



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΠΜΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΕΙΔΙΚΕΥΣΗ : LOGISTICS MANAGEMENT

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΚΟΤΣΟΒΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
Α.Μ: tml2314

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΝΕΛΛΙΔΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΑΘΗΝΑ, 2026

ΔΗΛΩΣΗ

Η εργασία αυτή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά και μόνο για την απόκτηση του συγκεκριμένου μεταπτυχιακού τίτλου.

Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του μη πρωτότυπου υλικού της ΜΔΕ ανήκουν στον/στη μεταπτυχιακό φοιτητή και στο επιβλέπον μέλος ΔΕΠ εις ολόκληρο, δηλαδή εκάτερος μπορεί να κάνει χρήση αυτών χωρίς τη συναίνεση άλλου. Τα πνευματικά δικαιώματα χρησιμοποίησης του πρωτότυπου μέρους της ΜΔΕ ανήκουν στον μεταπτυχιακό φοιτητή και στον επιβλέποντα από κοινού, δηλαδή δεν μπορεί ο ένας από τους δύο να κάνει χρήση αυτού χωρίς τη συναίνεση του άλλου. Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται η δημοσίευση του πρωτότυπου μέρους της διπλωματικής εργασίας σε επιστημονικό περιοδικό ή πρακτικά συνεδρίου από τον ένα εκ των δύο, με την προϋπόθεση ότι αναφέρονται τα ονόματα και των ως συν-συγγραφέων. Στην περίπτωση αυτή προηγείται γραπτή ενημέρωση του/της μη συμμετέχοντα/ουσας στη συγγραφή του επιστημονικού άρθρου. Δεν επιτρέπεται η κατά οποιοδήποτε τρόπο δημοσιοποίηση υλικού το οποίο έχει δηλωθεί εγγράφως ως απόρρητο.

Ο Φοιτητής

Κοτσοβός Κωνσταντίνος

Ο Επιβλέπων

Κανελλίδης Βασίλειος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας και εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες επηρεάζουν τη λειτουργία, την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα των συστημάτων logistics. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των παγκόσμιων εφοδιαστικών δικτύων, σε συνδυασμό με τις αυξημένες απαιτήσεις για ταχύτητα, ευελιξία και διαφάνεια, καθιστούν αναγκαία την αξιοποίηση τεχνολογικών λύσεων που ενισχύουν την αποτελεσματική διαχείριση των ροών προϊόντων και πληροφοριών. Στο θεωρητικό μέρος της εργασίας παρουσιάζεται η εξέλιξη της εφοδιαστικής αλυσίδας και αναλύεται η διαδικασία της ψηφιοποίησης, καθώς και οι κυριότερες τεχνολογίες που υποστηρίζουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), η τεχνολογία blockchain, η ανάλυση μεγάλων δεδομένων και τα πληροφοριακά συστήματα. Παράλληλα, εξετάζονται οι θεωρητικές προσεγγίσεις που ερμηνεύουν το φαινόμενο του ψηφιακού μετασχηματισμού, ενώ αναδεικνύονται τα πλεονεκτήματα, οι προκλήσεις και οι περιορισμοί που συνοδεύουν την εφαρμογή των νέων τεχνολογιών στις επιχειρησιακές διαδικασίες. Στο εμπειρικό μέρος της μελέτης ακολουθείται ποιοτική ερευνητική προσέγγιση μέσω ημιδομημένης συνέντευξης, με σκοπό τη διερεύνηση της πρακτικής εφαρμογής των ψηφιακών τεχνολογιών στον χώρο των logistics και της διακίνησης προϊόντων. Η ανάλυση των δεδομένων αναδεικνύει τη συμβολή των πληροφοριακών συστημάτων και των ψηφιακών εφαρμογών στη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας, στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης αποθεμάτων, στην ενίσχυση της επιχειρησιακής συνέχειας και στη λήψη αποτελεσματικότερων αποφάσεων. Παράλληλα, καταγράφονται οι δυσκολίες που συνδέονται με την υιοθέτηση των νέων τεχνολογιών, όπως οι τεχνολογικοί περιορισμοί, η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων δεξιοτήτων και η διαχείριση των οργανωσιακών αλλαγών. Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός αποτελεί βασικό παράγοντα ενίσχυσης της ανταγωνιστικότητας και της βιωσιμότητας των σύγχρονων εφοδιαστικών αλυσίδων. Ωστόσο, η αποτελεσματική αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών προϋποθέτει στρατηγικό σχεδιασμό, επενδύσεις σε τεχνολογικές υποδομές και ανθρώπινο δυναμικό, καθώς και συνεχή προσαρμογή στις απαιτήσεις του διαρκώς μεταβαλλόμενου επιχειρησιακού περιβάλλοντος.

Λέξεις-κλειδιά: εφοδιαστική αλυσίδα, ψηφιακός μετασχηματισμός, logistics, τεχνητή νοημοσύνη, Internet of Things, blockchain, πληροφοριακά συστήματα, βιωσιμότητα.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες προς τον καθηγητή μου, Κανελλίδη Βασίλειο, για την πολύτιμη καθοδήγηση, τη συνεχή υποστήριξη και την εμπιστοσύνη που μου παρείχε καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Η συμβολή του υπήρξε καθοριστική για την ολοκλήρωση της έρευνας και η επιστημονική του κατάρτιση αποτέλεσε πηγή έμπνευσης και γνώσης. Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Μακαντάση Ευστάθιο για την πρόθυμη συμμετοχή του στη συνέντευξη που πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, καθώς και για τις πολύτιμες πληροφορίες και απόψεις που συνέβαλαν ουσιαστικά στην ολοκλήρωση της εργασίας. Τέλος, εκφράζω την ευγνωμοσύνη μου σε όλους όσους συνέβαλαν, άμεσα ή έμμεσα, στην επιτυχή ολοκλήρωση αυτής της προσπάθειας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	3
<u>ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ</u>	9
<u>ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ</u>	9
<u>Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή</u>	9
<u>1.1 Εισαγωγικές έννοιες</u>	9
<u>1.2 Προβληματική και Αναγκαιότητα της έρευνας</u>	11
<u>1.3 Σκοπός και στόχοι της μελέτης</u>	12
<u>Κεφάλαιο 2^ο Ψηφιοποίηση στην εφοδιαστική αλυσίδα</u>	14
<u>2.1 Παραδοσιακά μοντέλα</u>	14
<u>2.2 Ορόσημα στην εξέλιξη της εφοδιαστικής αλυσίδας</u>	15
<u>2.3 Διαδικασία Ψηφιοποίησης</u>	17
<u>2.3.1 Καινοτόμες τεχνολογίες</u>	17
<u>2.3.2 Παγκοσμιοποίηση και απαιτήσεις της αγοράς</u>	18
<u>2.3.3 Οφέλη από την υιοθέτηση</u>	19
<u>2.4 Θεωρίες ψηφιακού μετασχηματισμού</u>	20
<u>2.4.1 Εξέλιξη του ψηφιακού μετασχηματισμού</u>	22
<u>2.4.2 Δυνατά και αδύνατα σημεία</u>	23
<u>2.5 Τα οφέλη του ψηφιακού μετασχηματισμού στην εφοδιαστική αλυσίδα</u>	24
<u>2.5.1 Αναβάθμιση των ποσοτικών διαστάσεων των παρεχόμενων υπηρεσιών</u>	25
<u>2.5.2 Αναβάθμιση των ποιοτικών διαστάσεων των παρεχόμενων υπηρεσιών</u>	27
<u>2.6 Προκλήσεις και εμπόδια στην υιοθέτηση της ψηφιοποίησης</u>	29
<u>2.6.1 Τεχνολογικές και τεχνικές προκλήσεις</u>	29
<u>2.6.2 Οργανωσιακές και ανθρώπινες προκλήσεις</u>	31
<u>2.6.3 Εξωτερικοί και ευρύτεροι περιοριστικοί παράγοντες</u>	32
<u>2.7 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ψηφιοποιημένης εφοδιαστικής αλυσίδας</u>	34

<u>2.7.1 Μείωση αποτυπώματος άνθρακα</u>	34
<u>Κεφάλαιο 3° Διασύνδεση του IoT και το Blockchain με τις Λειτουργίες της Εφοδιαστικής Αλυσίδας αναφορά στη μεταφορά και διακίνηση των προϊόντων</u>	36
<u>3.1 Παρακολούθηση και Ανίχνευση</u>	36
<u>3.2 Διαχείριση και βελτιστοποίηση Αποθεμάτων</u>	37
<u>3.3 Υποστήριξη στη Λήψη Στρατηγικών Αποφάσεων</u>	37
<u>3.4 Αυτοματοποίηση Επιχειρησιακών Διεργασιών</u>	38
<u>3.5 Ενίσχυση Ανθεκτικότητας και Προώθηση Βιωσιμότητας</u>	38
<u>3.6 Προσαρμογή και Προσωποποιημένη Εξυπηρέτηση Πελατών</u>	39
<u>3.7 Τεχνολογίες IoT στην Πράξη: Εφαρμογές και Καινοτομίες</u>	41
<u>3.7.1 Αισθητήρες IoT για Μεταφορά και Αποθήκευση Προϊόντων</u>	41
<u>3.7.2 Τεχνολογίες Blockchain και RFID</u>	41
<u>3.7.3 Ιχνιασιμότητα και Αυτοματισμοί</u>	42
<u>3.7.4 Συστήματα Παρακολούθησης</u>	42
<u>3.7.5 Συστήματα αυτόνομης μεταφοράς</u>	43
<u>3.8 Blockchain</u>	43
<u>Κεφάλαιο 4° Εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στην Εφοδιαστική Αλυσίδα</u>	46
<u>4.1 Παραδείγματα Υλοποίησης από Πρωτοπόρες Επιχειρήσεις</u>	46
<u>4.2 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Τάσεις</u>	50
<u>4.2.1 Ο ρόλος του IoT και του Blockchain στον μετασχηματισμό της Εφοδιαστικής Αλυσίδας</u>	50
<u>4.2.2 Κυβερνο-Φυσικά Συστήματα (Cyber-Physical Systems – CPS)-Έννοια και εφαρμογές</u>	51
<u>4.2.3 Συγκριτική ανάλυση μεταξύ του IoT και του CPS</u>	54
<u>4.2.4 Μελλοντικές κατευθύνσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα</u>	56
<u>5.1 Ερευνητική προσέγγιση</u>	59

<u>5.2 Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων</u>	61
<u>5.3 Δείγμα της Έρευνας</u>	63
<u>5.4 Διαδικασία Διεξαγωγής της Συνέντευξης</u>	66
<u>5.5 Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων</u>	68
<u>Κεφάλαιο 6° Ανάλυση</u>	71
<u>6.1 Ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων</u>	71
<u>6.2 Η χρήση πληροφοριακών συστημάτων και δεδομένων στη διαχείριση των logistics</u>	72
<u>6.3 Ψηφιακός μετασχηματισμός, επιχειρησιακή συνέχεια και διαχείριση αλλαγής</u>	74
<u>6.4 Διαχείριση αποθεμάτων και όρια της ψηφιοποίησης</u>	76
<u>6.5 Προκλήσεις εφαρμογής και τεχνολογικοί περιορισμοί</u>	77
<u>6.6 Συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στην αποδοτικότητα και στη βιωσιμότητα</u>	78
<u>6.7 Μελλοντικές προοπτικές και τεχνολογικές επιλογές</u>	79
<u>6.8 Συνολική αποτίμηση</u>	80
<u>Κεφάλαιο 7° Συμπεράσματα, Περιορισμοί της έρευνας και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.</u>	82
<u>7.1 Συμπεράσματα έρευνας</u>	82
<u>7.2 Περιορισμοί και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.</u>	84
<u>Βιβλιογραφία</u>	86
<u>Παράρτημα-Συνέντευξη</u>	91

ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1 : Ποσοτικά οφέλη των υπηρεσιών.....	25
Εικόνα 2: Ποιοτικά οφέλη των υπηρεσιών.....	27
Εικόνα 3: Τεχνικές προκλήσεις	30
Εικόνα 4: Απεικόνιση της τεχνολογικής πορείας από την IT προς τα CPS	56

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Εκπομπές CO2 στην παγκόσμια ναυτιλία (Statista, 2023)	35
--	----

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγικές έννοιες

Στο σύγχρονο διεθνοποιημένο οικονομικό περιβάλλον, η αποτελεσματική οργάνωση και διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αναγνωρίζεται ως κρίσιμος παράγοντας για την εύρυθμη λειτουργία των επιχειρήσεων και τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητάς τους. Η ταχεία πρόοδος της ψηφιακής τεχνολογίας και η αυξανόμενη ενσωμάτωσή της στις επιχειρησιακές διαδικασίες έχουν μεταβάλει ουσιαστικά τον τρόπο με τον οποίο σχεδιάζονται, εκτελούνται και ελέγχονται οι δραστηριότητες που σχετίζονται με τη ροή των αγαθών και των πληροφοριών. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα μελέτη επιχειρεί να αναλύσει τις διαστάσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας και να διερευνήσει τον τρόπο με τον οποίο οι τεχνολογικές εξελίξεις επηρεάζουν τη λειτουργική της αποτελεσματικότητα και τη βιωσιμότητα των επιχειρησιακών συστημάτων.

Η εμφάνιση και η ταχεία διάδοση σύγχρονων ψηφιακών εργαλείων, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence – AI), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT), η τεχνολογία blockchain και η ανάλυση μεγάλων δεδομένων (Big Data analytics), έχουν αναδιαμορφώσει σημαντικά τον τρόπο διαχείρισης των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μέσω των τεχνολογιών αυτών καθίσταται δυνατή η ακριβέστερη πρόβλεψη της ζήτησης, η αποτελεσματικότερη διαχείριση αποθεμάτων και η βελτίωση του συντονισμού μεταξύ των επιμέρους κρίκων της αλυσίδας εφοδιασμού. Επιπλέον, η αξιοποίηση ψηφιακών συστημάτων επιτρέπει τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που συμβάλλει στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και στην ενίσχυση της διαφάνειας των επιχειρησιακών διαδικασιών.

Η μετάβαση προς ένα ψηφιακά υποστηριζόμενο μοντέλο λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς οι απαιτήσεις της σύγχρονης αγοράς καθιστούν αναγκαία την ταχεία ανταπόκριση στις μεταβολές της ζήτησης και τη βελτιστοποίηση της αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων. Παράλληλα, οι δραστηριότητες που συνδέονται με τη μεταφορά, την αποθήκευση και τη διανομή προϊόντων έχουν σημαντικές επιπτώσεις τόσο στην οικονομική ανάπτυξη όσο και στο φυσικό περιβάλλον. Η ενεργειακή κατανάλωση, οι εκπομπές αερίων ρύπων και η διαχείριση των αποβλήτων αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα των σύγχρονων επιχειρησιακών μοντέλων.

Παρά τα σημαντικά οφέλη που προκύπτουν από την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών, η διαδικασία ψηφιακού μετασχηματισμού συνοδεύεται από προκλήσεις που απαιτούν στρατηγικό σχεδιασμό και οργανωτική προσαρμογή. Οι επιχειρήσεις καλούνται να επενδύσουν σε τεχνολογικές υποδομές, να ενισχύσουν τις ψηφιακές δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού τους και να διασφαλίσουν την προστασία των πληροφοριακών συστημάτων από απειλές στον κυβερνοχώρο. Ταυτόχρονα, η συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια που σχετίζονται με την περιβαλλοντική προστασία και τη βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη μακροχρόνια λειτουργία των οργανισμών.

Η περιβαλλοντική διάσταση της λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας αποκτά ολοένα και μεγαλύτερη σημασία στο πλαίσιο των παγκόσμιων προσπάθειών αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και περιορισμού της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης. Οι επιχειρήσεις καλούνται να υιοθετήσουν πρακτικές που μειώνουν το ενεργειακό αποτύπωμα των δραστηριοτήτων τους και να ενσωματώσουν τεχνολογικές λύσεις που συμβάλλουν στη βελτιστοποίηση της κατανάλωσης πόρων. Η αξιοποίηση ψηφιακών συστημάτων μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, στη μείωση των εκπομπών ρύπων και στη βελτίωση της διαχείρισης των υλικών και των αποβλήτων.

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στη συστηματική διερεύνηση της επίδρασης της ψηφιοποίησης στη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας και στην ανάδειξη των παραγόντων που επηρεάζουν την επιτυχή εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών στον συγκεκριμένο τομέα. Ειδικότερα, εξετάζονται οι σύγχρονες επιχειρησιακές πρακτικές, οι τεχνολογικές καινοτομίες και οι περιβαλλοντικές προεκτάσεις που προκύπτουν από τη μετάβαση σε ψηφιακά συστήματα διαχείρισης. Στα επόμενα κεφάλαια της εργασίας παρουσιάζεται η εξέλιξη της έννοιας της εφοδιαστικής αλυσίδας διαχρονικά, αναλύεται ο ρόλος της ψηφιακής τεχνολογίας στη βελτίωση των λειτουργιών της και διερευνώνται οι θεωρητικές και εφαρμοσμένες πτυχές του ψηφιακού μετασχηματισμού. Μέσα από την ανάλυση αυτή επιδιώκεται η κατανόηση των

μελλοντικών τάσεων στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας και η αξιολόγηση της συμβολής των ψηφιακών τεχνολογιών στη διαμόρφωση ενός πιο αποδοτικού και βιώσιμου οικονομικού συστήματος

1.2 Προβληματική και Αναγκαιότητα της έρευνας

Στο σύγχρονο περιβάλλον των εφοδιαστικών αλυσίδων, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν αποτελεί πλέον μια προαιρετική τεχνολογική επιλογή, αλλά έναν κρίσιμο παράγοντα διαμόρφωσης της επιχειρησιακής στρατηγικής και της λειτουργικής αποτελεσματικότητας. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των δικτύων logistics, η ανάγκη για ταχύτητα και ακρίβεια στις παραδόσεις, καθώς και οι απαιτήσεις για διαφάνεια και βιωσιμότητα, καθιστούν αναγκαία την ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Ωστόσο, παρά τη σημαντική ανάπτυξη της σχετικής βιβλιογραφίας, παρατηρείται ένα ουσιαστικό ερευνητικό κενό: η πλειονότητα των μελετών επικεντρώνεται είτε στα θεωρητικά οφέλη των ψηφιακών τεχνολογιών είτε σε αποσπασματικές εφαρμογές τους, χωρίς να αποτυπώνει επαρκώς τον τρόπο με τον οποίο αυτές ενσωματώνονται σε πραγματικά, σύνθετα επιχειρησιακά περιβάλλοντα. Ειδικότερα, δεν αναλύεται σε βάθος το πώς οι επιχειρήσεις ισορροπούν μεταξύ τεχνολογικής καινοτομίας, κόστους, οργανωτικών περιορισμών και ανθρώπινων παραγόντων.

Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να καλύψει αυτό το κενό, διερευνώντας τον ψηφιακό μετασχηματισμό όχι μόνο ως τεχνολογικό φαινόμενο, αλλά ως μια πολυδιάστατη διαδικασία που επηρεάζει τη δομή, τη λειτουργία και τη στρατηγική της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στον τομέα των logistics και της διακίνησης αγαθών, όπου οι επιπτώσεις της ψηφιοποίησης είναι άμεσες και μετρήσιμες.

Κεντρικό ερευνητικό ζήτημα αποτελεί η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες συμβάλλουν:

- στη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας (π.χ. δρομολόγηση, αποθέματα, χρόνοι παράδοσης),
- στη διασφάλιση της επιχειρησιακής συνέχειας,
- στη μείωση του λειτουργικού κόστους,

- καθώς και στη διαχείριση περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Παράλληλα, η έρευνα εξετάζει τις προκλήσεις που συνοδεύουν την ψηφιακή μετάβαση, όπως η ανάγκη για αλλαγή οργανωσιακής κουλτούρας, η εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού, η διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων και η διασφάλιση της κυβερνοασφάλειας.

Η αναγκαιότητα της μελέτης ενισχύεται περαιτέρω από την εμπειρική διερεύνηση μέσω της περίπτωσης της ΔΕΛΤΑ Τρόφιμα Α.Ε., η οποία προσφέρει μια ολοκληρωμένη εικόνα εφαρμογής ψηφιακών πρακτικών σε ένα απαιτητικό και δυναμικό περιβάλλον logistics. Μέσα από τη σύνδεση θεωρίας και πράξης, η εργασία επιδιώκει να αναδείξει όχι μόνο τα οφέλη, αλλά και τα όρια και τις πραγματικές συνθήκες εφαρμογής του ψηφιακού μετασχηματισμού.

1.3 Σκοπός και στόχοι της μελέτης

Λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω προβληματική, σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εις βάθος ανάλυση του ρόλου του ψηφιακού μετασχηματισμού στη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας, με έμφαση στη σύνδεση θεωρητικών προσεγγίσεων και εμπειρικών δεδομένων από πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη επιδιώκει να διερευνήσει πώς οι ψηφιακές τεχνολογίες επηρεάζουν τη λειτουργική αποδοτικότητα, τη λήψη αποφάσεων, τη διαχείριση πόρων και τη βιωσιμότητα των εφοδιαστικών συστημάτων, καθώς και να αναδείξει τους παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχία ή μη εφαρμογή τους.

Στο πλαίσιο αυτό, οι επιμέρους στόχοι της εργασίας διαμορφώνονται ως εξής:

- Ανάλυση της εξέλιξης της εφοδιαστικής αλυσίδας και του ψηφιακού μετασχηματισμού: Εξετάζεται η μετάβαση από τα παραδοσιακά, γραμμικά μοντέλα διαχείρισης σε σύγχρονα, ψηφιακά και διασυνδεδεμένα συστήματα, καθώς και οι τεχνολογικοί και οικονομικοί παράγοντες που διαμόρφωσαν αυτή την εξέλιξη.
- Διερεύνηση του λειτουργικού αντίκτυπου των ψηφιακών τεχνολογιών: Αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο εργαλεία όπως το IoT, η τεχνητή νοημοσύνη, τα πληροφοριακά συστήματα και η ανάλυση δεδομένων επηρεάζουν βασικές λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπως η διαχείριση αποθεμάτων, η δρομολόγηση, η παρακολούθηση μεταφορών και η ποιότητα διανομής.
- Σύνδεση θεωρητικών προσεγγίσεων με εμπειρικά δεδομένα: Μέσω της μελέτης

περίπτωσης της ΔΕΛΤΑ Τρόφιμα Α.Ε., εξετάζεται πώς οι θεωρητικές έννοιες του ψηφιακού μετασχηματισμού εφαρμόζονται στην πράξη, αναδεικνύοντας τόσο τις δυνατότητες όσο και τους περιορισμούς τους σε πραγματικές συνθήκες.

- Αξιολόγηση των περιβαλλοντικών και βιώσιμων διαστάσεων: Διερευνάται ο ρόλος της ψηφιοποίησης στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, μέσω πρακτικών όπως η βελτιστοποίηση δρομολογίων, η μείωση «άδειων» χιλιομέτρων και η αποδοτικότερη χρήση πόρων, καθώς και η σύνδεσή της με δείκτες βιωσιμότητας.
- Προσδιορισμός προκλήσεων και περιορισμών: Αναλύονται οι τεχνικές, οργανωτικές και ανθρώπινες δυσκολίες που σχετίζονται με την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών, όπως η διαχείριση αλλαγής, η ανάγκη για εξειδικευμένες δεξιότητες, η πολυπλοκότητα των συστημάτων και η εξάρτηση από δεδομένα και υποδομές.
- Διερεύνηση μελλοντικών τάσεων και τεχνολογικών προοπτικών: Εξετάζεται ο ρόλος αναδυόμενων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, καθώς και η σημασία της αξιολόγησης κόστους–οφέλους στην υιοθέτησή τους.

Κεφάλαιο 2^ο Ψηφιοποίηση στην εφοδιαστική αλυσίδα

2.1 Παραδοσιακά μοντέλα

Τα παραδοσιακά μοντέλα διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα οποία κυριάρχησαν έως τα τέλη του 20ού αιώνα, βασίζονταν κυρίως σε μια γραμμική και λειτουργικά διαχωρισμένη λογική οργάνωσης. Η διερεύνηση των χαρακτηριστικών και των περιορισμών των μοντέλων αυτών αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κατανόηση της μετέπειτα εξέλιξης των συστημάτων εφοδιαστικής αλυσίδας και της μετάβασης σε πιο ευέλικτες και τεχνολογικά υποστηριζόμενες προσεγγίσεις (Plakantara & Karakitsiou, 2025).

Στο πλαίσιο αυτό, η λειτουργία των παραδοσιακών αλυσίδων εφοδιασμού επικεντρωνόταν κυρίως στη βελτιστοποίηση του κόστους και στην επίτευξη λειτουργικής αποδοτικότητας σε ένα σχετικά σταθερό και προβλέψιμο επιχειρηματικό περιβάλλον. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων αυτών ήταν η εφαρμογή της λογικής «ώθησης» (push system), σύμφωνα με την οποία οι αποφάσεις παραγωγής και διανομής βασίζονταν σε προβλέψεις ζήτησης και όχι σε πραγματικά δεδομένα κατανάλωσης. Η προσέγγιση αυτή, αν και απλοποιούσε τον προγραμματισμό, συχνά οδηγούσε σε ανισορροπίες μεταξύ προσφοράς και ζήτησης, προκαλώντας είτε πλεονάζοντα αποθέματα είτε ελλείψεις προϊόντων (Tiwari et al., 2024).

Επιπλέον, τα παραδοσιακά μοντέλα χαρακτηρίζονταν από μια κατακερματισμένη δομή λειτουργίας, όπου τα επιμέρους στάδια της αλυσίδας — όπως η προμήθεια, η παραγωγή και η διανομή — λειτουργούσαν σε μεγάλο βαθμό ανεξάρτητα μεταξύ τους. Η περιορισμένη συνεργασία και η έλλειψη ολοκληρωμένου συντονισμού μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων συνέβαλαν στη δημιουργία καθυστερήσεων, σπατάλης πόρων και μειωμένης ανταπόκρισης σε διαταραχές της αγοράς (Plakantara & Karakitsiou, 2025; Abdelhamid, et al., 2024).

Σημαντικό ρόλο στη λειτουργία των παραδοσιακών συστημάτων διαδραμάτιζε η διαχείριση αποθεμάτων, η οποία βασιζόταν σε μεθόδους προγραμματισμού παραγωγής και ελέγχου αποθεμάτων που στόχευαν κυρίως στη μείωση του κόστους (Tian & Cui, 2025). Παρά τις προσπάθειες βελτιστοποίησης, η περιορισμένη ευελιξία των συστημάτων αυτών καθιστούσε δύσκολη την προσαρμογή τους σε συνθήκες αυξημένης αβεβαιότητας και μεταβλητότητας της ζήτησης (Abdelhamid et al., 2024; Plakantara, & Karakitsiou, 2025).

Παράλληλα, οι σχέσεις μεταξύ επιχειρήσεων και προμηθευτών αντιμετωπίζονταν συχνά με ανταγωνιστική λογική, δίνοντας έμφαση στη διαπραγμάτευση τιμών και στη μείωση του κόστους, αντί στη δημιουργία μακροχρόνιων συνεργασιών και στη διαμοίραση

πληροφοριών. Η πρακτική αυτή περιόριζε τη δυνατότητα ανάπτυξης συνεργατικών στρατηγικών και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης της αλυσίδας εφοδιασμού.

Ένα ακόμη χαρακτηριστικό των παραδοσιακών μοντέλων ήταν η περιορισμένη ενσωμάτωση τεχνολογικών εργαλείων. Η ανταλλαγή πληροφοριών πραγματοποιούνταν συχνά με μη αυτοματοποιημένες διαδικασίες, γεγονός που δυσχέραινε την παρακολούθηση των ροών προϊόντων και τη λήψη έγκαιρων αποφάσεων. Η απουσία συστημάτων πληροφόρησης σε πραγματικό χρόνο επηρέαζε αρνητικά την ακρίβεια των προβλέψεων και την αποτελεσματικότητα του συντονισμού μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών.

Επιπρόσθετα, η περιβαλλοντική διάσταση δεν αποτελούσε βασικό κριτήριο σχεδιασμού των παραδοσιακών αλυσίδων εφοδιασμού. Η προτεραιότητα που δινόταν στην οικονομική αποδοτικότητα συχνά οδηγούσε σε πρακτικές που αύξαναν την κατανάλωση πόρων και την παραγωγή αποβλήτων, χωρίς συστηματική αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Συνολικά, τα παραδοσιακά μοντέλα εφοδιαστικής αλυσίδας παρουσιάζουν τρεις βασικούς περιορισμούς:

- περιορισμένο επίπεδο συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων,
- χαμηλό βαθμό τεχνολογικής υποστήριξης και διαχείρισης πληροφοριών, και
- περιορισμένη ενσωμάτωση περιβαλλοντικών και στρατηγικών παραμέτρων στον σχεδιασμό των λειτουργιών

Οι περιορισμοί αυτοί συνέβαλαν στη σταδιακή ανάγκη μετάβασης σε πιο ολοκληρωμένα και ευέλικτα μοντέλα διαχείρισης, τα οποία αξιοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες, δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και συνεργατικές πρακτικές, προκειμένου να ενισχυθεί η ανθεκτικότητα, η αποδοτικότητα και η βιωσιμότητα των σύγχρονων αλυσίδων εφοδιασμού (Plakantara & Karakitsiou, 2025).

2.2 Ορόσημα στην εξέλιξη της εφοδιαστικής αλυσίδας

Η ιστορική πορεία της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτυπώνει τη σταδιακή μετάβαση των επιχειρήσεων από αποσπασματικές λειτουργικές πρακτικές σε ολοκληρωμένα και διασυνδεδεμένα συστήματα διαχείρισης. Η εξέλιξη αυτή δεν υπήρξε γραμμική, αλλά επηρεάστηκε από τη σύγκλιση οικονομικών μεταβολών, τεχνολογικών εξελίξεων και

μεταβαλλόμενων προτύπων ζήτησης σε διεθνές επίπεδο.

Κατά την πρώτη μεταπολεμική περίοδο (1950–1960), η έμφαση δόθηκε κυρίως στη φυσική διανομή των προϊόντων, με στόχο τη βελτίωση επιμέρους λειτουργιών όπως η μεταφορά, η αποθήκευση και ο έλεγχος αποθεμάτων. Σε αυτή τη φάση, η διαχείριση της ροής αγαθών αντιμετωπιζόταν ως επιχειρησιακό ζήτημα, χωρίς ουσιαστική διασύνδεση μεταξύ των επιμέρους δραστηριοτήτων (Plakantara & Karakitsiou, 2025).

Η επόμενη σημαντική μεταβολή καταγράφηκε τη δεκαετία του 1970, όταν αναπτύχθηκε η λογική της συνολικής κοστολόγησης. Η προσέγγιση αυτή εισήγαγε την ιδέα ότι οι αποφάσεις δεν πρέπει να λαμβάνονται μεμονωμένα σε επίπεδο λειτουργίας, αλλά να αξιολογούνται με βάση τον συνολικό αντίκτυπο στο σύστημα. Έτσι, η προσοχή μετατοπίστηκε από τη μείωση επιμέρους δαπανών στη βελτιστοποίηση του συνολικού κόστους της αλυσίδας.

Κατά τη δεκαετία του 1980, η ανάπτυξη της φιλοσοφίας της λιτής παραγωγής και η εφαρμογή πρακτικών όπως το Just-In-Time επέφεραν ουσιαστικές αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας των παραγωγικών και εφοδιαστικών συστημάτων. Η έμφαση μετατοπίστηκε προς τη μείωση της σπατάλης, την καλύτερη αξιοποίηση των πόρων και την αύξηση της ταχύτητας ανταπόκρισης.

