να εξορυχθεί, όπως το Bitcoin ή άλλα κρυπτονομίσματα, αλλά διανέμεται από την αρχή (Mohammed et al., 2023).

Η Quorum ιδρύθηκε από την JP Morgan. Αυτό είναι το αρχικό στάδιο των εφαρμογών Blockchain στο χρηματοπιστωτικό τμήμα (Mohammed et al., 2023).

Γενικά παρουσιάζονται και συζητούνται πολλά συστήματα που βασίζονται στην Blockchain και χρησιμοποιούνται στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων. Οι συγγραφείς εξετάζουν πολλαπλές πλατφόρμες σε μια ενδελεχή βιβλιογραφική ανάλυση, όπως οι AgriBlockIoT, FoodTrail, IBM Food Trust και Provenance. Άλλοι προσφέρουν μια ολοκληρωμένη εξέταση έξι πλατφορμών που βασίζονται στην Blockchain και χρησιμοποιούνται σε αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων: FairChain, IBM Food Trust, OpenSC, Provenance, TE-FOOD και WWF pilot. Μελετητές αναφέρουν επίσης άλλες πλατφόρμες, συμπεριλαμβανομένων των AgriDigital, OlivaCoin, BeefLedger και OriginTrail. Άλλοι εξετάζουν το Water Ledger, ένα δίκτυο που λειτουργεί με Blockchain για την πώληση γεωργικού νερού. Συγγραφείς εξετάζουν την επίδραση διαφόρων πλατφορμών Blockchain στους μηχανισμούς συντονισμού εντός της αγοράς αγροδιατροφής (Li et al. 2021).

Η IBM έχει αναπτύξει το σύστημα "Food Trust", το οποίο είναι ένα από τα κορυφαία συστήματα εντοπισμού τροφίμων που βασίζονται στην Blockchain. Το Food Trust, που παρουσιάστηκε το 2017, έχει χρησιμοποιήσει την τεχνολογία Blockchain για να καθιερώσει την ιχνηλασιμότητα στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων για 80 διαφορετικές μάρκες. Με την

εφαρμογή της ιχνηλασιμότητας, καθίσταται δυνατή η σχολαστική παρακολούθηση της διαδικασίας εφοδιασμού από τους παραγωγούς έως τους πελάτες. Η λύση ανοικτού κώδικα της IBM, η οποία βασίζεται στο Hyperledger Fabric, επιτρέπει στους οργανισμούς να θεσπίσουν τους δικούς τους κανονισμούς εντός του συστήματος. Η λειτουργία ιχνηλασιμότητας του Food Trust λέγεται ότι θα ωφελήσει όχι μόνο την ασφάλεια των τροφίμων, αλλά και θα βοηθήσει τους παραγωγούς να διασφαλίσουν τη φρεσκάδα των τροφίμων, τη βιωσιμότητα και τη μείωση των αποβλήτων. Η IBM ανακοινώνει με αυτοπεποίθηση ότι πάνω από 5 εκατομμύρια τρόφιμα που είναι τώρα διαθέσιμα προς αγορά είναι ενσωματωμένα στο σύστημα, γεγονός που υποδηλώνει μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης αυτής της πλατφόρμας. Αξιοσημείωτοι οργανισμοί που χρησιμοποιούν αυτό το πρόγραμμα περιλαμβάνουν ηγέτες του κλάδου όπως οι Dile, Kroger, McCormick and Company, Nestle, Tyson Foods και Unilever (Mendi, 2022).

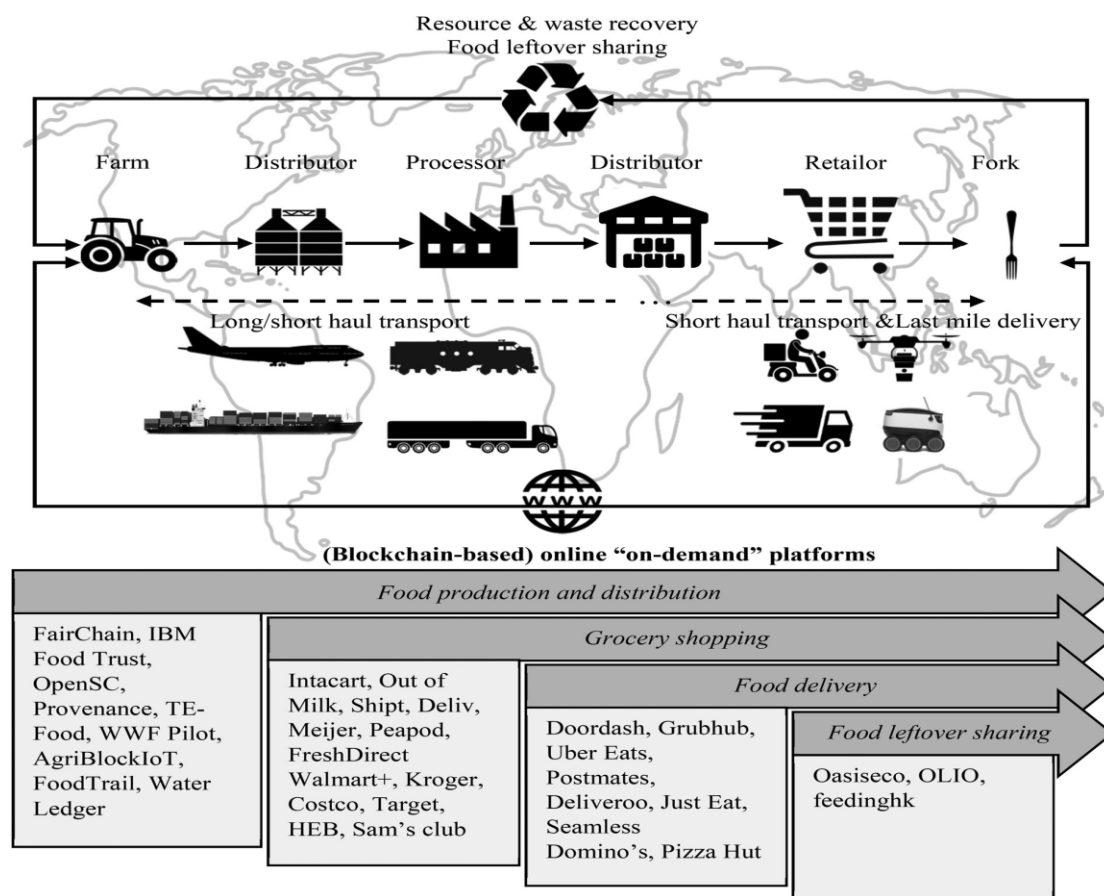
Το 2019, η Albertsons έγινε μέλος του δικτύου Food Trust της IBM, μιας πλατφόρμας που βασίζεται στην τεχνολογία του Blockchain. Το δίκτυο αυτό περιλαμβάνει περισσότερες από 50 επιχειρήσεις, συμπεριλαμβανομένων των βαρέων βαρών του λιανεμπορίου, όπως η Walmart και η Carrefour (Vu et al., 2021).

Μετά από αρκετά χρόνια προόδου, το BeefLedger έχει αναδειχθεί ως μια πολλά υποσχόμενη λύση για την καταπολέμηση της απάτης στα τρόφιμα και την αντιμετώπιση ζητημάτων δυσπιστίας στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η BeefLedger έχει τη δυνατότητα να παράγει έσοδα από την αξία των δεδομένων και να εγγυάται ότι τα άτομα που είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία τους λαμβάνουν αυτή την αξία. Αυτό περιλαμβάνει όλο το φάσμα των δεδομένων, από την προέλευση και το ιστορικό ενός προϊόντος έως τις πληροφορίες για τον τελικό χρήστη (BeefLedger, 2023).

Όσον αφορά το BeefLedger.io: BeefLedger (CRYPTO:BEEF) είναι μια ολοκληρωμένη πλατφόρμα που συνδυάζει την προέλευση, την ασφάλεια Blockchain και τις πληρωμές. Το έργο είναι μια τεχνολογική πλατφόρμα που στοχεύει στη χρήση τεχνολογιών Blockchain για τη συλλογή ενός ευρέος φάσματος πληροφοριών προέλευσης προϊόντων. Οι πληροφορίες αυτές θα χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση των πληρωμών και την οικοδόμηση εμπιστοσύνης μεταξύ των μερών στην αλυσίδα εφοδιασμού (BeefLedger, 2023).

Συγγραφείς παρουσιάζουν το Agri-BlockIoT, μια πλατφόρμα Blockchain που προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση για την αλυσίδα εφοδιασμού της γεωργίας. Το AgriBlockIoT είναι ένα

αποκεντρωμένο σύστημα που χρησιμοποιεί την τεχνολογία Blockchain και συσκευές IoT για τη συλλογή και τη διάδοση δεδομένων ιχνηλασιμότητας. Η προτεινόμενη μέθοδος υποβλήθηκε σε δοκιμές χρησιμοποιώντας τόσο τις πλατφόρμες Blockchain Ethereum όσο και τις πλατφόρμες Hyperledger Sawtooth. Το AgriBlockIoT διευκολύνει τη συγχώνευση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και της τεχνολογίας Blockchain, με αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφανών, ανθεκτικών, αμετάβλητων και επαληθεύσιμων δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας στη γεωργική βιομηχανία και τη βιομηχανία τροφίμων (Mendi, 2022).



Εικόνα 1 Απεικόνιση τις πλατφόρμες που χρησιμοποιούνται στις παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων (Li et al. 2021).

Ως εκ τούτου, φαίνεται να είναι αναπόφευκτη η δημιουργία φιλικών προς τον χρήστη πλατφορμών που είναι συμβατές με διάφορες τεχνικές εισαγωγής δεδομένων (όπως μηνύματα κειμένου, ηλεκτρονική εγγραφή, συντεταγμένες GPS και εγγραφή από τρίτους), καθώς και με συστήματα τεχνολογίας εντοπισμού (όπως ετικέτες NFC, ετικέτες RFID, κωδικοί QR και γραμμωτοί κώδικες) (Li et al. 2021).

2.3.3 Αλλαγές - Εξελισσόμενες Τάσεις

Με την κλιμάκωση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, η αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής έχει αναδειχθεί σε σημαντική παγκόσμια ανησυχία. Ως αντίδραση, η υιοθέτηση της ανάπτυξης με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα έχει αναδειχθεί σε σύγχρονη τάση. Τα πρωταρχικά χαρακτηριστικά μιας αλυσίδας εφοδιασμού χαμηλών εκπομπών άνθρακα περιλαμβάνουν ελάχιστη χρήση ενέργειας, μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, περιορισμένη περιβαλλοντική μόλυνση και δέσμευση για οικολογική βιωσιμότητα. Τα απόβλητα τροφίμων που προκύπτουν από την αλλοίωση των τροφίμων συμβάλλουν σημαντικά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και μπορούν να συμβούν σε κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής, της επεξεργασίας, της αποθήκευσης, της διαμετακόμισης και των πωλήσεων. Διάφορες καινοτόμες τεχνολογίες που διατηρούν ή βελτιώνουν άμεσα ή έμμεσα την ποιότητα των τροφίμων είναι ικανές να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής τους, με αποτέλεσμα μια αλυσίδα εφοδιασμού με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Οι τεχνολογίες αυτές περιλαμβάνουν τη βελτίωση της συσκευασίας για τον μετριασμό της φθοράς των συσκευασμένων τροφίμων, ενώ ταυτόχρονα μετριάζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των υλικών συσκευασίας. Επιπλέον, περιλαμβάνουν τη βελτίωση των συστημάτων παρακολούθησης της θερμοκρασίας και της υγρασίας και των συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης εντός της αλυσίδας εφοδιασμού, ώστε να διασφαλίζεται ότι τα τρόφιμα αποθηκεύονται σταθερά σε κατάλληλο περιβάλλον θερμοκρασίας και υγρασίας (Ren et al., 2021).

Επιπλέον, η χρήση ενέργειας στην αλυσίδα εφοδιασμού έχει επιδεινώσει τη μόλυνση του περιβάλλοντος. Στο πλαίσιο της οικονομικής παγκοσμιοποίησης, η επέκταση της διηπειρωτικής μεταφοράς τροφίμων έχει οδηγήσει σε αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας και στην απελευθέρωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Για να επιτευχθεί μια εφοδιαστική ψυκτικής αλυσίδας (CCL) με χαμηλές εκπομπές άνθρακα, είναι απαραίτητο να βελτιστοποιηθούν και να αναβαθμιστούν όλες οι πτυχές της εφοδιαστικής αλυσίδας, ώστε να διασφαλιστεί ο ακριβής έλεγχος και να αποτραπεί η αλλοίωση των τροφίμων που προκαλείται από μεταβολές της θερμοκρασίας ή της υγρασίας. Επιπλέον, η υποστήριξη της κυβέρνησης, των επιχειρήσεων και των καταναλωτών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των

περιορισμένων φυσικών πόρων και του περιβάλλοντος. Προκειμένου να επιτευχθεί ένα μοντέλο οικονομικής ανάπτυξης φιλικό προς το περιβάλλον, οι επιχειρήσεις πρέπει πλέον να εξετάζουν διάφορους στόχους, συμπεριλαμβανομένων των οικονομικών οφελών, των περιβαλλοντικών οφελών και των κοινωνικών οφελών, αντί να επικεντρώνονται μόνο στην οικονομική ανταγωνιστικότητα. Η μέθοδος αυτή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στη μελλοντική αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων. Επί του παρόντος, τα ψυκτικά μέσα υψηλής απόδοσης και τα έξυπνα συστήματα ψύξης δεν έχουν αναπτυχθεί πλήρως και αποτελούν το μεγαλύτερο εμπόδιο στην πρόοδο των αλυσίδων εφοδιασμού με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Επιπλέον, η εθνική πολιτική εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και η περιβαλλοντική πολιτική των χωρών έχουν σημαντικό αντίκτυπο στην πρόοδο των αλυσίδων εφοδιασμού. Η θέσπιση κατάλληλων κανονισμών αποτελεί κρίσιμη πτυχή για την προώθηση της ανάπτυξης των αλυσίδων εφοδιασμού χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Οι επιχειρήσεις οφείλουν να τηρούν πρότυπα ανάπτυξης χαμηλών εκπομπών άνθρακα στις λειτουργίες και τη διαχείριση των CCL τους λόγω της προώθησης της πολιτικής χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Επιπλέον, η βελτίωση της τεχνολογίας τροφίμων, η βελτιστοποίηση της στρατηγικής μάρκετινγκ και η αναβάθμιση της δομής της αλυσίδας εφοδιασμού και η δημιουργία υποδομών για την ελαχιστοποίηση της χρήσης ενέργειας, της αλλοίωσης των τροφίμων και των αποβλήτων τροφίμων θα έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα ώστε να πληρούνται τα πρότυπα μιας αλυσίδας εφοδιασμού χαμηλών εκπομπών άνθρακα (Ren et al., 2021).

Οι πιο συχνά χρησιμοποιούμενες ευφυείς συσκευές είναι οι ετικέτες αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας (RFID), οι δείκτες χρόνου-θερμοκρασίας (TTI), οι ενδείξεις αερίου (GIs) και οι δείκτες φρεσκάδας (FI). Οι συσκευές αυτές ταξινομούνται ως ιδιοφυής συσκευασίες (Intelligent Packaging, IP) και η χρήση τους είναι ευρέως διαδεδομένη (Ren et al., 2021).

Ένα αναδυόμενο θέμα στην τεχνολογία των αισθητήρων αφορά την εφαρμογή τους σε ενεργές και έξυπνες συσκευασίες τροφίμων. Ηλεκτρονικοί αισθητήρες, όπως η ηλεκτρονική μύτη (E-nose) και η γλώσσα (E-tongue), αναπτύσσονται και χρησιμοποιούνται πλέον σε διάφορες εφαρμογές που σχετίζονται με τα τρόφιμα, συμπεριλαμβανομένης της προετοιμασίας τροφίμων (Hassoun et al., 2022).

Το κρέας είναι ευάλωτο στη φθορά και το επίπεδο και η ασφάλειά του συνδέονται στενά με την ευημερία των καταναλωτών (Schumann & Schmid, 2018). Προκειμένου να αποτραπεί με

επιτυχία η αλλοίωση του κρέατος και να διατηρηθεί η ποιότητα του κρέατος, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθούν τόσο η βελτιωμένη τεχνολογία ψύξης όσο και η καινοτόμος τεχνολογία συσκευασίας. Η τεχνική συσκευασίας κρέατος χρησιμεύει για να αποτρέψει την άμεση επαφή του κρέατος με το εξωτερικό περιβάλλον, αποφεύγοντας έτσι τη μόλυνση του κρέατος από δευτερογενείς ρύπους. Επιτρέπει επίσης την αποθήκευση του κρέατος σε περιορισμένο χώρο, ελαχιστοποιώντας αποτελεσματικά την οξείδωση του κρέατος και τις αρνητικές επιπτώσεις της στην ποιότητα. Επί του παρόντος, οι πιο διαδεδομένες μέθοδοι συσκευασίας είναι η ενεργή συσκευασία (AP), η ευφυής συσκευασία (IP) και η πράσινη συσκευασία (GP) (Ren et al., 2021).

Η συσκευασία τροφίμων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας του κρέατος, στην παράταση της διάρκειας ζωής του και στη διατήρηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του. Αυτό, με τη σειρά του, ενισχύει την ευχαρίστηση των καταναλωτών και επιφέρει οικονομικά και περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα. Ωστόσο, η ευρεία χρήση των εν λόγω συσκευασιών παρεμποδίζεται από τους περιορισμούς της σταθερότητας των δραστικών συστατικών και του κόστους συσκευασίας. Η αξιοποίηση της νανοτεχνολογίας για το συνδυασμό των πλεονεκτημάτων της ενεργής συσκευασίας (AP), της ευφυούς συσκευασίας (IP) και της πράσινης συσκευασίας (GP) σε σύνθετες συσκευασίες θα ενίσχυε τη διατήρηση της ποιότητας και της ασφάλειας των τροφίμων, μειώνοντας παράλληλα τα έξοδα συσκευασίας. Η προσέγγιση αυτή αποτελεί κρίσιμο πεδίο έρευνας για τις μελλοντικές εξελίξεις στη συσκευασία τροφίμων. Παρά τη συνεχιζόμενη έρευνα, η πλήρης κατανόηση των ιδιοτήτων υγείας και ασφάλειας πολυάριθμων νανοϋλικών εξακολουθεί να λείπει. Οι πιθανές επιβλαβείς επιπτώσεις στον άνθρωπο, τα ζώα και το περιβάλλον είναι απρόβλεπτες. Επιπλέον, υπάρχουν κίνδυνοι που συνδέονται με τη χρήση νανοϋλικών, όπως ενδοκυτταρικές βλάβες και ανάπτυξη πνευμονικών και αγγειακών ασθενειών λόγω της μετανάστευσης ορισμένων νανοςωματιδίων στο κρέας. Ως εκ τούτου, είναι επιτακτική ανάγκη να διενεργηθεί αξιολόγηση κινδύνου πριν από τη χρήση νανοςωματιδίων στη συσκευασία κρέατος και θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια ολοκληρωμένη τοξικολογική έρευνα για να διευκρινιστούν οι πιθανοί κίνδυνοι για την ασφάλεια των καταναλωτών. Επιπλέον, οι νομοθέτες πρέπει να αναπτύξουν την κατάλληλη νομοθεσία και κανονισμούς για την εποπτεία της χρήσης νανοςωματιδίων στη συσκευασία κρέατος, διασφαλίζοντας τη βρώσιμη ποιότητα και την ασφάλεια των τροφίμων και εξασφαλίζοντας την αποδοχή των πελατών (Ren et al., 2021).

Οι αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως το Blockchain και οι δορυφορικές εικόνες, έχουν τη δυνατότητα να ενισχύσουν τις πρωτοβουλίες ιχνηλασιμότητας και να προωθήσουν μεγαλύτερη διαφάνεια και αξία σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού (Waughray & de Cleene, 2019).

Οι έξυπνοι αισθητήρες μπορούν να βελτιώσουν την ποιότητα και την ασφάλεια των τροφίμων στις συσκευασίες τροφίμων, παρέχοντας παράλληλα πολύτιμες πληροφορίες στους καταναλωτές. Η ανάπτυξη αποτελεσματικών και φθηνών αισθητήρων που βασίζονται σε smartphone έχει προωθηθεί από τις πρόσφατες τάσεις στη σμίκρυνση και τη φορητότητα, καθώς και από τις επιστημονικές εξελίξεις σε τομείς όπως η νανοβιοτεχνολογία (Hassoun et al., 2022). Το SOCIP είναι αισθητηριακό σύστημα που χρησιμοποιεί ανίχνευση υπερήχων και οπτική απεικόνιση φθορισμού για την ανίχνευση της παρουσίας υπολειμμάτων τροφών και μικροοργανισμών μέσα στον εξοπλισμό επεξεργασίας τροφίμων (Hassoun et al., 2022). Οι πρόσφατες τεχνολογικές εξελίξεις σε διάφορους επιστημονικούς κλάδους, όπως η βιοτεχνολογία και η νανοτεχνολογία, έχουν οδηγήσει σε σημαντική έμφαση στη μικρογραφία και την κινητικότητα (Hassoun et al., 2022). Η γεωργική βιοτεχνολογία θεωρείται ένα πολλά υποσχόμενο μέσο για την ενίσχυση της παραγωγής τροφίμων (Kamble et al., 2019).

Η τεχνολογία αισθητήρων επιτρέπει τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού σε πραγματικό χρόνο στο Διαδίκτυο των πραγμάτων. Ευθύνη των αισθητήρων είναι να συγκεντρώνουν ενδεδειγμένες και ομοιόμορφες πληροφορίες σχετικά με τα προϊόντα διατροφής σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Παραδείγματα είναι όπως ο εντοπισμός μέσω GPS των ζώων, επιπλέον η παρακολούθηση της υγείας ή η παρακολούθηση μιας κατάστασης, όπως pH, θερμοκρασία κ.λπ. (Waughray & de Cleene, 2019).

Επιπλέον, η πρόοδος νέων τεχνολογιών και ιδεών, όπως τα μεγάλα δεδομένα (Big Data), το Blockchain, το IoT, η ρομποτική και άλλες, είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των κοινωνικών προβλημάτων που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα (Mangla et al., 2022). Οι αισθητήρες μπορούν να συνδυαστούν με πρόσθετες λειτουργίες, όπως: (π.χ. άρμεγμα) και έξυπνο εξοπλισμό (π.χ. προηγμένα σιλό ξήρανσης σιτηρών, νέα ρομπότ συγκομιδής κ.λπ.) (Waughray & de Cleene, 2019).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αξιοσημείωτη αύξηση του αριθμού των ερευνητικών άρθρων που έχουν δημοσιευθεί σχετικά με το θέμα της Βιομηχανίας 4.0 και της επεξεργασίας τροφίμων. Η βιομηχανία 4.0 περιλαμβάνει μια σειρά ψηφιακών τεχνολογιών και προηγμένων

λύσεων, όπως το AI, το IoT, η ρομποτική και οι έξυπνοι αισθητήρες. Οι τεχνολογίες αυτές έχουν τη δυνατότητα να επιταχύνουν την αυτοματοποίηση και την ψηφιοποίηση σε διάφορους βιομηχανικούς τομείς, συμπεριλαμβανομένης της βιομηχανίας τροφίμων (Hassoun et al., 2022).

Τεχνολογίες που ανιχνεύουν και αναλύουν τα τρόφιμα για να διασφαλίζουν την ασφάλεια, την ποιότητα και την ιχνηλασιμότητά τους έχουν ευθύνη για τη διεξαγωγή ενδεδειγμένων δοκιμών για την εγγύηση της ασφάλειας και της αυθεντικότητας των τροφίμων. Παραδείγματα είναι όπως οι τεχνολογίες ανίχνευσης τροφίμων που είναι μη επεμβατικές και δεν προκαλούν βλάβες, όπως η υπερφασματική απεικόνιση, η ανάλυση εικόνας και η φασματοσκοπία (Waughray & de Cleene, 2019).

Ιστορικά, η ικανότητα ανίχνευσης της νοθείας και της απάτης στα τρόφιμα βασιζόταν στην ανάγκη πρόσβασης σε εργαστήρια. Αυτό είναι δαπανηρό, τόσο σε χρήμα όσο και σε χρόνο (McLaren, 2021).

Η χρηματοδότηση τόσο από τον εμπορικό τομέα όσο και από τις κυβερνήσεις για την πρόσφατη εξέλιξη των φορητών συσκευών δοκιμών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση των δαπανών. Οι πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνολογίες σμίκρυνσης, η μηχανική μάθηση με βάση την τεχνητή νοημοσύνη και οι συνολικές βελτιώσεις στην επεξεργαστική ισχύ έχουν καταστήσει εφικτή τη δημιουργία φορητών συσκευών που ενσωματώνουν αισθητήρες υπέρυθρου, υπεριώδους και ορατού φωτός, καθώς και αισθητήρες φασματοσκοπίας Ραμάν με ενίσχυση επιφάνειας. Η χρήση αυτών των προσιτών και φορητών συσκευών θα μετατοπίσει τη διαδικασία δοκιμής από το ελεγχόμενο περιβάλλον του εργαστηρίου σε πραγματικές συνθήκες, διευκολύνοντας την εφαρμογή δειγματοληψίας με βάση τον κίνδυνο. Η χρησιμοποίηση ενός ποικίλου φάσματος μεθόδων ανίχνευσης, καθεμία από τις οποίες είναι εξοπλισμένη με ξεχωριστές αισθητηριακές δυνατότητες και χρησιμοποιείται σε διαφορετικούς συνδυασμούς, θα περιπλέξει σημαντικά το έργο των απατεώνων τροφίμων όσον αφορά τον εντοπισμό των τρωτών σημείων σε οποιαδήποτε μεμονωμένη μέθοδο (McLaren, 2021).

Αναφέρεται επίσης ότι η χρήση της γραμμωτής κωδικοποίησης DNA, η οποία έχει αποδείξει την αποτελεσματικότητά της στην ταυτοποίηση ψαριών, ως μια πολλά υποσχόμενη και πιθανώς εξαιρετικά ακριβή τεχνική για την ταυτοποίηση ειδών και την ανίχνευση της απάτης στα τρόφιμα μέσω της υποκατάστασης (McLaren, 2021).

Η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού είναι μια εξαιρετικά αποτελεσματική προσέγγιση για την ανίχνευση της απάτης στα τρόφιμα. Επιτρέπει τη γρήγορη ανάλυση μιγμάτων σε μοριακό επίπεδο, χωρίς να απαιτούνται στάδια διαχωρισμού ή καθαρισμού. Η δυνατότητα ταυτόχρονης ανάλυσης ευρέος φάσματος ενώσεων επιτρέπει τόσο την εστιασμένη ανίχνευση όσο και τον ποσοτικό προσδιορισμό πολλών ουσιών σε σύντομο χρονικό διάστημα (McLaren, 2021).

2.4 Διαφάνεια μέσω της τεχνολογίας Blockchain

Η τεχνολογία Blockchain εφαρμόζεται από πολλές επιχειρήσεις, διότι έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα και τη διαφάνεια των αλυσίδων εφοδιασμού, ωφελώντας διάφορες πτυχές, όπως η αποθήκευση, η διανομή και οι πληρωμές (Li et al. 2021).

- Πάροχοι: Λεπτομέρειες σχετικά με τις καλλιέργειες, τα φυτοφάρμακα, τα λιπάσματα, τα μηχανήματα και άλλες σχετικές πληροφορίες (Li et al. 2021).
- Παραγωγοί: Λεπτομέρειες σχετικά με το αγρόκτημα και τις μεθόδους καλλιέργειας, συμπεριλαμβανομένης της διαδικασίας καλλιέργειας των καλλιεργειών, των επικρατούντων καιρικών συνθηκών και της ευζωίας των ζώων (Li et al. 2021).
- Επεξεργαστές: Λεπτομέρειες σχετικά με το εργοστάσιο και τα μηχανήματά του, τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία, τους αριθμούς αναγνώρισης των παρτίδων, καθώς και τις οικονομικές συναλλαγές τόσο με τους παραγωγούς όσο και με τους διανομείς (Li et al. 2021).
- Διανομείς: Περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την εφοδιαστική της αποστολής, τις διαδρομές που ακολουθούνται, τις απαιτήσεις αποθήκευσης, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία, και τη διάρκεια της διαμετακόμισης σε κάθε στάδιο της μεταφοράς (Li et al. 2021).
- Λιανοπωλητές: Πλήρη δεδομένα σχετικά με κάθε τρόφιμο, συμπεριλαμβανομένης της ακριβούς ποιότητας και ποσότητας, των ημερομηνιών λήξης, των συνθηκών αποθήκευσης και της διάρκειας παραμονής στο ράφι (Li et al. 2021).
- Καταναλωτής: Στο τελευταίο βήμα, ο καταναλωτής μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα κινητό τηλέφωνο που είναι συνδεδεμένο στο Διαδίκτυο ή μια διαδικτυακή εφαρμογή για να σαρώσει έναν κωδικό QR που συνδέεται με ένα τρόφιμο. Αυτό θα του επιτρέψει να έχει πρόσβαση σε

ολοκληρωμένες πληροφορίες σχετικά με το προϊόν, συμπεριλαμβανομένων λεπτομερειών σχετικά με τον πάροχο και το κατάστημα λιανικής πώλησης (Li et al. 2021).

Το εγκεκριμένο δίκτυο κάθε συμμετέχοντα στην τεχνολογία Blockchain αποθηκεύει ένα αντίγραφο των κατανεμημένων βιβλίων. Όλοι οι συμμετέχοντες μπορούν να εντοπίσουν κάθε συναλλαγή και έγκριση που πραγματοποιείται σε αυτό το βιβλίο. Ως εκ τούτου, κάθε μεταβολή στις διαδικασίες γίνεται υπό την εποπτεία όλων των μερών. Οι συμμετέχοντες έχουν τη δυνατότητα ελέγχου όλων των ιστορικών συναλλαγών. Η προσέγγιση αυτή εγγυάται την εξάλειψη των μεσαζόντων, ιδίως για τα μέρη που εμπλέκονται σε διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού. Κατά συνέπεια, υπάρχει μείωση του κόστους, αύξηση της αξιοπιστίας των προϊόντων και της αποδοτικότητας των διαδικασιών και εξάλειψη πολλών κινδύνων. Επιπλέον, οι έξυπνες συμβάσεις επιταχύνουν τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω των δυνατοτήτων αυτοματοποίησής τους. Η σημασία της τεχνολογίας Blockchain αυξάνεται λόγω της κλιμακούμενης πολυπλοκότητας των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας, των εξελισσόμενων απαιτήσεων και προσδοκιών των πελατών και της πρωταρχικής σημασίας της βιωσιμότητας. Η διασφάλιση της παρακολούθησης και του ελέγχου των προϊόντων και των διαδικασιών που εμπλέκονται στη δημιουργία τους είναι ζήτημα μείζονος σημασίας για όλους τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτό φαίνεται στην απαίτηση του τελικού πελάτη για ολοκληρωμένη πρόσβαση σε όλες τις λεπτομέρειες του προϊόντος. Αυτό ενθαρρύνει όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, συμπεριλαμβανομένων των προμηθευτών, των κατασκευαστών, των εμπόρων και άλλων, να υιοθετήσουν και να αναγνωρίσουν τη σημασία αυτής της τεχνολογίας στις δραστηριότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η διαφάνεια σε υψηλό επίπεδο παρέχει σε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς της αλυσίδας εφοδιασμού πληροφορίες σχετικά με την πηγή, τη ροή και τη μεταφορά των προϊόντων και των συναλλαγών. Όλοι οι εμπλεκόμενοι στην αλυσίδα εφοδιασμού μπορούν να παρακολουθούν το προϊόν από αυτή την άποψη. Ένα ευρύ φάσμα προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένων της απάτης, της χειραγώγησης και των υπερβολικών δαπανών που θα μπορούσαν να βλάψουν τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού, θα μειωθούν σημαντικά. Αυτό ενισχύει την εμπιστοσύνη και την αξιοπιστία μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού. Για τη δημιουργία αρχείων ιχνηλασιμότητας για την τεχνολογία Blockchain απαιτούνται πολλαπλές εισροές. Οι εισροές μπορούν να ληφθούν μέσω της αξιοποίησης του IoT και της τεχνολογίας RFID. Τα δεδομένα που αποκτώνται μπορούν να αποθηκευτούν με ασφάλεια σε κρυπτογραφημένη μορφή εντός κατανεμημένων βιβλίων με τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain, με την προϋπόθεση της

συγκατάθεσης όλων των εμπλεκόμενων χρηστών (Mangla et al., 2022). Επίσης έχει τη δυνατότητα να μετατρέψει τις παραδοσιακές αλυσίδες εφοδιασμού σε αποκεντρωμένα, ανθεκτικά, διαφανή και ασφαλή δίκτυα (Frederick et al., 2023).

Η τεχνολογία Blockchain είναι μια βιώσιμη λύση για την καταπολέμηση του προβλήματος της απάτης στα τρόφιμα. Όλα τα σχετικά δεδομένα ψυχρής αλυσίδας εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών σχετικά με τη σύνθεση των προϊόντων κρέατος, την ημερομηνία παρασκευής, τη διάρκεια ζωής, τη θερμοκρασία και την υγρασία του περιβάλλοντος και την τοποθεσία σε πραγματικό χρόνο, μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα σύστημα Blockchain. Μόλις εισαχθούν αυτά τα δεδομένα, αποθηκεύονται με ασφάλεια και δεν μπορούν να τροποποιηθούν. Οι φορείς εκμετάλλευσης, οι ρυθμιστικές αρχές και οι καταναλωτές έχουν τη δυνατότητα να έχουν άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες που σχετίζονται με το κρέας μέσω του Διαδικτύου. Αυτό βελτιώνει σημαντικά τη δυνατότητα παρακολούθησης και διασφάλισης της ασφάλειας του κρέατος. Σε μελέτη εξετάστηκαν τα ζητήματα της ανεπαρκούς ιχνηλασιμότητας και της περιορισμένης διαφάνειας στην υφιστάμενη αλυσίδα εφοδιασμού κρέατος. Επικεντρώθηκαν στις απόψεις διαφόρων ενδιαφερόμενων μερών, όπως οι αγρότες, οι προμηθευτές, οι λιανοπωλητές και οι καταναλωτές. Οι ερευνητές τόνισαν ότι η τεχνολογία Blockchain ενισχύει την ιχνηλασιμότητα και τη διαφάνεια της αλυσίδας εφοδιασμού κρέατος, μετριάζοντας έτσι τους κινδύνους παραπλανητικών πρακτικών και δόλιων πληροφοριών. Επιπλέον, η χρήση της τεχνολογίας κωδικοποίησης DNA εγγυάται την ακρίβεια και την αξιοπιστία των δεδομένων για το κρέας σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, που εκτείνεται από την προέλευση του κρέατος έως την κατανάλωσή του (Ren et al., 2021).

Η ενίσχυση της ορατότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού έχει τη δυνατότητα να μειώσει τη σπατάλη τροφίμων, τόσο μετά την αγορά όσο και στα επόμενα στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Προκειμένου να μειωθεί η ποσότητα των φρούτων που αλλοιώνονται μετά την αγορά, θα πρέπει να παρέχονται στους καταναλωτές φρούτα που έχουν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα κατά το οποίο παραμένουν φρέσκα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ελαχιστοποίηση της διάρκειας που χρειάζονται τα φρούτα για να φτάσουν από το αγρόκτημα στο τραπέζι του καταναλωτή. Οι τεχνολογίες που ενισχύουν τη διαφάνεια, όπως οι τεχνολογίες peer-to-peer (P2P), το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) και η Blockchain (Blockchain), έχουν

τη δυνατότητα να μειώσουν το χρόνο που απαιτείται για τη διακίνηση των φρέσκων φρούτων μέσω των αλυσίδων εφοδιασμού (Zhang, et al., 2022).

2.5 Ιχνηλασιμότητα μέσω της τεχνολογίας Blockchain

Η ασφάλεια των τροφίμων έχει αναδειχθεί σε κρίσιμη παγκόσμια ανησυχία για τη δημόσια υγεία. Η τεχνολογία του Blockchain επιτρέπει στους καταναλωτές να παρακολουθούν τη διακίνηση των τροφίμων και να τεκμηριώνουν με ακρίβεια την προέλευση και τις διαδικασίες των προϊόντων τους (Tao & Chao, 2024). Η ανίχνευση ολόκληρης της διαδικασίας του ταξιδιού του προϊόντος μέχρι το σημείο προέλευσής του στην παραγωγή αποτελεί πρόκληση (Nene et al., 2019). Απαιτείται ένα σύστημα που θα επιτρέπει στους καταναλωτές να επαληθεύουν την προέλευση όλων των συστατικών εισόδου για ένα τρόφιμο χρησιμοποιώντας μια μέθοδο ενός βήματος προς τα εμπρός και ενός βήματος προς τα πίσω στην αλυσίδα εφοδιασμού (Meidayanti et al., 2019). Ελαχιστοποιεί επίσης την εμφάνιση ζητημάτων απάτης στα τρόφιμα, όπως η παραχάραξη και η αραίωση (Tao & Chao, 2024).

