

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ
ΣΤΗΝ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Διπλωματική Εργασία

του

Μιχαήλ – Άγγελου Βερανούδη

Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2022

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗΣ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΣΤΗΝ ΕΦΟΔΙΑΣΤΙΚΗ ΑΛΥΣΙΔΑ ΚΑΙ Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΟΥΣ
ΣΤΗΝ ΒΙΩΣΙΜΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Μιχαήλ-Άγγελος Βερανούδης
Πτυχίο Οικονομικών, ΔΠΘ, 2012

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Επιβλέπων Καθηγητής
Στειακάκης Εμμανουήλ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την ηη/μμ/εεεε

Στειακάκης Εμμανουήλ

Κίτσιος Φώτιος

Μαντάς Μιχαήλ

.....
Βερανούδης Μιχαήλ-Άγγελος

Περίληψη

Η παρούσα εργασία έχει στόχο να διερευνήσει σε θεωρητικό επίπεδο την αξιολόγηση της ενσωμάτωσης των νέων Τεχνολογιών Πληροφορικής στην Εφοδιαστική Αλυσίδα και τη συμβολή τους στην βιώσιμη ανάπτυξη. Αρχικά, στην εργασία γίνεται αναφορά στη βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα, καθώς και στη Βιώσιμη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (SSCM). Στη συνέχεια, αναφέρονται οι Τεχνολογίες Πληροφορικής για τη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας και παρουσιάζονται εκτενώς παραδείγματα ενσωμάτωσης τεχνολογιών Πληροφορικής στη βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα, όπως οι συνεργατικές πλατφόρμες που βασίζονται σε Cloud, οι τεχνολογίες αυτοματισμού, bots & cobots και το Digital twinning. Η εργασία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η βιώσιμη πρακτική των αλυσίδων εφοδιασμού οδηγεί προς τη χρήση βιώσιμης ενέργειας και ότι τα οφέλη του I4.0 σε αυτές τις αλυσίδες περιλαμβάνουν την πλήρη σύνδεση των εταιρειών ψηφιακά, τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και την υποστήριξη των ιθυνόντων στη δυναμική λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, οι αλυσίδες εφοδιασμού θα έχουν τα χαρακτηριστικά να είναι ευέλικτες, ευαίσθητες, οικονομικά αποδοτικές και εύρωστες ώστε να είναι ανταγωνιστικές μακροπρόθεσμα, βιώσιμες και ανθεκτικές.

Λέξεις-κλειδιά: Τεχνολογίες Πληροφορικής, εφοδιαστική αλυσίδα, βιωσιμότητα

Abstract

This work aims to investigate at a theoretical level the evaluation of the integration of new Information Technologies in the Supply Chain and their contribution to sustainable development. Initially, the paper refers to the sustainable supply chain, as well as to Sustainable Supply Chain Management (SSCM). Then IT Technologies for Supply Chain Management are mentioned and examples of integrating IT technologies in the sustainable supply chain are extensively presented, such as Cloud-based collaborative platforms, automation technologies, bots & cobots and Digital twinning. The paper concludes that the sustainable practice of supply chains leads to the use of sustainable energy and that the benefits of I4.0 in these chains include fully connecting companies digitally, reducing the carbon footprint and supporting decision makers in the dynamics real-time decision making. In addition, supply chains will have the characteristics to be flexible, responsive, cost-effective and robust to be competitive in the long term, sustainable and resilient.

Keywords: Information Technologies, supply chain, sustainability

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής μου εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους όσους συνέβαλλαν στην εκπόνησή της. Καταρχάς, ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Στειακάκης Εμμανουήλ, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους συμφοιτητές μου του μεταπτυχιακού τμήματος Εφαρμοσμένης Πληροφορικής για την ανταλλαγή απόψεων καθώς και παροχή ιδεών που αποδείχθηκαν χρήσιμες για την διεκπεραίωση αυτής της διπλωματικής.

Εν τέλει ένα μεγάλο ευχαριστώ ανήκει στην γυναίκα μου για την πολύτιμη ηθική, ψυχολογική στήριξη καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω πολύ τους γονείς μου και την αδερφή μου Κατερίνα, οι οποίοι υπήρξαν πάντα το μεγαλύτερο στήριγμα σε όλα τα εγχειρήματά της ζωής μου και χωρίς την βοήθεια των οποίων η πραγματοποίηση αυτού του μεταπτυχιακού προγράμματος θα ήταν αδύνατη.

Περιεχόμενα

Περίληψη	iv
Abstract.....	v
Ευχαριστίες.....	vi
Περιεχόμενα.....	vii
Κατάλογος Πινάκων	ix
Κατάλογος Εικόνων	ix
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή	1
Σημαντικότητα του θέματος.....	1
Σκοπός – Στόχοι	2
Μεθοδολογία έρευνας	2
Διάρθρωση της μελέτης	3
Κεφάλαιο 2: Εφοδιαστική Αλυσίδα	4
Ορισμός εφοδιαστικής αλυσίδας.....	4
Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας.....	4
Βιωσιμότητα εφοδιαστικής αλυσίδας	5
Τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα της βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας	9
Παράγοντες που συντελούν στη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας	11
Βιώσιμη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (SSCM)	17
Κεφάλαιο 3: Νέες Αναδυόμενες Τεχνολογίες	27

Internet of Things (IoT).....	31
Big Data.....	32
Cloud Computing	34
Blockchain.....	35
Robotics Technology.....	36
Artificial Intelligence & Machine Learning	37
Digital Twins	39
Additive Manufacturing	40
Κεφάλαιο 4: Ενσωμάτωση τεχνολογιών Πληροφορικής στη βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα.....	45
Συνεργατικές πλατφόρμες που βασίζονται σε Cloud.....	45
Τεχνολογίες αυτοματισμού, bots & cobots	49
Ψηφιακή αδελφοποίηση (Digital twinning).....	51
Additive Manufacturing στην Εφοδιαστική Αλυσίδα.....	54
Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα	59
Βιβλιογραφία	63

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 – Παράγοντες που επηρεάζουν την βιώσιμη ανάπτυξη 26

Πίνακας 2 - Μελέτες παραγωγής φαρμάκων μέσω προσθετικής κατασκευής (AM) 57

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 – Η βιωσιμότητα στο επίκεντρο (Zahan, Muslima, 2017) 21

Εικόνα 2 - Δημοσιευμένα άρθρα..... 42

Εικόνα 3 - Από το σχεδιασμό έως το τελικό προϊόν 43

Εικόνα 4 - Hyge Cycle..... 44

Εικόνα 5 - Oracle Fusion Cloud Supply Chain Collaboration 48

Εικόνα 6 - Συνεργασία πελατών και επιχειρήσεων στην πρόβλεψη ζήτησης 49

Εικόνα 7 - Κατανομή μελετών που διερευνούν κάθε ενεργό φαρμακευτικό συστατικό (API)
..... 58

Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Σημαντικότητα του θέματος

Στη σημερινή εποχή η διατήρηση των φυσικών πόρων και η προστασία του περιβάλλοντος απασχολεί όχι μόνο το κοινωνικό σύνολο αλλά και τις επιχειρήσεις. Τα πληροφοριακά συστήματα έχουν πράγματι αλλάξει τη ζωή μας. Επηρεάζουν τον τρόπο επικοινωνίας, εργασίας ακόμη και του παιχνιδιού. Από τα κινητά τηλέφωνα και τους φορητούς υπολογιστές μέχρι την τεχνητή νοημοσύνη και την 4^η Βιομηχανική Επανάσταση. Με την εξέλιξη, την χρήση της τεχνολογίας και με την βοήθεια των νέων αναδυόμενων Τεχνολογιών (IoT, Cloud Computing) οι επιχειρήσεις αλλάζουν τον τρόπο διαχείρισης και αντιμετώπισης των λειτουργιών τους. Οι παραπάνω ενέργειες επηρεάζουν ολόκληρη την κοινωνία και οι επιχειρήσεις προσπαθούν να επιτύχουν κάποιες ενέργειες για την βιωσιμότητα τους αλλά και για την μείωση των περιβαλλοντικών συνέπειων που μπορεί να υπάρχουν. Οι καθημερινές εξελίξεις οδηγούν όλο και σε πιο «πράσινες πολιτικές» για τις επιχειρήσεις όπως η μετατροπή των εφοδιαστικών σε πράσινες και βιώσιμες. Επίσης η αντίστροφη εφοδιαστική αλυσίδα με τα οφέλη και τις προκλήσεις που προκύπτουν. Οι πελάτες πλέον έχουν μεγάλες απαιτήσεις ως προς την συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση των προϊόντων και την μεταφορά τους. Οι εταιρείες ολοένα και αναζητούν νέες πρακτικές για να καταφέρουν να ευχαριστήσουν τους πελάτες τους και στοχεύουν σε πελατολόγια που γνωρίζουν ήδη τα βασικά κριτήρια της βιωσιμότητας δηλαδή των οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών κριτηρίων που ακολουθούν οι επιχειρήσεις. Ως αποτέλεσμα των ημερών είναι η ολοένα και νέοι ερευνητικοί τομείς που εμφανίζονται και εξετάζονται κυρίως στα δυναμικά εταιρικά περιβάλλοντα, όπως και η διαχείριση της βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού (SSCM) που απαιτούν οι πελάτες. Ακόμη, οι τεχνολογίες πληροφορικής και επικοινωνιών έχουν διαδραματίσει βασικό ρόλο στην επίτευξη των στόχων της κλιματικής αλλαγής, είτε μέσω της βιομηχανίας της, αλλά κυρίως μέσω των αλλαγών που απαιτούνται για την μετάβαση σε μια οικονομία και κοινωνία βιώσιμη. Και τέλος η διερεύνηση του βαθμού ενσωμάτωσης της περιβαλλοντικής διάστασης που μπορεί να προκύψει στη βιώσιμη συνύπαρξη των νέων τεχνολογιών μαζί με το περιβάλλον.

Σκοπός – Στόχοι

Ο βασικός σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να διαφωτιστούν βασικά σημεία σχετικά με την συνεισφορά των νέων αναδυόμενων τεχνολογιών και πως αυτές συμβάλουν στην βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας και στην βελτίωση της ή ακόμη και την περαιτέρω ανάπτυξη της. Επίσης, μέσω της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, έχει στόχο να διερευνήσει σε θεωρητικό επίπεδο τους σημαντικούς παράγοντες των νέων τεχνολογιών και της επίδρασής τους. Ακόμη, πραγματοποιείται διερεύνηση των κρίσιμων παραγόντων για την βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς και των οφελών και προκλήσεων που υπάρχουν για την μετατροπή των λειτουργιών των επιχειρήσεων σε βιώσιμα.

Μεθοδολογία έρευνας

Μια ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας δείχνει ότι οι έννοιες της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας και των νέων τεχνολογιών συνδέονται τόσο στενά που υπάρχει σύγχυση σχετικά με την ιεράρχησή τους σε στρατηγικό επίπεδο. Για το λόγο αυτό, η παρούσα εργασία ανταποκρίνεται στην κατηγοριοποίηση νέων αναδυόμενων τεχνολογικών εργαλείων και τάσεων και σκοπεύει να εντοπίσει τα οφέλη της γενικής εφαρμογής των αρχών στην εφοδιαστική αλυσίδα σε συνδυασμό με τα πληροφοριακά συστήματα αναλύοντας υπάρχουσες και νέες τεχνολογικές λύσεις.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε στην παρούσα εργασία είναι η βιβλιογραφική έρευνα. Πιο συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκε κατά στάδια, στην διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Το πρώτο στάδιο ήταν ο προσδιορισμός των πηγών ανεύρεσης στοιχείων και χρησιμοποιήθηκε το διαδίκτυο και ελληνικά συγγράμματα. Το δεύτερο στάδιο ήταν η συλλογή των στοιχείων από επιστημονικά άρθρα που αντλήθηκαν από βάσεις δεδομένων όπως η Emerald, η Elsevier, και η Wiley. Επιπρόσθετα, αντλήθηκαν πληροφορίες από επιστημονικά περιοδικά όπως το Journal of Supply Chain Management και το International Journal of Physical Distribution & Logistics Management κ.α. Στην συνέχεια τα δεδομένα αυτά αξιολογήθηκαν με βάση την σχετικότητα τους με το υπό εξέταση θέμα. Και στο τελευταίο στάδιο, αναλύθηκαν τα παραπάνω στοιχεία και ερμηνεύτηκαν

Η παρούσα εργασία μέσω βιβλιογραφικής ανασκόπησης, έχει στόχο να διερευνήσει σε θεωρητικό επίπεδο τους σημαντικούς παράγοντες των αναδυόμενων τεχνολογιών και της επίδρασής τους. Επίσης, πραγματοποιείται διερεύνηση των κρίσιμων παραγόντων για την βιώσιμη ανάπτυξη, καθώς και των οφελών και προκλήσεων που υπάρχουν για την μετατροπή των λειτουργιών των επιχειρήσεων σε βιώσιμα.

Διάρθρωση της μελέτης

Η διάρθρωση της παρούσας διπλωματικής μελέτης παρατίθεται παρακάτω:

Κεφάλαιο 1: Στο εισαγωγικό αυτό κεφάλαιο παρουσιάζονται η σημαντικότητα του θέματος, ο σκοπός και τα ερευνητικά ερωτήματα της διπλωματικής μελέτης.

Κεφάλαιο 2: Με βάση τη βιβλιογραφική επισκόπηση, στο κεφάλαιο αυτό αναπτύσσονται οι ορισμοί για την εφοδιαστική αλυσίδα, την διαχείριση της και τους παράγοντες για την βιωσιμότητα της.

Κεφάλαιο 3: Στο κεφάλαιο αυτό, παρουσιάζεται μέσω της βιβλιογραφίας, οι νέες αναδυόμενες τεχνολογίες που έχουν εμφανιστεί και μελετηθεί τα τελευταία χρόνια.

Κεφάλαιο 4: Βασικός σκοπός του κεφαλαίου αυτού είναι η παρουσίαση της ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών στην εφοδιαστική αλυσίδα, η συμβολή τους στο σύστημα της βιωσιμότητας και στην αναβάθμιση ολόκληρου του δικτύου.

Κεφάλαιο 5: Ολοκληρώνοντας την έρευνά μας, γίνεται μία σύνοψη και αποτυπώνονται τα συμπεράσματα αυτής. Παρουσιάζονται οι περιορισμοί της παρούσας μελέτης, καθώς και οι προτάσεις για παραπέρα έρευνα

Κεφάλαιο 2: Εφοδιαστική Αλυσίδα

Ορισμός εφοδιαστικής αλυσίδας

Γενικά, η έννοια της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει απασχολήσει πολλούς ερευνητές, οι οποίοι έχουν ορίσει το νόημά της σε διάφορους ορισμούς στο παρελθόν. Το Παγκόσμιο Φόρουμ Εφοδιαστικής Αλυσίδας του Πανεπιστημίου του Οχάιο έδωσε έναν ορισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας ως *"τα logistics είναι μια ολοκληρωμένη διαδικασία σχεδιασμού, εφαρμογής και ελέγχου βασικών διαδικασιών και μετατροπής των εισροών των προμηθευτών σε προϊόντα και υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας προς τους πελάτες"* (Lambert, 2004). Η αλυσίδα εφοδιασμού ορίζεται ως ένα ολοκληρωμένο δίκτυο ή σύστημα, η δημιουργία αξίας περιλαμβάνει τη στενή συνεργασία μεταξύ εταιρειών, κατασκευαστών, εμπόρων, λιανοπωλητών και καταναλωτών. Συγκεκριμένα, η εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει τη ροή και τη μετατροπή αγαθών και υπηρεσιών από προμηθευτές πρώτων υλών ή παραγωγούς τελικών προϊόντων σε τελικούς πελάτες, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της ροής πληροφοριών μεταξύ των μελών της αλυσίδας. Η έννοια της βιώσιμης διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας αποδίδεται στον σχεδιασμό και την παρακολούθηση του συστήματος της υλοποίησης, του συντονισμού και του ελέγχου κόστους, της ποιότητας και της ταχύτητας ικανοποίησης των πελατών (S. Russell & W. Taylor, 2011).

Διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας

Εκτός από τον ορισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας, σημαντικός είναι και ο ορισμός της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ένας από τους βασικούς ορισμούς είναι ότι η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνει το σχεδιασμό και τον έλεγχο όλων των διαδικασιών που εμπλέκονται σε όλες τις διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η διαχείρισή του περιλαμβάνει συνεργασία μεταξύ μελών του συνεταιρισμού όπως προμηθευτές, μεσάζοντες και πελάτες. Βασικά, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει ολοκληρωθεί και στοχεύει στην πλήρη ικανοποίηση όλων των αναγκών του τελικού πελάτη (Harrison & Hoek, 2008). Ο απώτερος στόχος της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η διαχείριση της ροής αγαθών και υπηρεσιών για την κάλυψη των αναγκών των πελατών με παράλληλη μείωση του συνολικού κόστους. Κάθε μέρος της εφοδιαστικής αλυσίδας στοχεύει στην επίτευξη των δικών του στόχων

(S. Russell and W. Taylor, 2011). Επιπλέον, προστέθηκε ένα άλλο βασικό στοιχείο της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, δηλαδή η συνεργασία και η αξιοπιστία που αναπτύσσεται μεταξύ πελατών και προμηθευτών (Christopher, 2011). Εν ολίγοις, ο κύριος στόχος της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι να επιτρέψει στις εταιρείες να παράγουν και να διανέμουν τα αγαθά και τις υπηρεσίες τους με το χαμηλότερο δυνατό κόστος και ελάχιστη σπατάλη πόρων, ικανοποιώντας παράλληλα τις απαιτήσεις των πελατών. Με σωστή διαχείριση, η εταιρεία μπορεί να εξάγει το σωστό προϊόν, τη σωστή ποσότητα και σταθερό χρόνο παράδοσης με το χαμηλότερο δυνατό κόστος (Σιφνιώτης, 1997).

Βιωσιμότητα εφοδιαστικής αλυσίδας

Η τέταρτη βιομηχανική επανάσταση (Industry 4.0 - I4.0) αναμένεται να προκαλέσει μια τεράστια ανάπτυξη της εκβιομηχάνισης και μπορεί να διαταράξει τη βιωσιμότητα των σημερινών βιομηχανικών συστημάτων (Liao et al., 2017). Επιπλέον, αναμένονται περαιτέρω επιπτώσεις όσον αφορά την υψηλότερη κατανάλωση πόρων, την υπερθέρμανση του πλανήτη και ζητήματα κλιματικής αλλαγής (Tseng et al., 2018). Υπό αυτή την έννοια, η υιοθέτηση πρακτικών διαχείρισης για συστήματα παραγωγής και αλυσίδας εφοδιασμού που λαμβάνει υπόψη όλες τις πτυχές της βιωσιμότητας — οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές— και εκμεταλλεύεται τα χαρακτηριστικά του ψηφιακού μετασχηματισμού είναι ένα σχετικό θέμα που απαιτεί έρευνα και πρέπει να εφαρμοστεί στις αλυσίδες εφοδιασμού παραγωγής. Η σημασία της ενσωμάτωσης της βιωσιμότητας στις αλυσίδες εφοδιασμού έχει βρεθεί στο επίκεντρο της προσοχής των ερευνητών, όπως οι Ghadimi et al. (2019) και Wang et al. (2019), ωστόσο, λίγες πρακτικές προσπάθειες έγιναν στο πλαίσιο μιας βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας. Σχετικά με αυτό, οι Duarte και Cruz-Machado (2017) πρότειναν ένα εννοιολογικό μοντέλο με βάση τις πράσινες και λιτές αλυσίδες εφοδιασμού. Σε αυτό το πλαίσιο, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες με επίκεντρο τις τεχνολογίες που σχετίζονται με την τέταρτη βιομηχανική επανάσταση ως συνολική προσέγγιση, όπως εκείνη των Luthra & Mangla (2018).

Στην εποχή του Industry 4.0 τα logistics γίνονται ψηφιακά και έξυπνα. Το ερώτημα που αξίζει να διερευνηθεί είναι πώς συμβάλλει στην απόδοση της εφοδιαστικής

αλυσίδας και ποια στοιχεία του Industry 4.0 θα πρέπει να συμπεριληφθούν κατά την ανάπτυξη των Εφοδιαστικών Αλυσίδων 4.0. Τα χαρακτηριστικά logistics που υποστηρίζονται από κατάλληλα στοιχεία Industry 4.0 και η φύση της εφοδιαστικής αλυσίδας που ξεκινά με μη επεξεργασμένες πρώτες ύλες και τελειώνει με τελικά προϊόντα που παραδίδονται στον τελικό χρήστη και συνδέει πολλές εταιρείες μαζί (CSCMP, 2013), μπορούν να αξιοποιηθούν σε ένα ολοκαίνουργιο επίπεδο. Αυτό δεν οφείλεται μόνο στους νέους τρόπους εκτέλεσης εργασιών, αλλά σε μια εντελώς νέα ποικιλία συντονισμού και συνεργασίας με συνεργάτες καναλιού και σε μια βελτιωμένη ενοποίηση της διαχείρισης προσφοράς και ζήτησης και άλλων επιχειρηματικών λειτουργιών εντός και μεταξύ των εταιρειών.

Το IoT, το cloud computing και όλες οι συσκευές που υπάρχουν, όπως κινητές συσκευές, έξυπνες συσκευές, αποτελούν απλώς ένα σημείο εκκίνησης για την ανάπτυξη μιας νέας αλυσίδας εφοδιασμού. Τα κοινωνικά δίκτυα θα πρέπει να προστεθούν σε αυτή τη ρύθμιση, καθώς η έννοια της εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον άνθρωπο ως τον τελικό αποδέκτη των αγαθών που παραδίδονται, αλλά και ως εσωτερικό πόρο με τη μορφή εργαζομένων. Γι' αυτό λέγεται όλο και περισσότερο για τα κυβερνοφυσικά κοινωνικά συστήματα (CPSS) και το Διαδίκτυο των Ανθρώπων (IoP), το οποίο τονίζει ότι δεν θεωρούνται απλώς ως τελικοί χρήστες εφαρμογών, αλλά είναι ενεργά στοιχεία του Διαδικτύου (Conti et al., 2017).

Σύμφωνα με τον Christopher (2016), το 4IR λόγω τεχνολογίας θα αλλάξει τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας με πρωτοποριακό τρόπο, κάτι που θα προκληθεί, μεταξύ άλλων, από: στιγμιαία κατασκευή, προηγμένη ρομποτική και ψηφιοποίηση των αλυσίδων εφοδιασμού. Αλλά την ίδια στιγμή, οι ερευνητές επισημαίνουν ότι «η ψηφιοποίηση δεν είναι απλώς μια συνέχεια του status quo σε υψηλότερο επίπεδο τεχνολογίας. αλλάζει το παιχνίδι σε πολλούς τομείς της οικονομίας – επίσης στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της εφοδιαστικής αλυσίδας» (Kersten et al., 2017). Βιώνουμε τον ψηφιακό επιχειρηματικό μετασχηματισμό που – σύμφωνα με την Gartner (2019a) – είναι η διαδικασία εκμετάλλευσης ψηφιακών τεχνολογιών και υποστήριξης δυνατοτήτων για τη δημιουργία ενός ισχυρού νέου ψηφιακού επιχειρηματικού μοντέλου. Οι καινοτομίες που προκαλούν ψηφιακό μετασχηματισμό της επιχείρησης μπορούν να διατηρήσουν μια υπάρχουσα επιχείρηση

δικτύου προϊόντων, αγοράς ή αξίας ή να προκαλέσουν διακοπή σε αυτά. Ως εκ τούτου, εμπίπτουν σε δύο κατηγορίες – μπορεί να είναι συντηρητικές ή διασπαστικές (Christensen, 1997).

Οι ψηφιακές τεχνολογίες στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχουν κερδίσει μεγάλο ενδιαφέρον στην παγκόσμια έρευνα. Πραγματοποιούνται κυρίως από σημαντικά επιστημονικά κέντρα και εταιρείες συμβούλων. Από τη μία, μια μελέτη από το Συμβούλιο Επαγγελματιών Διαχείρισης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (CSCMP) δείχνει ότι το 93% των αποστολέων και το 98% των τρίτων παρόχων logistics (3PL) πιστεύουν ότι τα δεδομένα είναι ζωτικής σημασίας για τη διαχείριση των δραστηριοτήτων της εφοδιαστικής αλυσίδας (Dataflog, 2018). Σύμφωνα με τη Gartner, «το 87% των ανώτερων ηγετών επιχειρήσεων λένε ότι η ψηφιοποίηση είναι μια εταιρική προτεραιότητα και το 79% των εταιρικών στρατηγικών δηλώνουν ότι επανεφευρίσκουν την επιχείρησή τους – δημιουργώντας νέες ροές εσόδων με νέους τρόπους» (Gartner, 2019β). Ωστόσο, από την άλλη πλευρά, το 71% των 3PL πιστεύει ότι τα μεγάλα δεδομένα βελτιώνουν την ποιότητα και την απόδοση (Dataflog, 2018) και παρά την ταχεία ανάπτυξη της τεχνολογίας και την αυξανόμενη διαθεσιμότητά της για τις επιχειρήσεις, ο ψηφιακός μετασχηματισμός της επιχείρησης χαρακτηρίζεται από αρκετά απογοητευτικό ρυθμό..

Αναμφίβολα, νέοι πάροχοι logistics θα βρουν τη θέση τους στο Supply Chains 4.0. Αυτές οι αλυσίδες χρειάζονται νέες υπηρεσίες από παρόχους 4PL και 5PL που έχουν εξελιχθεί από 3PL. Εφόσον τα 4PLs είναι ολοκληρωμένοι εφοδιαστικής αλυσίδας που διαχειρίζονται πόρους και συνδυάζουν δυνατότητες πολλών παρόχων, οι 5PL ασχολούνται κυρίως με τον on-line συντονισμό των δραστηριοτήτων και επικεντρώνονται στην παροχή ηλεκτρονικών λύσεων για ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού (Hosie, et al., 2012). Η εκλαΐκευση των υπηρεσιών 4P και 5PL θα φέρει σημαντικές αλλαγές στα συστήματα logistics. Μπορούμε να περιμένουμε ότι θα λειτουργούν σε διαφορετική καμπύλη κόστους, θα εμφανιστούν νέες ευκαιρίες βελτιστοποίησης καθώς και θα δημιουργηθεί νέα προστιθέμενη αξία.

Η βιωσιμότητα μιας επιχείρησης εξαρτάται από την μείωση των κινδύνων που εμφανίζονται σε σχέση της με τις διαδικασίες διανομής, με την διαχείριση των αποθεμάτων της και την συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων μελών που συνυπάρχουν

στην αλυσίδα. Εάν μια εταιρεία καταφέρει να βελτιώσει τις περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές της επιδόσεις στην αλυσίδα εφοδιασμού, μπορεί να αυξήσει την παραγωγικότητα, να αυξήσει την ανταγωνιστικότητα και να αυξήσει τα κέρδη (Babu, 2011). Τα τελευταία χρόνια, όλο και περισσότερες εταιρείες δεσμεύονται να δημιουργήσουν μια βιώσιμη αλυσίδα εφοδιασμού. Η σωστή διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει γίνει απαραίτητη προϋπόθεση για ένα σωστό και ολοκληρωμένο σύστημα διανομής. Πολλές εταιρείες αναθέτουν επίσης εργασίες σε εξωτερικούς συνεργάτες, γεγονός που οδηγεί σε μια εκτεταμένη αλυσίδα εφοδιασμού (Akyuz & Erkan, 2010). Μια βιώσιμη αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να μειώσει σημαντικά τη σπατάλη πόρων, να βελτιώσει την αποδοτικότητα και να μειώσει το κόστος των πόρων που καταναλώνονται κατά τη διαδικασία διάθεσης των προϊόντων στην αγορά. Η δημιουργία μιας βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού δεν αφορά μόνο τις ηθικές αγορές, αλλά και τη λήψη καλύτερων αποφάσεων για τη μείωση του κόστους, την αύξηση της παραγωγικότητας, την υποστήριξη της ανάπτυξης και τη λήψη μακροπρόθεσμων αποφάσεων πρακτικές. Μακροπρόθεσμα, οι βιώσιμες επενδύσεις μπορούν να μειώσουν σημαντικά το κόστος, να συμβάλουν στην αύξηση της καταναλωτικής αξίας και να βελτιώσουν τις συνθήκες διαβίωσης και εργασίας των ανθρώπων στην αλυσίδα εφοδιασμού (Will, 2017). Σε γενικές γραμμές, η βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να περιγραφεί ως η περιβαλλοντική, οικονομική και κοινωνική διαχείριση αγαθών και υπηρεσιών μέσω της εφαρμογής καλών πρακτικών. Ο στόχος της βιωσιμότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι να δημιουργήσει την οικονομική ανάπτυξη μιας εταιρείας με σεβασμό στις κοινωνικές και περιβαλλοντικές αξίες. Ένας από τους ρόλους μιας βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας είναι να διασφαλίζει ότι οι εταιρείες συμμορφώνονται με τους νόμους που σχετίζονται με τις διεθνείς αρχές κατά την παραγωγή προϊόντων ή υπηρεσιών (Schaltegger, Burritt, 2014). Ο όρος αειφορία αποτελείται από τρεις βασικούς πυλώνες: οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό και ονομάζεται «τριπλό τελικό αποτέλεσμα» (Schaltegger & Burritt, 2014).