Η δεκαετία του 1990 χαρακτηρίστηκε από την ένταση των διαδικασιών παγκοσμιοποίησης, γεγονός που οδήγησε στη διεύρυνση των εφοδιαστικών δικτύων πέρα από εθνικά σύνορα. Η αυξανόμενη γεωγραφική διασπορά των δραστηριοτήτων δημιούργησε νέες απαιτήσεις σε επίπεδο συντονισμού, πληροφόρησης και διαχείρισης κινδύνων (Samuels, 2025a).

Στις αρχές του 21ου αιώνα, η ταχεία εξάπλωση του ηλεκτρονικού εμπορίου επέδρασε καθοριστικά στον τρόπο οργάνωσης των εφοδιαστικών αλυσίδων. Οι επιχειρήσεις κλήθηκαν να ανταποκριθούν σε αυξημένες απαιτήσεις για ταχύτερη εξυπηρέτηση, υψηλότερη αξιοπιστία και μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στις ανάγκες των πελατών.

Κατά την τελευταία δεκαετία, η ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών έχει επιφέρει βαθύτερο μετασχηματισμό των εφοδιαστικών συστημάτων. Η αξιοποίηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, η αυτοματοποίηση διαδικασιών και η ενίσχυση της διαφάνειας συμβάλλουν στη δημιουργία περισσότερο ευέλικτων και ανθεκτικών δικτύων. Η σύγχρονη εφοδιαστική αλυσίδα τείνει πλέον να λειτουργεί ως ένα ολοκληρωμένο πληροφοριακό και επιχειρησιακό οικοσύστημα (Samuels, 2025b).

Συμπερασματικά, η εξέλιξη της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτυπώνει μια συνεχή διαδικασία αναπροσαρμογής, κατά την οποία οι επιχειρήσεις υιοθετούν νέες πρακτικές και τεχνολογίες προκειμένου να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις ενός όλο και πιο αβέβαιου και ανταγωνιστικού περιβάλλοντος.

2.3 Διαδικασία Ψηφιοποίησης

2.3.1 Καινοτόμες τεχνολογίες

Η σύγχρονη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει μετασχηματιστεί ουσιαστικά υπό την επίδραση των ψηφιακών τεχνολογιών, οι οποίες επανακαθορίζουν τον τρόπο σχεδιασμού, συντονισμού και βελτιστοποίησης των επιχειρησιακών διαδικασιών. Οι τεχνολογικές αυτές εξελίξεις ενισχύουν την αποδοτικότητα, τη διαφάνεια και την προσαρμοστικότητα των εφοδιαστικών δικτύων, επιτρέποντας την ανάπτυξη πιο ευέλικτων και διασυνδεδεμένων συστημάτων (Alazab & Alhyari, 2024).

Κεντρικό ρόλο στη διαδικασία αυτή διαδραματίζει το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT), το οποίο επιτρέπει τη διασύνδεση φυσικών αντικειμένων μέσω αισθητήρων και δικτυακών υποδομών. Η αξιοποίησή του σε μέσα μεταφοράς, αποθήκες και εξοπλισμό καθιστά δυνατή την παρακολούθηση των ροών προϊόντων σε πραγματικό χρόνο, συμβάλλοντας στη βελτιστοποίηση των μεταφορών, στη μείωση καθυστερήσεων και στην αποτελεσματικότερη διαχείριση συντήρησης (Alazab & Alhyari, 2024).

Παράλληλα, η τεχνητή νοημοσύνη και η μηχανική μάθηση αξιοποιούνται για την επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, επιτρέποντας την ανάπτυξη προβλεπτικών μοντέλων και τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων. Μέσω των τεχνολογιών αυτών καθίσταται εφικτή η ακριβέστερη πρόβλεψη της ζήτησης, η δυναμική προσαρμογή των αποθεμάτων και η έγκαιρη αναγνώριση πιθανών διαταραχών, ενισχύοντας την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Abdelhamid et al., 2024).

Επιπλέον, η τεχνολογία blockchain συμβάλλει στη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας και της αξιοπιστίας των συναλλαγών, μέσω της χρήσης κατανεμημένων και αμετάβλητων μητρώων δεδομένων. Η δυνατότητα καταγραφής και επαλήθευσης των πληροφοριών ενισχύει τη διαφάνεια και περιορίζει τον κίνδυνο σφαλμάτων ή παρατυπιών, ενώ η αξιοποίηση «έξυπνων συμβάσεων» μπορεί να υποστηρίξει την αυτοματοποίηση επιμέρους διαδικασιών (Plakantara & Karakitsiou, 2025).

Το cloud computing αποτελεί επίσης κρίσιμο παράγοντα ενίσχυσης της ψηφιακής ενοποίησης, καθώς επιτρέπει την αποθήκευση, επεξεργασία και διαμοίραση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ανεξάρτητα από γεωγραφικούς περιορισμούς. Η χρήση του διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών και υποστηρίζει την ευελιξία των πληροφοριακών συστημάτων (Saidu et al., 2025).

Παράλληλα, η αξιοποίηση τεχνικών ανάλυσης μεγάλων δεδομένων (big data analytics) επιτρέπει την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών από ετερογενείς πηγές δεδομένων, όπως συστήματα αισθητήρων, συναλλαγές και ιστορικά στοιχεία ζήτησης. Η ανάλυση αυτή ενισχύει τη δυνατότητα εντοπισμού προτύπων και την υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων (Abdelhamid et al., 2024).

Η τεχνολογία της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D printing) επηρεάζει άμεσα τις παραγωγικές διαδικασίες, καθώς καθιστά δυνατή την κατασκευή προϊόντων κατ' απαίτηση. Η εξέλιξη αυτή συμβάλλει στη μείωση των αποθεμάτων, στον περιορισμό των μεταφορικών αναγκών και στη μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα της παραγωγής, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις εξατομικευμένων προϊόντων ή ανταλλακτικών (Plakantara & Karakitsiou, 2025).

Παρά τα σημαντικά πλεονεκτήματα που προκύπτουν από την ενσωμάτωση των παραπάνω τεχνολογιών, η εφαρμογή τους συνοδεύεται από ουσιαστικές προκλήσεις. Ζητήματα όπως η προστασία των δεδομένων, η κυβερνοασφάλεια, το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης και η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων δεξιοτήτων στο ανθρώπινο δυναμικό αποτελούν κρίσιμους παράγοντες που επηρεάζουν την επιτυχία του ψηφιακού μετασχηματισμού (Abdelhamid et al., 2024).

Συνεπώς, η αποτελεσματική αξιοποίηση των τεχνολογικών καινοτομιών προϋποθέτει στρατηγικό σχεδιασμό, οργανωτική προσαρμογή και επένδυση σε ανθρώπινο κεφάλαιο. Οι επιχειρήσεις που κατορθώνουν να ενσωματώσουν με επιτυχία τις ψηφιακές αυτές λύσεις είναι σε θέση να ενισχύσουν την ανταγωνιστικότητά τους και να ανταποκριθούν αποτελεσματικότερα στις απαιτήσεις ενός διαρκώς μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος (Plakantara & Karakitsiou, 2025).

2.3.2 Παγκοσμιοποίηση και απαιτήσεις της αγοράς

Η σύγχρονη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας διαμορφώνεται σε σημαντικό βαθμό από το πλαίσιο της παγκοσμιοποίησης και τις διαρκώς εξελισσόμενες απαιτήσεις της

αγοράς. Οι εφοδιαστικές αλυσίδες δεν λειτουργούν πλέον σε τοπικό επίπεδο, αλλά συγκροτούν πολυεπίπεδα και γεωγραφικά κατανεμημένα δίκτυα που συνδέουν παραγωγικές και εμπορικές δραστηριότητες σε διεθνή κλίμακα (Abdelhamid et al., 2024).

Η αυξημένη αυτή διασύνδεση συνεπάγεται μεγαλύτερη πολυπλοκότητα στη διαχείριση των ροών υλικών και πληροφοριών, καθιστώντας αναγκαία την ενίσχυση του συντονισμού, της διαφάνειας και της ταχύτητας επικοινωνίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων. Στο πλαίσιο αυτό, οι ψηφιακές τεχνολογίες λειτουργούν ως καταλύτης, επιτρέποντας την ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και βελτιώνοντας την ορατότητα των διαδικασιών σε όλο το μήκος της αλυσίδας.

Παράλληλα, η δυναμική της αγοράς έχει μεταβληθεί σημαντικά, με τους καταναλωτές να απαιτούν υψηλότερα επίπεδα εξατομίκευσης, ταχύτερη εξυπηρέτηση και μεγαλύτερη περιβαλλοντική υπευθυνότητα. Οι εξελίξεις αυτές οδηγούν στη διαμόρφωση πιο πελατοκεντρικών εφοδιαστικών συστημάτων, τα οποία καλούνται να ανταποκρίνονται με ευελιξία και ακρίβεια στις μεταβαλλόμενες συνθήκες ζήτησης.

Η αξιοποίηση τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη και η ανάλυση δεδομένων επιτρέπει στις επιχειρήσεις να επεξεργάζονται μεγάλους όγκους πληροφοριών και να εξάγουν χρήσιμα συμπεράσματα για τη συμπεριφορά των καταναλωτών και τις τάσεις της αγοράς. Με τον τρόπο αυτό, ενισχύεται η ικανότητα πρόβλεψης και προσαρμογής, καθιστώντας τις εφοδιαστικές αλυσίδες περισσότερο ευέλικτες και αποδοτικές στο σύγχρονο διεθνές περιβάλλον (Abdelhamid et al., 2024).

2.3.3 Οφέλη από την υιοθέτηση

Η ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί στρατηγική επιλογή που μπορεί να ενισχύσει ουσιαστικά την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων. Η αξιοποίηση εργαλείων όπως το IoT, η τεχνητή νοημοσύνη και τα πληροφοριακά συστήματα επιτρέπει τη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας, τη μείωση του κόστους και την ενίσχυση της διαφάνειας στις διαδικασίες (Duttyal, 2025).

Μεταξύ των βασικών πλεονεκτημάτων συγκαταλέγονται η καλύτερη διαχείριση αποθεμάτων, η αποτελεσματικότερη οργάνωση των μεταφορών και η δυνατότητα λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων. Επιπλέον, η χρήση προηγμένων αναλυτικών εργαλείων ενισχύει την ικανότητα πρόβλεψης κινδύνων και συμβάλλει στην έγκαιρη αντιμετώπιση πιθανών διαταραχών,

ενδυναμώνοντας την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Bekkouche & de-Magistris, 2025).

Ωστόσο, η μετάβαση προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις. Ένας από τους βασικότερους περιορισμούς αφορά το υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης, το οποίο μπορεί να λειτουργήσει αποτρεπτικά, ιδιαίτερα για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Παράλληλα, η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών σε υφιστάμενα συστήματα συνεπάγεται τεχνική και οργανωτική πολυπλοκότητα, απαιτώντας αναδιάρθρωση διαδικασιών και προσαρμογή της οργανωτικής κουλτούρας (Rehman, 2025).

Εξίσου σημαντική είναι η ανάγκη ανάπτυξης κατάλληλων δεξιοτήτων στο ανθρώπινο δυναμικό. Η εισαγωγή ψηφιακών εργαλείων δημιουργεί συχνά έλλειμμα εξειδίκευσης, γεγονός που καθιστά απαραίτητη την επένδυση σε εκπαίδευση και συνεχή κατάρτιση των εργαζομένων. Παράλληλα, ζητήματα κυβερνοασφάλειας και προστασίας δεδομένων αποκτούν ιδιαίτερη σημασία, καθώς η αυξημένη διασύνδεση των συστημάτων εντείνει την έκθεση σε κινδύνους (Abdelhamid et al., 2024).

Επιπλέον, ο ταχύς ρυθμός τεχνολογικής εξέλιξης δημιουργεί αβεβαιότητα ως προς τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των επενδύσεων, καθώς ορισμένες τεχνολογικές λύσεις ενδέχεται να καταστούν σύντομα παρωχημένες. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται προσεκτικός στρατηγικός σχεδιασμός, ώστε να διασφαλιστεί η αποδοτική αξιοποίηση των πόρων (Teixeira et al., 2025).

Συνολικά, η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών μπορεί να προσφέρει σημαντικά οφέλη, υπό την προϋπόθεση ότι συνοδεύεται από ολοκληρωμένη στρατηγική, αποτελεσματική διαχείριση αλλαγών και ισορροπημένη προσέγγιση μεταξύ καινοτομίας και διαχείρισης κινδύνων.

2.4 Θεωρίες ψηφιακού μετασχηματισμού

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός συνιστά μια σύνθετη οργανωσιακή διαδικασία, η οποία δεν περιορίζεται στην απλή υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, αλλά αφορά τη συνολική αναδιάρθρωση του τρόπου με τον οποίο οι επιχειρήσεις οργανώνουν τις λειτουργίες τους, παράγουν αξία και αλληλεπιδρούν με τους πελάτες και τους συνεργάτες τους. Για την κατανόηση αυτού του φαινομένου έχουν αναπτυχθεί διαφορετικές θεωρητικές προσεγγίσεις, καθεμία από τις οποίες φωτίζει διαφορετικές διαστάσεις της ψηφιακής μετάβασης. Μία από τις πιο γνωστές θεωρίες είναι η θεωρία διάχυσης της καινοτομίας του Rogers, η οποία εξηγεί

με ποιον τρόπο και με ποιον ρυθμό οι καινοτομίες γίνονται αποδεκτές σε ένα κοινωνικό ή οργανωσιακό σύστημα. Στο πεδίο του ψηφιακού μετασχηματισμού, η προσέγγιση αυτή συμβάλλει στην κατανόηση της υιοθέτησης τεχνολογιών από τις επιχειρήσεις και της διαφοροποίησης μεταξύ πρώιμων και όψιμων χρηστών. Παράλληλα, αναδεικνύει ότι η εισαγωγή μιας τεχνολογίας δεν εξαρτάται μόνο από τα τεχνικά χαρακτηριστικά της, αλλά και από τον τρόπο με τον οποίο γίνεται αντιληπτή από τους οργανισμούς και τα μέλη τους (Teece, 2022).

Σημαντική θέση κατέχει επίσης το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model - TAM), το οποίο εστιάζει στους παράγοντες που επηρεάζουν την πρόθεση χρήσης μιας τεχνολογίας. Ειδικότερα, δίνει έμφαση στην αντιληπτή χρησιμότητα και στην αντιληπτή ευκολία χρήσης, ως βασικές μεταβλητές που διαμορφώνουν τη στάση των χρηστών απέναντι στα ψηφιακά εργαλεία. Στο πλαίσιο της εφοδιαστικής αλυσίδας, το μοντέλο αυτό μπορεί να ερμηνεύσει γιατί ορισμένοι οργανωσιακοί δρώντες αποδέχονται ευκολότερα εφαρμογές όπως το IoT, τα πληροφοριακά συστήματα ιχνηλασιμότητας ή τα εργαλεία ανάλυσης δεδομένων, ενώ άλλοι εμφανίζουν μεγαλύτερη επιφυλακτικότητα (Teece, 2022)

Η προσέγγιση που βασίζεται στους πόρους της επιχείρησης (Resource-Based View) υποστηρίζει ότι η απόκτηση και αξιοποίηση πολύτιμων, σπάνιων και δύσκολα μιμητών πόρων μπορεί να αποτελέσει πηγή διατηρήσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Υπό αυτό το πρίσμα, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν ερμηνεύεται μόνο ως τεχνολογική επιλογή, αλλά και ως αποτέλεσμα της ικανότητας μιας επιχείρησης να συνδυάζει τεχνολογική υποδομή, ανθρώπινο κεφάλαιο, οργανωσιακή γνώση και διοικητικές ικανότητες (Hanelt et al., 2021).

Συμπληρωματικά, το πλαίσιο των δυναμικών ικανοτήτων εστιάζει στην ικανότητα των οργανισμών να ανανεώνουν και να ανασυνθέτουν τους πόρους τους, ώστε να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά σε μεταβαλλόμενα περιβάλλοντα. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την ανάλυση του ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς αναδεικνύει ότι η επιτυχία δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την κατοχή τεχνολογικών πόρων, αλλά και από την προσαρμοστικότητα, τη μάθηση και την οργανωσιακή ευελιξία (Teece, 2022).

Η θεσμική θεωρία προσφέρει μία ακόμη σημαντική οπτική, καθώς εξετάζει την επίδραση κανονιστικών, κοινωνικών και πολιτισμικών πιέσεων στη συμπεριφορά των οργανισμών. Στο πεδίο της ψηφιοποίησης, η θεωρία αυτή βοηθά στην ερμηνεία του τρόπου με τον οποίο ρυθμιστικά πλαίσια, επαγγελματικά πρότυπα και κλαδικές νόρμες επηρεάζουν την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών (Hanelt et al., 2021).

Αντίστοιχα, η θεωρία της πολυπλοκότητας αντιμετωπίζει τις εφοδιαστικές αλυσίδες ως δυναμικά και αλληλοεξαρτώμενα συστήματα, στα οποία μία περιορισμένη μεταβολή μπορεί να προκαλέσει δυσανάλογες συνέπειες σε ολόκληρο το δίκτυο. Η οπτική αυτή είναι ιδιαιτέρως χρήσιμη στις ψηφιακές αλυσίδες εφοδιασμού, όπου η αλληλεξάρτηση ανθρώπων, τεχνολογιών και ροών πληροφορίας παράγει αποτελέσματα που δεν μπορούν να εξηγηθούν επαρκώς με γραμμικά αναλυτικά σχήματα.

Παράλληλα, η θεωρία των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων υπογραμμίζει ότι η επιτυχία του ψηφιακού μετασχηματισμού προϋποθέτει συντονισμό ανάμεσα στην τεχνολογική διάσταση και στην κοινωνική οργάνωση της εργασίας. Με άλλα λόγια, η τεχνολογική αλλαγή δεν μπορεί να είναι αποτελεσματική, αν δεν συνοδεύεται από αντίστοιχη προσαρμογή δεξιοτήτων, ρόλων, κουλτούρας και διοικητικών πρακτικών.

Η θεωρία συστημάτων προσεγγίζει τους οργανισμούς ως ανοιχτά συστήματα, τα οποία ανταλλάσσουν συνεχώς πόρους και πληροφορίες με το περιβάλλον τους. Στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού, η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την κατανόηση της διαλειτουργικότητας μεταξύ λειτουργιών, τμημάτων και εξωτερικών εταίρων, καθώς και της ανάγκης ολοκλήρωσης των πληροφοριακών ροών (Teece, 2022).

Τέλος, η θεωρία δικτύων αναδεικνύει τη σημασία των σχέσεων, των διασυνδέσεων και της αρχιτεκτονικής των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μερών ενός οργανωσιακού οικοσυστήματος. Από αυτή την οπτική, ο ψηφιακός μετασχηματισμός αποκτά δικτυακό χαρακτήρα, καθώς η αξία δημιουργείται μέσα από τη συνδεσιμότητα, τη συνεργασία και τη συνεχή αναδιάταξη των σχέσεων μεταξύ επιχειρήσεων, προμηθευτών και πελατών.

Συνολικά, οι θεωρίες αυτές δεν λειτουργούν ανταγωνιστικά, αλλά συμπληρωματικά. Καθεμία ερμηνεύει διαφορετική διάσταση του ψηφιακού μετασχηματισμού, συμβάλλοντας σε μια πολυπαραγοντική κατανόηση ενός φαινομένου που συνδέεται ταυτόχρονα με την τεχνολογία, τον άνθρωπο, την οργάνωση και το θεσμικό περιβάλλον.

2.4.1 Εξέλιξη του ψηφιακού μετασχηματισμού

Η θεωρητική προσέγγιση του ψηφιακού μετασχηματισμού έχει εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, ακολουθώντας τη διεύρυνση του ίδιου του φαινομένου. Στα αρχικά στάδια, το ενδιαφέρον της έρευνας επικεντρωνόταν κυρίως στην υιοθέτηση επιμέρους τεχνολογιών και στους παράγοντες που επηρεάζουν τη διάχυσή τους στους οργανισμούς. Στο

πλαίσιο αυτό, η θεωρία διάχυσης της καινοτομίας και το TAM αποτέλεσαν βασικά ερμηνευτικά εργαλεία, καθώς έδωσαν έμφαση στην αποδοχή των τεχνολογικών λύσεων και στη συμπεριφορά των χρηστών (Hanelt et al., 2021).

Στη συνέχεια, καθώς οι ψηφιακές τεχνολογίες έπαψαν να αποτελούν μεμονωμένα εργαλεία και άρχισαν να ενσωματώνονται στον πυρήνα της επιχειρησιακής στρατηγικής, η θεωρητική συζήτηση μετατοπίστηκε προς πιο οργανωσιακές και στρατηγικές προσεγγίσεις.

Η θεώρηση που βασίζεται στους πόρους της επιχείρησης και το πλαίσιο των δυναμικών ικανοτήτων έδωσαν έμφαση στην εσωτερική δυνατότητα των οργανισμών να μετατρέπουν την τεχνολογία σε επιχειρησιακή αξία.

Σε πιο πρόσφατο στάδιο, η πολυπλοκότητα των ψηφιακών οικοσυστημάτων ανέδειξε την ανάγκη για θεωρίες που υπερβαίνουν τα όρια της επιχείρησης και εξετάζουν ταυτόχρονα τις σχέσεις μεταξύ τεχνολογίας, θεσμικού πλαισίου, οργανωσιακής δομής και δικτυακών αλληλεξαρτήσεων. Έτσι, η θεσμική θεωρία, η θεωρία συστημάτων, η θεωρία δικτύων και η προσέγγιση των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων απέκτησαν αυξημένη σημασία (Hanelt et al., 2021).

Η εξέλιξη αυτή δείχνει ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν αντιμετωπίζεται πλέον ως απλή τεχνολογική αναβάθμιση, αλλά ως πολυδιάστατη διαδικασία οργανωσιακού μετασχηματισμού. Επομένως, η θεωρητική του ερμηνεία απαιτεί σήμερα συνδυασμό προσεγγίσεων που να λαμβάνουν υπόψη τόσο τις τεχνολογικές όσο και τις οργανωσιακές, κοινωνικές και θεσμικές μεταβλητές.

2.4.2 Δυνατά και αδύνατα σημεία

Καθεμία από τις θεωρίες που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση του ψηφιακού μετασχηματισμού παρουσιάζει συγκεκριμένα πλεονεκτήματα, αλλά και ορισμένους περιορισμούς. Η θεωρία διάχυσης της καινοτομίας είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την κατανόηση του ρυθμού και των σταδίων υιοθέτησης μιας καινοτομίας. Ωστόσο, η ερμηνευτική της ισχύς είναι πιο περιορισμένη όταν απαιτείται εις βάθος ανάλυση εσωτερικών οργανωσιακών παραγόντων ή σύνθετων ψηφιακών οικοσυστημάτων. (Hanelt et al., 2021).

Το TAM έχει το πλεονέκτημα ότι προσφέρει ένα σαφές και λειτουργικό σχήμα ερμηνείας της στάσης των χρηστών απέναντι στην τεχνολογία. Παρ' όλα αυτά, η σχετική απλότητά του μπορεί να οδηγήσει σε υποτίμηση κρίσιμων μεταβλητών, όπως οι θεσμικές

πιέσεις, η οργανωσιακή κουλτούρα ή οι στρατηγικές επιλογές της διοίκησης (Hanelt et al., 2021).

Η θεωρία που βασίζεται στους πόρους της επιχείρησης είναι χρήσιμη επειδή στρέφει την προσοχή στις εσωτερικές δυνατότητες που επιτρέπουν την επιτυχή αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών. Εντούτοις, η έμφαση στους εσωτερικούς πόρους ενδέχεται να παραμερίζει τον ρόλο του εξωτερικού περιβάλλοντος, της αγοράς και των ρυθμιστικών πλαισίων.

Αντίστοιχα, το πλαίσιο των δυναμικών ικανοτήτων αναδεικνύει εύστοχα τη σημασία της προσαρμογής και της οργανωσιακής ανανέωσης. Ωστόσο, η εφαρμογή του στην πράξη είναι συχνά δυσχερής, επειδή οι σχετικές έννοιες παραμένουν σε έναν βαθμό αφηρημένες και δεν μεταφράζονται πάντοτε εύκολα σε μετρήσιμους δείκτες.

Η θεσμική θεωρία φωτίζει αποτελεσματικά τον ρόλο των εξωτερικών πιέσεων και της νομιμοποίησης, αλλά δεν επαρκεί από μόνη της για να εξηγήσει τις διαφορές στην απόδοση μεταξύ οργανισμών που λειτουργούν στο ίδιο θεσμικό περιβάλλον. Η θεωρία της πολυπλοκότητας, από την άλλη πλευρά, αποδίδει με μεγαλύτερη ακρίβεια τη μη γραμμική φύση των ψηφιακών αλυσίδων εφοδιασμού, χωρίς όμως να προσφέρει πάντοτε εύχρηστα εργαλεία διοικητικής παρέμβασης (Hanelt et al., 2021).

Η θεωρία των κοινωνικοτεχνικών συστημάτων έχει το πλεονέκτημα ότι αναδεικνύει τη συνύπαρξη τεχνολογικών και ανθρώπινων παραγόντων, αλλά μπορεί να δυσκολεύεται να αποτυπώσει επαρκώς τις πιέσεις που προέρχονται από το εξωτερικό ανταγωνιστικό ή ρυθμιστικό περιβάλλον. Τέλος, η θεωρία συστημάτων και η θεωρία δικτύων είναι ιδιαίτερα χρήσιμες για την κατανόηση της διασύνδεσης και της ολοκλήρωσης, αλλά η μεγάλη αναλυτική τους εμβέλεια ενίοτε οδηγεί σε γενικεύσεις που χρειάζονται συμπλήρωση από πιο εξειδικευμένα θεωρητικά εργαλεία.

Συνεπώς, η πληρέστερη ανάλυση του ψηφιακού μετασχηματισμού δεν μπορεί να στηριχθεί αποκλειστικά σε μία μόνο θεωρία. Αντίθετα, απαιτείται συνδυαστική αξιοποίηση διαφορετικών θεωρητικών σχημάτων, ώστε να αποτυπώνονται τόσο οι τεχνολογικές και οργανωσιακές διαστάσεις όσο και οι κοινωνικές, δικτυακές και θεσμικές συνιστώσες του φαινομένου.

2.5 Τα οφέλη του ψηφιακού μετασχηματισμού στην εφοδιαστική αλυσίδα

2.5.1 Αναβάθμιση των ποσοτικών διαστάσεων των παρεχόμενων υπηρεσιών

Η ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας συνιστά μια εκτεταμένη διαδικασία οργανωτικού και τεχνολογικού μετασχηματισμού, μέσω της οποίας επιτυγχάνεται η διασύνδεση λειτουργιών, δεδομένων και αποφάσεων σε όλο το εύρος του εφοδιαστικού δικτύου. Η επίδρασή της δεν περιορίζεται στην αυτοματοποίηση επιμέρους ενεργειών, αλλά επεκτείνεται στη συνολική αναβάθμιση της αποδοτικότητας, της ορατότητας και της ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών. Στο πλαίσιο αυτό, τα οφέλη της ψηφιοποίησης μπορούν να εξεταστούν τόσο ως προς τα ποσοτικά όσο και ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της εφοδιαστικής απόδοσης (Bigliardi et al., 2022).

Στο σχήμα που ακολουθεί περιγράφονται τα οφέλη αυτά, ενώ στη συνέχεια του κειμένου εξετάζονται λεπτομερώς, έχοντας σαν γνώμονα τις σχετικές έρευνες και τη βιβλιογραφία.



Εικόνα 1 : Ποσοτικά οφέλη των υπηρεσιών

Πηγή: Bigliardi et al., 2022

Ένα από τα σημαντικότερα μετρήσιμα οφέλη της ψηφιοποίησης αφορά τη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων και τα συστήματα προηγμένης ανάλυσης δεδομένων επιτρέπει την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων διαδικασιών, τη βελτιστοποίηση των ροών

εργασίας και την ακριβέστερη κατανομή των διαθέσιμων πόρων. Ως αποτέλεσμα, οι επιχειρήσεις μπορούν να περιορίσουν καθυστερήσεις, να μειώσουν λειτουργικές σπατάλες και να βελτιώσουν τη συνολική απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Keith, 2023)

Ιδιαίτερα σημαντική είναι και η συμβολή της ψηφιοποίησης στη διαχείριση αποθεμάτων. Μέσω τεχνολογιών παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο, όπως τα RFID συστήματα και οι αισθητήρες IoT, καθίσταται δυνατή η ακριβέστερη αποτύπωση των επιπέδων αποθεμάτων και των κινήσεων των προϊόντων. Η εξέλιξη αυτή περιορίζει τόσο τα φαινόμενα υπεραποθεματοποίησης όσο και τον κίνδυνο ελλείψεων, υποστηρίζοντας πιο αποδοτικό σχεδιασμό προμηθειών και παραγωγής (Keith, 2023).

Παράλληλα, η αξιοποίηση μεγάλων δεδομένων και προβλεπτικών αναλυτικών μοντέλων ενισχύει την ακρίβεια της πρόβλεψης ζήτησης. Η δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων από πολλαπλές πηγές, όπως ιστορικά στοιχεία πωλήσεων, συμπεριφορές πελατών και λειτουργικά δεδομένα, επιτρέπει στις επιχειρήσεις να σχεδιάζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις παραγωγικές τους αποφάσεις και τις αποφάσεις ως προς τον τόπο διανομής. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται ο συγχρονισμός μεταξύ προσφοράς και ζήτησης και περιορίζονται οι αποκλίσεις στον επιχειρησιακό σχεδιασμό (Lee & Yeon, 2021).

Επιπλέον, η ψηφιοποίηση ενισχύει τη διαφάνεια και την ιχνηλασιμότητα της αλυσίδας εφοδιασμού. Η χρήση τεχνολογιών όπως το blockchain μπορεί να υποστηρίξει την ασφαλή καταγραφή συναλλαγών και τη διαδρομή των προϊόντων από την παραγωγή έως την τελική παράδοση. Η αυξημένη ιχνηλασιμότητα συμβάλλει στον καλύτερο έλεγχο διαδικασιών, στη μείωση του λειτουργικού κινδύνου και στη βελτίωση της αξιοπιστίας των εφοδιαστικών λειτουργιών (Shevtshenko et al., 2022).

Ένα ακόμη κρίσιμο ποσοτικό όφελος αφορά τη μείωση των χρόνων παράδοσης. Η καλύτερη ορατότητα των λειτουργιών, η αυτοματοποίηση του προγραμματισμού και η ταχύτερη ροή πληροφοριών επιτρέπουν αποτελεσματικότερο συντονισμό μεταφορών, αποθηκών και σημείων διανομής. Ως συνέπεια, μειώνονται οι χρόνοι διεκπεραίωσης παραγγελιών και ενισχύεται η συνέπεια στην εξυπηρέτηση της αγοράς.

Η βελτίωση της αποδοτικότητας αυτής συνδέεται και με οικονομικά οφέλη. Η μείωση των χειροκίνητων παρεμβάσεων, η αποφυγή σφαλμάτων, η βελτιστοποίηση διαδρομών και η προγνωστική συντήρηση εξοπλισμού μπορούν να περιορίσουν το συνολικό λειτουργικό κόστος. Ταυτόχρονα, η ταχύτερη και ακριβέστερη ανταπόκριση στις ανάγκες των πελατών δημιουργεί προϋποθέσεις για βελτιωμένη εμπορική απόδοση (Shevtshenko et al., 2022).