Η τεχνολογία Blockchain έχει αναγνωριστεί τα τελευταία χρόνια για τις δυνατότητές της στην ενίσχυση της ιχνηλασιμότητας των τροφίμων, ιδίως στους τομείς της καταπολέμησης της παραποίησης και της διασφάλισης ποιότητας. Τα τρέχοντα συστήματα ιχνηλασιμότητας τροφίμων δεν διαθέτουν επαρκή διασφάλιση της αξιοπιστίας του συστήματος, της επεκτασιμότητας και της ακρίβειας των πληροφοριών. Επιπλέον, η διαδικασία της ιχνηλασιμότητας είναι τόσο επίπονη όσο και περίπλοκη στο εσωτερικό των σύγχρονων δικτύων της αλυσίδας εφοδιασμού. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει ένα νέο πλαίσιο για τη διασφάλιση της διαφάνειας και της ιχνηλασιμότητας στις αλυσίδες εφοδιασμού (Tsang et al., 2019).

Η διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας είναι ζωτικής σημασίας για τη δημιουργία διαφάνειας και την ενίσχυση της εμπιστοσύνης των πελατών στο περιεχόμενο, την ποιότητα και τη βιωσιμότητα ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων (Waughray & de Cleene, 2019). Η Ιχνηλασιμότητα διευκολύνεται από την τεχνολογία Blockchain. Ο σκοπός της αποθήκευσης δεδομένων συναλλαγών είναι να διευκολύνει την ανταλλαγή, τη συγκέντρωση και την ανάλυση των δεδομένων (Waughray & de Cleene, 2019). Τα βασικά χαρακτηριστικά των

συστημάτων ιχνηλασιμότητας περιλαμβάνουν την καταγραφή πληροφοριών σχετικά με τη μετακίνηση και τη μετατροπή αυτών των μονάδων ή παρτίδων, συμπεριλαμβανομένου του χρόνου και του τόπου, και ένα σύστημα που συνδέει και μεταφέρει όλα τα σχετικά δεδομένα ιχνηλασιμότητας με το προϊόν στο επόμενο στάδιο ή στάδιο επεξεργασίας (Tan et al., 2020).

Η διαχείριση του κύκλου ζωής του προϊόντος αναφέρεται στην ολοκληρωμένη συλλογή δεδομένων και διαδικασιών που είναι υπεύθυνες για τη διατήρηση ακριβών πληροφοριών σχετικά με ένα προϊόν και τα συστατικά του σε ολόκληρο τον κύκλο παραγωγής και χρήσης του (Waughray & de Cleene, 2019).

Η προς τα εμπρός ιχνηλασιμότητα, γνωστή και ως "εντοπισμός", και η προς τα πίσω ιχνηλασιμότητα, μερικές φορές γνωστή και ως "ανίχνευση", διακρίνονται με βάση την κατεύθυνση προς την οποία κινούνται οι πληροφορίες. Η διάκριση μπορεί να διευκρινιστεί αποτελεσματικότερα στο πλαίσιο ενός σεναρίου ανάκλησης προϊόντων. Η ικανότητα εντοπισμού αναφέρεται στην ικανότητα παρακολούθησης των προϊόντων σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, επιτρέποντας τον εντοπισμό τους με βάση τα κριτήρια ανάκλησης. Ωστόσο, η ικανότητα εντοπισμού επιτρέπει τον προσδιορισμό της προέλευσης ενός προϊόντος και της σχέσης μεταξύ των αντικειμένων που το απαρτίζουν (Behnkea & Janssen, 2019) .

Η ιχνηλασιμότητα μπορεί να επηρεάσει τα συστήματα τροφίμων ενισχύοντας τη διαφάνεια στις αλυσίδες αξίας των τροφίμων.

1. Ικανοποίηση της ανάγκης των καταναλωτών για μεγαλύτερο άνοιγμα στην παραγωγή τροφίμων.
2. Ενίσχυση της ικανότητας εντοπισμού, αντιμετώπισης και δυνητικού μετριασμού των προβλημάτων ασφάλειας τροφίμων.
3. Βοήθεια στη βελτιστοποίηση της αλυσίδας εφοδιασμού και μείωση των απωλειών τροφίμων.
4. Επαλήθευση της ακρίβειας των ισχυρισμών περί προμηθειών για την τήρηση των βιώσιμων στόχων (Waughray & de Cleene, 2019).

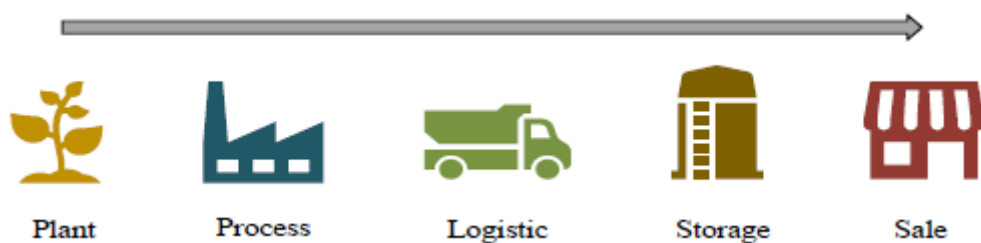
Ταυτόχρονα, καθώς η ψηφιακή τεχνολογία εξελίσσεται, το σύστημα ιχνηλασιμότητας της τεχνολογίας του Blockchain εγγυάται τη διαφάνεια των πληροφοριών για τα προϊόντα. Το σύστημα προσφέρει ολοκληρωμένες λεπτομέρειες σχετικά με ολόκληρη τη διαδικασία παραγωγής και διανομής τροφίμων, επιτρέποντας στους καταναλωτές να αποκτήσουν γνώση

σχετικά με την προέλευση και τη μεταφορά των προϊόντων. Αυτό όχι μόνο αντιμετωπίζει το ζήτημα της άνισης πρόσβασης στην πληροφόρηση, αλλά και μειώνει τους κινδύνους για την υγεία. Επιπλέον, καταπολεμά αποτελεσματικά τις δόλιες δραστηριότητες σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Η ασφάλεια των τροφίμων και η αποτελεσματική διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού συνδέονται στενά μεταξύ τους στο πλαίσιο της παγκόσμιας υγείας. Επί του παρόντος, οι καταναλωτές έχουν υψηλότερες προσδοκίες από τους εμπόρους να προσφέρουν ολοκληρωμένη ορατότητα των πληροφοριών που σχετίζονται με τα τρόφιμα και αυξημένα πρότυπα ασφάλειας σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Τα πλεονεκτήματα της διαφάνειας και της ιχνηλασιμότητας της τεχνολογίας του Blockchain μπορεί να είναι ιδιαίτερα πολύτιμα σε αυτό το σενάριο. Επιπλέον, το σύστημα ιχνηλασιμότητας της τεχνολογίας του Blockchain μπορεί να ενισχύσει τη διαφάνεια των περιβαλλοντικών πληροφοριών που σχετίζονται με τα πράσινα προϊόντα (Tao & Chao, 2024).

Η τεχνολογία Blockchain χρησιμοποιείται κυρίως στη γεωργία με σκοπό την ιχνηλασιμότητα και την προέλευση στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού των προϊόντων. Η πιο αποτελεσματική μέθοδος για τη βελτίωση της ασφάλειας των τροφίμων και την πρόληψη της απάτης και των διατροφικών σκανδάλων είναι η αποθήκευση όλων των σχετικών δεδομένων σχετικά με την προέλευση και τις κινήσεις του προϊόντος με χαμηλό κίνδυνο παραποίησης (Lin et al., 2020).

Η αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων για παράδειγμα με σιτηρά και λάδι μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε πέντε διακριτά στάδια: παραγωγή, μεταποίηση, εφοδιαστική, αποθήκευση και πωλήσεις, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 2. Το στάδιο της παραγωγής περιλαμβάνει τις γεωργικές δραστηριότητες που διεξάγονται από τους αγρότες σε ένα αγρόκτημα, οι οποίες περιλαμβάνουν την καταγραφή λεπτομερειών σχετικά με την πηγή των σπόρων, τους καλλιεργητές που χρησιμοποιούνται, τα επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας των σιτηρών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης, καθώς και την απόδοση και την ποιότητα των σιτηρών κατά την ωρίμανσή τους εντός της καθορισμένης περιοχής. Το στάδιο της μεταποίησης περιλαμβάνει τη μετατροπή των πρώτων υλών σε ολοκληρωμένα προϊόντα, ενσωματώνοντας δεδομένα ιχνηλασιμότητας, όπως ο εξοπλισμός επεξεργασίας, ο χρόνος επεξεργασίας, οι παρτίδες κ.λπ. Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης, δεδομένα όπως η ημερομηνία κατασκευής και η απογραφή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν μπορούν να τεκμηριωθούν από την τεχνολογία RFID, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός διακριτού

κωδικού αναγνώρισης. Στη φάση της εφοδιαστικής, σχετικά δεδομένα, όπως οι πληροφορίες του οχήματος, ο χρόνος μεταφοράς και η θερμοκρασία περιβάλλοντος εντός του οχήματος, καταγράφονται και αποθηκεύονται στην Blockchain για λόγους ιχνηλασιμότητας. Οι πληροφορίες ιχνηλασιμότητας, όπως ο αριθμός αποθήκης, η προέλευση του προϊόντος και η θερμοκρασία της αποθήκης, πρέπει να τεκμηριώνονται και να αποθηκεύονται κατά τη φάση της αποθήκευσης. Η φάση των πωλήσεων περιλαμβάνει δεδομένα ιχνηλασιμότητας, συμπεριλαμβανομένων των πληροφοριών του καταστήματος, των πληροφοριών του διαχειριστή του καταστήματος και των πληροφοριών της άδειας λειτουργίας της επιχείρησης (Zhang et al., 2023).



Εικόνα 2 Αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων (Zhang et al., 2023)

Τα συστήματα ιχνηλασιμότητας τροφίμων που βασίζονται στην Blockchain υιοθετούνται από τους λιανοπωλητές και τους πελάτες και πολλές χώρες έχουν εφαρμόσει συστήματα παρακολούθησης τροφίμων για να ενισχύσουν τη διαφάνεια και την ασφάλεια στη διαδικασία προμήθειας τροφίμων. Επιπλέον, η εφαρμογή συστημάτων ιχνηλασιμότητας τροφίμων που βασίζονται στην τεχνολογία του Blockchain μπορεί να οδηγήσει σε αποτελεσματικότερη πρόληψη ζητημάτων όπως η απάτη στα τρόφιμα (Tao & Chao, 2024).

Η εφαρμογή ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας τροφίμων που βασίζεται στην τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να βελτιώσει την αντίληψη των καταναλωτών για την ποιότητα των προϊόντων, διευκολύνοντάς τους έτσι να αγοράζουν βιολογικά γεωργικά προϊόντα. Τα συστήματα ιχνηλασιμότητας τροφίμων που βασίζονται στην τεχνολογία Blockchain έχουν άμεση και θετική σχέση με την εμπιστοσύνη των καταναλωτών σε ένα προϊόν. Επιπλέον, η εμπιστοσύνη των καταναλωτών σε ένα προϊόν συνδέεται άμεσα με τις προθέσεις τους σχετικά με το εν λόγω προϊόν. Τα συστήματα εντοπισμού τροφίμων που βασίζονται σε Blockchain μπορούν να βελτιώσουν την αντίληψη των καταναλωτών για την περιβαλλοντική διαφάνεια, αυξάνοντας έτσι την τάση τους για αγορά. Η αντιλαμβανόμενη ποιότητα του προϊόντος, η εμπιστοσύνη στο προϊόν και η αντιλαμβανόμενη διαφάνεια των περιβαλλοντικών

πληροφοριών είναι σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση αγοράς βιολογικών γεωργικών προϊόντων (Tao & Chao, 2024).

Το Σύστημα Ασφάλειας και Διασφάλισης Ποιότητας Τροφίμων περιλαμβάνει τους κανόνες ασφάλειας και ποιότητας που πρέπει να τηρούνται από όλους τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η Υπηρεσία Ασφάλειας και Επιθεώρησης Τροφίμων της USDA αποθηκεύει πληροφορίες ιχνηλασιμότητας που αποδεικνύουν τη συμμόρφωση με αυτούς τους κανόνες (Behnke & Janssen, 2019) . Ένα σύστημα ιχνηλασιμότητας της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων που βασίζεται σε Blockchain στοχεύει στην αντιμετώπιση του ζητήματος της τεκμηρίωσης και της τήρησης των κανονιστικών διαδικασιών. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αποθήκευση των κυβερνητικών δεδομένων στην Blockchain και τη διασταύρωσή τους με δεδομένα από κάθε συναλλαγή. Οι εφαρμογές που βασίζονται στην Blockchain προσφέρουν υψηλό επίπεδο ασφάλειας δεδομένων και αξιοπιστίας λόγω της εγγενούς δυσκολίας αλλοίωσης των πληροφοριών (Nene et al., 2019).

Η ιχνηλασιμότητα των τροφίμων αποτελεί κρίσιμη πτυχή της διαχείρισης της εφοδιαστικής. Η ικανότητα παρακολούθησης και παρακολούθησης των διαφόρων σταδίων της παραγωγής τροφίμων σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων αναφέρεται ως ικανότητα παρακολούθησης και εντοπισμού. Η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Αυτό δείχνει πώς η τεχνολογία Blockchain μπορεί επίσης να βελτιώσει την ασφάλεια και την ποιότητα της γεωργικής βιομηχανίας και της βιομηχανίας τροφίμων. Οι επιστήμονες έχουν προτείνει λύσεις ιχνηλασιμότητας που χρησιμοποιούν την τεχνολογία Blockchain σε συνδυασμό με άλλες αναπτυσσόμενες τεχνολογίες (Mohammed et al., 2023).

2.6 Βιωσιμότητα μέσω της τεχνολογίας Blockchain

Καθώς η περιβαλλοντική υποβάθμιση και η εξάντληση των φυσικών πόρων συνεχίζουν να κλιμακώνονται, οι ακαδημαϊκοί δίνουν πλέον προτεραιότητα στα κοινωνικοπεριβαλλοντικά ζητήματα έναντι των οικονομικών ανησυχιών (Munir et al., 2022).

Η αναδυόμενη τεχνολογία, όπως το Blockchain, επιτρέπει την ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων για την επίτευξη περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής θα αποκτήσουν πλεονέκτημα αν κατανοήσουν τον αντίκτυπο της παρέμβασης στην αγορά και τις

επιλογές που έχουν στη διάθεσή τους, λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη τις διαλυτικές επιπτώσεις. Τα ευρήματα έχουν πρακτικά πλεονεκτήματα για τους πολιτικούς θεσμούς στη δημιουργία του απαραίτητου πολιτικού και νομικού πλαισίου για την προώθηση της αποτελεσματικής εφαρμογής των πράσινων εφαρμογών Blockchain (Arshad et al., 2023).

Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain έχει τη δυνατότητα να μεταμορφώσει ριζικά τον τομέα της πράσινης χρηματοδότησης, ιδίως υπό το πρίσμα της ολοένα και πιο πιεστικής ζήτησης για λύσεις για το κλίμα. Τα ανιχνεύσιμα δεδομένα και η διαφάνεια είναι ζωτικής σημασίας για την ακριβή αξιολόγηση και παρακολούθηση των επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής (Arshad et al., 2023). Υπάρχει μια διάχυτη τάση για τη χρήση της τεχνολογίας ως μέσο επίλυσης πολλών προκλήσεων, συμπεριλαμβανομένων των περιβαλλοντικών ζητημάτων, των διλημμάτων διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού, της ανεπάρκειας τροφίμων και της τροποποίησης καθιερωμένων και αξιόπιστων μεθόδων (Arshad et al., 2023).

Έπειτα, η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει τη βιωσιμότητα των αλυσίδων εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων, επιτρέποντας στους πελάτες να εντοπίζουν εύκολα την προέλευση των τροφίμων τους, να αξιολογούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους και να αξιολογούν ηθικές εκτιμήσεις (Rana et al., 2021) .

Η αξιοποίηση της τεχνολογίας Blockchain μπορεί να αποτελέσει ένα αποτελεσματικό μέσο για την ενίσχυση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας. Οι εφαρμογές αυτές περιλαμβάνουν διάφορους τομείς, όπως ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη και η βελτίωση προϊόντων, το μάρκετινγκ, η εφοδιαστική, ο σχεδιασμός της αλυσίδας εφοδιασμού και η βιώσιμη διαχείριση της αλυσίδας. Συγγραφείς αναφέρουν ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain μπορεί να ενισχύσει την ικανότητα των επιχειρήσεων να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις επιδόσεις περιβαλλοντικής βιωσιμότητας των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας τους (Mangla et al., 2022). Το μοντέλο της κυκλικής αλυσίδας εφοδιασμού ενθαρρύνει τους παραγωγούς και τους κατασκευαστές να επαναχρησιμοποιούν και να ανακυκλώνουν τα απορριπτόμενα υλικά προκειμένου να επιτύχουν μεγαλύτερη οικονομική αποδοτικότητα και περιβαλλοντική βιωσιμότητα (Munir et al., 2022).

Η ναυτιλιακή βιομηχανία προκαλεί σημαντική περιβαλλοντική υποβάθμιση με ταχείς ρυθμούς. Παρέχεται μια ολοκληρωμένη ανάλυση της χρήσης της τεχνολογίας Blockchain στη ναυτιλιακή βιομηχανία με στόχο τον μετριασμό της ρύπανσης (Munir et al., 2022).

Επιπλέον, η χρήση της τεχνολογίας Blockchain επιτρέπει τη δημιουργία δεικτών που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα και είναι πιο μετρήσιμοι και πιο σημαντικοί. Αυτό έχει τη δυνατότητα να βοηθήσει στην πρόληψη ανήθικων ή παράνομων δραστηριοτήτων και να ενισχύσει τη διαχείριση της θαλάσσιας διατήρησης και των αλυσίδων εφοδιασμού της αλιείας. Περιγράφεται μια πιλοτική πρωτοβουλία που διεξήχθη στην Ινδονησία για την καθιέρωση της ιχνηλασιμότητας στον τομέα των θαλασσινών μέσω της αξιοποίησης κινητών τηλεφώνων που ελέγχονται από τους αλιείς, της τεχνολογίας Blockchain και της έξυπνης σήμανσης. Η διαχείριση της ιχθυαγοράς αντιμετωπίζει σύγχυση λόγω της απαίτησης πολλαπλών εγγράφων και αναφορών για την πώληση θαλασσινών. Χωρίς την εποπτεία ενός οργανισμού, υπάρχει κίνδυνος δυσκολιών, όπως η εξάντληση των αλιευτικών πεδίων ή, στη χειρότερη περίπτωση, η μόλυνση των προϊόντων. Τα τελευταία χρόνια, η αλιευτική βιομηχανία στην περιοχή αυτή έχει γίνει μάρτυρας μιας σταδιακής μείωσης των αλιευτικών πόρων λόγω υπεραλίευσης, δόλιων δραστηριοτήτων, παράνομης αλιείας και παραβίασης των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να απλοποιήσει τον εντοπισμό των πηγών τροφίμων, ενισχύοντας έτσι τη διαφάνεια στις αλυσίδες εφοδιασμού θαλασσινών και παρέχοντας στους πελάτες τη διαβεβαίωση ότι λαμβάνουν βιώσιμα αλιευτικά. Η Sustainable Shrimp Partnership (SSP), αποτελούμενη από πέντε γαριδοτροφικές μονάδες του Ισημερινού, υλοποίησε ένα έργο με στόχο την αντιμετώπιση της παράνομης αλιείας και την προώθηση βιώσιμων πρακτικών συγκομιδής. Η SSP συνεργάστηκε με την IBM Food Trust για να διασφαλίσει τη διαφάνεια στην αλυσίδα εφοδιασμού των προϊόντων της, από το αγρόκτημα μέχρι το πιρούνι, προκειμένου να καταπολεμήσει την απάτη στα τρόφιμα και την παρουσία υποβαθμισμένων ψαριών που μαστίζουν πλέον την παγκόσμια αγορά (Rana et al., 2021). Οι αγρότες του Εκουαδόρ που χρησιμοποιούν την τεχνολογία Blockchain μπορούν να τεκμηριώνουν συστηματικά όλες τις σχετικές πληροφορίες που αφορούν τη διαδικασία παραγωγής γαρίδας, επιτρέποντας έτσι στους παγκόσμιους αγοραστές να έχουν εύκολη πρόσβαση σε αυτές. Ένα πιλοτικό πρόγραμμα διεξήχθη από το Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση (WWF) στη Νέα Ζηλανδία για την εξάλειψη της παράνομης αλιείας και των παραβιάσεων των ανθρωπίνων δικαιωμάτων στον τομέα του τόνου στα νησιά του Ειρηνικού. Το έργο Blockchain Supply Chain Traceability Project, στο οποίο συμμετέχουν πολλαπλές αλιευτικές οργανώσεις, στοχεύει στην παρακολούθηση της διακίνησης των αλιευτικών προϊόντων από τα αλιευτικά σκάφη στα καταστήματα τροφίμων, διασφαλίζοντας την παραγωγή φρέσκου και κατεψυγμένου τόνου με περιβαλλοντικά υπεύθυνο τρόπο (Rana et al., 2021).

Μέσω της χρήσης της τεχνολογίας Blockchain, μια αλυσίδα σούπερ μάρκετ μπορεί να έχει πρόσβαση σε βασικές λεπτομέρειες σχετικά με ένα συγκεκριμένο τρόφιμο, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών καλλιέργειας, των διαδικασιών επεξεργασίας, της ποιότητας των πρώτων υλών, της εφοδιαστικής μεταφοράς και των αρχείων επιθεώρησης. Η δοκιμή αυτή επικεντρώνεται κυρίως στην ασφάλεια των τροφίμων, αλλά μπορεί επίσης να λάβει υπόψη της και άλλους παράγοντες, όπως η εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου (GHG) σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, η χρήση φυτοφαρμάκων, η συμμετοχή των εργαζομένων και η καλλιέργεια γενετικά τροποποιημένων οργανισμών (ΓΤΟ). Με την υιοθέτηση αυτής της προσέγγισης, καθίσταται εφικτή η παραγωγή τροφίμων με τρόπο που να είναι τόσο περιβαλλοντικά βιώσιμος όσο και ηθικά ορθός. Ως εκ τούτου, η τεχνολογία του Blockchain έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει το άνοιγμα και την υπευθυνότητα σε παγκόσμιες συμφωνίες που αφορούν τη γεωργία και το περιβάλλον, όπως οι συμφωνίες του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου ή η συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή (Rana et al., 2021) .

Επιπροσθέτως, η τεχνολογία του Blockchain έχει τη δυνατότητα να είναι επωφελής για την παρακολούθηση, την επιβεβαίωση και την υποβολή εκθέσεων σχετικά με τα κλιματικά ομόλογα. Πράγματι, η αύξηση της αξίας των ομολόγων απαιτεί την εφαρμογή αποτελεσματικών συστημάτων για την παρακολούθηση, τον εντοπισμό και την επαλήθευση των διαδικασιών, γεγονός που με τη σειρά του εμπνέει εμπιστοσύνη στους επενδυτές όσον αφορά τις κλιματικά έξυπνες δραστηριότητες. Επιπλέον, η τεχνολογία του Blockchain έχει τη δυνατότητα να αξιοποιηθεί για την παρακολούθηση του αποτυπώματος άνθρακα των στοιχείων. Με την υιοθέτηση αυτής της προσέγγισης, οι καταναλωτές μπορούν να αποκτήσουν ακριβή εικόνα για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με τις αγορές τους και να προσδιορίσουν τον κύριο παράγοντα που συμβάλλει στη ρύπανση. Το Ίδρυμα Poseidon αναπτύσσει μια εφαρμογή για smartphone που χρησιμοποιεί την τεχνολογία Blockchain για την παρακολούθηση και τη μέτρηση της ποσότητας των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που παράγονται από ένα άτομο ή έναν οργανισμό. Η εφαρμογή αυτή προσφέρει επίσης επιλογές για την αντιστάθμιση ή την εξουδετέρωση αυτών των εκπομπών. Τα προγράμματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να μειώσουν σημαντικά τις εκπομπές CO₂ που προκαλούνται από την αποψίλωση και την υποβάθμιση των δασών, προωθώντας παράλληλα τη βιώσιμη διαχείριση των δασών και τη διατήρηση και βελτίωση των δασικών αποθεμάτων άνθρακα (Rana et al., 2021) .

Συνεχίζοντας, η τεχνολογία του Blockchain ενισχύει τη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, της οικονομίας και της κοινωνίας στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων, ελαχιστοποιώντας τα απόβλητα τροφίμων και τη χρήση φυσικών πόρων, παρακολουθώντας τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και υποστηρίζοντας δίκαιες εμπορικές πρακτικές. Παράλληλα, συμβάλλει στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα με τον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου μέσω της σχολαστικής παρακολούθησης των περιβαλλοντικών δεδομένων. Ακόμη, μπορεί να αξιοποιήσει τα δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ζιζανιοκτόνων, λιπασμάτων, αντιβιοτικών και άρδευσης, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι αρνητικές επιπτώσεις τους στο περιβάλλον. Επιπλέον, η τεχνολογία του Blockchain διευκολύνει την τήρηση των περιβαλλοντικών κανόνων, προωθώντας έτσι την περιβαλλοντική βιωσιμότητα. Ερευνήτρια ανακάλυψε ότι η τεχνολογία Blockchain μπορεί να εμπλέξει αποτελεσματικά τόσο τους ρυθμιζόμενους οργανισμούς όσο και το ευρύ κοινό, ενώ παράλληλα διασφαλίζει την αποτελεσματική εποπτεία της συμμόρφωσης με τα περιβαλλοντικά πρότυπα, μετριάζοντας τη διαφθορά και την κακοδιοίκηση (Li et al. 2021).

Σε περίπτωση που η παραγωγική διαδικασία υιοθετήσει περιβαλλοντικά βιώσιμες πρακτικές, οι αγοραστές που δίνουν προτεραιότητα στη φιλικότητα προς το περιβάλλον θα είναι πιο πρόθυμοι να αποκτήσουν τα φιλικά προς το περιβάλλον αντικείμενα. Μια αποτελεσματική προσέγγιση για την προώθηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας είναι η εφαρμογή ενός φόρου άνθρακα. Με την επιβολή μιας σημαντικής επιβάρυνσης στα προϊόντα με βάση το αποτύπωμα άνθρακα, δίνεται κίνητρο στους πελάτες να επιλέγουν προϊόντα με χαμηλότερες τιμές, μειώνοντας έτσι τις περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις. Η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της μεταφοράς αγαθών ελαχιστοποιώντας το αποτύπωμα άνθρακα (Munir et al., 2022).

Το εργαλείο περιβαλλοντικής ανάλυσης της αλυσίδας εφοδιασμού (SCEnAT) προτείνει μια ανάλογη πρωτοβουλία που ενσωματώνει καινοτόμες τεχνολογίες όπως η τεχνολογία Blockchain (BCT), το IoT, το AI και η μηχανική μάθηση για την αξιολόγηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα για κάθε συμμετέχοντα που εμπλέκεται σε μια αλυσίδα εφοδιασμού ή στον κύκλο ζωής ενός προϊόντος (Rana et al., 2021) .

Η Ευρωπαϊκή επιτροπή υπογραμμίζει τη σημασία των ανατρεπτικών τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένης του Blockchain, για την ψηφιακή ενδυνάμωση των μικρομεσαίων επιχειρήσεων. Αρκετά προγράμματα της ΕΕ, όπως το Horizon Europe, το Digital Europe και

το InvestEU, μπορούν να παρέχουν χρηματοδότηση για την τεχνολογία Blockchain. Το πρόγραμμα Horizon Europe προσφέρει δυνατότητες υποβολής προτάσεων για τη διερεύνηση της τεχνολογίας Blockchain μέσω της δράσης «Διαδίκτυο της εμπιστοσύνης», η οποία είναι προσβάσιμη στη βιομηχανία και τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις. Η DigitalEurope σχεδιάζει να εφαρμόσει μέτρα για την προώθηση της προόδου των λύσεων Blockchain. Η Επιτροπή θα αξιοποιήσει την πρωτοβουλία InvestEU προς όφελός της, εστιάζοντας ειδικά σε ένα παράθυρο αφιερωμένο στις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, με ιδιαίτερη έμφαση στην ψηφιοποίηση των εν λόγω μικρομεσαίων επιχειρήσεων (European Parliament, 2021).

2.7 Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain

Η τεχνολογία του Blockchain έχει αποδείξει την ικανότητά της να φέρει επανάσταση στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων αξιοποιώντας τα εγγενή πλεονεκτήματά της (Mohammed et al., 2023). Οι επιχειρήσεις τροφίμων κερδίζουν πλεονεκτήματα από τη βελτιωμένη ανταπόκριση στην αντιμετώπιση των σκανδάλων και των γεγονότων στον τομέα των τροφίμων (Nene et al., 2019). Ένα θεμελιώδες πλεονέκτημα της τεχνολογίας Blockchain είναι η ικανότητά της να εξασφαλίζει ασφαλείς και αξιόπιστες συναλλαγές για πληρωμές και μεταφορές χρημάτων (Munir et al., 2022).

Επιπλέον, προσφέρει τα πλεονεκτήματα της αποκέντρωσης και της αμετάβλητης λειτουργίας. Έχει αποτελεσματική τεχνική αποθήκευσης η τεχνολογία Blockchain, καθώς τα ευρήματα δείχνουν ότι η μέση καθυστέρηση ερωτήσεων για τα δημόσια δεδομένα είναι 0,42 δευτερόλεπτα, ενώ η μέση καθυστέρηση ερωτήσεων για τα ιδιωτικά δεδομένα είναι 0,88 δευτερόλεπτα. Επιπλέον, η μέση καθυστέρηση για την ανάκτηση δεδομένων είναι 1,2 δευτερόλεπτα (Zhang et al., 2023). Η Walmart έχει μειώσει σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται για τον εντοπισμό αντικειμένων από επτά ημέρες με τη χρήση παραδοσιακών μεθόδων σε μόλις 2,2 δευτερόλεπτα με τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain. Επιπλέον, η χρήση κοινών αμετάβλητων δεδομένων μπορεί να ενισχύσει την εμπιστοσύνη και την επικοινωνία εντός της αλυσίδας εφοδιασμού, οδηγώντας τελικά σε μείωση των εξόδων συναλλαγών (Li et al. 2021).

Γενικά, η τεχνολογία Blockchain διευκολύνει την επιτάχυνση των διαδικασιών, τη διαχείριση της παγκόσμιας ζήτησης τροφίμων, την αξιολόγηση της ποιότητας και της ασφάλειας των

τροφίμων μέσω του εντοπισμού της προέλευσης των τροφίμων, τη μείωση των κινδύνων, τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας και τη διαχείριση της πολυπλοκότητας στην αλυσίδα εφοδιασμού γεωργικών προϊόντων διατροφής (Sharma et al., 2023).

Ακόμη, ενισχύει την ασφάλεια και την ποιότητα της παγκόσμιας διανομής τροφίμων και φέρνει επανάσταση σε διάφορες πτυχές της γεωργικής επιχείρησης, ενισχύει τη διαχείριση των συναλλαγών, μειώνει την αβεβαιότητα συμπεριφοράς, προωθεί τη συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων της αλυσίδας εφοδιασμού και μειώνει την αυξημένη αμοιβαία εξάρτηση μεταξύ των φορέων της αλυσίδας εφοδιασμού μετά την εισαγωγή της τεχνολογίας Blockchain. Επιπλέον, ενισχύει τον δεσμό μεταξύ των ενδιαφερομένων μερών και βελτιώνει το επίπεδο συνεργασίας μεταξύ τους και ενισχύει την ταχύτητα των συναλλαγών, αυξάνοντας έτσι την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών εφοδιαστικής και εφοδιαστικής αλυσίδας (Sharma et al., 2023).

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων θα μετριάσει αποτελεσματικά τους κινδύνους και θα αποτρέψει δόλιες ενέργειες. Η ενίσχυση της διαφάνειας και η ενίσχυση της εμπιστοσύνης μεταξύ των διαφόρων οντοτήτων θα ενισχύσει την ποιότητα, την ασφάλεια και την προστασία των τροφίμων. Επιπλέον, θα επιταχύνει τον εντοπισμό των δεδομένων της αποθήκης, της μόλυνσης των τροφίμων και των προβλημάτων ασφάλειας (Sharma et al., 2023).

Η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain θα εξορθολογήσει τις συναλλαγές εξαλείφοντας τους μεσάζοντες, ελαχιστοποιώντας έτσι την εμφάνιση δόλιων πληρωμών και καθυστερήσεων. Η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain μετριάζει επίσης τους κινδύνους για τα ενδιαφερόμενα μέρη και μειώνει το κόστος των συναλλαγών, με αποτέλεσμα πιο αποτελεσματικές διαδικασίες συναλλαγών και βελτιωμένη ορατότητα των γεγονότων στην αλυσίδα εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων (Sharma et al., 2023).

Πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain είναι όσον αφορά την αποκέντρωση, την κατανομημένη αποθήκευση, το άνοιγμα, τη διαφάνεια και το αμετάβλητο (Wang et al., 2020). Τα δυνητικά πλεονεκτήματα της Blockchain περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα βελτιώσεων, που εκτείνονται από τις τεχνικές εξελίξεις έως τα κοινωνικά και οικονομικά οφέλη (Behnke & Janssen, 2019). Έχουν προταθεί διάφορα δυνητικά πλεονεκτήματα, όπως η μείωση του κόστους, η βελτιωμένη ικανότητα παρακολούθησης και δημοσιοποίησης πληροφοριών και η μεγαλύτερη βιωσιμότητα (Kouhizadeh et al., 2020). Η έρευνα του (Sharma et al., 2023)

αναδεικνύει την εμπιστοσύνη ως τον πρωταρχικό θεμελιώδη παράγοντα και την κινητήρια δύναμη πίσω από την υιοθέτηση της τεχνολογίας.

Τα οφέλη από την ενσωμάτωση της Blockchain με το IoT μπορούν να περιγραφούν συνοπτικά στις ακόλουθες επτά πτυχές: Οι βασικές πτυχές αυτού του συστήματος περιλαμβάνουν: την κατανομή ισχύος και χωρητικότητας, την καθιέρωση ατομικών ταυτοτήτων, τη δυνατότητα ανεξάρτητης λειτουργίας, τη διασφάλιση της αξιοπιστίας, την εγγύηση της ασφάλειας, τη διαθεσιμότητα διαφόρων υπηρεσιών στην αγορά και την ασφαλή εφαρμογή του κώδικα (Tsang et al., 2019).

Τα οφέλη από την απόκτηση πλεονεκτημάτων σε κάθε στάδιο του υπό ανάπτυξη συστήματος και οι συγκεκριμένες διαδικασίες που αφορούν την εφαρμογή της εφαρμογής περιγράφονται παρακάτω (Mendi, 2022):

Αγορά πρώτων υλών: Οι πληροφορίες περιλαμβάνουν λεπτομέρειες όπως ο τύπος του προϊόντος, η ποσότητα των χημικών ουσιών και άλλες σχετικές προδιαγραφές (Mendi, 2022). Οι πληροφορίες αγορών που αποστέλλονται μεταξύ του προμηθευτή και του κατασκευαστή αποθηκεύονται στη δομή Blockchain. Οι κωδικοί QR έχουν τη δυνατότητα να εξορθολογίσουν και να μηχανοποιήσουν αυτές τις διαδικασίες (Mendi, 2022).

Ο παραγωγός τεκμηριώνει την ποσότητα και την ποικιλία των σπόρων που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία φύτευσης στο πλαίσιο Blockchain. Με την εφαρμογή ενός έξυπνου συμβολαίου σε αυτό το πλαίσιο, είναι δυνατόν να επαληθευτεί ότι δεν σπέρνονται περαιτέρω σπόροι με τη χρήση του σπόρου που αποκτήθηκε κατά την προηγούμενη συναλλαγή (Mendi, 2022).

Καλλιέργεια: Είναι δυνατή η ενσωμάτωση δεδομένων σχετικά με τη θέση ανάπτυξης του προϊόντος, καθώς και την ποσότητα νερού και ηλιακού φωτός που δέχεται, στην Blockchain. Για άλλη μια φορά, εάν υπάρχει μια ανωμαλία με τις έξυπνες συμβάσεις, μπορεί να τεκμηριωθεί (Mendi, 2022).

Συγκομιδή: Η διαδικασία συλλογής του καλλιεργούμενου προϊόντος μπορεί να αυτοματοποιηθεί με τη χρήση συσκευών IoT. Με την προσθήκη της ποσότητας του συγκομισθέντος προϊόντος στην Blockchain, καθίσταται δυνατή η αναγνώριση του κατά πόσον το προϊόν είναι βιολογικό, παρακολουθώντας τη διαδρομή του από τον σπόρο μέχρι τη συγκομιδή (Mendi, 2022).

Η μεταφορά του προϊόντος στον κατασκευαστή μπορεί να παρακολουθείται με τη χρήση συσκευών IoT και τεχνολογιών GPS (Mendi, 2022).

Παραγωγή: Η ποσότητα που παραλήφθηκε από τον κατασκευαστή μπορεί να προστεθεί στην Blockchain (Mendi, 2022).

