



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ

Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών: Διαχείριση και Τεχνολογίας
Ποιότητας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση του Lean 4.0 στη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων: Ο ρόλος της
διαχείρισης διακινδύνευσης στη φαρμακευτική βιομηχανία»**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ: ΑΡΓΥΡΩ ΠΑΓΩΝΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 166078

Α΄ Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Μαρία Γιαννή

Β΄ Επιβλέπουσα καθηγήτρια: Αργυρώ Φραγκάκη

ΠΑΤΡΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2026

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



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ

Σχολή Θετικών Επιστημών και Τεχνολογίας

**Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών: Διαχείριση και Τεχνολογίας
Ποιότητας**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Η επίδραση του Lean 4.0 στη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων: Ο ρόλος της
διαχείρισης διακινδύνευσης στη φαρμακευτική βιομηχανία»**

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ: ΑΡΓΥΡΩ ΠΑΓΩΝΑ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 166078

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Μαρία Γιαννή

Χημικός Μηχανικός, MSc, PhD

Μέλος ΣΕΠ/ΔΙΠ ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

Συν-Επιβλέπουσα Καθηγήτρια:

Αργυρώ Φραγκάκη

Χημικός, MSc, PhD, MBA

Μέλος ΣΕΠ/ΔΙΠ ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

ΠΑΤΡΑ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2026

Περίληψη

Εισαγωγή: Ο φαρμακευτικός κλάδος δραστηριοποιείται σε ένα ιδιαίτερα απαιτητικό πλαίσιο, το οποίο διέπεται από αυστηρές κανονιστικές υποχρεώσεις, πολύπλοκες αλυσίδες εφοδιασμού και υψηλή έκθεση σε επιχειρηματικούς κινδύνους. Στο πλαίσιο αυτό, η υιοθέτηση πρακτικών Lean 4.0 και η ανάπτυξη κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων αναδεικνύονται ως καθοριστικοί παράγοντες για τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση.

Σκοπός: Η εργασία διερευνά κατά πόσο και με ποιον τρόπο οι πρακτικές Lean 4.0 βελτιώνουν την οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική απόδοση φαρμακευτικών επιχειρήσεων, εξετάζοντας παράλληλα τον διαμεσολαβητικό ρόλο της κουλτούρας και της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Μέθοδος: Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω δομημένου ερωτηματολογίου από 105 εργαζόμενους και στελέχη φαρμακευτικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα, με χρήση κλίμακας Likert 5 βαθμίδων. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο PLS-SEM μέσω του λογισμικού SmartPLS 4, η οποία κρίθηκε κατάλληλη λόγω της σύνθετης δομής του μοντέλου και του μεγέθους του δείγματος.

Αποτελέσματα: Το μοντέλο παρουσίασε υψηλή εσωτερική συνέπεια (Cronbach's α : 0,789–0,956) και ικανοποιητική εγκυρότητα (AVE > 0,488). Από τις πέντε ερευνητικές υποθέσεις που διατυπώθηκαν, οι τέσσερις επιβεβαιώθηκαν πλήρως και μία μερικώς. Συγκεκριμένα, ο ψηφιακός μετασχηματισμός αποδείχθηκε σημαντικός καταλύτης για την υιοθέτηση λιτών πρακτικών ($\beta=0,461$, $p\text{-value}<0,001$), οι οποίες ενισχύουν την κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων ($\beta=0,611$, $p\text{-value}<0,001$), η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε υψηλότερη αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων ($\beta=0,564$, $p\text{-value}<0,001$). Η αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων επηρέασε σημαντικά και τις τρεις διαστάσεις της βιώσιμης απόδοσης: κοινωνική ($\beta=0,512$, $p\text{-value}<0,001$), οικονομική ($\beta=0,459$, $p\text{-value}<0,001$) και περιβαλλοντική ($\beta=0,474$, $p\text{-value}<0,001$). Αξιοσημείωτο είναι το εύρημα ότι η άμεση επίδραση του ψηφιακού μετασχηματισμού στη διαχείριση κινδύνων αποδείχθηκε στατιστικά μη σημαντική, ενώ η έμμεση επίδρασή του, μέσω λιτών πρακτικών και κουλτούρας, ισχυρά σημαντική, αναδεικνύοντας την κουλτούρα ως τον κεντρικό διαμεσολαβητικό μηχανισμό του μοντέλου.

Συμπεράσματα: Η έρευνα καταδεικνύει ότι ο συνδυασμός λιτής διοίκησης και ψηφιακού μετασχηματισμού αποτελεί ισχυρό μοχλό βιώσιμης απόδοσης στη φαρμακοβιομηχανία, υπό

την προϋπόθεση ότι συνοδεύεται από ανάπτυξη οργανωσιακής κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων. Η μελέτη προσφέρει θεωρητική συνεισφορά μέσα από τη διασύνδεση εννοιών που η βιβλιογραφία εξέταζε αποσπασματικά, ενώ ταυτόχρονα αναδεικνύει πρακτικές κατευθυντήριες γραμμές για την ανάπτυξη ανθεκτικών και βιώσιμων λειτουργικών μοντέλων στον κλάδο.

Λέξεις-κλειδιά: Lean 4.0 – Λιτή Διοίκηση – Ψηφιακός Μετασχηματισμός – Industry 4.0 – Βιώσιμη Οργανωσιακή Απόδοση – Διαχείριση Κινδύνων – Εφοδιαστική Αλυσίδα – Φαρμακευτική Βιομηχανία – PLS-SEM

The Impact of Lean 4.0 on Business Sustainability: The Role of Risk Management in the Pharmaceutical Industry

Argyro Pagona

Abstract

Introduction: The pharmaceutical industry operates in a highly demanding environment, characterized by strict regulatory requirements, complex supply chains, and increased exposure to risk. In this context, the adoption of Lean 4.0 practices — combining Lean Management philosophy with the digital technologies of the fourth industrial revolution — and the development of a risk management culture emerge as critical factors for achieving sustainable organizational performance.

Purpose: This study investigates whether and how Lean 4.0 practices improve the economic, social, and environmental performance of pharmaceutical companies, while simultaneously examining the mediating role of risk management culture and effectiveness within the supply chain.

Method: Data were collected from 105 employees and executives of pharmaceutical companies operating in Greece, through a structured questionnaire using a 5-point Likert scale. Analysis was conducted using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) via SmartPLS 4 software, deemed appropriate given the complexity of the model and the sample size.

Results: The model demonstrated high internal consistency (Cronbach's α : 0,789–0,956) and satisfactory validity (AVE > 0,488). Of the five research hypotheses formulated, four were fully confirmed and one partially. Specifically, digital transformation proved to be a significant catalyst for the adoption of lean practices ($\beta=0,461$, $p\text{-value}<0,001$), which in turn strengthen risk management culture ($\beta=0,611$, $p\text{-value}<0,001$), which in turn drives higher risk management effectiveness ($\beta=0,564$, $p\text{-value}<0,001$). Risk management effectiveness positively and significantly influenced all three dimensions of sustainable performance: social ($\beta=0,512$, $p\text{-value}<0,001$), economic ($\beta=0,459$, $p\text{-value}<0,001$), and environmental ($\beta=0,474$, $p\text{-value}<0,001$). A noteworthy finding is that the direct effect of digital transformation on risk management effectiveness was statistically non-significant, while its indirect effect —

mediated through lean practices and risk management culture — was strongly significant, identifying culture as the central mediating mechanism of the model.

Conclusions: The study demonstrates that the effective implementation of Lean 4.0 in the pharmaceutical industry depends not only on the adoption of technologies, but equally on the development of an organizational risk management culture. This culture serves as the key mechanism that translates lean practices and digital transformation into measurable, sustainable performance. The findings offer valuable guidance both for the management of pharmaceutical companies and for the development of resilient business models within the sector.

Keywords: Lean 4.0 – Lean Management – Digital Transformation – Industry 4.0 – Sustainable Organizational Performance – Risk Management – Supply Chain – Pharmaceutical Industry – PLS-SEM

Περιεχόμενα

Περίληψη	i
Abstract	iii
Περιεχόμενα Πινάκων	vii
Περιεχόμενα Σχημάτων	viii
Κεφάλαιο 1-Εισαγωγή	1
1.1 Περιγραφή του Προβλήματος	1
1.2 Οφέλη από την εκπόνηση της έρευνας.....	3
1.3 Μεθοδολογία	4
1.4 Δομή Εργασίας	5
Κεφάλαιο 2 - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	7
2.1 Λιτή διοίκηση (Lean Management)	7
2.1.1 Έννοια, φιλοσοφία και βασικές αρχές της λιτής διοίκησης	8
2.1.2 Λιτές πρακτικές παραγωγής και εργαλεία.....	9
2.1.3 Εφαρμογή των λιτών πρακτικών στη φαρμακευτική βιομηχανία.....	10
2.2 Ψηφιακός μετασχηματισμός στις επιχειρήσεις	13
2.2.1 Έννοια και στρατηγική διάσταση.....	14
2.2.2 Ο ρόλος του ψηφιακού μετασχηματισμού στις επιχειρήσεις	14
2.3 Industry 4.0 και έξυπνες τεχνολογίες.....	15
2.3.1 Έννοια Industry 4.0	15
2.3.2 Έξυπνες τεχνολογίες.....	17
2.3.3 Industry 4.0 στη φαρμακευτική βιομηχανία.....	18
2.4 Lean 4.0.....	20
2.4.1 Έννοια και χαρακτηριστικά.....	21
2.4.2 Ενσωμάτωση των αρχών Lean με τις τεχνολογίες Industry 4.0.....	22
2.4.3 Lean 4.0 στην εφοδιαστική αλυσίδα	23
2.5 Βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση	25
2.5.1 Περιβαλλοντική απόδοση.....	26
2.5.2 Κοινωνική απόδοση.....	26
2.5.3 Οικονομική απόδοση.....	27
2.6 Διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα	28
2.6.1 Κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων.....	30
2.6.2 Αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων	31
2.7 Εννοιολογικό Πλαίσιο και Ερευνητικές Υποθέσεις.....	32
Κεφάλαιο 3 – Ερευνητικές μέθοδοι και εργαλεία	34
3.1 Περιγραφή Δείγματος	34
3.2 Ανάπτυξη και δομή ερωτηματολογίου.....	34
3.3 Μεθοδολογία Ανάλυσης Δεδομένων	36
Κεφάλαιο 4 – Ανάλυση Αποτελεσμάτων	38
4.1 Χαρακτηριστικά δείγματος	38

4.2 Μοντέλο μέτρησης.....	40
Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα	58
5.1 Συζήτηση Αποτελεσμάτων - Συμπεράσματα.....	58
5.2 Περιορισμοί της Έρευνας.....	60
5.3 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα.....	61
Κεφάλαιο 6 – Βιβλιογραφία	63
Παράρτημα – Ερωτηματολόγιο	68

Περιεχόμενα Πινάκων

Πίνακας 4.1. Συχνότητες για την παράμετρο «Τμήμα/Λειτουργική μονάδα στην επιχείρηση»	38
Πίνακας 4.2. Συχνότητες για την παράμετρο «θέση στην επιχείρηση»	39
Πίνακας 4.3. Συχνότητες για την παράμετρο «αριθμός εργαζομένων»	39
Πίνακας 4.4. Συχνότητες για την παράμετρο «διάρκεια απασχόλησης στην εταιρεία»	39
Πίνακας 4.5. Συχνότητες για την παράμετρο «ηλικία»	40
Πίνακας 4.6. Συχνότητες για την παράμετρο «φύλο»	40
Πίνακας 4.7. Φορτίσεις εξωτερικού μοντέλου (Outer Loadings) Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.	
Πίνακας 4.8. Φορτίσεις εξωτερικού μοντέλου (Outer Loadings) - List	46
Πίνακας 4.9. Αξιοπιστία και εγκυρότητα (reliability and validity)	48
Πίνακας 4.10. Συσχέτιση λανθάνουσας μεταβλητής και διακριτική εγκυρότητα (Fornell – Larckercriterion)	50
Πίνακας 4.11. Αναλογία ετερογνώμων – ομογνώμων συσχετίσεων (Heterotrait-Monotrait Ratio).....	51
Πίνακας 4.12. Έλεγχος ερευνητικών υποθέσεων με χρήση bootstrapping (Testing of research hypotheses using bootstrapping).....	53
Πίνακας 4.13. Συντελεστής προσδιορισμού των ενδογενών μεταβλητών	54
Πίνακας 4.14. Ειδικές έμμεσες επιδράσεις.....	55

Περιεχόμενα Σχημάτων

Σχήμα 1.1. Μοντέλο έρευνας.....	2
Σχήμα 4.2. Έλεγχος υποθέσεων.....	40

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

1.1 Περιγραφή του Προβλήματος

Η σύγχρονη επιχειρησιακή πραγματικότητα χαρακτηρίζεται από αυξημένη πολυπλοκότητα, έντονη αβεβαιότητα και συνεχείς μεταβολές στο οικονομικό και τεχνολογικό περιβάλλον. Οι επιχειρήσεις καλούνται να ανταποκριθούν σε αυξανόμενες απαιτήσεις για αποδοτικότητα, καινοτομία και ταυτόχρονα βιώσιμη ανάπτυξη, λαμβάνοντας υπόψη όχι μόνο την οικονομική τους απόδοση αλλά και τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους.

Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάπτυξη των τεχνολογιών της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Industry 4.0), σε συνδυασμό με την εφαρμογή σύγχρονων προσεγγίσεων όπως η υιοθέτηση λιτών πρακτικών παραγωγής (Lean Manufacturing Practices - LMP), έχουν μετασχηματίσει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις οργανώνουν και διαχειρίζονται τις λειτουργίες τους. Ο συνδυασμός αυτών των δύο προσεγγίσεων, γνωστός ως Lean 4.0, αποτελεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο που συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ευελιξίας και της βιωσιμότητας των οργανισμών.

Παρά το αυξανόμενο ερευνητικό ενδιαφέρον, η σχετική βιβλιογραφία τείνει να εξετάζει τις έννοιες αυτές αποσπασματικά. Ειδικότερα, η σχέση μεταξύ των πρακτικών Lean 4.0 και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης δεν έχει διερευνηθεί επαρκώς, ιδιαίτερα ως προς και τις τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας (οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική).

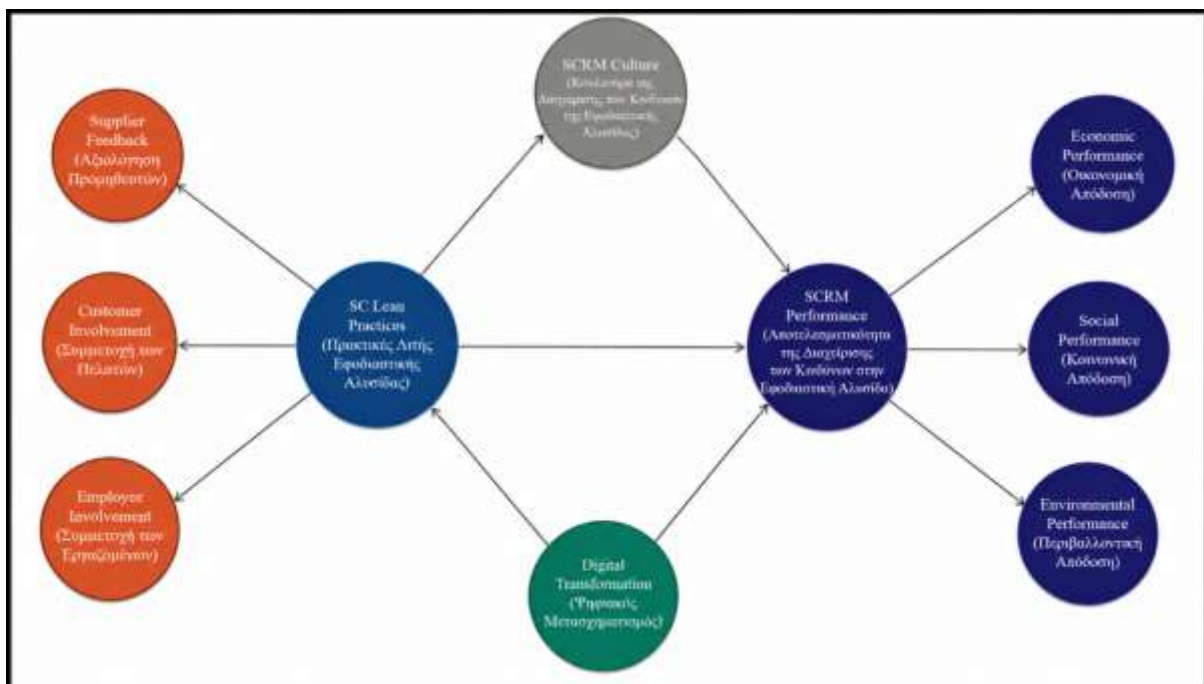
Ταυτόχρονα, η αυξανόμενη πολυπλοκότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων και η εντεινόμενη έκθεση των επιχειρήσεων σε κινδύνους καθιστούν τη διαχείριση διακινδύνευσης κρίσιμο παράγοντα για τη διασφάλιση της λειτουργικής συνέχειας και της οργανωσιακής ανθεκτικότητας. Ωστόσο, η διαχείριση κινδύνων συχνά αντιμετωπίζεται ως ένα αυτόνομο πεδίο, χωρίς να ενσωματώνεται συστηματικά στη μελέτη της βιώσιμης απόδοσης και των πρακτικών Lean 4.0.

Το ερευνητικό κενό εντοπίζεται, συνεπώς, στην απουσία μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης που να συνδυάζει τις πρακτικές Lean 4.0, τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση και τη διαχείριση κινδύνων στο ίδιο εννοιολογικό πλαίσιο. Η ανάγκη αυτή καθίσταται ακόμη πιο έντονη στον φαρμακευτικό κλάδο, ο οποίος χαρακτηρίζεται από αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο, υψηλές απαιτήσεις ποιότητας και αυξημένη επιχειρησιακή πολυπλοκότητα.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, η παρούσα εργασία επιχειρεί να διερευνήσει τον τρόπο με τον οποίο οι πρακτικές Lean 4.0 επηρεάζουν τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση των επιχειρήσεων, καθώς και τον ρόλο που διαδραματίζει η διαχείριση διακινδύνευσης στο πλαίσιο αυτό. Μέσα από την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου εννοιολογικού μοντέλου, επιδιώκεται η κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των βασικών αυτών εννοιών και η ανάδειξη των παραγόντων που συμβάλλουν στη δημιουργία ανθεκτικών και βιώσιμων επιχειρησιακών συστημάτων.

Για την οπτικοποίηση των σχέσεων μεταξύ των βασικών μεταβλητών της έρευνας, το προτεινόμενο εννοιολογικό πλαίσιο παρουσιάζεται στο Σχήμα 1.1, το οποίο απεικονίζει συνοπτικά τις βασικές μεταβλητές και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.

Σχήμα 1.1. Μοντέλο έρευνας



Σημείωση: Το μοντέλο συντέθηκε από τον συγγραφέα με βάση τα στοιχεία των Kamble et al., (2020) και Sağlam et al., (2021).

Οι κύριες ερευνητικές υποθέσεις που καθοδηγούν τη μελέτη αυτή είναι οι εξής:

Υ1: Η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα επηρεάζει θετικά τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση.

Υ2: Η αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα επηρεάζει θετικά τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση.

Υ3: Οι τεχνολογίες Industry 4.0 επηρεάζουν θετικά τις λιτές πρακτικές της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Υ4: Η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων διαμεσολαβεί στη σχέση μεταξύ των λιτών πρακτικών εφοδιαστικής αλυσίδας και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης.

Υ5: Η αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων διαμεσολαβεί στη σχέση μεταξύ των λιτών πρακτικών εφοδιαστικής αλυσίδας και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης.

Τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα αποτελούν τη βάση για τη διατύπωση των αντίστοιχων ερευνητικών υποθέσεων, οι οποίες παρουσιάζονται αναλυτικά στην Ενότητα 2.7.

1.2 Οφέλη από την εκπόνηση της έρευνας

Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει τόσο θεωρητική όσο και πρακτική συμβολή, καθώς επιχειρεί να διερευνήσει τη σχέση μεταξύ των πρακτικών Lean, των τεχνολογιών Industry 4.0, της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης και της διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Η κατανόηση των παραπάνω εννοιών και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων συμβάλλει στη διαμόρφωση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου ανάλυσης, το οποίο ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις του σύγχρονου και δυναμικού επιχειρησιακού περιβάλλοντος.

Σε πρακτικό επίπεδο, τα ευρήματα της έρευνας μπορούν να αξιοποιηθούν από τις επιχειρήσεις για τη βελτίωση της λειτουργικής τους απόδοσης και της συνολικής τους βιωσιμότητας. Ειδικότερα, η διερεύνηση του ρόλου των ψηφιακών τεχνολογιών και των πρακτικών που σχετίζονται με το Lean επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοτικότητα των διαδικασιών, οδηγώντας σε πιο στοχευμένες αποφάσεις σχετικά με επενδύσεις σε τεχνολογικές υποδομές, ανάπτυξη δεξιοτήτων ανθρώπινου δυναμικού και βελτίωση των διαδικασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Παράλληλα, η ενσωμάτωση της διάστασης της διαχείρισης κινδύνων ενισχύει την αξία της έρευνας, καθώς επιτρέπει την αναγνώριση κρίσιμων παραγόντων που επηρεάζουν την ανθεκτικότητα των οργανισμών. Μέσω της ανάλυσης των σχετικών σχέσεων, οι επιχειρήσεις μπορούν να εντοπίσουν πιθανές αδυναμίες στις λειτουργίες τους και να αναπτύξουν πιο αποτελεσματικές στρατηγικές πρόληψης και αντιμετώπισης κινδύνων.

Επιπλέον, η παρούσα εργασία συμβάλλει στη βιβλιογραφία, καθώς επιχειρεί να συνδέσει έννοιες που συχνά εξετάζονται μεμονωμένα, προτείνοντας ένα ενιαίο εννοιολογικό πλαίσιο που συνδυάζει τις πρακτικές Lean με τις τεχνολογίες Industry 4.0, τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση καθώς και τη διαχείριση κινδύνων. Το πλαίσιο αυτό μπορεί να αποτελέσει βάση για μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες και περαιτέρω εμπειρική διερεύνηση.

Τέλος, η αξιοποίηση ερωτηματολογίου και η στατιστική ανάλυση των δεδομένων δίνουν τη δυνατότητα ποσοτικοποίησης των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών της μελέτης, συμβάλλοντας στην εξαγωγή τεκμηριωμένων και αξιόπιστων συμπερασμάτων. Με τον τρόπο αυτό, η έρευνα μπορεί να λειτουργήσει όχι μόνο ως εργαλείο κατανόησης, αλλά και ως πρακτικό σημείο αναφοράς για την ανάπτυξη πιο αποδοτικών, ανθεκτικών και βιώσιμων επιχειρησιακών πρακτικών.

1.3 Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα ακολουθεί ποσοτική μεθοδολογική προσέγγιση, με στόχο τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των πρακτικών Lean 4.0, των τεχνολογιών Industry 4.0, της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης και της διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το ερευνητικό σχέδιο περιλαμβάνει την ανάπτυξη και διανομή δομημένου ερωτηματολογίου, την εμπειρική συλλογή δεδομένων από τον φαρμακευτικό κλάδο και την ανάλυσή τους με χρήση προηγμένων στατιστικών μεθόδων.

Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε με βάση τα εργαλεία μέτρησης των Kamble et al. (2020) και Sağlam et al. (2021), τα οποία έχουν δοκιμαστεί και επαληθευτεί σε προηγούμενες ερευνητικές εργασίες. Πριν από την ευρεία διανομή του, πραγματοποιήθηκε πιλοτική μελέτη με τη συμμετοχή εξειδικευμένων στελεχών του φαρμακευτικού κλάδου, με σκοπό τον έλεγχο της σαφήνειας και της καταλληλότητας των ερωτήσεων. Βάσει των παρατηρήσεων που προέκυψαν, έγιναν οι απαραίτητες διορθώσεις, ενισχύοντας την εγκυρότητα του ερευνητικού εργαλείου.

