



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ

Τμήμα Βιομηχανικής Διοίκησης & Τεχνολογίας

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών στη Βιομηχανική Διοίκηση & Τεχνολογία

Ειδίκευση : Διοίκηση Logistics

**Μελέτη Βιωσιμότητας σε Καταναλωτικά Προϊόντα και το
Ανθρακικό Αποτύπωμα της Συσκευασίας**

ΒΑΡΔΑΛΗ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ

**Επιβλέπων Καθηγητής:
ΚΑΡΑΛΕΚΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

ΠΕΙΡΑΙΑΣ

Ιανουάριος 2025

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια, η ανησυχία για το κλίμα, το περιβάλλον και τα διάφορα κοινωνικά ζητήματα έχει αυξηθεί. Σε αυτό το πλαίσιο, έχει καταστεί σαφές ότι η βιώσιμη ανάπτυξη αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για ένα οικονομικά και κοινωνικά παραγωγικό παρόν και μέλλον. Σημαντικό κομμάτι της βιώσιμης ανάπτυξης αποτελεί η ενίσχυση της βιωσιμότητας των καταναλωτικών προϊόντων, στα πλαίσια αντιμετώπισης της παγκόσμιας απειλής της κλιματικής αλλαγής και του περιορισμού των φυσικών πόρων. Ειδικότερα, η βιωσιμότητα των καταναλωτικών προϊόντων απαιτεί τη λήψη κατάλληλων μέτρων σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους, από τον σχεδιασμό και την παραγωγή μέχρι τη χρήση και την απόρριψη ή την ανακύκλωση, ενώ ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί ακόμα και στα υλικά που επιλέγονται για τη συσκευασία. Το ανθρακικό αποτύπωμα αποτελεί ένα αντιπροσωπευτικό μέτρο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την ανθρώπινη δραστηριότητα και είναι χρήσιμο για τη διαχείριση και την αξιολόγηση των στρατηγικών μετριασμού. Η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος των προϊόντων και της συσκευασίας τους είναι ένα από τα κρίσιμα συστατικά της βιώσιμης ανάπτυξης, που αντιπροσωπεύει ζωτικό στόχο των κυβερνήσεων σε παγκόσμιο επίπεδο. Βάσει των ανωτέρω, η παρούσα εργασία στοχεύει στην όσο το δυνατόν πληρέστερη παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης αναφορικά με τη βιωσιμότητα των καταναλωτικών προϊόντων που κυκλοφορούν στην αγορά και τη συμβολή του ανθρακικού αποτυπώματος της συσκευασίας. Παρουσιάζονται διάφοροι τρόποι ενίσχυσης της βιωσιμότητας κατά τον κύκλο ζωής των προϊόντων και παρατίθενται ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν τα προϊόντα ώστε να χαρακτηριστούν ως βιώσιμα, από τον σχεδιασμό τους και τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τους μέχρι την κατανάλωση και το τέλος της ζωής τους. Ακόμα, αναπτύσσεται το θέμα της βιωσιμότητας της συσκευασίας, με έμφαση στη συμβολή του ανθρακικού αποτυπώματος. Παρατίθενται κάποια βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες που επιτελεί η συσκευασία, δίνοντας έμφαση στην ειδικότερη σημασία του ανθρακικού αποτυπώματος για τη βιωσιμότητα της συσκευασίας αλλά και του προϊόντος που περιβάλλει. Τέλος, συγκρίνονται και αντιπαραβάλλονται τα ανθρακικά αποτυπώματα των βασικών συστατικών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των προϊόντων συσκευασίας, καθώς και παρουσιάζονται παραδείγματα οικολογικού σχεδιασμού για την ελάττωση του ανθρακικού αποτυπώματος και τη βελτίωση άλλων δεικτών με απώτερο στόχο τη βελτιστοποίηση της βιωσιμότητας της συσκευασίας.

ΘΕΜΑΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ: Βιωσιμότητα και Ανθρακικό Αποτύπωμα Συσκευασίας

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: βιωσιμότητα, βιώσιμα προϊόντα, ανάλυση κύκλου ζωής, ανθρακικό αποτύπωμα, συσκευασία

ABSTRACT

In recent years, concern about climate, environment and social issues has increased. In this context, it has become clear that sustainable development is an essential prerequisite for an economically and socially productive present and future. An important feature of sustainable development is the enhancement of consumer goods' sustainability, to successfully combat the global threat of climate change and the limitation of natural resources. In particular, consumer goods' sustainability requires appropriate measures to be taken during all stages of their life cycle, from design and production to consumption and disposal or recycling, while particular attention must also be paid to the materials that are selected for the packaging products. The carbon footprint is a representative measure of greenhouse gas emissions caused by human activity and is useful for the management and evaluation of mitigation strategies. Reducing the carbon footprint of products and their packaging is one of the critical components of sustainable development, representing a vital goal of governments worldwide. Based on the above, the present thesis aims to present to the greatest extent the current situation regarding the sustainability of consumer products available on the market and the contribution of the carbon footprint of the packaging. Various ways of enhancing sustainability throughout the life cycle of products are presented and some key characteristics that products must have to qualify as sustainable, from their design and the raw materials used in their development to consumption and end-of-life, are listed. Moreover, the issue of sustainability of packaging is being developed, with an emphasis on the contribution of the carbon footprint. Some basic characteristics and functions performed by the packaging are presented, emphasizing the special importance of the carbon footprint for the sustainability of packaging and of the product it protects. Finally, the carbon footprints of basic raw materials used in the production of packaging products are compared and contrasted, as well as examples of eco-design to reduce the carbon footprint and improve other indicators with the ultimate goal of optimizing packaging sustainability are presented.

SUBJECT AREA: Sustainability and Packaging Carbon Footprint

KEYWORDS: sustainability, sustainable goods, life cycle assessment, carbon footprint, packaging

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την πολύτιμη στήριξη, και τον επιβλέποντα καθηγητή μου για την καθοδήγηση και την άψογη συνεργασία καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διπλωματικής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	11
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	14
2.1 Διαχωρισμός μεταξύ κεφαλαιουχικών και καταναλωτικών προϊόντων	14
2.2 Κατηγορίες καταναλωτικών προϊόντων	15
2.2.1 Κατηγοριοποίηση βάσει της διαδικασίας απόφασης αγοράς.....	15
2.2.2 Κατηγοριοποίηση βάσει συχνότητας και διάρκειας χρήσης.....	15
2.2.3 Κατηγοριοποίηση βάσει ουσιωδών ιδιοτήτων.....	16
2.2.3.1 Κατηγοριοποίηση GPC	16
2.2.3.2 Άλλα συστήματα κατηγοριοποίησης.....	17
2.3 Βιώσιμα καταναλωτικά προϊόντα.....	19
3. ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	20
3.1 Η έννοια της βιωσιμότητας.....	20
3.2 Η σημασία της ανάπτυξης βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων	21
3.2.1 Το σχέδιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα βιώσιμα προϊόντα	21
3.2.2 Πρωτοβουλίες για την προώθηση της ανάπτυξης βιώσιμων προϊόντων..	22
3.2.2.1 Καθαρότερη Παραγωγή	23
3.2.2.2 Cradle-to-cradle	23
3.2.2.3 Σχεδιασμός για τη Βιωσιμότητα.....	24
3.2.2.4 Βιώσιμη Αλυσίδα Εφοδιασμού	24
3.3 Οι απόψεις των καταναλωτών σχετικά με τα βιώσιμα καταναλωτικά προϊόντα	25
3.4 Κυκλική (βιο)οικονομία.....	28

3.5 Η βιωσιμότητα στην παραγωγή καταναλωτικών προϊόντων	32
3.5.1 Βιωσιμότητα κατά τον σχεδιασμό του προϊόντος	32
3.5.2 Βιωσιμότητα κατά την ανάπτυξη του προϊόντος	33
3.5.3 Ανάλυση κύκλου ζωής (Life-Cycle Assessment, LCA)	33
3.6 Χαρακτηριστικά βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων	36
3.6.1 Συστατικά υλικά	37
3.6.1.1 Βιωσιμότητα πρώτων υλών και προϊόντων	37
3.6.1.2 Υλικά βιολογικής βάσης.....	39
3.6.2 Σήμανση- Ετικέτες	42
3.7 Πλεονεκτήματα των βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων και της χρήσης τους	49
3.8 Παραδείγματα βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων	50
4. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	52
4.1 Στοιχεία αναφορικά με τη συσκευασία των καταναλωτικών προϊόντων	52
4.1.1 Ο ρόλος της συσκευασίας	52
4.1.2 Τα υλικά της συσκευασίας	52
4.1.2.1 Πλαστικό	52
4.1.2.2 Χαρτί	53
4.1.2.3 Γυαλί	53
4.1.2.4 Μέταλλο	53
4.1.3 Χαρακτηριστικά και βασικές λειτουργίες της συσκευασίας	54
4.2 Ανθρακικό αποτύπωμα και βιωσιμότητα	57
4.2.1 Τα αέρια του θερμοκηπίου	58
4.2.2 Ορισμός ανθρακικού αποτυπώματος	59
4.2.3 Πρότυπα μέτρησης του ανθρακικού αποτυπώματος	59
4.2.4 Μεθοδολογία για τη μέτρηση του ανθρακικού αποτυπώματος	61

4.3	Το ανθρακικό αποτύπωμα της συσκευασίας	62
4.3.1	Μελέτες προσδιορισμού του ανθρακικού αποτυπώματος συσκευασιών ..	63
4.4	Ελάττωση του ανθρακικού αποτυπώματος και βελτιστοποίηση της βιωσιμότητας της συσκευασίας.....	66
4.4.1	Παραδείγματα βελτίωσης της βιωσιμότητας της συσκευασίας	68
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	72
	ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ.....	75
	ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ.....	77
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1. Στροφή στην αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών (N=10.281).	26
Σχήμα 2. Αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών ανάλογα με την ηλικία (N=10.281).	26
Σχήμα 3. Η σημασία της βιωσιμότητας ως κριτήριο για την αγορά προϊόντων και υπηρεσιών (N=10.281)..	27

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Διάκριση καταναλωτικών προϊόντων βάσει της συχνότητας αγοράς και της διάρκειας ζωής τους.....	16
Εικόνα 2. Η κατηγοριοποίηση GPC	17
Εικόνα 3. Οι τρεις πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης	21
Εικόνα 4. Μια ολοκληρωμένη περιγραφή της Κυκλικής Οικονομίας	29
Εικόνα 5. Περιγραφική απεικόνιση (Α) της κυκλικής οικονομίας, (Β) της βιοοικονομίας και (Γ) μιας κυκλικής βιοοικονομίας που προκύπτει από τη διασταύρωση μεταξύ των εννοιών της κυκλικής οικονομίας και της βιοοικονομίας.....	30
Εικόνα 6. Η ιδέα του συστήματος ανάλυσης του κύκλου ζωής (LCA) ενός προϊόντος.....	35
Εικόνα 7. Σύνοψη του κύκλου ζωής μιας μερίδας καφέ και της μεθόδου IMPACT 2002+ vQ2.21 για την ανάλυση αντίκτυπου του κύκλου ζωής (LCA).....	36
Εικόνα 8. Μερικά παραδείγματα παραπλανητικών και αξιόπιστων ετικετών σήμανσης προϊόντων αναφορικά με τη βιωσιμότητα	42
Εικόνα 9. Παραδείγματα πιστοποιημένων ετικετών σήμανσης βιώσιμων ενδυμάτων	45
Εικόνα 10. Παραδείγματα πιστοποιημένων ετικετών σήμανσης βιώσιμων τροφίμων.....	47
Εικόνα 11. Η πιστοποίηση COSMOS διαθέτει μια ποικιλία διαφορετικών ετικετών που εμφανίζουν συγκεκριμένα επίπεδα και τον συγκεκριμένο φορέα πιστοποίησης	49
Εικόνα 12. Παραδείγματα βιώσιμων προϊόντων που είναι διαθέσιμα στην αγορά.....	51
Εικόνα 13. Σύσταση συσκευασίας.	54
Εικόνα 14. Παγκόσμιες εκτιμώμενες εκπομπές CO ₂ από την κατανάλωση προϊόντων ανά κάτοικο για το 2022.....	58
Εικόνα 15. Η συσκευασία μπορεί να λειτουργήσει ως κανάλι επικοινωνίας της εταιρίας με τους καταναλωτές	63
Εικόνα 16. Εκτιμώμενες εκπομπές ανθρακικού αποτυπώματος διαφορετικών συστημάτων συσκευασίας.	64
Εικόνα 17. Βελτιστοποίηση βιωσιμότητας της συσκευασίας χημικού απορρυπαντικού.....	69
Εικόνα 18. Βελτιστοποίηση βιωσιμότητας της συσκευασίας προϊόντος τροφίμου	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Ορισμοί και διαχωρισμός μεταξύ κεφαλαιουχικών και καταναλωτικών προϊόντων	14
Πίνακας 2. Οι 4 κατηγορίες καταναλωτικών προϊόντων βάσει της ανάγκης που εξυπηρετεί η αγορά τους.....	15
Πίνακας 3. Παράδειγμα κατηγοριοποίησης καταναλωτικών προϊόντων.....	18
Πίνακας 4. Κατάλογος επιλεγμένων προϊόντων βιολογικής βάσης που έχουν εισαχθεί στην αγορά καταναλωτικών προϊόντων	39
Πίνακας 5. Ορισμοί των διαφόρων τύπων συσκευασίας.....	56
Πίνακας 6. Επιλεγμένες μελέτες εύρεσης του οικολογικού αποτυπώματος διαφορετικών συστημάτων συσκευασίας.	65
Πίνακας 7. Αποτύπωμα άνθρακα διαφορετικών υλικών συσκευασίας, τα συχνότερα εκπεμπόμενα GHG και οι σχετικές διεργασίες που συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη	66

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως στόχο μία ολιστική παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης αναφορικά με τη βιωσιμότητα των παραγόμενων καταναλωτικών προϊόντων, στα πλαίσια αντιμετώπισης της παγκόσμιας απειλής της κλιματικής αλλαγής και του περιορισμού των φυσικών πόρων. Προς αυτή την κατεύθυνση, μελετάται η προσέγγιση των διαφόρων εταιριών και επιχειρήσεων για την παραγωγή περισσότερων βιώσιμων προϊόντων, σε συνάρτηση με την αποδοχή αυτών από το καταναλωτικό κοινό, με απώτερο στόχο την αειφορία και την πράσινη ανάπτυξη. Η βιωσιμότητα των καταναλωτικών προϊόντων αφορά σε όλο το φάσμα του κύκλου ζωής των αγαθών, από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση και την απόρριψη ή την ανακύκλωση και κατά συνέπεια μελετώνται τα διάφορα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν τα βιώσιμα προϊόντα κατά τα διάφορα στάδια της ανάπτυξης και της χρήσης τους. Στην ενίσχυση της βιωσιμότητας των καταναλωτικών προϊόντων συνεισφέρει αναμφίβολα και η επιλογή της κατάλληλα διαμορφωμένης συσκευασίας, με το ανθρακικό αποτύπωμα αυτής να παίζει κεντρικό ρόλο.

Βάσει των ανωτέρω, στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μια εισαγωγή στον ρόλο της κλιματικής αλλαγής στη χάραξη μιας παγκόσμιας πολιτικής για τη βιώσιμη και την πράσινη ανάπτυξη με στόχο τον περιορισμό της εξάντλησης των φυσικών πόρων, με την ταυτόχρονη ικανοποίηση των καταναλωτικών απαιτήσεων του πληθυσμού.

Στο δεύτερο κεφάλαιο επιχειρείται μία συνοπτική αλλά ταυτόχρονα περιεκτική παράθεση των βασικών χαρακτηριστικών των καταναλωτικών προϊόντων που τα κάνουν να διαφέρουν από άλλες κατηγορίες αγαθών, ενώ παρουσιάζονται βασικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την ταξινόμηση των καταναλωτικών προϊόντων σε πιο εξειδικευμένες κατηγορίες.

Το τρίτο κεφάλαιο αποτελεί κατ' ουσία τον βασικό κορμό της παρούσας εργασίας. Εδώ αναπτύσσεται η έννοια της βιωσιμότητας και διαφαίνεται η σημασία της μέσω της παράθεσης των πλάνων της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την προώθηση και την επικράτηση της βιωσιμότητας στα καταναλωτικά προϊόντα, καθώς και της παρουσίασης διεθνών πρωτοβουλιών αλλά και των απόψεων των καταναλωτών για τα βιώσιμα προϊόντα. Παρουσιάζεται η έννοια της κυκλικής οικονομίας και βιο-οικονομίας και η συμβολή της στην ενίσχυση της βιωσιμότητας και ακολούθως αναπτύσσονται τα στάδια παρέμβασης κατά τον κύκλο ζωής των προϊόντων, όπου μπορεί να δοθεί έμφαση στην αύξηση της βιωσιμότητας. Τέλος, παρατίθενται βασικά χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτουν τα προϊόντα ώστε να χαρακτηριστούν ως βιώσιμα, από τον σχεδιασμό τους και τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή τους μέχρι την χρήση και την απόρριψή τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, επίσης παρουσιάζονται ουσιώδεις πληροφορίες αναφορικά με το κύριο θέμα αυτής της πτυχιακής εργασίας, με βασικό θέμα ανάπτυξης τη βιωσιμότητα της συσκευασίας των καταναλωτικών προϊόντων, με έμφαση στη συμβολή του ανθρακικού αποτυπώματος. Αρχικά, δίνονται κάποια βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες που επιτελεί η συσκευασία για το προϊόν που εσωκλείει. Εν συνεχεία, παρουσιάζεται σε γενικό πλαίσιο η έννοια του ανθρακικού αποτυπώματος, η σημασία του για το περιβάλλον, οι μέθοδοι και οι προσεγγίσεις για τον υπολογισμό του και ακολούθως, η ειδικότερη σημασία του ανθρακικού αποτυπώματος της συσκευασίας για τη βιωσιμότητα αυτής αλλά και του προϊόντος που περιβάλλει. Τέλος, παρουσιάζονται τα ανθρακικά αποτυπώματα των βασικών συστατικών που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία των καταναλωτικών αγαθών, καθώς και παραδείγματα οικολογικού σχεδιασμού για την ελάττωση του ανθρακικού αποτυπώματος και τη βελτίωση επιπρόσθετων δεικτών με απώτερο στόχο τη βελτιστοποίηση της βιωσιμότητας της συσκευασίας.

Ολοκληρώνοντας την παρούσα εργασία, αναπτύσσονται τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εις βάθος ανάλυση του συγκεκριμένου θέματος.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες, έχει καταστεί σαφές ότι η αειφόρος ή βιώσιμη ανάπτυξη (sustainable development) αποτελεί την κρίσιμη οδό για ένα οικονομικό και παραγωγικό παρόν και μέλλον. Η κλιματική αλλαγή αντιπροσωπεύει μια ουσιαστική παγκόσμια απειλή: η αυξανόμενη υπερθέρμανση της ατμόσφαιρας και ο αντίκτυπος των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων στα δάση, τους ωκεανούς και τη βιοποικιλότητα είναι πολύπλοκα φαινόμενα που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Η Συμφωνία του Παρισιού, μια νομικά δεσμευτική διεθνής συνθήκη για την κλιματική αλλαγή που συμπεριλήφθηκε στη Διάσκεψη του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) για την Κλιματική Αλλαγή (21st Conference of the Parties, COP21), αποτελεί κοινή δέσμευση για την ανάπτυξη λύσεων χαμηλών εκπομπών άνθρακα σε όλους τους οικονομικούς τομείς περιορίζοντας την υπερθέρμανση του πλανήτη σε κάτω από 2°C [1]. Ειδικότερα, ενισχύθηκε ο στόχος για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε τουλάχιστον 55% για να καταστεί η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) κλιματικά ουδέτερη έως το 2050 [2].

Η πράσινη ανάπτυξη (green development) σημαίνει την προώθηση της μακροπρόθεσμης οικονομικής ανάπτυξης και καινοτομίας μέσω στοχευμένων επενδύσεων για να διασφαλιστεί ότι οι φυσικοί πόροι θα συνεχίσουν να προσφέρουν το υπόβαθρο και τις υπηρεσίες που είναι απαραίτητες για την ευημερία του ανθρώπου. Εδώ διαφαίνεται μία κρίσιμη παρατήρηση: η αειφόρος ανάπτυξη θα πρέπει να θεωρείται ως υποσύνολο της πράσινης ανάπτυξης και όχι συνώνυμο αυτής. Αποτελεί μια περισσότερο εστιασμένη έννοια και περιλαμβάνει μια επιχειρησιακή πολιτική ατζέντα που μπορεί να βοηθήσει στην εφαρμογή πραγματικής, ευδιάκριτης προόδου όπου η οικονομία και το περιβάλλον συγκλίνουν. Σύμφωνα με την ΕΕ, η πράσινη μετάβαση και η αειφόρος ανάπτυξη είναι δύο στενά συνδεδεμένες πτυχές που προάγουν η μία την άλλη. Η πράσινη οικονομία συνδέεται με την προώθηση της βιώσιμης παραγωγής, απασχόλησης και κατανάλωσης, με στόχο όχι μόνο μια τεχνολογική αλλαγή χαμηλών εκπομπών άνθρακα, αλλά και έναν περιβαλλοντικά συμβατό εκσυγχρονισμό των μεθόδων παραγωγής και κατανάλωσης, για την αύξηση της προστιθέμενης αξίας των επιχειρήσεων και την περιβαλλοντική τους βιωσιμότητα όσον αφορά την εξοικονόμηση υλικών, την ενεργειακή απόδοση, την οργάνωση της εργασίας, ακόμη και τις σχέσεις εργαζομένων-επιχειρήσεων [3].

Σήμερα, η κλιματική αλλαγή και η προοδευτική εξάντληση των φυσικών πόρων δεν είναι απλώς γνωστά ζητήματα για τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, αλλά έχουν γίνει επίσης κρίσιμη ανησυχία για τους πολίτες, με αποτέλεσμα την ταχεία επέκταση της ζήτησης για βιώσιμα προϊόντα τόσο από τους προμηθευτές όσο και από τους καταναλωτές [4], [5]. Σύμφωνα με έρευνα του Ευρωβαρόμετρου του 2022, σχεδόν οι μισοί (49%) Ευρωπαίοι θεωρούν την κλιματική αλλαγή ως τη σημαντικότερη παγκόσμια πρόκληση και περίπου το 80% συμφωνεί με την προσπάθεια να καταστεί η Ευρώπη η πρώτη κλιματικά ουδέτερη ήπειρος στον κόσμο μέχρι το 2050 [6]. Συμβάλλοντας στο 60% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και έως και στο 80% της κατανάλωσης φυσικών πόρων, η κατάλληλη διαχείριση των καταναλωτικών αγαθών για την αποτελεσματική αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής είναι ζωτικής σημασίας [7], [8]. Έτσι, τα βιολογικά προϊόντα και οι βιώσιμες ετικέτες αυξάνονται σε δημοτικότητα και οι καταναλωτές ενδιαφέρονται όλο και περισσότερο για την ανακύκλωση και την επιδίωξη ενός φιλικού προς το περιβάλλον τρόπου ζωής [9], [10].

Αξίζει να σημειωθεί ακόμα, ότι η πανδημία COVID-19 (Coronavirus Disease 2019) έχει μεταμορφώσει τις αγοραστικές συνήθειες των καταναλωτών αναφορικά με τα καταναλωτικά αγαθά, ιδιαίτερα τα τρόφιμα, αλλά και τις συσκευασίες τους. Η ευαισθητοποίηση των καταναλωτών σε θέματα βιωσιμότητας τείνει να αλλάξει τα προϊόντα που επιλέγονται για τη συσκευασία, τα υλικά που χρησιμοποιούνται και τις μεθόδους και τεχνολογίες παραγωγής. Οι εταιρίες κατασκευής και συσκευασίας αντιμετωπίζουν τη

δύσκολη πρόκληση της αποτελεσματικότερης επικοινωνίας του θέματος της βιωσιμότητας μέσω των προϊόντων τους και της ανεύρεσης επαρκών περιθωρίων για να επιταχύνουν την αλλαγή σε μια αγορά καταναλωτών που είναι εν μέρει ευαίσθητοι στη βιώσιμη ανάπτυξη αλλά δεν είναι ακόμα τόσο πρόθυμοι να αλλάξουν την καταναλωτική τους συμπεριφορά. Πρόκειται στην πραγματικότητα για ένα «ομαδικό παιχνίδι», η επιτυχία του οποίου έγκειται στην αποτελεσματικότητα των αμφίδρομων αλληλεπιδράσεων μεταξύ της κυβέρνησης, της βιομηχανίας, των προμηθευτών και των καταναλωτών.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

2.1 Διαχωρισμός μεταξύ κεφαλαιουχικών και καταναλωτικών προϊόντων

Τα κεφαλαιουχικά αγαθά (capital goods) περιλαμβάνουν κάθε υλικό περιουσιακό στοιχείο που χρησιμοποιείται από μια επιχείρηση για την παραγωγή αγαθών ή υπηρεσιών για καταναλωτικά προϊόντα ή χρήση από άλλες επιχειρήσεις. Είναι γενικά ανθεκτικά προϊόντα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν περισσότερες από μία φορές. Τα πιο κοινά κεφαλαιουχικά αγαθά είναι τα ακίνητα, οι εγκαταστάσεις και ο εξοπλισμός. Οι φυσικοί πόροι που δεν έχουν τροποποιηθεί με οποιονδήποτε τρόπο από τον άνθρωπο δεν θεωρούνται κεφαλαιουχικά αγαθά. Οι επιχειρήσεις συσσωρεύουν κεφαλαιουχικά προϊόντα και τα χρησιμοποιούν για την παραγωγή των αγαθών και των υπηρεσιών που προσφέρουν. Εν ολίγοις, τα κεφαλαιουχικά αγαθά ή προϊόντα επιτρέπουν στις εταιρίες να παράγουν άλλα προϊόντα, συχνά σε υψηλότερο επίπεδο απόδοσης [11].

Ως καταναλωτικό αγαθό (consumer good), από την άλλη, ορίζεται κάθε αγαθό που αγοράζεται για κατανάλωση και δεν χρησιμοποιείται, είτε άμεσα είτε έμμεσα, για την παραγωγή άλλου καταναλωτικού αγαθού. Τα καταναλωτικά αγαθά ή προϊόντα ονομάζονται μερικές φορές τελικά αγαθά επειδή καταλήγουν στα χέρια του καταναλωτή ή του τελικού χρήστη. Παραδείγματα καταναλωτικών αγαθών περιλαμβάνουν τρόφιμα, ρούχα, οχήματα, ηλεκτρονικά είδη και συσκευές [11].

Περαιτέρω χαρακτηριστικά που διακρίνουν τα καταναλωτικά από τα κεφαλαιουχικά προϊόντα παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Τέλος, αξίζει να αναφερθούν και τα ενδιάμεσα προϊόντα (intermediate goods), τα οποία χρησιμοποιούνται για την παραγωγή τόσο των κεφαλαιουχικών όσο και των καταναλωτικών αγαθών.

Πίνακας 1. Ορισμοί και διαχωρισμός μεταξύ κεφαλαιουχικών και καταναλωτικών προϊόντων [12].

Χαρακτηριστικό	Κεφαλαιουχικά αγαθά	Καταναλωτικά αγαθά
<i>Ποσότητα και Τύπος Ζήτησης</i>	Λίγα· παραγωγική ζήτηση από ως επί το πλείστο μεγαλύτερες εταιρίες ή οργανισμούς	Πολλά· αρχική ζήτηση από καταναλωτές ή μικρές επιχειρήσεις
<i>Τύπος διαχείρισης προμήθειας</i>	Επαγγελματικά, από πολλά άτομα (αγοραστικό κέντρο)	Ατομικά
<i>Ρόλος εξατομίκευσης προϊόντος</i>	Υψηλή· ο προμηθευτής πρέπει να ανταποκρίνεται στις ατομικές απαιτήσεις του πελάτη	Χαμηλή· πιο προτυποποιημένα προϊόντα
<i>Ένταση της σχέσης αγοραστή-προμηθευτή</i>	Στενή· συχνά διατηρείται για αρκετά χρόνια, συχνά αλληλοσχετιζόμενη παραγωγή προϊόντων	Χαλαρή· ανώνυμη σχέση
<i>Συστατική φύση των προϊόντων</i>	Υψηλή· συχνά αποτελούνται από πολλά συστατικά· πολύπλοκα συστήματα	Χαμηλή· κυρίως μεμονωμένα συστατικά

2.2 Κατηγορίες καταναλωτικών προϊόντων

2.2.1 Κατηγοριοποίηση βάσει της διαδικασίας απόφασης αγοράς

Βάσει της χρήσης για την οποία επιλέγονται από τον καταναλωτή, τα καταναλωτικά προϊόντα μπορούν να ταξινομηθούν σε 4 βασικές κατηγορίες [11]:

1. Είδη ευκολίας (convenience goods). Πρόκειται για αγαθά που καταναλώνονται και αγοράζονται τακτικά, όπως το γάλα, τα λαχανικά, το κρέας κ.ά.
2. Προϊόντα επιλογής (shopping goods). Είναι αγαθά των οποίων η αγορά απαιτεί περισσότερη σκέψη και προγραμματισμό και επιλέγονται μετά από σύγκριση με άλλα προϊόντα της ίδιας κατηγορίας, βάσει τιμής, ποιότητας κ.ά. Περιλαμβάνουν ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, έπιπλα, κ.ά.
3. Εξειδικευμένα προϊόντα (specialty goods). Τα συγκεκριμένα είναι αγαθά που είναι πιο ακριβά και εξυπηρετούν μια εξειδικευμένη αγορά. Εδώ περιλαμβάνονται αντικείμενα όπως κοσμήματα και άλλα προϊόντα πολυτελείας.
4. Μη αναζητούμενα αγαθά (unsought goods). Αυτή η κατηγορία αναφέρεται σε αγαθά που αγοράζονται από ορισμένους καταναλωτές για να εξυπηρετήσουν μια συγκεκριμένη ανάγκη. Η ασφάλιση ζωής είναι ένα τέτοιο αγαθό.

Τα βασικά χαρακτηριστικά και παραδείγματα κάθε κατηγορίας καταναλωτικών προϊόντων αναφέρονται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2. Οι 4 κατηγορίες καταναλωτικών προϊόντων βάσει της ανάγκης που εξυπηρετεί η αγορά τους [13].

Κατηγορίες καταναλωτικών προϊόντων			
Είδη ευκολίας	Προϊόντα επιλογής	Εξειδικευμένα προϊόντα	Μη αναζητούμενα αγαθά
<ul style="list-style-type: none">• Μικρού μεγέθους, χαμηλής αξίας, συχνή αγορά• Ικανοποίηση βασικών αναγκών• Επείγοντα ή παρορμητικά• Ευρεία διανομή	<ul style="list-style-type: none">• Μεγαλύτερου μεγέθους, υψηλότερης αξίας, περιστασιακή αγορά• Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής• Απαιτείται χρόνος και σκέψη για την αγορά τους• Επιλεκτική διανομή	<ul style="list-style-type: none">• Υψηλής αξίας• Διαθέτουν ειδικά χαρακτηριστικά<ul style="list-style-type: none">• Απαιτείται προσπάθεια για την απόκτησή τους• Σπάνια αγορά• Περιορισμένη διάθεση	<ul style="list-style-type: none">• Έκτακτη αγορά• Ο καταναλωτής δεν έχει σκεφτεί εκ των προτέρων να τα αποκτήσει• Σπάνια αγορά
Ψωμί, γάλα, καύσιμα, καραμέλες, περιοδικά	Ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, έπιπλα, προϊόντα ένδυσης και υπόδυσης	Έργα τέχνης, συλλεκτικά αντικείμενα, αυτοκίνητα πολυτελείας	Ιατρικό επείγον, επισκευή αυτοκινήτου λόγω έκτακτης κατάστασης

2.2.2 Κατηγοριοποίηση βάσει συχνότητας και διάρκειας χρήσης

Μια άλλη καθολικά αποδεκτή κατηγοριοποίηση των καταναλωτικών προϊόντων μπορεί να εφαρμοστεί βάσει της συχνότητας και τη διάρκειας χρήσης τους [13] (Εικόνα 1). Σε αυτό το πλαίσιο, διακρίνονται οι ακόλουθες κατηγορίες:

1. Διαρκή αγαθά (durable goods). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν επανειλημμένα ή συνεχώς για μεγάλο χρονικό διάστημα. Συνήθως έχουν υψηλή αξία. Οι καταναλωτές επιδεικνύουν έντονη συμμετοχή στην αγοραστική απόφαση και επιδίδονται σε εντατική αναζήτηση πληροφοριών πριν αγοράσουν διαρκή καταναλωτικά αγαθά. Αυτή η κατηγορία περιλαμβάνει, για παράδειγμα, έπιπλα, ποδήλατα και μεγάλες ηλεκτρικές συσκευές.
2. Ημιδιαρκή προϊόντα (semi-durable goods). Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές περιπτώσεις και έχουν αναμενόμενη διάρκεια ζωής περίπου ένα έτος, όπως είναι τα ρούχα και τα υποδήματα.
3. Μη διαρκή ή καταναλωτά αγαθά (non-durable goods). Καταναλώνονται συνήθως σε μία ή λίγες χρήσεις. Είναι σχετικά χαμηλής αξίας και αγοράζονται με υψηλή συχνότητα. Οι καταναλωτές συνήθως δεν χρησιμοποιούν συμβουλές αγοράς και σπάνια αναζητούν πληροφορίες σχετικά με τα χαρακτηριστικά του προϊόντος πριν το αγοράσουν. Τα προϊόντα περιποίησης, τα καύσιμα και τα τρόφιμα ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Στην πράξη, τα μη διαρκή αγαθά περιλαμβάνουν επίσης αγαθά μικρής αξίας που χρησιμοποιούνται περισσότερες από μία φορές, όπως είδη οικιακής χρήσης.

Καταναλωτικά προϊόντα		
Διαρκή καταναλωτικά προϊόντα π.χ. μεγάλες ηλεκτρικές συσκευές		Μη Διαρκή καταναλωτικά προϊόντα π.χ. απορρυπαντικά
μακρά	διάρκεια	σύντομη
υψηλή	αξία	χαμηλή
χαμηλή	συχνότητα αγοράς	υψηλή
υψηλή	συμμετοχή καταναλωτή	χαμηλή
εντατική	αναζήτηση πληροφοριών πριν από την αγορά	μικρή έως καθόλου
συνειδητή	αποτίμηση εναλλακτικών λύσεων	ασυνειδητή
συχνή	χρήση συμβουλευτικής αγοράς	σπάνια

Εικόνα 1. Διάκριση καταναλωτικών προϊόντων βάσει της συχνότητας αγοράς και της διάρκειας ζωής τους [12].

Από την άποψη των πωλήσεων, τα καταναλωτικά αγαθά μπορούν επίσης να διακριθούν από την αναλογία μεταστροφής τους σε ταχέως κινούμενα καταναλωτικά αγαθά (Fast-Moving Consumer Goods, FMCG) και βραδέως κινούμενα καταναλωτικά αγαθά (Slow-Moving Consumer Goods, SMCG). Στην πραγματικότητα, αυτή η ταξινόμηση χρησιμοποιείται συχνά ως συνώνυμη των διαρκών και μη διαρκών καταναλωτικών αγαθών [14]. Ωστόσο, μια ρητή ταξινόμηση των προϊόντων σε μία εκ των δύο κατηγοριών είναι πολλές φορές δύσκολη, λόγω της σύνθετης φύσης πολλών αγαθών.

2.2.3 Κατηγοριοποίηση βάσει ουσιαστών ιδιοτήτων

2.2.3.1 Κατηγοριοποίηση GPC

Το διεθνές σύστημα κατηγοριοποίησης καταναλωτικών προϊόντων GPC (Global Product Classification) ομαδοποιεί τα προϊόντα σε κατηγορίες, βάσει των ουσιαστών

χαρακτηριστικών τους και των συσχετίσεών τους με άλλα προϊόντα. Η ταξινόμηση GPC περιλαμβάνει ένα καθολικό σύνολο προτύπων για όλα τα εμπορικά διαθέσιμα προϊόντα, βοηθώντας με αυτόν τον τρόπο τους εμπορικούς εταίρους ανά τον κόσμο να κατηγοριοποιούν ομοιοτρόπως τα διάφορα προϊόντα, με αποτέλεσμα μια κοινή εμπορική γλώσσα που διευκολύνει τις συναλλαγές. Η ταξινόμηση των προϊόντων βασίζεται σε μια ιεραρχία επιπέδων που κατευθύνονται από έναν κορυφαίο γενικό κλάδο (που ονομάζεται τομέας), προς μια πολύ συγκεκριμένη περιγραφή στοιχείου στη βάση (που ονομάζεται κατηγορία). Το υψηλότερο επίπεδο ταξινόμησης είναι ένας τομέας, ο οποίος ορίζεται ως ένας συγκεκριμένος κλάδος. Το επόμενο επίπεδο είναι η οικογένεια, που αποτελεί μια ευρεία διαίρεση του τομέα. Στη συνέχεια, η τάξη περιγράφει μια ομάδα παρόμοιων οικογενειών και τέλος, η κατηγορία απευθύνεται σε μια ομάδα παρόμοιων προϊόντων [15].



Εικόνα 2. Η κατηγοριοποίηση GPC [16].

2.2.3.2 Άλλα συστήματα κατηγοριοποίησης

Για τη μετέπειτα ανάλυση της βιωσιμότητας των προϊόντων στη βιομηχανία των καταναλωτικών αγαθών, κρίνεται σκόπιμη μια εις βάθος διαφοροποίηση των καταναλωτικών αγαθών. Διάφορα πρότυπα ταξινόμησης έχουν αναφερθεί κατά καιρούς από διάφορους μελετητές. Ο Meinhardt και οι συνεργάτες του διαφοροποιούν 51 τύπους καταναλωτικών αγαθών [17]. Ωστόσο, η τυπολογία του δεν είναι εύκολα κατανοητή και δεν περιλαμβάνει υποδειγματικά προϊόντα. Ως αποτέλεσμα, ορισμένες κατηγορίες φαίνεται να μην είναι ξεκάθαρες (π.χ. είδη δώρου) ή να αλληλεπικαλύπτονται (π.χ. κολόνιες και αρώματα).