Με τη χρήση αυτής της μεθόδου, καθίσταται εφικτή η παρακολούθηση της έκτασης των απωλειών που συμβαίνουν κατά τη μεταφορά των αγαθών από τον παραγωγό στον κατασκευαστή (Mendi, 2022).

Η παράδοση του προϊόντος στο κατάστημα μπορεί να παρακολουθείται με τη χρήση συσκευών IoT, οι οποίες χρησιμοποιούν την τεχνολογία GPS. Η Blockchain μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την τεκμηρίωση και την επαλήθευση της ποσότητας και της ποιότητας του παραδοθέντος προϊόντος (Mendi, 2022).

Κατανάλωση: Ο καταναλωτής έχει τη δυνατότητα να λαμβάνει ολοκληρωμένα δεδομένα για τον πλήρη κύκλο ζωής του προϊόντος μέσω της χρήσης ενός κωδικού QR. Επιπλέον, μπορεί επίσης να αναλύσει τους μηχανισμούς τιμών που χρησιμοποιούνται σε όλες τις προαναφερθείσες συναλλαγές (Mendi, 2022).

Αξιοποιώντας τα οφέλη της τεχνολογίας Blockchain, το προτεινόμενο και εφαρμόσιμο σύστημα ενισχύει τον μηχανισμό αμοιβαίας συναίνεσης, την αξιοπιστία του συστήματος και την αποτελεσματικότητα της ιχνηλασιμότητας. Αυτές οι βελτιώσεις είναι ζωτικής σημασίας για την προώθηση ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος στις επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου ευπαθών τροφίμων. Ως εκ τούτου, τα οφέλη από την ενσωμάτωση του προτεινόμενου συστήματος μπορούν να περιγραφούν συνοπτικά ως εξής: Διασφάλιση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας της ιχνηλασιμότητας των τροφίμων σε ένα αποκεντρωμένο δίκτυο εφοδιαστικής αλυσίδας, ανάπτυξη ενός βελτιωμένου και αποτελεσματικού συστήματος Blockchain που ελαχιστοποιεί τον υπολογιστικό φόρτο και τις απαιτήσεις υλικού, εφαρμογή ευφών μεθόδων για την αξιολόγηση της ποιότητας των τροφίμων, συμπεριλαμβανομένης της προσαρμοσμένης διάρκειας ζωής και του ρυθμού υποβάθμισης της ποιότητας με την πάροδο του χρόνου (Tsang et al., 2019).

Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα στον τομέα της γεωργίας, ιδίως στη διαχείριση δεδομένων που σχετίζονται με τα αρχεία χρήσης γης και πόρων, την απόκτηση και την εφαρμογή φυτοφαρμάκων και άλλων επικινδύνων ουσιών, την

ιχνηλασιμότητα και τις οικονομικές συναλλαγές σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας (Kamble et al., 2019).

Ταυτόχρονα, παρέχει τη δυνατότητα ασφαλούς αποθήκευσης δεδομένων με τρόπο που δεν μπορεί να αλλάξει, μειώνοντας έτσι την απαίτηση για επαλήθευση από τρίτους. Η τεχνολογία αυτή έχει δυνητική εφαρμογή στις επιχειρήσεις τροφίμων, καθώς μπορεί να βοηθήσει στην ελαχιστοποίηση των απωλειών τροφίμων σε όλη την παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού, στη ρύθμιση των διακυμάνσεων της θερμοκρασίας κατά τη μεταφορά και στην ενίσχυση της ορατότητας των διαδικασιών που σχετίζονται με τα τρόφιμα (Andriotte Oliveira et al., 2023).

Έπειτα, η τεχνολογία Blockchain ενισχύει την ασφάλεια παρέχοντας ισχυρή προστασία από την παραχάραξη και τις δόλιες δραστηριότητες. Η ικανότητα πρόσβασης σε ιστορικά δεδομένα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον εντοπισμό της προέλευσης των προϊόντων, ενισχύοντας έτσι την ορατότητα της προγραμματισμένης περιοχής. Οι τεχνολογικοί πόροι αξιοποιούνται για την ενίσχυση της ορατότητας της παραγωγικής διαδικασίας μέσω της εφαρμογής μετασυλλεκτικής τεχνολογίας. Οι τεχνολογικοί πόροι διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση της ορατότητας της διαδικασίας παράδοσης μέσω της παροχής ενός συστήματος παρακολούθησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Τα αυτόνομα οχήματα αναμένεται να φέρουν επανάσταση στην αλυσίδα εφοδιασμού στο μέλλον. Οι τεχνολογικοί πόροι αξιοποιούνται για τη δημιουργία συστημάτων διαχείρισης ψυκτικής αλυσίδας και ελέγχου αποθεμάτων, διασφαλίζοντας έτσι ότι η αλυσίδα εφοδιασμού γεωργικών προϊόντων διατροφής είναι περιβαλλοντικά βιώσιμη (Kamble et al., 2019).

Εξάλλου, η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα των αλυσίδων εφοδιασμού τροφίμων στις δραστηριότητές τους. Έτσι, επιτρέπει την άμεση και συνεχή προσβασιμότητα των αγαθών τροφίμων. Ακόμη, μπορεί να ενισχύσει την εμπιστοσύνη και τη συνεργασία μεταξύ των συμμετεχόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού (Mohammed et al., 2023).

Τα αγαθά τροφίμων μπορούν να εντοπιστούν μέσω των αλυσίδων εφοδιασμού με τη χρήση ψηφιακών αναγνωριστικών, τα οποία παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τις συνθήκες ανάπτυξης, τις ημερομηνίες λήξης, την ποιότητα των προϊόντων, τις μεθόδους καλλιέργειας και τις τεχνολογίες επεξεργασίας. Όλοι αυτοί οι ισχυρισμοί μπορούν να επιβεβαιωθούν προκειμένου να μετριαστεί η δόλια δραστηριότητα. Επιπλέον, προτείνεται η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain για την ενίσχυση της γεωργικής χρηματοδότησης, ενισχύοντας έτσι

την αξιοπιστία των συναλλαγών και μειώνοντας τις δαπάνες. Επιπλέον, στον τομέα της γεωργίας ακριβείας, η εφαρμογή μιας Blockchain έχει τη δυνατότητα να διευκολύνει την ανάπτυξη νέων συστημάτων γεωργίας και πρωτοβουλιών ηλεκτρονικής γεωργίας. Η γεωργική βιομηχανία επωφελείται σε μεγάλο βαθμό από την επέκταση της τεχνολογίας Blockchain (Kor et al., 2021).

Η τεχνολογία αυτή μπορεί να επιταχύνει τις συναλλαγές εντός της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Διατηρώντας κάθε ψηφιακό αρχείο συναλλαγής, έχει τη δυνατότητα να μειώσει τα λάθη που προκύπτουν από την παραδοσιακή τήρηση αρχείων σε χαρτί. Ο κατανεμημένος χαρακτήρας της βάσης δεδομένων, ο μηχανισμός συναίνεσης και τα κρυπτογραφικά στοιχεία της Blockchain καθιστούν συλλογικά ανέφικτες οποιεσδήποτε προσπάθειες αλλοίωσης των δεδομένων (Mohammed et al., 2023).

Ειδικότερα, η τεχνολογία Blockchain ενισχύει την επαλήθευση των στοιχείων, απλοποιεί την απομάκρυνση των μεσαζόντων και ενισχύει την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα. Ακόμη, μετριάξει τους κινδύνους που ενδέχεται να έχουν αρνητικό αντίκτυπο στις επιδόσεις μιας εταιρείας, συγκεκριμένα όσον αφορά τη διαφάνεια των πηγών προμήθειας, τα πλαστά και υποβαθμισμένα προϊόντα και την απάτη των συμβάσεων. Επιπλέον, προσφέρει τα πλεονεκτήματα της προσαρμοστικής ικανότητας και της ανταπόκρισης στις μεταβολές της ζήτησης (Tao & Chao, 2024).

Εντωμεταξύ, η τεχνολογία Blockchain αναγνωρίζεται ως μια εξαιρετικά πολύτιμη τεχνολογία για την αντιμετώπιση των ζητημάτων ασυμμετρίας των πληροφοριών και παραποίησης στην ιχνηλασιμότητα των τροφίμων. Αυτό οφείλεται στα πλεονεκτήματα της κατανεμημένης συνεργασίας, της διαφάνειας, της ανοιχτότητας και της ανωνυμίας (Tao & Chao, 2024).

Συγκεκριμένα, η τεχνολογία Blockchain προσφέρει σημαντικά οφέλη για την ιχνηλασιμότητα των τροφίμων παρέχοντας μια αποκεντρωμένη και διαφανή μέθοδο για τη διενέργεια συναλλαγών από μη αξιόπιστες οντότητες, με αποτέλεσμα την ενίσχυση της ασφάλειας. Τα δεδομένα μπορούν να διατηρηθούν με αμετάβλητο τρόπο και να ανιχνεύονται εύκολα σε όλα τα στάδια της διαδικασίας, επιτρέποντας την ταχεία ταυτοποίηση των ενδιαφερομένων, των αντικειμένων ή των μερικώς ολοκληρωμένων προϊόντων. Επιπλέον, η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να καταγράφει όχι μόνο τα ιχνηλάσιμα χαρακτηριστικά των ειδών διατροφής, όπως ο χρόνος και ο τόπος παραγωγής τους, αλλά και άλλα χαρακτηριστικά που μπορεί να ενισχύσουν τη διαφάνεια, όπως ο κύκλος ζωής του προϊόντος διατροφής και οι

μέθοδοι παραγωγής. Η τεχνολογία αυτή έχει δημιουργηθεί με την ενσωμάτωση προηγμένων εννοιών και τεχνολογιών όπως τα καταμετρημένα βιβλία, τα ομότιμα δίκτυα, η συνδεδεμένη χρονοσήμανση, η ασύμμετρη κρυπτογραφία, τα ψηφιακά μετρητά, η ανοχή σε σφάλματα byzantine, οι έξυπνες συμβάσεις, η συναίνεση και η απόδειξη εργασίας. Επιπλέον, η Blockchain λειτουργεί ως ένα αποκεντρωμένο δίκτυο ομότιμων που χρησιμοποιεί περίπλοκους μηχανισμούς συναίνεσης για τη διατήρηση αρχείων ψηφιακών περιουσιακών στοιχείων. Τα δίκτυα Blockchain αποτελούνται από διάφορες οντότητες με διακριτούς ρόλους και αρμοδιότητες, συμπεριλαμβανομένων της ρύθμισης του δικτύου, της παρακολούθησης και της εξόρυξης (Tao & Chao, 2024).

Ερευνητές προτείνουν ότι με τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain, είναι εφικτή η ταχεία και πλήρης πιστοποίηση όλων των πληροφοριών που σχετίζονται με τα τρόφιμα. Ομοίως, στην περίπτωση επιδημίας τροφιμογενών ασθενειών, μπορεί να διεξαχθεί μια ολοκληρωμένη έρευνα για να εξακριβωθεί η πλήρης χρονολογία του εμπλεκόμενου τροφίμου, προκειμένου να εντοπιστεί η υποκείμενη αιτία. Επιπλέον, τα είδη της συγκεκριμένης παρτίδας ή παρτίδας μπορούν να ανακτηθούν αμέσως. Η επαλήθευση της ορθότητας των πληροφοριών για τα συστατικά είναι συνήθως μια δύσκολη προσπάθεια για τους παραγωγούς και τους μεταποιητές τροφίμων. Πρέπει να διαθέτουν την ικανότητα να παρέχουν στους καταναλωτές ολοκληρωμένες πληροφορίες που είναι απαραίτητες για την εδραίωση εμπιστοσύνης. Το δίκτυο εμπιστοσύνης της Blockchain επιτρέπει σε κάθε συμμετέχοντα στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων να εξετάζει διεξοδικά και να επικυρώνει όλες τις πληροφορίες που περιέχει. Ως αποτέλεσμα, οι καταναλωτές μπορούν πλέον να έχουν τη βεβαιότητα για την ποιότητα των τροφίμων που καταναλώνουν (Frederick et al., 2023).

Η αλυσίδα εφοδιασμού είναι ένα δυναμικό σύστημα που επηρεάζει τη διαχείριση της ιχνηλασιμότητας. Πιστεύουμε επίσης ότι οι λύσεις που βασίζονται στην Blockchain έχουν τη δυνατότητα να είναι πιο αποτελεσματικές στη διασφάλιση της ιχνηλασιμότητας των τροφίμων λόγω της ικανότητάς τους να χειρίζονται αποτελεσματικά την πολυπλοκότητα, την έκταση και την ακρίβεια των δικτύων εφοδιασμού. Ο αριθμός παρτίδας, η ημερομηνία συσκευασίας και ο αριθμός παραγγελίας τεκμηριώνονται με συνέπεια και αυτόματα στην Blockchain σε κάθε βήμα της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων (Nene et al., 2019).

Η ασφάλεια και η ποιότητα των τροφίμων μπορούν να βελτιωθούν με τη χρήση μέτρων ιχνηλασιμότητας και διαφάνειας, τα οποία επιτρέπουν την παρακολούθηση της προέλευσης των τροφίμων (Li et al. 2021).

- Ελαχιστοποίηση της διάρκειας της συναλλαγής και των εξόδων: Η διάρκεια και τα έξοδα που σχετίζονται με τις δραστηριότητες της αλυσίδας εφοδιασμού μπορούν να ελαχιστοποιηθούν με την εφαρμογή αυτοματοποιημένων συναλλαγών (όπως οι αυτοματοποιημένες πληρωμές μεταξύ ομοτίμων) και με την εξάλειψη των μεσαζόντων στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων, μειώνοντας έτσι τον χρόνο εκτέλεσης μέσω της εξάλειψης της γραφειοκρατίας (Li et al. 2021).

- Ενισχυμένα έσοδα: Αυτό μπορεί να διευκολυνθεί με την εδραίωση και τη διατήρηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών και τη διασφάλιση της αυθεντικότητας της προέλευσης και της ποιότητας του προϊόντος (Li et al. 2021).

- Ενισχυμένη αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού: Η αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να ενισχυθεί με την εφαρμογή της αποδιαμεσολάβησης, όπως η δημιουργία άμεσων συνδέσεων μεταξύ αγροτών και εμπόρων, η βελτιστοποίηση της ευθυγράμμισης προσφοράς και ζήτησης και η αξιοποίηση της ανταλλαγής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο στο Blockchain για τον εντοπισμό ευκαιριών βελτίωσης (Li et al. 2021).

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η τήρηση των κυβερνητικών κανονισμών. Πριν από την εφαρμογή ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας τροφίμων που βασίζεται στην Blockchain, ήταν δύσκολη η συμμόρφωση με τους κυβερνητικούς κανονισμούς και τις απαιτήσεις λόγω της αποσπασματικής τήρησης αρχείων και της εξάρτησης από την έντυπη τεκμηρίωση. Η τεχνολογία του Blockchain μπορεί να λύσει αυτό το ζήτημα, διατηρώντας με ασφάλεια και ψηφιακά όλα τα έγγραφα που είναι προσανατολισμένα στη συμμόρφωση, μειώνοντας έτσι την ανάγκη για φυσικά έγγραφα σε χαρτί (Nene et al., 2019). Η Louis Dreyfus Co, ένας σημαντικός παίκτης στον παγκόσμιο κλάδο εμπορίας τροφίμων, μείωσε σημαντικά τον χρόνο που απαιτείται για την επεξεργασία εγγράφων εφαρμόζοντας την τεχνολογία Blockchain. Αυτό επέτρεψε την αυτόματη αντιστοίχιση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, αποτρέποντας την επανάληψη εγγράφων και εξαλείφοντας την ανάγκη για χειροκίνητες επιθεωρήσεις (Li et al. 2021).

Η Blockchain διευκολύνει τη βιωσιμότητα με τον μετριασμό ζητημάτων όπως η σπατάλη τροφίμων, η μείωση της χρήσης των φυσικών πόρων, η παρακολούθηση των εκπομπών

διοξειδίου του άνθρακα και η υποστήριξη δίκαιων συναλλαγών στα δίκτυα εφοδιασμού τροφίμων (Li et al. 2021).

Η βελτίωση της ευθυγράμμισης μεταξύ προσφοράς και ζήτησης μπορεί να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Η Blockchain παρέχει επικαιροποιημένες πληροφορίες σχετικά με τις τρέχουσες λειτουργίες των αλυσίδων εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των δεδομένων σχετικά με τα αποθέματα, τη ζήτηση των πελατών, τις διαθέσιμες προμήθειες, το χρονικό διάστημα που τα αγαθά περνούν στην αποθήκευση και τις ημερομηνίες παραγωγής. Διευκολύνει την παρακολούθηση των αποθεμάτων στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων. Η Blockchain ενισχύει τη βιωσιμότητα των αλυσίδων εφοδιασμού τροφίμων, ωφελώντας το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία (Mohammed et al., 2023).

Λόγω του αμετάβλητου των δεδομένων που φυλάσσονται στο λογιστικό βιβλίο, μόνο εξουσιοδοτημένοι φορείς μπορούν να τα τροποποιήσουν, καθιστώντας δυνατή την αναγνώριση και την αποτροπή της εμπλοκής αδίστακτων ατόμων, εταιρειών ή κυβερνήσεων σε κοινωνικά εγκλήματα. Ως εκ τούτου, η χρήση της ιχνηλασιμότητας Blockchain θα μπορούσε ενδεχομένως να ενισχύσει τα μέτρα ασφάλειας στους χώρους εργασίας και να παράσχει ισχυρότερες εγγυήσεις για την προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Για παράδειγμα, η χρήση ενός εικονικού λογιστικού βιβλίου Blockchain για τη διαφανή καταγραφή μιας σύμβασης εργασίας διασφαλίζει ότι τα αντικείμενα έχουν παραχθεί με τρόπο που να προασπίζει τα δικαιώματα των εργαζομένων (Rana et al., 2021) .

Στη συνέχεια, η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να παρακολουθεί κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς παράγοντες που θα μπορούσαν να θέσουν σε κίνδυνο περιβαλλοντικά ζητήματα, καθώς και κοινωνικές ανησυχίες, συμπεριλαμβανομένης της ευημερίας και της ασφάλειας των ατόμων. Αυτό το χαρακτηριστικό έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την κοινωνική, περιβαλλοντική και επιχειρηματική βιωσιμότητα (Kouhizadeh et al., 2020).

Ιδιαίτερα σημαντικό είναι η τεχνολογία Blockchain έχει χρησιμοποιηθεί για να ενισχύσει τη βιωσιμότητα του διαμοιρασμού ενέργειας. Υπάρχουν εφαρμογές που στοχεύουν στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και στην αποτελεσματική διαχείριση των σκουπιδιών με κυκλικό τρόπο. Η τεχνολογία μπορεί επίσης να αξιοποιηθεί για την εφαρμογή συστημάτων εμπορίας εκπομπών και εμπορίας άνθρακα που υποστηρίζονται από την Blockchain. Το Blockchain έχει τη δυνατότητα να μειώσει τις ανισορροπίες πληροφοριών που μπορεί να

οδηγήσουν σε κοινωνικά και οικονομικά μειονεκτήματα για τις μικρές εταιρείες και τους αγρότες. Η συμβολή του Blockchain στην κοινωνική βιωσιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού διευκολύνεται από τη δυνατότητά του να μειώσει τις ανήθικες, διεφθαρμένες και παραποιημένες συμπεριφορές (Kouhizadeh et al., 2020).

Η ενσωμάτωση της διαχείρισης αποβλήτων και της τεχνολογίας Blockchain επικεντρώνεται κυρίως στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με τα πλαστικά σκουπίδια και τα ηλεκτρονικά απόβλητα στο πλαίσιο των πρωτοβουλιών κυκλικής οικονομίας (ΚΟ). Αυτό περιλαμβάνει τη διερεύνηση των πιθανών εφαρμογών της Blockchain στη διαχείριση και την παρακολούθηση αυτών των τύπων υλικών αποβλήτων. Ένα υπό εξέταση μοντέλο ηλεκτρονικών αποβλήτων ενσωματώνει τόσο τις εμπρόσθιες όσο και τις αντίστροφες αλυσίδες εφοδιασμού. Η Blockchain έχει το πρόσθετο πλεονέκτημα ότι μπορεί να παρακολουθεί τα σκουπίδια σε διεθνή σύνορα. Έχει γίνει πρόταση για τη χρήση έξυπνων συμβάσεων βασισμένων στην τεχνολογία Blockchain για τη συλλογή σκουπιδιών (Trollman et al., 2022).

Αξίζει να σημειωθεί πως η τεχνολογία Blockchain αναδεικνύεται σε κορυφαία τεχνολογία, καθώς όλο και περισσότερα άτομα σκέφτονται να χρησιμοποιήσουν ψηφιακές λύσεις για την επιτάχυνση των προσπαθειών αντιμετώπισης ζητημάτων όπως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, η κλιματική αλλαγή και η απώλεια βιοποικιλότητας. Μια Blockchain, η οποία είναι ένα αποκεντρωμένο βιβλίο καταγραφής που διανέμεται ψηφιακά, χρησιμοποιείται για την πιστοποίηση και την παρακολούθηση περίπλοκων συναλλαγών. Η ιδιοκτησία του στοιχείου δεν είναι αποκλειστική- υπάρχουν πολλά αντίγραφα σε διάφορους προσωπικούς υπολογιστές σε όλο τον. Το δίκτυο είναι προσβάσιμο σε κάθε άτομο που επιθυμεί να το χρησιμοποιήσει. Αυτό συχνά εξαλείφει την ανάγκη για μεσάζοντες και διευκολύνει την άμεση εμπλοκή μεταξύ των χρηστών (Arshad et al., 2023).

Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει την αποτελεσματικότητα και να μειώσει τα έξοδα που συνδέονται με τις συναλλαγές. Αυτό το αποκεντρωμένο δίκτυο είναι δύσκολο να χειραγωγηθεί ή να διαλυθεί. Κατά συνέπεια, τα δεδομένα είναι αξιόπιστα χωρίς να απαιτείται η εμπλοκή τρίτου μέρους. Το λογιστικό βιβλίο διασφαλίζεται με τη χρήση προηγμένης κρυπτογράφησης, η οποία εμποδίζει σημαντικά κάθε προσπάθεια αλλοίωσής του (Arshad et al., 2023).

Θα έπρεπε να τονιστεί ότι η τεχνολογία Blockchain μπορεί να βοηθήσει στον εντοπισμό της αναποτελεσματικότητας των αλυσίδων εφοδιασμού, μειώνοντας έτσι τις εκπομπές αερίων του

θερμοκηπίου (GHG). Αυτό επιτυγχάνεται με την ακριβή παρακολούθηση και ιχνηλάτηση της διακίνησης των αγαθών από το σημείο προέλευσής τους έως τον τελικό προορισμό τους. Οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία Blockchain για να αποκτήσουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση του αποτυπώματος άνθρακα που συνδέεται με κάθε στάδιο της αλυσίδας εφοδιασμού. Αυτό τους δίνει τη δυνατότητα να εντοπίζουν πιθανές περιοχές για βελτίωση και να εφαρμόζουν στρατηγικές για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHG). Η τεχνολογία Blockchain μπορεί να βελτιώσει τη διαδικασία αγοράς και πώλησης πιστοποιητικών ανανεώσιμης ενέργειας, τα οποία χρησιμεύουν ως απόδειξη της παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (Arshad et al., 2023).

Αυτό σημαίνει ότι η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να δώσει κίνητρα σε άτομα και οργανισμούς για τις προσπάθειές τους να μειώσουν τη χρήση ενέργειας. Για παράδειγμα, ένα δίκτυο που λειτουργεί με την τεχνολογία Blockchain μπορεί να παρακολουθεί και να αναλύει δεδομένα που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας. Σε αντάλλαγμα για τους χρήστες που μειώνουν ενεργά τη χρήση ενέργειας, μπορούν να λάβουν μάρκες ή άλλες πολύτιμες ανταμοιβές. Σύμφωνα με ερευνητές, αυτό μπορεί ενδεχομένως να ενθαρρύνει άτομα και οργανισμούς να υιοθετήσουν ενεργειακά αποδοτικές πρακτικές. Αυτό θα είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Arshad et al., 2023).

Προκειμένου να διασφαλιστεί ένας θετικός συνολικός περιβαλλοντικός αντίκτυπος της τεχνολογίας Blockchain, είναι ζωτικής σημασίας να ληφθεί υπόψη και να ελαχιστοποιηθεί η κατανάλωση ενέργειας που συνδέεται με τις λειτουργίες Blockchain. (Arshad et al., 2023)

Η διαδικασία επαλήθευσης είναι καθολικά προσβάσιμη από όλους τους χρήστες του δικτύου και απαιτεί περίπου ένα δευτερόλεπτο για την ολοκλήρωσή της, χωρίς κανένα σχετικό κόστος. Ενώ η τεχνολογία Blockchain είναι νέα για την πιστοποίηση halal, άλλες επιχειρήσεις έχουν ήδη χρησιμοποιήσει την τεχνολογία Blockchain για την καταγραφή και την επικύρωση σημαντικών πληροφοριών. Ο λόγος για αυτό είναι τα εγγενή χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Blockchain. Πρώτον, μόλις αναπτυχθεί το έξυπνο συμβόλαιο, είναι προγραμματισμένο να εκτελεί αυτόματα συγκεκριμένες ενέργειες όταν πληρούνται ορισμένες προκαθορισμένες συνθήκες. Δεύτερον, το Blockchain εξασφαλίζει αμεταβλητότητα, πράγμα που σημαίνει ότι μόλις καταγραφεί μια ενέργεια, δεν μπορεί να ανατραπεί. Αυτό είναι εφικτό επειδή το Blockchain διατηρείται από κόμβους που κατανέμονται παγκοσμίως με ομότιμο τρόπο. Τρίτον, το Blockchain προσφέρει μια «ουδέτερη» πλατφόρμα για όλους τους ενδιαφερόμενους

και τέταρτον καταργεί το μοναδικό σημείο αποτυχίας, εξασφαλίζοντας σταθερότητα και διαθεσιμότητα (Gde Agung et al., 2022).

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας Blockchain, που διευκολύνεται από τον πύργο ελέγχου, μπορεί να λειτουργήσει ως προηγμένο σύστημα συναγερμού. Μπορεί να αποτρέψει τη διανομή μη-Χαλάλ στοιχείων σε ακατάλληλες αγορές. Επιπλέον, έχει τη δυνατότητα να εφαρμόζει τα κατάλληλα μέτρα για την ανακατεύθυνση των απορριφθέντων προϊόντων στη σωστή αγορά. Επομένως, η σημασία της συλλογής δεδομένων στα κρίσιμα σημεία ελέγχου σε όλη την αλυσίδα θα διαπιστώσει την αποτελεσματικότητα του συστήματος ιχνηλασιμότητας και την ικανότητά του να λαμβάνει τεκμηριωμένες αποφάσεις (Tan et al., 2020).

Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain στο λιανικό εμπόριο επιτρέπει τον καλύτερο συντονισμό και τη διαχείριση των διαφόρων παραγόντων που εμπλέκονται στην αλυσίδα εφοδιασμού, συμπεριλαμβανομένων των προμηθευτών, των κατασκευαστών και των επιχειρήσεων logistics. Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain στον τομέα του λιανικού εμπορίου ενισχύει την αποτελεσματικότητα και τη σημασία των εργασιών των κυβερνητικών και ρυθμιστικών οργανισμών (Lin et al., 2020).

2.8 Εμπόδια υιοθέτησης της τεχνολογίας Blockchain

Η πολυπλοκότητα έχει αυξηθεί λόγω της δημιουργίας παγκόσμιων δικτύων εφοδιαστικής αλυσίδας (Kouhizadeh et al., 2020). Η περίπλοκη φύση του συστήματος εμποδίζει την ικανότητα πραγματοποίησης αποτελεσματικών συναλλαγών, την παρακολούθηση προϊόντων και δεδομένων και την αξιολόγηση αυτών των πληροφοριών (Kouhizadeh et al., 2020).

Η αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της προσβασιμότητας σε ασφαλή, θρεπτικά και επαρκή τρόφιμα για ανθρώπινη κατανάλωση. Ωστόσο, η ενσωμάτωση της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων συναντά εμπόδια, όπως ανησυχίες σχετικά με την ιδιοκτησία των δεδομένων, την αλληλεπίδραση μεταξύ διαφορετικών δικτύων Blockchain και την αποτελεσματικότητα των ταυτόχρονων λειτουργιών εντός του συστήματος Blockchain (Yu, et al., 2023).

Παρόλο που το 82% των επιχειρήσεων του Fortune 100 έχουν διερευνήσει την τεχνολογία Blockchain, ο ρυθμός των επενδύσεων στην τεχνολογία Blockchain μειώθηκε απροσδόκητα

το 2019 (Kouhizadeh et al., 2020). Ωστόσο, οι πρωτοβουλίες Blockchain στον κλάδο των τροφίμων βρίσκονται ακόμη σε πρώιμο στάδιο, με τις περισσότερες εφαρμογές να επικεντρώνονται στην παρακολούθηση και τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων. Κατά την εξέταση της Blockchain For Good (B4G), υπάρχουν ζητήματα σχετικά με τη χρήση της Blockchain που δεν είναι περιβαλλοντικά βιώσιμη ή στερείται αξιοπιστίας (Trollman et al., 2022). Οι επιχειρήσεις Blockchain αποτυγχάνουν να προσφέρουν την αναμενόμενη επιχειρηματική αξία λόγω έλλειψης κατανόησης των πιθανών οφελών της τεχνολογίας Blockchain για τα συγκεκριμένα επιχειρηματικά τους μοντέλα (Trollman et al., 2022).

Πολλές μικρές γεωργικές εκμεταλλεύσεις δεν έχουν την ικανότητα να ενσωματώσουν τις Blockchain στις δραστηριότητές τους. Στα φτωχά έθνη, η πλειονότητα της παραγωγής τροφίμων βασίζεται σε μικρής κλίμακας αγροκτήματα που δεν έχουν συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο. Καταδεικνύεται ότι οι οργανισμοί που διαθέτουν άφθονους πόρους πληροφορικής και οικονομικά μέσα φαίνεται να είναι πιο επιδέξιοι στην ανάπτυξη της τεχνολογίας Blockchain (Li et al. 2021).

Για παράδειγμα, μπορεί να προκύψει το ζήτημα της διαφάνειας των δεδομένων. Η χρήση φυτοφαρμάκων με σκοπό την πρόληψη και την καταπολέμηση των ασθενειών των φυτών είναι αναπόφευκτη. Η συμπερίληψη πληροφοριών σχετικά με τη χρήση φυτοφαρμάκων μπορεί να μειώσει την αξία του προϊόντος και ενδεχομένως να οδηγήσει σε πλήρη απόρριψη από τους καταναλωτές. Οι αγρότες ενδέχεται να επιδείξουν δισταγμό ως προς την εμπλοκή στην εφαρμογή της Blockchain, εάν γνωρίζουν ότι τα διαφανή δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν εις βάρος τους (Li et al. 2021).

Η βιβλιογραφία έχει εξετάσει εκτενώς τα προβλήματα που σχετίζονται με την υιοθέτηση και την ανάπτυξη της τεχνολογίας Blockchain. Ακολουθούν περιπτώσεις που ανήκουν σε κάθε κατηγορία (Li et al. 2021).

- Τεχνολογία: Ανεπαρκής γνώση και εμπειρογνωμοσύνη, έλλειψη συμβατότητας και τυποποίησης και περιορισμένες δυνατότητες επέκτασης (Li et al. 2021).
- Διακυβέρνηση: Ανησυχίες σχετικά με την ιδιοκτησία των δεδομένων, τους κανονισμούς για τη συμπεριφορά και την προστασία της ιδιωτικής ζωής (Li et al. 2021).
- Ρυθμιστικά ζητήματα: αβεβαιότητες σχετικά με την κανονικότητα (Li et al. 2021).

- Έξοδα: Οι δαπάνες που σχετίζονται με τους πόρους που απαιτούνται για την υποστήριξη της υποδομής Blockchain και την ενέργεια που απαιτείται για τη λειτουργία της, καθώς και τα αρχικά χρήματα που απαιτούνται (Li et al. 2021).

- Εμπιστοσύνη των ενδιαφερομένων μερών: Ανεπαρκής εμπιστοσύνη μεταξύ των ενδιαφερομένων, περιορισμένη ευαισθητοποίηση των ενδιαφερομένων και φιλικότητα προς το χρήστη, καθώς και αντίθεση στη χρήση της τεχνολογίας Blockchain (Li et al. 2021).

Η εφαρμογή Blockchain στα συστήματα εφοδιασμού τροφίμων αυξάνει το κόστος λόγω της εγγενούς πολυπλοκότητάς τους. Τα περισσότερα τρόφιμα αποτελούνται από ένα ευρύ φάσμα συστατικών και η παρασκευή τους απαιτεί σημαντικό αριθμό προμηθευτών. Η Blockchain απαιτεί από κάθε προμηθευτή να καταγράφει σχολαστικά τις πληροφορίες για τα συστατικά και την παραγωγή. Ως αποτέλεσμα, η διαδικασία συμπερίληψης όλων των προμηθευτών και η ενσωμάτωση των πληροφοριών τους σε ένα σύστημα Blockchain μπορεί να είναι αρκετά δαπανηρή (Li et al. 2021).

Επιπλέον, παρά την ευρεία χρήση της τεχνολογίας Blockchain για την παρακολούθηση των τροφίμων, το κόστος της εφαρμογής αυτού του συστήματος συχνά υπερβαίνει την πραγματική αξία των τροφίμων που εντοπίζονται. Οι ερευνητές υποστηρίζουν ότι η τρέχουσα μη πρακτική εφαρμογή της Blockchain για τρόφιμα χαμηλού κόστους οφείλεται τόσο στα υψηλά έξοδα που συνεπάγεται όσο και στην περίπλοκη φύση της τεχνολογίας (Frederick et al., 2023).

Εντός της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων, υπάρχουν πολυάριθμα διαφορετικά ενδιαφερόμενα μέρη. Προκειμένου να επικυρωθούν οι συναλλαγές, η εφαρμογή μιας Blockchain θα απαιτήσει τη συναίνεση όλων των εμπλεκόμενων μερών. Προκειμένου η Blockchain να λειτουργήσει αποτελεσματικά, είναι απαραίτητο οι ενδιαφερόμενοι να διαθέτουν κοινή αίσθηση εμπιστοσύνης. Τις περισσότερες φορές, υπάρχει έλλειψη εμπιστοσύνης μεταξύ των διαφόρων ενδιαφερομένων όσον αφορά τις προσπάθειες συντονισμού και επικοινωνίας. Ως αποτέλεσμα, καθίσταται εξαιρετικά δύσκολη η επίτευξη συναίνεσης. ένα από τα σημαντικότερα εμπόδια της τεχνολογίας Blockchain είναι η εγγενής δυσκολία κλιμάκωσής της (Frederick et al., 2023).

Επί του παρόντος, υπάρχουν ορισμένα τεχνολογικά εμπόδια που εμποδίζουν την ενσωμάτωση της τεχνολογίας Blockchain στις τεχνολογίες της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων. Τα εν λόγω ζητήματα περιλαμβάνουν την κυριαρχία των δεδομένων τη διαλειτουργικότητα των

δεδομένων Blockchain σε διαφορετικές αλυσίδες και την ταχύτητα με την οποία επεξεργάζονται οι συναλλαγές στην τεχνολογία του Blockchain (Yu, et al., 2023).

Πιθανά προβλήματα επεκτασιμότητας της τεχνολογίας Blockchain αναφέρεται ότι μπορεί να είναι η δυσκολία να φιλοξενήσει σημαντικό όγκο δεδομένων. Επί του παρόντος, το ζήτημα αυτό μετριάζεται εν μέρει με τη χρήση μιας εξωτερικής βάσης δεδομένων για την αποθήκευση δεδομένων και την προσθήκη του κατακερματισμού των δεδομένων στο βιβλίο Blockchain (Rana et al., 2021) . Το μέγεθος των μπλοκ περιορίζεται ως αποτέλεσμα της αυξανόμενης σημασίας των συναλλαγών. Επιπλέον, όταν αυξάνεται η ποσότητα των χρηστών και των συναλλαγών, αυξάνεται και η ποσότητα των κόμβων που απαιτούνται για τη διεκπεραίωσή τους. Η ελάχιστη επεκτασιμότητα μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλο όγκο συναλλαγών, ο οποίος με τη σειρά του μπορεί να προκαλέσει επιβράδυνση του δικτύου (Mohammed et al., 2023).

Η τεχνολογία Blockchain είναι περιορισμένη ως προς την ικανότητά της να αποθηκεύει τεράστιους όγκους δεδομένων (Munir et al., 2022). Το IPFS διασφαλίζει την ασφάλεια των γεωργικών δεδομένων και επιλύει το ζήτημα της αποθήκευσης του Blockchain αποθηκεύοντας κρυπτογραφημένα αρχεία ως IPFS hashes σε έξυπνες συμβάσεις. Οι συμβατικές μέθοδοι αποθήκευσης δεδομένων καθιστούν τα δεδομένα ευάλωτα στον κίνδυνο απώλειας ή αλλαγής (Babu et al., 2023).