Η διανομή του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε αποκλειστικά ηλεκτρονικά, μέσω της πλατφόρμας Google Forms. Για τη συλλογή του δείγματος αξιοποιήθηκε τεχνική δειγματοληψίας χιονοστιβάδας (snowball sampling): αρχικά προσεγγίστηκαν υπεύθυνοι Ανθρώπινου Δυναμικού φαρμακευτικών εταιρειών μέσω του επαγγελματικού δικτύου LinkedIn, οι οποίοι στη συνέχεια προώθησαν το ερωτηματολόγιο σε στελέχη και προϊσταμένους των εταιρειών τους. Η συμμετοχή ήταν εθελοντική, ενώ διασφαλίστηκε πλήρως η ανωνυμία και η εμπιστευτικότητα των απαντήσεων.

Το δείγμα της έρευνας προέρχεται από τον φαρμακευτικό κλάδο, ο οποίος χαρακτηρίζεται από αυξημένες απαιτήσεις σε θέματα ποιότητας, ασφάλειας και κανονιστικής συμμόρφωσης. Το συγκεκριμένο περιβάλλον καθιστά ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα τη μελέτη των εξεταζόμενων εννοιών, καθώς οι επιχειρήσεις του κλάδου καλούνται να συνδυάσουν αποδοτικότητα, καινοτομία και αυστηρή τήρηση κανονιστικών πλαισίων.

Οι απαντήσεις καταγράφηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου το 1 αντιστοιχεί σε «Διαφωνώ Απόλυτα» και το 5 σε «Συμφωνώ Απόλυτα». Η χρήση της συγκεκριμένης κλίμακας επέτρεψε την ποσοτικοποίηση των δεδομένων και τη στατιστική τους ανάλυση.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν είναι ποσοτικά και αρχικά αναλύθηκαν με τη χρήση περιγραφικών στατιστικών μεθόδων για τη συνοπτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του δείγματος. Στη συνέχεια, για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών της έρευνας και τον έλεγχο των ερευνητικών υποθέσεων, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της μοντελοποίησης διαρθρωτικών εξισώσεων (Structural Equation Modeling – SEM), μέσω του λογισμικού SmartPLS 4.

Η προσέγγιση αυτή επιλέχθηκε λόγω της καταλληλότητας της για την ανάλυση σύνθετων ερευνητικών μοντέλων με πολλαπλές λανθάνουσες μεταβλητές, επιτρέποντας την ταυτόχρονη εκτίμηση των σχέσεων μεταξύ των εννοιών που εξετάζονται, όπως οι πρακτικές Lean 4.0, οι τεχνολογίες Industry 4.0, η διαχείριση διακινδύνευσης στην εφοδιαστική αλυσίδα και η βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση.

Μέσω της διαδικασίας αυτής επιδιώκεται η ποσοτική αποτύπωση των συσχετίσεων, καθώς και η εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων σχετικά με τον ρόλο των πρακτικών Lean 4.0 και των τεχνολογιών Industry 4.0 στη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση, καθώς και τη διαμεσολαβητική επίδραση της διαχείρισης κινδύνων.

1.4 Δομή Εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι οργανωμένη σε έξι κύρια κεφάλαια, ακολουθώντας μια λογική ροή που ξεκινά από τη θεωρητική θεμελίωση και καταλήγει στην ανάλυση των εμπειρικών ευρημάτων και τη διατύπωση προτάσεων για μελλοντική έρευνα.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εισαγωγή της μελέτης, όπου διατυπώνεται το ερευνητικό πρόβλημα, τα οφέλη από την εκπόνηση της έρευνας, η μεθοδολογία που ακολουθείται και η δομή της εργασίας.

Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, όπου αναλύονται οι βασικές θεωρητικές έννοιες που συνδέονται με το θέμα της έρευνας. Συγκεκριμένα, εξετάζεται η λιτή διοίκηση, ο ψηφιακός μετασχηματισμός και οι τεχνολογίες Industry 4.0, η έννοια του Lean 4.0, η βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση και η διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την ανάπτυξη του εννοιολογικού πλαισίου και τη διατύπωση των ερευνητικών υποθέσεων.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφεται η μεθοδολογία της έρευνας. Παρουσιάζεται το δείγμα της έρευνας, η ανάπτυξη και η δομή του ερωτηματολογίου, καθώς και η μεθοδολογία ανάλυσης των δεδομένων μέσω της μοντελοποίησης διαρθρωτικών εξισώσεων (PLS-SEM) με χρήση του λογισμικού SmartPLS 4.

Το τέταρτο κεφάλαιο εστιάζει στην ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από την εμπειρική έρευνα. Παρουσιάζονται τα ευρήματα με βάση τις απαντήσεις που συλλέχθηκαν και εξετάζεται η σχέση μεταξύ λιτών πρακτικών, ψηφιακού μετασχηματισμού, διαχείρισης κινδύνων και βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης στη φαρμακοβιομηχανία.

Στο πέμπτο κεφάλαιο διατυπώνονται τα βασικά συμπεράσματα της μελέτης, συνοψίζοντας τα ευρήματα και τη σημασία τους για τον κλάδο της φαρμακοβιομηχανίας, καθώς και οι θεωρητικές και πρακτικές συνεισφορές της έρευνας. Στο ίδιο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι περιορισμοί της παρούσας έρευνας και διατυπώνονται προτάσεις για μελλοντική έρευνα, επισημαίνοντας τα σημεία που θα μπορούσαν να διερευνηθούν περαιτέρω.

Τέλος, η εργασία ολοκληρώνεται με το έκτο κεφάλαιο, στο οποίο παρατίθεται η βιβλιογραφία που αξιοποιήθηκε κατά την εκπόνησή της, ενώ στο παράρτημα που ακολουθεί περιλαμβάνεται το ερωτηματολόγιο της έρευνας.

Κεφάλαιο 2 - Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Λιτή διοίκηση (Lean Management)

Η λιτή διοίκηση (Lean Management) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες προσεγγίσεις βελτίωσης των οργανωσιακών διαδικασιών και της επιχειρησιακής αποδοτικότητας. Εστιάζει στην αύξηση της παραγωγικότητας και της ποιότητας, μέσω της μείωσης της σπατάλης και της βελτιστοποίησης των λειτουργικών διαδικασιών. Δεν περιορίζεται σε ένα σύνολο εργαλείων, αλλά συνιστά μια ολοκληρωμένη φιλοσοφία συνεχούς βελτίωσης (Kumar et al., 2022; Aripin et al., 2023).

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η Lean διοίκηση επικεντρώνεται στη δημιουργία αξίας για τον πελάτη μέσω της αποτελεσματικής αξιοποίησης των πόρων και της εξάλειψης δραστηριοτήτων που δεν προσθέτουν αξία. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στη συστηματική ανάλυση των διαδικασιών, με στόχο τη μείωση του κόστους και τη βελτίωση της αποδοτικότητας (Kumar et al., 2022; Aripin et al., 2023). Παράλληλα, στηρίζεται σε βασικές αρχές όπως ο προσδιορισμός της αξίας, η χαρτογράφηση της ροής αξίας, η συνεχής ροή, η παραγωγή βάσει ζήτησης και η συνεχής βελτίωση (Dutta, 2024).

Η σημασία της Lean διοίκησης ενισχύεται από τις σύγχρονες επιχειρησιακές συνθήκες, όπως ο αυξημένος ανταγωνισμός και οι υψηλές απαιτήσεις ποιότητας. Η εφαρμογή της συμβάλλει στη μείωση της σπατάλης, στη βελτίωση της ροής εργασιών και στην αύξηση της παραγωγικότητας. Εμπειρικές μελέτες επιβεβαιώνουν ότι οδηγεί σε μείωση χρόνου παραγωγής, περιορισμό αποθεμάτων και βελτίωση της συνολικής απόδοσης (Dutta, 2024).

Ωστόσο, η Lean διοίκηση δεν αποτελεί απλώς ένα τεχνικό σύστημα, αλλά μια οργανωσιακή φιλοσοφία που επηρεάζει τη λειτουργία και την κουλτούρα των επιχειρήσεων. Η επιτυχής εφαρμογή της προϋποθέτει τη συμμετοχή των εργαζομένων, τη στήριξη της διοίκησης και την ανάπτυξη περιβάλλοντος συνεργασίας και συνεχούς μάθησης (Aripin et al., 2023; Kumar et al., 2022).

Τέλος, η εφαρμογή της Lean δεν είναι τυποποιημένη, αλλά προσαρμόζεται στα χαρακτηριστικά κάθε οργανισμού. Η αποτελεσματικότητά της εξαρτάται από το οργανωσιακό πλαίσιο και τις συνθήκες εφαρμογής, γεγονός που καθιστά αναγκαία τη συνεχή διερεύνηση των παραγόντων επιτυχίας της (Loenen et al., 2024).

2.1.1 Έννοια, φιλοσοφία και βασικές αρχές της λιτής διοίκησης

Η φιλοσοφία της λιτής διοίκησης βασίζεται στην αρχή ότι οι οργανισμοί μπορούν να δημιουργούν μεγαλύτερη αξία για τους πελάτες τους, μέσα από τη συστηματική βελτίωση των διαδικασιών τους και τη μείωση των δραστηριοτήτων που δεν προσθέτουν αξία. Σε αυτό το πλαίσιο, η Lean προσέγγιση εστιάζει στη βελτιστοποίηση της ροής των διαδικασιών παραγωγής και παροχής υπηρεσιών, με στόχο τη δημιουργία μεγαλύτερης αξίας χρησιμοποιώντας λιγότερους πόρους. Δίνει ιδιαίτερη έμφαση στην ανάλυση και τον ανασχεδιασμό των επιχειρησιακών διαδικασιών, ώστε να ενισχυθεί η αποδοτικότητα των οργανισμών (Kumar et al., 2022), ενώ παράλληλα επιδιώκει τη δημιουργία ενός περιβάλλοντος όπου οι διαδικασίες σχεδιάζονται με τρόπο που περιορίζει τη σπατάλη πόρων, χρόνου και ενέργειας (Aripin et al., 2023).

Κεντρικό στοιχείο της Lean φιλοσοφίας αποτελεί η έννοια της σπατάλης, η οποία αναφέρεται σε κάθε δραστηριότητα που δεν συμβάλλει στη δημιουργία αξίας για τον πελάτη. Στη βιβλιογραφία της λιτής παραγωγής, η σπατάλη ορίζεται ως κάθε ενέργεια ή διαδικασία που καταναλώνει πόρους χωρίς να αυξάνει την αξία του τελικού προϊόντος ή υπηρεσίας. Οι μορφές της περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, την υπερπαραγωγή, τις καθυστερήσεις, τις περιττές μεταφορές, την υπερβολική αποθήκευση αποθεμάτων και την παραγωγή ελαττωματικών προϊόντων. Η αναγνώριση και η μείωση αυτών των δραστηριοτήτων αποτελεί βασική προϋπόθεση για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της ποιότητας (Kumar et al., 2022), ενώ συμβάλλει και στην ενίσχυση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας των οργανισμών (Dutta, 2024).

Παράλληλα, η Lean προσέγγιση βασίζεται στην αρχή της συνεχούς βελτίωσης, η οποία αφορά τη διαρκή προσπάθεια εντοπισμού αδυναμιών και εφαρμογής διορθωτικών ενεργειών στις λειτουργικές διαδικασίες. Στο πλαίσιο αυτό, ενθαρρύνεται η συμμετοχή των εργαζομένων στον εντοπισμό προβλημάτων και στη διαμόρφωση λύσεων, ενισχύοντας τόσο την οργανωσιακή μάθηση όσο και την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών (Aripin et al., 2023).

Επιπλέον, η Lean φιλοσοφία βασίζεται σε ένα σύνολο αρχών που καθοδηγούν τη βελτίωση των διαδικασιών, όπως ο προσδιορισμός της αξίας από την οπτική του πελάτη, η χαρτογράφηση της ροής αξίας, η δημιουργία συνεχούς ροής, η παραγωγή βάσει ζήτησης και η επιδίωξη συνεχούς βελτίωσης (Dutta, 2024). Η εφαρμογή αυτών των αρχών συμβάλλει στην καλύτερη οργάνωση των διαδικασιών και στον αποτελεσματικότερο συντονισμό μεταξύ των επιμέρους λειτουργιών της επιχείρησης.

Η βιβλιογραφία επισημαίνει επίσης ότι η αποτελεσματική εφαρμογή της λιτής διοίκησης δεν εξαρτάται μόνο από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται, αλλά και από το οργανωσιακό πλαίσιο μέσα στο οποίο εφαρμόζεται. Παράγοντες όπως η δέσμευση της διοίκησης, η εκπαίδευση του προσωπικού και η ανάπτυξη κουλτούρας συνεχούς βελτίωσης επηρεάζουν σημαντικά την επιτυχία των Lean πρακτικών (Aripin et al., 2023; Dutta, 2024).

Συνεπώς, η λιτή διοίκηση αποτελεί μια δυναμική προσέγγιση, η οποία προσαρμόζεται στις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε οργανισμού και συμβάλλει στη βελτίωση της λειτουργίας και της συνολικής απόδοσής του.

2.1.2 Λιτές πρακτικές παραγωγής και εργαλεία

Η εφαρμογή της λιτής διοίκησης υποστηρίζεται από ένα σύνολο εργαλείων και πρακτικών που συμβάλλουν στην ανάλυση, τον ανασχεδιασμό και τη συνεχή βελτίωση των οργανωσιακών διαδικασιών. Τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιούνται ευρέως για τον εντοπισμό προβλημάτων στις διαδικασίες παραγωγής και λειτουργίας των επιχειρήσεων, καθώς και για την ανάπτυξη λύσεων που οδηγούν στη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ποιότητας και της συνολικής απόδοσης. Μέσω της συστηματικής εφαρμογής τους, οι οργανισμοί μπορούν να εντοπίσουν δραστηριότητες που δεν προσθέτουν αξία και να αναδιαμορφώσουν τις διαδικασίες τους, μειώνοντας τη σπατάλη πόρων και ενισχύοντας την παραγωγικότητα (Kumar et al., 2022). Παράλληλα, η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι τα εργαλεία της λιτής διοίκησης αποδίδουν καλύτερα όταν εντάσσονται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα διοίκησης που συνδυάζει τεχνικές βελτίωσης, οργανωσιακές πρακτικές και κουλτούρα συνεχούς βελτίωσης (Aripin et al., 2023). Αντίθετα, η αποσπασματική εφαρμογή μεμονωμένων εργαλείων χωρίς τη συνολική φιλοσοφία Lean συχνά περιορίζει τα αναμενόμενα οφέλη.

Μεταξύ των σημαντικότερων εργαλείων της λιτής διοίκησης περιλαμβάνονται η χαρτογράφηση της ροής αξίας (Value Stream Mapping), το σύστημα Just-in-Time, η μέθοδος Kanban και η φιλοσοφία Kaizen. Η χαρτογράφηση της ροής αξίας επιτρέπει την καταγραφή και απεικόνιση της ροής υλικών και πληροφορίας κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, διευκολύνοντας τον εντοπισμό δραστηριοτήτων που δεν δημιουργούν αξία και τον ανασχεδιασμό των διαδικασιών με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας και τη μείωση της σπατάλης (Kumar et al., 2022). Παράλληλα, προσφέρει μια συνολική εικόνα των διαδικασιών, ενισχύοντας τη διαφάνεια και τον συντονισμό μεταξύ των επιμέρους λειτουργιών (Dutta, 2024).

Το σύστημα Just-in-Time στοχεύει στη μείωση των αποθεμάτων και στη συγχρονισμένη παραγωγή σύμφωνα με τη ζήτηση, συμβάλλοντας στη μείωση του κόστους και στη βελτίωση της διαχείρισης των πόρων. Αντίστοιχα, το Kanban λειτουργεί ως εργαλείο οπτικής διαχείρισης, διευκολύνοντας τον συντονισμό των σταδίων παραγωγής και την ομαλή ροή των εργασιών, ενώ παράλληλα συμβάλλει στη βελτίωση της επικοινωνίας και στην ταχύτερη αναγνώριση προβλημάτων (Kumar et al., 2022; Dutta, 2024).

Ιδιαίτερη σημασία έχει και η φιλοσοφία Kaizen, η οποία αναφέρεται στη συνεχή βελτίωση μέσω μικρών αλλά σταθερών αλλαγών. Μέσα από αυτήν ενθαρρύνεται η ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων στον εντοπισμό προβλημάτων και στη διαμόρφωση λύσεων, ενισχύοντας την παραγωγικότητα, τη μείωση σφαλμάτων και την οργανωσιακή μάθηση (Kumar et al., 2022).

Εκτός από τα παραπάνω, χρησιμοποιούνται και άλλες πρακτικές όπως η μέθοδος 5S, η τυποποίηση διαδικασιών και η συνεχής παρακολούθηση της απόδοσης, οι οποίες συμβάλλουν στη βελτίωση της οργάνωσης, της αποδοτικότητας και της ποιότητας (Dutta, 2024).

Ωστόσο, η εφαρμογή των εργαλείων της λιτής διοίκησης δεν είναι πάντα εύκολη, καθώς συχνά απαιτεί σημαντικές αλλαγές στις καθιερωμένες διαδικασίες. Παράγοντες όπως η αντίσταση των εργαζομένων, η έλλειψη εκπαίδευσης και τα προβλήματα επικοινωνίας μπορούν να δημιουργήσουν εμπόδια. Για τον λόγο αυτό, η επιτυχής εφαρμογή τους προϋποθέτει τη στήριξη της διοίκησης και την ανάπτυξη κουλτούρας συνεργασίας και συνεχούς βελτίωσης (Kumar et al., 2022; Aripin et al., 2023).

Τέλος, η εφαρμογή της λιτής διοίκησης δεν περιορίζεται μόνο στη βιομηχανική παραγωγή, αλλά επεκτείνεται και σε κλάδους με αυστηρές κανονιστικές απαιτήσεις, όπως η φαρμακευτική βιομηχανία, όπου η βελτιστοποίηση των διαδικασιών και η αποτελεσματική αξιοποίηση των πόρων είναι κρίσιμες για τη διασφάλιση της ποιότητας και της συνολικής απόδοσης.

2.1.3 Εφαρμογή των λιτών πρακτικών στη φαρμακευτική βιομηχανία

Η εφαρμογή της λιτής διοίκησης έχει επεκταθεί τα τελευταία χρόνια και στη φαρμακευτική βιομηχανία, έναν κλάδο που χαρακτηρίζεται από αυστηρά πρότυπα ποιότητας, υψηλές κανονιστικές απαιτήσεις και σύνθετες παραγωγικές διαδικασίες. Το γεγονός αυτό διαφοροποιεί σημαντικά το πλαίσιο εφαρμογής της Lean σε σχέση με άλλους βιομηχανικούς κλάδους. Ο φαρμακευτικός τομέας λειτουργεί βάσει αυστηρών κανονιστικών πλαισίων,

όπως οι κατευθυντήριες γραμμές Good Manufacturing Practices (GMP), οι οποίες θέτουν υψηλές απαιτήσεις ποιότητας, ελέγχου των διαδικασιών παραγωγής και ιχνηλασιμότητας των προϊόντων σε όλα τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας.

Οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις καλούνται να διασφαλίσουν την ποιότητα καθώς και την ασφάλεια των προϊόντων τους, ενώ ταυτόχρονα πρέπει να διατηρούν υψηλά επίπεδα παραγωγικότητας και αποδοτικότητας. Στο πλαίσιο αυτό, η υιοθέτηση πρακτικών λιτής διοίκησης έχει αναδειχθεί ως μια σημαντική στρατηγική για τη βελτίωση των παραγωγικών διαδικασιών και την ενίσχυση της λειτουργικής αποδοτικότητας των οργανισμών που δραστηριοποιούνται στον φαρμακευτικό κλάδο (Mukherjee et al., 2024).

Η εφαρμογή πρακτικών Lean στον φαρμακευτικό κλάδο μπορεί να συμβάλει σημαντικά στη βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής και στη μείωση της σπατάλης πόρων. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνονται και από εμπειρικές μελέτες στον φαρμακευτικό τομέα, όπου η εφαρμογή Lean και Lean Six Sigma πρακτικών έχει οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στην αποδοτικότητα των διαδικασιών, στη μείωση των σφαλμάτων και στη βελτίωση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων (Byrne et al., 2021; Ramosda Silva et al., 2023). Παράλληλα, η εφαρμογή της λιτής διοίκησης συνδέεται με τη μετάβαση από μεμονωμένα έργα βελτίωσης σε πιο ολοκληρωμένες στρατηγικές εφαρμογής, ενισχύοντας τη συνολική λειτουργία των οργανισμών στον φαρμακευτικό κλάδο (Robertsone & Markova, 2022).

Μέσω της συστηματικής ανάλυσης των παραγωγικών διαδικασιών, οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις μπορούν να εντοπίσουν δραστηριότητες που δεν προσθέτουν αξία και να αναπτύξουν λύσεις που οδηγούν στη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ποιότητας των προϊόντων. Η υιοθέτηση εργαλείων της λιτής διοίκησης, όπως η χαρτογράφηση της ροής αξίας, τα συστήματα οπτικής διαχείρισης και οι πρακτικές συνεχούς βελτίωσης, επιτρέπει στους οργανισμούς να ανασχεδιάζουν τις παραγωγικές τους διαδικασίες και να μειώνουν τις καθυστερήσεις και τα λειτουργικά σφάλματα (Kumar et al., 2022).

Εμπειρικές μελέτες δείχνουν ότι η υιοθέτηση πρακτικών Lean μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της επιχειρησιακής απόδοσης των φαρμακευτικών επιχειρήσεων, ιδιαίτερα σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή φαρμακευτικών προϊόντων και εξαρτημάτων. Η ετοιμότητα των οργανισμών για την υιοθέτηση Lean πρακτικών επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η διαχείριση της σπατάλης, η αποτελεσματικότητα των διαδικασιών και οι δείκτες απόδοσης των οργανισμών. Παράλληλα, η οργανωσιακή κουλτούρα, η υποστήριξη της διοίκησης και η εκπαίδευση του

ανθρώπινου δυναμικού αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την επιτυχή εφαρμογή των Lean πρακτικών στη φαρμακευτική βιομηχανία (Mukherjee et al., 2024).

Επιπλέον, πρόσφατες μελέτες υποδεικνύουν ότι η εφαρμογή της λιτής διοίκησης στη φαρμακευτική βιομηχανία συνδέεται συχνά με τη χρήση συμπληρωματικών πρακτικών βελτίωσης της παραγωγής, όπως η συνδυαστική εφαρμογή Lean Manufacturing και Total Productive Maintenance (TPM). Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει στους οργανισμούς να αναβαθμίσουν την αποτελεσματικότητα του εξοπλισμού παραγωγής και να αυξήσουν τον δείκτη Overall Equipment Effectiveness (OEE), συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση της συνολικής παραγωγικής απόδοσης των επιχειρήσεων (Saenagri et al., 2023).

Παράλληλα, η σύγχρονη βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι οι πρακτικές λιτής διοίκησης συνδέονται όλο και περισσότερο με την αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών και εργαλείων ανάλυσης δεδομένων. Η ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών στις πρακτικές Lean επιτρέπει στους οργανισμούς να παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο την απόδοση των παραγωγικών διαδικασιών, να εντοπίζουν γρήγορα προβλήματα στη ροή της παραγωγής και να λαμβάνουν πιο αποτελεσματικές αποφάσεις για τη βελτίωση των λειτουργιών τους (Dutta, 2024).

Στο πλαίσιο αυτό, η συνδυαστική εφαρμογή των αρχών της λιτής διοίκησης και των ψηφιακών τεχνολογιών έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων βελτίωσης των οργανωσιακών διαδικασιών, οι οποίες συχνά αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως Lean 4.0. Οι προσεγγίσεις αυτές αξιοποιούν τεχνολογίες όπως τα συστήματα ανάλυσης δεδομένων, οι αυτοματοποιημένες διαδικασίες παραγωγής και τα ψηφιακά συστήματα παρακολούθησης των λειτουργιών, με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της ευελιξίας των επιχειρήσεων (Dutta, 2024).

Συνεπώς, η εφαρμογή της λιτής διοίκησης στη φαρμακευτική βιομηχανία δεν περιορίζεται μόνο στη βελτίωση των παραγωγικών διαδικασιών, αλλά συνδέεται ολοένα και περισσότερο με τη συνολική οργανωσιακή στρατηγική και την αξιοποίηση προηγμένων τεχνολογικών λύσεων. Η εξέλιξη αυτή αναδεικνύει την ανάγκη συνδυασμού των αρχών της λιτής διοίκησης με τις σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες, οδηγώντας στη διαμόρφωση νέων προσεγγίσεων, όπως το Lean 4.0. Στο πλαίσιο αυτό, η σύνδεση Lean και ψηφιακού μετασχηματισμού θέτει τη βάση για την περαιτέρω ανάλυση του ρόλου των ψηφιακών τεχνολογιών στις επιχειρήσεις, η οποία εξετάζεται στην επόμενη ενότητα.