Συνολικά, η ψηφιοποίηση ενισχύει ουσιαστικά τα ποσοτικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς συνδέεται με αύξηση της παραγωγικότητας, αποτελεσματικότερη διαχείριση αποθεμάτων, μείωση χρόνων διεκπεραίωσης και συγκράτηση του λειτουργικού κόστους. Για τον λόγο αυτό, αποτελεί κρίσιμη παράμετρο για επιχειρήσεις που επιδιώκουν υψηλότερα επίπεδα επιχειρησιακής απόδοσης σε ένα απαιτητικό και διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

2.5.2 Αναβάθμιση των ποιοτικών διαστάσεων των παρεχόμενων υπηρεσιών



Εικόνα 2: Ποιοτικά οφέλη των υπηρεσιών

Πηγή: Hallikas et al., 2021

Πέρα από τα μετρήσιμα λειτουργικά οφέλη, η ψηφιοποίηση επιδρά καθοριστικά και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των υπηρεσιών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων συμβάλλει στη βελτίωση της ακρίβειας, της αξιοπιστίας, της ευελιξίας και της συνολικής ποιότητας των παρεχόμενων υπηρεσιών (Hallikas et al., 2021)

Καταρχάς, οι τεχνολογίες αυτοματισμού, ανάλυσης δεδομένων και ευφυούς παρακολούθησης περιορίζουν την πιθανότητα λαθών στις διαδικασίες διαχείρισης, μεταφοράς και αποθήκευσης προϊόντων. Η βελτίωση της ποιότητας των δεδομένων ενισχύει τη λήψη αποφάσεων και μειώνει τις αποκλίσεις που οφείλονται σε καθυστερημένη ή ανακριβή πληροφόρηση. Με αυτόν τον τρόπο, οι επιχειρήσεις μπορούν να επιτύχουν μεγαλύτερη συνέπεια στην εκτέλεση των λειτουργιών τους (Daldıran et al., 2025).

Παράλληλα, η ψηφιοποίηση ενισχύει τον ποιοτικό έλεγχο σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μέσω εργαλείων μηχανικής μάθησης, αισθητήρων και συστημάτων προγνωστικής ανάλυσης, είναι δυνατό να εντοπίζονται αποκλίσεις ή ενδεχόμενα προβλήματα πριν αυτά μετατραπούν σε ουσιαστικές αστοχίες. Η δυνατότητα αυτή βελτιώνει την ποιότητα των παραγόμενων ή διακινούμενων προϊόντων και περιορίζει το κόστος που σχετίζεται με επιστροφές, ελαττωματικές παρτίδες ή αστοχίες στην εξυπηρέτηση.

Επιπλέον, οι ψηφιακές υποδομές διευκολύνουν την ανάπτυξη πιο εξατομικευμένων λύσεων, καθώς επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να αναλύουν με μεγαλύτερη ακρίβεια τις προτιμήσεις των πελατών και να προσαρμόζουν αντίστοιχα την προσφορά τους. Η δυνατότητα ευέλικτης ανταπόκρισης στις ειδικές απαιτήσεις της ζήτησης συνιστά σημαντική αναβάθμιση της ποιότητας των υπηρεσιών, ιδίως σε αγορές όπου η διαφοροποίηση και η προσωποποίηση αποκτούν ολοένα μεγαλύτερη σημασία (Perano et al., 2023).

Ένα ακόμη βασικό ποιοτικό πλεονέκτημα είναι η ενίσχυση της ανθεκτικότητας και της προσαρμοστικότητας της αλυσίδας εφοδιασμού. Τα ψηφιακά συστήματα προσφέρουν καλύτερη επίγνωση της κατάστασης, ταχύτερη αναγνώριση προβλημάτων και μεγαλύτερη ευχέρεια ανασχεδιασμού των λειτουργιών σε περιόδους κρίσης ή διαταραχών. Επομένως, η ποιότητα των υπηρεσιών δεν αποτιμάται μόνο από την κανονική λειτουργία, αλλά και από την ικανότητα διατήρησης αποδεκτών επιπέδων απόδοσης υπό συνθήκες αβεβαιότητας.

Η ψηφιοποίηση συμβάλλει επίσης στη βελτίωση της συνεργασίας και της επικοινωνίας τόσο μεταξύ των εσωτερικών τμημάτων μιας επιχείρησης όσο και μεταξύ των εξωτερικών συνεργατών, όπως προμηθευτές και διανομείς. Η καλύτερη ανταλλαγή πληροφοριών και η αυξημένη διαφάνεια ενισχύουν τον συντονισμό, περιορίζουν τις παρερμηνείες και υποστηρίζουν πιο σταθερές και αποδοτικές σχέσεις συνεργασίας. Ως εκ τούτου, η ποιοτική αναβάθμιση της εφοδιαστικής δεν αφορά μόνο την τελική παράδοση, αλλά και τη συνοχή του συνόλου του δικτύου (López-Castro & Solano-Charris, 2021).

Ιδιαίτερη σημασία έχει και η συμβολή της ψηφιοποίησης στη βιωσιμότητα. Η

δυνατότητα παρακολούθησης των πόρων, των εκπομπών και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε όλο το μήκος της αλυσίδας επιτρέπει την υιοθέτηση πιο υπεύθυνων πρακτικών. Κατά συνέπεια, η ποιότητα των υπηρεσιών επαναπροσδιορίζεται ώστε να περιλαμβάνει όχι μόνο την ταχύτητα και την αξιοπιστία, αλλά και τη συμμόρφωση με στόχους περιβαλλοντικής και κοινωνικής υπευθυνότητας (Deloitte, 2024).

Τέλος, η συνολική εξυπηρέτηση πελατών αναβαθμίζεται μέσω ταχύτερης ενημέρωσης, καλύτερου ελέγχου των παραγγελιών, αποτελεσματικότερης διαχείρισης επιστροφών και μεγαλύτερης αξιοπιστίας στην παράδοση. Οι ψηφιοποιημένες αλυσίδες εφοδιασμού υποστηρίζουν έτσι υψηλότερο επίπεδο εμπειρίας πελάτη και ενισχύουν τη μακροχρόνια σχέση εμπιστοσύνης μεταξύ επιχείρησης και αγοράς (Park & Li, 2021).

Συμπερασματικά, η ψηφιοποίηση δεν βελτιώνει μόνο τους δείκτες αποδοτικότητας, αλλά επηρεάζει ουσιαστικά και την ποιότητα των υπηρεσιών, μέσω της αύξησης της ακρίβειας, της ευελιξίας, της ανθεκτικότητας, της συνεργασίας και της βιωσιμότητας. Με αυτή την έννοια, η ψηφιακή ωρίμανση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα μακροπρόθεσμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος.

2.6 Προκλήσεις και εμπόδια στην υιοθέτηση της ψηφιοποίησης

2.6.1 Τεχνολογικές και τεχνικές προκλήσεις

Παρά τα σημαντικά οφέλη που συνδέονται με την ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας, η εφαρμογή της δεν αποτελεί μια απλή ή γραμμική διαδικασία. Αντίθετα, συνοδεύεται από τεχνικούς, οργανωτικούς, ανθρώπινους και ευρύτερους συστημικούς περιορισμούς, οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα του ψηφιακού μετασχηματισμού. Οι προκλήσεις αυτές δεν αφορούν μόνο την επιλογή κατάλληλων τεχνολογιών, αλλά και τη δυνατότητα των επιχειρήσεων να τις ενσωματώσουν λειτουργικά, οργανωσιακά και στρατηγικά.



Εικόνα 3: Τεχνικές προκλήσεις

Πηγή: Park & Li, 2021

Μία από τις βασικότερες τεχνικές δυσκολίες αφορά τη διασύνδεση νέων ψηφιακών εφαρμογών με υφιστάμενα πληροφοριακά συστήματα. Πολλές επιχειρήσεις εξακολουθούν να χρησιμοποιούν παλαιότερες τεχνολογικές υποδομές, οι οποίες δεν έχουν σχεδιαστεί ώστε να συνεργάζονται αποτελεσματικά με σύγχρονα εργαλεία, όπως πλατφόρμες cloud, IoT εφαρμογές ή συστήματα ανάλυσης δεδομένων. Όπως επισημαίνουν οι Irani et al. (2023), η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών σε τέτοια περιβάλλοντα μπορεί να δημιουργήσει ζητήματα ασυμβατότητας, καθυστερήσεις και αυξημένο κόστος υποστήριξης.

Ιδιαίτερη σημασία έχει και το ζήτημα της κυβερνοασφάλειας. Η ψηφιοποίηση βασίζεται στη συλλογή, ανταλλαγή και επεξεργασία μεγάλου όγκου δεδομένων, γεγονός που αυξάνει την έκθεση των επιχειρήσεων σε κυβερνοαπειλές. Οι Coufalíková et al. (2021) αναδεικνύουν την αύξηση επιθέσεων που σχετίζονται με τις αλυσίδες εφοδιασμού, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ανάπτυξη ισχυρών μηχανισμών προστασίας, παρακολούθησης και άμεσης αντίδρασης. Παράλληλα, η συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια, όπως ο GDPR, απαιτεί συστηματική διαχείριση των προσωπικών και επιχειρησιακών δεδομένων. Ένας ακόμη κρίσιμος περιορισμός αφορά την επεκτασιμότητα των ψηφιακών λύσεων. Καθώς οι αλυσίδες εφοδιασμού επεκτείνονται σε διεθνές επίπεδο, τα πληροφοριακά συστήματα πρέπει να μπορούν να υποστηρίξουν μεγαλύτερο όγκο δεδομένων, περισσότερους χρήστες και αυξημένη

λειτουργική πολυπλοκότητα. Σύμφωνα με τους Gold et al. (2022), η επέκταση ψηφιακών λύσεων γίνεται ακόμη δυσκολότερη όταν οι επιχειρήσεις δραστηριοποιούνται σε διαφορετικές αγορές με διαφορετικά τεχνολογικά, ρυθμιστικά και επιχειρησιακά πρότυπα. Εξίσου σημαντική είναι η αξιοπιστία των ψηφιακών υποδομών. Η διακοπή λειτουργίας ενός πληροφοριακού συστήματος μπορεί να επηρεάσει άμεσα τη ροή προϊόντων, την παρακολούθηση αποθεμάτων, την εκτέλεση παραγγελιών και την επικοινωνία με συνεργάτες. Επίσης επισημαίνουν ότι η εξάρτηση από ψηφιακά συστήματα καθιστά απαραίτητη την ύπαρξη σχεδίων επιχειρησιακής συνέχειας και μηχανισμών ανάκαμψης σε περίπτωση τεχνικών αστοχιών.

Επιπλέον, η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών πλατφορμών αποτελεί βασική τεχνική πρόκληση. Οι αλυσίδες εφοδιασμού περιλαμβάνουν πολλούς εμπλεκόμενους φορείς, οι οποίοι συχνά χρησιμοποιούν ετερογενή πληροφοριακά συστήματα. Η απουσία κοινών προτύπων ανταλλαγής δεδομένων μπορεί να δυσχεράνει τη συνεργασία και να περιορίσει την ορατότητα στο σύνολο της αλυσίδας.

Συνεπώς, οι τεχνικές προκλήσεις της ψηφιοποίησης δεν αφορούν μόνο την επιλογή προηγμένων τεχνολογιών, αλλά κυρίως την ασφαλή, αξιόπιστη και συμβατή ενσωμάτωσή τους σε ένα σύνθετο επιχειρησιακό περιβάλλον (Gold et al., 2022).

2.6.2 Οργανωσιακές και ανθρώπινες προκλήσεις

Η επιτυχία του ψηφιακού μετασχηματισμού δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνολογική υποδομή. Αντίθετα, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την οργανωτική ετοιμότητα, την κουλτούρα της επιχείρησης και την ικανότητα του ανθρώπινου δυναμικού να προσαρμοστεί σε νέες μορφές εργασίας.

Ένα από τα συχνότερα εμπόδια είναι η αντίσταση στην αλλαγή. Οι εργαζόμενοι που έχουν συνηθίσει σε παραδοσιακές διαδικασίες μπορεί να αντιμετωπίζουν τις ψηφιακές τεχνολογίες με επιφυλακτικότητα, είτε λόγω φόβου απώλειας θέσεων εργασίας είτε λόγω αβεβαιότητας για τις νέες απαιτήσεις των ρόλων τους. Ο Fotoughi (2021) τονίζει ότι η επιτυχής οργανωσιακή αλλαγή απαιτεί χρόνο, επικοινωνία και ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων στη διαδικασία μετάβασης.

Παράλληλα, η ψηφιοποίηση δημιουργεί ανάγκη για νέες δεξιότητες. Η αξιοποίηση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης, ανάλυσης δεδομένων και IoT απαιτεί προσωπικό με τεχνική

κατάρτιση, αλλά και ικανότητα κατανόησης των επιχειρησιακών επιπτώσεων των τεχνολογικών επιλογών. Όπως αναφέρει ο ίδιος, η συνεχής εκπαίδευση αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική αξιοποίηση των ψηφιακών εργαλείων.

Η οργανωσιακή κουλτούρα αποτελεί επίσης καθοριστικό παράγοντα. Ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν περιορίζεται στην εισαγωγή νέων συστημάτων, αλλά προϋποθέτει διαφορετικό τρόπο σκέψης, μεγαλύτερη συνεργασία, ταχύτερη λήψη αποφάσεων και αποδοχή της συνεχούς μάθησης. Για τον λόγο αυτό, οι επιχειρήσεις χρειάζεται να ενισχύουν μια κουλτούρα καινοτομίας, ευελιξίας και προσαρμοστικότητας (Foroughi, 2021).

Καθοριστικός είναι και ο ρόλος της ηγεσίας. Η διοίκηση οφείλει να διαμορφώνει σαφές όραμα, να εξηγεί τα οφέλη της ψηφιοποίησης και να στηρίζει τους εργαζομένους κατά τη μετάβαση. Οι Mutsuddi και Sinha (2022) επισημαίνουν ότι η απουσία συνεκτικής ηγετικής καθοδήγησης μπορεί να επιβραδύνει ή να αποδυναμώσει την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών.

Επιπλέον, η ψηφιοποίηση συχνά απαιτεί ανασχεδιασμό διαδικασιών και οργανωτικών δομών. Οι επιχειρήσεις δεν αρκεί να προσθέσουν ψηφιακά εργαλεία στις υπάρχουσες πρακτικές, χρειάζεται να επανεξετάσουν τον τρόπο με τον οποίο οργανώνονται οι ροές εργασίας, οι αρμοδιότητες και οι μηχανισμοί λήψης αποφάσεων.

Συνολικά, οι οργανωτικές και ανθρώπινες προκλήσεις δείχνουν ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι πρωτίστως διαδικασία αλλαγής. Για να είναι επιτυχής, απαιτεί συνδυασμό τεχνολογικής επένδυσης, εκπαίδευσης, συμμετοχικής διοίκησης και συστηματικής διαχείρισης αλλαγής (Mutsuddi & Sinha, 2022).

2.6.3 Εξωτερικοί και ευρύτεροι περιοριστικοί παράγοντες

Πέρα από τα τεχνικά και οργανωτικά ζητήματα, η ψηφιοποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού δημιουργεί ευρύτερες προκλήσεις που σχετίζονται με την οικονομία, την κοινωνία, το θεσμικό πλαίσιο, την ηθική και το περιβάλλον. Οι επιπτώσεις αυτές υπερβαίνουν τα όρια της μεμονωμένης επιχείρησης και συνδέονται με τον τρόπο λειτουργίας των αγορών και των κοινωνικών συστημάτων.

Σε οικονομικό επίπεδο, η αυτοματοποίηση και η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών μπορούν να μεταβάλουν τα επιχειρηματικά μοντέλα και τη δομή της απασχόλησης. Όπως έχει επισημανθεί από τον Foroughi (2021), οι νέες τεχνολογίες ενδέχεται να μειώσουν τη ζήτηση

για ορισμένες παραδοσιακές εργασίες, ενώ ταυτόχρονα δημιουργούν νέες ανάγκες σε τομείς όπως η ανάλυση δεδομένων, η διαχείριση ψηφιακών συστημάτων και η κυβερνοασφάλεια.

Σε κοινωνικό επίπεδο, η ψηφιοποίηση μπορεί να βελτιώσει την πρόσβαση σε υπηρεσίες και την εμπειρία των καταναλωτών, αλλά ενδέχεται επίσης να ενισχύσει ανισότητες. Οι Majerova & Das (2023) αναδεικνύουν ότι η άνιση πρόσβαση σε ψηφιακές υποδομές μπορεί να περιορίσει τη δυνατότητα ορισμένων περιοχών ή επιχειρήσεων να αξιοποιήσουν πλήρως τα οφέλη της ψηφιακής οικονομίας.

Η κανονιστική συμμόρφωση αποτελεί επίσης σημαντική πρόκληση. Οι διεθνείς αλυσίδες εφοδιασμού λειτουργούν σε διαφορετικά νομικά περιβάλλοντα και καλούνται να συμμορφώνονται με ποικίλες απαιτήσεις που αφορούν την προστασία δεδομένων, την κυβερνοασφάλεια και τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών. Οι Sharma και Dash (2023) τονίζουν ότι κανονισμοί όπως ο GDPR έχουν αυξήσει τις απαιτήσεις διαχείρισης προσωπικών δεδομένων, γεγονός που επηρεάζει άμεσα τις ψηφιακές στρατηγικές των επιχειρήσεων.

Παράλληλα, ανακύπτουν ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με τη χρήση δεδομένων, την αυτοματοποιημένη λήψη αποφάσεων και την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης. Οι επιχειρήσεις δεν αρκεί να εξετάζουν μόνο τι είναι τεχνολογικά εφικτό ή νομικά επιτρεπτό, αλλά και τι είναι κοινωνικά υπεύθυνο και ηθικά αποδεκτό. Η διαφάνεια, η λογοδοσία και η προστασία της ιδιωτικότητας αποτελούν κρίσιμες αρχές στη χρήση ψηφιακών εργαλείων.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτεί και η περιβαλλοντική διάσταση. Αν και οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν στη μείωση σπατάλης, στη βελτιστοποίηση πόρων και στην καλύτερη παρακολούθηση περιβαλλοντικών δεικτών, η ίδια η ψηφιακή υποδομή έχει περιβαλλοντικό κόστος. Οι Sharma και Dash (2023) επίσης αναδεικνύουν ζητήματα που σχετίζονται με την κατανάλωση ενέργειας, το ανθρακικό αποτύπωμα και τα ηλεκτρονικά απόβλητα που προκύπτουν από τη χρήση και απόρριψη τεχνολογικού εξοπλισμού.

Τέλος, η αυξανόμενη εξάρτηση από ψηφιακά δίκτυα καθιστά την κυβερνοασφάλεια όχι μόνο τεχνικό, αλλά και στρατηγικό ζήτημα. Μια σοβαρή κυβερνοεπίθεση μπορεί να διακόψει κρίσιμες λειτουργίες, να πλήξει την εμπιστοσύνη πελατών και συνεργατών και να προκαλέσει σημαντικές οικονομικές απώλειες. Επομένως, η θωράκιση των ψηφιακών υποδομών πρέπει να αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της συνολικής στρατηγικής διαχείρισης κινδύνων.

Συμπερασματικά, η ψηφιοποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού προσφέρει σημαντικές προοπτικές, αλλά συνοδεύεται από πολύπλευρους περιορισμούς. Η αποτελεσματική

αντιμετώπισή τους απαιτεί τεχνολογική ετοιμότητα, οργανωσιακή προσαρμογή, κανονιστική συμμόρφωση, ηθική υπευθυνότητα και στρατηγική διαχείριση των κοινωνικών και περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

2.7 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις της ψηφιοποιημένης εφοδιαστικής αλυσίδας

2.7.1 Μείωση αποτυπώματος άνθρακα

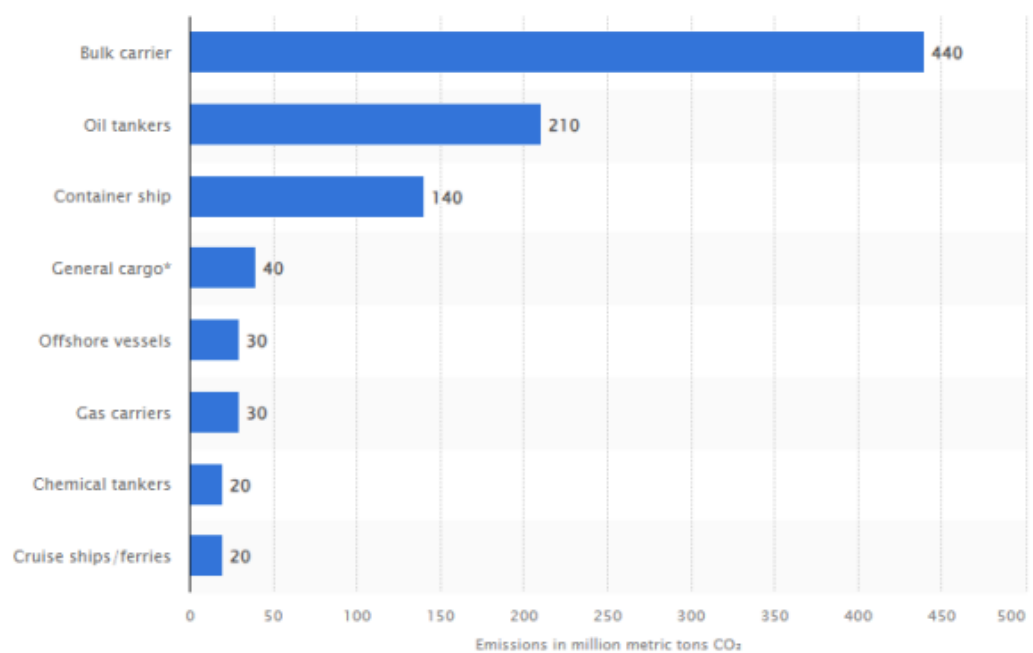
Η ναυτιλία αποτελεί μια από τις ευρέως αξιοποιήσιμες πρακτικές του παγκόσμιου εμπορίου, με εκατομμύρια πλοία να διασχίζουν τις θαλάσσιες οδούς σε καθημερινή βάση προκειμένου να στείλουν φορτία και προϊόντα σε πολλά λιμάνια. Παρότι παρουσιάζουν μεγάλη ανθεκτικότητα και ιχνηλασιότητα στη διαδικασία εφοδιαστικής με ασφαλή εμπορευματοκιβώτια, ωστόσο συνοδεύονται και από έντονη ανησυχία σχετικά με την περιβαλλοντική μόλυνση.

Το αποτύπωμα άνθρακα αποτελεί προϊόν της συνεχούς μετακίνησης των εμπορευματοκιβωτίων καθώς ο κλάδος ευθύνεται για το πολύ μεγάλο ποσοστό παραγωγής εκπομπών ρύπων. Ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός (IMO) επισημαίνει η μεταφορά εμπορευμάτων συμβάλλει περίπου στο 2,2% των συνολικών εκπομπών CO₂ σε ετήσια βάση (Majerova & Das, 2023).

Σήμερα, οι πιο πολλοί τύποι εμπορευματοκιβωτίων κινούνται με κινητήρες ντίζελ για την δημιουργία ηλεκτρικής ενέργειας. Ωστόσο, ο IMO επιδιώκει να επιτύχει σημαντική μείωση στο 50% των εκπομπών των πλοίων στις μεταφορές με χρονοδιάγραμμα υλοποίησης το έτος ο 2050. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι ο κλάδος θα πρέπει να εφαρμόσει μια στρατηγική που θα οδηγεί στην αύξηση της χρήσης καθαρότερων καυσίμων (Majerova & Das, 2023).

Στο επόμενο διάγραμμα παρουσιάζονται τα ποσοστά εκπομπών CO₂ με βάση τις εκτιμήσεις του 2020, ανά τύπο πλοίων.

Πίνακας 1: Εκπομπές CO₂ στην παγκόσμια ναυτιλία (Statista, 2023)



Όπως έγινε αντιληπτό από το προηγούμενο διάγραμμα, τα φορτηγά χύδην παράγουν κατά προσέγγιση 440 εκατομμύρια μετρικούς τόνους CO₂, ενώ τα πλοία μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων αντίστοιχα παράγουν 140 εκατομμύρια μετρικούς τόνους CO₂ ετησίως (Statista, 2023).

Κεφάλαιο 3^ο Διασύνδεση του IoT και το Blockchain με τις Λειτουργίες της Εφοδιαστικής Αλυσίδας αναφορά στη μεταφορά και διακίνηση των προϊόντων

Η αποτελεσματική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την ανταγωνιστικότητα και τη βιωσιμότητα των σύγχρονων επιχειρήσεων. Η εφοδιαστική αλυσίδα δεν περιορίζεται απλώς στη μεταφορά ή αποθήκευση προϊόντων, αλλά περιλαμβάνει ένα ευρύτερο σύστημα αλληλεξαρτώμενων δραστηριοτήτων, όπως η προμήθεια, η παραγωγή, η αποθήκευση, η διανομή και η διαχείριση πληροφοριών. Για τον λόγο αυτό, η αποδοτική λειτουργία της προϋποθέτει συντονισμό μεταξύ διαφορετικών τμημάτων και εμπλεκόμενων φορέων. Στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things) αποτελεί το οικοσύστημα το οποίο φαίνεται να μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στη μετάβαση από παραδοσιακές και αποσπασματικές πρακτικές σε περισσότερο διασυνδεδεμένα και δεδομενοκεντρικά μοντέλα λειτουργίας. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT) αναφέρεται σε ένα σύνολο διασυνδεδεμένων συσκευών, αισθητήρων και πληροφοριακών συστημάτων που συλλέγουν και ανταλλάσσουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο μέσω ψηφιακών δικτύων. Στο περιβάλλον της εφοδιαστικής αλυσίδας, η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση προϊόντων, αποθεμάτων και μεταφορικών διαδικασιών, ενισχύοντας τη διαφάνεια, τον έλεγχο και τη λήψη αποφάσεων. Παράλληλα, η αξιοποίηση των δεδομένων logistics, μέσω διαδικασιών συλλογής, ανάλυσης και ιχνηλάτησης, συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας και στη μείωση του λειτουργικού κόστους. Ως εκ τούτου, το IoT αποτελεί βασικό πυλώνα για τη μετάβαση σε πιο ευέλικτες και ανθεκτικές εφοδιαστικές αλυσίδες (Azizi et al., 2021).

3.1 Παρακολούθηση και Ανίχνευση

Η ανίχνευση και παρακολούθηση προϊόντων αποτελεί μία από τις πλέον καθοριστικές εφαρμογές του IoT. Μέσω τεχνολογιών όπως αισθητήρες, RFID και GPS, καθίσταται δυνατή η συνεχής καταγραφή της θέσης, της κατάστασης και της πορείας των προϊόντων σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η έννοια της ιχνηλασιμότητας επεκτείνεται πέρα από τον απλό εντοπισμό, περιλαμβάνοντας την καταγραφή δεδομένων σχετικά με τις συνθήκες μεταφοράς, τη διαχείριση του κύκλου ζωής των προϊόντων και τον έλεγχο ποιότητας. Σύμφωνα με τους Azizi et al. (2021), η αξιοποίηση αυτών των πληροφοριών επιτρέπει την καλύτερη ενοποίηση των λειτουργιών logistics και την ενίσχυση της επιχειρησιακής αποδοτικότητας. Παράλληλα, η μετάδοση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο δίνει τη δυνατότητα άμεσης

παρέμβασης σε περιπτώσεις αποκλίσεων ή καθυστερήσεων, ενώ ταυτόχρονα βελτιώνει την ενημέρωση των πελατών, ιδιαίτερα στο ηλεκτρονικό εμπόριο.

3.2 Διαχείριση και βελτιστοποίηση Αποθεμάτων

Η ενσωμάτωση τεχνολογιών IoT στη διαχείριση αποθεμάτων έχει αναβαθμίσει σημαντικά την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα των σχετικών διαδικασιών. Μέσω αισθητήρων εγκατεστημένων σε αποθήκες, παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο κρίσιμες παράμετροι όπως θερμοκρασία, υγρασία και επίπεδα αποθέματος (Hassan et al., 2023). Τα δεδομένα αυτά μεταφέρονται σε κεντρικά συστήματα ανάλυσης, επιτρέποντας την άμεση ανίχνευση αποκλίσεων από τις προκαθορισμένες συνθήκες. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα κρίσιμη για ευαλλοίωτα προϊόντα, καθώς διασφαλίζεται η ποιότητα και η καταλληλότητά τους. Επιπλέον, η καταγραφή ιστορικών δεδομένων διευκολύνει την ανάλυση τάσεων και τη βελτιστοποίηση των στρατηγικών αποθήκευσης. Σε περιπτώσεις αποκλίσεων, τα συστήματα μπορούν να ενεργοποιούν ειδοποιήσεις ή αυτοματοποιημένες διορθωτικές ενέργειες, ενισχύοντας την αποδοτικότητα και μειώνοντας τις απώλειες. (Hassan et al., 2023).

3.3 Υποστήριξη στη Λήψη Στρατηγικών Αποφάσεων

Το IoT διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη μετατροπή δεδομένων σε χρήσιμη επιχειρησιακή γνώση. Η συνεχής συλλογή πληροφοριών από αισθητήρες και συστήματα επιτρέπει στους διαχειριστές να αποκτούν ολοκληρωμένη εικόνα των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας (Kayvanfar et al., 2024). Οι πλατφόρμες IoT αξιοποιούν τόσο δεδομένα πραγματικού χρόνου όσο και ιστορικά στοιχεία για την υποστήριξη αποφάσεων που αφορούν τη ζήτηση, τη διανομή και τη διαχείριση πόρων. Όπως επισημαίνουν οι Omeffe et al. (2021), η χρήση τέτοιων συστημάτων μπορεί να συμβάλει στη βελτιστοποίηση διαδρομών μεταφοράς, μειώνοντας χρόνο και κόστος. Επιπλέον, η ανάλυση δεδομένων κατανάλωσης και εποχικότητας επιτρέπει πιο ακριβείς προβλέψεις ζήτησης, συμβάλλοντας στην αποφυγή ελλείψεων ή υπερβολικών αποθεμάτων (Kayvanfar et al., 2024).

Τέλος, τα δεδομένα που συλλέγονται από τα IoT συστήματα συνήθως αξιοποιούνται και για την αποτίμηση της παραγωγικότητας συνεργατών, προμηθευτών και οχημάτων μεταφοράς, διευκολύνοντας τη λήψη αποφάσεων σχετικές με συμφωνίες, επενδύσεις ή αλλαγή στρατηγικής κατεύθυνσης. Ως εκ τούτου, το IoT δρα ως ένα χρήσιμο μέσο επιχειρησιακής

νοημοσύνης, μετατρέποντας δεδομένα σε γνώση η οποία με τη σειρά της μετατρέπεται σε στοχευμένη επιχειρησιακή απόφαση (Kayvanfar et al., 2024).

