



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

Ο στρατηγικός ρόλος του Demand Planning στη
βελτιστοποίηση του κεφαλαίου κίνησης μέσω
Supply Chain Finance στη φαρμακοβιομηχανία.
Μελέτη περίπτωσης: Pfizer Inc.

ΦΑΙΔΩΝ ΑΛΕΞΙΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ: ΚΑΘ. ΣΟΦΙΑΝΟΠΟΥΛΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΗ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ, 2026

ΔΗΛΩΣΗ

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

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

Ο Φοιτητής
(Φαίδων Αλεξίου)

Η Επιβλέπουσα
Σοφianoπούλου Στυλιανή

Περίληψη

Η εργασία εξετάζει τον στρατηγικό ρόλο του Demand Planning στη βελτιστοποίηση του κεφαλαίου κίνησης μέσω πρακτικών Supply Chain Finance στη φαρμακοβιομηχανία. Η ανάλυση συνδυάζει το θεωρητικό πλαίσιο βασικών δεικτών απόδοσης (MAPE, bias, service level, FVA, DIO, DSO, DPO, CCC) με εμπειρικά δεδομένα από τη μελέτη περίπτωσης της Pfizer για την περίοδο 2020–2024. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης και η μείωση του forecast bias μειώνουν την αβεβαιότητα ζήτησης. Αυτό επιτρέπει τον περιορισμό των αποθεμάτων ασφαλείας, αυξάνει τον ρυθμό ανακύκλωσης αποθεμάτων και οδηγεί σε χαμηλότερες τιμές Days Inventory Outstanding.

Η ενσωμάτωση των διαδικασιών σε πλαίσιο Integrated Business Planning (IBP), σε συνδυασμό με εργαλεία όπως demand sensing, control towers και multi-echelon optimization, συμβάλλει στην καλύτερη ευθυγράμμιση λειτουργικών και χρηματοοικονομικών στόχων. Ωστόσο, εντοπίζονται περιορισμοί ως προς τη γενίκευση των αποτελεσμάτων σε μικρότερους οργανισμούς. Συνολικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ο συνδυασμός πρακτικών Demand Planning και λύσεων Supply Chain Finance μπορεί να λειτουργήσει ως βασικός μοχλός μείωσης του κεφαλαίου κίνησης και ενίσχυσης της ανθεκτικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Λέξεις Κλειδιά: Σχεδιασμός Ζήτησης, Χρηματοδότηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας, Κεφάλαιο Κίνησης, Φαρμακοβιομηχανία

Abstract

This thesis examines the strategic role of Demand Planning in optimizing working capital through Supply Chain Finance practices in the pharmaceutical industry. The analysis integrates a theoretical framework of key performance indicators (MAPE, bias, service level, FVA, DIO, DSO, DPO, CCC) with empirical data from a Pfizer case study covering the period 2020–2024. The findings demonstrate that improving forecast accuracy and reducing forecast bias decrease demand uncertainty. This, in turn, enables the reduction of safety stock levels, increases inventory turnover, and leads to lower Days Inventory Outstanding.

The integration of these processes within an Integrated Business Planning (IBP) framework, combined with tools such as demand sensing, control towers, and multi-echelon optimization, contributes to better alignment between operational and financial objectives. However, limitations are identified regarding the generalizability of the findings to smaller organizations. Overall, the results indicate that the combination of Demand Planning practices and Supply Chain Finance solutions can serve as a key lever for reducing working capital and enhancing supply chain resilience.

Keywords: Demand Planning, Supply Chain Finance, Working Capital, Pharmaceutical Industry

Ευχαριστίες

Για την εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την καθηγήτρια μου Σοφianoπούλου Στυλιανή, η οποία με καθοδήγησε με υπομονή και επιμονή καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής. Ομοίως ευχαριστώ θερμά τους καθηγητές και τους συμφοιτητές μου στο ΠΜΣ «Διοίκηση Logistics» του Πανεπιστημίου Πειραιώς, για το όμορφο ταξίδι στη γνώση. Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου, για την στήριξη που μου παρέχει ολόψυχα σε κάθε βήμα της ζωής μου.

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή	1
1.1 Αντικείμενο και σκοπός.....	1
1.2 Ερευνητικά ερωτήματα και συνεισφορά.....	3
1.3 Οριοθέτηση και παραδοχές.....	4
1.4 Δομή της μελέτης και παρουσίαση κεφαλαίων.....	5
2 Θεωρητικό Πλαίσιο	7
2.1 Demand Planning: έννοιες, ρόλος, στόχοι.....	7
2.2 Δείκτες ακρίβειας και απόδοσης πρόβλεψης: MAPE, bias, service level, FVA.....	10
2.3 Πολιτικές αποθεμάτων: safety stock, cycle stock, reorder points	13
2.4 Ιδιαιτερότητες φαρμακευτικής ζήτησης: εποχικότητα, λήξεις, υποκαταστάσεις... ..	15
2.5 Supply Chain Finance: εργαλεία και μηχανισμοί κόστους.....	17
2.6 Κεφάλαιο κίνησης και δείκτες: CCC, DIO, DSO, DPO, Inventory Turnover.....	19
2.7 Σύνδεση DP-SCF: από πρόβλεψη σε απόθεμα και κόστος κεφαλαίου	22
2.8 Συστήματα και διαδικασίες: S&OP/IBP, APS, demand sensing, data governance	24
2.9 Κίνδυνοι και συμμόρφωση: GDP, serialisation, ιχνηλασιμότητα	26
2.10 Πλαίσιο αξιολόγησης και βέλτιστες πρακτικές	27
3 Μεθοδολογία	30
3.1 Σχέδιο έρευνας και επιλογή μελέτης περίπτωσης Pfizer	30
3.2 Δεδομένα, μεταβλητές και λειτουργικοποίηση δεικτών	32
3.3 Διαδικασία ανάλυσης: baseline, σενάρια DP/SCF, ανάλυση ευαισθησίας	34
3.4 Εγκυρότητα, αξιοπιστία και ηθικά ζητήματα.....	36
4 Κλαδικό Πλαίσιο Φαρμακοβιομηχανίας	38
4.1 Αλυσίδα αξίας και αρχιτεκτονική εφοδιαστικής.....	38
4.2 Ζήτηση, ρυθμιστικό περιβάλλον και ελλείψεις	40
4.3 Πρακτικές SCF και χρηματοδοτική διασύνδεση με αποθέματα.....	41
4.4 Δομή αγοράς και σχέσεις προμηθευτών/διανομέων.....	43
4.5 Τεχνολογικές τάσεις: demand sensing, AI, track-and-trace.....	44
5 Μελέτη Περίπτωσης: Pfizer Inc.	46
5.1 Προφίλ εφοδιαστικής αλυσίδας και πολιτικές αποθεμάτων	46
5.2 Βασική γραμμή πρόβλεψης και δεικτών κεφαλαίου κίνησης.....	48
5.3 Παρέμβαση Demand Planning: διαδικασίες, εργαλεία, governance.....	49
5.4 Σχήματα Supply Chain Finance της Pfizer και παραμετροποίηση	51
5.5 Υπολογισμοί safety stock, DIO, CCC πριν/μετά.....	53

5.6 Έλεγχοι εγκυρότητας και περιορισμοί	54
6 Αποτελέσματα	56
6.1 Μεταβολές ακρίβειας πρόβλεψης και FVA	56
6.2 Επιπτώσεις σε απόθεμα, safety stock και επίπεδο εξυπηρέτησης	57
6.3 Μεταβολές DIO, Inventory Turnover και CCC	59
6.4 Κόστος χρηματοδότησης και απόδοση λύσεων SCF	60
7 Συζήτηση	62
7.1 Αιτιώδεις μηχανισμοί DP, απόθεμα, SCF, ρευστότητα	62
7.2 Σύγκριση με διεθνή βιβλιογραφία και πρακτικές	64
7.3 Επιχειρησιακές επιπτώσεις, ρίσκα και ανταγωνιστικότητα	66
7.4 Περιορισμοί και μελλοντική έρευνα	68
8 Στρατηγικές Εφαρμογής και Οδικός Χάρτης	70
8.1 Σχεδιασμός IBP και διακυβέρνηση αποφάσεων	70
8.2 Data strategy, ποιότητα δεδομένων και KPIs	72
8.3 Επιλογή και υλοποίηση εργαλείων SCF με κριτήρια ρίσκου/κόστους	73
8.4 Διαχείριση αλλαγής και ανάπτυξη ικανοτήτων	75
8.5 Συμμόρφωση και εσωτερικοί έλεγχοι	77
8.6 Χάρτης πορείας 12-24 μηνών	78
9 Συμπεράσματα	80
9.1 Σύνοψη ευρημάτων	80
9.2 Θεωρητική συνεισφορά	81
9.3 Πρακτικές επιπτώσεις για φαρμακευτικές επιχειρήσεις	83
9.4 Συνολικές εισηγήσεις πολιτικής και εφαρμογής	84
Βιβλιογραφία	86

Κατάλογος Συντομογραφιών

AI, Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

ARIMA, Αυτοπαλινδρομικό Ολοκληρωμένο Κινούμενου Μέσου (Autoregressive Integrated Moving Average)

CCC, Κύκλος Μετατροπής Μετρητών (Cash Conversion Cycle)

COGS, Κόστος Πωληθέντων (Cost of Goods Sold)

COVID, Νόσος COVID 19 (Coronavirus Disease 2019)

DIO, Ημέρες Αποθέματος (Days Inventory Outstanding)

DPO, Ημέρες Υποχρεώσεων (Days Payables Outstanding)

DSO, Ημέρες Απαιτήσεων (Days Sales Outstanding)

EMA, Ευρωπαϊκός Οργανισμός Φαρμάκων (European Medicines Agency)

ERP, Σύστημα Επιχειρησιακού Σχεδιασμού Πόρων (Enterprise Resource Planning)

FDA, Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (Food and Drug Administration)

FEFO, Πρώτα Λήγει Πρώτα Εξέρχεται (First Expired First Out)

FVA, Προστιθέμενη Αξία Πρόβλεψης (Forecast Value Added)

GDPR, Γενικός Κανονισμός Προστασίας Δεδομένων (General Data Protection Regulation)

GMP, Ορθή Πρακτική Παραγωγής (Good Manufacturing Practice)

IBP, Ολοκληρωμένος Επιχειρησιακός Σχεδιασμός (Integrated Business Planning)

IFRS, Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς (International Financial Reporting Standards)

KPI, Βασικός Δείκτης Επίδοσης (Key Performance Indicator)

MAPE, Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα (Mean Absolute Percentage Error)

MASE, Μέσο Απόλυτο Κλιμακωτό Σφάλμα (Mean Absolute Scaled Error)

ML, Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

RFID, Αναγνώριση μέσω Ραδιοσυχνοτήτων (Radio Frequency Identification)

ROI, Απόδοση Επένδυσης (Return on Investment)

SAP, Πληροφοριακό σύστημα SAP

SCF, Χρηματοδότηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Finance)

SCM, Διοίκηση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management)

SEC, Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς ΗΠΑ (Securities and Exchange Commission)

SKU, Μονάδα Τήρησης Αποθέματος (Stock Keeping Unit)

SOFR, Εξασφαλισμένο Επιτόκιο Χρηματοδότησης Διανυκτέρευσης (Secured Overnight Financing Rate)

SOX, Νόμος Sarbanes Oxley (Sarbanes Oxley Act)

VMI, Διαχείριση Αποθέματος από Προμηθευτή (Vendor Managed Inventory)

WMS, Σύστημα Διαχείρισης Αποθήκης (Warehouse Management System)

1 Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και σκοπός

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση των προηγμένων συστημάτων Demand Planning και Supply Chain Finance στη φαρμακευτική βιομηχανία. Η αλυσίδα εφοδιασμού του συγκεκριμένου κλάδου είναι ιδιαίτερα σύνθετη, καθώς επηρεάζεται από αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο, τη σχετικά περιορισμένη διάρκεια ζωής πολλών προϊόντων και τη σημαντική αβεβαιότητα στη ζήτηση που συνδέεται με την καινοτομία και τις συχνές ρυθμιστικές αλλαγές. Μέσα σε αυτό το περιβάλλον, η βελτίωση της ακρίβειας των προβλέψεων και η αποτελεσματική διαχείριση του κεφαλαίου κίνησης αποτελούν βασικές προτεραιότητες για τις επιχειρήσεις. Η μελέτη περίπτωσης της Pfizer συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου με τον οποίο τα συστήματα αυτά εφαρμόζονται στην πράξη, αναδεικνύοντας τόσο τις δυσκολίες όσο και τις δυνατότητες που δημιουργούνται σε διεθνές επίπεδο.

Η κατανόηση των παραγόντων αυτών συμβάλλει στον σχεδιασμό ρεαλιστικών και εφαρμόσιμων λύσεων που ενισχύουν την ανθεκτικότητα και την οικονομική αποδοτικότητα των επιχειρήσεων (Hansen et al., 2023). Στο πλαίσιο αυτό, η εργασία διερευνά τις αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ της βελτίωσης της ακρίβειας των προβλέψεων ζήτησης και της αξιοποίησης χρηματοδοτικών εργαλείων, όπως το reverse factoring και το dynamic discounting. Η ανάλυση βασικών δεικτών - όπως το Mean Absolute Percentage Error, το Days Inventory Outstanding και το Cash Conversion Cycle - αναδεικνύει ότι η συνδυαστική προσέγγιση μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μείωση του δεσμευμένου κεφαλαίου, η οποία για την περίοδο 2020–2024 εκτιμάται σε 5,3 δισεκατομμύρια δολάρια. Με τον τρόπο αυτό, η έρευνα καλύπτει ένα κενό στη βιβλιογραφία, όπου συχνά οι επιχειρησιακές και οι χρηματοοικονομικές διαστάσεις εξετάζονται αποσπασματικά.

Ο σκοπός της έρευνας είναι διττός. Αφενός, επιδιώκει να τεκμηριώσει εμπειρικά τις επιπτώσεις της συνδυασμένης εφαρμογής του Demand Planning (DP) και των πρακτικών Supply Chain Finance (SCF) στην απόδοση φαρμακευτικών επιχειρήσεων, μέσω ποσοτικοποιημένων μετρήσεων όπως η μείωση του MAPE από 18,5% σε 12,3% και η συρρίκνωση του Cash Conversion Cycle από 94 σε 54 ημέρες. Αφετέρου, στοχεύει στη διατύπωση πρακτικών εισηγήσεων για τη βιώσιμη εφαρμογή των συστημάτων αυτών. Ειδικότερα, η διερεύνηση των αιτιωδών μηχανισμών δείχνει ότι η βελτίωση της πρόβλεψης ζήτησης μπορεί να περιορίσει το safety stock έως και κατά 28%, δημιουργώντας τις

προϋποθέσεις για έναν οδικό χάρτη υλοποίησης διάρκειας 12–24 μηνών, που περιλαμβάνει πιλοτικές δράσεις και διαδικασίες διαχείρισης αλλαγής (Zhu et al., 2021).

Παράλληλα, η έρευνα εξετάζει τη θεωρητική της συμβολή, καθώς η ανάλυση Forecast Value Added υποδηλώνει ότι οι υβριδικές μέθοδοι πρόβλεψης προσθέτουν σημαντική αξία σε σχέση με απλά στατιστικά μοντέλα, σε ορισμένες περιπτώσεις άνω του 40%. Ως αποτέλεσμα, προτείνονται πλαίσια που ενισχύουν τη διασύνδεση μεταξύ ποιότητας δεδομένων και χρηματοοικονομικών επιδόσεων, εμπλουτίζοντας τη σχετική βιβλιογραφία.

Η μεθοδολογική προσέγγιση βασίζεται σε μελέτη περίπτωσης της Pfizer. Η αξιοποίηση δευτερογενών δεδομένων από ετήσιες και εσωτερικές αναφορές επιτρέπει την ποσοτική αποτύπωση των επιδράσεων σε πραγματικό περιβάλλον, ενώ η θεωρητική τεκμηρίωση αντλείται από μοντέλα όπως το working capital management και το Integrated Business Planning (IBP). Τα ευρήματα συνοψίζονται σε πρακτικές κατευθύνσεις εφαρμογής, ενισχύοντας τόσο την επιστημονική γνώση όσο και τη λειτουργική πρακτική στον κλάδο (Wuttke et al., 2019).

Τέλος, η έρευνα διατυπώνει εισηγήσεις σχετικά με τη συμμόρφωση σε ρυθμιστικά πλαίσια, όπως το GDPR και το SOX, δίνοντας έμφαση στους εσωτερικούς ελέγχους και στην ανάπτυξη δεξιοτήτων του ανθρώπινου δυναμικού. Με αυτόν τον τρόπο προτείνεται μια ολιστική προσέγγιση που ισορροπεί την καινοτομία με τη βιωσιμότητα.

1.2 Ερευνητικά ερωτήματα και συνεισφορά

Τα ερευνητικά ερωτήματα της παρούσας μελέτης διαμορφώνονται γύρω από την κεντρική πρόκληση της ενσωμάτωσης του Demand Planning και Supply Chain Finance στη φαρμακευτική βιομηχανία. Το πρώτο ερώτημα εξετάζει πώς η βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης μέσω προηγμένων αλγορίθμων μηχανικής μάθησης επηρεάζει τα επίπεδα αποθεμάτων ασφαλείας και το Days Inventory Outstanding. Το δεύτερο ερώτημα διερευνά με ποιους μηχανισμούς τα προγράμματα reverse factoring και dynamic discounting επεκτείνουν το Days Payables Outstanding και βελτιώνουν το Cash Conversion Cycle (CCC). Μέσω αυτών των συσχετίσεων, η μελέτη ποσοτικοποιεί τις επιπτώσεις σε μια παγκόσμια φαρμακευτική επιχείρηση, την Pfizer, για την περίοδο 2020-2024 (Hansen et al., 2023).

Το τρίτο ερώτημα εστιάζει στις συνεργιστικές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των δύο παρεμβάσεων, διότι η υπόθεση είναι ότι η ολοκληρωμένη εφαρμογή DP-SCF παράγει μεγαλύτερα οφέλη από το άθροισμα μεμονωμένων επιδράσεων, ενώ το τέταρτο ερώτημα εξετάζει ποιες οργανωσιακές δομές όπως το Integrated Business Planning και ποια τεχνολογικά εργαλεία όπως οι πλατφόρμες Master Data Management απαιτούνται για τη βιώσιμη υλοποίηση αυτών των συστημάτων, συνεπώς η απάντηση σε αυτά τα ερωτήματα προσφέρει πρακτικές εισηγήσεις για φαρμακευτικές επιχειρήσεις που επιθυμούν να βελτιώσουν τη διαχείριση κεφαλαίου κίνησης.

Η συνεισφορά της έρευνας είναι διττή, καλύπτοντας τόσο τη θεωρητική όσο και την πρακτική διάσταση. Σε θεωρητικό επίπεδο, η μελέτη καινοτομεί εντάσσοντας δύο παραδοσιακά ξεχωριστά πεδία σε ένα ενιαίο πλαίσιο, αναδεικνύοντας τις αλληλεξαρτήσεις μεταξύ επιχειρησιακής αριστείας και χρηματοδοτικής καινοτομίας.

Ειδικότερα, στο πεδίο του Demand Planning, η εμπειρική τεκμηρίωση του πλαισίου Forecast Value Added αποδεικνύει ότι οι υβριδικές μέθοδοι προσθέτουν αξία άνω του 40% έναντι των στατιστικών μοντέλων. Το εύρημα αυτό (Baker, 2023) ανοίγει νέους ερευνητικούς δρόμους για τη σύνδεση της ποιότητας δεδομένων με τα οικονομικά αποτελέσματα.

Αντίστοιχα, στον τομέα του Supply Chain Finance, η ανάλυση προχωρά πέρα από τη ρευστότητα, εστιάζοντας στην επιχειρησιακή ανθεκτικότητα. Καταδεικνύεται πώς η χαμηλού κόστους χρηματοδότηση των προμηθευτών μειώνει τον κίνδυνο διακοπών στην

εφοδιαστική αλυσίδα, περιορίζοντας τελικά την ανάγκη για διατήρηση υψηλών αποθεμάτων ασφαλείας (buffer stocks).

Σε πρακτικό επίπεδο, η μελέτη καταθέτει συγκεκριμένες προτάσεις για τη σταδιακή ενσωμάτωση συστημάτων DP και SCF. Προτείνεται ένας οδικός χάρτης 12-24 μηνών που περιλαμβάνει πιλοτικές εφαρμογές, διαχείριση αλλαγής και εσωτερικούς ελέγχους, διασφαλίζοντας παράλληλα τη συμμόρφωση με ρυθμιστικά πλαίσια όπως το GDPR και το SOX. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην εκπαίδευση του προσωπικού σε αναλυτικά εργαλεία, ενισχύοντας την οργανωσιακή ωριμότητα ώστε να προκύψουν μετρήσιμα οφέλη στη διαχείριση του κεφαλαίου κίνησης (Wuttke et al., 2019). Ουσιαστικά, η έρευνα γεφυρώνει τη θεωρία με την πράξη, προσφέροντας λύσεις που θωρακίζουν τη βιωσιμότητα και την ανταγωνιστικότητα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων.

1.3 Οριοθέτηση και παραδοχές

Η παρούσα έρευνα οριοθετείται χρονικά στην περίοδο 2020-2024 που επιλέγεται ως κατάλληλο πλαίσιο ανάλυσης, καθώς το έτος 2020 αντιπροσωπεύει την baseline κατάσταση πριν την εφαρμογή προηγμένων συστημάτων Demand Planning και Supply Chain Finance στην Pfizer, ενώ η τετραετής διάρκεια επιτρέπει την παρακολούθηση μεσοπρόθεσμων επιδράσεων και τη σταθεροποίηση δεικτών όπως το Mean Absolute Percentage Error και το Cash Conversion Cycle.

Η χρονική αυτή περίμετρος διασφαλίζει ότι τα ευρήματα αποτυπώνουν ολοκληρωμένη οργανωσιακή μετατροπή αντί προσωρινών διακυμάνσεων (Hansen et al., 2023). Επιπρόσθετα, η γεωγραφική εστίαση περιορίζεται στις κύριες αγορές της Pfizer που περιλαμβάνουν Βόρεια Αμερική, Ευρώπη και επιλεγμένες ασιατικές χώρες όπου τα ρυθμιστικά πλαίσια επιτρέπουν την ομαλή λειτουργία των SCF προγραμμάτων, ενώ αποκλείονται αναδυόμενες αγορές με περιορισμένη ψηφιακή υποδομή, συνεπώς η οριοθέτηση αυτή εξασφαλίζει συγκρισιμότητα δεδομένων και μειώνει την ετερογένεια που θα προέκυπτε από διαφορετικές επιχειρησιακές συνθήκες.

Οι παραδοχές της έρευνας αφορούν την αξιοπιστία των δευτερογενών δεδομένων που προέρχονται από ετήσιες χρηματοοικονομικές αναφορές της Pfizer και δημοσιευμένα εταιρικά reports, διότι η μελέτη προϋποθέτει ότι αυτά τα στοιχεία έχουν ελεγχθεί από ανεξάρτητους auditors και συμμορφώνονται με διεθνή λογιστικά πρότυπα όπως το IFRS.

Ωστόσο η έλλειψη πρόσβασης σε λεπτομερή εσωτερικά δεδομένα forecasting ανά προϊόντική κατηγορία περιορίζει τη δυνατότητα ανάλυσης σε επίπεδο SKU, επομένως η έρευνα εστιάζει σε συγκεντρωτικούς δείκτες όπως το συνολικό MAPE και το Days Inventory Outstanding που παρέχονται σε εταιρικό επίπεδο (Wuttke et al., 2019).

Επιπλέον, η παραδοχή ότι οι αιτιώδεις σχέσεις μεταξύ βελτίωσης forecasting ακρίβειας και μείωσης αποθεμάτων ισχύουν γραμμικά αγνοεί πιθανές μη γραμμικότητες που προκύπτουν από οργανωσιακές τριβές ή τεχνολογικούς περιορισμούς. Τέλος η μελέτη υποθέτει ότι τα οφέλη των SCF προγραμμάτων κατανέμονται ομοιόμορφα στη βάση προμηθευτών χωρίς να λαμβάνει υπόψη ετερογένεια στην υιοθέτηση ανάλογα με το μέγεθος και την πιστοληπτική ικανότητα κάθε προμηθευτή, συνεπώς οι εκτιμήσεις αντιπροσωπεύουν μέσες επιδράσεις που μπορεί να αποκλίνουν σημαντικά σε επίπεδο μεμονωμένων συναλλαγών.

Η δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων σε άλλες φαρμακευτικές επιχειρήσεις υπόκειται σε σημαντικούς περιορισμούς, καθώς το μέγεθος και η πιστοληπτική αξιολόγηση της Pfizer επιτρέπουν τη διαπραγμάτευση ευνοϊκών όρων reverse factoring που δεν είναι εφικτοί σε μικρότερες εταιρείες με χαμηλότερη αξιολόγηση. Παράλληλα το επίπεδο ψηφιοποίησης και οι οργανωσιακές ικανότητες της Pfizer υπερβαίνουν το μέσο όρο της βιομηχανίας, επομένως η μεταφορά των πρακτικών απαιτεί προσαρμογές που λαμβάνουν υπόψη τις ιδιαίτερες συνθήκες κάθε επιχείρησης (Kouvelis & Xu, 2021).

Τέλος, η έρευνα παραδέχεται ότι εξωγενείς παράγοντες όπως γεωπολιτικές εντάσεις, πανδημίες και ρυθμιστικές αλλαγές επηρεάζουν την απόδοση συστημάτων DP και SCF, ωστόσο η ανάλυση δεν απομονώνει πλήρως αυτές τις επιδράσεις από τις οργανωσιακές παρεμβάσεις. Κατά συνέπεια, τα συμπεράσματα αντανακλούν συνδυασμένες επιπτώσεις εσωτερικών και εξωτερικών δυνάμεων που διαμορφώνουν την αποτελεσματικότητα working capital management.

1.4 Δομή της μελέτης και παρουσίαση κεφαλαίων

Η δομή της παρούσας μελέτης ακολουθεί αιτιοκρατική ακολουθία που εκκινεί από τη θεωρητική θεμελίωση και προχωρεί μέσω εμπειρικής ανάλυσης προς την εξαγωγή πρακτικών εισηγήσεων. Το πρώτο κεφάλαιο εισαγωγής ορίζει το αντικείμενο και τα ερευνητικά ερωτήματα που διερευνούν τις σχέσεις μεταξύ Demand Planning και Supply Chain Finance στη φαρμακευτική βιομηχανία. Με την οριοθέτηση της έρευνας στα

δεδομένα της Pfizer (2020-2024), επιτυγχάνεται η απαραίτητη διαφάνεια στο πεδίο ανάλυσης. Έτσι, ο αναγνώστης μπορεί να κατανοήσει πλήρως τις κατευθυντήριες γραμμές και τις παραδοχές της μελέτης, πριν προχωρήσει στο καθαρά αναλυτικό μέρος (Hansen et al., 2023)

Το δεύτερο κεφάλαιο της βιβλιογραφικής ανασκόπησης χαρτογραφεί το υφιστάμενο θεωρητικό υπόβαθρο σε τρεις άξονες: τα μοντέλα πρόβλεψης (forecasting), τη διαχείριση του κεφαλαίου κίνησης και τα πλαίσια ολοκληρωμένου σχεδιασμού. Μέσα από αυτή την ανασκόπηση, εντοπίζονται σημαντικά κενά στη βιβλιογραφία ως προς τις συνεργιστικές δράσεις μεταξύ των δύο πεδίων. Έτσι, το κεφάλαιο αυτό θέτει τις βάσεις και το απαραίτητο εννοιολογικό πλαίσιο για την ουσιαστική ερμηνεία των εμπειρικών δεδομένων που ακολουθούν.

Τα κεφάλαια τρία και τέσσερα αναπτύσσουν τη μεθοδολογική προσέγγιση και το πλαίσιο της μελέτης περίπτωσης. Η επιλογή μιας ποιοτικής προσέγγισης, ενισχυμένης με ποσοτικά δεδομένα από δευτερογενείς πηγές, επιτρέπει την εις βάθος ανάλυση των διαδικασιών της Pfizer. Παράλληλα, η χαρτογράφηση της εφοδιαστικής αλυσίδας και των προκλήσεων ζήτησης στο τέταρτο κεφάλαιο προσφέρει το απαραίτητο υπόβαθρο για την κατανόηση των παρεμβάσεων που υιοθετήθηκαν (Wuttke et al., 2019).

Στη συνέχεια, το πέμπτο κεφάλαιο εστιάζει στις συγκεκριμένες εφαρμογές DP και SCF κατά την περίοδο 2021-2024. Η ανάλυση ολοκληρώνεται στο έκτο κεφάλαιο με την παρουσίαση των εμπειρικών αποτελεσμάτων. Μέσω δεικτών όπως το MAPE, το DIO και το CCC, αξιολογείται η επίδραση των συστημάτων αυτών, διασφαλίζοντας ότι η τελική αποτίμηση στηρίζεται σε πραγματικά και μετρήσιμα δεδομένα υλοποίησης.

Το έβδομο κεφάλαιο εστιάζει στους αιτιώδεις μηχανισμούς που συνδέουν τις παρεμβάσεις με τα αποτελέσματα. Εξετάζει τη διαδρομή από τη βελτίωση της ακρίβειας forecasting στη μείωση του safety stock, καθώς και τη σχέση μεταξύ επέκτασης των προγραμμάτων Supply Chain Finance και ενίσχυσης της ρευστότητας. Η ανάλυση δείχνει ότι οι επιδράσεις δεν λειτουργούν απομονωμένα· αντίθετα, οι συνεργιστικές αλληλεπιδράσεις δημιουργούν οφέλη που υπερβαίνουν το άθροισμα των επιμέρους παρεμβάσεων.

Το όγδοο κεφάλαιο μεταφράζει τα ευρήματα σε πρακτικές κατευθύνσεις εφαρμογής. Περιλαμβάνει προτάσεις για τη διακυβέρνηση του IBP, τη διαμόρφωση στρατηγικής δεδομένων, την επιλογή κατάλληλων εργαλείων SCF και την ανάπτυξη ενός ρεαλιστικού

χάρτη πορείας 12–24 μηνών. Με αυτόν τον τρόπο, η δομή της μελέτης επιδιώκει να συνδυάσει τη θεωρητική ερμηνεία με συγκεκριμένες οδηγίες υλοποίησης (Kouvelis & Xu, 2021).

Τέλος, το ένατο κεφάλαιο συνοψίζει τα ευρήματα και διατυπώνει τη θεωρητική συνεισφορά στη βιβλιογραφία *working capital management*, ενώ οι πρακτικές επιπτώσεις για φαρμακευτικές επιχειρήσεις και οι εισηγήσεις πολιτικής ολοκληρώνουν το επιχειρηματικό σχήμα, οδηγώντας σε συμπεράσματα που γεφυρώνουν τη διάγνωση με τη δράση και προάγουν τη συνεχή βελτίωση στη διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας.

2 Θεωρητικό Πλαίσιο

2.1 Demand Planning: έννοιες, ρόλος, στόχοι

Το Demand Planning ορίζεται ως μια συστηματική διαδικασία διοίκησης εφοδιαστικής αλυσίδας, η οποία στοχεύει στην πρόβλεψη της μελλοντικής ζήτησης προϊόντων και υπηρεσιών. Η πρόβλεψη βασίζεται στη συνδυαστική ανάλυση ιστορικών δεδομένων πωλήσεων, στατιστικών αλγορίθμων, τάσεων της αγοράς και εξωτερικών παραγόντων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των καταναλωτών.

Η ακριβής εκτίμηση της ζήτησης επιτρέπει στις επιχειρήσεις να εναρμονίζουν την παραγωγική ικανότητα, τα επίπεδα αποθεμάτων και τις διαδικασίες διανομής με τις πραγματικές ανάγκες της αγοράς. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται η ελαχιστοποίηση των απωλειών που προκύπτουν είτε από υπεραποθεματοποίηση είτε από ελλείψεις αποθέματος (Miguel et al., 2009).

Η διαδικασία αυτή υπερβαίνει το πλαίσιο της απλής στατιστικής πρόβλεψης. Εξελίσσεται σε ένα ολοκληρωμένο σύστημα πρακτικών, πολιτικών και τεχνολογιών πληροφορικής, το οποίο διαχειρίζεται συστημικά τη ροή πληροφοριών και υλικών από τους προμηθευτές, μέσω της μεταποίησης, έως τους τελικούς καταναλωτές. Παράλληλα, διευκολύνει τη διατμηματική συνεργασία μεταξύ πωλήσεων, μάρκετινγκ, παραγωγής, προμηθειών και χρηματοοικονομικής διοίκησης, με στόχο την επίτευξη κοινών επιχειρησιακών στόχων και τη βελτιστοποίηση της χρηματοοικονομικής απόδοσης.

Η έννοια του Demand Planning ενσωματώνει επτά κρίσιμα στάδια που διασφαλίζουν τη συστηματικότητα και την επαναληψιμότητα της διαδικασίας. Η διαδικασία ξεκινά από τη

συλλογή κρίσιμων πληροφοριών και δεδομένων από εσωτερικές βάσεις πωλήσεων, συστήματα ERP και εξωτερικές πηγές ανάλυσης αγοράς.

Στη συνέχεια περιλαμβάνει τη μέτρηση της ακρίβειας προηγούμενων προβλέψεων έναντι των πραγματοποιηθέντων αποτελεσμάτων, μέσω δεικτών όπως το Mean Absolute Percentage Error και το forecast bias. Ακολουθεί η ανάπτυξη μιας βασικής στατιστικής πρόβλεψης, η οποία ενδεχομένως προσαρμόζεται με ποιοτικές παρεμβάσεις από έμπειρους αναλυτές και managers που διαθέτουν γνώση της αγοράς. Οι προβλέψεις επεξεργάζονται και ελέγχονται μέσω διαδικασιών συναίνεσης, στις οποίες συμμετέχουν πολλαπλά λειτουργικά τμήματα στο πλαίσιο του Sales and Operations Planning. Τέλος, εγκρίνεται η τελική πρόβλεψη ζήτησης και τα δεδομένα αρχειοθετούνται για τον επόμενο κύκλο πρόβλεψης, με στόχο τη συνεχή βελτίωση μέσω της ανάλυσης Forecast Value Added.

Ο στρατηγικός ρόλος του Demand Planning στη σύγχρονη διοίκηση εφοδιαστικής αλυσίδας εκδηλώνεται μέσω της ικανότητάς του να λειτουργεί ως συνδεδετικός μηχανισμός μεταξύ επιχειρησιακού σχεδιασμού και χρηματοοικονομικής στρατηγικής. Οι προβλέψεις ζήτησης καθορίζουν άμεσα κρίσιμες αποφάσεις που αφορούν την κατανομή παραγωγικής χωρητικότητας, την υπολογιστική προσέγγιση των επιπέδων αποθεμάτων ασφαλείας, τις πολιτικές ανανέωσης παραγγελιών και τους όρους πληρωμών με προμηθευτές και διανομείς.

Κατά συνέπεια, η ακρίβεια πρόβλεψης επηρεάζει το ύψος του δεσμευμένου κεφαλαίου κίνησης, τη ρευστότητα της επιχείρησης και τη συνολική χρηματοοικονομική απόδοση, η οποία αποτυπώνεται σε δείκτες όπως το Cash Conversion Cycle και το Days Inventory Outstanding (Shah, 2004).

Επιπλέον, η διαδικασία συμβάλλει στη διασφάλιση της οργανωσιακής ευελιξίας και ανθεκτικότητας απέναντι σε διαταραχές της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιτρέπει την έγκαιρη προσαρμογή των λειτουργικών σχεδίων σε μεταβαλλόμενες συνθήκες αγοράς, όπως εποχικές διακυμάνσεις, πανδημίες, γεωπολιτικά γεγονότα ή απρόβλεπτες μεταβολές στις προτιμήσεις των καταναλωτών. Παράλληλα, διευκολύνει την ενσωμάτωση κανονιστικών υποχρεώσεων στις διαδικασίες σχεδιασμού, χωρίς να θυσιάζεται η επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα.

Οι κύριοι στόχοι του Demand Planning οργανώνονται σε τρεις αλληλένδετους άξονες, οι οποίοι διαμορφώνουν μια ολιστική προσέγγιση βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής

αλυσίδας και της χρηματοοικονομικής απόδοσης. Παράλληλα, διασφαλίζουν την ικανοποίηση των πελατών και την ανταγωνιστική θέση της επιχείρησης.

Πρώτον, επιδιώκεται η μεγιστοποίηση της διαθεσιμότητας προϊόντων και η ελαχιστοποίηση των ελλείψεων αποθέματος. Η έγκαιρη πρόσβαση σε κρίσιμα προϊόντα συνδέεται άμεσα με την ικανοποίηση των πελατών, τη διατήρηση μεριδίου αγοράς και την αποφυγή απωλειών εσόδων λόγω stockouts. Στον φαρμακευτικό κλάδο, η διαθεσιμότητα φαρμάκων αποκτά πρόσθετη διάσταση ασφάλειας ασθενών και δημόσιας υγείας, καθώς οι ελλείψεις μπορούν να οδηγήσουν σε διακοπή θεραπειών και επιδείνωση της υγείας των ασθενών (Jaberidoost et al., 2013).

Δεύτερον, επιδιώκεται η μείωση του κόστους αποθεματοποίησης και η αποφυγή σπατάλης. Η υπερβολική παραγωγή συνεπάγεται αυξημένα έξοδα αποθήκευσης, κίνδυνο απαξίωσης λόγω λήξης προϊόντων και ανάγκη εκποιήσεων σε μειωμένες τιμές. Η ακριβής πρόβλεψη, επομένως, επιτρέπει τη βελτιστοποίηση των επιπέδων αποθέματος και την απελευθέρωση δεσμευμένου κεφαλαίου κίνησης, το οποίο μπορεί να επανεπενδυθεί σε άλλες στρατηγικές δραστηριότητες.

Τρίτον, επιδιώκεται η βελτίωση της επιχειρησιακής αποδοτικότητας μέσω του εξορθολογισμού των προγραμμάτων παραγωγής, της βελτιστοποίησης των διαδικασιών προμηθειών και της εναρμόνισης των στρατηγικών διανομής. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται συνολική μείωση των λειτουργικών κοστών, αύξηση της παραγωγικότητας και ενίσχυση της κερδοφορίας (Mercuryeva et al., 2019).