Οι τρεις πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης (Carter & Rogers, 2008): Η κοινωνική βιωσιμότητα ορίζεται ως η ικανότητα ενός κοινωνικού συστήματος, δηλαδή η ικανότητα μιας εταιρείας να λειτουργεί σε ένα ορισμένο επίπεδο κοινωνικής ευημερίας και αρμονίας. Κάθε επιχειρηματική απόφαση πρέπει να προάγει την πρόοδο της

κοινωνίας. Οι εταιρείες πρέπει να σέβονται τα δικαιώματα και τις ανάγκες των εργαζομένων. Η οικονομική σκοπιμότητα εξαρτάται από την απόφαση της εταιρείας να πραγματοποιήσει κέρδος. Η εταιρεία επενδύει με στόχο τη μακροπρόθεσμη οικονομική ανάπτυξη. Η περιβαλλοντική αειφορία στοχεύει στην προστασία του φυσικού περιβάλλοντος. Οι εταιρείες πρέπει να ενεργούν με τρόπο που να σέβεται το περιβάλλον και να μειώνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των πράξεων τους (για παράδειγμα, μείωση του αποτυπώματος άνθρακα).

Τα οφέλη της βιωσιμότητας δεν αντικατοπτρίζονται μόνο στην ουσία, αλλά και σε ολόκληρη την κοινωνία και τα άτομα που ανήκουν στην αλυσίδα εφοδιασμού. Η αειφορία έχει θετικό αντίκτυπο στην κοινωνία και τον πλανήτη, διότι συμβάλλει στη μείωση της χρήσης πόρων και διασφαλίζει ότι οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή είναι βιώσιμες και ζωτικής σημασίας μακροπρόθεσμα. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχουν και άλλες πτυχές που σχετίζονται με τη βιωσιμότητα, οι οποίες ενδέχεται να έχουν αντίκτυπο στην ευρύτερη κοινωνία, επιταχύνοντας έτσι την ανάπτυξη προτύπων για άλλες εταιρείες. Η παροχή καλύτερων συνθηκών εργασίας για τους εργαζόμενους στην εφοδιαστική αλυσίδα μπορεί να βελτιώσει τις συνθήκες διαβίωσής τους.

Τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα της βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας

Παραγωγοί και προμηθευτές μέσω μιας βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας μπορούν να ωφεληθούν (Weber, 2009). Αυτά τα δύο θα μελετηθούν χωριστά ανά κατηγορία. Αρχικά, οι κατασκευαστές μπορούν να αποκομίσουν τα ακόλουθα οφέλη μετατρέποντας την αλυσίδα εφοδιασμού σε βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα: η υψηλότερη παραγωγική απόδοση, η υποστήριξη της τοπικής κοινότητας, η καινοτομία, η βελτίωση της φήμης λόγω λιγότερων αποβλήτων και η μείωση κατανάλωσης ενέργειας και πρώτων υλών έχουν ως αποτέλεσμα την υψηλή αποδοτικότητα της παραγωγής. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε βελτίωση της περιβαλλοντικής εικόνας της εταιρείας, αλλά και να δημιουργήσει ένα πιο σταθερό σύστημα παραγωγής με χαμηλότερο κόστος και καλύτερη ποιότητα. Ακόμη και η υποστήριξη εταιρειών από την τοπική κοινωνία είναι πολύ βασική. Αρχικά, επειδή πολλοί υποψήφιοι θα

αναζητούσαν εργασία στην εταιρεία, αλλά ταυτόχρονα θα την εμπιστεύονταν για να δημιουργήσει πιστούς πελάτες. Σίγουρα υπάρχουν πολλοί άνθρωποι που θέλουν να εργαστούν σε μια εταιρεία που ενσωματώνει την κοινωνική και περιβαλλοντική ευθύνη στην κουλτούρα της. Έτσι ο αριθμός των εργαζομένων σε μια τέτοια εταιρεία έχει αυξηθεί, γεγονός που τους κάνει περήφανους. Φυσικά, οι δράσεις κοινωνικής πρόνοιας που παρέχονται από ορισμένες εταιρείες έχουν βελτιώσει τη σχέση τους με την κοινωνία. Οι προσπάθειες της εκάστοτε εταιρείας στην οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική βιωσιμότητα μπορούν αναμφίβολα να βελτιώσουν τις μεθόδους έρευνας και να αναπτύξουν νέες ιδέες και λύσεις. Για παράδειγμα, η αντιμετώπιση πολύπλοκων περιβαλλοντικών ζητημάτων ή πολύπλοκων διαιτητικών διαδικασιών όπως η μείωση της γραφειοκρατίας και τη σπατάλη πόρων. Όταν μια εταιρεία γνωρίζει κοινωνικά και περιβαλλοντικά ζητήματα, θα βελτιώσει τη φήμη της, κάτι που είναι απολύτως λογικό. Αυτό είναι ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα που μπορεί να έχει μια εταιρεία. Η εφαρμογή μιας βιώσιμης αλυσίδας εφοδιασμού μπορεί σίγουρα να ωφελήσει τους προμηθευτές (Bancilhon, 2011).

Μπορούν να επιτύχουν τους ακόλουθους στόχους:

- Υψηλή λειτουργική αποτελεσματικότητα
- Ανάπτυξη στρατηγικών δεξιοτήτων
- Φήμη
- Ανάπτυξη δεξιοτήτων διαχείρισης

Επίσης, εάν οι προμηθευτές έχουν καλές επιδόσεις στον κοινωνικό και περιβαλλοντικό τομέα, μπορούν εύκολα να επιδείξουν μια επιτυχημένη εικόνα λειτουργίας. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η επιτυχημένη απόδοση σε αυτούς τους τομείς απαιτεί αυστηρό έλεγχο της παραγωγής, που φυσικά οδηγεί στην αποδοτικότητα της εταιρείας. Όταν οι προμηθευτές είναι σε θέση να εφαρμόσουν πολιτικές για κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά ζητήματα, προφανώς θα αναπτύξουν νέες στρατηγικές δεξιότητες, όπως δεξιότητες διαχείρισης. Οι καταναλωτές πλέον κατανοούν και παρατηρούν καλύτερα την περιβαλλοντική και κοινωνική συμπεριφορά της εταιρείας και επιλέγουν κυρίως προϊόντα που η εταιρεία λειτουργεί με λογική βιώσιμης εφοδιαστικής. Επομένως, μια εταιρεία που εφαρμόζει αυτή τη λογική μπορεί να

αποκτήσει εταιρική φήμη. Οι προμηθευτές μπορούν να αναπτύξουν δεξιότητες διαχείρισης συμμετέχοντας σε περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά ζητήματα. Αυτός είναι ένας πολύ κρίσιμος παράγοντας για την επιβίωση στη σημερινή εξαιρετικά ανταγωνιστική αγορά.

Παράγοντες που συντελούν στη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας

Σήμερα, βασική προτεραιότητα για τις παγκόσμιες εταιρείες είναι η βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας. Η απόδοση της βιωσιμότητας είναι πολύ σημαντική για τους υπεύθυνους αγορών και θεωρείται πολύ σημαντικός παράγοντας επιτυχίας. Τα οικονομικά και λειτουργικά οφέλη των επιχειρήσεων προσπαθούν να συνδυαστούν με σημαντικά κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Η βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα περιλαμβάνει τη διαχείριση υλικών, υπηρεσιών, πληροφοριών και συνεργασία μεταξύ εταιρειών κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας, λαμβάνοντας υπόψη τις τρεις διαστάσεις της βιώσιμης ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, μια βιώσιμη αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να θεωρηθεί ως μια αλυσίδα εφοδιασμού που εστιάζει στη διατήρηση της περιβαλλοντικής, οικονομικής και κοινωνικής σταθερότητας για την επίτευξη μακροπρόθεσμης βιώσιμης ανάπτυξης. Σύμφωνα με την βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον προσδιορισμό των παραγόντων που επηρεάζουν τη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, έχουν βρεθεί μερικοί παράγοντες ότι επηρεάζουν τη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Στρατηγική συνεργασία

Η συνεργασία βοηθά στην εμπορευματοποίηση και διασφαλίζει ότι οι τοπικοί προμηθευτές στην αλυσίδα εφοδιασμού έχουν εύκολη πρόσβαση σε καινοτόμες τεχνολογίες (Vachon & Klassen, 2007), (L. Dam, 2014). Η έρευνα για τον ρόλο της περιβαλλοντικής συνεργασίας επικεντρώνεται κυρίως στα προκαταρκτικά αποτελέσματα και στον αντίκτυπο της απόδοσης. Με την ανάπτυξη μιας κοινής ευρωπαϊκής πλατφόρμας ανακύκλωσης, βοήθησε εταιρείες (όπως η Sony) να μειώσουν το κόστος ανακύκλωσης κατά 35% (Zhu & Sarkis, 2013). Τα συστήματα συνεργασίας, σχεδιασμού και πρόβλεψης μπορούν να βοηθήσουν τους οργανισμούς να ξεπεράσουν εύκολα τα οικονομικά εμπόδια και να εφαρμόσουν με επιτυχία σχέδια βιωσιμότητας

της εφοδιαστικής αλυσίδας (Attaran & Attaran, 2007). Μια πρόσφατη μελέτη έδειξε τον αντίκτυπο της περιβαλλοντικής συνεργασίας στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα των εσωτερικών διαδικασιών που προκύπτουν από την καθαρή τεχνολογία, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και την επαναχρησιμοποίηση υλικών (Chiou & Chan, 2011). Πιστεύεται επίσης ότι η συνεργασία των προμηθευτών περιβαλλοντικής προστασίας (Grekova & Calantone, 2015) μπορεί να βελτιώσει άμεσα την απόδοση των κεντρικών επιχειρήσεων (Qinghua Zhu, 2007) ή έμμεσα (Dyer & Singh, 1999). Αυτό επιτυγχάνεται με την παροχή κινήτρων στις επιχειρήσεις ώστε να βελτιώσουν και να επενδύσουν σε πιο βιώσιμες διαδικασίες που επηρεάζουν την απόδοση της επιχείρησης. Ως εκ τούτου, η στρατηγική συνεργασία προμηθευτών είναι κρίσιμη για την επιτυχία του SSCM και θεωρείται ένας από τους βασικούς μοχλούς του.

Διατήρηση του περιβάλλοντος

Οι ερευνητές συμφώνησαν ομόφωνα να προστατεύσουν το περιβάλλον για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (McGrath, 2014) ζήτησε την πλήρη παύση της χρήσης ορυκτών καυσίμων έως το 2100, προκειμένου να μειωθεί το παγκόσμιο αποτύπωμα άνθρακα. Απαιτούνται φιλικές προς το περιβάλλον διαδικασίες, τεχνολογίες, προϊόντα, συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και τεχνολογίες προστασίας (Wiese et al., 2012). Η περιβαλλοντική στρατηγική που υιοθετείται από τον οργανισμό έχει άμεσο αντίκτυπο στην αλυσίδα εφοδιασμού και την ανταγωνιστικότητα του οργανισμού (Wu & Pagell, 2011). Οι διάφορες μεθόδους προστασίας του περιβάλλοντος για τις επιχειρήσεις με σκοπό την ανάπτυξη τους μπορεί να είναι: η βελτίωση της ακρίβειας της πρόβλεψης ζήτησης, η επένδυση σε νέες τεχνολογίες, κοινή διανομή, υιοθέτηση δικτύων cross-docking, βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, οικολογικά ολοκληρωμένος σχεδιασμός και ολοκληρωμένα δίκτυα ανακύκλωσης (Ji et al., 2014).

Ενεργοποίηση τεχνολογίας πληροφοριών

Σήμερα, οι βιώσιμες και φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες προσεγγίζουν γρήγορα τις παραδοσιακές λύσεις (Gunasekaran & Ngai, 2004) (Qrunfleh και Tarafdar, 2012). Οι βιώσιμες τεχνολογίες είναι ανακυκλώσιμες και καθαρές τεχνολογίες που δεν θα βλάψουν την κοινωνία και τη φύση (Liu et al., 2011). Τέλος, η ενεργοποίηση της

τεχνολογίας πληροφοριών θα πρέπει να θεωρείται ως βασικός παράγοντας για τη δημιουργία ενός βιώσιμου πλαισίου εφοδιαστικής αλυσίδας.

Βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής

Η βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής μπορεί να εξηγηθεί ως βελτιστοποίηση της ταχύτητας, των ταξιδιών, των αγαθών και των μεταφορών, με χρήση εναλλακτικών καυσίμων αντί για ορυκτά καύσιμα, και η αντίστροφη αλυσίδα εφοδιασμού θα συμβάλει σημαντικά στην κερδοφορία της εταιρείας και στον έλεγχο των εκπομπών (Neto & Bloemhof-Ruwaard, 2008). Επίσης υπάρχει η ανάγκη για ενεργειακά αποδοτικά logistics (Halldórsson & Kovács, 2010) και συστήματα εφοδιαστικής αλυσίδας για την επίτευξη καλύτερης βιωσιμότητας. Δηλαδή η ανάπτυξη δικτύων αντίστροφης εφοδιαστικής (Gonzalez, et al., 2004), η βελτίωση της χρήσης πόρων επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης προϊόντων. Επίσης σε μια διαφορετική μελέτη, αναφέρθηκαν θέματα εταιρικής κοινωνικής ευθύνης και βιωσιμότητας σε συστήματα αντίστροφης εφοδιαστικής και συσχετίστηκαν με την απόδοση βιωσιμότητας (Nikolaou et al., 2013). Επίσης απαιτείται περισσότερη έρευνα για την ενσωμάτωση της βελτιστοποίησης της εφοδιαστικής για την κατανόηση της βιώσιμης έρευνας και πρακτικών στην πράσινη αλυσίδα εφοδιασμού. Ως εκ τούτου, η βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας θεωρείται μία από τις σχετικές οδηγίες του SSCM.

Εσωτερικές πιέσεις

Η εσωτερική πίεση μπορεί να ερμηνευθεί ως η πίεση και οι απαιτήσεις των εργαζομένων του οργανισμού. Ο ρόλος της συμμετοχής και της δέσμευσης των εργαζομένων στην επιτυχία βιώσιμων πρωτοβουλιών έχει τονιστεί (Hanna et al., 2000). Προκειμένου να διατηρηθεί το υψηλό ηθικό και η πίστη των εργαζομένων στην εταιρεία, η σκοπιμότητα της εργασίας πρέπει να λαμβάνεται υπόψη με την εξασφάλιση επαρκών συνθηκών εργασίας και παροχών στους εργαζόμενους (Labuschagne & Brent, 2008). Περαιτέρω υποστήριξη κοινωνικά υπεύθυνων αγορών για τη βελτίωση της απόδοσης βιωσιμότητας (Mont & Leire, 2009). Ωστόσο, οι ερευνητές δήλωσαν επίσης ότι παρά την πίεση, οι ειδικοί στη διαχείριση της αλλαγής εξακολουθούν να μην γνωρίζουν πώς να επιτύχουν τη βιωσιμότητα (Jabbour & Jabbour, 2009). Οι ερευνητές

δήλωσαν επίσης ότι η συμμετοχή των εργαζομένων στη βιώσιμη ανάπτυξη είναι μια μεγάλη πρόκληση, επειδή η βιώσιμη ανάπτυξη απαιτεί αλλαγές στις πρακτικές και τις πρακτικές (Gattiker & Carter, 2010).

Θεσμικές πιέσεις

Η θεσμική θεωρία βοηθά στην κατανόηση, την υιοθέτηση της πρακτικής και της πρόθεσης πίσω από την έγκριση ή την εφαρμογή της. Οι τρεις διαστάσεις της θεσμικής θεωρίας είναι η καταναγκαστική πίεση, η ρυθμιστική πίεση και η πίεση μίμησης. Ο επιβεβλημένος ισομορφισμός είναι το αποτέλεσμα επίσημων και άτυπων εξωτερικών πιέσεων (όπως αγοραστές, πράκτορες). Ο τυποποιημένος ισομορφισμός είναι αποτέλεσμα εξειδίκευσης. Η μίμηση του ισομορφισμού είναι το αποτέλεσμα της μίμησης της συμπεριφοράς άλλων οργανισμών, ειδικά όταν η σαφήνεια των οργανωτικών στόχων είναι περιορισμένη ή το περιβάλλον στο οποίο λειτουργεί ο οργανισμός είναι αβέβαιο ή ο οργανισμός δεν έχει εις βάθος τεχνικές γνώσεις (DiMaggio & Powell, 2000). Ο αντίκτυπος των υποχρεωτικών και ρυθμιστικών πιέσεων στην υιοθέτηση του SSCM έχει μελετηθεί (Zhu et al., 2007). Οι μελέτες περιπτώσεων δείχνουν τη σημασία της νομοθεσίας για την άσκηση πίεσης στους οργανισμούς να υιοθετήσουν φιλικές προς το περιβάλλον πρακτικές (Dubey et al., 2015). Δεδομένου ότι ο αντίκτυπος της θεσμικής πίεσης στο SSCM δεν έχει ακόμη συνειδητοποιηθεί (Kauppi, 2012), και ορισμένοι πιστεύουν ότι η θεσμική πίεση είναι μια πολύ σημαντική κινητήρια δύναμη για τη βιώσιμη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας.

Κοινωνικές αξίες και ηθική

Ο ρόλος των κοινωνικών αξιών και ηθικής στη βιώσιμη ανάπτυξη της εφοδιαστικής αλυσίδας έχει λάβει μεγάλη προσοχή τα τελευταία χρόνια και έχει γίνει σημαντικό θέμα συζήτησης. Η ισχυρή επιχειρηματική ηθική είναι βασικός παράγοντας για την επιτυχία του σχεδίου βιώσιμης ανάπτυξης ενός οργανισμού (Gunasekaran & Spalanzani, 2012). Έχει προταθεί ότι οι αξίες και η ηθική συμβάλλουν στην επιτυχή συνεργασία των προμηθευτών (Drake & Schlachter, 2008). Μερικοί άνθρωποι πιστεύουν ότι η ηθική της μηχανικής παίζει σημαντικό ρόλο στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη περιβαλλοντικά συνειδητών αλυσίδων εφοδιασμού (Beamon, 2005). Μια

πρόσφατη μελέτη (Eriksson, 2015) έδειξε ότι η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να επικεντρωθεί στην κατανόηση της ηθικής και των ηθικών ευθυνών στην αλυσίδα εφοδιασμού.

Εταιρική στρατηγική και δέσμευση

Οι σαφείς πολιτικές στρατηγικού επιπέδου και ο συντονισμός μεταξύ των ομάδων στρατηγικού επιπέδου και των κανονικών λειτουργιών και λειτουργιών του οργανισμού είναι βασικοί για την εισαγωγή και εφαρμογή της βιώσιμης ανάπτυξης σε κάθε οργανισμό (Law & Gunasekaran, 2012). Η έλλειψη εταιρικής στρατηγικής και η έλλειψη συμμετοχής στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας θα εμποδίσουν τις προσπάθειες του οργανισμού να επιτύχει βιωσιμότητα (Petrick & Griffiths, 2001). Άλλοι πιστεύουν ότι η συνέπεια της στρατηγικής SSCM και της εταιρικής στρατηγικής είναι επίσης πολύ σημαντική (Narasimhan και Das, 2001). Επιπλέον, ο ρόλος των δεσμεύσεων κυρίως από τα ανώτερα στελέχη έχει γίνει προτεραιότητα για τους εταίρους της εφοδιαστικής αλυσίδας που επιδιώκουν να εφαρμόσουν πρακτικές βιώσιμης ανάπτυξης (Liang et al., 2007). Σύμφωνα με τους Jabbour & Beatriz, 2016 οι οποίοι κατέληξαν στην σχέση μεταξύ δέσμευσης και βιώσιμης πρακτικής.

Οικονομική σταθερότητα

Έχει επισημανθεί ότι οι πρακτικές SSCM μπορούν να βοηθήσουν: να δημιουργήσουν ένα πιο βελτιωμένο κανάλι εφοδιασμού, να μειώσουν το κόστος διαχείρισης προμηθευτών, η αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να ανταποκριθεί γρήγορα στις αλλαγές της αγοράς και να μειώσει τη σπατάλη αποθεμάτων (Xia & Tang, 2011). Ένα παράδειγμα είναι ότι κατά τη διάρκεια της οικονομικής ύφεσης, οι εταιρείες μόδας με βιώσιμες αλυσίδες εφοδιασμού είχαν καλύτερες επιδόσεις από αυτές που βασίζονται στις παραδοσιακές αλυσίδες εφοδιασμού (Brito, et al., 2008).

Σχεδιασμός πράσινου προϊόντος

Μερικοί άνθρωποι πιστεύουν ότι ο σχεδιασμός πράσινων προϊόντων είναι ένας από τους κύριους τομείς μερικών από τους πιο επιτυχημένους οργανισμούς (Graedel, 1995). Μερικοί άνθρωποι πιστεύουν ότι, σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους, η ανάπτυξη πράσινων προϊόντων που λύνουν περιβαλλοντικά προβλήματα μέσω του

σχεδιασμού και της καινοτομίας προϊόντων έχει προσελκύσει μεγάλη προσοχή από πελάτες, βιομηχανίες και κυβερνήσεις σε όλο τον κόσμο (Chen, 2001). Έχει σημειωθεί ότι ορισμένοι οργανισμοί έχουν διαπιστώσει ότι ο πράσινος σχεδιασμός έχει θετικό αντίκτυπο στην εταιρική απόδοση (Finster et al., 2001). Ορισμένοι ερευνητές επεσήμαναν επίσης ότι ο σχεδιασμός πράσινων προϊόντων έχει σημαντικό θετικό αντίκτυπο στη βιώσιμη ανάπτυξη των επιχειρήσεων (Zhu et al., 2013).

Ρίσκο

Οι γεωπολιτικοί παράγοντες έχουν σημαντικό αντίκτυπο στις παγκόσμιες διαταραχές της εφοδιαστικής αλυσίδας (Xu, et al., 2019). Οι κυβερνητικές πολιτικές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τον κίνδυνο βιωσιμότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτός ο αντίκτυπος ποσοτικοποιείται χρησιμοποιώντας τον Παγκόσμιο Δείκτη Διακυβέρνησης (WGI). Η πολιτική σταθερότητα και η απουσία βίας/τρομοκρατίας, η κυβερνητική αποτελεσματικότητα, το κράτος δικαίου και ο έλεγχος των δεικτών διαφθοράς θεωρούνται οι πιο κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (Kaufmann & Kraay, 2011).

Ψηφιοποίηση

Η ψηφιοποίηση έχει πολλά θετικά αποτελέσματα στις βιώσιμες αλυσίδες εφοδιασμού και στην απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας όσον αφορά το κόστος και την ανθεκτικότητα. Τα οικονομικά οφέλη της ψηφιοποίησης κυριαρχούν, αλλά έχει επίσης αντίκτυπο στις κοινωνικές και περιβαλλοντικές πτυχές των ψηφιακών μεθόδων στις βιώσιμες αλυσίδες εφοδιασμού. Είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί εάν ο θετικός αντίκτυπος υπερβαίνει τους υπάρχοντες κινδύνους (Rogetzer et al., 2019). Η χρήση του Big Data and Predictive Analytics είναι ανταγωνιστική ανάγκη. Για το σκοπό αυτό, πιο καινοτόμες εταιρείες επιδιώκουν να ξεπεράσουν τους ανταγωνιστές τους βρίσκοντας νέους τρόπους χρήσης του, όπως η δημιουργία προϊόντων και υπηρεσιών επόμενης γενιάς ή η αύξηση της διαφάνειας των πληροφοριών και της αποτελεσματικότητας λήψης αποφάσεων μέσω της ψηφιοποίησης. Το πρόγραμμα Big Data and Predictive Analytics χρησιμοποιείται επίσης ευρέως στον τομέα της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας για να παρέχει στις εταιρείες νέες ευκαιρίες και στοχεύει στην ενίσχυση της

οικονομικής τους βάσης. Η ψηφιοποίηση μειώνει το κόστος για τις διαδικασίες της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας (Hazen et al., 2016).

Βιώσιμη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (SSCM)

Η βιωσιμότητα απαιτεί σκέψη πέρα από τα όρια μιας μεμονωμένης οντότητας ή οργανισμού για να ληφθούν υπόψη ολόκληρες αλυσίδες αξίας και συστήματα παραγωγής και κατανάλωσης (Lebel & Lorek 2008). Αυτό τοποθετεί τις αλυσίδες εφοδιασμού (SC) και τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCM) στο επίκεντρο της πολιτικής και της πρακτικής ατζέντας για τη βιωσιμότητα. Έχουν διεξαχθεί πολλές βιβλιογραφικές ανασκοπήσεις του SSCM (πχ. Abbasi & Nilsson 2012; Ashby et al. 2012;), κάνοντας απολογισμό στο πεδίο και δείχνοντας το αυξανόμενο ενδιαφέρον και την κρισιμότητα αυτού του τομέα τόσο σε ακαδημαϊκούς όσο και σε επαγγελματίες.

Έχει αποδειχθεί ότι η κυρίαρχη εστίαση έχει δοθεί στην εμπειρική έρευνα που χρησιμοποιεί κυρίως έρευνες ή θετικιστικές περιπτώσιολογικές μελέτες. Ως αποτέλεσμα, έχει συσσωρευτεί μεγάλη γνώση σχετικά με τις πρακτικές που εφαρμόζουν πραγματικά οι εταιρείες, καθώς και τις δυνατότητες και τους αναστολείς. Τόσο εσωτερικοί (π.χ. δυνατότητες) όσο και εξωτερικοί παράγοντες (π.χ. συνεργασία με προμηθευτές) έχουν εντοπιστεί. Δεν αποτελεί έκπληξη ότι αυτοί είναι παράγοντες που είναι ήδη εξέχοντες σε άλλους τομείς της βιβλιογραφίας SCM (π.χ. υιοθέτηση τεχνολογίας) κάνουν το SSCM να φαίνεται απλώς μια άλλη «καινοτομία» που προωθεί και ενισχύει τον στόχο της αποτελεσματικότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας. Επιπλέον, τέτοιες μελέτες συχνά περιορίζονται από την κατανόηση της βιωσιμότητας των ερωτηθέντων, η οποία σπάνια αντανακλά την τρέχουσα σκέψη, περιορίζοντας έτσι την πραγματική πρόοδο. Αυτή η αντίληψη ενισχύεται περαιτέρω από την προσοχή που δίνεται στη διερεύνηση των δεσμών μεταξύ ορισμένων πτυχών ενός στενού πλαισίου βιωσιμότητας (όπως η οικολογική απόδοση και η κοινωνική ευθύνη) και η οικονομική απόδοση της επιχείρησης (Thornton et al. 2013; Wong 2013).

Όπως επισημάνθηκε από τους Pagell και Shevchenko (2014) δεν έχουν γίνει πολλά για να κατανοήσουμε το «πώς» συμβαίνει το SSCM. Επιπλέον, η συντριπτική πλειονότητα των συγγραφέων επισημαίνουν την ανησυχητική έλλειψη θεωρίας στο πεδίο και τις περιορισμένες προσπάθειες οικοδόμησης θεωρίας. Δεδομένης της έντονης εστίασης σε

εμπειρικές, θετικιστικές μελέτες σε αυτόν τον τομέα, αυτό αντιπροσωπεύει μια σημαντική έλλειψη, η οποία θέτει υπό αμφισβήτηση τη συνάφεια των εμπειρικών ευρημάτων με τόσο αδύναμη θεωρητική βάση.