3.4 Αυτοματοποίηση Επιχειρησιακών Διεργασιών

Η αυτοματοποίηση αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των ψηφιοποιημένων εφοδιαστικών αλυσίδων. Μέσω του IoT, πολλές λειτουργίες μπορούν να εκτελούνται με ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση, βελτιώνοντας την ταχύτητα και μειώνοντας τα σφάλματα (Gowrishankar et al., 2024). Στις αποθήκες, τα συστήματα μπορούν να παρακολουθούν τα επίπεδα αποθέματος και να ενεργοποιούν αυτόματα διαδικασίες ανεφοδιασμού. Αντίστοιχα, στη διαχείριση παραγγελιών, οι ψηφιακές πλατφόρμες συντονίζουν τη συλλογή, τη συσκευασία και τη διανομή προϊόντων. Στον τομέα των μεταφορών, η δυναμική δρομολόγηση βασίζεται σε δεδομένα πραγματικού χρόνου, όπως κυκλοφοριακές και καιρικές συνθήκες, επιτρέποντας την προσαρμογή των διαδρομών και τη βελτίωση της αποδοτικότητας (Gowrishankar et al., 2024).

3.5 Ενίσχυση Ανθεκτικότητας και Προώθηση Βιωσιμότητας

Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα και διεθνοποίηση των εφοδιαστικών αλυσίδων καθιστούν την ανθεκτικότητα και τη βιωσιμότητα κρίσιμες στρατηγικές προτεραιότητες για τις σύγχρονες επιχειρήσεις. Η ανθεκτικότητα σχετίζεται με την ικανότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας να προλαμβάνει, να εντοπίζει και να διαχειρίζεται αποτελεσματικά διαταραχές, διασφαλίζοντας τη συνέχεια των λειτουργιών της ακόμη και σε συνθήκες αβεβαιότητας.

Οι διαταραχές αυτές μπορεί να προκύπτουν σε διαφορετικά επίπεδα της αλυσίδας και να συνδέονται με καθυστερήσεις στις μεταφορές, αστοχίες εξοπλισμού ή προσωρινές διακοπές λειτουργίας εγκαταστάσεων. Παράλληλα, συχνά σχετίζονται με ελλείψεις πρώτων υλών ή προβλήματα στη συνεργασία με προμηθευτές, καθώς και με αιφνίδιες μεταβολές στη ζήτηση, όπως απότομες αυξήσεις ή μειώσεις στην κατανάλωση. Επιπλέον, εξωγενείς παράγοντες, όπως φυσικές καταστροφές, γεωπολιτικές εξελίξεις ή υγειονομικές κρίσεις, μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη λειτουργία των εφοδιαστικών δικτύων, ενώ οι κλιματικές συνθήκες δύνανται να επιβαρύνουν τις μεταφορές και την παραγωγική δραστηριότητα.

Στο πλαίσιο αυτό, το IoT ενισχύει την ανθεκτικότητα μέσω της συνεχούς συλλογής και ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Οι αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε

προϊόντα, οχήματα και υποδομές επιτρέπουν την άμεση ανίχνευση αποκλίσεων από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας, όπως μεταβολές στη θερμοκρασία, καθυστερήσεις στις διαδρομές ή ασυνήθιστες διακυμάνσεις στη ζήτηση (Kazancoglu et al., 2023). Η έγκαιρη αυτή πληροφόρηση καθιστά δυνατή την άμεση λήψη προληπτικών ή διορθωτικών μέτρων, περιορίζοντας την έκταση των επιπτώσεων.

Παράλληλα, η αξιοποίηση του IoT ενισχύει την ευελιξία της εφοδιαστικής αλυσίδας, επιτρέποντας την ταχεία αναπροσαρμογή των δρομολογίων, την ανακατανομή πόρων και την υιοθέτηση εναλλακτικών λύσεων εξυπηρέτησης της ζήτησης όταν προκύπτουν προβλήματα. Με τον τρόπο αυτό, οι επιχειρήσεις μπορούν να ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και να διατηρούν υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης.

Επιπλέον, το IoT συμβάλλει και στη βιωσιμότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων, μέσω της βελτιστοποίησης της χρήσης πόρων και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η συνεχής παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας, των εκπομπών και των αποβλήτων επιτρέπει τον εντοπισμό σημείων σπατάλης και την εφαρμογή πιο αποδοτικών πρακτικών. Για παράδειγμα, η βελτιστοποίηση των διαδρομών μεταφοράς μπορεί να μειώσει την κατανάλωση καυσίμων και τις εκπομπές, ενώ η αποτελεσματικότερη διαχείριση αποθεμάτων συμβάλλει στον περιορισμό απωλειών προϊόντων (Kazancoglu et al., 2023).

Ωστόσο, η συμβολή του IoT στη βιωσιμότητα δεν είναι δεδομένη, καθώς η εγκατάσταση και λειτουργία ψηφιακών υποδομών συνεπάγεται ενεργειακή κατανάλωση και περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Για τον λόγο αυτό, απαιτείται μια ισορροπημένη προσέγγιση που να λαμβάνει υπόψη τόσο τα οφέλη όσο και τις επιβαρύνσεις της ψηφιοποίησης.

Συνολικά, το IoT ενισχύει την ανθεκτικότητα και τη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, προσφέροντας δυνατότητες έγκαιρης ανίχνευσης κινδύνων, προσαρμογής σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και πιο αποδοτικής διαχείρισης πόρων, υπό την προϋπόθεση ότι ενσωματώνεται στο πλαίσιο μιας ολοκληρωμένης στρατηγικής.

3.6 Προσαρμογή και Προσωποποιημένη Εξυπηρέτηση Πελατών

Η ενσωμάτωση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στις εφοδιαστικές αλυσίδες δεν επηρεάζει μόνο τις εσωτερικές λειτουργίες των επιχειρήσεων, αλλά μετασχηματίζει ουσιαστικά και τον τρόπο με τον οποίο αυτές αλληλεπιδρούν με τους πελάτες τους. Στο σύγχρονο ψηφιακό περιβάλλον, η δημιουργία αξίας δεν περιορίζεται στην απλή διάθεση

προϊόντων, αλλά επεκτείνεται στην παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών που ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες ανάγκες και προσδοκίες των καταναλωτών.

Η τεχνολογία IoT επιτρέπει τη συνεχή συλλογή δεδομένων από πολλαπλά σημεία επαφής με τον πελάτη, όπως η συμπεριφορά αγοράς, οι προτιμήσεις προϊόντων, τα μοτίβα κατανάλωσης και οι επιλογές παράδοσης. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να διαμορφώνουν πιο ακριβή προφίλ πελατών και να προσαρμόζουν ανάλογα τις παρεχόμενες υπηρεσίες. Σύμφωνα με τους Sallam et al. (2023), η αξιοποίηση των δεδομένων αυτών συμβάλλει στη μετάβαση από μαζικά μοντέλα εξυπηρέτησης σε πιο πελατοκεντρικές προσεγγίσεις.

Ένα βασικό πεδίο εφαρμογής της προσωποποίησης αφορά τη διαχείριση των παραγγελιών και των παραδόσεων. Μέσω του IoT, οι επιχειρήσεις μπορούν να παρέχουν ακριβή πληροφόρηση σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη θέση και την κατάσταση των προϊόντων, καθώς και να προσφέρουν ευέλικτες επιλογές παράδοσης προσαρμοσμένες στις ανάγκες του πελάτη. Επιπλέον, η δυνατότητα αποστολής στοχευμένων ειδοποιήσεων, όπως ενημερώσεις για καθυστερήσεις ή προτάσεις εναλλακτικών επιλογών, ενισχύει τη διαφάνεια και την εμπιστοσύνη.

Παράλληλα, η αξιοποίηση των δεδομένων επιτρέπει την ανάπτυξη πιο προσωποποιημένων εμπορικών πρακτικών, όπως προτάσεις προϊόντων βασισμένες σε προηγούμενες αγορές ή προσαρμοσμένες προσφορές. Με τον τρόπο αυτό, η εφοδιαστική αλυσίδα συνδέεται άμεσα με τη στρατηγική μάρκετινγκ και συμβάλλει στη συνολική εμπειρία του πελάτη.

Η βελτίωση της εμπειρίας εξυπηρέτησης ενισχύεται επίσης από τη δυνατότητα συνεχούς επικοινωνίας και παρακολούθησης της διαδικασίας εξυπηρέτησης. Ο πελάτης αποκτά μεγαλύτερο έλεγχο και ορατότητα στις παραγγελίες του, γεγονός που συμβάλλει στην αύξηση της ικανοποίησης και της πιστότητας προς την επιχείρηση.

Ωστόσο, η ανάπτυξη προσωποποιημένων υπηρεσιών μέσω του IoT συνοδεύεται και από σημαντικές προκλήσεις. Η εκτεταμένη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων εγείρει ζητήματα προστασίας προσωπικών δεδομένων και ιδιωτικότητας, καθιστώντας απαραίτητη τη συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια, όπως ο Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (GDPR). Επιπλέον, η υπερβολική προσωποποίηση μπορεί να οδηγήσει σε φαινόμενα «ψηφιακής υπερφόρτωσης» ή ακόμη και σε αίσθημα παρακολούθησης από την πλευρά των χρηστών, γεγονός που απαιτεί προσεκτική διαχείριση.

Συνεπώς, η επιτυχής αξιοποίηση του IoT για την παροχή προσωποποιημένων υπηρεσιών προϋποθέτει την ισορροπία μεταξύ τεχνολογικής καινοτομίας και υπεύθυνης διαχείρισης δεδομένων. Όταν αυτή η ισορροπία επιτευχθεί, οι επιχειρήσεις μπορούν να δημιουργήσουν ουσιαστική αξία, ενισχύοντας τη σχέση τους με τους πελάτες και αποκτώντας σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (Sallam et al., 2023).

3.7 Τεχνολογίες IoT στην Πράξη: Εφαρμογές και Καινοτομίες

Η εφαρμογή του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στις εφοδιαστικές αλυσίδες βασίζεται στη συνέργεια πολλαπλών τεχνολογιών, οι οποίες λειτουργούν συνδυαστικά με στόχο τη βελτίωση της ορατότητας, της αποδοτικότητας και της ακρίβειας των λειτουργιών. Οι τεχνολογίες αυτές καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, από τη διαχείριση αποθεμάτων έως τη μεταφορά και τη διανομή προϊόντων, συμβάλλοντας στη δημιουργία πιο «έξυπνων» και διασυνδεδεμένων εφοδιαστικών δικτύων.

3.7.1 Αισθητήρες IoT για Μεταφορά και Αποθήκευση Προϊόντων

Η αξιοποίηση αισθητήρων IoT επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων, όπως η τοποθεσία, τα επίπεδα αποθεμάτων και οι περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη μεταφορά και αποθήκευση προϊόντων. Η διαρκής ροή δεδομένων ενισχύει τη δυνατότητα ανάλυσης και πρόβλεψης, υποστηρίζοντας τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και τη μείωση της σπατάλης πόρων.

Ιδιαίτερη σημασία έχει η παρακολούθηση συνθηκών όπως η θερμοκρασία και η υγρασία, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα την ποιότητα ευαίσθητων προϊόντων. Στον φαρμακευτικό τομέα, για παράδειγμα, τα προϊόντα εκτίθενται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες κατά τη μεταφορά τους. Η χρήση αισθητήρων επιτρέπει τον συνεχή έλεγχο αυτών των παραμέτρων, διασφαλίζοντας ότι τα φαρμακευτικά σκευάσματα διατηρούν την αποτελεσματικότητά τους μέχρι την τελική παράδοση. Παράλληλα, η αποθήκευση των δεδομένων σε κατανεμημένα συστήματα, όπως το blockchain, ενισχύει τη διαφάνεια και τη δυνατότητα επαλήθευσης της ποιότητας και της προέλευσης των προϊόντων (Bhutta & Ahmad, 2021).

3.7.2 Τεχνολογίες Blockchain και RFID

Η αποτελεσματική διαχείριση της πληροφορίας αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς η ροή δεδομένων είναι πολυκατευθυντική και συχνά πολύπλοκη. Σε αυτό το πλαίσιο, τεχνολογίες όπως το RFID και το blockchain συμβάλλουν καθοριστικά στη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας και της αξιοπιστίας των δεδομένων.

Οι ετικέτες RFID επιτρέπουν την αυτόματη αναγνώριση και καταγραφή προϊόντων μέσω ραδιοσυχνοτήτων, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τη θέση, την κατάσταση και τις συνθήκες μεταφοράς τους σε όλο τον κύκλο ζωής τους. Σε σύγκριση με παραδοσιακές μεθόδους, όπως τα barcodes, προσφέρουν μεγαλύτερη ακρίβεια και δυνατότητα αποθήκευσης περισσότερων δεδομένων, περιορίζοντας τα ανθρώπινα λάθη και τις αστοχίες στις διαδικασίες αποθήκευσης και διανομής (Bhutta & Ahmad, 2021).

Η ενσωμάτωση του blockchain ενισχύει περαιτέρω την αξιοπιστία των πληροφοριών, καθώς παρέχει ένα αποκεντρωμένο και αμετάβλητο σύστημα καταγραφής συναλλαγών. Με τον τρόπο αυτό, οι πληροφορίες καθίστανται διαφανείς, επαληθεύσιμες και ανθεκτικές σε παραποιήσεις. Η συνδυαστική χρήση RFID και blockchain είναι ιδιαίτερα σημαντική σε κλάδους όπου η αυθεντικότητα των προϊόντων αποτελεί κρίσιμο ζήτημα, όπως η φαρμακοβιομηχανία και η βιομηχανία τροφίμων.

3.7.3 Ιχνηλασιμότητα και Αυτοματισμοί

Η ιχνηλασιμότητα αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας στην εφοδιαστική αλυσίδα. Σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν διεθνή πρότυπα, όπως τα πρότυπα GS1, τα οποία καθορίζουν κοινές προδιαγραφές για την αναγνώριση και παρακολούθηση προϊόντων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τα πρότυπα αυτά επιτρέπουν τη συστηματική καταγραφή των σταδίων που ακολουθεί ένα προϊόν, από την παραγωγή έως τη διάθεσή του στην αγορά, διευκολύνοντας τον έλεγχο και την ανάκληση σε περιπτώσεις προβλημάτων. Παράλληλα, τεχνολογίες όπως το RFID και τα barcodes συμβάλλουν στον αυτοματισμό των διαδικασιών, ενισχύοντας την ταχύτητα και την ακρίβεια στη διαχείριση της πληροφορίας και μειώνοντας τον κίνδυνο πλαστογράφησης (Pan & Liu, 2021).

3.7.4 Συστήματα Παρακολούθησης

Τα σύγχρονα συστήματα παρακολούθησης που βασίζονται σε τεχνολογίες όπως το

GPS και το IoT παρέχουν τη δυνατότητα συνεχούς εποπτείας των μεταφορών και των αποθηκευτικών διαδικασιών. Μέσω αυτών των συστημάτων, οι επιχειρήσεις μπορούν να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο τη θέση και την κατάσταση των προϊόντων, καθώς και τις συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης. Η αξιοποίηση τέτοιων τεχνολογιών οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση πόρων και βελτίωση της παραγωγικότητας, ενώ παράλληλα ενισχύει τη συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια και την εμπιστοσύνη των καταναλωτών (Pan & Liu, 2021). Σε τομείς όπως η υγειονομική περίθαλψη, όπου απαιτούνται αυστηρές προδιαγραφές, τα συστήματα αυτά επιτρέπουν την ακριβή παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων.

3.7.5 Συστήματα αυτόνομης μεταφοράς

Κατά το παρελθόν, οι παγκόσμιες αλυσίδες εφοδιασμού είχαν κατορθώσει να αυξήσουν τη δυναμικότητά τους προκειμένου να ανταπεξέλθουν στην αυξημένη ζήτηση των καταναλωτών σε διάφορες σημαντικές περιόδους. Ωστόσο, με την άξαφνη έλευση του COVID-19 οι επιχειρήσεις έπρεπε να κινηθούν ακόμη πιο γρήγορα για να διαχειριστούν την απρόβλεπτη άνοδο της ζήτησης. Τότε παρατηρήθηκε έντονο ενδιαφέρον για αξιοποίηση αυτοματοποιημένων μεθόδων παράδοσης, όπως είναι τα smart lock boxes. Οι αυτόνομες λύσεις μεταφοράς διευκολύνουν την ανέπαφη παραλαβή δεμάτων ενώ μπορούν να λειτουργούν όλο το 24ωρο. Ταυτόχρονα η δυσκολία διάθεσης ικανοποιητικού αριθμού εργαζομένων εξαιτίας της καραντίνας και η ανάγκη για γρηγορότερη παράδοση επιτάχυνε την υιοθέτηση καινοτόμων τεχνολογιών όπως τα έξυπνα κιβώτια παράδοσης, το IoT, τα drones και τα αυτόνομα οχήματα. Η τεχνολογία βοηθά ουσιαστικά προσφέροντας άμεσες λύσεις απλοποιώντας την καθημερινότητα της εργασίας, περιορίζοντας το κόστος και αναβαθμίζοντας την ταχύτητα διανομής, κυρίως σε γεωγραφικά σημεία που είναι δυσπρόσιτα (Lubis, 2024).

3.8 Blockchain

Το blockchain αποτελεί μια αποκεντρωμένη βάση δεδομένων η οποία καταγράφει συναλλαγές σε μπλοκ. Κάθε μπλοκ περιλαμβάνει μια ομάδα επαληθευμένων συναλλαγών, και αυτά συνδέονται μεταξύ τους μέσω κρυπτογραφίας, δημιουργώντας μια αλυσίδα. Αυτό το σύστημα εξασφαλίζει ότι τα δεδομένα θα παραμείνουν αμετάβλητα, διαφανή και ασφαλή (Azizi et al., 2021).

Επιπλέον, η ανάλυση σε συνδυασμό με το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) και την τεχνολογία blockchain καθιστά τον ψηφιακό μετασχηματισμό εφικτό και αποδοτικό καθώς παρέχει επικύρωση, εγκυρότητα και δυνατότητα εποπτείας των συναλλαγών σε πραγματικό χρόνο μέσω κατανεμημένης επεξεργασίας. Ταυτόχρονα, είναι σε θέση να αντιμετωπίσει σοβαρά προβλήματα ασφάλειας, παρέχοντας προστασία απέναντι σε οποιαδήποτε επίθεση ή παραβίαση (Azizi et al., 2021).

Προβλήματα όπως η απουσία διασυνδεσιμότητας, οι περιορισμένοι πόροι και η ασφάλεια των συσκευών, μπορούν να αντιμετωπιστούν μέσω της αποκέντρωσης, της ισχυρής κρυπτογράφησης, των μηχανισμών συναίνεσης και των έξυπνων συμβολαίων. Επίσης, η χρήση δημόσιου κλειδιού επιτρέπει την επικύρωση συναλλαγών και blocks, διασφαλίζοντας τη νομιμότητά τους.

Ένα από τα κρίσιμα προβλήματα που αντιμετωπίζει συχνά η παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού είναι η πλαστογράφηση προϊόντων, ειδικά σε βιομηχανίες όπως η φαρμακευτική ή η ηλεκτρονική. Με το Blockchain, κάθε προϊόν μπορεί να διαθέτει ένα ξεχωριστό «ψηφιακό ίχνος» που επιτρέπει την παρακολούθηση της προέλευσής του και την επικύρωση της αυθεντικότητάς του. Αυτό περιορίζει σε μεγάλο βαθμό τον κίνδυνο απάτης και εξασφαλίζει ότι οι καταναλωτές ψωνίζουν αυθεντικά προϊόντα.

Τα έξυπνα συμβόλαια αποτελούν αυτοματοποιημένες συμφωνίες οι οποίες ενεργοποιούνται όταν πληρούνται ικανοποιούνται συγκεκριμένοι όροι. Στο χώρο της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα συμβόλαια αυτά μπορούν να απλοποιούν τη διαδικασία των αυτόματων πληρωμών προς τους προμηθευτές κατά την αποστολή εμπορευμάτων ή την παροχή υπηρεσιών, καθιστώντας μη αναγκαία την παρέμβαση μεσαζόντων και αυξάνοντας την ταχύτητα των διεργασιών logistics.

Η τεχνολογία blockchain, προσφέρει τα εξής: (Azizi et al., 2021)

- α) Αποκεντρωμένο και ανθεκτικό μηχανισμό καταγραφής και επαλήθευσης.
- β) Διαφανή και αδιάλειπτη ροή πληροφοριών σε όλο τον κύκλο ζωής μιας διαδικασίας ή υπηρεσίας.
- γ) Διασφάλιση της ακεραιότητας και δυνατότητα πλήρη δυνατότητα λεπτομερούς ελέγχου των δεδομένων.
- δ) Ενισχυμένη ασφάλεια και εγκυρότητα κατά την μεταφορά πληροφοριών και συναλλαγών (Azizi et al., 2021).

Εν κατακλείδι, η συνύπαρξη του blockchain με το IoT αυξάνει ουσιαστικά την ασφάλεια, τη διαφάνεια και την αποδοτικότητα των οικοσυστημάτων, οδηγώντας με πιο ταχείς ρυθμούς προς την ψηφιακή μετάβαση σε κρίσιμους τομείς.

Κεφάλαιο 4^ο Εφαρμογές του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Η ενσωμάτωση του Internet of Things (IoT) στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει συμβάλει στη διαμόρφωση πιο διασυνδεδεμένων, ευέλικτων και αποδοτικών επιχειρησιακών συστημάτων. Μέσω αισθητήρων, συσκευών παρακολούθησης, συστημάτων αυτοματοποίησης και ψηφιακών πλατφορμών, οι επιχειρήσεις αποκτούν τη δυνατότητα να ελέγχουν σε πραγματικό χρόνο κρίσιμες λειτουργίες, όπως η αποθήκευση, η μεταφορά, η διανομή και η διαχείριση αποθεμάτων. Η τεχνολογία αυτή περιορίζει την αβεβαιότητα, υποστηρίζει τη λήψη αποφάσεων και διευκολύνει την έγκαιρη αντιμετώπιση καθυστερήσεων ή σημείων συμφόρησης στο εφοδιαστικό δίκτυο.

4.1 Παραδείγματα Υλοποίησης από Πρωτοπόρες Επιχειρήσεις

Η πρακτική αξία του IoT αποτυπώνεται σε μεγάλο βαθμό μέσα από την εφαρμογή του από επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε διεθνείς και εγχώριες αγορές. Οι περιπτώσεις αυτές δείχνουν ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες δεν χρησιμοποιούνται απλώς ως βοηθητικά εργαλεία, αλλά ως βασικοί μηχανισμοί αναδιοργάνωσης των λειτουργιών logistics. Η χρήση αισθητήρων, αυτοματοποιημένων συστημάτων, ρομποτικών λύσεων και τεχνολογιών blockchain συμβάλλει στη βελτίωση της ορατότητας, της ακρίβειας και της ταχύτητας των διαδικασιών (Sallam et al., 2023).

α) Amazon

Η Amazon αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα επιχείρησης που έχει αξιοποιήσει εκτεταμένα ψηφιακές τεχνολογίες στις αποθήκες και στα κέντρα διανομής της. Μέσω του συστήματος Amazon Robotics, η εταιρεία χρησιμοποιεί ρομποτικές μονάδες που μετακινούν προϊόντα και ράφια εντός των αποθηκευτικών εγκαταστάσεων, επιταχύνοντας τη διαδικασία συλλογής και εκτέλεσης παραγγελιών. Οι αισθητήρες και τα συστήματα αυτοματοποιημένης πλοήγησης μειώνουν τον κίνδυνο συγκρούσεων, βελτιώνουν τη διαχείριση του χώρου και επιτρέπουν πιο αποδοτική ροή εργασιών. Παράλληλα, η εταιρεία έχει επενδύσει σε νέες μορφές εξυπηρέτησης, όπως συστήματα παράδοσης με drones και καταστήματα χωρίς ταμεία, επηρεάζοντας ευρύτερα τις προσδοκίες των καταναλωτών σε σχέση με την ταχύτητα και την ευκολία των παραδόσεων (Mumin et al., 2025).

β) DHL

Η DHL έχει ενσωματώσει τεχνολογίες IoT με στόχο την ενίσχυση της διαφάνειας και της αποδοτικότητας στις διεθνείς λειτουργίες logistics. Η παρακολούθηση αποστολών σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει τον άμεσο εντοπισμό καθυστερήσεων, αποκλίσεων ή πιθανών κινδύνων κατά τη μεταφορά. Παράλληλα, η αξιοποίηση ψηφιακών πλατφορμών και τεχνολογιών blockchain μπορεί να ενισχύσει την αξιοπιστία των δεδομένων, ιδίως σε σύνθετες διεθνείς αλυσίδες όπου συμμετέχουν πολλοί πάροχοι υπηρεσιών. Με αυτόν τον τρόπο, η εταιρεία βελτιώνει τόσο τον εσωτερικό συντονισμό όσο και την πληροφόρηση που παρέχει στους πελάτες σχετικά με τη θέση και την κατάσταση των αποστολών τους. (Mumin et al., 2025).

γ) Maersk

Η H Maersk έχει διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ψηφιοποίηση της ναυτιλιακής εφοδιαστικής, κυρίως μέσω της αξιοποίησης τεχνολογιών blockchain για την παρακολούθηση φορτίων και την ψηφιοποίηση εγγράφων μεταφοράς. Η συνεργασία της με την IBM για την ανάπτυξη ψηφιακής πλατφόρμας είχε ως στόχο τη βελτίωση της διαφάνειας στη διακίνηση εμπορευματοκιβωτίων και τη μείωση της γραφειοκρατίας που συνοδεύει τις διεθνείς αποστολές. Η καταγραφή πληροφοριών από το σημείο αναχώρησης έως τον τελικό προορισμό ενισχύει την ιχνηλασιμότητα και περιορίζει τα σφάλματα που συχνά προκύπτουν από χειροκίνητες διαδικασίες τεκμηρίωσης (Nishant, 2024).

δ) Wal-Mart

Η Walmart αξιοποιεί τεχνολογίες blockchain και IoT για την ενίσχυση της ιχνηλασιμότητας στην αλυσίδα τροφίμων. Μέσω της παρακολούθησης περιβαλλοντικών συνθηκών και της καταγραφής πληροφοριών για την προέλευση των προϊόντων, η εταιρεία μπορεί να εντοπίζει πιο γρήγορα προβλήματα ποιότητας ή ασφάλειας. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στον κλάδο των τροφίμων, όπου η ταχεία αναγνώριση της πηγής ενός προβλήματος μπορεί να περιορίσει τον κίνδυνο για τους καταναλωτές και να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα των ανακλήσεων.

ε) UPS

Η UPS έχει αναπτύξει προηγμένα συστήματα βελτιστοποίησης μεταφορών, όπως το ORION, το οποίο αξιοποιεί δεδομένα από οδηγούς, οχήματα, αισθητήρες και κυκλοφοριακές συνθήκες. Η ανάλυση αυτών των δεδομένων επιτρέπει τον σχεδιασμό αποδοτικότερων δρομολογίων, μειώνοντας τον χρόνο παράδοσης, την κατανάλωση καυσίμων και το λειτουργικό κόστος. Στα κέντρα διανομής, η χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων εντοπισμού και διαλογής συμβάλλει στην αύξηση της ακρίβειας και της ταχύτητας επεξεργασίας δεμάτων (Hasa, 2024).

στ) iTrack

Η ελληνική εταιρεία iTrack παρέχει λύσεις IoT που εστιάζουν στην παρακολούθηση στόλου, εμπορευματοκιβωτίων, ρυμουλκούμενων και εξοπλισμού. Οι υπηρεσίες της περιλαμβάνουν έλεγχο θέσης, ταχύτητας, διαδρομών, συνθηκών ψυχρής αλυσίδας και αντικλεπτικής προστασίας. Η αξιοποίηση συνεργασιών με τεχνολογικούς και τηλεπικοινωνιακούς παρόχους, όπως AWS, Microsoft Azure, Vodafone και Cosmote, υποστηρίζει την παροχή ασφαλών και αξιόπιστων υπηρεσιών σε επιχειρήσεις διαφορετικού μεγέθους. Η περίπτωση αυτή δείχνει ότι η εφαρμογή του IoT δεν περιορίζεται σε πολυεθνικές επιχειρήσεις, αλλά αφορά και την ελληνική αγορά logistics (iTrack, 2024).

ζ) Mobile Technology

Η Mobile Technology αποτελεί επίσης παράδειγμα ελληνικής επιχείρησης που δραστηριοποιείται στον ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής και του λιανεμπορίου. Οι λύσεις της περιλαμβάνουν συστήματα voice picking, ηλεκτρονικές ετικέτες ραφίου, αυτόνομα ρομποτικά οχήματα και έξυπνες θυρίδες παραλαβής. Οι εφαρμογές αυτές ενισχύουν την ταχύτητα συλλογής παραγγελιών, την ακρίβεια στις αποθήκες και την ευελιξία στην παράδοση προϊόντων, συμβάλλοντας στη βελτίωση της παραγωγικότητας και της εμπειρίας του πελάτη (Mobile Technology, 2024). Η Neurosoft αποτελεί ενδιαφέρουσα περίπτωση μελέτης, καθώς συνδυάζει τεχνολογικές υπηρεσίες, διαχείριση εξοπλισμού και λειτουργίες logistics σε ένα σύνθετο επιχειρησιακό περιβάλλον. Η εταιρεία δραστηριοποιείται ως πάροχος διαχειριζόμενων υπηρεσιών, με έμφαση στην κυβερνοασφάλεια, τις τεχνολογικές λύσεις και τις υπηρεσίες πεδίου. Η παρουσία της στην Ελλάδα και την Κύπρο, καθώς και η συνεργασία

της με οργανισμούς του ιδιωτικού και δημόσιου τομέα, αναδεικνύουν τη σημασία της αποτελεσματικής διαχείρισης υλικών και τεχνικών πόρων.

Στο πλαίσιο των δραστηριοτήτων της, η Neurosoft διαχειρίζεται εξοπλισμό που είτε ανήκει σε πελάτες είτε χρησιμοποιείται για αντικαταστάσεις, επισκευές και τεχνικές παρεμβάσεις. Η κεντρική της αποθήκη βρίσκεται στη Μεταμόρφωση Αττικής, ενώ η λειτουργία της υποστηρίζεται από αποθηκευτικούς χώρους σε Πάτρα και Θεσσαλονίκη. Παράλληλα, η εταιρεία αξιοποιεί δίκτυο τεχνικών συνεργατών, οι οποίοι λειτουργούν ως τοπικά σημεία υποστήριξης για την ταχεία κάλυψη αναγκών.

Η συγκεκριμένη μελέτη επικεντρώνεται στη διαδικασία ανατροφοδότησης των hubs που υποστηρίζουν καταστήματα ΟΠΑΠ. Όταν προκύπτει ανάγκη τεχνικής παρέμβασης, δημιουργείται αίτημα στο Jira, στο οποίο καταγράφεται η βλάβη ή το σχετικό πρόβλημα. Το Back Office αξιολογεί το αίτημα και ζητά από το τμήμα Logistics τα απαιτούμενα υλικά. Στη συνέχεια, το Logistics ελέγχει τη διαθεσιμότητα μέσω του συστήματος stock control και οργανώνει την αποστολή προς τα περιφερειακά hubs, τα οποία διατηρούν απόθεμα για άμεση ανταπόκριση.

Παρά τη λειτουργική οργάνωση της διαδικασίας, εντοπίζονται ορισμένες δυσκολίες. Το βασικότερο ζήτημα αφορά την επιβεβαίωση των υλικών που αποστέλλονται και παραλαμβάνονται από τα hubs. Μετά την εκτέλεση της παραγγελίας από την αποθήκη και την έκδοση του Δελτίου Αποστολής, τα υλικά εμφανίζονται ως διαθέσιμα στον συνεργάτη. Ωστόσο, εάν προκύψουν αποκλίσεις μεταξύ των αναμενόμενων και των πραγματικά παραληφθέντων ειδών, η ευθύνη ελέγχου και ενημέρωσης μεταφέρεται στον συνεργάτη. Η διαδικασία αυτή μπορεί να προκαλέσει καθυστερήσεις, σφάλματα στην απογραφή και ασυμφωνίες μεταξύ φυσικού και λογιστικού αποθέματος.

Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων, το τμήμα Πληροφορικής της Neurosoft ανέπτυξε την εφαρμογή ScaNReceive. Η εφαρμογή εγκαθίσταται σε κινητές συσκευές των συνεργατών και ενεργοποιείται όταν υπάρχει νέα παραγγελία προς παραλαβή. Ο συνεργάτης λαμβάνει ειδοποίηση που περιλαμβάνει στοιχεία, όπως ο αριθμός δελτίου αποστολής και η λίστα των υλικών που αναμένονται (Neurosoft, 2024).

Τα προϊόντα εμφανίζονται αρχικά ως “in transit” και καθίστανται διαθέσιμα στον συνεργάτη μόνο μετά την επιβεβαίωση παραλαβής. Για τους σειριακά παρακολουθούμενους κωδικούς, η καταχώριση γίνεται μέσω σκαναρίσματος με την κάμερα της κινητής συσκευής, ενώ για μη σειριακά παρακολουθούμενα είδη μπορεί να καταχωριστεί η ποσότητα

χειροκίνητα. Εάν οι τελικές ποσότητες διαφέρουν από τις αναμενόμενες, το σύστημα ζητά επιβεβαίωση και καταγράφει αυτόματα την απόκλιση.

Η εφαρμογή διασυνδέεται με το Entersoft ERP, επιτρέποντας στο τμήμα Logistics να παρακολουθεί άμεσα τις παραλαβές και να προχωρά σε διορθωτικές ενέργειες όταν απαιτείται. Η απεικόνιση των αναμενόμενων και των παραληφθέντων υλικών σε ξεχωριστές στήλες, καθώς και η χρωματική επισήμανση των διαφορών, διευκολύνουν τον γρήγορο έλεγχο και μειώνουν την πιθανότητα σφαλμάτων.

Η ScaNReceive μπορεί να θεωρηθεί εφαρμογή που συνδέεται με τη λογική του IoT και της ψηφιακής ιχνηλασιμότητας, καθώς αξιοποιεί κινητές συσκευές, ψηφιακή καταγραφή, σάρωση κωδικών και άμεση διασύνδεση με πληροφοριακό σύστημα. Η λύση βελτιώνει τη διαφάνεια των παραλαβών, περιορίζει τις αποκλίσεις, ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ κεντρικών τμημάτων και περιφερειακών συνεργατών και επιταχύνει τη διόρθωση προβλημάτων. Παράλληλα, συμβάλλει στην καλύτερη αντιστοίχιση φυσικού και λογιστικού αποθέματος, στοιχείο κρίσιμο για την αξιοπιστία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συνολικά, η περίπτωση της Neurosoft δείχνει ότι η ψηφιακή τεχνολογία μπορεί να προσφέρει ουσιαστικές βελτιώσεις ακόμη και σε φαινομενικά επιμέρους διαδικασίες, όπως η παραλαβή υλικών από συνεργάτες. Η αξία της εφαρμογής δεν περιορίζεται στην απλή αυτοματοποίηση, αλλά επεκτείνεται στη μείωση λαθών, στην ενίσχυση της ιχνηλασιμότητας και στη δημιουργία πιο αξιόπιστων πληροφοριακών ροών.

4.2 Συμπεράσματα και Μελλοντικές Τάσεις

4.2.1 Ο ρόλος του IoT και του Blockchain στον μετασχηματισμό της Εφοδιαστικής Αλυσίδας

Στο σύγχρονο παγκοσμιοποιημένο επιχειρησιακό περιβάλλον, οι εφοδιαστικές αλυσίδες καλούνται να διαχειριστούν σύνθετες προκλήσεις, όπως καθυστερήσεις στις μεταφορές, αυξημένες κανονιστικές απαιτήσεις, κινδύνους απάτης και αβεβαιότητες στη διακίνηση προϊόντων. Η αξιοποίηση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών, και ειδικότερα του Internet of Things (IoT) και του blockchain, συμβάλλει ουσιαστικά στην αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων, επιτρέποντας συνεχή παρακολούθηση, ενίσχυση της διαφάνειας και βελτιστοποίηση των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας (Azizi et al., 2021).

Η συνδυαστική εφαρμογή IoT, τεχνητής νοημοσύνης (AI) και blockchain διαμορφώνει

ένα ολοκληρωμένο τεχνολογικό οικοσύστημα, το οποίο επηρεάζει θετικά πολλαπλές διαστάσεις της εφοδιαστικής διαχείρισης, όπως η μείωση του λειτουργικού κόστους, η βελτίωση της εξυπηρέτησης πελατών και η ενίσχυση της κανονιστικής συμμόρφωσης. Σύμφωνα με τους Azizi et al. (2021), οι τεχνολογίες αυτές οδηγούν σε μετρήσιμες βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των διαδικασιών και στη βιωσιμότητα των λειτουργιών.

Η τεχνολογία blockchain ενισχύει την ιχνηλασιμότητα και τη διαφάνεια, επιτρέποντας την καταγραφή και επαλήθευση συναλλαγών σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας, από την προμήθεια πρώτων υλών έως τη διάθεση τελικών προϊόντων. Ωστόσο, σε αντίθεση με την υπεραπλουστευμένη αντίληψη ότι το blockchain αποτελεί τη μοναδική πηγή αξιόπιστων δεδομένων, η αξία του έγκειται κυρίως στην ακεραιότητα και τη μη αλλοιωσιμότητα των καταγραφών και όχι στην ίδια τη δημιουργία δεδομένων. Σε συνδυασμό με δεδομένα που συλλέγονται μέσω IoT, διευκολύνει την ανάλυση και τον προγραμματισμό παραγωγής, συμβάλλοντας στην καλύτερη πρόβλεψη της ζήτησης.

Παράλληλα, η αξιοποίηση αυτοματοποιημένων συστημάτων επιτρέπει τη διαχείριση επαναλαμβανόμενων εργασιών, όπως ο έλεγχος αποθεμάτων και η διαχείριση αποστολών, βελτιώνοντας τη λειτουργική οργάνωση και μειώνοντας τα ανθρώπινα σφάλματα. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα της συνέργειας αυτών των τεχνολογιών είναι η προβλεπτική συντήρηση, όπου δεδομένα από αισθητήρες IoT αναλύονται μέσω τεχνικών AI για την έγκαιρη ανίχνευση πιθανών βλαβών, μειώνοντας τον χρόνο διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού. Η καταγραφή των ενεργειών συντήρησης σε συστήματα blockchain μπορεί να ενισχύσει τη διαφάνεια και την αξιοπιστία των σχετικών διαδικασιών (Azizi et al., 2021).

Επιπλέον, τα έξυπνα συμβόλαια (smart contracts) αυτοματοποιούν την εκτέλεση συμφωνιών όταν πληρούνται προκαθορισμένες συνθήκες, περιορίζοντας την ανάγκη για ενδιάμεσους και βελτιώνοντας την ταχύτητα των συναλλαγών. Η συμβολή της AI στη διαδικασία αυτή αφορά κυρίως τη βελτιστοποίηση των αποφάσεων και όχι την εκτέλεση των συμβολαίων καθεαυτών, η οποία αποτελεί λειτουργία του blockchain.

Συνολικά, η σύγκλιση IoT, AI και blockchain ενισχύει την ασφάλεια, την ανθεκτικότητα και τη συμμόρφωση των εφοδιαστικών συστημάτων, καθώς η AI υποστηρίζει την ανίχνευση ανωμαλιών και κινδύνων, ενώ το blockchain διασφαλίζει την αξιοπιστία των δεδομένων και των συναλλαγών (Azizi et al., 2021).

4.2.2 Κυβερνο-Φυσικά Συστήματα (Cyber-Physical Systems – CPS)-Έννοια και

εφαρμογές

Οι σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες λειτουργούν σε ένα περιβάλλον αυξημένης πολυπλοκότητας, όπου η ταχύτητα, η ακρίβεια, η ανθεκτικότητα και η βιωσιμότητα αποτελούν βασικές προϋποθέσεις ανταγωνιστικότητας. Οι επιχειρήσεις δεν καλούνται πλέον μόνο να παρακολουθούν τις ροές προϊόντων και πληροφοριών, αλλά και να διαθέτουν συστήματα ικανά να αντιδρούν δυναμικά σε μεταβολές, διαταραχές και επιχειρησιακούς κινδύνους. Στο πλαίσιο αυτό, τα Κυβερνο-Φυσικά Συστήματα (Cyber-Physical Systems – CPS) αποκτούν ιδιαίτερη σημασία, καθώς επιτρέπουν τη στενή διασύνδεση του φυσικού κόσμου με τα ψηφιακά συστήματα ελέγχου και ανάλυσης (Nandhini & Lakshmanan, 2022).

Τα CPS αποτελούν ολοκληρωμένα συστήματα στα οποία φυσικά αντικείμενα, όπως μηχανές, οχήματα, αποθηκευτικές εγκαταστάσεις, ρομποτικοί μηχανισμοί και αισθητήρες, συνδέονται με υπολογιστικά συστήματα, λογισμικό και δίκτυα επικοινωνίας. Μέσω αυτής της διασύνδεσης, τα φυσικά δεδομένα μετατρέπονται σε ψηφιακή πληροφορία, αναλύονται και επιστρέφουν στο φυσικό περιβάλλον με τη μορφή εντολών, προσαρμογών ή αυτοματοποιημένων παρεμβάσεων. Έτσι, τα CPS δεν περιορίζονται στην απλή συλλογή δεδομένων, αλλά υποστηρίζουν έναν κύκλο συνεχούς ανατροφοδότησης μεταξύ παρακολούθησης, ανάλυσης, απόφασης και δράσης (Chen et al., 2021).

Στην εφοδιαστική αλυσίδα, η αξία των CPS εντοπίζεται κυρίως στην ικανότητά τους να βελτιώνουν την ορατότητα και τον έλεγχο των λειτουργιών σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα, σε μια αποθήκη, αισθητήρες και αυτοματοποιημένα συστήματα μπορούν να παρακολουθούν τα επίπεδα αποθεμάτων, τις συνθήκες αποθήκευσης και την κίνηση των προϊόντων, ενώ το υπολογιστικό σύστημα μπορεί να προτείνει ή να εκτελεί παρεμβάσεις, όπως αναπλήρωση αποθεμάτων, αλλαγή θέσης προϊόντων ή ενεργοποίηση προειδοποιήσεων. Αντίστοιχα, στις μεταφορές, η σύνδεση οχημάτων, GPS, αισθητήρων φορτίου και συστημάτων ανάλυσης επιτρέπει την παρακολούθηση διαδρομών, την πρόβλεψη καθυστερήσεων και την αναπροσαρμογή δρομολογίων.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των CPS είναι η δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνίας μεταξύ φυσικών και ψηφιακών στοιχείων. Η πληροφορία που παράγεται από το φυσικό περιβάλλον δεν παραμένει στατική, αλλά αξιοποιείται για την προσαρμογή της ίδιας της λειτουργίας του συστήματος. Για παράδειγμα, όταν ένας αισθητήρας καταγράψει αύξηση θερμοκρασίας σε φορτίο φαρμάκων ή τροφίμων, το σύστημα μπορεί να ενεργοποιήσει ειδοποίηση, να προσαρμόσει τις συνθήκες ψύξης ή να προτείνει αλλαγή στη διαδρομή

μεταφοράς. Με τον τρόπο αυτό, τα CPS συμβάλλουν όχι μόνο στην παρακολούθηση, αλλά και στην πρόληψη λειτουργικών αστοχιών.

Η σημασία των CPS συνδέεται επίσης με την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των εφοδιαστικών αλυσίδων. Σε περιπτώσεις διαταραχών, όπως καθυστερήσεις προμηθευτών, αστοχίες εξοπλισμού, αυξημένη ζήτηση ή απρόβλεπτες συνθήκες μεταφοράς, τα CPS μπορούν να υποστηρίξουν ταχύτερη αναγνώριση του προβλήματος και καλύτερη επιχειρησιακή ανταπόκριση. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε εφοδιαστικά δίκτυα μεγάλης κλίμακας, όπου μια καθυστέρηση ή αστοχία σε ένα σημείο μπορεί να επηρεάσει διαδοχικά πολλά στάδια της αλυσίδας.

Παράλληλα, τα CPS συμβάλλουν στη βιωσιμότητα, καθώς επιτρέπουν πιο ακριβή έλεγχο της κατανάλωσης ενέργειας, της χρήσης πόρων και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Μέσω της συνεχούς παρακολούθησης και της αυτοματοποιημένης προσαρμογής λειτουργιών, μπορούν να μειωθούν περιττές μετακινήσεις, ενεργειακές απώλειες και σπατάλες υλικών. Για παράδειγμα, η βελτιστοποίηση διαδρομών μπορεί να περιορίσει την κατανάλωση καυσίμων, ενώ η αυτοματοποιημένη διαχείριση αποθηκών μπορεί να συμβάλει στην αποδοτικότερη χρήση ενέργειας και χώρου.

Παρότι τα CPS συνδέονται στενά με το IoT, δεν ταυτίζονται πλήρως με αυτό. Το IoT επικεντρώνεται κυρίως στη διασύνδεση συσκευών και στην ανταλλαγή δεδομένων, ενώ τα CPS δίνουν μεγαλύτερη έμφαση στην ενσωμάτωση αυτών των δεδομένων σε μηχανισμούς ελέγχου και αυτόνομης ή ημιαυτόνομης δράσης. Με άλλα λόγια, το IoT μπορεί να θεωρηθεί τεχνολογική βάση για τη συλλογή και μετάδοση δεδομένων, ενώ τα CPS αξιοποιούν τα δεδομένα αυτά για να επηρεάσουν άμεσα φυσικές διαδικασίες (Nandhini & Lakshmanan, 2022).

Ενδεικτικές εφαρμογές των CPS εντοπίζονται στη βιομηχανική παραγωγή, στα αυτόνομα οχήματα, στις έξυπνες αποθήκες και στα προηγμένα συστήματα υγειονομικής περίθαλψης. Στη βιομηχανία, τα CPS μπορούν να παρακολουθούν την κατάσταση μηχανημάτων και να προβλέπουν ανάγκες συντήρησης, περιορίζοντας τις απρογραμμάτιστες διακοπές λειτουργίας. Στα αυτόνομα οχήματα, αισθητήρες, κάμερες, GPS και αλγόριθμοι ελέγχου συνεργάζονται ώστε το όχημα να αντιλαμβάνεται το περιβάλλον και να λαμβάνει αποφάσεις σε πραγματικό χρόνο. Στον χώρο της υγείας, τα ρομποτικά χειρουργικά συστήματα αξιοποιούν αισθητήρες και υπολογιστικό έλεγχο για μεγαλύτερη ακρίβεια και ασφάλεια κατά τη διαδικασία επέμβασης (Chen et al., 2021).

Συνολικά, τα Κυβερνο-Φυσικά Συστήματα αποτελούν βασική τεχνολογική κατεύθυνση για την εξέλιξη της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς συνδυάζουν παρακολούθηση, ανάλυση, αυτοματοποίηση και προσαρμοστικότητα. Η αξία τους έγκειται στην ικανότητά τους να μετατρέπουν τα δεδομένα σε άμεση επιχειρησιακή δράση, καθιστώντας τις εφοδιαστικές αλυσίδες πιο έξυπνες, ανθεκτικές και βιώσιμες.

4.2.3 Συγκριτική ανάλυση μεταξύ του IoT και του CPS

Οι έννοιες του Internet of Things (IoT) και των Κυβερνο-Φυσικών Συστημάτων (Cyber-Physical Systems – CPS) συχνά χρησιμοποιούνται εναλλακτικά στη βιβλιογραφία και την πρακτική, ωστόσο πρόκειται για διακριτές, αν και αλληλένδετες, τεχνολογικές προσεγγίσεις. Η διάκριση μεταξύ τους είναι κρίσιμη για την ορθή κατανόηση του ψηφιακού μετασχηματισμού της εφοδιαστικής αλυσίδας και του ρόλου που διαδραματίζει κάθε τεχνολογία στη βελτιστοποίηση των λειτουργιών.

Το IoT αναφέρεται πρωτίστως σε ένα δίκτυο διασυνδεδεμένων συσκευών και αντικειμένων, τα οποία διαθέτουν δυνατότητες συλλογής, ανταλλαγής και επεξεργασίας δεδομένων μέσω διαδικτυακών υποδομών. Οι συσκευές αυτές, όπως αισθητήρες, RFID ετικέτες, έξυπνα οχήματα ή αποθηκευτικά συστήματα, είναι σε θέση να καταγράφουν πληροφορίες από το περιβάλλον και να τις μεταδίδουν σε κεντρικά πληροφοριακά συστήματα. Η κύρια λειτουργία του IoT εστιάζει στην ενίσχυση της ορατότητας και της διαφάνειας, παρέχοντας συνεχή ροή δεδομένων που επιτρέπει την παρακολούθηση της κατάστασης των προϊόντων, των αποθεμάτων και των μεταφορών σε πραγματικό χρόνο (Lesch et al., 2023).

Αντίθετα, τα CPS αποτελούν ένα πιο σύνθετο και ολοκληρωμένο πλαίσιο, το οποίο δεν περιορίζεται στη συλλογή και μετάδοση δεδομένων, αλλά ενσωματώνει μηχανισμούς ανάλυσης, λήψης αποφάσεων και ελέγχου φυσικών διεργασιών. Στα CPS, τα δεδομένα που συλλέγονται από το φυσικό περιβάλλον αξιοποιούνται άμεσα για την ενεργοποίηση ενεργειών, τη ρύθμιση συστημάτων και την αυτοματοποιημένη προσαρμογή των λειτουργιών. Με άλλα λόγια, τα CPS λειτουργούν ως δυναμικά συστήματα αμφίδρομης ανατροφοδότησης, όπου η πληροφορία οδηγεί σε δράση και η δράση επηρεάζει εκ νέου το φυσικό σύστημα.

Η βασική διαφορά μεταξύ των δύο προσεγγίσεων εντοπίζεται στον σκοπό και στο επίπεδο λειτουργικής ολοκλήρωσης. Το IoT επικεντρώνεται στη συνδεσιμότητα και στην ανταλλαγή δεδομένων, ενώ τα CPS δίνουν έμφαση στον έλεγχο και στην αυτοματοποίηση φυσικών διαδικασιών μέσω της αξιοποίησης αυτών των δεδομένων. Επομένως, το IoT μπορεί

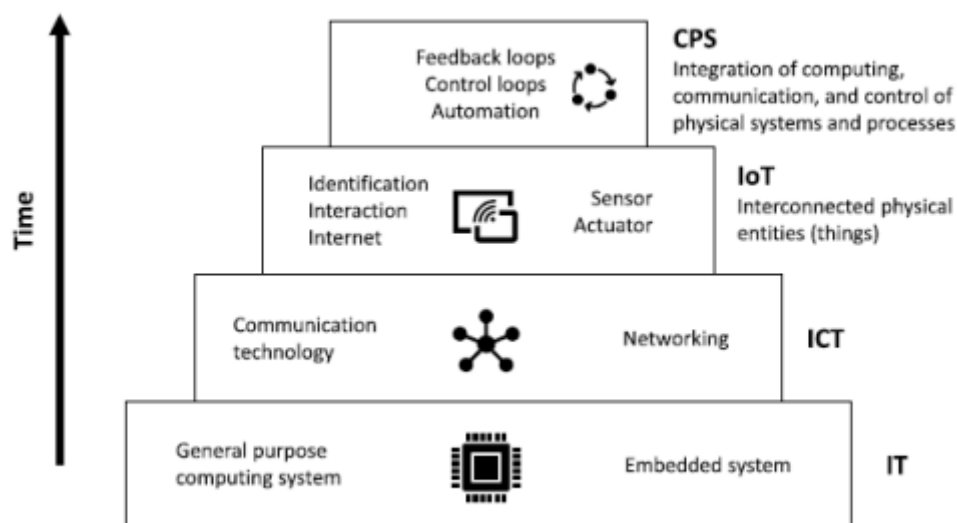
να θεωρηθεί ως η υποδομή που παρέχει τα απαραίτητα δεδομένα, ενώ τα CPS αποτελούν το ανώτερο επίπεδο στο οποίο τα δεδομένα αυτά μετατρέπονται σε επιχειρησιακές αποφάσεις και ενέργειες (Lesch et al., 2023).

Στο πλαίσιο της εφοδιαστικής αλυσίδας, η διάκριση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία. Ένα σύστημα IoT μπορεί, για παράδειγμα, να παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη θέση ενός φορτίου ή τη θερμοκρασία αποθήκευσης, χωρίς όμως να επεμβαίνει ενεργά στη διαδικασία. Αντίθετα, ένα σύστημα CPS μπορεί να αξιοποιήσει τα ίδια δεδομένα για να προσαρμόσει αυτόματα τις συνθήκες αποθήκευσης, να ανακατευθύνει μια αποστολή ή να ενεργοποιήσει μηχανισμούς αποκατάστασης σε περίπτωση απόκλισης από τα επιθυμητά πρότυπα.

Επιπλέον, διαφοροποίηση παρατηρείται και ως προς το επίπεδο αυτονομίας. Τα συστήματα IoT, στις περισσότερες περιπτώσεις, λειτουργούν υποστηρικτικά προς τη λήψη αποφάσεων από ανθρώπινους χρήστες, ενώ τα CPS ενσωματώνουν μεγαλύτερο βαθμό αυτοματισμού και μπορούν να λειτουργούν μερικώς ή πλήρως αυτόνομα, ανάλογα με τον σχεδιασμό τους. Αυτό καθιστά τα CPS πιο κατάλληλα για περιβάλλοντα όπου απαιτείται άμεση απόκριση και ελάχιστη καθυστέρηση, όπως στη διαχείριση κρίσεων ή σε δυναμικά δίκτυα μεταφορών.

Παρά τις διαφορές τους, οι δύο τεχνολογίες είναι αλληλοσυμπληρούμενες. Το IoT παρέχει την αναγκαία υποδομή δεδομένων και συνδεσιμότητας, ενώ τα CPS αξιοποιούν αυτά τα δεδομένα για τη βελτιστοποίηση και τον έλεγχο των λειτουργιών. Η αποτελεσματική ενσωμάτωσή τους οδηγεί στη δημιουργία «έξυπνων» εφοδιαστικών αλυσίδων, οι οποίες χαρακτηρίζονται από υψηλή διαφάνεια, προσαρμοστικότητα και επιχειρησιακή αποδοτικότητα.

Συνοψίζοντας, το IoT αποτελεί τη βάση για τη συλλογή και διακίνηση πληροφοριών, ενώ τα CPS επεκτείνουν αυτή τη λειτουργικότητα ενσωματώνοντας δυνατότητες ανάλυσης και δράσης. Η κατανόηση αυτής της διάκρισης είναι καθοριστική για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση αποτελεσματικών στρατηγικών ψηφιακού μετασχηματισμού στην εφοδιαστική αλυσίδα.



Εικόνα 4: Απεικόνιση της τεχνολογικής πορείας από την IT προς τα CPS

Πηγή: Lesch et al, (2023)

4.2.4 Μελλοντικές κατευθύνσεις στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας εξελίσσεται ταχύτατα σε έναν από τους πλέον καθοριστικούς παράγοντες ανταγωνιστικότητας των επιχειρήσεων, καθώς επηρεάζει άμεσα τόσο τη λειτουργική αποδοτικότητα όσο και την ικανότητα προσαρμογής σε ένα δυναμικό και αβέβαιο περιβάλλον. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των παγκόσμιων δικτύων εφοδιασμού, σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις για ταχύτητα, διαφάνεια και βιωσιμότητα, οδηγεί στη διαμόρφωση νέων τεχνολογικών και οργανωτικών προσεγγίσεων για το μέλλον του κλάδου.

Μία από τις βασικότερες τάσεις αφορά την εντατικοποίηση της ψηφιοποίησης μέσω της ενοποίησης τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη (AI) και το blockchain. Η σύγκλιση αυτών των τεχνολογιών αναμένεται να ενισχύσει τη δυνατότητα παρακολούθησης και ελέγχου των λειτουργιών σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας την έγκαιρη ανίχνευση αποκλίσεων και τη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων. Παρότι συχνά γίνεται αναφορά σε πλήρη αυτοματοποίηση των εφοδιαστικών διαδικασιών, είναι πιο ρεαλιστικό να αναμένεται μια υβριδική προσέγγιση, όπου η ανθρώπινη παρέμβαση θα παραμένει κρίσιμη, αλλά θα υποστηρίζεται από ευφυή συστήματα που αυξάνουν την ακρίβεια και την ταχύτητα των αποφάσεων (Katsaliaki et al., 2022).

Παράλληλα, η βιωσιμότητα αναδεικνύεται σε κεντρικό άξονα της μελλοντικής εξέλιξης των εφοδιαστικών αλυσίδων. Οι επιχειρήσεις καλούνται να μειώσουν το

περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα, γεγονός που οδηγεί στην αξιοποίηση τεχνολογιών για την παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών ρύπων. Το IoT επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη χρήση πόρων, ενώ η ΑΙ συμβάλλει στην ανάλυση αυτών των δεδομένων και στην πρόταση βέλτιστων λύσεων για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης. Ταυτόχρονα, το blockchain μπορεί να υποστηρίξει τη διαφάνεια και την επαλήθευση πρακτικών βιωσιμότητας, διευκολύνοντας τη συμμόρφωση με κανονιστικά πλαίσια και την ενίσχυση της εμπιστοσύνης μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών.

Μια ακόμη σημαντική εξέλιξη αφορά την ενίσχυση της διασυνδεσιμότητας και της συνεργασίας μεταξύ επιχειρήσεων. Η ανάπτυξη διαλειτουργικών πλατφορμών και η υιοθέτηση μοντέλων όπως το IoT-as-a-Service καθιστούν τις ψηφιακές τεχνολογίες πιο προσβάσιμες, ιδιαίτερα για μικρομεσαίες επιχειρήσεις που αντιμετωπίζουν περιορισμούς σε πόρους και υποδομές. Η δυνατότητα ανταλλαγής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ προμηθευτών, διανομέων και πελατών οδηγεί σε καλύτερο συντονισμό και μείωση των ασυμμετριών πληροφόρησης κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Επιπλέον, η αξιοποίηση δεδομένων μεγάλης κλίμακας (big data) αναμένεται να ενισχύσει την παροχή προσωποποιημένων υπηρεσιών προς τους τελικούς καταναλωτές. Μέσω της ανάλυσης καταναλωτικής συμπεριφοράς και προτύπων ζήτησης, οι επιχειρήσεις μπορούν να προσαρμόζουν τις υπηρεσίες τους, προσφέροντας ευέλικτες επιλογές παράδοσης, ακριβέστερους χρόνους εξυπηρέτησης και καλύτερη συνολική εμπειρία πελάτη (Katsaliaki et al., 2022).

Ιδιαίτερη έμφαση αναμένεται να δοθεί και στη διαχείριση ευαίσθητων προϊόντων, όπως τρόφιμα και φαρμακευτικά είδη. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η συνεχής παρακολούθηση συνθηκών μεταφοράς και αποθήκευσης, όπως θερμοκρασία και υγρασία, είναι κρίσιμη για τη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας. Η ενσωμάτωση IoT και προηγμένων αναλυτικών εργαλείων επιτρέπει τον άμεσο εντοπισμό αποκλίσεων και τη λήψη διορθωτικών μέτρων, ενισχύοντας τη συμμόρφωση με αυστηρά κανονιστικά πρότυπα (Protopappas et al., 2025).

Τέλος, οι μελλοντικές εφοδιαστικές αλυσίδες αναμένεται να χαρακτηρίζονται από αυξημένη ανθεκτικότητα, δηλαδή την ικανότητα πρόβλεψης, απορρόφησης και προσαρμογής σε διαταραχές. Η εμπειρία πρόσφατων κρίσεων έχει αναδείξει την ανάγκη για ευέλικτα και προσαρμοστικά συστήματα, τα οποία μπορούν να αναδιοργανώνονται γρήγορα σε περίπτωση αστοχιών ή εξωτερικών πιέσεων. Οι ψηφιακές τεχνολογίες λειτουργούν ως καταλύτης προς

αυτή την κατεύθυνση, επιτρέποντας καλύτερη ορατότητα και ταχύτερη λήψη αποφάσεων.

Συνολικά, η μελλοντική πορεία της εφοδιαστικής αλυσίδας διαμορφώνεται από τη σύγκλιση τεχνολογιών, τη βιωσιμότητα, τη διασυνδεσιμότητα και την πελατοκεντρική προσέγγιση. Η επιτυχής αξιοποίηση αυτών των τάσεων προϋποθέτει στρατηγικό σχεδιασμό, επενδύσεις σε υποδομές και ανάπτυξη δεξιοτήτων, ώστε οι επιχειρήσεις να μπορέσουν να ανταποκριθούν αποτελεσματικά στις προκλήσεις του ψηφιακού μετασχηματισμού.

Κεφάλαιο 5^ο Μεθοδολογία Έρευνας

5.1 Ερευνητική προσέγγιση

Η παρούσα διπλωματική εργασία υιοθετεί ποιοτική ερευνητική προσέγγιση, με στόχο την εις βάθος κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες ενσωματώνονται στις διαδικασίες μεταφοράς και διακίνησης προϊόντων στο πλαίσιο της σύγχρονης εφοδιαστικής αλυσίδας. Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθοδολογίας εδράζεται στη φύση του εξεταζόμενου φαινομένου, καθώς ο ψηφιακός μετασχηματισμός των logistics συνιστά ένα πολυδιάστατο τεχνολογικό και οργανωσιακό ζήτημα, το οποίο δεν μπορεί να αποτυπωθεί επαρκώς μέσω αποκλειστικά ποσοτικών μετρήσεων. Αντιθέτως, απαιτείται η διερεύνηση των εμπειριών, των πρακτικών και των αντιλήψεων των επαγγελματιών του κλάδου.

Η ποιοτική έρευνα παρέχει τη δυνατότητα ανάλυσης των εσωτερικών διαδικασιών ενός οργανισμού, των στρατηγικών επιλογών και των μηχανισμών λήψης αποφάσεων, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης εικόνας των παραγόντων που επηρεάζουν την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών. Στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας, τεχνολογίες όπως το Internet of Things (IoT), η τεχνητή νοημοσύνη, η ανάλυση δεδομένων και τα πληροφοριακά συστήματα logistics έχουν επιφέρει ουσιώδεις μεταβολές στον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας των επιχειρήσεων. Η κατανόηση αυτών των μεταβολών προϋποθέτει όχι μόνο την τεχνική αποτίμηση των εφαρμογών, αλλά και την ανάλυση των οργανωτικών προσαρμογών που τις συνοδεύουν.

Σύμφωνα με τη σχετική βιβλιογραφία, η ψηφιοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί κρίσιμη εξέλιξη στον τομέα της παραγωγής και της διανομής, καθώς συμβάλλει στη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας, στη μείωση του κόστους και στην ενίσχυση της διαφάνειας κατά μήκος της αλυσίδας (Bigliardi et al., 2022). Παράλληλα, διευκολύνει τη συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων —όπως προμηθευτών, παρόχων μεταφορών, αποθηκευτικών εγκαταστάσεων και πελατών— μέσω της ανταλλαγής δεδομένων σε πραγματικό χρόνο.