2.2 Ψηφιακός μετασχηματισμός στις επιχειρήσεις

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός συνιστά μία από τις πλέον καθοριστικές εξελίξεις στο σύγχρονο επιχειρηματικό τοπίο, καθώς επαναπροσδιορίζει σε βάθος τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις οργανώνουν τις λειτουργίες τους, παράγουν αξία και διεκδικούν θέση στις αγορές. Η ταχεία ανάπτυξη ψηφιακών τεχνολογιών, όπως το διαδίκτυο των πραγμάτων (Internet of Things), τα μεγάλα δεδομένα (Big Data), το υπολογιστικό νέφος (Cloud Computing) και η τεχνητή νοημοσύνη, έχει μεταβάλει σημαντικά τις επιχειρησιακές διαδικασίες και τα επιχειρηματικά μοντέλα των οργανισμών. Οι εξελίξεις αυτές οδηγούν τις επιχειρήσεις στην ανάγκη προσαρμογής των στρατηγικών τους, αξιοποιώντας ψηφιακά εργαλεία προκειμένου να παραμείνουν ανταγωνιστικές (Kraus et al., 2022).

Σύμφωνα με τη σύγχρονη βιβλιογραφία, ο ψηφιακός μετασχηματισμός δεν περιορίζεται στην υιοθέτηση νέων τεχνολογιών, αλλά αποτελεί μια ευρύτερη διαδικασία οργανωσιακού μετασχηματισμού που επηρεάζει τη στρατηγική, τις διαδικασίες και τα επιχειρηματικά μοντέλα των επιχειρήσεων. Μέσα από αυτή τη διαδικασία, οι οργανισμοί δημιουργούν νέες μορφές αξίας για τους πελάτες και επαναπροσδιορίζουν τον τρόπο με τον οποίο αλληλεπιδρούν με το επιχειρηματικό τους περιβάλλον (Verhoef et al., 2021).

Παράλληλα, ο ψηφιακός μετασχηματισμός συμβάλλει στη δημιουργία νέων επιχειρηματικών ευκαιριών και στην ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών. Μέσω της αξιοποίησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, οι επιχειρήσεις μπορούν να βελτιώσουν τη λήψη αποφάσεων και να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των λειτουργιών τους. Επιπλέον, η βιβλιογραφία δείχνει ότι επηρεάζει άμεσα την επιχειρησιακή απόδοση, ενισχύοντας την καλύτερη αξιοποίηση των πόρων και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων (Wei & Shen, 2025). Ταυτόχρονα, συμβάλλει στην ενίσχυση της ευελιξίας των επιχειρήσεων και στη βελτίωση της διαχείρισης στρατηγικών κινδύνων (Saleh & Saad, 2023), ενώ προάγει και την οργανωσιακή ανθεκτικότητα μέσω της μάθησης και της καινοτομίας (Awad & Martín-Rojas, 2024).

Στο πλαίσιο αυτό, ιδιαίτερη σημασία αποκτούν οι τεχνολογίες της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Industry 4.0), οι οποίες επιτρέπουν τη δημιουργία διασυνδεδεμένων και ευφυών συστημάτων παραγωγής. Τεχνολογίες όπως το Internet of Things (IoT), τα Big Data Analytics και το Cloud Computing επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, παρέχοντας στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα να παρακολουθούν και να

βελτιστοποιούν τις διαδικασίες τους με μεγαλύτερη ακρίβεια. Με τον τρόπο αυτό, ενισχύεται η αποδοτικότητα και η συνολική ανταγωνιστικότητα των οργανισμών (Kamble et al., 2020).

2.2.1 Έννοια και στρατηγική διάσταση

Το ζήτημα του ψηφιακού μετασχηματισμού έχει συγκεντρώσει αυξημένο ερευνητικό ενδιαφέρον τα τελευταία χρόνια, στο βαθμό που οι επιχειρήσεις αναζητούν τρόπους να αξιοποιήσουν τις δυνατότητες των ψηφιακών τεχνολογιών με στόχο την ενίσχυση της αποδοτικότητας και της ανταγωνιστικής τους θέσης. Ως έννοια, ο ψηφιακός μετασχηματισμός περιγράφει τη διαδικασία ολοκληρωμένης ενσωμάτωσης ψηφιακών τεχνολογιών στο σύνολο των επιχειρησιακών λειτουργιών, με αποτέλεσμα τη ριζική αναδιαμόρφωση του τρόπου παραγωγής και απόδοσης αξίας. (Verhoef et al., 2021).

Στη σχετική βιβλιογραφία γίνεται διάκριση μεταξύ τριών συναφών εννοιών: της ψηφιοποίησης (digitization), της ψηφιακοποίησης (digitalization) και του ψηφιακού μετασχηματισμού (digital transformation). Η ψηφιοποίηση αφορά τη μετατροπή αναλογικών πληροφοριών σε ψηφιακή μορφή, η ψηφιακοποίηση σχετίζεται με τη βελτίωση υφιστάμενων διαδικασιών μέσω τεχνολογιών, ενώ ο ψηφιακός μετασχηματισμός περιλαμβάνει βαθύτερες αλλαγές που επηρεάζουν το επιχειρηματικό μοντέλο και τη στρατηγική των επιχειρήσεων (Verhoef et al., 2021).

Η στρατηγική διάσταση του ψηφιακού μετασχηματισμού είναι ιδιαίτερα σημαντική, καθώς η επιτυχής υλοποίησή του απαιτεί τη διαμόρφωση μιας ολοκληρωμένης ψηφιακής στρατηγικής. Οι επιχειρήσεις καλούνται να επενδύσουν σε τεχνολογίες, να αναπτύξουν νέες ικανότητες και να προσαρμόσουν τις διαδικασίες τους στις απαιτήσεις της ψηφιακής οικονομίας. Παράγοντες όπως η οργανωσιακή κουλτούρα, οι δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού και η ικανότητα αξιοποίησης δεδομένων επηρεάζουν σημαντικά την επιτυχία των σχετικών πρωτοβουλιών.

2.2.2 Ο ρόλος του ψηφιακού μετασχηματισμού στις επιχειρήσεις

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός επηρεάζει σημαντικά την απόδοση των επιχειρήσεων, καθώς συμβάλλει στη βελτίωση της παραγωγικότητας, στη μείωση του λειτουργικού κόστους και στην αποτελεσματικότερη λειτουργία των οργανισμών. Παράλληλα, επιτρέπει τη λήψη πιο τεκμηριωμένων αποφάσεων μέσω της αξιοποίησης δεδομένων και ψηφιακών εργαλείων (Wei & Shen, 2025).

Ταυτόχρονα, ενισχύει την ευελιξία των επιχειρήσεων και τη δυνατότητά τους να προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες, συμβάλλοντας στη διαχείριση στρατηγικών

κινδύνων (Saleh & Saad, 2023). Η πρόσβαση σε δεδομένα σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει στους οργανισμούς να αντιδρούν πιο γρήγορα στις αλλαγές της αγοράς και να διατηρούν τη λειτουργική τους σταθερότητα.

Επιπλέον, ο ψηφιακός μετασχηματισμός συμβάλλει στην ανάπτυξη οργανωσιακής ανθεκτικότητας, καθώς ενισχύει τη μάθηση και την καινοτομία, στοιχεία που είναι κρίσιμα για τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των επιχειρήσεων (Awad & Martín-Rojas, 2024). Η σημασία αυτή γίνεται ιδιαίτερα εμφανής σε περιόδους κρίσεων, όπου οι ψηφιακά ώριμοι οργανισμοί μπορούν να προσαρμοστούν πιο αποτελεσματικά.

Τέλος, η αξιοποίηση των τεχνολογιών της Industry 4.0 ενισχύει περαιτέρω τη δυνατότητα των επιχειρήσεων να βελτιστοποιούν τις διαδικασίες τους και να ενισχύουν τη συνολική τους ανταγωνιστικότητα (Kamble et al., 2020).

Αξίζει να αναφερθεί ότι, στη φαρμακευτική βιομηχανία, ο ψηφιακός μετασχηματισμός αποκτά ιδιαίτερη σημασία λόγω των αυστηρών κανονιστικών απαιτήσεων, της ανάγκης διασφάλισης της ποιότητας και της πολυπλοκότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών συμβάλλει στη βελτίωση της ιχνηλασιμότητας των προϊόντων, στην αποτελεσματικότερη παρακολούθηση των παραγωγικών διαδικασιών και στην ενίσχυση της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων. Παράλληλα, ενισχύει την ευελιξία και την ανθεκτικότητα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων, συμβάλλοντας στη διατήρηση της ανταγωνιστικότητάς τους σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον (Verhoef et al., 2021; Tetteh-Caesar et al., 2024).

Η εξέλιξη αυτή της ψηφιακής διάστασης θέτει το έδαφος για την ανάπτυξη της Industry 4.0, της οποίας η έννοια και οι τεχνολογίες αναλύονται στην επόμενη ενότητα.

2.3 Industry 4.0 και έξυπνες τεχνολογίες

Η έννοια της Industry 4.0 έχει αναδειχθεί ως βασικός παράγοντας του σύγχρονου ψηφιακού μετασχηματισμού των επιχειρήσεων, καθώς συνδέεται με την αξιοποίηση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών και τη δημιουργία έξυπνων παραγωγικών συστημάτων. Η εξέλιξη αυτή μεταβάλλει ουσιαστικά τον τρόπο οργάνωσης και λειτουργίας των παραγωγικών διαδικασιών, δημιουργώντας νέες προκλήσεις αλλά και σημαντικές ευκαιρίες για τις επιχειρήσεις.

2.3.1 Έννοια Industry 4.0

Η έννοια της Industry 4.0 αναφέρεται στην τέταρτη βιομηχανική επανάσταση και σχετίζεται με τον εκτεταμένο ψηφιακό μετασχηματισμό των βιομηχανικών συστημάτων και των

επιχειρησιακών διαδικασιών. Η εξέλιξη αυτή βασίζεται στη σύγκλιση ψηφιακών, φυσικών και υπολογιστικών τεχνολογιών, οι οποίες επιτρέπουν τη δημιουργία έξυπνων και διασυνδεδεμένων συστημάτων παραγωγής (Frank et al., 2019). Στο πλαίσιο αυτό, οι σύγχρονες βιομηχανίες αξιοποιούν τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών προκειμένου να συλλέγουν, να επεξεργάζονται και να αναλύουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που οδηγεί στη βελτίωση της αποδοτικότητας και της ευελιξίας των παραγωγικών διαδικασιών.

Η Industry 4.0 θεωρείται συνέχεια των προηγούμενων βιομηχανικών επαναστάσεων. Η πρώτη βιομηχανική επανάσταση χαρακτηρίστηκε από τη χρήση της ατμομηχανής και την εισαγωγή της μηχανικής παραγωγής, ενώ η δεύτερη συνδέθηκε με τη χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας και τη μαζική παραγωγή μέσω γραμμών συναρμολόγησης. Στη συνέχεια, η τρίτη βιομηχανική επανάσταση βασίστηκε στην ανάπτυξη των υπολογιστών και στην αυτοματοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών. Αντίθετα, η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση επικεντρώνεται στην πλήρη ψηφιοποίηση των παραγωγικών συστημάτων και στη διασύνδεση φυσικών και ψηφιακών υποδομών μέσω προηγμένων τεχνολογιών (Folgado et al., 2024).

Στο περιβάλλον της Industry 4.0, οι επιχειρήσεις αξιοποιούν τεχνολογίες όπως το Internet of Things, τα συστήματα αυτοματοποίησης, η τεχνητή νοημοσύνη και οι υπολογιστικές πλατφόρμες νέφους, προκειμένου να δημιουργήσουν έξυπνα συστήματα παραγωγής που λειτουργούν με υψηλό βαθμό αυτονομίας και διασύνδεσης. Η ενσωμάτωση αυτών των τεχνολογιών επιτρέπει την ανάπτυξη κυβερνο-φυσικών συστημάτων, τα οποία συνδυάζουν φυσικές διεργασίες με ψηφιακές υποδομές και προηγμένους αλγορίθμους ανάλυσης δεδομένων (Folgado et al., 2024).

Η εφαρμογή της Industry 4.0 έχει σημαντικές επιπτώσεις στη λειτουργία των επιχειρήσεων και στη δομή των παραγωγικών συστημάτων. Οι οργανισμοί που υιοθετούν τις τεχνολογίες της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης μπορούν να βελτιώσουν την ανταγωνιστικότητά τους, να αυξήσουν την αποδοτικότητα των διαδικασιών τους και να ανταποκριθούν αποτελεσματικότερα στις συνεχώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις της αγοράς (Govindan & Arampatzis, 2023).

Παράλληλα, η Industry 4.0 συνδέεται άμεσα με τον ψηφιακό μετασχηματισμό των επιχειρήσεων, καθώς η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών μεταβάλλει τον τρόπο με τον οποίο οι οργανισμοί σχεδιάζουν, υλοποιούν και διαχειρίζονται τις παραγωγικές και

επιχειρησιακές διαδικασίες. Η μετάβαση προς ένα πλήρως ψηφιοποιημένο παραγωγικό περιβάλλον επιτρέπει την αυτοματοποίηση πολλών λειτουργιών, τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και τη λήψη αποφάσεων με βάση δεδομένα σε πραγματικό χρόνο (Islam et al., 2024).

Επιπλέον, η Industry 4.0 επηρεάζει σημαντικά και τον φαρμακευτικό κλάδο, καθώς η υιοθέτηση ψηφιακών τεχνολογιών μπορεί να μετασχηματίσει τον τρόπο παραγωγής και ελέγχου της ποιότητας των φαρμακευτικών προϊόντων. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως το Internet of Things, η ρομποτική και τα προηγμένα συστήματα ανάλυσης δεδομένων επιτρέπει τη δημιουργία πιο ευέλικτων και αποδοτικών συστημάτων παραγωγής φαρμάκων, τα οποία μπορούν να λειτουργούν με υψηλότερα επίπεδα αυτοματοποίησης και ακρίβειας (Arden et al., 2021).

Στο πλαίσιο αυτό, η Industry 4.0 βασίζεται σε ένα σύνολο προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών που υποστηρίζουν τη λειτουργία των έξυπνων παραγωγικών συστημάτων (Kamble et al., 2020). Ωστόσο, η εφαρμογή της Industry 4.0 δεν είναι ομοιόμορφη σε όλους τους κλάδους, καθώς εξαρτάται από το επίπεδο τεχνολογικής ωριμότητας και τις επενδυτικές δυνατότητες των οργανισμών.

2.3.2 Έξυπνες τεχνολογίες

Η ανάπτυξη της Industry 4.0 βασίζεται στην αξιοποίηση ενός συνόλου προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών που επιτρέπουν τη δημιουργία έξυπνων, αυτοματοποιημένων και διασυνδεδεμένων παραγωγικών συστημάτων. Οι τεχνολογίες αυτές αποτελούν τον βασικό τεχνολογικό πυρήνα της Industry 4.0, καθώς επιτρέπουν τη διασύνδεση συστημάτων, τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων και την αυτοματοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών. Μέσω της αξιοποίησής τους καθίσταται δυνατή η συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, η βελτίωση της παραγωγικής αποδοτικότητας και η δημιουργία πιο ευέλικτων επιχειρησιακών μοντέλων (Frank et al., 2019; Folgado et al., 2024).

Ανάμεσα στις πλέον σημαντικές τεχνολογίες της Industry 4.0 ξεχωρίζει η υπολογιστική νέφος (Cloud Computing), η οποία καθιστά εφικτή την αποθήκευση και διαχείριση μεγάλων όγκων δεδομένων μέσω διαδικτυακών υποδομών. Η αξιοποίησή της προσφέρει στις επιχειρήσεις τη δυνατότητα πρόσβασης σε δεδομένα και εφαρμογές ανεξαρτήτως τοποθεσίας, ενισχύοντας κατ' αυτόν τον τρόπο τη συνεργασία και τη ροή πληροφοριών μεταξύ των επιμέρους τμημάτων τους. (Frank et al., 2019).

Εξίσου σημαντική είναι η τεχνολογία των μεγάλων δεδομένων (Big Data), η οποία αφορά τη συλλογή, αποθήκευση και ανάλυση μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων που παράγονται από τις επιχειρησιακές δραστηριότητες και τα συστήματα παραγωγής. Μέσω προηγμένων τεχνικών ανάλυσης δεδομένων, οι οργανισμοί μπορούν να αποκτούν πολύτιμες πληροφορίες για τη λειτουργία των διαδικασιών τους και να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις (Frank et al., 2019).

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things – IoT) αποτελεί επίσης βασικό στοιχείο της Industry 4.0, καθώς επιτρέπει τη διασύνδεση συσκευών, μηχανών και συστημάτων μέσω αισθητήρων και δικτύων επικοινωνίας. Οι συσκευές αυτές μπορούν να συλλέγουν και να ανταλλάσσουν δεδομένα μεταξύ τους, επιτρέποντας την παρακολούθηση και τον έλεγχο των παραγωγικών διαδικασιών σε πραγματικό χρόνο (Ashima et al., 2021).

Μια ακόμη σημαντική τεχνολογία της Industry 4.0 είναι η προσθετική κατασκευή (Additive Manufacturing) ή αλλιώς τρισδιάστατη εκτύπωση (3D printing). Η τεχνολογία αυτή βασίζεται στη δημιουργία αντικειμένων μέσω της σταδιακής προσθήκης υλικού σε διαδοχικά στρώματα, επιτρέποντας την παραγωγή πολύπλοκων δομών με υψηλό βαθμό ακρίβειας και προσαρμογής στις ανάγκες των χρηστών (Ashima et al., 2021).

Παράλληλα, τα ρομποτικά συστήματα (Robotic Systems) διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην αυτοματοποίηση των παραγωγικών διαδικασιών. Η χρήση προηγμένων ρομποτικών τεχνολογιών επιτρέπει την εκτέλεση σύνθετων εργασιών με υψηλή ακρίβεια και ταχύτητα, μειώνοντας ταυτόχρονα το ανθρώπινο σφάλμα και βελτιώνοντας την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων (Folgado et al., 2024).

Τέλος, η επαυξημένη πραγματικότητα (Augmented Reality – AR) αποτελεί μια αναδυόμενη τεχνολογία που χρησιμοποιείται ολοένα και περισσότερο σε βιομηχανικά περιβάλλοντα. Μέσω της ενσωμάτωσης ψηφιακών πληροφοριών στον πραγματικό κόσμο, η τεχνολογία αυτή μπορεί να υποστηρίξει διαδικασίες εκπαίδευσης προσωπικού, συντήρησης εξοπλισμού και αλληλεπίδρασης με πελάτες, συμβάλλοντας στη βελτίωση της αποδοτικότητας των επιχειρησιακών διαδικασιών (Folgado et al., 2024).

2.3.3 Industry 4.0 στη φαρμακευτική βιομηχανία

Η εφαρμογή των τεχνολογιών της Industry 4.0 επηρεάζει σημαντικά τη λειτουργία πολλών βιομηχανικών κλάδων, μεταξύ των οποίων και η φαρμακευτική βιομηχανία. Ο φαρμακευτικός τομέας χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα αυστηρές απαιτήσεις ποιότητας, ασφάλειας και κανονιστικής συμμόρφωσης, γεγονός που καθιστά την υιοθέτηση προηγμένων

τεχνολογιών ιδιαίτερα σημαντική για τη βελτίωση της αποδοτικότητας και της αξιοπιστίας των παραγωγικών διαδικασιών (Arden et al., 2021). Παρά τα πλεονεκτήματα, η υιοθέτηση των τεχνολογιών αυτών στον φαρμακευτικό κλάδο είναι συχνά πιο σύνθετη σε σχέση με άλλους κλάδους, λόγω των αυστηρών κανονιστικών απαιτήσεων.

Η Industry 4.0 επιτρέπει τη δημιουργία έξυπνων και πλήρως διασυνδεδεμένων συστημάτων παραγωγής φαρμακευτικών προϊόντων, στα οποία οι μηχανές, τα πληροφοριακά συστήματα και οι παραγωγικές διαδικασίες επικοινωνούν μεταξύ τους σε πραγματικό χρόνο. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως το Internet of Things, η τεχνητή νοημοσύνη, τα ρομποτικά συστήματα και οι προηγμένες υπολογιστικές πλατφόρμες συμβάλλει στη βελτίωση της παρακολούθησης των διαδικασιών παραγωγής και στην καλύτερη διαχείριση των δεδομένων που παράγονται κατά τη διάρκεια της παραγωγής (Arden et al., 2021).

Μέσω της αξιοποίησης αυτών των τεχνολογιών, οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις μπορούν να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που επιτρέπει την ταχύτερη ανίχνευση πιθανών προβλημάτων κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Παράλληλα, η ανάλυση δεδομένων μπορεί να συμβάλει στην πρόβλεψη πιθανών αστοχιών εξοπλισμού ή αποκλίσεων στην ποιότητα των προϊόντων, ενισχύοντας έτσι την ασφάλεια και την αξιοπιστία της παραγωγής (Arden et al., 2021).

Επιπλέον, η εφαρμογή της Industry 4.0 στη φαρμακευτική παραγωγή συνδέεται με την ανάπτυξη πιο ευέλικτων και αυτοματοποιημένων συστημάτων παραγωγής. Η χρήση αυτοματοποιημένων γραμμών παραγωγής και ρομποτικών συστημάτων μπορεί να μειώσει τα ανθρώπινα σφάλματα και να αυξήσει την ακρίβεια των διαδικασιών παραγωγής. Ταυτόχρονα, η ψηφιοποίηση των διαδικασιών παραγωγής επιτρέπει την καλύτερη ιχνηλασιμότητα των προϊόντων και τη βελτίωση της συμμόρφωσης με τις κανονιστικές απαιτήσεις του κλάδου (Frank et al., 2019).

Ωστόσο, παρά τα αδιαμφισβήτητα οφέλη που απορρέουν από την Industry 4.0, η υιοθέτησή της στον φαρμακευτικό κλάδο δεν είναι απαλλαγμένη από προκλήσεις. Η στροφή προς ψηφιοποιημένα μοντέλα παραγωγής προϋποθέτει υψηλές επενδύσεις σε τεχνολογικές υποδομές, εξειδικευμένο προσωπικό και αναδιοργάνωση των επιχειρησιακών διαδικασιών. Παράλληλα, οι επιχειρήσεις του κλάδου αντιμετωπίζουν πρόσθετες πιέσεις που αφορούν στην προστασία των δεδομένων, στη συμβατότητα των νέων τεχνολογιών με τα υφιστάμενα συστήματα και στη συμμόρφωση με το ιδιαίτερα αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο του φαρμακευτικού τομέα. (Govindan & Arampatzis, 2023).

Πέρα από τον φαρμακευτικό κλάδο, η ανάπτυξη των τεχνολογιών της Industry 4.0 επηρεάζει ευρύτερα τον τρόπο με τον οποίο οργανώνονται και διαχειρίζονται οι παραγωγικές και επιχειρησιακές διαδικασίες στις σύγχρονες επιχειρήσεις. Η αξιοποίηση ψηφιακών τεχνολογιών, όπως το Internet of Things, τα Big Data και τα συστήματα αυτοματοποίησης, δημιουργεί νέες δυνατότητες για τη βελτίωση της αποδοτικότητας, της ευελιξίας και της ποιότητας των παραγωγικών διαδικασιών. Στο πλαίσιο αυτό, οι τεχνολογίες της Industry 4.0 συνδυάζονται ολόένα και περισσότερο με καθιερωμένες πρακτικές διοίκησης παραγωγής, όπως οι αρχές της λιτής διοίκησης (Lean), οδηγώντας στην ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων διαχείρισης των επιχειρησιακών διαδικασιών. Η εξέλιξη αυτή έχει οδηγήσει στη διαμόρφωση της έννοιας του Lean 4.0, η οποία εξετάζεται στο επόμενο κεφάλαιο.