Η κύρια πρόκληση για την ανάπτυξη της θεωρίας SSCM έγκειται στη δυσκολία που αντιμετωπίζουν οι ερευνητές στην αντιμετώπιση της εγγενούς πολυπλοκότητας και της διεπιστημονικότητας της έννοιας της βιωσιμότητας και του θεμελιώδους ενδιαφέροντός της για την προσαρμογή των ανθρώπινων δραστηριοτήτων στο ευρύτερο σύστημα της Γης. Από τη μία πλευρά, υπάρχει η άποψη ότι η βιωσιμότητα δεν μπορεί να επιτευχθεί σε μικρο-επίπεδο, καθώς η αειφόρος ανάπτυξη είναι μια έννοια σε μακροεπίπεδο. Επιπλέον, είναι μια έννοια που δεν υποστηρίζεται από τρέχουσες πολιτικές οικονομικές δομές και συζητήσεις που γενικά προσανατολίζονται στην ανάπτυξη παρά το κόστος (δηλαδή το πραγματικό κόστος που εξωτερικεύεται στην κοινωνία ή/και στις μελλοντικές γενιές), μια προβληματική που διερευνάται σε τομείς όπως η βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή (SCP) ή το κίνημα «αποανάπτυξης». Από την άλλη πλευρά, υπάρχει μια σχολή σκέψης ότι η βιωσιμότητα πρέπει να χτίζεται ταυτόχρονα από κάτω προς τα πάνω και από πάνω προς τα κάτω.

Οι περισσότερες έρευνες της SSCM επικεντρώθηκαν σε ποιες πρακτικές θα ήταν πιο αποτελεσματικές για την επίτευξη περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιδόσεων με τους προμηθευτές, χωρίς συμβιβασμούς στην κερδοφορία (Matthews et al. 2016; Pagell & Shevchenko 2014) και χωρίς να αμφισβητηθεί η ίδια η φύση συγκεκριμένων αλυσίδων εφοδιασμού. Ο Van Bommel (2011) επισημαίνει ότι «μόνο περιορισμένα πλαίσια στη βιβλιογραφία αναλύουν και περιγράφουν τη διαδικασία εφαρμογής της βιωσιμότητας στα δίκτυα εφοδιασμού». Συγκεκριμένα, η βιβλιογραφία έχει δώσει έμφαση στο ζήτημα του τρόπου με τον οποίο οι εταιρείες θα πρέπει να ελέγχουν και να επιλέγουν τους προμηθευτές τους με βάση τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές απαιτήσεις τους. Η εφαρμογή κοινωνικών και περιβαλλοντικών πρακτικών δεν μπορεί να περιοριστεί σε προβλήματα ελέγχου και επιλογής και υπάρχει ανάγκη να διερευνηθεί πώς αντιμετωπίζουν οι αγοραστές τους μακροπρόθεσμους προμηθευτές παλαιού τύπου (Hoejmose & Adrien-Kirby 2012). Επιπλέον, οι Pagell και Shevchenko (2014) επισημαίνουν ότι η τρέχουσα έρευνα στο πεδίο δεν κατάφερε να συλλάβει πλήρως όλες τις επιπτώσεις μιας εφοδιαστικής αλυσίδας, δηλαδή οικονομικές, κοινωνικές και

περιβαλλοντικές, κυρίως λόγω μιας θεωρητικής στρέβλωσης υπέρ της μεγιστοποίησης του κέρδους και των οικονομικά επωφελών πρακτικών . Έχει υποστηριχθεί ότι η οργανωτική βιωσιμότητα μπορεί να επιτευχθεί πλήρως μόνο εάν τα ζητήματα βιωσιμότητας αντιμετωπιστούν σε επίπεδο εφοδιαστικής αλυσίδας (Paulraj 2011) καθώς συγκεντρώνουν πολλούς φορείς σε διαφορετικές τοποθεσίες και έχουν αντίκτυπο σε πολλαπλά επίπεδα (Preuss 2005).

Οι δραστηριότητες εφοδιαστικής αλυσίδας αποτελούν κρίσιμη πηγή αξίας και ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος για τις επιχειρήσεις (Burgess et al., 2006). Συνεπώς, η περιβαλλοντική και κοινωνική απόδοση ενός οργανισμού επηρεάζεται από αυτή των προμηθευτών του (Touboulie et al. 2014). Οι Simpson and Power (2005) και Touboulie et al. (2014) έχουν δείξει ότι οι σχέσεις προσφοράς αποτελούν βασικό τρόπο για τις επιχειρήσεις να επηρεάσουν τη βιωσιμότητα των προϊόντων και των υπηρεσιών.

Οι εφοδιαστικές αλυσίδες αποτελούνται τόσο από τυπικούς μετρήσιμους μηχανισμούς παραγωγής όσο και από πολύπλοκες κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Κάθε εφοδιαστική αλυσίδα είναι μοναδική, που αποτελείται από μια ιδιότυπη συλλογικότητα παραγόντων που διαμορφώνουν τα δικά της μικροσυστήματα μέσα στη μακροδομή της αλυσίδας. Η ίδια η φύση των SSC υποδηλώνει ότι μια ολοκληρωμένη κατανόηση της δυναμικής τους πρέπει να λαμβάνει υπόψη την κοινωνική πολυπλοκότητά τους, τις ιστορικές αποσκευές και τις διαφορούμενες αιτίες τους. Τα SSC είναι πολύ ενσωματωμένα στο πλαίσιο και η κατανόηση του SSC προκύπτει σε τοπικές καταστάσεις και μέσω συγκεκριμένων αλληλεπιδράσεων μεταξύ αγοραστών και προμηθευτών καθώς και άλλων παραγόντων στο δίκτυο (Gold et al. 2010).

Ενώ έχουν εισαχθεί συγκεκριμένες πρωτοβουλίες, η πραγματική μετάβαση προς μια πιο βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα δεν μοιάζει με μια παραδοσιακή πρωτοβουλία οργανωτικής αλλαγής, η οποία είναι πεπερασμένη και εισάγεται σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Αυτή η μετάβαση είναι συνεχής, αναδυόμενη και ενσωματώνεται σε ένα ευρύτερο κίνημα, δηλαδή δεν περιορίζεται από την οργανωτική σφαίρα, αλλά αφορά την αναπλαισίωση της σχέσης μεταξύ κοινωνίας και φυσικού περιβάλλοντος (Paulraj 2011). Οι Carter και Rogers (2008) σημειώνουν ότι οι οικονομικοί, κοινωνικοί και περιβαλλοντικοί στόχοι είναι αλληλεξαρτώμενοι και οι οργανισμοί πρέπει να κάνουν τη σύνδεση μεταξύ τους. Στο εσωτερικό των οργανισμών, καθώς και στην

ευρύτερη κοινωνία, αυτό απαιτεί επομένως μια θεμελιώδη αλλαγή κουλτούρας. Αυτές οι πτυχές δείχνουν ότι το SSCM θα πρέπει να είναι μετασχηματιστικό επειδή η εφαρμογή του αμφισβητεί το status quo (Matthews et al. 2016; Montabon et al. 2016). Τέλος, το SSCM είναι σχεσιακό επειδή λαμβάνει υπόψη όχι μόνο τις ενδοεπιχειρησιακές και δια-οργανωσιακές σχέσεις αλλά και τις σχέσεις με την κοινωνία στο σύνολό της και τους δεσμούς μεταξύ των λειτουργιών SC και του συστήματος της Γης.

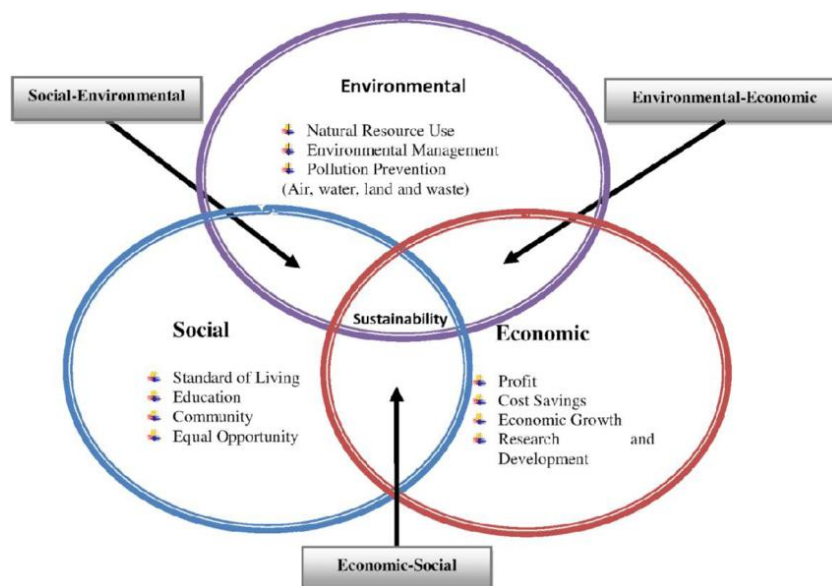
Με βάση τη μέχρι τώρα βιβλιογραφική ανασκόπηση, την ανάλυση επιστημονικών εργασιών για θέματα βιώσιμης διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας (SSCM) και τον εντοπισμό κενών στη βιβλιογραφία, το συμπέρασμα είναι ότι πρέπει να συμπεριληφθεί ένα ευρύ φάσμα θεμάτων. Αυτό σημαίνει ότι η SSCM πρέπει να ενισχύσει τη συνεργασία μεταξύ των εταίρων προκειμένου να λειτουργήσει η αλυσίδα εφοδιασμού και να επιτύχει βιώσιμες επιδόσεις. Σε αυτό το νέο πλαίσιο, τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά πρότυπα πρέπει να ενσωματωθούν στους στόχους απόδοσης μεμονωμένων εταιρειών και στη διαχείριση ολόκληρης της αλυσίδας εφοδιασμού (Bai and Sarkis, 2010). Επίσης, πρέπει να ληφθούν υπόψη κοινωνικοί, περιβαλλοντικοί και οικονομικοί παράγοντες και να προστεθούν σε όλες τις κοινές λειτουργίες, ένα σύνολο προτύπων απόδοσης (ποιότητα, κόστος, ευελιξία). Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, οι κυβερνητικές υπηρεσίες και οι μη κερδοσκοπικοί οργανισμοί ανησυχούν για την υπερθέρμανση του πλανήτη, την εξάντληση των φυσικών και μη ανανεώσιμων πόρων και την ανάπτυξη των βιομηχανικών δραστηριοτήτων στις ανεπτυγμένες και αναδυόμενες οικονομίες, αναγκάζοντας διάφορους επιχειρηματίες να συμμετέχουν σε επιχειρηματικές δραστηριότητες τέτοιου είδους. Τα τελευταία χρόνια, η εταιρική, κοινωνική και περιβαλλοντική ευθύνη φαίνεται να έχει γίνει μέρος των στρατηγικών στόχων των οργανισμών παραγωγής και προμήθειας. Υπάρχουν επίσης ορισμένοι παράγοντες που θα επηρεάσουν την επιδίωξη των εταιρειών για βιώσιμη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, ειδικά στην αντίθετη πλευρά της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτοί οι παράγοντες μπορούν να χωριστούν σε εξωτερικούς παράγοντες ή σε εσωτερικούς παράγοντες. Οι εξωτερικοί παράγοντες περιλαμβάνουν ρυθμιστικές απαιτήσεις, τη φύση της εταιρείας, τις ενέργειες των ανταγωνιστών και των ενδιαφερομένων (όπως οι μη κυβερνητικές οργανώσεις) και οι εσωτερικοί παράγοντες

περιλαμβάνουν το όραμα της ανώτερης διοίκησης, τις ανάγκες των πελατών και τα σχέδια βιώσιμων προμηθευτών (Katarzyna Grzybowska, 2012).

Επιπλέον, οι Peenstra και Silvius (2017) βρήκαν παράγοντες που μπορούν να χωριστούν σε τρεις κατηγορίες: εσωτερικά οφέλη, ζήτηση και στρατηγική. Σε μια άλλη μελέτη, οι Bhanot, Rao και Deshmukh (2017) πρότειναν ένα πλαίσιο για την κατασκευή και την ενίσχυση της επιρροής των παραγόντων και τη μείωση της επίδρασης των εμποδίων στην πορεία προς τη βιώσιμη βιομηχανία. Στη συνέχεια, οι Dou, Zhu και Sarkis (2017) προσδιόρισαν ορισμένους παράγοντες επιτυχίας για τη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης των υπεργολάβων. Τα αποτελέσματα της έρευνάς τους δείχνουν ότι η υποστήριξη των ανώτερων στελεχών και η στενή σύνδεση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η βασική προϋπόθεση μιας βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας. Σε μια άλλη μελέτη, οι George, Siti-Nabiha, Jaaludin και Abdalla (2016) έδειξαν ότι ο συνδυασμός συστημάτων διαχείρισης απόδοσης με βιωσιμότητα μπορεί να διαχειριστεί και να ελέγξει τους οργανισμούς πιο αποτελεσματικά.

Επιπλέον, η έρευνα του Das (2017) σχετικά με το σχεδιασμό, την επέκταση και την επαλήθευση των δεικτών SSCM οδήγησε στην εισαγωγή πέντε νέων δομικών στοιχείων: περιβαλλοντική απόδοση, επιχειρηματική απόδοση, ανταγωνιστικότητα και κοινωνική απόδοση με επίκεντρο τους εργαζόμενους και την βαθμολογία κοινωνικής απόδοσης της κοινότητας. Επιπλέον, οι Mathivathanan et al. (2018) σύμφωνα με τον μηχανισμό και τις κατευθυντήριες γραμμές, οι παράγοντες επιτυχίας της ινδικής αυτοκινητοβιομηχανίας χωρίζονται σε έξι ομάδες: διαχείριση, προσφορά, συνεργασία, σχεδιασμός, εσωτερικές διαστάσεις και κοινωνία. Επιπλέον, οι Dou et al. (2017) με βάση τη θεωρία των ενδιαφερομένων και τις προοπτικές που βασίζονται σε πόρους, οι φορείς ή οι εκτελεστές χωρίζονται σε δύο ομάδες: εσωτερικούς και εξωτερικούς. Η εξωτερική ομάδα θεωρείται ως η διάσταση της ομάδας και του προμηθευτή, ενώ η εσωτερική ομάδα αφορά τους πόρους και τις άυλες διαστάσεις. Επιπλέον, οι Hussein

et al. (2016) εξέτασε τον αντίκτυπο των ενδιαφερομένων στο SSCM και χώρισε τον μηχανισμό σε τρία μέρη: οικονομία, περιβάλλον και κοινωνία.



Εικόνα 1 – Πυλώνες Βιώσιμης Ανάπτυξης

Όπως φαίνεται, η βιωσιμότητα είναι ένα κοινό θεμέλιο για το περιβάλλον, την κοινωνία και την οικονομία. Αυτό που πραγματικά ξεχωρίζει είναι οι κοινωνικές, περιβαλλοντικές και οικονομικές παράμετροι που κάνουν τις επιχειρήσεις να πρέπει να είναι βιώσιμες. Μέσω βιώσιμων πρακτικών, οι εταιρείες μπορούν να εξοικονομούν πόρους ενώ λειτουργούν σε ένα πιο υγιές περιβάλλον που παρέχει ίσες ευκαιρίες. Είναι μια νέα στρατηγική στον σύγχρονο επιχειρηματικό κόσμο, όπου ο κύριος παράγοντας είναι η κερδοφορία, αλλά βασίζεται στον περιβαλλοντικό αντίκτυπο αυτών των κινήσεων, καθώς οι απαιτήσεις της αγοράς και η νομοθεσία ορίζουν την κοινωνική ευθύνη ως κύριο παράγοντα.

Η ανάπτυξη του σχεδίου βιωσιμότητας μιας εταιρείας δεν είναι θέμα άμεσης λήψης αποφάσεων από την κεντρική διοίκηση και μετάδοσης στους αρμόδιους. Απαιτείται οργάνωση και ενημέρωση και σύμφωνα με τον Vardi (2017), τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν είναι:

- Είναι απαραίτητο να εστιάσουμε στα ενδιαφέροντα των εργαζομένων της εταιρείας και στο πώς βλέπουν τη βιωσιμότητα και αν επιθυμούν να την ακολουθήσουν. Εάν

αποδειχθεί ότι οι υπάλληλοι της εταιρείας δεν έχουν ενδιαφέρον ή γνώσεις για τη βιωσιμότητα, είναι καλύτερο να το γνωρίζουν και να εκπαιδευτούν πρώτα.

- Ο καθορισμός μιας ομάδα βιωσιμότητας που περιλαμβάνει άτομα με όραμα και στόχους από διαφορετικά τμήματα και επιχειρηματικά επίπεδα.
- Μόλις τεθούν οι στόχοι, είναι επιτακτική ανάγκη να ερευνηθεί τι μπορεί να εφαρμοστεί άμεσα, ποια τμήματα θα επηρεαστούν και πόσο θα κοστίζει στην εταιρεία η επίτευξή τους.
- Στο τελικό στάδιο, συνιστάται να συμμετέχουν και άλλες ομάδες που εργάζονται για τη βελτίωση της βιωσιμότητας πέρα από τους υπαλλήλους της εταιρείας και τους εξωτερικούς συνεργάτες και όσους εμπλέκονται στην εταιρεία.

Οι εταιρείες με την καθυστέρηση της εφαρμογής της στρατηγικής της βιωσιμότητας επιβραδύνουν την ανάπτυξη τους. Η παραγωγή και η πώληση προϊόντων και η κατανάλωσή τους πρέπει να βασίζονται σε αξιόπιστους φυσικούς πόρους και ενέργεια. Άλλοι παράγοντες, όπως οι επενδυτές και οι πελάτες που υποστηρίζουν την επιχείρηση απαιτούν σχέδια βιωσιμότητας.

Συγγραφέας	Παράγοντες
Peenstra & Silvius, 2017	Νομοθετικό πλαίσιο, κουλτούρα επιχείρησης, τεχνολογία και νέες υπηρεσίες αξίας στο διαδίκτυο
Bhanot et al, 2017	Πίεση από την αγορά , κυβερνητικές προωθήσεις και κανονισμούς, οικονομικά οφέλη, επενδύσεις στην καινοτομία και την τεχνολογία μειώνοντας το κόστος κατασκευής, βελτιώνοντας το σύστημα ποιότητας. εκπαίδευση και κατάρτιση, προσελκύοντας άμεσες ξένες επενδύσεις, υποδομές και ανάπτυξη στην ηλεκτρονική οικονομία
Dou et al, 2017	Μεγάλη υποστήριξη διαχείρισης, στενή γεωγραφική εγγύτητα, αγοραστική δύναμη, εμπιστοσύνη μεταξύ των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού και εξισορρόπηση των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού
Rajeev et al, 2017	Διανομή, μάρκετινγκ, σχεδιασμός, παραγωγή, αγορά, στρατηγική, αντίστροφη εφοδιαστική, οικολογικό αποτύπωμα, εμπορία εκπομπών, περιβαλλοντικά βιώσιμες πρακτικές, διαχείριση ρύπανσης, πράσινη συμπεριφορά καταναλωτών, περιβαλλοντική στρατηγική, πράσινο μάρκετινγκ, πράσινη χρηματοδότηση, πράσινο σχεδιασμό, πράσινη παραγωγή, πράσινη αγορά, πράσινη στρατηγική, αλυσίδα εφοδιασμού κλειστού βρόχου, πράσινη μέτρηση απόδοσης και πράσινη πληροφορική

Ferreira et al, 2017	Μεγάλη υποστήριξη διοίκησης, οργανωτική διάρθρωση, διασύνδεση με άλλους τομείς, περιβαλλοντικοί στόχοι, στρατηγικές περιβαλλοντικής διοίκησης, περιβαλλοντική εστίαση και επίπεδο ωριμότητας της περιβαλλοντικής διοίκησης
George et al, 2016	Οι διαδικασίες υποβολής εκθέσεων περιλαμβάνουν πληροφορίες σχετικά με τη βιωσιμότητα, οργάνωση ομάδων εργασίας, δημιουργία μονάδας βιωσιμότητας, βιωσιμότητα θυγατρικών, αύξηση της ευαισθητοποίησης σχετικά με θέματα βιωσιμότητας.
Dubey & Gunasekaran,2015	Γνώση σχετικά με τα αποτυπώματα άνθρακα, την πράσινη παραγωγή, την πράσινη εφοδιαστική, την κατανόηση της πράσινης προμήθειας, την πράσινη συσκευασία, την πράσινη λογιστική, την ευαισθησία στο εξωτερικό και το εσωτερικό περιβάλλον, την πολυπολιτισμική επικοινωνία, την ηγεσία και την ομαδική εργασία
Luthra, Garg & Haleem,2015	Διεθνείς συμφωνίες περιβάλλοντος, νομοθεσία της κεντρικής κυβέρνησης, νομοθεσία κρατικών κυβερνήσεων, εμπλοκή προμηθευτών και πωλητών σε πράσινες πρακτικές, δέσμευση κορυφαίας διαχείρισης, υποστηρικτικές πολιτικές της εταιρείας έναντι της GSCM, ευαισθητοποίηση των μελών της αλυσίδας εφοδιασμού, ρόλος των εργαζομένων στην υιοθέτηση της GSCM, οικονομικά συμφέροντα, υψηλό κόστος διάθεσης επικίνδυνων υλικών, ανταγωνιστικότητα της επιχείρησης, επίπεδο ευαισθητοποίησης των πελατών, υποστήριξη και ενθάρρυνση από τους πελάτες και έλλειψη φυσικών πόρων

Chkanikova & Mont, 2015	Νομοθεσία σχετικά με τα απόβλητα, την ενεργειακή νομοθεσία, την ασφάλεια των τροφίμων και τις απαιτήσεις επισήμανσης, την επισήμανση των εκπομπών άνθρακα, τον οικολογικό σχεδιασμό, τη διαχείριση της προσφοράς προϊόντων υψηλού κινδύνου, τη μάρκα και τη φήμη, τις τιμές βιωσιμότητας των προμηθευτών, τις βιομηχανικές προδιαγραφές, τις απαιτήσεις και τις προσδοκίες των πελατών, στρατηγικές ανταγωνισμού
Jabbour et al, 2014	Εσωτερική περιβαλλοντική διαχείριση, πράσινες αγορές, συνεργασία με τους πελάτες, οικολογικός σχεδιασμός και ανάκτηση επενδύσεων

Πίνακας 1 – Παράγοντες που επηρεάζουν την βιώσιμη ανάπτυξη

Κεφάλαιο 3: Νέες Αναδυόμενες Τεχνολογίες

Οι νέες τεχνολογίες, ο παγκόσμιος ανταγωνισμός και οι αυξημένες απαιτήσεις των πελατών αναγκάζουν τους οργανισμούς να επανεξετάσουν τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επωφεληθούν από τις δυνατότητες της Τεχνολογίας Πληροφορικής (IT) για την καλύτερη διαχείριση των αλυσίδων εφοδιασμού τους. Παραδοσιακά, η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Supply Chain Management - SCM) θεωρείται κυρίως μια διαδικασία για την απόκτηση και τη μεταφορά αγαθών και υπηρεσιών. Οι σύγχρονες πτυχές επικεντρώνονται στη στρατηγική SCM, όπου οι αλυσίδες εφοδιασμού χρησιμοποιούνται ως μέσο για τη δημιουργία ανταγωνιστικών πλεονεκτημάτων και τη βελτίωση της απόδοσης της εταιρείας (Ketchen et al., 2008). Οι πρακτικές και οι τεχνικές πληροφορικής χρησιμοποιούνται για να καταστεί δυνατή η ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ των συνεργατών της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενσωματώνοντας τόσο εσωτερικές όσο και εξωτερικές επιχειρηματικές λειτουργίες. Επιπλέον, η ευθυγράμμιση των στόχων και των σκοπών πληροφορικής με τη στρατηγική SCM μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα, την παραγωγικότητα και την κερδοφορία (Marinagi et al., 2014).

Μια αλυσίδα εφοδιασμού είναι ένα δίκτυο που αποτελείται από προμηθευτές, κατασκευαστές, αποθήκες, διανομείς και λιανοπωλητές που συντονίζουν τα σχέδια και τις δραστηριότητές τους προκειμένου να μετατρέψουν τις πρώτες ύλες σε τελικά προϊόντα (Marinagi et al., 2014). Τα απαιτούμενα υλικά και προϊόντα πρέπει να παρέχονται στους πελάτες στις σωστές ποσότητες και την καλύτερη ποιότητα, στη σωστή τοποθεσία, τη σωστή στιγμή και με το χαμηλότερο κόστος. Οι πιο σημαντικές διαδικασίες της εφοδιαστικής αλυσίδας περιλαμβάνουν την ανάπτυξη προϊόντων, την προμήθεια, την κατασκευή, τη φυσική διανομή, τη διαχείριση σχέσεων με τους πελάτες και τη μέτρηση της απόδοσης (Olson, 2012). Η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας στοχεύει να υποστηρίξει τον οργανισμό παρέχοντας τα μέσα για τη σύνδεση τεχνολογίας και ανθρώπων και προσπαθώντας να ευθυγραμμίσει την τεχνολογία με τις δυνατότητες του οργανισμού και μεταξύ των εμπορικών εταίρων του (Shaik & Abdul-Kader, 2013). Επίσης, η Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας επιτρέπει στους εμπορικούς εταίρους να συντονίζουν τις διαδικασίες τους μέσω της ανταλλαγής

πληροφοριών για να διευκολύνουν τις αλληλεπιδράσεις προμηθευτή-πελάτη και να ελαχιστοποιήσουν το κόστος συναλλαγής.

Με τον όρο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα εννοείται ο βαθμός στον οποίο ένας οργανισμός έχει την ικανότητα να δημιουργήσει μια υπερασπίσιμη θέση έναντι των ανταγωνιστών του ως αποτέλεσμα κρίσιμων αποφάσεων διαχείρισης, η οποία διαφοροποιείται από τους ανταγωνιστές του. Αν και η εμπειρική έρευνα έχει δείξει το κόστος, την ποιότητα, την παράδοση και την ευελιξία ως σημαντικές ανταγωνιστικές ικανότητες (Ketchen et al., 2008), πρόσφατα ο χρόνος και η καινοτομία έχουν αναγνωριστεί ως οι επόμενες πηγές ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Ο Nelson (2001) τονίζει τη σημασία της απόκτησης βιώσιμου ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος από την Πληροφορική. Επιπλέον, οι Ketchen et al. (2008) καθορίζουν τα συστήματα πληροφοριών εφοδιαστικής αλυσίδας ως έναν από τους βασικούς τομείς όπου η καλύτερη αλυσίδα εφοδιασμού διαφέρει από τις παραδοσιακές αλυσίδες εφοδιασμού. Επομένως, η ανάπτυξη συστημάτων πληροφορικής για SCM που υποστηρίζουν και επιταχύνουν όλες τις επιχειρηματικές δραστηριότητες, βελτιώνοντας τη λήψη αποφάσεων και την παραγωγικότητα, μπορεί να δημιουργήσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού.

Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της αξιοποίησης της πληροφορικής για εσωτερική και εξωτερική ενοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών. Πρώτον, οι εταιρείες χρειάζονται τεχνικές και μεθόδους πληροφορικής για να επιτρέψουν την ενοποίηση των εσωτερικών επιχειρηματικών λειτουργιών τους. Αυτό μπορεί να βοηθήσει τις εταιρείες να γίνουν αποτελεσματικές, να βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους και να ανταποκριθούν γρήγορα στις ανάγκες των πελατών. Τα συστήματα SCM είναι συστήματα πληροφοριών για διαχείριση logistics, διαχείριση μεταφορών, στρατηγικό σχεδιασμό, αποθήκευση, απογραφή, κατασκευή, διαχείριση προμηθευτών και διαχείριση πελατών (Marinagi et al., 2014).

Τα συστήματα Enterprise Resource Planning (ERP) περιλαμβάνονται στο ευρύτερο λογισμικό SCM. Τα συστήματα ERP χρησιμοποιούνται για την ενοποίηση επιχειρηματικών διαδικασιών, οργανώνοντας, κωδικοποιώντας και τυποποιώντας επιχειρηματικές διαδικασίες και δεδομένα (Marinagi et al., 2014). Επιτρέπουν στους υπαλλήλους να έχουν πρόσβαση στην κοινή βάση δεδομένων και να διαχειρίζονται τα

δεδομένα με ομοιόμορφο τρόπο, αποτρέποντας το κόστος μεταφοράς δεδομένων από το ένα τμήμα στο άλλο. Η ενοποίηση δεδομένων διασφαλίζει την ακρίβεια των δεδομένων και αποτρέπει τον πλεονασμό δεδομένων και τις επαναλήψεις δεδομένων. Επιπλέον, οι αναφορές ERP μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη της παραγωγής και τη λήψη αποφάσεων. Μια άλλη βασική διαδικασία της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η Διαχείριση Σχέσεων Πελατών (CRM), η οποία είναι η διαχείριση των σχέσεων μεταξύ του οργανισμού και των πελατών του. Ένα κρίσιμο ζήτημα για την εσωτερική ενοποίηση των επιχειρηματικών διαδικασιών είναι η ενοποίηση του ERP με το CRM. Πρόσφατα, πολλοί προμηθευτές ERP παρέχουν ένα πακέτο ενοποίησης ERP-CRM, καθώς πολλές επιχειρήσεις έχουν εκδηλώσει ενδιαφέρον για την ενσωμάτωση ενός νέου συστήματος CRM με το παλαιού τύπου σύστημα ERP τους. Επιπλέον, η δημιουργία συστημάτων ERP και CRM θα πρέπει να αποτελεί πρωταρχικό μέλημα μιας επιχείρησης που ενδιαφέρεται να ξεκινήσει το ηλεκτρονικό επιχειρείν (Yanjing, 2009).