Επιπλέον, η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών ενισχύει τη διαχείριση και την ανάλυση των δεδομένων που παράγονται κατά τις επιχειρησιακές διαδικασίες. Μέσω προηγμένων αναλυτικών μεθόδων, οι οργανισμοί μπορούν να εντοπίζουν πρότυπα ζήτησης, να βελτιστοποιούν τα δίκτυα διανομής και να προβλέπουν πιθανές διαταραχές στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η δυνατότητα αυτή ενισχύει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και βελτιώνει την προσαρμοστικότητα των επιχειρήσεων σε δυναμικές συνθήκες αγοράς (Hallikas

et al., 2021).

Ένας ακόμη καθοριστικός παράγοντας που καθιστά την ποιοτική προσέγγιση κατάλληλη για την παρούσα έρευνα είναι η ανάγκη κατανόησης των οργανωτικών και ανθρώπινων διαστάσεων της τεχνολογικής υιοθέτησης. Η εισαγωγή ψηφιακών εργαλείων συνεπάγεται συχνά αλλαγές στις δομές, στις διαδικασίες και στις απαιτούμενες δεξιότητες των εργαζομένων. Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η επιτυχία του ψηφιακού μετασχηματισμού εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ικανότητα των οργανισμών να διαχειριστούν αποτελεσματικά αυτές τις αλλαγές και να ευθυγραμμίσουν το ανθρώπινο δυναμικό με τις νέες τεχνολογικές απαιτήσεις (Hanelt et al., 2021).

Στο ίδιο πλαίσιο, η ποιοτική έρευνα επιτρέπει τη διερεύνηση των αντιλήψεων των στελεχών σχετικά με τη χρησιμότητα και την ευχρηστία των ψηφιακών τεχνολογιών. Το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model – TAM) υποστηρίζει ότι η πρόθεση χρήσης μιας τεχνολογίας επηρεάζεται κυρίως από την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης της (Davis et al., 2024). Η ανάλυση αυτών των παραγόντων συμβάλλει στην κατανόηση των εμποδίων και των κινήτρων που σχετίζονται με την υιοθέτηση ψηφιακών λύσεων.

Παράλληλα, η θεωρία της διάχυσης της καινοτομίας αναδεικνύει ότι η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών αποτελεί σταδιακή διαδικασία, η οποία επηρεάζεται από οργανωσιακούς, τεχνολογικούς και κοινωνικούς παράγοντες, όπως η κουλτούρα, η υποδομή και η στρατηγική κατεύθυνση της επιχείρησης (Kazancoglu et al., 2023). Η ποιοτική μεθοδολογία καθιστά δυνατή την ανάλυση αυτών των παραγόντων στο πραγματικό οργανωσιακό περιβάλλον.

Επιπρόσθετα, η μελέτη των ψηφιακών τεχνολογιών στις μεταφορές και στη διακίνηση προϊόντων συνδέεται άμεσα με ζητήματα βιωσιμότητας. Οι σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες καλούνται να μειώσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα, βελτιστοποιώντας τις μεταφορές και αξιοποιώντας αποτελεσματικότερα τους πόρους. Η χρήση τεχνολογιών όπως το IoT και τα αναλυτικά συστήματα δεδομένων επιτρέπει την παρακολούθηση των ενεργειακών καταναλώσεων, τη μείωση των περιττών διαδρομών και τη βελτίωση της αποδοτικότητας των logistics (Kazancoglu et al., 2023).

Συνολικά, η ποιοτική ερευνητική προσέγγιση κρίνεται ιδιαίτερα κατάλληλη για την παρούσα μελέτη, καθώς επιτρέπει την εις βάθος διερεύνηση της ψηφιοποίησης της εφοδιαστικής αλυσίδας ως σύνθετου φαινομένου. Μέσω της ανάλυσης εμπειριών και αντιλήψεων στελεχών του κλάδου, η έρευνα επιδιώκει να αναδείξει τον τρόπο εφαρμογής των

ψηφιακών τεχνολογιών στην πράξη, τα οφέλη που προκύπτουν από την αξιοποίησή τους, καθώς και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις κατά τη διαδικασία υιοθέτησής τους.

5.2 Μέθοδος Συλλογής Δεδομένων

Για τη συλλογή των ερευνητικών δεδομένων της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ημιδομημένης συνέντευξης. Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες τεχνικές συλλογής δεδομένων στην ποιοτική έρευνα, καθώς επιτρέπει την εις βάθος διερεύνηση των εμπειριών, των αντιλήψεων και των πρακτικών των συμμετεχόντων σχετικά με ένα συγκεκριμένο ερευνητικό αντικείμενο. Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, η χρήση της ημιδομημένης συνέντευξης κρίθηκε ιδιαίτερα κατάλληλη, δεδομένου ότι το αντικείμενο της έρευνας αφορά την εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων, ένα πεδίο το οποίο επηρεάζεται από πολλούς διαφορετικούς οργανωτικούς και τεχνολογικούς παράγοντες.

Η ημιδομημένη συνέντευξη βασίζεται σε ένα προκαθορισμένο σύνολο ερωτήσεων, οι οποίες έχουν σχεδιαστεί με βάση τους στόχους της έρευνας και το θεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας. Ωστόσο, σε αντίθεση με τις πλήρως δομημένες συνεντεύξεις, η συγκεκριμένη μέθοδος παρέχει στον ερευνητή τη δυνατότητα να προσαρμόζει τη ροή της συζήτησης και να διατυπώνει συμπληρωματικές ερωτήσεις κατά τη διάρκεια της συνέντευξης. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η εις βάθος διερεύνηση σημαντικών θεμάτων που αναδύονται κατά τη διάρκεια της συζήτησης και τα οποία ενδέχεται να μην είχαν προβλεφθεί κατά τον αρχικό σχεδιασμό της έρευνας.

Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου συλλογής δεδομένων συνδέεται επίσης με τη φύση της έρευνας, η οποία επιδιώκει να εξετάσει τον τρόπο με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες εφαρμόζονται στην πράξη από τις επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα των logistics. Όπως επισημαίνεται στη σχετική βιβλιογραφία, η ψηφιακή μετάβαση των οργανισμών αποτελεί μια διαδικασία που επηρεάζεται όχι μόνο από τις διαθέσιμες τεχνολογικές υποδομές αλλά και από τις στρατηγικές επιλογές, την οργανωτική κουλτούρα και τις αντιλήψεις των στελεχών που λαμβάνουν αποφάσεις σχετικά με την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών (Hanelt et al., 2021). Η συνέντευξη ως ερευνητικό εργαλείο παρέχει τη δυνατότητα κατανόησης αυτών των παραγόντων μέσα από την προσωπική εμπειρία και την επαγγελματική γνώση των συμμετεχόντων.

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, οι ερωτήσεις της συνέντευξης διαμορφώθηκαν με στόχο να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα θεμάτων που σχετίζονται με τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας. Συγκεκριμένα, οι ερωτήσεις εστιάζουν σε ζητήματα όπως η χρήση ψηφιακών συστημάτων για τη διαχείριση των μεταφορών, η αξιοποίηση τεχνολογιών παρακολούθησης των προϊόντων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, η χρήση δεδομένων για τη λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων, καθώς και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις κατά την εφαρμογή ψηφιακών λύσεων. Τα θέματα αυτά συνδέονται άμεσα με το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας, το οποίο αναδεικνύει τον ρόλο των ψηφιακών τεχνολογιών στη βελτίωση της αποδοτικότητας και της διαφάνειας των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η ανάπτυξη των ερωτήσεων της συνέντευξης βασίστηκε σε βασικές έννοιες που αναλύθηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση της εργασίας. Μελέτες έχουν δείξει ότι η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών στις εφοδιαστικές αλυσίδες μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στην παρακολούθηση των προϊόντων, στη διαχείριση των αποθεμάτων και στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς (Hanelt et al., 2021). Επιπλέον, η χρήση ψηφιακών πλατφορμών και συστημάτων ανάλυσης δεδομένων επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων τους και να λαμβάνουν πιο αποτελεσματικές αποφάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό των logistics (Bigliardi et al., 2022).

Η συνέντευξη σχεδιάστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτρέπει στον συμμετέχοντα να περιγράψει λεπτομερώς τις πρακτικές που εφαρμόζονται στον οργανισμό στον οποίο εργάζεται. Μέσα από τις ερωτήσεις επιχειρήθηκε να διερευνηθεί ο βαθμός στον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν ενσωματωθεί στις καθημερινές λειτουργίες της επιχείρησης, καθώς και τα οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση τους. Παράλληλα, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην κατανόηση των δυσκολιών που μπορεί να αντιμετωπίζουν οι οργανισμοί κατά τη διαδικασία υιοθέτησης νέων τεχνολογικών συστημάτων.

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο που λήφθηκε υπόψη κατά τον σχεδιασμό της συνέντευξης αφορά τον ρόλο των δεδομένων στη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η σύγχρονη βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η αξιοποίηση μεγάλων όγκων δεδομένων μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της αποδοτικότητας των επιχειρησιακών διαδικασιών, επιτρέποντας στις επιχειρήσεις να προβλέπουν καλύτερα τη ζήτηση των προϊόντων και να βελτιστοποιούν τις διαδικασίες μεταφοράς και διανομής (Bigliardi et al., 2022). Στο πλαίσιο αυτό, ορισμένες από τις ερωτήσεις της συνέντευξης επικεντρώθηκαν στον τρόπο με τον οποίο τα δεδομένα συλλέγονται, αναλύονται και αξιοποιούνται από την επιχείρηση για τη λήψη

αποφάσεων.

Η διαδικασία της συνέντευξης πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον που επέτρεπε την άνετη και απρόσκοπτη συζήτηση μεταξύ του ερευνητή και του συμμετέχοντα. Η καταγραφή των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε με στόχο την ακριβή αποτύπωση των πληροφοριών που παρείχε ο συμμετέχοντας, ώστε να διασφαλιστεί η αξιοπιστία της ανάλυσης που θα ακολουθήσει στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας. Παράλληλα, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στη διατήρηση της ανωνυμίας του συμμετέχοντα και στη χρήση των δεδομένων αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Συνολικά, η χρήση της ημιδομημένης συνέντευξης ως βασικής μεθόδου συλλογής δεδομένων επέτρεψε τη συγκέντρωση πλούσιων και αναλυτικών πληροφοριών σχετικά με την εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων. Μέσα από τις απαντήσεις του συμμετέχοντα κατέστη δυνατή η καταγραφή πραγματικών εμπειριών και πρακτικών που εφαρμόζονται στον χώρο των logistics, γεγονός που συμβάλλει στη σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με την επιχειρησιακή πραγματικότητα.

5.3 Δείγμα της Έρευνας

Η μελέτη υιοθετεί προσέγγιση μεμονωμένης περίπτωσης (single-case study). Η συνέντευξη έγινε με έναν ερωτώμενο ο οποίος είναι Supply Chain Director στην εταιρία ΔΕΛΤΑ και κατέχει διοικητική θέση στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας και της διακίνησης προϊόντων. Η επιλογή του συγκεκριμένου συμμετέχοντα πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της σκοπούμενης δειγματοληψίας, η οποία χρησιμοποιείται συχνά στην ποιοτική έρευνα όταν ο ερευνητής επιδιώκει να συλλέξει δεδομένα από άτομα που διαθέτουν εξειδικευμένη γνώση ή σημαντική εμπειρία σχετικά με το υπό μελέτη αντικείμενο. Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, ο συμμετέχων διαθέτει επαγγελματική εμπειρία στον τομέα των logistics και έχει άμεση εμπλοκή σε διαδικασίες που σχετίζονται με τη διαχείριση μεταφορών, τη διανομή προϊόντων και τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών για την υποστήριξη των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η επιλογή ενός συμμετέχοντα ως δείγμα της έρευνας δεν αποτελεί περιορισμό για τη συγκεκριμένη μελέτη, καθώς ο στόχος της ποιοτικής έρευνας δεν είναι η στατιστική γενίκευση των αποτελεσμάτων, αλλά η εις βάθος κατανόηση ενός φαινομένου μέσα από την εμπειρία και τις γνώσεις των ατόμων που εμπλέκονται άμεσα σε αυτό. Στις ποιοτικές μελέτες, η αξία των δεδομένων προκύπτει από το επίπεδο λεπτομέρειας και τη δυνατότητα ανάλυσης των

εμπειριών των συμμετεχόντων, γεγονός που επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των διαδικασιών και των πρακτικών που εφαρμόζονται σε ένα συγκεκριμένο οργανωσιακό περιβάλλον.

Η επιλογή ενός στελέχους με εμπειρία στον τομέα των logistics θεωρήθηκε ιδιαίτερα σημαντική για την παρούσα έρευνα, καθώς τα άτομα που κατέχουν διοικητικές θέσεις σε επιχειρήσεις της εφοδιαστικής αλυσίδας διαθέτουν μια ολοκληρωμένη εικόνα των διαδικασιών που σχετίζονται με τη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων. Επιπλέον, τα στελέχη αυτά συμμετέχουν συχνά στη λήψη στρατηγικών αποφάσεων σχετικά με την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών και την εφαρμογή ψηφιακών συστημάτων που στοχεύουν στη βελτίωση της αποδοτικότητας των logistics. Ως εκ τούτου, οι απόψεις και οι εμπειρίες τους μπορούν να προσφέρουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες ενσωματώνονται στις επιχειρησιακές διαδικασίες.

Η σημασία της συμμετοχής στελεχών με εμπειρία στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας επισημαίνεται και στη σχετική βιβλιογραφία, όπου αναφέρεται ότι οι οργανισμοί που δραστηριοποιούνται στον χώρο των logistics βρίσκονται αντιμέτωποι με ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο τεχνολογικό περιβάλλον. Η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών απαιτεί τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων που σχετίζονται με την επιλογή κατάλληλων συστημάτων, την επένδυση σε τεχνολογικές υποδομές και την εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού (Bigliardi et al., 2022). Συνεπώς, τα στελέχη που εμπλέκονται σε αυτές τις διαδικασίες αποτελούν πολύτιμη πηγή πληροφοριών για την κατανόηση των προκλήσεων και των ευκαιριών που προκύπτουν από τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Παράλληλα, η επιλογή του συγκεκριμένου συμμετέχοντα βασίστηκε και στο γεγονός ότι η επιχείρηση στην οποία εργάζεται εφαρμόζει σύγχρονες πρακτικές διαχείρισης logistics και χρησιμοποιεί ψηφιακά εργαλεία για την υποστήριξη των λειτουργιών της. Οι πρακτικές αυτές περιλαμβάνουν τη χρήση πληροφοριακών συστημάτων για τη διαχείριση μεταφορών, την αξιοποίηση δεδομένων για τον σχεδιασμό δρομολογίων και την παρακολούθηση της διακίνησης των προϊόντων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η εμπειρία του συμμετέχοντα σε τέτοιου είδους διαδικασίες καθιστά δυνατή την καταγραφή χρήσιμων πληροφοριών σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες επηρεάζουν την καθημερινή λειτουργία των επιχειρήσεων.

Η διερεύνηση των εμπειριών ενός επαγγελματία του κλάδου των logistics μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη σύνδεση της θεωρητικής γνώσης με την πρακτική εφαρμογή των

ψηφιακών τεχνολογιών. Όπως επισημαίνουν σχετικές μελέτες, η επιτυχής ενσωμάτωση των ψηφιακών εργαλείων στις εφοδιαστικές αλυσίδες εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ικανότητα των οργανισμών να αξιοποιούν τις διαθέσιμες πληροφορίες και να προσαρμόζουν τις διαδικασίες τους στις νέες τεχνολογικές δυνατότητες (Bigliardi et al., 2022). Μέσα από την ανάλυση της εμπειρίας ενός στελέχους που συμμετέχει ενεργά σε αυτές τις διαδικασίες, καθίσταται δυνατή η κατανόηση των παραγόντων που συμβάλλουν στην επιτυχή εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών.

Ένα ακόμη σημαντικό στοιχείο που λαμβάνεται υπόψη στην ποιοτική έρευνα είναι η δυνατότητα συλλογής λεπτομερών πληροφοριών σχετικά με τις πρακτικές που εφαρμόζονται σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Σε αντίθεση με τις ποσοτικές έρευνες, όπου τα δεδομένα συχνά περιορίζονται σε προκαθορισμένες απαντήσεις, η συνέντευξη επιτρέπει στον συμμετέχοντα να αναπτύξει τις απόψεις του και να περιγράψει αναλυτικά τις διαδικασίες που εφαρμόζονται στον οργανισμό στον οποίο εργάζεται. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η συλλογή πλούσιων ποιοτικών δεδομένων που συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση του ερευνητικού αντικειμένου.

Επιπλέον, η συμμετοχή ενός στελέχους που διαθέτει εμπειρία στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας επιτρέπει τη διερεύνηση των στρατηγικών επιλογών που πραγματοποιούν οι επιχειρήσεις στο πλαίσιο του ψηφιακού μετασχηματισμού. Οι αποφάσεις που σχετίζονται με την υιοθέτηση νέων τεχνολογιών επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, όπως είναι το κόστος των επενδύσεων, η διαθεσιμότητα τεχνολογικών υποδομών και η ανάγκη βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας των οργανισμών. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, οι επιχειρήσεις που επενδύουν σε ψηφιακές λύσεις έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν σημαντικά την αποδοτικότητα των διαδικασιών logistics και να ενισχύσουν τη διαφάνεια των πληροφοριών που διακινούνται στην εφοδιαστική αλυσίδα (Bigliardi et al., 2022).

Συνοψίζοντας, το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελείται από έναν επαγγελματία του κλάδου των logistics, ο οποίος επιλέχθηκε λόγω της εμπειρίας και της εξειδίκευσής του στον τομέα της διαχείρισης μεταφορών και της εφαρμογής ψηφιακών τεχνολογιών στην εφοδιαστική αλυσίδα. Παρότι το δείγμα είναι περιορισμένο σε αριθμό συμμετεχόντων, η εις βάθος ανάλυση των εμπειριών του συμμετέχοντα μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις αξιοποιούν τις ψηφιακές τεχνολογίες για τη βελτίωση των διαδικασιών μεταφοράς και διακίνησης προϊόντων.

5.4 Διαδικασία Διεξαγωγής της Συνέντευξης

Η διαδικασία διεξαγωγής της συνέντευξης αποτέλεσε ένα από τα βασικά στάδια της ερευνητικής διαδικασίας, καθώς μέσω αυτής πραγματοποιήθηκε η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση της εφαρμογής των ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων. Η οργάνωση και η υλοποίηση της συνέντευξης πραγματοποιήθηκε με τρόπο που να διασφαλίζει τόσο την εγκυρότητα όσο και την αξιοπιστία των δεδομένων που συλλέχθηκαν, ενώ παράλληλα δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην τήρηση των βασικών αρχών της ερευνητικής δεοντολογίας.

Η διαδικασία ξεκίνησε με τον σχεδιασμό του οδηγού συνέντευξης, ο οποίος περιλάμβανε ένα σύνολο θεματικών ερωτήσεων που σχετίζονταν με το αντικείμενο της έρευνας. Οι ερωτήσεις αυτές διαμορφώθηκαν με βάση το θεωρητικό πλαίσιο της εργασίας και συγκεκριμένα τις έννοιες που παρουσιάστηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας, τη χρήση ψηφιακών τεχνολογιών στα logistics και τη σημασία της αξιοποίησης δεδομένων στις διαδικασίες μεταφοράς και διανομής προϊόντων. Στόχος των ερωτήσεων ήταν να διερευνηθεί ο τρόπος με τον οποίο οι τεχνολογίες αυτές εφαρμόζονται στην πράξη μέσα σε ένα πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

Ο σχεδιασμός της συνέντευξης έλαβε υπόψη το γεγονός ότι οι σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό πολυπλοκότητας, καθώς περιλαμβάνουν πολλαπλούς φορείς, διαφορετικά πληροφοριακά συστήματα και μεγάλο όγκο δεδομένων που πρέπει να διαχειριστούν αποτελεσματικά. Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η ψηφιοποίηση των διαδικασιών logistics συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της διαφάνειας των πληροφοριών και στην καλύτερη διαχείριση των ροών προϊόντων και δεδομένων κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας (Bigliardi et al., 2022). Με βάση αυτή τη θεωρητική προσέγγιση, οι ερωτήσεις της συνέντευξης σχεδιάστηκαν ώστε να διερευνούν τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις αξιοποιούν τις ψηφιακές τεχνολογίες για τη βελτίωση της λειτουργικής τους αποδοτικότητας.

Η συνέντευξη πραγματοποιήθηκε σε προκαθορισμένο χρόνο κατόπιν συνεννόησης με τον συμμετέχοντα. Πριν από την έναρξη της διαδικασίας, ο συμμετέχων ενημερώθηκε για τον σκοπό της έρευνας και για τον τρόπο με τον οποίο θα χρησιμοποιηθούν τα δεδομένα που θα συλλεχθούν. Επιπλέον, διασφαλίστηκε ότι οι πληροφορίες που παρέχονται θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς και ότι η ανωνυμία του

συμμετέχοντα θα διατηρηθεί σε όλη τη διάρκεια της έρευνας. Η τήρηση αυτών των αρχών αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη διεξαγωγή ποιοτικών ερευνών, καθώς συμβάλλει στη δημιουργία ενός κλίματος εμπιστοσύνης μεταξύ ερευνητή και συμμετέχοντα.

Η διάρκεια της συνέντευξης ήταν επαρκής ώστε να επιτρέψει την ανάπτυξη των θεμάτων που σχετίζονται με το αντικείμενο της έρευνας. Κατά τη διάρκεια της συζήτησης δόθηκε η δυνατότητα στον συμμετέχοντα να αναπτύξει ελεύθερα τις απόψεις του και να περιγράψει αναλυτικά τις διαδικασίες που εφαρμόζονται στον οργανισμό στον οποίο εργάζεται. Η ημιδομημένη μορφή της συνέντευξης επέτρεψε επίσης στον ερευνητή να θέτει διευκρινιστικές ερωτήσεις όπου αυτό κρινόταν απαραίτητο, ώστε να αποσαφηνιστούν συγκεκριμένες πτυχές των απαντήσεων του συμμετέχοντα.

Κατά τη διάρκεια της συνέντευξης έγινε προσπάθεια να διερευνηθούν διάφορες διαστάσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών στα logistics. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται η χρήση πληροφοριακών συστημάτων για τη διαχείριση των μεταφορών, η αξιοποίηση δεδομένων για τη λήψη επιχειρησιακών αποφάσεων, η εφαρμογή τεχνολογιών παρακολούθησης των προϊόντων κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και οι οργανωτικές αλλαγές που απαιτούνται για την υιοθέτηση των ψηφιακών λύσεων. Η διερεύνηση αυτών των θεμάτων επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι επιχειρήσεις προσαρμόζονται στις τεχνολογικές εξελίξεις και ενσωματώνουν τις ψηφιακές τεχνολογίες στις λειτουργίες τους.

Η σημασία της συλλογής τέτοιου είδους δεδομένων επισημαίνεται και στη διεθνή βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία οι οργανισμοί που δραστηριοποιούνται στον τομέα της εφοδιαστικής αλυσίδας καλούνται να αντιμετωπίσουν αυξανόμενες απαιτήσεις όσον αφορά την ταχύτητα, την ακρίβεια και τη διαφάνεια των διαδικασιών τους. Η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, επιτρέποντας την καλύτερη διαχείριση των πληροφοριών και τη βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των διαφορετικών φορέων της εφοδιαστικής αλυσίδας (Bigliardi et al., 2022).

Μετά την ολοκλήρωση της συνέντευξης, οι απαντήσεις του συμμετέχοντα καταγράφηκαν και οργανώθηκαν με τρόπο που να διευκολύνει την περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων. Η καταγραφή αυτή αποτέλεσε τη βάση για τη διαδικασία της θεματικής ανάλυσης που ακολουθεί στο επόμενο στάδιο της έρευνας. Η προσεκτική καταγραφή των δεδομένων θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική στην ποιοτική έρευνα, καθώς επιτρέπει την ακριβή αποτύπωση των απόψεων και των εμπειριών των συμμετεχόντων.

Συνολικά, η διαδικασία διεξαγωγής της συνέντευξης σχεδιάστηκε με στόχο τη συλλογή αξιόπιστων και ουσιαστικών πληροφοριών σχετικά με την εφαρμογή των ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων. Μέσα από την αλληλεπίδραση με τον συμμετέχοντα κατέστη δυνατή η καταγραφή πραγματικών εμπειριών από τον χώρο των logistics, γεγονός που συμβάλλει στη σύνδεση της θεωρητικής προσέγγισης της εργασίας με την πρακτική εφαρμογή των τεχνολογιών στις επιχειρήσεις.

5.5 Μέθοδος Ανάλυσης Δεδομένων

Για την ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από τη συνέντευξη χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της θεματικής ανάλυσης. Η θεματική ανάλυση αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους ανάλυσης ποιοτικών δεδομένων, καθώς επιτρέπει την αναγνώριση, την οργάνωση και την ερμηνεία επαναλαμβανόμενων μοτίβων και θεμάτων που προκύπτουν μέσα από τις αφηγήσεις των συμμετεχόντων. Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, η χρήση της θεματικής ανάλυσης κρίθηκε ιδιαίτερα κατάλληλη, δεδομένου ότι στόχος της μελέτης είναι η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο εφαρμόζονται οι ψηφιακές τεχνολογίες στις διαδικασίες μεταφοράς και διακίνησης προϊόντων μέσα σε ένα πραγματικό επιχειρησιακό περιβάλλον.

Η ανάλυση των δεδομένων ξεκίνησε με την προσεκτική μελέτη του υλικού της συνέντευξης, προκειμένου να αποκτηθεί μια συνολική εικόνα των απαντήσεων του συμμετέχοντα. Σε αυτό το στάδιο πραγματοποιήθηκε επανειλημμένη ανάγνωση του περιεχομένου της συνέντευξης, με στόχο τον εντοπισμό βασικών εννοιών και σημαντικών σημείων που σχετίζονται με το ερευνητικό αντικείμενο. Η διαδικασία αυτή θεωρείται ιδιαίτερα σημαντική στην ποιοτική ανάλυση, καθώς επιτρέπει στον ερευνητή να εξοικειωθεί σε βάθος με τα δεδομένα και να κατανοήσει το γενικό πλαίσιο μέσα στο οποίο διαμορφώνονται οι απόψεις του συμμετέχοντα.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η αρχική κωδικοποίηση των δεδομένων. Η κωδικοποίηση αποτελεί βασικό στάδιο της θεματικής ανάλυσης και περιλαμβάνει την αναγνώριση συγκεκριμένων τμημάτων του κειμένου που σχετίζονται με το ερευνητικό ερώτημα της μελέτης. Τα τμήματα αυτά επισημάνθηκαν και οργανώθηκαν σε αρχικούς κώδικες, οι οποίοι αντιπροσώπευαν βασικές έννοιες ή ζητήματα που προέκυψαν από τις απαντήσεις του συμμετέχοντα. Η διαδικασία της κωδικοποίησης επέτρεψε την οργάνωση των δεδομένων σε μικρότερες ενότητες, οι οποίες στη συνέχεια αποτέλεσαν τη βάση για τη δημιουργία ευρύτερων θεματικών κατηγοριών.

Μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της αρχικής κωδικοποίησης, οι επιμέρους κώδικες ομαδοποιήθηκαν σε ευρύτερες θεματικές ενότητες. Οι θεματικές αυτές ενότητες αντιπροσωπεύουν βασικές πτυχές του φαινομένου που εξετάζεται και συμβάλλουν στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι ψηφιακές τεχνολογίες επηρεάζουν τις διαδικασίες μεταφοράς και διακίνησης προϊόντων. Η ανάπτυξη των θεματικών κατηγοριών πραγματοποιήθηκε με βάση τόσο τα δεδομένα της συνέντευξης όσο και το θεωρητικό πλαίσιο που παρουσιάστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια της εργασίας.

Η σύνδεση των εμπειρικών δεδομένων με το θεωρητικό πλαίσιο αποτελεί βασικό στόχο της θεματικής ανάλυσης. Μέσα από τη διαδικασία αυτή καθίσταται δυνατή η ερμηνεία των ευρημάτων της έρευνας σε σχέση με τις έννοιες και τα θεωρητικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί στη σχετική βιβλιογραφία. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με στόχο να διερευνηθεί κατά πόσο οι πρακτικές που περιγράφονται από τον συμμετέχοντα συνάδουν με τα συμπεράσματα που έχουν προκύψει από προηγούμενες μελέτες σχετικά με τον ψηφιακό μετασχηματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η διεθνής βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών στις διαδικασίες logistics μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των επιχειρησιακών διαδικασιών, στην καλύτερη διαχείριση των πληροφοριών και στη βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των διαφορετικών φορέων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παράλληλα, η αξιοποίηση ψηφιακών δεδομένων και πληροφοριακών συστημάτων μπορεί να ενισχύσει τη δυνατότητα των επιχειρήσεων να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τον σχεδιασμό των μεταφορών και τη διαχείριση των αποθεμάτων (Bigliardi et al., 2022).

Στο πλαίσιο της θεματικής ανάλυσης, ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον εντοπισμό θεμάτων που σχετίζονται με τη χρήση ψηφιακών εργαλείων, τις οργανωτικές αλλαγές που απαιτούνται για την εφαρμογή τους και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις κατά τη διαδικασία του ψηφιακού μετασχηματισμού. Οι θεματικές αυτές ενότητες αποτέλεσαν τη βάση για την παρουσίαση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας.

Η επιλογή της θεματικής ανάλυσης ως μεθόδου επεξεργασίας των δεδομένων θεωρείται ιδιαίτερα κατάλληλη για μελέτες που βασίζονται σε συνεντεύξεις, καθώς επιτρέπει τη συστηματική οργάνωση μεγάλου όγκου ποιοτικών δεδομένων. Μέσα από τη διαδικασία της ανάλυσης καθίσταται δυνατή η ανάδειξη βασικών μοτίβων που επαναλαμβάνονται στις

απαντήσεις του συμμετέχοντα, γεγονός που συμβάλλει στην εξαγωγή ουσιαστικών συμπερασμάτων σχετικά με το ερευνητικό αντικείμενο.

Τέλος, η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με στόχο να διασφαλιστεί η συνέπεια μεταξύ των εμπειρικών ευρημάτων και του θεωρητικού πλαισίου της εργασίας. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της συνέντευξης με τα συμπεράσματα της βιβλιογραφίας επιτρέπει την αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο οι θεωρητικές προσεγγίσεις αντανακλούν τις πραγματικές πρακτικές που εφαρμόζονται στις επιχειρήσεις του κλάδου των logistics. Με τον τρόπο αυτό η παρούσα έρευνα συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση της εφαρμογής των ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων και δημιουργεί τη βάση για την παρουσίαση των ευρημάτων που ακολουθεί στο επόμενο κεφάλαιο της εργασίας.

Κεφάλαιο 6^ο Ανάλυση

6.1 Ο ρόλος των ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων

Η ανάλυση της συνέντευξης αναδεικνύει με σαφήνεια ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες αποτελούν πλέον θεμελιώδη παράγοντα για τη λειτουργία και τον συντονισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας σε σύγχρονες επιχειρήσεις. Στην περίπτωση της ΔΕΛΤΑ Τρόφιμα Α.Ε., η ψηφιοποίηση δεν περιορίζεται σε αποσπασματικές εφαρμογές, αλλά ενσωματώνεται οριζόντια σε όλο το φάσμα των λειτουργιών, από τη συλλογή πρώτων υλών έως τη διανομή τελικών προϊόντων και τις εξαγωγικές δραστηριότητες.