Η εξέλιξη αυτή της ψηφιακής διάστασης θέτει το έδαφος για την ανάπτυξη της Industry 4.0, της οποίας η έννοια και οι τεχνολογίες αναλύονται στην επόμενη ενότητα.

2.4 Lean 4.0

Η ραγδαία εξέλιξη των ψηφιακών τεχνολογιών στο πλαίσιο της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης έχει επηρεάσει σημαντικά τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις οργανώνουν και διαχειρίζονται τις λειτουργικές τους διαδικασίες. Στο νέο αυτό περιβάλλον, οι παραδοσιακές προσεγγίσεις βελτίωσης διαδικασιών, όπως η λιτή φιλοσοφία (Lean), καλούνται να προσαρμοστούν και να ενσωματώσουν τις δυνατότητες που προσφέρουν οι σύγχρονες ψηφιακές τεχνολογίες. Η σύγκλιση αυτών των δύο προσεγγίσεων έχει οδηγήσει στην εμφάνιση της έννοιας του Lean 4.0, η οποία συνδυάζει τις αρχές της συνεχούς βελτίωσης και της εξάλειψης της σπατάλης με τεχνολογίες όπως το Internet of Things (IoT), τα Big Data, η τεχνητή νοημοσύνη και τα κυβερνοφυσικά συστήματα (Moraes et al., 2023; Rossini et al., 2019).

Το Lean 4.0 αποτελεί μια εξελικτική μορφή της λιτής φιλοσοφίας, όπου οι ψηφιακές τεχνολογίες αξιοποιούνται για την ενίσχυση της αποδοτικότητας των διαδικασιών, τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων και την αύξηση της διαφάνειας σε ολόκληρη την παραγωγική και εφοδιαστική αλυσίδα. Μέσα από την αξιοποίηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και την αυξημένη διασυνδεσιμότητα των συστημάτων, οι οργανισμοί μπορούν να εντοπίζουν πιο αποτελεσματικά τις πηγές σπατάλης και να επιτυγχάνουν υψηλότερα επίπεδα λειτουργικής απόδοσης (Mahdavisharif et al., 2022; Rossi et al., 2022).

Παράλληλα, η βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι η ενσωμάτωση των αρχών Lean με τις τεχνολογίες Industry 4.0 μπορεί να δημιουργήσει σημαντικές συνέργειες για τις επιχειρήσεις,

οδηγώντας σε βελτιώσεις στην παραγωγικότητα, την ποιότητα και την ευελιξία των λειτουργιών τους (Komkowsk et al., 2025). Επιπλέον, μελέτες που βασίζονται σε περιπτώσεις εφαρμογής στον φαρμακευτικό κλάδο δείχνουν ότι η προσέγγιση Lean 4.0 μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στη λειτουργική απόδοση και στη μείωση της σπατάλης, αν και η εφαρμογή της συνοδεύεται από προκλήσεις που σχετίζονται με την ενσωμάτωση των τεχνολογιών και την ανάπτυξη κατάλληλων δεξιοτήτων (Tetteh-Caesar et al., 2024).

2.4.1 Έννοια και χαρακτηριστικά

Τα τελευταία χρόνια, η έννοια του Lean 4.0 έχει αναδειχθεί ως μια σύγχρονη προσέγγιση στη διοίκηση λειτουργιών, η οποία προκύπτει από τη σύγκλιση των αρχών της λιτής παραγωγής (Lean) με τις τεχνολογίες της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης (Industry 4.0). Η εξέλιξη αυτή αντανakλά τις σημαντικές αλλαγές στο βιομηχανικό και επιχειρησιακό περιβάλλον, όπου η ψηφιοποίηση, η αυτοματοποίηση και η διασύνδεση των παραγωγικών συστημάτων έχουν μετασχηματίσει τον τρόπο με τον οποίο οι οργανισμοί οργανώνουν και διαχειρίζονται τις λειτουργίες τους.

Στο πλαίσιο αυτό, το Lean 4.0 αναδύεται ως μία υβριδική προσέγγιση που ενοποιεί θεμελιώδεις αρχές της λιτής φιλοσοφίας —όπως η μείωση της σπατάλης, η συνεχής βελτίωση και ο προσανατολισμός στην αξία για τον πελάτη— με τις δυνατότητες σύγχρονων ψηφιακών τεχνολογιών, όπως το Internet of Things (IoT), τα Big Data, η τεχνητή νοημοσύνη και τα κυβερνοφυσικά συστήματα (Rossini et al., 2019; Moraes et al., 2023). Μέσα από αυτή τη σύνθεση, το Lean 4.0 αξιοποιεί τις ψηφιακές τεχνολογίες ως μοχλό βελτίωσης της λειτουργικής αποδοτικότητας και ενίσχυσης της ποιότητας των επιχειρησιακών αποφάσεων.

Η ανάπτυξη του Lean 4.0 βασίζεται στην ιδέα ότι οι τεχνολογίες Industry 4.0 μπορούν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των παραδοσιακών Lean πρακτικών. Στην κλασική προσέγγιση, η βελτίωση των διαδικασιών βασίζεται στην ανάλυση των ροών εργασίας και στον εντοπισμό σπατάλης, ενώ με την ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών οι οργανισμοί αποκτούν τη δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας πιο ακριβή παρακολούθηση και ταχύτερη αναγνώριση προβλημάτων (Mahdavishtarif et al., 2022). Με τον τρόπο αυτό, οι αποφάσεις δεν βασίζονται μόνο στην εμπειρία, αλλά υποστηρίζονται από δεδομένα.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό του Lean 4.0 είναι η ενίσχυση των παραδοσιακών εργαλείων της λιτής διοίκησης μέσω ψηφιακών τεχνολογιών. Πρακτικές όπως η χαρτογράφηση ροής

αξίας (Value Stream Mapping), το Kanban και το Just-in-Time μπορούν να υποστηριχθούν από συστήματα που επιτρέπουν την αυτοματοποιημένη συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Για παράδειγμα, αισθητήρες και συστήματα IoT παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία των μηχανών και τη ροή των υλικών, συμβάλλοντας στη βελτίωση της αποδοτικότητας και στη μείωση καθυστερήσεων (Rossi et al., 2022).

Παράλληλα, το Lean 4.0 ενισχύει τη διασύνδεση των συστημάτων και τη διαθεσιμότητα της πληροφορίας. Στο περιβάλλον της Industry 4.0, μηχανές, πληροφοριακά συστήματα και άνθρωποι πόροι συνδέονται μέσω ψηφιακών πλατφορμών, δημιουργώντας ένα ενιαίο λειτουργικό σύστημα στο οποίο η πληροφορία διακινείται σε πραγματικό χρόνο. Η διασύνδεση αυτή διευκολύνει την παρακολούθηση των διαδικασιών, την ταχύτερη αντιμετώπιση προβλημάτων και τη βελτίωση της συνεργασίας μεταξύ των επιμέρους τμημάτων της επιχείρησης (Komkowski et al., 2025).

Επιπλέον, το Lean 4.0 συμβάλλει στην αύξηση της ευελιξίας των οργανισμών, καθώς επιτρέπει την προσαρμογή των διαδικασιών στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αγοράς. Ωστόσο, η εφαρμογή του δεν περιορίζεται μόνο στην υιοθέτηση τεχνολογιών, αλλά απαιτεί και οργανωσιακές αλλαγές, όπως η ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων και η καλλιέργεια κουλτούρας που ενθαρρύνει τη μάθηση και τη συνεχή βελτίωση.

2.4.2 Ενσωμάτωση των αρχών Lean με τις τεχνολογίες Industry 4.0

Η ενσωμάτωση των αρχών της λιτής διοίκησης με τις τεχνολογίες της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα που εξετάζει η σύγχρονη βιβλιογραφία στη διοίκηση λειτουργιών. Η φιλοσοφία Lean επικεντρώνεται στη βελτίωση των επιχειρησιακών διαδικασιών μέσω της εξάλειψης της σπατάλης, της βελτιστοποίησης των ροών εργασίας και της δημιουργίας αξίας για τον πελάτη, ενώ το Industry 4.0 εισάγει ψηφιακές τεχνολογίες που επιτρέπουν την αυτοματοποίηση, τη διασύνδεση των συστημάτων και την αξιοποίηση δεδομένων για τη βελτίωση της λήψης αποφάσεων. Ο συνδυασμός των δύο αυτών προσεγγίσεων δημιουργεί ένα νέο πλαίσιο λειτουργίας, στο οποίο οι πρακτικές Lean ενισχύονται από τις δυνατότητες των ψηφιακών τεχνολογιών (Komkowski et al., 2025; Elafri et al., 2022).

Στο πλαίσιο αυτό, η ενσωμάτωση Lean και Industry 4.0 βασίζεται στην αξιοποίηση τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT), τα BigData, η τεχνητή νοημοσύνη και τα κυβερνοφυσικά συστήματα, οι οποίες επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Μέσω αυτών, οι επιχειρήσεις μπορούν να παρακολουθούν με μεγαλύτερη

ακρίβεια τις διαδικασίες τους, να εντοπίζουν πηγές σπατάλης και να βελτιώνουν τη ροή των εργασιών, λαμβάνοντας πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις (Mahdavishtarif et al., 2022).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ψηφιακή υποστήριξη των παραδοσιακών εργαλείων της λιτής διοίκησης. Εργαλεία όπως η χαρτογράφηση ροής αξίας (Value Stream Mapping), το Kanban και το Just-in-Time μπορούν να ενισχυθούν μέσω τεχνολογιών που επιτρέπουν τη συνεχή παρακολούθηση της παραγωγής και τη συλλογή δεδομένων για την απόδοση των διαδικασιών. Για παράδειγμα, η χρήση αισθητήρων και συστημάτων IoT παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία των μηχανών, την κατανάλωση πόρων και τη ροή των υλικών, συμβάλλοντας στον εντοπισμό καθυστερήσεων και αναποτελεσματικοτήτων (Rossi et al., 2022).

Παράλληλα, η ενσωμάτωση Lean και Industry 4.0 ενισχύει τη διαφάνεια και τη διασυνδεσιμότητα των παραγωγικών συστημάτων. Η χρήση ψηφιακών πλατφορμών επιτρέπει τη σύνδεση μηχανών, εργαζομένων και πληροφοριακών συστημάτων σε ένα ενιαίο περιβάλλον, διευκολύνοντας την ανταλλαγή πληροφοριών και τον καλύτερο συντονισμό των δραστηριοτήτων.

Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή της προσέγγισης αυτής δεν εξαρτάται μόνο από την υιοθέτηση τεχνολογιών. Απαιτείται η ανάπτυξη κατάλληλων οργανωσιακών δυνατοτήτων, η ενίσχυση των ψηφιακών δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού και η καλλιέργεια κουλτούρας συνεχούς βελτίωσης. Παράλληλα, η αποτελεσματική διαχείριση της αλλαγής και η ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την επιτυχή εφαρμογή των πρακτικών Lean 4.0 (Komkowski et al., 2025).

2.4.3 Lean 4.0 στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η εφαρμογή της προσέγγισης Lean 4.0 δεν περιορίζεται μόνο στο επίπεδο της παραγωγής, αλλά επεκτείνεται σε ολόκληρη την εφοδιαστική αλυσίδα, η οποία αποτελεί βασικό στοιχείο της λειτουργίας των σύγχρονων επιχειρήσεων. Στο σημερινό επιχειρησιακό περιβάλλον, οι εφοδιαστικές αλυσίδες χαρακτηρίζονται από αυξημένη πολυπλοκότητα, καθώς περιλαμβάνουν πολλαπλούς προμηθευτές, παραγωγικές μονάδες και δίκτυα διανομής. Η ανάγκη για αποτελεσματικό συντονισμό καθιστά απαραίτητη την αξιοποίηση τεχνολογικών λύσεων που ενισχύουν τη διαφάνεια, την ταχύτητα και την ευελιξία των διαδικασιών (Mahdavishtarif et al., 2022).

Στο πλαίσιο αυτό, η ενσωμάτωση των αρχών της λιτής διοίκησης με τις τεχνολογίες Industry 4.0 δημιουργεί σημαντικές δυνατότητες για τη βελτίωση της λειτουργίας της εφοδιαστικής

αλυσίδας. Οι αρχές Lean συμβάλλουν στη μείωση της σπατάλης και στη βελτιστοποίηση των ροών υλικών και πληροφοριών, ενώ οι τεχνολογίες Industry 4.0, όπως το Internet of Things (IoT), τα Big Data και οι ψηφιακές πλατφόρμες, επιτρέπουν τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, ενισχύοντας τη λήψη αποφάσεων και τον συντονισμό των δραστηριοτήτων (Rossi et al., 2022).

Ένα βασικό πλεονέκτημα της εφαρμογής του Lean 4.0 είναι η βελτίωση της ορατότητας των διαδικασιών. Μέσω αισθητήρων και ψηφιακών συστημάτων, οι επιχειρήσεις μπορούν να παρακολουθούν τη ροή των προϊόντων, τα αποθέματα και την απόδοση των logistics σε πραγματικό χρόνο, γεγονός που επιτρέπει την έγκαιρη αναγνώριση προβλημάτων και την άμεση λήψη διορθωτικών ενεργειών (Komkowsky et al., 2025).

Παράλληλα, η αξιοποίηση δεδομένων συμβάλλει στη βελτίωση των προβλέψεων ζήτησης και στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης αποθεμάτων. Οι επιχειρήσεις μπορούν έτσι να μειώνουν καθυστερήσεις, να βελτιώνουν την αξιοπιστία των παραδόσεων και να αυξάνουν τη συνολική αποδοτικότητα των διαδικασιών logistics (Moraes et al., 2023).

Επιπλέον, η διασύνδεση των πληροφοριακών συστημάτων ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ των οργανισμών της εφοδιαστικής αλυσίδας, επιτρέποντας την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ προμηθευτών, παραγωγών και διανομέων. Η αυξημένη αυτή διασυνδεσιμότητα συμβάλλει στη δημιουργία πιο ευέλικτων και ανθεκτικών δικτύων, ικανών να ανταποκρίνονται σε μεταβολές της αγοράς και διαταραχές της παραγωγής.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή του Lean 4.0 στη φαρμακευτική βιομηχανία, όπου η αποτελεσματική λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας συνδέεται άμεσα με τη διασφάλιση της ποιότητας, της ιχνηλασιμότητας και της διαθεσιμότητας των φαρμακευτικών προϊόντων. Η αξιοποίηση των τεχνολογιών Industry 4.0 σε συνδυασμό με τις αρχές της λιτής διοίκησης επιτρέπει στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις να βελτιώνουν τον έλεγχο των διαδικασιών, να περιορίζουν τους λειτουργικούς κινδύνους και να ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στις αυστηρές κανονιστικές απαιτήσεις του κλάδου (Tetteh-Caesar et al., 2024).

Τέλος, η εφαρμογή του Lean 4.0 συνδέεται και με την ανάπτυξη πιο βιώσιμων πρακτικών, καθώς η μείωση της σπατάλης και η αποτελεσματικότερη διαχείριση πόρων περιορίζουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των επιχειρησιακών δραστηριοτήτων. Για τον λόγο αυτό, στην επόμενη ενότητα εξετάζεται η έννοια της βιωσιμότητας και ο ρόλος της στις σύγχρονες επιχειρηματικές στρατηγικές.

2.5 Βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση

Η έννοια της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης (Sustainable Organizational Performance) αναφέρεται στην ικανότητα των επιχειρήσεων να επιτυγχάνουν υψηλά επίπεδα οικονομικής αποτελεσματικότητας, λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους. Στο σύγχρονο επιχειρησιακό περιβάλλον, οι οργανισμοί δεν περιορίζονται πλέον αποκλειστικά στη βελτίωση των οικονομικών τους αποτελεσμάτων, αλλά καλούνται να ενσωματώσουν πρακτικές που διασφαλίζουν τη βιωσιμότητα σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Για τον λόγο αυτό, η οργανωσιακή απόδοση αξιολογείται ολοένα και περισσότερο μέσω μιας πολυδιάστατης προσέγγισης που συνδέει την οικονομική αποδοτικότητα με τη βιώσιμη διαχείριση πόρων και τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους (Guandalini, 2022; Kamble et al., 2020).

Στη σχετική βιβλιογραφία, η βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση προσεγγίζεται συνήθως μέσα από τρεις βασικές διαστάσεις: την οικονομική, την περιβαλλοντική και την κοινωνική απόδοση. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση της λειτουργίας των οργανισμών, καθώς λαμβάνει υπόψη τόσο τα οικονομικά αποτελέσματα όσο και τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην κοινωνία. Οι επιχειρήσεις καλούνται να ισορροπούν μεταξύ των τριών αυτών διαστάσεων, επιτυγχάνοντας υψηλά επίπεδα αποδοτικότητας χωρίς να επιβαρύνουν το περιβάλλον και συμβάλλοντας παράλληλα στην κοινωνική ευημερία.

Η υιοθέτηση σύγχρονων διοικητικών πρακτικών και ψηφιακών τεχνολογιών διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη βελτίωση της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης. Ιδιαίτερα, η αξιοποίηση του ψηφιακού μετασχηματισμού έχει αναδειχθεί ως βασικός παράγοντας ενίσχυσης της βιωσιμότητας, καθώς επιτρέπει τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, τη μείωση της σπατάλης πόρων και την αποτελεσματικότερη αξιοποίηση των διαθέσιμων δεδομένων (Guandalini, 2022). Παράλληλα, η συνδυασμένη εφαρμογή των τεχνολογιών της Industry 4.0 και των αρχών της λιτής διοίκησης (Lean) συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση της αποδοτικότητας και στην επίτευξη βιώσιμων επιχειρησιακών αποτελεσμάτων (Kamble et al., 2020).

Συνεπώς, η βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση δεν αποτελεί ένα απομονωμένο αποτέλεσμα, αλλά προκύπτει από τη συνδυασμένη αξιοποίηση τεχνολογικών και διοικητικών πρακτικών που ενισχύουν τόσο την αποδοτικότητα όσο και τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των επιχειρησιακών λειτουργιών.

2.5.1 Περιβαλλοντική απόδοση

Η περιβαλλοντική απόδοση αναφέρεται στην ικανότητα των οργανισμών να περιορίζουν τις αρνητικές επιπτώσεις των δραστηριοτήτων τους στο φυσικό περιβάλλον, μέσω της αποτελεσματικής διαχείρισης των πόρων και της μείωσης της ρύπανσης και των αποβλήτων. Στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης, οι επιχειρήσεις καλούνται να ενστερνιστούν πρακτικές που αποσκοπούν στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας και φυσικών πόρων, στον περιορισμό των εκπομπών ρύπων και στην περιβαλλοντικά υπεύθυνη διαχείριση των παραγωγικών τους διεργασιών (Yadav et al., 2020).

Οι τεχνολογίες Industry 4.0 διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης, καθώς επιτρέπουν την παρακολούθηση και τον έλεγχο των πόρων σε πραγματικό χρόνο. Μέσω τεχνολογιών όπως το Internet of Things (IoT), τα Big Data και τα κυβερνοφυσικά συστήματα, οι επιχειρήσεις μπορούν να εντοπίζουν αναποτελεσματικές διαδικασίες και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις που οδηγούν στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

Παράλληλα, οι πρακτικές Lean συμβάλλουν ουσιαστικά στην περιβαλλοντική απόδοση μέσω της συστηματικής εξάλειψης της σπατάλης και της βελτιστοποίησης των παραγωγικών διαδικασιών. Η μείωση των αποβλήτων, η αποδοτικότερη χρήση των πόρων και η βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας αποτελούν βασικά στοιχεία της λιτής φιλοσοφίας και συνδέονται άμεσα με τους στόχους της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας (Yadav et al., 2020).

Η συνδυασμένη αξιοποίηση των πρακτικών Lean και των τεχνολογιών Industry 4.0 δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο περιβαλλοντικής διαχείρισης, το οποίο επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ενισχύουν τη βιωσιμότητά τους και να μειώνουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα.

2.5.2 Κοινωνική απόδοση

Η κοινωνική απόδοση αναφέρεται στις επιπτώσεις των οργανωσιακών δραστηριοτήτων στους εργαζομένους, στους πελάτες και ευρύτερα στην κοινωνία. Στο πλαίσιο της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης, οι επιχειρήσεις καλούνται να δημιουργούν ένα ασφαλές και υγιές εργασιακό περιβάλλον, να προάγουν την ανάπτυξη των δεξιοτήτων των εργαζομένων και να ενισχύουν τις σχέσεις εμπιστοσύνης με τα ενδιαφερόμενα μέρη (Kamble et al., 2020).

Η αξιοποίηση των τεχνολογιών Industry 4.0 μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση της κοινωνικής διάστασης της οργανωσιακής απόδοσης. Οι ψηφιακές τεχνολογίες επιτρέπουν τη δημιουργία ασφαλέστερων και πιο ευέλικτων εργασιακών περιβαλλόντων,

μειώνοντας τους κινδύνους που σχετίζονται με τις παραγωγικές διαδικασίες. Παράλληλα, η εφαρμογή αυτοματοποιημένων συστημάτων και έξυπνων τεχνολογιών υποστηρίζει τους εργαζομένους στην εκτέλεση σύνθετων εργασιών, συμβάλλοντας στη βελτίωση τόσο της ασφάλειας όσο και της αποδοτικότητας της εργασίας (Naseem & Yang, 2021).

Ταυτόχρονα, οι πρακτικές Lean δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στη συμμετοχή και στην ενδυνάμωση των εργαζομένων στις διαδικασίες συνεχούς βελτίωσης. Η ενεργός συμμετοχή των εργαζομένων στην επίλυση προβλημάτων και στη βελτίωση των διαδικασιών ενισχύει τη συνεργασία, την οργανωσιακή μάθηση και τη συνολική απόδοση του οργανισμού (Yadav et al., 2020).

Συνεπώς, η συνδυασμένη εφαρμογή Lean πρακτικών και ψηφιακών τεχνολογιών συμβάλλει στη δημιουργία ενός πιο ανθρώποκεντρικού, συμμετοχικού και βιώσιμου εργασιακού περιβάλλοντος.

2.5.3 Οικονομική απόδοση

Η οικονομική απόδοση αποτελεί βασική διάσταση της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης και αναφέρεται στην ικανότητα των επιχειρήσεων να δημιουργούν αξία, να βελτιώνουν την παραγωγικότητά τους και να διατηρούν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα. Η οικονομική βιωσιμότητα συνδέεται με παράγοντες όπως η αύξηση της αποδοτικότητας, η μείωση του λειτουργικού κόστους και η βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων και υπηρεσιών (Kamble et al., 2020).

Οι τεχνολογίες Industry 4.0 συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της οικονομικής απόδοσης μέσω της αυτοματοποίησης των διαδικασιών, της αποτελεσματικότερης αξιοποίησης των δεδομένων και της ενίσχυσης της ευελιξίας των παραγωγικών συστημάτων. Η δυνατότητα συλλογής και ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει στις επιχειρήσεις να λαμβάνουν πιο τεκμηριωμένες αποφάσεις και να βελτιώνουν τη λειτουργική τους απόδοση (Oliveira-Dias et al., 2023).

Παράλληλα, οι πρακτικές Lean συμβάλλουν στη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών και στη δημιουργία αξίας για τον πελάτη μέσω της εξάλειψης δραστηριοτήτων που δεν προσθέτουν αξία. Η εφαρμογή τους οδηγεί σε μείωση των αποθεμάτων, βελτίωση της παραγωγικότητας και μείωση του χρόνου παράδοσης (Yadav et al., 2020).

Ως αποτέλεσμα, η συνδυασμένη αξιοποίηση των τεχνολογιών Industry 4.0 και των πρακτικών Lean δημιουργεί ένα ισχυρό πλαίσιο ενίσχυσης της παραγωγικότητας και της

αποδοτικότητας των επιχειρησιακών λειτουργιών, συμβάλλοντας στη μακροχρόνια οικονομική βιωσιμότητα των οργανισμών (Kamble et al., 2020).

Στη φαρμακευτική βιομηχανία, η βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση αποκτά ιδιαίτερη σημασία, καθώς οι επιχειρήσεις του κλάδου καλούνται να εξισορροπήσουν την οικονομική αποτελεσματικότητα με την προστασία του περιβάλλοντος και την κοινωνική τους ευθύνη. Η διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας των φαρμακευτικών προϊόντων, η συμμόρφωση με αυστηρά κανονιστικά πρότυπα και η αποτελεσματική διαχείριση των πόρων αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για τη μακροχρόνια βιωσιμότητα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων. Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση των τεχνολογιών Industry 4.0 και των πρακτικών Lean μπορεί να συμβάλει ουσιαστικά στη βελτίωση τόσο της οικονομικής όσο και της περιβαλλοντικής και κοινωνικής απόδοσης του κλάδου (Kamble et al., 2020).