Στη συνέχεια, οι εταιρείες μπορούν να εκμεταλλευτούν τις εξελίξεις στις τεχνικές και τις μεθόδους πληροφορικής για να επιτρέψουν την ενοποίηση των εξωτερικών επιχειρηματικών λειτουργιών τους. Οι εταιρείες μπορούν να «επεκταθούν» επιτρέποντας τη συνδεσιμότητα με επιχειρηματικούς εταίρους, προμηθευτές και πελάτες. Οι Norris et al. (2000, σελ. 6, οπ. αναφ. Marinagi et al., 2014) ανέφερε «Στο μέλλον οι εταιρείες θα συνεργάζονται σε εκτεταμένες αλυσίδες αξίας. Εκείνοι που είναι σε θέση να συνδέσουν τα εσωτερικά τους συστήματα πληροφοριών στην αλυσίδα πληροφοριών που είναι παράλληλη με την αλυσίδα φυσικών αγαθών θα ευημερήσουν». Οι εταιρείες πρέπει να ανταλλάσσουν κρίσιμες πληροφορίες όπως προβλέψεις ζήτησης, πραγματικές παραγγελίες και επίπεδα αποθεμάτων με αποτελεσματικό τρόπο, ενώ προστατεύουν τα ιδιόκτητα δεδομένα κάθε εταιρείας (Marinagi et al., 2014).

Η υιοθέτηση δια-οργανωτικών πληροφοριακών συστημάτων (IOS) για τη Διαχείριση Εφοδιαστικής Αλυσίδας έχει προταθεί για να καταστεί δυνατή η εξωτερική ενοποίηση (πχ. Shaik & Abdul-Kader, 2013). Το IOS περιλαμβάνει δίκτυα Ηλεκτρονικής Ανταλλαγής Δεδομένων (EDI), εξωδίκτυα, στρατηγικά συστήματα προσανατολισμένα στον πελάτη, ηλεκτρονικό εμπόριο (e-commerce) και ηλεκτρονικές αγορές.

Προκειμένου να υλοποιήσουν το IOS, οι εταιρείες λογισμικού παρέχουν εφαρμογές, πλατφόρμες και υπηρεσίες όπως υπηρεσίες Διαδικτύου, Διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών (API), πλατφόρμες ανάπτυξης λογισμικού ως υπηρεσία (SaaS) και κιτ ανάπτυξης λογισμικού (SDK) (Turek, 2013).

Προκειμένου να επωφεληθούν από την εφαρμογή των IT για SCM, οι οργανισμοί πρέπει επίσης να κατανοήσουν ότι ο σχεδιασμός και η εφαρμογή των δικών τους τεχνικών και μεθόδων πληροφορικής πρέπει να είναι συμβατοί με εκείνες των συνεργατών τους στην αλυσίδα εφοδιασμού και ότι το επίπεδο αυτοματοποίησης μεταξύ των εταίρων πρέπει να είναι συγχρονισμένη. Διαφορετικά, ο οργανισμός θα «απομονωθεί» ή θα αντιμετωπίσει «κενά» στην ορατότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας (Jeyaraj & Seth, 2010). Ως εκ τούτου, οι εταιρείες πρέπει να συμμορφώνονται με τα πρότυπα και τα νομικά πλαίσια για την εφαρμογή των IT στο SCM (Gunasekaran & Ngai, 2004; Jeyaraj & Seth, 2010). Επιπλέον, οι οργανισμοί πρέπει να επικεντρωθούν στη στρατηγική ευθυγράμμιση των επιχειρήσεων με τους στόχους της πληροφορικής, προκειμένου να μεγιστοποιήσουν τις επενδύσεις πληροφορικής και να επιτύχουν αρμονία με τις επιχειρηματικές στρατηγικές και σχέδια. Αυτή η ευθυγράμμιση αποτελεί προϋπόθεση για να επιβιώσει μια επιχείρηση στον σκληρό παγκόσμιο ανταγωνισμό και την ψηφιακή εποχή. Το στρατηγικό σημείο ευθυγράμμισης είναι η δημιουργία αξίας που επιτρέπει σε μια εταιρεία να αναπτύξει ένα ισχυρό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα και έτσι όχι μόνο να επιβιώσει, αλλά και να γίνει ηγέτης στην αγορά (Marinagi et al., 2011).

Τα logistics έχουν υποστεί μια τεράστια αλλαγή τα τελευταία δέκα χρόνια, χάρη σε καινοτόμες τεχνολογίες όπως η τεχνητή νοημοσύνη, τα νευρωνικά δίκτυα και η μηχανική μάθηση όπως και άλλες νέες αναδυόμενες τεχνολογίες που έχουν κάνει την εμφάνισή τους. Είναι μια μετατόπιση του κλάδου που προέρχεται από τη ζήτηση της μείωσης των χρόνων παράδοσης των αγαθών, να γίνουν τα προϊόντα φθηνότερα και να βελτιωθεί ο τρόπος με τον οποίο οι εταιρείες αλληλοεπιδρούν με το περιβάλλον. Στην εποχή μας ζούμε σε μεγάλη εμφάνιση νέων τεχνολογιών που βασίζονται σε ψηφιακές συνδέσεις. Αυτές οι τεχνολογίες θα σχηματίσουν μια πλήρως ολοκληρωμένη ψηφιακή αλυσίδα εφοδιασμού μέσω της διαφάνειας και της ολοκλήρωσης από άκρο σε άκρο με την βοήθεια αισθητήρων παρακολούθησης και πλήρους ιχνηλασιμότητας. Σε σύνδεση

σε ταυτόχρονα δίκτυα πολλαπλών πηγών προμηθευτών και μεταφορέων με μηχανήματα που θα λειτουργούν κάτω από το Cloud, με βασικότερο σκοπό την αύξηση της παραγωγικότητας, την μείωση του κόστους και την παροχή πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο.

Internet of Things (IoT)

Σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον, οι επιχειρήσεις επιδιώκουν να μειώσουν το λειτουργικό τους κόστος για να γίνουν πιο ανταγωνιστικές και να έχουν σημαντικό ρόλο στην αγορά. Για να επιτευχθεί αυτό, τα τελευταία χρόνια προσπαθούν όχι μόνο να αυτοματοποιήσουν τις δραστηριότητές τους αλλά έχουν προχωρήσει ένα βήμα παραπέρα ψηφιοποιώντας τους. Για να είμαστε πιο ακριβείς, το IoT είναι η επικοινωνία μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου. Περιλαμβάνει πλατφόρμες που συνδέουν πολλούς αισθητήρες και συσκευές δεδομένων για να δημιουργήσουν μια πλήρη εικόνα της συμπεριφοράς ενός οργανισμού, ενός συστήματος, μιας επιχειρησιακής λειτουργίας ή ενός φαινομένου. Η υιοθέτηση του IoT συνδέεται άμεσα με κάθετες εφαρμογές που βασίζονται σε κοινά στοιχεία. Το IoT έχει μεγάλο αντίκτυπο στους καταναλωτές, τις επιχειρήσεις και την κοινωνία. Καθώς οι πάροχοι κινητής τηλεφωνίας και οι συνεργάτες τους δοκιμάζουν νέες υπηρεσίες σε πολλούς τομείς, από την υγεία έως την αυτοκινητοβιομηχανία, των (GSMA, 2014). Ο πυρήνας του IoT είναι ο συνδυασμός φυσικών και ψηφιακών στοιχείων για τη δημιουργία νέων προϊόντων και την ενεργοποίηση νέων επιχειρηματικών μοντέλων. Ωστόσο, ο αντίκτυπος που μπορούν να έχουν οι τεχνολογίες IoT δεν περιορίζεται στην αξία που δημιουργείται από το μεμονωμένο συνδεδεμένο προϊόν. Έτσι, ένα λογισμικό εφαρμογής IoT συντονίζει την αλληλεπίδραση ατόμων, συστημάτων και πραγμάτων για έναν δεδομένο σκοπό (Porter & Heppelmann, 2014). Μερικά παραδείγματα των χρήσεων του IoT είναι, εφαρμογή και αλληλεπίδραση χρήστη μέσω κινητών συσκευών, διακομιστών cloud, φυσικών αντικειμένων και συσκευών με αισθητήρες με δυνατότητα εκπομπής, αποδοχής και επεξεργασίας σημάτων (EY Assurance, 2016). Πιο συγκεκριμένα, οι κύριοι τομείς χρήσης αυτής της τεχνολογίας είναι οι τομείς της εφοδιαστικής, του λιανικού εμπορίου, της κατασκευής, της υγειονομικής περίθαλψης, των οικιακών συσκευών και των αεροπορικών εταιρειών. Στις ΗΠΑ, η Amazon χρησιμοποιεί μια πιο προηγμένη λύση για το δικό της φυσικό κατάστημα Amazon Go:

το σύστημά της εντοπίζει προϊόντα που έχουν μετακινηθεί, τα τοποθετεί σε ένα εικονικό καλάθι και γνωρίζει μόλις οι πελάτες εγκαταλείψουν τις εγκαταστάσεις (Hobbs, 2018). Το πλήρως ολοκληρωμένο σύστημα logistics διευκολύνει τον αποκεντρωμένο έλεγχο και προωθεί τον γρήγορο σχεδιασμό σε πραγματικό χρόνο στην αλυσίδα εφοδιασμού (Lee et al, 2017). Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την επικοινωνία ανά πάσα στιγμή μέσω έξυπνων συσκευών. Οι έξυπνες συσκευές επιτρέπουν στις εταιρείες εφοδιαστικής αλυσίδας να μειώσουν το λειτουργικό τους κόστος, αποκτώντας μια εντελώς νέα προσέγγιση. Η εφαρμογή του IoT και των συσκευών της στην αλυσίδα εφοδιασμού θα το καταστήσει πιο αποτελεσματικό (Basset et al., 2018). Οι συσκευές εφαρμογής του IoT βασίζονται επίσης στην σωστή εγκατάσταση για αυτό πρέπει να διαχειρίζονται μόνο από εκπαιδευμένα άτομα. Είναι επίσης σημαντικό να χρησιμοποιείται η σωστή συσκευή για τη σωστή εργασία, καθώς μπορεί εύκολα να υποστεί βλάβη εάν δεν χρησιμοποιούνται σωστά.

Big Data

Μια άλλη αλλαγή που προέκυψε μέσω της ψηφιοποίησης είναι τα μεγάλα δεδομένα. Τα μεγάλα δεδομένα έχουν δραματικό αντίκτυπο στην οικονομία, την επιστήμη και την κοινωνία. Οι Manyika et al, (2011) περιγράφουν τα Big Data ως το επόμενο τεράστιο βήμα προς τον ανταγωνισμό, την παραγωγικότητα και την καινοτομία. Τα Big Data σχετίζονται επίσης με σύνολα δεδομένων που είναι αδύνατο να συλλεχθούν, να αποθηκευτούν, να διαχειριστούν ή να αναλυθούν από οποιοδήποτε παραδοσιακό εργαλείο λογισμικού βάσης δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα έχουν γίνει πρώτη ύλη της επιχείρησης, μια ζωτική οικονομική συμβολή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία μιας νέας μορφής οικονομικής αξίας (Mayer-Schonberger & Kenneth, 2013). Τα τελευταία χρόνια, η ανάπτυξη της τεχνολογίας οδήγησε στη δημιουργία τεράστιων δεξαμενών πληροφοριών. Πιο συγκεκριμένα, τα μεγάλα δεδομένα έχουν αποσαφηνιστεί ως στοιχεία όγκου υψηλού όγκου, υψηλής ταχύτητας και υψηλής ποικιλίας, τα οποία απαιτούν λεπτομερή ανάλυση για τη λήψη αποφάσεων. Παρά το γεγονός ότι τα Big data φαίνεται να οδηγούν σε μια νέα προσέγγιση και σε ένα νέο πεδίο έρευνας πολλοί οργανισμοί διστάζουν να προχωρήσουν στο βήμα καθώς χρειάζεται μεγάλη επένδυση για την σωστή ανάλυση των δεδομένων. Πολλά από αυτά προχωρούν στη συλλογή δεδομένων, αλλά δεν μπορούν να τα αξιολογήσουν και να τα

μεταφράσουν σωστά. Από την άλλη πλευρά, οι εταιρείες που επενδύουν σε αυτή τη νέα τεχνολογία και αξιοποιούν τα Big data λαμβάνουν αυτοματοποιημένες και άμεσες αποφάσεις για περίπλοκα ζητήματα που παραδοσιακά θα χρειαστούν πολύ περισσότερο χρόνο για να αντιμετωπιστούν με μεγαλύτερο κόστος και λιγότερη κερδοφορία (Chen et al., 2015). Η σωστή ανάλυση των μεγάλων δεδομένων οδηγεί στη βέλτιστη ροή χρηματοοικονομικών, υλικών και πληροφοριών και η αλυσίδα εφοδιασμού μπορεί να φτάσει σε υψηλά επίπεδα αποτελεσμάτων (Niranjan et al., 2017). Επιπλέον, με τη χρήση των μεγάλων εταιρειών δεδομένων μπορούν να λύσουν ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα των αλυσίδων εφοδιασμού τους, το φαινόμενο bullwhip, δηλαδή μια πραγματική προσέγγιση της ζήτησης μπορεί να επιτευχθεί μέσω ροής πληροφοριών σε πραγματικό χρόνο. Για έναν πλήρη ψηφιακό μετασχηματισμό της αλυσίδας εφοδιασμού, απαιτείται η υιοθέτηση μεγάλων δεδομένων (Tachizawa et al., 2015). Το Netflix μια μεγάλη εταιρεία που χρησιμοποιεί ανάλυση big data για εξατομικευμένη διαφήμιση. Με περισσότερους από 100 εκατομμύρια συνδρομητές, η εταιρεία συλλέγει τεράστια δεδομένα, τα οποία είναι το κλειδί για την επίτευξη της κατάστασης. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας τα προηγούμενα δεδομένα αναζήτησης και παρακολούθησης των συνδρομητών, τα οποία δίνουν πληροφορίες σχετικά με το τι ενδιαφέρει περισσότερο τον συνδρομητή.

Big Data Analytics

Η ανάλυση μεγάλων δεδομένων είναι η διαδικασία εξέτασης τους για την αποκάλυψη κρυφών μοτίβων, άγνωστων συσχετίσεων, τάσεων αγοράς, προτιμήσεων πελατών και άλλων χρήσιμων επιχειρηματικών πληροφοριών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη καλύτερων επιχειρηματικών αποφάσεων. Ένας εναλλακτικός ορισμός της ανάλυσης είναι αυτός του Ινστιτούτου Έρευνας και Διοίκησης Επιχειρήσεων (Informs.org, 2014) ως: «η επιστημονική διαδικασία μετατροπής των μεγάλων δεδομένων σε γνώσεις για τη λήψη καλύτερων αποφάσεων». Η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων θα πρέπει να εξετάζεται στο πλαίσιο των τεσσάρων «V»: (Volume, Velocity, Variety, Veracity) όγκος, ταχύτητα, ποικιλία και ακρίβεια (Li and Liu, 2019).

Η ανάλυση των μεγάλων δεδομένων μπορεί να ταξινομηθεί στους ακόλουθους τρεις τύπους:

- Περιγραφική ανάλυση: Αναλυτικές τεχνικές που χρησιμοποιούν τεχνικές εξόρυξης δεδομένων από ιστορικά δεδομένα για την παροχή πληροφοριών και γνώσεων σχετικά με το τι συνέβη στο παρελθόν και χρησιμοποιούνται ευρέως στις βιομηχανίες.
- Προγνωστική ανάλυση: Η χρήση δεδομένων, οι στατιστικοί αλγόριθμοι και τεχνικές εκμάθησης μηχανών για τον εντοπισμό της πιθανότητας μελλοντικών αποτελεσμάτων από ιστορικά δεδομένα και παρέχει την καλύτερη αξιολόγηση του πότε θα επαναληφθεί ένα συμβάν. Αυτό το είδος της ανάλυσης έχει εφαρμογή στην παραγωγή για να προβλέψει μια αποτυχία πριν εμφανιστεί και να την εξαλείψει εκ των προτέρων.
- Κανονιστική ανάλυση: Η τελική φάση αναλυτικής, παροχή πληροφοριών οι οποίες βοηθούν στη λήψη καλύτερων αποφάσεων. Χαρακτηρίζεται από τεχνικές όπως η ανάλυση γραφημάτων, η προσομοίωση, η σύνθετη επεξεργασία συμβάντων, τα νευρωνικά δίκτυα και η μηχανική μάθηση.

Cloud Computing

Ένα σημαντικό πεδίο ενδιαφέροντος το οποίο παίζει και καθοριστικό ρόλο στην επιτυχία της αλυσίδας εφοδιασμού είναι η τεχνολογία του υπολογιστικού νέφους (Cloud Computing) το οποίο είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για ένα υψηλό επίπεδο ολοκλήρωσης της αλυσίδας εφοδιασμού (Novais et al., 2019). Αυτή η τεχνολογία είναι μια ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνολογία με αντίκτυπο σε διάφορους τομείς. Η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι ένας από αυτούς τους τομείς και ανοίγει νέες ευκαιρίες στην διαχείριση της. Βελτιώνει δραστικά τη ροή πληροφοριών / δεδομένων σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού από προμηθευτές σε πελάτες. Με τη χρήση του, ένας χρήστης μπορεί να έχει πρόσβαση σε εξελιγμένες εφαρμογές, μοντέλα και υπηρεσίες που παρέχονται από το νέφος. Οι υπηρεσίες που παρέχονται από αυτήν την τεχνολογία είναι διαθέσιμες 24 ώρες και είναι προσβάσιμες σε όλο τον κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, αυτή η τεχνολογία παρέχει πολλά οφέλη όπως:

- Βελτιωμένη ορατότητα: Καταστάσεις πραγματικής ζωής, ζήτηση σε πραγματικό χρόνο. Η χρήση της τεχνολογίας Cloud Computing επιτρέπει σε μια εταιρεία να προβλέψει τη ζήτηση καταγράφοντας τις παρεχόμενες πληροφορίες.

- Προμήθειες: Η τεχνολογία Cloud Computing παρέχει μια μεγάλη ευκαιρία για τη μείωση του κόστους πρόβλεψης. Η τεχνολογία cloud computing διατηρεί βάση δεδομένων και δημιουργεί αναφορές για να διασφαλίσει την έγκαιρη άφιξη των πρώτων υλών. Προσεγγίσεις όπως το Just in Time διευκολύνονται από το cloud computing.
- Σχεδιασμός και πρόβλεψη: Η τεχνολογία Cloud χρησιμοποιεί στατιστικά εργαλεία που μπορούν να μειώσουν τα απαιτούμενα επίπεδα αποθέματος και παρέχουν στις μονάδες παραγωγής πληροφορίες για να καλύψουν τη ζήτηση.
- Διαχείριση μετά την πώληση: Η τεχνολογία cloud computing δημιουργεί ένα αποδοτικό και αποτελεσματικό σύστημα για να διατηρεί τους πελάτες ικανοποιημένους (Sinha, 2013)

Όπως είναι κατανοητό, στη νέα εποχή της ενημέρωσης είναι σημαντικό για τους διαχειριστές της αλυσίδας εφοδιασμού να ακολουθούν τις τεχνολογικές τάσεις για τη βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής. Η ποιότητα της αλυσίδας εφοδιασμού διαδραματίζει ολοένα και σημαντικότερο ρόλο όσον αφορά τη θέση της επιχείρησης στην αγορά. Οι εταιρείες που κυριαρχούν και ανταποκρίνονται στις πληροφορίες / δεδομένα logistics γίνονται γρήγορα ρυθμιστές του επιχειρηματικού περιβάλλοντος. Η πλατφόρμα cloud computing μπορεί να οδηγήσει σε 100% ενοποίηση της ροής των πληροφοριών (Dubey & Rawat, 2014).

Blockchain

Η τεχνολογία με την ονομασία Αλυσίδες Συστοιχιών (Blockchain) παρουσιάστηκε από τον Satoshi Nakamoto το 2008. Η πιο δημοφιλής εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain είναι το Bitcoin, το οποίο είναι ένα νομισματικό σύστημα που έχει διεισδύσει γρήγορα σε πολλούς. Το Blockchain είναι μια κατακεκολλημένη βάση δεδομένων που περιέχει ψηφιακά δεδομένα ή αρχεία συμβάντων, τα οποία μπορούν να αποτρέψουν την παραβίασή τους. Πολλοί χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση, να επιθεωρούν ή να προσθέσουν δεδομένα όμως δεν μπορούν να τα αλλάξουν ή να τα διαγράψουν. Οι αρχικές πληροφορίες παραμένουν, αφήνοντας ένα μόνιμο και δημόσιο «μονοπάτι» πληροφοριών ή αλυσίδα των συναλλαγών -εξ ου και ο όρος "blockchain". Το Blockchain εμφανίστηκε ως πρωτοποριακό τεχνολογικό επίπεδο για οικονομικά μοντέλα όπως το κρυπτογράφηση. Ωστόσο, τα τελευταία 5 χρόνια, η προσοχή των

διευθυντών και των ερευνητών μεταφέρθηκε στην εφαρμογή της τεχνολογίας Blockchain σε άλλους τομείς. Στην τέταρτη ψηφιοποιημένη βιομηχανική επανάσταση, Industry 4.0, η τεχνολογία blockchain έχει μετατραπεί στη ραχοκοκαλιά της καινοτόμου ψηφιακής αλυσίδας εφοδιασμού. Είναι ένα δημόσιο δίκτυο που αποτελείται από μπλοκ και μοιράζεται ένα κοινό πράγμα. Πρόκειται για μια αλυσίδα ειδοποιήσεων που δημιουργεί ένα ολοκληρωμένο δίκτυο. Αυτό το δίκτυο αποκεντρώνεται και κατανέμεται ομοιόμορφα. Αυτό σημαίνει ότι δεν υπάρχει κανένα άτομο στον ιστό που να προτιμάται από κάποιο άλλο άτομο, επομένως δεν υπάρχει προτεραιότητα. Όλα τα άτομα που συμμετέχουν έχουν ένα ξεχωριστό αντίγραφο ενός κοινόχρηστου αρχείου ταυτόχρονα. Αυτό το αρχείο δεν είναι στατικό αλλά εμπλουτίζεται συνεχώς με νέες πληροφορίες. Η κύρια διαφορά αυτής της τεχνολογίας με οποιαδήποτε άλλη είναι ότι δεν υπάρχει δυνατότητα διαγραφής δεδομένων στα αρχεία. Είναι μια αλυσίδα κοινών εγγραφών που ταξινομούνται σε ομάδες που ονομάζονται μπλοκ δεδομένων, μπλοκ που αντιστοιχούν και θυμίζουν τους συνδέσμους σε μια αλυσίδα. Και όπως οι σύνδεσμοι σε μια αλυσίδα, αυτά τα συγκεντρωτικά δεδομένα ή μπλοκ, δημιουργούν μια αλυσίδα κοινών κατευθύνσεων, γνωστών στο κοινό ως αλυσίδες επικοινωνίας. Επιπλέον, η κατανεμημένη υποδομή και το αποκεντρωμένο μοντέλο αποτρέπει απειλές και προβλήματα που προέρχονται από κεντρικά μοντέλα, συμπεριλαμβανομένων ψευδών πληροφοριών / δεδομένων και ζητημάτων εμπιστοσύνης. Σε αντίθεση με την αποκεντρωμένη προσέγγιση, ο κεντρικός οργανισμός πιστοποίησης είναι πιθανό να καταρρεύσει, καθώς ένα μόνο σημείο ζημιάς μπορεί να οδηγήσει στην καταστροφή ολόκληρου του συστήματος (Figorilli et al., 2018). Το Blockchain μπορεί να επιλύσει κινδύνους ασφαλείας που εμπλέκονται σε χρηματοοικονομικές συναλλαγές και αυξάνει την εμπιστοσύνη, την ανίχνευση, την ιχνηλασιμότητα και την ευρωστία κατά της απάτης.

Robotics Technology

Από την πρώτη βιομηχανική επανάσταση χρησιμοποιούνται αυτοματοποιημένα συστήματα με τη μορφή μηχανών ώστε να εκτελούν καθήκοντα στην παραγωγή χωρίς ή με ελάχιστη ανάγκη ανθρώπινης βοήθειας. Σήμερα τα ρομπότ, που είναι πολύ πιο εξελιγμένα και τροφοδοτούνται από λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης αρχίζουν να αντικαθιστούν την εργασία σε διάφορους κλάδους όπως: στρατιωτικές, ιατρικές και

χειρουργικές επεμβάσεις, διαδικασίες παρασκευής όπως συγκόλληση, συναρμολόγηση, εξοπλισμός χειρισμού υλικών κλπ.. Ισχυρό παράδειγμα αποτελούν οι αποθήκες της «Amazon» που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στα ρομπότ του συστήματος «Kiva», πλέον Amazon Robotics (Francis, 2017). Τα τελευταία χρόνια, ο αυτοματισμός έχει αρχίσει να υιοθετείται από τον τομέα της εφοδιαστικής. Αν και τα αυτοματοποιημένα οχήματα οδήγησης (AGV) δεν είναι μια ευρεία λύση, πολλές εταιρείες, ιδιαίτερα μεγάλες, ακολουθούν τέτοιες τακτικές. Τα αυτοματοποιημένα οχήματα χρησιμοποιούνται για μεταφορά αντικειμένων, ανταλλακτικών ή αγαθών από τις μονάδες παραγωγής στην αποθήκη ή για μεταφορά εντός της ίδιας της αποθήκης. Ενώ η παραδοσιακή προσέγγιση αποτελείται από μη αυτόματα οχήματα, αυτό το πρωτοποριακό μοντέλο προτείνει μη επανδρωμένα οχήματα για τη διαχείριση των αποθηκών (Sabattini et al., 2017). Το νέο τεχνολογικό οικοσύστημα δημιούργησε ένα περιβάλλον όπου τα αυτοματοποιημένα οχήματα δεν κινούνται μόνο σε περιορισμένο χώρο, αλλά μοιράζονται επίσης ένα περιβάλλον με άλλες οντότητες, όπως τα οχήματα με μη αυτόματο τρόπο. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την τεχνολογία έξυπνων αισθητήρων στα οχήματα. Σε κάθε διαδρομή εντοπίζονται και αποφεύγονται εμπόδια με τη βοήθεια της προαναφερθείσας τεχνολογίας (Weisbach et al., 2014). Είναι σαφές ότι το πεδίο που ονομάζεται "Robotics" έχει πρωταγωνιστικό ρόλο στην αλυσίδα εφοδιασμού και οι εταιρείες πρέπει να ακολουθήσουν αυτό το μοντέλο για να παραμείνουν στην παγκόσμια χρηματοοικονομική αρένα. Ένα εντελώς μη επανδρωμένο σύστημα αποθήκης και μια σχεδόν μη επανδρωμένη αλυσίδα εφοδιασμού δεν είναι μακριά.

Artificial Intelligence & Machine Learning

Η Τεχνητή Νοημοσύνη παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των επιχειρήσεων. Τα αυτοματοποιημένα συστήματα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο στην αλυσίδα εφοδιασμού. Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, όταν και πρωτοεμφανίστηκε, η ΑΙ αποτέλεσε μια τεχνολογία που είχε σαν σκοπό τη βελτίωση των διαδικασιών λήψης αποφάσεων και την αύξηση της παραγωγικότητας, καθώς παρουσίαζε ικανότητες παρόμοιες της ανθρώπινης νοημοσύνης, σχετικά με την αναγνώριση των πρότυπων επιχειρηματικών διεργασιών, την εκμάθηση των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων και την ανάκτηση και ανάλυση δεδομένων (Hassabis, 2017). Σε ένα παγκόσμιο,

οικονομικό περιβάλλον χωρίς σύνορα, οι απαιτήσεις για την ορθή λειτουργία μιας εταιρείας και η πολυπλοκότητα των λειτουργιών σε συνδυασμό με την υπάρχουσα τεχνολογία έχουν οδηγήσει σε μερικό αυτοματισμό. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η τεχνητή νοημοσύνη και τα αυτοματοποιημένα συστήματα έχουν ξεπεράσει την ανθρώπινη παρέμβαση (Hojjati-Emami et al., 2012).