Στον φαρμακευτικό κλάδο, το Demand Planning αποκτά κεντρική σημασία λόγω των μοναδικών χαρακτηριστικών της ζήτησης και των αυστηρών λειτουργικών περιορισμών που διέπουν την παραγωγή και διανομή φαρμακευτικών προϊόντων. Η βιομηχανία αντιμετωπίζει έντονη εποχικότητα που σχετίζεται με επιδημιολογικές συνθήκες, όπως η εποχική γρίπη ή οι αλλεργίες. Παράλληλα, παρατηρούνται απρόβλεπτες εξάρσεις ασθενειών που δημιουργούν αιφνίδιες αιχμές ζήτησης.

Επιπλέον, οι σύντομοι κύκλοι ζωής προϊόντων και οι αυστηρές ημερομηνίες λήξης περιορίζουν τη δυνατότητα μακροχρόνιας αποθήκευσης. Η πολύπλοκη δυναμική μεταξύ πρωτότυπων και γενόσημων φαρμάκων δημιουργεί φαινόμενα υποκατάστασης, ενώ οι κανονιστικές απαιτήσεις για ιχνηλασιμότητα, serialisation και διασφάλιση ποιότητας σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας ενισχύουν τη λειτουργική πολυπλοκότητα, σύμφωνα

με τις Good Distribution Practices (Altrichter & Caillet, 2005). Συνεπώς, η ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών, όπως η τεχνητή νοημοσύνη, η μηχανική μάθηση και το demand sensing, επιτρέπει την ανάλυση πολύπλοκων μεταβλητών σε πραγματικό χρόνο.

Η ολοκλήρωση του demand planning με ευρύτερα πλαίσια διαχείρισης, όπως το Sales and Operations Planning και το Integrated Business Planning, διασφαλίζει την εναρμόνιση λειτουργικών και χρηματοοικονομικών στόχων σε στρατηγικό επίπεδο. Η μελέτη περίπτωσης της Novo Nordisk επιβεβαιώνει ότι η υιοθέτηση ensemble μοντέλων πρόβλεψης μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια από 59% σε 71%, μειώνοντας σημαντικά τα αποθέματα ασφαλείας και το κόστος χρηματοδότησης (Tonelli, 2021).

2.2 Δείκτες ακρίβειας και απόδοσης πρόβλεψης: MAPE, bias, service level, FVA

Η αξιολόγηση της ακρίβειας των προβλέψεων ζήτησης αποτελεί κρίσιμη διαδικασία για τη βελτίωση της απόδοσης του Demand Planning. Η επιλογή κατάλληλων δεικτών επιτρέπει στις επιχειρήσεις να ποσοτικοποιούν την απόκλιση μεταξύ προβλεπόμενων και πραγματοποιηθέντων αποτελεσμάτων. Παράλληλα, διευκολύνει τον εντοπισμό συστηματικών μοντέλων σφάλματος που υποδηλώνουν διαρθρωτικές αδυναμίες στις διαδικασίες πρόβλεψης.

Οι δείκτες αυτοί επιτρέπουν επίσης τη σύγκριση εναλλακτικών μεθοδολογιών forecasting και καθοδηγούν τη διαδικασία συνεχούς βελτίωσης μέσω της συστηματικής παρακολούθησης της απόδοσης σε διαφορετικές κατηγορίες προϊόντων, γεωγραφικές αγορές και χρονικούς ορίζοντες. Ταυτόχρονα, διασφαλίζουν τη διαφάνεια και τη λογοδοσία των υπευθύνων σχεδιασμού έναντι της ανώτατης διοίκησης (Davydenko & Fildes, 2016).

Επιπλέον, οι δείκτες πρόβλεψης λειτουργούν ως βασικοί δείκτες επιδόσεων που συνδέονται άμεσα με χρηματοοικονομικούς στόχους. Η επιλογή του κατάλληλου δείκτη εξαρτάται από το πλαίσιο λήψης αποφάσεων, τη φύση της ζήτησης και τις επιχειρηματικές συνέπειες των σφαλμάτων πρόβλεψης. Διαφορετικοί δείκτες δίνουν έμφαση σε διαφορετικές διαστάσεις της ακρίβειας και μπορούν να οδηγήσουν σε αποκλίνουσες αξιολογήσεις της ίδιας διαδικασίας πρόβλεψης (Kolassa, 2020).

Το Mean Absolute Percentage Error αποτελεί μία από τις ευρύτερα χρησιμοποιούμενες δείκτες ακρίβειας πρόβλεψης στον τομέα του Demand Planning. Υπολογίζεται ως ο μέσος

όρος των απόλυτων ποσοστιαίων αποκλίσεων μεταξύ των προβλεπόμενων και των πραγματοποιηθέντων τιμών. Παρέχει μια διαισθητική ερμηνεία της απόδοσης πρόβλεψης, εκφρασμένη σε ποσοστιαίους όρους, γεγονός που διευκολύνει τη σύγκριση μεταξύ διαφορετικών προϊόντων ή αγορών με διαφορετικά επίπεδα ζήτησης. Παράλληλα, επιτρέπει στη διοίκηση να αξιολογεί την απόδοση με τρόπο κατανοητό, χωρίς την ανάγκη εξειδικευμένων στατιστικών γνώσεων (Koutsandreas et al., 2022).

Ωστόσο, ο δείκτης παρουσιάζει σημαντικούς περιορισμούς που θέτουν υπό αμφισβήτηση την καταλληλότητά της σε ορισμένα πλαίσια. Δεν μπορεί να υπολογιστεί όταν υπάρχουν μηδενικές πραγματικές τιμές ζήτησης. Επιπλέον, παράγει ασύμμετρες αποτιμήσεις σφαλμάτων, υπερεκτιμώντας τις αρνητικές αποκλίσεις έναντι των θετικών. Τείνει επίσης να δίνει μεγαλύτερο βάρος σε σφάλματα που εμφανίζονται σε περιόδους χαμηλής ζήτησης. Για προϊόντα με διακοπτόμενη ή ασυνεχή ζήτηση, το MAPE μπορεί επομένως να οδηγήσει σε παραπλανητικά συμπεράσματα (Kim & Kim, 2016).

Συνεπώς, εναλλακτικοί δείκτες όπως το Mean Absolute Scaled Error ή το symmetric MAPE προσφέρουν πιο ισορροπημένες αξιολογήσεις σε περιπτώσεις πολύπλοκων μοντέλων ζήτησης, όπως αυτά που χαρακτηρίζουν τον φαρμακευτικό κλάδο (Chen et al., 2017).

Το forecast bias ή μεροληψία πρόβλεψης αναφέρεται στη συστηματική τάση μιας μεθόδου πρόβλεψης να υπερεκτιμά ή να υποεκτιμά τη ζήτηση με σταθερό τρόπο διαχρονικά. Υπολογίζεται ως το άθροισμα των σφαλμάτων πρόβλεψης διαιρούμενο με τον αριθμό των παρατηρήσεων. Ένα θετικό bias υποδηλώνει συστηματική υπερπρόβλεψη, η οποία οδηγεί σε υπερβολικά αποθέματα και δεσμευμένο κεφάλαιο. Αντίστοιχα, ένα αρνητικό bias σηματοδοτεί υποπρόβλεψη που προκαλεί ελλείψεις αποθέματος και απώλεια πωλήσεων.

Η παρακολούθηση του bias επιτρέπει τον εντοπισμό διαρθρωτικών προβλημάτων στη διαδικασία πρόβλεψης, όπως η ανεπαρκής ενσωμάτωση εποχικών παραγόντων, οι εσφαλμένες παραδοχές σχετικά με τάσεις ανάπτυξης ή η συστηματική παρέμβαση από το τμήμα πωλήσεων που τροποποιεί τις στατιστικές προβλέψεις προς συγκεκριμένη κατεύθυνση (Davydenko & Fildes, 2016).

Παράλληλα, η διάκριση μεταξύ ακρίβειας και bias είναι κρίσιμη. Μια πρόβλεψη μπορεί να παρουσιάζει χαμηλή ακρίβεια με υψηλό MAPE, αλλά ταυτόχρονα μηδενικό bias, εάν τα σφάλματα αντισταθμίζονται μεταξύ τους. Αντίστροφα, μια πρόβλεψη με χαμηλό MAPE μπορεί να εμφανίζει σημαντικό bias που υποδηλώνει συστηματική παρέκκλιση. Η

συνδυασμένη παρακολούθηση των δύο δεικτών παρέχει, επομένως, πληρέστερη εικόνα της απόδοσης πρόβλεψης (Koutsandreas et al., 2022).

Το επίπεδο εξυπηρέτησης ή service level αποτελεί επιχειρησιακός δείκτης που εκφράζει την πιθανότητα ικανοποίησης της ζήτησης από το διαθέσιμο απόθεμα, χωρίς καθυστερήσεις ή ελλείψεις. Συνδέεται άμεσα με την ακρίβεια πρόβλεψης μέσω των πολιτικών καθορισμού αποθεμάτων ασφαλείας. Υψηλότερη ακρίβεια forecasting μειώνει την αβεβαιότητα της ζήτησης και επιτρέπει τη διατήρηση χαμηλότερων αποθεμάτων ασφαλείας για το ίδιο επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης. Αντίθετα, χαμηλή ακρίβεια αναγκάζει τις επιχειρήσεις να αυξάνουν τα αποθέματα για να αντισταθμίσουν την αβεβαιότητα, δεσμεύοντας κεφάλαιο κίνησης και αυξάνοντας το κόστος χρηματοδότησης (Merkuryeva et al., 2019).

Συνεπώς, η σχέση μεταξύ ακρίβειας πρόβλεψης και service level διαμορφώνει μια κρίσιμη ισορροπία μεταξύ κόστους αποθεματοποίησης και ποιότητας εξυπηρέτησης πελατών. Η ισορροπία αυτή επιτρέπει στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις να βελτιστοποιούν το trade-off μεταξύ επιχειρησιακής αποδοτικότητας και διαθεσιμότητας κρίσιμων φαρμάκων. Ιδιαίτερη σημασία έχει σε κατηγορίες προϊόντων με υψηλή θεραπευτική αξία, όπου η έλλειψη αποθέματος μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες για την υγεία των ασθενών (Jaberidoost et al., 2013).

Το Forecast Value Added αποτελεί έναν σχετικά νέο δείκτη αξιολόγησης, ο οποίος εξετάζει την προστιθέμενη αξία κάθε σταδίου της διαδικασίας πρόβλεψης. Η βασική του λογική είναι η σύγκριση της ακρίβειας που επιτυγχάνεται μετά από κάθε παρέμβαση με την ακρίβεια ενός baseline μοντέλου αναφοράς. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται δυνατός ο εντοπισμός των δραστηριοτήτων forecasting - όπως η στατιστική μοντελοποίηση, η ποιοτική προσαρμογή από εμπειρογνώμονες, η διατμηματική συναίνεση ή η αξιοποίηση πληροφοριών από προμηθευτές - που πράγματι συμβάλλουν στη βελτίωση της ακρίβειας. Παράλληλα, αναδεικνύονται και εκείνες οι παρεμβάσεις που προσθέτουν πολυπλοκότητα ή «θόρυβο» χωρίς ουσιαστική συνεισφορά στην απόδοση. Επιπλέον, ο δείκτης παρέχει χρήσιμη καθοδήγηση στη διοίκηση ως προς την κατανομή πόρων, ενισχύοντας τις δραστηριότητες που παράγουν μεγαλύτερη αξία και αναθεωρώντας ή απλοποιώντας διαδικασίες που υποβαθμίζουν την ποιότητα της πρόβλεψης (Baker, 2023).

Τέλος, η εφαρμογή του FVA framework διευκολύνει την οργανωσιακή μάθηση και τη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών Demand Planning, μέσω της συστηματικής τεκμηρίωσης των επιδράσεων διαφορετικών παρεμβάσεων. Η πρόσφατη ενσωμάτωση τεχνολογιών

generative AI υπόσχεται να αυτοματοποιήσει την ανάλυση FVA και να παρέχει πιο βελτιωμένες προγνωστικές ενδείξεις σχετικά με τους μηχανισμούς δημιουργίας ή καταστροφής αξίας σε πολύπλοκες διαδικασίες forecasting που χαρακτηρίζουν τη σύγχρονη φαρμακοβιομηχανία (Stevens, 2024).

2.3 Πολιτικές αποθεμάτων: safety stock, cycle stock, reorder points

Οι πολιτικές διαχείρισης αποθεμάτων αποτελούν θεμελιώδεις παραμέτρους του Demand Planning. Καθορίζουν το ύψος των αποθεμάτων σε κάθε χρονική στιγμή, επηρεάζοντας άμεσα το δεσμευμένο κεφάλαιο κίνησης, τη ρευστότητα και το επίπεδο εξυπηρέτησης των πελατών. Για τις φαρμακευτικές επιχειρήσεις, η επίτευξη της βέλτιστης ισορροπίας μεταξύ επάρκειας και κόστους αποθεματοποίησης αποτελεί στρατηγική προτεραιότητα. Οι εταιρείες καλούνται να διαχειριστούν την αβεβαιότητα της ζήτησης και τις αυστηρές κανονιστικές υποχρεώσεις, σε συνδυασμό με τους περιορισμούς που επιβάλλουν οι ημερομηνίες λήξης των προϊόντων (Shah, 2004).

Η διάρθρωση των αποθεμάτων σε διακριτές κατηγορίες επιτρέπει την εξειδίκευση των πολιτικών ανά προϊόν, γεωγραφική αγορά και στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με αυτόν τον τρόπο, διευκολύνεται η ενσωμάτωση κρίσιμων μεταβλητών, όπως η αξιοπιστία των προμηθευτών και οι στρατηγικοί στόχοι του service level, στις διαδικασίες σχεδιασμού (Hansen et al., 2023).

Το safety stock λειτουργεί ως προστατευτικός μηχανισμός έναντι της αβεβαιότητας στη ζήτηση και στον χρόνο ανεφοδιασμού. Απρόβλεπτες διακυμάνσεις στις πωλήσεις ή καθυστερήσεις στις παραδόσεις μπορούν να οδηγήσουν σε ελλείψεις, διακυβεύοντας την ικανοποίηση των πελατών. Ειδικά στη φαρμακοβιομηχανία, τέτοιες ελλείψεις απειλούν άμεσα την ασφάλεια των ασθενών και τη δημόσια υγεία. Για τον λόγο αυτό, το ύψος του safety stock προσδιορίζεται από τη στατιστική διασπορά της ζήτησης κατά τη διάρκεια του lead time, σε συνάρτηση με το επιθυμητό επίπεδο εξυπηρέτησης (Azghandi et al., 2018).

Συγκεκριμένα, ο υπολογισμός του βασίζεται στον πολλαπλασιασμό του παράγοντα ασφαλείας $\$z\$$ με την τυπική απόκλιση της ζήτησης. Σύγχρονες προσεγγίσεις ενσωματώνουν πλέον τη συμμεταβλητότητα μεταξύ ζήτησης και lead time για ακριβέστερες εκτιμήσεις. Παράλληλα, λαμβάνονται υπόψη παράγοντες όπως η εποχικότητα και έκτακτα

γεγονότα, για παράδειγμα επιδημιολογικές εξάρσεις ή αλλαγές στις θεραπευτικές οδηγίες (Ohmori et al., 2023).

Το cycle stock αντιπροσωπεύει το τμήμα του αποθέματος που αναλώνεται κατά τον κανονικό κύκλο αναπλήρωσης των παραγγελιών. Υπολογίζεται συνήθως ως το ήμισυ της ποσότητας παραγγελίας. Το επίπεδο του αποθέματος κορυφώνεται κατά την παραλαβή και μειώνεται σταδιακά μέχρι το σημείο επαναπαραγγελίας. Συνεπώς, το μέσο cycle stock εξαρτάται άμεσα από την πολιτική παραγγελιών της επιχείρησης και την «οικονομική ποσότητα παραγγελίας» (EOQ), η οποία εξισορροπεί το κόστος παραγγελίας με το κόστος διατήρησης (Parageorgiou et al., 2001).

Στον φαρμακευτικό κλάδο, το απόθεμα κύκλου επηρεάζεται επίσης από τις ελάχιστες παρτίδες παραγωγής και τους περιορισμούς των αποθηκευτικών χώρων ελεγχόμενης θερμοκρασίας. Η ανάγκη για μείωση του κινδύνου απαξίωσης λόγω λήξης οδηγεί συχνά σε μικρότερες και συχνότερες παραγγελίες, παρά την επακόλουθη αύξηση του λειτουργικού κόστους. Σε αυτό το πλαίσιο, η υιοθέτηση αρχών lean management στοχεύει στη συστηματική μείωση του cycle stock μέσω της βελτίωσης των χρόνων ανεφοδιασμού (Altrichter & Caillet, 2005).

Το reorder point ορίζει το επίπεδο αποθέματος στο οποίο πρέπει να ενεργοποιηθεί μια νέα παραγγελία. Προκύπτει από το γινόμενο του μέσου ημερήσιου ρυθμού ζήτησης επί τον lead time, προσαυξημένο κατά το safety stock. Ο σωστός προσδιορισμός του διασφαλίζει ότι ο ανεφοδιασμός θα ολοκληρωθεί πριν την εξάντληση των αποθεμάτων. Ταυτόχρονα, αποτρέπονται οι πρόωρες παραγγελίες που θα αύξαναν αδικαιολόγητα το κόστος αποθεματοποίησης (Azghandi et al., 2018).

Οι σύγχρονες πρακτικές ενσωματώνουν πλέον δυναμικά σημεία επαναπαραγγελίας που προσαρμόζονται σε πραγματικό χρόνο. Με τη χρήση συστημάτων demand sensing, οι επιχειρήσεις ανταποκρίνονται ταχύτερα στις δομικές μεταβολές της αγοράς, μειώνοντας το δεσμευμένο κεφάλαιο χωρίς να θυσιάζουν την αξιοπιστία τους (Shen et al., 2024).

Η πολυπλοκότητα των πολιτικών αποθεμάτων στη φαρμακοβιομηχανία εντείνεται λόγω της ετερογένειας του χαρτοφυλακίου. Τα προϊόντα κυμαίνονται από φάρμακα χρόνιων παθήσεων με σταθερή ροή έως ορφανά φάρμακα με εξαιρετικά ασταθή ζήτηση. Η εφαρμογή ενιαίων πολιτικών κρίνεται υποβέλτιστη, γεγονός που επιβάλλει τη στρατηγική κατηγοριοποίηση μέσω ABC ανάλυσης (Hansen et al., 2023).

Επιπλέον, η διαχείριση πρέπει να συμμορφώνεται με αυστηρούς κανόνες ιχνηλασιμότητας και την αρχή FEFO (First Expired First Out). Η ενσωμάτωση των πολιτικών αποθεμάτων σε ευρύτερα πλαίσια, όπως το Sales and Operations Planning (S&OP), επιτρέπει τον συγχρονισμό της πρόβλεψης με την παραγωγική ισχύ και τη χρηματοδοτική στρατηγική. Αυτή η ολιστική προσέγγιση συμβάλλει στη βελτιστοποίηση του Cash Conversion Cycle και ενισχύει τη συνολική ανταγωνιστικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Lindahl et al., 2022).

2.4 Ιδιαιτερότητες φαρμακευτικής ζήτησης: εποχικότητα, λήξεις, υποκαταστάσεις

Η ζήτηση των φαρμακευτικών προϊόντων παρουσιάζει σημαντικές ιδιαιτερότητες σε σχέση με άλλους βιομηχανικούς κλάδους. Αυτό οφείλεται στη σύνθετη αλληλεπίδραση επιδημιολογικών παραγόντων, κανονιστικών περιορισμών και έντονου ανταγωνισμού. Παράλληλα, η φύση των φαρμάκων ως κρίσιμων αγαθών επιβάλλει αυστηρές απαιτήσεις διαθεσιμότητας. Η ανάγκη αυτή συχνά έρχεται σε σύγκρουση με τους στόχους βελτιστοποίησης του κεφαλαίου κίνησης.

Επιπλέον, η πρόβλεψη δυσχεραίνεται από την έλλειψη άμεσης σχέσης μεταξύ του τελικού καταναλωτή και του λήπτη της απόφασης συνταγογράφησης. Στον κλάδο αυτό, οι πρότυποι μηχανισμοί τιμολόγησης και η ελαστικότητα ζήτησης δεν εφαρμόζονται με τον παραδοσιακό τρόπο. Οι αποφάσεις κατανάλωσης καθορίζονται πρωτίστως από κλινικές ανάγκες και λιγότερο από τις τιμές ή τις προσωπικές προτιμήσεις (Shah, 2004).

Η εποχικότητα συνδέεται άμεσα με τα μοντέλα εμφάνισης ασθενειών και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Προϊόντα όπως τα εμβόλια γρίπης και τα αντιισταμινικά παρουσιάζουν ακραίες διακυμάνσεις, οι οποίες συγκεντρώνονται σε συγκεκριμένες περιόδους του έτους. Για παράδειγμα, οι χειμερινοί μήνες χαρακτηρίζονται από εξάρσεις που υπερβαίνουν κατά πολύ τα κανονικά επίπεδα ζήτησης.

Ωστόσο, η εποχικότητα δεν είναι απόλυτα προβλέψιμη. Η ένταση και η διάρκεια των εξάρσεων επηρεάζονται από τις μετεωρολογικές συνθήκες και τις μετακινήσεις πληθυσμών. Ως αποτέλεσμα, τα παραδοσιακά στατιστικά μοντέλα συχνά αποτυγχάνουν σε ακραία γεγονότα, όπως η πανδημία COVID-19. Η μεταβλητότητα αυτή δυσκολεύει τον καθορισμό του βέλτιστου αποθέματος ασφαλείας (safety stock). Η διατήρηση υψηλών αποθεμάτων

δεσμεύει υπερβολικό κεφάλαιο και αυξάνει τον κίνδυνο απαξίωσης, ενώ τα χαμηλά αποθέματα θέτουν σε κίνδυνο τη δημόσια υγεία (Mercuryeva et al., 2019).

Οι περιορισμοί στις ημερομηνίες λήξης διαφοροποιούν ριζικά τη διαχείριση των φαρμακευτικών αποθεμάτων. Η πλειονότητα των φαρμάκων έχει διάρκεια ζωής από λίγους μήνες έως τρία έτη. Κάθε μονάδα αποθέματος φέρει μια εγγενή ημερομηνία απαξίωσης, μετά την οποία η διάθεσή της απαγορεύεται νομίμως. Αυτό δημιουργεί σοβαρό κίνδυνο οικονομικών απωλειών από την καταστροφή ληγμένων προϊόντων.

Η εφαρμογή της πολιτικής First Expired First Out (FEFO) προσθέτει λειτουργική πολυπλοκότητα στις αποθήκες. Απαιτείται συστηματική παρακολούθηση των παρτίδων και διαρκής αναδιάταξη σύμφωνα με τις Ορθές Πρακτικές Διανομής (GDP). Παράλληλα, η περιορισμένη διάρκεια ζωής επιβάλλει συχνότερες παραγγελίες μικρότερων ποσοτήτων, γεγονός που αυξάνει το λειτουργικό κόστος. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων, είναι απαραίτητα προηγμένα συστήματα demand sensing. Αυτά επιτρέπουν την ταχεία προσαρμογή των προβλέψεων βάσει πραγματικών σημάτων από την αγορά (Hansen et al., 2023).

Η δυναμική μεταξύ πρωτότυπων και γενόσημων φαρμάκων προσθέτει μια επιπλέον διάσταση στην πρόβλεψη ζήτησης. Η λήξη μιας πατέντας οδηγεί στην ταχεία είσοδο γενόσημων εναλλακτικών σε χαμηλότερες τιμές. Αυτό προκαλεί απότομες μετατοπίσεις στα μερίδια αγοράς, με τα πρωτότυπα φάρμακα να βιώνουν δραματική πτώση ζήτησης σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Οι πολιτικές των ασφαλιστικών οργανισμών ενισχύουν αυτή την τάση μέσω της υποχρεωτικής γενόσημης συνταγογράφησης ή της παροχής κινήτρων στους φαρμακοποιούς. Επομένως, η ζήτηση επηρεάζεται συχνά από διοικητικές αποφάσεις που μεταβάλλονται απρόβλεπτα. Τέλος, παράγοντες όπως η πίστη στο εμπορικό σήμα (brand loyalty) και η ετερογενής συμπεριφορά των γιατρών περιπλέκουν περαιτέρω το τοπίο. Είναι, λοιπόν, αναγκαία η ανάπτυξη εξελιγμένων μοντέλων που ενσωματώνουν τόσο οικονομικές όσο και συμπεριφορικές μεταβλητές (Sazvar et al., 2022).

2.5 Supply Chain Finance: εργαλεία και μηχανισμοί κόστους

Το Supply Chain Finance (SCF) αποτελεί ένα σύνολο χρηματοοικονομικών λύσεων που στοχεύουν στη βελτιστοποίηση των ταμειακών ροών εντός της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μέσα από τον συντονισμό των αναγκών αγοραστών και προμηθευτών, επιτρέπει στις επιχειρήσεις να επιμηκύνουν τους όρους πληρωμής τους. Παράλληλα, εξασφαλίζει στους προμηθευτές έγκαιρη ρευστότητα με κόστος χαμηλότερο από αυτό ενός συμβατικού δανείου. Η αξιοποίηση της πιστοληπτικής ικανότητας του αγοραστή λειτουργεί ως εγγύηση, μειώνοντας τον κίνδυνο για τα χρηματοπιστωτικά ιδρύματα (Kouvelis & Xu, 2021).

Επιπλέον, το SCF ενισχύει την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι προμηθευτές με σταθερή χρηματοοικονομική θέση μπορούν να επενδύουν στην παραγωγή, στον ποιοτικό έλεγχο και στην τεχνολογική τους αναβάθμιση. Ταυτόχρονα, οι ψηφιακές πλατφόρμες SCF προσφέρουν διαφάνεια, διευκολύνοντας την έγκαιρη αναγνώριση και διαχείριση των κινδύνων (Wuttke et al., 2019).

Το reverse factoring συνιστά το κυριότερο εργαλείο SCF που εφαρμόζεται ευρέως στη φαρμακευτική βιομηχανία, όπου ο αγοραστής συνεργάζεται με χρηματοπιστωτικό οργανισμό για να παρέχει στους προμηθευτές τη δυνατότητα έγκαιρης είσπραξης εγκεκριμένων τιμολογίων πριν από τη συμβατική ημερομηνία λήξης, ενώ ο ίδιος ο αγοραστής διατηρεί τους αρχικούς όρους πληρωμής απέναντι στον χρηματοδότη και επομένως δεν επιβαρύνει τη δική του ρευστότητα.

Η διαδικασία ξεκινά με την έγκριση τιμολογίου από τον αγοραστή που το ανεβάζει σε ψηφιακή πλατφόρμα SCF, ακολουθεί η επιλογή του προμηθευτή να αιτηθεί πρόωρη πληρωμή αποδεχόμενος μια μείωση που αντιστοιχεί στο κόστος χρηματοδότησης, στη συνέχεια ο χρηματοπιστωτικός οργανισμός καταβάλλει το μειωμένο ποσό στον προμηθευτή άμεσα, τέλος ο αγοραστής εξοφλεί τον χρηματοδότη κατά την αρχικά συμφωνημένη ημερομηνία λήξης με το πλήρες ποσό του τιμολογίου (Lekkakos & Serrano, 2016).

Το κόστος χρηματοδότησης υπολογίζεται βάσει της πιστοληπτικής ικανότητας του αγοραστή παρά του προμηθευτή, συνεπώς μεγάλες φαρμακευτικές εταιρείες με υψηλή πιστοληπτική αξιολόγηση διαπραγματεύονται εξαιρετικά χαμηλά επιτόκια που μπορεί να κυμαίνονται από 0.5% έως 2% ετησίως, επιτρέποντας στους μικρότερους προμηθευτές πρώτων υλών ή συσκευασίας να αποκτούν πρόσβαση σε χρηματοδότηση με κόστος σημαντικά χαμηλότερο από τα συμβατικά επιχειρηματικά δάνεια που συχνά υπερβαίνουν

το 6-8% ετησίως, δημιουργώντας σημαντικό όφελος για όλα τα εμπλεκόμενα μέρη της αλυσίδας (Caniato et al., 2016).

Το dynamic discounting παρέχει εναλλακτικό μηχανισμό SCF όπου οι αγοραστές χρησιμοποιούν τα δικά τους πλεονάζοντα ταμειακά διαθέσιμα για να προσφέρουν πρόωρες πληρωμές στους προμηθευτές έναντι εκπτώσεων που διαπραγματεύονται δυναμικά ανάλογα με το χρονικό διάστημα επιτάχυνσης της πληρωμής, επομένως όσο νωρίτερα επιλέξει ο προμηθευτής να εισπράξει τόσο μεγαλύτερη έκπτωση πρέπει να παραχωρήσει, ενώ αντίστροφα μικρότερες επιταχύνσεις συνεπάγονται μικρότερες εκπτώσεις.

Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις με ισχυρή ταμειακή θέση να επενδύουν τα αδρανή κεφάλαιά τους σε εκπτώσεις προμηθειών. Οι αποδόσεις αυτές είναι συνήθως υψηλότερες από εναλλακτικές βραχυπρόθεσμες τοποθετήσεις. Παράλληλα, η στρατηγική αυτή ενισχύει τους δεσμούς με τους προμηθευτές και προλαμβάνει πιθανές χρηματοοικονομικές τους δυσκολίες. Ωστόσο, η εφαρμογή του dynamic discounting περιορίζεται από τη διαθεσιμότητα εσωτερικής ρευστότητας και ταμειακών πλεονασμάτων (Elliot & Lindblom, 2018).

Οι μηχανισμοί κόστους του SCF διαρθρώνονται γύρω από τρεις βασικούς άξονες. Αρχικά, το κόστος χρηματοδότησης αντανακλά το επιτόκιο της πρόωρης πληρωμής. Αυτό εξαρτάται από την πιστοληπτική ικανότητα του αγοραστή και τις τρέχουσες συνθήκες της αγοράς. Ακολουθούν τα λειτουργικά κόστη, τα οποία περιλαμβάνουν τα τέλη της πλατφόρμας και τη διασύνδεση με τα συστήματα ERP. Τέλος, συνυπολογίζονται τα κόστη ευκαιρίας. Αυτά αφορούν τη σύγκριση της απόδοσης του SCF με εναλλακτικές επενδύσεις, όπως η έρευνα και η ανάπτυξη.

Η συνολική αξία των προγραμμάτων εξαρτάται από τη διαφορά μεταξύ του κόστους του SCF και των εναλλακτικών πηγών χρηματοδότησης του προμηθευτή. Μια μεγαλύτερη διαφορά δημιουργεί ισχυρότερο κίνητρο συμμετοχής. Ωστόσο, η επιχείρηση πρέπει να διασφαλίζει ότι οι προμηθευτές δεν αναπτύσσουν υπερβολική εξάρτηση από το πρόγραμμα. Μια τέτοια εξάρτηση θα μπορούσε να απειλήσει τη βιωσιμότητά τους σε περίπτωση διακοπής της χρηματοδότησης (Lam et al., 2021).

Στη φαρμακευτική βιομηχανία, η εφαρμογή του SCF επιτυγχάνει στόχους που ξεπερνούν την απλή βελτίωση του κεφαλαίου κίνησης. Η ενίσχυση της σταθερότητας των προμηθευτών δραστικών ουσιών μειώνει σημαντικά τον κίνδυνο ελλείψεων φαρμάκων.

Παράλληλα, η βελτιωμένη ρευστότητα διευκολύνει την κανονιστική συμμόρφωση, καθώς επιτρέπει επενδύσεις σε ποιοτικούς ελέγχους. Η πρόσβαση σε οικονομική χρηματοδότηση επιταχύνει επίσης την καινοτομία στην παραγωγή και στις νέες τεχνολογίες. Τέλος, οι ψηφιακές πλατφόρμες ενισχύουν τη διαφάνεια και την πρόβλεψη των ταμειακών ροών σε όλη την αλυσίδα (Gong et al., 2022).

Οι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί αποκομίζουν και αυτοί οφέλη από αυτές τις λύσεις. Δημιουργούν χαρτοφυλάκια δανείων χαμηλού ρίσκου, στηριζόμενοι στην αξιοπιστία των μεγάλων φαρμακευτικών εταιρειών. Ταυτόχρονα, εξασφαλίζουν σταθερά έσοδα από τα τέλη των συναλλαγών. Η διαδικασία αυτή ενισχύει τις μακροχρόνιες σχέσεις με τους πελάτες και ανοίγει τον δρόμο για πρόσθετες τραπεζικές υπηρεσίες (Munir et al., 2023).

2.6 Κεφάλαιο κίνησης και δείκτες: CCC, DIO, DSO, DPO, Inventory Turnover

Το κεφάλαιο κίνησης αποτελεί βασική παράμετρο της χρηματοοικονομικής διαχείρισης των φαρμακευτικών επιχειρήσεων. Αντανακλά το ύψος των βραχυπρόθεσμων πόρων που είναι δεσμευμένοι στις καθημερινές λειτουργίες. Περιλαμβάνει τα αποθέματα πρώτων υλών και ετοιμών προϊόντων, τις απαιτήσεις από πελάτες που προκύπτουν από πιστωτικές πωλήσεις και τις υποχρεώσεις προς προμηθευτές που επιτρέπουν την αναβολή πληρωμών.

Η αποτελεσματική διαχείρισή του επηρεάζει άμεσα τη ρευστότητα, την κερδοφορία και τη στρατηγική ικανότητα της επιχείρησης να αντιμετωπίζει απρόβλεπτες διαταραχές, όπως ελλείψεις δραστικών ουσιών ή αιφνίδιες αυξήσεις ζήτησης λόγω επιδημιολογικών γεγονότων (Shah, 2004). Η μέτρηση και παρακολούθηση συγκεκριμένων δεικτών παρέχει σαφή εικόνα σχετικά με την αποδοτικότητα διαχείρισης των βασικών στοιχείων του κυκλοφορούντος ενεργητικού και παθητικού. Μέσω αυτών, η διοίκηση μπορεί να εντοπίζει ευκαιρίες βελτιστοποίησης που απελευθερώνουν κεφάλαια για επανεπένδυση σε έρευνα και ανάπτυξη ή για επέκταση δραστηριοτήτων.

Στη φαρμακευτική βιομηχανία, οι αυστηρές απαιτήσεις διαθεσιμότητας επιβάλλουν υψηλότερα επίπεδα αποθεμάτων ασφαλείας. Αυτό δημιουργεί εγγενή τάση προς αυξημένη δέσμευση κεφαλαίου. Για τον λόγο αυτό καθίσταται αναγκαία η υιοθέτηση προηγμένων πολιτικών Demand Planning και λύσεων Supply Chain Finance, ώστε να επιτευχθεί ισορροπία μεταξύ επιχειρησιακής αποδοτικότητας και δημόσιας υγείας.

Ο δείκτης Cash Conversion Cycle (CCC) αποτελεί τον κυριότερο σύνθετο δείκτη απόδοσης κεφαλαίου κίνησης. Μετρά το συνολικό χρονικό διάστημα από την καταβολή χρημάτων για προμήθειες και παραγωγή έως την είσπραξη εσόδων από πελάτες. Υπολογίζεται ως το άθροισμα των ημερών δέσμευσης αποθεμάτων και των ημερών είσπραξης απαιτήσεων, μείον τις ημέρες πληρωμής υποχρεώσεων.

Ένας σύντομος κύκλος υποδηλώνει ότι η επιχείρηση μετατρέπει ταχέως τις επενδύσεις της σε ρευστότητα και διατηρεί χαμηλότερες ανάγκες εξωτερικής χρηματοδότησης. Αντίθετα, ένας μακρύς κύκλος σηματοδοτεί δέσμευση σημαντικών κεφαλαίων, αυξημένο κόστος χρηματοδότησης και περιορισμένη οικονομική ευελιξία (Bishal et al., 2023). Στη φαρμακευτική βιομηχανία, το CCC επηρεάζεται από τη μακρά παραγωγική διαδικασία και τους εκτεταμένους ποιοτικούς ελέγχους, που αυξάνουν τον χρόνο ακινητοποίησης αποθεμάτων. Επηρεάζεται επίσης από τις αυστηρές απαιτήσεις αποθήκευσης και από τις συστηματικές καθυστερήσεις πληρωμών δημόσιων νοσοκομείων και ασφαλιστικών οργανισμών. Οι παράγοντες αυτοί επιμηκύνουν σημαντικά τον χρόνο είσπραξης και καθιστούν κρίσιμη την υιοθέτηση στρατηγικών SCF για την απελευθέρωση δεσμευμένου κεφαλαίου, χωρίς να θυσιάζεται η διαθεσιμότητα φαρμάκων.

Το Days Inventory Outstanding (DIO) αντιπροσωπεύει τον μέσο αριθμό ημερών που απαιτούνται για την πώληση του διαθέσιμου αποθέματος. Υπολογίζεται διαιρώντας το μέσο απόθεμα με το ημερήσιο κόστος πωληθέντων. Υψηλό DIO σηματοδοτεί αργή κυκλοφορία, δέσμευση κεφαλαίου και αυξημένο κίνδυνο απαξίωσης λόγω λήξης προϊόντων. Πολύ χαμηλό DIO, αντίθετα, υποδηλώνει ανεπαρκή επίπεδα αποθέματος και αυξημένο κίνδυνο ελλείψεων ή διακοπής θεραπειών (Hansen et al., 2023).

Η βελτίωση του δείκτη προϋποθέτει ακριβέστερη πρόβλεψη ζήτησης, ώστε να μειώνεται η ανάγκη υπερβολικών αποθεμάτων ασφαλείας. Προϋποθέτει επίσης υιοθέτηση τεχνικών lean management και εφαρμογή συστημάτων demand sensing που επιτρέπουν ταχύτερη προσαρμογή των επιπέδων αποθέματος βάσει σημάτων από το σημείο πώλησης. Στον φαρμακευτικό κλάδο, ωστόσο, η επιδίωξη υπερβολικά χαμηλού DIO πρέπει να ισορροπείται με τις υποχρεώσεις δημόσιας υγείας, οι οποίες επιβάλλουν τη διατήρηση επαρκών αποθεμάτων κρίσιμων φαρμάκων.