Μια άλλη εξαιρετικά λεπτομερής κατηγοριοποίηση καταναλωτικών αγαθών παρέχεται μέσω του καλαθιού του καταναλωτή που αναπτύχθηκε για τον υπολογισμό του γερμανικού δείκτη τιμών καταναλωτή. Περιλαμβάνει επίσης τη μέση δαπάνη των καταναλωτών καθώς και υποδειγματικά προϊόντα για κάθε κατηγορία. Ωστόσο, οι περισσότερες κατηγορίες αποτελούνται από καταναλωτικά αγαθά μαζί με συναφείς

υπηρεσίες. Τέλος, μια ομάδα κατηγοριοποιήσεων αγαθών επικεντρώνεται στις οικονομικές δραστηριότητες [12]. Μια κατηγοριοποίηση που βασίζεται στον συνδυασμό του καλαθιού του καταναλωτή και σε ορισμένες πτυχές των κατηγοριών του Meinhardt παρουσιάζεται στην Εικόνα 3, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων υποδειγματικών προϊόντων και της μέσης αναλογίας δαπανών των Γερμανών καταναλωτών για κάθε κατηγορία.

Πίνακας 3. Παράδειγμα κατηγοριοποίησης καταναλωτικών προϊόντων [12].

Κατηγορία	Υποδειγματικά Προϊόντα	Κατανομή Δαπανών (%)
Ένδυση	Κοστούμι, φόρεμα, εσώρουχα, κορμάκια, αδιάβροχο	19,4
Προϊόντα περιποίησης σώματος	Οδοντικό νήμα, σαμπουάν, πάνες, κραγιόν	6,7
Χαλιά και υφάσματα	Χαλί, κουβέρτα, πετσέτα, κουρτίνα	2,9
Ηλεκτρονικές συσκευές	Ψηφιακή κάμερα, τηλεόραση, ηχείο	4
Οικιακές συσκευές	Ψυγείο, καφετιέρα, πιστολάκι μαλλιών, πλυντήριο	5,3
Υποδήματα	Αθλητικά παπούτσια, γόβες, παντόφλες	4,6
Έπιπλα και φωτιστικά	Ντουλάπα, καναπές, επιτραπέζιο φωτιστικό	9,5
Είδη σπιτιού και κήπου	Ταπετσαρία, μπογιά, λαμπτήρας, οικοδομικά υλικά	6,1
Εργαλεία σπιτιού και κήπου	Κατσαβίδι, τρυπάνι, τσουγκράνα	3
Είδη οικιακής χρήσης	Ποτήρια, σεβίτσιο, σιδερώστρα, κάδος	1,9
Οικιακά προϊόντα	Απορρυπαντικό, χαρτί ψησίματος, καθαριστικό	2,8
Μέσα εικόνας και ήχου	Άδειοι δίσκοι, άλμπουμ φωτογραφιών, δίσκοι Blu-ray	1,5
Συσκευές πληροφορικής και επικοινωνίας	Υπολογιστής, εκτυπωτής, λογισμικό	4,1
Κοσμήματα και ρολόγια	Κολιέ, βέρα, ξυπνητήρι	2
Εξοπλισμός αναψυχής και αθλητισμού	Ποδήλατο, ρακέτα, μουσικά όργανα, σκηνή	2,7
Ιατρικά και θεραπευτικά προϊόντα	Γυαλιά, φάρμακα, θερμοφόρα	10,8
Προσωπικά αντικείμενα	Ομπρέλα, καρότσι μωρού, χαρτοφύλακας, αναπτήρας	1,2
Έντυπα προϊόντα	Βιβλία, εφημερίδες, ημερολόγια, καρτ ποστάλ	7,6
Είδη γραφείου	Στυλό, κηρομπογιές, φάκελος, συρραπτικό	1
Παιχνίδια	Κούκλες, επιτραπέζια, τουβλάκια	3,1

2.3 Βιώσιμα καταναλωτικά προϊόντα

Τα βιώσιμα προϊόντα (sustainable products) είναι εκείνα που δεν βλάπτουν την κοινωνία, το περιβάλλον και την οικονομία καθ' όλο τον κύκλο ζωής τους, από την εξόρυξη πρώτων υλών έως την τελική διάθεση και την απόρριψη, ενώ παράλληλα προστατεύουν την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον. Μεταξύ των βασικών χαρακτηριστικών ενός βιώσιμου προϊόντος είναι η κατασκευή του από ανανεώσιμες πηγές· αποφεύγεται έτσι η εξάντληση των φυσικών πόρων. Ακόμα, η παραγωγή και η διανομή των βιώσιμων προϊόντων απαιτεί ελάχιστη κατανάλωση ενέργειας και ελαχιστοποιεί τη σπατάλη, διατίθενται επιλογές ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης τους και τέλος, για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται ασφαλείς συνθήκες εργασίας και άλλες κοινωνικά υπεύθυνες πρακτικές [18]. Εκτενέστερη αναφορά στα βιώσιμα προϊόντα γίνεται στο Κεφάλαιο 3 που ακολουθεί.

3. ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

3.1 Η έννοια της βιωσιμότητας

Η βιωσιμότητα ή αειφορία (sustainability) αποτελεί σημαντικό θέμα εστίασης τόσο από τους ερευνητές όσο και από το κοινό. Συχνά συζητείται αναφορικά με τομείς όπως οι περιβαλλοντικές επιστήμες, η ενέργεια, η μηχανική, οι επιχειρήσεις, η διαχείριση, η οικονομία και ο σχεδιασμός. Ερευνητές από αυτούς τους τομείς έχουν παράσχει ποικίλους ορισμούς της βιωσιμότητας σε διάφορα επίπεδα εμβέλειας και πολυπλοκότητας, όπως «η ικανότητα να συνεχίσουμε στο μέλλον» [19], «η χρήση των ζωτικών λειτουργιών (πιθανών χρήσεων) του βιοφυσικού μας περιβάλλοντος κατά τέτοιο τρόπο ώστε να παραμείνουν επ' αόριστον διαθέσιμες», [20], «η πιθανότητα οι άνθρωποι και άλλες μορφές ζωής να αναπτύσσονται στον πλανήτη για πάντα» [21], «οικονομική ανάπτυξη που δημιουργεί αξία για τους πελάτες, τους μετόχους, τα ενδιαφερόμενα μέρη και την κοινωνία σχεδιάζοντας παράλληλα τη λειτουργία της επιχείρησης με τρόπο που ευθυγραμμίζεται με τα οικοσυστήματα, στην υπηρεσία της ανθρώπινης ευημερίας, σήμερα και στο μέλλον» [22] και «περιβαλλοντική ποιότητα και ευημερία» [23]. Αν και η βιωσιμότητα είναι μια εγγενώς περίπλοκη και ασαφής έννοια που είναι δύσκολο να οριστεί, ένας κοινώς αποδεκτός ορισμός είναι εκείνος της «ανάπτυξης που ικανοποιεί τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να διακυβεύεται η ικανότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες» [24].

Η βιωσιμότητα μπορεί να αναλυθεί σε τρεις διαστάσεις, την οικονομική, την κοινωνική και την περιβαλλοντική, οι οποίες παρουσιάζονται συχνά σε ένα διάγραμμα Venn, στο οποίο η βιωσιμότητα βρίσκεται στη συμβολή τριών διασυνδεδεμένων κύκλων που αντιπροσωπεύουν αυτές τις τρεις διαστάσεις. Αυτό είναι γνωστό ως η έννοια των τριών πυλώνων της βιωσιμότητας [25] (Εικόνα 3), η οποία δείχνει ότι η υπεύθυνη ανάπτυξη απαιτεί να ληφθούν υπόψιν τα κέρδη, οι άνθρωποι και ο πλανήτης [26]. Οι τρεις πυλώνες έχουν επικριθεί από αρκετούς ερευνητές. Για παράδειγμα, οι Littig και Griessler [27] πρότειναν ότι υπάρχει έλλειψη κατανόησης του τρόπου με τον οποίο οι τρεις διαστάσεις σχετίζονται μεταξύ τους και του τρόπου με τον οποίο πρέπει να υπολογίζονται οι διαστάσεις, ενώ οι Eslami et al. [28] υποστήριξαν ότι η κατηγοριοποίηση των διαστάσεων είναι πολύ ευρεία και απαιτείται περισσότερη οριοθέτηση για συγκεκριμένα ζητήματα βιωσιμότητας. Ωστόσο, οι τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας έχουν αποτελέσει το εφαλτήριο για έναν μεγάλο αριθμό τοπικών, περιφερειακών και παγκόσμιων προσπαθειών για την επίτευξη βιωσιμότητας σε πολλαπλά επίπεδα, με την αντιμετώπιση των κοινωνικών προκλήσεων και τον μετριασμό των περιβαλλοντικών ζημιών, μαζί με την ανθρώπινη ανάπτυξη.



Εικόνα 3. Οι τρεις πυλώνες της βιώσιμης ανάπτυξης [29].

3.2 Η σημασία της ανάπτυξης βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων

3.2.1 Το σχέδιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα βιώσιμα προϊόντα

Η παραγωγή προϊόντων απαιτεί μεγάλες ποσότητες υλικών, ενέργειας και πόρων, με τα ίδια τα καταναλωτικά προϊόντα να προκαλούν αξιοσημείωτες περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, από την εξόρυξη των πρώτων υλών έως την παρασκευή, τη μεταφορά, τη χρήση και την παύση της χρήσης τους. Αναφορικά, το 50% περίπου των παραγόμενων αερίων του θερμοκηπίου και το 90% μείωσης της βιοποικιλότητας επάγονται από την εξόρυξη και την επεξεργασία πρώτων υλών για την παραγωγή προϊόντων. Οι κύριες επιπτώσεις στο περιβάλλον μπορούν να συνοψιστούν στη σημαντική εξάντληση των φυσικών πόρων, την απελευθέρωση αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου και την περιβαλλοντική ρύπανση [30].

Έτσι, πριν από δύο χρόνια, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή συνέστησε έναν Κανονισμό για τον Οικολογικό Σχεδιασμό Βιώσιμων Προϊόντων (Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR) ως μέρος του Σχεδίου Δράσης για την κυκλική οικονομία (circular economy) στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας [31]. Ο στόχος του κανονισμού αυτού είναι να αναδείξει τα βιώσιμα προϊόντα σε επικρατούντα στην ευρωπαϊκή αγορά και να περιορίσει όσο το δυνατόν περισσότερο τις περιβαλλοντικές και κλιματικές επιπτώσεις τους. Δεδομένης της σημαντικότητας του θέματος, πρόσφατα, επιτεύχθηκε νέα συμφωνία στα πλαίσια του αρχικού κανονισμού με στόχο την περαιτέρω επικράτηση των βιώσιμων προϊόντων στην αγορά, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής τους, καθιστώντας τα ενεργειακά αποδοτικότερα και ευκολότερα επισκευάσιμα, και φροντίζοντας να είναι περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον και τον τελικό χρήστη.

Καθώς έχει καταστεί σαφές ότι ένα υψηλό ποσοστό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος εδραιώνεται στη φάση του σχεδιασμού, ο νέος κανονισμός θα επεκτείνει το υπάρχον πλαίσιο της οικολογικής διαχείρισης προς δύο κατευθύνσεις: πρώτον, για τη μεγιστοποίηση του φάσματος προϊόντων που καλύπτονται και δεύτερον, για τη διεύρυνση του πεδίου των απαιτήσεων συμμόρφωσης των καταναλωτικών προϊόντων.

Συνολικά, μέσω του νέου κανονισμού θα εγκριθεί μία διαρκώς ανανεώσιμη λίστα προϊόντων που θα χαρακτηρίζονται ως βιώσιμα - αντίστοιχη εκείνης που έχει ήδη συνταχθεί για τα ενεργειακά αποδοτικά προϊόντα [32]- εφόσον πληρούν τα κριτήρια και τους στόχους της ΕΕ για το κλίμα, το περιβάλλον και την ενέργεια. Σχεδιάζεται να δοθεί προτεραιότητα σε ευρέως καταναλισκόμενα προϊόντα, π.χ. ενδύματα και υποδήματα, έπιπλα, στρώματα, σίδηρο και χάλυβα, αλουμίνιο, ελαστικά, χρώματα, λιπαντικά, ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές [30].

Οι νέες προδιαγραφές για οικολογικό σχεδιασμό θα στοχεύουν συνδυασμένα στην ενεργειακή αποδοτικότητα και στην ενίσχυση της κυκλικότητας των προϊόντων, λαμβάνοντας υπόψιν βασικά σημεία, όπως η ανθεκτικότητα και η δυνατότητα εκ νέου χρήσης του προϊόντος, η δυνατότητα αναβάθμισης και επισκευής του, η απουσία χημικών που αποτρέπουν την ανακύκλωση των υλικών, το περιεχόμενο σε άνθρακα και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Ο νέος κανονισμός στοχεύει ακόμα στην αντιμετώπιση της δαπανηρής και μη φιλικής για το περιβάλλον καταστροφής των εναπομεινάντων προϊόντων, υποχρεώνοντας τις επιχειρήσεις να λάβουν μέτρα αποτροπής τέτοιων πρακτικών. Για παράδειγμα, νομοθετήθηκε η απαγόρευση της καταστροφής προϊόντων κλωστοϋφαντουργίας και υποδημάτων με άμεση ισχύ για τις μεγάλες επιχειρήσεις [30].

Επίσης, άμεσος στόχος είναι η ορθότερη και πληρέστερη πληροφόρηση των καταναλωτών σχετικά με τη βιωσιμότητα των προϊόντων που αγοράζουν. Προς αυτή την κατεύθυνση, έχει σχεδιαστεί η διάθεση ενός «Ψηφιακού Διαβατηρίου Προϊόντος», μιας εύκολα ανακτώμενης ετικέτας για την άμεση πρόσβαση σε δεδομένα σχετικά με τη βιωσιμότητα του εκάστοτε προϊόντος. Με αυτόν τον τρόπο, τόσο οι καταναλωτές όσο και οι εταιρίες θα είναι σε θέση να επιλέγουν περισσότερο βιώσιμα αγαθά [30]. Στο πλαίσιο αυτό, πρόσφατα δημοσιεύτηκε οδηγία της ΕΕ για την προστασία των καταναλωτών από αθέμιτες πρακτικές, η οποία υποχρεώνει τους κατασκευαστές να παρέχουν κατάλληλες πληροφορίες για τις περιβαλλοντικές και/ ή τις κοινωνικές επιπτώσεις, την ανθεκτικότητα, και τη δυνατότητα ανακύκλωσης και/ ή επισκευής των προϊόντων που διαθέτουν στην αγορά, με την ταυτόχρονη απαγόρευση της αναγραφής μη πιστοποιημένων ετικετών βιωσιμότητας [33].

3.2.2 Πρωτοβουλίες για την προώθηση της ανάπτυξης βιώσιμων προϊόντων

Η βιώσιμη καινοτομία (sustainable innovation) και ο νέος σχεδιασμός δεν απαιτούν εξ ορισμού νέες τεχνολογίες, αλλά σε πολλές περιπτώσεις αρκεί η επανεξέταση του τρόπου κάλυψης των προδιαγραφών για ανάπτυξη με την ταυτόχρονη μείωση των αρνητικών περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων. Αυτή η έννοια, γνωστή ως «αποσύνδεση» (decoupling), έχει μεγάλη σημασία καθώς επιδιώκει να διαχωρίσει τη σχέση μεταξύ οικονομικής ανάπτυξης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης [34]. Η αποσύνδεση είναι μια ιδέα που συνδέεται σε μεγάλο βαθμό με τις βιομηχανικές χώρες. Τη δεκαετία του 1990, έννοιες όπως ο οικολογικός σχεδιασμός και ο σχεδιασμός πράσινων προϊόντων (green products) εισήχθησαν για να περιγράψουν προϊόντα για την κατασκευή των οποίων θα μπορούσαν οι εταιρίες να χρησιμοποιήσουν στρατηγικές παραγωγής για τον περιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ενώ αυτές οι διαδικασίες ήταν επιτυχείς στο να βοηθήσουν τη βιομηχανία να βελτιώσει την απόδοση της παραγωγής σε αυτές τις χώρες, έχουν αγνοήσει σε μεγάλο βαθμό τις πρακτικές εφαρμογές στον αναπτυσσόμενο κόσμο. Η βιομηχανία είναι ζωτικής σημασίας για την οικονομική ανάπτυξη των εθνών, αλλά οι αναπτυσσόμενες χώρες λειτουργούν με πολύ διαφορετικές συνθήκες, οι οποίες πρέπει να ληφθούν υπόψιν [35]. Η βιώσιμη καινοτομία επιτρέπει άλματα στις διαδικασίες παραγωγής και σχεδιασμού για να επιτρέψει σε αυτές τις πρόσφατα βιομηχανοποιημένες χώρες να επιτύχουν την αποσύνδεση στην αρχή και όχι στο τέλος του χρονοδιαγράμματος εκβιομηχάνισης. Εδώ αξίζει να σημειωθεί ότι η απλή αύξηση της παραγωγικής απόδοσης δεν μεταφράζεται σε απόλυτο περιβαλλοντικό όφελος, αλλά οι καθαρότερες διαδικασίες

παραγωγής αποτελούν ουσιώδες συστατικό μιας ευρείας κίνησης βιώσιμου σχεδιασμού που θα μπορούσε να αμφισβητήσει τα εδραιωμένα πρότυπα κατανάλωσης και παραγωγής [36].

3.2.2.1 Καθαρότερη Παραγωγή

Το 1989, ως απάντηση στην αυξανόμενη συνειδητοποίηση του ταχέως αυξανόμενου κόστους της ρύπανσης, το Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών (United Nations Environment Programme, UNEP) άρχισε να εφαρμόζει προσεγγίσεις για την πρόληψη της ρύπανσης. Η πρωτοβουλία που αναπτύχθηκε ονομάστηκε «Καθαρότερη Παραγωγή (Cleaner Production, CP)» και ορίστηκε ως «η συνεχής εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης προληπτικής περιβαλλοντικής στρατηγικής σε διαδικασίες και προϊόντα για τη μείωση των κινδύνων για τον άνθρωπο και το περιβάλλον» [37]. Η πρωτοβουλία αυτή έχει αποδειχθεί οικονομικά αποδοτική, χρησιμοποιείται με πολλές μορφές σε όλο τον κόσμο και έχει εξελιχθεί για να καλύπτει τομείς όπως η ενεργειακή απόδοση, οι στόχοι πολυμερών περιβαλλοντικών συμφωνιών και τα βιώσιμα προϊόντα.

3.2.2.2 Cradle-to-cradle

Ο σχεδιασμός «από λίκνο σε λίκνο» (cradle-to-cradle, C2C) επιτρέπει τη δημιουργία πλήρως ωφέλιμων βιομηχανικών συστημάτων που οδηγούνται από τη συνεργατική επιδίωξη θετικών οικονομικών, περιβαλλοντικών και κοινωνικών στόχων [38]. Ο σχεδιασμός C2C ορίζει ένα πλαίσιο για τον σχεδιασμό προϊόντων και βιομηχανικών διαδικασιών που μετατρέπει τα υλικά σε θρεπτικά συστατικά επιτρέποντας τη διαρκή ροή τους σε έναν από δύο διακριτούς μεταβολισμούς: τον βιολογικό μεταβολισμό και τον τεχνικό μεταβολισμό.

Τα υλικά που ρέουν βέλτιστα μέσω του βιολογικού μεταβολισμού ονομάζονται βιολογικά θρεπτικά συστατικά. Τα βιολογικά θρεπτικά συστατικά είναι βιοαποδομήσιμα υλικά (ή αποτέλεσμα διεργασιών βιοαποικοδόμησης) που δεν αποτελούν άμεσο ή ενδεχόμενο κίνδυνο για τα ζωντανά οικοσυστήματα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ανθρώπινους σκοπούς και να επιστραφούν με ασφάλεια στο περιβάλλον για να τροφοδοτήσουν βιολογικές διεργασίες [39]. Τα βιολογικά θρεπτικά συστατικά μπορεί να είναι φυσικά υλικά ή υλικά φυτικής προέλευσης, αλλά περιλαμβάνουν επίσης υλικά όπως βιοπολυμερή και άλλες δυνητικά συνθετικές ουσίες που είναι ασφαλείς για τον άνθρωπο και τα φυσικά οικοσυστήματα. Ο βιολογικός μεταβολισμός περιλαμβάνει διαδικασίες εξόρυξης πόρων, κατασκευής και καταναλωτικής χρήσης, καθώς και την τελική επιστροφή αυτών των υλικών στα φυσικά οικοσυστήματα όπου μπορούν να μετατραπούν ξανά σε πόρους για την ανθρώπινη δραστηριότητα.

Τα προϊόντα που θεωρούνται βιολογικά θρεπτικά συστατικά ονομάζονται προϊόντα για κατανάλωση. Αυτό, για παράδειγμα, περιλαμβάνει προϊόντα που μπορούν πραγματικά να καταναλωθούν κατά τη διάρκεια της ζωής τους, όπως υφάσματα, σόλες παπουτσιών κ.λπ. Επειδή έχουν σχεδιαστεί ως θρεπτικά συστατικά για ζωντανά συστήματα, τα προϊόντα για κατανάλωση μπορούν να επιστραφούν στο φυσικό περιβάλλον μετά τη χρήση για να γίνουν θρεπτικά συστατικά για τα ζωντανά συστήματα. Ένα βιολογικό ύφασμα, για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα κήπου μετά τη διάρκεια ζωής του ως ύφασμα [38].

Ένα τεχνικό θρεπτικό συστατικό, από την άλλη πλευρά, μπορεί να οριστεί ως ένα υλικό, συχνά συνθετικό ή ορυκτό, που έχει τη δυνατότητα να παραμείνει με ασφάλεια σε ένα σύστημα κλειστού βρόχου παραγωγής, ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης (τεχνικός μεταβολισμός), διατηρώντας το υψηλότερο επίπεδο αξίας μέσω πολλαπλών κύκλων ζωής του προϊόντος. Τέτοια παραδείγματα αποτελούν μια τηλεόραση ή ένα πλυντήριο ρούχων

που μισθώνονται σε έναν πελάτη για καθορισμένο χρονικό διάστημα και στη συνέχεια επιστρέφονται στην εταιρία έτσι ώστε τα υλικά να μπορούν να ανακτηθούν και να χρησιμοποιηθούν ξανά για τη δημιουργία νέων προϊόντων [38].

3.2.2.3 Σχεδιασμός για τη Βιωσιμότητα

Ο Σχεδιασμός για τη Βιωσιμότητα (Design for Sustainability, D4S) είναι μια έννοια οικολογικού σχεδιασμού που έχει εξελιχθεί ώστε να περιλαμβάνει τόσο τα κοινωνικά όσο και τα οικονομικά στοιχεία της παραγωγής. Ενσωματώνει τους τρεις πυλώνες της βιωσιμότητας -τον άνθρωπο, το κέρδος και το περιβάλλον-, αλλά προχωρά πέρα από το απλό «πρασίνισμα» των προϊόντων για να συμπεριλάβει τον τρόπο κάλυψης των αναγκών των καταναλωτών με έναν πιο ολιστικό και βιώσιμο τρόπο [40]. Ακόμα, επικεντρώνεται ειδικά στις ανάγκες της βιομηχανίας στις αναπτυσσόμενες χώρες. Οι εταιρίες που ενσωματώνουν το D4S σε μακροπρόθεσμες στρατηγικές καινοτομίας προϊόντων προσπαθούν να μετριάσουν τις αρνητικές περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις κατά μήκος της αλυσίδας εφοδιασμού ενός προϊόντος και μέσω του κύκλου ζωής του- τη νοοτροπία «από λίκνο σε λίκνο» (cradle-to-cradle).

Ενώ αυτές οι δραστικές αλλαγές μπορεί να παρουσιάσουν τρομερές προκλήσεις, υπάρχουν ενθαρρυντικές εξελίξεις που συμβάλλουν στη διευρυνόμενη γνωσιακή βάση της βιώσιμης ανάπτυξης προϊόντων. Αυτά τα πρόσφατα σχεδιασμένα προϊόντα και υπηρεσίες προσφέρουν αυξημένη λειτουργικότητα και ευκολία στη χρήση, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, εύκολη αποσυναρμολόγηση ή ανακύκλωση, χαμηλότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που μπορούν να εξοικονομήσουν χρήματα στις εταιρίες και βελτιωμένη προμήθεια και παραγωγή υλικών που μπορούν να επηρεάσουν θετικά τις κοινότητες. Με άλλα λόγια, η βιωσιμότητα προσφέρει προστιθέμενη αξία μέσω της καλύτερης ποιότητας και της χαμηλότερης τιμής - τα δύο κίνητρα για τις περισσότερες αποφάσεις των καταναλωτών.

Το D4S μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικρομεσαίες επιχειρήσεις σε αναπτυσσόμενες χώρες, οι οποίες έχουν οικονομίες που προσφέρουν λίγα κίνητρα ή χαμηλή υποστήριξη για καινοτομία. Για παράδειγμα, η οικονομία στη Νότια Κορέα στη δεκαετία του 1960 βασιζόταν στην αντιγραφή τεχνολογίας και στην απομίμηση προϊόντων. Με την ενσωμάτωση της καινοτομίας προϊόντων στη συνολική αναπτυξιακή στρατηγική της, έχει δημιουργήσει ένα υψηλό επίπεδο καινοτομίας και είναι πλέον μια διεθνώς ανταγωνιστική, πρωτοποριακή οικονομία [41].

3.2.2.4 Βιώσιμη Αλυσίδα Εφοδιασμού

Στις 16 Δεκεμβρίου 2021, η G7 υπό την προεδρία του Ηνωμένου Βασιλείου εγκαινίασε την Πρωτοβουλία της Βιώσιμης Εφοδιαστικής Αλυσίδας (Sustainable Supply Chain, SSCI), η οποία συνέχισε να υποστηρίζεται υπό τη γερμανική προεδρία της G7 το 2022 [42].

Λαμβάνοντας υπόψιν την διαρκώς αυξανόμενη προτεραιότητα των παγκόσμιων επιχειρήσεων για βιωσιμότητα και την προώθηση πρωτοβουλιών εταιρικής ευθύνης που προστατεύουν τον πλανήτη και τους ανθρώπους, οι σύνθετες αλυσίδες εφοδιασμού μπορεί να αποτελέσουν μια ιδιαίτερα δύσκολη πρόκληση. Το SSCI φέρνει σε επαφή εταιρίες καταναλωτικών αγαθών από όλο τον κόσμο για να οδηγήσει την παγκόσμια συζήτηση σχετικά με τον υπεύθυνο εφοδιασμό και να βοηθήσει στη διαμόρφωση των προσδοκιών για βιωσιμότητα. Σήμερα, το SSCI έχει επεκταθεί για να συμπεριλάβει την περιβαλλοντική βιωσιμότητα, επιπλέον του υπάρχοντος κοινωνικού πεδίου. Το SSCI θα παρέχει πλέον συστήματα διαπίστευσης τρίτων με ελάχιστα κριτήρια για τα αναμενόμενα από τη βιομηχανία πρότυπα περιβαλλοντικής βιωσιμότητας στην πρωτογενή παραγωγή,

υπολογίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της γεωργίας και κτηνοτροφίας, στη δασοκομία, υπολογίζοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις στα δάση από τη χρήση ξύλου, χαρτιού και χαρτοπολλτού με βάση τις ίνες και τέλος, στην κατασκευή, υπολογίζοντας τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των τοποθεσιών μετατροπής και κατασκευής, συμπεριλαμβανομένων όλων των καταναλωτικών αγαθών και των δραστηριοτήτων μετά την πρωτογενή παραγωγή .

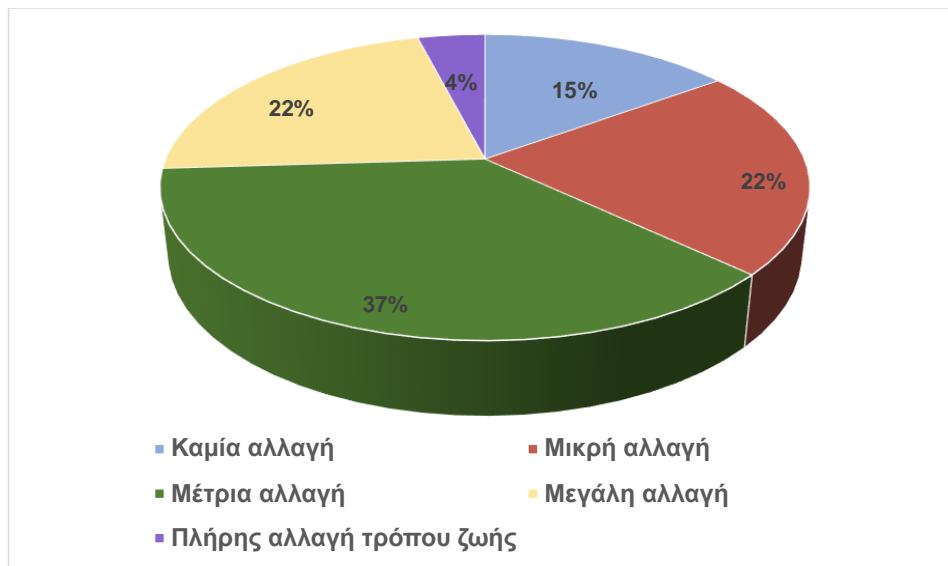
Η επέκταση του πεδίου εφαρμογής των δεικτών αναφοράς έρχεται καθώς η νομοθεσία εξελίσσεται ταχέως, με τον κανονισμό της ΕΕ για την αποψίλωση των δασών να τίθεται σε ισχύ στα τέλη του 2024.

3.3 Οι απόψεις των καταναλωτών σχετικά με τα βιώσιμα καταναλωτικά προϊόντα

Οι σύγχρονοι καταναλωτές επιλέγουν τα προϊόντα που θα αγοράσουν βάσει συγκεκριμένων χαρακτηριστικών, όπως για παράδειγμα, η τιμή, η ποιότητα και η ανθεκτικότητα της κατασκευής. Τα τελευταία χρόνια, μεταξύ των χαρακτηριστικών επιλογής μπορεί να περιλαμβάνεται και η αξιολόγηση των συνεπειών στο περιβάλλον και την κοινωνία, οι οποίες ενδέχεται να προκύψουν από την αγορά και τη χρήση συγκεκριμένων προϊόντων. Ένας αυξανόμενος αριθμός καταναλωτών ανησυχούν για τις αρνητικές οικολογικές συνέπειες της καταναλωτικής τους συμπεριφοράς και απαιτούν, όλο και περισσότερο, βιώσιμα προϊόντα.

Οι καταναλωτές -και κατ' επέκταση οι εν δυνάμει πελάτες- πλέον λαμβάνουν πολύ περισσότερο υπόψιν τους τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνέπειες των προϊόντων και υπηρεσιών που αγοράζουν, καθώς και τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αυτά παρήχθησαν πριν προβούν στην αγορά προϊόντων. Συγκεκριμένα, σύμφωνα με τον Koller και τους συνεργάτες του, τα καταναλωτικά προϊόντα που προωθούνται ως βιώσιμα έχουν 5,6 φορές μεγαλύτερη αποδοχή από τα απλά καταναλωτικά προϊόντα [43].

Πιο πρόσφατα, μια έρευνα σχετικά με τη συμπεριφορά των καταναλωτών έδειξε μεγάλες αλλαγές στις αγοραστικές συνήθειες (Σχήμα 1, 2, 3) με σημαντική αύξηση στην προθυμία των καταναλωτών για πληρωμή (Willingness-to-pay, WTP) για βιώσιμα προϊόντα και υπηρεσίες: περίπου το 85% των ατόμων παγκοσμίως επιλέγουν πιο βιώσιμα προϊόντα τα τελευταία χρόνια, ενώ το 50% κατατάσσει τη βιωσιμότητα μεταξύ των κορυφαίων πέντε σημαντικότερων λόγων αγοράς ενός συγκεκριμένου προϊόντος και περισσότερο από το ένα τρίτο (34%) είναι πρόθυμοι να πληρώσουν περισσότερο για βιώσιμα προϊόντα ή υπηρεσίες [44]. Είναι σαφές πώς η στροφή των καταναλωτών σε πιο φιλικά προς το περιβάλλον αγαθά και υπηρεσίες μπορεί να επηρεάσει την απόφασή τους να αγοράσουν· ως εκ τούτου, οι επιχειρήσεις πρέπει να κατανοήσουν τις ανάγκες τους προκειμένου να ανταποκριθούν σε αυτές. Φαίνεται ακόμα ότι η σημασία της βιωσιμότητας για τους καταναλωτές διαφέρει ανά τομέα, με τα πράσινα χαρακτηριστικά να είναι πιο κρίσιμα για τα καταναλωτικά προϊόντα παρά για την ενέργεια και τις δημόσιες υπηρεσίες [44]. Συγκεκριμένα, επικεντρώνονται περισσότερο στη βιωσιμότητα των τροφίμων, ακολουθούμενη από τη βιωσιμότητα προϊόντων ένδυσης.

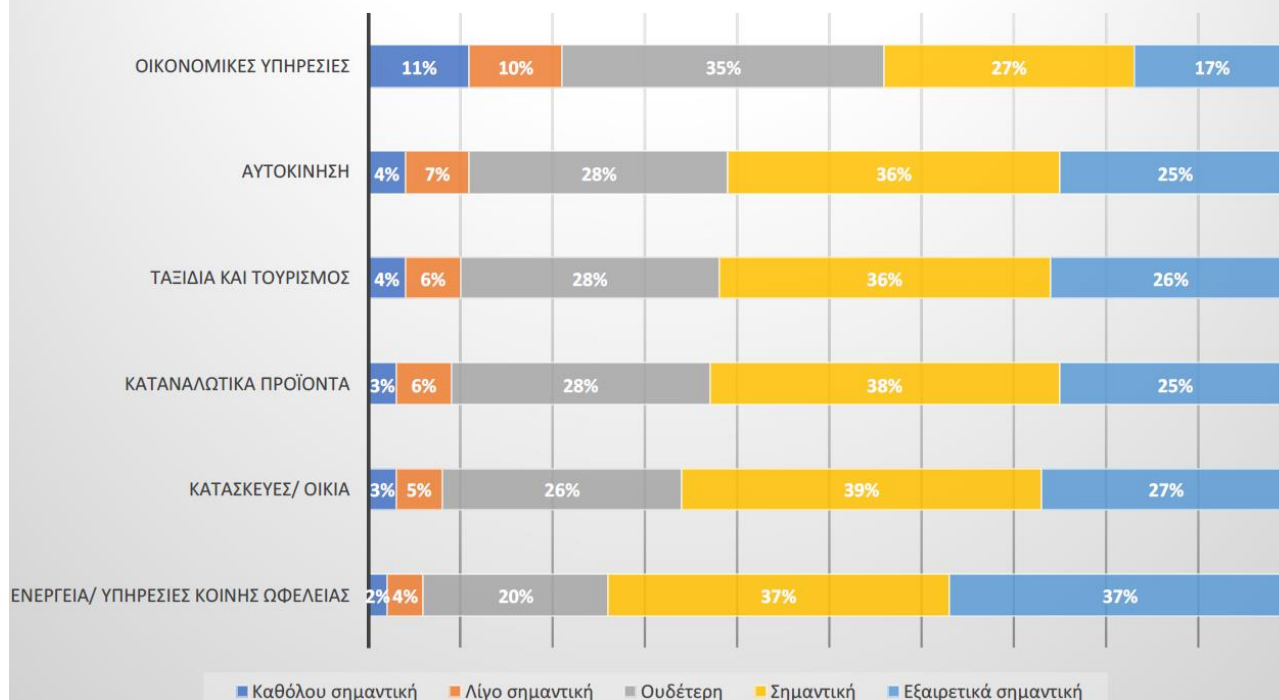


Σχήμα 1. Στροφή στην αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών (N=10.281). Το γράφημα έχει προσαρμοστεί από το [44], με τα στοιχεία να αφορούν το χρονικό διάστημα 2017-2021.



Σχήμα 2. Αγοραστική συμπεριφορά των καταναλωτών σε σχέση με τη βιωσιμότητα των προϊόντων, ανάλογα με την ηλικία (N=10.281). Το γράφημα έχει προσαρμοστεί από το [44], με τα στοιχεία να αφορούν το χρονικό διάστημα 2017-2021.

Η σημασία της βιωσιμότητας ως κριτήριο αγοράς



Σχήμα 3. Η σημασία της βιωσιμότητας ως κριτήριο για την αγορά προϊόντων και υπηρεσιών (N=10.281). Το γράφημα έχει προσαρμοστεί από το [44], με τα στοιχεία να αφορούν το χρονικό διάστημα 2017-2021.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι σύγχρονοι καταναλωτές φαίνεται να μπορούν να διακρίνουν μεταξύ παραδοσιακών και βιώσιμων προϊόντων και δίνουν μεγάλη προσοχή σε παράγοντες όπως οι μέθοδοι παραγωγής, η κατανάλωση ενέργειας και η παραγωγή ρύπων [45].