Πολλαπλές πρωτοβουλίες Blockchain βρίσκονται επί του παρόντος σε εξέλιξη. Τα έργα αυτά αναπτύχθηκαν χρησιμοποιώντας διάφορες γλώσσες προγραμματισμού και εκτελέστηκαν σε διαφορετικές πλατφόρμες. Τα διαφορετικά δίκτυα Blockchain δεν είναι σε θέση να δημιουργήσουν συνδέσεις λόγω της αδυναμίας τους να επικοινωνήσουν μεταξύ τους. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον διαχωρισμό των δικτύων και την ανισορροπία των πληροφοριών. Έτσι, σύμφωνα με τις συστάσεις των συγγραφέων, είναι επιτακτική ανάγκη το πρωτόκολλο επικοινωνίας να είναι συμβατό με άλλα συστήματα (Mohammed et al., 2023).

Ωστόσο, παρουσιάζει επίσης ζητήματα όπως η χρήση ανώριμης τεχνολογίας, οι αβέβαιες παράμετροι κόστους και η κατάργηση των μεσαζόντων στην αλυσίδα εφοδιασμού (Kasten, 2019). Το Διαδίκτυο των πραγμάτων επιτρέπει την ορατότητα και τη λογοδοσία σε πραγματικό χρόνο στις λειτουργίες της αλυσίδας εφοδιασμού, το οποίο ελαχιστοποιεί τη σπατάλη τροφίμων κατά 1% έως 4%. Αντιθέτως, η τεχνολογία Blockchain με τη χρήση της ιχνηλασιμότητας διευκολύνεται η ελαχιστοποίηση της σπατάλης τροφίμων κατά 1%-2% (Waughray & de Cleene, 2019).

Η χρήση της τεχνολογίας Blockchain μπορεί ενδεχομένως να θέσει σε κίνδυνο την ιδιωτικότητα των χρηστών, καθώς συνεπάγεται την αποκάλυψη πληροφοριών σχετικά με όλους τους συμμετέχοντες στο οικοσύστημα των έξυπνων συμβάσεων στην τεχνολογία κατανεμημένου λογιστικού βιβλίου (DLT) (Rana et al., 2021) .

Επιπλέον, η χρήση της τεχνολογίας Blockchain έχει εγείρει μια ουσιαστική ανησυχία σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τεχνολογία Blockchain χρησιμοποιεί ένα ανοικτό κατανεμημένο βιβλίο, επιτρέποντας σε όλους τους συμμετέχοντες στην αλυσίδα εφοδιασμού να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις δραστηριότητες των ενδιαφερομένων. Η παρουσία πολλών δικτύων εντός της αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί να δημιουργήσει κινδύνους για την προστασία της ιδιωτικής ζωής. Πρόσθετοι σημαντικοί κίνδυνοι που συνδέονται με την εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain για ανθεκτική αντίστροφη εφοδιαστική στις βιώσιμες αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων περιλαμβάνουν τους κινδύνους που ενέχει η ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (Kazancoglu et al., 2022).

Δεδομένης της καινοτομίας της τεχνολογίας Blockchain, οι ιδιοκτήτες των επιχειρήσεων δεν είναι βέβαιοι για τα πιθανά οικονομικά οφέλη που θα αντισταθμίσουν τα πρόσθετα έξοδα που προκύπτουν κατά την εφαρμογή της. Ομοίως, υπάρχει συνεχιζόμενη διαμάχη σχετικά με την εφαρμογή αυτής της έννοιας σε διάφορα έθνη, όπως η Ινδία, όπου η κυβέρνηση δεν διαθέτει ένα συνεκτικό σχέδιο για την εφαρμογή της (Frederick et al., 2023). Ωστόσο, η πλειονότητα των διαδικασιών συναίνεσης και της ροής δεδομένων στα συστήματα Blockchain είναι ειδικά σχεδιασμένα για σκοπούς κρυπτονομισμάτων και όχι για την ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού (Tsang et al., 2019).

Η εφαρμογή της Blockchain είναι μια περίπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία που απαιτεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο τεχνολογικής επάρκειας και υποδομής για τις επιχειρήσεις (Mohammed et al., 2023).

Δεδομένου του εκκολαπτόμενου χαρακτήρα της τεχνολογίας Blockchain, υπάρχει έλλειψη εξειδικευμένων ατόμων ικανών να εργαστούν και να δημιουργήσουν λύσεις βασισμένες στην τεχνολογία Blockchain. Η πλειονότητα του προσωπικού των οργανισμών πληροφορικής δεν είναι εξοικειωμένο με τα εργαλεία ανάπτυξης Blockchain, γεγονός που καθιστά αναγκαία την κατάλληλη εκπαίδευση για τη μετατροπή τους σε ειδικούς σε θέματα. Οι εταιρείες που

χρησιμοποιούν την τεχνολογία Blockchain συχνά δημιουργούν αποκλειστικές λύσεις που δεν είναι συμβατές με άλλες σύγχρονες εναλλακτικές λύσεις (Frederick et al., 2023).

Πραγματοποιήθηκε εμπειριστατωμένη ανάλυση για να εκτιμηθούν τα εμπόδια και οι δυσκολίες που αντιμετωπίζονται κατά τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain σε διάφορους κλάδους, συμπεριλαμβανομένων των κλάδων της αεροπορίας, της ναυτιλίας, της γεωργίας και των τροφίμων, της μεταποίησης, της αυτοκινητοβιομηχανίας, της φαρμακοβιομηχανίας και της κλωστοϋφαντουργίας.

Επιπλέον, η υπάρχουσα τεχνολογία μπορεί να συμβάλει στη μείωση της καταχώρησης εσφαλμένων ή δόλιων πληροφοριών, αλλά η στήριξη σε αυτήν αποτελεί ατελή λύση. Η Blockchain υπερέχει στην πιστοποίηση της ταυτότητας φυσικών ή νομικών προσώπων, αλλά μπορεί να μην είναι εξίσου αποτελεσματική στην επαλήθευση της ακρίβειας ή της φύσης των πληροφοριών που επικυρώνονται. Επιπλέον, η τεχνολογία αισθητήρων είναι ευάλωτη σε πιθανές απόπειρες πειρατείας. Τελικά, οι συγκεκριμένες τεχνολογίες αισθητήρων θα χρειαστούν περαιτέρω βελτίωση προκειμένου να είναι οικονομικά εφικτές σε διάφορες αγορές (Waghray & de Cleene, 2019).

Η υιοθέτηση της τεχνολογίας Blockchain έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει σε σημαντικά ποσοστά ανεργίας. Επιπλέον, η επιτυχής εφαρμογή της, ιδίως σε φτωχότερες χώρες, θα καταστήσει αναγκαία την κρατική βοήθεια (Zhang, et al., 2022).

Ένα πρόσθετο ζωτικό στοιχείο της εφαρμογής της τεχνολογίας Blockchain είναι η θέσπιση πολιτικών και κανονιστικού πλαισίου. Το θέμα της εφαρμογής της τεχνολογίας Blockchain είναι ένα θέμα για το οποίο οι επαγγελματίες της πολιτικής και της τεχνικής έχουν διαφορετικές απόψεις. Κατά συνέπεια, η παρουσία ρυθμιστικών εμποδίων έχει εμποδίσει την εκτεταμένη εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain. Επιπλέον, υπάρχει έλλειψη συγκεκριμένων κριτηρίων και προϋποθέσεων για την εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain σε αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων (Mohammed et al., 2023).

Το ποικίλο φάσμα των οριακών συνθηκών υποδεικνύει ότι οι οργανωτικές τροποποιήσεις είναι απαραίτητες πριν από την επιτυχή εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού. Αυτή η ανακάλυψη μπορεί να διευκρινίσει τον λόγο για τον οποίο πολλές πρωτοβουλίες τεχνολογίας Blockchain βρίσκονται ακόμη σε πειραματικό στάδιο. Πριν από τη χρήση της τεχνολογίας του Blockchain, είναι επιτακτική ανάγκη να δημιουργηθεί μια

σχολαστικά δομημένη και ομοιόμορφη αλυσίδα εφοδιασμού που να περιλαμβάνει όλους τους εσωτερικούς και εξωτερικούς ενδιαφερόμενους. Οι οριακές συνθήκες μπορεί να είναι εφαρμόσιμες σε διαφορετικούς τομείς, αλλά θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα μοναδικά χαρακτηριστικά κάθε τομέα. Για παράδειγμα, στο συγκεκριμένο σενάριό μας, οι διατροφικοί περιορισμοί διαφόρων εθνών που αποτελούν μέρος της αλυσίδας εφοδιασμού έχουν σημαντικό αντίκτυπο, ενώ σε άλλες αλυσίδες εφοδιασμού αυτό μπορεί να μην ισχύει. Ο κατάλογος των οριακών συνθηκών χρησιμεύει ως εργαλείο για τον εντοπισμό των αναγκαίων τροποποιήσεων σε μια αλυσίδα εφοδιασμού πριν από την υιοθέτηση της τεχνολογίας του Blockchain (Behnkea & Janssen, 2019).

Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών είναι γεμάτη δυσκολίες, και η Blockchain δεν αποτελεί εξαίρεση. Τα οφέλη της τεχνολογίας μπορούν να αξιοποιηθούν μόνο όταν αντιμετωπιστεί επιτυχώς ένα πλήθος προκλήσεων. Τα εμπλεκόμενα μέρη πρέπει να έχουν βαθιά κατανόηση αυτών των δυσκολιών και να κάνουν τα κατάλληλα σχέδια (Kouhizadeh et al., 2020).

2.9 Ανάλυση SWOT

Η αλυσίδα εφοδιασμού ευπαθών τροφίμων είναι ένας πολύπλοκος τομέας της διαχείρισης της αλυσίδας εφοδιασμού που παρουσιάζει ευκαιρίες και προκλήσεις. Είναι περιζήτητη λόγω των δυνατοτήτων της για καλύτερη διασφάλιση της ποιότητας, γρήγορη ανταλλαγή πληροφοριών και ικανοποίηση αυστηρών κριτηρίων χειρισμού (Tsang et al., 2019).

Επικεντρώνουμε την έρευνά μας στην αλυσίδα εφοδιασμού τροφίμων και εντοπίζουμε τις προκλήσεις που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας Blockchain σε αυτόν τον κλάδο. Η εισαγωγή της τεχνολογίας Blockchain στις επιχειρήσεις της αλυσίδας εφοδιασμού τροφίμων έχει βελτιώσει την αποτελεσματικότητα, έχει εξασφαλίσει ασφαλέστερη ανταλλαγή δεδομένων και έχει επεκτείνει την περιοχή εφαρμογής (Yu, et al., 2023).

Η ανάλυση Δυνατών Σημείων, Αδυναμιών, Ευκαιριών και Απειλών (SWOT) αποκαλύπτει τα δυνατά και αδύνατα σημεία της εφαρμογής της τεχνολογίας Blockchain στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων (Li et al. 2021).

- Δύναμη (Strengths): Η τεχνολογία Blockchain επιτρέπει τη δημιουργία μιας διαφανούς και αποκεντρωμένης πλατφόρμας για αυτοματοποιημένη επικοινωνία και ανταλλαγή

πληροφοριών (Li et al. 2021), ευνοώντας την ιχνηλασιμότητα (Elrouby & Ismael, 2021). Αυτό ευνοεί την ανάπτυξη μιας πιο έμπιστης (Elrouby & Ismael, 2021) και αξιόπιστης σχέσης μεταξύ των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού, οδηγώντας σε μεγαλύτερη σταθερότητα, ασφάλεια (Li et al. 2021) και υψηλής ποιότητας στις αλυσίδες εφοδιασμού (Kasten, 2019). Οι κρυπτογραφικές λειτουργίες της Blockchain μπορούν να ενισχύσουν τις αλυσίδες εφοδιασμού, οδηγώντας σε πιο απλοποιημένες συναλλαγές (Li et al. 2021) και μείωση της παραχάραξης (Elrouby & Ismael, 2021).

- Ευκαιρίες (Opportunities): Blockchain χρησιμεύει ως σημείο εισόδου σε πολυάριθμες τεχνολογίες αιχμής. Η Blockchain μπορεί να συνδυαστεί με άλλες τεχνολογίες για να διευκολύνει την απόκτηση, τη μετάδοση και την επεξεργασία δεδομένων μέσω ενός δικτύου, εξαλείφοντας την ανάγκη άμεσης αλληλεπίδρασης ανθρώπου ή ανθρώπου-υπολογιστή (Li et al., 2021). Είναι μια σημαντικά απλούστερη και αποτελεσματικότερη προσέγγιση για την εξέταση των δεδομένων και των διαδικασιών που είναι υπεύθυνες για τη δημιουργία τους (Kasten, 2019). Βελτιώνει τις διαδικασίες εφοδιαστικής αλυσίδας, βελτιώνει τις αγορές και την εμπειρία των πελατών, αυξάνει την ασφάλεια των προϊόντων (Elrouby & Ismael, 2021).

- Αδυναμίες (Weaknesses): Οι επόμενοι περιορισμοί πρέπει να ληφθούν υπόψη πριν από τη χρήση του Blockchain (Li et al., 2021). Αρχικά, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι το Blockchain βρίσκεται σήμερα σε εκκολαπτόμενο στάδιο και απαιτεί ουσιαστική πρόοδο πριν από την επίτευξη πλήρους λειτουργικότητας (Li et al., 2021). Επιπλέον, η περίπλοκη φύση της τεχνολογίας Blockchain και η απουσία ρυθμιστικών πλαισίων ενδέχεται να αποθαρρύνουν την ευρεία αποδοχή της (Li et al., 2021). Υπάρχει έλλειψη ευαισθητοποίησης σχετικά με την τεχνολογία (Elrouby & Ismael, 2021). Επιπλέον, δεν είναι εφικτό για μια μοναχική οντότητα να εκτελέσει την τεχνολογία Blockchain εντός μιας αλυσίδας εφοδιασμού (Li et al., 2021). Απαιτείται η συναίνεση και η συμμετοχή όλων των μερών (Li et al., 2021). Πράγμα που δημιουργεί πολυπλοκότητα στην ανταλλαγή δεδομένων (Elrouby & Ismael, 2021) και τα μέλη αφιερώνουν σημαντικό χρόνο στην επαλήθευση των αρχείων, αλλά δεν έχουν την ικανότητα να εξετάζουν τα συστήματα (Kasten, 2019). Επιπλέον, η κατασκευή ενός δικτύου Blockchain συνεπάγεται σημαντικές δαπάνες και η διαδικασία επεξεργασίας συναλλαγών στο πλαίσιο ενός συστήματος Blockchain απαιτεί σημαντική ποσότητα ενέργειας (Li et al., 2021). Τελικά, είναι απαραίτητο να πειστούν και να ενημερωθούν οι ενδιαφερόμενοι φορείς για τα

πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Blockchain και τις οικονομικές προεκτάσεις της (Li et al. 2021).

- Απειλές (threats): Η τεχνολογία Blockchain στερείται πλέον κανονισμών. Διάφορες ομάδες συμφερόντων τάσσονται υπέρ της θέσπισης ολοκληρωμένων κανόνων, ιδίως οι επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν προκλήσεις από την τεχνολογία Blockchain (Li et al., 2021). Υπάρχει η απαίτηση υψηλών επενδύσεων για την υλοποίηση της τεχνολογίας, η απαίτηση υψηλής συνεργασίας μεταξύ των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού, καθώς και επιπτώσεις στην αβεβαιότητα (Elrouby & Ismael, 2021). Οι περιορισμένοι διαθέσιμοι πόροι ενδέχεται να επιβαρυνθούν περαιτέρω, θέτοντας έτσι σε κίνδυνο την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας επιθεώρησης (Kasten, 2019).

Είναι ζωτικής σημασίας να αξιολογηθεί και να επιλεγεί η καταλληλότερη τεχνολογία Blockchain και να κατασκευαστούν αποτελεσματικά οι αλυσίδες εφοδιασμού που ενσωματώνουν Blockchain (Li et al. 2021).

3. Προτεινόμενη Μέθοδος

Πραγματοποιήθηκε έρευνα σε 2466 εταιρείες ιδιωτικού τομέα, από τις οποίες ανταποκρίθηκαν με τη συμμετοχή τους απαντώντας στο ερωτηματολόγιο οι 191 εταιρείες. Το σύνολο των εταιριών αυτών επιλέχθηκε προκειμένου να καλυφθεί ως κριτήριο η κάθε κατηγορία: πρωτογενή τομέα, δευτερογενή τομέα, τριτογενή τομέα, διαχείρισης αποβλήτων και εταιρείες συσκευασίας. Για τον σκοπό της έρευνας δημιουργήθηκε ερωτηματολόγιο με τη χρήση της υπηρεσίας Forms της Google. Η έρευνα είναι πλήρως ανώνυμη και δεν απαιτείται κανένα στοιχείο από τις εταιρείες που αποδέχτηκαν να συμμετάσχουν. Τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά και μόνο στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής, αλλά και στην συγγραφή επιστημονικής δημοσίευσης, εάν και εφόσον αυτό κριθεί απαραίτητο. Επιπρόσθετα, τα αποτελέσματα θα παραμείνουν αποθηκευμένα για τρία (3) έτη.

Η ανάλυση των ποσοτικών δεδομένων έγιναν με χρήση Tableau Public 2024.1 και Microsoft Excel, ενώ των ποιοτικών δεδομένων με παρατηρήσεις και μελέτες περίπτωσης.

Για την διεξαγωγή της ανάλυσης χρησιμοποιείται το στατιστικό τεστ Chi-square που εφευρέθηκε από τον Karl Pearson το 1904 για να αντιμετωπίσει σημαντικές διαφορές στους πίνακες έκτακτης ανάγκης. Ένας πίνακας έκτακτης ανάγκης είναι ένας τρόπος οργάνωσης των δεδομένων καταμέτρησης με τέτοιο τρόπο ώστε η κατανομή συχνότητας μιας ποιοτικής μεταβλητής να καταγράφεται σε πίνακα κατά μήκος της κατανομής συχνότητας μιας άλλης ποιοτικής μεταβλητής. Οι σειρές αντιπροσωπεύουν τις διαφορετικές καταστάσεις μιας ονομαστικής μεταβλητής, οι στήλες αντιπροσωπεύουν τις καταστάσεις μιας άλλης ονομαστικής μεταβλητής και τα κελιά περιέχουν τους ακέραιους αριθμούς εμφανίσεων αυτής της συγκεκριμένης κατάστασης (σειρά, στήλη) των δύο μεταβλητών (Barcelo, 2018).

Επειδή ο Pearson υποστήριξε τον έλεγχο σημασίας μηδενικής, μια τιμή $P < 5\%$ έχει γίνει το κατώφλι για τον προσδιορισμό της στατιστικής σημασίας (In & Lee, 2024). Η πλειοψηφία των στατιστικών αναλύσεων περιλαμβάνει συγκρίσεις, προφανώς μεταξύ θεραπειών ή μεταξύ ομάδων ατόμων. Η αριθμητική τιμή που αντιστοιχεί στη σύγκριση ενδιαφέροντος ονομάζεται συχνά αποτέλεσμα ή συσχέτιση. Στη μηδενική υπόθεση, δηλώνουμε ότι η επίδραση (ή η συσχέτιση) του ενδιαφέροντος είναι μηδενική. Αυτή η στατιστική μηδενική υπόθεση είναι συνήθως η άρνηση της ερευνητικής υπόθεσης (η εναλλακτική υπόθεση συνήθως διατυπώνεται ως αποτέλεσμα ή συσχετισμός διαφορετικό από το μηδέν). Η τιμή P είναι η πιθανότητα να ληφθεί μια διαφορά τόσο μεγάλη όσο αυτή που παρατηρείται στην πραγματικότητα εάν η μηδενική υπόθεση ήταν αληθινή. Κατά την ερμηνεία των τιμών P , συσχετίζουμε τα δεδομένα μας με την πιθανή διακύμανση σε ένα δείγμα λόγω τύχης όταν η μηδενική υπόθεση είναι αληθής στον πληθυσμό. Είναι σημαντικό, όσο μικρότερη είναι η τιμή P , τόσο ισχυρότερη είναι η απόδειξη ενάντια στη μηδενική υπόθεση (π.χ. όσο πιο πειστικά είναι τα στοιχεία ότι μπορεί να υπάρχει πραγματικά διαφορά) (Rossello, 2023).

3.1 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ερωτήσεις κλειστού τύπου κυρίως με την προϋπόθεση απάντησης ανοικτού τύπου σε περιπτώσεις που η επιχείρηση ενδέχεται να μην την καλύπτουν οι πιθανές απαντήσεις του ερωτηματολογίου. Κάποιες ερωτήσεις απαντώνται επιλεκτικά ενώ σε άλλες δίνεται η δυνατότητα της πολλαπλής επιλογής.

Το συνολικό ερωτηματολόγιο, παρουσιάζεται στο Παράρτημα Ι, ενώ ο ορισμός της τεχνολογίας Blockchain, όπως αυτός παρέχεται εντός του ερωτηματολογίου, στο Παράρτημα ΙΙ.

Οι ερωτήσεις που περιέχονται στο ερωτηματολόγιο είναι 28 συνολικά. Υπάρχουν 4 κατηγορίες προκειμένου να εξαχθούν συμπεράσματα. Αυτές είναι οι ακόλουθες:

- Γενικές ερωτήσεις με στοιχεία και πληροφορίες του υπεύθυνου της επιχείρησης ή απλώς του ατόμου που συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο και πληροφορίες ως έχει της επιχείρησης που εργάζεται (8 ερωτήσεις).
- Γενικές γνώσεις και απόψεις όσον αφορά την τεχνολογία του Blockchain (4 ερωτήσεις), σημειώνεται πως σε αυτό το σημείο παρέχεται βοηθητικά ο ορισμός της τεχνολογίας του Blockchain.
- Εταιρικό προφίλ, ο τρόπος που θα επηρεαζόταν η εταιρεία και οι τεχνολογικές εφαρμογές, πως θα επηρέαζαν την ποιότητα και η ασφάλεια τροφίμων (8 ερωτήσεις).
- Υιοθέτηση της τεχνολογίας του Blockchain και προκλήσεις (8 ερωτήσεις).

3.2 Κατηγοριοποίηση Απαντήσεων

Για να οριστεί το κατάλληλο δείγμα απαντήσεων, πραγματοποιήθηκε δημιουργία λίστας εταιρειών με την προϋπόθεση να καλυφθεί ένα μεγάλο μέρος από όλες τις κατηγορίες εταιρειών που εμφανίζουν ενδιαφέρον. Το ερωτηματολόγιο στάλθηκε σε ελληνικές επιχειρήσεις και ουσιαστικά απευθύνθηκε στις εξής κατηγορίες εταιρειών:

- α) σε εταιρείες παραγωγής τροφίμων πρωτογενούς τομέα, όπως είναι η καλλιέργεια δημητριακών, η εκτροφή ζώων για παραγωγή γάλατος ή για σφαγή και πώληση κρέατος, οι ιχθυοκαλλιέργειες,
- β) σε εταιρείες παραγωγής τροφίμων δευτερογενούς τομέα, όπως βιομηχανίες τροφίμων, βιοτεχνίες τροφίμων, ατομικές επιχειρήσεις επεξεργασίας τροφίμων, επιχειρήσεις τυποποίησης τροφίμων,
- γ) σε εταιρείες μεταφοράς και διανομής τροφίμων και συσκευασιών (logistics),
- δ) σε εταιρείες συλλογής και επεξεργασίας αποβλήτων, όπως η συλλογή λαδιού,
- ε) σε εταιρείες παραγωγής α' και β' συσκευασίας τροφίμων.

3.3 Στατιστική Ανάλυση

Το δείγμα που απάντησε αντιπροσωπεύει συμμετέχοντες στα εξής ποσοστά:

Κατηγορίες εταιρειών	Συχνότητα	Ποσοστά συμμετοχής
Πρωτογενούς τομέα	24	12,57 %
Δευτερογενούς τομέα	137	71,73 %
Τριτογενούς τομέα	8	4,19 %
Εταιρείες συλλογής και επεξεργασίας αποβλήτων	2	1,05 %
Εταιρείες παραγωγής α και β συσκευασίας τροφίμων	11	5,76 %
Εμπόριο-Χονδρέμποροι-Ηλεκτρονικό εμπόριο	5	2,62 %
Πρωτογενής & Δευτερογενής τομέας	2	1,05 %
Σύλλογος/Οργάνωση	2	1,05 %
Σύνολο	191	100,00%

Πίνακας 2 Συχνότητα και ποσοστά συμμετοχής εταιρειών ανά κατηγορία

Στον πίνακα 2 εμφανίζονται περισσότερες από τις 5 κατηγορίες που δηλώνονταν εξ αρχής στην ερώτηση 4 του ερωτηματολογίου (βλ. Παράτημα Ι), δηλαδή Εμπόριο-Χονδρέμποροι-Ηλεκτρονικό εμπόριο, Πρωτογενής & Δευτερογενής τομέας και Σύλλογος/Οργάνωση. Αυτό συνέβη διότι υπήρχαν εταιρείες οι οποίες δεν θεώρησαν ότι τους καλύπτουν οι δοθέντες κατηγορίες και θέλησαν να επισημάνουν ξεχωριστά τις εταιρείες του ως διαφορετικό είδος κατηγορίας.

Παρατηρήθηκε ότι 16 συμμετέχοντες μεταφέρθηκαν στον σύνδεσμο του ορισμού της τεχνολογίας του Blockchain, καθώς όταν επιλέγεται ο σύνδεσμος ορισμού Blockchain (βλ. Παράτημα ΙΙ) το google forms εμφανίζει τον αριθμό των ατόμων που έχεις επιλέξει την υπερσύνδεση.

Οφείλεται να σχολιαστεί ότι αρκετές εταιρείες έδειξαν ενδιαφέρον να επικοινωνήσουν ύστερα από την λήψη του ερωτηματολογίου. Ένα απλό θέμα που συζητήθηκε ήταν η υποβολή του ερωτηματολογίου και ευχαριστήριοι χαιρετισμός. Από τα πιο συνηθισμένα θέματα ήταν η

άρνηση συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου. Τα εμπόδια που προέκυπταν σύμφωνα με τις επιχειρήσεις ήταν η επιβαρυνόμενη χρονική περίοδος εργασίας, ότι το ερωτηματολόγιο δεν απευθυνόταν στην κατηγορία επιχείρησης ή αντικειμένου (π.χ. εμφιαλωτήριο, εταιρεία διαχείριση αποβλήτων, εμπορικός αντιπρόσωπος σε οίκους του εξωτερικού) και άλλοι ότι δεν ήταν σε θέση να συμπληρώσουν αντίστοιχες έρευνες, καθώς η επικοινωνία με την επιχείρηση αφορούσε μόνο θέματα εξυπηρέτησης πελατών ή Marketing & Πωλήσεων.

Τέλος, μία επιχείρηση επικοινωνήσε και σχολίασε τις απαντήσεις του στο e-mail με βάση τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου που τον ενδιέφεραν και ανταποκρίνονταν καλύτερα ως προς την παραγωγική διαδικασία του προϊόντος του. Έδειξε ενδιαφέρον σε ένα αυτόματο σύστημα lot number και στην τεχνολογία τύπου RFID, αλλά όχι στην τεχνολογία του Blockchain, διότι υποστηρίζει πως το σύστημα δεν θα μπορούσε να τοποθετηθεί στην παραγωγική διαδικασία και να αντέχει τις εναλλαγές των θερμοκρασιών και ταυτόχρονα να είναι αυτόματο.

3.4 Συγκριτική Ανάλυση

Το δείγμα της έρευνας αποτελείται από 191 συμμετέχοντες, οι οποίοι δραστηριοποιούνται σε διάφορες εταιρείες της Ελλάδας. Ζητήθηκε να συμπληρωθεί ερωτηματολόγιο από διοικητικό προσωπικό ή υπευθύνους του τμήματος ποιοτικού ελέγχου για καλύτερα στατιστικά αποτελέσματα. Παρακάτω εμφανίζονται τρεις πίνακες, οι οποίοι απεικονίζουν το προφίλ των συμμετεχόντων.

Τα παρακάτω αποτελέσματα αποτελούν στοιχεία πληροφοριών, όπως τα έχουν δηλώσει οι ερωτώμενοι. Συγκεκριμένα έχει δηλωθεί το φύλο που ανήκουν, η ηλικιακή ομάδα που ανήκουν και το επίπεδο μόρφωσής τους. Αυτά είναι κάποια μέτρα ως προς την εσωτερική ενημέρωση του προσωπικού των επιχειρήσεων και το επίπεδο εμπειρίας τους.

Φύλο	Συχνότητα	Ποσοστό
Θήλυ	69	36,13
Άρρεν	122	63,87
Σύνολο	191	100,00

Πίνακας 3 Φύλο συμμετεχόντων

Στον πίνακα 3 εμφανίζεται το φύλο που δηλώθηκε από τους συμμετέχοντες του ερωτηματολογίου. Φαίνεται ότι συμμετείχαν 69 γυναίκες με ποσοστό 36,13% και 122 άνδρες με ποσοστό 63,87% από το συνολικό αριθμό συμμετεχόντων. Η συμμετοχή των ανδρών είναι άκρως πιο αισθητή και αυτό δείχνει να κυριαρχεί σε θέσεις διοικητικού προσωπικού.

Ηλικιακή ομάδα	Συχνότητα	Ποσοστό
18-29	22	11,52
30-49	125	65,45
50-60	34	17,80
60+	10	5,24

Πίνακας 4 Ηλικιακή ομάδα συμμετεχόντων

Οι ηλικιακές ομάδες που αναπτύχθηκαν ήταν τέσσερις, όπως φαίνεται στον πίνακα 4. Αυτές αφορούσαν ηλικίες μεταξύ 18 έως 29, ηλικίες 30 έως 49, ηλικίες 50 έως 60 και 60 συν. Όσον αφορά την πρώτη ηλικιακή ομάδα η συχνότητα ήταν μικρή προς μέτρια με 22 συμμετοχές και ποσοστό 11,52%. Η δεύτερη ομάδα μεταξύ 30 έως 49 είχε την υψηλότερη συμμετοχή με αριθμό 122 και ποσοστό 65,45%. Η τρίτη ομάδα με μέτρια συχνότητα, συγκεκριμένα 34 συμμετέχοντες με ποσοστό 17,80%, ενώ η τέταρτη ομάδα ηλικίας 60 συν εμφάνισε τις λιγότερες συμμετοχές με 10 άτομα και ποσοστό 5,24%.

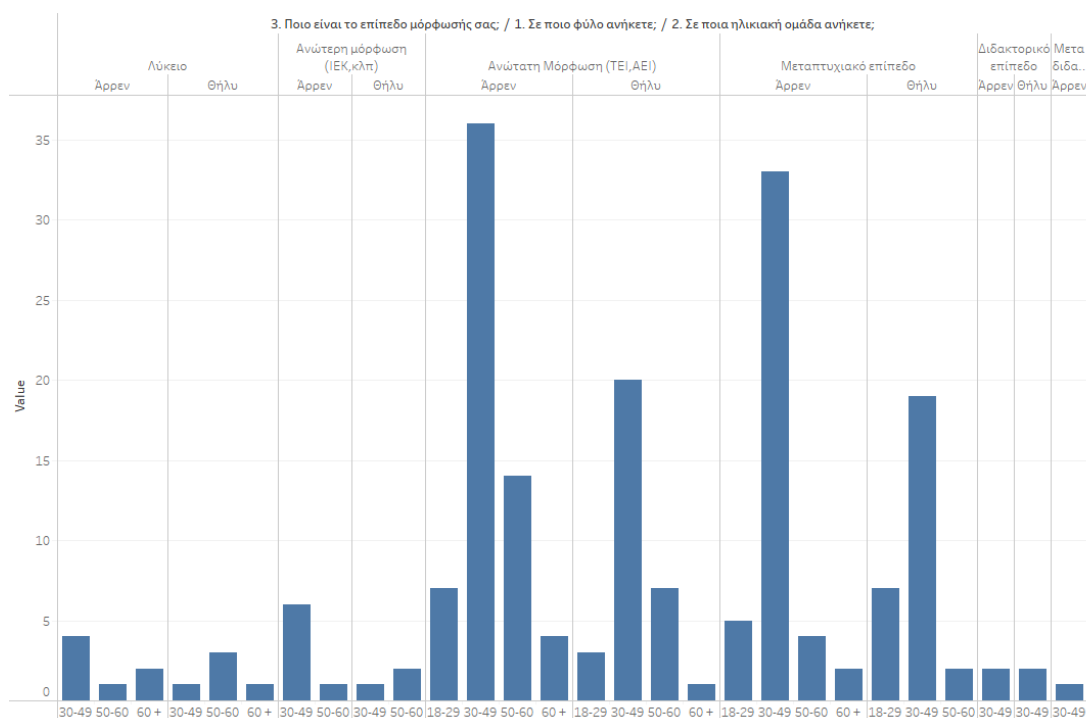
Μορφωτικό επίπεδο	Συχνότητα	Ποσοστό
Λύκειο	12	6,28
Ανώτερη μόρφωση (ΙΕΚ, κλπ)	10	5,24
Ανώτατη μόρφωση (ΤΕΙ, ΑΕΙ)	92	48,17
Μεταπτυχιακό επίπεδο	72	37,70
Διδακτορικό επίπεδο	4	2,09
Μεταδιδακτορικό επίπεδο	1	0,52

Πίνακας 5 Μορφωτικό επίπεδο συμμετεχόντων

Ο πίνακας 5 εμφανίζει το μορφωτικό επίπεδο των συμμετεχόντων από το μικρότερο επίπεδο προς το μεγαλύτερο. Συγκεκριμένα τα επίπεδα είναι Λύκειο, Ανώτερη μόρφωση (ΙΕΚ, κλπ), Ανώτατη μόρφωση (ΤΕΙ, ΑΕΙ), Μεταπτυχιακό επίπεδο, Διδακτορικό επίπεδο, Μεταδιδακτορικό επίπεδο. Το επίπεδο Λυκείου κατέχει 12 συμμετοχές με 6,28% ποσοστό. Η

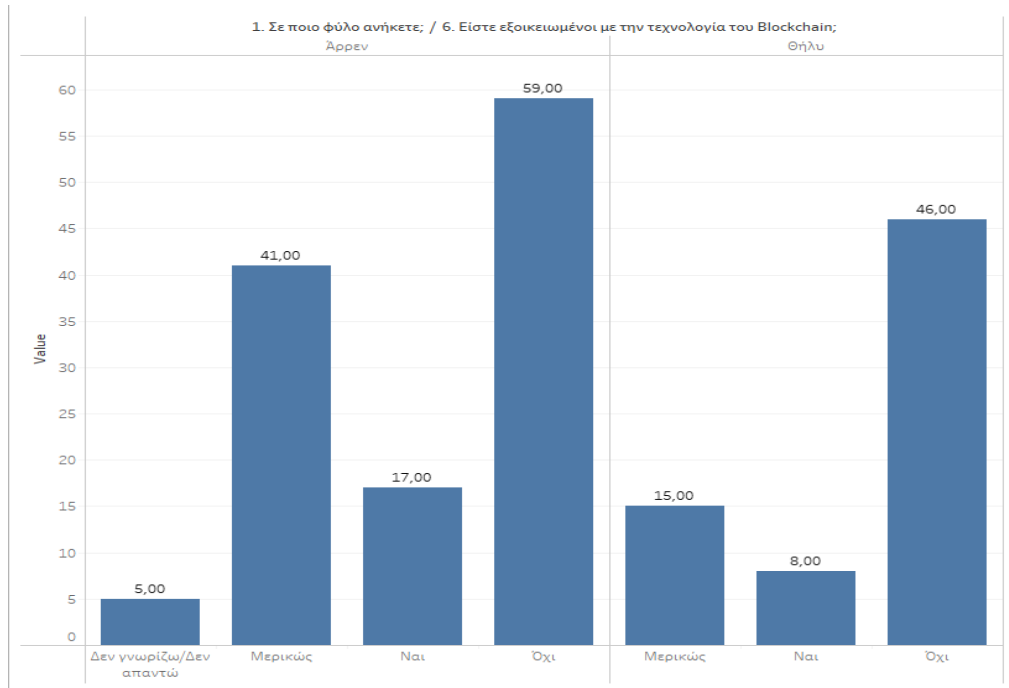
ανώτερη εκπαίδευση (ΙΕΚ,κλπ) έχει λίγο μικρότερη συμμετοχή από εκείνη του Λυκείου με συχνότητα 10 και ποσοστό 5,24%. Η ανώτατη εκπαίδευση (ΤΕΙ,ΑΕΙ) κατέχει τη μεγαλύτερη συμμετοχή με 92 συχνότητα και ποσοστό 48,17%, ενώ αμέσως ακολουθεί το μεταπτυχιακό επίπεδο με λίγο μικρότερη συμμετοχή των 72 με ποσοστό 37,70%. Τις λιγότερες συμμετοχές εμφάνισαν το Διδακτορικό και Μεταδιδακτορικό επίπεδο με συχνότητα 4 και 1 αντίστοιχα και ποσοστά 2,09% και 0,52% αντίστοιχα.