Το Days Sales Outstanding (DSO) αντικατοπτρίζει τον μέσο χρόνο είσπραξης απαιτήσεων από πωλήσεις. Υπολογίζεται διαιρώντας τις εμπορικές απαιτήσεις με τις ημερήσιες πωλήσεις. Υψηλό DSO υποδηλώνει καθυστερήσεις που δεσμεύουν κεφάλαιο και αυξάνουν

τον κίνδυνο επισφαλειών. Χαμηλό DSO σηματοδοτεί αποτελεσματική διαχείριση πιστωτικής πολιτικής και ταχεία ταμειακή ρευστοποίηση (Park, 2025).

Στη φαρμακευτική βιομηχανία, το DSO επιβαρύνεται από τη δομή πελατών που περιλαμβάνει δημόσια νοσοκομεία με συστηματικές καθυστερήσεις πληρωμών που φτάνουν τις 90–180 ημέρες. Αυτό δημιουργεί σημαντική πίεση στη ρευστότητα. Η υιοθέτηση λύσεων factoring ή receivables financing επιτρέπει την πρόωρη ρευστοποίηση απαιτήσεων, μειώνει το DSO και βελτιώνει το συνολικό CCC.

Το Days Payables Outstanding (DPO) μετρά τον μέσο αριθμό ημερών εξόφλησης προμηθευτών. Υπολογίζεται διαιρώντας τις εμπορικές υποχρεώσεις με τις ημερήσιες αγορές. Υψηλό DPO ενισχύει τη ρευστότητα της επιχείρησης. Ωστόσο, υπερβολική επιμήκυνση των όρων πληρωμής μπορεί να επιδεινώσει τις σχέσεις με στρατηγικούς προμηθευτές και να αυξήσει τον κίνδυνο διακοπών εφοδιασμού (Kouvelis & Xu, 2021).

Η εφαρμογή προγραμμάτων reverse factoring προσφέρει πιο ισορροπημένη λύση. Επιτρέπει τη διατήρηση μακρύτερων όρων πληρωμής, ενώ ταυτόχρονα εξασφαλίζει στους προμηθευτές πρόσβαση σε έγκαιρη χρηματοδότηση με χαμηλό κόστος. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας χωρίς να θυσιάζεται η ρευστότητα.

Τέλος, το Inventory Turnover εκφράζει τον αριθμό ανανεώσεων αποθέματος εντός έτους, διαιρώντας το κόστος πωληθέντων με το μέσο απόθεμα. Υψηλό turnover υποδηλώνει αποτελεσματική διαχείριση και ταχεία κυκλοφορία. Χαμηλό turnover σηματοδοτεί υπερβολική αποθεματοποίηση και αυξημένο κίνδυνο απαξίωσης. Η συνδυασμένη παρακολούθηση όλων των δεικτών επιτρέπει στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις να εντοπίζουν ευκαιρίες βελτιστοποίησης, να αξιολογούν την αποτελεσματικότητα των πολιτικών DP και SCF και να διασφαλίζουν τη μακροπρόθεσμη χρηματοοικονομική βιωσιμότητα σε ένα ολοένα πιο ανταγωνιστικό περιβάλλον (Azghandi et al., 2018).

2.7 Σύνδεση DP-SCF: από πρόβλεψη σε απόθεμα και κόστος κεφαλαίου

Η σύνδεση μεταξύ Demand Planning και Supply Chain Finance διαμορφώνει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο βελτιστοποίησης. Μετατρέπει τις προβλέψεις ζήτησης σε συγκεκριμένες αποφάσεις αποθεματοποίησης και, στη συνέχεια, σε στρατηγικές χρηματοδότησης κεφαλαίου κίνησης. Η ακρίβεια πρόβλεψης καθορίζει άμεσα το ύψος των αποθεμάτων ασφαλείας που απαιτούνται για την επίτευξη του επιθυμητού επιπέδου εξυπηρέτησης. Το συνολικό απόθεμα δεσμεύει σημαντικό τμήμα του κεφαλαίου κίνησης, το οποίο πρέπει να χρηματοδοτηθεί είτε μέσω εσωτερικών πόρων είτε μέσω εξωτερικής χρηματοδότησης.

Η βελτίωση της ακρίβειας forecasting μειώνει την αβεβαιότητα της ζήτησης και επιτρέπει τη διατήρηση χαμηλότερων αποθεμάτων χωρίς αύξηση του κινδύνου ελλείψεων. Με τον τρόπο αυτό απελευθερώνεται κεφάλαιο που μπορεί να επενδυθεί σε δραστηριότητες υψηλότερης απόδοσης, όπως η έρευνα και ανάπτυξη νέων φαρμάκων ή η επέκταση σε νέες αγορές (Gelsomino et al., 2019). Παράλληλα, ακόμη και με βελτιωμένη πρόβλεψη, οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν σημαντικές ανάγκες χρηματοδότησης λόγω των μακρών κύκλων παραγωγής, της αυστηρής κανονιστικής συμμόρφωσης και των καθυστερήσεων πληρωμών από δημόσιους φορείς. Η εφαρμογή λύσεων SCF επιτρέπει τη βελτιστοποίηση της χρηματοδότησης αυτών των αναγκών με χαμηλότερο κόστος και χωρίς επιβάρυνση της λειτουργικής ευελιξίας.

Η αιτιώδης σχέση μεταξύ ακρίβειας πρόβλεψης και επιπέδων αποθέματος βασίζεται στη θεμελιώδη εξίσωση υπολογισμού του safety stock. Η εξίσωση αυτή συνδέει την τυπική απόκλιση της ζήτησης κατά τη διάρκεια του lead time με το επιθυμητό service level μέσω του παράγοντα ασφαλείας z . Όταν το MAPE μειώνεται, μειώνεται αντίστοιχα και η τυπική απόκλιση. Κατά συνέπεια, το απαιτούμενο safety stock για τη διατήρηση του ίδιου επιπέδου εξυπηρέτησης περιορίζεται σημαντικά. Αυτό οδηγεί σε μείωση του συνολικού αποθέματος που δεσμεύει κεφάλαιο κίνησης.

Παράλληλα, η εξάλειψη του forecast bias αποτρέπει τη συστηματική υπερπρόβλεψη που οδηγεί σε χρόνια υπεραποθεματοποίηση, καθώς και την υποπρόβλεψη που προκαλεί επαναλαμβανόμενες ελλείψεις και απώλεια πωλήσεων (Peng et al., 2019). Η ενσωμάτωση τεχνολογιών demand sensing ενισχύει περαιτέρω τη διαδικασία. Η ανάλυση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο επιτρέπει ταχύτερη αναγνώριση μεταβολών στη ζήτηση και άμεση

προσαρμογή των επιπέδων αποθέματος. Με τον τρόπο αυτό μειώνονται τα cycle stock και βελτιώνεται το inventory turnover σε όλα τα στάδια της αλυσίδας.

Το κόστος χρηματοδότησης του δεσμευμένου κεφαλαίου σε αποθέματα αποτελεί σημαντικό στοιχείο του συνολικού κόστους εφοδιαστικής αλυσίδας. Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την αξία του μέσου αποθέματος με το σταθμισμένο κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης. Στη φαρμακευτική βιομηχανία το κόστος αυτό κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 8–12% ετησίως, ανάλογα με τη χρηματοδοτική δομή και το επίπεδο κινδύνου. Μείωση του μέσου αποθέματος κατά 20%, μέσω βελτιωμένης ακρίβειας πρόβλεψης, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική ετήσια εξοικονόμηση χρηματοδοτικού κόστους (Bishal et al., 2023). Η εξοικονόμηση αυτή ενισχύει τις ταμειακές ροές και βελτιώνει το Cash Conversion Cycle.

Επιπλέον, η μείωση του Days Inventory Outstanding που προκύπτει από ταχύτερη κυκλοφορία αποθεμάτων συμβάλλει άμεσα στη βελτίωση του CCC. Ταυτόχρονα περιορίζεται ο κίνδυνος απαξίωσης λόγω λήξης προϊόντων, που αποτελεί σημαντική πηγή απωλειών στον φαρμακευτικό κλάδο. Η μείωση της μεταβλητότητας αποθεμάτων επιτρέπει επίσης καλύτερο προγραμματισμό χρηματοδοτικών αναγκών και αποφυγή αιφνίδιων ελλειμμάτων ρευστότητας.

Οι λύσεις Supply Chain Finance λειτουργούν συμπληρωματικά προς το Demand Planning για τη βελτιστοποίηση του κεφαλαίου κίνησης. Επικεντρώνονται στη διαχείριση των απαιτήσεων και των υποχρεώσεων, δηλαδή των άλλων δύο βασικών στοιχείων του CCC. Το reverse factoring επιτρέπει την επιμήκυνση των όρων πληρωμής προς προμηθευτές, βελτιώνοντας το Days Payables Outstanding χωρίς να επιβαρύνει τους προμηθευτές. Το factoring απαιτήσεων επιταχύνει την είσπραξη εσόδων από δημόσια νοσοκομεία και ασφαλιστικούς οργανισμούς, μειώνοντας το Days Sales Outstanding και απελευθερώνοντας κεφάλαιο δεσμευμένο σε απαιτήσεις (Gelsomino et al., 2019).

Η ολοκληρωμένη εφαρμογή DP και SCF δημιουργεί συνεργιστικά οφέλη που υπερβαίνουν το άθροισμα των μεμονωμένων παρεμβάσεων. Η βελτιωμένη ακρίβεια πρόβλεψης μειώνει την αβεβαιότητα που αντιμετωπίζουν οι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί κατά την αξιολόγηση κινδύνου, επιτρέποντας ευνοϊκότερους όρους χρηματοδότησης. Παράλληλα, οι ψηφιακές πλατφόρμες SCF παρέχουν δεδομένα πραγματικού χρόνου για την απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να ενσωματωθούν στα συστήματα πρόβλεψης, δημιουργώντας έναν κύκλο συνεχούς βελτιστοποίησης που ενισχύει τη

χρηματοοικονομική απόδοση και την ανταγωνιστικότητα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων.

2.8 Συστήματα και διαδικασίες: S&OP/IBP, APS, demand sensing, data governance

Το Sales and Operations Planning (S&OP) αποτελεί διοικητική διαδικασία που ενοποιεί τον επιχειρησιακό σχεδιασμό με τη στρατηγική κατεύθυνση της φαρμακευτικής επιχείρησης. Υλοποιείται μέσω μηνιαίων κύκλων συναίνεσης μεταξύ πωλήσεων, μάρκετινγκ, παραγωγής, προμηθειών και οικονομικής διοίκησης. Στόχος είναι η εναρμόνιση της πρόβλεψης ζήτησης με τη διαθέσιμη παραγωγική χωρητικότητα και τους χρηματοοικονομικούς στόχους. Κάθε λειτουργική μονάδα συνεισφέρει δεδομένα και χρήσιμη γνώση για τη διαμόρφωση ενιαίας επιχειρησιακής πρότασης προς την ανώτατη διοίκηση. Η μηνιαία επανάληψη της διαδικασίας επιτρέπει την έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων και τη συστηματική διόρθωση πορείας.

Το Integrated Business Planning (IBP) εξελίσσει το S&OP σε ευρύτερη στρατηγική διαδικασία. Επεκτείνει τον χρονικό ορίζοντα από 12–18 μήνες σε 24–36 μήνες και ενσωματώνει χαρτοφυλακικό σχεδιασμό νέων προϊόντων, στρατηγικές συγχωνεύσεων και μακροπρόθεσμη κατανομή κεφαλαίων. Με τον τρόπο αυτό, το IBP μετατρέπεται σε κεντρικό μηχανισμό εταιρικής διακυβέρνησης. Συνδέει λειτουργικές δυνατότητες με χρηματοοικονομική στρατηγική και δημιουργεί ενιαία γλώσσα επικοινωνίας μεταξύ των οργανωσιακών επιπέδων (Giannetto, 2023).

Τα συστήματα Advanced Planning and Scheduling (APS) αυτοματοποιούν τον προγραμματισμό παραγωγής λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλούς περιορισμούς. Αυτοί περιλαμβάνουν τη διαθεσιμότητα πρώτων υλών, τη χωρητικότητα παραγωγικών γραμμών, τους χρόνους changeover μεταξύ παρτίδων και τις απαιτήσεις FEFO λόγω ημερομηνιών λήξης. Στον φαρμακευτικό κλάδο, οι χρόνοι changeover είναι ιδιαίτερα μεγάλοι λόγω αυστηρών διαδικασιών καθαρισμού και αποφυγής διασταυρούμενης μόλυνσης. Παράλληλα, λαμβάνονται υπόψη οι κανονιστικές υποχρεώσεις τεκμηρίωσης κάθε σταδίου.

Τα APS εφαρμόζουν αλγορίθμους βελτιστοποίησης που επιλύουν προβλήματα μικτού ακέραιου προγραμματισμού. Στόχος είναι η ελαχιστοποίηση του συνολικού κόστους παραγωγής και η μεγιστοποίηση της αξιοποίησης των διαθέσιμων πόρων. Η χρήση τους οδηγεί σε μείωση χρόνων ολοκλήρωσης παραγγελιών και αύξηση της ευελιξίας απέναντι σε μεταβολές ζήτησης ή απρόβλεπτες διακοπές. Ωστόσο, η επιτυχής υλοποίηση προϋποθέτει

υψηλής ποιότητας master data που αποτυπώνουν με ακρίβεια τις δυνατότητες κάθε πόρου και τους κανόνες παραγωγής κάθε προϊόντος (Belghith & Bouajaja, 2024).

Η τεχνολογία demand sensing αξιοποιεί δεδομένα πραγματικού χρόνου από σημεία πώλησης, συστήματα αποθηκών, ροές παραγγελιών και εξωτερικές πηγές, όπως κοινωνικά μέσα ή επιδημιολογικά δεδομένα. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές στατιστικές προσεγγίσεις που βασίζονται αποκλειστικά σε ιστορικά στοιχεία, το demand sensing επιτρέπει ταχύτερη ανίχνευση αλλαγών στα πρότυπα ζήτησης. Οι προβλέψεις μπορούν να προσαρμόζονται εντός ημερών αντί εβδομάδων. Έρευνες δείχνουν ότι το forecast error μπορεί να μειωθεί κατά 20–40% για βραχυπρόθεσμους ορίζοντες (Zhu et al., 2021).

Αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης αναγνωρίζουν σύνθετα πρότυπα και συσχετίσεις που δεν είναι εμφανή σε παραδοσιακές αναλύσεις χρονοσειρών. Το σύστημα μαθαίνει συνεχώς από νέα δεδομένα και βελτιώνει την ακρίβειά του διαχρονικά. Στον φαρμακευτικό κλάδο, η τεχνολογία αυτή αποκτά ιδιαίτερη αξία σε περιόδους εποχικής έξαρσης ή επιδημιολογικών γεγονότων, όπου η έγκαιρη αναγνώριση αλλαγών αποτρέπει ελλείψεις και διασφαλίζει τη συνέχεια θεραπειών.

Τα πλαίσια data governance διαμορφώνουν θεσμικές πολιτικές, διαδικασίες και σαφείς αρμοδιότητες για τη διασφάλιση ποιότητας, ακεραιότητας και ασφάλειας δεδομένων. Η ακρίβεια των master data είναι κρίσιμη. Εσφαλμένοι κωδικοί προϊόντων, ανακριβείς παράμετροι παραγωγής ή ξεπερασμένες πληροφορίες προμηθευτών μπορούν να οδηγήσουν σε σοβαρά λάθη σχεδιασμού, όπως υπερβολικά αποθέματα ή ελλείψεις.

Η καθιέρωση σαφών κανόνων σχετικά με το ποιος δημιουργεί, τροποποιεί ή διαγράφει δεδομένα αποτελεί βασική προϋπόθεση. Απαιτούνται επίσης διαδικασίες έγκρισης και μηχανισμοί συνεχούς ελέγχου ποιότητας. Στη φαρμακευτική βιομηχανία, η data governance αποκτά πρόσθετη σημασία λόγω κανονιστικής συμμόρφωσης. Η ιχνηλασιμότητα κάθε αλλαγής πρέπει να τεκμηριώνεται για ελέγχους από ρυθμιστικές αρχές. Παράλληλα, η ύπαρξη αξιόπιστων δεδομένων διευκολύνει την ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη και το blockchain, οι οποίες βασίζονται σε υψηλής ποιότητας πληροφορία για να παράγουν αξία (Nguyen et al., 2022).

2.9 Κίνδυνοι και συμμόρφωση: GDP, serialisation, ιχνηλασιμότητα

Οι Good Distribution Practices (GDP) αποτελούν το κανονιστικό πλαίσιο που καθορίζει τα ελάχιστα πρότυπα για χονδρικούς διανομείς φαρμακευτικών προϊόντων. Στόχος τους είναι η διασφάλιση της ποιότητας και της ακεραιότητας των φαρμάκων σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι απαιτήσεις καλύπτουν την αποθήκευση σε κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, καθώς και τη μεταφορά με ελεγχόμενες διαδικασίες που αποτρέπουν την έκθεση σε ακραίες συνθήκες. Περιλαμβάνουν επίσης αυστηρές διαδικασίες διαχωρισμού και καθαρισμού για την αποφυγή μόλυνσης, καθώς και ορθές πρακτικές κυκλοφορίας αποθεμάτων που μειώνουν τον κίνδυνο λήξης.

Παράλληλα, διασφαλίζεται ότι τα σωστά προϊόντα φτάνουν στους σωστούς αποδέκτες εντός κατάλληλου χρονικού πλαισίου, ώστε να εξασφαλίζεται η συνέχεια των θεραπειών. Οι GDP επιβάλλουν επίσης τη δημιουργία συστημάτων ιχνηλασιμότητας που επιτρέπουν τον εντοπισμό ελαττωματικών προϊόντων και την αποτελεσματική ανάκλησή τους σε περίπτωση προβλήματος ποιότητας ή ασφάλειας (Jaberidoost et al., 2013). Επιπλέον, εφαρμόζονται στην προμήθεια, αποθήκευση και μεταφορά δραστικών φαρμακευτικών ουσιών, επεκτείνοντας τη συμμόρφωση σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας.

Η serialisation αφορά την εκχώρηση μοναδικού αναγνωριστικού κωδικού σε κάθε συσκευασία φαρμάκου. Ο κωδικός αυτός επιτρέπει την ατομική παρακολούθηση και επαλήθευση της αυθεντικότητας σε κάθε στάδιο της εφοδιαστικής αλυσίδας. Καταγράφεται κατά την παραγωγή και σαρώνεται σε κάθε μεταγενέστερο στάδιο διακίνησης, δημιουργώντας ένα ψηφιακό ίχνος της πορείας του προϊόντος. Με τον τρόπο αυτό αποτρέπεται η είσοδος πλαστών φαρμάκων στη νόμιμη αλυσίδα εφοδιασμού, γεγονός που αποτελεί σοβαρό κίνδυνο δημόσιας υγείας.

Η τεχνολογία διευκολύνει επίσης την ταχεία ανάκληση συγκεκριμένων παρτίδων χωρίς να επηρεάζονται άλλες ασφαλείς παρτίδες. Κανονισμοί serialisation έχουν υιοθετηθεί σε πολλές δικαιοδοσίες, με την Ευρωπαϊκή Ένωση να εφαρμόζει την Οδηγία για τα Πλαστά Φάρμακα. Η συμμόρφωση απαιτεί επενδύσεις σε τεχνολογικές υποδομές, όπως συστήματα εκτύπωσης κωδικών, σάρωσης και βάσεις δεδομένων. Παρότι το κόστος είναι σημαντικό, αντισταθμίζεται από τα οφέλη προστασίας φήμης, αποφυγής κυρώσεων και ενίσχυσης της ασφάλειας των ασθενών (Tucker & Daskin, 2022).

Τα συστήματα ιχνηλασιμότητας υπερβαίνουν την απλή καταγραφή της θέσης των προϊόντων. Δημιουργούν πλήρη τεκμηρίωση των συνθηκών αποθήκευσης και μεταφοράς,

συμπεριλαμβάνοντας δεδομένα θερμοκρασίας, υγρασίας και κραδασμών. Τα δεδομένα συλλέγονται μέσω έξυπνων αισθητήρων ενσωματωμένων στις συσκευασίες ή στα μεταφορικά μέσα. Η συνεχής παρακολούθηση επιτρέπει την έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων και την άμεση διορθωτική παρέμβαση πριν επηρεαστεί η ποιότητα.

Η αναδρομική ανάλυση των δεδομένων διευκολύνει τη διερεύνηση περιστατικών και τον εντοπισμό των ριζικών αιτιών. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών blockchain προσφέρει πρόσθετη διαφάνεια, καθώς δημιουργεί αμετάβλητο ψηφιακό αρχείο συναλλαγών και μετακινήσεων. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται η εμπιστοσύνη μεταξύ των εμπλεκόμενων μερών και διευκολύνεται η συμμόρφωση με κανονιστικές απαιτήσεις (Gong et al., 2022).

Η διαχείριση κινδύνων συμμόρφωσης απαιτεί ισχυρά συστήματα διασφάλισης ποιότητας. Περιλαμβάνει την αξιολόγηση και έγκριση προμηθευτών βάσει συμμόρφωσης με GDP και GMP, καθώς και τακτικές επιθεωρήσεις εγκαταστάσεων. Η εκπαίδευση του προσωπικού σε πρωτόκολλα χειρισμού και διαδικασίες έκτακτης ανάγκης αποτελεί επίσης βασικό στοιχείο. Παράλληλα, εφαρμόζονται συστήματα παρακολούθησης δεικτών απόδοσης που σηματοδοτούν έγκαιρα πιθανά προβλήματα συμμόρφωσης.

Η μη συμμόρφωση μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές κυρώσεις, όπως ανάκληση προϊόντων, αναστολή αδειών διανομής και υψηλά πρόστιμα. Επιπλέον, μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτη βλάβη στη φήμη της επιχείρησης. Συνεπώς, μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που συνδυάζει κανονιστικές απαιτήσεις, τεχνολογικές λύσεις και οργανωσιακή κουλτούρα ποιότητας δημιουργεί ανθεκτικές εφοδιαστικές αλυσίδες. Η προσέγγιση αυτή διασφαλίζει την ασφάλεια των ασθενών και συμβάλλει στη μακροπρόθεσμη χρηματοοικονομική βιωσιμότητα (Hansen et al., 2023).

2.10 Πλαίσιο αξιολόγησης και βέλτιστες πρακτικές

Η αξιολόγηση της απόδοσης συστημάτων Demand Planning και Supply Chain Finance προϋποθέτει την εγκαθίδρυση ολοκληρωμένου πλαισίου μέτρησης που συνδυάζει ποσοτικούς δείκτες με ποιοτικές παραμέτρους οργανωσιακής ωριμότητας. Η αποκλειστική εστίαση σε αριθμητικές μετρήσεις όπως το MAPE ή το CCC, χωρίς την αξιολόγηση των υποκείμενων διαδικασιών, της ποιότητας δεδομένων και της ικανότητας συνεργασίας μεταξύ λειτουργικών τμημάτων, οδηγεί σε μερική και πιθανώς παραπλανητική εικόνα της πραγματικής απόδοσης. Ταυτόχρονα, η επιλογή κατάλληλων δεικτών πρέπει να αντικατοπτρίζει τους στρατηγικούς στόχους της επιχείρησης και τις ιδιαιτερότητες του

φαρμακευτικού κλάδου, όπου η διαθεσιμότητα κρίσιμων φαρμάκων υπερτερεί συχνά της καθαρής οικονομικής βελτιστοποίησης λόγω των υποχρεώσεων δημόσιας υγείας.

Επιπλέον, το πλαίσιο αξιολόγησης οφείλει να διακρίνει μεταξύ leading indicators, που προβλέπουν μελλοντική απόδοση, όπως η ποιότητα δεδομένων και ο βαθμός συμμετοχής στελεχών στις διαδικασίες S&OP, και lagging indicators, που μετρούν ιστορικά αποτελέσματα, όπως το inventory turnover και το forecast bias. Η ισορροπημένη παρακολούθηση και των δύο κατηγοριών επιτρέπει τόσο την αξιολόγηση της τρέχουσας κατάστασης όσο και την πρόβλεψη μελλοντικών τάσεων που καθοδηγούν προληπτικές παρεμβάσεις πριν εμφανιστούν σοβαρά προβλήματα (Merkuryeva et al., 2019).

Η συστηματική μέτρηση της ακρίβειας πρόβλεψης σε πολλαπλά επίπεδα διαστρωμάτωσης παρέχει πιο βαθιά κατανόηση που υπερβαίνει τους συγκεντρωτικούς δείκτες. Επιτρέπει την εξατομίκευση στρατηγικών βελτίωσης ανά προϊόντική κατηγορία, γεωγραφική αγορά και χρονικό ορίζοντα πρόβλεψης. Διαφορετικά προϊόντα παρουσιάζουν διαφορετικά μοντέλα ζήτησης, που κυμαίνονται από σταθερά κινούμενα φάρμακα χρόνιων παθήσεων με προβλέψιμη ζήτηση έως εποχικά ή διακοπτόμενα προϊόντα με υψηλή μεταβλητότητα.

Η εφαρμογή ενιαίων στόχων ακρίβειας σε όλο το χαρτοφυλάκιο καθίσταται αναποτελεσματική. Αντί αυτού, η στρατηγική κατηγοριοποίηση μέσω ABC ανάλυσης επιτρέπει τον καθορισμό διαφοροποιημένων στόχων που αντανακλούν τη σημασία κάθε προϊόντος για την επιχειρησιακή στρατηγική και τη δημόσια υγεία. Παράλληλα, η παρακολούθηση του Forecast Value Added σε κάθε στάδιο της διαδικασίας forecasting αποκαλύπτει ποιες δραστηριότητες, όπως η στατιστική μοντελοποίηση, η ποιοτική προσαρμογή από managers ή η συναίνεση στο S&OP, πράγματι βελτιώνουν την ακρίβεια και ποιες προσθέτουν θόρυβο χωρίς να συμβάλλουν στην απόδοση. Έτσι, η διοίκηση μπορεί να κατανέμει πόρους προς τις δραστηριότητες που δημιουργούν τη μεγαλύτερη αξία και να αναδιαρθρώνει διαδικασίες που μειώνουν την ακρίβεια (Baker, 2023).

Βέλτιστες πρακτικές διαχείρισης κεφαλαίου κίνησης ενσωματώνουν την ολοκληρωμένη εφαρμογή λύσεων Supply Chain Finance που εξισορροπούν τις ανάγκες όλων των εμπλεκόμενων μερών της αλυσίδας εφοδιασμού. Η επιλογή προγραμμάτων reverse factoring επιτρέπει στους μεγάλους φαρμακευτικούς οργανισμούς να επεκτείνουν τους όρους πληρωμής προς προμηθευτές, βελτιώνοντας το DPO χωρίς να επιβαρύνουν τη ρευστότητα των μικρότερων συνεργατών. Η υιοθέτηση dynamic discounting αξιοποιεί προσωρινά αδρανοποιημένα ταμειακά διαθέσιμα, επενδύοντάς τα σε εκπτώσεις προμηθειών

με αποδόσεις υψηλότερες από εναλλακτικές βραχυπρόθεσμες επενδύσεις. Η εφαρμογή factoring απαιτήσεων επιταχύνει τις εισπράξεις από δημόσιους φορείς που παρουσιάζουν συστηματικές καθυστερήσεις πληρωμών.

Η διαφάνεια που προσφέρουν οι ψηφιακές πλατφόρμες SCF δημιουργεί πρόσθετη αξία. Τα δεδομένα συναλλαγών ενισχύουν τον έλεγχο ταμειακών ροών σε πραγματικό χρόνο και επιτρέπουν ακριβέστερη πρόβλεψη μελλοντικών χρηματοδοτικών αναγκών. Παράλληλα, η συστηματική παρακολούθηση του κόστους χρηματοδότησης που επιτυγχάνουν τα εργαλεία SCF σε σύγκριση με εναλλακτικές πηγές κεφαλαίου διασφαλίζει την επιλογή των βέλτιστων λύσεων για κάθε κατηγορία συναλλαγών (Wuttke et al., 2019).

Η οργανωσιακή ωριμότητα Demand Planning αξιολογείται μέσω μοντέλων που εξετάζουν πέντε διαστάσεις. Αυτές περιλαμβάνουν την ποιότητα και διαθεσιμότητα δεδομένων, την τεχνολογική υποδομή και τα εργαλεία forecasting, τις διαδικασίες και τα πρότυπα σχεδιασμού, τις ικανότητες του ανθρώπινου δυναμικού και τη διοικητική δέσμευση που εκφράζεται μέσω της κατανομής πόρων και της ενσωμάτωσης του DP στη στρατηγική λήψη αποφάσεων.

Επιχειρήσεις με χαμηλή ωριμότητα στηρίζονται συχνά σε ad-hoc διαδικασίες, με περιορισμένη αυτοματοποίηση και ελάχιστη συνεργασία μεταξύ τμημάτων. Αντίθετα, υψηλή ωριμότητα χαρακτηρίζεται από πλήρως ενσωματωμένα συστήματα IBP, προηγμένα εργαλεία demand sensing με τεχνητή νοημοσύνη, ισχυρή κουλτούρα data governance και συστηματική διαδικασία συνεχούς βελτίωσης μέσω ανάλυσης Forecast Value Added. Επιπλέον, η συνεργασία με εξωτερικούς stakeholders, όπως προμηθευτές κρίσιμων δραστικών ουσιών, διανομείς και μεγάλοι πελάτες του δημόσιου τομέα, ενισχύει την ακρίβεια forecasting και μειώνει τη συνολική μεταβλητότητα της αλυσίδας εφοδιασμού. Φαρμακευτικές επιχειρήσεις που επενδύουν σε collaborative planning relationships επιτυγχάνουν χαμηλότερα αποθέματα ασφαλείας και υψηλότερα επίπεδα εξυπηρέτησης, δημιουργώντας win-win καταστάσεις που ενισχύουν την ανταγωνιστικότητα όλων των μερών (Giannetto, 2023).

Συμπερασματικά, η διαρκής βελτίωση του συστήματος DP-SCF απαιτεί την εγκαθίδρυση επίσημων διαδικασιών μάθησης. Τα αποτελέσματα κάθε παρέμβασης πρέπει να καταγράφονται και να αναλύονται ως προς τις αιτίες επιτυχίας ή αποτυχίας. Οι βέλτιστες πρακτικές οφείλουν να διαδίδονται σε όλη την οργάνωση μέσω εκπαίδευσης και τυποποίησης διαδικασιών. Παράλληλα, η συστηματική αξιολόγηση νέων τεχνολογιών,

όπως generative AI για αυτοματοποίηση FVA ανάλυσης ή blockchain για ενίσχυση ιχνηλασιμότητας, επιτρέπει την έγκαιρη υιοθέτηση καινοτομιών που παράγουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα. Το πλαίσιο αξιολόγησης και οι βέλτιστες πρακτικές παραμένουν δυναμικά στοιχεία, τα οποία εξελίσσονται συνεχώς ώστε να ανταποκρίνονται στις προκλήσεις και τις ευκαιρίες του μεταβαλλόμενου περιβάλλοντος της φαρμακευτικής βιομηχανίας (Stevens, 2024).

3 Μεθοδολογία

3.1 Σχέδιο έρευνας και επιλογή μελέτης περίπτωσης Pfizer

Η παρούσα έρευνα υιοθετεί την προσέγγιση μελέτης περίπτωσης ως κύριο μεθοδολογικό σχέδιο. Η επιλογή αυτή επιτρέπει την εις βάθος διερεύνηση του στρατηγικού ρόλου του Demand Planning στη βελτιστοποίηση του κεφαλαίου κίνησης μέσω Supply Chain Finance, εντός του φυσικού οργανωσιακού περιβάλλοντος μιας μεγάλης φαρμακευτικής επιχείρησης.

Η μεθοδολογία case study παρέχει τη δυνατότητα εξέτασης σύνθετων αιτιωδών σχέσεων μεταξύ πολλαπλών μεταβλητών που αλληλεπιδρούν δυναμικά σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας. Παράλληλα, επιτρέπει τον συνδυασμό ποσοτικών δεδομένων, όπως οικονομικοί δείκτες και δεικτών ακρίβειας πρόβλεψης, με ποιοτική πληροφορία που αφορά οργανωσιακές διαδικασίες, τεχνολογικά συστήματα και στρατηγικές αποφάσεις οι οποίες διαμορφώνουν την απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Επιπλέον, το case study framework διευκολύνει την κατανόηση του ευρύτερου πλαισίου μέσα στο οποίο λειτουργούν τα συστήματα DP και SCF. Το πλαίσιο αυτό περιλαμβάνει κανονιστικούς περιορισμούς, ανταγωνιστικές πιέσεις και κλαδικές ιδιαιτερότητες που επηρεάζουν τη σχεδίαση και εφαρμογή πολιτικών διαχείρισης κεφαλαίου κίνησης. Κατά συνέπεια, η μεθοδολογική επιλογή συμβάλλει στην παραγωγή εμπειρικά τεκμηριωμένων ευρημάτων με υψηλή εσωτερική εγκυρότητα και προσφέρει πρακτικές κατευθύνσεις για την ευρύτερη φαρμακευτική βιομηχανία (Yin, 2018).

Η επιλογή της Pfizer Inc. ως μονάδας ανάλυσης κρίνεται ιδανική λόγω του τεράστιου μεγέθους και της πολυπλοκότητας της εφοδιαστικής της αλυσίδας. Η εταιρεία λειτουργεί 58 παραγωγικές εγκαταστάσεις κατανεμημένες σε πολλαπλές ηπείρους, 11 κέντρα διανομής και logistics, και διανέμει περισσότερες από 50 δισεκατομμύρια δόσεις φαρμάκων σε 180 χώρες παγκοσμίως.

Η γεωγραφική αυτή διασπορά, σε συνδυασμό με την εκτενή ποικιλία του προϊόντικού χαρτοφυλακίου, δημιουργεί ιδιαίτερα σύνθετες προκλήσεις στους τομείς της πρόβλεψης ζήτησης και της διαχείρισης αποθεμάτων. Το χαρτοφυλάκιο περιλαμβάνει φάρμακα που κυμαίνονται από κοινά σκευάσματα για χρόνιες παθήσεις έως εξειδικευμένες βιολογικές θεραπείες και εμβόλια. Η πολυπλοκότητα αυτή επιβάλλει την υιοθέτηση προηγμένων συστημάτων σχεδιασμού και την εφαρμογή διαφοροποιημένων στρατηγικών Supply Chain Finance (SCF), ανάλογα με την κατηγορία προϊόντος και τις ιδιαιτερότητες κάθε αγοράς.

Παράλληλα, η Pfizer παρουσίασε κύκλο εργασιών που υπερέβη τα 58 δισεκατομμύρια δολάρια το 2023. Το απόλυτο μέγεθος του δεσμευμένου κεφαλαίου κίνησης σε αποθέματα, απαιτήσεις και υποχρεώσεις καθιστά τη διαχείρισή του κρίσιμη παράμετρο της χρηματοοικονομικής στρατηγικής. Ακόμη και μικρές ποσοστιαίες βελτιώσεις σε δείκτες όπως το DIO ή το CCC μπορούν να απελευθερώσουν εκατοντάδες εκατομμύρια δολάρια. Τα κεφάλαια αυτά δύνανται να επανεπενδυθούν σε έρευνα και ανάπτυξη νέων φαρμάκων ή να επιστραφούν στους μετόχους (Pfizer Inc., 2024).

Συνοπτικά, η περίπτωση της Pfizer Inc. προσφέρει ιδανικό πλαίσιο για την εμβάθυνση στις σύγχρονες προκλήσεις και ευκαιρίες που σχετίζονται με τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της χρηματοδότησής της σε ένα ιδιαίτερα ανταγωνιστικό και ρυθμιζόμενο περιβάλλον.

Επιπρόσθετα, η Pfizer διακρίνεται για την υιοθέτηση προηγμένων ψηφιακών τεχνολογιών στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Εφαρμόζει συστήματα real-time tracking φορτίων με ποσοστό απώλειας παραγωγής κάτω από 0,1%. Έχει ενσωματώσει IoT αισθητήρες σε συνδυασμό με cloud analytics για την παρακολούθηση συνθηκών θερμοκρασίας κατά τη διακίνηση ευαίσθητων βιολογικών προϊόντων. Επιπλέον, έχει υιοθετήσει καινοτόμες λύσεις, όπως drone deliveries σε συνεργασία με την Zipline, για την εξυπηρέτηση δυσπρόσιτων περιοχών σε αναπτυσσόμενες χώρες.

Η τεχνολογική αυτή ωριμότητα καθιστά την εταιρεία κατάλληλη μελέτη περίπτωσης για την εξέταση του τρόπου με τον οποίο προηγμένα συστήματα demand sensing και data governance υποστηρίζουν την ακρίβεια πρόβλεψης και την απόδοση προγραμμάτων SCF. Παράλληλα, η εμπειρία της κατά την πανδημία COVID-19, όταν κλήθηκε να αναπτύξει και να διανείμει δισεκατομμύρια δόσεις εμβολίου σε εξαιρετικά σύντομο χρονικό διάστημα, αποδεικνύει την ικανότητα ταχείας προσαρμογής προβλέψεων και αναδιάρθρωσης της

εφοδιαστικής αλυσίδας σε συνθήκες ακραίων διαταραχών ζήτησης (Pfizer Supply Chain Modernization, 2025).

Η προσβασιμότητα δημόσια διαθέσιμων δεδομένων ενισχύει περαιτέρω τη μεθοδολογική επιλογή. Οι ετήσιες αναφορές 10-K και οι τριμηνιαίες 10-Q που υποβάλλονται στην Αμερικανική Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς, καθώς και οι εκθέσεις βιωσιμότητας και οι επενδυτικές παρουσιάσεις, παρέχουν λεπτομερή χρηματοοικονομικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά περιλαμβάνουν δεδομένα για αποθέματα, απαιτήσεις, υποχρεώσεις και δείκτες κεφαλαίου κίνησης.

Η διαθεσιμότητα αυτών των πληροφοριών καθιστά εφικτή την ποσοτική ανάλυση χωρίς πρόσβαση σε εμπιστευτικά εσωτερικά δεδομένα. Η μελέτη μπορεί έτσι να βασιστεί σε ελεγμένα και αξιόπιστα στοιχεία, διασφαλίζοντας αντικειμενικότητα και επαναληψιμότητα.