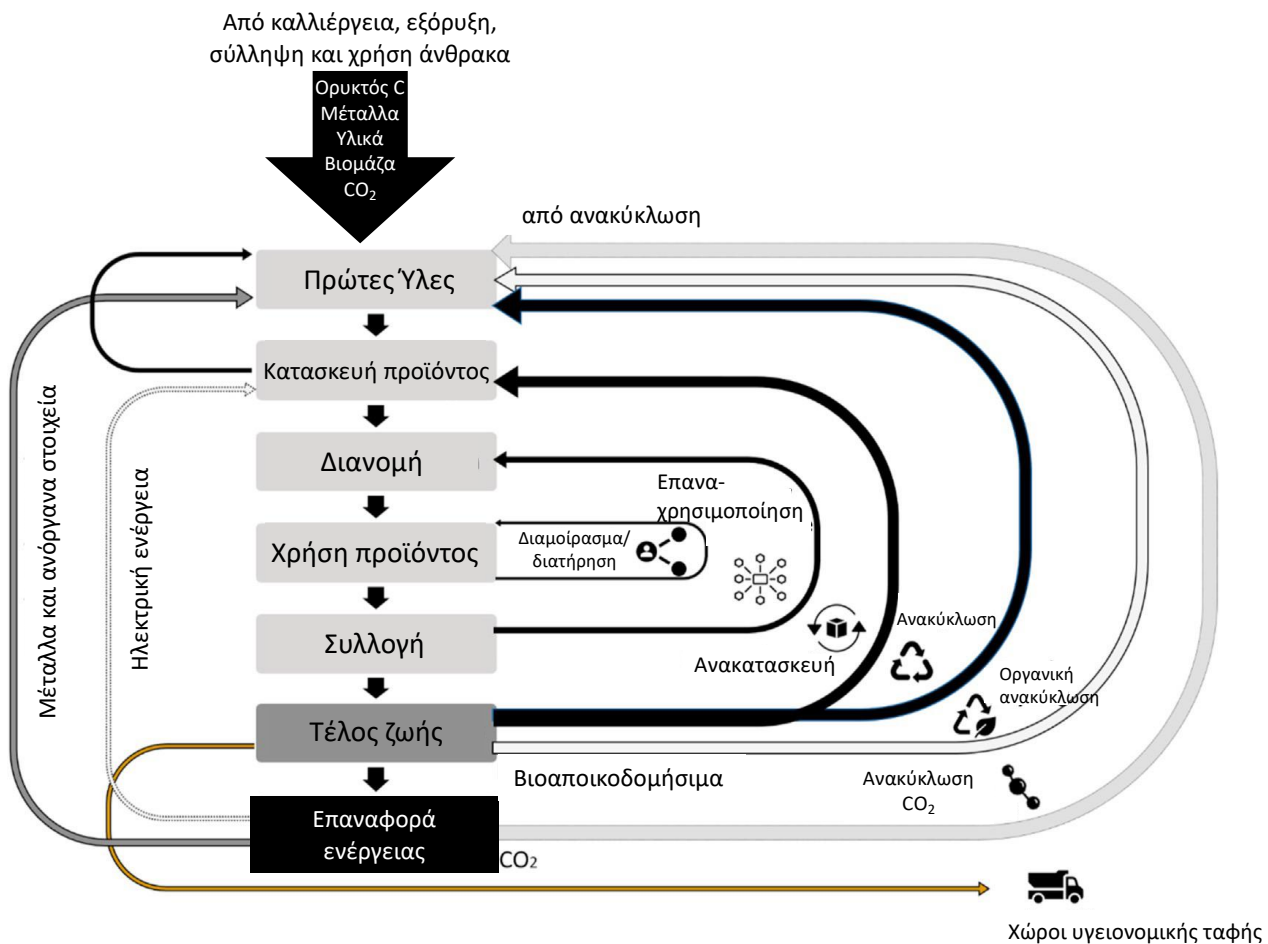
Η οικολογική τάση ωθεί τις εταιρίες να αναγνωρίσουν τη σημασία της ικανοποίησης των «περιβαλλοντικών αναγκών» των καταναλωτών μέσω πράσινων λύσεων και μέσω της εφαρμογής κατάλληλων στρατηγικών τμηματοποίησης και τοποθέτησης στην αγορά [46]. Οι επενδύσεις σε προϊόντα με βελτιωμένα χαρακτηριστικά βασίζονται όλο και περισσότερο σε αναλύσεις των αγοραστικών συμπεριφορών, στάσεων, προτιμήσεων και προθέσεων των καταναλωτών. Ωστόσο, οι καταναλωτές έρχονται αντιμέτωποι με την έλλειψη εναρμόνισης και σαφήνειας σχετικά με τη βιωσιμότητα των προϊόντων, κυρίως λόγω της απουσίας ενός μοναδικού και σαφούς ορισμού ή ρύθμισης για όρους όπως «βιώσιμος», «βιολογικός», «πράσινος», κ.ά. Καθώς η βιωσιμότητα είναι μια καθολική έννοια που περιλαμβάνει περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές διαστάσεις, και κατά συνέπεια μπορεί να έχει πολλαπλές έννοιες και επιπτώσεις, είναι σημαντικό να καθοδηγούνται οι καταναλωτές έτσι ώστε να μπορούν να αναγνωρίσουν συγκεκριμένα, επιλεκτικά και μεμονωμένα χαρακτηριστικά του τελικού προϊόντος [47]. Ακόμα, θα πρέπει να διευκρινίζεται ότι η βιωσιμότητα ενός προϊόντος αναφέρεται σε όλα τα στάδια της διαδικασίας παραγωγής του προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων των χρησιμοποιούμενων πρώτων υλών, της συσκευασίας, της επισήμανσης με ετικέτα και της προώθησης [48].

Αν και αυτή η πρόσφατη ευαισθητοποίηση οδηγεί τον μετασχηματισμό των επιχειρηματικών μοντέλων προς λύσεις μηδενικών εκπομπών για την προστασία της μακροπρόθεσμης κερδοφορίας τους, εξακολουθεί να υπάρχει σημαντικό κενό στην κατανόηση της γνώμης των καταναλωτών μέσω συγκεκριμένων χαρακτηριστικών βιωσιμότητας. Οι περισσότερες μελέτες μέχρι σήμερα έχουν δείξει και διερευνήσει την

αυξανόμενη στροφή των καταναλωτών απέναντι σε φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα [49]. Ωστόσο, έχουν συχνά αναλύσει τις απαντήσεις των καταναλωτών σε προϊόντα που ορίζονται ευρέως ως «βιώσιμα», «βιολογικά», «πράσινα» ή «φιλικά προς το περιβάλλον» χωρίς να προσδιορίζουν τα χαρακτηριστικά τους. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, η βιωσιμότητα είναι μια ευρεία έννοια με πολλές διαφορετικές και πολύπλοκες πτυχές. Η χρήση μη ειδικών όρων οδηγεί σε έλλειψη σαφήνειας, προκαλώντας σύγχυση στους καταναλωτές. Αυτό αποδεικνύεται από το γεγονός ότι πολλές μελέτες δείχνουν πως η θετική στάση των καταναλωτών απέναντι στα φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα δεν μετατρέπεται πάντα σε θετική αγοραστική συμπεριφορά [50], [51], [52]. Συνεπώς, απαιτείται μια εις βάθος ανάλυση για τη διερεύνηση της WTP των καταναλωτών για συγκεκριμένα και καλά περιγραφόμενα χαρακτηριστικά βιωσιμότητας των καταναλωτικών προϊόντων, όπως η μείωση του αποτυπώματος της συσκευασίας, η βιο-αποδομησιμότητα, η μειωμένη ενεργειακή κατανάλωση και η περιορισμένη χρήση χημικών ουσιών [48].

3.4 Κυκλική (βιο)οικονομία

Η κυκλική οικονομία (Circular Economy, CE) αποτελεί ένα θέμα αυξανόμενου ενδιαφέροντος, κυρίως όταν πρόκειται για την παγκόσμια βιωσιμότητα. Η κυκλική οικονομία προτείνει μια προσέγγιση αντίθετη από αυτή της παραδοσιακής οικονομίας, όπου οι πρώτες ύλες εξάγονται και μεταποιούνται σε προϊόντα που απορρίπτονται μετά τη χρήση. Υπάρχουν πολυάριθμοι ορισμοί της κυκλικής οικονομίας. Το μοντέλο κυκλικής οικονομίας του Ιδρύματος Ellen MacArthur στοχεύει στη δημιουργία ενός οικονομικού, φυσικού και κοινωνικού κεφαλαίου που βασίζεται σε τρεις βασικές αρχές: (1) τον σχεδιασμό χωρίς απόβλητα και ρύπανση, (2) τη διατήρηση των προϊόντων και υλικών σε επαναλαμβανόμενη χρήση και (3) την αναγέννηση των φυσικών συστημάτων [53]. Ακόμα, η κυκλική οικονομία ορίζεται ως «μια πρωτοβουλία βιώσιμης ανάπτυξης με στόχο τη μείωση των γραμμικών ροών υλικών και της ενεργειακής απόδοσης των κοινωνικών συστημάτων παραγωγής-κατανάλωσης με την εφαρμογή κύκλων υλικών, ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ροών ενέργειας τύπου καταρράκτη (Εικόνα 4). Πρωθεί κύκλους υλικών υψηλής αξίας παράλληλα με την πιο παραδοσιακή ανακύκλωση και αναπτύσσει συστημικές προσεγγίσεις για τη συνεργασία παραγωγών, καταναλωτών και άλλων κοινωνικών παραγόντων στο πλαίσιο της βιώσιμης ανάπτυξης» [54].

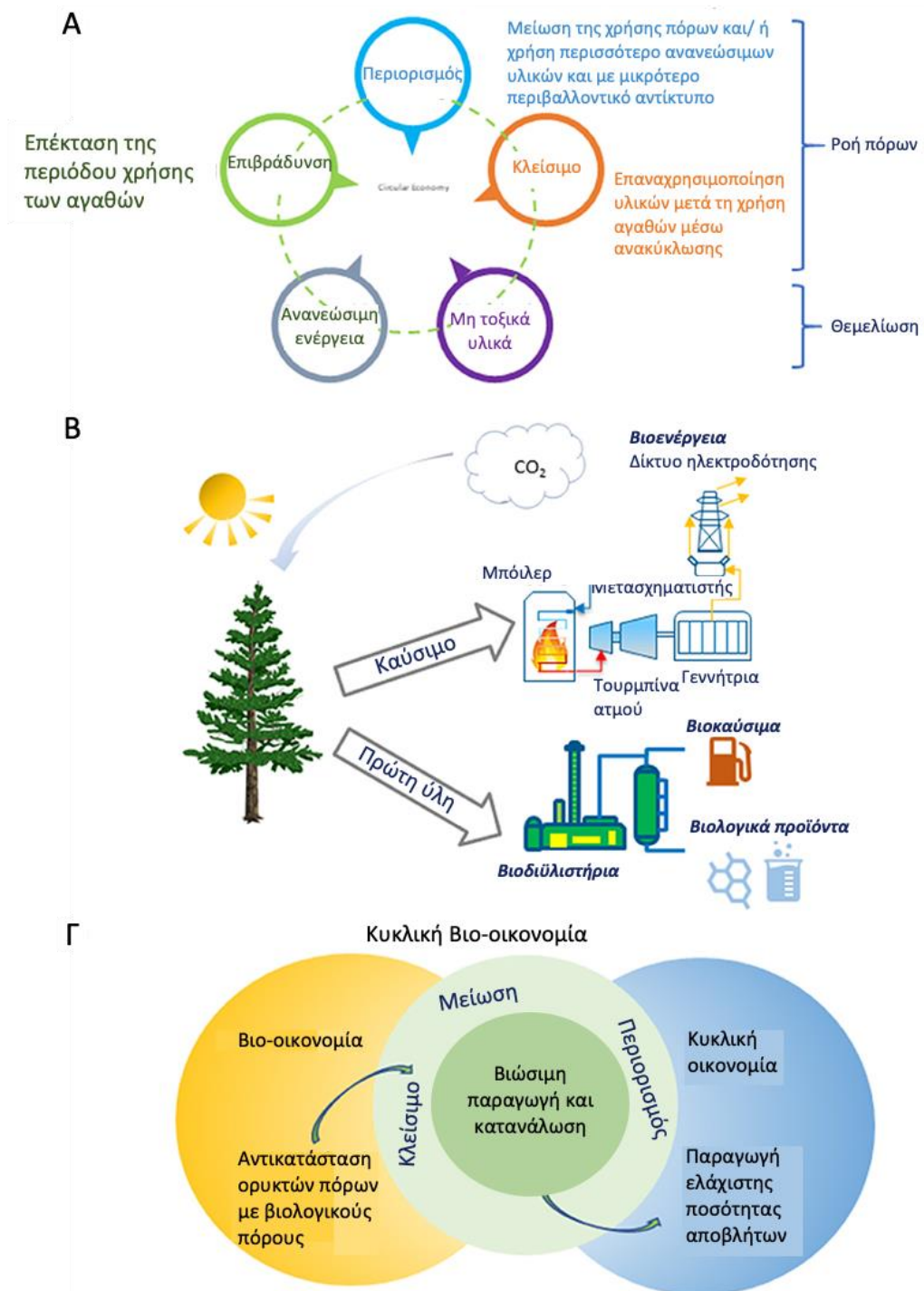


Εικόνα 4. Μια ολοκληρωμένη περιγραφή της Κυκλικής Οικονομίας. Η «βιομάζα» περιλαμβάνει όλα τα είδη βιολογικών πόρων, από τη γεωργία, τη δασοκομία και το θαλάσσιο περιβάλλον καθώς και την οργανική ανακύκλωση [55].

Επιπλέον, η κυκλική οικονομία ερμηνεύεται απλά ως το πλαίσιο «4R»: μείωση (reduction), επαναχρησιμοποίηση (reuse), ανακύκλωση (recycle) και επαναφορά (recovery) [56]. Τα πρώτα τρία Rs σχετίζονται με τη μείωση της κατανάλωσης πόρων και τη διατήρηση του φυσικού κεφαλαίου. Το τελευταίο R σχετίζεται με την ανάκτηση του πόρου με τη μορφή ενέργειας (π.χ. αποτέφρωση αποβλήτων για παραγωγή θερμότητας). Είναι επίσης προφανές ότι η κύρια εστίαση της κυκλικής οικονομίας είναι η οικονομική ευημερία, ακολουθούμενη από την ποιότητα του περιβάλλοντος, ενώ η κοινωνική πτυχή της βιωσιμότητας (δηλαδή η ανθρώπινη ευημερία) σπάνια διερευνάται. Το επιθυμητό αποτέλεσμα της μετάβασης της κυκλικής οικονομίας είναι να ξεπεραστεί το τρέχον μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης που βασίζεται στη συνεχή ανάπτυξη και την αυξανόμενη διακίνηση πόρων αποσυνδέοντας την οικονομική ανάπτυξη από την περιβαλλοντική πίεση [57].

Η έννοια της κυκλικής οικονομίας έχει συνδυαστεί σε πολλές περιπτώσεις με αυτή της βιοοικονομίας (Bioeconomy, BE), η οποία περιλαμβάνει την παραγωγή ανανεώσιμων βιολογικών πηγών ενέργειας και τη μετατροπή αυτών των πόρων και των αποβλήτων που προκύπτουν από τη χρήση τους σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας, όπως τρόφιμα, ζωοτροφές, προϊόντα με βιολογική βάση και βιοενέργεια [58]. Οι έννοιες της CE και της BE έχουν παρόμοιους στόχους, αλλά κανένας δεν είναι πλήρως μέρος του άλλου ούτε ενσωματώνεται στον άλλο [59]. Έτσι, η κυκλική βιοοικονομία (Circular Bioeconomy, CBE)

ξεχωρίζει ως μια ευκαιρία σύνδεσης της κυκλικής οικονομίας και της βιοοικονομίας (Εικόνα 5).



Εικόνα 5. Περιγραφική απεικόνιση (A) της κυκλικής οικονομίας, (B) της βιοοικονομίας και (Γ) μιας κυκλικής βιοοικονομίας που προκύπτει από τη διασταύρωση μεταξύ των εννοιών της κυκλικής οικονομίας και της βιοοικονομίας [60].

Στην τομή των δύο εννοιών που ορίζει την έννοια της CBE, τρεις συμπληρωματικές απόψεις μπορούν να ανιχνευθούν ως βασικές διεπαφές μεταξύ της BE και της CE. Πρώτον, η αξιοποίηση της βιομάζας ως πόρου. Έτσι, η χρήση των «υποπροϊόντων», των «υπολειμμάτων» και των «αποβλήτων», διατηρεί τα υλικά στην οικονομία για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, κλείνει τους βρόχους υλικών και αυξάνει την παραγωγικότητα των πόρων. Δεύτερον, η διαδοχική χρήση της βιομάζας, δηλαδή η διαδοχική ανακύκλωση ενός υλικού σε άλλον τύπο προϊόντος μετά την αρχική χρήση του. Εδώ, ο κύριος στόχος της κυκλικής βιοοικονομίας είναι η αυξημένη αποδοτικότητα των πόρων και η χαμηλότερη ζήτηση για πρώτες ύλες [61]. Τρίτον, η προσπάθεια για τη δημιουργία μιας πιο βιώσιμης και αποδοτικότερης από πλευράς πόρων κοινωνίας. Από αυτή την άποψη, τόσο η CE όσο και η CBE ελαχιστοποιούν τη χρήση ορυκτών καυσίμων [62]. Εδώ, η CE ενισχύει την αποδοτικότητα των πόρων και των διαδικασιών και υποστηρίζει τη χρήση ανακυκλωμένων υλικών για τη μείωση της ζήτησης για ορυκτό άνθρακα, ενώ η BE υποκαθιστά τον ορυκτό άνθρακα με ανανεώσιμο άνθρακα από βιομάζα [59]. Έτσι, η CBE αναδύεται ως το αποτέλεσμα της επιδίωξης ενός πιο βιώσιμου και αποδοτικότερου κόσμου, παρέχοντας διάφορα κοινωνικά, οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη.

Η ανακύκλωση και άλλες πρακτικές κυκλικής διαχείρισης των απορριμμάτων αποτελούν βασικό μέρος της CBE, όπως αποδεικνύεται από τη βιώσιμη και αποδοτική, από πλευράς πόρων, αξιοποίηση της βιομάζας σε ολοκληρωμένες αλυσίδες παραγωγής (π.χ. βιοδιυλιστήρια) με την ταυτόχρονη χρήση υπολειμμάτων και αποβλήτων. Για παράδειγμα, οι τομείς προϊόντων που σχετίζονται με τα πλαστικά και τα οικοδομικά υλικά έχουν σημαντικές δυνατότητες ανακύκλωσης και διαδοχής. Ωστόσο, οι καθιερωμένες πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων δεν οδηγούν απαραίτητα στην πιο οικονομική ή φιλική προς το περιβάλλον λύση [61].

Η αξιοποίηση της βιομάζας αποτελεί χαρακτηριστικό-κλειδί για τη CBE. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί επαρκώς από τα απόβλητα που παράγονται από την κατανάλωση τροφίμων. Συχνά, οι στρατηγικές για τη διαχείριση αυτών των αποβλήτων είναι στοιχειώδεις και παρέχουν χαμηλή οικονομική και περιβαλλοντική αξία (π.χ. κομποστοποίηση, υγειονομική ταφή, σίτιση ζώων, αποτέφρωση, αναερόβια πέψη). Ωστόσο, τα απόβλητα των τροφίμων περιέχουν πολύτιμες χημικές ουσίες με ένα ευρύ φάσμα πιθανών εμπορικών εφαρμογών. Σε αυτό το πλαίσιο, οι Stone et al. πρότειναν ένα υβριδικό μοντέλο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τις εταιρίες τροφίμων για καθοδήγηση και το οποίο αξιοποιεί τον όγκο και την εποχικότητα των αποβλήτων [63]. Έτσι, για παράδειγμα, στην περίπτωση των απορριμμάτων εσπεριδοειδών, η προβλεπόμενη ανάπτυξη στην αγορά της πηκτίνης (που λαμβάνεται με μια διαδικασία εκχύλισης με τη βοήθεια μικροκυμάτων) υποδηλώνει ότι αυτή θα μπορούσε να γίνει η πιο βιώσιμη στρατηγική σε σύγκριση με τις παραδοσιακές προσεγγίσεις διαχείρισης απορριμμάτων (ζήρανση για ζωοτροφές).

Ενώ, τυπικά, η CBE βασίζεται στη χρήση βιοϋλικών που χαρακτηρίζονται από υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικό άνθρακα, πρέπει να αναφερθεί ότι η πρώτη ύλη μη βιολογικών αποβλήτων παίζει επίσης σημαντικό ρόλο. Για παράδειγμα, η παραγωγή καυσίμων χαμηλών εκπομπών άνθρακα που παράγονται από αυτή την πρώτη ύλη μπορεί να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών άνθρακα [64]. Άλλος τομέας είναι η αξιοποίηση των πλαστικών, όπου περιλαμβάνεται η πυρόλυση πλαστικού υλικού σε συνδυασμό με οργανική ύλη, με τη δυνατότητα παραγωγής άνθρακα, αερίου ή πετρελαίου [65].

Τον Δεκέμβριο του 2017, τα θεσμικά όργανα της ΕΕ κατέληξαν σε προσωρινή συμφωνία με τα κράτη-μέλη σχετικά με τους κρίσιμους νόμους διαχείρισης απορριμμάτων για να επιταχυνθεί η μετάβαση σε μια κυκλική οικονομία στην Ευρώπη, με τα κράτη μέλη να υποχρεούνται να ανακυκλώνουν τουλάχιστον το 55% των αστικών απορριμμάτων τους έως το 2025, το 60% έως το 2030 και 65% έως το 2035 [66]. Αν και η CBE δεν αποτελεί άμεσο στόχο μεταξύ των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals, SDGs) του 2030 του ΟΗΕ, θα πρέπει να θεωρείται ως ένα πολύ σχετικό πολυεπιστημονικό

εργαλείο, με πολύτιμο αντίκτυπο σε τέτοιους στόχους. Το CBE είναι μια σύνθετη έννοια που μπορεί να συμβάλει στην υπεύθυνη κατανάλωση και παραγωγή, ενώ έχει πολυδιάστατο αντίκτυπο σε άλλους SDGs.

3.5 Η βιωσιμότητα στην παραγωγή καταναλωτικών προϊόντων

3.5.1 Βιωσιμότητα κατά τον σχεδιασμό του προϊόντος

Ο σχεδιασμός, σαν έννοια, περιλαμβάνει τη μετατροπή μιας υπάρχουσας κατάστασης σε μια προτιμώμενη κατάσταση. Στο πλαίσιο του σχεδιασμού προϊόντος, μπορεί να αναφέρεται στην απαραίτητη δραστηριότητα που παρέχει ένα προϊόν για να καλύψει μια ανάγκη της αγοράς [67]. Είναι το βασικό στάδιο στο οποίο προσδιορίζεται το 80% των επιπτώσεων βιωσιμότητας για ένα προϊόν [68], ενώ η αντιμετώπιση τυχόν ζητημάτων βιωσιμότητας σε μεταγενέστερα στάδια, όπως η κατασκευή και η χρήση, είναι πολύπλοκη και δαπανηρή [69]. Υπάρχουν πολλές προσεγγίσεις σχεδιασμού και κάθε σχεδιαστής μπορεί να χρησιμοποιήσει ή να αναπτύξει μια προσέγγιση που λειτουργεί για το δικό του περιβάλλον. Ορισμένες εταιρίες έχουν πλαίσια εντός των οποίων αναμένεται να εργαστούν οι εργαζόμενοι, τα οποία έχουν διαπιστωθεί ότι παρέχουν εργασία σε καθορισμένα πρότυπα. Για παράδειγμα, ο πράσινος σχεδιασμός (green design), ο οικολογικός σχεδιασμός (eco-design) και ο συναισθηματικά ανθεκτικός σχεδιασμός (emotionally-durable design) έχουν εμφανιστεί από τη δεκαετία του 1990 για την υποστήριξη της βιωσιμότητας κατά τον σχεδιασμό προϊόντων [70]. Από τις τρεις διαστάσεις της βιωσιμότητας, η περιβαλλοντική διάσταση θεωρείται το κύριο πεδίο εστίασης κατά τον σχεδιασμό προϊόντων, με τον βιώσιμο σχεδιασμό να στοχεύει κυρίως στη μείωση των περιβαλλοντικών αποτυπωμάτων ενός προϊόντος κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του [71]. Ωστόσο, η βιωσιμότητα στον σχεδιασμό προϊόντων έχει σταδιακά επεκταθεί από το επίπεδο του προϊόντος στο επίπεδο του κοινωνικο-τεχνικού συστήματος, το οποίο ενσωματώνει τον σχεδιασμό για συστήματα προϊόντων-υπηρεσιών και την κοινωνική καινοτομία [70].

Η διαδικασία του μικτού σχεδιασμού [72] περιλαμβάνει ένα σύνολο φάσεων: ανάλυση ευκαιριών, ανάλυση απαιτήσεων, σύσταση προδιαγραφών, σχεδίαση εννοιών, ανάλυση συστήματος, πρωτοτύπηση, εκτέλεση δοκιμών, προγραμματισμό της παραγωγής και υλοποίηση ευκαιριών. Κάθε φάση της διαδικασίας μικτού σχεδιασμού συνδέεται με μια αντίστοιχη φάση για να υποδείξει τις σχετικές πτυχές που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Οι φάσεις συνδέονται επίσης με παρακείμενες φάσεις υποδεικνύοντας την επανεξέταση πληροφοριών, ιδεών και αποφάσεων καθώς αναδύονται νέες πληροφορίες. Οι τυπικές διαδικασίες σχεδιασμού δεν ορίζουν ρητά τη βιωσιμότητα ως πρωταρχική δραστηριότητα ή λειτουργία σε διαφορετικά στάδια. Αντίθετα, οι ταξινομήσεις που χρησιμοποιούνται με την περιγραφή του μοντέλου είναι ευρείες και γενικές. Αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί είτε ως όφελος είτε ως κίνδυνος, ανάλογα με το εάν ο συγκεκριμένος σχεδιαστής ή η εταιρία είναι πρόθυμος ή ικανός να εφαρμόσει εκτιμήσεις βιωσιμότητας και εάν διαθέτει τα σχετικά εργαλεία και διαθέσιμους πόρους. Για παράδειγμα, στην ανάλυση απαιτήσεων, θα μπορούσε να αναγνωρισθεί και να αντιμετωπιστεί η ανάγκη για ένα προϊόν, μια υπηρεσία ή ένα σύστημα να αποδίδει σε ένα προκαθορισμένο επίπεδο βιωσιμότητας. Στις προδιαγραφές, αυτά τα επίπεδα μπορούν στη συνέχεια να προσδιοριστούν και να ποσοτικοποιηθούν όπως αρμόζει, για παράδειγμα, διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με τα εθνικά και διεθνή πρότυπα. Στον εννοιολογικό σχεδιασμό, οι ιδέες μπορούν να κριθούν βάσει του κατά πόσο συμμορφώνονται με διάφορα μέτρα βιωσιμότητας, καθορισμένα και υπό δοκιμή, που είναι η αντίστοιχη φάση με τον καθορισμό προδιαγραφών [73].

Με βάση τα παραπάνω, συνάγεται το συμπέρασμα ότι ένα μοντέλο σχεδιασμού που χαρακτηρίζει τον διαδικαστικό σχεδιασμό μπορεί εύκολα να ακολουθηθεί για την αντιμετώπιση θεμάτων βιωσιμότητας και εκτιμήσεων σε κάθε φάση. Ωστόσο, είναι επίσης

σαφές ότι η προσοχή που δίνεται σε ένα συγκεκριμένο σύνολο εκτιμήσεων εξαρτάται από την κρίση και την εμπειρία του σχεδιαστή. Είναι πιθανό μια ομάδα σχεδιασμού που ακολουθεί μια τέτοια διαδικασία να παραλείπει θέματα σχετικά με τη βιωσιμότητα. Τα στρατηγικά πλαίσια υψηλού επιπέδου συχνά αποτυγχάνουν να παρέχουν λεπτομέρειες που σχετίζονται με κάθε φάση μιας διαδικασίας σχεδιασμού, όπου απαιτούνται ειδικές λίστες ελέγχου, ανάλογα με την εφαρμογή. Αυτές οι λίστες ελέγχου και οι διαδικασίες δηλώνουν πάντα ρητά τις απαιτήσεις για τήρηση των αρχών βιωσιμότητας, αν και συχνά καθοδηγούνται από απαιτήσεις συμμόρφωσης με τα εθνικά και διεθνή πρότυπα [73].

3.5.2 Βιωσιμότητα κατά την ανάπτυξη του προϊόντος

Για τον όρο «βιώσιμο προϊόν» υπάρχουν αρκετοί διαφορετικοί ορισμοί. Μια γενική περιγραφή δόθηκε στο τέλος του προηγούμενου Κεφαλαίου. Σύμφωνα με τη Ljungberg, ένα βιώσιμο προϊόν «είναι ένα προϊόν που θα έχει όσο το δυνατόν μικρότερο αντίκτυπο στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του» [74]. Δεδομένου ότι ο αντίκτυπος ενός προϊόντος δεν μπορεί να είναι μηδενικός, αυτός ο ορισμός καταλήγει στη σχετική θεώρηση της βιωσιμότητας. Έτσι, ορισμένα προϊόντα θα είναι λιγότερο βιώσιμα από άλλα. Ωστόσο, η Ljungberg εστιάζει αποκλειστικά στην περιβαλλοντική διάσταση της βιωσιμότητας. Ένας πιο ολοκληρωμένος ορισμός παρέχεται από τους Seuring & Müller, οι οποίοι επικεντρώνονται επίσης στην κοινωνική διάσταση ενός προϊόντος καθώς και στην επιτυχία του προϊόντος στην αγορά: «βιώσιμα προϊόντα είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για την κατανόηση όλων των ειδών προϊόντων που έχουν ή στοχεύουν σε βελτιωμένη περιβαλλοντική και κοινωνική ποιότητα, με απώτερο στόχο την ικανοποίηση των πελατών και την απόκτηση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος στην αγορά» [75].

Έτσι, ένα βιώσιμο προϊόν διαθέτει ανώτερη περιβαλλοντική και κοινωνική απόδοση σε σύγκριση με ένα παρόμοιο προϊόν που είναι διαθέσιμο στην αγορά. Επιπλέον, η διατύπωση «βελτιωμένη περιβαλλοντική και κοινωνική ποιότητα» συνεπάγεται την υπέρβαση της απλής βελτιστοποίησης των υπάρχοντων προϊόντων. Γίνεται επίσης κατανοητό ότι ενσωματώνει την ιδέα της «βελτίωσης της ευημερίας της φύσης και του πολιτισμού» μέσω του έξυπνου σχεδιασμού προϊόντων. Για τον όρο «βιώσιμη ανάπτυξη προϊόντων», υπάρχουν επίσης ποικίλοι ορισμοί. Ο ορισμός της βιώσιμης ανάπτυξης προϊόντων από τους Otto & Wood αναφέρεται σε «ολόκληρο το σύνολο των δραστηριοτήτων που απαιτούνται για να έρθει ένα πιο βιώσιμο προϊόν στην αγορά» [76].

Ως εκ τούτου, η βιώσιμη ανάπτυξη προϊόντων οριοθετείται επίσης από προηγούμενες προσεγγίσεις, όπως ο οικολογικός σχεδιασμός, οι οποίες επικεντρώνονται σε σταδιακές βελτιώσεις σε μεμονωμένα προϊόντα [77]. Ωστόσο, η βιώσιμη ανάπτυξη προϊόντων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη ολόκληρη την αλυσίδα εφοδιασμού, καθώς και τις κοινωνικές πτυχές της βιωσιμότητας, προκειμένου να επιτευχθεί μια πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση της βιώσιμης ανάπτυξης προϊόντων.

3.5.3 Ανάλυση κύκλου ζωής (Life-Cycle Assessment, LCA)

Η ανάλυση του κύκλου ζωής (Life-Cycle Assessment, LCA) είναι ένα αποτελεσματικό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με ένα προϊόν, μια διαδικασία ή μια υπηρεσία κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου ζωής του (π.χ., από το λίκνο στον τάφο, “cradle-to-grave”). Η έννοια του LCA εισήχθη στις αρχές της δεκαετίας του 1880 από έναν οικονομολόγο, τον Patrick Geddes, ο οποίος πρότεινε βελτιώσεις στην απόδοση του κύκλου ζωής του κάρβουνου ως πηγή ενέργειας [78]. Στα πρώιμα στάδια, το επίκεντρο της ανάλυσης του κύκλου ζωής ήταν το ενεργειακό ισοζύγιο, η τεχνολογία και η εξάρτηση της κοινωνίας από εναλλακτικές πηγές ενέργειας όπως η πυρηνική ενέργεια. Αργότερα, η μεθοδολογία LCA τυποποιήθηκε και

αναπτύχθηκε γρήγορα ως πρακτική ρουτίνας μέσω της σειράς προτύπων περιβάλλοντος του Διεθνούς Οργανισμού Προτύπων (International Standards Organization, ISO) [79], [80], [81]. Πλέον, το LCA θεωρείται ως ένα εργαλείο που μετρά τις μεταβαλλόμενες εισροές και εκροές οποιουδήποτε καταναλωτικού προϊόντος, κτιρίων, συσκευασιών κ.λπ. Η αξία του LCA διαφαίνεται από το γεγονός ότι αποτελεί πια μέρος της βιώσιμης διαδικασίας λήψης αποφάσεων παγκόσμια αναγνωρισμένων πολυεθνικών εταιριών όπως η Toyota. Το αρχικό βήμα δράσης σε τέτοιες εταιρίες είναι η ανάπτυξη μιας βιώσιμης εταιρικής στρατηγικής που διευκρινίζει συγκεκριμένες επιχειρηματικές περιπτώσεις για βιώσιμη ανάπτυξη. Ο προσδιορισμός των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του κύκλου ζωής των προϊόντων και των υπηρεσιών της εταιρίας θα οδηγήσει σε πιο βιώσιμα προϊόντα και υπηρεσίες [82].

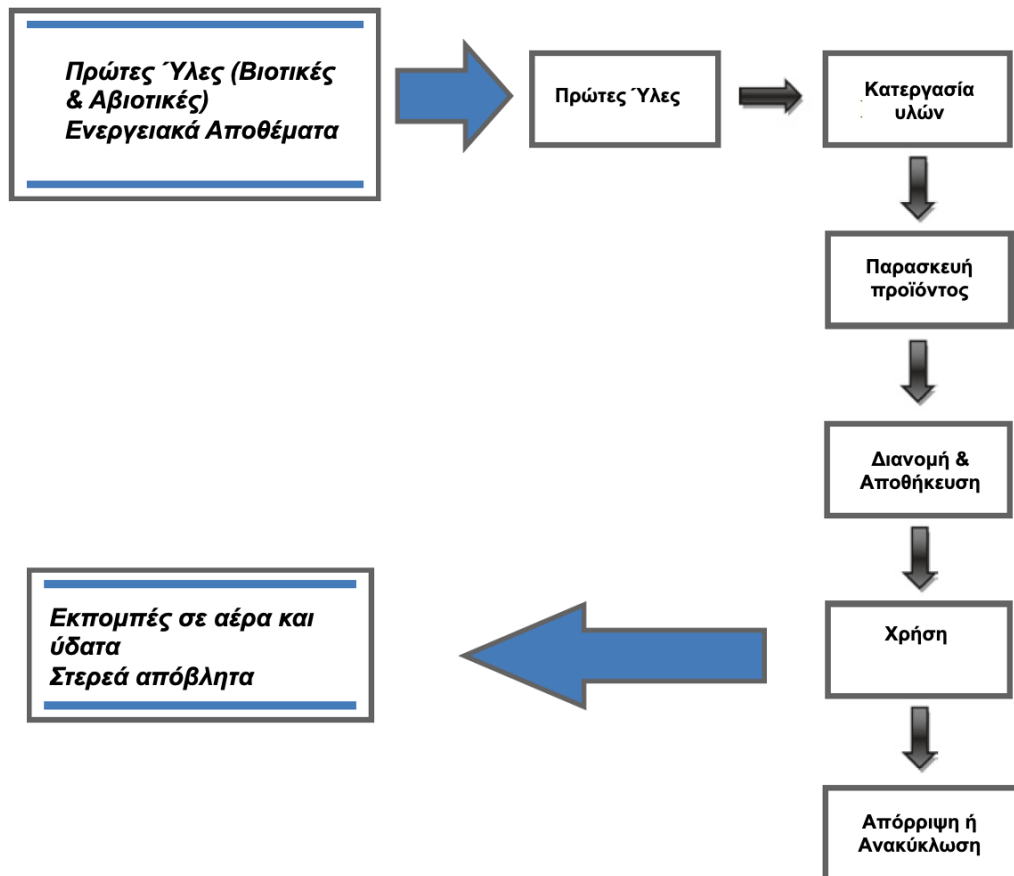
Η ανάλυση του κύκλου ζωής (LCA) είναι μια μεθοδολογία που λειτουργεί ως εργαλείο για την ποιοτική αξιολόγηση υλικών, ροών ενέργειας και περιβαλλοντικών επιπτώσεων που σχετίζονται με υλικά και διαδικασίες. Χρησιμοποιείται για τη συστηματική εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κάθε υλικού και διεργασίας. Το LCA είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση διαφορετικών παραμέτρων, π.χ. των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (Greenhouse Gases, GHG), που σχετίζονται με την παρασκευή ενός προϊόντος και τις επιπτώσεις του καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του, από την εξαγωγή των ακατέργαστων πρώτων υλών, την κατασκευή, την κατανάλωση μέχρι την απόρριψη. Οι αναλύσεις του κύκλου ζωής σχετίζονται επίσης με την αξιολόγηση της ενέργειας και των υλικών που χρησιμοποιούνται και εκείνων που απορρίπτονται στο περιβάλλον κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής του προϊόντος. Το τεχνικό πλαίσιο του LCA αποτελείται από τέσσερα βασικά στοιχεία που παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάλυση και τα οποία είναι αλληλένδετα καθ' όλη τη διάρκεια της διαδικασίας και σύμφωνα με την ορολογία του ISO. Η μεθοδολογία LCA αποτελείται από τέσσερα στάδια: (i) ορισμός στόχου και πεδίου εφαρμογής, (ii) ανάλυση απογραφής κύκλου ζωής (Life-Cycle Inventory, LCI), (iii) εκτίμηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής και (iv) ερμηνεία του κύκλου ζωής.

Ο ορισμός του στόχου και του πεδίου εφαρμογής του LCA καθορίζει τη λειτουργική μονάδα που συνήθως εστιάζει στις πιο σημαντικές κατηγορίες επιπτώσεων, τα όρια του συστήματος και τα κριτήρια ποιότητας για τα απογραφικά δεδομένα. Συνήθη παραδείγματα περιβαλλοντικών δεικτών LCA είναι τα ακόλουθα [82]:

- ✓ Χρήση ξηράς και υδάτων: Η χρήση της έκτασης γης που καταλαμβάνεται για ανοικοδόμηση, δασοκομία και γεωργικές παραγωγικές διαδικασίες και η καθαρή και η συνολική χρήση ύδατος για τις παραπάνω διεργασίες.
- ✓ Στερεά απόβλητα: Η καθαρή και η συνολική παραγωγή στερεών αποβλήτων για τις παραπάνω διεργασίες.
- ✓ Φυσικοί πόροι: Η ενέργεια που απαιτείται στις διεργασίες εξόρυξης καυσίμων, μετάλλων, κ.τ.λ.
- ✓ Υπερθέρμανση του πλανήτη: Η αλλαγή του κλίματος λόγω αύξησης των εκπομπών GHG, όπως διοξείδιο του άνθρακα (Carbon dioxide, CO₂), μεθάνιο, κ.τ.λ.
- ✓ Φωτοχημική οξείδωση: Η εκτίμηση του δυναμικού φωτοχημικής αιθαλομίχλης που σχηματίζεται λόγω της αντίδρασης μεταξύ του ηλιακού φωτός και ορισμένων αερίων, όπως τα οξείδια του αζώτου, στην ατμόσφαιρα.
- ✓ Ευτροφισμός: Η απελευθέρωση θρεπτικών συστατικών, όπως άζωτο και φώσφορος, από τα λιπάσματα στις υδάτινες πηγές και η αύξηση των φυκών και άλλων υδρόβιων φυτών.