Ο πολυδιάστατος ρόλος που έχει ο συνεντευξιζόμενος ως Supply Chain Director, και ο οποίος περιγράφηκε στη συνέντευξη, επιβεβαιώνει τη σύνθετη φύση των logistics, καθώς περιλαμβάνει δραστηριότητες όπως:

- η συλλογή και μεταφορά νωπού γάλακτος,
- η λειτουργία παραγωγικών μονάδων,
- η διαχείριση αποθηκών,
- η υποστήριξη δικτύων διανομής,
- και ο συντονισμός εξαγωγών.

Η πολυπλοκότητα αυτή συνάδει με τη βιβλιογραφία, η οποία επισημαίνει ότι οι σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό διασύνδεσης και ανάγκη για συνεχή ροή πληροφορίας (Bigliardi et al., 2022). Σε αυτό το πλαίσιο, η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών καθίσταται απαραίτητη για τη διασφάλιση της ορατότητας (visibility) και του ελέγχου (control) των διαδικασιών.

Ενδεικτικό παράδειγμα αποτελεί η χρήση του συστήματος τηλεματικής NAVFLEET, το οποίο επιτρέπει την παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων, όπως:

- η θερμοκρασία των θαλάμων,
- η γεωγραφική θέση των οχημάτων,
- το άνοιγμα θυρών,
- και οι στάσεις.

Η δυνατότητα αυτή συνδέεται άμεσα με τη θεωρητική προσέγγιση του IoT, σύμφωνα με την οποία οι αισθητήρες και οι συνδεδεμένες συσκευές επιτρέπουν τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας την επιχειρησιακή διαφάνεια και την ποιότητα των

υπηρεσιών. Ιδιαίτερα στον τομέα των τροφίμων, όπου η διατήρηση συγκεκριμένων θερμοκρασιακών συνθηκών είναι κρίσιμη, η ψηφιακή παρακολούθηση μετατρέπεται σε μηχανισμό διασφάλισης ποιότητας και κανονιστικής συμμόρφωσης. Έτσι στην περίπτωση της Δέλτα η δυνατότητα ελέγχου της θερμοκρασίας σε πραγματικό χρόνο αποκτά ιδιαίτερη σημασία λόγω της φύσης των προϊόντων (ευπαθή τρόφιμα), όπου η παραμικρή απόκλιση μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα και την ασφάλεια. Το όριο των 10°C για χρονικό διάστημα άνω της μίας ώρας λειτουργεί ως σαφής επιχειρησιακός κανόνας, ο οποίος μετατρέπεται σε αυτοματοποιημένο μηχανισμό ελέγχου μέσω alerts. Το στοιχείο αυτό αναδεικνύει μια κρίσιμη διάσταση της ψηφιοποίησης η οποία εν τέλει δεν αφορά μόνο την παρακολούθηση, αλλά την ενσωμάτωση ποιοτικών προτύπων σε ψηφιακές διαδικασίες ελέγχου.

Παράλληλα, η χρήση του συστήματος TELENAVIS για τη δρομολόγηση τόσο της συλλογής πρώτης ύλης όσο και της διανομής τελικών προϊόντων επιβεβαιώνει τη μετάβαση προς ένα μοντέλο data-driven logistics, όπου οι αποφάσεις βασίζονται σε δεδομένα και όχι αποκλειστικά σε εμπειρικές πρακτικές. Η δυνατότητα βελτιστοποίησης διαδρομών με βάση γεωγραφικά δεδομένα, διαθέσιμη χωρητικότητα και ποσότητες συλλογής συνάδει με τα ευρήματα της βιβλιογραφίας, σύμφωνα με τα οποία η αξιοποίηση δεδομένων οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της αποδοτικότητας και μείωση κόστους (Bigliardi et al., 2022).

6.2 Η χρήση πληροφοριακών συστημάτων και δεδομένων στη διαχείριση των logistics

Ένα από τα βασικά θέματα που αναδείχθηκαν από την ανάλυση της συνέντευξης αφορά τον καθοριστικό ρόλο των πληροφοριακών συστημάτων και της αξιοποίησης δεδομένων στη σύγχρονη διαχείριση των logistics. Τα ευρήματα υποδεικνύουν ότι τα πληροφοριακά συστήματα δεν αποτελούν πλέον απλώς υποστηρικτικά εργαλεία, αλλά λειτουργούν ως κεντρικός μηχανισμός οργάνωσης, συντονισμού και βελτιστοποίησης των δραστηριοτήτων που σχετίζονται με τη μεταφορά και τη διανομή προϊόντων.

Συγκεκριμένα, από τις απαντήσεις του συμμετέχοντα προκύπτει ότι η επιχείρηση αξιοποιεί ένα ολοκληρωμένο σύνολο ψηφιακών συστημάτων, τα οποία επιτρέπουν τη διαχείριση μεγάλου όγκου πληροφοριών που αφορούν παραγγελίες, αποστολές, δρομολόγια και αποθέματα. Η συγκέντρωση και επεξεργασία των δεδομένων σε ένα ενιαίο ψηφιακό περιβάλλον παρέχει στους υπεύθυνους των logistics μια συνολική και δυναμική εικόνα της λειτουργίας της εφοδιαστικής αλυσίδας, διευκολύνοντας τον εντοπισμό αποκλίσεων και τη λήψη διορθωτικών αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο.

Η σημασία αυτής της δυνατότητας επιβεβαιώνεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η ψηφιοποίηση των logistics ενισχύει τη διαφάνεια των πληροφοριών και βελτιώνει τον συντονισμό των λειτουργιών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας (Bigliardi et al., 2022). Η ύπαρξη ενιαίων πληροφοριακών συστημάτων συμβάλλει στην εξάλειψη ασυμφωνιών μεταξύ διαφορετικών τμημάτων και στην ενίσχυση της συνεργασίας τόσο εντός της επιχείρησης όσο και μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων.

Παράλληλα, η συνέντευξη ανέδειξε με ιδιαίτερη έμφαση τον ρόλο των δεδομένων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ο συμμετέχων επεσήμανε ότι η ύπαρξη αξιόπιστων και σωστά δομημένων master data αποτελεί βασική προϋπόθεση για κρίσιμες λειτουργίες, όπως η κοστολόγηση, η πρόβλεψη ζήτησης και ο σχεδιασμός δρομολογίων. Η διαπίστωση αυτή συνάδει με τα ευρήματα προηγούμενων μελετών, σύμφωνα με τα οποία η ποιότητα των δεδομένων επηρεάζει άμεσα την αποτελεσματικότητα των ψηφιακών συστημάτων και τη δυνατότητα αξιοποίησής τους.

Επιπλέον, η αξιοποίηση δεδομένων από διαφορετικές πηγές – όπως συστήματα διαχείρισης παραγγελιών, πλατφόρμες παρακολούθησης μεταφορών και βάσεις δεδομένων αποθεμάτων – επιτρέπει την ανάλυση επιχειρησιακών προτύπων και την ανάπτυξη πιο αποδοτικών στρατηγικών logistics. Μέσω της ανάλυσης αυτών των δεδομένων, οι επιχειρήσεις μπορούν να εντοπίζουν τάσεις, να προβλέπουν μεταβολές στη ζήτηση και να βελτιστοποιούν τον σχεδιασμό των μεταφορών, επιτυγχάνοντας καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων.

Στο πλαίσιο αυτό, η χρήση εξειδικευμένων συστημάτων, όπως τα NAVFLEET και TELENAVIS που αναφέρθηκαν στη συνέντευξη, επιτρέπει την παρακολούθηση κρίσιμων επιχειρησιακών μεταβλητών, όπως η γεωγραφική θέση των οχημάτων, η θερμοκρασία μεταφοράς και η πληρότητα των φορτίων. Η δυνατότητα αυτή ενισχύει σημαντικά τη διαφάνεια και την αξιοπιστία των logistics, ενώ παράλληλα επιτρέπει την άμεση προσαρμογή των δρομολογίων σε περίπτωση αποκλίσεων ή απρόβλεπτων συνθηκών.

Ωστόσο, ένα σημαντικό ζήτημα που αναδείχθηκε αφορά την ετερογένεια στο επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας των συνεργαζόμενων φορέων. Παρά την προηγμένη χρήση πληροφοριακών συστημάτων από την επιχείρηση, ορισμένοι συνεργάτες, όπως μεταφορείς, εμφανίζουν χαμηλότερο επίπεδο ψηφιοποίησης, γεγονός που περιορίζει τη συνολική αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η παρατήρηση αυτή επιβεβαιώνει ότι η επιτυχής αξιοποίηση των ψηφιακών τεχνολογιών προϋποθέτει ένα ευρύτερο οικοσύστημα

ψηφιακής ωριμότητας και όχι μόνο την τεχνολογική αναβάθμιση μεμονωμένων οργανισμών.

Επιπρόσθετα, η χρήση πληροφοριακών συστημάτων συμβάλλει καθοριστικά στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών μεταφοράς. Μέσω της ανάλυσης δεδομένων που σχετίζονται με αποστάσεις, χρόνους μεταφοράς και διαθέσιμους πόρους, οι επιχειρήσεις μπορούν να σχεδιάζουν πιο αποδοτικά δρομολόγια, μειώνοντας τόσο το κόστος όσο και τον χρόνο παράδοσης. Η πρακτική αυτή επιβεβαιώνει τη θέση της βιβλιογραφίας ότι η ψηφιακή ανάλυση δεδομένων αποτελεί βασικό εργαλείο για την ανάπτυξη αποδοτικών στρατηγικών logistics (Bigliardi et al., 2022).

Τέλος, η δυνατότητα παρακολούθησης των αποστολών σε πραγματικό χρόνο ενισχύει σημαντικά την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών προς τους πελάτες. Η άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με την πορεία των παραγγελιών μειώνει την αβεβαιότητα και αυξάνει την αξιοπιστία της επιχείρησης, συμβάλλοντας στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης των πελατών. Συνολικά, η ανάλυση της συνέντευξης επιβεβαιώνει ότι τα πληροφοριακά συστήματα και η αξιοποίηση δεδομένων αποτελούν θεμελιώδεις παράγοντες για την αποτελεσματική λειτουργία των logistics. Η ενσωμάτωση των ψηφιακών τεχνολογιών επιτρέπει στις επιχειρήσεις να βελτιώνουν την αποδοτικότητα των διαδικασιών τους, να ενισχύουν τη διαφάνεια των πληροφοριών και να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες και στρατηγικά ορθές αποφάσεις.

6.3 Ψηφιακός μετασχηματισμός, επιχειρησιακή συνέχεια και διαχείριση αλλαγής

Η ανάλυση της συνέντευξης ανέδειξε ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός στη ΔΕΛΤΑ Τρόφιμα Α.Ε. δεν αντιμετωπίζεται απλώς ως τεχνολογική αναβάθμιση, αλλά ως στρατηγική επιλογή που συνδέεται άμεσα με την επιχειρησιακή συνέχεια, τη μείωση του λειτουργικού κόστους και τη δυνατότητα αποτελεσματικού ελέγχου της εφοδιαστικής αλυσίδας. Από τα λόγια του συνεντευξιζόμενου προκύπτει ότι η ψηφιοποίηση δεν υιοθετήθηκε με κύριο στόχο τη μείωση προσωπικού, αλλά τη δημιουργία πιο τυποποιημένων, διαφανών και ελεγχόμενων διαδικασιών. Το εύρημα αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς δείχνει ότι η τεχνολογία χρησιμοποιείται ως μέσο ενίσχυσης της οργανωσιακής ανθεκτικότητας και όχι αποκλειστικά ως εργαλείο περιορισμού κόστους.

Συγκεκριμένα, ο συμμετέχων επισήμανε ότι δύο βασικοί στρατηγικοί άξονες της ψηφιοποίησης είναι η επιχειρησιακή συνέχεια και η εξοικονόμηση κόστους. Η επιχειρησιακή συνέχεια συνδέεται με την ικανότητα της επιχείρησης να διατηρεί τη λειτουργία της ακόμη

και όταν προκύπτουν μεταβολές στο προσωπικό, τεχνικά προβλήματα ή λειτουργικές αστάθειες. Η τυποποίηση των διαδικασιών μέσω ψηφιακών εργαλείων καθιστά ευκολότερη την αναπλήρωση θέσεων, μειώνει την εξάρτηση από την ατομική εμπειρία συγκεκριμένων εργαζομένων και επιτρέπει την καλύτερη παρακολούθηση των καθημερινών λειτουργιών. Επομένως, από τη συνέντευξη προκύπτει ότι η ψηφιοποίηση λειτουργεί ως μηχανισμός σταθεροποίησης της επιχειρησιακής λειτουργίας.

Το εύρημα αυτό συνάδει με τη βιβλιογραφία, η οποία επισημαίνει ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός στις εφοδιαστικές αλυσίδες συμβάλλει στη βελτίωση της λειτουργικής αποδοτικότητας, της ορατότητας και της διαχείρισης πληροφοριών. Οι Bigliardi et al. (2022) υποστηρίζουν ότι η ψηφιοποίηση επιτρέπει στις επιχειρήσεις να οργανώνουν καλύτερα τις διαδικασίες τους και να ενισχύουν τη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών λειτουργικών μονάδων. Στην περίπτωση της ΔΕΛΤΑ, η θέση αυτή επιβεβαιώνεται, καθώς τα ψηφιακά συστήματα αξιοποιούνται για τον συντονισμό στόλου, αποθεμάτων, δρομολογίων και διανομών.

Παράλληλα, ο συνεντευξιαζόμενος ανέδειξε τη διαχείριση της αλλαγής ως τη σημαντικότερη πρόκληση της ψηφιακής μετάβασης. Από τα λεγόμενά του προκύπτει ότι η τεχνολογική μετάβαση δεν εξαρτάται μόνο από την εγκατάσταση συστημάτων, αλλά από τον τρόπο με τον οποίο οι εργαζόμενοι αντιλαμβάνονται, αποδέχονται και ενσωματώνουν τα νέα εργαλεία στην καθημερινή τους εργασία. Η επιτυχία του μετασχηματισμού βασίστηκε στη διασφάλιση αισθήματος επαγγελματικής ασφάλειας και στη συμμετοχή των εργαζομένων στη διαμόρφωση των ψηφιακών εργαλείων.

Η διαπίστωση αυτή συνδέεται άμεσα με τη βιβλιογραφία για τον ψηφιακό μετασχηματισμό, σύμφωνα με την οποία η οργανωσιακή αλλαγή αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας. Οι Hanelt et al. (2021) υπογραμμίζουν ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν είναι αποκλειστικά τεχνολογική διαδικασία, αλλά απαιτεί αναπροσαρμογή οργανωσιακών δομών, δεξιοτήτων και πρακτικών. Στην παρούσα περίπτωση, αυτό επιβεβαιώνεται από την έμφαση που δόθηκε στη συμμετοχή του ανθρώπινου δυναμικού και στην ανάγκη προσαρμογής των ψηφιακών εργαλείων στις πραγματικές συνθήκες εργασίας.

Επιπλέον, η αξιολόγηση της ψηφιακής ωριμότητας της επιχείρησης στο μέγιστο επίπεδο από τον συμμετέχοντα δείχνει ότι η ψηφιακή ωριμότητα δεν ταυτίζεται μόνο με την ύπαρξη τεχνολογικών υποδομών. Αντίθετα, συνδέεται με την ικανότητα του οργανισμού να αξιοποιεί τα συστήματα, να τα ενσωματώνει στις διαδικασίες του και να προσαρμόζεται σε

μεταβαλλόμενες συνθήκες. Συνεπώς, η ψηφιακή ωριμότητα προκύπτει ως συνδυασμός τεχνολογικής υποδομής, ανθρώπινων δεξιοτήτων, οργανωσιακής ευελιξίας και στρατηγικής κατεύθυνσης.

6.4 Διαχείριση αποθεμάτων και όρια της ψηφιοποίησης

Από τη συνέντευξη προκύπτει ότι η διαχείριση αποθεμάτων αποτελεί κρίσιμο πεδίο εφαρμογής των ψηφιακών τεχνολογιών στη ΔΕΛΤΑ. Ο συνεντευξιζόμενος ανέφερε ότι η επιχείρηση λειτουργεί με μοντέλο push στο demand, το οποίο βασίζεται στη λογική πρόβλεψη–παραγωγή–διάθεση–κατανάλωση. Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι ιδιαίτερα σημαντική στον κλάδο των τροφίμων, όπου η διαθεσιμότητα προϊόντων πρέπει να διασφαλίζεται χωρίς να δημιουργούνται υπερβολικά αποθέματα, λόγω της ευαισθησίας και της περιορισμένης διάρκειας ζωής των προϊόντων.

Η εφαρμογή κανόνων ασφαλούς αποθέματος ανά προϊόν δείχνει ότι η επιχείρηση επιδιώκει να διατηρεί μια ισορροπία ανάμεσα στην επάρκεια προϊόντων και στον περιορισμό του κόστους αποθήκευσης. Από τα λόγια του συμμετέχοντα προκύπτει ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες έχουν βελτιώσει σημαντικά τη διαχείριση αποθεμάτων, καθώς επιτρέπουν καλύτερη παρακολούθηση, ακριβέστερη πληροφόρηση και ταχύτερη αντίδραση σε μεταβολές της ζήτησης ή της διαθεσιμότητας.

Το εύρημα αυτό συνάδει με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία τα ψηφιακά συστήματα και η αξιοποίηση δεδομένων συμβάλλουν στην καλύτερη διαχείριση αποθεμάτων και στη βελτιστοποίηση των εφοδιαστικών διαδικασιών. Οι Hanelt et al. (2021) επισημαίνουν ότι η χρήση ψηφιακών τεχνολογιών επιτρέπει τη μείωση καθυστερήσεων, τη βελτίωση της διαφάνειας και την καλύτερη παρακολούθηση των ροών προϊόντων.

Ωστόσο, η συνέντευξη ανέδειξε και τα όρια της ψηφιοποίησης. Ο συμμετέχων τόνισε ότι η συνολική ωριμότητα του συστήματος επηρεάζεται από παράγοντες όπως παραγωγικές βλάβες ή αστάθμητες μεταβολές. Αυτό σημαίνει ότι η ψηφιοποίηση δεν εξαλείφει πλήρως την αβεβαιότητα, αλλά λειτουργεί ως μηχανισμός καλύτερης διαχείρισής της. Το σημείο αυτό είναι εννοιολογικά σημαντικό, διότι αποφεύγει την τεχνολογική υπεραπλούστευση και δείχνει ότι τα ψηφιακά εργαλεία βελτιώνουν την επιχειρησιακή απόδοση, χωρίς όμως να εγγυώνται απόλυτο έλεγχο όλων των μεταβλητών.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα ώριμης προσέγγισης αποτελεί η συνεργασία με την

Bosch το 2019 για την εγκατάσταση αισθητήρων σε παγολεκάνες γάλακτος. Παρότι η λύση είχε τεχνολογικό ενδιαφέρον, τελικά δεν υιοθετήθηκε, καθώς η ανάλυση κόστους-οφέλους έδειξε ότι οι υφιστάμενοι έλεγχοι ήταν ήδη επαρκείς. Από το στοιχείο αυτό προκύπτει ότι η επιχείρηση δεν υιοθετεί τεχνολογίες άκριτα, αλλά αξιολογεί αν η επένδυση προσφέρει πραγματική επιχειρησιακή αξία.

Η στάση αυτή συνάδει με τη βιβλιογραφία, η οποία αναγνωρίζει ότι η επιτυχής ψηφιοποίηση δεν εξαρτάται μόνο από την τεχνολογική καινοτομία, αλλά και από τη στρατηγική καταλληλότητα της εφαρμογής. Οι Bigliardi et al. (2022) τονίζουν ότι οι επιχειρήσεις πρέπει να αξιολογούν το οικονομικό και λειτουργικό όφελος των τεχνολογικών επενδύσεων σε σχέση με το κόστος εφαρμογής τους. Η περίπτωση της μη υιοθέτησης των αισθητήρων Bosch αποτελεί πρακτική επιβεβαίωση αυτής της προσέγγισης.

6.5 Προκλήσεις εφαρμογής και τεχνολογικοί περιορισμοί

Η ανάλυση της συνέντευξης ανέδειξε ότι οι προκλήσεις της ψηφιοποίησης είναι πολυδιάστατες και δεν περιορίζονται μόνο στο οικονομικό κόστος. Από τα λόγια του συνεντευξιαζόμενου προκύπτει ότι οι επιχειρήσεις που εφαρμόζουν ψηφιακές τεχνολογίες στα logistics αντιμετωπίζουν τεχνικές, οργανωσιακές και ανθρώπινες δυσκολίες.

Σε οικονομικό επίπεδο, η υιοθέτηση σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων, ψηφιακών πλατφορμών και τεχνολογιών ανάλυσης δεδομένων απαιτεί σημαντικές επενδύσεις. Το στοιχείο αυτό συνδέεται με το αρχικό κείμενο της ανάλυσης, όπου επισημαίνεται ότι το κόστος τεχνολογικής υποδομής μπορεί να λειτουργήσει ως εμπόδιο, ιδιαίτερα για μικρότερες επιχειρήσεις. Η βιβλιογραφία επιβεβαιώνει αυτή τη διαπίστωση, καθώς οι Hanelt et al. (2021) αναφέρουν ότι το κόστος επένδυσης αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών στις εφοδιαστικές αλυσίδες.

Ωστόσο, στην περίπτωση της ΔΕΛΤΑ, η συνέντευξη δείχνει ότι οι προκλήσεις δεν αφορούν μόνο το κόστος, αλλά και την τεχνική πολυπλοκότητα. Ο συμμετέχων αναφέρθηκε στην ανάγκη διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων, στην κλιμακωσιμότητα των συστημάτων και στην απαίτηση αδιάλειπτης δικτυακής διασύνδεσης. Τα στοιχεία αυτά δείχνουν ότι η ψηφιακή μετάβαση δεν εξαντλείται στην εγκατάσταση ενός συστήματος, αλλά απαιτεί ολοκληρωμένη τεχνολογική αρχιτεκτονική.

Συγκεκριμένα, ο συμμετέχων ανέφερε την ανάγκη για cloud υποδομές, αρχιτεκτονικές

microservices, μηχανισμούς κλιμάκωσης, εργαλεία real-time analytics και λύσεις edge computing. Η αναφορά αυτή προσδίδει ιδιαίτερο τεχνικό βάθος στην ανάλυση, καθώς δείχνει ότι η ψηφιοποίηση μεγάλης κλίμακας απαιτεί υποδομές υψηλής διαθεσιμότητας, συνεχή επεξεργασία δεδομένων και δυνατότητα άμεσης απόκρισης σε πραγματικό χρόνο.

Παράλληλα, από τη συνέντευξη προκύπτει ότι η προστασία δεδομένων αποτελεί κρίσιμο ζήτημα. Ο συμμετέχων ανέφερε τη χρήση VPN και DPO. Εννοιολογικά, είναι σημαντικό να διευκρινιστεί ότι το VPN αποτελεί τεχνικό μέτρο ασφαλούς σύνδεσης, ενώ ο DPO αφορά θεσμικό ρόλο προστασίας δεδομένων και συμμόρφωσης. Άρα, η ασφάλεια δεδομένων δεν είναι μόνο τεχνικό ζήτημα, αλλά αφορά και τη διακυβέρνηση, τη συμμόρφωση και την οργανωσιακή ευθύνη.

Εξίσου σημαντική πρόκληση αποτελεί η εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού. Το αρχικό κείμενο επισημαίνει ότι η εισαγωγή νέων ψηφιακών συστημάτων απαιτεί από τους εργαζομένους να αποκτήσουν νέες δεξιότητες και να εξοικειωθούν με τα τεχνολογικά εργαλεία. Η συνέντευξη ενισχύει αυτή τη διαπίστωση, καθώς ο συμμετέχων τόνισε ότι η μεγαλύτερη πρόκληση είναι η διαχείριση της αλλαγής σε επίπεδο ανθρώπινου δυναμικού. Η βιβλιογραφία συμφωνεί με αυτή τη θέση, καθώς οι Bigliardi et al. (2022) υποστηρίζουν ότι οι οργανισμοί πρέπει να επενδύουν όχι μόνο σε τεχνολογικές υποδομές, αλλά και στην ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων.

Επιπλέον, η συνέντευξη ανέδειξε την έλλειψη ανθρώπινου δυναμικού σε αποθήκες και μεταφορές ως κρίσιμο ζήτημα για την επιχειρησιακή συνέχεια. Το εύρημα αυτό είναι σημαντικό, διότι δείχνει ότι η ψηφιοποίηση δεν λειτουργεί μόνο ως εργαλείο βελτίωσης της αποδοτικότητας, αλλά και ως μηχανισμός αντιμετώπισης δομικών περιορισμών της αγοράς εργασίας.

6.6 Συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στην αποδοτικότητα και στη βιωσιμότητα

Η ανάλυση της συνέντευξης επιβεβαιώνει ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση της αποδοτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Από τα λόγια του συνεντευξιαζόμενου προκύπτει ότι η χρήση πληροφοριακών συστημάτων, η αξιοποίηση δεδομένων και η δυνατότητα παρακολούθησης των αποστολών σε πραγματικό χρόνο βελτιώνουν τον συντονισμό, μειώνουν καθυστερήσεις και ενισχύουν την ακρίβεια της πληροφόρησης.

Η εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών επιτρέπει καλύτερη διαχείριση των ροών πληροφορίας κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η άμεση πρόσβαση σε αξιόπιστα δεδομένα επιτρέπει στους υπεύθυνους logistics να σχεδιάζουν αποτελεσματικότερα τις διαδικασίες μεταφοράς και διανομής. Το εύρημα αυτό συνάδει με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η χρήση πληροφοριακών συστημάτων επιτρέπει την καλύτερη διαχείριση αποθεμάτων, τη βελτιστοποίηση δρομολογίων και τη μείωση καθυστερήσεων (Bigliardi et al., 2022).

Ιδιαίτερη σημασία έχει η σύνδεση της αποδοτικότητας με τη μείωση κόστους. Ο συμμετέχων ανέφερε ότι η βελτιστοποίηση δρομολογίων γίνεται με βάση άξονες προορισμού και πληρότητας φορτηγών, ώστε να αποφεύγονται πολλαπλές επιμέρους χρεώσεις και να μεγιστοποιείται η αποδοτικότητα. Με άλλα λόγια, η ψηφιοποίηση επιτρέπει καλύτερη αξιοποίηση των διαθέσιμων πόρων και μειώνει το κόστος μεταφοράς.

Παράλληλα, η δυνατότητα παρακολούθησης αποστολών σε πραγματικό χρόνο βελτιώνει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών. Οι πελάτες και οι συνεργάτες μπορούν να ενημερώνονται πιο άμεσα για την πορεία των παραγγελιών, ενώ η επιχείρηση μπορεί να παρεμβαίνει γρηγορότερα σε περίπτωση καθυστερήσεων ή αποκλίσεων. Η διαφάνεια αυτή ενισχύει την αξιοπιστία των υπηρεσιών και την ανταγωνιστικότητα του οργανισμού.

Η συνέντευξη ανέδειξε επίσης την περιβαλλοντική διάσταση της ψηφιοποίησης. Ο συμμετέχων ανέφερε ότι βασική πρόκληση αποτελούν τα «άδεια» χιλιόμετρα, δηλαδή οι μετακινήσεις οχημάτων χωρίς πλήρες φορτίο ή χωρίς επαρκή αξιοποίηση μεταφορικής ικανότητας. Η ψηφιακή βελτιστοποίηση των δρομολογίων και της πληρότητας των φορτηγών συμβάλλει στη μείωση περιττών διαδρομών, περιορίζοντας τις εκπομπές CO₂.

Το εύρημα αυτό συνάδει με τη βιβλιογραφία, η οποία υποστηρίζει ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες μπορούν να συμβάλουν στη βιωσιμότητα μέσω βελτιστοποίησης μεταφορών, μείωσης κατανάλωσης καυσίμων και καλύτερης αξιοποίησης πόρων. Ωστόσο, η συνέντευξη αναδεικνύει και έναν σημαντικό περιορισμό: η συστηματική αποτύπωση δεικτών βιωσιμότητας, όπως ESG metrics, δεν αποτελεί ακόμη πλήρως ανεπτυγμένο και αυτόνομο στρατηγικό άξονα στην επιχείρηση. Επομένως, η περιβαλλοντική συμβολή της ψηφιοποίησης εμφανίζεται κυρίως ως έμμεσο αποτέλεσμα της λειτουργικής βελτιστοποίησης και όχι ως πλήρως θεσμοθετημένη στρατηγική βιωσιμότητας.

6.7 Μελλοντικές προοπτικές και τεχνολογικές επιλογές

Ως προς τις μελλοντικές προοπτικές, η συνέντευξη ανέδειξε ότι η τεχνητή νοημοσύνη θεωρείται το επόμενο σημαντικό βήμα στην εξέλιξη των logistics. Ο συμμετέχων, ωστόσο, υπογράμμισε ότι η αξιοποίηση της ΑΙ πρέπει να συνοδεύεται από ανθρώπινη εποπτεία. Η θέση αυτή είναι εννοιολογικά ώριμη, διότι αποφεύγει την αντίληψη της πλήρους αυτοματοποίησης και αναγνωρίζει ότι η ανθρώπινη κρίση παραμένει κρίσιμη σε περιβάλλοντα υψηλής πολυπλοκότητας.

Η διαπίστωση αυτή συνδέεται με τη βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να ενισχύσει την πρόβλεψη, τη δρομολόγηση και τη διαχείριση κινδύνων, αλλά η επιτυχής εφαρμογή της απαιτεί κατάλληλα δεδομένα, σαφείς διαδικασίες και ανθρώπινη επίβλεψη. Στην περίπτωση της ΔΕΛΤΑ, η έμφαση στα master data δείχνει ότι η επιχείρηση αντιλαμβάνεται πως η αποτελεσματικότητα της ΑΙ εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων στα οποία βασίζεται.

Επιπλέον, η μη εφαρμογή blockchain στην επιχείρηση αποτελεί σημαντικό εύρημα. Παρότι το blockchain προβάλλεται στη βιβλιογραφία ως τεχνολογία που μπορεί να ενισχύσει την ιχνηλασιμότητα και τη διαφάνεια, η συνέντευξη δείχνει ότι δεν αποτελεί απαραίτητα άμεση προτεραιότητα για κάθε οργανισμό. Η περίπτωση αυτή επιβεβαιώνει ότι οι επιχειρήσεις δεν υιοθετούν όλες τις διαθέσιμες τεχνολογίες, αλλά επιλέγουν εκείνες που ανταποκρίνονται σε συγκεκριμένες ανάγκες, βάσει κόστους–οφέλους και λειτουργικής εφαρμοσιμότητας.

Συνεπώς, από τη συνέντευξη προκύπτει ότι το μέλλον της ψηφιοποίησης δεν αφορά την άκριτη υιοθέτηση κάθε νέας τεχνολογίας, αλλά την επιλεκτική αξιοποίηση εκείνων των λύσεων που δημιουργούν πραγματική επιχειρησιακή αξία. Η προσέγγιση αυτή συνδέεται με τη γενικότερη στρατηγική ωριμότητα της επιχείρησης και αναδεικνύει ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός πρέπει να βασίζεται σε τεκμηριωμένη αξιολόγηση, οργανωσιακή ετοιμότητα και σαφή επιχειρησιακό σκοπό.