Επίσης, οι απαιτήσεις είναι όλο και πιο περίπλοκες, κάνοντας τους ανθρώπους να μην μπορούν να εκπαιδευτούν εγκαίρως. Αυτό το κενό καλύπτεται από τεχνητή νοημοσύνη. Ένα εξαιρετικό παράδειγμα πρόβλεψης των αναγκών των πελατών είναι τα διαδικτυακά καταστήματα, όπως η Amazon και η Alibaba, που προτείνουν προϊόντα στους πελάτες της σύμφωνα με τα δεδομένα που συλλέγονται και αναλύονται με μηχανές προτάσεων. Η Amazon διαθέτει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για αποστολές, πράγμα που σημαίνει ότι μπορούν ακόμη και να στείλουν προϊόντα προτού τα παραγγείλουν οι πελάτες. Επιπλέον, ορισμένες διαδικτυακές εταιρείες ένδυσης συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με τα μέτρα των πελατών τους, γεγονός που επιτρέπει στους νέους πελάτες να εκτιμούν τα μέτρα τους, εισάγοντας μόνο το βάρος, το ύψος και τον τύπο του σώματος τους. Οι οργανισμοί εφοδιαστικής κινούνται όλο και περισσότερο προς την κατεύθυνση της κάθετης και οριζόντιας συνεργασίας, της τεχνητής νοημοσύνης που βασίζεται στις υπηρεσίες και των δεδομένων (Pan et al., 2019).

Η μηχανική μάθηση (Machine Learning – ML) είναι μια προσέγγιση δημιουργίας τεχνητής νοημοσύνης καθώς το εξαγόμενο αποτέλεσμα της μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία συστάσεων, αποφάσεων και μηχανισμών ανάδρασης. Η σύγχρονη τάση των τεχνικών AI βασίζονται στη ML και αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο αυτές οι δύο τεχνικές χρησιμοποιούνται τακτικά ως συνώνυμες στο επιχειρηματικό πλαίσιο. Η δημοτικότητα της ML ουσιαστικά άρχισε να αυξάνεται πριν από δύο δεκαετίες, όταν η προηγμένη ψηφιοποίηση και η φθηνότερη υπολογιστική ισχύς επέτρεψαν την εκπαίδευση υπολογιστών με σκοπό τη δημιουργία μοτίβων. Η εξέλιξη της ML με την εμφάνιση των Big Data είναι άρρηκτα συνδεδεμένη και η σχέση τους είναι αμιγώς αμφίδρομη. Ο μεγαλύτερος όγκος δεδομένων προέρχεται από τη χρήση της τεχνολογίας ML, ενώ παράλληλα όσο περισσότερα διαθέσιμα δεδομένα υπάρχουν τόσο η αποδοτικότητα των τεχνικών ML αυξάνεται (Lehtisalo, 2018). Οι αλγόριθμοι

μηχανικής μάθησης μπορούν να βρουν νέα μοτίβα στα δεδομένα της αλυσίδας εφοδιασμού, χωρίς χειροκίνητη παρέμβαση ή ορισμούς ταξινόμησης για να καθοδηγήσουν την ανάλυση και να χρησιμοποιήσουν μοντέλα περιορισμού για να βρουν το σύνολο των βασικών παραγόντων με την υψηλότερη ακρίβεια πρόβλεψης.

Digital Twins

Τα ψηφιακά δίδυμα υπάρχουν εδώ και αρκετό καιρό, σύμφωνα με τον ορισμό που δόθηκε το 2002 από τον Michael Grieves είναι ένα ψηφιακό πληροφοριακό σύστημα που λειτουργεί ως ανεξάρτητο και συνδέεται με το φυσικό σύστημα. Η ψηφιακή υπόσταση θα πρέπει ιδανικά να περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες σχετικά με τα στοιχεία του συστήματος που θα μπορούσαν ενδεχομένως να ληφθούν μέσω ενδεδειγμένης επιθεώρησής του στον πραγματικό κόσμο (Grieves V., et al. 2017). Το DT βασίζεται σε πραγματικές, μεγάλου όγκου, αθροιστικές, πραγματικού χρόνου, μετρήσεις δεδομένων από όλα τα μέρη του φυσικού στοιχείου. Αυτές οι μετρήσεις μπορούν να δημιουργήσουν ένα εξελισσόμενο προφίλ του αντικειμένου ή της διαδικασίας στον ψηφιακό κόσμο που μπορεί να παρέχει σημαντικές πληροφορίες για την απόδοση του συστήματος, οδηγώντας σε ενέργειες στον φυσικό κόσμο, όπως αλλαγή στο σχεδιασμό του προϊόντος (Holdowsky J., et al. 2015). Πράγματι, η πραγματική δύναμη ενός DT και γιατί μπορεί να έχει τόσο μεγάλη σημασία είναι ότι μπορεί να παρέχει μια ολοκληρωμένη σύνδεση σχεδόν σε πραγματικό χρόνο μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου. Λόγω αυτής της αλληλεπίδρασης μεταξύ του πραγματικού και του ψηφιακού κόσμου του προϊόντος ή της διαδικασίας, τα DT μπορούν να παρέχουν μοντέλα που αποδίδουν πιο ρεαλιστικές και ολιστικές μετρήσεις. Και χάρη στις φθηνότερες και πιο ισχυρές δυνατότητες των υπολογιστών, αυτές οι διαδραστικές μετρήσεις μπορούν να αναλυθούν με σύγχρονες αρχιτεκτονικές μαζικής επεξεργασίας και προηγμένους αλγόριθμους για προγνωστικά αποτελέσματα σε πραγματικό χρόνο και ανάλυση τους σε περιβάλλον εκτός σύνδεσης. Αυτά μπορούν να επιτρέψουν θεμελιώδεις αλλαγές στο σχεδιασμό και στη διαδικασία που σχεδόν σίγουρα δεν θα ήταν εφικτές μέσω των τρεχουσών μεθόδων.

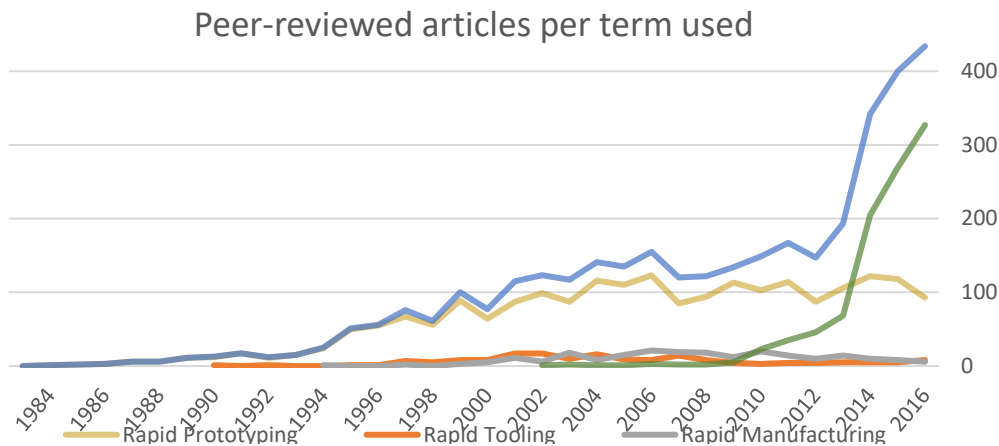
Additive Manufacturing

Η τεχνολογία της προσθετικής κατασκευής (Additive Manufacturing) εμφανίστηκε για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1960 στο Battelle Memorial Institute (Troxler and Woensel 2016). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν δύο ακτίνες λέιζερ για να πολυμερίσουν το υλικό σε μια δεξαμενή ρητίνης. Μετά από αυτό, περισσότερες μέθοδοι αναπτύχθηκαν παγκοσμίως και πολλά διπλώματα ευρεσιτεχνίας χορηγήθηκαν τη δεκαετία του 1980. Το 1984, ο Charles Hull υπέβαλε αίτηση για δίπλωμα ευρεσιτεχνίας των ΗΠΑ με τίτλο «*Συσκευή για την παραγωγή τρισδιάστατων αντικειμένων με στερεολιθογραφία*». Αυτή ήταν η πρώτη πατέντα που οδήγησε στην εμπορευματοποίηση τρισδιάστατων εκτυπωτών, ιδιαίτερα της Στερεολιθογραφίας. Το δίπλωμα ευρεσιτεχνίας εγκρίθηκε το 1986 και ο Charles Hull συνίδρυσε την 3D Systems Inc., η οποία είναι ηγετική εταιρεία μέχρι τώρα. Το 1987, η πρώτη εμπορικά διαθέσιμη μηχανή προσθετικής κατασκευής (SLA-1) κυκλοφόρησε στην αγορά (Wohlers και Gornet 2014). Μετά από τρία χρόνια, ο Scott Crump κατέθεσε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για το Fused Deposition Modeling (FDM) και συνίδρυσε την Stratasys Ltd, ενώ το 1992 η Stratasys παρουσίασε τον πρώτο 3D εκτυπωτή FDM. Το 1989, μια ομάδα από το MIT κατοχύρωσε με δίπλωμα ευρεσιτεχνίας την τεχνολογία εκτύπωσης inkjet (3DP) και αρκετές διαφορετικές εταιρείες έλαβαν άδεια χρήσης αυτής της τεχνολογίας (Gibson, Rosen και Stucker 2015). Αυτές είναι οι πιο σημαντικές διεργασίες προσθετικής κατασκευής, ενώ πολλές άλλες είχαν εφευρεθεί και αναπτυχθεί. Τις επόμενες δεκαετίες, η τεχνολογία προσθετικής κατασκευής αναπτύχθηκε συνεχώς από τις εταιρείες που κατείχαν τα διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Χρόνο με το χρόνο, οι μηχανές προσθετικής κατασκευής και το κόστος υλικών μειώνονταν, η ανάλυση και ο χρόνος παραγωγής βελτιώνονταν και η διαθεσιμότητα υλικών αυξανόταν. Αλλά το 2005, ο Dr Adrian Bowyer, ανώτερος λέκτορας στη μηχανολογία στο Πανεπιστήμιο του Bath στην Αγγλία, παρουσίασε έναν τρισδιάστατο εκτυπωτή ανοιχτού κώδικα που ονομάζεται RepRap (Replicating Rapid-prototyper). Η τεχνολογία RepRap βασίστηκε στο FDM, αλλά ονομάστηκε Fused-Filament Fabrication (FFF) προκειμένου να αποφευχθεί η παραβίαση εμπορικών σημάτων. Ο RepRap είναι ένας χαμηλού κόστους, εύκολα επισκευάσιμος και αναβαθμιζόμενος εκτυπωτής 3D, επειδή πάνω από το 50% των εξαρτημάτων του μπορεί να

κατασκευαστεί μόνος του (Laplume, Anzalone και Pearce 2016; Laplume, Petersen και Pearce, 2016).

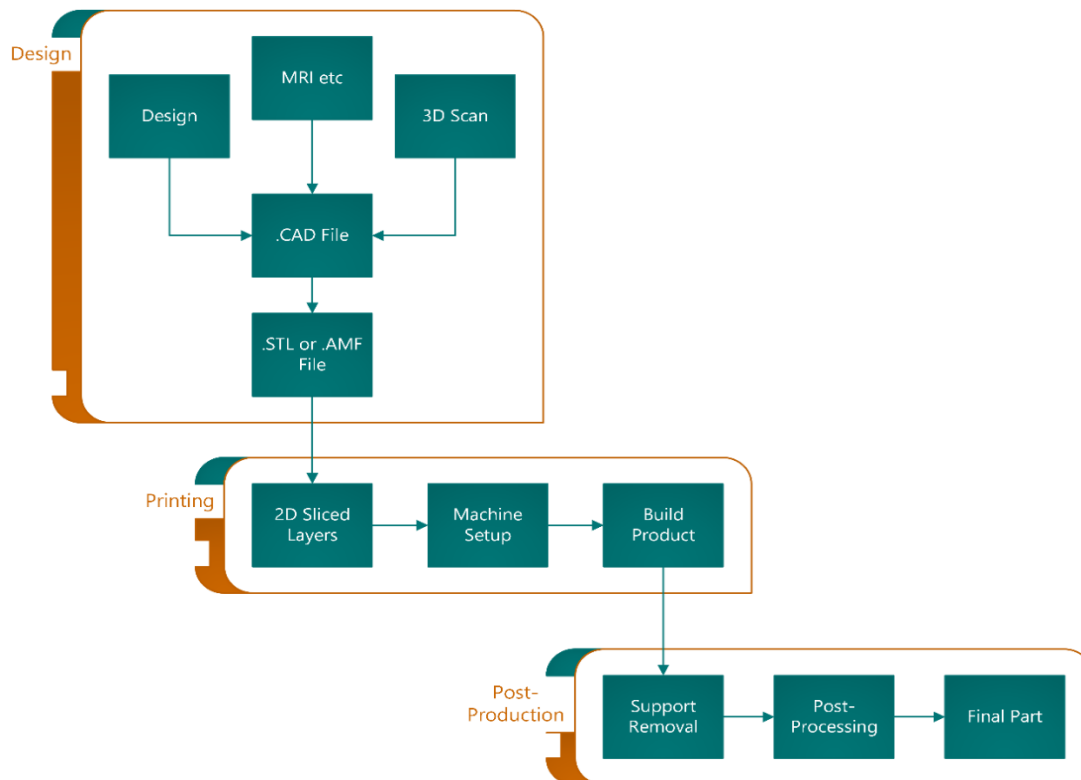
Το 2009, παρουσιάστηκε η πρώτη αγορά και υπηρεσία τρισδιάστατης εκτύπωσης, Shapeways. Οι χρήστες σχεδιάζουν και ανεβάζουν τρισδιάστατα εκτυπώσιμα αρχεία και το Shapeways εκτυπώνει τα αντικείμενα για αυτούς ή για άλλους. Την ίδια χρονιά, ιδρύθηκε η Επιτροπή ASTM F42 για τις πρόσθετες τεχνολογίες παραγωγής και δημοσιεύτηκε η πρώτη τυποποιημένη ορολογία για τις τεχνολογίες προσθετικής κατασκευής (Trochler και Woensel, 2016). Επιπλέον, το 2009 ένα βασικό δίπλωμα ευρεσιτεχνίας FDM έληξε και οι μηχανές ανοιχτού κώδικα RepRap γνώρισαν πολύ μεγάλη ανάπτυξη (Laplume, Petersen και Pearce, 2016).

Η τεχνολογία της προσθετικής κατασκευής (Additive Manufacturing) είναι ο τυποποιημένος όρος τα τελευταία χρόνια από το ASTM, αλλά είναι άγνωστος στη μη επιστημονική κοινότητα. Από την άλλη πλευρά, η έννοια «3D printing» είναι ο πιο mainstream όρος που χρησιμοποιείται συνολικά, παρόλο που είναι μια συγκεκριμένη διαδικασία κάτω από την ομπρέλα της προσθετικής κατασκευής. Όμως, τις τελευταίες δεκαετίες, αυτοί οι όροι δεν ήταν οι μόνοι. Το "Rapid prototyping" ήταν το πρώτο επειδή η πρώτη χρήση αυτής της τεχνολογίας αφορούσε την παραγωγή πρωτοτύπων. Στη συνέχεια, ονομάστηκε "ταχεία κατασκευή" επειδή ο όρος της προσθετικής κατασκευής χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή εργαλείων για παραγωγή, όπως καλούπια χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τελικών εξαρτημάτων. Επιπλέον, άλλοι όροι για την προσθετικής κατασκευή είναι «κατασκευή με πρόσθετα επίπεδα» και «άμεση ψηφιακή κατασκευή». Το Σχήμα 1 παρουσιάζει τις διανομές των δημοσιευμένων άρθρων στο Scopus, σύμφωνα με τον όρο που χρησιμοποιείται στους τίτλους τους.



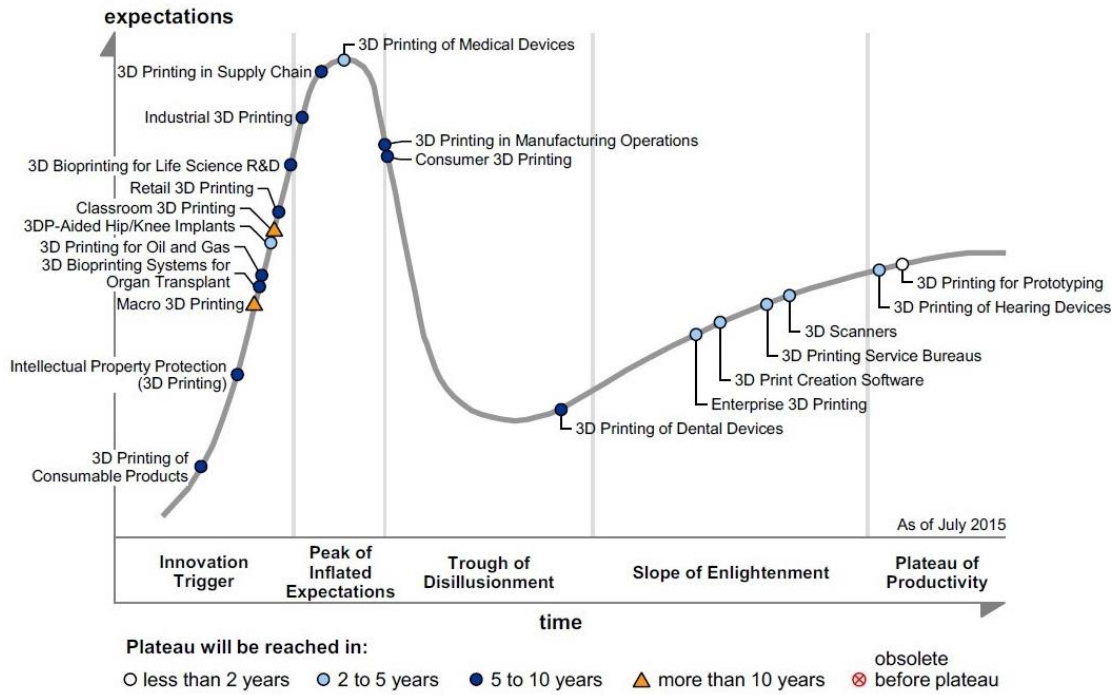
Εικόνα 2 - Δημοσιευμένα άρθρα

Η βιομηχανία της πρόσθετης κατασκευής περιλαμβάνει διαφορετικές τεχνολογίες και η καθεμία έχει τα συγκεκριμένα πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και τομείς εφαρμογής. Σύμφωνα με την ASTM (American Society for Testing and Materials), υπάρχουν επτά (7) διαφορετικές τεχνολογίες πρόσθετης κατασκευής (AM) : (i) VAT Photopolymerization, (ii) Material Jetting, (iii) Material Extrusion, (iv) Powder Bed Fusion, (v) Binder Jetting, (vi) Sheet Lamination, and (vii) Directed Energy (ASTM International 2012) ενώ για καθένα από αυτά έχουν αναπτυχθεί αρκετές διεργασίες. Παρά την ποικιλία των τεχνολογιών και διαδικασιών πρόσθετης κατασκευής, όλες έχουν μια κοινή διαδικασία για την κατασκευή προϊόντων. Σύμφωνα με τους Savastano et al. (2016) η διαδικασία παραγωγής αποτελείται από τρεις φάσεις: (i) τη φάση σχεδιασμού, (ii) τη φάση εκτύπωσης και (iii) τη φάση μετά την παραγωγή, (Εικόνα 2).



Εικόνα 3 - Από το σχεδιασμό έως το τελικό προϊόν

Σήμερα, οι προοπτικές ανάπτυξης της προσθετικής κατασκευής αντικατοπτρίζονται στον κύκλο Hype της Gartner για την 3D εκτύπωση. Το Gartner Hype Cycle παρέχει μια γραφική αναπαράσταση της ωριμότητας και της υιοθέτησης τεχνολογιών και εφαρμογών, καθώς και του τρόπου με τον οποίο είναι δυνητικά σχετικές με την επίλυση πραγματικών επιχειρηματικών προβλημάτων και την εκμετάλλευση νέων ευκαιριών (Gartner 2016). Σύμφωνα με τον κ. Basiliere, διευθυντή έρευνας στη Gartner, η δημιουργία πρωτοτύπων ήταν η μόνη βασική χρήση της AM για πολλά χρόνια, αλλά τα τελευταία χρόνια η προσθετική κατασκευή χρησιμοποιείται ήδη στον κλάδο της υγειονομικής περίθαλψης. Όλοι οι μεγάλοι κατασκευαστές βοηθημάτων ακοής προσφέρουν συσκευές που προσαρμόζονται στη μορφή του αυτιού του ασθενούς, μεταμορφώνοντας την αγορά σε λιγότερο από δύο χρόνια. Επιπλέον, προσθέτει ότι η γρήγορη ωρίμανση τεχνολογιών όπως η τρισδιάστατη σάρωση, το λογισμικό δημιουργίας τρισδιάστατης εκτύπωσης και τα γραφεία υπηρεσιών τρισδιάστατης εκτύπωσης θα μπορούσε να είναι καταλύτης για την ευρεία υιοθέτηση της προσθετικής κατασκευής (Gartner 2015).



Εικόνα 4 - Hype Cycle

Κεφάλαιο 4: Ενσωμάτωση τεχνολογιών Πληροφορικής στη βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα

Τα πιο σημαντικά και πολλά υποσχόμενα στοιχεία της ιδέας Supply Chain 4.0, τα οποία προέρχονται από το 4IR και τα οποία προέρχονται από την έννοια SMAC (Social, Mobile, Analytics και Cloud) της σύγκλισης τεσσάρων τεχνολογιών που οδηγούν την επιχειρηματική καινοτομία και επιτρέπουν την ανάπτυξη νέων μη ελεγχμένων επιχειρηματικών μοντέλων (Dewan & Jena, 2014) περιλαμβάνουν τα εξής:

- συνεργατικές πλατφόρμες που βασίζονται σε Cloud,
- τεχνολογίες αυτοματισμού, bots & cobots
- ψηφιακή αδελφοποίηση (Digital twinning).

Αυτή είναι μια επιλογή που ισχύει για πολύπλοκες τεχνολογικές λύσεις που βασίζονται στα βασικά στοιχεία του Industry 4.0. Οι προαναφερθείσες τεχνολογίες συζητούνται, λαμβάνοντας υπόψη τον αντίκτυπό τους στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και τη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας με τη μορφή νέων δυνατοτήτων, καθώς και οριοθετήσεις αυτών των λύσεων και πιθανά εμπόδια που θέτουν για τις Αλυσίδες Εφοδιασμού 4.0.

Συνεργατικές πλατφόρμες που βασίζονται σε Cloud

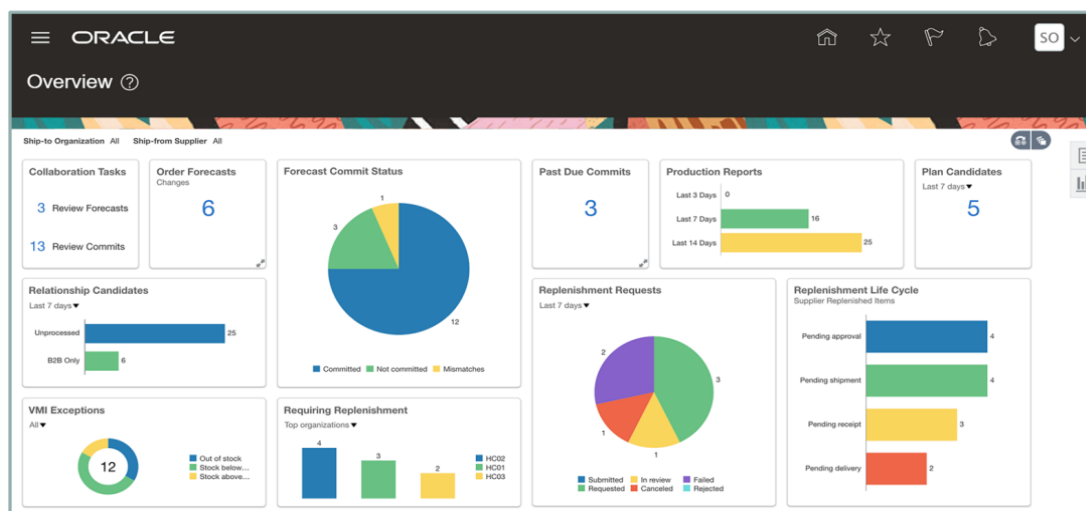
Η συνεργασία είναι βασικό ζήτημα για τη λειτουργία των αλυσίδων εφοδιασμού. Οι οντότητες της εφοδιαστικής αλυσίδας πρέπει να συνεργάζονται και το εύρος αυτής της συνεργασίας εξαρτάται από τον αριθμό και την κλίμακα των διαδικασιών και έργων που υλοποιούνται από κοινού. Υπάρχουν πολλές τεχνικές λύσεις που εξυπηρετούν την επικοινωνία και διευκολύνουν τη συνεργασία στις αλυσίδες εφοδιασμού εδώ και χρόνια. Οι πλατφόρμες και τα συνεργατικά δίκτυα βρίσκονται στο επίκεντρο της νέας ψηφιακής οικονομίας, με το 60-70% της νέας αξίας που δημιουργείται τα επόμενα δέκα χρόνια να αναμένεται να βασίζεται σε δίκτυα και πλατφόρμες με ψηφιακή δυνατότητα που βασίζονται σε δεδομένα (WEF, 2018). Αυτό περιλαμβάνει πλατφόρμες που επιτρέπουν βιομηχανίες και αλυσίδες εφοδιασμού.

Η τεχνολογία Cloud είναι ο καλύτερος τρόπος για την ενοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Αυτό δεν αφορά μόνο την ίδια την επικοινωνία, η οποία μπορεί να διασφαλιστεί με αυτόν τον τρόπο μεταξύ των συνεργαζόμενων φορέων και των μονάδων τους, αλλά και για την κοινή χρήση δεδομένων, την ενοποίηση διαφόρων συσκευών που δημιουργούν αυτά τα δεδομένα, καθώς και τη δημιουργία ενός ενιαίου καναλιού για την ανάκτηση δεδομένων. Όλα αυτά γίνονται χωρίς σημαντικές δαπάνες, δεδομένου ότι οι υπηρεσίες στο cloud μπορούν να αγοραστούν με τη μορφή πρόσβασης σε εξωτερική υποδομή. Δεν χρειάζεται να χτίσουμε δική μας υποδομή. Διαφορετικές συσκευές μπορούν ταυτόχρονα να χρησιμοποιούν το cloud τόσο στη διαδικασία λήψης δεδομένων (upload) όσο και στην ανάκτηση δεδομένων (λήψη). Αυτό σημαίνει την ενοποίηση διαφόρων πλατφορμών υλικού, διαφορετικών λειτουργικών συστημάτων και μιας ποικιλίας εφαρμογών χρηστών, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων ERP.

Το cloud συμβάλλει σημαντικά στη δημιουργία μιας ενοποιημένης πλατφόρμας ΤΠΕ για την εφοδιαστική αλυσίδα – μια πλατφόρμα που επιτρέπει τη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας σε πραγματικό χρόνο (με on-line ορατότητα), συμβάλλει στη δημιουργία κυβερνοφυσικών συστημάτων και επιτρέπει την πραγματική και ενεργή συμπερίληψη διαδικασιών επί τόπου εξυπηρέτησης στην αλυσίδα εφοδιασμού καθώς και στον τελικό πελάτη. Η αξία επικοινωνίας και ενοποίησης των λύσεων cloud αντικατοπτρίζεται στις λύσεις CaaS (Communication as a Service) και IPaaS (Integration Platform as a Service), οι οποίες συμπληρώνουν τις υπάρχουσες και γνωστές υπηρεσίες cloud όπως: IaaS, PaaS και SaaS (Baun, Kunze, Nimis, & Tai, 2011). Οι τεχνολογίες cloud έχουν συμβάλει σημαντικά στη δημοτικότητα των κινητών συσκευών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν άμεσα στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας. Χάρη σε αυτές τις τεχνολογίες, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας για κινητά (mSCM) έγινε πραγματικότητα (Eng, 2006), καθώς και η ενσωμάτωση διαφόρων πόρων, συμπεριλαμβανομένης της υλοποίησης της ιδέας της κοινής χρήσης πόρων στην αλυσίδα εφοδιασμού (Gong, Liu, & Lu , 2015; Becker & Stern, 2016) ή – από την σκοπιά του πελάτη – εφαρμογή νέων μοντέλων υπηρεσιών και δημιουργίας αξίας, συμπεριλαμβανομένων μοντέλων που βασίζονται στη συνδρομή (Sorescu, Frambach, Singh, Rangaswamy, & Bridges, 2011).