Η ανάλυση LCI σχετίζεται με τη συγκέντρωση και την επεξεργασία δεδομένων σχετικών με τις ροές υλικών και ενέργειας κατά τη διάρκεια διαφόρων σταδίων του κύκλου ζωής του προϊόντος. Στην εκτίμηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των διαφόρων ροών υλικών και ενέργειας αποδίδονται σε διαφορετικές

κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Τέλος, η ερμηνεία του κύκλου ζωής περιλαμβάνει την ερμηνεία των αποτελεσμάτων και από τα δύο, την ανάλυση LCI και την εκτίμηση των επιπτώσεων του κύκλου ζωής. Περιλαμβάνει τον εντοπισμό σημαντικών θεμάτων καθώς και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, τα οποία βασίζονται στα δεδομένα που συλλέγονται. Ο ISO έχει ορίσει το LCA ως «μία συγκέντρωση και αξιολόγηση των εισροών, των εκροών και των πιθανών περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός συστήματος προϊόντος σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του» (Εικόνα 6).

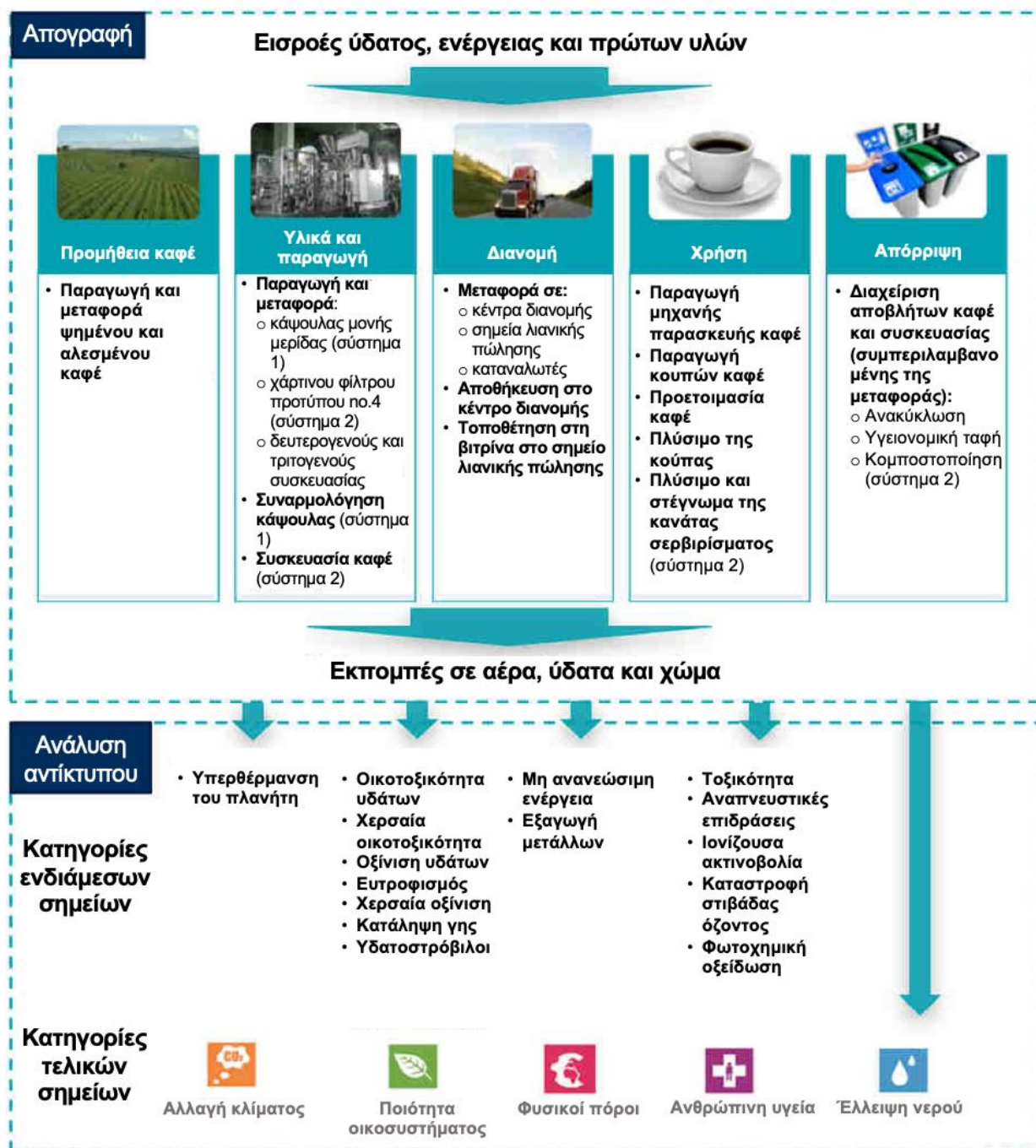


Εικόνα 6. Η ιδέα του συστήματος ανάλυσης του κύκλου ζωής (LCA) ενός προϊόντος [83].

Η ανάπτυξη ενός LCA αποτελείται από πολλά στάδια. Αρχικά, ορίζεται ο στόχος και το πεδίο εφαρμογής. Το δεύτερο βήμα είναι η οριοθέτηση, κατά την οποία τίθενται τα όρια του συστήματος και περιγράφονται οι διάφορες διαδικασίες. Στη συνέχεια, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθεμιάς από αυτές τις διαδικασίες προσδιορίζονται χρησιμοποιώντας μια συγκεκριμένη μέθοδο ανάλυσης. Τέλος, ερμηνεύονται τα αποτελέσματα, αξιολογούνται οι παραδοχές και εξαγονται συμπεράσματα.

Κατά την ανάγνωση και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων ενός LCA, είναι επομένως σημαντικό να γνωρίζουμε ποια όρια συστήματος χρησιμοποιήθηκαν, πώς περιγράφηκαν οι διαδικασίες, ποια βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε, ποια μέθοδος ανάλυσης εφαρμόστηκε και ποιες υποθέσεις έγιναν. Για παράδειγμα, δεν είναι δυνατό να συγκριθούν συνδυασμοί προϊόντος-συσκευασίας από διαφορετικά LCA, χωρίς πρώτα να συγκριθούν οι προαναφερθείσες πτυχές. Δεν είναι εύκολο να συνταχθεί ένα πλήρες LCA, αλλά υπάρχουν αρκετοί φορείς που ειδικεύονται σε αυτό. Ένα παράδειγμα του κύκλου ζωής ενός προϊόντος (παρασκευή καφέ με χρήση κάψουλας μονής μερίδας ή χύμα καφέ) από την εκχύλιση και την επεξεργασία όλων των πρώτων υλών έως τη διαχείριση του προϊόντος και του

συστήματος συσκευασίας του, καθώς και των τελικών σημείων αξιολόγησης σε ένα πλήρες LCA παρουσιάζονται στην Εικόνα 7.



Εικόνα 7. Σύνοψη του κύκλου ζωής μιας μερίδας καφέ και της μεθόδου IMPACT 2002+ vQ2.21 για την ανάλυση αντίκτυπου του κύκλου ζωής (LCA) [84].

3.6 Χαρακτηριστικά βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων

3.6.1 Συστατικά υλικά

3.6.1.1 Βιωσιμότητα πρώτων υλών και προϊόντων

Ένα τεχνικό προϊόν κατασκευάζεται συνήθως από ένα ή περισσότερα πρωτογενή υλικά. Η βιωσιμότητα ενός συγκεκριμένου προϊόντος εξαρτάται κυρίως από το υλικό ή τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του ίδιου του προϊόντος ή κατά τη διάρκεια της ζωής του σύμφωνα, π.χ., με την ανάλυση κύκλου ζωής. Ο κύκλος ζωής ενός προϊόντος, συνίσταται από διάφορα στάδια, όπως η εξαγωγή των πρώτων υλών, η κατασκευή, η συσκευασία, η μεταφορά, η χρήση και η απόρριψη του προϊόντος. Όλα αυτά τα στάδια θα δώσουν μια ορισμένη περιβαλλοντική επίπτωση, η οποία προκαλείται κυρίως από τα υλικά που εμπλέκονται στα διάφορα στάδια [85]. Ως εκ τούτου, η επιλογή των υλικών για ένα συγκεκριμένο προϊόν είναι ζωτικής σημασίας, με τα πρωτογενή υλικά να καθορίζουν τη χρήση των φυσικών πόρων καθώς και την ποσότητα ενέργειας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή και τη χρήση του προϊόντος [86]. Η παραγωγή προϊόντων περιλαμβάνει συνήθως τη χρήση χημικών ουσιών, όπως υγρών κοπής κατά τη μηχανική κατεργασία, βοηθημάτων καθαρισμού, βαφών, κ.λπ. Η τεχνική διάρκεια ζωής, η συντήρηση, το σέρβις και η επισκευή ενός προϊόντος είναι άλλα παραδείγματα χαρακτηριστικών που συνήθως εξαρτώνται από τα υλικά από τα οποία συνίσταται ένα προϊόν.

Η χρήση ανανεώσιμων υλικών, όπως το ξύλο, έναντι μη ανανεώσιμων, όπως το πλαστικό, είναι επίσης σημαντικό να ληφθεί υπόψη κατά την ανάπτυξη προϊόντων. Τα ανανεώσιμα υλικά είναι υλικά τα οποία σε σύντομο χρονικό διάστημα μπορούν να σχηματιστούν ξανά στη φύση και να έχουν καθόλου ή πολύ μικρή επίδραση στο περιβάλλον. Εάν, π.χ., ένα δέντρο κοπεί, χρησιμοποιηθεί σε ένα προϊόν και καεί και στη συνέχεια φυτευτεί ένα νέο δέντρο, το νέο αναπτυσσόμενο δέντρο μπορεί να δεσμεύσει το διοξείδιο του άνθρακα που σχηματίζεται όταν το παλιό δέντρο καίγεται. Εάν η στάχτη, που περιέχει μέταλλα και λιπάσματα, μεταφερθεί πίσω στη γη, το νέο δέντρο θα χρησιμοποιήσει τη στάχτη κατά την ανάπτυξή του. Αυτό είναι ένα παράδειγμα του κύκλου ζωής ενός ανανεώσιμου υλικού. Από την άλλη, ένα πολυμερές κατασκευασμένο από ακατέργαστο πετρέλαιο είναι ένα παράδειγμα μη ανανεώσιμου υλικού. Ο όρος «ανανεώσιμη πηγή» χρησιμοποιείται συνήθως για οργανικά υλικά.

Η επιλογή του υλικού βασίζεται σε τεχνικά χαρακτηριστικά όπως η τιμή, η αντοχή του υλικού, η σταθερότητα στη θερμοκρασία, η πυκνότητα, η σκληρότητα κ.λπ. [87]. Ωστόσο, για μια επιτυχημένη ανάπτυξη προϊόντος, οι τεχνικές ή φυσικές απαιτήσεις δεν επαρκούν. Παράγοντες όπως η δημοφιλία, η μόδα, οι πολιτιστικές πτυχές κ.λπ. πρέπει επίσης να λαμβάνονται υπόψη κατά την ανάπτυξη βιώσιμων προϊόντων [88]. Για παράδειγμα, τα ρούχα από συνθετικές ίνες είναι συχνά πιο εύκολο να καθαριστούν και να διατηρηθούν ατσαλάκωτα, αλλά τα φυσικά υλικά είναι γενικά πιο δημοφιλή. Τα ξύλινα δάπεδα είναι πιο δημοφιλή για ορισμένους ανθρώπους, ακόμη και αν τα δάπεδα από σκυρόδεμα είναι πιο ανθεκτικά στη φθορά. Σε κάθε περίπτωση, η επιλογή υλικών για βιώσιμα προϊόντα βασίζεται κυρίως στον τελικό αντίκτυπο στη φύση καθώς και στις απαιτήσεις της αγοράς και σε οικονομικούς παράγοντες.

Οι εκτιμήσεις των ειδικών κάνουν λόγο για περισσότερα από 100.000 διαφορετικά είδη εμπορικών υλικών στην αγορά εάν συμπεριληφθούν όλες οι παραλλαγές στη σύνθεση, την ανάμειξη, τη θερμική επεξεργασία κ.λπ. Έτσι, η κατηγοριοποίηση των υλικών σε ομάδες είναι ένας τρόπος για να απλοποιηθεί η επιλογή καθώς και να δοθεί μια επισκόπηση των ιδιοτήτων και της βιωσιμότητας. Τα δομικά υλικά για τα κανταναλωτικά προϊόντα μπορούν να χωριστούν σε έξι ομάδες: μέταλλα, κεραμικά, συνθετικά πολυμερή, φυσικά οργανικά υλικά, φυσικά ανόργανα υλικά και σύνθετα υλικά. Αυτές οι ομάδες καλύπτουν πιθανώς περισσότερο από το 99% όλων των υλικών που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή καταναλωτικών αγαθών. Η Ljungberg σε εργασία της αναλύει και βαθμολογεί τα παραπάνω

υλικά βάσει της βιωσιμότητάς τους, δίνοντάς τους βαθμολογία που κυμαίνεται μεταξύ 1 για τα λιγότερο βιώσιμα -βάσει ιδιοτήτων- υλικά και 3 για τα πιο βιώσιμα υλικά [89].

Μέταλλα

Τα μέταλλα είναι συνήθως φθηνά και ανακυκλώνονται εύκολα σε νέα προϊόντα με εκ νέου τήξη. Μειονεκτήματα αποτελούν από τη μία το τυπικά υψηλό βάρος (πυκνότητα) πολλών μετάλλων, όπως ο χάλυβας και τα κράματα χαλκού, που μπορεί να απαιτεί ενεργοβόρες μεταφορές, και από την άλλη η ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την εκ νέου τήξη λόγω των τυπικά υψηλών σημείων τήξης των μετάλλων, γενικά. Η αντοχή στη διάβρωση, ειδικά για τον χάλυβα, είναι επίσης χαμηλή. Η προστασία από τη διάβρωση συχνά χρειάζεται περισσότερο ή λιγότερο τοξικές χημικές επεξεργασίες ή βαφές. Το αλουμίνιο και τα κράματά του είναι από την άλλη ένα κοινό παράδειγμα ενός αρκετά ανθεκτικού στη διάβρωση μετάλλου, το οποίο είναι επίσης ελαφρύ, ισχυρό και εύκολα ανακυκλώσιμο λόγω του χαμηλού σημείου τήξης του (περίπου 600 °C). Η βιωσιμότητα δίνει γενικά τους βαθμούς 2–3 ανάλογα με χαρακτηριστικά όπως η θερμοκρασία τήξης (οι υψηλές θερμοκρασίες τήξης οδηγούν σε υψηλή κατανάλωση ενέργειας για τήξη) και την τοξικότητα από το ίδιο το υλικό ή από τις διαδικασίες εξαγωγής του. Τα τοξικά μέταλλα ακόμη και σε λεπτές στρώσεις ή σε κράματα δίνουν συνήθως τον βαθμό 1.

Κεραμικά

Τα κεραμικά είναι συνήθως ελαφριά και μη τοξικά υλικά. Η πρώτη ύλη είναι ο πηλός για τα παραδοσιακά κεραμικά και καθαρά οξειδία, νιτρίδια ή καρβίδια για τα προηγμένα κεραμικά. Είναι ταυτόχρονα σκληρά και ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες και στη διάβρωση, αλλά και εύθραυστα. Τα κεραμικά σπάνια ανακυκλώνονται σε νέα προϊόντα λόγω της απαίτησης για σύνθλιψη, λείανση και εκ νέου καύση, η οποία είναι συνήθως πιο δαπανηρή και απαιτεί περισσότερη ενέργεια από την παραγωγή προϊόντων χρησιμοποιώντας νέα πρώτη ύλη. Τα χρησιμοποιημένα προϊόντα μπορούν, ωστόσο, να θρυμματιστούν και να χρησιμοποιηθούν ως πληρωτικά υλικά κατά την κατασκευή νέων κεραμικών προϊόντων. Η βαθμολογία βιωσιμότητας είναι συνήθως 3 για υλικά που βασίζονται σε φυσικό άργιλο και 2 για υλικά που περιέχουν τοξικά συστατικά ή κάποια προηγμένα κεραμικά όπως ίνες, τα οποία ενδέχεται να έχουν υψηλότερο περιβαλλοντικό αντίκτυπο λόγω της διαδικασίας κατασκευής τους.

Συνθετικά πολυμερή

Τα συνθετικά πολυμερή ή πλαστικά και το καουτσούκ παρασκευάζονται γενικά από ακατέργαστο πετρέλαιο. Ωστόσο, πολλά πολυμερή μπορούν να κατασκευαστούν από φυσικά οργανικά υλικά όπως το ξύλο. Στην περίπτωση που το πολυμερές με βάση το πετρέλαιο ανακυκλώνεται μέσω καύσης, τότε το υλικό δεν είναι ανανεώσιμο, γιατί η ποσότητα του πετρελαίου είναι περιορισμένη. Πολυμερή, όπως το πολυαιθυλένιο, μπορούν εύκολα να καούν μεμονωμένα ή μαζί με άλλα υλικά, όπως χαρτί, με τον σχηματισμό CO₂ και νερού. Ορισμένα πολυμερή, ειδικά αυτά που περιέχουν αλογόνα, όπως το τεφλόν και το πολυβινυλοχλωρίδιο, είναι αρκετά επιβλαβή κατά την καύση λόγω των τοξικών αναθυμιάσεων που παράγουν. Εδώ συνιστάται η εκ νέου τήξη. Λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών τήξης για τα θερμοπλαστικά πολυμερή (συνήθως περίπου 200 °C) σε σύγκριση με αυτές για τα περισσότερα μέταλλα, η κατανάλωση ενέργειας είναι αρκετά χαμηλή. Η ελεγχόμενη καύση με επακόλουθο καθαρισμό είναι άλλη μια πιθανή διαδικασία ανακύκλωσης. Θερμοσκληρυνόμενα πλαστικά και καουτσούκ είναι παραδείγματα πολυμερών που δεν μπορούν να υποβληθούν σε εκ νέου τήξη, επομένως η εναπόθεση ή η χρήση ως πληρωτικών ή η χημική διάσπαση συνιστώνται για ανακύκλωση. Οι βαθμολογίες

βιωσιμότητας ποικίλλουν από 1 για τα τοξικά (π.χ. πολυμερή που περιέχουν αλογόνο) και μη ανανεώσιμα υλικά, έως 3 για τα πολυμερή με βάση φυσικές οργανικές πρώτες ύλες.

Φυσικά οργανικά υλικά

Τα φυσικά οργανικά υλικά όπως το ξύλο και το βαμβάκι είναι δημοφιλή υλικά σε διάφορες μορφές. Η ανακύκλωση μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί με τη μορφή ανακύκλωσης ενέργειας π.χ. σε θερμοηλεκτρικούς σταθμούς για την παραγωγή θερμότητας. Το CO₂ που απελευθερώνεται με την καύση δεσμεύεται εδώ απευθείας από τα αναπτυσσόμενα φυτά και δέντρα, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητά του στην ατμόσφαιρα να μην αυξάνεται. Ως εκ τούτου, αυτά τα υλικά είναι συνήθως ανανεώσιμα. Ωστόσο, ο χρωματισμός και ο εμπότισμός για να αποφευχθεί η θραύση μπορεί να είναι αρκετά τοξικά και να προκαλέσουν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις μετά την καύση τους. Η βαθμολογία βιωσιμότητας είναι συνήθως 3 αλλά για τα εμποτισμένα υλικά μπορεί να πέσει στο 2 (ή ακόμα και στο 1).

Φυσικά ανόργανα υλικά

Φυσικά ανόργανα υλικά όπως πέτρες, λίθοι ή διάφορα ορυκτά έχουν γενικά παρόμοιες ιδιότητες με τα συνθετικά κεραμικά. Επομένως, η τυπική βαθμολογία βιωσιμότητας θα είναι 3 εάν δεν εμπλέκονται τοξικά ή ραδιενεργά στοιχεία.

Σύνθετα υλικά

Τα σύνθετα υλικά έχουν γίνει όλο και πιο δημοφιλή τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερα με τη μορφή κεραμικών ινών αναμεμιγμένων σε πλαστική ρητίνη. Εάν αυτά τα υλικά μπορούν να υποβληθούν σε καύση ως μέθοδο ανακύκλωσης χωρίς τον σχηματισμό τοξικών ουσιών, η βαθμολογία βιωσιμότητας μπορεί να είναι ακόμα και 3 αν τα υλικά είναι ανανεώσιμα. Ωστόσο, τα σύνθετα υλικά γενικά δεν είναι ανανεώσιμα και η δυσκολία διαχωρισμού των διαφορετικών υλικών που τα συνιστούν καθιστούν αυτά τα υλικά αρκετά μη βιώσιμα, δίνοντας τους βαθμολογία 1 ή 2 για τη βιωσιμότητα.

3.6.1.2 Υλικά βιολογικής βάσης

Τα υλικά με βιολογική βάση (χημικές ουσίες, υλικά και ενέργεια/ καύσιμα) είναι είτε αποκλειστικά είτε μερικά παράγωγα πηγών βιολογικής προέλευσης (εκτός των ορυκτών) που αναδεικνύονται ως βιώσιμες εναλλακτικές με χαμηλότερα περιβαλλοντικά αποτυπώματα συγκριτικά με τις υφιστάμενες επιλογές με βάση τα ορυκτά. Διάφορα υλικά βιολογικής βάσης με πιθανά πλεονεκτήματα που επιλέγονται για την κατασκευή καταναλωτικών προϊόντων αναφέρονται στον Πίνακα 4.

Πίνακας 4. Κατάλογος επιλεγμένων προϊόντων βιολογικής βάσης που έχουν εισαχθεί στην αγορά καταναλωτικών προϊόντων [90].

Χημικές Ουσίες Βιολογικής Βάσης	Υλικά Βιολογικής Βάσης
Μεθανόλη	Αιθυλένιο (από αιθανόλη)
Μυρμηκικό οξύ	Προπυλένιο
Αιθυλενοξειδίο	Πολυγαλακτικό οξύ
Μονο-αιθυλενογλυκόλη	Πολυδροξυ αλκανοϊκά
Οξικό οξύ	Παράγωγα ακρυλικού οξέος
Προπανάλη	Τετραϋδροφουράνιο

Ισοπροπονόλη	Ισοπρένιο
1,2-Προπανοδιόλη	Μεθακρυλικός μεθυλεστέρας
1,3-Προπανοδιόλη	Αδιπικό οξύ (Nylon 6,6)
Ακετόνη	Φυσικό καουτσούκ
Επιχλωροϋδρίνη	Ίνες κυτταρίνης
Γαλακτικό οξύ	Νανοκυτταρίνη
Μηλονικό οξύ	Βιοσύνθετα υλικά
η-βουτανόλη	Βιοσυγκολλητικά υλικά
ισοβουτανόλη	
1,4-βουτανοδιόλη	
Οξικός αιθυλεστέρας	
Κροτοναλδεΐδη	
Ηλεκτρικό οξύ	
Γαλακτικός αιθυλεστέρας	
Λεβουλικό οξύ	
Ξυλιτόλη	
Φουρφουράλη	
Ιτακονικό οξύ	
Σορβιτόλη	
2,5-φουρανο-δικαρβοξυλικό οξύ	
Λυσίνη	
Κιτρικό οξύ	

Βιοπλαστικά

Δεδομένων των μειονεκτημάτων των παραδοσιακών πλαστικών, υπάρχει μια αυξανόμενη ζήτηση για την παραγωγή και χρήση οικολογικών πλαστικών, δηλαδή πλαστικών με βιολογική βάση και βιοδιασπώμενων πλαστικών για την υποστήριξη της βιώσιμης ανάπτυξης. Το πολυγαλακτικό οξύ/ πολυλακτίδιο (PLA) είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα βιοπλαστικά, τα οποία είναι ανάλογα με τα συμβατικά πλαστικά όπως το πολυαιθυλένιο, το πολυπροπυλένιο και το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο. Το PLA παράγεται μέσω ζύμωσης φυτικού αμύλου προερχόμενου από καλαμπόκι, σιτάρι, μανιόκα και ζαχαροκάλαμο και πολυμερισμού [91]. Το PLA έχει υψηλή δομική σταθερότητα με αυξημένη διαύγεια και χρησιμοποιείται στη βιομηχανία των τροφίμων για την παρασκευή συσκευασιών για ευπαθή τρόφιμα. Τα πολυ-υδροξυαλκανοϊκά (Polyhydroxyalkanoates, PHAs) ανήκουν επίσης στους αλειφατικούς πολυεστέρες που παράγονται από πολλά βακτήρια και αρχαία [92]. Το πολύ-υδροξυβουτυρικό (Polyhydroxybutyrate, PHB) είναι επίσης ένα βιοδιασπώμενο και βιοσυμβατό πλαστικό με εκτεταμένο εύρος εφαρμογών στη βιομηχανία, την ιατρική και τη γεωργία [93].

Ίνες κυτταρίνης

Η κυτταρίνη είναι ένα φυσικό πολυμερές υψηλού μοριακού βάρους, που περιέχει επιμήκεις μονάδες D-γλυκόζης με β-1,4-γλυκοσιδικό συνδετικό δεσμό και δρα ως υποστηρικτική δομή στα φυτά. Οι ίνες κυτταρίνης σε συνδυασμό με πολυμερή ή πλαστικά έχουν ως αποτέλεσμα τον σχηματισμό βιοσύνθετων υλικών και πλαστικών ενισχυμένων με ίνες. Οι ίνες κυτταρίνης παρέχουν σταθερότητα διαστάσεων, όγκο κενού, απορροφητική ικανότητα, αντοχή σε εφελκυσμό και μείωση του συντελεστή ελαστικότητας. Επιπλέον, η κυτταρίνη έχει σημαντικές εφαρμογές στον φαρμακευτικό τομέα σε λιπαντικά, αποσαθρωτικά, αραιωτικά και συνδετικά προϊόντα. Πρόσφατα, αποπολυμερισμένες μορφές κυτταρίνης, όπως η μικροκρυσταλλική κυτταρίνη, έρχονται στο προσκήνιο λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων και εφαρμογών τους. Η μικροκρυσταλλική κυτταρίνη χρησιμοποιείται

ως έκδοχο, συνδετικό και προσρροφητικό στη φαρμακοβιομηχανία [94] και επίσης ως αντιπηκτικό, σταθεροποιητικό, υποκατάστατο λίπους, πρόσθετο και γαλακτωματοποιητικό στη βιομηχανία τροφίμων. Η ναοκρυσταλλική κυτταρίνη έχει λάβει μεγάλη προσοχή τα τελευταία χρόνια και έχει αναδειχθεί ως ένα βιώσιμο και ασφαλές ναουλικό, λόγω των μοναδικών ιδιοτήτων της, συμπεριλαμβανομένης της χαμηλής πυκνότητας, της θερμικής σταθερότητας, της υψηλής ελαστικότητας και της οπτικής διαύγειας [95]. Βάσει των παραπάνω, αποτελεί υποσχόμενο υλικό για εφαρμογή ως μηχανικό και λειτουργικό υλικό σε χαρτιά, χρώματα, βιοϊατρικές συσκευές, ηλεκτρονικούς αισθητήρες, συσκευασίες κ.ά.

Βιοσύνθετα υλικά

Τα σύνθετα υλικά με βιολογική βάση βρίσκουν εφαρμογή στον τομέα της βιομηχανίας αυτοκινήτων, της κατασκευαστικής βιομηχανίας και των πλαισίων ηλεκτρονικών συσκευών [96]. Η αναδυόμενη τάση προς την παραγωγή και τη χρήση βιοπλαστικών, ρητινών με βιολογική βάση και ινωδών υλικών για την παρασκευή σύνθετων υλικών οδήγησε σε σημαντική βελτίωση της ποιότητας και της δυνατότητας εφαρμογής των βιοσύνθετων υλικών. Διάφορα υλικά χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοσύνθετων, όπως ξύλινα καταστρώματα, ηχοαπορροφητικά ξύλινα υλικά, κουφώματα παραθύρων, διακοσμητικές επενδύσεις, πάνελ αυτοκινήτων και καταναλωτικά αγαθά.

Βιοσυγκολλητικά υλικά

Συνήθως, τα βιοσυγκολλητικά υλικά είναι οι φυσικές εκδοχές των πολυμερών που χρησιμεύουν ως συγκολλητικά. Μερικά υλικά, όπως τα κόμμεα που παράγονται από βιογενή σάκχαρα και το συνθετικό υλικό που προορίζεται για δέσμευση σε βιολογικό ιστό θεωρούνται επίσης ως βιοσυγκολλητικά. Οι συμβατικές κόλλες είναι βιοσυγκολλητικές ουσίες, που αποτελούνται κυρίως από πρωτεΐνες (ζελατίνη) και υδατάνθρακες (άμυλο). Λόγω των δυσμενών επιπτώσεων των χημικών συγκολλητικών για το περιβάλλον, την υγεία και την ασφάλεια, όπως οι εκπομπές πτητικών οργανικών ενώσεων, το κόστος και η δυσκολία ανακύκλωσης/ επαναχρησιμοποίησης, τα βιοσυγκολλητικά τυγχάνουν μεγάλης εμπορικής προσοχής καθώς παρουσιάζουν βιοσυμβατότητα [90].

Χημικές ουσίες βιολογικής βάσης

Οι χημικές ουσίες που βασίζονται στη βιομάζα είναι γενικά χημικά προϊόντα που προέρχονται αποκλειστικά ή εν μέρει από υλικά βιολογικής προέλευσης (λιγνινο-κυτταρινική βιομάζα, καλλιεργούμενες σοδειές, φύκη, θαλάσσια πανίδα και βιολογικά/ οργανικά απόβλητα). Αρκετές βιομηχανίες εμπορευματοποιούν την παραγωγή η-βουτανόλης, ισοβουτανόλης, 1,4-βουτανοδιόλης. Η 1,4-βουτανοδιόλη είναι ένα χημικό ενδιάμεσο που χρησιμοποιείται στην παραγωγή πολυμερών και ως πρώτη ύλη στον αγροτικό και φαρμακευτικό τομέα. Η ξυλιτόλη χρησιμεύει ως φυσικό γλυκαντικό και με 40% λιγότερες θερμίδες από τη ζάχαρη. Η βιολογική παραγωγή πτητικών λιπαρών οξέων (Volatile Fatty Acids, VFAs) στηρίζεται στη διαδικασία της οξεογένεσης, η οποία είναι μια εξελισσόμενη μέθοδος για τη μετατροπή της βιομάζας/ των οργανικών αποβλήτων σε βιοϋδρογόνο με χαμηλές εκπομπές άνθρακα και σε οξικό οξύ (CH_3COOH), προπιονικό οξύ ($\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$), βουτυρικό οξύ ($\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$) και βαλερικό οξύ ($\text{C}_4\text{H}_9\text{COOH}$) [97]. Η πιο συμφέρουσα ιδιότητα της οξεογένεσης είναι η χρήση σύνθετων βιοαποδομήσιμων αποβλήτων που παράγονται από διάφορες πηγές, για την παραγωγή αυτών των οξέων [98]. Αυτά τα καρβοξυλικά οξέα βραχείας αλυσίδας έχουν τεράστιες δυνατότητες στην αγορά και λειτουργούν ως χημικές πλατφόρμες στις υπάρχουσες χημικές και βιοτεχνολογικές βιομηχανίες.

3.6.2 Σήμανση- Ετικέτες

Για την ενημέρωση των καταναλωτών σχετικά με το εάν ένα συγκεκριμένο προϊόν είναι βιώσιμο και φιλικό προς το περιβάλλον, έχουν αναπτυχθεί διαφορετικά είδη συστημάτων σήμανσης. Παραδείγματα αυτών είναι η οικολογική ετικέτα της ΕΕ, το Energy Star (Emidast) της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των Η.Π.Α., ή η Περιβαλλοντική επιλογή (στην Αυστραλία). Αυτού του είδους οι σημάσεις είναι εθελοντικές για τις εταιρίες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν όταν ένα προϊόν πληροί ορισμένες απαιτήσεις από τον συγκεκριμένο οργανισμό [99]. Σημαντικό θέμα αποτελεί το γεγονός ότι οι απαιτήσεις για την παραγωγή φιλικών προς το περιβάλλον προϊόντων δεν είναι, τις περισσότερες φορές, ξεκάθαρα και εύκολα κατανοητές για τον μέσο καταναλωτή. Στη μεγέθυνση του προβλήματος έρχεται να προστεθεί το γεγονός ότι πολλές σημάσεις δεν έχουν ξεκάθαρο περιεχόμενο αναφορικά με το προϊόν, για παράδειγμα το πάντα της WWF (World Wildlife Foundation) και το σήμα ανακύκλωσης με τα «τρία βέλη». Το σήμα με το πάντα μας λέει μόνο ότι έχει δοθεί χρηματική ενίσχυση στο WWF και τα τρία βέλη δείχνουν μόνο ότι η εταιρία παραγωγής εργάζεται με ανακυκλώσιμα προϊόντα [89]. Ο όρος «πράσινο ξέπλυμα» (greenwashing) χρησιμοποιείται όταν οι επωνυμίες χρησιμοποιούν παραπλανητικές οικολογικές ετικέτες για να επιβεβαιώσουν τα περιβαλλοντικά τους διαπιστευτήρια [100]. Η πρακτική εξαπατά τους καταναλωτές στο να πιστεύουν ότι αγοράζουν ένα βιώσιμο προϊόν (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Μερικά παραδείγματα παραπλανητικών και αξιόπιστων ετικετών σήμανσης προϊόντων αναφορικά με τη βιωσιμότητα [101].

Το 2012, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Εμπορίου (Federal Trade Commission) των Η.Π.Α. εξέδωσε την πέμπτη αναθεώρηση των Πράσινων Οδηγών για τη σήμανση προϊόντων ως απάντηση σε έναν αυξανόμενο αριθμό εταιριών που χρησιμοποιούν διάφορες ετικέτες, αλλά με αυξανόμενη ασάφεια σχετικά με το τι πραγματικά σημαίνουν

αυτές οι ετικέτες μάρκετινγκ. Σε πολλές περιπτώσεις, οι ετικέτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να υπονοήσουν ορισμένα εκτεταμένα και ουσιαστικά οφέλη για τον καταναλωτή, αλλά μερικές φορές στην πραγματικότητα δεν πληρούν τον υποτιθέμενο ισχυρισμό. Τα πιστοποιημένα προϊόντα φέρουν τις κατάλληλες ετικέτες πιστοποίησης στη συσκευασία τους. Ακολουθεί μια λίστα με βασικούς όρους που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή των προϊόντων που χαρακτηρίζονται ως βιώσιμα [102]:

Οργανικό

Στην Αμερική, το U.S. Department of Agriculture (USDA) είναι η κυβερνητική αρχή που καθορίζει εάν ένα προϊόν σημαίνεται ή θεωρείται ως βιολογικό. Οργανικό σημαίνει ότι το προϊόν δεν περιέχει συνθετικά υλικά, όπως αντιβιοτικά ή φυτοφάρμακα· δεν έχει προέλθει από γενετικά τροποποιημένους οργανισμούς· και διατηρεί τους φυσικούς πόρους καθώς και τα ζωικά πρότυπα. Το USDA θέτει ένα ολοκληρωμένο σύνολο προτύπων για τη βιολογική γεωργία και την κτηνοτροφική παραγωγή. Η ετικέτα βιολογικών προϊόντων του USDA αφορά σχεδόν όλα τα σχετικά προϊόντα, από κρέατα έως τροφές για κατοικίδια έως παιδικές τροφές, καθώς και φυτά βιολογικής καλλιέργειας.

Φυσικό

Η πλειοψηφία των καταναλωτών αντιλαμβάνεται τον χαρακτηρισμό «φυσικό προϊόν» ως ένα προϊόν που δεν περιέχει τίποτα τεχνητό ή συνθετικό. Ωστόσο, αυτός ο όρος είναι προς το παρόν προς αναθεώρηση με τον Οργανισμό Ελέγχου Φαρμάκων και Τροφίμων των Η.Π.Α. (Food and Drug Administration, FDA). Πολλοί βρίσκουν αυτόν τον όρο διφορούμενο και θεωρείται ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραπλανήσει τους καταναλωτές σχετικά με την περιβαλλοντική ασφάλεια ενός προϊόντος.

Πράσινο

Ένα «πράσινο» προϊόν ή υπηρεσία είναι ένας γενικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα προϊόν που έχει μικρότερη περιβαλλοντική ή ανθρώπινη επίδραση από ένα παραδοσιακό προϊόν. Περιλαμβάνει επίσης το οικονομικό κέρδος για τα άτομα, όπως οι αγρότες, από τη χρήση περιβαλλοντικά βιώσιμων πρακτικών. Τα πράσινα προϊόντα παράγονται συνήθως τοπικά (επομένως δεν ταξιδεύουν τόσο μακριά στον καταναλωτή χρησιμοποιώντας ορυκτά καύσιμα), χωρίς χημικές ουσίες που καταστρέφουν το όζον και παράγονται από ανανεώσιμους ή ανακυκλώσιμους πόρους. Μπορεί να είναι κομποστοποίησιμα ή βιοαποδομήσιμα. Η Πράσινη Σφραγίδα (Green Seal) είναι η αρχή πιστοποίησης για τα προϊόντα που σημαίνονται ως τέτοια.

Κομποστοποίησιμο/ Βιοαποικοδομήσιμο

Ένα κομποστοποίησιμο προϊόν, σύμφωνα με την Αμερικανική Εταιρία Δοκιμών και Υλικών (American Society for Testing and Materials), πρέπει να διασπάζεται σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ανόργανες ενώσεις με ρυθμό παρόμοιο με το χαρτί. Το κομποστοποίησιμο είναι διαφορετικό από το βιοδιασπώμενο, καθώς το προϊόν μπορεί να κομποστοποιηθεί στο σπίτι ή σε μια εγκατάσταση κομποστοποίησης και διασπάζεται σε ύλη που παρέχει θρεπτικά συστατικά στο έδαφος. Το βιοδιασπώμενο, από την άλλη πλευρά, σημαίνει απλώς ότι το προϊόν διασπάζεται και επιστρέφει στη φύση ή ακόμη και εξαφανίζεται εντελώς.