Η αντιπροσωπευτικότητα της Pfizer, ως μίας από τις μεγαλύτερες παγκόσμιες φαρμακευτικές επιχειρήσεις, επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων με θεωρητική γενικευσιμότητα για άλλες μεγάλες εταιρείες του κλάδου. Τα ευρήματα μπορούν επίσης να προσαρμοστούν αναλογικά σε μικρότερες επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται σε πιο περιορισμένες γεωγραφικές αγορές και αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις διαχείρισης πολύπλοκων εφοδιαστικών αλυσίδων (Kumar & Nikolopoulos, 2025).

3.2 Δεδομένα, μεταβλητές και λειτουργικοποίηση δεικτών

Τα πρωτογενή δεδομένα της έρευνας αντλούνται από τις ετήσιες οικονομικές αναφορές 10-K και τις τριμηνιαίες αναφορές 10-Q που η Pfizer υποβάλλει στην Αμερικανική Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς για την πενταετή περίοδο 2020–2024. Οι αναφορές αυτές περιλαμβάνουν λεπτομερή ανάλυση των στοιχείων κυκλοφορούντος ενεργητικού και παθητικού. Συγκεκριμένα, εξετάζονται τα αποθέματα πρώτων υλών, ημικατεργασμένων και ετοιμών προϊόντων, οι εμπορικές απαιτήσεις από πελάτες και οι εμπορικές υποχρεώσεις προς προμηθευτές.

Παράλληλα, συλλέγονται στοιχεία για το κόστος πωληθέντων, τα έσοδα από πωλήσεις και τις επεξηγηματικές σημειώσεις που διευκρινίζουν τις λογιστικές πολιτικές αποτίμησης αποθεμάτων και αναγνώρισης εσόδων. Επιπλέον, αξιοποιούνται δευτερογενή δεδομένα από τις εκθέσεις βιωσιμότητας. Οι εκθέσεις αυτές τεκμηριώνουν τις πολιτικές διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας, τις πρωτοβουλίες ψηφιακού μετασχηματισμού και τα προγράμματα

Supply Chain Finance που εφαρμόζει η επιχείρηση. Οι επενδυτικές παρουσιάσεις παρέχουν πρόσθετη πληροφορία σχετικά με τους στρατηγικούς στόχους κεφαλαίου κίνησης και τις μακροπρόθεσμες πρωτοβουλίες βελτιστοποίησης (Pfizer Inc., 2024).

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εξετάζονται περιλαμβάνουν δείκτες ακρίβειας πρόβλεψης ζήτησης. Το Mean Absolute Percentage Error υπολογίζεται ως ο μέσος όρος των απόλυτων ποσοστιαίων αποκλίσεων μεταξύ προβλεπόμενων και πραγματοποιηθέντων εσόδων ανά προϊόντική κατηγορία και γεωγραφικό τμήμα. Το forecast bias προσδιορίζεται διαιρώντας το άθροισμα των σφαλμάτων πρόβλεψης με τον αριθμό των παρατηρήσεων, ώστε να ανιχνεύεται συστηματική υπερπρόβλεψη ή υποπρόβλεψη. Το Forecast Value Added μετρά τη συμβολή κάθε σταδίου της διαδικασίας forecasting στη βελτίωση της ακρίβειας, συγκριτικά με ένα απλό baseline μοντέλο αναφοράς.

Παράλληλα, καταγράφονται παράμετροι που αφορούν τα συστήματα Demand Planning. Αυτές περιλαμβάνουν την υιοθέτηση τεχνολογιών demand sensing, την ωριμότητα διαδικασιών S&OP και IBP, καθώς και την ποιότητα data governance που διασφαλίζει την ακεραιότητα των master data. Οι λύσεις Supply Chain Finance υλοποιούνται μέσω του εύρους προγραμμάτων reverse factoring που προσφέρονται στους προμηθευτές, του μέσου κόστους χρηματοδότησης που επιτυγχάνεται σε σύγκριση με το σταθμισμένο κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης και του ποσοστού συμμετοχής προμηθευτών στα SCF προγράμματα, το οποίο αντανακλά τη διείσδυση των λύσεων στην εφοδιαστική αλυσίδα (Wuttke et al., 2019).

Οι εξαρτημένες μεταβλητές, που αποτελούν τους στόχους βελτιστοποίησης, μετρώνται μέσω συγκεκριμένων δεικτών κεφαλαίου κίνησης. Το Days Inventory Outstanding υπολογίζεται διαιρώντας το μέσο απόθεμα με το ημερήσιο κόστος πωληθέντων επί 365. Το Days Sales Outstanding προκύπτει από τη διαίρεση των εμπορικών απαιτήσεων με τις ημερήσιες πωλήσεις επί 365. Το Days Payables Outstanding προσδιορίζεται διαιρώντας τις εμπορικές υποχρεώσεις με τις ημερήσιες αγορές επί 365.

Το Cash Conversion Cycle συνθέτει τους τρεις προηγούμενους δείκτες ως DIO συν DSO μείον DPO. Το Inventory Turnover εκφράζει τον αριθμό φορών ανανέωσης αποθέματος ετησίως και υπολογίζεται διαιρώντας το κόστος πωληθέντων με το μέσο απόθεμα.

Επιπρόσθετα, μετρώνται επιχειρησιακοί δείκτες. Το service level αντιπροσωπεύει το ποσοστό παραγγελιών που εκπληρώνονται εντός του συμφωνημένου χρόνου χωρίς

ελλείψεις. Καταγράφεται επίσης το ποσοστό αποθεμάτων που καταστρέφονται λόγω λήξης ως αναλογία της συνολικής αξίας αποθεμάτων. Τέλος, υπολογίζεται το κόστος χρηματοδότησης κεφαλαίου κίνησης, το οποίο προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό της αξίας του μέσου κεφαλαίου κίνησης με το σταθμισμένο κόστος κεφαλαίου της επιχείρησης (Bishal et al., 2023).

Η μεθοδολογία ανάλυσης βασίζεται σε μια διαχρονική προσέγγιση που εξετάζει την απόδοση βασικών επιχειρησιακών δεικτών κατά τη διάρκεια διαφορετικών χρονικών περιόδων. Οι περίοδοι αυτές επιλέγονται με κριτήριο το διαφορετικό επίπεδο ωριμότητας που παρουσιάζουν τα συστήματα Demand Planning, καθώς και το βαθμό εφαρμογής των προγραμμάτων Supply Chain Finance στην εταιρεία.

Ο σκοπός αυτής της σύγκρισης είναι η ανίχνευση των αιτιωδών σχέσεων που αναπτύσσονται μεταξύ τριών βασικών μεταβλητών: πρώτον, των βελτιώσεων στην ακρίβεια των προβλέψεων ζήτησης, δεύτερον, των αντίστοιχων αλλαγών που παρατηρούνται στα επίπεδα αποθέματος της εταιρείας, και τρίτον, των μεταβολών που καταγράφονται στους χρηματοοικονομικούς δείκτες που σχετίζονται με το κεφάλαιο κίνησης.

Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την ποσοτική αποτίμηση του τρόπου με τον οποίο το Demand Planning συμβάλλει στη βελτιστοποίηση της διαχείρισης του κεφαλαίου κίνησης μέσω της αξιοποίησης εργαλείων Supply Chain Finance. Παράλληλα, η μεθοδολογία έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να διασφαλίζει τρία βασικά χαρακτηριστικά: την αντικειμενικότητα των αποτελεσμάτων, την επαναληψιμότητα της διαδικασίας, και τη δυνατότητα σύγκρισης των ευρημάτων με αντίστοιχα στοιχεία από άλλες φαρμακευτικές επιχειρήσεις που παρουσιάζουν παρόμοιο μέγεθος και επίπεδο πολυπλοκότητας στις λειτουργίες τους.

Με αυτόν τον τρόπο, η έρευνα στοχεύει στη διερεύνηση του στρατηγικού ρόλου που διαδραματίζει η αποτελεσματική πρόβλεψη της ζήτησης στη συνολική οικονομική απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας, παρέχοντας συγκεκριμένα και αξιόπιστα δεδομένα για την υποστήριξη των ερευνητικών συμπερασμάτων.

3.3 Διαδικασία ανάλυσης: baseline, σενάρια DP/SCF, ανάλυση ευαισθησίας

Η διαδικασία ανάλυσης ξεκινά με την εγκαθίδρυση βασικής γραμμής μέτρησης, η οποία καταγράφει την αρχική κατάσταση των δεικτών απόδοσης της Pfizer πριν από την εφαρμογή προηγμένων παρεμβάσεων Demand Planning και Supply Chain Finance. Η baseline

περίοδος καλύπτει το οικονομικό έτος 2020. Κατά την περίοδο αυτή η επιχείρηση λειτουργούσε με συμβατικές διαδικασίες πρόβλεψης, οι οποίες στηρίζονταν κυρίως σε ιστορικές τάσεις και σε περιορισμένη ενσωμάτωση δεδομένων πραγματικού χρόνου. Τα προγράμματα SCF ήταν σχετικά περιορισμένης κλίμακας, με χαμηλή συμμετοχή προμηθευτών και ελλιπή ψηφιακή ολοκλήρωση.

Στο πλαίσιο αυτό υπολογίζονται οι αρχικές τιμές όλων των εξαρτημένων μεταβλητών. Εξετάζεται το Days Inventory Outstanding, το οποίο αντικατοπτρίζει τον μέσο χρόνο δέσμευσης κεφαλαίου σε αποθέματα. Υπολογίζεται επίσης το Days Sales Outstanding, που τεκμηριώνει τις καθυστερήσεις είσπραξης απαιτήσεων, και το Days Payables Outstanding, που εκφράζει τους όρους πληρωμής προς προμηθευτές. Το Cash Conversion Cycle συνθέτει τις τρεις προηγούμενες διαστάσεις. Παράλληλα, το Inventory Turnover μετρά την ταχύτητα κυκλοφορίας των αποθεμάτων. Η baseline παρέχει το σημείο αναφοράς έναντι του οποίου αξιολογείται η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων που υλοποιήθηκαν την περίοδο 2021–2024 (Merkuryeva et al., 2019).

Τα σενάρια παρέμβασης διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες και εφαρμόζονται διαδοχικά, ώστε να απομονωθούν οι επιδράσεις κάθε στρατηγικής. Το πρώτο σενάριο είναι το DP-only. Σε αυτό η Pfizer υιοθετεί προηγμένα συστήματα demand sensing με αλγορίθμους μηχανικής μάθησης που αναλύουν δεδομένα από πολλαπλές πηγές και μειώνουν το MAPE. Το δεύτερο σενάριο είναι το SCF-only. Η επιχείρηση επεκτείνει τα προγράμματα reverse factoring και dynamic discounting σε ευρύτερη βάση προμηθευτών, χωρίς να μεταβάλλει τις διαδικασίες forecasting. Το τρίτο σενάριο είναι το ολοκληρωμένο DP-SCF, το οποίο συνδυάζει τη βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης με την επέκταση χρηματοδοτικών λύσεων, με στόχο τη δημιουργία συνεργιστικών οφελών.

Για κάθε σενάριο υπολογίζονται οι αναμενόμενες μεταβολές στα επίπεδα safety stock, οι οποίες προκύπτουν από τη μείωση της τυπικής απόκλισης ζήτησης όταν βελτιώνεται η ακρίβεια πρόβλεψης. Εξετάζονται επίσης οι αλλαγές στους όρους πληρωμής που επιτυγχάνονται μέσω των SCF προγραμμάτων. Τέλος, εκτιμώνται οι συνολικές επιπτώσεις στο δεσμευμένο κεφάλαιο κίνησης, τόσο σε απόλυτα ποσά δολαρίων όσο και σε ποσοστιαίες μεταβολές έναντι της baseline περιόδου (Gelsomino et al., 2019).

Η ανάλυση ευαισθησίας εξετάζει πώς μεταβάλλονται οι δείκτες απόδοσης υπό εναλλακτικές υποθέσεις για κρίσιμες παραμέτρους. Περιλαμβάνει διαφορετικά επίπεδα service level, από 95% έως 99,5%, τα οποία επηρεάζουν το απαιτούμενο safety stock μέσω του παράγοντα

ασφαλείας z. Εξετάζονται επίσης εναλλακτικές τιμές lead time που αντανακλούν την αβεβαιότητα προμηθειών από διαφορετικές γεωγραφικές πηγές. Επιπλέον, αναλύονται διαφοροποιημένα επιτόκια χρηματοδότησης που επηρεάζουν το κόστος δέσμευσης κεφαλαίου σε αποθέματα και απαιτήσεις.

Με τον τρόπο αυτό αξιολογείται η ανθεκτικότητα των συμπερασμάτων έναντι αλλαγών στις βασικές παραδοχές. Παράλληλα, εντοπίζονται οι συνθήκες υπό τις οποίες οι παρεμβάσεις DP-SCF παράγουν τη μεγαλύτερη αξία για τη φαρμακευτική επιχείρηση. Η προσέγγιση αυτή διασφαλίζει ότι τα ευρήματα διατηρούν την ισχύ τους σε ένα εύρος ρεαλιστικών σεναρίων που αντανακλούν τη μεταβλητότητα του επιχειρηματικού περιβάλλοντος (Shah, 2004)

3.4 Εγκυρότητα, αξιοπιστία και ηθικά ζητήματα

Η εσωτερική εγκυρότητα της έρευνας διασφαλίζεται μέσω της συστηματικής τεκμηρίωσης των αιτιωδών σχέσεων μεταξύ των παρεμβάσεων Demand Planning και Supply Chain Finance και των μεταβολών στους δείκτες κεφαλαίου κίνησης της Pfizer. Η χρονική αλληλουχία των γεγονότων καταγράφεται με ακρίβεια μέσα από τις τριμηνιαίες οικονομικές αναφορές. Με τον τρόπο αυτό καθίσταται δυνατή η παρακολούθηση της εξέλιξης πριν και μετά την υιοθέτηση συγκεκριμένων τεχνολογιών και πολιτικών.

Παράλληλα, ελέγχονται εναλλακτικές εξηγήσεις για τις παρατηρούμενες βελτιώσεις. Εξετάζονται παράγοντες όπως οι μακροοικονομικές συνθήκες, αλλαγές στη στρατηγική τιμολόγησης ή οι επιδράσεις συγχωνεύσεων και εξαγορών. Οι παράγοντες αυτοί θα μπορούσαν να επηρεάσουν τους δείκτες ανεξάρτητα από τις παρεμβάσεις DP-SCF. Επιπλέον, η τριγωνοποίηση δεδομένων από πολλαπλές πηγές ενισχύει την αξιοπιστία των συμπερασμάτων. Αξιοποιούνται οικονομικές καταστάσεις, εκθέσεις βιωσιμότητας, επενδυτικές παρουσιάσεις και δημοσιευμένες μελέτες περίπτωσης για πρωτοβουλίες της Pfizer. Έτσι μειώνεται ο κίνδυνος λανθασμένης ερμηνείας που θα προέκυπτε από την αποκλειστική χρήση μίας μόνο πηγής. Η ισχυρή εσωτερική εγκυρότητα επιτρέπει την αξιόπιστη απόδοση των αποτελεσμάτων στις συγκεκριμένες πολιτικές και συστήματα που εξετάζονται (Yin, 2018).

Η εξωτερική εγκυρότητα αξιολογείται με βάση το κατά πόσο τα ευρήματα μπορούν να γενικευτούν σε άλλες φαρμακευτικές επιχειρήσεις παρόμοιου μεγέθους και

πολυπλοκότητας. Η Pfizer αποτελεί αντιπροσωπευτική περίπτωση μεγάλου πολυεθνικού οργανισμού. Αντιμετωπίζει τυπικές προκλήσεις του κλάδου, όπως εποχικότητα ζήτησης, κανονιστικούς περιορισμούς, απαιτήσεις ιχνηλασιμότητας και πίεση για βελτιστοποίηση κεφαλαίου κίνησης.

Ωστόσο, η θεωρητική γενικευσιμότητα περιορίζεται σε επιχειρήσεις με παρόμοια χαρακτηριστικά. Η κλίμακα λειτουργιών, το εύρος χαρτοφυλακίου και ο βαθμός γεωγραφικής διασποράς αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους. Μικρότερες φαρμακευτικές εταιρείες που δραστηριοποιούνται σε περιορισμένες αγορές ή εξειδικευμένες θεραπευτικές κατηγορίες ενδέχεται να αντιμετωπίζουν διαφορετικές δυναμικές. Ενδέχεται επίσης να απαιτούν προσαρμοσμένες προσεγγίσεις DP και SCF, λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμένους πόρους και τις ιδιαίτερες ανταγωνιστικές συνθήκες τους. Παράλληλα, η αναλυτική γενίκευση που προκύπτει από τη σύνδεση των εμπειρικών ευρημάτων με θεωρητικές κατασκευές επιτρέπει την εφαρμογή των βασικών αρχών σε ευρύτερα οργανωσιακά πλαίσια. Οι προτεινόμενες πρακτικές μπορούν να προσαρμοστούν ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες κάθε επιχείρησης.

Η αξιοπιστία των δεδομένων εξασφαλίζεται μέσω της χρήσης επίσημων οικονομικών αναφορών που υποβάλλονται στην Αμερικανική Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς και ελέγχονται από ανεξάρτητους ορκωτούς λογιστές. Τα δεδομένα ακολουθούν τα ισχύοντα λογιστικά πρότυπα και διασφαλίζουν συνέπεια και ακρίβεια στους υπολογισμούς των δεικτών κεφαλαίου κίνησης. Η δημόσια διαθεσιμότητα των πηγών επιτρέπει την επαλήθευση και την επανάληψη της ανάλυσης από άλλους ερευνητές.

Επιπλέον, η συστηματική τεκμηρίωση των υπολογισμών για τους δείκτες DIO, DSO, DPO και CCC ενισχύει τη διαφάνεια της μεθοδολογίας. Καταγράφονται αναλυτικά τα βήματα που ακολουθούνται, ώστε να είναι δυνατή η κριτική αξιολόγηση των συμπερασμάτων. Η υψηλή αξιοπιστία των δεδομένων και της διαδικασίας ανάλυσης συμβάλλει στην παραγωγή ευρημάτων με επιστημονική εγκυρότητα και πρακτική χρησιμότητα για τον κλάδο.

Τα ηθικά ζητήματα αντιμετωπίζονται μέσω της αποκλειστικής χρήσης δημόσια διαθέσιμων δεδομένων. Δεν χρησιμοποιούνται εμπιστευτικές εταιρικές πληροφορίες ούτε προσωπικά δεδομένα υπαλλήλων ή πελατών. Επίσης, αποφεύγεται η αξιοποίηση ευαίσθητων εμπορικών στοιχείων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ανταγωνιστική θέση της εταιρείας.

Η παρουσίαση των ευρημάτων γίνεται με αντικειμενικότητα και χωρίς προκατάληψη. Αναλύονται τόσο οι επιτυχίες όσο και οι προκλήσεις που αντιμετωπίζει η Pfizer στη διαχείριση κεφαλαίου κίνησης. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η ακαδημαϊκή ακεραιότητα και η υπευθυνότητα που οφείλει να διέπει την επιστημονική έρευνα.

4 Κλαδικό Πλαίσιο Φαρμακοβιομηχανίας

4.1 Αλυσίδα αξίας και αρχιτεκτονική εφοδιαστικής

Η αλυσίδα αξίας της φαρμακευτικής βιομηχανίας διαρθρώνεται γύρω από μια σύνθετη αλληλουχία δραστηριοτήτων. Ξεκινά από την έρευνα και ανάπτυξη νέων μορίων και προχωρά στην κλινική δοκιμή και τη ρυθμιστική έγκριση. Στη συνέχεια εξελίσσεται στην παραγωγή δραστικών ουσιών και στη φαρμακοτεχνική σύνθεση των τελικών προϊόντων. Ακολουθεί η αποθήκευση σε ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας και, τέλος, η διανομή μέσω πολυεπίπεδων δικτύων χονδρεμπόρων και φαρμακείων έως τον τελικό ασθενή.

Κάθε στάδιο υπόκειται σε αυστηρές κανονιστικές απαιτήσεις. Οι απαιτήσεις αυτές διασφαλίζουν την ποιότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των προϊόντων σύμφωνα με τις αρχές Good Manufacturing Practice και Good Distribution Practice (Shah, 2004). Η αρχιτεκτονική της εφοδιαστικής αλυσίδας χαρακτηρίζεται από υψηλό βαθμό κατακόρυφης ολοκλήρωσης στα πρώιμα στάδια, ιδίως στην παραγωγή δραστικών ουσιών. Παράλληλα, παρατηρείται εκτεταμένη ανάθεση σε εξωτερικούς συνεργάτες για δραστηριότητες όπως η συσκευασία, η αποθήκευση και η διανομή. Ωστόσο, οι μεγάλες φαρμακευτικές επιχειρήσεις διατηρούν στρατηγικό έλεγχο στις κρίσιμες διαδικασίες που επηρεάζουν την ποιότητα και τη συμμόρφωση (Papageorgiou et al., 2001).

Η δομή της εφοδιαστικής εμφανίζει χαρακτηριστικά πολυεπίπεδου δικτύου. Περιλαμβάνει παραγωγικές εγκαταστάσεις συγκεντρωμένες σε γεωγραφικές περιοχές με ευνοϊκό ρυθμιστικό περιβάλλον και εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό. Περιλαμβάνει επίσης περιφερειακά κέντρα διανομής που λειτουργούν ως σημεία ενοποίησης και αναδιανομής αποθεμάτων. Σε εθνικό επίπεδο, οι χονδρέμποροι διαχειρίζονται τη διασύνδεση με φαρμακεία και νοσοκομεία.

Επιπλέον, δραστηριοποιούνται εξειδικευμένοι διανομείς κρύας αλυσίδας για βιολογικά φάρμακα και εμβόλια που απαιτούν ψύξη ή κατάψυξη. Συμμετέχουν και πάροχοι τρίτων

υπηρεσιών, οι οποίοι αναλαμβάνουν δραστηριότητες όπως η διαχείριση επιστροφών, η καταστροφή ληγμένων προϊόντων και η διασφάλιση ιχνηλασιμότητας μέσω συστημάτων serialisation (Altrichter & Caillet, 2005). Η γεωγραφική διασπορά των εγκαταστάσεων αντανακλά τη στρατηγική αξιοποίηση συγκριτικών πλεονεκτημάτων, όπως το κόστος εργασίας, η πρόσβαση σε πρώτες ύλες, τα φορολογικά κίνητρα και η εγγύτητα σε βασικές αγορές. Έτσι διαμορφώνεται μια παγκόσμια εφοδιαστική αρχιτεκτονική με ροές που διασχίζουν πολλαπλά ρυθμιστικά πλαίσια και απαιτούν εξελιγμένο συντονισμό (Pedroso & Nakano, 2009).

Οι ροές υλικών οργανώνονται με συνδυασμό στρατηγικών push και pull. Τα πρώιμα στάδια παραγωγής δραστικών ουσιών λειτουργούν κυρίως με λογική push, βασισμένη σε μακροπρόθεσμες προβλέψεις και οικονομίες κλίμακας. Οι μεγάλες παρτίδες παραγωγής επιβάλλονται από τεχνικούς και οικονομικούς περιορισμούς. Αντίθετα, τα τελικά στάδια συσκευασίας και διανομής υιοθετούν όλο και περισσότερο προσεγγίσεις pull. Οι προσεγγίσεις αυτές βασίζονται σε πραγματική ζήτηση και αξιοποιούν τεχνολογίες demand sensing και στρατηγικές postponement (Hansen et al., 2023).

Οι ροές πληροφοριών αποκτούν εξίσου κρίσιμη σημασία. Η ψηφιοποίηση επιτρέπει τη συλλογή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο για αποθέματα, ταχύτητα πωλήσεων, ημερομηνίες λήξης και συνθήκες μεταφοράς. Τα συστήματα Advanced Planning and Scheduling ενσωματώνουν τα δεδομένα αυτά για τη βελτιστοποίηση αποφάσεων ανεφοδιασμού, παραγωγής και διανομής σε επίπεδο δικτύου (Nguyen et al., 2022).

Η αρχιτεκτονική της εφοδιαστικής παρουσιάζει και στοιχεία κυκλικότητας. Αναπτύσσονται αντίστροφες ροές για τη διαχείριση επιστροφών λόγω ελαττωμάτων ή προσέγγισης ημερομηνίας λήξης. Προβλέπονται διαδικασίες ανάκλησης παρτίδων σε περίπτωση προβλημάτων ασφάλειας. Παράλληλα, εφαρμόζονται πρακτικές ανακύκλωσης συσκευασιών και ασφαλούς καταστροφής ληγμένων φαρμάκων σύμφωνα με περιβαλλοντικές ρυθμίσεις.

Ωστόσο, οι αντίστροφες ροές παραμένουν λιγότερο αναπτυγμένες σε σχέση με τις προς τα εμπρός. Απαιτούνται περαιτέρω επενδύσεις σε ιχνηλασιμότητα και διαφάνεια (Sazvar et al., 2022). Συνολικά, η εφοδιαστική αρχιτεκτονική της φαρμακευτικής βιομηχανίας αντανακλά μια διττή πρόκληση. Από τη μία, επιδιώκεται υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης για την προστασία της δημόσιας υγείας. Από την άλλη, απαιτείται βελτιστοποίηση κόστους και κεφαλαίου κίνησης σε περιβάλλον έντονης ρυθμιστικής εποπτείας (Goodarzian et al., 2024).

4.2 Ζήτηση, ρυθμιστικό περιβάλλον και ελλείψεις

Η ζήτηση φαρμακευτικών προϊόντων εμφανίζει έντονη πολυπλοκότητα. Προκύπτει από τη διασταύρωση επιδημιολογικών, οικονομικών και ρυθμιστικών παραγόντων. Η κατανάλωση φαρμάκων επηρεάζεται από τη νοσολογική επίπτωση χρόνιων και οξέων παθήσεων, που καθορίζει το μέγεθος του θεραπευτικού πληθυσμού. Επηρεάζεται επίσης από τις αποφάσεις συνταγογράφησης των ιατρών. Οι αποφάσεις αυτές υπόκεινται σε κλινικές οδηγίες, μηχανισμούς αποζημίωσης και πολιτικές φαρμακευτικής δαπάνης των συστημάτων υγείας.

Η μεταβλητότητα της ζήτησης ενισχύεται από εποχικά πρότυπα, ιδίως σε περιόδους αυξημένων αναπνευστικών λοιμώξεων. Ενισχύεται και από την εισαγωγή νέων θεραπευτικών επιλογών που υποκαθιστούν παλαιότερα φάρμακα. Η λήξη πατεντών επιτρέπει την είσοδο γενόσημων ανταγωνιστών και συχνά προκαλεί απότομη μετατόπιση της ζήτησης προς χαμηλότερου κόστους εναλλακτικές. Ως αποτέλεσμα, οι προβλέψεις ζήτησης αντιμετωπίζουν σημαντικές προκλήσεις.

Οι προκλήσεις αυτές περιλαμβάνουν την έλλειψη ιστορικών δεδομένων για νέες μοριακές οντότητες. Περιλαμβάνουν επίσης την ασυνέχεια χρονοσειρών λόγω αλλαγών στο καθεστώς αποζημίωσης. Επιπλέον, ακραία γεγονότα, όπως πανδημίες, δημιουργούν αιφνίδιες αιχμές ζήτησης που δύσκολα προβλέπονται (Merkuryeva et al., 2019).

Το ρυθμιστικό περιβάλλον διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση της προσφοράς και της ζήτησης. Οι αρμόδιες αρχές επιβάλλουν αυστηρές προϋποθέσεις έγκρισης κυκλοφορίας. Απαιτούν αποδεικτικά στοιχεία ασφάλειας και αποτελεσματικότητας μέσω πολυετών κλινικών δοκιμών. Παράλληλα, διατηρούν συνεχή εποπτεία των παραγωγικών εγκαταστάσεων για συμμόρφωση με τα πρότυπα Good Manufacturing Practice.

Επιβάλλονται επίσης υποχρεώσεις φαρμακοεπαγρύπνησης, που απαιτούν παρακολούθηση ανεπιθύμητων ενεργειών μετά την κυκλοφορία. Σε πολλές χώρες ρυθμίζονται οι τιμές και οι όροι αποζημίωσης μέσω διαπραγματεύσεων και φαρμακοοικονομικών αναλύσεων. Παρότι υπάρχουν επιταχυμένες διαδικασίες αξιολόγησης για καινοτόμες θεραπείες, αυτές εφαρμόζονται σε περιορισμένες περιπτώσεις. Η πλειονότητα των φαρμάκων εξακολουθεί να υπόκειται σε μακροχρόνιες διαδικασίες, γεγονός που αυξάνει την επιχειρησιακή αβεβαιότητα (Jaberidoost et al., 2013).

Οι ελλείψεις φαρμάκων αποτελούν χρόνιο πρόβλημα με σοβαρές επιπτώσεις στην ασφάλεια ασθενών. Συχνά προκύπτουν από διαταραχές στην παραγωγική ικανότητα, ιδιαίτερα όταν εμφανίζονται ποιοτικά προβλήματα. Στην αγορά γενόσημων φαρμάκων, η έντονη ανταγωνιστική πίεση συμπιέζει τα περιθώρια κέρδους. Αυτό αποθαρρύνει επενδύσεις σε εφεδρική παραγωγική χωρητικότητα και σύγχρονες εγκαταστάσεις.

Η συγκέντρωση παραγωγής σε λίγους κατασκευαστές αυξάνει την ευπάθεια του συστήματος. Φυσικές καταστροφές, ελλείψεις πρώτων υλών ή κανονιστικές κυρώσεις μπορούν να οδηγήσουν σε προσωρινό κλείσιμο εργοστασίων. Επιπλέον, η μετεγκατάσταση παραγωγής δραστικών ουσιών σε χώρες εκτός Δυτικής Ευρώπης και Βόρειας Αμερικής επιμηκύνει τις εφοδιαστικές αλυσίδες. Διαταραχές στη διεθνή ναυτιλία ή γεωπολιτικές εντάσεις μπορεί να κλιμακωθούν σε σοβαρές ελλείψεις όταν εξαντληθούν τα αποθέματα ασφαλείας (Tucker & Daskin, 2022).

Η αντιμετώπιση των ελλείψεων απαιτεί πολυεπίπεδες παρεμβάσεις. Απαιτούνται επενδύσεις σε τεχνολογίες συνεχούς ελέγχου για τη βελτίωση της ποιότητας παραγωγής. Χρειάζεται διαφοροποίηση της βάσης προμηθευτών ώστε να μειωθεί η εξάρτηση από μεμονωμένες πηγές. Για κρίσιμα φάρμακα με υψηλή κλινική προτεραιότητα, είναι αναγκαία η ενίσχυση των αποθεμάτων ασφαλείας.

Παράλληλα, η βελτίωση της ορατότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω ψηφιακών πλατφορμών ενισχύει τη διαφάνεια. Οι πλατφόρμες αυτές επιτρέπουν τη διαμοίραση δεδομένων αποθεμάτων σε πραγματικό χρόνο μεταξύ κατασκευαστών, διανομέων και αρχών. Τέλος, η θέσπιση μηχανισμών έγκαιρης προειδοποίησης υποχρεώνει τις επιχειρήσεις να ενημερώνουν για επικείμενες διακοπές προσφοράς. Έτσι διευκολύνεται η προληπτική αναζήτηση εναλλακτικών προμηθευτών (Azghandi et al., 2018).

4.3 Πρακτικές SCF και χρηματοδοτική διασύνδεση με αποθέματα

Οι πρακτικές Supply Chain Finance στη φαρμακευτική βιομηχανία έχουν εξελιχθεί από παραδοσιακά τραπεζικά εργαλεία σε ολοκληρωμένες ψηφιακές πλατφόρμες. Οι πλατφόρμες αυτές διασυνδέουν αγοραστές, προμηθευτές και χρηματοδοτικούς φορείς σε ενιαίο οικοσύστημα συναλλαγών. Κεντρικό ρόλο διαδραματίζει το reverse factoring. Μέσω αυτού, οι μεγάλες φαρμακευτικές εταιρείες αξιοποιούν την υψηλή πιστοληπτική τους αξιολόγηση για να διαπραγματεύονται ευνοϊκούς όρους χρηματοδότησης.

Οι όροι αυτοί μεταφέρονται στους προμηθευτές με τη μορφή πρόωρης πληρωμής τιμολογίων έναντι μικρής προεξόφλησης. Ταυτόχρονα, οι αγοραστές διατηρούν εκτεταμένους όρους πληρωμής. Έτσι βελτιώνεται το Days Payables Outstanding και συνολικά το Cash Conversion Cycle, χωρίς να διαταράσσεται η σχέση εμπιστοσύνης με τη βάση προμηθευτών (Lekakos & Serrano, 2016).

Το dynamic discounting λειτουργεί συμπληρωματικά. Δίνει τη δυνατότητα στους αγοραστές να επιταχύνουν εκούσια τις πληρωμές όταν διαθέτουν πλεονάζουσα ρευστότητα. Σε αντάλλαγμα λαμβάνουν εκπτώσεις άμεσης πληρωμής, που συνήθως κυμαίνονται από 1% έως 3%, ανάλογα με το χρονικό διάστημα έως τη λήξη. Δημιουργείται έτσι ένα ευέλικτο πλαίσιο, όπου οι αποφάσεις χρηματοδότησης προσαρμόζονται στις εκάστοτε ταμειακές ανάγκες και στο κόστος κεφαλαίου (Wuttke et al., 2019).

Η διασύνδεση με τα αποθέματα εκδηλώνεται μέσω της σχέσης demand planning και δέσμευσης κεφαλαίου. Η ακρίβεια πρόβλεψης επηρεάζει άμεσα το απαιτούμενο safety stock. Κάθε μείωση του Mean Absolute Percentage Error συνεπάγεται μείωση της τυπικής απόκλισης της ζήτησης κατά το lead time. Κατά συνέπεια, μειώνεται το απόθεμα ασφαλείας, το οποίο υπολογίζεται ως το γινόμενο του z-score του επιθυμητού service level επί την τυπική απόκλιση.

Η βελτιωμένη πρόβλεψη ενισχύει και το Inventory Turnover. Η ταχύτερη ανταπόκριση στη ζήτηση μειώνει τον χρόνο παραμονής των μονάδων στην αποθήκη. Έτσι αυξάνονται οι κύκλοι ανανέωσης εντός του ίδιου έτους. Παράλληλα, συμπιέζεται το Days Inventory Outstanding, δηλαδή ο χρόνος κατά τον οποίο το κεφάλαιο παραμένει δεσμευμένο σε αποθέματα (Caniato et al., 2016).

Τα προγράμματα SCF επηρεάζουν και τη χρηματοδοτική δομή των αποθεμάτων. Η επέκταση των όρων πληρωμής προς προμηθευτές επιτυγχάνεται χωρίς να επιβαρύνεται η ρευστότητά τους, χάρη στη δυνατότητα πρόωρης πληρωμής από τον χρηματοδοτικό φορέα. Έτσι, η φαρμακευτική επιχείρηση μπορεί να εισπράττει έσοδα πριν εξοφλήσει τους προμηθευτές. Σε ορισμένες περιπτώσεις επιτυγχάνεται ακόμη και αρνητικό Cash Conversion Cycle, που θεωρείται ιδανική κατάσταση διαχείρισης κεφαλαίου κίνησης (Kouvelis & Xu, 2021).

Η ολοκλήρωση Demand Planning και SCF δημιουργεί συνεργιστικά οφέλη. Η αυξημένη ορατότητα ζήτησης μέσω demand sensing επιτρέπει τη στοχευμένη εφαρμογή SCF σε

κρίσιμους προμηθευτές. Η χρηματοδοτική τους σταθερότητα μειώνει τον κίνδυνο διακοπών εφοδιασμού και περιορίζει την ανάγκη για υψηλά buffer stocks.

Επιπλέον, η ταχύτερη ροή δεδομένων πωλήσεων επιτρέπει συχνότερο επανυπολογισμό αναγκών ανεφοδιασμού. Αυτό οδηγεί σε μικρότερες παρτίδες παραγγελιών και χαμηλότερη δέσμευση κεφαλαίου. Ωστόσο, απαιτείται υψηλότερη συχνότητα συναλλαγών, η οποία υποστηρίζεται αποτελεσματικά από εργαλεία όπως το dynamic discounting (Lam et al., 2021).

Τέλος, η ψηφιοποίηση των διαδικασιών SCF μέσω εξειδικευμένων πλατφορμών δημιουργεί δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να ενσωματωθούν στα μοντέλα demand planning. Έτσι ενισχύεται η ακρίβεια πρόβλεψης μέσω της αναγνώρισης προτύπων που συνδέουν χρηματοδοτικούς και επιχειρησιακούς δείκτες. Δημιουργείται μια αρχιτεκτονική κλειστού βρόχου, όπου οι βελτιώσεις στο ένα σύστημα ενισχύουν διαρκώς την απόδοση του άλλου (Gong et al., 2022).

4.4 Δομή αγοράς και σχέσεις προμηθευτών/διανομέων

Η δομή προμηθευτών στη φαρμακευτική βιομηχανία διακρίνεται σε άμεσους και έμμεσους προμηθευτές. Οι άμεσοι προμηθευτές παρέχουν δραστικές ουσίες, εκδόχους (βοηθητικές ουσίες) και υλικά συσκευασίας που είναι απαραίτητα για την παραγωγή των τελικών προϊόντων. Οι έμμεσοι προμηθευτές προσφέρουν τεχνολογικές υπηρεσίες, εξοπλισμό και λύσεις logistics που υποστηρίζουν τις λειτουργικές διαδικασίες.

Οι παγκόσμιες οργανώσεις προμηθειών αξιοποιούν την κλίμακα των μεγάλων φαρμακευτικών εταιρειών για να διαπραγματεύονται ευνοϊκούς όρους. Στόχος είναι η διασφάλιση ανταγωνιστικού κόστους και σταθερότητας εφοδιασμού σε μακροχρόνιο ορίζοντα. Παράλληλα, εφαρμόζονται στρατηγικές multi-sourcing για κρίσιμες πρώτες ύλες. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η εξάρτηση από μονοπωλιακές πηγές που ενδέχεται να προκαλέσουν διακοπές λόγω ποιοτικών αποκλίσεων, φυσικών καταστροφών ή γεωπολιτικών εντάσεων.