Τα παραδείγματα εφαρμογής πλατφορμών συνεργασίας που βασίζονται σε σύννεφο σε αλυσίδες εφοδιασμού μπορούν να πολλαπλασιαστούν. Σε κάθε κλάδο της βιομηχανίας θα υπήρχαν πολλά εμπνευσμένα παραδείγματα που έχουν περιγραφεί σε επαγγελματικά περιοδικά. Έχουν καταστεί πλέον το μέσο για την ομαλή εκτέλεση διεταιρικών διαδικασιών και την αποτελεσματική λειτουργία των αλυσίδων εφοδιασμού. Ο συντονισμός του σχεδιασμού και της εκτέλεσης εργασιών στην εφοδιαστική αλυσίδα με τη βοήθεια λύσεων που βασίζονται στο cloud έχει γίνει πρότυπο στις κορυφαίες αλυσίδες εφοδιασμού. Αυτό επιβεβαιώνεται επίσης από την παρατήρηση της αγοράς λογισμικού διαχείρισης εφοδιαστικής αλυσίδας. Προμηθευτές όπως η SAP SE, η Oracle Corporation, η Epicor Software Corporation, η Infor ή η Manhattan Associate έχουν εφαρμόσει λύσεις cloud στα κορυφαία προϊόντα τους για την αλυσίδα εφοδιασμού εδώ και πολύ καιρό. Μπορούμε να πούμε ότι η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι μια φυσική διαδικασία που έχει περάσει στο cloud. Όπως φαίνεται, δεν υπάρχει καλύτερος τρόπος για να συντονιστούν οι δραστηριότητες διάσπαρτες τόσο στο χώρο όσο και στο χρόνο. Δεν υπάρχουν ουσιαστικά περιορισμοί στην εφαρμογή λύσεων που βασίζονται σε cloud στις αλυσίδες εφοδιασμού.

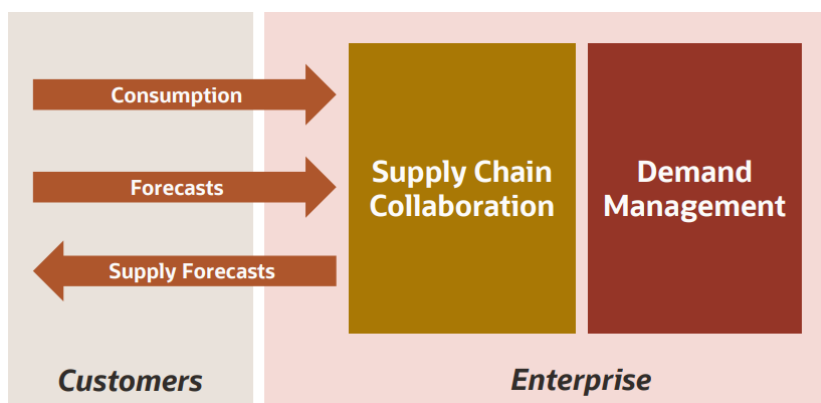
Το παράδειγμα της Oracle με την πλατφόρμα για την ενορχήστρωση των διαδικασιών είναι σημαντικό. Αρχικά εστιάζει στην σύνδεση των διαδικασιών της επιχείρησης σε μια ευέλικτη υποδομή ενορχήστρωσης που δίνει τη δυνατότητα να προσαρμόζει η εκάστοτε εταιρεία τους επιχειρηματικούς κανόνες και να παρακολουθεί την εκτέλεση των διαδικασιών της. Οι ειδικοί χώροι εργασίας για την σύνδεση ζήτησης - απόθεματος που διαχειρίζεται ο προμηθευτής, η συνεργασία των προμηθειών και κατασκευή συμβάσεων επεκτείνουν την εμβέλεια των διαδικασιών της αλυσίδας εφοδιασμού σε ολόκληρο το δίκτυο των εμπορικών συνεργατών.



Εικόνα 5 - Oracle Fusion Cloud Supply Chain Collaboration

Επίσης το πλάνο των προμηθειών γίνεται πιο άμεσο, μοιράζοντας τις προβλέψεις των παραγγελιών με τους προμηθευτές και υπάρχει η δυνατότητα να λαμβάνει η εταιρεία τη δέσμευσή ώστε να παραλαμβάνει κρίσιμα εξαρτήματα και υλικά όταν τα χρειάζεται. Η αποτελεσματική συνεργασία πρόβλεψης παραγγελιών μπορεί επίσης να αποκαλύψει ευκαιρίες μείωσης κόστους και βελτίωσης της ποιότητας. Οι προμηθευτές μπορούν να ανεβάζουν τα δεσμευμένα προϊόντα τους μέσω υπολογιστικών φύλλων, να τα εισάγουν στο διαδίκτυο ή να τις μεταδίδουν μέσω μηνυμάτων B2B ή υπηρεσιών web. Το Oracle Fusion Cloud Supply Chain Collaboration παρακολουθεί τις απαντήσεις και ειδοποιεί αυτόματα εάν οι δεσμεύσεις του προμηθευτή καθυστερούν.

Υπάρχει η σύνδεση με την ζήτηση των προϊόντων όπως η συνεργασία με τους πελάτες σας για την πρόβλεψη των αναγκών τους ώστε να εκτελεστούν ομαλά οι λειτουργίες της αλυσίδας εφοδιασμού σας. Οι πελάτες όπως καταστήματα λιανικής, διανομείς, συνεργάτες καναλιών, μπορούν να μοιραστούν τις πληροφορίες κατανάλωσης ή τις προβλέψεις παραγγελιών τους χρησιμοποιώντας το Oracle Fusion Cloud Supply Chain Collaboration το οποίο μπορεί στη συνέχεια να χρησιμοποιήσει την πρόβλεψη παραγγελίας του πελάτη ως ένδειξη ζήτησης για να δημιουργήσει μια συναινετική πρόβλεψη προσφοράς.



Εικόνα 6 - Συνεργασία πελατών και επιχειρήσεων στην πρόβλεψη ζήτησης

Το Oracle Fusion Cloud Supply Chain μπορεί να επεκτείνει στρατηγικά την εφοδιαστική αλυσίδα της επιχείρησης. Φέρνει την απλότητα, την ισχύ και την κλίμακα των εφαρμογών Oracle Cloud σε διαδικασίες από επιχείρηση σε επιχείρηση. Παρέχει στρατηγικό πλεονέκτημα σε σχέση με τις ad hoc επικοινωνίες και δίνει τη δυνατότητα να αυξήσει τις συνδέσεις των εμπορικών εταιρών για να επιτευχθεί ορατότητα και άμεση ιχνηλασιμότητα του δικτύου εφοδιαστικής αλυσίδας πολλαπλών επιπέδων και πολλαπλών συνεργατών ταυτόχρονα.

Τεχνολογίες αυτοματισμού, bots & cobots

Μια συλλογή από διάφορες τεχνολογίες αυτοματισμού τους επιτρέπει να χρησιμοποιούνται για μια ποικιλία εργασιών που σχετίζονται με τις αλυσίδες εφοδιασμού. Η κατάλληλη χρήση τους επιτρέπει πολυάριθμες λειτουργικές βελτιώσεις, αλλά ο κορεσμός της εφοδιαστικής αλυσίδας με αυτές τις τεχνολογίες καθιστά δυνατή την επίτευξη νέας ποιότητας λειτουργίας και μέχρι στιγμής πρωτοφανών αποτελεσμάτων.

Τα bots σημαίνουν μια τεράστια ευκολία για τους αγοραστές στα ηλεκτρονικά κανάλια. Τα bots μπορούν να επικοινωνούν με τον αγοραστή (chatbots), για παράδειγμα μέσω Messenger ή Facebook, με τον τρόπο που θα έκανε ένας άνθρωπος. Με αυτόν τον τρόπο επιτρέπουν την αύξηση του επιπέδου εξυπηρέτησης πελατών, επειδή ένα τέτοιο bot είναι διαθέσιμο 24 ώρες την ημέρα και 7 ημέρες την εβδομάδα. Τα ρομπότ μπορούν να σας συμβουλευσουν όταν ψωνίζετε. Μπορούν επίσης να επικοινωνήσουν με τον πελάτη την ακριβή ώρα που θα υποδείξει και να του

ενημερώσουν για την κατάσταση της παραγγελίας ή/και την τρέχουσα τοποθεσία της αποστολής. Μπορεί να γίνει και φωνητικά (βοηθοί φωνής) αν χρειαστεί. Από την οπτική γωνία του πωλητή, τα bots επιτρέπουν τη γρήγορη συλλογή δεδομένων που δεν μπορούσαν να συλλεχθούν στο διαδίκτυο μέσω φορμών Ιστού. Χρησιμοποιώντας τα, μπορείτε να δημιουργήσετε ολοκαίνουργιες υπηρεσίες για τους πελάτες. Όπως αποδεικνύεται, οι περισσότεροι πελάτες χρησιμοποιούν bots όταν αγοράζουν καλλυντικά, προϊόντα περιποίησης σώματος και προσώπου. Ωστόσο, δεν είναι όλα τα bots εξίσου δημοφιλή (Kostro, 2019).

Ωστόσο, τα ρομπότ συνδέονται περισσότερο με μηχανές που εκτελούν εργασίες στον τομέα της κατασκευής και της αποθήκευσης παρά με λύσεις λογισμικού. Ωστόσο, υπήρξε επίσης σημαντική πρόοδος σε αυτόν τον τομέα. Τέτοια βιομηχανικά ρομπότ δεν χρειάζεται πλέον να εργάζονται απομονωμένα σε κλουβιά, αλλά δίπλα σε ανθρώπους όπως οι συνομήλικοί τους. Τα ονομάζουμε cobots που σημαίνει συνεργατικά ρομπότ. Είναι ελαφρώς ελαφρύτερα και μικρότερα από τα παραδοσιακά βιομηχανικά ρομπότ. Είναι προγραμματιζόμενα και εξοπλισμένα με συστήματα όρασης, συστήματα εντοπισμού θέσης και πολλούς αισθητήρες. Δεδομένου ότι εφευρέθηκαν το 1996, χρησιμοποιούνται σε ποικίλες εφαρμογές. Η Nalipak Healthcare Packaging εφάρμοσε cobots για να βοηθήσει με την φόρτωση των δίσκων και το καπάκι στο στεγανοποιητικό του δίσκου θερμότητας (Little, 2018). Το 2017 η DHL Supply Chain – ένας χειριστής logistics με σύμβαση – ξεκίνησε ένα πιλοτικό πρόγραμμα σε μια εγκατάσταση στο Τενεσί χρησιμοποιώντας cobots LocusBots από την Locus Robotics. Τα Cobots έπρεπε να επικοινωνήσουν με τους pickers και να ενσωματωθούν με τα συστήματα διαχείρισης αποθήκης εκεί (i-scoop, 2017). Ένας άνθρωπος μπορεί να εκτελέσει ένα προκαταρκτικό μέρος μιας εργασίας ενώ το cobot τελειώνει το υπόλοιπο. Ένας άνθρωπος μπορεί να αναγκάσει τα cobots να κάνουν όλο τον χειρισμό για αυτόν, ειδικά όταν φορτώνει, ξεφορτώνει, μαζεύει ή μετακινεί βαριά δέματα στις σημερινές αποθήκες. Τα συνεργατικά ρομπότ επιτρέπουν σε ανθρώπους και ρομπότ να συνεργάζονται στην αλυσίδα εφοδιασμού, έτσι ενσωματώνουν την εργασία μηχανής και ανθρώπου, ενσωματώνουν την ανθρώπινη προγραμματισμένη και ελεγχόμενη από τον άνθρωπο εργασία με αυστηρά ανθρώπινη εργασία.

Μια πολύ πιο προηγμένη λύση στον τομέα της τεχνολογίας αυτοματισμού είναι οι γνωστικοί πράκτορες, δηλαδή οι πράκτορες λογισμικού, οι οποίοι – όντας κομμάτια μηχανημάτων που σχεδιάστηκαν και ελέγχονται από ανθρώπους – συμπεριφέρονται σαν άνθρωποι και επιδεικνύουν πεπειθήσεις, γνώσεις, επιθυμίες και προθέσεις στη συμπεριφορά τους (Huhns & Singh, 1998). Βασίζονται σε ένα μοντέλο του περιβάλλοντός τους. Ως εκ τούτου, είναι σε θέση να σχεδιάζουν τις ενέργειές τους και να ενεργούν στοχευμένα (Büttner, 2011). Οι πράκτορες λογισμικού είναι γνωστοί εδώ και πολλά χρόνια και η δημοτικότητά τους αυξάνεται συνεχώς. Οι γνωστικοί πράκτορες είναι το πιο προηγμένο είδος τους, το οποίο εξετάζεται επί του παρόντος σε διάφορα ερευνητικά έργα στον τομέα της εφοδιαστικής και της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Ένα παράδειγμα μπορεί να είναι ένα έργο που πραγματεύεται την ανάπτυξη ενός αυτόνομου συστήματος λήψης αποφάσεων για σκοπούς προγραμματισμού ενός συστήματος ελεγχόμενης διάθεσης για MME στον τομέα της εφοδιαστικής συμβάντων (Harjes & Scholz-Reiter, 2013). Οι προηγμένες λύσεις αιχμής εμφανίζονται συνήθως γρήγορα στον στρατιωτικό τομέα. Από αυτή την άποψη, ένα καλό παράδειγμα μπορεί να είναι μια αρχιτεκτονική πλαισίου γνωστικού πράκτορα στον τομέα Sense and Response Logistics (SRL). Η SRL υποστηρίζει τη συνοχή της διοίκησης και του ελέγχου του πλήρους φάσματος πολεμικών και στρατιωτικών επιχειρήσεων, συμπεριλαμβανομένης της επιμελητείας. Αυτή η ιδέα καταδεικνύει την πολύ αυξημένη αποτελεσματικότητά της στην παρακολούθηση κινούμενων στόχων με την προσαρμογή σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον σε συστήματα που ενσωματώνουν παράγοντες που δεν προσαρμόζονται (Greene et al., 2006).

Ψηφιακή αδελφοποίηση (Digital twinning)

Τα ψηφιακά δίδυμα είναι οντότητες ψηφιακού κόσμου που είναι αντιγραφές φυσικών οντοτήτων (ζωντανών αλλά και μη) στον πραγματικό κόσμο που επιτρέπουν τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ των δύο κόσμων (El Saddik, 2018). Γεφυρώνουν τον πραγματικό και τον εικονικό κόσμο καθιστώντας δυνατή την απρόσκοπτη μετάδοση δεδομένων και την απομακρυσμένη προσαρμογή μέσω του ψηφιακού στοιχείου των δίδυμων. Τα ψηφιακά δίδυμα περιέχουν αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα και είναι επαναπρογραμματιζόμενοι κάνοντας μια φυσική οντότητα να συμπεριφέρεται σαν

έξυπνη συσκευή. Κάποιος μπορεί να πει ότι η τεχνολογία digital twins συνδυάζει τη μοντελοποίηση και το IoT.

Η AspenTech δίνει ένα παράδειγμα πώς η ψηφιακή αδελφοποίηση μπορεί να βοηθήσει στον προγραμματισμό της εφοδιαστικής αλυσίδας στη χημική βιομηχανία. Όσον αφορά τον σχεδιασμό της αλυσίδας εφοδιασμού, τα εργοστασιακά μηχανήματα είναι ο βασικός τομέας όπου η αστοχία ενός περιουσιακού στοιχείου οδηγεί σε αυξημένο κόστος κατασκευής και αστοχίες υπηρεσιών για τους πελάτες. Η AspenTech παρέχει μια λύση μηχανικής εκμάθησης χαμηλής αφής που ενσωματώνει ψηφιακή αδελφοποίηση. Ονομάζεται Aspen Mtell και μπορεί να προβλέψει με ακρίβεια μια αστοχία υπερσυμπιεστή σε μια διαδικασία πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας (LDPE) με περισσότερες από 25 ημέρες εκ των προτέρων (Banker, 2018). Ο τερματισμός και στη συνέχεια η επανεκκίνηση της διαδικασίας είναι εξαιρετικά δαπανηρός και έχει πολλές δυσμενείς επιπτώσεις στη χημική βιομηχανία, συμπεριλαμβανομένου του περιβάλλοντος, της υγείας και της ασφάλειας.

Η ψηφιακή αδελφοποίηση μπορεί να επιτρέψει έναν απλό, λιγότερο δαπανηρό σχεδιασμό και προγραμματισμό στις αλυσίδες εφοδιασμού. Αυτή δεν είναι μόνο η χημική βιομηχανία όπου η συντήρηση του χρόνου διακοπής είναι πολύ λιγότερο δαπανηρή από την αντίδραση σε μια απρογραμματίστη διακοπή. Άλλοι κλάδοι έντασης ενεργητικού ή κλάδοι όπου τα περιουσιακά στοιχεία αποτελούν τη ραχοκοκαλιά της επιχείρησης, όπως η ηλεκτρική ενέργεια, οι επιχειρήσεις κοινής ωφέλειας, οι σιδηρόδρομοι, οι οδικές και οι εξορύξεις, θα μπορούσαν παρομοίως να αποκτήσουν σημαντική αξία από τη βελτιστοποίηση της συντήρησης σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού. Επίσης, η επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων βελτιστοποίησης λαμβάνοντας υπόψη τα οικονομικά της κατασκευής, τους περιορισμούς της αλληλουχίας εργασιών και τις προτεραιότητες ζήτησης είναι ένας τομέας όπου η ψηφιακή αδελφοποίηση μπορεί να είναι ιδιαίτερα χρήσιμη.

Υπάρχουν όμως ακόμη περισσότερες δυνατότητες. Στη φαρμακοβιομηχανία, χρησιμοποιώντας ψηφιακή αδελφοποίηση, οι ερευνητές μπορούν να δοκιμάσουν πώς αποδίδουν διαφορετικές παραλλαγές ενός φαρμάκου σε πραγματικό χρόνο στο σώμα ενός δεδομένου ασθενούς, επιταχύνοντας το χρόνο από τη δοκιμή στην αγορά, με αποτέλεσμα υψηλότερο επίπεδο υπηρεσιών που είναι πρωταρχικής σημασίας σε αυτήν

την επιχείρηση (Newman, 2019) και – από την άλλη – ανοίγοντας την πόρτα στην εξατομικευμένη ιατρική όπου τα εκλεπτυσμένα μαθηματικά μοντέλα ασθενών, που υποστηρίζονται από μεγάλα βιολογικά δεδομένα, θα οδηγήσουν σε πιο ακριβείς και αποτελεσματικές ιατρικές παρεμβάσεις (Bruynseels, Santoni de Sio, & van den Hoven, 2018). Οι φαρμακευτικές εταιρείες μπορούν να χρησιμοποιήσουν την τεχνολογία για να παρακολουθούν τα δεδομένα για μοτίβα στις συνταγές και τις διανομές, έτσι ώστε οι αλυσίδες εφοδιασμού τους να μπορούν να προσαρμοστούν στις απαιτήσεις της ζήτησης σε συντομότερο χρόνο. Η υψηλότερη ευθύνη των αλυσίδων εφοδιασμού στον κλάδο της υγείας οδηγεί σε μια ενσωματωμένη ικανότητα επίλυσης ταχέως αναδυόμενων προβλημάτων υγείας και εκτεταμένων επιδημιών (Newman, 2019). Αυτό είναι ένα πολύ επιθυμητό χαρακτηριστικό των αλυσίδων εφοδιασμού σε αυτόν τον κλάδο. Πηγαίνοντας λίγο παραπέρα, θα οδηγούσε σε μια μεταφορά της έξυπνης ιδέας ευκολίας (Szymczak, 2014) που είναι γνωστή από τις αλυσίδες εφοδιασμού FMCG στην υγειονομική περίθαλψη. Όπως προκύπτει από τα έργα που εκτελούνται, η ψηφιακή αδελφοποίηση μπορεί εύκολα να υποστηριχθεί από την τεχνολογία blockchain. Συνδυάζοντας τις δύο τεχνολογίες, οι φαρμακευτικές εταιρείες μπορούν στη συνέχεια να παρακολουθούν τις αποστολές φαρμάκων προκειμένου να εξασφαλίσουν τις ίδιες τις αποστολές καθώς και τις συνθήκες μεταφοράς και αποθήκευσης σε όλη την αλυσίδα εφοδιασμού. Χρησιμοποιώντας το blockchain μπορούν να εξασφαλίσουν την ακεραιότητα των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται στα οχήματά τους, μειώνοντας τον αριθμό των ανακλήσεων προϊόντων παγκοσμίως και, το πιο σημαντικό, σώζοντας ζωές (Newman, 2019). Η ψηφιακή αδελφοποίηση βοηθά τους αγρότες να αναπτυχθούν καλύτερα. Χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό δίδυμο του γεωργικού χαρτοφυλακίου ενός αγρότη, τα δεδομένα μπορούν να βοηθήσουν στην παρακολούθηση στοιχείων όπως η ποιότητα του εδάφους, ο ρυθμός συγκομιδής, ο ρυθμός αποβλήτων, ο ρυθμός ανάπτυξης, τα καιρικά μοτίβα κ.λπ. (Newman, 2019). Αυτό αντικατοπτρίζεται στην απόδοση της αλυσίδας εφοδιασμού με τέτοιο τρόπο που θα της επιτρέψει να προετοιμάσει επαρκείς πόρους και ικανότητες για την εκτέλεση εργασιών που σχετίζονται με την επεξεργασία αυτών των προϊόντων και την επακόλουθη διανομή των τελικών προϊόντων.

Additive Manufacturing στην Εφοδιαστική Αλυσίδα

Η φαρμακευτική βιομηχανία μπορεί να οριστεί ως ένα σύμπλεγμα διαδικασιών, λειτουργιών και οργανισμών που εμπλέκονται στην ανακάλυψη, ανάπτυξη και παραγωγή φαρμάκων και φαρμάκων (Shah 2004). Επαγγελματίες της φαρμακοβιομηχανίας, π.χ. κατασκευαστές, μεσάζοντες και διανομείς, υποστηρίζουν ότι τα φαρμακευτικά προϊόντα δεν μπορούν να αντιμετωπίζονται ως κανονικά προϊόντα και ότι οι συμβατικές τεχνικές δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φαρμακευτικές αλυσίδες εφοδιασμού (Savage, Roberts και Wang 2006). Επιπλέον, η φαρμακευτική βιομηχανία, μια τυπική βιομηχανία προϊόντων με υψηλή προστιθέμενη αξία ανά μονάδα μάζας, ήταν μια αγορά 600 δισεκατομμυρίων δολαρίων παγκοσμίως το 2009 και αποτελούσε το 15,4% των συνολικών δαπανών υγειονομικής περίθαλψης (Mousazadeh, Torabi, and Zahiri 2015· Kelle, Woosley, και Schneider 2012).

Τα φαρμακευτικά προϊόντα παρασκευάζονται σε δύο στάδια, (i) την πρωτογενή παρασκευή για την παραγωγή δραστικών φαρμακευτικών συστατικών και (ii) τη δευτερογενή παραγωγή για τη σύνθεση και τη συσκευασία. Και στα δύο κλιμάκια, οι ταχύτητες παραγωγής είναι χαμηλές, ενώ απαιτούνται δραστηριότητες διασφάλισης ποιότητας σε διάφορα στάδια λόγω των αυστηρών προτύπων ποιότητας. Δεν είναι ασυνήθιστο ο συνολικός χρόνος του κύκλου εφοδιαστικής αλυσίδας να είναι 300 ημέρες. Επομένως, είναι δύσκολο να διασφαλιστεί η ανταπόκριση (Shah 2004). Αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό στην επιτροπή ελέγχου λόγω των υψηλών αβεβαιοτήτων και απρόβλεπτων γεγονότων στις απαιτήσεις και του υψηλού επιπέδου εξυπηρέτησης πελατών που απαιτείται (Singh, Kumar, and Kumar 2016). Ένα επίπεδο εξυπηρέτησης πελατών κάτω του 100% δεν είναι αποδεκτό λόγω του άμεσου αντίκτυπου στην υγεία και την ασφάλεια. Γενικά, οι φαρμακευτικές εταιρείες θέλουν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των πελατών στα υψηλότερα επίπεδα και προτιμούν την αποθήκευση προϊόντων για να αποφύγουν την πτώση κάτω από ένα επίπεδο αποθέματος ασφαλείας (Candan and Yazgan 2016). Για αυτούς τους λόγους, τα επίπεδα αποθεμάτων σε ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού συνήθως ανέρχονται στο 30-90% της ετήσιας ζήτησης σε ποσότητα (Shah 2004) δεσμεύοντας μεγάλα χρηματικά ποσά. Έτσι, η διαχείριση αποθεμάτων στην αλυσίδα εφοδιασμού φαρμακευτικών προϊόντων απαιτεί απαιτητική και πολύπλοκη λήψη αποφάσεων υπό υψηλή αβεβαιότητα για τη

βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων του οργανισμού και τη διατήρηση υψηλού επιπέδου υπηρεσιών.

Επιπλέον, η απόρριψη ληγμένων ή ανεπιθύμητων φαρμάκων μπορεί να είναι πολύ δαπανηρή και επιβλαβής για το περιβάλλον. Μεγάλες ποσότητες φαρμάκων πωλούνται κάθε χρόνο παγκοσμίως, π.χ. Πάνω από 250 τόνοι από τα 25 κορυφαία φάρμακα συνταγογραφούνται στο Ηνωμένο Βασίλειο κάθε χρόνο (Jones, Voulvoulis και Lester 2002). Συμπερασματικά, η φαρμακευτική βιομηχανία είναι έντασης κεφαλαίου και έρευνας. Τα ενδιαφερόμενα μέρη της φαρμακευτικής αλυσίδας εφοδιασμού αντιμετωπίζουν προκλήσεις, όπως υψηλά επίπεδα αποθεμάτων, αυξημένες απαιτήσεις υπηρεσιών, αβέβαιες απαιτήσεις και αυξημένα απόβλητα. Οι φαρμακευτικοί οργανισμοί πρέπει να αυξήσουν την ανταπόκριση, να μειώσουν το κόστος και να βελτιώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, για να αντιμετωπίσουν αυτές τις προκλήσεις. Η προσθετική κατασκευή (AM) είναι μια νέα διαδικασία παραγωγής φαρμάκων, η οποία θα μπορούσε να λειτουργήσει ως καταλύτης.

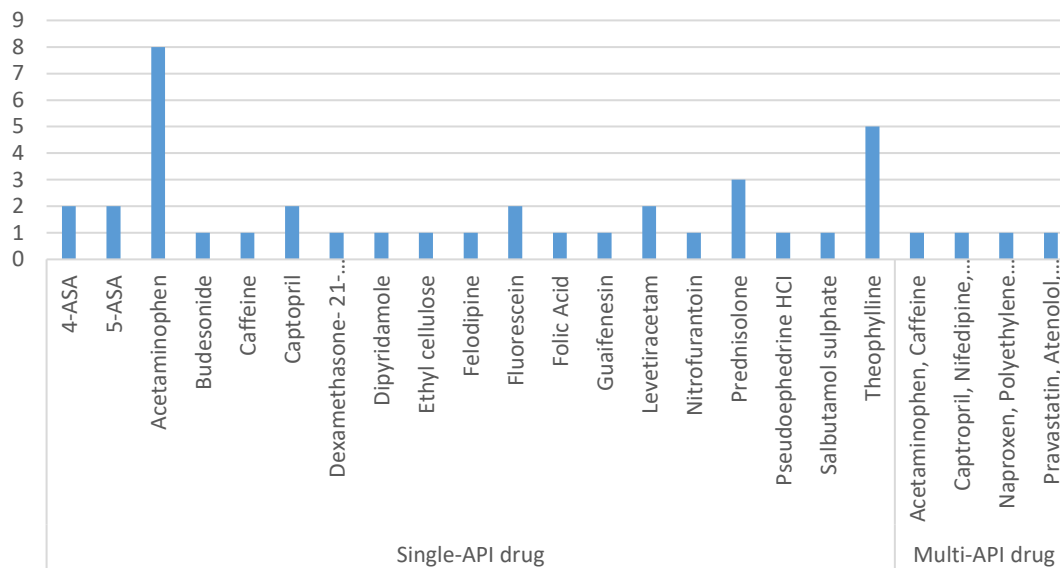
Η τρέχουσα παραγωγή φαρμάκων και οι φαρμακευτικές αλυσίδες εφοδιασμού αντιμετωπίζουν πολλές προκλήσεις. Νέες αναδυόμενες ιατρικές έννοιες, όπως η ιατρική ακριβείας, έχουν λάβει ευρύ ενδιαφέρον, αλλά οι παραδοσιακές τεχνικές παραγωγής περιορίζουν την υιοθέτησή τους. Η ιατρική ακριβείας είναι μια προσέγγιση για τη θεραπεία και την πρόληψη ασθενειών που λαμβάνει υπόψη την ατομική μεταβλητότητα στα γονίδια, το περιβάλλον και τον τρόπο ζωής για κάθε άτομο (U.S. National Institutes of Health 2017). Έτσι, κάθε ασθενής θα λάβει μια εξατομικευμένη θεραπεία σύμφωνα με τα μοναδικά χαρακτηριστικά του, σε αντίθεση με τις τρέχουσες θεραπείες ασθενειών που αναπτύσσονται για τον μέσο άνθρωπο.