Η επίτευξη βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης προϋποθέτει, ωστόσο, όχι μόνο τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, αλλά και την ικανότητα των οργανισμών να αναγνωρίζουν και να διαχειρίζονται αποτελεσματικά τους κινδύνους που προκύπτουν στο σύγχρονο, δυναμικό επιχειρησιακό περιβάλλον. Οι αυξανόμενες αβεβαιότητες, η πολυπλοκότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων και η εντεινόμενη εξάρτηση από ψηφιακές τεχνολογίες καθιστούν τη διαχείριση κινδύνων κρίσιμο παράγοντα για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας και της ανθεκτικότητας των οργανισμών (Kamble et al., 2020; Oliveira-Dias et al., 2023).

Στο πλαίσιο αυτό, η αποτελεσματική διαχείριση κινδύνων συμβάλλει στη διασφάλιση της συνέχειας των λειτουργιών και στη βελτίωση της συνολικής οργανωσιακής απόδοσης. Για τον λόγο αυτό, η επόμενη ενότητα εξετάζει την έννοια της διαχείρισης κινδύνων (Risk Management) και τον ρόλο της στις σύγχρονες επιχειρήσεις και εφοδιαστικές αλυσίδες.

2.6 Διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα

Η διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα αποτελεί βασικό πεδίο της σύγχρονης διοίκησης επιχειρήσεων, καθώς οι οργανισμοί δραστηριοποιούνται σε περιβάλλοντα που χαρακτηρίζονται από αυξημένη πολυπλοκότητα, αβεβαιότητα και έντονη διασύνδεση μεταξύ των επιμέρους λειτουργιών. Οι σύγχρονες εφοδιαστικές αλυσίδες δεν λειτουργούν πλέον ως γραμμικά συστήματα, αλλά ως δυναμικά δίκτυα, στα οποία μία διαταραχή μπορεί να επηρεάσει πολλαπλά στάδια της λειτουργίας τους, δημιουργώντας αλυσιδωτές επιπτώσεις στο σύνολο του συστήματος (Dolgui et al., 2017).

Σε αυτό το πλαίσιο, η διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα (Supply Chain Risk Management – SCRM) αποκτά στρατηγικό χαρακτήρα, καθώς δεν περιορίζεται μόνο στην

αντιμετώπιση των κινδύνων μετά την εκδήλωσή τους, αλλά δίνει έμφαση στην πρόληψη και στον συστηματικό έλεγχο τους. Η σύγχρονη προσέγγιση της SCRM περιλαμβάνει την έγκαιρη αναγνώριση πιθανών πηγών κινδύνου, τη συστηματική αξιολόγηση της πιθανότητας και των επιπτώσεών τους, καθώς και την ανάπτυξη κατάλληλων μηχανισμών μετριασμού, που περιορίζουν τόσο τη συχνότητα εμφάνισης όσο και τη σοβαρότητα των συνεπειών τους (Emrouznejad et al., 2023).

Η αποτελεσματική εφαρμογή της διαχείρισης κινδύνων συνδέεται άμεσα με την ανάπτυξη κρίσιμων οργανωσιακών ικανοτήτων. Ιδιαίτερα, η ανθεκτικότητα (resilience) και η ανταποκρισιμότητα (responsiveness) της εφοδιαστικής αλυσίδας αναγνωρίζονται ως βασικοί παράγοντες που ενισχύουν την ικανότητα των επιχειρήσεων να διαχειρίζονται απρόβλεπτες διαταραχές και να επανέρχονται σε κανονική λειτουργία με ταχύτερο και αποτελεσματικότερο τρόπο (Sağlam et al., 2021).

Παράλληλα, η διαχείριση κινδύνων συνδέεται στενά με τη συνολική οργανωσιακή ανθεκτικότητα, η οποία αναφέρεται στην ικανότητα των επιχειρήσεων να απορροφούν κραδασμούς, να προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες και να διατηρούν τη λειτουργική τους συνέχεια. Σε ένα περιβάλλον υψηλής αβεβαιότητας, η ανάπτυξη τέτοιων δυνατοτήτων αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για τη διατήρηση της ανταγωνιστικότητας (Ivanov, 2021).

Η αυξανόμενη συχνότητα διαταραχών στις παγκόσμιες εφοδιαστικές αλυσίδες, όπως γεωπολιτικές κρίσεις, πανδημίες, φυσικές καταστροφές και προβλήματα στον εφοδιασμό πρώτων υλών, έχει αναδείξει ακόμη περισσότερο τη σημασία της διαχείρισης κινδύνων. Οι οργανισμοί καλούνται να αναπτύσσουν μηχανισμούς πρόληψης, παρακολούθησης και ταχείας απόκρισης, ώστε να περιορίζουν τις επιπτώσεις των διαταραχών και να διασφαλίζουν τη συνέχεια των επιχειρησιακών λειτουργιών.

Στον φαρμακευτικό κλάδο, η σημασία της διαχείρισης κινδύνων καθίσταται ακόμη πιο έντονη, καθώς συνδέεται άμεσα με τη διασφάλιση της ποιότητας, της ασφάλειας και της κανονιστικής συμμόρφωσης των προϊόντων. Η πολυπλοκότητα των παραγωγικών και εφοδιαστικών διαδικασιών, σε συνδυασμό με τα αυστηρά ρυθμιστικά πλαίσια, αυξάνει την έκθεση των επιχειρήσεων σε κινδύνους, καθιστώντας απαραίτητη την υιοθέτηση συστηματικών και ολοκληρωμένων προσεγγίσεων διαχείρισης (Kashif, 2024).

Κατά συνέπεια, η διαχείριση κινδύνων δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνική διαδικασία, αλλά συνδέεται άμεσα με ευρύτερους οργανωσιακούς παράγοντες, όπως η κουλτούρα, οι δομές

και οι στρατηγικές του οργανισμού. Για τον λόγο αυτό, στις επόμενες υποενότητες εξετάζονται αφενός η σημασία της κουλτούρας στη διαμόρφωση της διαχείρισης κινδύνων και αφετέρου η έννοια της αποτελεσματικότητας των σχετικών πρακτικών.

2.6.1 Κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων

Η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων αποτελεί θεμελιώδη διάσταση της οργανωσιακής λειτουργίας, καθώς επηρεάζει τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις αντιλαμβάνονται την αβεβαιότητα και ενσωματώνουν τη διαχείριση κινδύνων στις καθημερινές τους δραστηριότητες. Πρόκειται για ένα σύνολο αξιών, αντιλήψεων και συμπεριφορών που διαμορφώνουν τη στάση των μελών του οργανισμού απέναντι στους κινδύνους και καθορίζουν τον τρόπο λήψης αποφάσεων (Nuhi-Meckonić & Meckonić, 2023).

Σε οργανισμούς με ανεπτυγμένη κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων, η πρόληψη και η έγκαιρη αναγνώριση των κινδύνων αποτελούν αναπόσπαστο μέρος των λειτουργικών διαδικασιών. Οι εργαζόμενοι ενθαρρύνονται να συμμετέχουν ενεργά, να αναφέρουν πιθανούς κινδύνους και να συμβάλλουν στη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών. Η ενίσχυση της διαφάνειας και της επικοινωνίας διευκολύνει τη διάχυση της γνώσης και συμβάλλει στην έγκαιρη αντιμετώπιση προβλημάτων, μειώνοντας την πιθανότητα εμφάνισης διαταραχών (Fan & Stevenson, 2018).

Παρά τη σημασία της, η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων δεν αρκεί από μόνη της για τη διασφάλιση της αποτελεσματικότητας των σχετικών πρακτικών. Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η επίδρασή της ενισχύεται όταν συνοδεύεται από κατάλληλες οργανωσιακές δομές, σαφείς διαδικασίες και στρατηγική ευθυγράμμιση των δράσεων διαχείρισης κινδύνων (Sağlam et al., 2021).

Ιδιαίτερη σημασία αποκτά η κουλτούρα αυτή στο πλαίσιο των διασυνδεδεμένων εφοδιαστικών αλυσίδων, όπου η συνεργασία μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών είναι καθοριστική. Η ανάπτυξη σχέσεων εμπιστοσύνης, η ανταλλαγή πληροφοριών και η διαφάνεια ενισχύουν τη συλλογική ικανότητα διαχείρισης κινδύνων και συμβάλλουν στη μείωση των επιπτώσεων των διαταραχών (Dolgui et al., 2017).

Στον φαρμακευτικό τομέα, η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων συνδέεται άμεσα με την κουλτούρα ποιότητας και τη συμμόρφωση με κανονιστικά πρότυπα. Η ανάπτυξη ενός τέτοιου πλαισίου ενισχύει την αξιοπιστία των διαδικασιών, τη διασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων και τη συνολική βιωσιμότητα των επιχειρήσεων (Kashif, 2024).

Συνεπώς, η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την αποτελεσματική εφαρμογή των σχετικών πρακτικών, ενώ η πλήρης αξιοποίησή της προϋποθέτει την ενσωμάτωσή της σε ένα ευρύτερο οργανωσιακό πλαίσιο διαχείρισης κινδύνων.

2.6.2 Αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων

Η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται στην ικανότητα των επιχειρήσεων να περιορίζουν τόσο την πιθανότητα εμφάνισης όσο και την ένταση των επιπτώσεων των κινδύνων, διασφαλίζοντας τη συνέχεια των λειτουργιών τους και τη σταθερότητα των επιχειρησιακών διαδικασιών. Η έννοια αυτή υπερβαίνει την απλή ύπαρξη διαδικασιών διαχείρισης κινδύνων και εστιάζει στην ουσιαστική εφαρμογή τους και στην επίτευξη μετρήσιμων αποτελεσμάτων (Sağlam et al., 2021).

Η αποτελεσματική διαχείριση κινδύνων αποτελεί σύνθετη και πολυδιάστατη διαδικασία, η οποία περιλαμβάνει τον έγκαιρο εντοπισμό των κινδύνων, τη συστηματική αξιολόγησή τους και την ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών αντιμετώπισης. Οι οργανισμοί που υιοθετούν προληπτικές προσεγγίσεις είναι σε θέση να μειώνουν την αβεβαιότητα και να ενισχύουν τη λειτουργική τους ανθεκτικότητα, ανταποκρινόμενοι αποτελεσματικά σε απρόβλεπτες διαταραχές (Fan & Stevenson, 2018).

Εμπειρικά δεδομένα δείχνουν ότι οργανωσιακές ικανότητες, όπως η ανθεκτικότητα και η ανταποκρισιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, επηρεάζουν θετικά την απόδοση της διαχείρισης κινδύνων. Οι επιχειρήσεις που διαθέτουν αυτές τις δυνατότητες μπορούν να προσαρμόζονται ταχύτερα στις μεταβολές του περιβάλλοντος και να περιορίζουν αποτελεσματικότερα τις επιπτώσεις των κινδύνων (Sağlam et al., 2021).

Παράλληλα, η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνων συνδέεται άμεσα με τη συνολική απόδοση της επιχείρησης, καθώς ενισχύει τη δυνατότητα διατήρησης της λειτουργικής συνέχειας και της ανταγωνιστικότητας. Σε περιβάλλοντα υψηλής αβεβαιότητας, η ικανότητα αυτή αποτελεί κρίσιμο παράγοντα διαφοροποίησης και επιτυχίας (Ivanov, 2021).

Στον φαρμακευτικό κλάδο, η διαχείριση κινδύνων κατέχει κεντρική θέση, δεδομένου ότι συνδέεται άρρηκτα με την εγγύηση της ποιότητας και ασφάλειας των προϊόντων, αλλά και με την τήρηση των αυστηρών κανονιστικών απαιτήσεων που διέπουν τον τομέα. Η θεσμοθέτηση ολοκληρωμένων και συστηματικών μηχανισμών διαχείρισης κινδύνων ενισχύει

την εταιρική αξιοπιστία και θέτει τα θεμέλια για τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα των επιχειρησιακών λειτουργιών (Kashif, 2024).

2.7 Εννοιολογικό Πλαίσιο και Ερευνητικές Υποθέσεις

Το παρόν κεφάλαιο ολοκληρώνεται με την ανάπτυξη του εννοιολογικού πλαισίου της έρευνας και τη διατύπωση των ερευνητικών υποθέσεων προς εμπειρικό έλεγχο. Το προτεινόμενο μοντέλο βασίζεται σε συνδυασμό δύο βασικών ερευνητικών ρευμάτων: αφενός της μελέτης των Kamble et al. (2020), η οποία διερευνά την επίδραση των τεχνολογιών Industry 4.0 και των λιτών πρακτικών στη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση, και αφετέρου της μελέτης των Sağlam et al. (2021), που εξετάζει τον ρόλο της κουλτούρας και της αποτελεσματικότητας διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Η πρώτη υπόθεση αφορά τη σχέση μεταξύ της κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα (SCRM Culture) και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης (SOP). Η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων αντανακλά τις αξίες και τις συμπεριφορές των οργανισμών απέναντι στους κινδύνους και επηρεάζει την ικανότητά τους να ανταποκρίνονται προληπτικά σε διαταραχές (Sağlam et al., 2021). Οργανισμοί με ανεπτυγμένη κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα ανθεκτικότητας και βιωσιμότητας.

Y1: Η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα επηρεάζει θετικά τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση.

Η δεύτερη υπόθεση εξετάζει την επίδραση της αποτελεσματικότητας διαχείρισης κινδύνων (SCRM Performance) στη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση. Η αποτελεσματική διαχείριση κινδύνων συμβάλλει στη μείωση των διαταραχών και στη διασφάλιση της λειτουργικής συνέχειας, ενισχύοντας ταυτόχρονα τη βιωσιμότητα των οργανισμών (Sağlam et al., 2021; Kamble et al., 2020).

Y2: Η αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα επηρεάζει θετικά τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση.

Η τρίτη υπόθεση αφορά τη σχέση μεταξύ των τεχνολογιών Industry 4.0 και των λιτών πρακτικών της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τεχνολογίες όπως το Internet of Things, τα Big Data και το cloud computing ενισχύουν την εφαρμογή λιτών πρακτικών, επιτρέποντας τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών και τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο (Kamble et al., 2020).

Υ3: Οι τεχνολογίες Industry 4.0 επηρεάζουν θετικά τις λιτές πρακτικές της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Η τέταρτη υπόθεση εξετάζει τον διαμεσολαβητικό ρόλο της κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων στη σχέση μεταξύ των λιτών πρακτικών και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης. Η ύπαρξη ισχυρής κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων ενισχύει την αποτελεσματική αξιοποίηση των λιτών πρακτικών σε περιβάλλοντα υψηλής αβεβαιότητας.

Υ4: Η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων διαμεσολαβεί στη σχέση μεταξύ των λιτών πρακτικών εφοδιαστικής αλυσίδας και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης.

Η πέμπτη υπόθεση αφορά τον διαμεσολαβητικό ρόλο της αποτελεσματικότητας διαχείρισης κινδύνων. Οι λιτές πρακτικές συμβάλλουν στη βελτίωση της διαχείρισης κινδύνων, η οποία με τη σειρά της ενισχύει τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση (Kamble et al., 2020; Sağlam et al., 2021).

Υ5: Η αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων διαμεσολαβεί στη σχέση μεταξύ των λιτών πρακτικών εφοδιαστικής αλυσίδας και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης.

Το εννοιολογικό μοντέλο της έρευνας απεικονίζει τις σχέσεις μεταξύ των βασικών μεταβλητών: των τεχνολογιών Industry 4.0, των λιτών πρακτικών, της κουλτούρας και της αποτελεσματικότητας διαχείρισης κινδύνων, καθώς και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης στις οικονομικές, περιβαλλοντικές και κοινωνικές της διαστάσεις.

Κεφάλαιο 3 – Ερευνητικές μέθοδοι και εργαλεία

3.1 Περιγραφή Δείγματος

Ο πληθυσμός-στόχος της παρούσας έρευνας αποτελείται από εργαζομένους και στελέχη που απασχολούνται σε φαρμακευτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα. Ο φαρμακευτικός κλάδος επιλέχθηκε ως πεδίο μελέτης λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του, όπως το αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο, οι υψηλές απαιτήσεις ποιότητας και η αυξημένη έκθεση σε κινδύνους της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα χαρακτηριστικά αυτά καθιστούν τον κλάδο ιδιαίτερα κατάλληλο για τη διερεύνηση των σχέσεων μεταξύ των πρακτικών Lean 4.0, της διαχείρισης κινδύνων και της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης.

Ως κριτήρια συμμετοχής στην έρευνα ορίστηκαν: (α) η απασχόληση σε φαρμακευτική εταιρεία που δραστηριοποιείται στην Ελλάδα, (β) η κατοχή βασικής γνώσης σχετικά με τις λειτουργίες παραγωγής, ποιότητας ή εφοδιαστικής αλυσίδας, και (γ) η εθελοντική συμμετοχή με διασφαλισμένη ανωνυμία.

Στην έρευνα συμμετείχαν εργαζόμενοι από εταιρείες διαφορετικού μεγέθους, από μικρές έως μεγάλες επιχειρήσεις, με στόχο την ενίσχυση της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος και την αποτύπωση της ποικιλομορφίας του φαρμακευτικού κλάδου στην Ελλάδα. Επιπλέον, δεν τέθηκαν περιορισμοί ως προς τη ιεραρχική θέση των συμμετεχόντων, ώστε να συμπεριληφθούν απόψεις τόσο από το επιχειρησιακό όσο και από το διοικητικό επίπεδο.

Συνολικά συλλέχθηκαν 105 έγκυρα ερωτηματολόγια, τα οποία αποτέλεσαν το τελικό δείγμα της έρευνας. Το μέγεθος αυτό θεωρείται επαρκές για την εφαρμογή της μεθόδου PLS-SEM, η οποία, σύμφωνα με τους Hair και Alamer (2022), μπορεί να παράγει αξιόπιστα αποτελέσματα ακόμη και με σχετικά μικρά δείγματα, υπό την προϋπόθεση ότι πληρούνται τα κριτήρια αξιοπιστίας και εγκυρότητας του μοντέλου μέτρησης.

Η αναλυτική παρουσίαση των δημογραφικών και επαγγελματικών χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων παρατίθεται στο Κεφάλαιο 4, στο πλαίσιο της ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

3.2 Ανάπτυξη και δομή ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο της παρούσας έρευνας σχεδιάστηκε με στόχο τη μέτρηση των βασικών εννοιών του εννοιολογικού μοντέλου, δηλαδή των πρακτικών Lean 4.0, της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης και της διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Κατά τη

διαμόρφωσή του δόθηκε έμφαση τόσο στη σαφήνεια και κατανόηση των ερωτήσεων από στελέχη επιχειρήσεων, όσο και στη συνοχή της δομής του, ώστε να διασφαλίζεται ομαλή ροή στη διαδικασία συμπλήρωσης. Οι κλίμακες μέτρησης προσαρμόστηκαν από προηγούμενες μελέτες (Kamble et al., 2020; Sağlam et al., 2021), ενώ προηγήθηκε πιλοτικός έλεγχος για τη διασφάλιση της σαφήνειας και καταλληλότητας των ερωτήσεων, ενισχύοντας την εννοιολογική εγκυρότητα του εργαλείου.

Το ερωτηματολόγιο είναι δομημένο σε διακριτές ενότητες, οι οποίες ακολουθούν λογική αλληλουχία και επιτρέπουν στους συμμετέχοντες να εστιάζουν σε συγκεκριμένα θεματικά πεδία.

Η πρώτη ενότητα περιλαμβάνει δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, όπως το φύλο, η ηλικία, η θέση στην επιχείρηση, το τμήμα απασχόλησης και τα έτη επαγγελματικής εμπειρίας. Τα στοιχεία αυτά αξιοποιούνται για την περιγραφή του δείγματος και τη διερεύνηση πιθανών διαφοροποιήσεων στις απαντήσεις.

Στη συνέχεια, το ερωτηματολόγιο εξετάζει τις πρακτικές Lean 4.0. Στην παρούσα μελέτη, η έννοια του Lean 4.0 προσεγγίζεται ως σύνθετη κατασκευή που προκύπτει από τον συνδυασμό δύο διακριτών διαστάσεων: των πρακτικών λιτής διοίκησης και της αξιοποίησης τεχνολογιών Industry 4.0. Για τον λόγο αυτό, οι δύο διαστάσεις μετρώνται ξεχωριστά.

Οι πρακτικές λιτής διοίκησης αποτυπώνονται μέσω ερωτήσεων που σχετίζονται με τη συνεργασία με προμηθευτές, την ανάπτυξη σχέσεων στην εφοδιαστική αλυσίδα, τη συμμετοχή των πελατών και την ενεργό εμπλοκή των εργαζομένων στη βελτίωση των διαδικασιών. Οι ερωτήσεις αυτές αποσκοπούν στην αποτύπωση του βαθμού ενσωμάτωσης της λιτής φιλοσοφίας στη λειτουργία της επιχείρησης.

Παράλληλα, εξετάζεται η αξιοποίηση τεχνολογιών Industry 4.0, όπως η υπολογιστική νέφος, τα μεγάλα δεδομένα, το διαδίκτυο των πραγμάτων και τα ρομποτικά συστήματα. Οι συμμετέχοντες καλούνται να αξιολογήσουν τον βαθμό εφαρμογής των τεχνολογιών αυτών, αποτυπώνοντας έτσι το επίπεδο ψηφιακού μετασχηματισμού της επιχείρησης.

Η επόμενη ενότητα αφορά τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση, η οποία προσεγγίζεται μέσω τριών διαστάσεων: της οικονομικής, της κοινωνικής και της περιβαλλοντικής. Οι σχετικές ερωτήσεις εξετάζουν την επίδοση της επιχείρησης σε τομείς όπως η αποδοτικότητα, οι συνθήκες εργασίας και η περιβαλλοντική διαχείριση.

Τέλος, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ενότητα σχετική με τη διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα, όπου εξετάζονται τόσο η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων όσο και η

αποτελεσματικότητα των σχετικών πρακτικών. Οι ερωτήσεις αποτυπώνουν τον βαθμό ενσωμάτωσης της διαχείρισης κινδύνων και την ικανότητα της επιχείρησης να ανταποκρίνεται σε συνθήκες αβεβαιότητας.

Για τη μέτρηση των μεταβλητών χρησιμοποιήθηκε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1 = «διαφωνώ απόλυτα» έως 5 = «συμφωνώ απόλυτα»). Η χρήση ενιαίας κλίμακας συμβάλλει στη συνοχή του εργαλείου και διευκολύνει τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων.

Η συγκεκριμένη δομή διασφαλίζει τη συστηματική και αξιόπιστη αποτύπωση των ερευνητικών μεταβλητών.

3.3 Μεθοδολογία Ανάλυσης Δεδομένων

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, η ανάλυση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της μεθοδολογίας Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM), μέσω του λογισμικού SmartPLS 4. Η επιλογή της συγκεκριμένης μεθόδου κρίνεται κατάλληλη για τους εξής λόγους: πρώτον, λόγω του σχετικά μικρού μεγέθους του δείγματος ($N=105$), δεύτερον, λόγω της πολυπλοκότητας του εννοιολογικού μοντέλου και της ύπαρξης μεταβλητής ανώτερης τάξης, τρίτον, λόγω της ύπαρξης διαμεσολαβητικών σχέσεων και τέταρτον, λόγω της μη απαίτησης κανονικής κατανομής των δεδομένων (Hair & Alamer, 2022). Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε σε δύο διακριτά στάδια: την αξιολόγηση του μοντέλου μέτρησης (measurement model) και την αξιολόγηση του δομικού μοντέλου (structural model), σύμφωνα με την προτεινόμενη προσέγγιση των Hair & Alamer (2022).