Παρατηρείται ότι το ανδρικό φύλο των συμμετεχόντων του ερωτηματολογίου, που πιθανότατα αφορά υπευθύνους των επιχειρήσεων, επικρατεί με 63,87% στις επιχειρήσεις επεξεργασίας τροφίμων, η συχνότερη ηλικιακή ομάδα είναι μεταξύ 30 με 49 ετών με ποσοστό 65,45% και το επικρατέστερο επίπεδο μόρφωσης είναι της ανώτατης μόρφωσης (ΤΕΙ,ΑΕΙ) στο 48,17%, με δεύτερο να ακολουθεί με μικρή διαφορά το μεταπτυχιακό επίπεδο στο 37,70%. Στο διάγραμμα 1 απεικονίζεται η σχέση μεταξύ του φύλου, της ηλικίας και του επιπέδου μόρφωσης των συμμετεχόντων.



Διάγραμμα 1 Η σχέση μεταξύ του φύλου, της ηλικίας και του επιπέδου μόρφωσης των συμμετεχόντων,
Tableau Public 2024.1

Με βάση αυτούς τους τρεις παράγοντες (φύλο, ηλικία, μόρφωση) θα διερευνήσουμε τις επιρροές των συμμετεχόντων πάνω σε διάφορες περιπτώσεις, προκειμένου να φανεί η σημαντικότητά τους.



Διάγραμμα 2 Συσχέτιση φύλου με εξοικείωσης της τεχνολογίας του Blockchain, Tableau Public 2024.1

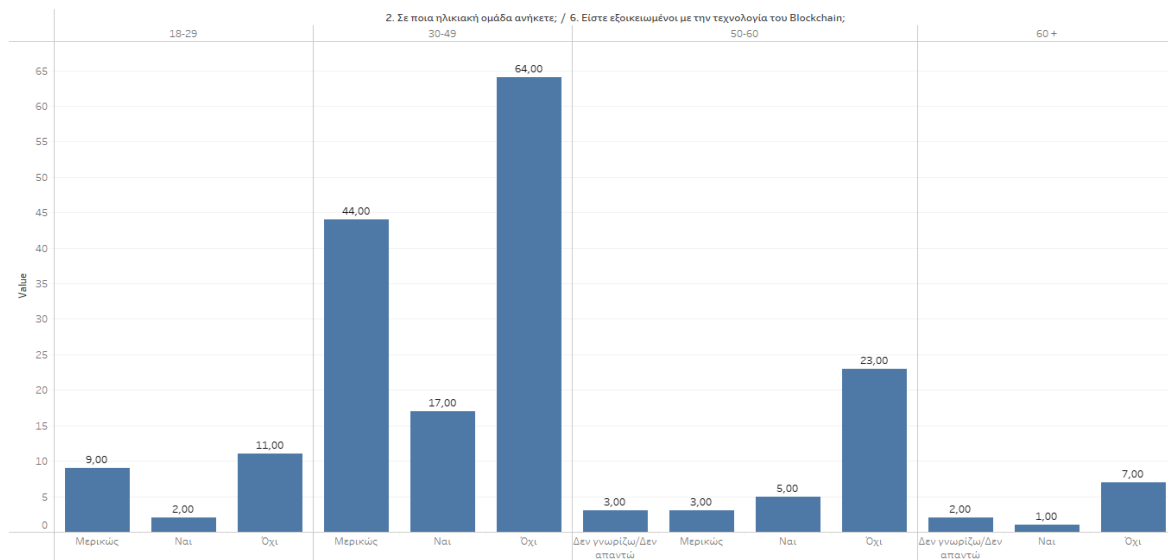
Ξεκινώντας με το φύλο ελέγχουμε την επιρροή του με βάση την εξοικείωση των ερωτηθέντων με την τεχνολογία του Blockchain, όπως εμφανίζεται στο διάγραμμα 2. Η συγκεκριμένη συσχέτιση αφορά τις ερωτήσεις 1 και 6 του ερωτηματολογίου με βάση τη συχνότητα των απαντήσεων, όπως εμφανίζονται και στον πίνακα 6. Οι επιλογές των συμμετεχόντων ήταν μεταξύ: Ναι – Μερικώς – Όχι – Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ.

Α/Α	1. Σε ποιο φύλο ανήκετε;	6. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία του Blockchain;			
		Όχι	Μερικώς	Ναι	Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
1	Άρρεν	59	41	17	5
2	Θήλυ	46	15	8	0

Πίνακας 6 Συχνότητα εξοικείωσης της τεχνολογίας Blockchain με βάση το φύλο

Παρατηρείται ότι ανεξαρτήτως φύλου (άνδρα ή γυναίκα) η εξοικείωση των συμμετεχόντων από αύξοντα προς φθίνοντα αριθμό αναλογεί ως εξής: Όχι – Μερικώς – Ναι – Δεν

γνωρίζω/Δεν απαντώ. Ουσιαστικά η συχνότητα κυμαίνεται παρόμοια με αριθμό 59 και 46 για την επιλογή «Όχι» για άνδρες και γυναίκες αντίστοιχα. Σε συνέχεια, με αριθμό 41 και 15 για την επιλογή «Μερικώς» για άνδρες και γυναίκες αντίστοιχα. Ο αριθμός εξοικείωσης με την τεχνολογία του Blockchain ήταν 17 και 8 για την επιλογή «Ναι» για άνδρες και γυναίκες αντίστοιχα. Στην επιλογή «Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ» υπήρξαν μόνο 5 συμμετοχές και αφορούν μόνο το φύλο Άρρεν. Φαίνεται να υπάρχει μικρή εξοικείωση με την τεχνολογία αλλά τα δεδομένα δεν εμφανίζουν έντονη επιρροή όσον αφορά το φύλο των συμμετεχόντων.



Διάγραμμα 3 Συσχέτιση ηλικιακής ομάδας με εξοικείωση της τεχνολογίας του Blockchain, Tableau Public 2024.1

Έπειτα, ελέγχεται η ηλικιακή ομάδα και την επιρροή της με βάση την εξοικείωση των ερωτηθέντων με την τεχνολογία του Blockchain, όπως εμφανίζεται στο διάγραμμα 3. Η συγκεκριμένη συσχέτιση αφορά τις ερωτήσεις 2 και 6 του ερωτηματολογίου με βάση τη συχνότητα των απαντήσεων, όπως εμφανίζονται και στον πίνακα 7. Οι επιλογές των συμμετεχόντων ήταν ομοίως μεταξύ: Ναι – Μερικώς – Όχι – Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ.

Α/Α	2. Σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε;	6. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία του Blockchain;			
		Όχι	Μερικώς	Ναι	Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
1	18 - 29	11	9	2	0
2	30 - 49	64	44	17	0
3	50 - 60	23	3	5	3

4	60 +	7	0	1	2
---	------	---	---	---	---

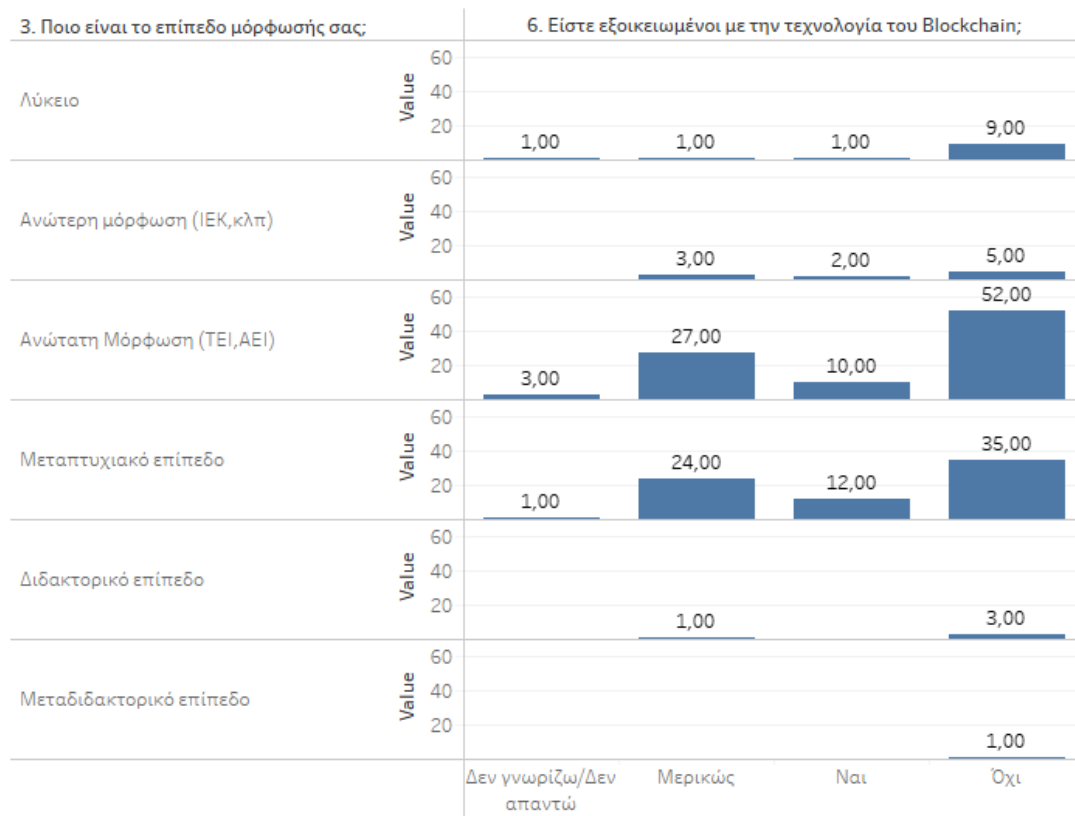
Πίνακας 7 Συχνότητα εξοικείωσης της τεχνολογίας Blockchain με βάση την ηλικιακή ομάδα

Παρατηρείται ότι εμφανίζεται επίσης ανεξαρτησία σχετικά με την ηλικία και την εξοικείωση των συμμετεχόντων από αύξοντα προς φθίνοντα αριθμό αναλογεί ως εξής: Όχι – Μερικώς – Ναι – Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ. Παρόλο που οι περισσότεροι συμμετέχοντες βρίσκονται στην ηλικιακή ομάδα από 30 έως 49, δηλαδή σε μία ομάδα με ολοκληρωμένο κύκλο σπουδών και όρεξη για εξέλιξη, δεν εμφανίζει ουσιαστική μεγάλη διαφορά συχνότητα στην επιλογή «Ναι». Βέβαια συγκρίνοντας την επιλογή «Μερικώς» εξοικείωσης διαπιστώνεται ότι υπάρχει κάποια συσχέτιση με την ηλικία, καθώς υπάρχει μία εμφανή διαφορά. Πιο συγκεκριμένα, η συχνότητα της επιλογής «Ναι» για την ηλικιακή ομάδα 30-49 είναι 17, ενώ για τις 18-29, 50-60 και 60+ είναι 2, 5 και 1 αντίστοιχα. Σε συνέχεια, με αριθμό συχνότητας 44 για την επιλογή «Μερικώς» για τις ηλικίες 30-49, ενώ για τις 18-29, 50-60 και 60+ είναι 9, 3 και 0 αντίστοιχα. Ο αριθμός μη εξοικείωσης με την τεχνολογία του Blockchain, δηλαδή «Όχι», είναι 64 για την ηλικιακή ομάδα 30-49 και για τις 18-29, 50-60 και 60+ είναι 11, 23 και 7 αντίστοιχα. Στην επιλογή «Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ» υπήρξαν απαντήσεις μόνο με 3 και 2 συμμετοχές, οι οποίες αφορούν μόνο τις ηλικιακές ομάδες 50-60 και 60+. Φαίνεται να υπάρχει μέτρια εξοικείωση με την τεχνολογία την ηλικιακή ομάδα 30-49, αλλά τα δεδομένα δεν εμφανίζουν έντονη επιρροή όσον αφορά την ηλικία των συμμετεχόντων.

Τέλος, ελέγχεται ο τρίτος παράγοντα, δηλαδή το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων με την επιρροή της με βάση την εξοικείωση τους με την τεχνολογία του Blockchain, όπως εμφανίζεται στο διάγραμμα 4. Η συγκεκριμένη συσχέτιση αφορά τις ερωτήσεις 3 και 6 του ερωτηματολογίου με βάση τη συχνότητα των απαντήσεων. Οι επιλογές των συμμετεχόντων ήταν ομοίως μεταξύ: Ναι – Μερικώς – Όχι – Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ.

Όσον αφορά το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων η τεχνολογία Blockchain παρατηρείται να μην έχει διαδοθεί ακόμα στις εταιρείες τροφίμων της Ελλάδας και επίσης δεν φαίνεται να έχει επιρροή ως προς την εξοικείωση των συμμετεχόντων με την τεχνολογία. Σε συχνότητα 10 Ανώτατης μόρφωσης (ΤΕΙ,ΑΕΙ) και 12 Μεταπτυχιακού επιπέδου αναφέρεται ότι είναι «Ναι» υπάρχει εξοικείωση με την τεχνολογία, ενώ συμμετέχοντες ισχυρίζονται ότι είναι μερικώς εξοικειωμένοι σε συχνότητα 27 και 24 αντιστοίχως μόρφωσης. Φυσικά ο μεγαλύτερος αριθμός όλων των επιπέδων μόρφωσης δεν γνωρίζουν την τεχνολογία του Blockchain, ενώ παράλληλα η επιλογή «Όχι» έχει συχνότητα 52 και 35 για Ανώτατη μόρφωση (ΤΕΙ,ΑΕΙ) και

Μεταπτυχιακό επίπεδο αντιστοίχως, όπως παρατηρείται στο διάγραμμα 4. Επειδή ο μεγαλύτερος αριθμός συμμετεχόντων αφορά την Ανώτατη μόρφωση (ΤΕΙ,ΑΕΙ) και το Μεταπτυχιακό επίπεδο δεν μπορεί να αναγνωρισθεί εάν υπάρχει εξαρτησία.



Διάγραμμα 4 Σχέση επιπέδου μόρφωσης συμμετεχόντων με εξοικείωση της τεχνολογίας του Blockchain, Tableau Public 2024.1

Με τη βοήθεια του *Tableau Public 2024.1* εκτελέστηκαν πειράματα συσχέτισης με σύγκριση των αποτελεσμάτων της ερώτησης 2 για την ηλικιακή ομάδα των συμμετεχόντων και της ερώτησης 28 του ερωτηματολογίου ως προς την προθυμία των επιχειρήσεων για συνεργασία με Ερευνητικά Εργαστήρια-Πανεπιστήμια κι έπειτα με σύγκριση των αποτελεσμάτων της ερώτησης 3 για το επίπεδο μόρφωσης των συμμετεχόντων και της ερώτησης 28 του ερωτηματολογίου ως προς την προθυμία των επιχειρήσεων για συνεργασία με Ερευνητικά Εργαστήρια-Πανεπιστήμια.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων εκτελέστηκαν με βάση τη στατιστική μέθοδο από το Chi-Square Test of Independence είναι τα εξής:

1. Του πρώτου πειράματος έδειξαν:

- Στατιστική Chi-Square (χ^2): 10,55

- p-value: 0,3074954261889047

2. Του δεύτερου πειράματος έδειξαν:

- Στατιστική Chi-Square (χ^2): 23,97

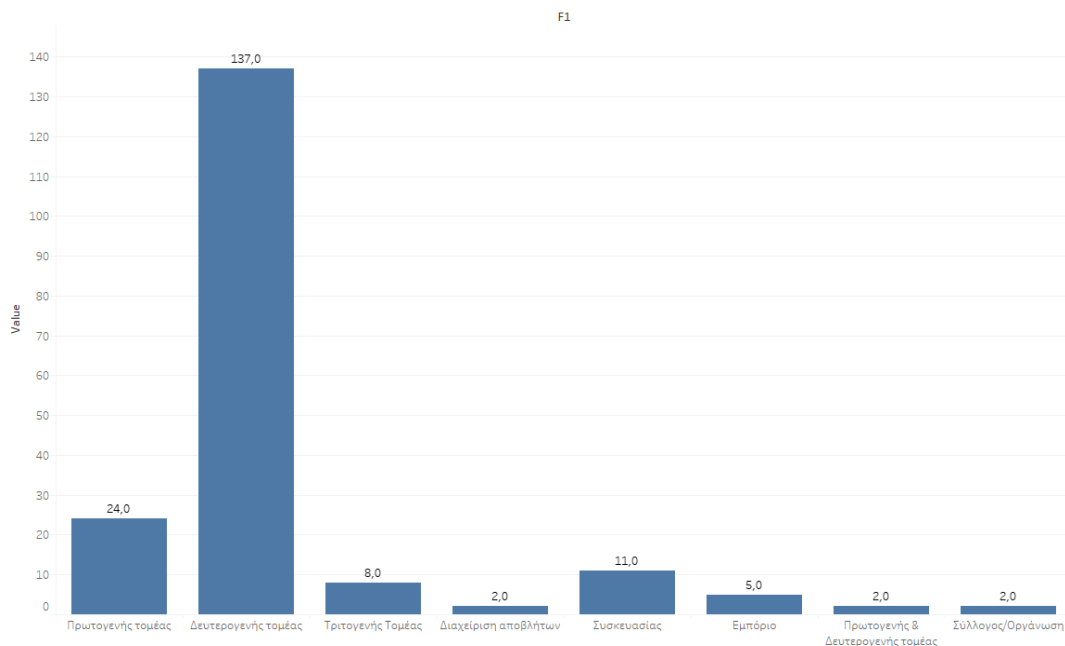
- p-value: 0,06566899336852246

Η Στατιστική Chi-Square (χ^2) του πρώτου πειράματος έχει αξία 10,55 και του δεύτερου πειράματος έχει αξία 23,94.

Η τιμή p-value του πρώτου πειράματος έχει αξία περίπου 0,3075 και ερμηνεύεται ότι είναι μεγαλύτερη από 0,05 επίπεδο εμπιστοσύνης, υποδεικνύοντας ότι το αποτέλεσμα δεν είναι στατιστικά σημαντικό. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρά στοιχεία που να υποδηλώνουν ότι η συσχέτιση μεταξύ της ηλικιακής ομάδας και της προθυμίας για συνεργασία με ερευνητικά εργαστήρια ή πανεπιστήμια δεν οφείλεται σε τυχαία πιθανότητα.

Η τιμή p-value του δεύτερου πειράματος έχει αξία περίπου 0,0657 και είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από 0,05 επίπεδο εμπιστοσύνης, υποδεικνύοντας ότι το αποτέλεσμα δεν είναι στατιστικά σημαντικό στο επίπεδο εμπιστοσύνης 0,05. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρά στοιχεία που να υποδηλώνουν ότι η συσχέτιση μεταξύ του επιπέδου εκπαίδευσης και της προθυμίας για συνεργασία με ερευνητικά εργαστήρια ή πανεπιστήμια δεν οφείλεται σε τυχαία πιθανότητα.

Οι συμμετέχοντες του ερωτηματολογίου αντιπροσωπεύουν έναν αριθμό εταιρειών, συνολικά 191 εταιρείες, από τις οποίες ο μεγαλύτερος αριθμός και συγκεκριμένα οι 137 κατηγοριοποιούνται στον δευτερογενή τομέα που αφορά παραγωγή, επεξεργασία, τυποποίηση τροφών και παρεμφερή διαδικασίες προκειμένου να δημιουργηθεί το τελικό προϊόν ή και υποπροϊόν, όπως εμφανίζεται και στο διάγραμμα 5.



Διάγραμμα 5 Κατηγορίες εταιρειών, Tableau Public 2024.1

Οι υπόλοιπες εταιρείες που συμμετέχουν στην μελέτη αυτή είναι μικρότερες σε αριθμό. Με βάση το διάγραμμα 5 εμφανίζονται ότι: α) ο πρωτογενής τομέας με συμμετοχή 24 εταιρειών, β) ο δευτερογενής τομέας που αναφέρθηκε ήδη με 137 συμμετοχές, γ) ο τριτογενής τομέας με συμμετοχή 8 εταιρειών, δ) εταιρείες συλλογής και επεξεργασίας/διαχείρισης αποβλήτων με συμμετοχή 2 εταιρειών, ε) εταιρείες παραγωγής α' και β' συσκευασίας τροφίμων με συμμετοχή 11 εταιρειών. Οι υπόλοιπες εταιρείες ήταν κατηγορίες που συμπλήρωσαν οι συμμετέχοντες με την ανοιχτή διαδικασία συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου και αυτές που προέκυψαν ήταν : στ) εταιρείες εμπορίου-χονδρεμπορίου-ηλεκτρονικού εμπορίου με συμμετοχή 5 εταιρειών, ζ) ο συνδιασμός κατηγοριών πρωτογενή και δευτερογενή τομέας με 2 συμμετοχές εταιρειών και η) σύλλογος ή οργάνωση με συμμετοχές 2 εταιρειών.

Στον πίνακα 8 έχουν υπολογιστεί τα ποσοστά συμμετοχής των εταιρειών με βάση τη συχνότητα που εμφανίζουν.

Κατηγορίες εταιρειών	Συχνότητα	Ποσοστά συμμετοχής
Πρωτογενούς τομέα	24	12,57 %
Δευτερογενούς τομέα	137	71,73 %
Τριτογενούς τομέα	8	4,19 %
Εταιρείες συλλογής και επεξεργασίας αποβλήτων	2	1,05 %
Εταιρείες παραγωγής α και β συσκευασίας τροφίμων	11	5,76 %

Εμπόριο-Χονδρέμποροι-Ηλεκτρονικό εμπόριο	5	2,62 %
Πρωτογενής & Δευτερογενής τομέας	2	1,05 %
Σύλλογος/Οργάνωση	2	1,05 %
Σύνολο	191	100,00%

Πίνακας 8 Συχνότητα και ποσοστά συμμετοχής ανά κατηγορία εταιρειών

Όπως και πριν, με τη βοήθεια του *Tableau Public 2024.1* εκτελέστηκαν πειράματα συσχέτισης με αποτελέσματα για την ερώτηση 4 με την κατηγορία επιχειρήσεων και την ερώτηση 26 του ερωτηματολογίου για την ικανότητα της εταιρείας να χρησιμοποιήσει σύντομα το Blockchain:

Τα αποτελέσματα από το Chi-Square Test of Independence είναι τα εξής:

- Στατιστική Chi-Square (χ^2): 61,33
- p-value: 0,052922367179899184

Η Στατιστική Chi-Square (χ^2) έχει αξία 61,33 και ερμηνεύεται ότι μετρά τη διαφορά μεταξύ των παρατηρούμενων και των αναμενόμενων συχνοτήτων. Μια υψηλότερη τιμή υποδηλώνει ισχυρότερη σχέση μεταξύ των μεταβλητών.

Η τιμή p-value είναι περίπου 0,0529 και είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από 0,05 επίπεδο εμπιστοσύνης, υποδεικνύοντας ότι το αποτέλεσμα δεν είναι στατιστικά σημαντικό στο επίπεδο 0,05 αλλά είναι πολύ κοντά. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχουν ισχυρά στοιχεία που να υποδηλώνουν ότι η συσχέτιση μεταξύ της κατηγορίας επιχειρήσεων και της ικανότητας μιας εταιρείας να χρησιμοποιεί σύντομα το Blockchain δεν οφείλεται σε τυχαία πιθανότητα.

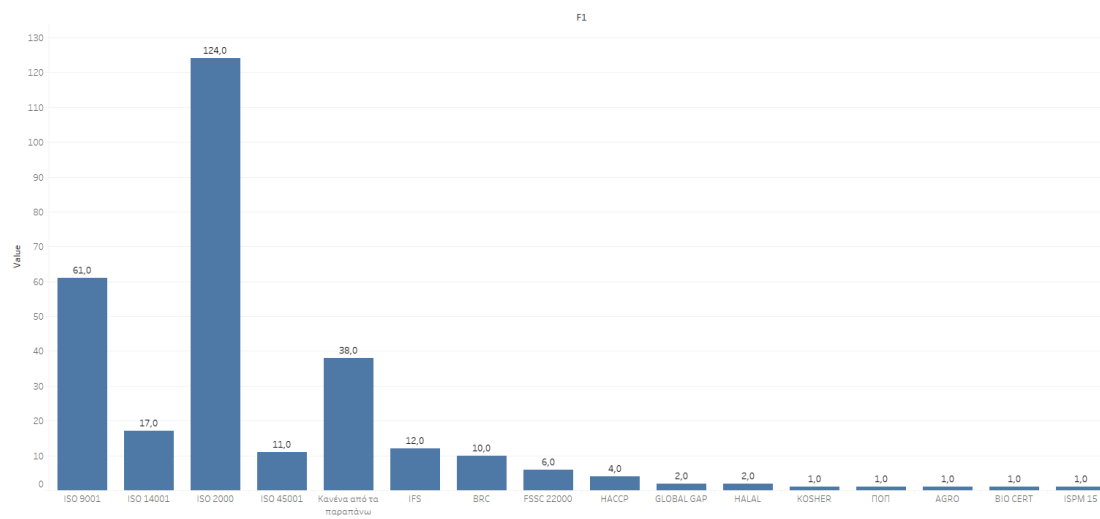
Πραγματοποιήθηκε εκ νέου σύγκριση των αποτελεσμάτων με τη χρήση του *Tableau Public 2024.1* για την ερώτηση 4 με την κατηγορία επιχειρήσεων και αυτή τη φορά με την ερώτηση 25 του ερωτηματολογίου με τα νέα επιχειρηματικά μοντέλα που υποστηρίζονται από την τεχνολογία Blockchain:

Τα αποτελέσματα από το Chi-Square Test of Independence είναι τα εξής:

- Στατιστική Chi-Square (χ^2): 279,15
- p-value: 0,000989000780065938

Η Στατιστική Chi-Square (χ^2) έχει αξία 279,15 και μετρά τη διαφορά μεταξύ των παρατηρούμενων και των αναμενόμενων συχνοτήτων. Μια υψηλότερη τιμή υποδηλώνει ισχυρότερη σχέση μεταξύ των μεταβλητών.

Η τιμή p-value έχει αξία περίπου 0,0009, η οποία είναι πολύ μικρότερη από 0,05 επίπεδο εμπιστοσύνης, υποδεικνύοντας ότι το αποτέλεσμα είναι στατιστικά σημαντικό. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν ισχυρά στοιχεία που υποδηλώνουν ότι η συσχέτιση μεταξύ της κατηγορίας επιχειρήσεων και της εφαρμογής νέων επιχειρηματικών μοντέλων που υποστηρίζονται από την τεχνολογία Blockchain δεν οφείλεται σε τυχαία πιθανότητα.



Διάγραμμα 6 Πρότυπα Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης, Tableau Public 2024.1

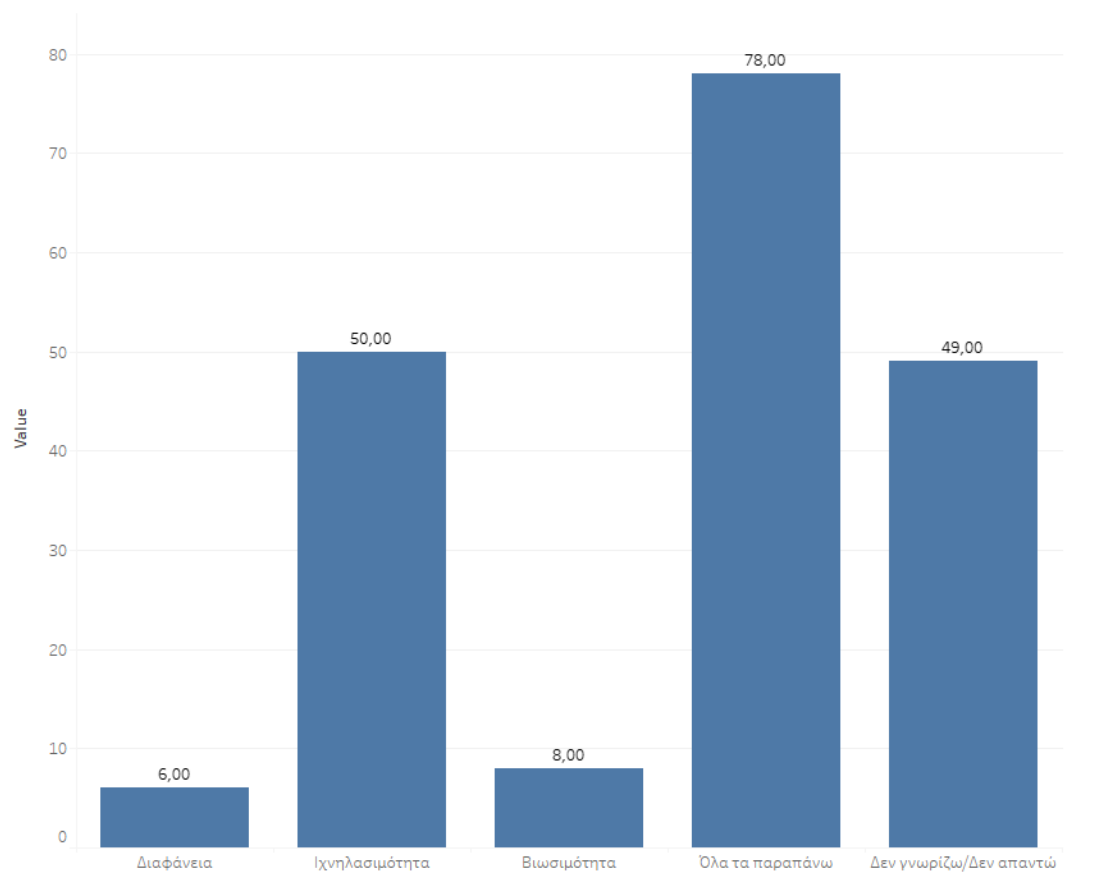
Παρατηρείται, με βάση το διάγραμμα 6 και τον πίνακα 8, ότι οι εταιρείες ακολουθούν κατά κόρων το πρότυπο ISO 22000 για τη διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων, αφού και το μεγαλύτερο ποσοστό συμμετεχόντων εταιρειών κατηγοριοποιούνται στον δευτερογενή τομέα. Φυσικά η συμμετοχή των εταιρειών και μόνο του δευτερογενή τομέα είναι 137, ενώ μόνο 124 εταιρείες γενικά φαίνεται να ακολουθούν το πρότυπο ISO 22000. Αυτό μας δείχνει ότι υπάρχουν εταιρείες που διαχειρίζονται τρόφιμα, οι οποίες δεν δίνουν τόση βαρύτητα είτε στη διαχείριση είτε στο μάρκετινγκ της επιχείρησής.

Κατά σειρά, επόμενο πιο δημοφιλές πρότυπο, γίνεται χρήση από 61 εταιρείες το ISO 9001 για τη διαχείριση της ποιότητας. Στη συνέχεια βλέπουμε από 17 εταιρείες το ISO 14001 για την περιβαλλοντική διαχείριση και από 11 εταιρείες το ISO 45001 για την υγεία και ασφάλεια στην εργασία σε μικρότερη συχνότητα. Παρατηρείται το περιβαλλοντικό πρότυπο να είναι ελαφρώς πιο διαδεδομένο από το πρότυπο της υγείας και ασφάλειας στην εργασία.

Φυσικά δεν έλειπαν εταιρείες οι οποίες είτε λόγω εξαγωγών είτε λόγω ειδικού καταναλωτικού μάρκετινγκ να κατέχουν συστήματα, όπως το IFS, το BRC, το FSSC 22000, το HACCP, το GLOBAL GAP, το HALAL, το KOSHER, το ΠΟΠ, το AGRO, το BIO CERT και το ISPM15,

σε πολύ μικρότερη συχνότητα εμφάνισης. Το πρότυπο IFS και το BRC με συχνότητα 12 και 10 αντίστοιχα τείνουν να έχουν την ίδια διάδοση με το πρότυπο ISO 45001 για την υγεία και ασφάλεια στην εργασία.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχουν εταιρείες, οι οποίες δεν χρησιμοποιούν κανένα πρότυπο και αυτές είναι 38 από τις 191 συνολικά. Δηλαδή το 19,90% σε ποσοστό είτε για οικονομικούς λόγους είτε για άλλους λόγους διαχείρισης αδυνατούν να ακολουθήσουν κάποιο πρότυπο Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης.



Διάγραμμα 7 Κύριες ιδιότητες του Blockchain που συμβάλουν στην αναβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών μιας εταιρείας, Tableau Public 2024.1

Στο διάγραμμα 7 εμφανίζονται οι κύριες ιδιότητες της τεχνολογίας του Blockchain, οι οποίες είναι η διαφάνεια, η ιχνηλασιμότητα και η βιωσιμότητα. Οι 78 από τις 191 εταιρείες θεώρησαν ότι είναι σημαντικές όλες οι αναφερόμενες ιδιότητες για την καλύτερη λειτουργία των υπηρεσιών τους. Όμως 50 από αυτές ξεχώρισαν μόνο την ιδιότητα της ιχνηλασιμότητας, ενώ 49 από τις 191 συνολικά είχαν άγνοια του ερωτήματος. Η διαφάνεια και η βιωσιμότητα είναι ιδιότητες που δεν θεωρούνται μεμονωμένα σημαντικές από 6 και 8 εταιρείες αντίστοιχα.

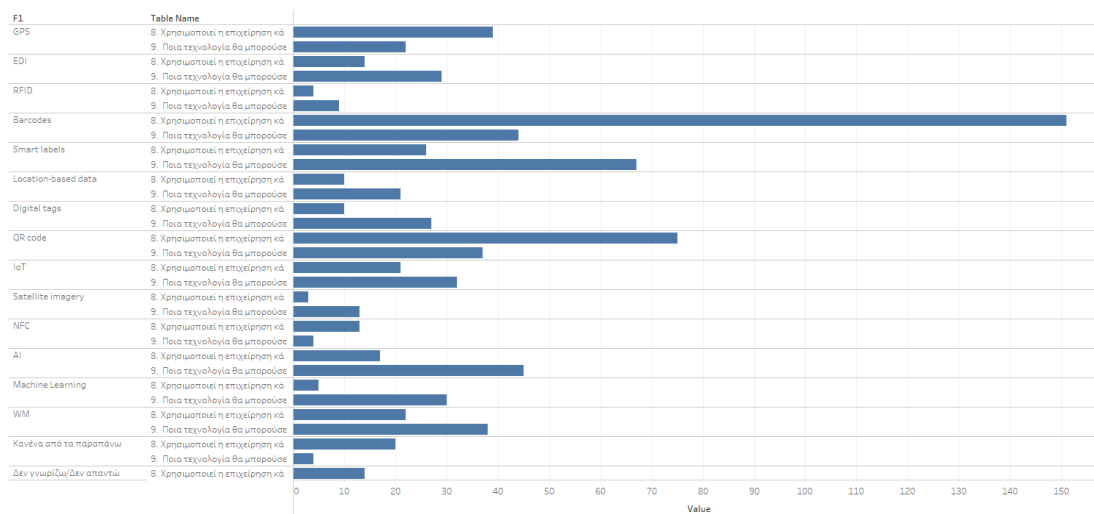
Παρακάτω ελέγχεται η επιρροή της εξοικείωσης των ερωτηθέντων με την τεχνολογία του Blockchain ως προς τις κύριες ιδιότητες του Blockchain. Η συγκεκριμένη συσχέτιση αφορά τις ερωτήσεις 6 και 7 του ερωτηματολογίου με βάση τη συχνότητα των απαντήσεων, όπως εμφανίζονται και στον πίνακα 9. Οι επιλογές των συμμετεχόντων ήταν ομοίως μεταξύ: Ναι – Μερικώς – Όχι – Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ.

Α/Α	6. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία του Blockchain;	7. Ποια από τις κύριες ιδιότητες του Blockchain (διαφάνεια, ιχνηλασιμότητα, βιωσιμότητα) μπορεί να συμβάλει στην αναβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών της εταιρείας σας;				
		Όλα τα παραπάνω	Ιχνηλασιμότητα	Βιωσιμότητα	Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ	Διαφάνεια
1	Όχι	30	28	9	2	0
2	Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ	0	1	44	17	0
3	Μερικώς	32	14	3	5	3
4	Ναι	16	7	0	1	2

Πίνακας 9 Σύγκριση εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την τεχνολογία του Blockchain και τις κύριες ιδιότητες του Blockchain

Παρόλο που 78 συμμετέχοντες δήλωσαν όλα τα παραπάνω ως κύριες ιδιότητες του Blockchain, από αυτούς είχαν εξοικείωση μόνο οι 16 ερωτούμενοι απαντώντας με «Ναι», ενώ οι 32 ερωτούμενοι δήλωσαν «Μερικώς» εξοικείωση. Οι υπόλοιποι 30 ερωτούμενοι δήλωσαν «Όχι», δηλαδή ότι δεν υπήρχε καμία εξοικείωση με την τεχνολογία, ωστόσο θεωρούν ότι οι κύριες ιδιότητες του Blockchain αφορούν την διαφάνεια, την ιχνηλασιμότητα και την βιωσιμότητα. Ως εκ τούτου, μπορεί να ληφθεί υπόψιν μόνο οι απαντήσεις των «Ναι» και «Μερικώς» εξοικείωσης με τις 48 συμμετοχές.

Παράλληλα όμοια συχνότητα με 28 συμμετέχοντες παρατηρείται ότι χωρίς εξοικείωση δήλωσαν «Όχι» και θεωρούν ότι η ιχνηλασιμότητα είναι η μοναδική ιδιότητα της τεχνολογίας του Blockchain. Έτσι, οι συμμετέχοντες με εξοικείωση «Ναι» και «Μερικώς» είναι 7 και 14 αντίστοιχα, δηλαδή 21 συνολικά, προκειμένου να θεωρηθεί αποδεκτή μεμονομένη επιλογή ιδιότητας της τεχνολογίας η ιχνηλασιμότητα.