Η συστηματική αξιολόγηση προμηθευτών βασίζεται σε κριτήρια συμμόρφωσης με πρότυπα GMP, αξιοπιστίας παράδοσης και βιωσιμότητας πρακτικών. Μέσω αυτής επιλέγονται στρατηγικοί εταίροι και συνάπτονται μακροπρόθεσμες συμφωνίες με προκαθορισμένες τιμές και εγγυημένη χωρητικότητα. Αυτό ενισχύει την ανθεκτικότητα της αλυσίδας

εφοδιασμού και μειώνει την αβεβαιότητα της διεθνούς αγοράς πρώτων υλών (IOBE Pharmaceutical Market Analysis, 2018).

Οι πελάτες της φαρμακευτικής βιομηχανίας κατηγοριοποιούνται σε τρία βασικά τμήματα. Το πρώτο περιλαμβάνει παρόχους υγειονομικής περίθαλψης, όπως δημόσια και ιδιωτικά νοσοκομεία, κλινικές και ιατρεία. Οι οργανισμοί αυτοί προμηθεύονται συνταγογραφούμενες θεραπείες για ευρύ φάσμα παθήσεων.

Το δεύτερο τμήμα αφορά κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμούς. Οι φορείς αυτοί διαχειρίζονται προγράμματα μαζικής διανομής, κυρίως σε αναπτυσσόμενες περιοχές, με διαπραγματευμένες τιμές που διασφαλίζουν πρόσβαση σε βασικά φάρμακα. Το τρίτο τμήμα αφορά τελικούς καταναλωτές που αγοράζουν προϊόντα ελεύθερης πώλησης από φαρμακεία. Αν και περιορίζεται σε μη συνταγογραφούμενα είδη, συμβάλλει σε σταθερή βάση εσόδων. Συνεπώς, η στρατηγική τοποθέτηση προϊόντων απαιτεί διαφοροποιημένες πολιτικές τιμολόγησης και επιλογής καναλιών διανομής.

Η στρατηγική διανομής έχει εξελιχθεί προς υβριδικά μοντέλα. Για εξειδικευμένα προϊόντα εφαρμόζεται άμεση διανομή, ενώ για κοινά φάρμακα αξιοποιούνται συνεργασίες με χονδρεμπόρους. Οι μεγάλοι χονδρέμποροι λειτουργούν ως κεντρικοί κόμβοι. Συγκεντρώνουν προϊόντα από πολλούς κατασκευαστές και τα διανέμουν σε εκτεταμένα δίκτυα φαρμακείων, μειώνοντας το συνολικό κόστος logistics.

Παράλληλα, προσφέρουν υπηρεσίες διαχείρισης αποθεμάτων και επεξεργασίας παραγγελιών που ενισχύουν την ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι σχέσεις μεταξύ φαρμακευτικών εταιρειών και χονδρεμπόρων ενισχύονται μέσω προγραμμάτων Supply Chain Finance. Τα προγράμματα αυτά βελτιώνουν τους όρους πληρωμής και διασφαλίζουν τη ρευστότητα όλων των μερών. Δημιουργείται έτσι ένα συνεργατικό οικοσύστημα, όπου οι κατασκευαστές επωφελούνται από την εμβέλεια των διανομέων και οι διανομείς από την αξιόπιστη προμήθεια προϊόντων υψηλής ποιότητας.

4.5 Τεχνολογικές τάσεις: demand sensing, AI, track-and-trace

Το demand sensing συνιστά προηγμένη μεθοδολογία βραχυπρόθεσμης πρόβλεψης. Αξιοποιεί δεδομένα πραγματικού χρόνου από πολλαπλές πηγές, όπως σημεία πώλησης, συστήματα διαχείρισης αποθηκών και ροές παραγγελιών πελατών. Ενσωματώνει επίσης

εξωτερικές πηγές, όπως κοινωνικά μέσα και επιδημιολογικά δεδομένα, για την ταχεία αναγνώριση αλλαγών στα πρότυπα ζήτησης.

Η τεχνολογία επιτρέπει την προσαρμογή προβλέψεων εντός ημερών αντί εβδομάδων. Έτσι μειώνεται το forecast error κατά 20–40% για ορίζοντες μικρότερους των τριών μηνών. Παράλληλα, αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης εκπαιδεύονται να αναγνωρίζουν σύνθετα πρότυπα που δεν είναι εμφανή σε παραδοσιακές αναλύσεις χρονοσειρών. Το σύστημα μαθαίνει συνεχώς από νέα δεδομένα και βελτιώνει διαχρονικά την ακρίβειά του (Zhu et al., 2021).

Η ενσωμάτωση downstream δεδομένων από καταστήματα λιανικής και φαρμακεία παρέχει πιο αξιόπιστα σήματα ζήτησης. Τα σήματα αυτά αντανακλούν πραγματικές καταναλωτικές προτιμήσεις και όχι απλώς παραγγελίες διανομέων. Με αυτόν τον τρόπο οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις ανταποκρίνονται ταχύτερα σε αλλαγές της αγοράς. Παράλληλα, μειώνεται ο κίνδυνος ελλείψεων ή υπερβολικής αποθεματοποίησης που δεσμεύει κεφάλαιο κίνησης (Nguyen et al., 2022).

Η τεχνητή νοημοσύνη επεκτείνεται πέρα από την πρόβλεψη ζήτησης. Χρησιμοποιείται για προγνωστική ανάλυση που εντοπίζει πιθανές διακοπές προμηθειών πριν εκδηλωθούν. Εφαρμόζεται επίσης στη βελτιστοποίηση διαδρομών μεταφοράς με βάση πραγματικές συνθήκες κυκλοφορίας και καιρού. Επιπλέον, συμβάλλει στην αυτοματοποίηση ποιοτικού ελέγχου μέσω επεξεργασίας εικόνας που εντοπίζει ελαττώματα με υψηλή ακρίβεια.

Ταυτόχρονα, αλγόριθμοι ανίχνευσης προτύπων συμβάλλουν στην καταπολέμηση απάτης και πλαστών φαρμάκων. Εντοπίζουν ύποπτες συναλλαγές στην εφοδιαστική αλυσίδα και ενισχύουν τη διαφάνεια (Nguyen et al., 2022).

Τα συστήματα AI αυτοματοποιούν επαναλαμβανόμενες διαδικασίες, όπως η επεξεργασία παραγγελιών και η διαχείριση αποθεμάτων. Έτσι απελευθερώνονται ανθρώπινοι πόροι για στρατηγικές δραστηριότητες. Η ενσωμάτωση AI σε πλατφόρμες ERP και WMS δημιουργεί ολιστικά συστήματα με ορατότητα πραγματικού χρόνου σε όλα τα στάδια της αλυσίδας, από την προμήθεια πρώτων υλών έως την τελική παράδοση (Goodarzian et al., 2024).

Τα συστήματα track-and-trace μετασχηματίζουν τη φαρμακευτική ιχνηλασιμότητα μέσω της serialisation. Σε κάθε συσκευασία εκχωρείται μοναδικός αναγνωριστικός κωδικός, επιτρέποντας ατομική παρακολούθηση και επαλήθευση αυθεντικότητας. Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται περιλαμβάνουν barcodes για ευρεία και οικονομική εφαρμογή, RFID tags

για ασύρματη μετάδοση δεδομένων και 2D data matrix codes που αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες πληροφορίας σε μικρό χώρο.

Η τεχνολογία blockchain ενσωματώνεται όλο και περισσότερο για τη δημιουργία αμετάβλητων ψηφιακών αρχείων. Τα αρχεία αυτά ενισχύουν τη διαφάνεια και αποτρέπουν την είσοδο πλαστών προϊόντων στη νόμιμη αλυσίδα. Παράλληλα, η συμμόρφωση με ρυθμιστικά πλαίσια, όπως η Ευρωπαϊκή Οδηγία για Πλαστά Φάρμακα και ο Αμερικανικός Νόμος για την Ασφάλεια της Αλυσίδας Εφοδιασμού Φαρμάκων, καθιστά υποχρεωτική την υιοθέτηση τέτοιων συστημάτων.

Τελικά, οι τεχνολογίες αυτές μειώνουν τον χρόνο επεξεργασίας ανακλήσεων και βελτιώνουν τη διαχείριση αποθεμάτων. Η αυτοματοποιημένη παρακολούθηση ημερομηνιών λήξης περιορίζει τις απώλειες από απαξίωση προϊόντων και ενισχύει τη συνολική αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (AI in Pharmaceutical Supply Chains, 2025).

5 Μελέτη Περίπτωσης: Pfizer Inc.

5.1 Προφίλ εφοδιαστικής αλυσίδας και πολιτικές αποθεμάτων

Η εφοδιαστική αλυσίδα της Pfizer Inc. διαμορφώνεται ως παγκόσμιο δίκτυο Pfizer Global Supply. Το δίκτυο ενσωματώνει 58 παραγωγικές εγκαταστάσεις καταναμημένες στρατηγικά σε Ηνωμένες Πολιτείες, Ευρώπη, Ασία και Λατινική Αμερική. Κύριες τοποθεσίες περιλαμβάνουν το Kalamazoo του Michigan, που αποτελεί το μεγαλύτερο site με έκταση 1.300 στρεμμάτων, και το Puurs του Βελγίου ως κεντρικό ευρωπαϊκό κέντρο βιοτεχνολογικής παραγωγής. Παράλληλα, εξειδικευμένες μονάδες στο Sanford της Βόρειας Καρολίνας υποστηρίζουν την παραγωγή biologics, ενώ στο McPherson του Kansas παράγονται στείρα ενέσιμα προϊόντα.

Οι εγκαταστάσεις αυτές υποστηρίζουν την παραγωγή άνω των 50 δισεκατομμυρίων δόσεων ετησίως σε 180 χώρες. Η πολυπλοκότητα της αλυσίδας απαιτεί διαχείριση σημαντικών αποθεμάτων, τα οποία το 2024 ανήλθαν σε περίπου 11,7 δισεκατομμύρια δολάρια. Τα αποθέματα κατανέμονται σε πρώτες ύλες, ημικατεργασμένα προϊόντα και έτοιμα προϊόντα προς διανομή.

Το δίκτυο διανομής περιλαμβάνει 11 εξειδικευμένα κέντρα. Τα κέντρα αυτά λειτουργούν ως στρατηγικοί κόμβοι συγκέντρωσης και αναδιανομής προς νοσοκομεία, φαρμακεία και

χονδρεμπόρους. Η ψηφιακή παρακολούθηση φορτίων επιτυγχάνει ποσοστό απώλειας παραγωγής κάτω από 0,1%. Παράλληλα, χρησιμοποιούνται IoT αισθητήρες που καταγράφουν συνεχώς θερμοκρασία και υγρασία, διασφαλίζοντας την ποιότητα ευαίσθητων βιολογικών προϊόντων. Όλες οι διαδικασίες συμμορφώνονται με αυστηρές απαιτήσεις GDP που επιβάλλουν ελεγχόμενες συνθήκες σε κάθε στάδιο, από την παραγωγή έως την τελική παράδοση.

Οι πολιτικές διαχείρισης αποθεμάτων της Pfizer βασίζονται σε στρατηγικά αποθέματα ασφαλείας. Τα αποθέματα αυτά αντισταθμίζουν τους μακρούς χρόνους παραγωγής που χαρακτηρίζουν τη βιοφαρμακευτική βιομηχανία. Ιδιαίτερα για μονοκλωνικά αντισώματα και antibody-drug conjugates, η παραγωγή και ο ποιοτικός έλεγχος μπορεί να διαρκέσουν εβδομάδες ή και μήνες. Για τον λόγο αυτό διατηρούνται buffer επίπεδα που εξασφαλίζουν service level άνω του 95% για κρίσιμα φάρμακα. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ελλείψεων που θα επηρέαζαν τη συνέχεια θεραπειών.

Η υιοθέτηση πολιτικής First-Expired-First-Out εφαρμόζεται σε όλα τα σημεία της αλυσίδας. Η πρακτική αυτή μειώνει τις απώλειες από λήξη προϊόντων, που αποτελούν σημαντική πηγή κόστους. Η εφαρμογή FEFO προϋποθέτει προηγμένα συστήματα warehouse management. Τα συστήματα αυτά παρακολουθούν σε πραγματικό χρόνο τις ημερομηνίες λήξης κάθε παρτίδας και προτεραιοποιούν την κίνησή τους. Παράλληλα, ενσωματώνουν δυναμική επισήμανση που ενημερώνει διανομείς και φαρμακεία για την υπολειπόμενη διάρκεια ζωής.

Η Pfizer εφαρμόζει επίσης εργαλεία value stream mapping. Μέσω αυτών εντοπίζονται σημεία συσσώρευσης αποθεμάτων και καθυστερήσεων κατά μήκος της αλυσίδας. Η προσέγγιση αυτή έχει οδηγήσει σε σταδιακή μείωση κύκλων απόδοσης από εβδομάδες σε ημέρες. Παράλληλα, βελτιστοποιούνται διαδικασίες προετοιμασίας πριν την παραγωγή μέσω διαλειτουργικού συντονισμού έρευνας, ανάπτυξης, παραγωγής και ποιοτικού ελέγχου. Οι πρωτοβουλίες αυτές έχουν συμβάλει σε εξοικονόμηση άνω των 36 εκατομμυρίων δολαρίων σε κόστος αποθεμάτων.

Επιπρόσθετα, εφαρμόζεται στρατηγική multi-echelon inventory optimization. Η στρατηγική αυτή προσδιορίζει τα βέλτιστα επίπεδα αποθεμάτων σε κάθε επίπεδο της αλυσίδας, από εργοστάσια έως περιφερειακά κέντρα διανομής. Λαμβάνει υπόψη μεταβλητότητα ζήτησης, χρόνους ανεφοδιασμού και διαφοροποιημένους στόχους service level ανά κατηγορία προϊόντος. Με τον τρόπο αυτό κατανέμεται το απαιτούμενο απόθεμα ασφαλείας ώστε να ελαχιστοποιείται το δεσμευμένο κεφάλαιο χωρίς να θυσιάζεται η διαθεσιμότητα.

Συνολικά, η προσέγγιση της Pfizer συνδυάζει επιχειρησιακή αποδοτικότητα, κανονιστική συμμόρφωση και εκπλήρωση υποχρεώσεων δημόσιας υγείας. Η ισορροπία αυτή αποτελεί θεμελιώδη προτεραιότητα για μια φαρμακευτική εταιρεία παγκόσμιας κλίμακας (Pfizer Supply Chain Operations, 2024).

5.2 Βασική γραμμή πρόβλεψης και δεικτών κεφαλαίου κίνησης

Η βασική γραμμή μέτρησης της Pfizer καθορίζεται για το οικονομικό έτος 2020. Η περίοδος αυτή αντιπροσωπεύει το στάδιο πριν από την εντατική υλοποίηση προηγμένων συστημάτων demand sensing και την επέκταση των προγραμμάτων Supply Chain Finance σε ευρύτερη βάση προμηθευτών. Κατά το έτος αυτό, η εταιρεία λειτουργούσε με συμβατικές διαδικασίες πρόβλεψης. Οι διαδικασίες βασίζονταν κυρίως σε ιστορικές τάσεις πωλήσεων και σε περιορισμένη ενσωμάτωση δεδομένων πραγματικού χρόνου από downstream κανάλια διανομής.

Τα χρηματοδοτικά προγράμματα χαρακτηρίζονταν από σχετικά χαμηλή συμμετοχή προμηθευτών. Παράλληλα, η ψηφιακή τους ολοκλήρωση ήταν ελλιπής, γεγονός που περιορίζει την αποτελεσματικότητά τους. Οι δείκτες ακρίβειας πρόβλεψης για το 2020 εμφάνιζαν Mean Absolute Percentage Error στο εύρος 18–22% για τα κύρια θεραπευτικά τμήματα. Παρατηρούνταν επίσης σημαντική διασπορά μεταξύ προϊόντικών κατηγοριών. Το forecast bias παρουσίαζε τάση συστηματικής υπερπρόβλεψης της τάξης του 3–5%. Αυτό οδηγούσε σε χρόνια υπερβολική αποθεματοποίηση ορισμένων προϊόντων. Ταυτόχρονα, καταγράφονταν περιστασιακές υποπροβλέψεις σε νέα και εποχικά φάρμακα, οι οποίες δημιουργούσαν ελλείψεις σε περιόδους αιχμής. Συνεπώς, η ανεπαρκής ακρίβεια forecasting επιβάρυνε τη διαχείριση αποθεμάτων και αύξησε την ανάγκη για υψηλότερα buffer επίπεδα (Pfizer Inc., 2024).

Το Days Inventory Outstanding για το 2020 ανερχόταν σε περίπου 332 ημέρες. Ο δείκτης αυτός αντανάκλούσε σημαντική δέσμευση κεφαλαίου σε πρώτες ύλες, ημικατεργασμένα και έτοιμα προϊόντα. Το Inventory Turnover διαμορφωνόταν στις 1,1 φορές ετησίως, υποδηλώνοντας αργή κυκλοφορία αποθεμάτων. Το Days Sales Outstanding ανερχόταν σε 61 ημέρες, αντανάκλώντας καθυστερήσεις είσπραξης από δημόσια νοσοκομεία και ασφαλιστικούς οργανισμούς. Το Days Payables Outstanding καταγραφόταν στις 151 ημέρες. Αν και παρείχε κάποιο περιθώριο χρηματοδότησης από προμηθευτές, δεν επαρκούσε για να αντισταθμίσει τον υψηλό χρόνο δέσμευσης αποθεμάτων.

Ο συνολικός Cash Conversion Cycle υπολογιζόταν σε 242 ημέρες. Ο δείκτης προκύπτει από τον τύπο $332 + 61 - 151$. Αυτό σημαίνει ότι η Pfizer απαιτούσε περίπου οκτώ μήνες για να μετατρέψει τις επενδύσεις της σε αποθέματα και απαιτήσεις σε ρευστό κεφάλαιο. Το υψηλό CCC επιβάρυνε τη χρηματοοικονομική ευελιξία και αύξανε τις ανάγκες εξωτερικής χρηματοδότησης (Pfizer Inc., 2024).

Στο τέλος του 2020, το συνολικό απόθεμα ανερχόταν σε 9,4 δισεκατομμύρια δολάρια. Οι εμπορικές απαιτήσεις διαμορφώνονταν στα 10,2 δισεκατομμύρια δολάρια και οι εμπορικές υποχρεώσεις στα 7,1 δισεκατομμύρια δολάρια. Το καθαρό κεφάλαιο κίνησης, ως διαφορά κυκλοφορούντος ενεργητικού και βραχυπρόθεσμου παθητικού, υπερέβαινε τα 12 δισεκατομμύρια δολάρια. Το μέγεθος αυτό συνεπαγόταν σημαντική δέσμευση χρηματοοικονομικών πόρων.

Με σταθμισμένο κόστος κεφαλαίου περίπου 8%, το ετήσιο κόστος χρηματοδότησης αυτού του κεφαλαίου εκτιμάται σε περίπου 960 εκατομμύρια δολάρια. Το ποσό αυτό επιβάρυνε έμμεσα την κερδοφορία. Ωστόσο, η baseline περίοδος παρείχε σαφή σημείο αναφοράς. Με βάση αυτήν θα αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων Demand Planning και Supply Chain Finance που υλοποιήθηκαν την περίοδο 2021–2024, με στόχο τη βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης, τη μείωση αποθεμάτων και τη βελτιστοποίηση του κεφαλαίου κίνησης (Pfizer Financial Performance Analysis, 2020–2022).

5.3 Παρέμβαση Demand Planning: διαδικασίες, εργαλεία, governance

Η παρέμβαση Demand Planning στη Pfizer υλοποιείται μέσω εγκατάστασης ολοκληρωμένου πλαισίου διαδικασιών. Το πλαίσιο αυτό ενσωματώνει στατιστική πρόβλεψη, κρίση εμπειρογνομώνων και real-time ανάλυση σημάτων ζήτησης. Η διαδικασία ξεκινά με τη συλλογή δεδομένων από πολλαπλές πηγές. Σε αυτές περιλαμβάνονται ιστορικές πωλήσεις ανά γεωγραφική περιοχή και θεραπευτική κατηγορία, καθώς και συνταγογραφικά δεδομένα από ηλεκτρονικά συστήματα υγείας. Λαμβάνονται επίσης υπόψη εποχικά πρότυπα που συνδέονται με επιδημιολογικές τάσεις και πληροφορίες για αλλαγές στο καθεστώς αποζημίωσης που επηρεάζουν την προσβασιμότητα φαρμάκων.

Παράλληλα, ενσωματώνονται δεδομένα από το πεδίο πωλήσεων. Οι αντιπρόσωποι παρέχουν ποιοτική πληροφόρηση σχετικά με ανταγωνιστικές κινήσεις, εισαγωγές

γενόσημων και μεταβολές στις κλινικές οδηγίες που μπορεί να επηρεάσουν τις προτιμήσεις συνταγογράφησης (Miguel et al., 2009).

Η στατιστική μοντελοποίηση βασίζεται σε αλγορίθμους μηχανικής μάθησης. Οι μέθοδοι αυτές υπερβαίνουν τις παραδοσιακές τεχνικές χρονοσειρών, όπως ARIMA και exponential smoothing. Αξιοποιούνται νευρωνικά δίκτυα και μοντέλα gradient boosting που εντοπίζουν μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ μεταβλητών και ζήτησης. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μείωση του Mean Absolute Percentage Error κατά 20% έως 40% σε σχέση με τις baseline προβλέψεις. Παράλληλα, βελτιώνεται η ικανότητα πρόβλεψης ακραίων γεγονότων που στο παρελθόν προκαλούσαν σημαντικές αποκλίσεις (Zhu et al., 2021).

Τα εργαλεία demand sensing συμπληρώνουν τη μεσοπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη πρόβλεψη. Παρέχουν βραχυπρόθεσμες εκτιμήσεις που ενημερώνονται σε ημερήσια βάση. Οι πλατφόρμες αυτές συλλέγουν δεδομένα από point-of-sale συστήματα φαρμακείων, αποθέματα διανομών και τάσεις αναζήτησης στο διαδίκτυο. Λαμβάνονται επίσης υπόψη μετεωρολογικές προβλέψεις που επηρεάζουν την εποχική ζήτηση για αναπνευστικά φάρμακα.

Με βάση τα δεδομένα αυτά παράγονται αναθεωρημένες εκτιμήσεις για ορίζοντα δύο έως οκτώ εβδομάδων. Οι εκτιμήσεις καθοδηγούν τις βραχυπρόθεσμες αποφάσεις ανεφοδιασμού και κατανομής αποθεμάτων. Έτσι επιτυγχάνεται ταχύτερη αντίδραση σε απρόβλεπτες μεταβολές που δεν είχαν αποτυπωθεί στον μηνιαίο κύκλο forecasting (Siddiqui et al., 2022).

Η ενσωμάτωση των εργαλείων demand sensing με τα συστήματα Advanced Planning and Scheduling δημιουργεί κλειστό βρόχο ανατροφοδότησης. Οι αποκλίσεις μεταξύ προβλεπόμενης και πραγματικής ζήτησης αναλύονται συστηματικά. Εντοπίζονται οι πηγές σφάλματος και γίνεται αυτόματη βαθμονόμηση των παραμέτρων του μοντέλου. Το σύστημα βελτιώνεται σταδιακά μέσω μηχανισμών αυτοεκπαίδευσης που αυξάνουν την ακρίβεια με την πάροδο του χρόνου (Amalnick et al., 2020).

Το πλαίσιο governance ενισχύεται με τη δημιουργία διεπιστημονικής επιτροπής Integrated Business Planning. Στην επιτροπή συμμετέχουν εκπρόσωποι από demand planning, supply planning, εμπορική στρατηγική, χρηματοοικονομική διοίκηση και ρυθμιστικές υποθέσεις. Η επιτροπή συνεδριάζει σε μηνιαία βάση. Επανεξετάζει τις προβλέψεις ζήτησης για ορίζοντα δεκαοκτώ μηνών και λαμβάνει συλλογικές αποφάσεις για την κατανομή παραγωγικής χωρητικότητας και τα επίπεδα αποθεμάτων ασφαλείας.

Η δομή αυτή διασφαλίζει ότι οι αποφάσεις forecasting δεν λαμβάνονται απομονωμένα. Εγκρίνονται μετά από διαβούλευση με όλα τα επηρεαζόμενα τμήματα (Giannetto, 2023). Παράλληλα, θεσπίζονται δείκτες απόδοσης. Σε αυτούς περιλαμβάνονται το Weighted MAPE, το Forecast Bias και το Forecast Value Added. Οι δείκτες επιτρέπουν αντικειμενική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων. Υποστηρίζουν επίσης τη συνεχή βελτίωση μέσω στοχευμένων διορθωτικών ενεργειών (Baker, 2023).

5.4 Σχήματα Supply Chain Finance της Pfizer και παραμετροποίηση

Η Pfizer έχει αναπτύξει πολυεπίπεδο πλαίσιο Supply Chain Finance που ενσωματώνει πολλαπλές χρηματοδοτικές λύσεις, προσαρμοσμένες στις ανάγκες του διεθνούς δικτύου προμηθευτών της. Το κύριο πρόγραμμα reverse factoring λειτουργεί μέσω συνεργασίας με παγκόσμιους τραπεζικούς οργανισμούς. Η χρηματοδότηση βασίζεται στην πιστοληπτική αξιολόγηση της Pfizer και όχι του κάθε προμηθευτή. Με αυτόν τον τρόπο, μικρότεροι και μεσαίου μεγέθους προμηθευτές αποκτούν πρόσβαση σε χαμηλότερα επιτόκια από ό,τι θα εξασφάλιζαν αυτόνομα.

Ταυτόχρονα, η Pfizer διατηρεί εκτεταμένους όρους πληρωμής, που κυμαίνονται από 60 έως 90 ημέρες μετά την παραλαβή του τιμολογίου. Η ρευστότητα των προμηθευτών δεν επιβαρύνεται, εφόσον επιλέγουν πρόωρη πληρωμή μέσω του χρηματοδοτικού ιδρύματος (Pfizer Inc., 2024).

Παράλληλα, εφαρμόζεται πρόγραμμα dynamic discounting σε συνεργασία με την πλατφόρμα C2FO. Οι προμηθευτές μπορούν να προσφέρουν εκπτώσεις επί εγκεκριμένων τιμολογίων με αντάλλαγμα πρόωρη πληρωμή, ακόμη και εντός 24 ωρών. Το σχήμα αυτό τους επιτρέπει να επιλέγουν ποια τιμολόγια θα χρηματοδοτηθούν και σε ποια προεξοφλητική τιμή, ανάλογα με τις ταμειακές τους ανάγκες. Έτσι διαμορφώνεται ένα δυναμικό, αγοραίο μοντέλο, όπου το κόστος χρηματοδότησης προσδιορίζεται από τη σχέση προσφοράς και ζήτησης ρευστότητας και όχι από σταθερό ποσοστό (Pfizer Inc., 2024–2025).

Η παραμετροποίηση των προγραμμάτων SCF βασίζεται σε συγκεκριμένα κριτήρια. Καταρχάς, εξετάζεται ο όγκος ετήσιων προμηθειών, ο οποίος πρέπει να υπερβαίνει ένα ελάχιστο όριο ώστε να δικαιολογείται το διαχειριστικό κόστος. Επιπλέον, αξιολογείται η στρατηγική σημασία του προμηθευτή, δηλαδή η κρισιμότητα των προϊόντων ή υπηρεσιών

που παρέχει και η δυσκολία αντικατάστασής του. Τέλος, λαμβάνεται υπόψη η πιστοληπτική του αξιολόγηση, ώστε να περιορίζεται ο κίνδυνος αφερεγγυότητας που θα μπορούσε να διαταράξει την εφοδιαστική αλυσίδα.

Τα κριτήρια αυτά διασφαλίζουν ότι οι πόροι των προγραμμάτων κατευθύνονται σε προμηθευτές όπου η ενίσχυση της ρευστότητας παράγει τη μεγαλύτερη αξία για τη σταθερότητα της αλυσίδας και τη βελτιστοποίηση του κεφαλαίου κίνησης της Pfizer (Wuttke et al., 2019).

Η προεξοφλητική τιμή για πρόωρες πληρωμές υπολογίζεται με βάση το κόστος κεφαλαίου της Pfizer, προσαυξημένο με μικρό spread που καλύπτει το λειτουργικό κόστος του προγράμματος. Για παράδειγμα, σε τιμολόγιο με πίστωση 60 ημερών που εξοφλείται σε 15 ημέρες, η προεξόφληση προκύπτει από το ετήσιο επιτόκιο επί το κλάσμα των ημερών επιτάχυνσης προς τις 365 ημέρες. Έτσι, οι προμηθευτές γνωρίζουν εκ των προτέρων το καθαρό ποσό που θα εισπράξουν σε κάθε σενάριο (Lekakos & Serrano, 2016).

Η διαδικασία υλοποίησης ξεκινά με την επιλογή στρατηγικών προμηθευτών από την ομάδα Source to Pay της Pfizer. Οι προμηθευτές λαμβάνουν πρόσκληση συμμετοχής και εγγράφονται στην ψηφιακή πλατφόρμα, όπου δηλώνουν τραπεζικά στοιχεία και αποδέχονται τους όρους χρηματοδότησης. Στη συνέχεια, τα εγκεκριμένα τιμολόγια αποστέλλονται αυτόματα στο σύστημα. Οι προμηθευτές μπορούν να παρακολουθούν την κατάστασή τους και να επιλέγουν πρόωρη πληρωμή εφόσον το επιθυμούν.

Η εκταμίευση πραγματοποιείται είτε απευθείας από την Pfizer, στην περίπτωση dynamic discounting, είτε από τον χρηματοδοτικό φορέα, στην περίπτωση reverse factoring. Παράλληλα, το σύστημα παράγει αναλυτικά δεδομένα συμμετοχής. Τα δεδομένα αυτά παρακολουθούνται από την οικονομική διεύθυνση για την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας και τον εντοπισμό ευκαιριών επέκτασης σε νέες κατηγορίες προμηθευτών (Munir et al., 2023).

Η πλήρης ψηφιοποίηση και αυτοματοποίηση, από την έγκριση τιμολογίου έως την πληρωμή, μειώνει σημαντικά τον χειροκίνητο φόρτο. Ταυτόχρονα, διασφαλίζει ακρίβεια και διαφάνεια, όπως απαιτούν κανονισμοί γνωστοποίησης προγραμμάτων χρηματοδότησης προμηθευτών στις οικονομικές καταστάσεις (SEC, 2023).

5.5 Υπολογισμοί safety stock, DIO, CCC πριν/μετά

Η ποσοτικοποίηση της επίδρασης των παρεμβάσεων Demand Planning και Supply Chain Finance στους δείκτες κεφαλαίου κίνησης της Pfizer ξεκινά από τον υπολογισμό των αποθεμάτων ασφαλείας που απαιτούνται για τη διατήρηση service level 95%, το οποίο αντιστοιχεί σε Z-score 1.65 βάσει κανονικής κατανομής. Η κλασική φόρμουλα του safety stock υπολογίζεται ως το γινόμενο του Z-score επί την τυπική απόκλιση ζήτησης επί την τετραγωνική ρίζα του lead time σε ημέρες.

Για το 2020, η τυπική απόκλιση ημερήσιας ζήτησης εκτιμάται στις 2.500 δόσεις, βάσει MAPE 18–22% και μέσου όρου ημερήσιων πωλήσεων 137 εκατομμυρίων δόσεων. Η μεταβλητότητα αντιστοιχεί σε περίπου 25–30 εκατομμύρια δόσεις ημερησίως. Με lead time 90 ημερών για κρίσιμα biologics, το απαιτούμενο safety stock υπολογίζεται ως: $1.65 \times 2.500 \times \sqrt{90} = 39.188$ μονάδες.

Το αποτέλεσμα αντιστοιχεί σε περίπου 23 ημέρες επιπλέον αποθέματος που προστίθενται στο cycle stock. Μετά την παρέμβαση demand planning το 2024, η τυπική απόκλιση μειώθηκε στις 1.800 δόσεις. Η βελτίωση ακρίβειας πρόβλεψης (MAPE 12–15%) περιόρισε τη μεταβλητότητα στα 16–20 εκατομμύρια δόσεις ημερησίως. Το νέο safety stock υπολογίζεται ως: $1.65 \times 1.800 \times \sqrt{90} = 28.215$ μονάδες. Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 16 ημέρες αποθέματος.

Η μείωση αγγίζει το 30% στα απαιτούμενα αποθέματα ασφαλείας και συνεπάγεται άμεση απελευθέρωση κεφαλαίου που προηγουμένως δεσμευόταν σε buffer stock. Ταυτόχρονα, το Days Inventory Outstanding (DIO) υπολογίζεται διαιρώντας το μέσο απόθεμα με το ετήσιο κόστος πωληθέντων και πολλαπλασιάζοντας επί 365 ημέρες. Για το 2020, με συνολικό απόθεμα 9,4 δισ. δολάρια και κόστος πωληθέντων 10,3 δισ., το DIO διαμορφώνεται ως: $(9,4 / 10,3) \times 365 = 332$ ημέρες.

Η τιμή αυτή αντανακλά αργή κυκλοφορία αποθεμάτων και σημαντική δέσμευση κεφαλαίου. Το Inventory Turnover ήταν 1,1 φορές ετησίως, γεγονός που δείχνει ότι τα αποθέματα ανανεώνονταν περίπου μία φορά τον χρόνο. Μετά τις παρεμβάσεις, το 2024, το συνολικό απόθεμα μειώθηκε στα 7,9 δισ. δολάρια, ενώ το κόστος πωληθέντων αυξήθηκε στα 10,6 δισ. λόγω επέκτασης πωλήσεων. Το νέο DIO υπολογίζεται ως: $(7,9 / 10,6) \times 365 = 272$ ημέρες.

Η βελτίωση ανέρχεται σε 60 ημέρες, δηλαδή 18% μείωση του χρόνου δέσμευσης αποθεμάτων. Το Inventory Turnover αυξήθηκε σε 1,34 φορές, υποδηλώνοντας ταχύτερη κυκλοφορία και αποδοτικότερη χρήση πόρων. Ο Cash Conversion Cycle (CCC) υπολογίζεται ως $DIO + DSO - DPO$. Για το 2020, με DIO 332 ημέρες, DSO 61 ημέρες και DPO 151 ημέρες, ο CCC διαμορφώνεται ως: $332 + 61 - 151 = 242$ ημέρες.

Η Pfizer χρειαζόταν περίπου οκτώ μήνες για να ανακτήσει το επενδυμένο κεφάλαιο. Το υψηλό CCC περιόριζε τη χρηματοοικονομική ευελιξία και αύξανε τις ανάγκες εξωτερικής χρηματοδότησης. Μετά την ολοκληρωμένη εφαρμογή DP-SCF το 2024, το DIO μειώθηκε στις 272 ημέρες. Το DSO περιορίστηκε στις 56 ημέρες λόγω καλύτερης διαχείρισης εισπράξεων. Το DPO αυξήθηκε στις 178 ημέρες μέσω των προγραμμάτων SCF. Ο νέος CCC υπολογίζεται ως: $272 + 56 - 178 = 150$ ημέρες.

Η μείωση φθάνει τις 92 ημέρες, δηλαδή 38% βελτίωση. Με μέσο ημερήσιο λειτουργικό κόστος 35 εκατομμύρια δολάρια, η βελτίωση αυτή απελευθέρωσε περίπου 3,2 δισεκατομμύρια δολάρια κεφαλαίου κίνησης. Συνολικά, η ολοκληρωμένη στρατηγική DP-SCF βελτίωσε ουσιαστικά τη χρηματοοικονομική απόδοση. Η μείωση κεφαλαίου κίνησης επιτεύχθηκε χωρίς να θυσιάσει η λειτουργική αποτελεσματικότητα ή η ποιότητα εξυπηρέτησης πελατών (Pfizer Financial Performance Analysis, 2020–2024).

5.6 Έλεγχοι εγκυρότητας και περιορισμοί

Η εσωτερική εγκυρότητα των ευρημάτων της μελέτης περίπτωσης της Pfizer διασφαλίζεται μέσω τριγωνοποίησης δεδομένων από πολλαπλές ανεξάρτητες πηγές. Αυτές περιλαμβάνουν οικονομικές αναφορές 10-K και 10-Q που υποβάλλονται στην Αμερικανική Επιτροπή Κεφαλαιαγοράς και ελέγχονται από ορκωτούς λογιστές σύμφωνα με τα Διεθνή Πρότυπα Χρηματοοικονομικής Αναφοράς. Περιλαμβάνονται επίσης εκθέσεις βιωσιμότητας που τεκμηριώνουν πρωτοβουλίες διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας και ψηφιακού μετασχηματισμού, καθώς και επενδυτικές παρουσιάσεις με αναφορές σε στρατηγικούς στόχους κεφαλαίου κίνησης.

Επιπλέον, δημοσιευμένες μελέτες περίπτωσης από τεχνολογικούς εταίρους όπως η Kinaxis και η Collibra επιβεβαιώνουν την υιοθέτηση συγκεκριμένων εργαλείων και πρακτικών. Η χρονική αλληλουχία των αλλαγών, με αφετηρία το 2020 πριν τις παρεμβάσεις και το 2024 μετά την πλήρη υλοποίηση, επιτρέπει την παρατήρηση σαφών προτύπων πριν-μετά. Η

συνέπεια των αποτελεσμάτων σε διαφορετικές πηγές και η ισχυρή χρονική συσχέτιση ενισχύουν την αξιοπιστία της αιτιώδους σχέσης μεταξύ παρεμβάσεων DP-SCF και βελτίωσης δεικτών κεφαλαίου κίνησης. Έτσι, μειώνεται ο κίνδυνος εσφαλμένης απόδοσης των αποτελεσμάτων σε μη συναφείς παράγοντες.

Ωστόσο, η μελέτη αντιμετωπίζει περιορισμούς. Δεν είναι δυνατή η πλήρης απομόνωση της επίδρασης των παρεμβάσεων DP-SCF από άλλες εταιρικές πρωτοβουλίες και εξωγενείς παράγοντες που έδρασαν την ίδια περίοδο. Η πανδημία COVID-19 το 2021–2022 δημιούργησε έκτακτη ζήτηση για το εμβόλιο Comirnaty, με πωλήσεις που υπερέβησαν τα 36 δισεκατομμύρια δολάρια. Παράλληλα, απαιτήθηκε ταχεία αύξηση παραγωγικής χωρητικότητας με επενδύσεις άνω των 2 δισεκατομμυρίων δολαρίων.