6.8 Συνολική αποτίμηση

Συνολικά, η συνέντευξη αναδεικνύει ότι η ψηφιοποίηση στη ΔΕΛΤΑ λειτουργεί ως μηχανισμός επιχειρησιακής συνέχειας, ποιοτικού ελέγχου, μείωσης κόστους, διαφάνειας και σταδιακής περιβαλλοντικής βελτίωσης. Τα ευρήματα συνάδουν σε μεγάλο βαθμό με τη βιβλιογραφία, η οποία υποστηρίζει ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες βελτιώνουν την αποδοτικότητα, τη διαχείριση πληροφοριών και τον συντονισμό στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Ωστόσο, η ανάλυση της συνέντευξης προσθέτει μια πιο ρεαλιστική και εμπειρικά γειωμένη διάσταση. Δείχνει ότι η επιτυχία της ψηφιοποίησης εξαρτάται από την ποιότητα των δεδομένων, την αποδοχή των εργαζομένων, την τεχνική υποδομή, τη συνεργασία με εξωτερικούς φορείς και τη σαφή αξιολόγηση κόστους–οφέλους. Επομένως, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν πρέπει να αντιμετωπίζεται ως τεχνολογική μόδα, αλλά ως στρατηγική και οργανωσιακή διαδικασία που απαιτεί τεκμηρίωση, προσαρμογή και συνεχή αξιολόγηση.

Κεφάλαιο 7^ο Συμπεράσματα, Περιορισμοί της έρευνας και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

7.1 Συμπεράσματα έρευνας

Η παρούσα εργασία είχε ως βασικό στόχο τη διερεύνηση της εφαρμογής ψηφιακών τεχνολογιών στη μεταφορά και διακίνηση προϊόντων και την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι τεχνολογίες αυτές επηρεάζουν τη λειτουργία των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον τομέα των logistics. Η μελέτη βασίστηκε τόσο στη θεωρητική ανάλυση της σχετικής βιβλιογραφίας όσο και στην εμπειρική διερεύνηση του θέματος μέσω ποιοτικής έρευνας και συγκεκριμένα μέσω συνέντευξης με επαγγελματία του κλάδου.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση ανέδειξε τη σημαντική επίδραση που έχουν οι ψηφιακές τεχνολογίες στον μετασχηματισμό των σύγχρονων εφοδιαστικών αλυσίδων. Η ανάπτυξη πληροφοριακών συστημάτων, η αξιοποίηση δεδομένων και η εφαρμογή ψηφιακών πλατφορμών έχουν συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών logistics και στη δημιουργία πιο ευέλικτων και διαφανών συστημάτων διαχείρισης των μεταφορών και της διανομής προϊόντων.

Τα ευρήματα της έρευνας επιβεβαιώνουν ότι οι ψηφιακές τεχνολογίες αποτελούν βασικό μοχλό βελτίωσης της λειτουργικής αποδοτικότητας των logistics. Από τις απαντήσεις του συνεντευξιαζόμενου προκύπτει ότι η χρήση συστημάτων τηλεματικής και δρομολόγησης επιτρέπει την παρακολούθηση των αποστολών σε πραγματικό χρόνο, τη βελτιστοποίηση των διαδρομών και την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των μεταφορικών μέσων. Η δυνατότητα αυτή οδηγεί σε σημαντική μείωση του λειτουργικού κόστους και σε καλύτερη διαχείριση των πόρων της επιχείρησης.

Η διαπίστωση αυτή ευθυγραμμίζεται με τη διεθνή βιβλιογραφία, η οποία υποστηρίζει ότι η ψηφιοποίηση των logistics συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας μέσω της αυτοματοποίησης και της διαχείρισης πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Ωστόσο, η εμπειρική ανάλυση προσθέτει μια σημαντική διάσταση, αναδεικνύοντας ότι η τεχνολογία δεν αποτελεί από μόνη της επαρκή συνθήκη για τη βελτίωση της απόδοσης. Αντιθέτως, η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από τον βαθμό ενσωμάτωσής της στις επιχειρησιακές διαδικασίες και από τη στρατηγική αξιοποίησή της.

Ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει επίσης ο ρόλος των δεδομένων. Όπως προκύπτει από τη συνέντευξη, η ύπαρξη αξιόπιστων και σωστά δομημένων δεδομένων αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων. Η αναφορά στα “master data”

υποδηλώνει ότι η ποιότητα των δεδομένων είναι εξίσου σημαντική με την ποσότητά τους. Το εύρημα αυτό εμπλουτίζει τη σχετική βιβλιογραφία, η οποία συχνά εστιάζει στον όγκο των δεδομένων χωρίς να αναδεικνύει επαρκώς τη σημασία της αξιοπιστίας και της ορθής διαχείρισής τους.

Παράλληλα, η έρευνα αναδεικνύει τον κρίσιμο ρόλο του ανθρώπινου παράγοντα. Η βασική πρόκληση που εντοπίστηκε δεν αφορά την τεχνολογία, αλλά τη διαχείριση της οργανωσιακής αλλαγής. Η ανάγκη ενίσχυσης της αποδοχής των νέων συστημάτων από το προσωπικό και η συμμετοχή των εργαζομένων στον σχεδιασμό των ψηφιακών εργαλείων αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες επιτυχίας. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει θεωρητικές προσεγγίσεις που υποστηρίζουν ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι πρωτίστως κοινωνικοτεχνικό φαινόμενο.

Επιπλέον, η ανάλυση ανέδειξε τη συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στην ενίσχυση της επιχειρησιακής ανθεκτικότητας. Η δυνατότητα άμεσης παρακολούθησης κρίσιμων παραμέτρων και η ταχεία αντίδραση σε προβλήματα επιτρέπουν την αποτελεσματικότερη διαχείριση κινδύνων και την εξασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων. Η διάσταση αυτή συνδέεται με τις σύγχρονες θεωρίες περί ανθεκτικών εφοδιαστικών αλυσίδων.

Τέλος, η έρευνα αναδεικνύει τη συμβολή των ψηφιακών τεχνολογιών στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος, κυρίως μέσω της βελτιστοποίησης των δρομολογίων και της μείωσης των «άδειων» μετακινήσεων. Ωστόσο, η απουσία συστηματικής παρακολούθησης δεικτών βιωσιμότητας υποδηλώνει ότι η περιβαλλοντική διάσταση δεν έχει ακόμη ενσωματωθεί πλήρως στη στρατηγική των επιχειρήσεων.

Συμπερασματικά, η παρούσα εργασία καταδεικνύει ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί μια πολυδιάστατη διαδικασία που συνδυάζει τεχνολογικές, οργανωσιακές και στρατηγικές παραμέτρους. Οι ψηφιακές τεχνολογίες συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση της αποδοτικότητας, στη διαφάνεια των διαδικασιών και στην ενίσχυση της επιχειρησιακής ανθεκτικότητας. Ωστόσο, η επιτυχία τους δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνολογική υποδομή, αλλά από την ποιότητα των δεδομένων, την ικανότητα των οργανισμών να διαχειρίζονται την αλλαγή και τη στρατηγική αξιολόγηση των επενδύσεων. Επιπλέον, η έρευνα αναδεικνύει ότι η βιωσιμότητα και η περιβαλλοντική διάσταση αποτελούν αναδυόμενους, αλλά όχι ακόμη πλήρως ενσωματωμένους άξονες της ψηφιοποίησης. Συνολικά, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν συνιστά απλώς τεχνολογική εξέλιξη, αλλά μια βαθύτερη οργανωσιακή μετάβαση που απαιτεί συντονισμένη δράση σε

πολλαπλά επίπεδα. Επίσης, παρά τη γενική σύγκλιση μεταξύ θεωρίας και πράξης, εντοπίστηκαν σημαντικές διαφοροποιήσεις. Συγκεκριμένα, τεχνολογίες που προβάλλονται έντονα στη βιβλιογραφία, όπως το blockchain, δεν έχουν υιοθετηθεί στην πράξη, κυρίως λόγω ζητημάτων κόστους και περιορισμένης αντιληπτής προστιθέμενης αξίας. Επιπλέον, η ανάλυση ανέδειξε ότι η ψηφιακή ωριμότητα δεν είναι ομοιόμορφη σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα, καθώς συνεργαζόμενοι φορείς ενδέχεται να υστερούν τεχνολογικά. Το γεγονός αυτό δημιουργεί ανισορροπίες και περιορίζει την πλήρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των ψηφιακών τεχνολογιών. Οι παραπάνω αποκλίσεις υποδεικνύουν ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός αποτελεί μια σταδιακή και εξελικτική διαδικασία, η οποία επηρεάζεται από οικονομικούς, οργανωσιακούς και τεχνολογικούς παράγοντες.

7.2 Περιορισμοί και προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

Παρά τη συμβολή της παρούσας μελέτης στην κατανόηση του ψηφιακού μετασχηματισμού της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας κατά την ερμηνεία των ευρημάτων. Η έρευνα βασίστηκε σε ένα περιορισμένο δείγμα, καθώς εξετάστηκε η περίπτωση ενός μόνο οργανισμού και ενός στελέχους, γεγονός που δεν επιτρέπει την εξαγωγή γενικευμένων συμπερασμάτων για το σύνολο του κλάδου. Επιπλέον, η εστίαση σε έναν συγκεκριμένο τομέα, αυτόν της βιομηχανίας τροφίμων και της ψυχρής αλυσίδας, ενδέχεται να επηρεάζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων σε άλλους κλάδους με διαφορετικά λειτουργικά χαρακτηριστικά. Παράλληλα, η χρήση ποιοτικής μεθοδολογίας και συνέντευξης ως κύριου εργαλείου συλλογής δεδομένων συνεπάγεται την αποτύπωση των εμπειριών και αντιλήψεων του συμμετέχοντα, στοιχείο που αποτελεί μεν βασικό πλεονέκτημα σε επίπεδο εις βάθος κατανόησης, αλλά ενδέχεται να εισάγει έναν βαθμό υποκειμενικότητας. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, προκύπτουν ενδιαφέρουσες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα, οι οποίες θα μπορούσαν να ενισχύσουν και να επεκτείνουν τα ευρήματα της παρούσας εργασίας. Συγκεκριμένα, η διερεύνηση μεγαλύτερου αριθμού επιχειρήσεων και διαφορετικών κλάδων θα επέτρεπε τη συγκριτική ανάλυση και τη διατύπωση πιο γενικευμένων συμπερασμάτων, ενώ η αξιοποίηση μικτών μεθόδων (ποιοτικών και ποσοτικών) θα μπορούσε να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του φαινομένου. Επιπλέον, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η περαιτέρω μελέτη της εφαρμογής αναδυόμενων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη και το blockchain, σε πραγματικά επιχειρησιακά περιβάλλοντα, καθώς και η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ ψηφιοποίησης και βιωσιμότητας, ιδίως ως προς τη μέτρηση και παρακολούθηση

περιβαλλοντικών δεικτών. Τέλος, η εμβάθυνση στον ρόλο των οργανωσιακών και ανθρώπινων παραγόντων στη διαδικασία υιοθέτησης των τεχνολογιών θα μπορούσε να συμβάλει ουσιαστικά στην κατανόηση των προϋποθέσεων επιτυχούς ψηφιακού μετασχηματισμού.

Βιβλιογραφία

- Abdelhamid, M. M., Sliman, L., & Ben Djemaa, R. (2024). AI-enhanced blockchain for scalable IoT-based supply chain. *Logistics*, 8(4), 109.
- Alazab, M., & Alhyari, S. (2024). Industry 4.0 innovation: a systematic literature review on the role of blockchain technology in creating smart and sustainable manufacturing facilities. *Information*, 15(2), 78.
- Azizi, N., Malekzadeh, H., Akhavan, P., Haass, O., Saremi, S., & Mirjalili, S. (2021). IoT–blockchain: harnessing the power of internet of thing and blockchain for smart supply chain. *Sensors*, 21(18), 6048.
- Bekkouche, S., & de-Magistris, T. (2025). Digitalization in the European agri-food supply chain: a scoping review of traceability, transparency, and sustainability. *Frontiers in Blockchain*, 8, 1701872.
- Bhutta, M. N. M., & Ahmad, M. (2021). Secure identification, traceability and real-time tracking of agricultural food supply during transportation using internet of things. *IEEE Access*, 9, 65660-65675.
- Bigliardi, B., Filippelli, S., Petroni, A., & Tagliente, L. (2022). The digitalization of supply chain: a review. *Procedia Computer Science*, 200, 1806-1815.
- Chen, F., Tang, Y., Wang, C., Huang, J., Huang, C., Xie, D., ... & Zhao, C. (2021). Medical cyber–physical systems: A solution to smart health and the state of the art. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 9(5), 1359-1386.
- Coufalíková, A., Klaban, I., & Šlajs, T. (2021). Complex strategy against supply chain attacks. In *2021 International Conference on Military Technologies (ICMT)* (pp. 1-5). IEEE.
- Daldıran, B., Daldıran, K., & Güllü, K. (2025). Digital transformation for quality management, operational excellence, and sales force effectiveness in an Industry 4.0 context: Evidence from Siemens AG. *Turkish Journal of Marketing*, 10(2), 87-106.
- Davis, F. D., Granić, A., & Marangunić, N. (2024). *The technology acceptance model: 30 years of TAM* (pp. 20-54). Switzerland: Springer International Publishing AG.
- Deloitte. (2024). *Digital supply networks*. [online] ανάκτηση από: <https://www.deloitte.com/na/en/services/consulting/services/gx-digital-supply-networks.html>
- Duttyal, S. (2025). The Convergence of Blockchain, AI, and IoT: Revolutionizing Supply Chain Management. *Journal of Computer Science and Technology Studies*, 7(6), 391-

- Foroughi, A. (2021). Supply chain workforce training: addressing the digital skills gap. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 11(3), 683-696.
- Gold, S., Hardin, K., Laaper, S., & Parrott, A. (2022). *Realigning global supply chain management networks*. Deloitte Insights. [online] ανάκτηση από: <https://www.deloitte.com/us/en/insights/industry/manufacturing-industrial-products/realigning-global-supply-chain-management-networks.html>
- Gowrishankar, V., Jagadeesan, A., Yesodha, K. R. K., Gupta, K., & Kiruthiga, T. (2024, July). Process automation for enhanced supply chain management with internet of things (IoT). In *2024 IEEE 3rd World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC)* (pp. 1272-1278). IEEE.
- Hallikas, J., Immonen, M., & Brax, S. (2021). Digitalizing procurement: the impact of data analytics on supply chain performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, 26(5), 629-646.
- Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D., & Antunes Marante, C. (2021). A systematic review of the literature on digital transformation: Insights and implications for strategy and organizational change. *Journal of Management Studies*, 58(5), 1159-1197.
- Hasa, E. (2024). Exploring the Impact of IoT Technology on Retail Supply Chain Management: A Case Study of Walmart.
- Hassan, N. M., Khan, S. A. R., Ashraf, M. U., & Sheikh, A. A. (2023). Interconnection between the role of blockchain technologies, supply chain integration, and circular economy: A case of small and medium-sized enterprises in Pakistan. *Science Progress*, 106(3), 00368504231186527.
- Irani, Z., Abril, R. M., Weerakkody, V., Omar, A., & Sivarajah, U. (2023). The impact of legacy systems on digital transformation in European public administration: Lesson learned from a multi case analysis. *Government Information Quarterly*, 40(1), 101784.
- iTrack. (2024). *Εταιρικό προφίλ και λύσεις*. [online] ανάκτηση από: <https://www.itrack.gr/>
- Katsaliaki, K., Galetsi, P., & Kumar, S. (2022). Supply chain disruptions and resilience: a major review and future research agenda. *Annals of Operations Research*, 319(1), 965-1002.
- Kayvanfar, V., Elomri, A., Kerbache, L., Vandchali, H. R., & El Omri, A. (2024). A review of decision support systems in the internet of things and supply chain and logistics using web content mining. *Supply chain analytics*, 6, 100063.

- Kazancoglu, I., Ozbiltekin-Pala, M., Mangla, S. K., Kumar, A., & Kazancoglu, Y. (2023). Using emerging technologies to improve the sustainability and resilience of supply chains in a fuzzy environment in the context of COVID-19. *Annals of Operations Research*, 322(1), 217-240.
- Keith, E. (2023). Optimizing Inventory Management through Advanced Forecasting Techniques in Supply Chains. *European Journal of Supply Chain Management*, 1(1), 22-30.
- Lee, H., & Yeon, C. (2021). Blockchain-based traceability for anti-counterfeit in cross-border e-commerce transactions. *Sustainability*, 13(19), 11057.
- Lesch, V., Züfle, M., Bauer, A., Iffländer, L., Krupitzer, C., & Kounev, S. (2023). A literature review of IoT and CPS—What they are, and what they are not. *Journal of Systems and Software*, 200, 111631.
- López-Castro, L. F., & Solano-Charris, E. L. (2021). Integrating resilience and sustainability criteria in the supply chain network design. A systematic literature review. *Sustainability*, 13(19), 10925.
- Lubis, F. (2024). Smart Lock Application for Smart Security System in Cargo Shipment. *CSRID (Computer Science Research and Its Development Journal)*, 16(1), 66-75.
- Majerova, J., & Das, S. (2023). Sustainable development and digitalization in the supply chain for environmental protection: changes and trends. In *New Normal in Digital Enterprises: Strategies for Sustainable Development* (pp. 159-181). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Mobile Technology. (2024). *Εταιρικό προφίλ και λύσεις*. [online] ανάκτηση από: <https://www.mt.com.gr/>
- Mumin, M. A., Yakubu, I. N., & Adam, I. O. (2025). Integrating Renewable Energy With Internet of Things (IoT) for Smart Logistics. In *Developing Dynamic and Sustainable Supply Chains to Achieve Sustainable Development Goals* (pp. 155-178). IGI Global Scientific Publishing.
- Mutsuddi, I., & Sinha, R. (2022). Role of leadership skills for developing digital acumen in information technology employees. *Vision*, 26(2), 243-253.
- Nandhini, R. S., & Lakshmanan, R. (2022). A review of the integration of cyber-physical system and internet of things. *International Journal of Advanced Computer Science and*

Applications, 13(4).

- Neurosoft. (2024). *Εταιρικό προφίλ και υπηρεσίες*. [online] ανάκτηση από: <https://neurosoft.gr/about/>
- Nishant, M. N. (2024). Innovations in Supply Chain Management Using Artificial Intelligence. *International Journal of Recent Innovations (IJRI)* p-ISSN 3051-3790 e-ISSN 3051-3804, 2(01), 46-58.
- Omefe, S., Lawal, S. A., Bello, S. F., Balogun, A. K., Taiwo, I., & Ifiora, K. N. (2021). AI-augmented decision support system for sustainable transportation and supply chain management: A review. *Communication In Physical Sciences*, 7(4), 630-642.
- Pan, C., & Liu, M. (2021). Optimization of intelligent logistics supply chain management system based on wireless sensor network and RFID technology. *Journal of Sensors*, 2021(1), 8111909.
- Park, A., & Li, H. (2021). The effect of blockchain technology on supply chain sustainability performances. *Sustainability*, 13(4), 1726.
- Perano, M., Cammarano, A., Varriale, V., Del Regno, C., Michelino, F., & Caputo, M. (2023). Embracing supply chain digitalization and unphysicalization to enhance supply chain performance: a conceptual framework. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 53(5-6), 628-659.
- Plakantara, S. P., & Karakitsiou, A. (2025). Transforming Agrifood Supply Chains with Digital Technologies: a Systematic Review of Safety and Quality Risk Management. In *Operations Research Forum* (Vol. 6, No. 3, p. 113). Cham: Springer International Publishing.
- Protopappas, L., Bechtsis, D., & Tsotsolas, N. (2025). IoT services for monitoring food supply chains. *Applied Sciences*, 15(13), 7602.
- Rehman, M. U. (2025). Integrating AI, Blockchain, and IoT for Sustainable and Resilient Global Supply Chains. *Bulletin of Management Review*, 2(3), 150-168.
- Saidu, Y., Shuhidan, S. M., Aliyu, D. A., Aziz, I. A., & Adamu, S. (2025). Convergence of blockchain, IoT, and AI for enhanced traceability systems: A comprehensive review. *IEEE Access*.
- Sallam, K., Mohamed, M., & Mohamed, A. W. (2023). Internet of Things (IoT) in supply chain management: challenges, opportunities, and best practices. *SMIJ*, 2(2), 32.
- Samuels, A. (2025a). Digital transformation in supply chains: improving resilience and

- sustainability through AI, Blockchain, and IoT. *Frontiers in Sustainability*, 6, 1584580.
- Samuels, A. (2025b). Examining the integration of artificial intelligence in supply chain management from Industry 4.0 to 6.0: a systematic literature review. *Frontiers in artificial intelligence*, 7, 1477044.
- Sharma, P., & Dash, B. (2023). *The digital carbon footprint: Threat to an environmentally sustainable future*. SSRN.
- Shevtshenko, E., Maas, R., Murumaa, L., Karaulova, T., Raji, I. O., & Popell, J. (2022). Digitalisation of supply chain management system for customer quality service improvement. *Journal of Machine Engineering*, 22.
- Statista. (2023). *Carbon dioxide emissions in worldwide shipping in 2022 and 2023, by ship type*. [online] ανάκτηση από: <https://www.statista.com/statistics/216048/worldwide-co2-emissions-by-ship-type/?srsltid=AfmBOop7nCgUZIafEN2JVeNPdmVCdkylPj09-Ko8Cjd3mRr74XpGdngD>
- Teece, D. J. (2022). The evolution of the dynamic capabilities framework. In *Artificiality and sustainability in entrepreneurship: Exploring the unforeseen, and paving the way to a sustainable future* (pp. 113-129). Cham: Springer International Publishing.
- Teixeira, A. R., Ferreira, J. V., & Ramos, A. L. (2025). Intelligent supply chain management: A systematic literature review on artificial intelligence contributions. *Information*, 16(5), 399.
- Tian, Y., & Cui, L. (2025). Supply chain resilience and digital transformation: perspectives from a supply chain network. *Humanities and Social Sciences Communications*, 12(1), 1738.
- Tiwari, M. K., Bidanda, B., Geunes, J., Fernandes, K., & Dolgui, A. (2024). Supply chain digitisation and management. *International Journal of Production Research*, 62(8), 2918-2926.

Παράρτημα-Συνέντευξη

1)Ο ρόλος του Supply Chain Director στην ΔΕΛΤΑ Τρόφιμα Α.Ε., θυγατρική του ομίλου Vivartia, περιλαμβάνει ένα ευρύ και στρατηγικά κρίσιμο φάσμα αρμοδιοτήτων που εκτείνεται σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα, από τη συλλογή της πρώτης ύλης έως και τη διανομή τελικών προϊόντων, συμπεριλαμβανομένων και των εξαγωγικών δραστηριοτήτων.

Ειδικότερα, ο ρόλος αφορά την ευθύνη για τη συλλογή και μεταφορά του νωπού γάλακτος από τους κτηνοτρόφους προς τα εργοστάσια παραγωγής στον Άγιο Στέφανο και στη Σίνδο, καθώς και τη λειτουργία των δύο κέντρων διανομής στις ίδιες γεωγραφικές περιοχές. Επιπλέον, περιλαμβάνει τη διαχείριση της αποθήκης πρώτων υλών και τελικού προϊόντος στη Λαμία, καθώς και το middle mile logistics, δηλαδή την αποστολή και μεταφορά προϊόντων προς κεντρικά σημεία παράδοσης σε αντιπροσώπους της επαρχίας.

Στο πλαίσιο αυτό εντάσσεται και η υποστήριξη του δικτύου διανομής Αθήνας και Θεσσαλονίκης, με στόλο περίπου 80 φορτηγών στην Αθήνα και 14 στη Θεσσαλονίκη. Στις αρμοδιότητες περιλαμβάνεται επίσης η λειτουργία εξουσιοδοτημένου και συνεργείου οχημάτων για το σύνολο του ομίλου Vivartia, καθώς και συνεργείου επισκευής και κατασκευής χρήση δανειζόμενων ψυγείων – βιτρινών που τοποθετούνται σε μικρά σημεία πώλησης σε όλη την Ελλάδα.

Παράλληλα, ο ρόλος περιλαμβάνει τη συμμετοχή στο Διοικητικό Συμβούλιο της θυγατρικής εταιρείας εισαγωγής και εμπορίας παγωτού COLD SIN, η οποία διαχειρίζεται τα σήματα Mars και Häagen-Dazs. Επιπλέον, υπάρχει ευθύνη για τα logistics μεταφοράς και αποθήκευσης των λοιπών θυγατρικών του ομίλου, όπως οι Gattenio & Sons και Κουρελλάς, καθώς και για το μεταφορικό έργο των εξαγωγών της ΔΕΛΤΑ.

2) Το σύστημα τηλεματικής NAVFLEET εφαρμόζεται σε όλο τον στόλο και επιτρέπει την παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων, όπως θερμοκρασία θαλάμων, γεωγραφική τοποθεσία, άνοιγμα θυρών και στάσεις. Στόχος είναι η διασφάλιση της ποιότητας διανομής, με βασικό κριτήριο τη μη υπέρβαση των 10°C στους θαλάμους για διάστημα άνω της μίας ώρας, σε συνεργασία με το τμήμα διασφάλισης ποιότητας. Το σύστημα υποστηρίζεται από εξειδικευμένο προσωπικό που διαχειρίζεται ειδοποιήσεις (alerts) για άμεση αντιμετώπιση βλαβών, αντικατάσταση οχημάτων με εφεδρικά και έγκαιρη αποκατάσταση ψυκτικών προβλημάτων.

Παράλληλα, χρησιμοποιείται το custom-made σύστημα TELENAVIS για τη δρομολόγηση της συλλογής νωπού γάλακτος, επιτρέποντας την παρακολούθηση γεωγραφικού στίγματος,

διαθέσιμου αποθηκευτικού χώρου σε παγολεκάνες και ποσοτήτων συλλογής, με στόχο τον σχεδιασμό βέλτιστων διαδρομών. Αντίστοιχη εφαρμογή TELENAVIS χρησιμοποιείται και για τη δρομολόγηση του τελικού προϊόντος.

3)Οι δύο βασικοί στρατηγικοί άξονες είναι η επιχειρησιακή συνέχεια και η εξοικονόμηση κόστους. Η ψηφιοποίηση δεν υιοθετήθηκε με στόχο τη μείωση προσωπικού, αλλά τη διασφάλιση λειτουργικής ανθεκτικότητας και ευκολότερης αναπλήρωσης θέσεων μέσω τυποποιημένων και διαφανών διαδικασιών. Σε επίπεδο κόστους, η βελτιστοποίηση δρομολογίων πραγματοποιείται με βάση άξονες προορισμού και πληρότητας φορτηγών (π.χ. Άρτα–Ηγουμενίτσα–Κέρκυρα), ώστε να αποφεύγεται η χρέωση πολλαπλών επιμέρους διαδρομών και να μεγιστοποιείται η αποδοτικότητα.

4)Η ωριμότητα της επιχείρησης ως προς τον ψηφιακό μετασχηματισμό μπορεί να αξιολογηθεί στο μέγιστο επίπεδο (5/5), καθώς συνδυάζει προηγμένα συστήματα και εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό ικανό να τα αξιοποιεί και να προσαρμόζεται σε μεταβολές.

5)Η ταχύτητα και ο χρόνος παράδοσης αποτελούν κρίσιμους δείκτες επιτυχίας, δεδομένου ότι στον τομέα των logistics ο χρόνος συνιστά βασικό περιοριστικό παράγοντα. Παράλληλα, η διαφάνεια ενισχύεται μέσω της δυνατότητας πλήρους ιχνηλασιμότητας δρομολογίων, διευκολύνοντας και τις διαδικασίες συμφωνίας με προμηθευτές και μεταφορείς.

6)Η μεγαλύτερη πρόκληση εντοπίστηκε στη διαχείριση της αλλαγής (change management), κυρίως σε επίπεδο ανθρώπινου δυναμικού. Η επιτυχία του μετασχηματισμού βασίστηκε στη διασφάλιση αίσθησης επαγγελματικής ασφάλειας και στη συμμετοχή των εργαζομένων στη διαμόρφωση των ψηφιακών εργαλείων, προσαρμοσμένων στις υφιστάμενες πρακτικές εργασίας.

7)Η ΔΕΛΤΑ λειτουργεί με μοντέλο push στο demand (πρόβλεψη–παραγωγή–διάθεση–κατανάλωση), με εφαρμογή κανόνων ασφαλούς αποθέματος (safe stock) ανά προϊόν. Οι ψηφιακές τεχνικές έχουν βελτιώσει σημαντικά τη διαχείριση αποθεμάτων, ωστόσο η συνολική ωριμότητα επηρεάζεται από παράγοντες όπως παραγωγικές βλάβες ή αστάθμητες μεταβολές.

8)Η αποστολή αυτοματοποιημένων αναφορών θερμοκρασίας συμβάλλει στη μείωση του lead time, ενισχύοντας τη διαφάνεια, την εμπιστοσύνη και την ταχύτητα. Ωστόσο, ορισμένοι συνεργαζόμενοι μεταφορείς παραμένουν σε χαμηλότερο επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας.

9)Η ανάλυση δεδομένων διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη λήψη αποφάσεων, καθώς χωρίς αξιόπιστα master data δεν είναι δυνατή η κοστολόγηση, η πρόβλεψη και η βέλτιστη

δρομολόγηση.

10) Η προστασία δεδομένων διασφαλίζεται μέσω εργαλείων όπως VPN και DPO.

11) Σε επίπεδο περιβαλλοντικού αποτυπώματος, βασική πρόκληση αποτελούν τα «άδεια» χιλιόμετρα. Η ψηφιακή βελτιστοποίηση επιτρέπει τη μέγιστη δυνατή πληρότητα φορτηγών, μειώνοντας εκπομπές CO₂ και περιττές διαδρομές.

12) Η τεχνητή νοημοσύνη εκτιμάται ως επόμενο βήμα εξέλιξης, με την απαραίτητη ανθρώπινη εποπτεία. Η υιοθέτηση νέων τεχνολογιών αξιολογείται πάντοτε μέσω ανάλυσης κόστους–οφέλους.

13) Το 2019 πραγματοποιήθηκε συνεργασία με την Bosch για εγκατάσταση αισθητήρων σε παγολεκάνες γάλακτος. Ωστόσο, η επένδυση δεν κρίθηκε συμφέρουσα βάσει cost–benefit analysis, καθώς οι υφιστάμενοι έλεγχοι ήταν ήδη επαρκείς.

14) Δεν έχει εξεταστεί η εφαρμογή blockchain.

15) Οι βασικές προκλήσεις αφορούν την κλιμακωσιμότητα, τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων και την ανάγκη αδιάλειπτης δικτυακής διασύνδεσης. Απαιτούνται επενδύσεις σε cloud υποδομές, αρχιτεκτονικές microservices, μηχανισμούς κλιμάκωσης, εργαλεία real-time analytics και λύσεις edge computing, ώστε να διασφαλίζεται η επιχειρησιακή συνέχεια.

16) Η έλλειψη ανθρώπινου δυναμικού σε αποθήκες και μεταφορές αποτελεί κρίσιμο ζήτημα για τη διατήρηση της επιχειρησιακής συνέχειας.

17) Η εφαρμογή ψηφιακών τεχνολογιών συμβάλλει ουσιαστικά στη λειτουργική αποτελεσματικότητα, στη μείωση κόστους και, έμμεσα, στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Ωστόσο, η συστηματική αποτύπωση δεικτών βιωσιμότητας (π.χ. ESG metrics) δεν αποτελεί ακόμη πλήρως ανεπτυγμένο, αυτόνομο στρατηγικό άξονα.