Διάγραμμα 8 Τεχνολογίες που χρησιμοποιούν οι εταιρείες σε σχέση με τη θετική συνεισφορά τους προς αυτές, Tableau Public 2024.1

Οι εταιρείες για να λειτουργήσουν κατάλληλα χρησιμοποιούν κάποιες τεχνολογίες για διευκόλυνση των υπηρεσιών τους. Συγκρίνοντας τις ερωτήσεις 8 και 9 τους ερωτηματολογίου όσον αφορά ποια τεχνολογία ακολουθούν οι επιχειρήσεις και ποια θα μπορούσε να συνεισφέρει θετικά σε αυτές αντίστοιχα παρατηρούμε τρεις τεχνολογίες πιο συνηθισμένες για κάθε μία ερώτηση αφού ξεχωρίζουν περισσότερο, όπως εμφανίζονται στο διάγραμμα 8.

Οι περισσότερες επιχειρήσεις φαίνεται να ακολουθούν τεχνολογίες όπως το Barcode, το QR code και το GPS. Η συχνότητα αυτών εμφανίζεται με μεγάλη διαφορά από άλλες τεχνολογίες και συγκεκριμένα ακολουθείται αντίστοιχα για την κάθε μία τεχνολογία από 151, 75 και 39 επιχειρήσεις. Αντιθέτως οι συμμετέχοντες θεωρούν αυτές τις τεχνολογίες ότι δεν μπορούν να συνεισφέρουν θετικά στις επιχειρήσεις, καθώς το Barcode, το QR code και το GPS μειώνονται σε επιλογές κατά 44, 37 και 22 συχνότητα.

Οι τρεις τεχνολογίες που φαίνεται να ξεχωρίσουν προκειμένου να συνεισφέρουν θετικά στις επιχειρήσεις είναι τα Smart labels με 67 συχνότητα, η τεχνολογία ευφυιών συστημάτων AI με 45 συχνότητα, ενώ τελικά με συχνότητα 44 το Barcode επανεμφανίζεται.

Γενικά παρατηρείται ότι οι επιχειρήσεις χρησιμοποιούν διάφορες τεχνολογίες είτε μεμονωμένα είτε συνδυαστικά. Είκοσι (20) είναι οι επιχειρήσεις οι οποίες δεν χρησιμοποιούν καμία τεχνολογία και δεκατέσσερις (14) είναι εκείνες οι οποίες δεν αναγνωρίζουν καμία από τις τεχνολογίες των επιλογών, ενώ τέσσερις (4) επιχειρήσεις θεωρούν ότι καμία τεχνολογία δεν μπορεί να συνεισφέρει θετικά και σαράντα μία (41) είναι εκείνες που δεν έχουν άποψη.

Α/Α	6. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία του Blockchain;	8. Χρησιμοποιεί η επιχείρησή σας κάποια από τις ακόλουθες τεχνολογίες;		
		Barcodes	Quick Response (QR) code	Global Positioning System (GPS) devices
1	Όχι	83	33	14
2	Δεν γνωρίζω/ Δεν απαντώ	1	0	0
3	Μερικώς	41	24	14
4	Ναι	25	18	10

Πίνακας 10 Εξοικείωση με την τεχνολογία του Blockchain και παρόμοιες τεχνολογίες

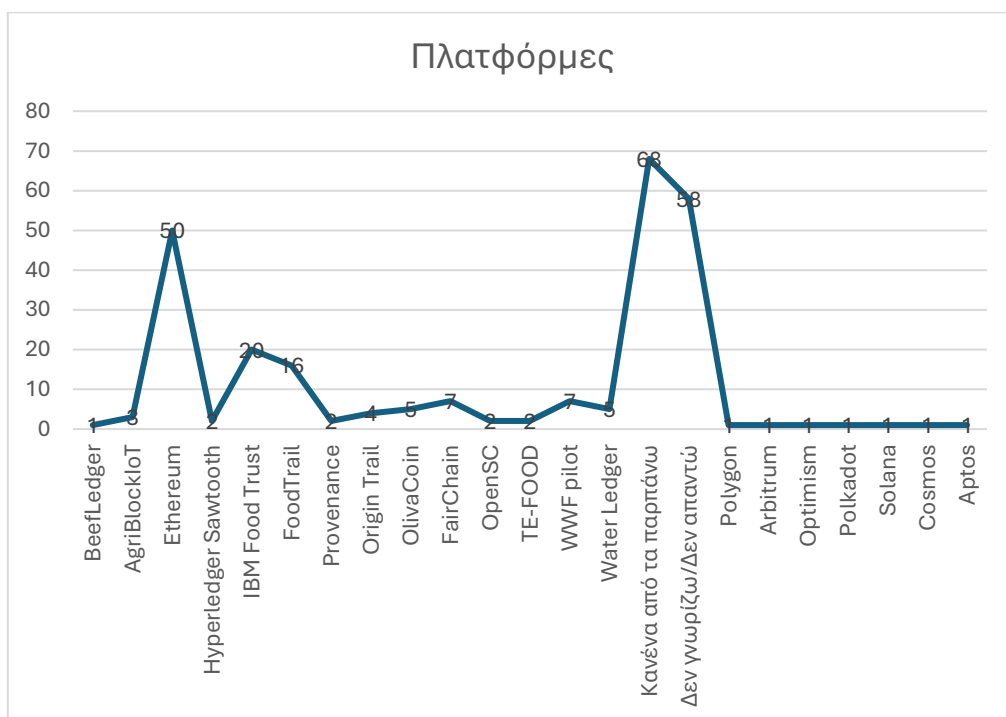
Ελέγχοντας την εξοικείωση των ερωτηθέντων με την τεχνολογία του Blockchain και με χρήση παρόμοιων τεχνολογιών στις επιχειρήσεις τους, παρατηρείται ότι δεν συνάδουν απόλυτα οι γνώσεις με την χρήση των τεχνολογιών, όπως εμφανίζουν τα δεδομένα στον πίνακα 10. Πιο αναλυτικά, τα άτομα που έχουν εξοικείωση με την τεχνολογία του Blockchain δεν χρησιμοποιούν στις επιχειρήσεις που εργάζονται σε μεγάλη συχνότητα τις τεχνολογίες που αναφέρθηκε στο διάγραμμα 8 ότι ξεχωρίζουν. Ειδικότερα, το Barcode χρησιμοποιείται από 25 επιχειρήσεις, το QR code από 18 επιχειρήσεις, ενώ το GPS από 10 επιχειρήσεις με γνώσεις του Blockchain. Αντιθέτως, προτιμάται να χρησιμοποιείται σε συχνότητα 83 το Barcode, 33 το QR code και 14 το GPS από συμμετέχοντες επιχειρήσεων οι οποίοι δεν είναι εξοικειωμένοι με το Blockchain, αλλά γνωρίζουν καλύτερα τις υπάρχουσες τεχνολογίες.

Α/Α	6. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία του Blockchain;	9. Ποια τεχνολογία θα μπορούσε να συνεισφέρει θετικά στην επιχείρησή σας που εργάζεστε;		
		Smart labels	Artificial Intelligence (AI)	Barcodes
1	Όχι	36	20	23
2	Δεν γνωρίζω/ Δεν απαντώ	0	0	0
3	Μερικώς	20	17	14
4	Ναι	11	8	6

Πίνακας 11 Εξοικείωση με την τεχνολογία του Blockchain και θετική συνεισφορά παρόμοιων τεχνολογιών στις επιχειρήσεις

Έπειτα, ελέγχοντας την εξοικείωση των ερωτηθέντων με την τεχνολογία του Blockchain και με τη θετική συνεισφορά παρόμοιων τεχνολογιών στις επιχειρήσεις τους, παρατηρείται ότι συνεχίζει να υπάρχει άγνοια γνώσεων ως προς την συνεισφορά των τεχνολογιών, όπως εμφανίζουν τα δεδομένα στον πίνακα 11. Συγκεκριμένα, είτε τα άτομα που έχουν εξοικείωση

με την τεχνολογία του Blockchain είτε τα άτομα που δεν έχουν την εξοικείωση ή έχουν έστω μερική εμφανίζουν μικρές συχνότητες κατάλληλες ως προς την θετική συνεισφορά άλλων τεχνολογιών στις επιχειρήσεις που εργάζονται, σε σχέση με τη συχνότητα των τεχνολογιών που αναφέρθηκε στο διάγραμμα 8. Ειδικότερα, τα Smart labels, το AI και το Barcode ξεχωρίζουν ότι μπορούν να συνεισφέρουν θετικά στις επιχειρήσεις με βάση τους συμμετέχοντες. Με απλά λόγια είτε υπάρχει είτε δεν υπάρχει εξοικείωση με το Blockchain, οι υπάρχουσες τεχνολογίες δεν προτιμώνται εξολοκλήρου και απαιτείται κάποια εξέλιξη.



Διάγραμμα 9 Πλατφόρμες της τεχνολογίας του Blockchain

Επειδή η τεχνολογία Blockchain στον τομέα της αλυσίδας τροφίμων έχει γίνει γνωστή τα τελευταία χρόνια, οι επιχειρήσεις δεν γνωρίζουν ακόμη πλατφόρμες κατασκευασμένες κατάλληλα για αυτές. Το διάγραμμα 9 εμφανίζει εξήντα οκτώ (68) επιχειρήσεις να μην γνωρίζουν καμία αναφερόμενη πλατφόρμα με χρήση τεχνολογίας Blockchain και πενήντα οκτώ (58) επιχειρήσεις να έχουν άγνοια της ερώτησης.

Φυσικά ξεχώρησαν κάποιες πλατφόρμες, όπως η Ethereum επιλεγμένη από πενήντα (50) συμμετέχοντες, η IBM Food Trust επιλεγμένη από είκοσι (20) συμμετέχοντες και η FoodTrail επιλεγμένη από δεκαέξι (16) συμμετέχοντες.

A/A	10. Αναγνωρίζετε κάποια πλατφόρμα της τεχνολογίας Blockchain;
-----	---

	6. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία του Blockchain;	Ethereum	IBM Food Trust	FoodTrail	Κανένα από τα παραπάνω	Δεν γνωρίζω/ Δεν απαντώ
1	Όχι	12	5	3	54	36
2	Δεν γνωρίζω/ Δεν απαντώ	0	0	0	0	5
3	Μερικώς	25	9	8	11	11
4	Ναι	13	6	6	3	3

Πίνακας 12 Εξοικείωση της τεχνολογίας του Blockchain και την αναγνώριση πλατφορμών της τεχνολογίας

Ελέγχοντας την εξοικείωση των ερωτηθέντων με την τεχνολογία του Blockchain και με την αναγνώριση πλατφορμών της τεχνολογίας, παρατηρείται ότι οι γνώσεις των συμμετέχοντων είναι ελλιπής, όπως εμφανίζουν τα δεδομένα στον πίνακα 12. Ειδικότερα, οι πιο αναγνωρίσιμες πλατφόρμες, η Ethereum, η IBM Food Trust και η FoodTrail, αναγνωρίζονται από τους συμμετέχοντες με μικρή συμμετοχή, καθώς τα δεδομένα συμμετοχής εξοικείωσης με την τεχνολογία του Blockchain εμφανίζουν σχετικά μικρές τιμές αναγνώρισης πλατφορμών της τεχνολογίας με $13 \leq n \leq 6$. Με απλά λόγια είτε υπάρχει είτε δεν υπάρχει εξοικείωση με το Blockchain, οι υπάρχουσες πλατφόρμες δεν είναι γνωστές ακόμη στο κοινό και δεν θεωρούνται αναγνωρίσιμες.

Πραγματοποιήθηκε σύγκριση των αποτελεσμάτων με τη χρήση του *Tableau Public 2024.1* για την ερώτηση 6 για την εξοικείωση με την τεχνολογία Blockchain και με την ερώτηση 10 του ερωτηματολογίου για αναγνώρισης πλατφορμών Blockchain:

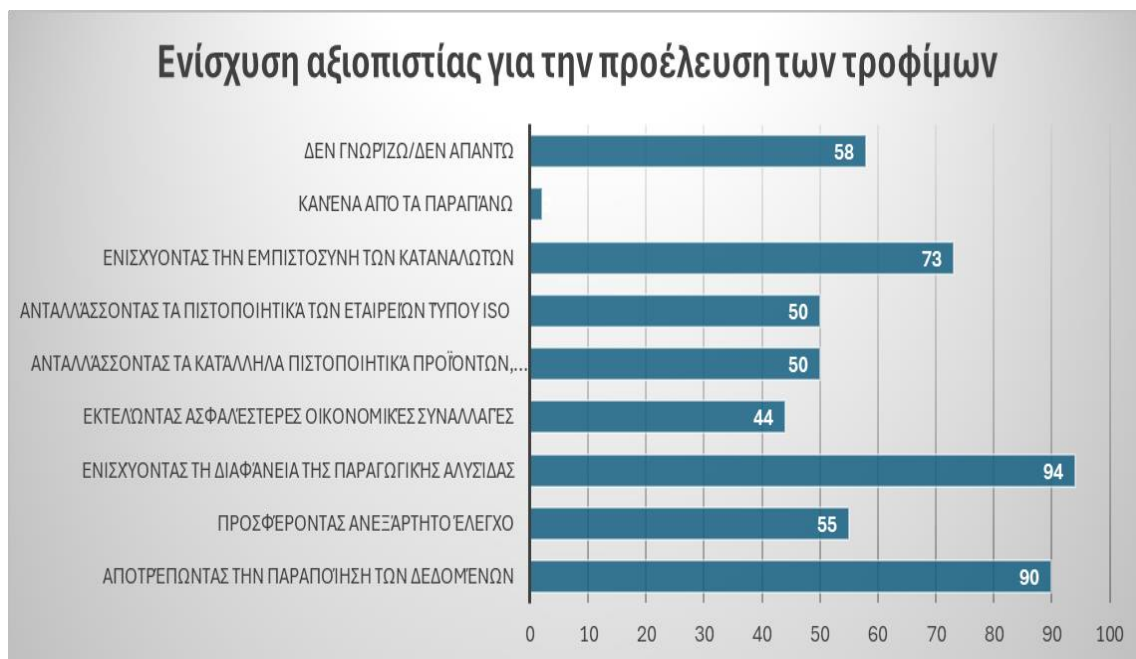
Τα αποτελέσματα από το Chi-Square Test of Independence είναι τα εξής:

- Στατιστική Chi-Square (χ^2): 172,89
- p-value: 6,255620132730673e-06

Η Στατιστική Chi-Square (χ^2) έχει αξία 172,89 και μετρά τη διαφορά μεταξύ των παρατηρούμενων και των αναμενόμενων συχνοτήτων. Μια υψηλότερη τιμή υποδηλώνει ισχυρότερη σχέση μεταξύ των μεταβλητών.

Η τιμή p-value έχει αξία περίπου μηδενική (0,0000) και είναι εξαιρετικά μικρή, πολύ μικρότερη από 0,05 επίπεδο εμπιστισύνης, υποδεικνύοντας ότι το αποτέλεσμα είναι

στατιστικά σημαντικό. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχει ισχυρή ένδειξη ότι η συσχέτιση μεταξύ της εξοικείωσης με την τεχνολογία Blockchain και της αναγνώρισης των πλατφορμών Blockchain δεν οφείλεται σε τυχαία πιθανότητα.

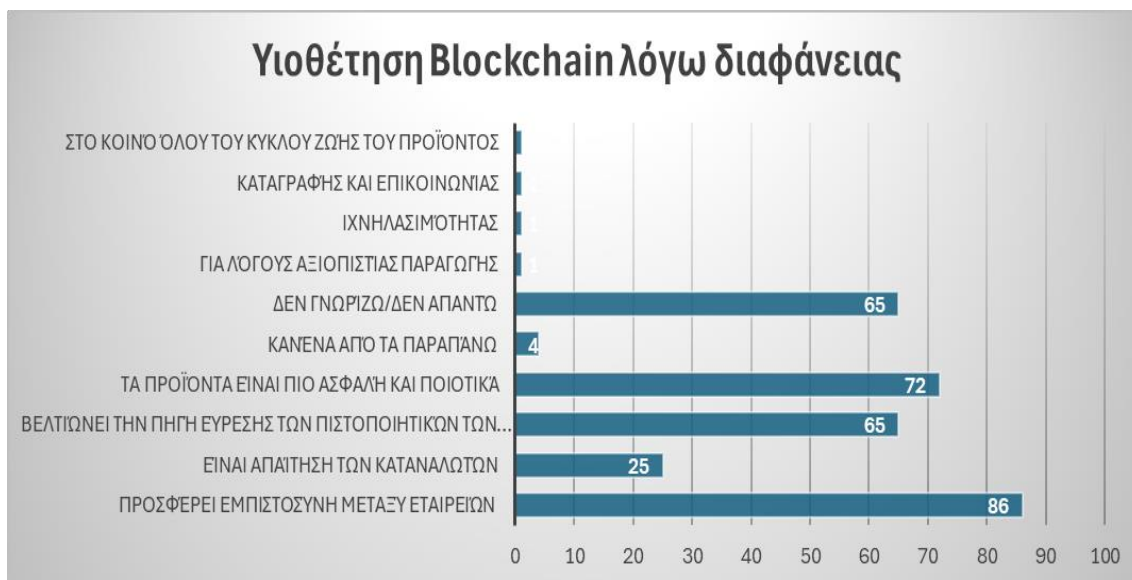


Διάγραμμα 10 Η συμβολή του Blockchain στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των πληροφοριών σχετικά με την προέλευση των τροφίμων

Οι συμμετέχοντες των επιχειρήσεων κρίθηκαν να απαντήσουν ποια θεωρούν ότι είναι η συμβολή του Blockchain στην ενίσχυση της αξιοπιστίας των πληροφοριών σχετικά με την προέλευση των τροφίμων. Με βάση το διάγραμμα 10, ξεχωρίζουν τρεις απαντήσεις με μεγαλύτερη συχνότητα επιλογής. Αυτές είναι: α) ενισχύοντας την διαφάνεια της παραγωγικής αλυσίδας με 94 απαντήσεις, β) αποτρέποντας την παραποίηση των δεδομένων με 90 απαντήσεις και γ) ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των καταναλωτών με 73 απαντήσεις.

Σε μικρότερη συχνότητα επιλέχθηκαν και οι υπόλοιπες επιλογές ενίσχυσης της αξιοπιστίας με αρκετά καλή συχνότητα, συγκεκριμένα $55 \leq n \leq 44$. Κατά σειρά από αύξοντα προς φθίνουσα συχνότητα οι απαντήσεις ήταν: προφέροντας ανεξάρτητο έλεγχο, ανταλλάσσοντας τα κατάλληλα πιστοποιητικά προϊόντων, όπως π.χ. Halal, βιολογικών, UTZ, health certificates κ.ά. και τύπου ISO, εκτελώντας ασφαλέστερες οικονομικές συναλλαγές.

Μόνο 2 ήταν οι συμμετέχοντες που θεώρησαν ότι κανένα από τα παραπάνω δεν ενισχύει της αξιοπιστίας των πληροφοριών σχετικά με την προέλευση των τροφίμων, ενώ 58 ήταν εκείνοι οι οποίοι δεν γνώριζαν να απαντήσουν.

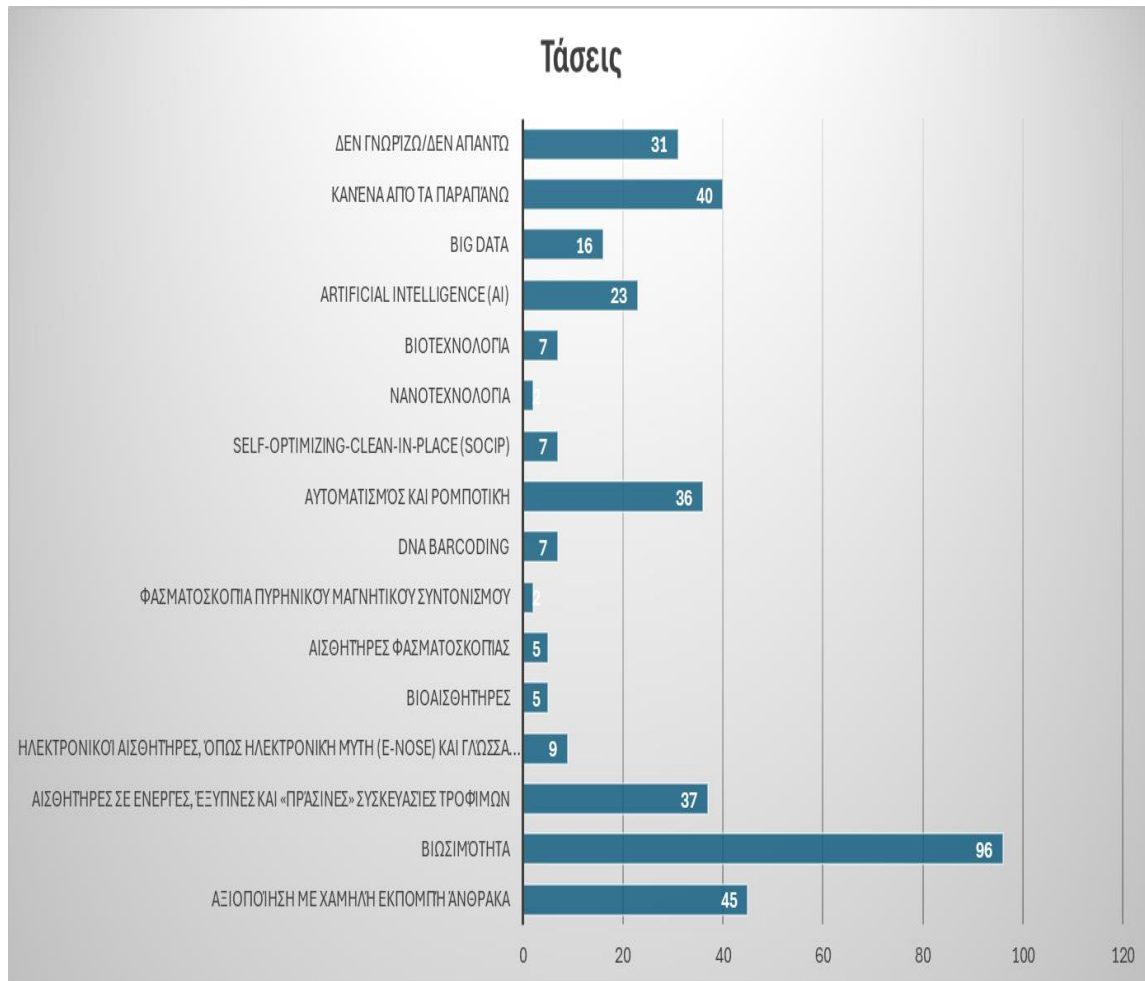


Διάγραμμα 11 Οφειλές υιοθέτησης της τεχνολογία του Blockchain με βάση τη διαφάνειά της

Για να υιοθετηθεί μία καινούργια τεχνολογία όπως του Blockchain και ιδιαίτερα με βάση τη διαφάνεια της, πρέπει να εξεταστούν οι ωφέλειές της. Στο διάγραμμα 11 εμφανίζονται οι οφειλές που έχουν επιλεγεί από τους συμμετέχοντες, ενώ διακρίνονται τρεις πιο σημαντικές. Με σειρά προτεραιότητας έχουμε ότι η τεχνολογία προσφέρει εμπιστοσύνη μεταξύ των εταιρειών με 86 απαντήσεις, τα προϊόντα είναι πιο ασφαλή και ποιοτικά με 72 απαντήσεις και ότι βελτιώνει την πηγή εύρεσης των πιστοποιητικών των προϊόντων με 65 απαντήσεις.

Με πολύ λίγες επιλογές βρίσκουμε ότι οφειλή μπορεί να θεωρηθεί η απαίτηση των καταναλωτών με 25 απαντήσεις. Ενώ μία (1) απάντηση δόθηκε ότι η διαφάνεια θεωρείται οφειλή για λόγους αξιοπιστίας παραγωγής, ιχνηλασιμότητας, καταγραφής και επικοινωνίας, στο κοινό όλου του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Μόνο 4 ήταν οι συμμετέχοντες που θεώρησαν ότι κανένα από τα παραπάνω δεν θεωρείται οφειλή για υιοθέτηση της τεχνολογίας του Blockchain με βάση τη διαφάνεια, ενώ 65 ήταν εκείνοι οι οποίοι δεν γνώριζαν να απαντήσουν.

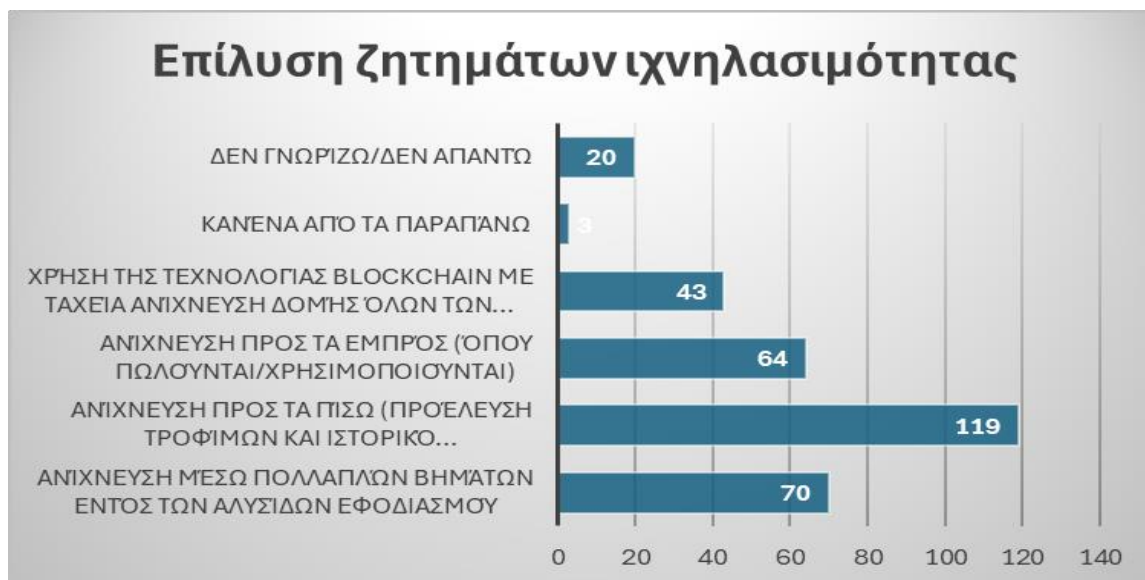


Διάγραμμα 12 Αλλαγές (εξελισσόμενες τάσεις) στη σύγχρονη αντίληψη της παραγωγής τροφίμων στις επιχειρήσεις

Οι τάσεις είναι εκείνες που καθορίζουν την τροφή για εξέλιξη σε μία επιχείρηση και στο διάγραμμα 12 εμφανίζονται εκείνες της σύγχρονης εποχής. Οι συμμετέχοντες επέλεξαν τις τάσεις που εμφανίζει η επιχείρηση που εργάζονται. Οι τρεις πιο διαδεδομένες αλλαγές είναι η βιωσιμότητα με 96 απαντήσεις, η αξιοποίηση με χαμηλή εκπομπή άνθρακα με 45 απαντήσεις και οι αισθητήρες σε ενεργές, ξύπνες και «πράσινες» συσκευασίες τροφίμων με 37 απαντήσεις.

Με μικρή διαφορά 36 απαντήσεων εμφανίζεται ο αυτοματισμός και η ρομποτική, η AI με 23 απαντήσεις και η BigData με 16 απαντήσεις. Κατά σειρά με ελάχιστη διάδοση είναι οι ηλεκτρονικοί αισθητήρες, όπως ηλεκτρονική μύτη (E-nose) και γλώσσα (Etongue), το DNA barcoding, η βιοτεχνολογία, το Self-Optimizing-Clean-In-Place (SOCIP), οι βιοαισθητήρες, οι αισθητήρες φασματοσκοπίας και η φασματοσκοπία πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού.

Αρκετές ήταν οι επιχειρήσεις οι οποίες δεν έχουν εξελισσόμενες τάσεις με 40 απαντήσεις, ενώ 31 επιχειρήσεις δεν γνώριζαν καμία τάση.



Διάγραμμα 13 Τρόποι επίλυσης ζητημάτων ιχνηλασιμότητας

Οι τρόποι επίλυσης ζητημάτων ιχνηλασιμότητας είναι παραδοσιακά τρεις, όμως στο διάγραμμα 13 έχει προστεθεί και η επιλογή της τεχνολογίας του Blockchain. Οι 119 επιχειρήσεις προτιμούν να λύνουν τα θέματα με ανίχνευση προς τα πίσω (προέλευση τροφίμων και ιστορικό επεξεργασίας/διανομής). Οι 70 επιχειρήσεις προτιμούν ανίχνευση μέσω πολλαπλών βημάτων εντός των αλυσίδων εφοδιασμού. Οι 64 επιχειρήσεις δήλωσαν προτίμηση ανίχνευση προς τα εμπρός (όπου πωλούνται/χρησιμοποιούνται). Τέλος, μόνο 43 επιχειρήσεις δήλωσαν ενδιαφέρον για τη χρήση της τεχνολογίας Blockchain με ταχεία ανίχνευση δομής όλων των ανωτέρω βημάτων.

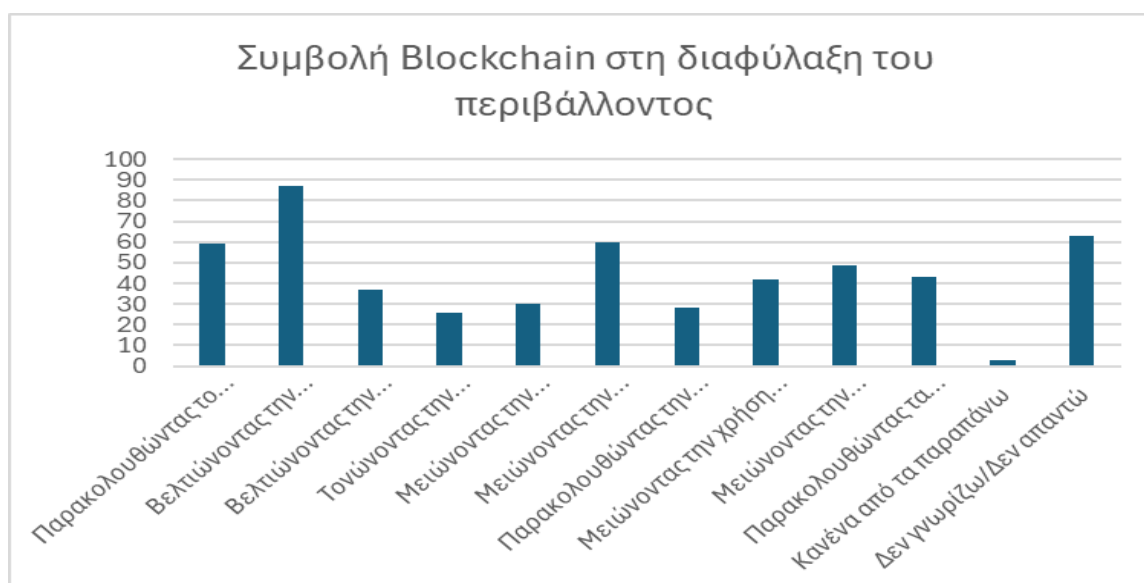
Μόνο 3 επιχειρήσεις ανέφεραν ότι δεν επιλύουν ζητήματα ιχνηλασιμότητας με κανέναν από τους παραπάνω τρόπους, ενώ 20 επιχειρήσεις δεν γνώριζαν πιθανότατα την έννοια της ιχνηλασιμότητας.

Α/Α	15. Είναι η βιωσιμότητα μια εξελισσόμενη τάση στον τομέα της επιχείρησης που εργάζεστε ως προς την τροφική αλυσίδα?	16. Θα μπορούσε το Blockchain να συμβάλει θετικά στην μείωση της σπατάλης τροφίμων;			
		Όχι	Δεν γνωρίζω/ Δεν απαντώ	Μερικώς	Ναι
1	Όχι	1	3	0	3
2	Δεν γνωρίζω/	0	18	1	4

	Δεν απαντώ				
3	Μερικώς	5	22	15	11
4	Ναι	6	25	28	49

Πίνακας 13 Η σχέση της βιωσιμότητας ως εξελισσόμενη τάση και η θετική συμβολή του Blockchain στην μείωση της σπατάλης τροφίμων

Στη συνέχεια πραγματοποιείται σύγκριση δύο ερωτήσεων του ερωτηματολογίου σχετικά με τις απαντήσεις των ερωτηθέντων. Μεταξύ της ερώτησης 15 με την ερώτηση 16, όπως εμφανίζονται στον πίνακα 13, συγκρίνοντας την βιωσιμότητα στις επιχειρήσεις ως προς την θετική επιρροή της τεχνολογίας του Blockchain για την μείωση της σπατάλης τροφίμων. Παρατηρείται ότι για τις περισσότερες εταιρείες η βιωσιμότητα είναι εξελισσόμενη τάση και πράγματι η τεχνολογία του Blockchain θα μπορούσε να συμβάλει θετικά στη μείωση της σπατάλης τροφίμων σε 49 από αυτές. Σε πολλές ακόμη επιχειρήσεις η βιωσιμότητα θεωρείται εξελισσόμενη τάση, αλλά η τεχνολογία του Blockchain θα επηρέαζε θετικά «Μερικώς» την μείωση σπατάλης τροφίμων από 28 επιχειρήσεις. Οι 25 επιχειρήσεις που δέχονται την βιωσιμότητα ως τάση δεν γνωρίζουν να απαντήσουν εάν η τεχνολογία θα βοηθούσε στη μείωση της σπατάλης των τροφίμων. Ενώ μόνο 6 είναι οι επιχειρήσεις που θεωρούν την βιωσιμότητα τάση εντός αυτών, αλλά η τεχνολογία του Blockchain δεν θα μπορούσε να μειώσει την σπατάλη τροφίμων.



Διάγραμμα 14 Η συμβολή του Blockchain στη διασφάλιση του περιβάλλοντος

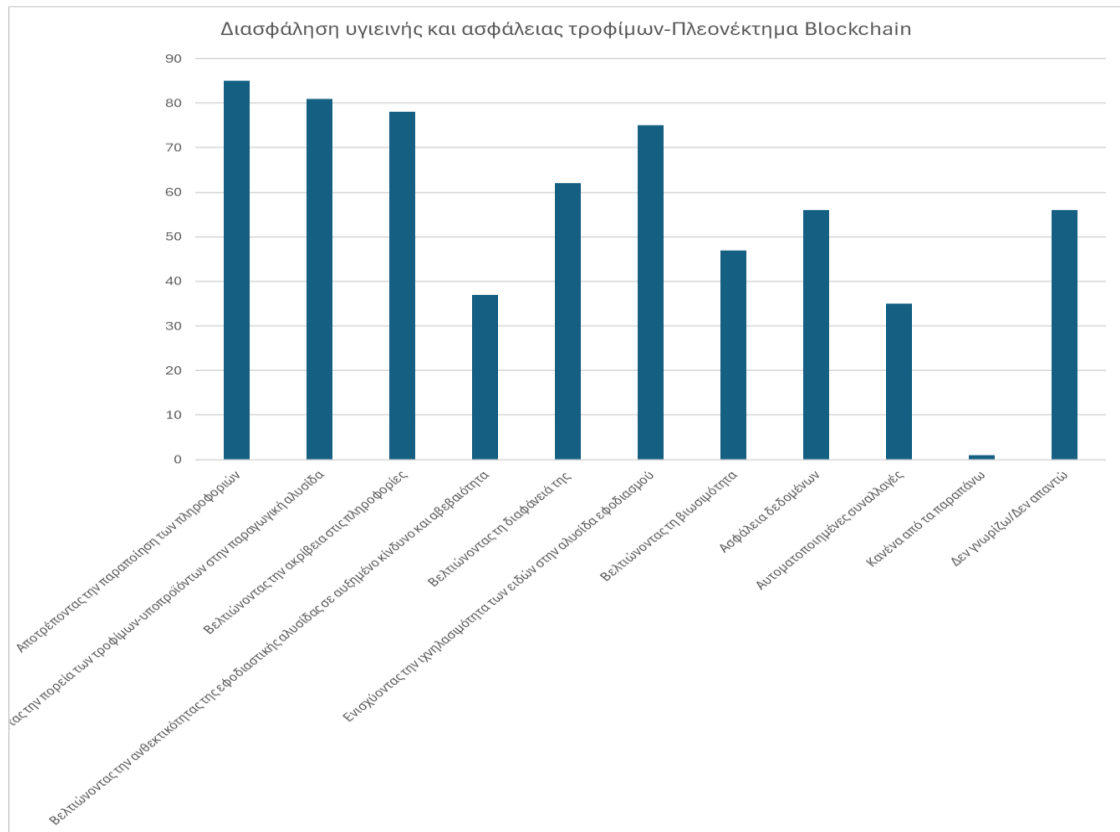
Παραπάνω στο διάγραμμα 14 εμφανίζεται η συμβολή του Blockchain στη διασφάλιση του περιβάλλοντος. Οι ερωτηθέντες επέλεξαν όλες τις πιθανές επιλογές που δίνονταν στο ερωτηματολόγιο. Οι περισσότερες είχαν μία κυμαινόμενη αλλά σχετικά όμοια συχνότητα, περίπου $20 < n < 50$. Παρόλα αυτά τρεις ήταν εκείνες οι οποίες ξεχώρισαν, όπως παρατηρείται και στον πίνακα 14.