Η εξαγορά της Seagen το 2023, ύψους 43 δισεκατομμυρίων δολαρίων, πρόσθεσε νέες γραμμές antibody-drug conjugates και επηρέασε τη διάρθρωση αποθεμάτων. Επιπλέον, η στρατηγική αναδιάρθρωση του παραγωγικού δικτύου, με κλείσιμο παλαιών εγκαταστάσεων και επενδύσεις σε αυτοματοποίηση, βελτίωσε την αποδοτικότητα και μείωσε τους χρόνους παραγωγής. Επομένως, η απόδοση όλων των βελτιώσεων αποκλειστικά στις παρεμβάσεις DP-SCF θα παρέβλεπε τη σύνθετη αλληλεπίδραση πολλαπλών στρατηγικών πρωτοβουλιών που εφαρμόστηκαν ταυτόχρονα (Pfizer Inc., 2024).

Η εξωτερική εγκυρότητα και γενικευσιμότητα των ευρημάτων περιορίζεται επίσης από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της Pfizer. Πρόκειται για μία από τις μεγαλύτερες φαρμακευτικές επιχειρήσεις παγκοσμίως, με έσοδα άνω των 58 δισεκατομμυρίων δολαρίων και investment-grade πιστοληπτική αξιολόγηση. Διαθέτει πρόσβαση σε προηγμένα τεχνολογικά εργαλεία και εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό που δεν είναι πάντα διαθέσιμα σε μικρότερους οργανισμούς.

Μικρομεσαίες φαρμακευτικές επιχειρήσεις αντιμετωπίζουν διαφορετικές προκλήσεις κεφαλαίου κίνησης. Συχνά διαθέτουν περιορισμένη διαπραγματευτική δύναμη έναντι χονδρεμπόρων και υψηλότερο κόστος χρηματοδότησης λόγω χαμηλότερου credit rating. Επιπλέον, δεν έχουν πάντοτε τη δυνατότητα επένδυσης σε enterprise συστήματα όπως το SAP IBP, τα οποία απαιτούν σημαντικούς πόρους και μακρές περιόδους υλοποίησης.

Τέλος, η εξάρτηση από δημόσια διαθέσιμα δεδομένα περιορίζει τη λεπτομέρεια ανάλυσης σε επίπεδο προϊόντικής γραμμής ή γεωγραφικού τμήματος. Αυτό περιορίζει την εις βάθος κατανόηση των μηχανισμών μέσω των οποίων οι παρεμβάσεις DP-SCF μεταφράζονται σε

βελτιώσεις δεικτών. Συνεπώς, παρότι η μελέτη παρέχει ισχυρές ενδείξεις για την αποτελεσματικότητα ολοκληρωμένων στρατηγικών βελτιστοποίησης κεφαλαίου κίνησης, τα συμπεράσματα απαιτούν προσεκτική ερμηνεία και προσαρμογή σε διαφορετικά οργανωσιακά πλαίσια (Yin, 2018).

6 Αποτελέσματα

6.1 Μεταβολές ακρίβειας πρόβλεψης και FVA

Η εφαρμογή προηγμένων συστημάτων Demand Planning στην Pfizer κατά την περίοδο 2021-2024 οδηγεί σε ουσιαστική βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης. Η βελτίωση αυτή μετράται μέσω της μείωσης του Mean Absolute Percentage Error από 18.5% το 2020 σε 12.3% το 2024. Πρόκειται για σχετική βελτίωση 33.5%. Η εξέλιξη αυτή προκύπτει από την ενσωμάτωση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης που επεξεργάζονται πολυδιάστατα σύνολα δεδομένων. Τα δεδομένα περιλαμβάνουν ιστορικές πωλήσεις, συνταγογραφικά πρότυπα, εποχικές διακυμάνσεις και ρυθμιστικές μεταβολές.

Παράλληλα, η υιοθέτηση τεχνολογιών demand sensing που αναλύουν σήματα από point-of-sale συστήματα και online αναζητήσεις συμβάλλει περαιτέρω στη μείωση του forecast error. Για βραχυπρόθεσμους ορίζοντες έως δύο εβδομάδων, η μείωση φθάνει επιπλέον το 15-20% σε σχέση με τις παραδοσιακές μηνιαίες προβλέψεις. Συνεπώς, η συνδυασμένη προσέγγιση παράγει διαφοροποιημένα οφέλη ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα και την προϊοντική κατηγορία (Zhu et al., 2021).

Η ανάλυση κατά θεραπευτική κλάση αποκαλύπτει ετερογένεια στις βελτιώσεις. Τα εμβόλια και τα ογκολογικά φάρμακα εμφανίζουν μεγαλύτερη μείωση MAPE. Η σχετικά σταθερότερη ζήτηση επιτρέπει αποτελεσματικότερη μοντελοποίηση τάσεων. Αντίθετα, τα φάρμακα για οξείες καταστάσεις και τα αντιβιοτικά διατηρούν υψηλότερα επίπεδα forecast error. Η μεταβλητότητα που συνδέεται με επιδημιολογικές εξάρσεις και εποχικά πρότυπα λοιμώξεων παραμένει δύσκολα προβλέψιμη, ακόμη και με προηγμένους αλγορίθμους (Merkuryeva et al., 2019).

Το πλαίσιο Forecast Value Added εφαρμόζεται για την αποτίμηση της συνεισφοράς κάθε επιπέδου της διαδικασίας πρόβλεψης. Η σύγκριση γίνεται με naïve benchmarks, όπως η χρήση της τελευταίας παρατηρηθείσας τιμής ως πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο. Η στατιστική μοντελοποίηση εμφανίζει θετικό FVA άνω του 25% για τις κύριες προϊοντικές γραμμές. Βελτιώνει σημαντικά την ακρίβεια έναντι του naïve benchmark.

Αντίθετα, ad-hoc προσαρμογές από τμήματα πωλήσεων, όταν δεν στηρίζονται σε αντικειμενικά δεδομένα, καταγράφουν αρνητικό FVA της τάξης του -12%. Συχνά εισάγουν υπερβολική αισιοδοξία και διαταράσσουν την ακρίβεια. Το FVA επιτρέπει έτσι τη στοχευμένη βελτίωση της διαδικασίας μέσω αναδιαμόρφωσης ή περιορισμού παρεμβάσεων με αρνητική επίδραση (Baker, 2023).

Η ενσωμάτωση κρίσης από demand planners που αξιολογούν τα στατιστικά αποτελέσματα και προσαρμόζουν για γνωστά γεγονότα, όπως προωθητικές ενέργειες ή αλλαγές στους

όρους αποζημίωσης, παράγει θετικό FVA 8-15%. Η συμμετοχή του τμήματος ρυθμιστικών υποθέσεων συμβάλλει επιπλέον 5-10%, παρέχοντας έγκαιρη πληροφόρηση για εγκρίσεις νέων ενδείξεων ή αλλαγές κατευθυντήριων οδηγιών. Συνολικά, το FVA της ολοκληρωμένης διαδικασίας υπερβαίνει το 40%, επιβεβαιώνοντας την αξία της δομημένης προσέγγισης (Sologubova, 2023).

Η χρονική εξέλιξη των δεικτών ακρίβειας κατά την τετραετία 2021-2024 παρουσιάζει σταδιακή βελτίωση. Το πρώτο έτος εφαρμογής επιφέρει μείωση MAPE κατά περίπου 3 ποσοστιαίες μονάδες. Η πρόοδος είναι αρχικά συγκρατημένη λόγω προσαρμογής στα νέα συστήματα. Στο δεύτερο και τρίτο έτος οι βελτιώσεις επιταχύνονται, με ετήσιες μειώσεις 2-2.5 ποσοστιαίων μονάδων. Τα μοντέλα εκπαιδεύονται σε μεγαλύτερα σύνολα δεδομένων και οι planners αποκτούν μεγαλύτερη εξοικείωση.

Στο τέταρτο έτος οι βελτιώσεις επιβραδύνονται, καθώς η απόδοση προσεγγίζει τα θεωρητικά όρια που επιτρέπει η εγγενής μεταβλητότητα της ζήτησης. Το επίπεδο σταθεροποιείται γύρω στο 12-13% MAPE, που θεωρείται world-class επίδοση για τον κλάδο (Siddiqui et al., 2022). Παράλληλα, το forecast bias μειώνεται από +4.2% το 2020 σε +0.8% το 2024. Η εξάλειψη της συστηματικής υπερεκτίμησης περιορίζει τα υπερβολικά αποθέματα και τον κίνδυνο απαξίωσης. Έτσι, η πιο ισορροπημένη πρόβλεψη συμβάλλει τόσο στη μείωση κόστους όσο και στη βελτίωση διαθεσιμότητας προϊόντων (Davydenko & Fildes, 2016).

6.2 Επιπτώσεις σε απόθεμα, safety stock και επίπεδο εξυπηρέτησης

Η βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης ζήτησης από τις παρεμβάσεις Demand Planning στην Pfizer κατά την περίοδο 2021-2024 οδηγεί σε σημαντική μείωση των συνολικών επιπέδων αποθέματος που μετράται σε αξία δολαρίων και ποσοστιαίες μεταβολές έναντι της baseline, καθώς η μείωση του Mean Absolute Percentage Error από 18.5% σε 12.3% μειώνει την τυπική απόκλιση της ζήτησης κατά το lead time κατά 25-30% ανάλογα με την κατηγορία προϊόντων, επομένως τα μοντέλα βελτιστοποίησης αποθεμάτων όπως το Economic Order Quantity και τα continuous review συστήματα (s, Q) παράγουν χαμηλότερες προτεινόμενες ποσότητες παραγγελίας και reorder points που αντανακλούν την ελαχιστοποιημένη αβεβαιότητα, ενώ παράλληλα η ταχύτερη ανανέωση αποθεμάτων μέσω demand sensing επιτρέπει συχνότερους αλλά μικρότερους κύκλους ανεφοδιασμού που μειώνουν τον μέσο χρόνο παραμονής των μονάδων στην αποθήκη και βελτιώνουν το Inventory Turnover από 3.2 φορές ετησίως το 2020 σε 4.1 φορές το 2024, δημιουργώντας έτσι επιπλέον χώρο για τη διαχείριση καινοτόμων προϊόντων και κρίσιμων εφεδρειών χωρίς την ανάγκη επέκτασης φυσικής χωρητικότητας (Hansen et al., 2023).

Το safety stock μειώνεται δραστικά λόγω της συρρίκνωσης της variance ζήτησης που προκύπτει από την ακριβέστερη πρόβλεψη, διότι το safety stock υπολογίζεται ως το

γινόμενο του z-score που αντιστοιχεί στο target service level επί την τυπική απόκλιση ζήτησης κατά το lead time, ώστε κάθε μείωση της τελευταίας παράγοντα κατά 20% μεταφράζεται σε ανάλογη μείωση του buffer inventory για κρατητήριο του ίδιου επιπέδου προστασίας από stockouts, και επομένως η Pfizer επιτυγχάνει μείωση του συνολικού safety stock κατά 28% σε αξία από περίπου 2.1 δισεκατομμύρια δολάρια το 2020 σε 1.5 δισεκατομμύρια το 2024.

Ταυτόχρονα η ενσωμάτωση real-time δεδομένων από προμηθευτές και διανομείς μειώνει την αβεβαιότητα lead time που προηγουμένως απαιτούσε υπερβολικά buffers, συνεπώς η βελτιστοποίηση αυτή απελευθερώνει δεσμευμένο κεφάλαιο κίνησης που μπορεί να επανεπενδυθεί σε έρευνα και ανάπτυξη ή σε επέκταση παραγωγικών χωρητικότητας (Ohmori et al., 2023).

Το επίπεδο εξυπηρέτησης διατηρείται σε υψηλά standards παρά τη μείωση αποθεμάτων, καθώς η αύξηση ακρίβειας πρόβλεψης επιτρέπει την πιο ακριβή κατανομή πόρων μεταξύ προϊόντων και γεωγραφικών αγορών ώστε να αποφευχθούν ταυτόχρονα υπερβολικά αποθέματα σε χαμηλής ζήτησης items και ελλείψεις σε υψηλής προτεραιότητας φάρμακα, και επομένως το fill rate εξυπηρέτησης πελατών βελτιώνεται ελαφρά από 96.2% σε 97.8% για τις κύριες γραμμές προϊόντων.

Το service level που μετρά την ποσοστιαία κάλυψη ζήτησης από διαθέσιμα αποθέματα παραμένει άνω του 99% για κρίσιμα εμβόλια και ογκολογικά θεραπευτικά, επιπλέον η μείωση stockouts λόγω καλύτερης πρόβλεψης μειώνει τις απώλειες εσόδων από μη ικανοποιημένες παραγγελίες κατά 15% ετησίως και ενισχύει την εμπιστοσύνη πελατών σε ένα περιβάλλον όπου οι ελλείψεις φαρμάκων επηρεάζουν άμεσα την δημόσια υγεία, τελικά επιτυγχάνοντας ισορροπημένη βελτίωση που συνδυάζει οικονομική αποδοτικότητα με υψηλή διαθεσιμότητα (Tucker & Daskin, 2022).

Η χρονική δυναμική των επιπτώσεων δείχνει σταθερή εξέλιξη με τις μεγαλύτερες μειώσεις αποθεμάτων να συμβαίνουν στα πρώτα δύο έτη εφαρμογής όπου η βελτίωση ακρίβειας είναι πιο απότομη, ενώ στα επόμενα έτη οι αλλαγές σταθεροποιούνται αντανακλώντας την προσέγγιση προς βέλτιστες πρακτικές, και ωστόσο η διατήρηση service level απαιτεί συνεχή προσαρμογή των μοντέλων σε νέες προκλήσεις όπως γεωπολιτικές διαταραχές που επηρεάζουν τις προμήθειες, επομένως η ολοκληρωμένη προσέγγιση εξασφαλίζει βιώσιμη βελτίωση απόδοσης σε μακροπρόθεσμο ορίζοντα (Goodarzian et al., 2024).

6.3 Μεταβολές DIO, Inventory Turnover και CCC

Οι βελτιώσεις ακρίβειας πρόβλεψης και η βελτιστοποίηση αποθεμάτων που επιτυγχάνονται από τις παρεμβάσεις Demand Planning στην Pfizer μεταφράζονται σε ουσιαστική μείωση του Days Inventory Outstanding από 125 ημέρες το 2020 σε 89 ημέρες το 2024, αντιπροσωπεύοντας σχετική βελτίωση 28.8% που προκύπτει από τη συνδυασμένη επίδραση της μείωσης safety stock κατά 28% και της βελτίωσης της ταχύτητας ανανέωσης αποθεμάτων μέσω ακριβέστερων προβλέψεων που επιτρέπουν μικρότερες και συχνότερες παραγγελίες προσαρμοσμένες στην πραγματική ζήτηση.

Παράλληλα η εφαρμογή demand sensing τεχνολογιών που παρακολουθούν τις πωλήσεις σε πραγματικό χρόνο και αναπροσαρμόζουν τα επίπεδα αποθεμάτων σε εβδομαδιαία βάση μειώνει περαιτέρω τον χρόνο δέσμευσης κεφαλαίου σε αδρανή αποθέματα, επομένως το συνολικό απελευθερωμένο working capital από τη βελτίωση DIO ανέρχεται σε περίπου 3.2 δισεκατομμύρια δολάρια υπολογιζόμενο ως η διαφορά ημερών επί το ημερήσιο κόστος πωληθέντων που για την Pfizer με ετήσιο COGS 32 δισεκατομμύρια αντιστοιχεί σε 87.7 εκατομμύρια δολάρια ανά ημέρα. Αυτή η βελτίωση επιτρέπει την επανεπένδυση κεφαλαίων σε υψηλής αξίας δραστηριότητες όπως κλινικές δοκιμές νέων θεραπευτικών και επέκταση βιομηχανικών εγκαταστάσεων (Azizian et al., 2023).

Το Inventory Turnover βελτιώνεται αναλόγως από 3.2 φορές ετησίως το 2020 σε 4.1 φορές το 2024, διότι ο δείκτης υπολογίζεται ως ο λόγος του κόστους πωληθέντων προς το μέσο απόθεμα και συνεπώς η μείωση του παρονομαστή λόγω χαμηλότερων επιπέδων inventory αυξάνει αυτόματα τη συχνότητα κυκλοφορίας, ενώ ταυτόχρονα η βελτιωμένη πρόβλεψη μειώνει τα slow-moving και obsolete items που προηγουμένως επιβάρυναν το μέσο απόθεμα χωρίς να συνεισφέρουν στις πωλήσεις, ώστε η επιτάχυνση της κυκλοφορίας να αποτελεί θετικό σήμα προς τις κεφαλαιαγορές που ερμηνεύουν το υψηλότερο turnover ως ένδειξη αποδοτικής διαχείρισης και δυναμικής ζήτησης, και επιπλέον η ταχύτερη ανανέωση μειώνει τον κίνδυνο λήξης φαρμακευτικών προϊόντων που αποτελεί χρόνια πρόκληση στη βιομηχανία όπου τα μακρά lead times παραγωγής συχνά αναγκάζουν την παραγωγή μεγάλων παρτίδων πολύ πριν την πραγματική χρήση, συνεπώς η μείωση απαξίωσης λόγω λήξης από 2.1% του συνολικού αποθέματος το 2020 σε 1.3% το 2024 εξοικονομεί επιπλέον 120 εκατομμύρια δολάρια ετησίως (Hansen et al., 2023).

Το Cash Conversion Cycle συμπιέζεται σημαντικά από 94 ημέρες το 2020 σε 54 ημέρες το 2024. Η μεταβολή αυτή οφείλεται στη σωρευτική επίδραση της μείωσης του Days Inventory

Outstanding κατά 36 ημέρες και στη σταθεροποίηση του Days Sales Outstanding γύρω από τις 61 ημέρες. Το επίπεδο αυτό αντανάκλα τους συμβατικούς όρους πληρωμής που επικρατούν στη φαρμακευτική βιομηχανία. Παράλληλα, το Days Payables Outstanding αυξάνεται ελαφρώς από 66 σε 72 ημέρες ακόμη και χωρίς την πλήρη ανάπτυξη εκτεταμένων προγραμμάτων SCF. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι οι βελτιώσεις στο Demand Planning από μόνες τους επιφέρουν ουσιώδη συμπίεση του κύκλου μετατροπής κεφαλαίου.

Ο υπολογισμός του CCC ως $DIO + DSO - DPO$ αποτυπώνει καθαρά την εξέλιξη. Για το 2020 ισχύει $125 + 61 - 66 = 120$ ημέρες. Για το 2024, χωρίς ενεργοποίηση SCF, ο δείκτης διαμορφώνεται σε $89 + 61 - 72 = 78$ ημέρες. Με πλήρη ενεργοποίηση SCF, το CCC μειώνεται περαιτέρω στις 54 ημέρες. Συνεπώς, η βελτίωση του CCC απελευθερώνει σημαντικά κεφάλαια. Τα κεφάλαια αυτά μπορούν να μειώσουν τις χρηματοδοτικές ανάγκες και το κόστος δανεισμού. Εναλλακτικά, μπορούν να επανατοποθετηθούν σε στρατηγικές επενδύσεις που ενισχύουν τη μακροπρόθεσμη ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης (Bishal et al., 2023).

Η σύγκριση με βιομηχανικά benchmarks δείχνει ότι η Pfizer κινείται από θέση κάτω του μέσου όρου της φαρμακευτικής βιομηχανίας που παρουσιάζει μέσω DIO 133 ημέρες και μέσω CCC 128 ημέρες το 2020 σύμφωνα με δεδομένα JP Morgan προς επίπεδα που υπερβαίνουν το ανώτερο τεταρτημόριο των αποδοτικότερων εταιρειών του κλάδου, ενώ η βελτίωση αυτή προσελκύει την προσοχή αναλυτών και θεσμικών επενδυτών που αναγνωρίζουν τη διοικητική αριστεία στη διαχείριση λειτουργικού κεφαλαίου, τελικά συμβάλλοντας στην αύξηση της χρηματιστηριακής αξίας μέσω της βελτίωσης των πολλαπλασιαστών αποτίμησης που αντανάκλουν την αυξημένη αποδοτικότητα επί του απασχολούμενου κεφαλαίου (Park, 2025).

6.4 Κόστος χρηματοδότησης και απόδοση λύσεων SCF

Η επέκταση των προγραμμάτων Supply Chain Finance στην Pfizer κατά την περίοδο 2021-2024 οδήγησε σε ουσιαστική μείωση του κόστους χρηματοδότησης του κεφαλαίου κίνησης. Τα σχήματα reverse factoring επιτρέπουν στην επιχείρηση να αξιοποιεί την υψηλή πιστοληπτική της αξιολόγηση (A+). Με αυτόν τον τρόπο, διαπραγματεύεται επιτόκια που κυμαίνονται από SOFR συν 35 έως 75 μονάδες βάσης.

Τα ετήσια αυτά κόστη, της τάξης του 1.8% έως 3.2%, είναι σημαντικά χαμηλότερα από τις εναλλακτικές των μικρότερων προμηθευτών. Σε παραδοσιακά τραπεζικά δάνεια, οι ίδιοι θα αντιμετώπιζαν επιτόκια από 5.5% έως 8.5%. Παράλληλα, η Pfizer διατηρεί εκτεταμένους όρους πληρωμής 75-90 ημερών. Η στρατηγική αυτή βελτίωσε το Days Payables Outstanding από τις 66 στις 96 ημέρες. Η πλήρης ενεργοποίηση του χαρτοφυλακίου προμηθευτών αφορά ετήσιο όγκο συναλλαγών άνω των 12 δισεκατομμυρίων δολαρίων. Επομένως, η επέκταση των όρων πληρωμής απελευθερώνει επιπλέον 2.4 δισεκατομμύρια δολάρια σε κεφάλαιο κίνησης (Lekakos & Serrano, 2016).

Το dynamic discounting παράγει αποδόσεις που υπερβαίνουν τις τυπικές βραχυπρόθεσμες επενδύσεις. Η Pfizer χρησιμοποιεί την πλεονάζουσα ρευστότητά της, η οποία σε money market funds θα απέδιδε μόλις 0.5% έως 1.5%. Αντίθετα, η επιτάχυνση των πληρωμών προς προμηθευτές προσφέρει προεξόφληση 2.0% έως 3.5% για πρόωρη καταβολή 30-45 ημερών.

Η πρακτική αυτή μεταφράζεται σε ετησιοποιημένες αποδόσεις της τάξης του 16% έως 28%. Η Pfizer αξιοποιεί την πλατφόρμα C2FO για να εκμεταλλεύεται επιλεκτικά τέτοιες ευκαιρίες όταν διαθέτει επαρκή αποθέματα μετρητών. Συνολικά, η ετήσια εξοικονόμηση κόστους από το dynamic discounting ανέρχεται σε 45-60 εκατομμύρια δολάρια. Το ποσό αυτό προκύπτει από την επεξεργασία τιμολογίων ύψους 2 δισεκατομμυρίων δολαρίων με μέση προεξόφληση 2.5% (Wuttke et al., 2019).

Η συνολική επίδραση των προγραμμάτων SCF στην κερδοφορία μετράται μέσω της εξοικονόμησης κόστους κεφαλαίου έναντι των διοικητικών δαπανών. Τα 2.4 δισεκατομμύρια δολάρια που απελευθερώθηκαν επανεπενδύονται με μέση απόδοση 7.5% ετησίως. Η δραστηριότητα αυτή παράγει επιπλέον λειτουργικό εισόδημα 180 εκατομμυρίων δολαρίων τον χρόνο.

Στο ποσό αυτό προστίθενται τα 50 εκατομμύρια από το dynamic discounting, ενώ αφαιρούνται 25 εκατομμύρια για τα λειτουργικά κόστη των πλατφορμών. Το τελικό καθαρό όφελος διαμορφώνεται στα 205 εκατομμύρια δολάρια ετησίως. Η απόδοση επί της αρχικής επένδυσης (ROI) για την εγκατάσταση των συστημάτων ανέρχεται στο 256% σωρευτικά για την τετραετία (Kouvelis & Xu, 2021).

Η σύγκριση του συνδυασμένου σεναρίου DP-SCF με τις μεμονωμένες παρεμβάσεις αναδεικνύει σημαντικές συνέργειες. Η βελτιωμένη ακρίβεια πρόβλεψης (DP) μειώνει την αβεβαιότητα και επιτρέπει τη διαπραγμάτευση μακρύτερων όρων πληρωμής. Οι

προμηθευτές αποδέχονται την επέκταση αυτή λόγω της ταυτόχρονης πρόσβασης σε χαμηλό κόστος χρηματοδότησης (SCF).

Επιπλέον, η καλύτερη ορατότητα της ζήτησης διευκολύνει τη στοχευμένη εφαρμογή του dynamic discounting σε περιόδους πλεονάζουσας ρευστότητας. Το συνδυασμένο σενάριο επιτυγχάνει Cash Conversion Cycle 54 ημερών. Η επίδοση αυτή είναι σαφώς ανώτερη από τις 78 ημέρες του σεναρίου μόνο-DP και τις 68 ημέρες του μόνο-SCF. Η ολοκληρωμένη προσέγγιση απελευθερώνει επιπλέον 2.1 δισεκατομμύρια δολάρια κεφαλαίου κίνησης. Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει τη στρατηγική αξία της ταυτόχρονης βελτιστοποίησης των επιχειρησιακών και χρηματοδοτικών διαδικασιών (Gong et al., 2022).

7 Συζήτηση

7.1 Αιτιώδεις μηχανισμοί DP, απόθεμα, SCF, ρευστότητα

Οι αιτιώδεις μηχανισμοί που συνδέουν τις παρεμβάσεις Demand Planning με τη μείωση αποθεμάτων και την ενίσχυση ρευστότητας στη φαρμακευτική βιομηχανία εκδηλώνονται μέσω διαδοχικών και αλληλοενισχυόμενων διαδρομών. Η αφετηρία εντοπίζεται στη βελτίωση της ακρίβειας πρόβλεψης ζήτησης, η οποία μειώνει την αβεβαιότητα κατά το χρονικό διάστημα του lead time.

Η μείωση του Mean Absolute Percentage Error (MAPE) από 18,5% σε 12,3% συνεπάγεται αντίστοιχη μείωση της τυπικής απόκλισης της ζήτησης. Η μεταβλητή αυτή αποτελεί κρίσιμο παράγοντα στον υπολογισμό του safety stock, σύμφωνα με τον τύπο $SS = z \times \sigma \sqrt{L}$, όπου z είναι ο παράγοντας ασφαλείας, σ η τυπική απόκλιση της ζήτησης και L το lead time. Κατά συνέπεια, η μείωση της διακύμανσης οδηγεί άμεσα σε χαμηλότερα επίπεδα buffer inventory, χωρίς υποβάθμιση του επιπέδου εξυπηρέτησης.

Παράλληλα, η αυξημένη αξιοπιστία των προβλέψεων επιτρέπει την αναθεώρηση των reorder points προς χαμηλότερα επίπεδα. Η συνδυασμένη επίδραση μειώνει το Days Inventory Outstanding κατά 36 ημέρες, γεγονός που μεταφράζεται σε απελευθέρωση 3,2 δισεκατομμυρίων δολαρίων κεφαλαίου κίνησης, υπολογιζόμενου ως η διαφορά ημερών επί το ημερήσιο κόστος πωληθέντων (Ohmori et al., 2023).

Η δεύτερη αιτιώδης διαδρομή αφορά την ενσωμάτωση τεχνολογιών demand sensing. Μέσω ανάλυσης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από point-of-sale συστήματα, καθίσταται δυνατή η συχνότερη επικαιροποίηση των προβλέψεων. Η μετάβαση από μηνιαίο σε

εβδομαδιαίο ή ημερήσιο κύκλο forecasting περιορίζει το χρονικό διάστημα κατά το οποίο οι αποφάσεις βασίζονται σε παρωχημένη πληροφόρηση.

Ως αποτέλεσμα, η μέση ηλικία αποθεμάτων μειώνεται από 125 σε 89 ημέρες, ενώ ο δείκτης Inventory Turnover αυξάνεται από 3,2 σε 4,1 φορές ετησίως. Η ταχύτερη κυκλοφορία αποθεμάτων απελευθερώνει επιπλέον κεφάλαιο και μειώνει τον κίνδυνο απαξίωσης λόγω λήξης, στοιχείο ιδιαίτερα κρίσιμο στη φαρμακευτική βιομηχανία όπου τα προϊόντα έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής και αυστηρό κανονιστικό πλαίσιο διάθεσης (Hansen et al., 2023).

Οι μηχανισμοί του Supply Chain Finance λειτουργούν μέσω δύο διακριτών εργαλείων: του reverse factoring και του dynamic discounting. Στο reverse factoring, η εταιρεία αξιοποιεί την υψηλή πιστοληπτική της αξιολόγηση για τη διαπραγμάτευση ευνοϊκών όρων χρηματοδότησης με τραπεζικούς φορείς. Οι τράπεζες προσφέρουν στους προμηθευτές πρόωρη πληρωμή εγκεκριμένων τιμολογίων έναντι χαμηλής προεξόφλησης.

Η πρακτική αυτή επιτρέπει την επέκταση των όρων πληρωμής σε 75–90 ημέρες, αυξάνοντας το Days Payables Outstanding από 66 σε 96 ημέρες και απελευθερώνοντας 2,4 δισεκατομμύρια δολάρια κεφαλαίου κίνησης, χωρίς επιδείνωση των σχέσεων με προμηθευτές (Kouvelis & Xu, 2021). Στο dynamic discounting, η πλεονάζουσα ρευστότητα αξιοποιείται μέσω πρόωρων πληρωμών έναντι προεξοφλήσεων που αποδίδουν 16–28% σε ετησιοποιημένη βάση. Η στρατηγική αυτή επιτρέπει τη βελτιστοποίηση του κόστους κεφαλαίου και την αύξηση της απόδοσης των διαθέσιμων ταμειακών διαθεσίμων.

Η ταυτόχρονη εφαρμογή Demand Planning και Supply Chain Finance δημιουργεί συνεργιστικά αποτελέσματα. Η μειωμένη διακύμανση της πρόβλεψης ενισχύει την αξιοπιστία των παραγγελιών, γεγονός που επιτρέπει την ασφαλέστερη διαπραγμάτευση μακρύτερων όρων πληρωμής. Παράλληλα, η βελτιωμένη ορατότητα ζήτησης επιτρέπει ακριβέστερο προγραμματισμό ταμειακών ροών και στρατηγική αξιοποίηση του dynamic discounting.

Το ολοκληρωμένο σενάριο οδηγεί σε Cash Conversion Cycle 54 ημερών, έναντι 78 ημερών στο σενάριο αποκλειστικής εφαρμογής Demand Planning και 68 ημερών στο σενάριο αποκλειστικής εφαρμογής Supply Chain Finance. Η συνδυασμένη προσέγγιση αποδεικνύεται ότι απελευθερώνει επιπλέον 2,1 δισεκατομμύρια δολάρια κεφαλαίου κίνησης πέραν των μεμονωμένων επιδράσεων (Gong et al., 2022).

Τέλος, η χρονική διάσταση των μηχανισμών παρουσιάζει διαφοροποιημένη δυναμική. Οι βελτιώσεις στην ακρίβεια πρόβλεψης εκδηλώνονται σταδιακά, με εντονότερη επίδραση στα πρώτα δύο έτη εφαρμογής. Αντίθετα, τα εργαλεία Supply Chain Finance μπορούν να αποδώσουν ταχύτερα, καθώς η υλοποίησή τους δεν απαιτεί μακρά περίοδο οργανωσιακής μάθησης. Η πλήρης ωρίμανση και αλληλεπίδραση των δύο παρεμβάσεων οδηγεί στη μέγιστη ενίσχυση ρευστότητας κατά το τέταρτο έτος (Wuttke et al., 2019).

7.2 Σύγκριση με διεθνή βιβλιογραφία και πρακτικές

Τα ευρήματα της μελέτης περίπτωσης της Pfizer συγκλίνουν με τη διεθνή βιβλιογραφία που τεκμηριώνει θετική σχέση μεταξύ βελτίωσης της ακρίβειας πρόβλεψης και μείωσης του κεφαλαίου κίνησης στις φαρμακευτικές εφοδιαστικές αλυσίδες. Εμπειρικές μελέτες δείχνουν ότι η υιοθέτηση προηγμένων τεχνικών πρόβλεψης, βασισμένων σε μηχανική μάθηση και τεχνητή νοημοσύνη, οδηγεί σε βελτιώσεις ακρίβειας της τάξης του 10–20%. Οι βελτιώσεις αυτές αποδίδονται στην ενσωμάτωση πολυδιάστατων δεδομένων της εφοδιαστικής αλυσίδας, τα οποία παρέχουν ισχυρότερα και έγκαιρα σήματα ζήτησης σε σύγκριση με τις κλασικές προσεγγίσεις χρονοσειρών.

Ιδιαίτερα στον φαρμακευτικό κλάδο, όπου παρατηρείται αυξημένη πολυπλοκότητα προϊόντων και κανονιστική αβεβαιότητα, τα υβριδικά μοντέλα που συνδυάζουν στατιστικές μεθόδους και αλγορίθμους ML εμφανίζουν ανώτερη απόδοση. Υπό αυτό το πρίσμα, η μείωση του MAPE στην περίπτωση της Pfizer από 18–22% σε 12–15% — δηλαδή μέση σχετική βελτίωση περίπου 33% — τοποθετείται στο ανώτερο τμήμα του διεθνούς εύρους. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει ώριμες πρακτικές demand planning και αποτελεσματική αξιοποίηση δεδομένων από παραγωγή, διανομή και downstream κανάλια (Zhu et al., 2021).

Παράλληλα, η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η επιλογή δείκτη σφάλματος δεν είναι ουδέτερη. Το MAPE παρουσιάζει γνωστά μειονεκτήματα, όπως προβλήματα σε περιπτώσεις μηδενικής ζήτησης και ασυμμετρία στην αποτίμηση σφαλμάτων. Για τον λόγο αυτό προτείνονται εναλλακτικοί δείκτες, όπως το bounded relative error, το MASE και το sMAPE. Η καταλληλότητα κάθε μέτρου εξαρτάται από το επιχειρηματικό κριτήριο βελτιστοποίησης και από το αποδεκτό επίπεδο forecast bias (Tofallis, 2015· Chen et al., 2017· Kolassa, 2020· Koutsandreas et al., 2022).

Επιπλέον, η μείωση του MAPE δεν συνεπάγεται αυτόματα γραμμική μείωση της τυπικής απόκλισης της ζήτησης κατά το lead time, από την οποία προκύπτει το safety stock. Η σχέση αυτή διαμεσολαβείται από το επίπεδο ζήτησης, την κλίμακα και την ύπαρξη συστηματικού bias. Συνεπώς, η αξιολόγηση της πραγματικής επίδρασης στην αποθεματοποίηση απαιτεί ανάλυση πέραν μιας απλής μεταβολής του δείκτη σφάλματος.

Συμπληρωματικά, η προσέγγιση Forecast Value Added (FVA) αναγνωρίζεται ως το πλέον κατάλληλο πλαίσιο αξιολόγησης της διαδικασίας πρόβλεψης. Το FVA επιτρέπει τον εντοπισμό δραστηριοτήτων που προσθέτουν ή καταστρέφουν αξία στη ροή πρόβλεψης. Πρόσφατες εξελίξεις ενσωματώνουν τεχνολογίες generative AI για την αυτοματοποίηση της ανάλυσης και την ταχύτερη αναγνώριση μη αποδοτικών παρεμβάσεων (Baker, 2023· Sologubova, 2023· Stevens, 2024).

Η σύνδεση μεταξύ βελτιωμένης ακρίβειας πρόβλεψης και χαμηλότερων επιπέδων αποθεμάτων επιβεβαιώνεται και από τη βιβλιογραφία του inventory management. Προσεγγίσεις multi-echelon optimization επιτρέπουν τον στοχευμένο προσδιορισμό safety stocks ανά επίπεδο της εφοδιαστικής αλυσίδας, βάσει μεταβλητότητας ζήτησης και διαφοροποιημένων lead times. Τα μοντέλα αυτά λαμβάνουν υπόψη ακόμη και σενάρια διακοπών, επιτυγχάνοντας ελαχιστοποίηση δεσμευμένου κεφαλαίου χωρίς απώλεια διαθεσιμότητας.

Τα εύρη μείωσης αποθεμάτων που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία είναι συμβατά με τη θεωρητική μείωση περίπου 28% στα safety stocks βιολογικών προϊόντων όταν βελτιώνεται ουσιωδώς η ακρίβεια και υπάρχει real-time ορατότητα σε συνδυασμό με συνεργατικό προγραμματισμό (Ohmori et al., 2023· Hansen et al., 2023· Sazvar et al., 2022). Τα ευρήματα της μελέτης περίπτωσης ευθυγραμμίζονται με αυτή τη θεωρητική πρόβλεψη.

Τέλος, οι πρακτικές Supply Chain Finance της Pfizer ευθυγραμμίζονται με τη θεωρία του factoring και του reverse factoring, η οποία εξηγεί τη δημιουργία αξίας μέσω του spread μεταξύ του κόστους κεφαλαίου μεγάλων αγοραστών και μικρομεσαίων προμηθευτών. Η βιβλιογραφία καταδεικνύει ότι τα εργαλεία αυτά μειώνουν τον πιστωτικό κίνδυνο, ενισχύουν την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και συμβάλλουν στη βιωσιμότητα του χρηματοπιστωτικού οικοσυστήματος.

Επιπλέον, χαμηλότερος Cash Conversion Cycle συσχετίζεται εμπειρικά με ταχύτερη ανάκαμψη μετά από διαταραχές. Ως εκ τούτου, ο συνδυασμός προηγμένου demand planning

και Supply Chain Finance συνιστά συνεπή και θεωρητικά τεκμηριωμένη στρατηγική βελτιστοποίησης κεφαλαίου κίνησης σε φαρμακευτικά περιβάλλοντα υψηλής αβεβαιότητας (Kouvelis & Xu, 2021· Caniato et al., 2016· Wuttke et al., 2019· Lam et al., 2021· Munir et al., 2023· Bishal et al., 2023).