Στο πρώτο στάδιο εξετάστηκε η αξιοπιστία και εγκυρότητα των μεταβλητών του μοντέλου μέσω τεσσάρων βημάτων. Πρώτον, εκτιμήθηκαν οι εξωτερικές φορτίσεις (outer loadings) όλων των δεικτών. Σύμφωνα με τους Hair & Alamer (2022), οι φορτίσεις θα πρέπει να βρίσκονται στην περιοχή του 0,70 και να είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο p -value $\leq 0,05$ (ισοδύναμο με t -statistic $\pm 1,96$). Τιμές μεταξύ 0,40 και 0,70 μπορούν να δικαιολογηθούν εφόσον αποδεκτές τιμές προκύπτουν από τα υπόλοιπα κριτήρια αξιολόγησης, ενώ τιμές κάτω του 0,40 θα πρέπει πάντοτε να αφαιρούνται από το μοντέλο (Hair & Alamer, 2022).

Δεύτερον, αξιολογήθηκε η αξιοπιστία εσωτερικής συνέπειας (internal consistency reliability) μέσω του Cronbach's Alpha (α) και της Σύνθετης Αξιοπιστίας (Composite Reliability, ρ_a), με τιμές άνω του 0,70 να θεωρούνται αποδεκτές. Ωστόσο, τιμές άνω του 0,95 ενδέχεται να υποδηλώνουν πλεονασμό μεταξύ των δεικτών και θα πρέπει να ερμηνεύονται με προσοχή (Hair & Alamer, 2022).

Τρίτον, υπολογίστηκε η Μέση Εξαγόμενη Διακύμανση (Average Variance Extracted – AVE). Σύμφωνα με τους Hair & Alamer (2022), τιμές AVE άνω του 0,50 παρέχουν επαρκή απόδειξη συγκλίνουσας εγκυρότητας, υποδηλώνοντας ότι η μεταβλητή ερμηνεύει περισσότερο από το μισό της διακύμανσης των δεικτών της.

Τέταρτον, ελέγχθηκε η διακριτική εγκυρότητα (discriminant validity) μέσω δύο κριτηρίων. Αφενός, εφαρμόστηκε το κριτήριο Fornell-Larcker, σύμφωνα με το οποίο η τετραγωνική ρίζα της AVE κάθε μεταβλητής πρέπει να υπερβαίνει τις συσχετίσεις της με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές. Αφετέρου, υπολογίστηκε ο δείκτης Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT), με συντηρητικό όριο $HTMT < 0,85$ για μεταβλητές που είναι εννοιολογικά διακριτές, ενώ το πιο ελεύθερο όριο $HTMT < 0,90$ θεωρείται αποδεκτό για εννοιολογικά παρόμοιες μεταβλητές (Hair & Alamer, 2022).

Στο δεύτερο στάδιο αξιολογήθηκε το δομικό μοντέλο μέσω τριών βημάτων. Πρώτον, αξιολογήθηκε το μέγεθος και η στατιστική σημαντικότητα των συντελεστών διαδρομής (path coefficients) μέσω bootstrapping με 5.000 επαναλήψεις, το οποίο αποτελεί μη παραμετρική μέθοδο που δεν απαιτεί κανονική κατανομή δεδομένων (Hair & Alamer, 2022). Μέσω αυτής υπολογίστηκαν οι τιμές t , οι τιμές p και τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95%. Μία σχέση θεωρείται στατιστικά σημαντική όταν $p\text{-value} < 0,05$ (ισοδύναμα $t > 1,96$). Σύμφωνα με τους Hair & Alamer (2022), τιμές path coefficients από 0 έως 0,10 θεωρούνται ασθενείς, από 0,11 έως 0,30 μέτριες, από 0,31 έως 0,50 ικανοποιητικές και άνω του 0,50 ισχυρές επιδράσεις.

Δεύτερον, αξιολογήθηκε ο συντελεστής προσδιορισμού (R^2), ο οποίος εκφράζει το ποσοστό της διακύμανσης των ενδογενών μεταβλητών που εξηγείται από το μοντέλο. Σύμφωνα με τους Hair & Alamer (2022), τιμές R^2 από 0 έως 0,25 θεωρούνται ασθενείς, από 0,25 έως 0,50 μέτριες και άνω του 0,50 ισχυρές.

Τρίτον, εξετάστηκαν οι διαμεσολαβητικές σχέσεις του μοντέλου μέσω ανάλυσης ειδικών έμμεσων επιδράσεων (specific indirect effects), με τη χρήση bootstrapping. Η διαμεσολάβηση θεωρείται στατιστικά σημαντική όταν η τιμή $p\text{-value} < 0,05$ και $t > 1,96$ (Hair & Alamer, 2022). Διακρίνονται τρεις τύποι διαμεσολάβησης: πλήρης διαμεσολάβηση (full mediation), όταν η άμεση επίδραση καθίσταται μη σημαντική παρουσία του mediator, μερική διαμεσολάβηση (partial mediation), όταν τόσο η άμεση όσο και η έμμεση επίδραση παραμένουν σημαντικές, και απουσία διαμεσολάβησης όταν η έμμεση επίδραση δεν είναι στατιστικά σημαντική (Hair & Alamer, 2022).

Κεφάλαιο 4 – Ανάλυση Αποτελεσμάτων

4.1 Χαρακτηριστικά δείγματος

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελείται από 105 εργαζόμενους και στελέχη φαρμακευτικών εταιρειών που συμμετείχαν εθελοντικά στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου. Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά το χρονικό διάστημα από τον Μάρτιο έως τον Απρίλιο του 2026, μέσω ηλεκτρονικής διανομής δομημένου ερωτηματολογίου. Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζεται το προφίλ των συμμετεχόντων, προκειμένου να κατανοηθεί καλύτερα η σύνθεση και η κατανομή του δείγματος.

Η ανάλυση των δημογραφικών και επαγγελματικών χαρακτηριστικών αναδεικνύει ένα διαφοροποιημένο και αντιπροσωπευτικό δείγμα, το οποίο περιλαμβάνει εργαζόμενους από διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, επίπεδα ιεραρχίας και τμήματα των επιχειρήσεων. Το γεγονός αυτό ενισχύει την αξιοπιστία των ευρημάτων, καθώς επιτρέπει την αποτύπωση πολλαπλών οπτικών σχετικά με τις πρακτικές Lean 4.0, τη διαχείριση κινδύνων και τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση.

Τα βασικά χαρακτηριστικά του δείγματος παρουσιάζονται αναλυτικά στους επόμενους πίνακες, όπου αποτυπώνονται οι συχνότητες και τα ποσοστά των απαντήσεων για κάθε δημογραφική μεταβλητή (βλ. Πίνακες 4.1-4.6).

Πίνακας 4.1. Συχνότητες για την παράμετρο «Τμήμα/Λειτουργική μονάδα στην επιχείρηση»

Τμήμα/Λειτουργική μονάδα στην επιχείρηση	Πλήθος (f)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Διοίκηση	4	3,81	3,81
Ποιοτικός Έλεγχος (QC)	34	32,38	36,19
Έρευνα και Ανάπτυξη (RnD)	41	39,05	75,24
Διασφάλιση Ποιότητας (QA)	18	17,14	92,38
Εφοδιαστική Αλυσίδα	1	0,95	93,33
Παραγωγή	3	2,86	96,19
Κανονιστικές υποθέσεις	2	1,91	98,1
Πωλήσεις	1	0,95	99,05
Λογιστικά	1	0,95	100
Σύνολο	105		

Πίνακας 4.2. Συχνότητες για την παράμετρο «θέση στην επιχείρηση»

Θέση στην επιχείρηση	Πλήθος (f)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Διευθυντικό στέλεχος	6	5,71	5,71
Προϊστάμενος	16	15,24	20,95
Ανώτερο Ειδικευμένο Προσωπικό	30	28,57	49,52
Αναλυτής	39	37,14	86,67
Βοηθός Αναλυτή	4	3,81	90,48
Υπεύθυνος Διασφάλισης Ποιότητας	7	6,67	97,14
Λογιστής	1	0,95	98,10
Τεχνικός Εργαστηρίου	1	0,95	99,05
Πωλητής	1	0,95	100
Σύνολο	105		

Πίνακας 4.3. Συχνότητες για την παράμετρο «αριθμός εργαζομένων»

Αριθμός εργαζομένων	Πλήθος (f)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
1-5	5	4,76	4,76
6-20	11	10,48	15,24
21-50	4	3,82	19,06
51-100	10	9,52	28,58
101-250	19	18,09	46,67
Περισσότεροι από 250	56	53,33	100,00
Σύνολο	105		

Πίνακας 4.4. Συχνότητες για την παράμετρο «διάρκεια απασχόλησης στην εταιρεία»

Διάρκεια απασχόλησης στην εταιρεία	Πλήθος (f)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
0-12 μήνες	16	15,24	15,24
1-2 έτη	31	29,52	44,76
3-5 έτη	44	41,91	86,67
6-10 έτη	9	8,57	95,24
Περισσότερα από 10 έτη	5	4,76	100,00
Σύνολο	105		

Πίνακας 4.5. Συχνότητες για την παράμετρο «ηλικία»

Ηλικία	Πλήθος (f)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
18-25	8	7,62	7,62
26-35	74	70,48	78,10
36-45	18	17,14	95,24
46-55	4	3,81	99,05
Άνω των 56	1	0,95	100,00
Σύνολο	105		

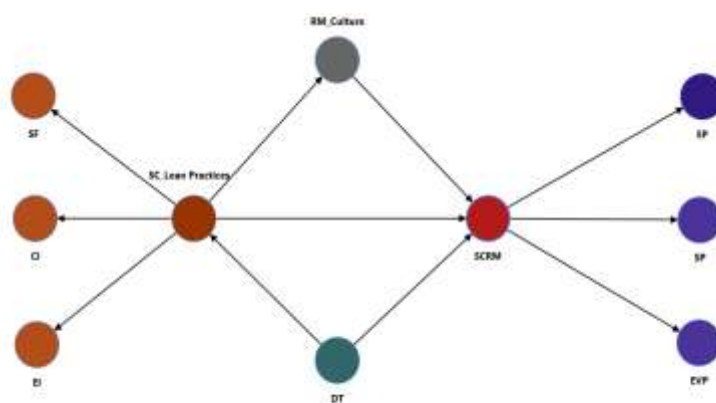
Πίνακας 4.6. Συχνότητες για την παράμετρο «φύλο»

Φύλο	Πλήθος (f)	Ποσοστό (%)	Αθροιστικό Ποσοστό (%)
Άρρεν	24	22,86	22,86
Θήλυ	81	77,14	100,00
Σύνολο	105		

4.2 Μοντέλο μέτρησης

Για την αξιολόγηση του μοντέλου μέτρησης εξετάστηκαν η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των εννοιών που χρησιμοποιούνται στην έρευνα. Πιο συγκεκριμένα, ελέγχθηκε κατά πόσο οι δείκτες αποτυπώνουν επαρκώς τις αντίστοιχες έννοιες, καθώς και αν αυτές διακρίνονται ικανοποιητικά μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στο Σχήμα 4.2.

Σχήμα 4.2. Έλεγχος υποθέσεων



Πηγή: Επεξεργασία δεδομένων της παρούσας έρευνας μέσω SmartPLS 4.

Προκειμένου να αξιολογηθεί η αξιοπιστία και η εγκυρότητα του μετρητικού μοντέλου, εξετάστηκαν αρχικά οι εξωτερικές φορτίσεις (outer loadings) όλων των δεικτών, οι οποίες

παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.7 και 4.8. Το μοντέλο περιλαμβάνει συνολικά 10 μεταβλητές με 56 δείκτες. Σύμφωνα με τους Hair & Alamer (2022), εξωτερικές φορτίσεις με τιμές άνω του 0,70 υποδηλώνουν ικανοποιητική συγκλίνουσα εγκυρότητα, ενώ τιμές μεταξύ 0,40 και 0,70 θεωρούνται αποδεκτές υπό την προϋπόθεση ότι δεν επηρεάζουν αρνητικά τη Μέση Εξαγόμενη Διακύμανση (AVE) της αντίστοιχης μεταβλητής.

	Customer Involvement	Digital Transformation	Employee Involvement	Economic Performance	Environmental Performance	Supply Chain Risk Management Culture	Supply Chain Risk Management Performance	Supply Chain Lean Practices	Supplier Feedback	Social Performance
CI1	0,890									
CI1								0,824		
CI2	0,856									
CI2								0,764		
CI3								0,664		
CI3	0,798									
CI4	0,845									
CI4								0,734		
DT1		0,807								
DT2		0,874								
DT3		0,777								
DT4		0,818								
DT5		0,739								
DT6		0,788								
EI1			0,851							
EI1								0,725		
EI2								0,666		
EI2			0,796							
EI3			0,869							
EI3								0,669		
EI4			0,769							
EI4								0,664		
EP1				0,734						
EP2				0,686						
EP4				0,612						

EP5				0,677						
EP6				0,791						
EP8				0,677						
EVP1					0,920					
EVP2					0,941					
EVP3					0,888					
EVP4					0,869					
EVP5					0,903					
EVP6					0,908					
RMcult_1						0,831				
RMcult_2						0,830				
RMcult_3						0,728				
RMcult_4						0,828				
RMcult_5						0,854				
SCRM P1							0,906			
SCRM P2							0,930			
SCRM P3							0,919			
SCRM P4							0,868			
SCRM P5							0,839			
SF1								0,700		
SF1									0,898	
SF2									0,898	
SF2								0,766		
SF3									0,902	
SF3								0,769		
SP1										0,925
SP2										0,893

SP3										0,904
SP4										0,899
SP5										0,883
SP6										0,857

Πίνακας 4.7. Φορτίσεις εξωτερικού μοντέλου (Outer Loadings) - List

	Outer Loadings
CI1 <- Customer Involvement	0,890
CI1 <- Supply Chain Lean Practices	0,824
CI2 <- Customer Involvement	0,856
CI2 <- Supply Chain Lean Practices	0,764
CI3 <- Customer Involvement	0,798
CI3 <- Supply Chain Lean Practices	0,664
CI4 <- Customer Involvement	0,845
CI4 <- Supply Chain Lean Practices	0,734
DT1 <- Digital Transformation	0,807
DT2 <- Digital Transformation	0,874
DT3 <- Digital Transformation	0,777
DT4 <- Digital Transformation	0,818
DT5 <- Digital Transformation	0,739
DT6 <- Digital Transformation	0,788
EI1 <- Employee Involvement	0,851
EI1 <- Supply Chain Lean Practices	0,725
EI2 <- Employee Involvement	0,796
EI2 <- Supply Chain Lean Practices	0,666
EI3 <- Employee Involvement	0,869
EI3 <- Supply Chain Lean Practices	0,669
EI4 <- Employee Involvement	0,769
EI4 <- Supply Chain Lean Practices	0,664
EP1 <- Economic Performance	0,734
EP2 <- Economic Performance	0,686
EP4 <- Economic Performance	0,612
EP5 <- Economic Performance	0,677
EP6 <- Economic Performance	0,791
EP8 <- Economic Performance	0,677
EVP1 <- Environmental Performance	0,920
EVP2 <- Environmental Performance	0,941
EVP3 <- Environmental Performance	0,888
EVP4 <- Environmental Performance	0,869
EVP5 <- Environmental Performance	0,903
EVP6 <- Environmental Performance	0,908
RMcult_1 <- Supply Chain Risk Management Culture	0,831
RMcult_2 <- Supply Chain Risk Management Culture	0,830
RMcult_3 <- Supply Chain Risk Management Culture	0,728
RMcult_4 <- Supply Chain Risk Management Culture	0,828

	Outer Loadings
RMcult_5 <- Supply Chain Risk Management Culture	0,854
SCRM P1 <- Supply Chain Risk Management Performance	0,906
SCRM P2 <- Supply Chain Risk Management Performance	0,930
SCRM P3 <- Supply Chain Risk Management Performance	0,919
SCRM P4 <- Supply Chain Risk Management Performance	0,868
SCRM P5 <- Supply Chain Risk Management Performance	0,839
SF1 <- Supply Chain Lean Practices	0,700
SF1 <- Supplier Feedback	0,898
SF2 <- Supply Chain Lean Practices	0,766
SF2 <- Supplier Feedback	0,898
SF3 <- Supply Chain Lean Practices	0,769
SF3 <- Supplier Feedback	0,902
SP1 <- Social Performance	0,925
SP2 <- Social Performance	0,893
SP3 <- Social Performance	0,904
SP4 <- Social Performance	0,899
SP5 <- Social Performance	0,883
SP6 <- Social Performance	0,857

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων των μεταβλητών πρώτης τάξης προκύπτει ότι η συντριπτική πλειονότητα των δεικτών παρουσιάζουν εξωτερικές φορτίσεις άνω του 0.70, γεγονός που υποδηλώνει ικανοποιητική συγκλίνουσα εγκυρότητα (Hair & Alamer, 2022). Συγκεκριμένα, οι μεταβλητές Customer Involvement, Digital Transformation, Employee Involvement, Environmental Performance, Supply Chain Risk Management Culture, Supply Chain Risk Management Performance, Supplier Feedback και Social Performance παρουσιάζουν όλους τους αντίστοιχους δείκτες με τιμές άνω του 0,70, γεγονός που πιστοποιεί την ισχυρή σύγκλισή τους με τις υποκείμενες μεταβλητές.

Εξαίρεση αποτελεί η μεταβλητή της Economic Performance, τέσσερις δείκτες της οποίας (EP2=0,686, EP4=0,612, EP5=0,677, EP8=0,677) παρουσιάζουν τιμές που κυμαίνονται μεταξύ 0,612 και 0,686, οι οποίες υπολείπονται του ορίου των 0,70. Ωστόσο, σύμφωνα με τους Hair & Alamer (2022), τιμές μεταξύ 0,40 και 0,70 μπορούν να δικαιολογηθούν εφόσον η αφαίρεσή τους δεν συνεπάγεται σημαντική βελτίωση της Μέσης Εξαγόμενης Διακύμανσης (AVE) της αντίστοιχης μεταβλητής και τα υπόλοιπα κριτήρια αξιολόγησης παραμένουν

αποδεκτά. Κατόπιν ελέγχου, κρίθηκε σκόπιμο να διατηρηθούν οι εν λόγω δείκτες στο μοντέλο, καθώς η αφαίρεσή τους δεν επέφερε ουσιαστική βελτίωση της AVE.

Αναφορικά με τη μεταβλητή ανώτερης τάξης Supply Chain Lean Practices, επτά από τους έντεκα δείκτες (63,6%) παρουσιάζουν τιμές άνω του 0,70, ενώ οι υπόλοιποι τέσσερις (36,4%) κυμαίνονται μεταξύ 0,664 και 0,700 (CI3=0,664, EI2=0,666, EI3=0,669, EI4=0,664). Οι τιμές αυτές κρίνονται αποδεκτές στο πλαίσιο των μεταβλητών ανώτερης τάξης, καθώς η ενσωμάτωση πολλαπλών διαστάσεων σε μια μεταβλητή ανώτερης τάξης ενδέχεται να οδηγεί σε ελαφρώς χαμηλότερες εξωτερικές φορτίσεις χωρίς αυτό να θέτει εν αμφιβόλω την εγκυρότητα του μοντέλου (Hair & Alamer, 2022).

Στο επόμενο στάδιο αξιολόγησης του μετρητικού μοντέλου εξετάστηκαν οι δείκτες αξιοπιστίας και εγκυρότητας των μεταβλητών, οι οποίοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.9. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκαν το Cronbach's alpha (α), η Σύνθετη Αξιοπιστία (Composite Reliability, ρ_a) και η Μέση Εξαγόμενη Διακύμανση (Average Variance Extracted, AVE). Σύμφωνα με τους Hair & Alamer (2022), τιμές Cronbach's alpha και Σύνθετης Αξιοπιστίας άνω του 0,70 υποδηλώνουν ικανοποιητική αξιοπιστία, ενώ τιμές AVE άνω του 0,50 υποδηλώνουν επαρκή συγκλίνουσα εγκυρότητα.

Πίνακας 4.9. Αξιοπιστία και εγκυρότητα (reliability and validity)

	Cronbach's alpha	Composite reliability (ρ_a)	Average variance extracted (AVE)
Customer Involvement	0,870	0,876	0,719
Digital Transformation	0,889	0,896	0,643
Employee Involvement	0,839	0,841	0,676
Economic Performance	0,789	0,798	0,488
Environmental Performance	0,956	0,965	0,819
Supply Chain Risk Management Culture	0,874	0,886	0,665
Supply Chain Risk Management Performance	0,936	0,941	0,798
Supply Chain Lean Practices	0,908	0,911	0,524

	Cronbach's alpha	Composite reliability (rho_a)	Average variance extracted (AVE)
Supplier Feedback	0,882	0,884	0,809
Social Performance	0,950	0,951	0,799

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι όλες οι μεταβλητές παρουσιάζουν ικανοποιητικές τιμές Cronbach's alpha, οι οποίες κυμαίνονται μεταξύ 0,789 (Economic Performance) και 0,956 (Environmental Performance), υπερβαίνοντας το αποδεκτό όριο των 0,70 (Hair & Alamer, 2022). Αντίστοιχα, οι τιμές Σύνθετης Αξιοπιστίας (Composite Reliability) κυμαίνονται μεταξύ 0,798 (Economic Performance) και 0,965 (Environmental Performance), επιβεβαιώνοντας την εσωτερική συνέπεια των μετρήσεων.

Αναφορικά με τη Μέση Εξαγόμενη Διακύμανση (AVE), εννέα από τις δέκα μεταβλητές παρουσιάζουν τιμές άνω του αποδεκτού ορίου των 0,50, κυμαινόμενες μεταξύ 0,524 (Supply Chain Lean Practices) και 0,819 (Environmental Performance). Εξαίρεση αποτελεί η μεταβλητή Economic Performance, η οποία παρουσιάζει AVE ίση με 0,488, ελαφρώς κατώτερη του ορίου των 0,50 (Hair & Alamer, 2022). Ωστόσο, η Σύνθετη Αξιοπιστία της μεταβλητής ανέρχεται σε 0,798, υπερβαίνοντας το αποδεκτό όριο των 0,70 (Hair & Alamer, 2022). Η μεταβλητή διατηρήθηκε στο μοντέλο και η οριακή τιμή AVE αναφέρεται ως περιορισμός της παρούσας έρευνας.

Προκειμένου να αξιολογηθεί η διακριτική εγκυρότητα (discriminant validity) του μετρητικού μοντέλου, εφαρμόστηκαν δύο κριτήρια: το κριτήριο Fornell-Larcker και ο δείκτης Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT). Τα αποτελέσματα των δύο κριτηρίων παρουσιάζονται στους Πίνακες 4.10 και 4.11 αντίστοιχα.

Πίνακας 4.8. Συσχέτιση λανθάνουσας μεταβλητής και διακριτική εγκυρότητα (Fornell–Larcker criterion)

	Customer Involvement	Digital Transformation	Employee Involvement	Economic Performance	Environmental Performance	Supply Chain Risk Management Culture	Supply Chain Risk Management Performance	Supply Chain Lean Practices	Supplier Feedback	Social Performance
Customer Involvement	0,848									
Digital Transformation	0,441	0,802								
Employee Involvement	0,580	0,330	0,822							
Economic Performance	0,462	0,404	0,424	0,698						
Environmental Performance	0,491	0,357	0,414	0,473	0,905					
Supply Chain Risk Management Culture	0,497	0,268	0,606	0,452	0,360	0,815				
Supply Chain Risk Management Performance	0,495	0,345	0,487	0,459	0,473	0,703	0,893			
Supply Chain Lean Practices	0,884	0,461	0,829	0,533	0,504	0,611	0,573	0,724		
Supplier Feedback	0,631	0,400	0,526	0,473	0,366	0,444	0,477	0,830	0,899	
Social Performance	0,527	0,346	0,471	0,441	0,813	0,443	0,511	0,559	0,414	0,894

Πίνακας 4.9. Αναλογία ετερογνώμων-ομογνώμων συσχετίσεων (Heterotrait-Monotrait Ratio)

	Customer Involvement	Digital Transformation	Employee Involvement	Economic Performance	Environmental Performance	Supply Chain Risk Management Culture	Supply Chain Risk Management Performance	Supply Chain Lean Practices	Supplier Feedback	Social Performance
Customer Involvement										
Digital Transformation	0,485									
Employee Involvement	0,678	0,375								
Economic Performance	0,551	0,465	0,521							
Environmental Performance	0,536	0,378	0,455	0,551						
Supply Chain Risk Management Culture	0,567	0,290	0,694	0,543	0,387					
Supply Chain Risk Management Performance	0,547	0,372	0,549	0,523	0,486	0,768				
Supply Chain Lean Practices	0,987	0,500	0,960	0,623	0,536	0,676	0,620			
Supplier Feedback	0,710	0,446	0,609	0,555	0,393	0,489	0,520	0,918		
Social Performance	0,577	0,373	0,528	0,508	0,853	0,481	0,538	0,601	0,450	

Αναφορικά με το κριτήριο Fornell-Larcker, η διακριτική εγκυρότητα επιβεβαιώνεται όταν η τετραγωνική ρίζα της AVE κάθε μεταβλητής (διαγώνια στοιχεία) υπερβαίνει τις συσχετίσεις της με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές του μοντέλου (Hair & Alamer, 2022). Από την εξέταση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι το κριτήριο αυτό ικανοποιείται για την πλειονότητα των μεταβλητών. Εξάιρεση αποτελούν οι υψηλές συσχετίσεις μεταξύ των Customer Involvement, Employee Involvement, Supplier Feedback και Supply Chain Lean Practices, οι οποίες είναι αναμενόμενες και θεωρητικά δικαιολογημένες, καθώς οι τρεις αυτές μεταβλητές αποτελούν διαστάσεις πρώτης τάξης της μεταβλητής ανώτερης τάξης Supply Chain Lean Practices. Στο πλαίσιο των μεταβλητών ανώτερης τάξης, η υψηλή συσχέτιση μεταξύ των διαστάσεων και της συνολικής μεταβλητής δεν αποτελεί πρόβλημα διακριτικής εγκυρότητας, αλλά αντικατοπτρίζει τη θεωρητική δομή του μοντέλου (Hair & Alamer, 2022).