Επίσης γίνεται μια βιβλιογραφική ανασκόπηση για να καθορίσουμε τη σκοπιμότητα της παραγωγής φαρμάκου μέσω προσθετικής κατασκευής (AM). Ανιχνεύουμε 32 ερευνητικές μελέτες σχετικά με την παρασκευή φαρμάκων (Πίνακας 2), οι οποίες αποδεικνύουν ότι η εξατομικευμένη παραγωγή φαρμάκου δόσης είναι εφικτή μέσω της προσθετικής κατασκευής (AM). Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για ιατρικούς και παιδιατρικούς ασθενείς, όπου ζητείται συχνά ευρύ φάσμα δόσεων (Alhnan et al. 2016; Goyanes, Wang, et al. 2015).

Ref	Title	Single- API drug	Multi- API	AM Technology	Equipment
(Rowe et al. 2000)	Oral dosage forms fabricated by Three Dimensional PrintingE	•	Fluorescein	Powder bed inkjet	Custom / Not Specified
(Lee et al. 2003)	Evaluation of Critical Formulation Factors in the Development of a Rapidly Dispersing Captopril Oral Dosage Form	•	Captopril	Powder bed inkjet	TheriFormTM
(Crowley et al. 2004)	Physicochemical properties and mechanism of drug release from ethyl cellulose matrix tablets prepared by direct compression and hot-melt extrusion	•	Ethyl cellulose	Powder bed inkjet	Rand-castle Extruder
(C.-C. Wang et al. 2006)	Development of Near Zero-Order Release Dosage Forms Using Three-Dimensional Printing (3-DP™) Technology	•	Pseudoephedrine HCl	Powder bed inkjet	TheriFormTM
(D. G. Yu et al. 2007)	Tablets with Material Gradients Fabricated by Three-Dimensional Printing	•	Acetaminophen	Powder bed inkjet	Fochif Co.
(Meléndez et al. 2008)	Thermal Inkjet Application in the Preparation of Oral Dosage Forms: Dispensing of Prednisolone Solutions and Polymorphic Characterization by Solid-State Spectroscopic Techniques	•	Prednisolone	Powder bed inkjet	Hewlett-Packard 970 Cxi DeskJet
(D.-G. Yu, Branford-White, Ma, et al. 2009)	Novel drug delivery devices for providing linear release profiles fabricated by 3DP	•	Acetaminophen	Powder bed inkjet	Fochif Co.
(D.-G. Yu, Branford-White, Yang, et al. 2009)	A novel fast disintegrating tablet fabricated by three-dimensional printing.	•	Acetaminophen	Powder bed inkjet	Fochif Co.
(Buanz et al. 2011)	Preparation of personalized-dose salbutamol sulphate oral films with thermal ink-jet printing	•	Salbutamol sulphate	Powder bed inkjet	Deskjet D1660
(Pardeike et al. 2011)	Nanosuspensions as advanced printing ink for accurate dosing of poorly soluble drugs in personalized medicines	•	Folic Acid	Powder bed inkjet	MD-K-140, Microdrop Technologies GmbH
(Sandler et al. 2011)	Inkjet Printing of Drug Substances and Use of Porous Substrates-Towards Individualized Dosing	• • •	Acetaminophen Theophylline Caffeine	Powder bed inkjet	Dimatix DMP-2800
(Scoutaris et al. 2011)	Inkjet printing as a novel medicine formulation technique	•	Felodipine	Powder bed inkjet	Custom / Not Specified
(Rattanakit et al. 2012)	Extrusion printed polymer structures: A facile and versatile approach to tailored drug delivery platforms	•	Dexamethasone- 21-phosphate disodium salt	FDM	Custom / Not Specified
(Goyanes et al. 2014)	Fused-filament 3D printing (3DP) for fabrication of tablets	•	Fluorescein	FDM	Makerbot Replicator® 2
(Khaled et al. 2014)	Desktop 3D printing of controlled release pharmaceutical bilayer tablets	•	Guaifenesin	FDM	Fab@home
(Goyanes, Buanz, et al. 2015)	3D printing of modified-release aminosalicylate (4-ASA and 5-ASA) tablets	• •	5-ASA 4-ASA	FDM	Makerbot Replicator® 2

(Goyanes, Robles Martinez, et al. 2015)	Effect of geometry on drug release from 3D printed tablets	•	Acetaminophen	FDM	Makerbot Replicator® 2X
(Goyanes, Wang, et al. 2015)	3D Printing of Medicines: Engineering Novel Oral Devices with Unique Design and Drug Release Characteristics	•	Acetaminophen, Caffeine	FDM	Makerbot Replicator® 2X
(Goyanes, Chang, et al. 2015)	Fabrication of controlled-release budesonide tablets via desktop (FDM) 3D printing	•	Budesonide	FDM	Makerbot Replicator® 2X
(Hsu et al. 2015)	Drop Printing of Pharmaceuticals: Effect of Molecular Weight on PEG Coated-Naproxen/PEG3350 Solid Dispersions.	•	Naproxen, Polyethylene glycol 3350	-	-
(Khaled et al. 2015b)	3D printing of tablets containing multiple drugs with defined release profiles	•	Captopril, Nifedipine, Glipizide	FDM	RegenHU 3D Printer
(Khaled et al. 2015a)	3D printing of five-in-one dose combination polypill with defined immediate and sustained release profiles	•	Pravastatin, Atenolol, Ramipril, Aspirin, Hydrochlorothiazide	FDM	RegenHU 3D Printer
(Melocchi et al. 2015)	3D printing by fused deposition modeling (FDM) of a swellable/erodible capsular device for oral pulsatile release of drugs	•	Acetaminophen	FDM	Makerbot Replicator® 2
(Pietrzak, Isreb, and Alhnan 2015)	A flexible-dose dispenser for immediate and extended release 3D printed tablets	•	Theophylline	FDM	Makerbot Replicator® 2X
(Skowrya, Pietrzak, and Alhnan 2015)	Fabrication of extended-release patient-tailored prednisolone tablets via fused deposition modelling (FDM) 3D printing	•	Prednisolone	FDM	Makerbot Replicator® 2X
(Boetker et al. 2016)	Modifying release characteristics from 3D printed drug-eluting products	•	Nitrofurantoin	FDM	Makerbot Replicator® 2
(Boudriau et al. 2016)	Randomized Comparative Bioavailability of a Novel Three-Dimensional Printed Fast-Melt Formulation of Levetiracetam Following the Administration of a Single 1000-mg Dose to Healthy Human Volunteers Under Fasting and Fed Conditions	•	Levetiracetam	Powder bed inkjet	ZipDose
(Okwuosa et al. 2016)	A Lower Temperature FDM 3D Printing for the Manufacture of Patient-Specific Immediate Release Tablets	•	Theophylline	FDM	Makerbot Replicator® 2X
		•	Dipyridamole		
		•	5-ASA		
(Sadia et al. 2016)	Adaptation of pharmaceutical excipients to FDM 3D printing for the fabrication of patient-tailored immediate release tablets	•	Captopril	FDM	Makerbot Replicator® 2X
		•	Theophylline		
		•	Prednisolone		
(J. Wang et al. 2016)	Stereolithographic (SLA) 3D printing of oral modified-release dosage forms	•	Acetaminophen	SLA	Form 1+
		•	4-ASA		
(Zhang et al. 2016)	Coupling 3D Printing with Hot-Melt Extrusion to Produce Controlled-Release Tablets	•	Acetaminophen	FDM	Prusa i3
(Okwuosa et al. 2017)	Fabricating a Shell-Core Delayed Release Tablet Using Dual FDM 3D Printing for Patient-Centred Therapy	•	Theophylline	FDM	Custom / Not Specified

Πίνακας 2 - Μελέτες παραγωγής φαρμάκων μέσω προσθετικής κατασκευής (AM)



Εικόνα 7 - Κατανομή μελετών που διερευνούν κάθε ενεργό φαρμακευτικό συστατικό (API)

Επιπλέον, η προσθετική κατασκευή (AM) είναι κατάλληλο για την παραγωγή σύνθετων δισκίων πολλαπλών συστατικών. Η πλειονότητα των μελετών ασχολείται με δισκία ενός ενεργό φαρμακευτικό συστατικό (API), ενώ άλλες διερευνούν την πρόκληση της κατασκευής δισκίων πολλαπλών API (Εικόνα 7) (Goyanes, Wang, et al. 2015; Hsu et al. 2015; Khaled et al. 2015b). Οι Khaled et al. (2015a) κατέδειξε τη σκοπιμότητα της κατασκευής ενός μεμονωμένου tablet που συνδυάζει πέντε API και δύο διαφορετικά προφίλ απελευθέρωσης, άμεσου και συνεχούς προφίλ.

Οι προηγμένες τεχνολογίες κατασκευής υποδηλώνουν ότι τα δίκτυα εφοδιασμού αναμένεται να είναι πιο συνεργατικά, πιο σύντομα και πιο τοπικά (Ford και Despeisse 2016). Για τον σκοπό αυτό, οι τεχνολογίες προσθετικής κατασκευής (AM) μπορούν να οδηγήσουν τη δυναμική εξέλιξη του παγκόσμιου τοπίου της εφοδιαστικής μέσω μετεγκατάστασης των εργασιών παραγωγής κοντά στις αγορές των καταναλωτών, για τη βελτίωση της αντιστοίχισης προσφοράς-ζήτησης (Cheng et al. 2017) και επιτρέποντας τη συνεργασία των επιχειρήσεων, την μαζική προσαρμογή και την εξατομίκευση των επιχειρηματικών προσφορών.

Κεφάλαιο 5: Συμπεράσματα

Μια βιώσιμη εφοδιαστική αλυσίδα θα μπορούσε να προκαλέσει ανάπτυξη της εκβιομηχάνισης και να διαταράξει τη βιωσιμότητα των υφιστάμενων αλυσίδων εφοδιασμού παραγωγής όσον αφορά την υψηλότερη κατανάλωση πόρων, την υπερθέρμανση του πλανήτη και ζητήματα κλιματικής αλλαγής. Ως εκ τούτου, είναι σχετικό με την έρευνα της βιώσιμης εφοδιαστικής αλυσίδας 4.0, δηλαδή, η υιοθέτηση πρακτικών διαχείρισης για την κατασκευή αλυσίδων εφοδιασμού που εξετάζουν τη βιωσιμότητα και αντιμετωπίζουν τον ψηφιακό μετασχηματισμό προς το I4.0. Η βιωσιμότητα θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με ολοκληρωμένο τρόπο από τις τρεις προοπτικές της: κοινωνική, περιβαλλοντική και οικονομική (Cañas et al., 2020).

Μέσα από την παρούσα εργασία προκύπτει ότι η βιώσιμη πρακτική των αλυσίδων εφοδιασμού οδηγεί προς τη χρήση βιώσιμης ενέργειας και ότι τα οφέλη του I4.0 σε αυτές τις αλυσίδες περιλαμβάνουν την πλήρη σύνδεση των εταιρειών ψηφιακά, τη μείωση του αποτυπώματος άνθρακα και την υποστήριξη των ιθυνόντων στη δυναμική λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο. Επιπλέον, οι αλυσίδες εφοδιασμού θα έχουν τα χαρακτηριστικά να είναι ευέλικτες, ευαίσθητες, οικονομικά αποδοτικές και εύρωστες ώστε να είναι ανταγωνιστικές μακροπρόθεσμα, βιώσιμες και ανθεκτικές (Manavalan & Jayakrishna, 2019).

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται για να ενεργοποιηθεί μια εφοδιαστική αλυσίδα 4.0, το I4.0 θα πρέπει να επιτρέπει τη σύνδεση μεταξύ πελάτη και εφοδιαστικής αλυσίδας ψηφιακά παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τη χρήση έξυπνων προϊόντων και την κατάστασή τους σε διαφορετικά στάδια της αλυσίδας εφοδιασμού. Τέτοια χαρακτηριστικά επιτρέπουν την οπτικοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του προϊόντος που χρησιμοποιούν, την προληπτική συντήρηση και την παρακολούθηση του τέλους ζωής τους, γεγονός που επιτρέπει τον προγραμματισμό της ανακύκλωσης (De Man & Strandhagen, 2017). Υπό αυτή την έννοια, συνιστάται η γνώση των προκλήσεων για το σχεδιασμό, τη λειτουργία, τον έλεγχο και τη βελτιστοποίηση για τη δημιουργία βιώσιμων επιχειρηματικών μοντέλων με την υιοθέτηση ακριβών τεχνολογιών I4.0. Έτσι, απαιτείται η ενσωμάτωση χαρακτηριστικών όπως βιώσιμα προϊόντα/λειτουργίες, λιτές πρακτικές και πληροφορική για την επίτευξη βιωσιμότητας στις βιομηχανικές αλυσίδες εφοδιασμού (Cañas et al., 2020).

Όσον αφορά τα εμπόδια για την ανάπτυξη βιώσιμων αλυσίδων εφοδιασμού 4.0, οι οργανωτικές προκλήσεις είναι οι πιο κρίσιμες, ακολουθούμενες από νομικά/δεοντολογικά

ζητήματα, στρατηγικές προκλήσεις και, τέλος, τεχνολογικές προκλήσεις (Luthra & Mangla, 2018). Σε αυτό το πλαίσιο, μια αλυσίδα εφοδιασμού 4.0 θα πρέπει να γίνει προσαρμοστική, αυτο-οργανωτική και αυτο-μαθησιακή μέσω των ακόλουθων οδηγών: προσαρμογή, συντονισμός, ευκινησία και βιωσιμότητα. Έτσι, ο αντίκτυπος της τεχνολογικής επανάστασης I4.0, ιδιαίτερα της εκπαίδευσης και των προτύπων που απαιτούνται από τον ανθρώπινο παράγοντα, και η ζήτηση για εργαζομένους υψηλής ειδίκευσης θα αλλάξει σε πολλούς τομείς των εταιρειών (Stock et al., 2018). Εδώ, είναι σημαντικό να επισημανθεί ο περιορισμός του I4.0 καθώς η αναπόφευκτη επένδυση στην τεχνολογία και πρέπει να γίνουν προσπάθειες για την εξεύρεση λύσεων σχετικά με την ασφάλεια πληροφορικής, το εργατικό δυναμικό με τις απαιτούμενες δεξιότητες και την ανταλλαγή πληροφοριών σε συνεργατικά επιχειρηματικά μοντέλα (Manavalan & Jayakrishna, 2019).

Τέλος, έχει εντοπιστεί η σημασία των αρχών σχεδιασμού I4.0 για τη δημιουργία νέων μοντέλων αναφοράς που θα λειτουργούν ως βάση για να περιλαμβάνουν κάθε πτυχή βιωσιμότητας. Έχει προσδιοριστεί ότι υπάρχει μια εγγενής σχέση μεταξύ των εργασιών που αναθεωρήθηκαν σχετικά με τις οικονομικές και περιβαλλοντικές πτυχές της βιωσιμότητας, ενώ η κοινωνική πτυχή φαίνεται να είναι η προσέγγιση που αντιμετωπίζεται λιγότερο. Εδώ, είναι απαραίτητο να επισημανθεί η δυσκολία στο σχεδιασμό δεικτών βιωσιμότητας λόγω της απεριόριστης φύσης του κοινωνικού παράγοντα, ο οποίος υπερβαίνει τις εταιρείες προς τους προμηθευτές, τους πελάτες και τους κατασκευαστές (Chaim et al., 2018).

Οι εταιρείες και οι αλυσίδες εφοδιασμού τους πρέπει να διαταράξουν και να επιβιώσουν ή να διαταραχθούν και να αφανιστούν. Αυτή είναι ίσως η μεγαλύτερη στρατηγική πρόκληση στην εποχή του 4IR. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν μικρότερες στρατηγικές προκλήσεις, γνωστές από την πρακτική της στρατηγικής διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας εδώ και χρόνια, τις οποίες φαίνεται να υποστηρίζει το περιβάλλον 4IR. Είναι απαραίτητο να αναφερθούν εδώ οι ακόλουθες στρατηγικές πρωτοβουλίες:

- ορατότητα σε πραγματικό χρόνο και on-line διαχείριση διαδικασιών από άκρο σε άκρο
- υιοθέτηση του σχεδιασμού με γνώμονα τη ζήτηση και της λεγόμενης έννοιας flow logistics
- αξιόπιστη εκτέλεση διαδικασίας για την εκπλήρωση των όρων SLA (Service Level Agreement)

- οικοδόμηση μιας προσαρμοστικής και όμως ανθεκτικής αλυσίδας εφοδιασμού,
- εφαρμογή της βιωσιμότητας στις λειτουργίες της εφοδιαστικής αλυσίδας,
- δημιουργία μιας μοναδικής πρότασης αξίας στους πελάτες.

Επιπλέον, αξιολογούμε τον αντίκτυπο της υιοθέτησης προσθετικής κατασκευής (AM). Η έρευνά μας υποδηλώνει ότι οι εφοδιαστικές αλυσίδες που ορίζονται από τεχνολογίες πλατφόρμας προσθετικής κατασκευής (AM) πρέπει να μελετηθούν αρχικά από τεχνολογική προοπτική και στη συνέχεια από άποψη πρώτης ύλης και αγοράς. Ωστόσο, η θεωρία και η πρακτική εφοδιαστικής αλυσίδας που ορίζονται από αυτές τις τεχνολογίες, πρέπει να πολλαπλασιαστούν μέσω νέας έρευνας που θα περιλαμβάνει τις αναδυόμενες τεχνολογίες παραγωγής για τη δημιουργία ολοκληρωμένων αλυσίδων αξίας. Η ωριμότητα των τεχνολογιών θα επιτρέψει την υλοποίηση σταθεροποιημένων, ολοκληρωμένων μηχανικών δικτύων εφοδιασμού που βοηθούν τις μεταποιητικές βιομηχανίες να αναπτύξουν θεμελιώδεις ικανότητες και να διατηρήσουν τη δυναμική των λειτουργιών των εφοδιαστικών αλυσίδων. Για το σκοπό αυτό, αναγνωρίζουμε επίσης τις βασικές αποφάσεις που μπορεί να χρειαστεί να λάβουν οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων για την επινόηση τέτοιων πολύπλοκων γραμμών παραγωγής, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα τη συνολική αποτελεσματικότητα και βιωσιμότητα των δικτύων. Οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων πρέπει να προετοιμάσουν τους οργανισμούς και τα δίκτυα της εφοδιαστικής τους για την ψηφιακή εποχή, λαμβάνοντας τις κατάλληλες αποφάσεις σχετικά με το ποια προϊόντα πρέπει να παράγονται μέσω της προσθετικής κατασκευής (AM) και πού, εάν θα επιτρέψουν σε τρίτους να προσαρμόσουν το προϊόν τους, ποιες αγορές πρέπει να προσεγγίσουν και ποια κανάλια είναι τα κατάλληλα.

Η προσθετική κατασκευή (AM) θα μπορούσε να εφαρμοστεί σε φαρμακευτική αλυσίδα εφοδιασμού και πιο συγκεκριμένα, τα δισκία φαρμάκων θα μπορούσαν να παραχθούν μέσω αυτής. Η ανάπτυξη της συγκεκριμένης τεχνολογίας στην παραγωγή φαρμάκων ξεκίνησε πριν από πολλά χρόνια, αλλά το SPRITAM, το πρώτο εγκεκριμένο από τον FDA δισκίο που παράγεται με τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης (Aprecia Pharmaceuticals 2016), αύξησε το ενδιαφέρον της επιστημονικής κοινότητας το 2015.

Η ψηφιοποίηση των διαδικασιών και των ροών εργασιών της εφοδιαστικής αλυσίδας, η αυτοματοποίηση των λειτουργιών και η συνεργασία μεταξύ των φορέων πρέπει να συνάδουν με το στρατηγικό όραμα ολόκληρου του συστήματος. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο τα

ζητήματα της ωριμότητας της εφοδιαστικής αλυσίδας και της αριστείας της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι τόσο σημαντικά υπό το πρίσμα της προσαρμογής των νέων τεχνολογιών και της διαδικασίας ψηφιακού μετασχηματισμού. Αυτό αξίζει αναμφίβολα να γίνει περαιτέρω έρευνα, καθώς αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό ζήτημα εν όψει των λειτουργιών της εφοδιαστικής αλυσίδας μοντελοποίησης και προγραμματισμού στην ψηφιακή εποχή. Χρειάζονται νέα ερευνητικά μονοπάτια στο πεδίο για να ανοίξουν οι ερευνητές για να ακολουθήσουν, και αυτή η εργασία προορίζεται να αποτελέσει έμπνευση για την αναζήτησή τους.

Βιβλιογραφία

A.Rajeev, Rupesh K. Pati, Sidhartha S. Padhi , Kannan Govindan, (2017). Evolution of sustainability in supply chain management: A literature review. From Journal of Cleaner Production, Vol.162, pp. 299-314

Abbasi M, Nilsson F (2012) Themes and challenges in making supply chains environmentally sustainable. Supply Chain Manag Int J 17(5):517–530. <https://doi.org/10.1108/13598541211258582>

Accenture, (2017). Η ψηφιακή Ελλάδα: Ο δρόμος προς την ανάπτυξη, Μάιος 2017

Acungil, S. E. (2019). Blockchain Enhanced Supply Chain. Department of Industrial Engineering, Faculty of Management, Istanbul Technical University.

Akyuz, G. A. & Erkan, T. E., 2010. Supply chain performance measurement: a literature review. International Journal of Production Research, September, pp. 5137-5153.

Alhnan, Mohamed A., Tochukwu C. Okwuosa, Muzna Sadia, Ka-Wai Wan, Waqar Ahmed, and Basel Arafat. 2016. “Emergence of 3D Printed Dosage Forms: Opportunities and Challenges.” Pharmaceutical Research 33 (8): 1817–32. doi:10.1007/s11095-016-1933-1.

Ashby A, Leat M, Hudson-Smith M (2012) Making connections: a review of supply chain management and sustainability literature. Supply Chain Manag Int J 17(5):497–516

Attaran, M. & Attaran, S., 2007. Collaborative supply chain management: The most promising practice for building efficient and sustainable supply chains. Business Process Management Journal, 13(3), pp. 390-404.

Babu, A., 2011. Keeping supply chains viable. Gulf News, 21 November.

Bancilhon, C., 2011. Maximizing Benefits From a Sustainable Supply Chain. Available at: https://www.bsr.org/reports/BSR_Maximizing_Benefits_From_A_Sustainable_Supply_Chain.pdf

- Basset, M., Manogaran, G. & Mohamed, M. (2018). 'Internet of Things (IoT) and its impact on supply chain: A framework for building smart, secure and efficient systems', *Future Generation Computer Systems*, 86
- Basu, R., & Wright, J. N. (2016). *Managing Global Supply Chains*. Routledge.
- Baun, Christian & Kunze, Marcel & Nimis, Jens & Tai, Stefan. (2011). *Cloud Computing: Web-basierte dynamische IT-Services*.
- Beamon, B., 2005. Environmental and sustainability ethics in supply chain management. *Science and engineering ethics*, Vol 11, pp. 221-234
- Becker, Till & Stern, Hendrik. (2016). Impact of Resource Sharing in Manufacturing on Logistical Key Figures. *Procedia CIRP*. 41. 579-584. 10.1016/j.procir.2015.12.037.
- Berman, S.J., 2012. Digital transformation: opportunities to create new business models. *Strategy & Leadership*, 40, 16-24
- Bhanot Neeraj, Venkateswara P. Rao, Deshmukh S.D. (2017). An integrated approach for analysing the enablers and barriers of sustainable manufacturing. *From ScienceDirect – Journal of Cleaner production*, Vol,142, I.4, pp.4412-4439
- Brito, M. d., Carbone, V. & Blanquart, C. M., 2008. Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: Organisation and performance. *production economics*, Vol 114, pp. 534-553.
- Burgess K, Singh PJ, Koroglu R (2006) Supply chain management: a structured literature review and implications for future research. *Int J Oper Prod Manag* 26(7):703–729. <https://doi.org/10.1108/01443570610672202>
- Buyukozkan,G & Gocer, F. (2018). 'Digital Supply Chain: Literature review and a proposed framework for future research', *Computers in Industry*
- Cañas, H., Mula, J., & Campuzano-Bolarín, F. (2020). A General Outline of a Sustainable Supply Chain 4.0. *Sustainability*, 12(19), 7978. doi:10.3390/su12197978

Candan, Gökçe, and Harun Reşit Yazgan. 2016. "A Novel Approach for Inventory Problem in the Pharmaceutical Supply Chain." *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences* 24 (1): 4. doi:10.1186/s40199-016-0144-y.

Carter CR, Easton PL (2011) Sustainable supply chain management: evolution and future directions. *Int J Phys Distrib Logist Manag* 41(1):46–62. <https://doi.org/10.1108/09600031111101420>

Carter, C. R. & Rogers, D. S., 2008. A framework of sustainable supply chain management:moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, June, pp. 360-378.

Chaim, O.; Muschard, B.; Cazarini, E.; Rozenfeld, H. Insertion of sustainability performance indicators in an industry 4.0 virtual learning environment. *Procedia Manuf.* 2018, 21, 446–453.

Chen, C., 2001. Design for the Environment: A Quality-Based Model for Green Product Development. *Management Science*, 47(2), pp. 250-263.

Chen, D., Preston, D. & Swink, M. (2015). 'How the Use of Big Data Analytics Affects Value Creation in Supply Chain Management', *Journal of Management Information Systems*, 32 (4), pp. 4-39

Cheng, Ying, Fei Tao, Dongming Zhao, and Lin Zhang. 2017. "Modeling of Manufacturing Service Supply–demand Matching Hypernetwork in Service-Oriented Manufacturing Systems." *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing* 45 (June): 59–72. doi:10.1016/j.rcim.2016.05.007.

Chiou, T. -Y. & Chan, H. K., 2011. The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transportation Research*, 47(5), pp. 822-836.

Chkanikova, O., & Mont, O. (2015). Corporate supply chain responsibility: Drivers and barriers for sustainable food retailing. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, Vol. 22, I. 2, pp. 65– 82

Christopher, M. (1992). *Logistics and Supply Chain Management*. London, UK: Financial Times, Prentice Hall.

Christopher, M., 2011. *Logistics & Supply Chain Management*. 4 επιμ. Great Britain: Prentice Hall.

Christopher, Martin. *Logistics και διαχείριση εφοδιαστικής αλυσίδας / Martin Christopher · μετάφραση Νικηφόρος Σταματάκης · επιμέλεια Χαράλαμπος Λίτος*. - 1η έκδ. - Αθήνα : Κριτική, 2007

CSCMP (2013). *Supply Chain Management Terms and Glossary*. Lombard, IL: Council of Supply Chain Management Professionals

Das, D. (2017). Development and validation of a scale for measuring sustainable supply chain management practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 164, pp. 1344–1362.

De Man, J.C.; Strandhagen, J.O. An Industry 4.0 Research Agenda for Sustainable Business Models. *Procedia CIRP* 2017, 63, 721–726.

DiMaggio, P. & Powell, W., 2000. The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizational fields. *American Sociological Review*, 48(2), pp. 147-160.

Drake, M. & Schlachter, J. T., 2008. A virtue-ethics analysis of supply chain collaboration. *Journal of business ethics*, pp. 851-864

Duarte, S.; Cruz-Machado, V. (2017). Exploring Linkages between Lean and Green Supply Chain and the Industry 4.0. Available online: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-59280-0_103

Dubey, R., & Gunasekaran, A. (2015). Shortage of sustainable supply chain talent: an industrial training framework. *Industrial and Commercial Training*, Vol. 47, I. 2, pp. 86– 94.

Dubey, R., Gunasekaran, A. & Ali, S. S., 2015. Exploring the relationship between leadership , operational practices , institutional pressures and environmental performance : A framework for green supply chain. *Int.Production Economics*, Τόμος 160, pp. 120-132.

Dubey, S. & Rawat, T. (2014). ‘Exploring Cloud Computing Services for Supply Chain Management’, *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 5 (1), pp. 74-78.

Dyer, J. H. & Singh, H., 1999. The Relational View: Cooperative Strategy And Sources Of Interorganizational Competitive Advantage. *Academy Management Freview*, 23(4), Pp. 660-679.

Ellram, L. (1991). Supply chain management: the industrial organisation perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 21 (1), 13-22.