7.3 Επιχειρησιακές επιπτώσεις, ρίσκα και ανταγωνιστικότητα

Οι επιχειρησιακές επιπτώσεις των παρεμβάσεων Demand Planning (DP) και Supply Chain Finance (SCF) στην Pfizer εκτείνονται πέρα από τις άμεσες χρηματοοικονομικές βελτιώσεις. Επηρεάζουν ουσιαστικά τη στρατηγική ικανότητα της εταιρείας να ανταποκρίνεται ταχέως σε μεταβολές της ζήτησης. Στη φαρμακευτική βιομηχανία, όπου η έγκαιρη διαθεσιμότητα φαρμάκων επηρεάζει άμεσα τη φήμη και το μερίδιο αγοράς, η επιχειρησιακή ευελιξία συνιστά κρίσιμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα.

Η βελτιωμένη ακρίβεια πρόβλεψης μειώνει τις ελλείψεις φαρμάκων, αντιμετωπίζοντας μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις του κλάδου. Οι διακοπές προμήθειας έχουν άμεσες επιπτώσεις στη θεραπεία ασθενών και συχνά ενεργοποιούν ρυθμιστικό έλεγχο από αρχές δημόσιας υγείας, οι οποίες απαιτούν τεκμηριωμένα σχέδια αντιμετώπισης ελλείψεων. Η διατήρηση service levels άνω του 97%, όπως επιτεύχθηκε μέσω της ολοκληρωμένης στρατηγικής DP-SCF, ενισχύει τη φήμη της Pfizer ως αξιόπιστου προμηθευτή και διαφοροποιεί την εταιρεία από ανταγωνιστές που αντιμετωπίζουν συχνότερα προβλήματα διαθεσιμότητας (Adak, 2024· Tucker & Daskin, 2022).

Η στρατηγική βελτιστοποίηση της φαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας προϋποθέτει ισορροπία μεταξύ αντικρουόμενων στόχων. Από τη μία πλευρά, επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση κόστους παραγωγής και διανομής. Από την άλλη, απαιτείται μεγιστοποίηση ευελιξίας και ταχείας ανταπόκρισης σε απρόβλεπτα γεγονότα. Ο προγραμματισμός πριν την εισαγωγή νέου προϊόντος δημιουργεί χαρακτηριστικό trade-off μεταξύ time-to-market και κινδύνου υπερπαραγωγής όταν η πραγματική ζήτηση αποκλίνει από τις αρχικές προβλέψεις (Shah, 2004· Papageorgiou et al., 2001).

Η απελευθέρωση κεφαλαίου κίνησης μέσω μειωμένων αποθεμάτων και βελτιωμένου Cash Conversion Cycle ενισχύει περαιτέρω τη στρατηγική ευελιξία. Τα διαθέσιμα κεφάλαια μπορούν να επανακατευθυνθούν σε έρευνα και ανάπτυξη νέων θεραπειών, ιδιαίτερα σε θεραπευτικές κατηγορίες υψηλής ανάπτυξης όπως η ογκολογία και τα βιοφαρμακευτικά

προϊόντα. Οι κατηγορίες αυτές απαιτούν εκτεταμένη κλινική τεκμηρίωση και σημαντικές επενδύσεις πριν τη ρυθμιστική έγκριση. Επιπλέον, η βελτιωμένη ορατότητα στην εφοδιαστική αλυσίδα επιτρέπει ταχύτερο εντοπισμό και επίλυση προβλημάτων ποιότητας, μειώνοντας τον κίνδυνο product recalls με σημαντικό οικονομικό και φήμης κόστος (Hansen & Grunow, 2015).

Ωστόσο, οι παρεμβάσεις DP-SCF εισάγουν νέα λειτουργικά ρίσκα που απαιτούν συστηματική διαχείριση. Τα pharmaceutical supply chain risks περιλαμβάνουν διακοπές από φυσικές καταστροφές, αποτυχίες συμμόρφωσης με Good Manufacturing Practices που οδηγούν σε απορρίψεις παρτίδων, καθώς και χρηματοοικονομική αστάθεια προμηθευτών που μπορεί να διακόψει την προμήθεια κρίσιμων πρώτων υλών (Jaberidoost et al., 2013).

Η αυξημένη εξάρτηση από προηγμένα πληροφοριακά συστήματα δημιουργεί επιπλέον κινδύνους κυβερνοασφάλειας. Τα δεδομένα πρόβλεψης και οι χρηματοοικονομικές συναλλαγές αποτελούν ελκυστικό στόχο κακόβουλων επιθέσεων, με πιθανές επιπτώσεις στη λειτουργική συνέχεια και στη διαρροή εμπορικά ευαίσθητων πληροφοριών. Παράλληλα, τα προγράμματα SCF ενέχουν counterparty risk. Η αδυναμία χρηματοπιστωτικών ιδρυμάτων που παρέχουν reverse factoring να εκπληρώσουν τις υποχρεώσεις τους θα μπορούσε να διακόψει την προμήθεια, ανεξαρτήτως της πιστοληπτικής ικανότητας της Pfizer. Η διασπορά συνεργασιών σε πολλούς χρηματοπιστωτικούς εταίρους και η διατήρηση εναλλακτικών μηχανισμών χρηματοδότησης αποτελούν κρίσιμα μέτρα μετριασμού κινδύνου.

Σε αυτό το πλαίσιο, η ενσωμάτωση τεχνολογιών blockchain και distributed ledger systems στα προγράμματα SCF αναδύεται ως πρακτική ενίσχυσης διαφάνειας και ασφάλειας συναλλαγών. Τα smart contracts επιτρέπουν αυτοματοποιημένη εκτέλεση πληρωμών, μειώνοντας την εξάρτηση από κεντρικούς διαμεσολαβητές και επιταχύνοντας την εκκαθάριση.

Παράλληλα, στρατηγικές ενίσχυσης pharmaceutical resilience περιλαμβάνουν ανάπτυξη πολλαπλών πηγών προμήθειας, γεωγραφική διασπορά στρατηγικών αποθεμάτων ασφαλείας και επενδύσεις σε εναλλακτικές τεχνολογίες παραγωγής που μειώνουν τους χρόνους ανεφοδιασμού. Οι πρακτικές αυτές ενισχύουν την ικανότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας να αντέχει και να ανακάμπτει από διακοπές χωρίς να επηρεάζεται η διαθεσιμότητα προϊόντων προς τους ασθενείς.

Συνολικά, η επίδραση των παρεμβάσεων DP-SCF στην ανταγωνιστικότητα της Pfizer εκδηλώνεται σε τρία επίπεδα: βελτιωμένη operational excellence, ενισχυμένη χρηματοοικονομική ευελιξία και ισχυροποιημένη φήμη αξιοπιστίας. Η ολοκληρωμένη διαχείριση κεφαλαίου κίνησης μετατρέπεται έτσι σε στρατηγική ικανότητα που δημιουργεί βιώσιμο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε ένα περιβάλλον υψηλής αβεβαιότητας, όπου η αποτελεσματικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας διαφοροποιεί τους market leaders από τους followers (Gong et al., 2022· Kumar & Nikolopoulos, 2025).

7.4 Περιορισμοί και μελλοντική έρευνα

Η παρούσα μελέτη υπόκειται σε σημαντικούς περιορισμούς που απορρέουν από τη μεθοδολογική επιλογή της μελέτης περίπτωσης (case study). Η συγκεκριμένη προσέγγιση επιτρέπει εις βάθος ανάλυση, αλλά περιορίζει τη δυνατότητα πλήρους αιτιώδους απομόνωσης των εξεταζόμενων παρεμβάσεων. Συγκεκριμένα, δεν είναι εφικτή η πλήρης διάκριση της επίδρασης των παρεμβάσεων Demand Planning (DP) και Supply Chain Finance (SCF) από άλλες εταιρικές πρωτοβουλίες και εξωγενείς παράγοντες που έδρασαν ταυτόχρονα κατά την περίοδο 2020–2024.

Καθοριστικός εξωγενής παράγοντας υπήρξε η πανδημία COVID-19. Η κορύφωση της ζήτησης για το εμβόλιο Comirnaty το 2021–2022 οδήγησε σε πωλήσεις ύψους 36,78 δισεκατομμυρίων δολαρίων και απαίτησε ταχεία αύξηση παραγωγικής χωρητικότητας. Οι σχετικές επενδύσεις επηρέασαν ουσιωδώς δείκτες όπως το Inventory Turnover και το Cash Conversion Cycle. Ως εκ τούτου, μέρος των παρατηρούμενων μεταβολών δεν μπορεί να αποδοθεί αποκλειστικά σε βελτιώσεις forecasting ή σε παρεμβάσεις κεφαλαίου κίνησης.

Επιπλέον, η εξαγορά της Seagen, η οποία ολοκληρώθηκε στις 14 Δεκεμβρίου 2023 έναντι περίπου 43 δισεκατομμυρίων δολαρίων, μετασχημάτισε το χαρτοφυλάκιο προϊόντων της εταιρείας. Η ενσωμάτωση νέων γραμμών antibody-drug conjugates μεταβάλλει τη διάρθρωση αποθεμάτων και το προϊόντικό μίγμα, καθιστώντας δυσχερή τη σύγκριση “πριν–μετά” παρεμβάσεων. Συνεπώς, η απόδοση όλων των βελτιώσεων αποκλειστικά στις στρατηγικές DP-SCF ενδέχεται να υπεραπλουστεύει μια σύνθετη δυναμική αλληλεπίδρασης πολλαπλών πρωτοβουλιών (Park, 2025).

Ένας επιπλέον περιορισμός αφορά τη χρήση δημόσια διαθέσιμων δεδομένων. Τα δεδομένα αυτά δεν παρέχουν επαρκή ανάλυση σε επίπεδο προϊόντικής γραμμής ή γεωγραφικής

μονάδας. Ως αποτέλεσμα, δεν είναι δυνατή η αξιολόγηση διαφοροποιήσεων μεταξύ θεραπευτικών κατηγοριών που ενδέχεται να παρουσιάζουν διαφορετικά πρότυπα ζήτησης και απαιτήσεις αποθεματοποίησης. Παράλληλα, η χρονική περίοδος 2020–2024 περιλαμβάνει έντονη διαταραχή αγοράς, δημιουργώντας structural break που περιορίζει την αξιοπιστία των baseline υπολογισμών και δυσχεραίνει τη γενίκευση των τάσεων σε μελλοντικά περιβάλλοντα (Pfizer Inc., 2024).

Η εξωτερική εγκυρότητα της μελέτης είναι επίσης περιορισμένη. Η Pfizer αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους φαρμακευτικούς οργανισμούς παγκοσμίως, με ετήσια έσοδα περίπου 63,6 δισεκατομμυρίων δολαρίων και ισχυρή πιστοληπτική αξιολόγηση investment-grade. Τα χαρακτηριστικά αυτά επιτρέπουν πρόσβαση σε χαμηλού κόστους χρηματοδότηση και προηγμένες τεχνολογικές υποδομές, οι οποίες ενδέχεται να μην είναι διαθέσιμες σε μικρότερες επιχειρήσεις. Συνεπώς, τα ευρήματα δεν μπορούν να γενικευθούν χωρίς προσαρμογή στο μέγεθος και στους πόρους άλλων οργανισμών.

Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να υιοθετήσει longitudinal σχεδιασμό, παρακολουθώντας δείκτες κεφαλαίου κίνησης σε μεγαλύτερο χρονικό ορίζοντα. Μια τέτοια προσέγγιση θα επέτρεπε την αξιολόγηση της βιωσιμότητας των βελτιώσεων και τον εντοπισμό πιθανών rebound effects, όπου αρχικά οφέλη ενδέχεται να διαβρωθούν λόγω οργανωσιακής αδράνειας ή μεταβολών της αγοράς.

Παράλληλα, comparative studies που εξετάζουν την εφαρμογή παρόμοιων παρεμβάσεων σε φαρμακευτικές εταιρείες διαφορετικού μεγέθους και γεωγραφικής εστίασης θα μπορούσαν να αναδείξουν κρίσιμους contingency factors. Η σύγκριση αυτή θα συνέβαλε στην ανάπτυξη πιο εξειδικευμένων συστάσεων, προσαρμοσμένων στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε οργανισμού.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εστίαση σε επιμέρους θεραπευτικές κατηγορίες. Για παράδειγμα, τα χρόνια φάρμακα χαρακτηρίζονται από σχετικά προβλέψιμη ζήτηση, ενώ οι ογκολογικές θεραπείες παρουσιάζουν υψηλή μεταβλητότητα λόγω ρυθμιστικών εγκρίσεων και ανταγωνιστικών εισόδων. Η ανάλυση αυτών των διαφορών θα μπορούσε να οδηγήσει σε κατηγορία-ειδικές βέλτιστες πρακτικές.

Επιπλέον, η διερεύνηση του ρόλου αναδύομενων τεχνολογιών συνιστά σημαντικό πεδίο έρευνας. Η αξιοποίηση blockchain μπορεί να ενισχύσει τη διαφάνεια και την ασφάλεια των SCF συναλλαγών, ενώ οι εφαρμογές generative AI δύνανται να αυτοματοποιήσουν την

ανάλυση Forecast Value Added και να παράγουν actionable insights σε πραγματικό χρόνο (Nguyen et al., 2022· Shen et al., 2024).

Τέλος, η ενσωμάτωση sustainability metrics και πρακτικών circular economy στη διαχείριση φαρμακευτικών εφοδιαστικών αλυσίδων αποτελεί κρίσιμη ερευνητική κατεύθυνση. Η αυξανόμενη πίεση για περιβαλλοντική υπευθυνότητα και αποδοτική χρήση πόρων επηρεάζει τόσο τις επενδυτικές αποφάσεις όσο και τη μακροπρόθεσμη εταιρική φήμη στη βιοφαρμακευτική βιομηχανία (Cedolin & Bal, 2025).

8 Στρατηγικές Εφαρμογές και Οδικός Χάρτης

8.1 Σχεδιασμός IBP και διακυβέρνηση αποφάσεων

Το πλαίσιο Integrated Business Planning (IBP) στη Pfizer συνιστά εξελικτική μορφή του παραδοσιακού Sales and Operations Planning (S&OP), επεκτείνοντας το πεδίο του πέρα από τον λειτουργικό συντονισμό. Σε αντίθεση με το κλασικό S&OP, το IBP ενσωματώνει στρατηγικό, χρηματοοικονομικό και επιχειρησιακό σχεδιασμό σε μία ενιαία και δομημένη διαδικασία. Η διαδικασία αυτή συνδέει την ανώτατη διοίκηση με τις λειτουργικές μονάδες μέσω μηνιαίου κύκλου λήψης αποφάσεων, δημιουργώντας συνεχή ευθυγράμμιση μεταξύ στρατηγικής κατεύθυνσης και εκτελεστικής εφαρμογής.

Ο χρονικός ορίζοντας του IBP εκτείνεται από δεκαοκτώ έως τριάντα έξι μήνες, επιτρέποντας τη γεφύρωση μεταξύ βραχυπρόθεσμων επιχειρησιακών ενεργειών και μακροπρόθεσμων στρατηγικών επιλογών. Η δομή του πλαισίου οργανώνεται σε πέντε διακριτά στάδια αναθεώρησης. Το portfolio review εξετάζει την πρόοδο των προϊόντων στο αναπτυξιακό pipeline και αξιολογεί την ετοιμότητα για εμπορική εκτόξευση. Το demand review διαμορφώνει συναινετική πρόβλεψη, συνδυάζοντας στατιστικές εκτιμήσεις με εμπορική κρίση και πληροφορίες ρυθμιστικού περιβάλλοντος. Στο supply review βελτιστοποιείται η κατανομή παραγωγικής χωρητικότητας και αποθεμάτων ώστε να καλυφθεί η προβλεπόμενη ζήτηση εντός κοστολογικών και κανονιστικών περιορισμών. Το financial review μετατρέπει τις επιχειρησιακές προβλέψεις σε προβολές εσόδων, κόστους και κερδοφορίας, επιτρέποντας την έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων έναντι προϋπολογισμού. Η διαδικασία ολοκληρώνεται με το management business review, όπου η ανώτατη διοίκηση επικυρώνει το ολοκληρωμένο σχέδιο και λαμβάνει στρατηγικές αποφάσεις σχετικά με επενδύσεις, κατανομή πόρων και διαχείριση χαρτοφυλακίου (Giannetto, 2023).

Η διακυβέρνηση αποφάσεων εντός του IBP οργανώνεται μέσω διεπιστημονικής επιτροπής που συγκεντρώνει εκπροσώπους από demand planning, supply planning, εμπορική στρατηγική, χρηματοοικονομική διοίκηση, ρυθμιστικές υποθέσεις και ανώτατη διοίκηση. Η ιεραρχική δομή συναντήσεων επιτρέπει τη σταδιακή επεξεργασία θεμάτων ανάλογα με τη σημασία και τον αντίκτυπό τους. Τακτικές αποφάσεις, όπως η προσαρμογή επιπέδων αποθεμάτων ασφαλείας για συγκεκριμένες γραμμές προϊόντων, λαμβάνονται σε λειτουργικό επίπεδο από στελέχη με τεχνική εξειδίκευση και πρόσβαση σε πραγματικού χρόνου δεδομένα. Αντίθετα, στρατηγικές αποφάσεις, όπως η έγκριση κεφαλαιουχικών επενδύσεων για επέκταση παραγωγικής δυναμικότητας ή η είσοδος σε νέες θεραπευτικές κατηγορίες, κλιμακώνονται προς την ανώτατη διοίκηση, η οποία αξιολογεί τη συνολική ευθυγράμμιση με την εταιρική στρατηγική και τις χρηματοδοτικές δυνατότητες. Η κατανομή αυτή διασφαλίζει ότι η εξουσία λήψης αποφάσεων αποδίδεται στο κατάλληλο οργανωσιακό επίπεδο (Vaidya, 2025).

Οι μηχανισμοί συντονισμού εντός του IBP βασίζονται σε δομημένα πρωτόκολλα επικοινωνίας και σε ψηφιοποιημένη πλατφόρμα που λειτουργεί ως ενιαία πηγή πληροφόρησης. Όλοι οι συμμετέχοντες έχουν πρόσβαση στα ίδια δεδομένα ζήτησης, προσφοράς, αποθεμάτων και χρηματοοικονομικών προβολών, γεγονός που περιορίζει τις ασυνέπειες και τις αντικρουόμενες ερμηνείες που συχνά χαρακτηρίζουν κατακερματισμένα συστήματα. Παράλληλα, έχουν θεσπιστεί σαφή μονοπάτια κλιμάκωσης για την επίλυση διαφωνιών μεταξύ λειτουργιών. Όταν, για παράδειγμα, το εμπορικό τμήμα επιδιώκει υψηλότερα αποθέματα για τη διασφάλιση διαθεσιμότητας και το χρηματοοικονομικό τμήμα στοχεύει στη μείωση δεσμευμένου κεφαλαίου, η τελική απόφαση λαμβάνεται σε ανώτερο επίπεδο με γνώμονα τη συνολική στρατηγική προτεραιότητα. Με αυτόν τον τρόπο, το IBP μετατρέπεται σε μηχανισμό συλλογικής ευθύνης και αποτρέπει τη μονομερή βελτιστοποίηση επιμέρους δεικτών εις βάρος του συνολικού αποτελέσματος (Lindahl et al., 2022).

Η μέτρηση απόδοσης του IBP πραγματοποιείται μέσω συστήματος ισορροπημένων δεικτών που αξιολογούν τόσο τη λειτουργία της διαδικασίας όσο και τα επιχειρησιακά αποτελέσματα. Η ποιότητα της διαδικασίας αποτιμάται με βάση την έγκαιρη ολοκλήρωση των σταδίων αναθεώρησης, τη συστηματική συμμετοχή βασικών στελεχών και την αποτελεσματική αξιοποίηση της ενιαίας πλατφόρμας δεδομένων. Παράλληλα, τα αποτελέσματα αξιολογούνται μέσω δεικτών όπως η ακρίβεια των συναινετικών προβλέψεων ζήτησης, το επίπεδο επίτευξης στόχων διαθεσιμότητας, η συμμόρφωση με

προϋπολογισμό εσόδων και κερδοφορίας, καθώς και η ταχύτητα αντίδρασης σε απροσδόκητες διαταραχές. Η συνεχής παρακολούθηση των δεικτών αυτών επιτρέπει τη σταδιακή ωρίμανση του IBP από τυπική διαδικασία συντονισμού σε στρατηγικό εργαλείο διοίκησης που παράγει μετρήσιμη αξία για τον οργανισμό (Kumar & Nikolopoulos, 2025).

8.2 Data strategy, ποιότητα δεδομένων και KPIs

Η στρατηγική δεδομένων της Pfizer αποτελεί κεντρικό πυλώνα της διαδικασίας Integrated Business Planning (IBP). Η ανάπτυξη ενιαίας πλατφόρμας Master Data Management (MDM) επιτρέπει την ενοποίηση ετερογενών πηγών πληροφόρησης από τη ζήτηση, τα αποθέματα και τη χρηματοοικονομική διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Με αυτόν τον τρόπο περιορίζεται ο κατακερματισμός δεδομένων, ο οποίος συχνά οδηγεί σε ασυνεπείς ή αντικρουόμενες αποφάσεις μεταξύ λειτουργιών.

Η δημιουργία single source of truth ενισχύει τη διαφάνεια και τη λογοδοσία, καθώς όλες οι μονάδες βασίζονται στα ίδια επικυρωμένα δεδομένα. Η προσέγγιση αυτή βελτιώνει την ακρίβεια προβλέψεων και περιορίζει τα λειτουργικά κόστη που απορρέουν από διορθωτικές παρεμβάσεις ή λανθασμένο σχεδιασμό (Hansen et al., 2023).

Παράλληλα, η υιοθέτηση cloud-based υποδομών επιτρέπει άμεση πρόσβαση σε real-time δεδομένα από παγκόσμια δίκτυα προμηθευτών και διανομέων. Η ενσωμάτωση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για την ανάλυση ιστορικών πωλήσεων, εποχικών προτύπων και ρυθμιστικών μεταβολών ενισχύει την ποιότητα των προβλέψεων. Κατά συνέπεια, τα δεδομένα μετατρέπονται από παθητικό αποθετήριο πληροφοριών σε ενεργό εργαλείο στρατηγικής διοίκησης, υποστηρίζοντας συνεχή βελτίωση μέσω στοχευμένων τεχνολογικών επενδύσεων (Nguyen et al., 2022).

Η διασφάλιση ποιότητας δεδομένων αποτελεί κρίσιμο στοιχείο της στρατηγικής. Εφαρμόζεται συστηματικό πλαίσιο ελέγχων σε όλα τα στάδια συλλογής και επεξεργασίας. Αυτοματοποιημένοι μηχανισμοί επικύρωσης εντοπίζουν ελλειπείς καταχωρήσεις, διπλότυπες εγγραφές και ασυνέπειες πριν την ενσωμάτωση στα αναλυτικά συστήματα.

Η τακτική ανάλυση data profiling επιτρέπει τον εντοπισμό δομικών σφαλμάτων που προκύπτουν από διαφορετικές μορφές εισαγωγής δεδομένων ή από εξωτερικούς εταίρους. Η διατήρηση προτύπων completeness και accuracy κάτω από 0,5% για κρίσιμα πεδία —

όπως ποσότητες και ημερομηνίες — ενισχύει την εμπιστοσύνη στα συστήματα πρόβλεψης και περιορίζει τον κίνδυνο λειτουργικών αποκλίσεων (Pedroso & Nakano, 2009).

Η διακυβέρνηση δεδομένων οργανώνεται μέσω σαφούς κατανομής ρόλων. Οι data owners και data stewards φέρουν ευθύνη για την καθημερινή συντήρηση και ακρίβεια των δεδομένων. Παράλληλα, ένα data governance council επιλύει συγκρούσεις προτεραιοτήτων μεταξύ τμημάτων και διασφαλίζει τη συνεπή εφαρμογή πολιτικών. Η εφαρμογή πρωτοκόλλων ασφάλειας προστατεύει ευαίσθητες πληροφορίες και μειώνει κινδύνους παραβίασης. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει τη λογοδοσία και επιτρέπει προσαρμοστικές βελτιώσεις ανάλογα με τις εξελισσόμενες ανάγκες της εφοδιαστικής αλυσίδας (Baker, 2023).

Η αποδοτικότητα της στρατηγικής δεδομένων παρακολουθείται μέσω δεικτών που συνδέουν την ποιότητα πληροφόρησης με επιχειρησιακά αποτελέσματα. Το Weighted MAPE αξιολογεί την ακρίβεια προβλέψεων λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική οικονομική σημασία κάθε προϊόντος. Παράλληλα, το data quality score αποτυπώνει το ποσοστό σφαλμάτων στα master data και επιτρέπει την παρακολούθηση βελτιώσεων με την πάροδο του χρόνου (Zhu et al., 2021).

Η σύνδεση των δεικτών ποιότητας με λειτουργικά αποτελέσματα αποτυπώνεται μέσω του Inventory Turnover, ο οποίος αντανακλά την ταχύτητα κυκλοφορίας αποθεμάτων. Επιπλέον, το Cash Conversion Cycle λειτουργεί ως ολοκληρωτικός δείκτης που καταγράφει τη συνολική επίδραση της στρατηγικής δεδομένων στη ρευστότητα.

Η αξιολόγηση συμπληρώνεται από το SCF adoption rate, το οποίο μετρά τη συμμετοχή προμηθευτών στα προγράμματα χρηματοδότησης, καθώς και από την ανάλυση forecast bias για την αποκάλυψη συστηματικών αποκλίσεων. Η συστηματική παρακολούθηση των δεικτών αυτών ενισχύει τη λογοδοσία, υποστηρίζει τη συνεχή βελτίωση και διασφαλίζει ευθυγράμμιση με τους στρατηγικούς στόχους του οργανισμού (Siddiqui et al., 2022).

8.3 Επιλογή και υλοποίηση εργαλείων SCF με κριτήρια ρίσκου/κόστους

Η επιλογή εργαλείων Supply Chain Finance (SCF) στη Pfizer βασίζεται πρωτίστως σε κριτήρια διαχείρισης κινδύνου. Η εταιρεία προτεραιοποιεί την αποφυγή πιστωτικών απωλειών και λειτουργικών διακοπών, ιδίως σε ένα περιβάλλον όπου η σταθερότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιχειρησιακής συνέχειας. Η

αξιολόγηση του πιστωτικού προφίλ προμηθευτών πραγματοποιείται μέσω εσωτερικών scoring models, τα οποία εντοπίζουν συνεργάτες αυξημένου κινδύνου βάσει πιστοληπτικής ικανότητας και ιστορικού πληρωμών.

Η προτίμηση εργαλείων όπως το reverse factoring επιτρέπει τη μεταφορά του πιστωτικού κινδύνου σε τραπεζικούς εταίρους. Με τον τρόπο αυτό, η εταιρεία διασφαλίζει τη ρευστότητα των προμηθευτών χωρίς να επιβαρύνεται άμεσα με αυξημένη έκθεση. Παράλληλα, το dynamic discounting εφαρμόζεται επιλεκτικά, περιορίζοντας την έκθεση σε μη εξασφαλισμένες συναλλαγές και ενισχύοντας τη σταθερότητα του οικοσυστήματος προμηθευτών (Kouvelis & Xu, 2021).

Πέραν του πιστωτικού κινδύνου, εξετάζεται και ο λειτουργικός κίνδυνος των επιλεγμένων εργαλείων. Η ανάλυση operational risk λαμβάνει υπόψη εξωτερικούς παράγοντες, όπως γεωπολιτικές εντάσεις ή διαταραχές εφοδιασμού, που ενδέχεται να επηρεάσουν την αποτελεσματικότητα των χρηματοδοτικών μηχανισμών. Η επιλογή εδραιωμένων ψηφιακών πλατφορμών, όπως η Taulia, μειώνει τον τεχνολογικό κίνδυνο και περιορίζει πιθανές αστοχίες συστημάτων. Η συστηματική αξιολόγηση αυτών των παραγόντων οδηγεί σε στοχευμένη υλοποίηση, διασφαλίζοντας λειτουργική συνέχεια και ενισχύοντας τη λογοδοσία μέσω τακτικών ελέγχων.

Το κόστος συνιστά δεύτερο βασικό κριτήριο επιλογής εργαλείων SCF. Η σύγκριση επιτοκιακών spreads και διοικητικών τελών μεταξύ εναλλακτικών λύσεων επιτρέπει τον προσδιορισμό του χαμηλότερου weighted average cost of capital. Η αξιοποίηση reverse factoring με επιτόκια διαμορφωμένα σε SOFR συν 35–75 μονάδες βάσης αποδεικνύεται συχνά οικονομικότερη σε σχέση με παραδοσιακές μορφές δανεισμού.

Παράλληλα, το dynamic discounting δύναται να αποδώσει ετησιοποιημένο ROI άνω του 20%, όταν εφαρμόζεται στρατηγικά σε περιόδους πλεονάζουσας ρευστότητας. Η ανάλυση κόστους-οφέλους ενσωματώνει όχι μόνο χρηματοοικονομικές παραμέτρους αλλά και λειτουργικά κόστη υλοποίησης, όπως τεχνολογικές αναβαθμίσεις και εκπαίδευση προσωπικού. Η επιλογή μοντέλων SaaS περιορίζει τα αρχικά κεφαλαιουχικά έξοδα και επιτρέπει μεγαλύτερη ευελιξία. Μέσω αυτής της ολιστικής αξιολόγησης επιτυγχάνεται μεγιστοποίηση απόδοσης χωρίς υπερβολική ανάληψη ρίσκου.

Η υλοποίηση των επιλεγμένων εργαλείων SCF πραγματοποιείται σε διαδοχικές φάσεις, ώστε να εξισορροπείται το ρίσκο με το κόστος. Αρχικά εφαρμόζεται πιλοτική φάση σε

επιλεγμένους προμηθευτές, με στόχο τη δοκιμή της λειτουργικότητας και την αξιολόγηση πιθανών τεχνικών ή διαδικαστικών προβλημάτων. Στη συνέχεια, η σταδιακή ενσωμάτωση με τα ERP συστήματα μειώνει τον κίνδυνο διακοπών στη λειτουργία.

Η παρακολούθηση της προόδου βασίζεται σε δείκτες όπως το adoption rate, το οποίο αποτυπώνει τον βαθμό συμμετοχής προμηθευτών στα προγράμματα SCF. Η συστηματική αξιολόγηση διασφαλίζει ομαλή μετάβαση και επιτρέπει διορθωτικές παρεμβάσεις. Μετά την πλήρη εφαρμογή, πραγματοποιείται post-implementation ανάλυση κινδύνου και κόστους, λαμβάνοντας υπόψη μεταβολές του εξωτερικού περιβάλλοντος. Η χρήση scenario modeling επιτρέπει την πρόβλεψη επιπτώσεων στο working capital και την επαναξιολόγηση του ROI, διασφαλίζοντας βιωσιμότητα της στρατηγικής (Wuttke et al., 2019).

Η τελική επιλογή εργαλείων SCF καθοδηγείται από την ανάγκη ισορροπίας μεταξύ ρίσκου και κόστους. Το reverse factoring προτιμάται για κρίσιμους ή στρατηγικούς προμηθευτές, όπου η διασφάλιση σταθερότητας υπερτερεί της επιδίωξης μέγιστης απόδοσης. Αντίθετα, το dynamic discounting εφαρμόζεται κυρίως σε συνεργάτες χαμηλότερου κινδύνου, επιτρέποντας υψηλότερη αποδοτικότητα κεφαλαίου.

Η συνδυαστική χρήση των δύο εργαλείων δημιουργεί ένα υβριδικό μοντέλο που βελτιστοποιεί το συνολικό προφίλ ρίσκου-απόδοσης. Μέσω διαφανούς reporting και συνεχούς αξιολόγησης, η στρατηγική προσαρμόζεται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες αγοράς. Κατ' αυτόν τον τρόπο, τα θεωρητικά κριτήρια μετατρέπονται σε πρακτικές δράσεις που ενισχύουν τη χρηματοοικονομική ευελιξία και τη σταθερότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Gelsomino et al., 2019).

8.4 Διαχείριση αλλαγής και ανάπτυξη ικανοτήτων

Η εφαρμογή προηγμένων συστημάτων Demand Planning και Supply Chain Finance στην Pfizer προϋποθέτει δομημένη στρατηγική διαχείρισης αλλαγής. Η μετάβαση από παραδοσιακές, αποσπασματικές διαδικασίες σε ψηφιοποιημένα και ενοποιημένα συστήματα συχνά συνοδεύεται από οργανωσιακή αντίσταση. Η διάγνωση των βασικών εμποδίων, όπως η περιορισμένη εξοικείωση με νέα εργαλεία ή ο φόβος απώλειας αυτονομίας στη λήψη αποφάσεων, επιτρέπει τον εντοπισμό κρίσιμων σημείων παρέμβασης.

Η υλοποίηση ακολουθεί σταδιακή προσέγγιση, ξεκινώντας με πιλοτικά προγράμματα σε επιλεγμένες γεωγραφικές ή λειτουργικές μονάδες. Η τακτική αυτή μειώνει τον κίνδυνο

εκτεταμένης αποτυχίας και επιτρέπει τη συλλογή εμπειρικών ενδείξεων πριν από την πλήρη κλιμάκωση. Τα αποδεδειγμένα αποτελέσματα των πιλοτικών φάσεων λειτουργούν ως μηχανισμός ενίσχυσης εμπιστοσύνης, διευκολύνοντας την ευρύτερη αποδοχή των νέων συστημάτων (Hansen et al., 2023).

Η δημιουργία διατμηματικών ομάδων αλλαγής ενισχύει περαιτέρω τη διαδικασία μετάβασης. Η συμμετοχή demand planners, supply chain managers και χρηματοοικονομικών αναλυτών διασφαλίζει ότι οι νέες διαδικασίες σχεδιάζονται με βάση τις πραγματικές ανάγκες κάθε λειτουργίας. Η συμμετοχική αυτή προσέγγιση ενισχύει το αίσθημα ιδιοκτησίας των πρωτοβουλιών και προάγει τη λογοδοσία σε όλα τα οργανωσιακά επίπεδα.

Η επιτυχία της αλλαγής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ανάπτυξη κατάλληλων ικανοτήτων. Η Pfizer επενδύει σε στοχευμένα προγράμματα εκπαίδευσης που καλύπτουν τόσο τεχνικές όσο και αναλυτικές δεξιότητες. Οι τεχνικές δεξιότητες περιλαμβάνουν τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για πρόβλεψη ζήτησης και τη διαχείριση πλατφορμών reverse factoring. Παράλληλα, ενισχύονται οι ικανότητες ερμηνείας βασικών δεικτών, όπως το MAPE και το Cash Conversion Cycle, ώστε τα στελέχη να μετατρέπουν τα δεδομένα σε επιχειρησιακές αποφάσεις (Merkuryeva et al., 2019).

Η δημιουργία εσωτερικών κέντρων αριστείας για Demand Planning και SCF παρέχει συνεχή τεχνική υποστήριξη και καθοδήγηση. Τα κέντρα αυτά λειτουργούν ως κόμβοι διάχυσης γνώσης και επιταχύνουν την οργανωσιακή μάθηση. Η ανταλλαγή βέλτιστων πρακτικών μεταξύ μονάδων, μέσω workshops και communities of practice, ενισχύει τη διαφάνεια και καλλιεργεί κουλτούρα συνεργασίας.

Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των πρωτοβουλιών διαχείρισης αλλαγής βασίζεται σε δείκτες που συνδέουν την οργανωσιακή ετοιμότητα με μετρήσιμα αποτελέσματα. Το adoption rate των νέων συστημάτων αποτυπώνει τον βαθμό ενσωμάτωσης στις καθημερινές πρακτικές και αναδεικνύει περιοχές που απαιτούν πρόσθετη υποστήριξη. Παράλληλα, τακτικές έρευνες ικανοποίησης χρηστών επιτρέπουν τον εντοπισμό εμποδίων ή δυσλειτουργιών που επιμένουν.

Η συστηματική παρακολούθηση των δεικτών αυτών καθοδηγεί διορθωτικές παρεμβάσεις και ενισχύει τη βιωσιμότητα της αλλαγής (Wuttke et al., 2019). Η ολοκληρωμένη προσέγγιση, η οποία συνδυάζει τεχνική εκπαίδευση, οργανωσιακή υποστήριξη και συνεχή

αξιολόγηση, μετατρέπει την αρχική αντίσταση σε συλλογική δέσμευση. Παράλληλα, η διαρκής ανάπτυξη ικανοτήτων επιτρέπει στον οργανισμό να προσαρμόζεται στις εξελισσόμενες απαιτήσεις της φαρμακευτικής εφοδιαστικής αλυσίδας.

Συνεπώς, η διαχείριση αλλαγής δεν περιορίζεται σε φάση υλοποίησης, αλλά εξελίσσεται σε στρατηγική ικανότητα που ενισχύει τη μακροπρόθεσμη επιχειρησιακή ανθεκτικότητα και την αξιοποίηση τεχνολογικών επενδύσεων μέσω ανθρώπινου κεφαλαίου.

8.5 Συμμόρφωση και εσωτερικοί έλεγχοι

Η συμμόρφωση με ρυθμιστικές απαιτήσεις αποτελεί θεμελιώδη διάσταση της εφαρμογής προγραμμάτων Supply Chain Finance (SCF) και Demand Planning (DP) στην Pfizer. Η τήρηση κανονιστικών πλαισίων, όπως ο GDPR για την προστασία προσωπικών δεδομένων και ο Sarbanes–Oxley Act (SOX) για την εσωτερική χρηματοοικονομική λογοδοσία, διασφαλίζει ότι οι ψηφιακές πλατφόρμες διαχειρίζονται ευαίσθητες πληροφορίες προμηθευτών και οικονομικών συναλλαγών χωρίς παραβιάσεις.

Παράλληλα, η ενσωμάτωση κανονιστικών ελέγχων στις διαδικασίες πρόβλεψης ζήτησης μειώνει τον κίνδυνο κυρώσεων από εποπτικές αρχές, όπως η FDA και ο EMA, ιδίως σε περιβάλλον αυξημένων απαιτήσεων ιχνηλασιμότητας και διαθεσιμότητας φαρμάκων. Η συστηματική αναγνώριση πιθανών ρυθμιστικών κενών οδηγεί σε στοχευμένες παρεμβάσεις, ενισχύοντας τη νομιμότητα και τη διαφάνεια σε όλη την εφοδιαστική αλυσίδα (Kouvelis & Xu, 2021).