Αναφορικά με τον δείκτη HTMT, τιμές κατώτερες του 0,90 υποδηλώνουν επαρκή διακριτική εγκυρότητα (Hair & Alamer, 2022). Από την εξέταση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η συντριπτική πλειονότητα των τιμών HTMT κυμαίνεται σε επίπεδα κατώτερα του 0,90, επιβεβαιώνοντας τη διακριτική εγκυρότητα του μοντέλου. Οι υψηλές τιμές HTMT μεταξύ της μεταβλητής ανώτερης τάξης Supply Chain Lean Practices και των διαστάσεών της πρώτης τάξης (Customer Involvement=0,987, Employee Involvement=0,960, SupplierFeedback=0,918) είναι θεωρητικά αναμενόμενες λόγω της δομής ανώτερης τάξης του μοντέλου και δεν θέτουν εν αμφιβόλω την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων (Hair & Alamer, 2022).

Συνολικά, τα αποτελέσματα των δύο κριτηρίων επιβεβαιώνουν την επαρκή διακριτική εγκυρότητα του μετρητικού μοντέλου, με εξαίρεση τις θεωρητικά αναμενόμενες υψηλές συσχετίσεις που απορρέουν από τη δομή ανώτερης τάξης της μεταβλητής Supply Chain Lean Practices (Hair & Alamer, 2022).

Το επόμενο στάδιο αφορά την εκτίμηση του δομικού μοντέλου (structural model), το οποίο εξετάζει τη φύση και την ισχύ των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών. Συγκεκριμένα, αξιολογήθηκαν οι συντελεστές διαδρομής (path coefficients) μέσω bootstrapping με 5.000 επαναλήψεις, το οποίο αποτελεί μη παραμετρική μέθοδο που δεν απαιτεί κανονική κατανομή δεδομένων (Hair & Alamer, 2022). Τα αποτελέσματα, τα οποία περιλαμβάνουν τους

συντελεστές διαδρομής (β), τις τιμές t , τις τιμές p -value και τα διαστήματα εμπιστοσύνης 95%, παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.12.

Πίνακας 4.10. Έλεγχος ερευνητικών υποθέσεων με χρήση bootstrapping (Testing of research hypotheses using bootstrapping)

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	p-value
Digital Transformation → Supply Chain Lean Practices	0,461	0,467	0,094	4,879	<0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Risk Management Performance	0,113	0,118	0,088	1,283	0,200
Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance	0,564	0,559	0,096	5,857	<0,001
Supply Chain Lean Practices -> Customer Involvement	0,884	0,885	0,024	36,158	<0,001
Supply Chain Lean Practices -> Employee Involvement	0,829	0,829	0,044	19,008	<0,001
Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Culture	0,611	0,617	0,065	9,388	<0,001
Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance	0,177	0,176	0,085	2,083	0,037
Supply Chain Lean Practices -> Supplier Feedback	0,830	0,830	0,041	20,443	<0,001
Supply Chain Risk Management Performance -> Economic Performance	0,459	0,478	0,082	5,605	<0,001
Supply Chain Risk Management Performance -> Environmental Performance	0,474	0,482	0,068	6,974	<0,001
Supply Chain Risk Management Performance -> Social Performance	0,512	0,519	0,073	7,051	<0,001

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι δέκα από τις έντεκα σχέσεις του μοντέλου επιβεβαιώνονται στατιστικά (p -value<0,05 και αντίστοιχα t >1,96), επιβεβαιώνοντας την ύπαρξη σημαντικών επιδράσεων μεταξύ των μεταβλητών (Hair & Alamer, 2022). Εξαίρεση αποτελεί η σχέση Digital Transformation → Supply Chain Risk Management Performance, η οποία δεν κρίνεται στατιστικά σημαντική (β =0,113, t =1,283, p -value=0,200).

Αναφορικά με το μέγεθος των επιδράσεων, το μοντέλο εμφανίζει κυρίως ισχυρές και ικανοποιητικές επιδράσεις. Οι υψηλότερες τιμές εντοπίζονται στις σχέσεις μεταξύ της μεταβλητής ανώτερης τάξης Supply Chain Lean Practices και των διαστάσεων της πρώτης τάξης, γεγονός που είναι θεωρητικά αναμενόμενο λόγω της δομής του μοντέλου. Μέτρια επίδραση παρατηρείται μόνο στη διαδρομή Supply Chain Lean Practices → Supply Chain

Risk Management Performance ($\beta=0,177$, $p\text{-value}=0,037$), υποδηλώνοντας ότι η επίδραση των λιτών πρακτικών στην αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων ασκείται κυρίως έμμεσα, μέσω της κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων ($\beta=0,611$, $p\text{-value}<0,001$) (Hair & Alamer, 2022).

Στο δεύτερο στάδιο αξιολόγησης του δομικού μοντέλου εξετάστηκε ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 , όπου παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.13, ο οποίος εκφράζει το ποσοστό της διακύμανσης κάθε ενδογενούς μεταβλητής που ερμηνεύεται από τις μεταβλητές που την επηρεάζουν στο μοντέλο.

Πίνακας 4.11. Συντελεστής προσδιορισμού των ενδογενών μεταβλητών

	R-square	R-square adjusted
Customer Involvement	0,781	0,778
Employee Involvement	0,688	0,685
Economic Performance	0,210	0,202
Environmental Performance	0,223	0,216
Supply Chain Risk Management Culture	0,373	0,367
Supply Chain Risk Management Performance	0,537	0,523
Supply Chain Lean Practices	0,212	0,204
Supplier Feedback	0,689	0,686
Social Performance	0,261	0,254

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι τέσσερις μεταβλητές παρουσιάζουν ισχυρή εξηγητική ικανότητα ($R^2>0,50$): οι Customer Involvement ($R^2=0,781$), Employee Involvement ($R^2=0,688$), Supplier Feedback ($R^2=0,689$) και Supply Chain Risk Management Performance ($R^2=0,537$), υποδηλώνοντας ότι οι αντίστοιχες μεταβλητές του μοντέλου ερμηνεύουν σε υψηλό βαθμό τη διακύμανσή τους. Μέτρια εξηγητική ικανότητα ($0,25\leq R^2\leq 0,50$) εμφανίζουν οι μεταβλητές Supply Chain Risk Management Culture ($R^2=0,373$) και Social Performance ($R^2=0,261$). Τέλος, ασθενή εξηγητική ικανότητα ($R^2<0,25$) παρουσιάζουν οι μεταβλητές Supply Chain Lean Practices ($R^2=0,212$), Economic Performance ($R^2=0,210$) και Environmental Performance ($R^2=0,223$), γεγονός που υποδηλώνει ότι επιπλέον παράγοντες εκτός του μοντέλου ενδέχεται να συμβάλλουν στην ερμηνεία τους. Σημειώνεται ότι το Digital Transformation ως εξωγενής μεταβλητή δεν παρουσιάζει τιμή R^2 (Hair & Alamer, 2022).

Στο τρίτο στάδιο αξιολόγησης του δομικού μοντέλου εξετάστηκαν οι διαμεσολαβητικές σχέσεις μέσω ανάλυσης ειδικών έμμεσων επιδράσεων (specific indirect effects), με τη χρήση bootstrapping. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.14.

Πίνακας 4.12. Ειδικές έμμεσες επιδράσεις

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	p-value
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Supplier Feedback	0,383	0,389	0,086	4,435	<0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices-> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance	0,159	0,161	0,046	3,475	0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices-> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Social Performance	0,081	0,084	0,028	2,939	0,003
Supply Chain Lean Practices-> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance	0,344	0,345	0,071	4,880	<0,001
Supply Chain Lean Practices-> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Environmental Performance	0,163	0,167	0,045	3,634	<0,001
Supply Chain Lean Practices-> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance-> Economic Performance	0,158	0,167	0,052	3,036	0,002
Digital Transformation -> Supply Chain Risk Management Performance -> Economic Performance	0,052	0,057	0,044	1,173	0,241
Digital Transformation -> Supply Chain Risk Management Performance -> Environmental Performance	0,054	0,058	0,044	1,214	0,225
Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Economic Performance	0,259	0,269	0,071	3,631	<0,001
Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Environmental Performance	0,267	0,270	0,063	4,239	<0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Risk Management Performance -> Social Performance	0,058	0,063	0,048	1,197	0,231

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	p-value
Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance -> Economic Performance	0,081	0,084	0,044	1,842	0,066
Digital Transformation → Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance -> Social Performance	0,042	0,043	0,024	1,761	0,078
Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance -> Environmental Performance	0,084	0,085	0,043	1,928	0,054
Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Social Performance	0,289	0,290	0,066	4,401	<0,001
Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance -> Social Performance	0,091	0,092	0,047	1,941	0,052
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance -> Economic Performance	0,037	0,040	0,023	1,610	0,108
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance -> Environmental Performance	0,039	0,040	0,023	1,710	0,087
Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Social Performance	0,176	0,179	0,047	3,736	<0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Customer Involvement	0,407	0,414	0,087	4,679	<0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Environmental Performance	0,075	0,078	0,027	2,781	0,005
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Employee Involvement	0,382	0,388	0,084	4,543	<0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Culture -> Supply Chain Risk Management Performance -> Economic Performance	0,073	0,079	0,031	2,375	0,018

	Original sample (O)	Sample mean (M)	Standard deviation (STDEV)	T statistics (O/STDEV)	p-value
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Culture	0,282	0,288	0,064	4,420	<0,001
Digital Transformation -> Supply Chain Lean Practices -> Supply Chain Risk Management Performance	0,081	0,082	0,044	1,864	0,062

Από την εξέταση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων διαδραματίζει κεντρικό διαμεσολαβητικό ρόλο στο μοντέλο. Συγκεκριμένα, οι λιτές πρακτικές επηρεάζουν έμμεσα και σημαντικά την αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων μέσω της κουλτούρας, η οποία με τη σειρά της μεταφράζεται σε σημαντικές επιδράσεις και στις τρεις διαστάσεις της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ότι οι λιτές πρακτικές δεν επιδρούν απευθείας στη βιώσιμη απόδοση, αλλά μέσω της διαμόρφωσης μιας ισχυρής κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων, επιβεβαιώνοντας έτσι πλήρη διαμεσολάβηση της κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων.

Αναφορικά με τον ψηφιακό μετασχηματισμό, τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι η επίδρασή του στη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση ασκείται αποκλειστικά έμμεσα, μέσω των λιτών πρακτικών και της κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων. Οι διαδρομές του ψηφιακού μετασχηματισμού προς τη βιώσιμη απόδοση χωρίς τη διαμεσολάβηση της κουλτούρας δεν κρίθηκαν στατιστικά σημαντικές, γεγονός που επιβεβαιώνει ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός από μόνος του δεν αρκεί· απαιτείται η παράλληλη ανάπτυξη κατάλληλης κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων για να αποδώσει πλήρως τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Συνολικά, τα ευρήματα επιβεβαιώνουν τον κρίσιμο ρόλο της κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων ως του κεντρικού μηχανισμού που συνδέει τις λιτές πρακτικές και τον ψηφιακό μετασχηματισμό με τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση στον φαρμακευτικό κλάδο (Kamble et al., 2020; Sağlam et al., 2021).

Κεφάλαιο 5 – Συμπεράσματα

5.1 Συζήτηση Αποτελεσμάτων - Συμπεράσματα

Η παρούσα διπλωματική εργασία είχε ως κεντρικό στόχο τη διερεύνηση της επίδρασης των πρακτικών Lean 4.0 στη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση φαρμακευτικών επιχειρήσεων, εξετάζοντας παράλληλα τον διαμεσολαβητικό ρόλο της κουλτούρας και της αποτελεσματικότητας της διαχείρισης κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα. Το ερευνητικό ερώτημα γεννήθηκε από ένα διπλό κενό που εντοπίστηκε στη βιβλιογραφία: αφενός, η σχέση μεταξύ Lean 4.0 και βιώσιμης απόδοσης δεν είχε διερευνηθεί επαρκώς και στις τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας — οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική — και αφετέρου, η διαχείριση κινδύνων σπάνια ενσωματωνόταν συστηματικά σε αυτό το πλαίσιο. Η ανάγκη αυτή καθίστατο ακόμη πιο επιτακτική για τον φαρμακευτικό κλάδο, ο οποίος λειτουργεί υπό αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο, υψηλές απαιτήσεις ποιότητας και αυξημένη έκθεση σε κινδύνους εφοδιαστικής αλυσίδας.

Για τον εμπειρικό έλεγχο του προτεινόμενου μοντέλου συλλέχθηκαν δεδομένα από 105 εργαζόμενους και στελέχη φαρμακευτικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα. Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο PLS-SEM μέσω του λογισμικού SmartPLS 4, η οποία κρίθηκε κατάλληλη λόγω του μεγέθους του δείγματος, της πολυπλοκότητας του μοντέλου και της ύπαρξης διαμεσολαβητικών σχέσεων. Η αξιολόγηση του μοντέλου μέτρησης επιβεβαίωσε ικανοποιητική αξιοπιστία και εγκυρότητα για το σύνολο σχεδόν των μεταβλητών, με μοναδική εξαίρεση την οριακή τιμή AVE της οικονομικής απόδοσης ($AVE=0,488$), η οποία ωστόσο κρίθηκε αποδεκτή λόγω της υψηλής σύνθετης αξιοπιστίας της μεταβλητής ($CR=0,798$) και αναφέρεται ως περιορισμός της παρούσας έρευνας.

Από τις πέντε ερευνητικές υποθέσεις που διατυπώθηκαν, οι τέσσερις επιβεβαιώθηκαν πλήρως και μία μερικώς, παρέχοντας συνολικά ισχυρή εμπειρική υποστήριξη στο προτεινόμενο μοντέλο.

Η Y1 επιβεβαιώθηκε πλήρως. Η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων επηρεάζει θετικά και σημαντικά τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση και στις τρεις διαστάσεις της, μέσω της αποτελεσματικότητας διαχείρισης κινδύνων, συγκεκριμένα στην κοινωνική ($\beta=0,289$, $p\text{-value}<0,001$), οικονομική ($\beta=0,259$, $p\text{-value}<0,001$) και περιβαλλοντική ($\beta=0,267$, $p\text{-value}<0,001$).

Η **Y3** επιβεβαιώθηκε με ισχυρή στατιστική σημαντικότητα ($\beta=0,461$, $p\text{-value}<0,001$), αναδεικνύοντας ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός αποτελεί σημαντικό καταλύτη για την υιοθέτηση λιτών πρακτικών εφοδιαστικής αλυσίδας. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει ότι η επένδυση σε τεχνολογίες Industry 4.0 δεν είναι αυτοσκοπός, αλλά δημιουργεί τις προϋποθέσεις για βαθύτερη οργανωσιακή αλλαγή μέσω της ενίσχυσης των λειτουργικών διαδικασιών.

Η **Y4** επιβεβαιώθηκε επίσης πλήρως. Οι λιτές πρακτικές επιδρούν σημαντικά στην κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων ($\beta=0,611$, $p\text{-value}<0,001$), η οποία με τη σειρά της ενισχύει την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνων ($\beta=0,564$, $p\text{-value}<0,001$). Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι οι λιτές πρακτικές δεν επιδρούν απευθείας στη βιώσιμη απόδοση, αλλά μέσω της διαμόρφωσης μιας ισχυρής οργανωσιακής κουλτούρας που θέτει τη διαχείριση κινδύνων στο επίκεντρο της στρατηγικής λειτουργίας. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώνει πλήρη διαμεσολάβηση από την κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων.

Η **Y5** επιβεβαιώθηκε μερικώς. Η αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων διαμεσολαβεί στη σχέση μεταξύ λιτών πρακτικών και βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης, ωστόσο μόνο όταν η διαμεσολάβηση αυτή ασκείται μέσω της κουλτούρας. Συγκεκριμένα, η έμμεση επίδραση Λιτές Πρακτικές $\rightarrow$ Κουλτούρα $\rightarrow$ Αποτελεσματικότητα $\rightarrow$ Βιώσιμη Απόδοση είναι στατιστικά σημαντική (π.χ. κοινωνική: $\beta=0,176$, $p\text{-value}<0,001$), ενώ η άμεση έμμεση επίδραση Λιτές Πρακτικές $\rightarrow$ Αποτελεσματικότητα $\rightarrow$ Βιώσιμη Απόδοση δεν πληροί το κριτήριο στατιστικής σημαντικότητας (π.χ. κοινωνική: $\beta=0,091$, $p\text{-value}=0,052$). Αυτό υποδηλώνει ότι η αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων λειτουργεί ως διαμεσολαβητής μόνο εφόσον υποστηρίζεται από ισχυρή οργανωσιακή κουλτούρα, επιβεβαιώνοντας τον κεντρικό ρόλο της κουλτούρας στο μοντέλο.

Η **Y2** επιβεβαιώθηκε πλήρως. Η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνων επηρεάζει σημαντικά και τις τρεις διαστάσεις της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης, με ισχυρές επιδράσεις στην κοινωνική ($\beta=0,512$, $p\text{-value}<0,001$), στην οικονομική ($\beta=0,459$, $p\text{-value}<0,001$) και στην περιβαλλοντική απόδοση ($\beta=0,474$, $p\text{-value}<0,001$). Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι η αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνων αποτελεί τον μηχανισμό εκείνο που μετατρέπει τις οργανωσιακές πρακτικές σε μετρήσιμα αποτελέσματα βιωσιμότητας.

Ιδιαίτερης σημασίας είναι ένα επιπλέον εύρημα που προέκυψε από την ανάλυση και αφορά τον ρόλο του ψηφιακού μετασχηματισμού. Η άμεση επίδραση του ψηφιακού

μετασχηματισμού στην αποτελεσματικότητα της διαχείρισης κινδύνων αποδείχθηκε στατιστικά μη σημαντική ($\beta=0,113$, $p\text{-value}=0,200$), ενώ η έμμεση επίδρασή του μέσω των λιτών πρακτικών και της κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων αναδείχθηκε ως ο κυρίαρχος μηχανισμός επίδρασης. Με άλλα λόγια, επιχειρήσεις που επενδύουν μόνο σε τεχνολογία, χωρίς να καλλιεργούν παράλληλα την κατάλληλη οργανωσιακή κουλτούρα, είναι πολύ πιθανό να μην αποκομίσουν τα αναμενόμενα οφέλη σε επίπεδο διαχείρισης κινδύνων και βιώσιμης απόδοσης. Αυτό είναι ίσως το πιο ουσιαστικό εύρημα της παρούσας έρευνας, καθώς αντιτίθεται στην ευρέως διαδεδομένη αντίληψη ότι ο ψηφιακός μετασχηματισμός είναι από μόνος του επαρκής για τη βελτίωση της οργανωσιακής απόδοσης. Συνολικά, η παρούσα εργασία επιτυγχάνει τον στόχο που έθεσε, συνδέοντας σε ένα ενιαίο εννοιολογικό πλαίσιο τον ψηφιακό μετασχηματισμό, τις πρακτικές Lean 4.0, τη διαχείριση κινδύνων και τη βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση. Τα ευρήματα αναδεικνύουν ότι η επίτευξη βιώσιμων αποτελεσμάτων στη φαρμακευτική βιομηχανία δεν αποτελεί αποκλειστικά αποτέλεσμα της υιοθέτησης προηγμένων τεχνολογιών, αλλά προϋποθέτει τη συνδυασμένη αξιοποίηση λιτών πρακτικών, την καλλιέργεια κουλτούρας διαχείρισης κινδύνων και την ανάπτυξη αποτελεσματικών μηχανισμών διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Για τις φαρμακευτικές επιχειρήσεις, τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν την ανάγκη υιοθέτησης μιας ολιστικής προσέγγισης οργανωσιακού μετασχηματισμού, στην οποία η τεχνολογία, οι διαδικασίες και οι άνθρωποι λειτουργούν συμπληρωματικά. Με τον τρόπο αυτό ενισχύονται η ανθεκτικότητα, η συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις και η μακροχρόνια βιωσιμότητα των επιχειρήσεων, συμβάλλοντας παράλληλα στη δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος σε ένα ιδιαίτερα απαιτητικό και διαρκώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον.

5.2 Περιορισμοί της Έρευνας

Παρά τη συμβολή της στη βιβλιογραφία, η παρούσα έρευνα παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς που είναι σημαντικό να αναφερθούν, ώστε τα ευρήματα να ερμηνεύονται στο σωστό πλαίσιο.

Ο πρώτος και πιο εμφανής περιορισμός αφορά το μέγεθος και τον γεωγραφικό εντοπισμό του δείγματος. Τα 105 ερωτηματολόγια που συλλέχθηκαν προέρχονται αποκλειστικά από φαρμακευτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων σε άλλα εθνικά ή διεθνή πλαίσια. Ο ελληνικός φαρμακευτικός κλάδος παρουσιάζει ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, σε σχέση τόσο με το κανονιστικό πλαίσιο όσο και με το επίπεδο τεχνολογικής ωριμότητας των επιχειρήσεων, που ενδέχεται να διαφοροποιούνται σημαντικά από αντίστοιχες αγορές του εξωτερικού.

Ο δεύτερος περιορισμός αφορά στον εγκάρσιο χαρακτήρα της έρευνας. Καθώς η συλλογή των δεδομένων διενεργήθηκε σε ένα μόνο χρονικό σημείο, η δυνατότητα εξαγωγής ασφαλών και οριστικών συμπερασμάτων παραμένει περιορισμένη. Οι σχέσεις που εντοπίστηκαν μεταξύ των μεταβλητών αποτυπώνουν μια στιγμιαία εικόνα και δεν αποκλείεται οι επιδράσεις να είναι διαχρονικά μεταβαλλόμενες ή να υπόκεινται σε ευρύτερα οργανωσιακά πλαίσια που δεν καταγράφηκαν.

Τρίτος περιορισμός της παρούσας έρευνας αφορά τη μέτρηση της οικονομικής διάστασης της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης. Ειδικότερα, η τιμή της Μέσης Εξαγόμενης Διακύμανσης ($AVE=0,488$) υπολείπεται οριακά του προτεινόμενου ορίου του 0,50 (Hair & Alamer, 2022). Παρότι η μεταβλητή διατηρήθηκε στο μοντέλο, λαμβανομένης υπόψη της ικανοποιητικής σύνθετης αξιοπιστίας της ($CR=0,798$), η οποία υποδηλώνει επαρκή εσωτερική συνέπεια των δεικτών (Hair & Alamer, 2022), η συγκεκριμένη ένδειξη υποδηλώνει ότι η οικονομική διάσταση ενδέχεται να μην αποτυπώνεται με απόλυτη ακρίβεια από το σύνολο των δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν. Ως εκ τούτου, τα ευρήματα που αφορούν την οικονομική απόδοση θα πρέπει να ερμηνεύονται με σχετική προσοχή, καθώς είναι πιθανό μέρος της διακύμανσής της να μην έχει αποτυπωθεί πλήρως στο ερευνητικό μοντέλο.