A/A	Κορυφαία 3 αντιληπτά περιβαλλοντικά οφέλη του Blockchain	Συχνότητα
1	Βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της παραγωγής	87
2	Μειώνοντας την ενεργειακή κατανάλωση	60
3	Παρακολουθώντας το ίχνος άνθρακα στην παραγωγική διαδικασία	59

Πίνακας 14 Κορυφαία 3 αντιληπτά περιβαλλοντικά οφέλη του Blockchain

Οι απαντήσεις που έγιναν αντιληπτές είχαν κορυφαία επιλογή απαντήσεων και πραγματικά μπορούν να συμβάλουν θετικά στη διασφάλιση του περιβάλλοντος. Αυτό μπορεί να γίνει βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της παραγωγής με 87 συχνότητα, μειώνοντας την ενεργειακή κατανάλωση με 60 συχνότητα και παρακολουθώντας το ίχνος άνθρακα στην παραγωγική διαδικασία με 59 συχνότητα.

Μόνο 3 είναι οι επιχειρήσεις οι οποίες θεωρούν ότι το Blockchain δεν μπορεί να συμβάλει στη διασφάλιση του περιβάλλοντος, ενώ 63 είναι αυτές οι οποίες δεν γνωρίζουν να παντήσουν εάν συμβάλει το Blockchain κάπως περιβαλλοντικά.



Διάγραμμα 15 Πλεονεκτήματα του Blockchain για τη διασφάλιση της υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων

Στο διάγραμμα 15 εμφανίζονται κάποια από τα πλεονεκτήματα του Blockchain για τη διασφάλιση της υγιεινής και ασφάλειας τροφίμων. Οι ερωτηθέντες επέλεξαν όλες τις πιθανές επιλογές που δίνονταν στο ερωτηματολόγιο. Οι περισσότερες είχαν μία κυμαινόμενη αλλά σχετικά όμοια συχνότητα, περίπου $35 \leq n \leq 75$. Παρόλα αυτά τρεις ήταν εκείνες οι οποίες ξεχώρισαν, όπως παρατηρείται και στον πίνακα 15.

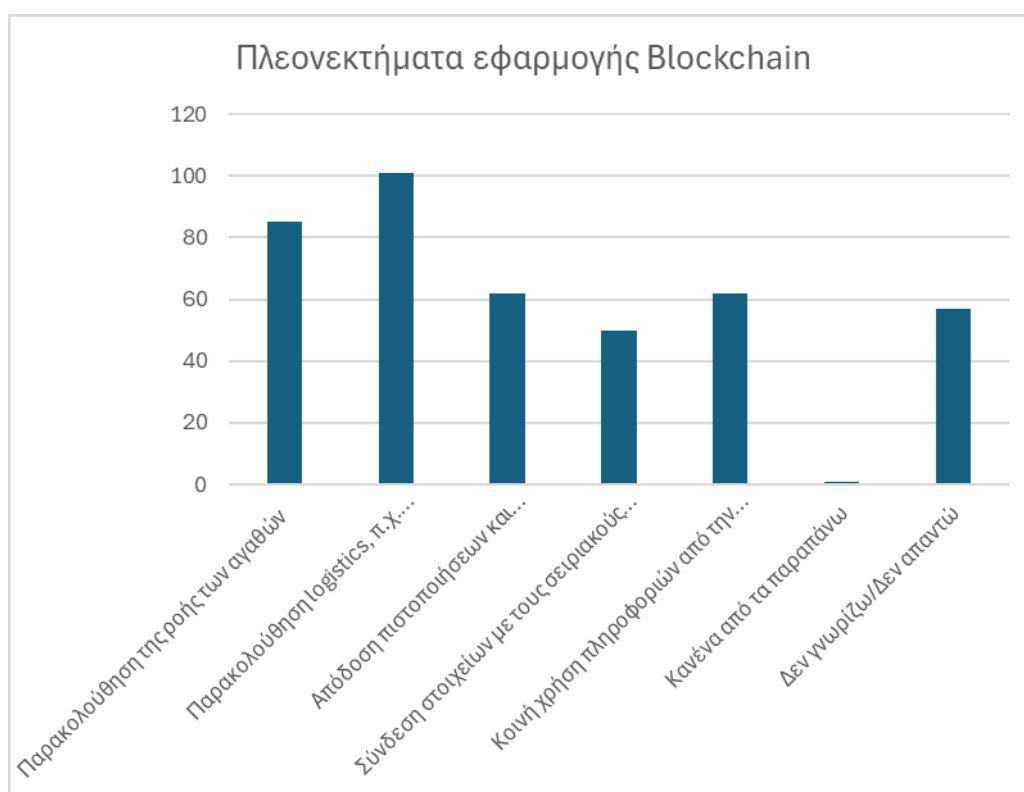
A/A	Κορυφαία 3 αντιληπτά οφέλη για την ασφάλεια των τροφίμων μέσω του Blockchain	Συχνότητα
1	Αποτρέποντας την παραποίηση των πληροφοριών	85
2	Καταγράφοντας την πορεία των τροφίμων-υποπροϊόντων στην παραγωγική αλυσίδα	81
3	Βελτιώνοντας την ακρίβεια στις πληροφορίες	78

Πίνακας 15 Κορυφαία 3 αντιληπτά οφέλη για την ασφάλεια των τροφίμων μέσω του Blockchain

Οι απαντήσεις που έγιναν αντιληπτές είχαν κορυφαία επιλογή απαντήσεων και πραγματικά μπορούν να διασφαλίσουν την υγιεινή και την ασφάλεια των τροφίμων. Αυτές είναι αποτρέποντας την παραποίηση των πληροφοριών με 85 συχνότητα, καταγράφοντας την

πορεία των τροφίμων-υποπροϊόντων στην παραγωγική αλυσίδα με 81 συχνότητα και βελτιώνοντας την ακρίβεια στις πληροφορίες με 78 συχνότητα.

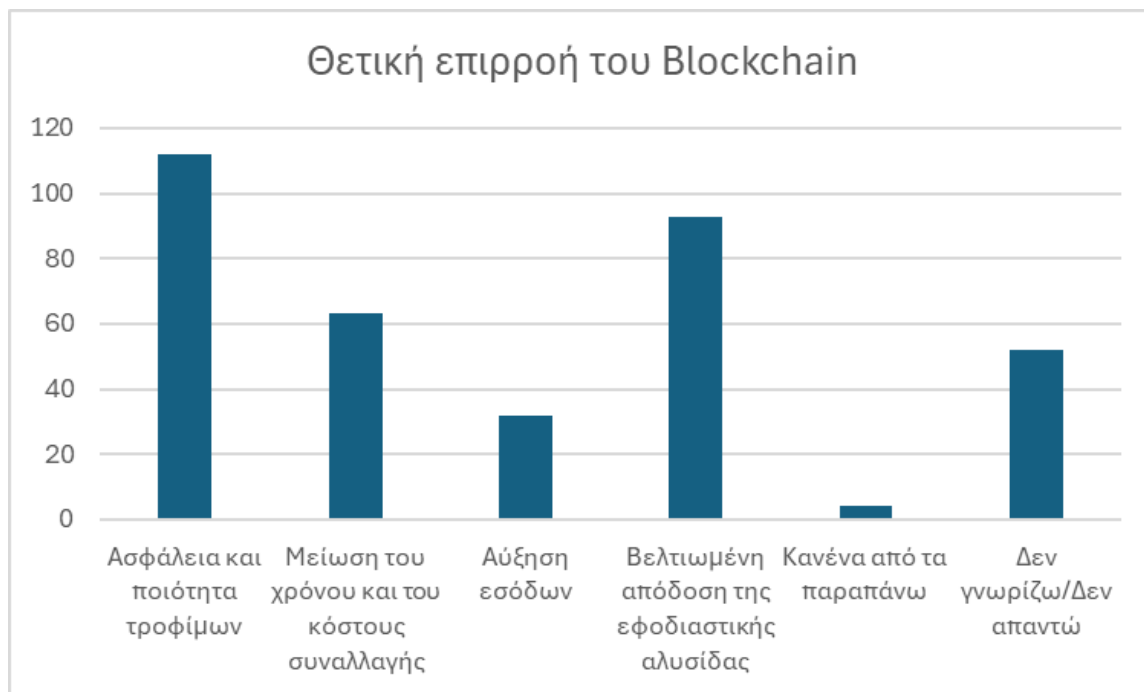
Μόνο μία είναι η επιχειρήση η οποία θεωρεί ότι το Blockchain δεν μπορεί να διασφαλίσει την υγιεινή και την ασφάλεια των τροφίμων, ενώ 56 είναι εκείνες οι οποίες δεν γνωρίζουν να απαντήσουν εάν το Blockchain μπορεί να διασφαλίσει τέτοιο έργο.



Διάγραμμα 16 Πλεονεκτήματα άμεσης εφαρμογής της τεχνολογίας του Blockchain

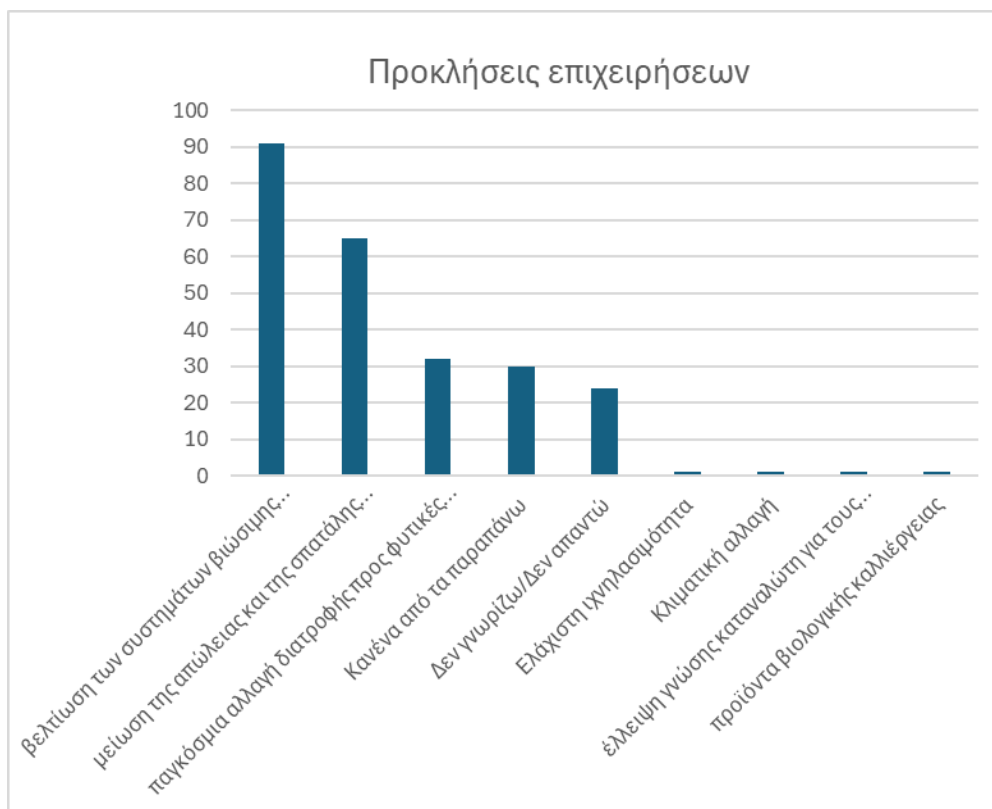
Βασικά πλεονεκτήματα άμεσης εφαρμογής της τεχνολογίας Blockchain, όπως εμφανίζονται στο διάγραμμα 16, θεωρούνται η παρακολούθηση logistics, π.χ. παραγγελίες, αποδείξεις και ειδοποιήσεις αποστολής με 101 επιλογές απαντήσεων των συμμετέχοντων και παρακολούθηση της ροής των αγαθών με 85 επιλογές απαντήσεων των συμμετέχοντων. Στη συνέχεια, με ίση επιλογή συμμετέχοντων, 62 απάντησαν ότι η τεχνολογία προσφέρει απόδοση πιστοποιήσεων και χαρακτηριστικών στα προϊόντα, καθώς και κοινή χρήση πληροφοριών από την δημιουργία έως την επεξεργασία, τη διανομή και τη συντήρηση του προϊόντος. Μόνο 50 ήταν εκείνοι που επέλεξαν τη σύνδεση στοιχείων με τους σειριακούς αριθμούς ή τις ψηφιακές τους ετικέτες ως πλεονέκτημα εφαρμογής της τεχνολογίας. Πενήντα επτά (57) απάντησαν ότι δεν γνωρίζουν, ενώ μόνο ένας συμμετέχοντας δήλωσε ότι κανένα από τα παραπάνω δεν μπορεί

να θεωρηθεί πλεονέκτημα ώστε να εφαρμοστεί άμεσα η τεχνολογία στην επιχείρηση που εργάζεται.



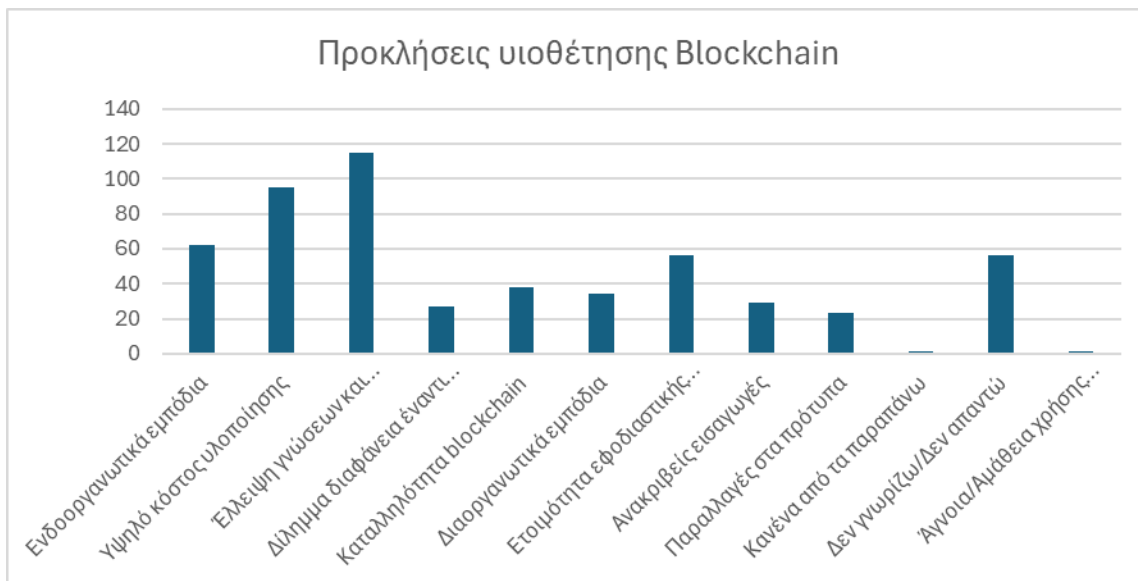
Διάγραμμα 17 Η θετική επιρροή του Blockchain στην ποιότητα των τροφίμων

Οι συμμετέχοντες κρίθηκαν να επιλέξουν το θετικό αντίκτυπο στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων. Ως εκ τούτου, θεωρούν ότι το Blockchain θα επηρεάσει θετικά κυρίως στην ασφάλεια και ποιότητα τροφίμων με 112 επιλογές, θα φέρει μια βελτιωμένη απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας με 93 επιλογές και κυρίως θα μειώσει το χρόνο και το κόστος συναλλαγής με 63 επιλογές, ενώ σε πολύ μικρότερη συχνότητα επιλογών είναι η αύξηση εσόδων με 32 επιλογές. Οι υπόλοιπες απαντήσεις που δεν γνωρίζουν να απαντήσουν για τον θετικό αντίκτυπο της τεχνολογίας είναι 52, ενώ 4 είναι εκείνες που δεν βρίσκουν καμία θετική επιρροή της τεχνολογίας του Blockchain στην ποιότητα των τροφίμων.



Διάγραμμα 18 Προκλήσεις επιχειρήσεων

Οι περισσότερες επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν κάποιες προκλήσεις καθημερινά. Κάποιες που κρίθηκαν να απαντήσουν οι συμμετέχοντες ήταν η βελτίωση των συστημάτων βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας με 91 επιλογές, η μείωση της απώλειας και της σπατάλης τροφίμων με 65 επιλογές και η παγκόσμια αλλαγή διατροφής προς φυτικές δίαιτες με 32 επιλογές. Ωστόσο αναφέρθηκαν ως προκλήσεις σε ξεχωριστές επιλογές η ελάχιστη ιχνηλασιμότητα, η κλιματική αλλαγή, έλλειψη γνώσης καταναλωτή για τους ισχυρισμούς υγείας και την επισήμανση τροφίμων, αλλά και τα προϊόντα βιολογικής καλλιέργειας. Οι συμμετέχοντες που θεώρησαν κανένα από τα παραπάνω ως πρόκληση στην επιχείρηση που εργάζονται είναι 30 και 24 άλλοι συμμετέχοντες δεν γνώριζαν να απαντήσουν ποια πρόκληση αντιμετωπίζει η επιχείρηση.



Διάγραμμα 19 Προκλήσεις υιοθέτησης της τεχνολογίας του Blockchain

Όσον αφορά την υιοθέτηση της τεχνολογίας του Blockchain οι επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν νέες προκλήσεις. Από αυτές ξεχωρίζουν τρεις με τη μεγαλύτερη συχνότητα επιλογών και εμφανίζονται στο διάγραμμα 19. Η έλλειψη γνώσεων και εξειδίκευσης με 115 επιλογές, το Υψηλό κόστος υλοποίησης της τεχνολογίας με 95 επιλογές και τα ενδοοργανωτικά εμπόδια με 62 επιλογές. Κατά σειρά ακολουθούν η ετοιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας με 56 επιλογές, η καταλληλότητα του Blockchain με 38 επιλογές, τα διαοργανωτικά εμπόδια με 34 επιλογές, οι ανακριβείς εισαγωγές με 29 επιλογές, το δίλημμα διαφάνειας έναντι απορρήτου με 27 επιλογές και οι παραλλαγές στα πρότυπα με 23 επιλογές. Μία επιλογή δηλώθηκε ως πρόκληση η άγνοια/αμάθεια χρήσης Blockchain πέρα από οικονομικό/κερδοσκοπικό τομέα. Τέλος, μία ήταν η επιλογή που θεωρήθηκε ότι καμία από τις παραπάνω δεν είναι πρόκληση υιοθέτησης της τεχνολογίας του Blockchain, ενώ 56 επιχειρήσεις δεν γνώριζαν να απαντήσουν ποιες θεωρούν προκλήσεις για την επιχείρησή τους.

Α/Α	23. Εάν χρησιμοποιηθεί το Blockchain για τη διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων, πώς πιστεύετε ότι αυτό θα επηρεάσει την αγοραστική σας συμπεριφορά;	24. Πώς θα χαρακτηρίζατε την ετοιμότητα των καταναλωτών να αποδεχθούν τη χρήση του Blockchain για τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων;		
		Υψηλή	Μέτρια	Χαμηλή
1	Θα αυξήσει την εμπιστοσύνη μου	9	46	41
2	Δεν θα επηρεάσει την αγοραστική μου συμπεριφορά	1	9	18
3	Θα μειώσει την εμπιστοσύνη μου	0	0	1
4	Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ	1	11	54

Πίνακας 16 Συσχέτιση της χρήσης του Blockchain με την αγοραστική συμπεριφορά και την αποδοχή της χρήσης από τους καταναλωτές

Συγκρίνοντας τις ερωτήσεις 23 και 24 του ερωτηματολογίου, όσον αφορά το καταναλωτικό κοινό, γίνεται συσχέτιση της αγοραστικής συμπεριφοράς του και της αποδοχής της χρήσης του Blockchain. Με βάση τον πίνακα 16, παρατηρείται ότι το καταναλωτικό κοινό των συμμετεχόντων του ερωτηματολογίου κατά κόρων δεν γνωρίζει να απαντήσει για την αγοραστική του συμπεριφορά και παράλληλα θεωρεί ότι δεν βρίσκεται σε ετοιμότητα αποδοχής του Blockchain, με επιλογές απαντήσεων 54. Η αμέσως επόμενη μεγαλύτερη συχνότητα με 46 επιλογές καταναλωτών θεωρεί ότι θα αυξήσει την εμπιστοσύνη τους, αλλά η αποδοχή της χρήσης του Blockchain θεωρείται μέτριας μορφής. Παρόμοια η τρίτη σε σειρά μεγαλύτερη συχνότητα με 41 επιλογές εμφανίζει μεν αύξηση της εμπιστοσύνης του καταναλωτικού κοινού, όμως δε παρουσιάζει χαμηλή αποδοχή της χρήσης της τεχνολογίας. Ειδικότερα πολύ λίγες ήταν οι συχνότητες των καταναλωτών-συμμετεχόντων, συγκεκριμένα 9, οι οποίες εμφάνισαν εμπιστοσύνη και υψηλή θέληση χρήσης της τεχνολογίας.

4. Αποτελέσματα και συμπεράσματα

Στο κεφάλαιο 3 πραγματοποιήθηκαν κάποιες συσχετίσεις και γενικότερα συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα δύο ή και τριών ερωτήσεων. Αυτές οι συσχετίσεις προέκυψαν από ερωτήματα και συζητήσεις για μελλοντική έρευνα από τις βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν. Οι (Tao & Chao, 2024) αναφέρουν να εξερευνηθεί το πραγματικό περιβάλλον του συστήματος ιχνηλασιμότητας τροφίμων blockchain και την έρευνα πεδίου, σε ανθρώπους διαφορετικών ηλικιών και επιπέδων εμπειρίας.

Από την στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε διαπιστώνεται ότι το ανδρικό φύλο επικρατεί σε πλειοψηφία στις συγκεκριμένες θέσεις εργασίας από το γυναικείο φύλο. Αναφέρεται ειδικότερα για τις επιχειρήσεις τροφίμων, καθώς οι περισσότεροι συμμετέχοντες εκπροσωπούσαν επιχειρήσεις του δευτερογενή τομέα. Ενδέχεται να διερευνηθεί ο λόγος που το γυναικείο φύλο δεν αποτελεί μεγάλο πληθυσμό στον συγκεκριμένο κλάδο, παρόλο που ηλικιακά και μορφωτικά έχουν παρόμοια δεδομένα με το ανδρικό φύλο.

Επιπλέον, και για τα δύο φύλα αλλά πάλι με επικράτεια στο ανδρικό φύλο, η συχνότερη ηλικιακή ομάδα είναι μεταξύ 30 με 49 ετών και το επικρατέστερο επίπεδο μόρφωσης είναι της ανώτατης μόρφωσης (ΤΕΙ,ΑΕΙ), με δεύτερο να ακολουθεί με μικρή διαφορά το μεταπτυχιακό επίπεδο. Ενδέχεται λοιπόν, οι επιχειρήσεις να προτιμούν νεαρά άτομα με γνώσεις και όρεξη για εργασία.

Συνεχίζοντας η εξοικείωση των συμμετεχόντων με την τεχνολογία του Blockchain φαίνεται να είναι μικρή. Όσον αφορά τα δεδομένα των συμμετεχόντων, όπως φύλο, ηλικία και μόρφωση, η εξοικείωση δεν εμφανίζει έντονη επιρροή. Οι (Erol, et al., 2021) υποστηρίζουν ότι είναι δύσκολο να ανακαλυφθούν ερωτηθέντες που να έχουν επαρκή γνώση τόσο του Blockchain όσο και των βιομηχανιών.

Συσχετίζοντας την ηλικιακή ομάδα και την προθυμία συνεργασίας με Ερευνητικό Εργαστήριο-Πανεπιστήμιο για πειραματικής εφαρμογής της τεχνολογίας του Blockchain δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ηλικιακής ομάδας και της προθυμίας για συνεργασία με ερευνητικά εργαστήρια ή πανεπιστήμια. Ο συσχετισμός είναι αδύναμος, υποδεικνύοντας ότι η ηλικιακή ομάδα δεν επηρεάζει σημαντικά την προθυμία για συνεργασία με ερευνητικά ιδρύματα. Δεδομένου ότι η συσχέτιση είναι αδύναμη και όχι στατιστικά σημαντική, η ηλικιακή ομάδα δεν φαίνεται να είναι σημαντικός παράγοντας για τον καθορισμό της προθυμίας συνεργασίας με ερευνητικά εργαστήρια ή πανεπιστήμια για εφαρμογές τεχνολογίας Blockchain.

Απαιτείται εστίαση και σε άλλους παράγοντες εκτός από την ηλικία κατά το σχεδιασμό στρατηγικών για την ενθάρρυνση της συνεργασίας με ερευνητικά ιδρύματα. Οι υπεύθυνοι των εταιρειών θα πρέπει να εξετάσουν ευρύτερες στρατηγικές που να απευθύνονται εξίσου σε όλες τις ηλικιακές ομάδες, καθώς η ηλικία δεν επηρεάζει σημαντικά την προθυμία για συνεργασία.

Συσχετίζοντας το μορφωτικό επίπεδο και την προθυμία συνεργασίας με Ερευνητικό Εργαστήριο-Πανεπιστήμιο για πειραματικής εφαρμογής της τεχνολογίας του Blockchain υπάρχει μια μέτρια σχέση μεταξύ του επιπέδου εκπαίδευσης και της προθυμίας για συνεργασία με ερευνητικά εργαστήρια ή πανεπιστήμια, αλλά δεν είναι στατιστικά σημαντική. Αυτό υποδηλώνει ότι ενώ το επίπεδο εκπαίδευσης μπορεί να επηρεάσει την προθυμία για συνεργασία, τα στοιχεία δεν είναι αρκετά ισχυρά για να καθορίσουν οριστικά αυτή τη συσχέτιση.

Όσοι έχουν υψηλότερο επίπεδο εκπαίδευσης μπορεί να είναι πιο πρόθυμοι να συνεργαστούν με ερευνητικά εργαστήρια ή πανεπιστήμια, αλλά αυτή η τάση δεν είναι στατιστικά σημαντική. Οι επιχειρήσεις θα πρέπει να σκεφτούν το ενδεχόμενο να σχεδιάσουν στρατηγικές που λαμβάνουν υπόψη το επίπεδο εκπαίδευσης, αλλά να γνωρίζουν ότι τα στοιχεία για αυτήν τη συσχέτιση δεν είναι ισχυρά. Οι υπεύθυνοι επιχειρήσεων θα πρέπει να εξετάσουν ευρύτερες στρατηγικές που απευθύνονται σε διάφορα επίπεδα εκπαίδευσης και ενδέχεται να εξακολουθούν να είναι αποτελεσματικές, δεδομένης της έλλειψης ισχυρής στατιστικής σημασίας.

Υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της κατηγορίας επιχειρήσεων και της εφαρμογής νέων επιχειρηματικών μοντέλων που υποστηρίζονται από την τεχνολογία Blockchain. Η συσχέτιση είναι μέτρια έως ισχυρή, υποδεικνύοντας ότι η κατηγορία επιχειρήσεων επηρεάζει σημαντικά την πιθανότητα εφαρμογής νέων επιχειρηματικών μοντέλων που υποστηρίζονται από την τεχνολογία Blockchain. Η ισχύς αυτής της σχέσης είναι μέτρια έως ισχυρή, υποδηλώνοντας σημαντική επιρροή της κατηγορίας επιχειρήσεων στην υιοθέτηση νέων επιχειρηματικών μοντέλων που υποστηρίζονται από το Blockchain. Οφείλεται να αναφερθεί ότι προς το παρόν, αρκετές χώρες έχουν υιοθετήσει την τεχνολογία blockchain σε πολλές κλάδους (Munir, et al., 2022). Αναπτυγμένες χώρες, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Ιαπωνία, είναι μεταξύ των κορυφαίων χωρών για την αποδοχή και εφαρμογή του Blockchain, καθώς και πολλές Αφρικανικές και Ασιατικές χώρες αποτελούν επίσης μέρος των κορυφαίων χωρών στην υιοθεσία του Blockchain (Munir, et al., 2022).

Οι διαφορετικές κατηγορίες επιχειρήσεων μπορεί να έχουν διαφορετικά επίπεδα ενδιαφέροντος ή ετοιμότητας να εφαρμόσουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα που υποστηρίζονται από την τεχνολογία Blockchain. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατανοήσουμε ποιοι τομείς είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν νέα επιχειρηματικά μοντέλα που περιλαμβάνουν τεχνολογία Blockchain. Η αποτελεσματική χρήση της τεχνολογίας του Blockchain στις αναπτυσσόμενες χώρες με εστιασμένες βελτιώσεις όχι μόνο θα ενισχύσει τις οικονομικές πτυχές της εφοδιαστικής αλυσίδας αλλά θα βελτιώσει επίσης την απόδοσή της για συμμόρφωση με τους περιβαλλοντικούς κανονισμούς και τις κοινωνικές πτυχές (Munir, et al., 2022). Οι στρατηγικές των επιχειρήσεων θα πρέπει να εστιάσουν σε κατηγορίες επιχειρήσεων που δείχνουν μεγαλύτερη πιθανότητα υιοθέτησης νέων επιχειρηματικών μοντέλων που υποστηρίζονται από το Blockchain κατά το σχεδιασμό στρατηγικών για την προώθηση της

υιοθέτησης του Blockchain. Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να προωθήσουν στρατηγικές υιοθέτησης Blockchain προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένες κατηγορίες επιχειρήσεων για να αυξήσουν τη συνολική ετοιμότητα και το ενδιαφέρον για την εφαρμογή νέων επιχειρηματικών μοντέλων.

Υπάρχει μια μέτρια έως ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της κατηγορίας επιχειρήσεων και της ικανότητας μιας εταιρείας να χρησιμοποιεί σύντομα το Blockchain, αλλά η συσχέτιση δεν είναι στατιστικά σημαντική στο επίπεδο 0,05. Αυτό υποδηλώνει ότι η κατηγορία επιχειρήσεων μπορεί να επηρεάσει την αντιληπτή ετοιμότητα μιας εταιρείας να εφαρμόσει την τεχνολογία Blockchain. Η ισχύς αυτής της σχέσης είναι μέτρια έως ισχυρή, υποδηλώνοντας μια αξιοσημείωτη επίδραση της κατηγορίας των επιχειρήσεων στην ετοιμότητα για εφαρμογή Blockchain, αλλά τα στοιχεία δεν είναι πειστικά. Υποστηρίζεται ότι η εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain στην αλυσίδα εφοδιασμού αγροδιατροφικών προϊόντων θα έχει σίγουρα αντίκτυπο τα ενδιαφερόμενα μέρη (Sharma, Sharma, Singh, & Bhatia, 2023).

Ομοίως, οι διαφορετικές κατηγορίες επιχειρήσεων μπορεί να έχουν διαφορετικά επίπεδα ετοιμότητας ή εμπιστοσύνης στην ικανότητά τους να εφαρμόσουν σύντομα την τεχνολογία Blockchain. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κατανοήσουμε ποιοι τομείς είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν την τεχνολογία Blockchain στο εγγύς μέλλον. Οι επιχειρήσεις θα μπορούσαν να στοχεύσουν και να εστιάσουν σε κατηγορίες επιχειρήσεων που είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν σύντομα την τεχνολογία Blockchain κατά το σχεδιασμό στρατηγικών για την προώθηση της υιοθέτησης του Blockchain. Οι υπεύθυνοι επιχειρήσεων να προωθήσουν στρατηγικές υιοθέτησης Blockchain προσαρμοσμένες σε συγκεκριμένες επιχειρηματικές κατηγορίες για να αυξήσουν τη συνολική ετοιμότητα για την εφαρμογή του Blockchain. Οι (Vu et al., 2021) από μελέτη τους υποστηρίζουν ότι η ανάπτυξη της τεχνολογίας του Blockchain ήταν εντυπωσιακή και αναμένεται να προχωρήσει ταχύτερα στο εγγύς μέλλον.

Αναφορικά η συμμετοχή των εταιρειών και συγκεκριμένα του δευτερογενή τομέα είναι σε πλειοψηφία, ενώ οι περισσότερες από αυτές φαίνεται να ακολουθούν το πρότυπο ISO 22000 για τη διαχείριση της ασφάλειας των τροφίμων. Αρκετές όμως από τις συνολικές επιχειρήσεις επέλεξαν ότι δεν ακολουθούν κάποιο πρότυπο, ως αποτέλεσμα αυτό να μας δείχνει ότι υπάρχουν εταιρείες που διαχειρίζονται τρόφιμα, οι οποίες δεν δίνουν τόση βαρύτητα είτε στη διαχείριση είτε στο μάρκετινγκ της επιχείρησης για δικούς τους λόγους. Τα εναρμονισμένα

πρότυπα, η συνεχής τεχνολογική ανάπτυξη για τη μείωση του κόστους, η συνεχής εστίαση σε ισχυρά οικονομικά μοντέλα και τα αποτελεσματικά προγράμματα επικοινωνίας και κατάρτισης είναι θεμελιώδη για την κλιμάκωση της ιχνηλασιμότητας (Waughray & de Cleene, 2019). Η συνεπής και ολοκληρωμένη πολυμερής συνεργασία, υποστηριζόμενη από ισχυρά κίνητρα και εμπορικά βιώσιμες λύσεις, θα βοηθούσε να διασφαλιστεί ότι η ιχνηλασιμότητα κλιμακώνεται αποτελεσματικά και αποδοτικά (Waughray & de Cleene, 2019). Θα πρέπει να διαπιστωθεί για ποιο λόγο οι εταιρείες χρησιμοποιούν κυρίως το ISO 22000 και για ποιο λόγο τα υπόλοιπα πρότυπα είναι απλώς διαδεδομένα και σε ελλιπή χρήση. Ακόμη, να διερευνηθεί ότι υπάρχουν εταιρείες, οι οποίες δεν χρησιμοποιούν κανένα πρότυπο και για άλλους λόγους διαχείρισης αδυνατούν να ακολουθήσουν κάποιο πρότυπο Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης.

Οι περισσότερες επιχειρήσεις αναγνωρίζουν ότι η τεχνολογία του Blockchain έχει ως ιδιότητες τη διαφάνεια, την ιχνηλασιμότητα και τη βιωσιμότητα για την καλύτερη λειτουργία των υπηρεσιών τους. Όμως, υπάρχουν ακόμη επιχειρήσεις οι οποίες υποστηρίζουν μόνο την ιδιότητα της ιχνηλασιμότητας, ενώ η διαφάνεια και η βιωσιμότητα είναι ιδιότητες που δεν θεωρούνται ούτε μεμονωμένα σημαντικές. Τέτοιες επιχειρήσεις προτιμούν να λύνουν τα θέματα με ανίχνευση προς τα πίσω (προέλευση τροφίμων και ιστορικό επεξεργασίας/διανομής) και δείχνουν να απορρίπτουν την τεχνολογία του Blockchain, ενώ παράλληλα δεν έχουν εξοικείωση με αυτήν. Οι (Tao & Chao, 2024) υποδεικνύουν ότι η συσχέτιση μεταξύ των συστημάτων ιχνηλασιμότητας τροφίμων που βασίζονται στην τεχνολογία Blockchain και των προθέσεων των πελατών να προβούν σε αγορά μπορεί να επηρεάζεται από αυτά τα τρία στοιχεία. Επίσης, υποστηρίζουν μέσω του ελέγχου των ενδιάμεσων επιδράσεων ότι στις ιδιότητες αυτές υπάρχει διακριτή διάκριση μεταξύ τους. Ωστόσο, περαιτέρω έρευνα θα πρέπει να διεξαχθεί ώστε να εξεταστεί η μεμονωμένη επιλογή ιδιότητας της ιχνηλασιμότητας σε επιχειρήσεις που δείχνουν να έχουν εξοικείωση με την τεχνολογία, ενώ απορρίπτουν τη χρήση διαφάνειας και βιωσιμότητας.

Οι επιχειρήσεις που θα εφαρμόζαν την τεχνολογία του Blockchain με βάση την διαφάνεια είναι προκειμένου να υπάρχει εμπιστοσύνη μεταξύ των εταιρειών, τα προϊόντα είναι πιο ασφαλή και ποιοτικά και να βελτιωθεί η πηγή εύρεσης των πιστοποιητικών των προϊόντων. Μελέτη εφαρμογής της τεχνολογίας των (Meidayanti et al., 2019) έδειξε ότι το Blockchain μπορεί να δημιουργήσει ένα διαφανές και αποτελεσματική εφοδιαστική αλυσίδα μέσω της ανταλλαγής

δεδομένων μεταξύ των ενδιαφερομένων. Η συμβολή του Blockchain μπορεί να ενισχύσει την αξιοπιστία των πληροφοριών σχετικά με την προέλευση των τροφίμων ενισχύοντας την διαφάνεια της παραγωγικής αλυσίδας, την παραποίηση των δεδομένων και ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των καταναλωτών. Ομοίως, οι (Tao & Chao, 2024) υποστηρίζουν ότι η εφαρμογή ενός συστήματος ιχνηλασιμότητας τροφίμων που βασίζεται στην τεχνολογία Blockchain ενισχύει την πρόθεση των πελατών να αγοράσουν βιολογικά γεωργικά προϊόντα και ότι η τεχνολογία Blockchain έχει τη δυνατότητα να ενισχύσει τα διαδικτυακά πρότυπα αγοράς φιλικών προς το περιβάλλον γεωργικών προϊόντων.