Δίκαιου Εμπορίου

Το προϊόν δίκαιου εμπορίου μερικές φορές συγχέεται με το βιολογικό προϊόν. Ενώ σχεδόν τα μισά από τα προϊόντα δίκαιου εμπορίου είναι επίσης βιολογικά, κάτι τέτοιο δεν αποτελεί απαίτηση. Πιστοποιημένο προϊόν δίκαιου εμπορίου σημαίνει ότι το προϊόν δημιουργήθηκε χρησιμοποιώντας γεωργική διαφοροποίηση, έλεγχο της διάβρωσης και χωρίς απόσχιση και καύση. Σημαίνει επίσης ότι τα προϊόντα παρασκευάζονται με ελάχιστα φυτοφάρμακα και δεν είναι γενετικά τροποποιημένα. Τα προϊόντα δίκαιου εμπορίου με τη σειρά τους προσφέρουν στους αγρότες καλύτερους μισθούς, βελτιώνοντας τις συνθήκες φτώχειας σε όλο τον κόσμο.

Χωρίς

Ένα προϊόν μπορεί να επισημανθεί ως «χωρίς» εάν μια ουσία που συνήθως σχετίζεται με ένα προϊόν βρίσκεται μόνο σε ιχνοποσότητες και τα τυχόν ίχνη που υπάρχουν δεν προκαλούν βλάβη που σχετίζεται με αυτήν την ουσία και η ουσία δεν προστέθηκε στο προϊόν σκόπιμα. Το συστατικό που απουσιάζει δεν μπορεί να αντικατασταθεί με κάποια εξίσου επιβλαβή ουσία. Ένα παράδειγμα τέτοιου προϊόντος μπορεί να είναι το ψωμί χωρίς γλουτένη που δεν περιέχει κόκκους γλουτένης, ένα σύνολο προϊόντων φυτικής προέλευσης που οι καταναλωτές θα βρискουν συνήθως σε ένα καρβέλι ψωμί.

Ανακυκλωμένο περιεχόμενο

Ο όρος «ανακυκλωμένο περιεχόμενο» υποδηλώνει ότι το προϊόν κατασκευάστηκε είτε από απόβλητα πριν από την κατανάλωση, όπως λάσπη, είτε από απόβλητα μετά την κατανάλωση, όπως ένα καταναλωτικό προϊόν που δεν μπορεί πλέον να εξυπηρετήσει τη χρήση για την οποία προορίζεται. Παραδείγματα απορριμμάτων μετά την κατανάλωση περιλαμβάνουν ρολά χαρτιού υγιείας, κανάτες γάλακτος, δοχεία αλουμινίου και εφημερίδες.

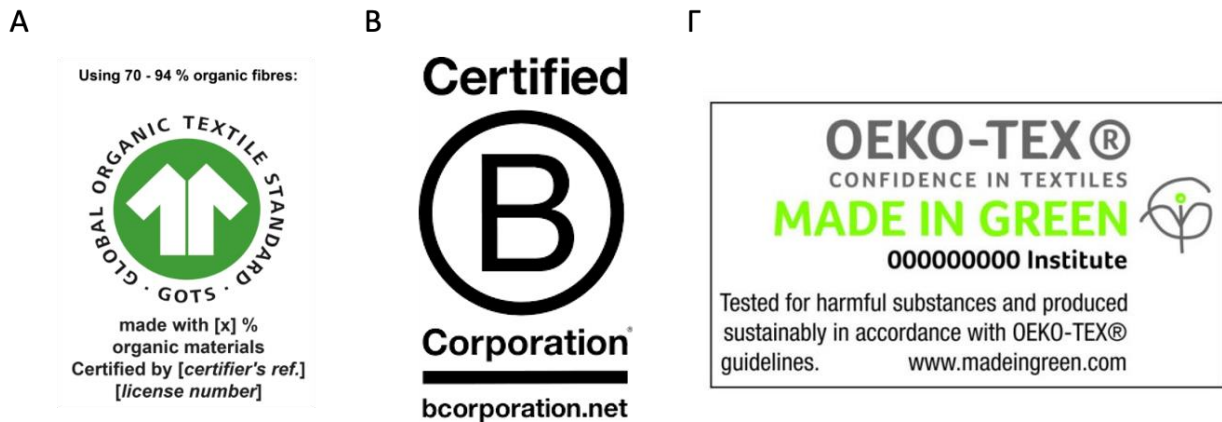
Ανανεώσιμα Υλικά

Ανανεώσιμα υλικά είναι εκείνα που μπορούν να κατασκευαστούν σε σύντομο χρονικό διάστημα χρησιμοποιώντας μια φυσική διαδικασία. Παραδείγματα ανανεώσιμων υλικών περιλαμβάνουν το φοινικέλαιο, το κραμβέλαιο, το μπαμπού και το ζαχαροκάλαμο. Τα ανανεώσιμα υλικά διαφέρουν ελαφρώς από τις ανανεώσιμες πηγές όπως η αιολική και η ηλιακή ενέργεια. Το να είναι κατασκευασμένο από ανανεώσιμο υλικό δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι ανακυκλώσιμο. Ένα καλό παράδειγμα προϊόντος κατασκευασμένου από ανανεώσιμο υλικό είναι το δάπεδο από μπαμπού και φελλό, τα οποία είναι και τα δύο υλικά που μπορούν να αναπτυχθούν γρήγορα, να συλλεχθούν με βιώσιμο τρόπο και να παραχθούν χωρίς φυτοφάρμακα.

3.6.2.1 Ετικέτες βιώσιμων ενδυμάτων

Η βιομηχανία ένδυσης έχει αλλάξει ριζικά τις τελευταίες δεκαετίες, κυρίως λόγω της αρνητικής προσοχής που στρέφεται στις πρακτικές βιωσιμότητάς της. Οι καταναλωτές γνωρίζουν όλο και περισσότερο τον όρο «γρήγορη μόδα» (fast fashion): η πρακτική της παραγωγής μεγάλου όγκου φθηνών, αναλώσιμων αντικειμένων μόδας, συχνά χρησιμοποιώντας μη φιλικά προς το περιβάλλον υλικά. Η βιομηχανία της μόδας χρησιμοποιεί επίσης τεράστιες ποσότητες νερού και άλλων φυσικών πόρων, ενώ είναι υπεύθυνη για υψηλά επίπεδα εκπομπών άνθρακα και απορριμμάτων [103]. Για την καταπολέμηση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, ορισμένοι κατασκευαστές ενδυμάτων υιοθετούν βιώσιμες πρακτικές παραγωγής που είναι δημοφιλείς στους καταναλωτές. Ως

αποτέλεσμα, όλο και περισσότερες μάρκες ρούχων χρησιμοποιούν ετικέτες πιστοποίησης βιωσιμότητας (Εικόνα 9).



Εικόνα 9. Παραδείγματα πιστοποιημένων ετικετών σήμανσης βιώσιμων ενδυμάτων [104], [105], [106]. Α. Global Organic Textiles Standard, GOTS, Β. B Corporation by B Lab, Γ. «Made in Green» by Oeko-Tex.

Ωστόσο και εδώ, έχει παρατηρηθεί έντονα το φαινόμενο του greenwashing. Φέτος, το Ίδρυμα Changing Markets διαπίστωσε ότι το 59% των ισχυρισμών από 50 μεγάλες μάρκες μόδας – μεταξύ των οποίων η ASOS και η H&M – παραπλάνησαν τους πελάτες με αβάσιμους ισχυρισμούς σχετικά με τη βιωσιμότητα. Για παράδειγμα, η «Συλλογή Conscious» της H&M βρέθηκε να έχει ακόμη υψηλότερα επίπεδα παραγόμενων από ορυκτά καύσιμα, μη βιοαποδομήσιμων συνθετικών ινών από την συνήθη σειρά ρούχων της μάρκας [107]. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο είναι σημαντικό για τους καταναλωτές να αναζητούν την κατάλληλη πιστοποίηση στη συσκευασία και στις ετικέτες των προϊόντων.

Ένα παράδειγμα νόμιμου οικολογικού σήματος είναι το Παγκόσμιο Πρότυπο Οργανικών Κλωστοϋφαντουργικών Προϊόντων (Global Organic Textiles Standard, GOTS) (Εικόνα 9Α). Η GOTS είναι μια κορυφαία, διεθνώς αναγνωρισμένη ετικέτα πιστοποίησης για ρούχα. Για να αποκτήσουν οι επωνυμίες αυτήν την πιστοποίηση, πρέπει να πληρούν τα ακόλουθα κριτήρια: α. τα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα πρέπει να αποτελούνται από τουλάχιστον 70% πιστοποιημένες οργανικές φυσικές ίνες, β. τα προϊόντα πρέπει να συμμορφώνονται με τα περιβαλλοντικά και κοινωνικά κριτήρια GOTS, γ. κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας πρέπει να είναι βιώσιμο, περιλαμβάνοντας την κατασκευή, τη συσκευασία και τη διανομή, και δ. πρέπει να εφαρμόζονται ανεξάρτητες, επιτόπιες επιθεωρήσεις ολόκληρης της εφοδιαστικής αλυσίδας. Μετά την πιστοποίηση, μια επωνυμία πιστοποιημένη από το GOTS λαμβάνει έναν μοναδικό αριθμό άδειας, στον οποίο έχει πρόσβαση ο καταναλωτής. Με το GOTS, μια εταιρία πρέπει να ανανεώνει την άδειά της ετησίως. Αυτό γίνεται για να διασφαλιστεί ότι οι εταιρίες θα συνεχίσουν να τηρούν αυτές τις πρακτικές [104].

Άλλες πιστοποιήσεις, όπως η B Corporation by B Lab (Εικόνα 9Β) είναι λιγότερο συγκεκριμένες. Η B Corporation πιστοποιεί μια σειρά βιομηχανιών εφόσον πληρούν τα πρότυπα κοινωνικής βιωσιμότητας και περιβαλλοντικής απόδοσης. Αυτή η πιστοποίηση εξετάζει πού θα βρίσκεται μια εταιρία στο μέλλον και όχι πού βρίσκεται τώρα. Παρέχει στους παραγωγούς τα μέσα για να μετρήσουν και να βελτιώσουν τη συνολική τους απόδοση όσον αφορά τη βιωσιμότητα με την πάροδο του χρόνου. Η ετικέτα B Corp εμφανίζεται σε 3.000

μάρκες σε 70 χώρες. Η πιστοποίηση B Corporation περιλαμβάνει τους ακόλουθους δείκτες: α. μια αξιολόγηση του τρόπου με τον οποίο οι λειτουργίες και το επιχειρηματικό μοντέλο της εταιρίας επηρεάζουν τους εργαζόμενους, την κοινότητα, το περιβάλλον και τους καταναλωτές, β. παροχή εργαλείων για τις εταιρίες για τη μέτρηση και τη βελτίωση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων και γ. τη δέσμευση για συνεχή βελτίωση και εκπαίδευση για τη βιωσιμότητα και τα οφέλη της για τους αγρότες [105].

Ένα τελευταίο παράδειγμα είναι η πιστοποίηση Oeko-Tex, η οποία είναι η πιο συχνά εμφανιζόμενη στη βιομηχανία ένδυσης, ενώ επεκτείνεται επίσης σε υφάσματα οικιακής χρήσης, όπως κλινοσκεπάσματα και πετσέτες. Η κύρια πιστοποίηση από την Oeko-Tex, το «Standard 100», επικεντρώνεται στον περιορισμό των δυνητικά επιβλαβών χημικών ουσιών. Η πιστοποίηση «Made in Green» της Oeko-Tex (Εικόνα 9Γ) έχει μια πρόσθετη δέσμευση για τη βιωσιμότητα. Αυτή η πιστοποίηση πιστώνει φιλικές προς το περιβάλλον και κοινωνικά υπεύθυνες εγκαταστάσεις παραγωγής. Για να λάβει πιστοποίηση, μια επωνυμία πρέπει να πληροί τα κριτήρια ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και υλικών στη διαδικασία παραγωγής της. Κάθε ετικέτα Made in Green συνοδεύεται από ένα μοναδικό αναγνωριστικό προϊόντος και κωδικό QR που επιτρέπει στους καταναλωτές να αναζητούν σχετικές πληροφορίες. Μια ετικέτα πιστοποίησης Made in Green περιλαμβάνει επίσης: α. πιστοποίηση κάθε στοιχείου ενός προϊόντος, συμπεριλαμβανομένων δευτερευόντων στοιχείων όπως κουμπιά, φερμουάρ ή/ και καρφιά, β. ελέγχους κοινωνικής ευθύνης στον κατασκευαστή, όπως οι δίκαιες συνθήκες εργασίας και η επαγγελματική ασφάλεια και γ. ορθή διαχείριση απορριμμάτων και υπεύθυνο χειρισμό λυμάτων και εκπομπών [107].

3.6.2.2 Ετικέτες βιώσιμων τροφίμων

Η παραγωγή τροφίμων εξακολουθεί να επηρεάζει το περιβάλλον με διάφορους τρόπους. Μπορεί να συμβάλει στην αποψίλωση των δασών, σε ξηρασία και στη μείωση της γονιμότητας του εδάφους λόγω πρόκλησης βλαβών από τη φυτική παραγωγή. Μπορεί επίσης να απελευθερώσει απόβλητα σε πλωτές οδούς, να προκαλεί εκπομπές αερίων θερμοκηπίου και την παραγωγή άλλων υποπροϊόντων. Εδώ αναδεικνύεται επίσης και το πρόβλημα της υπερβολικής και δαπανηρής συσκευασίας. Το θετικό είναι ότι οι καταναλωτές είναι περισσότερο ενημερωμένοι σχετικά με την παραγωγή τροφίμων σε σχέση με άλλους τομείς προϊόντων. Ένας καταναλωτής που ψωνίζει με οικολογικά υπεύθυνο τρόπο θα γνωρίζει, για παράδειγμα, ότι η παραγωγή βοείου κρέατος μπορεί να παράγει υψηλά επίπεδα μεθανίου. Ωστόσο και εδώ, οι ετικέτες των τροφίμων μπορεί να είναι εξαιρετικά παραπλανητικές. Πολλά προϊόντα χρησιμοποιούν φυσικά τοπία ή φράσεις που υποδηλώνουν φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα στις διαφημίσεις και τις συσκευασίες τους. Το «φυσικό» είναι ένας όρος που εμφανίζεται συχνά στα τρόφιμα και ο οποίος μπορεί να μην ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα [107].

Η πιστοποίηση Rainforest Alliance (Εικόνα 10Α) είναι σε εξέχουσα θέση στην Κεντρική Αμερική για περισσότερα από 30 χρόνια. Αυτή τη στιγμή λειτουργεί σε 70 χώρες. Η Συμμαχία συνεργάζεται με αγρότες σε έργα βιωσιμότητας για τη διατήρηση του οικοσυστήματος. Λειτουργεί επίσης για την προστασία των υδάτινων πόρων και των άγριων ζώων. Ο οργανισμός θέτει πρότυπα στον τομέα της γεωργίας αλλά επίσης και σε αυτόν των ανθρωπίνων δικαιωμάτων. Η Rainforest Alliance πιστοποιεί φάρμες διαφόρων μεγεθών, για πάνω από 100 διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών. Η πρωτοβουλία της για τη βιώσιμη γεωργία παρέχει προγράμματα κατάρτισης για τους αγρότες στην αποτελεσματική διαχείριση της φυτικής παραγωγής και διανομής. Οι καλλιέργειες που πιστοποιεί η Rainforest Alliance περιλαμβάνουν καφέ, τσάι, κακάο και μπανάνες. Η σφραγίδα με πιστοποίηση Rainforest Alliance εμφανίζεται μόνο σε προϊόντα που πληρούν τα πρότυπά της για τη φυτική παραγωγή. Η Rainforest Alliance ενθαρρύνει επίσης τη βιωσιμότητα

προωθώντας την προστασία των δασών και της βιοποικιλότητας, την ασφαλέστερη και μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων και τις κλιματικά έξυπνες γεωργικές πρακτικές [108].

Το Fairtrade (Εικόνα 10B) εστιάζει κυρίως στα ανθρώπινα δικαιώματα και τις συνθήκες εργασίας, αλλά όχι κατ' αποκλειστικότητα. Άμεσα και έμμεσα, το Fairtrade προωθεί τη βιωσιμότητα. Προωθεί επίσης προγράμματα κατάρτισης για τους αγρότες σε μεθόδους βιώσιμης παραγωγής. Τα πρότυπα του Fairtrade καθοδηγούν την παραγωγή της γεωργίας με τρόπους που μετριάζουν τον αντίκτυπό της στην κλιματική αλλαγή. Η πιστοποίηση Fairtrade αποδεικνύει ότι ο προμηθευτής του προϊόντος πληρώνει στους αγρότες μια δίκαιη τιμή για τα προϊόντα τους και δίνει στους εργαζόμενους έναν δίκαιο μισθό, ενθαρρύνει την υπεύθυνη διαχείριση του νερού και των απορριμμάτων και διατηρεί τη βιοποικιλότητα και τη γονιμότητα του εδάφους με ελάχιστη χρήση φυτοφαρμάκων και αγροχημικών [109].

Τέλος, το Eco-Score (Εικόνα 10Γ) χρησιμοποιεί γράμματα και χρωματική κωδικοποίηση για να προσδιορίσει το επίπεδο βιωσιμότητας ενός προϊόντος. Το Eco-score αναπτύχθηκε στη Γαλλία από την πρωτοβουλία Eco2 στις αρχές του 2021 (foodaktuell 2021) και απεικονίζει το οικολογικό αποτύπωμα ενός προϊόντος. Η μέθοδος υπολογισμού του Eco-score αποτελείται από δύο στοιχεία: την ανάλυση του κύκλου ζωής ενός προϊόντος από τη μια πλευρά και ένα πρόσθετο σύστημα bonus-malus από την άλλη. Το LCA λαμβάνει υπόψιν 16 κατηγορίες επιπτώσεων που παίζουν σημαντικό ρόλο από τη δημιουργία ενός προϊόντος έως τη διάθεσή του, π.χ. την κλιματική αλλαγή, τη χρήση νερού, τη χρήση γης. Κάθε κατηγορία επιπτώσεων μετράται σε διάφορες φάσεις του κύκλου ζωής του προϊόντος. Οι αναλύσεις κύκλου ζωής (LCA) πολλών κατηγοριών προϊόντων είναι διαθέσιμες στη γαλλική βάση δεδομένων Agribalyse [110], [111]. Το Eco-score λαμβάνει επίσης υπόψιν πρόσθετα κριτήρια: μέθοδο παραγωγής, συσκευασία, προέλευση, περιβαλλοντική πολιτική της χώρας προέλευσης και βιοποικιλότητα. Συν ή/ και πλην βαθμοί απονέμονται εάν ένα προϊόν κάνει περιβαλλοντική προσπάθεια ή όχι. Για παράδειγμα, στα προϊόντα με ευρωπαϊκή βιολογική ετικέτα απονέμονται 15 bonus πόντοι [110], [112].

Η μέθοδος υπολογισμού του Eco-Score μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά προϊόντα διατροφής. Το νερό, τα αναψυκτικά και τα φρέσκα φρούτα και λαχανικά δεν λαμβάνουν ακόμη βαθμολογία. Επίσης, προς το παρόν, το Eco-score δεν υπάρχει ακόμη για μη εδώδιμα προϊόντα [113].



Εικόνα 10. Παραδείγματα πιστοποιημένων ετικετών σήμανσης βιώσιμων τροφίμων [108], [109], [110]. Α. Rainforest Alliance, Β. Fairtrade, Γ. Eco-score.

3.6.2.3 Ετικέτες βιώσιμων καλλυντικών/ ειδών προσωπικής υγιεινής

Τα μικροπλαστικά στα καλλυντικά είναι ένα από τα πολλά ζητήματα που επηρεάζουν το περιβάλλον. Τα μικροσκοπικά πλαστικά σωματίδια, αόρατα στο γυμνό μάτι, που χρησιμοποιούνται για την απολέπιση του δέρματος καταλήγουν σε υδάτινες οδούς, συμβάλλοντας στη ρύπανση των υδάτων. Επίσης, πρόσθετα, όπως το γκλίτερ που χρησιμοποιείται στο μακιγιάζ και οι τοξικές χημικές ουσίες που βρίσκονται στα αντηλιακά, βρίσκουν το δρόμο τους στο θαλάσσιο περιβάλλον και βλάπτουν τη θαλάσσια ζωή. Ενώ το κοινό γνωρίζει σε μεγάλο βαθμό το φοινικέλαιο στη βιομηχανία τροφίμων, η επικράτηση του στη βιομηχανία καλλυντικών είναι λιγότερο γνωστή. Βρίσκεται συνήθως σε είδη όπως κραγιόν και σαμπουάν.

Όπως και στη βιομηχανία τροφίμων, το greenwashing είναι ανεξέλεγκτο και στα καλλυντικά. Τα προϊόντα χρησιμοποιούν αρώματα και σχέδια με θέμα τη φύση και στηρίζονται σε αυτό για να φαίνονται βιώσιμα. Η ρύθμιση αυτού του είδους συσκευασίας με θέμα το περιβάλλον εξαρτάται από τη χώρα. Ωστόσο, οι οδηγίες για τα καλλυντικά είναι γενικά λιγότερο αυστηρές από ό,τι για τη βιομηχανία τροφίμων. Τα καλλυντικά συχνά περιγράφονται ως «ελεύθερα τοξικών ουσιών», αποσπώντας την προσοχή από άλλα επιβλαβή συστατικά που περιέχονται σε αυτά [107].

Η B Corp, η Rainforest Alliance και η Fairtrade έχουν επεκτείνει τις πιστοποιήσεις τους στη βιομηχανία ομορφιάς. Ωστόσο, η πιστοποίηση COSMOS επικεντρώνεται αποκλειστικά στα καλλυντικά (Εικόνα 11). Η COSMOS συνεργάζεται με πολλούς διαφορετικούς φορείς πιστοποίησης για να έχει διεθνή εμβέλεια. Η πιστοποίησή της καλύπτει μια σειρά από στάδια της παραγωγικής διαδικασίας, συμπεριλαμβανομένης της προέλευσης και της επεξεργασίας των συστατικών και της συνολικής σύνθεσης του προϊόντος. Λαμβάνει επίσης υπόψη την αποθήκευση και τη συσκευασία, την περιβαλλοντική διαχείριση και τη σήμανση των προϊόντων. Ενώ ορισμένες πιστοποιήσεις συνοδεύονται από ένα ποσοστό κριτηρίων που πρέπει να πληρούνται, η COSMOS έχει τμηματοποιήσει την πιστοποίησή της σε πολλαπλά επίπεδα: Τα προϊόντα που φέρουν την ετικέτα «COSMOS Organic» θα πρέπει να συμμορφώνονται με το πρότυπο COSMOS από κάθε άποψη. Το «COSMOS Natural» αναφέρεται σε προϊόντα που πληρούν αυτά τα πρότυπα αλλά δεν φθάνουν στα ελάχιστα βιολογικά ποσοστά. Τα πιστοποιημένα βιολογικά συστατικά αναφέρονται ως «COSMOS CERTIFIED» και οι πρώτες ύλες φέρουν την ένδειξη «COSMOS APPROVED». Διαθέτοντας ένα κλιμακωτό σύστημα, η πιστοποίηση COSMOS δίνει στον καταναλωτή επιλογές· αυτό περιλαμβάνει την επιλογή πιστοποιημένων ή μη πιστοποιημένων προϊόντων και πιστοποιημένων βιολογικών ή μη πιστοποιημένων βιολογικών προϊόντων. Συνοπτικά, η πιστοποίηση COSMOS περιλαμβάνει τέσσερα διαφορετικά επίπεδα για τις τέσσερις βαθμίδες πιστοποίησης, ταξινομήσεις σχετικά με την προέλευση και τη σύνθεση κάθε μεμονωμένου συστατικού καλλυντικού ή μίγματος συστατικών καλλυντικών και περιορισμούς στη συσκευασία του προϊόντος [114].



Εικόνα 11. Η πιστοποίηση COSMOS διαθέτει μια ποικιλία διαφορετικών ετικετών που εμφανίζουν συγκεκριμένα επίπεδα και τον συγκεκριμένο φορέα πιστοποίησης [114].

3.7 Πλεονεκτήματα των βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων και της χρήσης τους

Καθώς οι καταναλωτές συνειδητοποιούν όλο και περισσότερο τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των δραστηριοτήτων τους και την κοινωνική τους ευθύνη, οι επιχειρήσεις αναγκάζονται να προσαρμοστούν και να εξελιχθούν. Τα βιώσιμα προϊόντα βρίσκονται στην πρώτη γραμμή αυτής της αλλαγής. Η επικράτηση της βιωσιμότητας στα καταναλωτικά αγαθά έχει βαθιές επιπτώσεις στην κοινωνία και στο περιβάλλον γενικότερα, καθώς αυτά τα προϊόντα όχι μόνο χρησιμεύουν στον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων της παραδοσιακής παραγωγής αλλά συμβάλλουν επίσης στην οικοδόμηση ενός καλύτερου κόσμου. Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος των βιώσιμων προϊόντων και τα βασικότερα θετικά αποτελέσματα της χρήσης τους συνοψίζονται ακολούθως [115]:

- **Μείωση της υποβάθμισης του περιβάλλοντος:** Τα βιώσιμα προϊόντα έχουν σχεδιαστεί για να ελαχιστοποιούν τη βλάβη που προκαλούν στο περιβάλλον. Αυτή η μείωση της περιβαλλοντικής υποβάθμισης αποτελεί βασική πτυχή των κοινωνικών τους επιπτώσεων, καθώς ωφελεί άμεσα τις κοινότητες και τα οικοσυστήματα. Για παράδειγμα, φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές συσκευασίας, όπως τα βιοαποδομήσιμα υλικά ή η περιορισμένη χρήση πλαστικών, βοηθούν στην καταπολέμηση της παγκόσμιας ρύπανσης από το πλαστικό, διατηρώντας τη θαλάσσια ζωή και μειώνοντας τους κινδύνους για την υγεία σε κοινότητες κοντά σε χώρους διάθεσης απορριμμάτων.
- **Βελτιωμένη υγεία και ευεξία:** Πολλά βιώσιμα προϊόντα, όπως τρόφιμα και είδη προσωπικής φροντίδας, δίνουν προτεραιότητα στα βιολογικά και φυσικά συστατικά. Η χρήση περισσότερο φιλικών για τον άνθρωπο και το περιβάλλον συστατικών μπορεί να οδηγήσει σε βελτιωμένη υγεία και ευημερία για τους καταναλωτές. Για παράδειγμα, τα βιολογικά προϊόντα διατροφής είναι απαλλαγμένα από συνθετικά φυτοφάρμακα, με αποτέλεσμα ασφαλέστερες και πιο θρεπτικές επιλογές για τα άτομα και τις οικογένειες.
- **Ενδυνάμωση των Τοπικών Κοινοτήτων:** Τα βιώσιμα προϊόντα δίνουν συχνά μεγάλη έμφαση στις πρακτικές δίκαιου εμπορίου και στην υποστήριξη των τοπικών κοινωνιών. Ο καφές και το κακάο δίκαιου εμπορίου, για παράδειγμα, βοηθούν τους αγρότες μικρής κλίμακας να αναπτυχθούν οικονομικά και τους παρέχουν τους πόρους που χρειάζονται για να βελτιώσουν το βιοτικό τους επίπεδο.
- **Ευκαιρίες ενημέρωσης και εκπαίδευσης:** Τα βιώσιμα προϊόντα συνοδεύονται συχνά από κατάλληλες συσκευασίες που ενημερώνουν τους καταναλωτές σχετικά με τον περιβαλλοντικό και κοινωνικό αντίκτυπο του προϊόντος. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μια πιο ενημερωμένη και συνειδητοποιημένη κοινωνία, η οποία, με τη σειρά της, ενθαρρύνει τους ανθρώπους να κάνουν πιο βιώσιμες επιλογές στην καθημερινή τους ζωή.
- **Εξομάλυνση της κλιματικής αλλαγής:** Τα αιεφόρα προϊόντα έχουν συχνά μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα, συμβάλλοντας στον περιορισμό της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Αυτή η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου είναι ένα κρίσιμο

κοινωνικό όφελος, καθώς προστατεύει τις μελλοντικές γενιές από τις χειρότερες επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Τα ηλεκτρικά οχήματα, που τροφοδοτούνται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιων βιώσιμων προϊόντων.

- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας: Καθώς η ζήτηση για βιώσιμα προϊόντα συνεχίζει να αυξάνεται, εμφανίζονται νέες βιομηχανίες και ευκαιρίες εργασίας. Από την κατασκευή τεχνολογίας ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στη βιώσιμη γεωργία, η στροφή προς τη βιωσιμότητα δημιουργεί νέους δρόμους για την απασχόληση και την οικονομική ανάπτυξη.

- Προώθηση του καταναλωτικού ακτιβισμού: Η δημοτικότητα των βιώσιμων προϊόντων έχει προκαλέσει ένα νέο κύμα καταναλωτικού ακτιβισμού. Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο την αγοραστική τους δύναμη για να υποστηρίξουν επωνυμίες που ευθυγραμμίζονται με τις αξίες τους.

3.8 Παραδείγματα βιώσιμων καταναλωτικών προϊόντων

Καθώς τα άτομα σε όλο τον κόσμο συνειδητοποιούν περισσότερο τις περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των επιλογών τους, η ζήτηση για βιώσιμα προϊόντα έχει αυξηθεί. Αυτή η τάση, από τη μία ενέπνευσε τους καταναλωτές να αναζητήσουν φιλικές προς το περιβάλλον εναλλακτικές λύσεις, ωθώντας ταυτόχρονα τις εταιρίες να επαναξιολογήσουν τα επιχειρηματικά τους μοντέλα και να δημιουργήσουν καινοτόμα προϊόντα που δίνουν προτεραιότητα στην περιβαλλοντική και κοινωνική ευθύνη. Μερικά παραδείγματα βιώσιμων προϊόντων στην αγορά αναφέρονται ακολούθως [115] και απεικονίζονται στην Εικόνα 12:

1. Επαναχρησιμοποιούμενες συσκευασίες: Πολλές εταιρίες έχουν αναγνωρίσει τις επιζήμιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις των συσκευασιών -ιδιαιτέρα των πλαστικών- μιας χρήσης και έχουν προτείνει καινοτόμες εναλλακτικές λύσεις στις παραδοσιακές συσκευασίες. Για παράδειγμα, η Loop, μια παγκόσμια πρωτοβουλία, συνεργάζεται με μεγάλες μάρκες για να προσφέρει στους καταναλωτές επιλογές επαναχρησιμοποιούμενων συσκευασιών. Οι αγοραστές μπορούν να παραλάβουν τα αγαπημένα τους προϊόντα σε ανθεκτικά δοχεία και μόλις τελειώσουν, μπορούν απλώς να επιστρέψουν τις άδειες συσκευασίες για καθαρισμό, επανασυσκευασία και εκ νέου χρήση. Μια τέτοια προσέγγιση ελαττώνει τα απόβλητα, ενώ ταυτόχρονα προωθεί την κυκλική οικονομία επεκτείνοντας τη διάρκεια ζωής των υλικών.

2. Εναλλακτικές λύσεις με βάση τα φυτά: Η βιομηχανία τροφίμων έχει προσφέρει αρκετές εναλλακτικές λύσεις που απευθύνονται σε vegans, χορτοφάγους ή γενικά περιβαλλοντικά συνειδητοποιημένους καταναλωτές. Η Beyond Meat και η Impossible Foods είναι δύο εταιρίες στην πρώτη γραμμή αυτού του κινήματος, δημιουργώντας φυτικά υποκατάστατα που μιμούνται τη γεύση και την υφή του κρέατος. Αυτά τα προϊόντα μειώνουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της κτηνοτροφίας, ενώ αντιμετωπίζουν επίσης τις ανησυχίες σχετικά με την καλή διαβίωση των ζώων.

3. Ηλεκτρονικά προϊόντα που λειτουργούν με ηλιακή ενέργεια: Η βιομηχανία των ηλεκτρονικών έχει επίσης στραφεί προς τη βιωσιμότητα, εισάγοντας καινοτόμα προϊόντα, όπως φορτιστές κινητών τηλεφώνων με ηλιακή ενέργεια, σακίδια πλάτης με ενσωματωμένα ηλιακά πάνελ, ακόμη και ρολόγια. Αυτά τα προϊόντα μειώνουν την εξάρτηση από τις παραδοσιακές πηγές ενέργειας και μειώνουν το ανθρακικό αποτύπωμα.

4. Μόδα φιλική προς το περιβάλλον: Η βιομηχανία της μόδας μπορεί να εγείρει τα περισσότερα περιβαλλοντικά και ηθικά ζητήματα αναφορικά με τα προϊόντα που κυκλοφορούν στην αγορά, αλλά αρκετές μάρκες προσφέρουν βιώσιμα ρούχα και αξεσουάρ. Χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα υλικά και ενθαρρύνουν τους πελάτες να επισκευάσουν και

να επαναχρησιμοποιήσουν τα προϊόντα τους, παρατείνοντας έτσι τη διάρκεια ζωής των προϊόντων τους.

5. Προϊόντα ομορφιάς μηδενικών αποβλήτων: Η βιομηχανία της ομορφιάς εστιάζει ολοένα και περισσότερο σε βιώσιμα προϊόντα μηδενικών αποβλήτων. Μάρκες όπως η Lush προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις χωρίς συσκευασία, όπως μπάρες σαμπουάν και στερεές ενυδατικές κρέμες. Αυτά τα προϊόντα όχι μόνο μειώνουν τα πλαστικά απόβλητα, αλλά δίνουν επίσης προτεραιότητα στα φυσικά συστατικά.

6. Ανακυκλωμένα επίπλα: Η αγορά ανακυκλωμένων επίπλων αποτελεί μια δημοφιλή επιλογή στις μέρες μας. Εταιρίες όπως η Emeco ειδικεύονται στη δημιουργία καρεκλών και άλλων ειδών επίπλων από ανακυκλωμένα υλικά, όπως ανακυκλωμένα πλαστικά μπουκάλια και αλουμίνιο. Αυτά τα προϊόντα όχι μόνο μειώνουν τα απόβλητα αλλά προβάλλουν επίσης καινοτόμο σχεδιασμό και δεξιοτεχνία.

7. Βιοδιασπώμενα και κομποστοποιήσιμα προϊόντα: Διάφορες εταιρίες έχουν εισαγάγει βιοαποδομήσιμα και κομποστοποιήσιμα προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των μαχαιροπήρουνων, των πιάτων, ακόμη και των συσκευασιών. Αυτά τα αντικείμενα διασπώνται φυσικά, μειώνοντας την επιβάρυνση των πλαστικών απορριμμάτων στους χώρους υγειονομικής ταφής και στους ωκεανούς.



Εικόνα 12. Παραδείγματα βιώσιμων προϊόντων που είναι διαθέσιμα στην αγορά [116]. Α. Μπλούζα από οργανικό βαμβάκι. Β. Vegan καλλυντικά. Γ. Οδοντόβουρτσες από μπαμπού. Δ. Ανακυκλωμένα τετράδια. Ε. Θήκη κινητού τηλεφώνου από βιοαποικοδομήσιμα υλικά. ΣΤ. Προϊόντα περιποίησης δέρματος με βάση την κάνναβη.

Τα παραπάνω καινοτόμα παραδείγματα βιώσιμων προϊόντων στην αγορά απεικονίζουν τη δυναμική στροφή προς τις οικολογικές επιλογές των καταναλωτών και τις υπεύθυνες επιχειρηματικές πρακτικές. Συνολικά, τέτοια προϊόντα όχι μόνο μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα αλλά συνεισφέρουν και σε έναν πιο βιώσιμο τρόπο ζωής.

4. Ο ΡΟΛΟΣ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΙΚΟΥ ΑΠΟΤΥΠΩΜΑΤΟΣ ΤΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

4.1 Στοιχεία αναφορικά με τη συσκευασία των καταναλωτικών προϊόντων

4.1.1 Ο ρόλος της συσκευασίας

Η συσκευασία επιτελεί ποικίλες και πολύπλοκες λειτουργίες στην αλυσίδα εφοδιασμού καθώς είναι η πιο σημαντική πτυχή για κάθε προϊόν· ένα καλά συσκευασμένο προϊόν μπορεί να εξασφαλίσει προστασία μέχρι την κατανάλωση [11]. Η συσκευασία δεν αφορά μόνο ένα απλό χαρτοκιβώτιο ή ένα κουτί ή ένα πλαστικό περιτύλιγμα, αλλά είναι μια διαδικασία που διασφαλίζει την ασφαλή, οικονομικά αποδοτική και αποτελεσματική αποθήκευση, παράδοση και χειρισμό των προϊόντων. Ωστόσο, υπάρχουν διάφορες μελέτες μεταξύ αναπτυσσόμενων και ανεπτυγμένων οικονομιών που τονίζουν την υψηλή εκπομπή αερίων θερμοκηπίου (GHG) κατά την παραγωγή των συσκευασιών [117], αλλά και άλλες δυσμενείς συνέπειες της χρήσης και της απόρριψής τους.

Τα υλικά συσκευασίας αποτελούν σημαντικό μέρος της ζωής των καταναλωτών λόγω της καθημερινής χρήσης τους σε παντοπωλεία, σούπερ μάρκετ, εστιατόρια, φαρμακευτικά προϊόντα κ.λπ. Βοηθούν επίσης στη διατήρηση και παράταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων, καθώς και στην πρόληψη μόλυνσης και στη διατήρηση της φρεσκάδας του προϊόντος [118]. Η συσκευασία χρησιμοποιείται επίσης για την καταγραφή οδηγιών σχετικά με το προϊόν και μερικές φορές για προωθητικές πωλήσεις. Συνολικά, ο συνδυαστικός κρικός μεταξύ των καταναλωτών και του κατασκευαστή είναι η ποιότητα του υλικού της συσκευασίας, η οποία εγγυάται την εμπιστοσύνη των πελατών στο προϊόν.

4.1.2 Τα υλικά της συσκευασίας

Τα υλικά της συσκευασίας συμβάλλουν στο κόστος του προϊόντος λόγω των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται και της διαδικασίας παραγωγής τους. Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος τέτοιων υλικών, είτε κατά τη διάρκεια της παραγωγής είτε μετά το τέλος της ζωής τους, προκαλεί μεγάλη ανησυχία· ως εκ τούτου, αναγνωρίζεται η ανάγκη να αξιολογηθούν τα διάφορα υλικά που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία. Πολλά υλικά που χρησιμοποιούνται ως υλικά συσκευασίας περιλαμβάνουν, αλλά δεν περιορίζονται σε αυτά, πλαστικό, χαρτί, γυαλί, μέταλλο κ.λπ. Η φύση του προϊόντος που θα συσκευαστεί θα καθορίσει την επιλογή των υλικών συσκευασίας. Η περιβαλλοντική ανησυχία είναι ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την επιλογή των υλικών. Η επιλογή των υλικών που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία είναι μια σημαντική πτυχή της παρουσίας και της συντήρησης του προϊόντος. Το είδος του προϊόντος είναι εξίσου καθοριστικός παράγοντας όσον αφορά την επιλογή των υλικών συσκευασίας. Διάφορες βιομηχανίες (τροφίμων, καλλυντικών, φαρμακευτικών προϊόντων, κρέατος κ.λπ.) διαθέτουν συγκεκριμένα υλικά που ταιριάζουν καλύτερα στα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους.