Τέλος, το μοντέλο δεν συμπεριλαμβάνει ορισμένες μεταβλητές που ενδέχεται να επηρεάζουν τις εξεταζόμενες σχέσεις, όπως η οργανωσιακή ηγεσία, η κουλτούρα καινοτομίας ή εξωτερικοί παράγοντες, όπως η αστάθεια της αγοράς και οι ρυθμιστικές μεταβολές. Η απουσία αυτών των μεταβλητών εξηγεί, τουλάχιστον εν μέρει, τις σχετικά χαμηλότερες τιμές R^2 που παρατηρήθηκαν στις μεταβλητές της βιώσιμης οργανωσιακής απόδοσης (Economic Performance: $R^2=0,210$, Environmental Performance: $R^2=0,223$), υποδηλώνοντας ότι παράγοντες εκτός του μοντέλου συμβάλλουν επίσης στη διαμόρφωσή τους. Κατά συνέπεια, τα αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνεύονται με γνώμονα ότι η βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό φαινόμενο, το οποίο ενδέχεται να επηρεάζεται και από πρόσθετους οργανωσιακούς ή εξωτερικούς παράγοντες που δεν συμπεριλήφθηκαν στο παρόν ερευνητικό μοντέλο.

5.3 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα

Τα ευρήματα της παρούσας εργασίας ανοίγουν αρκετές ενδιαφέρουσες κατευθύνσεις για μελλοντική έρευνα.

Ένα πρώτο και λογικό βήμα θα ήταν η επέκταση του δείγματος σε διεθνές επίπεδο. Η συγκεκριμένη έρευνα περιορίστηκε σε ελληνικές φαρμακευτικές εταιρείες, γεγονός που αναπόφευκτα επηρεάζει τη γενίκευση των αποτελεσμάτων. Θα ήταν χρήσιμο να εξεταστεί αν τα ίδια ευρήματα επαληθεύονται και σε άλλες ευρωπαϊκές ή διεθνείς αγορές, ιδίως σε χώρες με διαφορετικό επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας ή διαφορετικό κανονιστικό πλαίσιο.

Μια δεύτερη κατεύθυνση αφορά τη διαχρονική μελέτη των σχέσεων που εντοπίστηκαν. Η παρούσα έρευνα αποτυπώνει μια στιγμιαία εικόνα, χωρίς να μπορεί να εξηγήσει πώς εξελίσσονται αυτές οι σχέσεις με την πάροδο του χρόνου. Επαναλαμβανόμενες μετρήσεις σε διαφορετικές χρονικές στιγμές θα επέτρεπαν να κατανοηθεί καλύτερα πώς χτίζεται σταδιακά η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων μέσα σε έναν οργανισμό.

Τρίτη πρόταση σχετίζεται με την ανάγκη να κατανοηθεί καλύτερα ο τρόπος με τον οποίο αναπτύσσεται η κουλτούρα διαχείρισης κινδύνων. Το κεντρικό εύρημα της παρούσας εργασίας είναι ότι η κουλτούρα αυτή παίζει καθοριστικό ρόλο — αλλά το ερώτημα που παραμένει ανοιχτό είναι: πώς ακριβώς δημιουργείται; Ποιος ο ρόλος της ηγεσίας, της εκπαίδευσης και της εσωτερικής επικοινωνίας; Μελλοντικές έρευνες που συνδυάζουν ποιοτικές και ποσοτικές μεθόδους θα μπορούσαν να απαντήσουν σε αυτά τα ερωτήματα με μεγαλύτερη ακρίβεια.

Μια τέταρτη κατεύθυνση προκύπτει από ένα από τα πιο ενδιαφέροντα ευρήματα της εργασίας: η άμεση επίδραση του ψηφιακού μετασχηματισμού στην αποτελεσματικότητα διαχείρισης κινδύνων αποδείχθηκε στατιστικά μη σημαντική. Αυτό είναι κάτι που αξίζει να διερευνηθεί περαιτέρω — υπό ποιες συνθήκες η τεχνολογία από μόνη της μπορεί να επηρεάσει άμεσα τη διαχείριση κινδύνων, και πότε χρειάζεται απαραίτητα τη στήριξη μιας ισχυρής οργανωσιακής κουλτούρας για να αποδώσει.

Τέλος, θα ήταν χρήσιμο να εξεταστεί αν το μοντέλο της παρούσας έρευνας ισχύει και σε άλλους κλάδους υψηλής ρύθμισης, όπως η βιοτεχνολογία, η βιομηχανία τροφίμων ή η ενέργεια. Μια τέτοια σύγκριση θα έδειχνε αν τα ευρήματα είναι χαρακτηριστικά του φαρμακευτικού κλάδου ή αν έχουν ευρύτερη εφαρμογή.

Κεφάλαιο 6 – Βιβλιογραφία

Arden, N. S., Fisher, A. C., Tyner, K., Yu, L. X., Lee, S. L., & Kopcha, M. (2021). Industry 4.0 for pharmaceutical manufacturing: Preparing for the smart factories of the future. *International Journal of Pharmaceutics*, 602, 120554. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2021.120554>

Aripin, N. M., Nawanir, G., Mahmud, F., Fauzi, M. A., Hussain, S., & Lee, K. L. (2023). Systematic literature review: Theory perspective in lean manufacturing performance. *Management Systems in Production Engineering*, 31(2), 230–241. <https://doi.org/10.2478/mspe-2023-0025>

Ashima, R., Haleem, A., Bahl, S., Javaid, M., Mahla, S. K., & Singh, S. (2021). Automation and manufacturing of smart materials in additive manufacturing technologies using Internet of Things towards the adoption of Industry 4.0. *Materials Today: Proceedings*, 45, 5081–5088. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.01.583>

Awad, J. A. R., & Martín-Rojas, R. (2024). Digital transformation influence on organizational resilience through organizational learning and innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 13, 69. <https://doi.org/10.1186/s13731-024-00405-4>

Byrne, B., McDermott, O., & Noonan, J. (2021). Applying Lean Six Sigma methodology to a pharmaceutical manufacturing facility: A case study. *Processes*, 9(3), 550. <https://doi.org/10.3390/pr9030550>

Dolgui, A., Ivanov, D., & Sokolov, B. (2017). Ripple effect in the supply chain: An analysis and recent literature. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 414–430. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1387680>

Dutta, S. S. (2024). Lean manufacturing and process optimization: Enhancing efficiency in modern production. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology*, 10(5), 265–273. <https://doi.org/10.32628/CSEIT241051024>

Emrouznejad, A., Abbasi, S., & Sıcakyüz, Ç. (2023). Supply chain risk management: A content analysis-based review of existing and emerging topics. *Supply Chain Analytics*, 3, 100031. <https://doi.org/10.1016/j.sca.2023.100031>

- Elafri, N., Rose, B., & Boudemagh, S. (2022). Impacts of Industry 4.0 technologies on lean management tools: A bibliometric analysis. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 16, 1–16. <https://doi.org/10.1007/s12008-022-00938-2>
- Fan, Y., & Stevenson, M. (2018). A review of supply chain risk management: Definition, theory, and research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 205–230. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-01-2017-0043>
- Folgado, F. J., Calderón, D., González, I., & Calderón, A. J. (2024). Review of Industry 4.0 from the perspective of automation and supervision systems: Definitions, architectures and recent trends. *Electronics*, 13(4), 782. <https://doi.org/10.3390/electronics13040782>
- Frank, A. G., Dalenogare, L. S., & Ayala, N. F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, 210, 15–26. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.01.004>
- Govindan, K., & Arampatzis, G. (2023). A framework to measure readiness and barriers for the implementation of Industry 4.0: A case approach. *Electronic Commerce Research and Applications*, 59, 101249. <https://doi.org/10.1016/j.elerap.2023.101249>
- Guandalini, I. (2022). Sustainability through digital transformation: A systematic literature review for research guidance. *Journal of Business Research*, 148, 456–471. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2022.05.003>
- Hair, J. F., & Alamer, A. (2022). Partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) in second language and education research: Guidelines using an applied example. *Research Methods in Applied Linguistics*, 1(3), 100027. <https://doi.org/10.1016/j.rmal.2022.100027>
- Ivanov, D. (2021). Supply chain viability and the COVID-19 pandemic: A conceptual and formal generalisation of four major adaptation strategies. *International Journal of Production Research*, 59(12), 3535–3552. <https://doi.org/10.1080/00207543.2021.1890852>
- Islam, M. N., Hossain, M. M., & Ornob, M. S. S. (2024). Business research on Industry 4.0: A systematic review using topic modelling approach. *Future Business Journal*, 10(1), 111. <https://doi.org/10.1186/s43093-024-00398-2>
- Kamble, S., Gunasekaran, A., & Dhone, N. C. (2020). Industry 4.0 and lean manufacturing practices for sustainable organisational performance in Indian manufacturing companies.

International Journal of Production Research, 58(5), 1319–1337.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1630772>

Kashif, M. (2024). Analysis of the supply chain risk management in pharmaceutical industry. *South Asian Journal of Operations and Logistics*, 3(2), 382–413.

<https://doi.org/10.57044/SAJOL.2024.3.2.2454>

Komkowski, T., Sony, M., Antony, J., Lizarelli, F. L., Garza-Reyes, J. A., & Tortorella, G. L. (2025). Operational practices for integrating lean and Industry 4.0 – A dynamic capabilities perspective. *International Journal of Production Research*, 63(4), 1517–1537.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2381127>

Kraus, S., Durst, S., Ferreira, J. J., Veiga, P., Kailer, N., & Weinmann, A. (2022). Digital transformation in business and management research: An overview of the current status quo. *International Journal of Information Management*, 63, 102466.

<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102466>

Kumar, N., Hasan, S. S., Srivastava, K., Akhtar, R., Yadav, R. K., & Choubey, V. K. (2022). Lean manufacturing techniques and its implementation: A review. *Materials Today: Proceedings*, 64, 1188–1192. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.03.481>

Loenen, V. van, Schouteten, R., Visser, M., & Vosselman, E. (2024). The translation of Lean management: Prospects of a relational approach for successful practice. *Public Money & Management*, 44(1), 54–61. <https://doi.org/10.1080/09540962.2022.2111884>

Mahdavishtarif, M., Caronna, A., & Rafele, C. (2022). Investigating the integration of Industry 4.0 and lean principles on supply chain: A multi-perspective systematic literature review. *Applied Sciences*, 12(11), 5566. <https://doi.org/10.3390/app12115566>

Moraes, A., Carvalho, A., & Sampaio, P. (2023). Lean and Industry 4.0: A review of the relationship, its limitations, and the path ahead with Industry 5.0. *Machines*, 11(3), 443. <https://doi.org/10.3390/machines11030443>

Mukherjee, S., Batwara, A., & Sharma, V. (2024). An empirical assessment of lean readiness in pharmaceutical component manufacturing SMEs. *International Journal of Applied Logistics*, 14(1). <https://doi.org/10.4018/IJAL.349991>

Naseem, M. H., & Yang, J. (2021). Role of Industry 4.0 in supply chains sustainability: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(17), 9544. <https://doi.org/10.3390/su13179544>

- Nuhi-Mehkovic, M., & Mehkovic, A. (2023). Risk management culture, structure, and process: Theoretical insights and empirical evidence. *International Business Research*, 16(10), 10. <https://doi.org/10.5539/ibr.v16n10p10>
- Oliveira-Dias, D., Maqueira-Marin, J. M., Moyano-Fuentes, J., & Carvalho, H. (2023). Implications of using Industry 4.0 base technologies for lean and agile supply chains and performance. *International Journal of Production Economics*, 262, 108916. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2023.108916>
- Ramos da Silva, B. M. S., Nepomuceno de Oliveira, V. A., & Magalhães, J. L. (2023). Analysis of Lean Six Sigma use in pharmaceutical production. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 59, e22949. <https://doi.org/10.1590/s2175-97902023e22949>
- Robertson, G., & Markova, Z. (2022). Lean implementation benefits for the pharmaceutical company: From project to implementation. *Proceedings of the RTU International Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship*. <https://doi.org/10.7250/scee.2022.009>
- Rossi, A. H. G., Marcondes, G. B., Pontes, J., Leitão, P., Testa, F. T., Martins, L. M. R., & Dos Reis, A. M. (2022). Lean tools in the context of Industry 4.0: Literature review, implementation and trends. *Sustainability*, 14(20), 12295. <https://doi.org/10.3390/su142012295>
- Rossini, M., Costa, F., Tortorella, G. L., & Portioli-Staudacher, A. (2019). The interrelation between Industry 4.0 and lean production: An empirical study on European manufacturers. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 102(9), 3963–3976. <https://doi.org/10.1007/s00170-019-03441-7>
- Saenagri, A., Usman, O., & Ishak, G. (2023). Implementation of total productive maintenance and lean manufacturing in the pharmaceutical industry: An empirical study. *Journal of Business and Management Studies*, 5(3), 114–124. <https://doi.org/10.32996/jbms.2023.5.3.10>
- Sağlam, Y. C., Yıldız Çankaya, S., & Sezen, B. (2021). Proactive risk mitigation strategies and supply chain risk management performance: An empirical analysis for manufacturing firms in Turkey. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 32(6), 1224–1244. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2019-0299>

Tetteh-Caesar, M. G., Gupta, S., Salonitis, K., & Jagtap, S. (2024). Implementing Lean 4.0: a review of case studies in pharmaceutical industry transformation. *Technological Sustainability*, 3(3), 354–372. <https://doi.org/10.1108/TECHS-02-2024-0012>

Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J. Q., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>

Yadav, G., Luthra, S., Huisingh, D., Mangla, S. K., Narkhede, B. E., & Liu, Y. (2020). Development of a lean manufacturing framework to enhance its adoption within manufacturing companies in developing economies. *Journal of Cleaner Production*, 245, 118726. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118726>

Παράρτημα – Ερωτηματολόγιο

Η επίδραση του Lean 4.0 στη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων: Ο ρόλος της διαχείρισης διακινδύνευσης στη φαρμακευτική βιομηχανία

Παρακαλούμε προσδιορίστε τον βαθμό στον οποίο συμφωνείτε ή διαφωνείτε με τις παρακάτω δηλώσεις, επιλέγοντας έναν αριθμό από το 1 έως το 5, όπου: 1=Διαφωνώ Απόλυτα και 5=Συμφωνώ Απόλυτα

Δημογραφικές Ερωτήσεις

DQ1	Φύλο	Άρρεν	Θήλυ	Δεν επιθυμώ να απαντήσω	Άλλο		
DQ2	Τμήμα/Λειτουργική μονάδα στην επιχείρηση	Διοίκηση	Ποιοτικός Έλεγχος (QC)	Έρευνα και Ανάπτυξη (RnD)	Διασφάλιση Ποιότητας (QA)	Εφοδιαστική Αλυσίδα	Παραγωγή/ Άλλο
DQ3	Θέση στην επιχείρηση	Manager/Διευθυντικό στέλεχος	Supervisor / Team Leader	Senior Ειδικευμένο Προσωπικό	Αναλυτής	Βοηθός Αναλυτή	Άλλο
DQ4	Αριθμός εργαζομένων	1-5	6-20	21-50	51-100	101-250	>250
DQ5	Διάρκεια απασχόλησης στην εταιρεία	0-12 μήνες	1-2 έτη	3-5 έτη	6-10 έτη	Περισσότερα από 10 έτη	
DQ6	Ηλικία	18-25	26-35	36-45	46-55	Άνω των 56	

Πρακτικές Λιτής Διοίκησης

Οι πρακτικές λιτής διοίκησης αναφέρονται στον τρόπο με τον οποίο μια εταιρεία οργανώνει τις εργασίες της, συνεργάζεται με προμηθευτές και πελάτες και ενθαρρύνει τη συμμετοχή των εργαζομένων, με στόχο τη βελτίωση της καθημερινής λειτουργίας και τον περιορισμό περιττών ενεργειών.

	Ψηφιακός Μετασχηματισμός	Διαφωνώ Απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ Απόλυτα
DT1	Υπολογιστική νέφους (Cloud computing), δηλαδή εύκολη πρόσβαση σε δεδομένα μέσω ψηφιακής βάσης στο διαδίκτυο					
DT2	Μεγάλα δεδομένα (BigData), δηλαδή πραγματοποίηση συλλογής μεγάλου δεδομένων με υψηλή ταχύτητα σε ηλεκτρονικές αποθήκες					
DT3	Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet-of-Things, IoT), δηλαδή συσκευές με αισθητήρες καταγραφής και επεξεργασίας δεδομένων					
DT4	Προσθετική Κατασκευή (Additive Manufacturing, AM), π.χ. 3D printing					
DT5	Ρομποτικά Συστήματα (Robotic Systems, RS), π.χ. αυτοματοποιημένες γραμμές παραγωγής					
DT6	Επαυξημένη Πραγματικότητα (Augmented Reality – AR), χρήση ψηφιακών στοιχείων που εμπλουτίζουν τον πραγματικό κόσμο					
	Αξιολόγηση Προμηθευτών	1	2	3	4	5

SF1	Η εταιρεία μας βρίσκεται διαρκώς σε στενή επικοινωνία με τους βασικούς προμηθευτές μας.					
SF2	Η εταιρεία μας παρέχει ανατροφοδότηση σχετικά με την ποιότητα και την απόδοση στις παραδόσεις σε όλους τους βασικούς προμηθευτές μας.					
SF3	Η εταιρεία μας καταβάλλει τη μέγιστη δυνατή προσπάθεια για την ανάπτυξη μακροχρόνιας σχέσης με τους βασικούς προμηθευτές μας.					
	Ανάπτυξη Προμηθευτών	1	2	3	4	5
SD1	Οι προμηθευτές μας επιδιώκουν συνεχώς την ετήσια μείωση του κόστους.					
SD2	Οι κύριοι προμηθευτές μας εδρεύουν σε κοντινή απόσταση από τις εγκαταστάσεις μας.					
SD3	Διαθέτουμε ένα καλά εδραιωμένο και αποτελεσματικό σύστημα επικοινωνίας με τους βασικούς προμηθευτές μας.					
SD4	Επιδιώκουμε τη διατήρηση περιορισμένου αριθμού προμηθευτών ανά κατηγορία υλικού/υπηρεσίας.					
SD5	Η διαχείριση των αποθεμάτων πραγματοποιείται σε συνεργασία ή από τους προμηθευτές μας.					
SD6	Η αξιολόγηση των προμηθευτών βασίζεται στο συνολικό κόστος προμήθειας και όχι μόνο στην τιμή ανά μονάδα.					
	Συμμετοχή Πελατών	1	2	3	4	5
CI1	Η επιχείρησή μας διατηρεί στενή και συστηματική επικοινωνία με τους πελάτες της.					
CI2	Η επιχείρησή μας συλλέγει συστηματικά ανατροφοδότηση από τους πελάτες σχετικά με την ποιότητα και την αξιοπιστία των παραδόσεων.					
CI3	Οι πελάτες μας συμμετέχουν ενεργά στη βελτίωση υφιστάμενων προϊόντων καθώς και στην ανάπτυξη νέων προϊόντων.					
CI4	Οι πελάτες μας μοιράζονται μαζί μας πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα και τη μελλοντική ζήτηση.					
	Συμμετοχή Εργαζομένων	1	2	3	4	5

EI1	Οι εργαζόμενοι στην παραγωγή συμμετέχουν ενεργά σε ομάδες επίλυσης προβλημάτων.					
EI2	Οι εργαζόμενοι στην επιχείρησή μας υποβάλλουν συστηματικά προτάσεις βελτίωσης.					
EI3	Οι προσπάθειες βελτίωσης προϊόντων και διαδικασιών υλοποιούνται με ενεργή συμμετοχή των εργαζομένων στην παραγωγή.					
EI4	Οι εργαζόμενοι στην παραγωγή εκπαιδεύονται ώστε να μπορούν να εκτελούν πολλαπλές λειτουργίες.					
Βιώσιμη Οργανωσιακή Απόδοση						
Η βιώσιμη οργανωσιακή απόδοση αποτυπώνει τον βαθμό στον οποίο μια επιχείρηση επιτυγχάνει μακροχρόνια αποτελεσματικότητα, συνδυάζοντας οικονομική αποδοτικότητα, κοινωνική υπευθυνότητα και περιβαλλοντική βιωσιμότητα.						
	Οικονομικοί Παράγοντες	Διαφωνώ Απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ Απόλυτα
EP1	Μείωση του κόστους παραγωγής					
EP2	Αύξηση των κερδών					
EP3	Μείωση του κόστους ανάπτυξης προϊόντων					
EP4	Μείωση του ενεργειακού κόστους					
EP5	Μείωση του κόστους αποθεμάτων					
EP6	Μείωση του κόστους ελαττωματικών και επανεπεξεργασίας					
EP7	Μείωση του κόστους προμήθειας πρώτων υλών					
EP8	Μείωση του κόστους επεξεργασίας αποβλήτων					
	Κοινωνικοί Παράγοντες	1	2	3	4	5
SP1	Βελτίωση των συνθηκών εργασίας					
SP2	Βελτίωση της ασφάλειας στον χώρο εργασίας					
SP3	Βελτίωση της υγείας των εργαζομένων					
SP4	Βελτίωση των εργασιακών σχέσεων					
SP5	Βελτίωση του ηθικού					
SP6	Μείωση της εργασιακής πίεσης					
	Περιβαλλοντικοί Παράγοντες	1	2	3	4	5
EVP1	Μείωση των στερεών αποβλήτων					
EVP2	Μείωση των υγρών αποβλήτων					
EVP3	Μείωση των εκπομπών αερίων					
EVP4	Μείωση της σπατάλης ενέργειας					
EVP5	Μείωση της κατανάλωσης επικίνδυνων/επιβλαβών/τοξικών					

	υλικών					
EVP6	Βελτίωση της περιβαλλοντικής κατάστασης της επιχείρησης					
Διαχείριση Κινδύνων στην Εφοδιαστική Αλυσίδα						
Η διαχείριση κινδύνων στην εφοδιαστική αλυσίδα αναφέρεται τόσο στην οργανωσιακή κουλτούρα απέναντι στους κινδύνους όσο και στην αποτελεσματικότητα των πρακτικών που εφαρμόζονται για την πρόληψη, τον μετριασμό και την αντιμετώπισή τους.						
	Κουλτούρα Διαχείρισης Κινδύνων	Διαφωνώ Απόλυτα	Διαφωνώ	Ούτε συμφωνώ ούτε διαφωνώ	Συμφωνώ	Συμφωνώ Απόλυτα
RMcult_1	Η επιχείρησή μας προσανατολίζει τους εργαζομένους της στη διαχείριση κινδύνων της εφοδιαστικής αλυσίδας.					
RMcult_2	Η διαχείριση κινδύνων της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί έναν από τους κύριους στρατηγικούς στόχους της επιχείρησής μας.					
RMcult_3	Οι συνεργάτες μας συμμερίζονται την άποψη ότι οι κίνδυνοι της εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να διαχειρίζονται συνεργατικά.					
RMcult_4	Οι συνεργάτες μας συμμετέχουν σε εκπαιδευτικές δράσεις που οργανώνει η επιχείρησή μας σχετικά με τους κινδύνους της εφοδιαστικής αλυσίδας.					
RMcult_5	Διαχειριζόμαστε από κοινού με τους συνεργάτες μας τους κινδύνους της εφοδιαστικής αλυσίδας (π.χ. μέσω τακτικών συναντήσεων ή διαβουλεύσεων).					
	Αποτελεσματικότητα Διαχείρισης Κινδύνων	1	2	3	4	5
SCRM P1	Κατά τα τελευταία τρία έτη, η επιχείρησή μας έχει μειώσει τη συχνότητα εμφάνισης κινδύνων εφοδιασμού.					
SCRM P2	Κατά τα τελευταία τρία έτη, η επιχείρησή μας έχει μειώσει τον αντίκτυπο των κινδύνων εφοδιασμού.					

SCRM P3	Η διαχείριση κινδύνων εφοδιασμού της επιχείρησής μας είναι αποτελεσματικότερη σε σύγκριση με εκείνη των βασικών ανταγωνιστών μας.						
SCRM P4	Η ικανότητα της επιχείρησής μας να αντιμετωπίζει ευκαιρίες και απειλές έχει βελτιωθεί σε σύγκριση με πριν από τρία έτη.						
SCRM P5	Οι επενδύσεις πόρων της επιχείρησής μας στη διαχείριση κινδύνων έχουν αυξηθεί κατά τα τελευταία τρία έτη.						

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

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