Παράλληλα η τεχνολογία θα υιοθετούνταν με βάση την βιωσιμότητα ως νέα τάση καθώς θα μπορούσε να συμβάλει θετικά στην μείωση της σπατάλης των τροφίμων και στη διασφάλιση του περιβάλλοντος. Οι (Li et al., 2021) αποδεικνύουν ότι το Blockchain επιτρέπει άνευ προηγούμενου ορατότητα σε κάθε βήμα των αλυσίδων εφοδιασμού τροφίμων και συμβάλλει στην αύξηση της διαφάνειας των συναλλαγών, της ασφάλειας των τροφίμων, καθώς και στη μείωση της σπατάλης τροφίμων και τη βελτίωση της βιωσιμότητας των αλυσίδων εφοδιασμού. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα αποτελέσματα της μελέτης των (Kor et al., 2021) δείχνουν εμπειρικά στοιχεία ότι οι γυναίκες, οι ηλικιωμένοι και οι συμμετέχοντες από υψηλότερα επίπεδα εισοδήματος σπαταλούν λιγότερα τρόφιμα. Εκτός από την βιωσιμότητα, η οποία κατέχει την πρώτη θέση τάσεων, κατά σειρά χρησιμοποιούνται η αξιοποίηση με χαμηλή εκπομπή άνθρακα και οι αισθητήρες σε ενεργές, έξυπνες και «πράσινες» συσκευασίες τροφίμων. Προτάσεις έρευνας θα ήταν η χρήση διαφάνειας σε επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν εξελισσόμενες τάσεις τεχνολογίας.

Η εφαρμογή τεχνολογιών χρησιμοποιείται από τις επιχειρήσεις με κυριότερη το Barcode, έχοντας και την θετικότερη συνεισφορά σε αυτές. Το προσωπικό με άγνοια της τεχνολογίας του Blockchain οδηγείται στην μη αναγνώριση νέων τεχνολογιών πιθανότητα λόγω έλλειψης γνώσεων. Η εξοικείωση των επιχειρήσεων με την τεχνολογία του Blockchain δεν προτιμά την τεχνολογία και εμφανίζει άγνοια. Για αυτό και θα πρέπει να ελεγχθεί ο λόγος που δεν εφαρμόζονται νέες τεχνολογίες. Αρκετές μελέτες (Agnusdei & Coluccia, 2022) έδειξαν ότι οι επαγγελματίες είναι απρόθυμοι να υιοθετήσουν εργαλεία τεχνολογικής καινοτομίας για την υποστήριξη της αλυσίδας εφοδιασμού, διότι το επίπεδο της τεχνολογικής καινοτομίας είναι το υψηλότερο, τείνουν να αναλύουν όλες τις φάσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας και όλους τους

πυλώνες βιωσιμότητας, αποδεικνύοντας μια επιστημονική μετάβαση προς ολιστικά και πολυδιάστατα μοντέλα με αρκετά κενά.

Οι πλατφόρμες της τεχνολογίας του Blockchain είναι γνωστές κατά κόρων για χρηματοοικονομικούς σκοπούς από τις επιχειρήσεις. Η εξοικειωμένες επιχειρήσεις με την τεχνολογία εμφάνισαν ελλιπής γνώσεις και αναγνώριση των πλατφορμών. Ο (Mendi, 2022) υποστηρίζει ότι εάν μια πλατφόρμα αναπτυχθεί οι άνθρωποι θα την προσεγγίσουν θετικά.

Υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση μεταξύ της εξοικείωσης με την τεχνολογία Blockchain και της αναγνώρισης των πλατφορμών Blockchain. Η συσχέτιση είναι ισχυρή, υποδεικνύοντας ότι η εξοικείωση με την τεχνολογία Blockchain επηρεάζει σημαντικά την αναγνώριση των πλατφορμών Blockchain. Όσοι είναι πιο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία Blockchain είναι επίσης πιο πιθανό να αναγνωρίσουν διάφορες πλατφόρμες Blockchain. Συμπερασματικά, η γνώση και η τεχνολογία είναι σημαντικοί παράγοντες ευαισθητοποίησης υποστηρίζουν οι (Kor et al., 2021), οι ψηφιακές πλατφόρμες και οι εφαρμογές μπορούν εύκολα να προσεγγίσουν πολλούς ανθρώπους εκπαιδεύοντάς τους. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προσδιοριστεί ποιες ομάδες έχουν περισσότερες γνώσεις σχετικά με τις πλατφόρμες Blockchain.

Η κατανόηση αυτών των συσχετίσεων μπορεί να βοηθήσει στο σχεδιασμό στοχευμένων προγραμμάτων κατάρτισης για την αύξηση της εξοικείωσης με τις πλατφόρμες Blockchain μεταξύ εκείνων που είναι λιγότερο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία Blockchain. Οι εταιρείες που αναπτύσσουν πλατφόρμες Blockchain ενδέχεται να επικεντρώσουν τις προσπάθειές τους μάρκετινγκ σε κοινό που είναι ήδη εξοικειωμένο με την τεχνολογία Blockchain για να αυξήσουν την αναγνώριση της πλατφόρμας. Τα ευρήματα των (Behnke, & Janssen (Marijn), 2019) υποδεικνύουν ότι πρώτα η αλυσίδα εφοδιασμού πρέπει να οργανωθεί πριν χρησιμοποιηθεί το blockchain.

Η υγιεινή και η ασφάλεια των τροφίμων διασφαλίζεται με την τεχνολογία του Blockchain αποτρέποντας την παραποίηση των πληροφοριών, καταγράφοντας την πορεία των τροφίμων-υποπροϊόντων στην παραγωγική αλυσίδα και βελτιώνοντας την ακρίβεια στις πληροφορίες. Τα πλεονεκτήματα με την εφαρμογή της τεχνολογίας φέρουν θετικό αντίκτυπο στην παρακολούθηση logistics, και παρακολούθηση της ροής των αγαθών. Οι αλυσίδες εφοδιασμού επηρεάζονται θετικά ως προς την ασφάλεια και ποιότητα τροφίμων, βελτιώνεται η απόδοση της και μειώνεται ο χρόνος και το κόστος συναλλαγής. Οι (Kouhizadeh et al., 2020)

μελετώντας την υιοθέτηση προκλήσεων με εφαρμογή τεχνολογίας Blockchain σε ένα βιώσιμο περιβάλλον αλυσίδας εφοδιασμού διαπίστωσαν από τα δεδομένα πιθανά πλεονεκτήματα ότι το ποσοστό υιοθέτησης αυτής της τεχνολογίας δεν ήταν συντριπτικό.

Οι νέες προκλήσεις συνεχίζουν να εμποδίζουν την υιοθέτηση της τεχνολογίας για την βελτίωση των συστημάτων βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας. Η έλλειψη γνώσεων και εξειδίκευσης, το υψηλό κόστος υλοποίησης της τεχνολογίας και τα ενδοοργανωτικά εμπόδια θεωρούνται οι βασικές προκλήσεις. Οι προκλήσεις από παρόμοια έρευνα (Lin et al., 2020) περιλαμβάνουν επεκτασιμότητα, ενσωμάτωση με τα υπάρχοντα παλαιού τύπου συστήματα και ασφάλεια και ιδιωτικότητα. Ειδικότερα, οι καταναλωτές-συμμετέχοντες που εμφάνισαν εμπιστοσύνη και υψηλή θέληση χρήσης της τεχνολογίας ήταν πολύ μικρός ο αριθμός τους.

5. Συμπεράσματα-Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η παρούσα έρευνα διερεύνησε τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας του Blockchain σε εταιρείες σχετιζόμενες έμμεσα και άμεσα με τα τρόφιμα στην Ελλάδα, μέσω ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας με ερωτηματολόγιο. Από την έρευνα παρατηρήθηκε ότι δεν διεξάχθηκε κατάλληλα ο αριθμός των ενδιαφερόμενων μερών, διότι δεν υπήρχε ανταπόκριση από αρκετές κατηγορίες επιχειρήσεων. Ως εκ τούτου, μία νέα έρευνα με περισσότερα ενδιαφερόμενα μέρη και προς όλες της κατηγορίες επιχειρήσεων θα οδηγούσε σε κατάλληλα αποτελέσματα προκειμένου να υιοθετηθεί εύλογα η τεχνολογία του Blockchain.

Ταυτόχρονα, η έρευνα δεν έδωσε εις βάθος τις απόψεις των ερωτηθέντων εάν πράγματι τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας θα οδηγούσαν τις επιχειρήσεις να υιοθετήσουν την τεχνολογία ή εάν ήδη την έχουν υιοθετήσει. Μια μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να λάβει υπόψιν τα συμπεράσματα που λήφθηκαν και να ρωτήσει τα ενδιαφερόμενα μέρη πώς αντιλαμβάνονται εμπειρικά τα πλεονεκτήματα και τις προκλήσεις της υγιεινής, της ασφάλειας των τροφίμων και του περιβάλλοντος μέσω της τεχνολογίας.

Βιβλιογραφία

- Agnusdei, G., & Coluccia, B. (2022). Sustainable agrifood supply chains: Bibliometric, network and content analyses. *Science of the Total Environment*, pp. 1-10.
- Andriotte Oliveira Lima Nyland, J., Silveira Badejo, M., & Gonçalves de Faria Corrêa, R. (2023). Blockchain Application For Traceability And Olive Oil Production In Brazil. *RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental*.
- Arshad, A., Shahzad, F., Rehman, I., & Sergi, B. (2023). A systematic literature review of blockchain technology and environmental sustainability: Status quo and future research. pp. 1059-0560.
- Babu, S., Devarajan, H., & Kaliamoorthy, V. (2023). Blockchain and IPFS: A Permanent Fix for Tracking Farm Produce. *IETA*, pp. 267-274.
- Barcelo, J. A. (2018). Chi-Square Analysis. *John Wiley & Sons, Inc.*
- BeefLedger. (2023). BeefLedger.io Chairman Warwick Powell Explains how the Blockchain Solves Supply Chain Problems. *ProQuest LLC*.
- Behnke, K., & Janssen (Marijn), M. (2019). Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. *International Journal of Information Management*, pp. 1-10.
- Elrouby, H., & Ismael, A. (2021). Challenges and Opportunities of Block-chain Technology in Food Supply Chain in Egypt. *Global Business and Management Research: An International Journal*, σσ. 25-32.
- Erol, I., Ar, I., Ozdemir, A., Peker, I., Asgary, A., Medeni, I., & Medeni, T. (2021). Assessing the feasibility of blockchain technology in industries: evidence from Turkey. *Journal of Enterprise Information*, pp. 746-769.
- European Parliament. (2021). European Parliament: MEP's Questions & Answers. *EFFL*.
- Falayi, A., Ayeni, A., Adebayo, B., & Abdullahi, A. (2024). Towards Digitalization of Fruits and Vegetables Supply Chain: Digital Twins and Internet of Things Approach. *Global Journal of Researches in Engineering: G Industrial Engineering*, p. 12.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). Food fraud Intention, detection and management FOOD SAFETY TECHNICAL TOOLKIT FOR ASIA AND THE PACIFIC. *FAO*.
- Frederick, R., Paul, J., & Priyadharsini. (2023). Environmental and Economical Impact of Blockchain. *EDP Sciences*.
- Gde Agung, A., Nugroho, H., & Hendriya, R. (2022, Jan). A Blockchain-based Halal Certificate Recording and Verification Prototype. *International Journal on Informatics Visualization*.
- Hassoun, A., Jagtap, S., Trollman, H., Garcia-Garcia, G., Abdullah, N., Goksen, G., . . . Lorenzo, J. (2022). Food processing 4.0: Current and future developments spurred by the fourth industrial revolution. *Elsevier Ltd., Food Control*.
- In, J., & Lee, D. (2024). Alternatives to the P value: connotations of significance. *The Korean Society of Anesthesiologists*.
- ISO. (2020). *Blockchain's technology of trust*. Ανάκτηση από https://www.iso.org/news/isofocus_142-5.html
- ISO. (2021). *A uniform approach to the use of third-party marks of conformity*. Ανάκτηση από <https://www.iso.org/news/ref2739.html>

- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Gawankar, S. (2019). Achieving sustainable performance in a data-driven agriculture supply chain: A review for research and applications. *International Journal of Production Economics*, pp. 179–194.
- Kasten, J. (2019). Blockchain Application: The Dairy Supply Chain. *Journal of Supply Chain Management Systems*, pp. 45-54.
- Kazancoglu, Y., Ozbiltekin-Pala, M., Sezer, M., Luthra, S., & Kumar, A. (2022). Resilient reverse logistics with blockchain technology in sustainable food supply chain management during COVID-19. *Business Strategy and the Environment*, pp. 2327–2340.
- Kor, B., Krawczyk, A., & Wakkee, I. (2021). Addressing food loss and waste prevention. *British Food Journal*, pp. 2434-2460.
- Kouhizadeh, M., Saberi, S., & Sarkis, J. (2020). Blockchain technology and the sustainable supply chain: Theoretically exploring adoption barriers. *Journal Pre-proof*, pp. 1-79.
- Lafargue, P., Rogerson, M., Parry, G., & Allainguillaume, J. (2021). Broken chocolate: biomarkers as a method for delivering cocoa supply chain visibility. *Supply Chain Management: An International Journal*, pp. 728–741.
- Li, K., Lee, J.-Y., & Gharehgozli, A. (2021). Blockchain in food supply chains: a literature review and synthesis analysis of platforms, benefits and challenges. *International Journal of Production Research*, pp. 3527–3546.
- Lin, W., Huang, X., Fang, H., Wang, V., Hua, Y., Wang, J., . . . Yau, L. (2020). Blockchain Technology in Current Agricultural Systems: From Techniques to Applications. *IEEE Access*.
- Liu, J., Sun, X., & Song, K. (2020). A Food Traceability Framework Based on Permissioned Blockchain. *Journal of Cyber Security*, pp. 107-113.
- Mangla, S., Kazançoglu, Y., Yıldızbasi, A., Öztürk, C., & Çalık, A. (2022). A conceptual framework for blockchain-based sustainable supply chain and evaluating implementation barriers: A case of the tea supply chain. *Business Strategy and the Environment*, pp. 3693–3716.
- McLaren, M. (2021). Food fraud in the supply chain (and how to fix it). *ProQuest*.
- Meidayanti, K., Arkeman, Y., & Sugiarto. (2019). Analysis and design of beef supply chain traceability system based on blockchain technology. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*.
- Mendi, A. F. (2022). Blockchain for Food Tracking. *electronics*, pp. 1-26.
- Mohammed, A., Potdar, V., Quaddus, M., & Hui, W. (2023). Blockchain Adoption in Food Supply Chains: A Systematic Literature Review on Enablers, Benefits, and Barriers. *IEEE Access*.
- Munir, M., Habib, M., Hussain, A., Shahbaz, M., Qamar, A., Masood, T., . . . Salman, C. (2022). Blockchain Adoption for Sustainable Supply Chain Management: Economic, Environmental, and Social Perspectives. *Frontiers in Energy Research*.
- Nene, S., Westerlund, M., Leminen, S., & Rajahonka, M. (2019). Benefits of Blockchain-based Traceability in Food Supply Chains.
- Øye, G., Simon, S., Rustad, T., & Paso, K. (2023). Trends in food emulsion technology: Pickering, nano-, and double emulsions. *Elsevier Ltd., ScienceDirect, Food Science*.
- Pu, S., & Siu Lee Lam, J. (2022). The benefits of blockchain for digital certificates: A multiple case study analysis. *Technology in Society*, pp. 1-9.
- Rana, R., Tricase, C., & De Cesare, L. (2021). Blockchain technology for a sustainable agri-food supply chain. *British Food Journal*, pp. 3471-3485.

- Ren, Q.-S., Fang, K., Yang, X.-T., & Han, J.-W. (2021). Ensuring the quality of meat in cold chain logistics: A comprehensive review. *Trends in Food Science & Technology*, pp. 133–151.
- Rossello, X. (2023). The P-value spectrum: from ‘absence of evidence’ to ‘evidence of difference’. *Oxford University Press*.
- Shahid, A., Almogren, A., Javaid, N., Al-Zahrani, F., Zuair, M., & Alam, M. (2020). Blockchain-Based Agri-Food Supply Chain: A Complete Solution. *IEEE Access*.
- Sharma, A., Sharma, A., Singh, R., & Bhatia, T. (2023). Blockchain adoption in agri-food supply chain management: an empirical study of the main drivers using extended UTAUT. *Business Process Management Journal*, pp. 737-756.
- Somlai, R. (2022). Insights into business strategies for reducing food waste in the Australian food industry. *Business strategy and the Environment*, pp. 3151–3164.
- Tan, A., Gligor, D., & Ngah, A. (2020). Applying Blockchain for Halal food traceability. *International Journal of Logistics Research and Applications*, pp. 947–964.
- Tao, Z., & Chao, J. (2024). The impact of a blockchain-based food traceability system on the online purchase intention of organic agricultural products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, pp. 1-13.
- Trollman, H., Garcia-Garcia, G., Jagtap, S., & Trollman, F. (2022). Blockchain for Ecologically Embedded Coffee Supply Chains. *logistics*, pp. 1-17.
- Tsang, Y., Choy, K., Wu, C., Ho, G., & Lam, H. (2019). Blockchain-Driven IoT for Food Traceability With an Integrated Consensus Mechanism. *IEEE Access*.
- UNEP and FAO. (2022). *Sustainable Food Cold Chains: Opportunities, Challenges and the Way Forward*. Nairobi and Rome: United Nations Environment Programme and Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Vu, N., Ghadge, A., & Bourlakis, M. (2021). Blockchain adoption in food supply chains: a review and implementation framework. *Production Planning & Control - The Management of Operations*, pp. 506–523.
- Wang, Y., Chen, K., Hao, M., & Yang, B. (2020). Food Safety Traceability Method Based on Blockchain Technology. *IOP Publishing Ltd*.
- Waghray, D., & de Cleene, S. (2019). Innovation with a Purpose: Improving Traceability in Food Value Chains through Technology Innovations. *World Economic Forum*.
- Wilkin, E., & Stubbs, T. (2020). Guidance for Dairy Product Enhanced Traceability. *The Innovation Center for U.S. Dairy*, pp. 1-49.
- Yu, H., Liu, Y., Zhang, H., Dong, S., Zou, S., Wang, W., . . . Liu, D. (2023). Food Supply Blockchain: A Bright Future for the Food Supply Chain. *IST-Africa 2023 Conference Proceedings*, pp. 1-8.
- Zhang, Y., Chen, L., Battino, M., Farag, M., Xiao, J., Simal-Gandara, J., . . . Jiang, W. (2022). Blockchain: An emerging novel technology to upgrade the current fresh fruit supply chain. *Trends in Food Science & Technology*, pp. 1–12.
- Zhang, Y., Wu, X., Ge, H., Jiang, Y., Sun, Z., & Ji, X. (2023). A Blockchain-Based Traceability Model for Grain and Oil Food Supply Chain. *Foods*, pp. 12, 3235.
- ΠΙΕΤΕΤ. (2024). Τοποθέτηση επιστημονικής επιτροπής ΠΙΕΤΕΤ, σχετικά με την πιθανή σταφυλοκοκκική μόλυνση, ετοιμών γευμάτων για σχολεία της Περ. Ενότητας Λαμίας. Ανάκτηση από <https://petet.gr/?p=6755>.

Παράρτημα I

Η τεχνολογία του Blockchain

<https://docs.google.com/forms/u/0/d/19rshhCA2bUhPYeWtSmbbVc4P...>

Η τεχνολογία του Blockchain

Το παρόν ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε στο πλαίσιο διπλωματικής εργασίας της μεταπτυχιακής φοιτήτριας Κάμπα Αικατερίνης, του τμήματος «Διαχείρισης Ποιότητας» του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου. Μέσω του ερωτηματολογίου αυτού, επιδιώκεται η διερεύνηση της στάσης και των αντιλήψεων των άμεσων και έμμεσων επιχειρήσεων τροφίμων στην αξιοποίηση της τεχνολογίας του Blockchain.

Στόχος της έρευνας είναι να πραγματοποιηθεί συλλογή ενός συνόλου δεδομένων για ερμηνεία και ανάλυση των προβλημάτων που υπάρχουν στην αλυσίδα παραγωγής τροφίμων, τα οποία λαμβάνουν χώρα σε επιχειρήσεις πρωτογενούς, δευτερογενούς και τριτογενούς τομέα παραγωγής τροφίμων, καθώς και σε επιπλέον παραγοντικές επιχειρήσεις που επηρεάζουν το περιβάλλον και πως η τεχνολογία του Blockchain μπορεί να προσφέρει λύσεις στην ασφαλή και υγιεινή διαχείριση μεταξύ τους.

Σας ευχαριστώ εκ των προτέρων για τη συνεργασία!

*** Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση**

1. Σε ποιο φύλο ανήκετε; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Θήλυ
- ☐ Άρρεν
- ☐ Άλλο: _____

2. Σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ 18-29
- ☐ 30-49
- ☐ 50-60
- ☐ 60 +

3. 3. Ποιο είναι το επίπεδο μόρφωσής σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Λύκειο
- ☐ Ανώτερη μόρφωση (ΙΕΚ, κλπ)
- ☐ Ανώτατη Μόρφωση (ΤΕΙ, ΑΕΙ)
- ☐ Μεταπτυχιακό επίπεδο
- ☐ Διδακτορικό επίπεδο
- ☐ Μεταδιδακτορικό επίπεδο
- ☐ Άλλο: _____

4. 4. Ποια είναι η κατηγορία της επιχείρησής; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Πρωτογενής τομέας (αγροδιατροφή, καλλιέργεια, κτηνοτροφία, σφαγεία, αλιεία, ιχθυοκαλλιέργεια, κλπ)
- ☐ Δευτερογενής τομέας (Βιοτεχνίες, Βιομηχανίες, εταιρείες τυποποίησης τροφίμων, κ.ά)
- ☐ Τριτογενής τομέας [μεταφοράς και διανομής τροφίμων και συσκευασιών (logistics)]
- ☐ Εταιρεία συλλογής και επεξεργασίας αποβλήτων (όπως η συλλογή λαδιού)
- ☐ Εταιρεία παραγωγής α και β συσκευασίας τροφίμων
- ☐ Άλλο: _____

5. 5. Η επιχείρηση ακολουθεί κάποιο από τα παρακάτω πρότυπα Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης; (πολλαπλή επιλογή) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ ISO 9001:2015 - Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας
☐ ISO 14001:2015 - Σύστημα Περιβαλλοντικής Διαχείρισης
☐ ISO 22000:2018 - Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων
☐ ISO 45001 - Υγεία και Ασφάλεια στην Εργασία
☐ Κανένα από τα παραπάνω
☐ Άλλο: _____

[Ορισμός Blockchain](#) (πατήστε στον υπερσύνδεσμο για τον ορισμό)

6. 6. Είστε εξοικειωμένοι με την τεχνολογία του Blockchain; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι
☐ Όχι
☐ Μερικώς
☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

7. 7. Ποια από τις κύριες ιδιότητες του Blockchain (διαφάνεια, ιχνηλασιμότητα, βιωσιμότητα) μπορεί να συμβάλει στην αναβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών της εταιρείας σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Διαφάνεια
- ☐ Ιχνηλασιμότητα
- ☐ Βιωσιμότητα
- ☐ Όλα τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

8. 8. Χρησιμοποιεί η επιχείρησή κάποια από τις ακόλουθες τεχνολογίες; (πολλαπλή επιλογή) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Global Positioning System (GPS) devices
- ☐ Electronic Data Interchange (EDI)
- ☐ Radio Frequency Identification (RFID) tags
- ☐ Barcodes
- ☐ Smart labels
- ☐ Location-based data
- ☐ Digital tags
- ☐ Quick Response (QR) code
- ☐ Internet of Things (IoT)
- ☐ Satellite imagery
- ☐ Near Field Communication (NFC)
- ☐ Artificial Intelligence (AI)
- ☐ Machine Learning
- ☐ Waste Management & Recycling Services (WM)
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

9. 9. Ποια τεχνολογία θα μπορούσε να συνεισφέρει θετικά στην επιχείρηση που εργάζεστε; (πολλαπλή επιλογή)

*

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Global Positioning System (GPS) devices
- ☐ Electronic Data Interchange (EDI)
- ☐ Radio Frequency Identification (RFID) tags
- ☐ Barcodes
- ☐ Smart labels
- ☐ Location-based data
- ☐ Digital tags
- ☐ Quick Response (QR) code
- ☐ Internet of Things (IoT)
- ☐ Satellite imagery
- ☐ Near Field Communication (NFC)
- ☐ Artificial Intelligence (AI)
- ☐ Machine Learning
- ☐ Waste Management & Recycling Services (WM)
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

10. 10. Αναγνωρίζετε κάποια πλατφόρμα της τεχνολογίας Blockchain; (πολλαπλή επιλογή) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ BeefLedger
- ☐ AgriBlockIoT
- ☐ Ethereum
- ☐ Hyperledger Sawtooth
- ☐ IBM Food Trust
- ☐ FoodTrail
- ☐ Provenance
- ☐ OriginTrail
- ☐ OlivaCoin
- ☐ FairChain
- ☐ OpenSC
- ☐ TE-FOOD
- ☐ WWF pilot
- ☐ Water Ledger
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

11. 11. Πώς νομίζετε ότι το Blockchain μπορεί να συμβάλει στην ενίσχυση της αξιοπιστίας *
των πληροφοριών σχετικά με την προέλευση των τροφίμων; (πολλαπλή επιλογή)

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Αποτρέποντας την παραποίηση των δεδομένων
- ☐ Προσφέροντας ανεξάρτητο έλεγχο
- ☐ Ενισχύοντας τη διαφάνεια της παραγωγικής αλυσίδας
- ☐ Εκτελώντας ασφαλέστερες οικονομικές συναλλαγές
- ☐ Ανταλλάσσοντας τα κατάλληλα πιστοποιητικά προϊόντων, όπως π.χ. Halal, βιολογικών, UTZ, health certificates κ.ά.
- ☐ Ανταλλάσσοντας τα πιστοποιητικά των εταιρειών τύπου ISO
- ☐ Ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των καταναλωτών
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

12. 12. Γιατί μια επιχείρηση οφείλει να υιοθετήσει την τεχνολογία του blockchain με βάση *
τη διαφάνεια της; (πολλαπλή επιλογή)

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Προσφέρει εμπιστοσύνη μεταξύ εταιρειών
- ☐ Είναι απαίτηση των καταναλωτών
- ☐ Βελτιώνει την πηγή εύρεσης των πιστοποιητικών των προϊόντων
- ☐ Τα προϊόντα είναι πιο ασφαλή και ποιοτικά
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

13. 13. Υπάρχουν αλλαγές (εξελισσόμενες τάσεις) στη σύγχρονη αντίληψη της παραγωγής *
τροφίμων στην επιχείρηση που εργάζεστε; (πολλαπλή επιλογή)

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Αξιοποίηση με χαμηλή εκπομπή άνθρακα
- ☐ Βιωσιμότητα
- ☐ Αισθητήρες σε ενεργές, έξυπνες και «πράσινες» συσκευασίες τροφίμων
- ☐ Ηλεκτρονικοί αισθητήρες, όπως ηλεκτρονική μύτη (E-nose) και γλώσσα (Etongue)
- ☐ Βιοαισθητήρες
- ☐ Αισθητήρες φασματοσκοπίας
- ☐ Φασματοσκοπία Πυρηνικού Μαγνητικού Συντονισμού
- ☐ DNA barcoding
- ☐ Αυτοματισμός και ρομποτική
- ☐ Self-Optimizing-Clean-In-Place (SOCIP)
- ☐ Νανοτεχνολογία
- ☐ Βιοτεχνολογία
- ☐ Artificial Intelligence (AI)
- ☐ Big Data
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

14. 14. Πώς θα επιλύσετε ζητήματα ιχνηλασιμότητας; (πολλαπλή επιλογή) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ ανίχνευση μέσω πολλαπλών βημάτων εντός των αλυσίδων εφοδιασμού
- ☐ ανίχνευση προς τα πίσω (προέλευση τροφίμων και ιστορικό επεξεργασίας/διανομής)
- ☐ ανίχνευση προς τα εμπρός (όπου πωλούνται/χρησιμοποιούνται)
- ☐ χρήση της τεχνολογίας Blockchain με ταχεία ανίχνευση δομής όλων των ανωτέρω βημάτων
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

15. 15. Είναι η βιωσιμότητα μια εξελισσόμενη τάση στον τομέα της επιχείρησης που εργάζεστε ως προς την τροφική αλυσίδα? *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι
☐ Όχι
☐ Μερικώς
☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

16. 16. Θα μπορούσε το Blockchain να συμβάλλει θετικά στην μείωση της σπατάλης τροφίμων; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι
☐ Όχι
☐ Μερικώς
☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

17. 17. Πώς νομίζετε ότι το Blockchain μπορεί να συμβάλει στη διαφύλαξη του περιβάλλοντος; (πολλαπλή επιλογή)

*

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Παρακολουθώντας το ίχνος άνθρακα στην παραγωγική διαδικασία
- ☐ Βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα της παραγωγής
- ☐ Βελτιώνοντας την ανθρώπινη ευημερία
- ☐ Τονώνοντας την οικονομική ανάπτυξη
- ☐ Μειώνοντας την εκπομπή αερίων θερμοκηπίου
- ☐ Μειώνοντας την ενεργειακή κατανάλωση
- ☐ Παρακολουθώντας την κλιματική αλλαγή
- ☐ Μειώνοντας την χρήση καυσίμων
- ☐ Μειώνοντας την κατανάλωση νερού
- ☐ Παρακολουθώντας τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων στο έδαφος και το νερό
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

18. 18. Ποιο πλεονέκτημα του Blockchain θεωρείτε σημαντικό στη διασφάλιση της υγιεινής και για την ασφάλεια των τροφίμων; (πολλαπλή επιλογή) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Αποτρέποντας την παραποίηση των πληροφοριών
- ☐ Καταγράφοντας την πορεία των τροφίμων-υποπροϊόντων στην παραγωγική αλυσίδα
- ☐ Βελτιώνοντας την ακρίβεια στις πληροφορίες
- ☐ Βελτιώνοντας την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας σε αυξημένο κίνδυνο και αβεβαιότητα
- ☐ Βελτιώνοντας τη διαφάνειά της
- ☐ Ενισχύοντας την ιχνηλασιμότητα των ειδών στην αλυσίδα εφοδιασμού
- ☐ Βελτιώνοντας τη βιωσιμότητα
- ☐ Ασφάλεια δεδομένων
- ☐ Αυτοματοποιημένες συναλλαγές
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

19. 19. Ποιο άλλο πλεονέκτημα του Blockchain θεωρείτε ότι θα είχε άμεση εφαρμογή στην επιχείρησή που εργάζεστε; (πολλαπλή επιλογή) *

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Παρακολούθηση της ροής των αγαθών
- ☐ Παρακολούθηση logistics, π.χ. παραγγελίες, αποδείξεις και ειδοποιήσεις αποστολής
- ☐ Απόδοση πιστοποιήσεων και χαρακτηριστικών στα προϊόντα
- ☐ Σύνδεση στοιχείων με τους σειριακούς αριθμούς ή τις ψηφιακές τους ετικέτες
- ☐ Κοινή χρήση πληροφοριών από την δημιουργία έως την επεξεργασία, τη διανομή και τη συντήρηση του προϊόντος
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

20. 20. Πώς μπορεί το Blockchain να επηρεάσει θετικά την ποιότητα των τροφίμων και να *
έχουν θετικό αντίκτυπο στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων; (πολλαπλή επιλογή)

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Ασφάλεια και ποιότητα τροφίμων
- ☐ Μείωση του χρόνου και του κόστους συναλλαγής
- ☐ Αύξηση εσόδων
- ☐ Βελτιωμένη απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

21. 21. Ποια πρόκληση από τις παρακάτω αντιμετωπίζετε στην επιχείρησή που εργάζεστε; *
(πολλαπλή επιλογή)

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ βελτίωση των συστημάτων βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας
- ☐ μείωση της απώλειας και της σπατάλης τροφίμων
- ☐ παγκόσμια αλλαγή διατροφής προς φυτικές δίαιτες
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

22. 22. Ποιες είναι οι προκλήσεις της υιοθέτησης του blockchain στις αλυσίδες εφοδιασμού τροφίμων; (πολλαπλή επιλογή)

*

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Ενδοοργανωτικά εμπόδια
- ☐ Υψηλό κόστος υλοποίησης
- ☐ Έλλειψη γνώσεων και εξειδίκευσης
- ☐ Δίλημμα διαφάνεια έναντι απορρήτου
- ☐ Καταλληλότητα blockchain
- ☐ Διαοργανωτικά εμπόδια
- ☐ Ετοιμότητα εφοδιαστικής αλυσίδας
- ☐ Ανακριβείς εισαγωγές
- ☐ Παραλλαγές στα πρότυπα
- ☐ Κανένα από τα παραπάνω
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
- ☐ Άλλο: _____

23. 23. Εάν χρησιμοποιηθεί το Blockchain για τη διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων, * πώς πιστεύετε ότι αυτό θα επηρεάσει την αγοραστική σας συμπεριφορά;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Θα αυξήσει την εμπιστοσύνη μου
- ☐ Δεν θα επηρεάσει την αγοραστική μου συμπεριφορά
- ☐ Θα μειώσει την εμπιστοσύνη μου
- ☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

24. 24. Πώς θα χαρακτηρίζατε την ετοιμότητα των καταναλωτών να αποδεχθούν τη χρήση *
του Blockchain για τη διασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Υψηλή
☐ Μέτρια
☐ Χαμηλή

25. 25. Γιατί πιστεύετε θα εφαρμόζατε νέα επιχειρηματικά μοντέλα που υποστηρίζονται *
από την τεχνολογία Blockchain; (πολλαπλή επιλογή)

Επιλέξτε όλα όσα ισχύουν.

- ☐ Απαίτηση καταναλωτών για διαφάνεια
☐ Χρηματοδοτούμενα προγράμματα για χρήση νέων τεχνολογιών όπως το Blockchain
☐ Για την αξιοποίηση των υποπροϊόντων παραγωγής και απορριμμάτων
☐ Κανένα από τα παραπάνω
☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ
☐ Άλλο: _____

26. 26. Πιστεύετε ότι η εταιρεία σας θα είναι σε θέση να χρησιμοποιήσει σύντομα το *
Blockchain;

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι
☐ Όχι
☐ Μερικώς
☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

27. 27. Συνεργάζεται η επιχείρησή που εργάζεστε με κάποια εταιρεία που χρησιμοποιεί την τεχνολογία του Blockchain; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι
☐ Όχι
☐ Μερικώς
☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

28. 28. Θα συνεργαζόσασταν με κάποιο Ερευνητικό Εργαστήριο – Πανεπιστήμιο, προκειμένου να εφαρμόσετε πειραματικά την τεχνολογία του Blockchain στην εταιρεία σας; *

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- ☐ Ναι
☐ Όχι
☐ Μερικώς
☐ Δεν γνωρίζω/Δεν απαντώ

Σας ευχαριστώ πολύ για τον χρόνο σας!

Αυτό το περιεχόμενο δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει εγκριθεί από την Google.

Google Φόρμες

Παράρτημα II

ΟΡΙΣΜΟΣ BLOCKCHAIN

https://docs.google.com/forms/u/0/d/1_XyiBnkpyvLw634z9PbIpx2S4...

ΟΡΙΣΜΟΣ BLOCKCHAIN

Ορισμός Blockchain

Το Blockchain είναι μια τεχνολογία κατακευματισμένου καταλόγου (Distributed Ledger Technology - DLT) που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τον συγχρονισμό δεδομένων σε ένα δίκτυο υπολογιστών. Βασίζεται σε ένα συστηματικό τρόπο αποθήκευσης των συναλλαγών ή των δεδομένων σε τμήματα, τα οποία ονομάζονται "blocks". Κάθε block περιλαμβάνει έναν κρυπτογραφημένο σύνδεσμο προς το προηγούμενο block, δημιουργώντας έτσι μια αλυσίδα (chain) από blocks.

Το Blockchain

είναι κατά κύριο λόγο γνωστό για τη χρήση του στον τομέα των κρυπτονομισμάτων, όπως το Bitcoin. Ωστόσο, η τεχνολογία έχει επεκταθεί σε πολλούς άλλους τομείς, συμπεριλαμβανομένων των χρηματοοικονομικών υπηρεσιών, της υγείας και της παραγωγικής αλυσίδας τροφίμων μεταξύ άλλων.

Οι βασικές ιδιότητες του Blockchain περιλαμβάνουν τη διαφάνεια, την ασφάλεια, την πιστοποίηση προϊόντων και υπηρεσιών, και τη δυνατότητα αποκεντρωμένου ελέγχου. Επίσης, οι συναλλαγές σε ένα Blockchain είναι αμετάκλητες, δηλαδή, αφού καταχωρηθούν, δεν μπορούν να τροποποιηθούν ή να αναιρεθούν.

Αυτό το περιεχόμενο δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει εγκριθεί από την Google.

Google Φόρμες

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.