4.1.2.1 Πλαστικό

Από όλα τα υλικά συσκευασίας, το πλαστικό φαίνεται να είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο υλικό λόγω των διαφόρων πλεονεκτημάτων του, όπως το χαμηλό βάρος, το χαμηλό κόστος, η δυνατότητα χύτευσης, η ποικιλία χρωμάτων και η διαύγεια [119]. Τα πολυμερή υλικά με βάση το πετρέλαιο, όπως το πολυαιθυλένιο, το πολυπροπυλένιο, το πολυστυρένιο και ο πολυεστέρας έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως ως υλικά συσκευασίας. Εκτός από τα πολυάριθμα πλεονεκτήματα των πλαστικών υλικών συσκευασίας υπάρχει και

το μειονέκτημα των αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η παραγωγή υλικών με βάση το πετρέλαιο συντελεί στην απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα. Επιπλέον, ο ακατάλληλος χειρισμός των πλαστικών συσκευασιών έχει ως αποτέλεσμα να καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής και υδάτινους αποδέκτες, ρυπαίνοντας τη γη και τους ωκεανούς [120].

4.1.2.2 Χαρτί

Η χρήση χαρτιού και χαρτονιού για συσκευασία επικρατεί στις βιομηχανίες τροφίμων και ποτών, επίπλων, καπνού, οικοδομικών και δομικών υλικών, μηχανημάτων, ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού κ.λπ. Το χαρτί φέρει πλεονεκτήματα σε σύγκριση με το πλαστικό, τα μέταλλα και το γυαλί ως υλικό συσκευασίας όσον αφορά τη βιωσιμότητα και το κόστος. Ωστόσο, αυτό το υλικό έχει ορισμένους περιορισμούς, όπως η κατώτερη ανεκτικότητα στο νερό και η χαμηλή αντοχή σε χημικές ουσίες [121]. Τα περιβαλλοντικά ζητήματα που σχετίζονται με τη χρήση του πλαστικού καθιστούν το χαρτί μια καλύτερη επιλογή συσκευασίας.

4.1.2.3 Γυαλί

Παγκοσμίως, οι βιομηχανίες τροφίμων και φαρμακευτικών προϊόντων χρησιμοποιούν το γυαλί για συσκευασία, σε αντίθεση με άλλες βιομηχανίες που το έχουν αντικαταστήσει με άλλα υλικά, όπως πλαστικά και μέταλλα. Η συνεχής χρήση του γυαλιού για συσκευασία στη βιομηχανία τροφίμων οφείλεται σε διάφορους λόγους, μεταξύ των οποίων είναι η διατήρηση της ποιότητας και των αισθητηριακών χαρακτηριστικών του περιεχομένου και η αντοχή σε χημικές ουσίες [122]. Τα γυάλινα δοχεία θα μπορούσαν να κατασκευαστούν από ανακύκλωση χρησιμοποιημένων γυάλινων δοχείων ή με άλλες μεθόδους που περιλαμβάνουν τη θέρμανση μίγματος πυριτίου, ανθρακικού νατρίου και ανθρακικού ασβεστίου [123]. Τα σχήματα, τα μεγέθη και τα χρώματα των γυάλινων φιαλών χρησιμοποιούνται μερικές φορές για να επικοινωνήσουν ένα μήνυμα στους καταναλωτές από τους κατασκευαστές του προϊόντος. Αν και παρατηρείται φθίνουσα χρήση υλικών συσκευασίας με βάση το γυαλί, αυτό θα παραμείνει ένα από τα ασφαλέστερα υλικά συσκευασίας στη βιομηχανία τροφίμων και ποτών. Όπως κάθε άλλο υλικό συσκευασίας, η γυάλινη συσκευασία έχει τους περιορισμούς της, όπως το μεγάλο βάρος, ο κίνδυνος θραύσης και η χαμηλή αντοχή στη θερμική διαστολή ή συστολή [122].

4.1.2.4 Μέταλλο

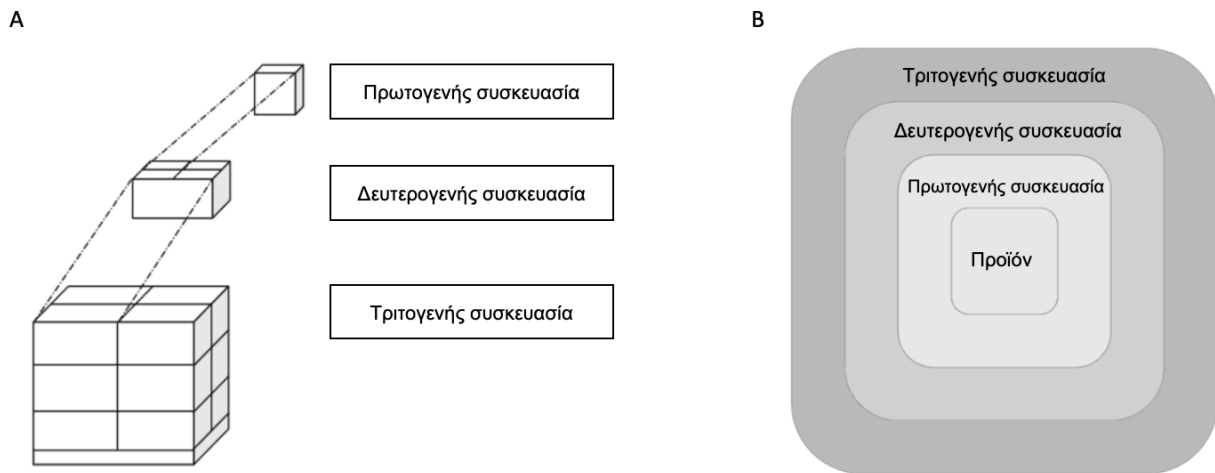
Δεδομένου ότι η συσκευασία και κατ' επέκταση τα συστατικά της κατά κανόνα έχουν άμεση επαφή με το περιεχόμενο, ειδικά στην περίπτωση των ροφημάτων, η υγεία και η ασφάλεια των καταναλωτών θα πρέπει να είναι πρωταρχικής σημασίας για τους κατασκευαστές όταν πρόκειται για υλικά συσκευασίας με βάση το μέταλλο. Επομένως, πρέπει να συμμορφώνονται με τους βασικούς κανονισμούς και να διενεργούν τακτικά αξιολόγηση κινδύνου για να διασφαλίζουν ότι δεν υπάρχει επιβλαβής αλληλεπίδραση μεταξύ του περιεχομένου και του περιέκτη. Πολλά μέταλλα χρησιμοποιούνται ευρέως για τη συσκευασία. Αυτά περιλαμβάνουν αλουμίνιο, κασσίτερο, μόλυβδο, χρώμιο κ.λπ. Μεταξύ όλων αυτών των μετάλλων, το αλουμίνιο είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο υλικό για συσκευασία λόγω των εγγενών ιδιοτήτων του, όπως το χαμηλό κόστος, το χαμηλό βάρος, η ευελιξία, η ανακυκλωσιμότητα και η υψηλή αντοχή στη θερμότητα [124].

4.1.3 Χαρακτηριστικά και βασικές λειτουργίες της συσκευασίας

Ένας γενικά αποδεκτός ορισμός για τη διαδικασία της συσκευασίας περιλαμβάνει τις ακόλουθες περιγραφές [125]:

- Ένα συντονισμένο σύστημα προετοιμασίας προϊόντων για μεταφορά, διανομή, αποθήκευση, λιανική πώληση και τελική χρήση
- Το μέσο για την εξασφάλιση ασφαλούς παράδοσης στον τελικό χρήστη σε άθικτη κατάσταση στο ελάχιστο κόστος (και με τον ελάχιστο περιβαλλοντικό αντίκτυπο)
- Μία τεχνο-οικονομική λειτουργία που στοχεύει στην ελαχιστοποίηση του κόστους παράδοσης με την ταυτόχρονη μεγιστοποίηση των πωλήσεων.

Η συσκευασία μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύστημα με τρία αλληλοσχετιζόμενα επίπεδα (Εικόνα 13). Η πρωτογενής συσκευασία βρίσκεται σε άμεση επαφή με το προϊόν και είναι συνήθως η συσκευασία πώλησης. Η δευτερογενής συσκευασία περιέχει έναν συγκεκριμένο αριθμό πρωτογενών συσκευασιών. Τέλος, η τριτογενής συσκευασία, όπως μια παλέτα ή ένας μεταφορέας εμπορευματοκιβωτίων, περιέχει πολλές δευτερογενείς συσκευασίες.



Εικόνα 13. Σύσταση συσκευασίας [126]. Α. Τα τρία αλληλοσχετιζόμενα επίπεδα ενός συστήματος συσκευασίας. Β. Το σύστημα συσκευασίας του καταναλωτικού προϊόντος.

Το σύστημα της συσκευασίας θα πρέπει να εκπληρώνει 6 βασικές λειτουργίες: την προστασία, τη συγκράτηση, τον καταμερισμό, την ενοποίηση, την επικοινωνία και την ευκολία αναφορικά με το καταναλωτικό προϊόν [126].

Καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής της, η συσκευασία εκτίθεται σε δονήσεις, θερμοκρασιακές μεταβολές, πίεση και κραδασμούς. Η παροχή προστασίας αναφέρεται στη διαφύλαξη του προϊόντος ή των περιεχομένων της συσκευασίας από τις παραπάνω εκθέσεις. Η συγκράτηση είναι μια σχετική λειτουργία, η οποία συγκρατεί τα περιεχόμενα και εμποδίζει την αλληλεπίδρασή τους με το εξωτερικό περιβάλλον. Η συσκευασία θα πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτική ώστε να συγκρατεί το προϊόν ή τα περιεχόμενα κατά τη διάρκεια των διαδικασιών χειρισμού των υλικών και μεταφοράς στην αλυσίδα εφοδιασμού. Θα πρέπει επίσης να εμποδίζει τη διαρροή, τη διάχυση και τη διαπερατότητα του προϊόντος και τα περιεχόμενα θα πρέπει να διατηρούν τα χαρακτηριστικά τους μέχρι τη χρήση. Ειδικά για τα τρόφιμα, η προστασία και η συγκράτηση του προϊόντος από τη συσκευασία, μπορεί να διακριθεί σε τρεις κατηγορίες κινδύνου, τον φυσικό, τον μικροβιολογικό και τον χημικό. Οι

φυσικοί κίνδυνοι περιλαμβάνουν ξένες ουσίες, όπως γυαλί, μέταλλο και πλαστικό. Ο βαθμός των μικροβιολογικών κινδύνων, όπως βακτήρια, ιοί και μύκητες, εξαρτάται από τον χρόνο και τη θερμοκρασία παραμονής του πιθανού μολυσματικού παράγοντα κατά μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Οι χημικοί κίνδυνοι μπορεί να είναι αλλεργιογόνα, υπερβολική δόση συντηρητικών και ίχνη βαρέων μετάλλων και παρασιτοκτόνων.

Η μεγάλη απόδοση της παραγωγής των καταναλωτικών προϊόντων καθιστά απαραίτητο τον καταμερισμό της σε διαχειρίσιμα μεγέθη, κάτι που επιτυγχάνεται μέσω της συσκευασίας. Ένα παράδειγμα καταμερισμού περιγράφεται στην περίπτωση των συσκευασμένων χυμών: υπάρχουν συσκευασίες των 330 ml και του 1L, ώστε να δίνεται η δυνατότητα στον καταναλωτή να επιλέγει την ποσότητα που μπορεί να διαχειριστεί καλύτερα. Αυτό με τη σειρά του μειώνει τη σπατάλη τροφίμων.

Η ενοποίηση διευκολύνει τον εφοδιασμό (logistics) και τον χειρισμό των υλικών. Μέσω της κατάλληλης διαμόρφωσης των επιπέδων συσκευασίας, ένας αριθμός διαφορετικών πρωτογενών συσκευασιών μπορεί να ομαδοποιηθεί σε μια δευτερογενή συσκευασία και ένα σύνολο διαφορετικών τύπων δευτερογενών συσκευασιών μπορεί να ομαδοποιηθεί σε τριτογενείς συσκευασίες. Με αυτόν τον τρόπο, ο συνολικός αριθμός των μονάδων συσκευασίας που υφίστανται χειρισμό ελαχιστοποιείται.

Η λειτουργία που επιτελεί η συσκευασία αναφορικά με την επικοινωνία έχει δύο παραμέτρους. Αρχικά, παρέχει τη δυνατότητα παρακολούθησης κατά τον εφοδιασμό και της ανίχνευσης δεδομένων μέσω της ετικέτας καθ' όλη την εφοδιαστική αλυσίδα. Ετικέτες με γραμμωκώδικες, ταυτοποίηση ραδιοσυχνότητας (Radio-Frequency Identification, RFID) και άλλες τεχνολογίες ταυτοποίησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό της τοποθεσίας, του χρόνου, της θερμοκρασίας και άλλων πληροφοριών που σχετίζονται με το συσκευασμένο προϊόν για τις αποθήκες, τα λιμάνια, τις μεταφορές, τα καταστήματα λιανικής κτλ. Δεύτερον, το σύστημα της συσκευασίας αποτελεί ένα μέσο επικοινωνίας με τον καταναλωτή. Βοηθά στην ταυτοποίηση του προϊόντος μέσω της μάρκας, του σχεδίου, του σχήματος και της ετικέτας, ενώ παρέχει και πληροφορίες για το προϊόν, όπως το θρεπτικό περιεχόμενο και τον τρόπο παρασκευής του προϊόντος.

Τέλος, η συσκευασία θα πρέπει να προσφέρει ευκολία στον χρήστη μέσω της απλοποίησης της χρήσης της ίδιας, καθώς και των προϊόντων που περικλείει. Αυτό εξασφαλίζεται μέσω της ευκολίας στο άνοιγμα, το κλείσιμο, τον χειρισμό και την απόρριψη των μονάδων συσκευασίας σε όλο το μήκος της εφοδιαστικής αλυσίδας. Παραδείγματα αποτελούν οι λαβές που απλοποιούν τον χειρισμό, οι διαμοιραστές και οι δείκτες μερίδας (π.χ., στη συσκευασία του ρυζιού).

Επιπρόσθετα των έξι παραπάνω βασικών λειτουργιών, η συσκευασία επηρεάζει τη διαχείριση και την περιβαλλοντική αποδοτικότητα στις αλυσίδες εφοδιασμού, καθώς αλληλεπιδρά με τον εξοπλισμό χειρισμού των υλικών, τα πληροφοριακά συστήματα, τον χειρισμό, τη μεταφορά και τη διαχείριση των αποβλήτων. Για παράδειγμα, τόσο το σχήμα όσο και το μέγεθος της συσκευασίας επηρεάζουν τη στίβαξη των προϊόντων κατά τη μεταφορά, η επιλογή του υλικού επηρεάζει τη διαχείριση των αποβλήτων και την ανακύκλωση και τα επίπεδα προστατευτικής συσκευασίας επηρεάζουν την ποσότητα των απορριμάτων στην εφοδιαστική αλυσίδα.

Η τρέχουσα βιβλιογραφία και πρακτική χρησιμοποιεί επίσης εναλλακτικές ονομασίες για τις 3 γενικές κατηγορίες συσκευασίας που αναφέρθηκαν παραπάνω (Πίνακας 5), οι οποίες αντικατοπτρίζουν τα βασικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε τύπου συσκευασίας.

Πίνακας 5. Ορισμοί των διαφόρων τύπων συσκευασίας [126].

Τύπος Συσκευασίας	Ορισμός
Πρωτογενής συσκευασία <i>Συσκευασία προς πώληση</i> <i>Συσκευασία για τον καταναλωτή</i>	Η συσκευασία που βρίσκεται σε επαφή με το προϊόν και την οποία φέρνουν στο σπίτι οι καταναλωτές
Δευτερογενής συσκευασία	Περιέχει έναν δεδομένο αριθμό πρωτογενών συσκευασιών
Τριτογενής συσκευασία	Περιέχει έναν δεδομένο αριθμό δευτερογενών συσκευασιών
Συσκευασία μεταφοράς, βιομηχανική συσκευασία, συσκευασία διανομής, συσκευασία μεγάλου όγκου	Η συσκευασία που διευκολύνει τον χειρισμό, τη μεταφορά και την αποθήκευση ενός συνόλου πρωτογενών συσκευασιών ώστε να παρασχεθεί αποδοτική παραγωγή και διανομή και ταυτόχρονα προστασία κατά τη μεταφορά
Ομαδική συσκευασία	Η συσκευασία που χρησιμοποιείται για να διευκολυνθεί η προστασία, η εμφάνιση, ο χειρισμός και η μεταφορά ενός συνόλου πρωτογενών συσκευασιών
Συσκευασία βιτρίνας	Ίδια όπως στην ομαδική συσκευασία, με περισσότερη έμφαση στην εμφάνιση
Συσκευασία έτοιμη για το ράφι	Ίδια όπως στην ομαδική συσκευασία, με περισσότερη έμφαση στο σχέδιο, ώστε να ταιριάζει στα καταστήματα λιανικής
Μεταχειρισμένη συσκευασία	Η συσκευασία ή το υλικό της συσκευασίας που παραμένει μετά την αφαίρεση του περιεχόμενου προϊόντος

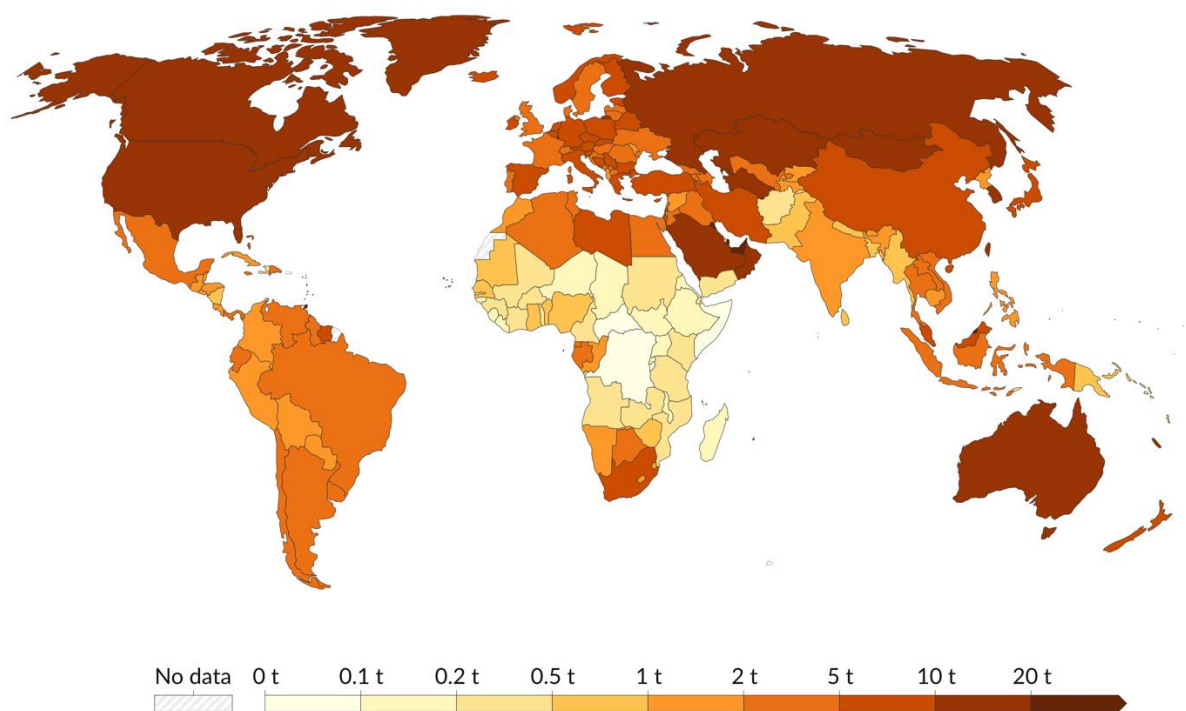
Ωστόσο, μια έτοιμη για το ράφι συσκευασία (Shelf-Ready Packaging, SRP) πρέπει να διαθέτει ένα σύνολο επιπλέον χαρακτηριστικών. Η SRP αποτελείται από μια συσκευασία που παραδίδεται σε έναν πωλητή λιανικής σε μια μονάδα εμπορεύματος έτοιμη προς πώληση. Μπορεί να τοποθετηθεί απευθείας στο ράφι χωρίς να απαιτείται επανασυσκευασία ή αποσυσκευασία. Οι λειτουργικές απαιτήσεις της SRP συνίστανται στην ευκολία ταυτοποίησης, ανοίγματος, αναπλήρωσης, απόρριψης και αγοράς [127]. Αναλυτικά, το προϊόν θα πρέπει να είναι ορατό μέσα από τη συσκευασία, οι πληροφορίες του προϊόντος θα πρέπει να είναι εμφανείς και η ετικέτα εύκολα προσβάσιμη. Η SRP θα πρέπει να φέρει απλές οδηγίες, κατά προτίμηση με τη μορφή εικόνων αντί κειμένου προκειμένου να αποφευχθούν γλωσσικά προβλήματα. Η ποιότητα και η εμφάνιση της συσκευασίας θα πρέπει να παραμένουν αναλλοίωτες μετά το άνοιγμα. Για τη διευκόλυνση της αναπλήρωσης, η SRP πρέπει να είναι σταθερή, με τις πρωτογενείς συσκευασίες στη σωστή θέση μετά την αφαίρεση του ανεπιθύμητου υλικού συσκευασίας.

4.2 Ανθρακικό αποτύπωμα και βιωσιμότητα

Η υπερθέρμανση του πλανήτη είναι ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Η αύξηση της θερμοκρασίας είναι η πιο άμεση επίδραση της υπερθέρμανσης του πλανήτη, η οποία οδηγεί στην κλιματική αλλαγή. Η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC), η οποία τελεί υπό την αιγίδα των Ηνωμένων Εθνών, προσδιορίζει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHG) ως τον πρωταρχικό παράγοντα που συμβάλλει στην υπερθέρμανση του πλανήτη [128]. Το ανθρακικό αποτύπωμα (carbon footprint) αποτελεί ένα αντιπροσωπευτικό μέτρο των εκπομπών GHG από την ανθρώπινη δραστηριότητα και είναι χρήσιμο για τη διαχείριση των εκπομπών και την αξιολόγηση των στρατηγικών μετριασμού. Η ιδέα του ανθρακικού αποτυπώματος εμφανίστηκε τη δεκαετία του 1960 μαζί με το αυξανόμενο ενδιαφέρον για την κλιματική αλλαγή. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο [129], το ανθρακικό αποτύπωμα αναφέρεται στη συνολική ποσότητα των εκπομπών GHG σε ισοδύναμα CO₂ και άλλων εκπομπών GHG που εκλύονται κατά τη διάρκεια των σταδίων του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής, της αποθήκευσης, της διανομής, της χρήσης και της απόρριψης. Σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο [130], ένας τόνος ισοδύναμου CO₂ είναι η συνολική ποσότητα εκπομπών GHG εκφραζόμενη ως το γινόμενο της μάζας GHG σε τόνους και το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη.

Η μείωση του ανθρακικού αποτυπώματος είναι ένα από τα κρίσιμα συστατικά της βιώσιμης ανάπτυξης, που αντιπροσωπεύει ζωτικό στόχο της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Το υπάρχον κανονιστικό πλαίσιο υποδεικνύει ξεκάθαρα την αυξητική τάση του ανθρακικού αποτυπώματος. Το 2008, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο δεσμεύτηκε να μειώσει τις εκπομπές GHG κατά 20% έως το 2020 και κατά 80–95 % έως το 2050 σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990 [131]. Το 2015, τα Ηνωμένα Έθνη πρότειναν 17 συγκεκριμένους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (Sustainable Development Goals, SDGs) για τη βελτίωση της ανθρώπινης ευημερίας σε παγκόσμιο επίπεδο [132]. Επιπλέον, οι ευρωπαϊκές χώρες εργάζονται ενεργά για την επίτευξη ουδετερότητας άνθρακα, ακολουθώντας τους κανονισμούς της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας, οι οποίοι στοχεύουν σε μηδενικές εκπομπές GHG από την ΕΕ έως το 2050 [133].

Το ανθρακικό αποτύπωμα είναι ένας κρίσιμος δείκτης για την αξιολόγηση του βαθμού της διατάραξης του κλιματικού συστήματος από την ανθρώπινη δραστηριότητα. Η βασιζόμενη στην κατανάλωση εκτιμώμενη εκπομπή αερίου CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα για το 2022 απεικονίζεται στην Εικόνα 14. Για την επίτευξη της βιώσιμης κατανάλωσης, είναι σημαντικό να κατανοήσουν οι καταναλωτές τις επιπτώσεις της αγοραστικής και καταναλωτικής συμπεριφοράς τους στις εκπομπές GHG. Με άλλα λόγια, οι υπολογισμοί του ανθρακικού αποτυπώματος αναμένεται να οδηγήσουν τους παραγωγούς προς την ανάπτυξη νέων προϊόντων με μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις πριν από τη μετάβαση στη βιώσιμη παραγωγή εντός του κύκλου της «βιώσιμης κατανάλωσης και παραγωγής» [134]. Η σημασία της αναφοράς του ανθρακικού αποτυπώματος στην ετικέτα είναι ότι παρέχει στους καταναλωτές μια απλή ένδειξη μέτρησης (kg CO₂) που τους επιτρέπει να συγκρίνουν αμέσως οποιαδήποτε δύο προϊόντα, ανεξάρτητα από τις κατηγορίες στις οποίες ανήκουν.



Εικόνα 14. Παγκόσμιες εκτιμώμενες εκπομπές CO₂ από την κατανάλωση προϊόντων ανά κάτοικο για το 2022 [135] .

4.2.1 Τα αέρια του θερμοκηπίου

Η ταχεία άνοδος της παγκόσμιας θερμοκρασίας οφείλεται στο «ενισχυμένο φαινόμενο του θερμοκηπίου» (δηλαδή το φαινόμενο του θερμοκηπίου επιπλέον του φυσικού) λόγω της απελευθέρωσης αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Ωστόσο, δεν έχουν όλα τα GHG την ίδια ικανότητα να έκλυσης θερμότητας, αλλά η ισχύς τους εξαρτάται από την παραγωγή ακτινοβολίας και τον μέσο χρόνο παραμονής στην ατμόσφαιρα. Λαμβάνοντας υπόψιν συνδυαστικά αυτά τα δύο, η μέση θέρμανση που μπορεί να προκληθεί, γνωστή ως «δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη» (Global Warming Potential, GWP), υπολογίζεται μαθηματικά και εκφράζεται σε σχέση με αυτή του CO₂. Επομένως, η μονάδα GWP είναι ένα ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα (Carbon dioxide equivalent, CO₂-e) [136].

Σημαντικοί παράγοντες που συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη είναι τα αέρια του Κιότο, των οποίων οι εκπομπές αυξήθηκαν κατά 70% κατά την περίοδο 1970-2004 [137]. Εκτός από αυτά τα έξι αέρια, τα μέλη της οικογένειας των χλωροφθορανθράκων φέρουν πολύ υψηλό GWP, αλλά δεδομένου ότι οι εκπομπές τους έχουν ελεγχθεί επιτυχώς βάσει του πρωτοκόλλου του Μόντρεαλ, δεν αποτελούν πλέον σημαντική απειλή. Το όζον της τροπόσφαιρας και ο μαύρος άνθρακας έχουν επίσης ενοχοποιηθεί για τη θέρμανση της τροπόσφαιρας. Οι ρυθμοί αύξησης των συγκεντρώσεων GHG είναι εξαιρετικά υψηλοί, ξεπερνώντας κατά πολύ το φυσικό εύρος όπως φαίνεται από γεωλογικές μελέτες. Το μεγαλύτερο μερίδιο αυτών των GHG προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων με τη μορφή CO₂ (58,6%). Ακολουθούν τα CH₄ και N₂O που συνεισφέρουν σε 14,3% και 7,9%, αντίστοιχα, στο συνολικό CO₂-e. Οι κύριες πηγές αυτών των δύο αερίων είναι τα γεωργικά συστήματα [137].

Προκειμένου να συμμορφωθεί με τον στόχο των 2 °C, το ατμοσφαιρικό απόθεμα των GHG πρέπει να σταθεροποιηθεί κάτω από 550 ppm ως προς τα ισοδύναμα διοξειδίου του

άνθρακα, εκ των οποίων τα 430 ppm επιτεύχθηκαν το 2007 [138]. Ως εκ τούτου, οι απογραφές αερίων του θερμοκηπίου πραγματοποιούνται σε όλο τον κόσμο και κάθε δυνατή μέθοδος ελέγχου τους αναγνωρίζεται και αξιολογείται. Καθώς τα ζητήματα της κλιματικής αλλαγής κατέκτησαν εξέχουσα θέση στην πολιτική και εταιρική ατζέντα, το ευρύ κοινό, ειδικά στις ανεπτυγμένες χώρες, άρχισε να αναγνωρίζει την ευθύνη του για την ανάληψη δράσης κατά της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Αυτές οι ανησυχίες έχουν οδηγήσει στην προσπάθεια της ακριβούς ποσοτικοποίησης της συμβολής διαφόρων δραστηριοτήτων στην υπερθέρμανση του πλανήτη που συνήθως αντιπροσωπεύεται από την άποψη του «αποτυπώματος άνθρακα».

4.2.2 Ορισμός ανθρακικού αποτυπώματος

Η προέλευση της έννοιας του ανθρακικού αποτυπώματος μπορεί να εντοπιστεί στον ορισμό του «οικολογικού αποτυπώματος» που προτάθηκε από τους Wackernagel και Rees το 1996 [139]. Το οικολογικό αποτύπωμα αναφέρεται στη βιολογικά παραγωγική περιοχή ξηράς και θάλασσας που απαιτείται για τη διατήρηση ενός δεδομένου ανθρώπινου πληθυσμού, εκφραζόμενη σε παγκόσμια εκτάρια. Σύμφωνα με αυτή την έννοια, το ανθρακικό αποτύπωμα αναφέρεται στην περιοχή γης που απαιτείται για την αφομοίωση ολόκληρου του CO₂ που παράγεται από την ανθρωπότητα κατά τη διάρκεια της ύπαρξής της. Η έννοια του ανθρακικού αποτυπώματος χρησιμοποιείται εδώ και αρκετές δεκαετίες, αλλά είναι γνωστή διαφορετικά ως δείκτης κατηγορίας επιπτώσεων του κύκλου ζωής του δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη [140].

Ως εκ τούτου, σήμερα το ανθρακικό αποτύπωμα μπορεί να θεωρηθεί ως ένας υβριδικός όρος, προερχόμενος εννοιολογικά από το «οικολογικό αποτύπωμα» και έχοντας έναν ρόλο δείκτη του δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη. Σχετικοί ή συνώνυμοι όροι που χρησιμοποιούνται στη διαθέσιμη βιβλιογραφία είναι ο ενσωματωμένος άνθρακας, η περιεκτικότητα σε άνθρακα, οι ροές άνθρακα, ο εικονικός άνθρακας, το αποτύπωμα GHG και το κλιματικό αποτύπωμα. Ένας πιο αντιπροσωπευτικός και ολιστικός ορισμός του ανθρακικού αποτυπώματος έχει δοθεί από τους Wiedmann και Minx, οι οποίοι το όρισαν ως «ένα μέτρο της αποκλειστικής συνολικής ποσότητας των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα που εκλύεται άμεσα και έμμεσα από μια δραστηριότητα ή συσσωρεύεται κατά τα στάδια ζωής ενός προϊόντος» [141]. Ωστόσο, οι νέες μελέτες και μέθοδοι υπολογισμού του ανθρακικού αποτυπώματος προτείνουν τη συμπερίληψη και άλλων αερίων του θερμοκηπίου, εκτός μόνο από το CO₂. Σε αυτό το πλαίσιο, ο όρος «κλιματικό αποτύπωμα» έχει προταθεί ως ένας ολοκληρωμένος δείκτης GHG περιλαμβάνοντας τον ποσοτικό προσδιορισμό όλων των σχετικών GHG [142].

Παρά τις επικρατούσες διαφορές μεταξύ των υπολογισμών, η μάζα ισοδύναμου CO₂ (CO₂-e) με βάση το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη για 100 χρόνια έχει γίνει αποδεκτή ως μονάδα αναφοράς του ανθρακικού αποτυπώματος, λόγω εύκολων υπολογισμών και ευρείας αποδοχής. Ως εκ τούτου, το αποτύπωμα άνθρακα μπορεί να οριστεί ως «η ποσότητα των GHG που εκφράζεται σε όρους CO₂-e, που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα από ένα άτομο, ένα οργανισμό, μία διαδικασία, ένα προϊόν ή ένα γεγονός εντός ενός καθορισμένου ορίου» [142].

4.2.3 Πρότυπα μέτρησης του ανθρακικού αποτυπώματος

Για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος, πρέπει να εκτιμηθεί και να προστεθεί η ποσότητα όλων των GHG που εκπέμπονται/ απομακρύνονται ή ενσωματώνονται στον κύκλο ζωής του προϊόντος. Ο κύκλος ζωής περιλαμβάνει όλα τα στάδια που εμπλέκονται στην παραγωγή και διάθεση ενός προϊόντος, από την επιλογή της πρώτης ύλης έως την τελική συσκευασία, τη διανομή, και την κατανάλωση/ χρήση. Η

αξιολόγηση του κύκλου ζωής (LCA) προσφέρει μια πλήρη εικόνα των εισροών και των εκροών σε σχέση με την παραγωγή ατμοσφαιρικών ρύπων, τη χρήση νερού και την παραγωγή λυμάτων, την κατανάλωση ενέργειας, τα εκπεμπόμενα GHG ή οποιαδήποτε άλλη παρόμοια παράμετρο ενδιαφέροντος. Αυτή η αξιολόγηση συχνά ονομάζεται περιβαλλοντική LCA. Για σκοπούς εντοπισμού του ανθρακικού αποτυπώματος, η LCA εκτιμά τα GHG που εκπέμπονται και ενσωματώνονται σε κάθε προσδιορισμένο βήμα του κύκλου ζωής του προϊόντος, τεχνικά γνωστή ως λογιστικά GHG. Μερικά πρότυπα και οδηγίες για τον υπολογισμό αυτών των GHG είναι τα ακόλουθα:

1. Το Πρωτόκολλο GHG του World Resource Institute (WRI)/ World Business Council on Sustainable Development (WBCSD): Υπάρχουν δύο πρότυπα, (1) Πρότυπο Λογιστικής και Αναφοράς Κύκλου Ζωής Προϊόντων και (2) Πρότυπο Εταιρικής Λογιστικής και Αναφοράς: Οδηγίες για την Λογιστική και Αναφορά Αλυσίδας Αξίας (βαθμίδα III). Το πρωτόκολλο παρέχει ειδικά τομεακά και γενικά εργαλεία υπολογισμού και ασχολείται με την ποσοτικοποίηση των μειώσεων GHG που προκύπτουν λόγω της υιοθέτησης μεθόδων μετριασμού. Αποτελεί τη βάση για τις περισσότερες κατευθυντήριες οδηγίες μέτρησης των GHG, συμπεριλαμβανομένου του ISO 14064 (μέρη 1 και 2) [143].
2. Το ISO 14064 (μέρη 1 και 2): Είναι ένα διεθνές πρότυπο για τον προσδιορισμό των ορίων, την ποσοτικοποίηση των εκπομπών GHG και την απομάκρυνσή τους. Παρέχει επίσης πρότυπα για το σχεδιασμό έργων μετριασμού των επιπτώσεων των αερίων του θερμοκηπίου [80], [81].
3. Δημόσια Διαθέσιμες Προδιαγραφές-2050 (Publicly Available Specifications-2050, PAS 2050) του British Standard Institution (BSI): Οι προδιαγραφές αυτές καθορίζουν τις απαιτήσεις για την αξιολόγηση των εκπομπών GHG του κύκλου ζωής αγαθών και υπηρεσιών [79].
4. Κατευθυντήριες οδηγίες του IPCC-2006 για τις εθνικές απογραφές αερίων θερμοκηπίου: Όλες οι ανθρωπογενείς πηγές εκπομπών GHG ταξινομούνται σε τέσσερις τομείς—ενέργεια, βιομηχανικές διεργασίες και χρήση προϊόντων, γεωργία, δασοκομία και άλλες χρήσεις γης και απόβλητα. Όλες οι χώρες που έχουν υπογράψει τη Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) έχουν δεσμευτεί να προετοιμάσουν, να ενημερώσουν και να κοινοποιήσουν τους εθνικούς τους καταλόγους εκπομπών/ απομάκρυνσης αερίων του θερμοκηπίου ακολουθώντας αυτές τις οδηγίες.
5. Το ISO 14025: Είναι ένα πρότυπο για τη διεξαγωγή LCA.
6. Το ISO 14067: Είναι ένα πρότυπο για το ανθρακικό αποτύπωμα των προϊόντων.

Ορισμένες χώρες έχουν αναπτύξει τις δικές τους λογιστικές κατευθυντήριες οδηγίες για τα GHG, όπως το Department of Food and Rural Affairs (DEFRA) και το Carbon Trust στο Ηνωμένο Βασίλειο και το Environmental Protection Agency (EPA) στις ΗΠΑ. Μητρώα και εταιρίες συμβούλων όπως το World Wildlife Fund Climate Services, το California Climate Registry (ΗΠΑ), το Climate Registry (ΗΠΑ) κ.λπ. έχουν διαμορφώσει τις δικές τους μεθοδολογίες με βάση αυτές τις οδηγίες. Σχεδόν όλες αυτές οι κατευθυντήριες οδηγίες και τα πρότυπα λογιστικοποιούν τα GHG που εκπέμπονται σε όλα τα στάδια ζωής ενός προϊόντος, από την κατασκευή έως τη χρήση και την απόρριψή του και αναφέρονται ως πλήρης LCA [142].