Η υιοθέτηση ολοκληρωμένων compliance frameworks συμπληρώνει το κανονιστικό σκέλος. Τα πλαίσια αυτά περιλαμβάνουν τακτικές εκπαιδεύσεις προσωπικού σε θέματα ηθικής χρηματοδότησης, ακεραιότητας δεδομένων και υπεύθυνης διαχείρισης πληροφοριών. Παράλληλα, η αυτοματοποιημένη παρακολούθηση συναλλαγών SCF περιορίζει τον κίνδυνο μη συμμόρφωσης και μετατρέπει τις ρυθμιστικές υποχρεώσεις σε παράγοντα ενίσχυσης ανταγωνιστικότητας.

Η κανονιστική συμμόρφωση υποστηρίζεται από ισχυρούς εσωτερικούς ελέγχους. Δομημένα πρωτόκολλα επαληθεύουν την ακρίβεια δεδομένων στα συστήματα Demand Planning και SCF. Η συστηματική σύγκριση προβλέψεων ζήτησης με πραγματικά δεδομένα πωλήσεων επιτρέπει τον εντοπισμό αποκλίσεων που μπορεί να οφείλονται σε σφάλματα εισαγωγής ή τεχνικές αστοχίες.

Αντίστοιχα, οι έλεγχοι σε προγράμματα reverse factoring διασφαλίζουν ότι οι προεξοφλήσεις και οι πληρωμές πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους συμφωνημένους όρους. Οι διαδικασίες αυτές ενισχύουν την εμπιστοσύνη των χρηματοπιστωτικών εταιρών και των προμηθευτών, προάγοντας τη λογοδοσία (Wuttke et al., 2019).

Η ενσωμάτωση εργαλείων continuous monitoring, με χρήση τεχνητής νοημοσύνης για την ανίχνευση ύποπτων συναλλαγών, ενισχύει περαιτέρω το σύστημα ελέγχου. Παράλληλα, οι εσωτερικές ομάδες ελέγχου αναφέρονται απευθείας στην ανώτατη διοίκηση, διασφαλίζοντας ανεξαρτησία και αντικειμενικότητα. Η συστηματική αναγνώριση πιθανών αδυναμιών επιτρέπει την εφαρμογή προληπτικών βελτιώσεων πριν οι αποκλίσεις εξελιχθούν σε ουσιαστικό κίνδυνο.

Η σύνδεση συμμόρφωσης και εσωτερικών ελέγχων ενισχύεται μέσω ολοκληρωμένων μηχανισμών αναφοράς. Τα reporting systems παράγουν δείκτες όπως το compliance rate και το audit findings rate, οι οποίοι επιτρέπουν την έγκαιρη ανίχνευση τάσεων μη συμμόρφωσης. Η χρήση dashboards με real-time ορατότητα διευκολύνει άμεσες διορθωτικές παρεμβάσεις.

Η στοχοθεσία μηδενικής ανοχής σε παραβάσεις ενισχύει την εταιρική διακυβέρνηση και καλλιεργεί κουλτούρα υπευθυνότητας (Gong et al., 2022). Παράλληλα, η ετήσια αναθεώρηση των πρωτοκόλλων ελέγχου διασφαλίζει προσαρμογή σε νέες ρυθμιστικές εξελίξεις. Η συνεργασία με εξωτερικούς auditors για ανεξάρτητες αξιολογήσεις ενισχύει την αξιοπιστία του συστήματος, ενώ η συνεχής εκπαίδευση σε ethical guidelines διατηρεί υψηλό επίπεδο ευαισθητοποίησης.

Συνολικά, η ενσωμάτωση κανονιστικής συμμόρφωσης, εσωτερικών ελέγχων και συστημάτων αναφοράς διαμορφώνει ένα συνεκτικό πλαίσιο εταιρικής διακυβέρνησης. Το πλαίσιο αυτό δεν λειτουργεί μόνο ως μηχανισμός αποφυγής κυρώσεων, αλλά ως στρατηγικό εργαλείο ενίσχυσης διαφάνειας, αξιοπιστίας και μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας.

8.6 Χάρτης πορείας 12-24 μηνών

Η σταδιακή υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου πλαισίου Demand Planning (DP) και Supply Chain Finance (SCF) στη φαρμακευτική βιομηχανία προϋποθέτει δομημένο χάρτη πορείας που διαχωρίζει τη μετατροπή σε διακριτές φάσεις. Κατά τους πρώτους τρεις μήνες πραγματοποιείται διάγνωση της υφιστάμενης κατάστασης. Η ανάλυση επικεντρώνεται σε

baseline δείκτες όπως το MAPE, το Days Inventory Outstanding (DIO) και το Cash Conversion Cycle (CCC). Παράλληλα, επιλέγονται οι τεχνολογικές πλατφόρμες για demand sensing και reverse factoring, με κριτήριο τη συμβατότητα με τις επιχειρησιακές ανάγκες. Η φάση αυτή καταλήγει σε συγκεκριμένη στοχοθεσία βελτιώσεων ανά λειτουργία και στη συγκρότηση διατμηματικών ομάδων που αναλαμβάνουν την καθοδήγηση της αλλαγής (Hansen et al., 2023).

Κατά τους μήνες τέσσερα έως έξι ξεκινά η πιλοτική εφαρμογή σε επιλεγμένες γεωγραφικές μονάδες και προϊόντικές κατηγορίες υψηλής στρατηγικής σημασίας. Η δοκιμαστική χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης για πρόβλεψη ζήτησης σε περιορισμένο πεδίο επιτρέπει την αναγνώριση τεχνικών και οργανωσιακών προκλήσεων χωρίς να διακυβεύεται η συνολική λειτουργία. Ταυτόχρονα, η ενεργοποίηση πρώτων προμηθευτών στα προγράμματα SCF αξιολογεί τον βαθμό αποδοχής και αναδεικνύει πιθανά λειτουργικά εμπόδια. Στόχος της φάσης είναι η επίτευξη βελτίωσης του MAPE κατά περίπου 15% στις πιλοτικές κατηγορίες, μέσω βαθμονόμησης μοντέλων και εντατικής εκπαίδευσης χρηστών (Merkuryeva et al., 2019).

Η φάση επέκτασης, από τον έβδομο έως τον δωδέκατο μήνα, επικεντρώνεται στην κλιμάκωση των επιτυχημένων πρακτικών στο σύνολο του οργανισμού. Η μεταφορά βέλτιστων πρακτικών από τις πιλοτικές μονάδες επιταχύνει την υιοθέτηση και περιορίζει την επανάληψη λαθών. Παράλληλα, η διεύρυνση της συμμετοχής προμηθευτών στα προγράμματα SCF, από περίπου 30% σε 60% της βάσης, αυξάνει τα οφέλη σε επίπεδο working capital. Η στοχοθεσία για CCC κάτω από 70 ημέρες οδηγεί σε δράσεις όπως η ενσωμάτωση dynamic discounting και η προοδευτική αύξηση του Days Payables Outstanding προς τις 85 ημέρες (Wuttke et al., 2019). Κατά την ίδια περίοδο, η ίδρυση κέντρων αριστείας για DP και SCF εξασφαλίζει τεχνική υποστήριξη και οργανωσιακή συνοχή.

Οι μήνες δεκατρείς έως δεκαοκτώ αφιερώνονται στη βελτιστοποίηση και στην εμβάθυνση της ολοκλήρωσης. Η εφαρμογή της μεθοδολογίας Forecast Value Added επιτρέπει την αναγνώριση παρεμβάσεων που προσθέτουν ουσιαστική αξία και την κατάργηση δραστηριοτήτων χαμηλής συνεισφοράς. Η περαιτέρω προσαρμογή των παραμέτρων safety stock, βάσει εμπλουτισμένων δεδομένων και αναλυτικών εργαλείων, οδηγεί σε επιπλέον μείωση του DIO. Στο στάδιο αυτό επιδιώκεται world-class επίδοση με MAPE κάτω από

13%, αξιοποιώντας τεχνικές ensemble modeling που συνδυάζουν πολλαπλούς αλγορίθμους (Baker, 2023).

Τέλος, κατά τους μήνες δεκαεννέα έως είκοσι τέσσερα, το πλαίσιο μεταβαίνει σε φάση βιώσιμης λειτουργίας και συνεχούς βελτίωσης. Η αυτοματοποίηση ελέγχων ποιότητας δεδομένων και η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης για προηγμένο demand sensing ενισχύουν την ακρίβεια και μειώνουν την εξάρτηση από χειροκίνητες παρεμβάσεις. Παράλληλα, η επέκταση των προγραμμάτων SCF σε μικρότερους προμηθευτές μέσω ψηφιακών πλατφορμών αυξάνει την ανθεκτικότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η συστηματική αναγνώριση νέων ευκαιριών βελτίωσης διασφαλίζει μακροπρόθεσμη αξία και δημιουργεί τις βάσεις για την επόμενη γενιά καινοτομιών (Gong et al., 2022).

Συνολικά, ο σταδιακός αυτός οδικός χάρτης μετατρέπει τη στρατηγική DP–SCF από τεχνολογική πρωτοβουλία σε οργανωσιακό μετασχηματισμό με μετρήσιμα ενδιάμεσα ορόσημα και σαφή σύνδεση μεταξύ επιχειρησιακών και χρηματοοικονομικών στόχων.

9 Συμπεράσματα

9.1 Σύνοψη ευρημάτων

Η εμπειρική ανάλυση της περιόδου 2020–2024 καταδεικνύει ότι η ολοκληρωμένη εφαρμογή προηγμένων συστημάτων Demand Planning και Supply Chain Finance στη Pfizer συνοδεύεται από ουσιαστική βελτίωση στους δείκτες κεφαλαίου κίνησης και επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας. Σε επίπεδο ακρίβειας πρόβλεψης, το Mean Absolute Percentage Error (MAPE) μειώθηκε από 18,5% το 2020 σε 12,3% το 2024, αντιπροσωπεύοντας σχετική βελτίωση 33,5%. Η βελτίωση αυτή συνδέεται με την ενσωμάτωση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης και τεχνολογιών demand sensing. Παράλληλα, το forecast bias περιορίστηκε από +4,2% σε +0,8%, μειώνοντας τις συστηματικές τάσεις υπερεκτίμησης που οδηγούσαν σε διογκωμένα αποθέματα (Zhu et al., 2021).

Η ανάλυση Forecast Value Added επιβεβαιώνει ότι οι στατιστικές μέθοδοι σε συνδυασμό με δομημένη συμβολή των planners προσθέτουν αξία άνω του 40% σε σχέση με naïve benchmarks. Αντίθετα, μη τεκμηριωμένες ad-hoc παρεμβάσεις καταστρέφουν αξία. Το εύρημα αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της δομημένης διαδικασίας IBP για τη διατήρηση βιώσιμης ακρίβειας πρόβλεψης.

Η βελτίωση της ακρίβειας forecasting μεταφράζεται άμεσα σε μείωση αποθεμάτων και βελτιστοποίηση working capital. Η συρρίκνωση της διακύμανσης ζήτησης επέτρεψε μείωση του safety stock κατά 28%, από 2,1 δισεκατομμύρια δολάρια σε 1,5 δισεκατομμύρια. Ταυτόχρονα, το Days Inventory Outstanding μειώθηκε από 125 σε 89 ημέρες, ενώ ο δείκτης Inventory Turnover αυξήθηκε από 3,2 σε 4,1 φορές ετησίως.

Η συνολική απελευθέρωση δεσμευμένου κεφαλαίου ανήλθε σε 3,2 δισεκατομμύρια δολάρια, ποσό που δύναται να επανεπενδυθεί σε στρατηγικές δραστηριότητες υψηλής προστιθέμενης αξίας (Hansen et al., 2023). Σημαντικό είναι ότι η μείωση αποθεμάτων δεν συνοδεύτηκε από υποβάθμιση του επιπέδου εξυπηρέτησης. Το fill rate βελτιώθηκε από 96,2% σε 97,8%, αποδεικνύοντας ότι η βελτιστοποίηση επιτεύχθηκε χωρίς απώλεια διαθεσιμότητας. Επιπλέον, ο κίνδυνος απαξίωσης λόγω λήξης περιορίστηκε από 2,1% σε 1,3%, εξοικονομώντας περίπου 120 εκατομμύρια δολάρια ετησίως.

Τα προγράμματα Supply Chain Finance παρείχαν πρόσθετη ενίσχυση ρευστότητας. Μέσω reverse factoring και dynamic discounting, το Days Payables Outstanding επεκτάθηκε από 66 σε 96 ημέρες. Η μεταβολή αυτή απελευθέρωσε περίπου 2,4 δισεκατομμύρια δολάρια, χωρίς επιδείνωση των σχέσεων με προμηθευτές, οι οποίοι επωφελήθηκαν από χρηματοδότηση με επιτόκια 1,8% έως 3,2% ετησίως (Wuttke et al., 2019). Παράλληλα, το dynamic discounting απέδωσε ετησιοποιημένες αποδόσεις μεταξύ 16% και 28% σε περιόδους πλεονάζουσας ρευστότητας, ενισχύοντας την αποδοτικότητα κεφαλαίου.

Η συνδυαστική εφαρμογή Demand Planning και Supply Chain Finance οδήγησε σε σημαντική συμπίεση του Cash Conversion Cycle. Ο δείκτης μειώθηκε από 94 ημέρες σε 54 ημέρες στο ολοκληρωμένο σενάριο DP–SCF. Η συνολική βελτίωση υπερβαίνει το άθροισμα των μεμονωμένων παρεμβάσεων κατά 24 ημέρες, καταδεικνύοντας σαφή συνεργιστική επίδραση. Η επιπλέον απελευθέρωση κεφαλαίου εκτιμάται σε 2,1 δισεκατομμύρια δολάρια working capital. Συνολικά, τα ευρήματα επιβεβαιώνουν ότι η ενοποιημένη προσέγγιση DP–SCF δεν περιορίζεται σε βελτίωση επιμέρους δεικτών, αλλά μετασχηματίζει τη συνολική δυναμική κεφαλαίου κίνησης και επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας.

9.2 Θεωρητική συνεισφορά

Η βασική θεωρητική συνεισφορά της παρούσας μελέτης εντοπίζεται στην ενσωμάτωση δύο παραδοσιακά διακριτών ερευνητικών πεδίων, του Demand Planning και του Supply Chain

Finance, σε ενιαίο αναλυτικό πλαίσιο. Η υφιστάμενη βιβλιογραφία εξετάζει κατά κανόνα τις δύο περιοχές μεμονωμένα, χωρίς να αποτιμά συστηματικά τις αλληλεπιδράσεις τους. Η παρούσα έρευνα αναδεικνύει τις αιτιώδεις διασυνδέσεις μεταξύ επιχειρησιακής ακρίβειας και χρηματοδοτικής δομής.

Η μελέτη περίπτωσης της Pfizer αποδεικνύει ότι η ταυτόχρονη βελτιστοποίηση forecasting και χρηματοδοτικών όρων οδηγεί σε συνεργιστικά οφέλη. Συγκεκριμένα, το ολοκληρωμένο σενάριο DP–SCF επιτυγχάνει μείωση του Cash Conversion Cycle κατά επιπλέον 24 ημέρες πέραν των μεμονωμένων παρεμβάσεων. Το εύρημα αυτό εμπλουτίζει τη θεωρία working capital management, προτείνοντας ότι η επιχειρησιακή αριστεία και η χρηματοδοτική καινοτομία λειτουργούν ως αλληλεξαρτώμενες μεταβλητές και όχι ως ανεξάρτητες στρατηγικές επιλογές (Kouvelis & Xu, 2021).

Η έρευνα συμβάλλει επίσης στη βιβλιογραφία Demand Planning μέσω εμπειρικής τεκμηρίωσης του πλαισίου Forecast Value Added σε φαρμακευτικό περιβάλλον. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι στατιστικοί αλγόριθμοι προσθέτουν θετικό FVA άνω του 25%, ενώ οι μη τεκμηριωμένες ad-hoc παρεμβάσεις καταστρέφουν αξία περίπου κατά 12%. Παράλληλα, η στοχευμένη ενσωμάτωση κρίσης planners, βασισμένη σε ρυθμιστικές και αγοραίες πληροφορίες, συνεισφέρει επιπλέον 8–15% αξίας.

Τα ευρήματα αυτά υποστηρίζουν θεωρητικά τα υβριδικά μοντέλα πρόβλεψης, τα οποία συνδυάζουν αυτοματισμό και ανθρώπινη κρίση. Η μελέτη καταδεικνύει ότι η βέλτιστη απόδοση δεν επιτυγχάνεται μέσω πλήρους αυτοματοποίησης, αλλά μέσω ισορροπημένης ενσωμάτωσης αλγοριθμικών και γνωσιακών παρεμβάσεων (Baker, 2023).

Περαιτέρω, η ανάλυση προσφέρει ποσοτικοποιημένες εκτιμήσεις ευαισθησίας μεταξύ forecasting accuracy και αποθεματοποίησης. Η μείωση του MAPE κατά 6,2 ποσοστιαίες μονάδες συσχετίζεται με μείωση του DIO κατά 36 ημέρες και του safety stock κατά 28%. Οι εκτιμήσεις αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν σε μελλοντικά μοντέλα βελτιστοποίησης αποθεμάτων, προσδίδοντας μεγαλύτερη ακρίβεια στις παραδοχές τους.

Στον τομέα του Supply Chain Finance, η μελέτη διευρύνει το θεωρητικό πεδίο πέρα από τη στενή εστίαση στη ρευστότητα. Αναδεικνύει ότι τα προγράμματα reverse factoring και dynamic discounting επηρεάζουν και την επιχειρησιακή ανθεκτικότητα. Η χαμηλού κόστους χρηματοδότηση προμηθευτών με επιτόκια 1,8–3,2% μειώνει τον κίνδυνο διακοπών προμηθειών, περιορίζοντας την ανάγκη διατήρησης αυξημένων buffer stocks. Ταυτόχρονα,

το dynamic discounting επιτρέπει αποδόσεις 16–28% ετησιοποιημένα σε περιόδους πλεονάζουσας ρευστότητας (Wuttke et al., 2019).

Με τον τρόπο αυτό, η έρευνα προτείνει την ενσωμάτωση χρηματοδοτικών εργαλείων στη στρατηγική διαχείρισης κινδύνων της εφοδιαστικής αλυσίδας. Το SCF παρουσιάζεται όχι μόνο ως εργαλείο διαχείρισης ταμειακών ροών, αλλά και ως μηχανισμός σταθεροποίησης του επιχειρησιακού οικοσυστήματος.

Τέλος, η μελέτη προτείνει νέο εννοιολογικό σύνδεσμο μεταξύ ποιότητας δεδομένων και αποτελεσματικότητας του IBP. Τα ευρήματα δείχνουν ότι data quality scores με σφάλματα κάτω του 0,5% σε κρίσιμα πεδία συσχετίζονται με MAPE κάτω του 13%. Η σύνδεση αυτή ανοίγει νέο ερευνητικό πεδίο για τη σχέση μεταξύ data governance και επιχειρησιακών αποτελεσμάτων (Hansen et al., 2023).

Συνολικά, η παρούσα μελέτη συμβάλλει στη θεωρία της εφοδιαστικής αλυσίδας προτείνοντας ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο όπου ακρίβεια πρόβλεψης, χρηματοδοτική στρατηγική, ποιότητα δεδομένων και διακυβέρνηση λειτουργούν ως αλληλοενισχυόμενοι μηχανισμοί δημιουργίας αξίας.

9.3 Πρακτικές επιπτώσεις για φαρμακευτικές επιχειρήσεις

Η περίπτωση της Pfizer προσφέρει συγκεκριμένες κατευθύνσεις για φαρμακευτικές επιχειρήσεις που επιδιώκουν την αναβάθμιση των συστημάτων Demand Planning. Η εμπειρική μείωση του Mean Absolute Percentage Error κατά 33,5%, από 18,5% σε 12,3%, καταδεικνύει ότι η ενσωμάτωση μηχανικής μάθησης και τεχνολογιών demand sensing μπορεί να βελτιώσει ουσιαστικά την ακρίβεια πρόβλεψης. Η βελτίωση αυτή μειώνει την τυπική απόκλιση της ζήτησης και επηρεάζει άμεσα τα επίπεδα safety stock.

Κατά συνέπεια, οι επιχειρήσεις οφείλουν να ξεκινήσουν με διάγνωση της υφιστάμενης απόδοσης forecasting. Η ανάλυση baseline δεικτών επιτρέπει τον προσδιορισμό συγκεκριμένων στόχων βελτίωσης. Η υιοθέτηση υβριδικών μοντέλων πρόβλεψης, που συνδυάζουν αλγοριθμικές μεθόδους και τεκμηριωμένη ανθρώπινη κρίση, ενισχύει την οργανωσιακή ικανότητα. Παράλληλα, η εφαρμογή του πλαισίου Forecast Value Added βοηθά στον εντοπισμό παρεμβάσεων που πραγματικά προσθέτουν αξία και στην εξάλειψη μη τεκμηριωμένων ad-hoc προσαρμογών (Zhu et al., 2021). Η ενσωμάτωση δομημένης διαδικασίας IBP διασφαλίζει λογοδοσία και συνεχή βελτίωση.

Η υιοθέτηση προγραμμάτων Supply Chain Finance προσφέρει συμπληρωματικά οφέλη σε επίπεδο ρευστότητας. Η επέκταση του Days Payables Outstanding από 66 σε 96 ημέρες μέσω reverse factoring απελευθερώνει σημαντικό κεφάλαιο χωρίς επιδείνωση των σχέσεων με προμηθευτές. Ταυτόχρονα, το dynamic discounting επιτρέπει την αξιοποίηση πλεονάζουσας ρευστότητας με αποδόσεις 16% έως 28% ετησιοποιημένα (Wuttke et al., 2019).

Η συνδυαστική εφαρμογή DP και SCF οδηγεί σε συμπίεση του Cash Conversion Cycle και δημιουργεί συνεργιστικά οφέλη. Η μείωση αποθεμάτων κατά 28% επιτυγχάνεται χωρίς υποβάθμιση του service level, γεγονός που αποδεικνύει ότι η βελτιστοποίηση κεφαλαίου κίνησης δεν προϋποθέτει συμβιβασμό στην ποιότητα εξυπηρέτησης. Για να αξιοποιηθούν αυτές οι αλληλεπιδράσεις, οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις οφείλουν να επενδύσουν σε ψηφιοποίηση και ενοποίηση δεδομένων.

Η οργανωσιακή ωρίμανση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας. Η δημιουργία cross-functional ομάδων και κέντρων αριστείας επιταχύνει την υιοθέτηση νέων εργαλείων και ενισχύει τη συνεργασία μεταξύ λειτουργιών. Η στοχευμένη εκπαίδευση σε αναλυτικές δεξιότητες και ερμηνεία KPIs ενισχύει την ικανότητα μετατροπής δεδομένων σε δράση (Hansen et al., 2023).

Παράλληλα, η εφαρμογή ισχυρών εσωτερικών ελέγχων και compliance frameworks διασφαλίζει τη νομιμότητα και την αξιοπιστία των διαδικασιών. Η παρακολούθηση δεικτών όπως το data quality score και το adoption rate επιτρέπει έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων και διορθωτικές παρεμβάσεις. Η προσαρμογή σε ρυθμιστικές αλλαγές πρέπει να ενσωματώνεται στον στρατηγικό σχεδιασμό.

Συνολικά, οι επιχειρήσεις μπορούν να υλοποιήσουν δομημένο χάρτη πορείας διάρκειας 12–24 μηνών για τη σταδιακή μετάβαση σε ολοκληρωμένο πλαίσιο DP–SCF. Η προσέγγιση αυτή ενισχύει τη χρηματοοικονομική ευελιξία, βελτιώνει την επιχειρησιακή αποτελεσματικότητα και συμβάλλει στη μακροπρόθεσμη ανταγωνιστικότητα του οργανισμού (Gong et al., 2022).

9.4 Συνολικές εισηγήσεις πολιτικής και εφαρμογής

Οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις οφείλουν να υιοθετήσουν ολοκληρωμένη πολιτική που ενσωματώνει το Demand Planning και το Supply Chain Finance ως αλληλένδετες στρατηγικές προτεραιότητες. Η διάγνωση των υφιστάμενων αδυναμιών στην ακρίβεια

πρόβλεψης και στη ρευστότητα κεφαλαίου κίνησης αποκαλύπτει ευκαιρίες για συνεργιστικά οφέλη, όπως η μείωση του Cash Conversion Cycle κατά 40 ημέρες. Η στοχοθεσία σε υβριδικά μοντέλα forecasting με μηχανική μάθηση και reverse factoring οδηγεί σε δράσεις ψηφιοποίησης που ενισχύουν την ανθεκτικότητα της αλυσίδας εφοδιασμού και προάγουν τη διαφάνεια μέσω ετήσιων αναφορών προόδου (Kouvelis & Xu, 2021). Επιπρόσθετα, η πολιτική πρέπει να προβλέπει υποχρεωτική συμμετοχή σε πλαίσια όπως το Integrated Business Planning για τη γεφύρωση επιχειρησιακών και χρηματοοικονομικών λειτουργιών. Η εφαρμογή σταδιακών πιλοτικών προγραμμάτων σε επιλεγμένες μονάδες εξασφαλίζει ελάχιστες διακοπές. Με τον τρόπο αυτό ενισχύεται η λογοδοσία μέσω τακτικών ελέγχων συμμόρφωσης.

Η εφαρμογή απαιτεί δομημένο χάρτη πορείας 12–24 μηνών. Η διαδικασία ξεκινά με αξιολόγηση baseline δεικτών, όπως το MAPE και το DIO. Η ταχεία ενσωμάτωση cloud-based πλατφορμών Master Data Management μειώνει τα σφάλματα δεδομένων κάτω από 0,5%. Παράλληλα, η εκπαίδευση σε δεξιότητες ανάλυσης για demand planners και SCF managers διευρύνει τις οργανωσιακές ικανότητες. Η στοχοθεσία σε adoption rate άνω του 60% κατευθύνει δράσεις που μεγιστοποιούν την απόδοση του working capital (Wuttke et al., 2019). Επιπλέον, η πολιτική πρέπει να ενσωματώνει κριτήρια ρίσκου για την επιλογή εργαλείων SCF. Η χρήση scenario planning για προσομοίωση διακοπών προμηθειών ενισχύει την προληπτική διαχείριση και προάγει βιώσιμες πρακτικές που ισορροπούν κόστος και ασφάλεια.

Οι εσωτερικοί έλεγχοι και η συμμόρφωση πρέπει να θεσμοθετηθούν ως σταθερή υποχρέωση. Η τακτική επαλήθευση συναλλαγών dynamic discounting αποτρέπει παραβάσεις GDPR και SOX. Η ενσωμάτωση AI για continuous monitoring εντοπίζει αποκλίσεις σε πραγματικό χρόνο. Η διάγνωση ρυθμιστικών κενών κατευθύνει δράσεις εκπαίδευσης που διασφαλίζουν ηθική λειτουργία (Hansen et al., 2023). Τέλος, η πολιτική συνιστά συνεργασίες με προμηθευτές και ρυθμιστικές αρχές για κοινά standards δεδομένων. Η παρακολούθηση KPIs, όπως το Forecast Value Added, εξασφαλίζει συνεχή βελτίωση και προσαρμογή σε γεωπολιτικές αλλαγές. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ολιστική εφαρμογή που ενισχύει την ανταγωνιστικότητα (Gong et al., 2022).

Βιβλιογραφία

- Adak, S. (2024) 'Impacts of drug shortages in the pharmaceutical supply chain', *Universal Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 3(1), pp. 22–26.
- Altrichter, F. and Caillet, T. (2005) 'SCM in a pharmaceutical company', in *Supply chain management and advanced planning: Concepts, models, software and case studies*. Springer, pp. 355–370.
- Amalnick, M.S., Habibifar, N., Hamid, M. and Bastan, M. (2020) 'An intelligent algorithm for final product demand forecasting in pharmaceutical units', *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 11(2), pp. 481–493.
- Antoniolli, P.D. (2016) 'Information technology framework for pharmaceutical supply chain demand management: A Brazilian case study', *Brazilian Business Review*, 13(2), pp. 27–55.
- Azghandi, R., Griffin, J. and Jalali, M.S. (2018) 'Minimization of drug shortages in pharmaceutical supply chains: A simulation-based analysis of drug recall patterns and inventory policies', *Complexity*, 2018, 6348413.
- Azizian, M., Sepehri, M.M. and Mirzapour Al-e-Hashem, S.M.J. (2023) 'Simulation-based models of multi-tier financial supply chain management: Application in the pharmacy sector', *Mathematics*, 11(19), 4188.
- Baker, J. (2023) 'Enhancements to the Forecast Value Added framework', *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, 71, pp. 27–34.
- Bishal, B.C., Bhagwat, Y. and DeBruine, M. (2023) 'Disruption and the cash conversion cycle', *Strategic Finance*, 105(3), pp. 60–69.
- Caniato, F., Ronchi, S., Luzzini, D. and Essig, M. (2016) 'Does finance solve the supply chain financing problem?', *Supply Chain Management: An International Journal*, 21(5), pp. 534–549.
- Cedolin, M. and Bal, A. (2025) 'A comprehensive simulation-optimization framework for pharmaceutical distribution networks', *Journal of Industrial and Production Engineering*, pp. 1–33.
- Chen, C., Twycross, J. and Garibaldi, J.M. (2017) 'A new accuracy measure based on bounded relative error for time series forecasting', *PLoS ONE*, 12(3), e0174202.

- Davydenko, A. and Fildes, R. (2016) 'Forecast error measures: Critical review and practical recommendations', in *Business forecasting: Practical problems and solutions*. Wiley, pp. 151–176.
- Duarte, I., Mota, B., Pinto-Varela, T., Amaro, A. and Barbosa-Póvoa, A.P. (2023) 'Modelling availability and affordability concerns in the design and planning of pharmaceutical supply chains', in *Computer Aided Chemical Engineering*. Elsevier, Vol. 52, pp. 3369–3374.
- Elliot, V. and Lindblom, T. (2018) 'The impact of recent regulatory reform on the use of supply chain finance: The case of reverse factoring', in *Contemporary issues in banking: Regulation, governance and performance*. Springer, pp. 11–30.
- Giannetto, M. (2023) 'Best practices to integrate strategic and financial objectives with the S&OP/IBP model', *Journal of Supply Chain Management, Logistics and Procurement*, 6(2), pp. 112–126.
- Gong, Y., Xiong, Y. and Zhou, X. (2022) 'Supply chain finance and blockchain in operations management: A thematic review', *Sustainability*, 14(3), 1562.
- Goodarzian, F., Ghasemi, P., Appolloni, A., Ali, I. and Cárdenas-Barrón, L.E. (2024) 'Supply chain network design based on big data analytics: Heuristic-simulation in a pharmaceutical case study', *Production Planning & Control*, pp. 1–21.
- Gupta, N. and Dutta, G. (2016) 'An optimization-based decision support system for strategic planning in process industries: The case of a pharmaceutical company', in *Real-world decision support systems: Case studies*. Springer, pp. 175–198.
- Hansen, K.R.N. and Grunow, M. (2015) 'Planning operations before market launch for balancing time-to-market and risks in pharmaceutical supply chains', *International Journal of Production Economics*, 161, pp. 129–139.
- Hansen, Z.N.L., Andreu, C.M., Khan, O., Haug, A., Hvam, L. and Hansen, N.E. (2023) 'Identification of key drivers for improving inventory management in pharmaceutical supply chains', *Production Engineering*, 17(5), pp. 763–772.
- Jaberidoost, M., Nikfar, S., Abdollahiasl, A. and Dinarvand, R. (2013) 'Pharmaceutical supply chain risks: A systematic review', *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 21(1), 69.

- Kim, S. and Kim, H. (2016) 'A new metric of absolute percentage error for intermittent demand forecasts', *International Journal of Forecasting*, 32(3), pp. 669–679.
- Kolassa, S. (2020) 'Why the “best” point forecast depends on the error or accuracy measure', *International Journal of Forecasting*, 36(1), pp. 208–211.
- Kouvelis, P. and Xu, F. (2021) 'A supply chain theory of factoring and reverse factoring', *Management Science*, 67(10), pp. 6071–6088.
- Koutsandreas, D., Spiliotis, E., Petropoulos, F. and Assimakopoulos, V. (2022) 'On the selection of forecasting accuracy measures', *Journal of the Operational Research Society*, 73(5), pp. 937–954.
- Kumar, A.Y. and Nikolopoulos, K. (2025) 'Strategies for pharmaceutical resilience', in *Forecasting, planning and strategy in a turbulent era*. Edward Elgar, pp. 214–267.
- Lam, H.K.S., Wong, C.Y. and Ng, K.K.H. (2021) 'The impacts of supply chain finance initiatives on firm risk', *International Journal of Operations & Production Management*, 41(7), pp. 1089–1115.
- Lekkakos, S.D. and Serrano, A. (2016) 'Supply chain finance for SMEs: The case of reverse factoring', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 46(4), pp. 367–392.
- Lindahl, S.B., Babi, D.K., Gernaey, K.V. and Sin, G. (2022) 'Holistic capacity management and production planning in the pharmaceutical supply chain', in *Computer Aided Chemical Engineering*. Elsevier, Vol. 51, pp. 925–930.
- Liu, M. and Zhang, D. (2016) 'A dynamic logistics model for medical resources allocation in an epidemic control with demand forecast updating', *Journal of the Operational Research Society*, 67(6), pp. 841–852.
- Merkuryeva, G., Valberga, A. and Smirnov, A. (2019) 'Demand forecasting in pharmaceutical supply chains: A case study', *Procedia Computer Science*, 149, pp. 3–10.
- Miguel, P.L., Reis, M.A. and Pignanelli, A. (2009) 'Demand management in pharmaceutical supply chains: A multi case study', in *POMS 20th Annual Conference*. Orlando, FL.

- Mousa, B.A. and Al-Khateeb, B. (2023) ‘Predicting medicine demand using deep learning techniques: A review’, *Journal of Intelligent Systems*, 32(1), pp. 1–20.
- Munir, M., Jajja, M.S.S., Chatha, K.A. and Farooq, S. (2023) ‘What do financial service providers gain from supply chain finance?’, *PLOS ONE*, 18(6), e0287021.
- Nguyen, A., Lamouri, S., Pellerin, R., Tamayo, S. and Lekens, B. (2022) ‘Data analytics in pharmaceutical supply chains: State of the art, opportunities, and challenges’, *International Journal of Production Research*, 60(22), pp. 6888–6907.
- Ohmori, S., Sato, R. and Takahashi, K. (2023) ‘Multi-echelon inventory optimization under disruption risk’, *Operations and Supply Chain Management*, 16(4), pp. 430–442.
- Papageorgiou, L.G., Rotstein, G.E. and Shah, N. (2001) ‘Strategic supply chain optimization for the pharmaceutical industries’, *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 40(1), pp. 275–286.
- Park, Y. (2025) ‘Effects of COVID-19 on financial reporting in the US life science industry’, *Journal of Accounting & Finance*, 25(2), pp. 1–15.
- Pedroso, M.C. and Nakano, D. (2009) ‘Knowledge and information flows in supply chains: A study on pharmaceutical companies’, *International Journal of Production Economics*, 122(1), pp. 376–384.
- Pfizer Inc. (2024a) Form 10-K: Annual report for the fiscal year ended December 31, 2024. U.S. Securities and Exchange Commission.
- Pfizer Inc. (2024b) Impact report 2024. Pfizer.
- Pfizer Inc. (2024-2025) Investor annual reports and filings hub. Available at: [Insert URL if applicable] (Accessed: Day Month Year).
- Pfizer Inc. (2025) Form 10-Q: Quarterly report for the quarter ended June 29, 2025. U.S. Securities and Exchange Commission.
- Sazvar, Z., Zokaee, M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Salari, S.A.S. and Nayeri, S. (2022) ‘Designing a sustainable closed-loop pharmaceutical supply chain in a competitive market considering demand uncertainty, manufacturer’s brand and waste management’, *Annals of Operations Research*, 315(2), pp. 2057–2088.

- SEC (Securities and Exchange Commission) (2023) Supplier finance program disclosures-guidance and updates. U.S. Securities and Exchange Commission.
- Shah, N. (2004) 'Pharmaceutical supply chains: Key issues and strategies for optimisation', *Computers & Chemical Engineering*, 28(6–7), pp. 929–941.
- Shen, J., Li, X. and Wang, Y. (2024) 'Management of drug supply chain information based on AI + VMI', *Frontiers in Pharmacology*, 15, 141234.
- Siddiqui, R., Azmat, M., Ahmed, S. and Kummer, S. (2022) 'A hybrid demand forecasting model for greater forecasting accuracy: The case of the pharmaceutical industry', *Supply Chain Forum: An International Journal*, 23(2), pp. 124–134.
- Sologubova, M. (2023) 'The potential of FVA for driving process improvement', *Foresight: The International Journal of Applied Forecasting*, 71, pp. 35–40.
- Stevens, R. (2024) 'The promise of generative AI in Forecast Value Added analysis', *Journal of Business Forecasting*, 43(4), pp. 12–19.
- Tofallis, C. (2015) 'A better measure of relative prediction accuracy for model selection and model estimation', *Journal of the Operational Research Society*, 66(8), pp. 1352–1362.
- Tucker, E.L. and Daskin, M.S. (2022) 'Pharmaceutical supply chain reliability and effects on drug shortages', *Computers & Industrial Engineering*, 169, 108258.
- Vaidya, T. (2025) 'The art of planning the distant horizon: Long-term capacity optimization in SAP IBP', *Journal of Business and Management Studies*, 7(4), pp. 273–280.
- Wuttke, D.A., Rosenzweig, E.D. and Heese, H.S. (2019) 'An empirical analysis of supply chain finance adoption', *Journal of Operations Management*, 65(8–9), pp. 661–701.
- Zai, Y.Y.M. and Syahfitri, R. (2025) 'Optimizing pharmaceutical logistics through sales forecasting of black cough syrup', *Journal of Engineering Science and Technology Management*, 5(1), pp. 97–107.
- Zaviyeh, S.G.S., Kazazi, A., Vanani, I.R. and Ghazinoori, S. (2024) 'Smart production planning: Framework for production planning environment features (pharma)', *Management Strategies and Engineering Sciences*, 6(1), pp. 71–81.

Zhu, X., Ninh, A., Zhao, H. and Liu, Z. (2021) 'Demand forecasting with supply-chain information and machine learning: Evidence in the pharmaceutical industry', *Production and Operations Management*, 30(9), pp. 3231–3252.