Eriksson, P. E., 2015. Partering in engineering projects : Four dimensions of supply chain integration. *Journal of purchasing & supply management*, Vol 21, pp. 38-50

Ernst&Young, (2017). Disruption. Digitalization. Disintermediation

Ferreira, M. A., Jabbour, C. J. C., & de Sousa Jabbour, A. B. L. (2017). Maturity levels of material cycles and waste management in a context of green supply chain management: An innovative framework and its application to Brazilian cases. *Journal of Material Cycles and Waste Management*, Vol. 19, I.1, pp. 516– 525

Figorilli, S., Antonucci, F., Costa, C., Pallottino, F., Raso, L., Castioglione, M., Pinci, E., Del Vecchio, D., Colle, G.,Proto, A.R., Sperandio, G. & Menessati, P. (2018). ‘A Blockchain Implementation Prototype for the Electronic Open-Source Traceability of Wood along the Whole Supply Chain’, *Sensors*, 18 (9), pp. 12

Finster, M., Eagan, P. & Hussey, D., 2001. Linking industrial ecology with business strategy. *Journal of industrial ecology*, Vol 5, pp. 107-125.

Fisher, M. (1997). What is the Right Supply Chain for Your Product? *Harvard Business Review*.

Ford, Simon, and Mélanie Despeisse. 2016. “Additive Manufacturing and Sustainability: An Exploratory Study of the Advantages and Challenges.” *Journal of Cleaner Production* 137 (November): 1573–87. doi:10.1016/j.jclepro.2016.04.150.

Francis, S. (2017) ‘Kiva Systems developers launch new company and their own logistics robot’, 10 November [Online]. Available at <https://roboticsandautomationnews.com/2017/07/26/kiva-systems-developers-launchnew-company-and-their-own-logistics-robot/13562/#more-13562>

Gartner 2016. “Gartner Hype Cycle.” Gartner. <http://www.gartner.com/technology/research/methodologies/hype-cycle.jsp>.

Gartner. 2015. “Gartner Says Medical Applications Are Leading Advancement in 3D Printing.” <http://www.gartner.com/newsroom/id/3117917>.

Gattiker, T. & Carter, C., 2010. Understanding project champions ability to gain intra-organizational commitment for environmental projects. *Journal of operations management*, Vol 28, pp. 77-85.

George, R. A., Siti-Nabiha, A., Jalaludin, D., & Abdalla, Y. A. (2016). Barriers to and enablers of sustainability integration in the performance management systems of an oil and gas company. *Journal of Cleaner Production*, Vol.136, part A, pp.197– 212

Gezgin, E., Huang X., Samal P. & Silva I. (2017). ‘Digital transformation: Raising supply-chain performance to new levels’, McKinsey&Company

Ghadimi, P.; Wang, C.; Lim, M.K.; Heavey, C. Intelligent sustainable supplier selection using multi-agent technology: Theory and application for Industry 4.0 supply chains. *Comput. Ind. Eng.* 2019, 127, 588–600.

Gibson, Ian, David Rosen, and Brent Stucker. 2015. “Development of Additive Manufacturing Technology.” In *Additive Manufacturing Technologies*, 19–42. Springer New York. doi:10.1007/978-1-4939-2113-3_2.

Giusti, R., Manerba, D., Bruno, G. and Tadei, R. (2019) ‘Synchronodal logistics: An overview of critical success factors, enabling technologies, and open research issues’, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 129, pp. 92–110.

Gold S, Seuring S, Beske P (2010) Sustainable supply chain management and inter-organizational resources: a literature review. *Corp Soc Responsib Environ Manag* 17(4):230–245. <https://doi.org/10.1002/csr.207>

Gonzalez, P., Adenso-Diaz & Artiba, H., 2004. Environmental and reverse logistics policies in European bottling and packaging firms. *Production economics*, Vol 88, pp. 95-104.

Goyanes, Alvaro, Jie Wang, Asma Buanz, Ramón Martínez-Pacheco, Richard Telford, Simon Gaisford, and Abdul W. Basit. 2015. “3D Printing of Medicines: Engineering Novel Oral Devices with Unique Design and Drug Release Characteristics.” *Molecular Pharmaceutics* 12 (11): 4077–84. doi:10.1021/acs.molpharmaceut.5b00510.

Graedel, T., 1995. Green product design. *AT & T TECHNICAL JOURNAL*, pp. 17-25

Grekova, K. & Calantone, R., 2015. How environmental collaboration with suppliers and customers influences firm performance: evidence from Dutch food and beverage processors. *Journal of cleaner production*, Vol 112, pp. 1861- 1871.

Grieves M. (2015) *Digital Twin: Manufacturing Excellence Through Virtual Factory Replication*. Grieves M.

Gunasekaran, A. & Ngai, 2004. Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of operational research*, Vol 159, pp. 269-295.

Gunasekaran, A. & Spalanzani, A., 2012. Sustainability of manufacturing and services : Investigations for research and applications. *Int. Production Economics*, Vol 140, pp. 35-47.

Gunasekaran, A., Ngai, E.W.T. (2004). Information systems in supply chain integration and management. *European Journal of Operational Research*, 159, 269–295.

Halldórsson, Á. & Kovács, G., 2010. The sustainable agenda and energy efficiency: Logistics solutions and supply chains in times of climate change. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 40(1/2), pp. 5-13.

Hanna, M. D., Newman, W. R. & Johnson, P., 2000. Linking operational and environmental improvement through employee involvement. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(2), pp. 148-165.

Harrison, A. & Hoek, R. v., 2008. *Logistics Management and Strategy, Competing through the supply chain*. 3 επιμ. s.l.:Prentice Hall.

Hassabis, D. Artificial Intelligence: Chess match of the century. *Nature* 544, 413–414 (2017). <https://doi.org/10.1038/544413a>

Hazen, B., Skipper, J. & Ezell, j., 2016. Big data and predictive analytics for supply chain sustainability: A theory- driven research agenda. *Computers & Industrial engineering*, Vol 101, pp. 592-598

Hobbs, A. (2018) ‘Five ways the Internet of Things is transforming businesses today’, 28 August [Online]. Available at <https://internetofbusiness.com/5-ways-the-internetof-things-is-transforming-businesses-today/>

Hoejmose SU, Adrien-Kirby AJ (2012) Socially and environmentally responsible procurement: a literature review and future research agenda of a managerial issue in the 21st century. *J Purch Supply Manag* 18(4):232–242. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2012.06.002>

Hojjati-Emami, K., Dhillon, B., Jenab, K., 2012. Reliability prediction for the vehicles equipped with advanced driver assistance systems (ADAS) and passive safety systems (PSS). *International Journal of Industrial Engineering Computations* 3. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2012.08.004>

Hsu, Hsin-Yun, Michael T. Harris, Scott Toth, and Garth J. Simpson. 2015. “Drop Printing of Pharmaceuticals: Effect of Molecular Weight on PEG Coated-naproxen/PEG 3350 Solid Dispersions.” *AICHe Journal* 61 (12): 4502–8. doi:10.1002/aic.14979.

Informa.org (2014). What is analytics |Operations Research and Management Science.

Ivanov, D., Sethi, S., Dolgui, A. and Sokolov, B. (2018) ‘A survey on control theory applications to operational systems, supply chain management, and Industry 4.0’, *Annual Reviews in Control*, vol. 46, pp. 134–147.

Jabbour, A. B. L. & Jabbour, C. J., 2009. Are supplier selection criteria going green? Case studies of companies in Brazil". *Industrial Management & Data Systems*, 109(4), pp. 477-495.

Jabbour, C. J. & Beatriz, A., 2016. Green human resource management and green supply chain management : linking two emerging agendas. *Journal of cleaner production*, Vol 112, pp. 1824-1833.

Jeyaraj, A., and Seth, B. (2010). Implementation of Information Systems Infrastructures for supply chain visibility. *Proceedings of the Southern Association for Information Systems Conference*, Atlanta, GA, USA, March 26-27.

Ji, G., Gunasekaran, A. & Ynag, G., 2014. Constructing sustainable supply chain under double environmental medium regulations. *Int. Production Economics*, Vol 174, pp. 211-219

Jones, O, N Voulvoulis, and J Lester. 2002. “Aquatic Environmental Assessment of the Top 25 English Prescription Pharmaceuticals.” *Water Research* 36 (20): 5013–22. doi:10.1016/S0043-1354(02)00227-0.

Kaprova, E. (2017). ‘Challenges of Supply Chain Management in Brazil’, Lahti : Lahti University of Applied Sciences.

Katarzyna Grzybowska, (2012). Sustainability in the Supply Chain: Analysing the Enables. From Environmental Issues in Supply Chain Management. *EcoProduction Environmental Issues in Logistics and Manufacturing*, Springer, pp. 25-40

Kaufmann, D. & Kraay, A., 2011. The worldwide governance indicators: Methodology and analytical issues. *Hague Journal on the rule of law*, Τόμος 3, pp. 220-246.

Kauppi, K., 2012. Extending the use of institutional theory in operations and supply chain management research: Review and research suggestions. *International Journal of Operations & Production Management*, 33(10), pp. 1318-1345,.

Ketchen, D.J. Rebarick W., Hult, G.T.M., Meyer, D. (2008). Best value supply chains: A key competitive weapon for the 21st century. *Business Horizons*, 51, 235–243.

Khaled, Shaban A., Jonathan C. Burley, Morgan R. Alexander, Jing Yang, and Clive J. Roberts. 2015a. “3D Printing of Five-in-One Dose Combination Polypill with Defined Immediate and Sustained Release Profiles.” *Journal of Controlled Release* 217: 308–14. doi:10.1016/j.jconrel.2015.09.028.

———. 2015b. “3D Printing of Tablets Containing Multiple Drugs with Defined Release Profiles.” *International Journal of Pharmaceutics* 494 (2): 643–50. doi:10.1016/j.ijpharm.2015.07.067.

L. Dam, B. P., 2014. The impact of environmental supply chain sustainability programs on shareholder wealth. *Operations & Production Management*, 34(5), pp. 586-609

Labuschagne, C. & Brent, A., 2008. An industry perspective of the completeness and relevance of a social assessment framework for project and technology management in the manufacturing sector. *Journal of cleaner production*, Vol 16, pp. 253-262.

Lambert, D., 2004. The Eight Essential Supply Chain Management Processes. Vol 8, pp. 18-26.

Lambert, D., Garcia, S. J. & Croxton, K. L. (2005). ‘An evaluation of process-oriented supply chain management frameworks’, *Journal of Business Logistics*, 1 (26)

Laplume, Andre, Bent Petersen, and Joshua M Pearce. 2016. “Global Value Chains from a 3D Printing Perspective.” *Journal of International Business Studies* 47 (5): 595–609. doi:10.1057/jibs.2015.47.

Law, K. & Gunasekaran, A., 2012. Sustainability development in high-tech manufacturing firms in Hong Kong : Motivators and readiness. *Int. Production Economics*, Vol 137, pp. 116-125.

Lazzarini, S., F. Chaddad, and M.L. Cook, (2001). Integrating Supply Chain And Network Analyses: The Study Of Netchains, *Journal on Chain & Network Science*, 1(1), 7-22

- Lebel L, Lorek S (2008) Enabling sustainable production-consumption systems. *Annu Rev Environ Resour* 33(2008):241–275
- Lee, E. A. (2008) Proceedings: The 11th IEEE Symposium on Object Component Service Oriented Real-Time Distributed Computing Orlando, Florida, May 5-7, 2008, Los Alamitos Calif., IEEE Computer Society.
- Lee, H. & Whang, S. (2001). 'E-Business and Supply Chain Integration', Stanford Global Supply Chain Management Forum
- Lehtisalo, O. (2018). The application of digital technologies in supply chain management. Master's thesis, Degree in Business Administration, School of Business and Management, Lappeenranta University of Technology.
- Li, Q. and Liu, A. (2019) 'Big Data Driven Supply Chain Management', *Procedia CIRP*, vol. 81, pp. 1089–1094
- Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T., and Subba Rao, S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance, *Omega*, 34, 107 – 124.
- Liang, H., Saraf, N. & Hu, Q., 2007. Assimilation of enterprise systems: The effect of institutional pressures and the mediating role of top management. *MIS Quarterly*, 31(1), pp. 59-87.
- Liao, Y.X.; Deschamps, F.; Loures, E.D.F.R.; Ramos, L.F.P. Past, present and future of Industry 4.0—A systematic literature review and research agenda proposal. *Int. J. Prod. Res.* 2017, 8, 1–21.
- Liu, S., Leat, M. & Hudson, M., 2011. State-of-the-art sustainability analysis methodologies for efficient decision support in green production operations. *International Journal of Sustainable Engineering*, pp. 236-250.
- Lu Y, Liu L, Wu JC, Bie LK, Gong B. Efficacy and safety of photodynamic therapy for unresectable cholangiocarcinoma: A meta-analysis. *Clin Res Hepatol Gastroenterol.* 2015 Dec;39(6):718-24. doi: 10.1016/j.clinre.2014.10.015. Epub 2015 Jun 10. PMID: 26070572.

Luthra, S., Garg, D., & Haleem, A. (2015). Critical success factors of green supply chain management for achieving sustainability in Indian automobile industry. *Production Planning and Control*, Vol. 26 I. 5, pp. 339– 362

Luthra, S.; Mangla, S.K. Evaluating challenges to Industry 4.0 initiatives for supply chain sustainability in emerging economies. *Process. Saf. Environ. Prot.* 2018, 117, 168–179.

Manavalan, E., Jayakrishna, K., 2019. A review of Internet of Things (IoT) embedded sustainable supply chain for industry 4.0 requirements. *Computers & Industrial Engineering* 127, 925–953. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.030>

Manyika, J., Chui, M., Brown, B., Bughin, J., Dobbs, R., Roxburgh, C., & Byers, A. H. (2011). *Big data: The next frontier for innovation, competition, and productivity*. McKinsey Global Institute

Marinagi, C., Trivellas, P., & Sakas, D. P. (2014). The Impact of Information Technology on the Development of Supply Chain Competitive Advantage. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 147, 586–591. doi:10.1016/j.sbspro.2014.07.161

Marinagi, C.C., and Akrivos, C.K. (2011). Strategic Alignment of ERP, CRM and e-business: A value creation. *Proceedings of the International Conference on Integrated Information (IC-ININFO 2011)*. In *Advances on Information Processing and Management (AIPM)*, 1, 347-350.

Mathivathanan, D., Kannan, D., & Haq, A. N. (2018). Sustainable supply chain management practices in Indian automotive industry: A multi-stakeholder view. *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 128, pp. 284– 305.

Matthews L, Power D, Touboulic A, Marques L (2016) Building bridges: towards alternative theory of sustainable supply chain management. *J Supply Chain Manag* 52(1):82–94

Mayer, V. & Kenneth, C. (2013). ‘Big Data- A revolution that will transform how we live, work and think’, New York: Houghton Mifflin Harcourt.

McGrath, M., 2014. Fossil fuels should be phased out by 2100 says IPCC. *Environment correspondent, BBC News*, 2 November

- McKinsey, (2019). A long-term vision for the European automotive industry.
- Mentzer, J., De Witt, W., Keebler, J., Min, S., Nix, N., Smith, C., (2001). What is supply chain management. M.J.T., *Supply Chain Management* (σσ. 1-25). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Meudt, T., Metternich, J. and Abele, E. (2017) ‘Value stream mapping 4.0: Holistic examination of value stream and information logistics in production’, *CIRP Annals*, vol. 66, no. 1, pp. 413–416.
- Mont, O. & Leire, C., 2009. Socially responsible purchasing in supply chains: drivers and barriers in Sweden. *Social responsibility Journal*, 5(3), pp. 388-407.
- Montabon F, Pagell M, Wu Z (2016) Making sustainability sustainable. *J Supply Chain Manag* 52:11–27
- Mousazadeh, M., S.A. Torabi, and B. Zahiri. 2015. “A Robust Possibilistic Programming Approach for Pharmaceutical Supply Chain Network Design.” *Computers & Chemical Engineering* 82 (November): 115–28. doi:10.1016/j.compchemeng.2015.06.008.
- Narasimhan, R. & Das, A., 2001. The impact of purchasing integration and practices on manufacturing performance. *Journal of operations management*, Vol 19, pp. 593-609.
- Neeraj Bhanot, P. Venkateswara Rao, S.G. Deshmukh, (2017). An integrated approach for analysing the enablers and barriers of sustainable manufacturing. From ScienceDirect – *Journal of Cleaner Production*, Vol. 142. I. 14, pp. 4412-4439.
- Nelson, M. (2001). Sustainable Competitive Advantage from Information Technology: Limitations of the Value Chain. In R. Papp (Ed.), *Strategic Information Technology: Opportunities for Competitive Advantage* (pp. 40-55). Hershey, PA: Idea Group Publishing. doi:10.4018/978-1-878289-87-2.ch002
- Neto, J. Q. F. & Bloemhof-Ruwaard, 2008. Designing and evaluating sustainable logistics networks. *Production economics*, Vol 111, pp. 195-208

New, S. (1997). The scope of supply chain management research. *Supply Chain Management: An International Journal*, 2 (1), 15-22.

Nikolaou, I., Evangelinos, K. & Alan, 2013. A reverse logistics social responsibility evaluation framework based on the triple bottom line approach. *Journal of cleaner production*, Vol 56, pp. 173-184

Niranjan, I., Raman, S., Patwa, N., Ranjan, U., Moorthy, K. & Mehta, A. (2018). 'Impact of big data on supply chain management', *International Journal of Logistics Research and Applications*, 21 (6), pp. 579-596

Novais, L., Maqueira, J.M. & Ortiz-Bas, A. (2019). 'A systematic literature review of cloud computing use in supply chain integration', *Computers and Industrial Engineering*, 129 (), pp. 296-314.

Olson, L.D. (2012). *Supply Chain Information Technology*. In: S. Nahmias (Ed.) *The Supply and Operations Management Collection*. New York: Business Expert Press.

Pagell M, Shevchenko A (2014) Why research in sustainable supply chain management should have no future. *J Supply Chain Manag* 50(1):44–55

Pan, S., Zhong, R. Y. and Qu, T. (2019) 'Smart product-service systems in interoperable logistics: Design and implementation prospects', *Advanced Engineering Informatics*, vol. 42, pp. 1–9.

Paulraj A (2011) Understanding the relationships between internal resources and capabilities, sustainable supply management and organizational sustainability. *J Supply Chain Manag* 47(1):19–37

Petrack, J. & Griffiths, A., 2001. Corporate architectures for sustainability. *International Journal of operations & production management*, Vol 21, p. 1573.

Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. (2017). Why every organization needs an augmented reality strategy. *Harvard Business Review*, 95(6), 46-57.

Premkumar, G.P. (2000). Interorganization systems and supply chain management: an information processing perspective. *Information Systems Management*, 17(3), 56-69.

Preuss L (2005) Rhetoric and reality of corporate greening: a view from the supply chain management function. *Bus Strategy Environ* 14(2):123–139. <https://doi.org/10.1002/bse.435>

PricewaterhouseCoopers, (2016). *Industry 4.0: Building the digital enterprise*.

Qinghua Zhu, J. S., 2007. Green supply chain management: pressures, practices and performances within the Chinese automobile industry. *Journal of cleaner Production*, Τόμος 15, pp. 1041-1052

Qrunfleh, S. & Tarafdar, M., 2012. Supply chain information systems strategy : Impacts on supply chain performance and firm performance. *Int Production Economics*, Vol 147, pp. 340-350

Rhonda R. Lummus, Robert J. Vokurka, (1999) Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines, *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 99 Iss: 1, pp.11

Robinson, C.J. and Malhotra, M.K., 2005. Defining the concept of supply chain quality management and its relevance to academic and industrial practice. *International Journal of Production Economics*, 96 (3), 315–337.

Rogetzer, P., Nowak, T., Jammerneegg, W. & Wakolbinger, T., 2019. *Impact of Digitalization on Sustainable Supply Chains*. Institute for Production Management, pp. 131-144

Rutger Peenstra, Gilbert Silviu, (2017). Enablers for Considering Sustainability in Projects; the Perspective of the Supplier. *From ScienceDirect - Procedia Computer Science*. Vol.121, pp. 55-62.

S.Russell, R. & W.Taylor, B., 2011. *Operations Management Creating Value Along the Supply Chain*. 7 επιμ. s.l.:John Wiley & Sons,Inc.

Sabattini, L., Aikio, M., Beinshob, P., Boehning, M., Cardarelli, E., Digani, V., Kregel, A., Magnani, M., Mandici, S., Oleari, F., Reinke, C., Ronzoni, D., Stimming, C., Varga, R.,

Vatavu, A., Castells Lopez, S., Fantuzzi, C., Mayra, A., Nedeveschi, S., Secchi, C. & Fuerstenberg K. (2018). 'The PAN-Robots Project: Advanced Automated Guided Vehicle Systems for Industrial Logistics', IEEE Robotics & Automation Magazine, 25 (1), pp. 55-64.

Saturno, M., Pertel, M. V., Deschamps, F., Loures, E. R., 2017. Proposal of an automation Solutions Architecture for Industry 4.0. 24th International Conference on Production Research

Savage, Christopher J, Kevin J Roberts, and Xue Z Wang. 2006. "A Holistic Analysis of Pharmaceutical Manufacturing and Distribution: Are Conventional Supply Chain Techniques Appropriate?" *Pharmaceutical Engineering* 26 (4): 10–18.

Savastano, Marco, Carlo Amendola, Fabrizio D'Ascenzo, and Enrico Massaroni. 2016. "3-D Printing in the Spare Parts Supply Chain: An Explorative Study in the Automotive Industry." In *Digitally Supported Innovation*, edited by Leonardo Caporarello, Fabrizio Cesaroni, Raphael Giesecke, and Michele Missikoff, 18:153–70. Springer International Publishing. doi:10.1007/978-3-319-40265-9_11.

Schaltegger, S. & Burritt, R., 2014. Measuring and managing sustainability performance of supply chains. *Supply Chain Management: An International Journal*, 19(3), pp. 232-237.

Schniederjans, D. G., Curado, C. and Khalajhedayati, M. (2020) 'Supply chain digitisation trends: An integration of knowledge management', *International Journal of Production Economics*, vol. 220, pp. 1–11

Schniederjans, D.G., Curado, C., Khalajhedayati, M., 2020. Supply chain digitisation trends: An integration of knowledge management. *International Journal of Production Economics* 220, 107439. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.012>

Seghal, V. (2011). 'Supply Chain as Strategic Asset', New Jersey: Hoboken

Shaik, M.N., and Abdul-Kader W. (2013). Interorganizational Information Systems Adoption in Supply Chains: A Context Specific Framework. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, 6(1), 24-40.

Shah, Nilay. 2004. "Pharmaceutical Supply Chains: Key Issues and Strategies for Optimisation." *Computers & Chemical Engineering* 28 (6-7): 929-41. doi:10.1016/j.compchemeng.2003.09.022.

Shamim, S., Cang, S., Yu, H., Li, Y., 2016. Management approaches for Industry 4.0: A human resource management perspective. 2016 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) 5309-5316. <https://doi.org/10.1109/CEC.2016.7748365>

Shamsuddoha, M and Nedelea A. (2013). A Vensim Based Analysis for Supply Chain Model. *ECOFORUM* Vol.2, Issue 2.

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2000). *Designing and Managing the Supply Chain: Concepts, Strategies and Case Studies*. Irwin McGraw-Hill.

Simpson DF, Power DJ (2005) Use the supply relationship to develop lean and green suppliers. *Supply Chain Manag Int J* 10(1):60-68. <https://doi.org/10.1108/13598540510578388>

Sinha, A.K. (2013). 'Opportunities of Cloud Computing in Supply Chain Management', *Anusandhanika*, 5 (1-2), pp. 124-126

Singh, Rajesh Kr., Ravinder Kumar, and Pravin Kumar. 2016. "Strategic Issues in Pharmaceutical Supply Chains: A Review." *International Journal of Pharmaceutical and Healthcare Marketing* 10 (3): 234-57. doi:10.1108/IJPHM-10-2015-0050.

Stevens, S. (1989). Supply Chain Council & Supply Chain Operations Reference (SCOR) Model Overview. *Supply Chain World Conference and Exposition*. Amsterdam.

Stock, T.; Obenaus, M.; Kunz, S.; Kohl, H. Industry 4.0 as enabler for a sustainable development: A qualitative assessment of its ecological and social potential. *Process. Saf. Environ. Prot.* 2018, 118, 254-267.

Szymczak, M., 2019. Digital Smart Logistics. Managing Supply Chain 4.0: Concepts, Components and Strategic Perspective. Presented at the ISMC 2019 - 15th International Strategic Management Conference, pp. 356-368. <https://doi.org/10.15405/epsbs.2019.10.02.33>

Tachizawa, E.M., Alvarez-Gil, M.J. & Montes-Sancho, M.J. (2015). 'How "smart cities" will change supply chain management', *Supply Chain Management: An International Journal*, 20 (3), pp. 237-248.

Thornton LM, Autry CW, Gligor DM, Ben Brik A (2013) Does socially responsible supplier selection pay off for customer firms? A cross-cultural comparison. *J Supply Chain Manag* 49(3):66–89

Torabizadeh, M., Khatami Rad, M., and Noshadi, A. (2012). Effect of Information System Strategies on Supply Chain Strategies and Supply Chain Performance. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 61, 940-945.

Touboulic A, Chicksand D, Walker H (2014) Managing imbalanced supply chain relationships for sustainability: a power perspective. *Decis Sci* 45(4):577–619

Troxler, Peter, and Caspar Van Woensel. 2016. 3D Printing - How Will Society Adopt 3D Printing? Edited by Bibi van den Berg, Simone van der Hof, and Eleni Kosta. Vol. 26. *Information Technology and Law Series*. T.M.C. Asser Press. doi:10.1007/978-94-6265-096-1.

Tseng, M.-L.; Zhu, Q.; Sarkis, J.; Chiu, A. Responsible consumption and production (RCP) in corporate decision-making models using soft computation. *Ind. Manag. Data Syst.* 2018, 118, 322–329.

Vachon, S. & Klassen, R., 2007. Environmental management and manufacturing performance: The role of collaboration in the supply chain. *Production Economics*, 24 May, pp. 299-315

van Bommel HWM (2011) A conceptual framework for analyzing sustainability strategies in industrial supply networks from an innovation perspective. *J Clean Prod* 19(8):895–904. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.12.015>

U.S. National Institutes of Health. 2017. "The Precision Medicine Initiative."

Wang, C.; Ghadimi, P.; Lim, M.K.; Tseng, M.-L. A literature review of sustainable consumption and production: A comparative analysis in developed and developing economies. *J. Clean. Prod.* 2019, 206, 741–754.

Weisbach, T., Hurzig, A., Keutel, A., Nendel, K., Muller, E. & Kanoun, O. (2014). 'Requirements for wireless sensors networks in production and logistic', Piscataway: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE).

Wiese, A. Et al., 2012. Sustainability in retailing – a summative content analysis. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 40(4), pp. 318-335.

Will, 2017. Compare your footprint. Available at: <https://compareyourfootprint.com/sustainable-supply-chainsimportant/>

Wong CWY (2013) Leveraging environmental information integration to enable environmental management capability and performance. *J Supply Chain Manag* 49(2):114–136

Wohlers, Terry, and Tim Gornet. 2014. "History of Additive Manufacturing." In *Wohlers Report 2014 - 3D Printing and Additive Manufacturing State of the Industry*, 1–34.

Wu, Z. & Pagell, M., 2011. Balancing priorities : Decision-making in sustainable supply chain management. *Journal of operations management*, Vol 29, pp. 577-590.

Xia, Y. & Tang, T. L.-P., 2011. Sustainability in supply chain management: suggestions for the auto industry. *Department of management and marketing*, 49(4), pp. 495-512.

Xu, M., Cui, Y., Hu, M., Xu, X., Zhang, Z., Liang, S., Qu, S., 2019. Supply chain sustainability risk and assessment. *Journal of Cleaner Production* 225, 857–867. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.307>

Yakovleva, N., Frei, R., Rama Murthy, S. (Eds.), 2019. *Sustainable Development Goals and Sustainable Supply Chains in the Post-global Economy, Greening of Industry Networks Studies*. Springer International Publishing, Cham. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15066-2>

Yanjing, J. (2009). Integration of ERP and CRM in E-commerce environment. *Proceedings of the International Conference on Management and Service Science*, 1-9.

Yijie Dou, Qinghua Zhu, Joseph Sarkis, (2017), Green multi-tier supply chain management: An enabler investigation. *Journal of Purchasing and Supply Management* Vol. 24, I. 2, pp. 95-107

Zhu, Q. & Sarkis, J., 2013. Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. *Journal of Purchasing & Supply Management*, pp. 106-117.

Κώτσης, Β. (2007). Ταχύτητα και Οικονομία με το WMS. *Logistics & Management*, 55, σσ. 92-95.

Σιφνιώτης, Κ., 1997. *Logistics management, Θεωρία και πράξη*. σ.λ.:Παπαζήση.

Φωλίνας, Δ. (2003). Μοντέλο διαχείρισης e-logistics: ολοκλήρωση εφοδιαστικής αλυσίδας σε εικονικό περιβάλλον. Θεσσαλονίκη.

Χατζημανωλάκης, Μ. (2000, 5 1). *e-Business & Εφοδιαστική Αλυσίδα: Πρόκληση ή Απειλή*; Ανάκτηση 1 10, 2010