4.2.4 Μεθοδολογία για τη μέτρηση του ανθρακικού αποτυπώματος

Ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος περιλαμβάνει μια σειρά βημάτων [144]. Το πρώτο βήμα είναι να προσδιοριστεί με σαφήνεια και να διατυπωθεί ο σκοπός για τον οποίο πραγματοποιείται η μέτρηση. Η σαφής διατύπωση του σκοπού εξ αρχής θα δώσει πληροφορίες για μεταγενέστερες μεθοδολογικές αποφάσεις, όπως το απαιτούμενο επίπεδο ακριβείας και το αποδεκτό περιθώριο σφάλματος. Ο σκοπός και η χρήση των όρων σχετικά με τη μέτρηση των αερίων του θερμοκηπίου (όπως το ανθρακικό αποτύπωμα) ποικίλλει σημαντικά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία. Έτσι, ο όρος ανθρακικό αποτύπωμα χρησιμοποιείται συχνά σε ένα πλαίσιο μάρκετινγκ και επικοινωνίας για την προώθηση στους καταναλωτές προϊόντων ή υπηρεσιών που συμβάλλουν στον μετριασμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Από την άλλη πλευρά, ο όρος λογιστική των αερίων θερμοκηπίου συνδέεται συχνά με την ακριβή μέτρηση των εκπομπών από συγκεκριμένες πρακτικές ή διαδικασίες με σκοπό τη διαμόρφωση των επιχειρηματικών αποφάσεων της υπεύθυνης επιχείρησης. Ανάμεσα σε αυτά τα δύο άκρα βρίσκεται η μέτρηση και η επισήμανση του ανθρακικού αποτυπώματος διαφορετικών καταναλωτικών προϊόντων για την ενημέρωση των καταναλωτών σχετικά με τις επιλογές τους και τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου που σχετίζονται με την παραγωγή και την κατασκευή.

Το δεύτερο βήμα για τον υπολογισμό του ανθρακικού αποτυπώματος είναι να καθοριστεί με σαφήνεια η μεθοδολογία που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των άμεσων και έμμεσων εκπομπών. Η μεθοδολογία εξαρτάται συχνά από τον σκοπό της έρευνας και τη διαθεσιμότητα δεδομένων και πόρων [141]. Αν και το επίπεδο λεπτομέρειας σχετικά με τις μεθοδολογικές προσεγγίσεις που περιέχονται σε πολλές δημοσιεύσεις μπορεί να υπερβαίνει τις απαιτήσεις πολλών οργανισμών, η τήρηση των θεμελιωδών αρχών θα αυξήσει σημαντικά την ακρίβεια και την αξιοπιστία των ευρημάτων.

Το τρίτο βήμα περιλαμβάνει τον σαφή προσδιορισμό των ορίων μέτρησης με τον καθορισμό των συγκεκριμένων εκπομπών που θα προσδιοριστούν και του χρονικού πλαισίου εντός του οποίου θα ποσοτικοποιηθούν. Σε αυτό το σημείο πρέπει να εντοπιστούν οι πηγές εκπομπών που θα ταξινομηθούν ως άμεσες και έμμεσες. Άλλα ζητήματα, όπως οι εκπομπές από μισθωμένο εξοπλισμό ή από θυγατρικές εταιρίες, πρέπει επίσης να καθοριστούν σε αυτό το στάδιο. Ο βαθμός στον οποίο αναφέρονται οι έμμεσες και οι άμεσες εκπομπές θα εξαρτηθεί σημαντικά από τον σκοπό της έρευνας προσδιορισμού του αποτυπώματος που καθορίστηκε στο πρώτο βήμα.

Το τελικό βήμα περιλαμβάνει τον υπολογισμό του τελικού ανθρακικού αποτυπώματος με βάση τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τις πρακτικές που προκύπτουν. Ενώ σε ένα ευρύ επίπεδο, πολλά από αυτά τα δεδομένα μπορεί να είναι άμεσα διαθέσιμα με τη μορφή μετρητών ενέργειας και λογαριασμών καυσίμων, η πιο λεπτομερής ανάλυση μπορεί να απαιτεί την εγκατάσταση εξειδικευμένου εξοπλισμού. Υποθέσεις, μέσοι όροι και εκτιμήσεις είναι συχνά απαραίτητες για την απλοποίηση των διαδικασιών μέτρησης.

Ο συντελεστής εκπομπής είναι ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται συνήθως για την εκτίμηση των εκπομπών με βάση την κατανάλωση βασικών εισροών όπως η ενέργεια, τα καύσιμα ή τα λιπάσματα. Οι συντελεστές εκπομπής επιτρέπουν τη μετατροπή των εισροών σε ισοδύναμα CO₂ και χρησιμοποιούνται ευρέως. Για παράδειγμα, στην Αυστραλία εκτιμάται ότι για κάθε κιλό αζώτου που χρησιμοποιείται ως λίπασμα σε συστήματα παραγωγής κηπευτικών εκπέμπονται 0,021 kg οξειδίου του αζώτου. Ο συνδυασμός αυτού του παράγοντα εκπομπών με το δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη από το υποξείδιο του αζώτου σημαίνει ότι οι εκπομπές (σε ισοδύναμα CO₂) που προκύπτουν από την εφαρμογή λιπασμάτων μπορούν εύκολα να υπολογιστούν υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα για τη χρήση λιπασμάτων [145].

Ωστόσο, ενώ οι συντελεστές εκπομπών είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την απλούστευση των απαιτήσεων μέτρησης για τον υπολογισμό του αποτυπώματος άνθρακα,

αυτή η απλούστευση μειώνει την ακρίβεια της μέτρησης των εκπομπών που διαφορετικά θα μπορούσε να είχε επιτευχθεί μέσω λεπτομερών επιτόπιων μετρήσεων. Επιπλέον, οι παράγοντες εκπομπών μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από περιοχή σε περιοχή και ως εκ τούτου απαιτείται μια διαδικασία τυποποίησης.

Τέλος, κατά τη φάση της συλλογής δεδομένων είναι σημαντικό να διατηρηθεί η συνοχή της μέτρησης, έτσι ώστε το τελικό ανθρακικό αποτύπωμα να μπορεί να συσχετιστεί με την καθορισμένη μονάδα (χρονική περίοδος, έκταση γης, άτομο κ.λπ.). Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί μέριμνα ώστε να αποφευχθεί η ελλειμματική ή η διπλή καταμέτρηση των εκπομπών [144].

4.3 Το ανθρακικό αποτύπωμα της συσκευασίας

Εκτός από το ίδιο το καταναλωτικό προϊόν, η συσκευασία συμβάλλει σημαντικά στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Το 2009, οι απορρίψεις πλαστικών συσκευασιών παρήγαγαν 29 kg απορριμάτων ανά κάτοικο στην ΕΕ, ενώ το 2010, η παγκόσμια παραγωγή πλαστικών απορριμμάτων ανερχόταν σε 265 εκατομμύρια τόνους [146]. Έτσι, πολλοί κατασκευαστές συσκευασιών επιδιώκουν να μειώσουν το ανθρακικό αποτύπωμα των προϊόντων τους και να εκπαιδεύσουν τους πελάτες σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι αποφάσεις αγοράς τους επηρεάζουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η άμεση εφαρμογή του ανθρακικού αποτυπώματος για τις εταιρίες περιλαμβάνει διάφορες προσεγγίσεις, όπως:

- Την αξιολόγηση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου σε όλο τον κύκλο ζωής του προϊόντος και τη σημαντική μείωση τους.

- Την επίπτωση των εκπομπών αυτών στη λήψη αποφάσεων για προμηθευτές, υλικά, σχεδιασμό προϊόντων και διαδικασίες παραγωγής.

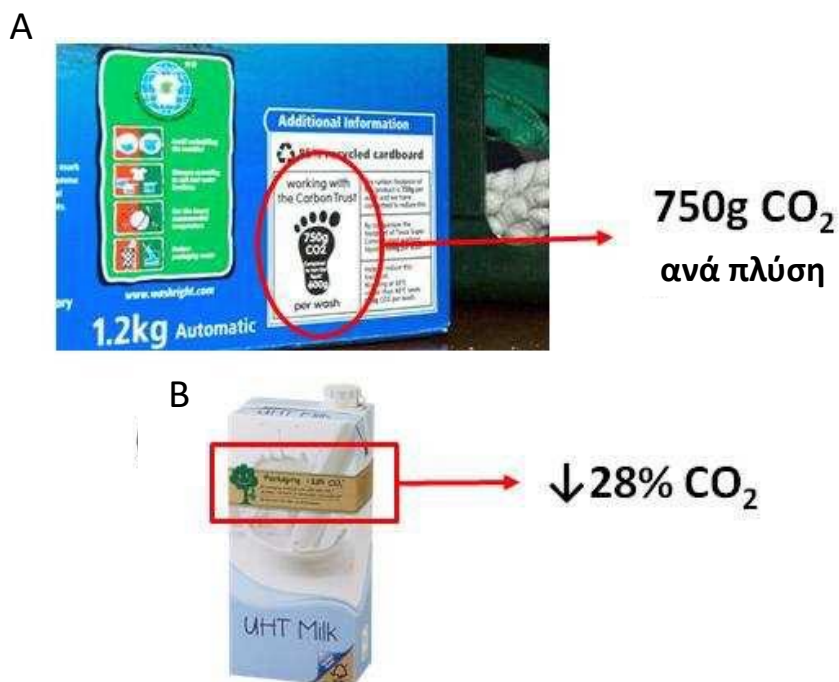
- Ευκαιρίες εξοικονόμησης κόστους.

- Τον ορισμό ενός σημείου αναφοράς για τη μέτρηση της μείωσης των εκπομπών.

- Τη σύγκριση των επιπέδων εκπομπών GHG για ένα προϊόν.

Σε ένα τέτοιο πλαίσιο, ο υπολογισμός του ανθρακικού αποτυπώματος μπορεί να ακολουθήσει το πλαίσιο LCA που αναφέρθηκε προηγουμένως, σύμφωνα με τη μέθοδο εκτίμησης επιπτώσεων της θέρμανσης του πλανήτη, η οποία ευθυγραμμίζεται με τα κριτήρια της IPCC.

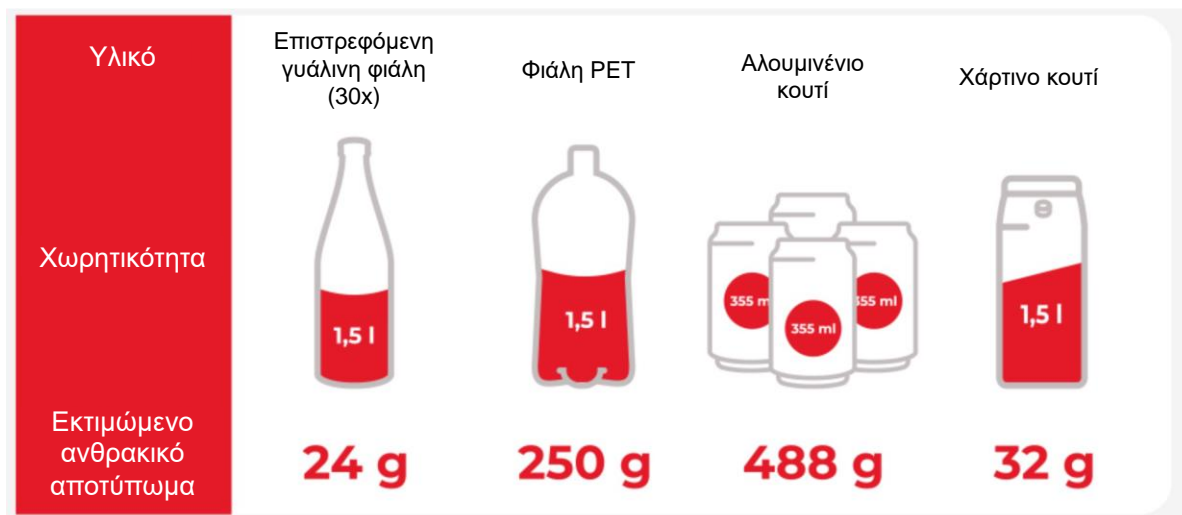
Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, η συσκευασία μπορεί να αποτελέσει ένα κανάλι επικοινωνίας μεταξύ της εταιρίας που παράγει ένα δεδομένο προϊόν και των καταναλωτών στους οποίους απευθύνεται. Υπό αυτή την έννοια, το ανθρακικό αποτύπωμα έχει χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την επικοινωνία και την ενημέρωση του καταναλωτή σχετικά με τις περιβαλλοντικές επιδόσεις όχι μόνο του προϊόντος καθαυτού, αλλά και της συσκευασίας που το περικλείει (Εικόνα 15).



Εικόνα 15. Η συσκευασία μπορεί να λειτουργήσει ως κανάλι επικοινωνίας της εταιρίας με τους καταναλωτές [147]. Α. Ανθρακικό αποτύπωμα απορρυπαντικών προϊόντων σε σούπερ μάρκετ Tesco (Ηνωμένο Βασίλειο). Β. Ανθρακικό αποτύπωμα των βελτιώσεων συσκευασίας του νέου σχεδιασμού Combibloc EcoPlus της εταιρίας SIG.

4.3.1 Μελέτες προσδιορισμού του ανθρακικού αποτυπώματος συσκευασιών

Πολλοί ερευνητές έχουν επικεντρωθεί στη μελέτη προσδιορισμού του ανθρακικού αποτυπώματος των συσκευασιών, καθώς και στην έρευνα για την ανάπτυξη οικολογικών λύσεων με περιορισμένες εκπομπές GHG, για τη διασφάλιση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας (Εικόνα 16). Ένα παράδειγμα αξιολόγησης του ανθρακικού αποτυπώματος υλικών που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία καταναλωτικών αγαθών πραγματοποιήθηκε από τους Madival et al. [148], οι οποίοι συνέκριναν το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (polyethylene terephthalate, PET) με το πολυγαλακτικό οξύ (polylactic acid, PLA) και το πολυστυρένιο (polystyrene, PS), ως υλικά συσκευασίας. Παρομοίως, μια μελέτη από τους Pasqualino J. et al. εξέτασε συγκριτικά το ανθρακικό αποτύπωμα του PET και των γυάλινων φιαλών διαφόρων μεγεθών [149]. Ένα άλλο παράδειγμα μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης βασισμένης στο LCA για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του υλικού συσκευασίας λαμβάνοντας υπόψη τα διαφορετικά στάδια του κύκλου ζωής παρουσιάζεται στο [150]. Ακόμα, στη μελέτη των Ferreira et al., εφαρμόζεται η αξιολόγηση του ανθρακικού αποτυπώματος για την εξέταση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των χάρτινων δοχείων για την αποθήκευση φρούτων και λαχανικών [151].



Εικόνα 16. Εκτιμώμενες εκπομπές ανθρακικού αποτυπώματος διαφορετικών συστημάτων συσκευασίας [152].

Εκτός από το ανθρακικό αποτύπωμα, δείκτες όπως το GWP χρησιμοποιούνται ευρέως στη βιβλιογραφία σχετικά με τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων από τα προϊόντα συσκευασίας. Οι Gasol et al. [153] ποσοτικοποίησαν τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις δύο διαφορετικών επιλογών για τη διανομή ηλεκτρικών καλωδίων ή οπτικών ινών. Μια ξύλινη παλέτα και ένα ξύλινο καρούλι αναλύθηκαν μέσω της προοπτικής cradle-to-grave και ακολουθώντας τη μέθοδο IPCC για τον υπολογισμό του δυναμικού υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP). Η τιμή GWP που λήφθηκε για μια ξύλινη παλέτα ήταν 8,18 kg CO₂ eq, ενώ το ξύλινο καρούλι αντιστοιχούσε σε 87,1 kg CO₂ eq. Η Manuilova ανέλυσε τις άμεσες εκπομπές των βιομηχανικών συσκευασιών για χημικά μέσω LCA [154]. Λαμβάνοντας υπόψιν μια λειτουργική μονάδα 1.000 λίτρων χημικών που περιέχονται, οι άμεσες εκπομπές για τα διάφορα προϊόντα ήταν 61 kg CO₂ για ένα δοχείο χύδην, 70 kg CO₂ για ένα σύνθετο βαρέλι, 53 kg CO₂ για ένα πλαστικό βαρέλι και 52 kg CO₂ για ένα ασάλινο βαρέλι.

Στον τομέα της συσκευασίας τροφίμων, αρκετές μελέτες έχουν συμπεριλάβει τη συσκευασία ως μέρος του κύκλου ζωής ενός τροφίμου, όπως για την μπύρα [155] ή την εφοδιαστική αλυσίδα της μπανάνας [156]. Στον Πίνακα 6 συνοψίζονται επιλεγμένες μελέτες εύρεσης του οικολογικού αποτυπώματος διαφορετικών συστημάτων συσκευασίας. Οι περισσότερες από αυτές έχουν εφαρμόσει τη μεθοδολογία LCA για τους υπολογισμούς, εκτός από τους Svanes et al. [156] όπου ακολουθείται το ανθρακικό αποτύπωμα προϊόντος κατά ISO 14067.

Πίνακας 6. Επιλεγμένες μελέτες εύρεσης του οικολογικού αποτυπώματος διαφορετικών συστημάτων συσκευασίας.

Μελέτη	Συσκευασία	GWP (g CO ₂ eq)	Προσέγγιση	Μέθοδος
[149]	Χυμός 1L Αποστειρωμένο χάρτινο κουτί	113	Cradle-to-grave	IPCC, 2007
	Μπύρα 330 mL Αλουμινένιο κουτί	826	Cradle-to-grave	IPCC, 2007
	Νερό 1.5L Φιάλη PET	78	Cradle-to-grave	IPCC, 2007
[157]	Κρασί Ξύλινο κιβώτιο	314	Cradle-to-gate	IPCC, 2007
[148]	Φράουλες Ανοιγόμενο κουτί PLA	171	Cradle-to-grave	IMPACT 2002+
	Φράουλες Ανοιγόμενο κουτί PET	198	Cradle-to-grave	IMPACT 2002+
	Φράουλες Ανοιγόμενο κουτί PS	165	Cradle-to-grave	IMPACT 2002+
[158]	Κρέας σε φέτες Δίσκος PET	78.3	Cradle-to-grave	ReCiPe 2008
	Κρέας σε φέτες Δίσκος πολλαπλών στιβάδων	82.4	Cradle-to-grave	ReCiPe 2008
[159]	Βρεφική τροφή σε βάζο	174	Cradle-to-grave	IMPACT2002+
	Βρεφική τροφή Δοχείο A	125	Cradle-to-grave	IMPACT2002+
	Βρεφική τροφή Δοχείο B	149	Cradle-to-grave	IMPACT2002+
[156]	Συσκευασία μπανάνας	80	Cradle-to-grave	Ανθρακικό αποτύπωμα προϊόντος ISO14067
[160]	Ξύλινο κουτί για φρούτα και λαχανικά (15kg)	2920	Cradle-to-grave	Μέθοδος CML
	Χάρτινο κουτί για φρούτα και λαχανικά (15kg)	3250	Cradle-to-grave	Μέθοδος CML
	Επαναχρησιμοποιούμενος πλαστικός δίσκος για φρούτα και λαχανικά (15kg)	430	Cradle-to-grave	Μέθοδος CML

PET, τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο· PLA, πολυγαλακτικό οξύ· PS, πολυστυρένιο

Ακόμα, μία μελέτη της Amicarelli και των συνεργατών της [161] αναφορικά με το ανθρακικό αποτύπωμα των απορριμμάτων συσκευασιών εμφιαλωμένου νερού στην Ιταλία, αποκάλυψε ότι οι άμεσες εκπομπές CO₂, λαμβανομένων υπόψιν των διαφορετικών οδών διαχείρισης απορριμμάτων, έχουν υπολογιστεί σε 275 kt CO₂-e ετησίως και οι έμμεσες εκπομπές σε 14 kt CO₂-e ετησίως, που αντιστοιχούν σε περίπου 0,22 t CO₂ ισοδύναμα ανά τόνο επεξεργασμένων αποβλήτων. Οι αποφευχθείσες εκπομπές έχουν αξιολογηθεί σε -392

kt CO₂-e ετησίως. Επιπλέον, οι εκπομπές που σχετίζονται με τη μεταφορά στους χώρους υγειονομικής ταφής είναι περίπου το 2,77% (7675 t CO₂-e) του συνόλου των GHG, αλλά η ποσότητά τους εξαρτάται από την ικανότητα του συστήματος μεταφορών και από το κατά πόσον τα απόβλητα υφίστανται επεξεργασία τοπικά ή περιφερειακά.

Σε άλλη εργασία αναλύθηκαν μερικά συνήθη υλικά των προϊόντων που χρησιμοποιούνται για τη συσκευασία καταναλωτικών αγαθών στην Ισπανία και λογιστικοποιήθηκε το ανθρακικό αποτύπωμα προκειμένου να αξιολογηθεί η χρήση ορισμένων υλικών στα συστήματα συσκευασίας [162]. Το ανθρακικό αποτύπωμα ανά κιλό υλικού (σε CO₂-e) υπολογίστηκε για το πολυαιθυλένιο (Polyethylene, PE) (υψηλής πυκνότητας – HDPE και χαμηλής πυκνότητας – LDPE), το πολυπροπυλένιο (polypropylene, PP), το πολυβινυλοχλωρίδιο (polyvinyl chloride, PVC), το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET), το κυματοειδές χαρτόνι και το εύκαμπτο ξύλο. Για κάθε υλικό, προσδιορίστηκαν οι μεγαλύτερες εκπομπές GHG και οι διαδικασίες που συμβάλλουν περισσότερο (Πίνακας 7). Βάσει των αποτελεσμάτων της μελέτης, το ανθρακικό αποτύπωμα των υλικών που αναλύθηκαν κυμαινόταν από 0,065 έως 3,77 kg CO₂-e. Τα υλικά με το μικρότερο οικολογικό αντίκτυπο ήταν τα ανανεώσιμα, δηλαδή το ξύλο και το χαρτόνι. Και τα δύο αυτά χρησιμοποιούνται κυρίως για σκοπούς δευτερεύουσας συσκευασίας, αν και σε ορισμένους τομείς έχουν μεγαλύτερη παρουσία. Από τα πολυμερή, το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο είναι τα υλικά που έχουν το μικρότερο ανθρακικό αποτύπωμα (Πίνακας 7).

Πίνακας 7. Αποτύπωμα άνθρακα διαφορετικών υλικών συσκευασίας, τα συχνότερα εκπεμπόμενα GHG και οι σχετικές διεργασίες που συμβάλλουν στην υπερθέρμανση του πλανήτη [147].

	Ανθρακικό αποτύπωμα (kg CO₂ eq/ kg)	Αέρια θερμοκηπίου	Διεργασίες που συνεισφέρουν περισσότερο
HDPE	1.65	CO ₂ , CH ₄	Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
LDPE	2.27	CO ₂ , CH ₄	Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
PP	2.02	CO ₂ , CH ₄	Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
PVC	2.66	CO ₂ , CH ₄	Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
PET	3.77	CO ₂ , CH ₄	Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος
Κυματοειδές χαρτόνι	0.957	CO ₂ , CH ₄	Λήψη πρώτης ύλης
Ξύλο	0.065	CO ₂ , CH ₄	Κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος

HDPE, πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας· LDPE, πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας· PP, πολυπροπυλένιο· PVC, πολυβινυλοχλωρίδιο· PET, τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο.

4.4 Ελάττωση του ανθρακικού αποτυπώματος και βελτιστοποίηση της βιωσιμότητας της συσκευασίας

Όπως αναφέρθηκε, η εκμετάλλευση των πρώτων υλών (από την εξόρυξή τους έως το τελικό προϊόν) για την παρασκευή υλικών συσκευασίας συμβάλλει σε παγκόσμια περιβαλλοντικά ζητήματα. Για να διασφαλιστεί η βιώσιμη συσκευασία, διαφαίνεται η ανάγκη για ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων υλικών για τη δημιουργία παρόμοιων ή άλλων

πιθανών προϊόντων. Η βιωσιμότητα της βιομηχανίας της συσκευασίας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η διαθεσιμότητα πρώτων υλών, οι καλές πρακτικές ανακύκλωσης, η χρήση ανανεώσιμων πόρων και η αποτελεσματική και αποδοτική πολιτική για τα υλικά συσκευασίας των προϊόντων. Αναφορικά με τα πλαστικά, που είναι ένας συχνά χρησιμοποιούμενος τύπος υλικού συσκευασίας, αυτά κατασκευάζονται εδώ και αρκετές δεκαετίες από πολυμερή με βάση το πετρέλαιο όπως το πολυαιθυλένιο (PE), το πολυπροπυλένιο (PP), το πολυστυρένιο (PS) και το τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο (PET) [163]. Αυτά τα πολυμερή είναι μη βιοαποδομήσιμα και διαθέτουν χαμηλό ποσοστό δυνατότητας ανακύκλωσης [164]. Επομένως, για να είναι βιώσιμα τα υλικά συσκευασίας με βάση το πλαστικό, τα φιλικά προς το περιβάλλον βιοαποδομήσιμα πολυμερή θα πρέπει να διερευνηθούν εκτενώς για την αντικατάσταση των πολυμερών με βάση το πετρέλαιο. Βιοαποικοδομήσιμα πολυμερή όπως πρωτεΐνες, πολυσακχαρίτες, λιπίδια και φυτικές πηγές (π.χ. κутταρίνη, άμυλο, χιτοζάνη, πρωτεΐνη ορού γάλακτος, κερι, κολλαγόνο, κ.λπ.) έχουν διερευνηθεί ευρέως [165]. Τέτοια υλικά θα πρέπει να επιλέγονται κατά προτίμηση ως υλικά συσκευασίας. Επιπλέον, η κυβέρνηση θα πρέπει να αναπτύξει νέες και να εφαρμόσει υφιστάμενες πολιτικές για τη χρήση βιοαποδομήσιμων και 100% ανακυκλώσιμων υλικών. Ομοίως, οι εταιρίες κατασκευής υλικών συσκευασίας θα πρέπει να στοχεύσουν στη χρήση 100% ανακυκλώσιμων υλικών. Άλλα υλικά συσκευασίας (όπως γυαλί, μέταλλα και χαρτί) θα πρέπει να λαμβάνονται κατά τέτοιο τρόπο υπόψιν από τους κατασκευαστές, ώστε αυτοί να βασίζονται στην παραγωγή τους στην προστασία του περιβάλλοντος- που σημαίνει ότι θα πρέπει να εξετάζουν τα υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν και να επαναχρησιμοποιηθούν. Μέταλλα, όπως το αλουμίνιο, είναι 100% ανακυκλώσιμα [149]. Το ανακυκλωμένο χαρτί, σε σύγκριση με το πρωτογενές υλικό, χρησιμοποιεί λιγότερο νερό και ενέργεια ενώ έχει μικρότερο αρνητικό αντίκτυπο στο περιβάλλον [166]. Το γυαλί, από την άλλη πλευρά, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί ή να μετατραπεί για άλλες χρήσεις [167].

Ο πιο άρτιος τρόπος για τη μέτρηση του επιπέδου βιωσιμότητας των υλικών συσκευασίας είναι η ποσοστιαία δυνατότητα ανακύκλωσης του κάθε υλικού. Έτσι, οι κατασκευαστές υλικών συσκευασίας θα πρέπει να εστιάσουν στη χρήση βιοαποδομήσιμων και βιώσιμων υλικών που χαρακτηρίζονται από υψηλά ποσοστά ανακύκλωσης. Ειδικά για τα πλαστικά, η συζήτηση βρίσκεται σε εξέλιξη σχετικά με την αξιολόγηση του βαθμού στον οποίο η βιοαποικοδόμηση και η (οικιακή) κομποστοποίηση του πλαστικού είναι επωφελής στο πλαίσιο της μετάβασης προς μια κυκλική οικονομία, όπως περιγράφεται σε πρόσφατη έκθεση της Eunomia. Το ζήτημα σχετικά με το κομποστοποιήσιμο υλικό συσκευασίας έγκειται στον κίνδυνο πιθανής αυξημένης ρύπανσης από τα βιοαποδομήσιμα πλαστικά καθώς και τα μη αποικοδομήσιμα πλαστικά υπολείμματα. Αυτή η έκθεση κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα υλικά για εφαρμογές προϊόντων ή συσκευασίας θα πρέπει να σχεδιάζονται ή να επιλέγονται δίνοντας έμφαση στην ανακυκλωσιμότητα έναντι της κομποστοποίησης [168].

Αρκετά υλικά με βιολογική βάση, θεωρούνται ανταγωνιστικά συγκριτικά με τα συμβατικά ανάλογά τους όσον αφορά τις επιπτώσεις της υπερθέρμανσης του πλανήτη. Επιπλέον, τα βιοϋλικά είναι συχνά ανταγωνιστικά ως προς τα συνθετικά ανάλογά τους όσον αφορά το κόστος, την κατανάλωση ενέργειας, τη βιωσιμότητα και τη διαδικασία ανακύκλωσης. Φυσικά, η βιώσιμη συσκευασία συνεπάγεται υψηλή πολυπλοκότητα που βασίζεται σε εκτεταμένη ανάλυση και τεκμηρίωση που αξιολογεί τον πλήρη κύκλο ζωής του βιώσιμου βιοϋλικού [169]. Η παραγωγή βιοπλαστικών μπορεί να έχει ουδέτερο ή ακόμη και αρνητικό ανθρακικό αποτύπωμα, λόγω της πρόσληψης του CO₂ από την ατμόσφαιρα κατά την ανάπτυξη των φυτών, ακολουθούμενης από βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη αποθήκευση άνθρακα στο προϊόν. Για παράδειγμα, το βιοπολυμερές Ingeo® PLA (NatureWorks LLC) σχετίζεται με πρόσληψη περίπου 1,8 kg CO₂/ kg PLA [170]. Δεδομένης αυτής της πρόσληψης άνθρακα, το ανθρακικό αποτύπωμα από το λίκνο μέχρι το εργοστάσιο (cradle-to-factory gate) είναι περίπου 2 kg CO₂-e kg⁻¹ PLA. Με τη χρήση

αιολικής ενέργειας αντί για ορυκτά καύσιμα, το ανθρακικό αποτύπωμα της παραγωγής εξουδετερώνεται σχεδόν πλήρως. Οι τεχνολογικές βελτιώσεις θα μπορούσαν να μειώσουν περαιτέρω τις ανάγκες σε πόρους, φτάνοντας τελικά σε ένα αρνητικό αποτύπωμα άνθρακα [170].

Ο συνολικός αντίκτυπος ενός προϊόντος εξαρτάται επίσης από τη χρήση του και τη διαχείρισή του μετά το τέλος του κύκλου ζωής του. Η φάση της χρήσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του προϊόντος και από τοπικούς παράγοντες. Ο αντίκτυπος της φάσης του τέλους του κύκλου ζωής είναι συχνά αβέβαιος. Μέχρι τώρα, οι πιο κοινές προσεγγίσεις διαχείρισης απορριμμάτων για τα βιοπλαστικά ήταν παρόμοιες με εκείνες των συμβατικών πλαστικών: αποτέφρωση (με ή χωρίς ανάκτηση ενέργειας), υγειονομική ταφή και κομποστοποίηση [171].

Η κυρίαρχη προσέγγιση μετά το τέλος του κύκλου ζωής της συσκευασίας ποικίλλει ανά περιοχή. Για παράδειγμα, στη Γερμανία, τα βιοαποδομήσιμα πλαστικά αποτεφρώνονται ως επί το πλείστον (με ανάκτηση ενέργειας) και η κομποστοποίηση είναι ασυνήθιστη, καθώς τα περισσότερα από τα βιοπλαστικά αντιμετωπίζονται ως ρύποι στις εγκαταστάσεις διαλογής. Ωστόσο, η μηχανική ανακύκλωση σχετίζεται με καλύτερα αποτελέσματα αποτυπώματος άνθρακα από τα άλλα σενάρια στο τέλος του κύκλου ζωής, π.χ. η ανακύκλωση PLA προκαλεί την εκπομπή 0,62 kg CO₂-e/ kg PLA σε σύγκριση με περίπου 1,5 kg για την κομποστοποίηση, 1,6 kg για την υγειονομική ταφή, 1,7 kg για την αποτέφρωση και 2,2 kg για την αναερόβια χώνευση [171]. Γενικά, η υγειονομική ταφή, η αποτέφρωση και η κομποστοποίηση συνδέονται με υψηλότερα ανθρακικά αποτυπώματα από την ανακύκλωση, λόγω της ανάγκης για περισσότερες παρθένες πρώτες ύλες και της μετατροπής των βιοπλαστικών σε εκπομπές CO₂ και CH₄. Η ανάκτηση ενέργειας στα βιοπλαστικά λόγω της παραγωγής βιοαερίου μέσω αναερόβιας χώνευσης είναι μέχρι στιγμής περιορισμένη και χρειάζονται περισσότερες μελέτες για την τυποποίηση και τη χρήση της αναερόβιας χώνευσης ως πολύτιμης επιλογής στο τέλος του κύκλου ζωής.

4.4.1 Παραδείγματα βελτίωσης της βιωσιμότητας της συσκευασίας

Σε εργασία τους, οι Sanyé-Mengual et al. παρουσιάζουν την εφαρμογή της μεθοδολογίας του οικολογικού σχεδίου και του ανθρακικού αποτυπώματος για τη βελτίωση της βιωσιμότητας της συσκευασίας διαφορετικών κατηγοριών καταναλωτικών προϊόντων [147]. Δύο παραδείγματα παρουσιάζονται παρακάτω.

Παράδειγμα βελτίωσης της συσκευασίας χημικών προϊόντων

Στο παρόν παράδειγμα συσκευασίας χημικών προϊόντων, επιλέχθηκε ένα μπουκάλι απορρυπαντικού, με την εταιρία παραγωγής να στοχεύει στη βελτίωση της περιβαλλοντικής απόδοσης της συσκευασίας καθώς και στη διαφοροποίηση του προϊόντος από τους ανταγωνιστές της. Η συσκευασία είναι μια τυπική φιάλη απορρυπαντικού με όγκο 2L. Υπάρχουν τρία στοιχεία που συνθέτουν τη συσκευασία: ένα καπάκι (PP), το οποίο περιλαμβάνει ένα κύπελλο-δοσομετρητή, ένα μπουκάλι (HDPE) με οβάλ βάση που περιλαμβάνει λαβή για τη διευκόλυνση της μεταφοράς και της χρήσης και μια ετικέτα (PP) που περιλαμβάνει τη διαφήμιση και πληροφορίες σχετικά με τη χρήση, την τοξικολογία και τα περιβαλλοντικά θέματα (Εικόνα 17Α). Η φιάλη λαμβάνεται μέσω καλουπώματος εμφύσησης, ενώ η επεξεργασία που χρησιμοποιείται για το καπάκι είναι χύτευση με έγχυση και φλεξογραφία για την ετικέτα.

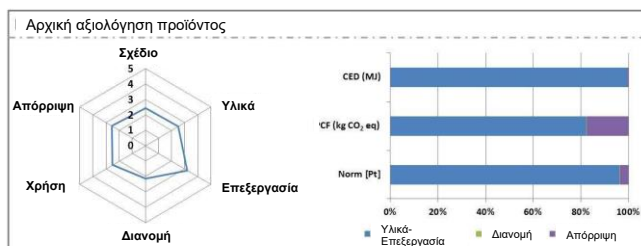
Ως αποτέλεσμα της ποιοτικής αξιολόγησης, τα στάδια της διανομής και της σχεδίασης προσδιορίστηκαν ως τα κρίσιμα. Πρώτον, εντοπίστηκε η ανάγκη βελτιστοποίησης της συσκευασίας για τη διανομή του προϊόντος. Δεύτερον, η συσκευασία δεν θεωρήθηκε

καινοτόμος στον σχετικό τομέα. Από την άλλη πλευρά, οι τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία προσδιορίστηκαν ως βέλτιστες για τον σχεδιασμό και τα χρησιμοποιούμενα υλικά. Ωστόσο, η ποσοτική αξιολόγηση εστίασε την προσοχή στα υλικά και τα στάδια επεξεργασίας, τα οποία αντιπροσώπευαν περισσότερο από το 80% των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων (Εικόνα 17B). Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αντιστοιχούν κυρίως στη φιάλη HDPE, η οποία έχει το μεγαλύτερο βάρος από ολόκληρη τη συσκευασία. Ωστόσο, το ανθρακικό αποτύπωμα της συσκευασίας ανέδειξε και τη συμβολή στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τη διάθεση του προϊόντος σε χώρο υγειονομικής ταφής. Η συσκευασία του απορρυπαντικού έλαβε ανθρακικό αποτύπωμα 322,57 g CO₂. Ως εκ τούτου, οι στρατηγικές που προέκυψαν για τα οικολογικά σχεδιασμένα προϊόντα επικεντρώθηκαν στη βελτιστοποίηση της χρήσης των υλικών και στη βελτίωση του ζητήματος της διανομής. Αρχικά, τροποποιήθηκε το σχήμα και το σχέδιο του μπουκαλιού. Ο όγκος άλλαξε σε μικρότερο αλλά φαρδύτερο μπουκάλι (μείωση όγκου 20%), με λειτουργική λαβή που καταλαμβάνει λιγότερο χώρο. Δεύτερον, το HDPE για τη φιάλη αντικαταστάθηκε με ανακυκλωμένο HDPE προκειμένου να μειωθεί η κατανάλωση μη ανανεώσιμων υλικών. Τέλος, η τροποποίηση του σχεδιασμού είχε ως αποτέλεσμα τη βελτιστοποίηση του σταδίου διανομής (Εικόνα 17Γ).

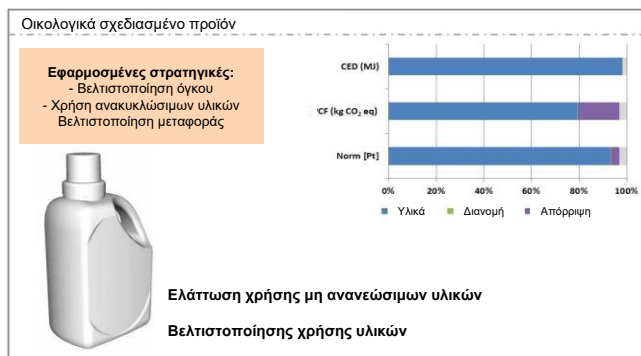
A



B



Γ



Εικόνα 17. Βελτιστοποίηση βιωσιμότητας της συσκευασίας χημικού απορρυπαντικού [147]. Α. Αρχική συσκευασία, εικόνα και τεχνικά χαρακτηριστικά. Β. Αρχική αξιολόγηση της συσκευασίας του απορρυπαντικού: ποιοτική και ποσοτική αξιολόγηση, ανά στάδιο του κύκλου ζωής. Γ. Προϊόν οικολογικού σχεδιασμού: εφαρμοσμένες στρατηγικές και ποιοτική επικύρωση (με γκρι σημειώνεται το ποσοστό μείωσης για κάθε δείκτη). CED, σωρευτική ενεργειακή ζήτηση· CF, ανθρακικό αποτύπωμα· Norm [Pt], κανονικοποιημένος αντίκτυπος CML.

Αν και το βάρος και η χρήση υλικών δεν ελαττώθηκαν, οι άλλοι δείκτες σχεδιασμού είχαν θετικά αποτελέσματα. Πρώτον, ο όγκος του προϊόντος βελτιστοποιήθηκε (20% χαμηλότερος). Ως αποτέλεσμα, βελτιστοποιήθηκε η μεταφορά καθώς δόθηκε η δυνατότητα μεταφοράς κατά 25% περισσότερου προϊόντος ανά φορτηγό. Από την άλλη, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μειώθηκαν έως και 3,1%, τόσο για τον παγκόσμιο δείκτη (κανονικοποιημένο CML) όσο και για το ανθρακικό αποτύπωμα, ενώ η κατανάλωση ενέργειας μειώθηκε κατά 1,6%.

Παράδειγμα βελτίωσης της συσκευασίας προϊόντων τροφίμων

Ένας δίσκος κιμά επιλέχθηκε για τη μελέτη μιας συσκευασίας προϊόντος τροφίμου. Η εταιρία, της οποίας το προϊόν μελετήθηκε, παράγει προϊόντα κρέατος και πωλεί λιανικά σε σουπέρ μάρκετ στην Ισπανία και την Πορτογαλία. Ο δίσκος πολλαπλών στιβάδων έχει όγκο 740 mL, εκ των οποίων τα 370 mL είναι αέρια ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, και περιέχει 400 g κιμά. Η συσκευασία είναι κατασκευασμένη από διαφανές υλικό που αποτελείται από τρία στρώματα: PET, αιθυλενοβινυλική αλκοόλη (ethylene vinyl alcohol, EVOH) και PE. Η συσκευασία αποτελείται από τρία στοιχεία (Εικόνα 18Α). Πρώτον, μια μεμβράνη (πολλαπλών στιβάδων O-PET/ PE/ EVOH/ PE) σφραγίζει τον δίσκο συγκρατώντας την προστατευτική ατμόσφαιρα μέχρι την κοιλότητα του προϊόντος. Δεύτερον, ο ίδιος ο δίσκος είναι ένα διαφανές πολυστρωματικό πλαστικό από PET (80%) που δίνει σχήμα στο προϊόν, EVOH (3%) που σφραγίζει το προϊόν και PE που εγγυάται τη σφράγιση της μεμβράνης. Τέλος, μια ετικέτα από επιστρωμένο χαρτί περιέχει πληροφορίες για το προϊόν, το λογότυπο της επιχείρησης και σήματα ποιότητας.

Η λειτουργία της συσκευασίας είναι να διατηρεί το προϊόν σε άριστες συνθήκες για 12 ημέρες, 2 εκ των οποίων αντιστοιχούν στο στάδιο της μεταφοράς και οι άλλες 10 ημέρες στα στάδια λιανικής πώλησης και χρήσης. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές συσκευασίες, αυτός ο τύπος συσκευασίας σχεδόν διπλασιάζει τη διάρκεια ζωής του συσκευασμένου κρέατος. Η συσκευασία χρησιμοποιεί την τεχνολογία ελεγχόμενης ατμόσφαιρας για τη βελτιστοποίηση των ποιοτικών συνθηκών διατήρησης του προϊόντος. Για τον σκοπό αυτό, ο εσωτερικός αέρας της συσκευασίας εξαλείφεται και αντικαθίσταται από εγχυόμενα αέρια (CO₂ και O₂) που διατηρούν το περιεχόμενο πέρα από τη φυσιολογική διάρκεια ζωής άλλων προϊόντων ψύξης.

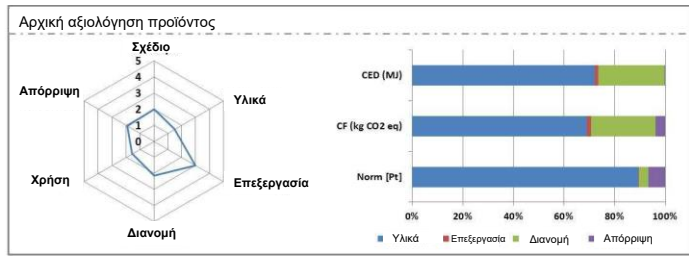
Στην ποιοτική αξιολόγηση της συσκευασίας, τα στάδια του κύκλου ζωής που σχετίζονταν με τα υλικά, τη χρήση και την απόρριψη έλαβαν τις χαμηλότερες βαθμολογίες. Τα πολυστρωματικά υλικά, η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής της συσκευασίας σε σύγκριση με το προϊόν και οι δυσκολίες αναφορικά με την απόρριψη είναι τα κρίσιμα σημεία. Όσον αφορά το σχέδιο, δίνεται προσοχή στην ανάγκη μείωσης της χρήσης πόρων της συσκευασίας. Η επεξεργασία είναι το στάδιο με τη μεγαλύτερη βαθμολογία λόγω του βέλτιστου σχεδιασμού της συσκευασίας. Από την άλλη πλευρά, η ποσοτική αξιολόγηση (LCA) τόνισε ότι τα στάδια του κύκλου ζωής που συμβάλλουν περισσότερο είναι η εξαγωγή των υλικών και η μεταφορά (89% της κανονικοποιημένης επίπτωσης). Η διανομή του προϊόντος είναι το δεύτερο πιο σημαντικό στάδιο με συνεισφορές ≈25% στον ενεργειακό δείκτη και στο αποτύπωμα άνθρακα. Το ανθρακικό αποτύπωμα της αρχικής συσκευασίας αντιστοιχεί σε 178,4 g CO₂ ανά προϊόν (Εικόνα 18B).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, οι στρατηγικές οικολογικού σχεδιασμού επικεντρώθηκαν στην επιλογή και τον σχεδιασμό των υλικών (π.χ. βελτιστοποίηση της χρήσης υλικών σε σχέση με τη διάρκεια ζωής της συσκευασίας). Προτάθηκε ένα πρωτότυπο σχέδιο που περιλάμβανε 2 από τις προτεινόμενες βελτιώσεις. Ο νέος σχεδιασμός διαφοροποιεί τα χαρακτηριστικά του δίσκου πολλαπλών στρώσεων, ενώ διατηρεί τα άλλα στοιχεία προκειμένου να διασφαλιστεί η λειτουργία της συσκευασίας (δηλαδή η παραγωγή και σφράγιση του προϊόντος και η επικοινωνία). Ο νέος δίσκος έχει νέο σχεδιασμό που δίνει δομή στο προϊόν ενώ οδηγεί σε μείωση του πλαστικού κατά 15%, με την ταυτόχρονη αντικατάστασή του από ανακυκλωμένο υλικό (Εικόνα 18Γ).

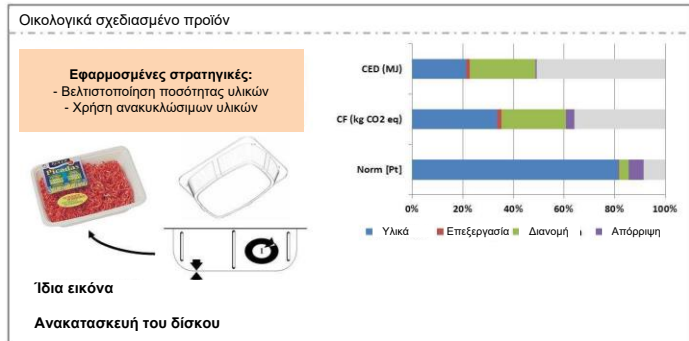
A



B



Γ



Εικόνα 18. Βελτιστοποίηση βιωσιμότητας της συσκευασίας προϊόντος τροφίμου [147]. Α. Αρχική συσκευασία, εικόνα και τεχνικά χαρακτηριστικά. Β. Αρχική αξιολόγηση της συσκευασίας του προϊόντος τροφίμου: ποιοτική και ποσοτική αξιολόγηση, ανά στάδιο του κύκλου ζωής. Γ. Προϊόν οικολογικού σχεδιασμού: εφαρμοσμένες στρατηγικές και ποιοτική επικύρωση (με γκρι σημειώνεται το ποσοστό μείωσης για κάθε δείκτη). CED, σωρευτική ενεργειακή ζήτηση· CF, ανθρακικό αποτύπωμα· Norm [Pt], κανονικοποιημένος αντίκτυπος CML.

Οι δείκτες που αναλύθηκαν έδειξαν ότι οι στρατηγικές που εφαρμόστηκαν αντιπροσωπεύουν μείωση μεταξύ 8,6% και 50,9%. Οι κύριες μειώσεις αφορούν στην κατανάλωση ενέργειας, καθώς η χρήση ανακυκλωμένου πλαστικού αποφεύγει την εξαγωγή ακατέργαστου πλαστικού από πετρέλαιο. Το ανθρακικό αποτύπωμα βελτιώνεται κατά 35,9% κυρίως λόγω της μείωσης της χρήσης μη ανανεώσιμων υλικών. Όσον αφορά τον σχεδιασμό, η συσκευασία οικολογικού σχεδιασμού είναι κατά 12% ελαφρύτερη.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι τρέχουσες πρακτικές κατανάλωσης αποτελούν σοβαρή απειλή για την οικονομική, περιβαλλοντική και κοινωνική ευημερία του πλανήτη. Μία λύση για την αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούνται από την παγκόσμια κατανάλωση είναι η ανάπτυξη πιο βιώσιμων προϊόντων. Αυτή η προσέγγιση απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό και εφαρμογή, δεδομένου ότι η ανάπτυξη ενός προϊόντος προκαθορίζει σε μεγάλο βαθμό τη βιωσιμότητα σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του. Λόγω της πολυδιάστατης φύσης της έννοιας της βιωσιμότητας, δεν είναι πάντα εύκολο να καθοριστεί πλήρως το τι αποτελεί ένα πιο βιώσιμο προϊόν. Παρόλα αυτά, οι εταιρίες όλο και συχνότερα προσπαθούν να λάβουν υπόψιν τις διάφορες πτυχές της βιωσιμότητας για τα προϊόντα τους. Προς αυτή την κατεύθυνση, η βιωσιμότητα ενός προϊόντος εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο το προϊόν αυτό μπορεί να προσφέρει οικονομικά οφέλη στην εταιρία που το παράγει, ενώ ταυτόχρονα παρέχει περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη στην κοινωνία, γενικότερα.

Οι πρώιμες αποφάσεις σχεδιασμού μπορεί να έχουν σημαντικό ή και κυρίαρχο αντίκτυπο στη βιωσιμότητα της υλοποίησης του προϊόντος. Η απόφαση πρέπει να λαμβάνεται με βάση όχι μόνο τη δομή, το υλικό και τις επιλογές κατασκευής, αλλά και τη μεταφορά, τη διανομή και τα logistics και τη διαχείριση στο τέλος του κύκλου ζωής του. Δηλαδή, πρέπει να συμπεριληφθεί ολόκληρος ο κύκλος ζωής του προϊόντος. Αν και η LCA έχει καθιερωθεί ως η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μεθοδολογία και θεωρείται ως η πιο αντικειμενική για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας ενός προϊόντος, η εφαρμογή της για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων σχεδιασμού γενικά παραμένει μια σημαντική πρόκληση. Κατά συνέπεια, η LCA χρησιμοποιείται συχνότερα ως εργαλείο συμμόρφωσης στην πράξη. Μια στρατηγική σχεδιασμού για τη βιωσιμότητα θα μπορούσε επίσης να είναι καινοτόμα σχέδια νέων προϊόντων σε τομείς για τους οποίους δεν ακόμα δεν έχει εφαρμοστεί η βιωσιμότητα.

Στον τομέα της βιώσιμης ανάπτυξης προϊόντων, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εξετάσει το ζήτημα της ενσωμάτωσης πληροφοριών από μεταγενέστερα στάδια του κύκλου ζωής στη φάση του αρχικού σχεδιασμού. Ως αποτέλεσμα, η έρευνα στους τομείς της μοντελοποίησης πληροφοριών, της ποσοτικοποίησης της αβεβαιότητας και της λήψης αποφάσεων που εφαρμόζονται στη βιωσιμότητα θα είναι καίριας σημασίας. Ένας άλλος τομέας μελλοντικής σημασίας είναι η απρόσκοπτη ενσωμάτωση της βιωσιμότητας στις πρακτικές σχεδιασμού. Η βιωσιμότητα, σε αντίθεση με πολλές άλλες παραμέτρους σχεδιασμού, είναι ένας παγκόσμιος περιορισμός. Ως εκ τούτου, πρέπει να αναπτυχθούν εργαλεία σχεδιασμού με τη μορφή προσομοίωσης του κύκλου ζωής για τη βιωσιμότητα.

Όσον αφορά τις επιχειρήσεις, οι διάφοροι κανονισμοί υποχρεώνουν τις εταιρίες να αναζητήσουν μεθόδους ποσοτικοποίησης για να αξιολογήσουν το οικολογικό τους αποτύπωμα. Συνεπώς, αρκετές επιχειρήσεις έχουν αρχίσει να χαρτογραφούν ολόκληρο το δίκτυο προμηθευτών τους και τείνουν να μετατρέψουν τα παραδοσιακά επιχειρηματικά μοντέλα τους προς πιο βιώσιμες πρακτικές. Οι προσπάθειες ελαχιστοποίησης του οικολογικού κόστους από παγκοσμίως κυρίαρχες επιχειρήσεις θα αναγκάσουν και άλλους να ακολουθήσουν το παράδειγμά τους για να εξασφαλίσουν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά. Έτσι, ο τομέας της αξιολόγησης και του διαμοιρασμού του ανθρακικού αποτυπώματος αναμένεται να γίνει βασικός τομέας για όλες τις επιχειρήσεις στο μέλλον.

Ήδη στις μέρες μας και ακόμα εντονότερα στο άμεσο μέλλον, η βιωσιμότητα θα γίνει βασικός παράγοντας για τη διαμόρφωση επιχειρηματικών μοντέλων που χρησιμοποιούνται στον σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων. Εκτός από τις κλασικές πληροφορίες αντιστάθμισης κόστους έναντι απόδοσης, τα δεδομένα σχετικά με το γιατί οι πελάτες αντικαθιστούν τα λειτουργικά προϊόντα με νεότερα μοντέλα θα βοηθήσουν τους σχεδιαστές

να ανταποκριθούν καλύτερα στις ανάγκες των πελατών. Θα χρειαστεί επίσης σχετική έρευνα για την υπολειπόμενη αξία του προϊόντος στο τέλος της πρώτης φάσης χρήσης από τον καταναλωτή. Οι μέθοδοι σχεδιασμού, οι οποίες θα λαμβάνουν υπόψιν αυτή την αξία για τον σχεδιασμό του προϊόντος, την επιλογή υλικού, τον σχεδιασμό της διαδικασίας παραγωγής, την ανάκτηση και την ανακατασκευή, θα μπορούσαν ενδεχομένως να βελτιώσουν τόσο την οικονομική όσο και την περιβαλλοντική απόδοση ολόκληρου του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Ένα πιο βιώσιμο μέλλον μπορεί να επιτευχθεί με την παραγωγή περισσότερων βιώσιμων προϊόντων που προκαλούν λιγότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Τα υλικά επιλογής και ο σχεδιασμός θα είναι πάντα πολύ σημαντικοί τομείς κατά την ανάπτυξη βιώσιμων προϊόντων. Η έννοια της ανάλυσης του κύκλου ζωής μπορεί να είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για τον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων για όλα τα στάδια του προϊόντος, από την εκχύλιση του πρωτογενούς υλικού έως το στάδιο της διάθεσης του προϊόντος. Τα ανανεώσιμα και εύκολα ανακυκλώσιμα υλικά θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση μαζί με ένα σχέδιο για εύκολη ανακύκλωση και επισκευή των προϊόντων. Η ελαχιστοποίηση της καταναλισκόμενης ενέργειας που συνδέεται με το προϊόν είναι επίσης σημαντική. Φυσικά υλικά, πολυμερή με βάση ανανεώσιμες πρώτες ύλες, καθώς και κεραμικά και ορισμένα μέταλλα φαίνεται να είναι βιώσιμα υλικά για το μέλλον. Ωστόσο, η υπερβολική χρήση ξύλου και βαμβακιού μπορεί να οδηγήσει σε πολύ σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της χρήσης των δασών και ως εκ τούτου της υποβάθμισης της γης, των προβλημάτων έλλειψης νερού κ.λπ. Αυτό σημαίνει ότι ένα υλικό μπορεί να είναι βιώσιμο κατά τη χρήση και την ανακύκλωση, αλλά η εξαγωγή του μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές επιπτώσεις.

Αξίζει να σημειωθεί ότι εκτός από το ίδιο το προϊόν, σημαντική είναι και η συσκευασία για την ολοκληρωμένη εκτίμηση της βιωσιμότητας. Οι μη βιώσιμες πρακτικές συσκευασίας έχουν γίνει απειλή για τη βιώσιμη ανάπτυξη και τελικά για την ανάπτυξη μιας κυκλικής οικονομίας. Η βιομηχανία της συσκευασίας δραματίζει σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια οικονομία, καθώς είναι μια διαδικασία που εξασφαλίζει ασφαλή και οικονομικά αποδοτική αποθήκευση, παράδοση και χειρισμό των προϊόντων από το σημείο παραγωγής μέχρι το σημείο κατανάλωσης. Αν και η συσκευασία είναι μια σημαντική πτυχή της εφοδιαστικής αλυσίδας και της οικονομίας, εξακολουθεί να υπάρχει έλλειψη ορθής εφαρμογής των πολιτικών όσον αφορά τη συσκευασία. Πολλές τοπικές εταιρίες εξακολουθούν να βασίζονται σε περιβαλλοντικά υποβαθμιστικές επιλογές συσκευασίας, όπως πλαστικά μιας χρήσης και πολυστρωματικές συσκευασίες, όπου η μη βιώσιμη κατανάλωση και η απόρριψη των συσκευασιών από τους τελικούς καταναλωτές δημιουργεί οικολογικές επιπλοκές. Συνολικά, ωστόσο, η αυξανόμενη ανησυχία για το κλίμα, σε συνδυασμό με την αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για βιωσιμότητα και φιλικές προς το περιβάλλον συσκευασίες και προϊόντα έχει θέσει τις εταιρίες υπό πίεση να επανεξετάσουν και να επανασχεδιάσουν τις πρακτικές συσκευασίας τους, προκειμένου να επιτύχουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα λαμβάνοντας υπόψιν την πτυχή της βιωσιμότητας στη διαχείριση των διαδικασιών τους.

Από την πλευρά των καταναλωτών, η στροφή προς την αγορά και χρήση περισσότερο βιώσιμων προϊόντων είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και την προώθηση ενός πιο βιώσιμου μέλλοντος. Επιλέγοντας φιλικά προς το περιβάλλον και ηθικά παραγόμενα προϊόντα, οι αγοραστές/καταναλωτές μπορούν να συμβάλλουν στην προστασία του πλανήτη, υποστηρίζοντας ταυτόχρονα επιχειρήσεις που δίνουν προτεραιότητα στη βιωσιμότητα. Έτσι, προκειμένου να υιοθετηθούν πιο βιώσιμες αγοραστικές και καταναλωτικές συνήθειες, είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψιν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του προς αγορά προϊόντος. Αρχικά, πρέπει να αναζητούνται προϊόντα που είναι κατασκευασμένα από ανακυκλωμένα ή ανανεώσιμα υλικά. Επιλέγοντας αντικείμενα που έχουν δημιουργηθεί με χρήση ανακυκλωμένων υλικών, οι καταναλωτές μπορούν να συμβάλλουν στη μείωση της ζήτησης

για νέους πόρους και στην ελαχιστοποίηση των απορριμμάτων. Μια άλλη σημαντική πτυχή είναι η διαδικασία παραγωγής: θα πρέπει να επιλέγονται προϊόντα που έχουν κατασκευαστεί με βιώσιμες πρακτικές και έχουν χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα. Αυτό περιλαμβάνει την επιλογή προϊόντων που παράγονται τοπικά, καθώς αυτό μειώνει την ανάγκη για μεταφορά μεγάλων αποστάσεων και τις σχετικές εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, είναι σημαντικό να δίνεται προτεραιότητα σε προϊόντα που είναι ανθεκτικά και κατασκευασμένα για να διαρκούν. Η γρήγορη μόδα και τα είδη μιας χρήσης συμβάλλουν σημαντικά στη σπατάλη και τη ρύπανση. Επενδύοντας σε προϊόντα υψηλής ποιότητας και μακράς διάρκειας, μπορούμε να μειώσουμε τη συνολική μας κατανάλωση και να ελαχιστοποιήσουμε την ποσότητα των απορριμμάτων που καταλήγουν σε χωματερές.

Όσον αφορά τα τρόφιμα και τα ποτά, θα πρέπει να προτιμώνται τα βιολογικά και τα τοπικά προϊόντα, τα οποία είναι λιγότερο πιθανό να έχουν εκτεθεί σε επιβλαβή φυτοφάρμακα, ενώ ακόμα υποστηρίζονται οι γεωργικές πρακτικές που δίνουν προτεραιότητα στην υγεία του εδάφους και τη βιοποικιλότητα. Επιπλέον, η επιλογή τροφίμων τοπικής προέλευσης μειώνει το αποτύπωμα άνθρακα που σχετίζεται με τη μεταφορά.

Αναφορικά με το μέλλον, η βελτιστοποίηση της βιωσιμότητας των προϊόντων με προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, καθώς και η διαμόρφωση περισσότερο ενημερωμένων και συνειδητοποιημένων πολιτών θα είναι εξαιρετικά σημαντικά στοιχεία για τη ζωή σε βιώσιμες κοινωνίες. Νέες, βιώσιμες μέθοδοι παραγωγής και διάθεσης θα αναπτυχθούν και οι εταιρίες όπως και οι καταναλωτές θα πρέπει να ενημερωθούν και να είναι σε θέση να ακολουθούν τις εξελίξεις. Θα παρουσιαστούν επίσης πολλά νέα είδη υλικών, των οποίων η διαχείριση θα απαιτήσει πιο έμπειρους και καταρτισμένους μηχανικούς και σχεδιαστές.

Συμπερασματικά, η βιωσιμότητα στην αγορά των καταναλωτικών προϊόντων- σε όλο το φάσμα, από την παραγωγή μέχρι την κατανάλωση και την απόρριψη ή την ανακύκλωση- είναι ένα σημαντικό βήμα προς ένα πιο βιώσιμο μέλλον. Λαμβάνοντας υπόψιν παράγοντες όπως τα υλικά, οι διαδικασίες παραγωγής, η ανθεκτικότητα και η υποστήριξη βιώσιμων εμπορικών σημάτων, μπορούμε να συμβάλλουμε σε έναν πιο υγιή πλανήτη και να προωθήσουμε τη θετική αλλαγή, μέσω συνειδητών επιλογών για μια πιο βιώσιμη οικονομία και κοινωνία. Φυσικά, για όλα τα παραπάνω απαραίτητη προϋπόθεση αποτελεί η υποστήριξη και η ενίσχυση της έρευνας και της ανάπτυξης στον τομέα των βιώσιμων καταναλωτικών αγαθών.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΟΡΟΛΟΓΙΑΣ

Ξενόγλωσσος όρος	Ελληνικός Όρος
American Society for Testing and Materials	Αμερικανική Εταιρία Δοκιμών και Υλικών
Bioeconomy	Βιοοικονομία
Capital good	Κεφαλαιουχικό αγαθό
Carbon Dioxide	Διοξείδιο του άνθρακα
Carbon dioxide equivalent	Ισοδύναμο διοξειδίου του άνθρακα
Carbon Footprint	Ανθρακικό αποτύπωμα
Circular Bioeconomy	Κυκλική Βιοοικονομία
Circular economy	Κυκλική οικονομία
Circular Economy	Κυκλική Οικονομία
Cleaner Production	Καθαρότερη Παραγωγή
Consumer good	Καταναλωτικό αγαθό
Convenience good	Είδος ευκολίας
Cradle-to-cradle	Από λίκνο σε λίκνο
Cradle-to-factory gate	Από το λίκνο μέχρι το εργοστάσιο
Cradle-to-grave	Από το λίκνο στον τάφο
Cumulative Energy Demand	Σωρευτική ενεργειακή ζήτηση
Decoupling	Αποσύνδεση
Design for Sustainability	Σχεδιασμός για τη Βιωσιμότητα
Durable good	Διαρκές αγαθό
Ecodesign for Sustainable Products	Οικολογικός Σχεδιασμός Βιώσιμων Προϊόντων
Ethylene vinyl alcohol	Αιθυλενοβινυλική αλκοόλη
Fast fashion	Γρήγορη μόδα
Fast-moving consumer good	Ταχέως κινούμενο καταναλωτικό αγαθό
Federal Trade Commission	Ομοσπονδιακή Επιτροπή Εμπορίου
Food and Drug Administration	Οργανισμός Ελέγχου Φαρμάκων και Τροφίμων
Global Organic Textiles Standard	Παγκόσμιο Πρότυπο Οργανικών Κλωστοϋφαντουργικών Προϊόντων
Global Warming Potential	Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη
Green development	Πράσινη ανάπτυξη
Green product	Πράσινο προϊόν
Green Seal	Πράσινη Σφραγίδα
Greenhouse Gases	Αέρια θερμοκηπίου
Greenwashing	Πράσινο ξέπλυμα
High Density Polyethylene	Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας
Intergovernmental Panel on Climate Change	Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή
Intermediate good	Ενδιάμεσο προϊόν
International Standards Organization	Διεθνής Οργανισμός Προτύπων
Life Cycle Assessment	Ανάλυση Κύκλου Ζωής
Life Cycle Inventory	Απογραφή κύκλου ζωής
Logistics	Εφοδιασμός
Low Density Polyethylene	Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας
Non-durable good	Μη διαρκές αγαθό
Polyethylene Terephthalate	Τερεφθαλικό πολυαιθυλένιο
Polyhydroxyalkanoates	Πολυ-υδροξυαλκανοϊκά
Polyhydroxybutyrate	Πολύ-υδροξυβουτυρικό

Polylactic acid	Πολυγαλακτικό οξύ
Polylactic Acid	Πολυγαλακτικό οξύ
Polypropylene	Πολυπροπυλένιο
Polystyrene	Πολυστυρένιο
Polyvinyl chloride	Πολυβινυλοχλωρίδιο
Publicly Available Specifications-2050	Δημόσια Διαθέσιμες Προδιαγραφές-2050
Radio-frequency identification	Ταυτοποίηση ραδιοσυχνότητας
Recovery	Επαναφορά
Recycle	Ανακύκλωση
Reduction	Μείωση
Reuse	Επαναχρησιμοποίηση
Semi-durable good	Ημιδιαρκές αγαθό
Shelf-Ready Packaging	Έτοιμη για το ράφι συσκευασία
Shopping good	Προϊόν επιλογής
Slow-moving consumer good	Βραδέως κινούμενο καταναλωτικό αγαθό
Specialty good	Εξειδικευμένο προϊόν
Sustainability	Βιωσιμότητα
Sustainable development	Αειφόρος ανάπτυξη
Sustainable Development Goals	Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης
Sustainable Development Goals	Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης
Sustainable innovation	Βιώσιμη καινοτομία
Sustainable products	Βιώσιμα προϊόντα
Sustainable Supply Chain Initiative	Πρωτοβουλία της Βιώσιμης Εφοδιαστικής Αλυσίδας
United Nations Environment Programme	Περιβαλλοντικό Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών
United Nations Framework Convention on Climate Change	Σύμβαση-Πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την Κλιματική Αλλαγή
Unsought good	Μη αναζητούμενο αγαθό
Volatile Fatty Acids	Πτητικά λιπαρά οξέα
Willingness-to-pay	Προθυμία πληρωμής

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ – ΑΡΚΤΙΚΟΛΕΞΑ – ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

BE	Bioeconomy
BSI	British Standard Institution
C2C	Cradle-to-cradle
CBE	Circular Bioeconomy
CE	Circular Economy
CED	Cumulative Energy Demand
CF	Carbon Footprint
CO ₂	Carbon Dioxide
CO ₂ -e	Carbon dioxide equivalent
COP21	21st Conference of the Parties
COVID-19	Coronavirus Disease 2019
CP	Cleaner Production
D4S	Design for Sustainability
DEFRA	Department of Food and Rural Affair
EE	Ευρωπαϊκή Ένωση
EPA	Environmental Protection Agency
ESPR	Ecodesign for Sustainable Products Regulation
EVOH	Ethylene vinyl alcohol
FDA	Food and Drug Administration
FMCG	Fast-Moving Consumer Goods
GHG	Greenhouse Gases
GOTS	Global Organic Textiles Standard
GPC	Global Product Classification
GWP	Global Warming Potential
HDPE	High Density Polyethylene
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Standards Organization
LCA	Life Cycle Assessment
LCI	Life Cycle Inventory
LDPE	Low Density Polyethylene
PAS 2050	Publicly Available Specifications-2050
PE	Polyethylene
PET	Polyethylene Terephthalate
PHAs	Polyhydroxyalkanoates
PHB	Polyhydroxybutyrate
PLA	Polylactic Acid
PP	Polypropylene
PS	Polystyrene
PVC	Polyvinyl chloride
RFID	Radio-frequency Identification
SDGs	Sustainable Development Goals
SMCG	Slow-Moving Consumer Goods
SRP	Shelf-Ready Packaging
SSCI	Sustainable Supply Chain Initiative
UNEP	United Nations Environment Programme
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
USDA	U.S. Department of Agriculture
VFAs	Volatile Fatty Acids

WBCSD	World Business Council on Sustainable Development
WRI	World Resource Institute
WTP	Willingness-to-pay
WWF	World Wildlife Foundation
Η.Π.Α	Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής
ΟΗΕ	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] United Nations, “Paris agreement,” in *report of the conference of the parties to the United Nations framework convention on climate change (21st session, 2015: Paris)*. Retrived December, HeinOnline, 2015, p. 2.
- [2] “EU Climate Law: MEPs confirm deal on climate neutrality by 2050.” Accessed: Sep. 01, 2024. [Online]. Available: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20210621IPR06627/eu-climate-law-meps-confirm-deal-on-climate-neutrality-by-2050>
- [3] M. Mentès, “Sustainable development economy and the development of green economy in the European Union.,” *Energy Sustain Soc*, vol. 13, no. 1, 2023.
- [4] A. Do Paco, C. Shiel, and H. Alves, “A new model for testing green consumer behaviour,” *J Clean Prod*, vol. 207, pp. 998–1006, 2019.
- [5] F. Bassi, “European consumers’ attitudes towards the environment and sustainable behavior in the market,” *Sustainability*, vol. 15, no. 2, p. 1666, 2023.
- [6] European Commission, “Future of Europe: Europeans see climate change as top challenge for the EU.” Accessed: Sep. 01, 2024. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_447
- [7] A. Gilg, S. Barr, and N. Ford, “Green consumption or sustainable lifestyles? Identifying the sustainable consumer,” *Futures*, vol. 37, no. 6, pp. 481–504, 2005.
- [8] K. Vehmas, A. Raudaskoski, P. Heikkilä, A. Harlin, and A. Mensonen, “Consumer attitudes and communication in circular fashion,” *Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal*, vol. 22, no. 3, pp. 286–300, 2018.
- [9] O. Ogiemwonyi and M. T. Jan, “The correlative influence of consumer ethical beliefs, environmental ethics, and moral obligation on green consumption behavior,” *Resources, Conservation & Recycling Advances*, vol. 19, p. 200171, 2023.
- [10] O. Ogiemwonyi, M. N. Alam, R. Alshareef, M. Alsolamy, N. A. Azizan, and N. Mat, “Environmental factors affecting green purchase behaviors of the consumers: Mediating role of environmental attitude,” *Cleaner Environmental Systems*, vol. 10, p. 100130, 2023.
- [11] S. Ross, “Capital Goods vs. Consumer Goods: What’s the Difference?” Accessed: Sep. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.investopedia.com/ask/answers/032515/what-difference-between-capital-good-and-consumer-good.asp>
- [12] M. Petersen, “Considering sustainability in the development of consumer goods,” 2017.
- [13] S. Grabner-Kräuter, “Consumer Goods,” 2018. doi: 10.4135/9781483381503.n236.
- [14] V. Moretti and M. Murck, “Aktuelle Herausforderungen für Konsumgüterunternehmen und ihre Implikationen für das Controlling,” in *Controlling in der Konsumgüterindustrie: Innovative Ansätze und Praxisbeispiele*, M. Buttkus and R. Eberenz, Eds., Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2014, pp. 3–19. doi: 10.1007/978-3-658-04946-1_1.
- [15] GS1 Ireland, “Global Product Classification (GPC) Browser Guide.” Accessed: Sep. 02, 2024. [Online]. Available: https://www.gs1ie.org/download_files/gdsn_datasync_files/gpc-browser-guide-cpg.pdf
- [16] GS1 Association Greece, “Κατηγοριοποίηση GPC.” Accessed: Sep. 02, 2024. [Online]. Available: <https://www.gs1greece.org/ypostiriksi/kategoriopoiisi-gpc>
- [17] S. Meinhardt, C. Kern, K. Kauffmann, J. Jahraus, and M. Lindemann, “Innovative Gestaltung von Geschäftsprozessen in der Konsumgüterindustrie: Marktumfeld-Herausforderungen-Vorgehensmodell-Praxisbeispiele-

Handlungsempfehlungen/[SAP Consulting] Stefan Meinhardt... Unter Mitarb. von... Markus A. Lindemann...," 2010.

- [18] "What are sustainable products?" Accessed: Sep. 03, 2024. [Online]. Available: <https://www.arenasolutions.com/resources/glossary/sustainable-products/>
- [19] J. W. Hansen and J. W. Jones, "A systems framework for characterizing farm sustainability," *Agric Syst*, vol. 51, no. 2, pp. 185–201, 1996, doi: [https://doi.org/10.1016/0308-521X\(95\)00036-5](https://doi.org/10.1016/0308-521X(95)00036-5).
- [20] R. Hueting and L. Reijnders, "Sustainability is an objective concept," *Ecological economics*, vol. 27, no. 2, pp. 139–148, 1998.
- [21] J. R. Ehrenfeld, "Searching for sustainability: No quick fix," *Reflections*, vol. 5, no. 8, pp. 1–13, 2004.
- [22] C. Figge, "Sustainability: Defining the Undefinable." Accessed: Sep. 04, 2024. [Online]. Available: <https://www.triplepundit.com/story/2011/sustainability-defining-undefinable/78476>
- [23] H. Ott, R. Wang, and D. Bortree, "Communicating Sustainability Online: An Examination of Corporate, Nonprofit, and University Websites," *Mass Commun Soc*, vol. 19, no. 5, pp. 671–687, Sep. 2016, doi: [10.1080/15205436.2016.1204554](https://doi.org/10.1080/15205436.2016.1204554).
- [24] W. C. on Environment, *Our common future*. Peterson's, 1987.
- [25] B. Purvis, Y. Mao, and D. Robinson, "Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins," *Sustain Sci*, vol. 14, no. 3, pp. 681–695, 2019, doi: [10.1007/s11625-018-0627-5](https://doi.org/10.1007/s11625-018-0627-5).
- [26] R. Hansmann, H. A. Mieg, and P. Frischknecht, "Principal sustainability components: empirical analysis of synergies between the three pillars of sustainability," *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, vol. 19, no. 5, pp. 451–459, Oct. 2012, doi: [10.1080/13504509.2012.696220](https://doi.org/10.1080/13504509.2012.696220).
- [27] B. Littig and E. Griessler, "Social sustainability: a catchword between political pragmatism and social theory," *International Journal of Sustainable Development*, vol. 8, no. 1–2, pp. 65–79, Jan. 2005, doi: [10.1504/IJSD.2005.007375](https://doi.org/10.1504/IJSD.2005.007375).
- [28] Y. Eslami, M. Dassisti, M. Lezoche, and H. Panetto, "A survey on sustainability in manufacturing organisations: dimensions and future insights," *Int J Prod Res*, vol. 57, no. 15–16, pp. 5194–5214, Aug. 2019, doi: [10.1080/00207543.2018.1544723](https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1544723).
- [29] California State University San Marcos, "What is Sustainability?" Accessed: Sep. 04, 2024. [Online]. Available: <https://www.csusm.edu/sustainability/about/whatis.html>
- [30] European Commission, "Commission welcomes provisional agreement for more sustainable, repairable and circular products." Accessed: Sep. 06, 2024. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/IP_23_6257
- [31] European Commission, "Green Deal: New proposals to make sustainable products the norm and boost Europe's resource independence." Accessed: Sep. 06, 2024. [Online]. Available: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2013
- [32] European Commission, "Energy, Climate change, Environment Energy Efficient Products." Accessed: Sep. 06, 2024. [Online]. Available: https://energy-efficient-products.ec.europa.eu/product-list_en?prefLang=el
- [33] Α. Λεκατσά, "Η νέα Ευρωπαϊκή οδηγία για προστασία των καταναλωτών από αθέμιτες πρακτικές βιωσιμότητας." Accessed: Sep. 06, 2024. [Online]. Available: https://cibum.gr/nea/h-nea-eyropaiki-odigia-gia-prostasia-ton-katanaloton-apo-athemites-praktikes-viosimotitas/#google_vignette
- [34] N. Caïd, *Decoupling the environmental impacts of transport from economic growth*. 2006.
- [35] G. H. Brundtland, "World commission on environment and development," *Environmental policy and law*, vol. 14, no. 1, pp. 26–30, 1985.

- [36] G. Clark, J. Kosoris, L. N. Hong, and M. Crul, "Design for Sustainability: Current Trends in Sustainable Product Design and Development," *Sustainability*, vol. 1, no. 3, pp. 409–424, 2009, doi: 10.3390/su1030409.
- [37] O. El-Kholy, "Cleaner production," *Encyclopaedia of Global Environmental Change*, 2002.
- [38] M. Braungart, W. McDonough, and A. Bollinger, "Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design," *J Clean Prod*, vol. 15, no. 13, pp. 1337–1348, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>.
- [39] L. Reijnders, "Are emissions or wastes consisting of biological nutrients good or healthy?," *Journal of Cleaner Production - J CLEAN PROD*, vol. 16, pp. 1138–1141, Jul. 2008, doi: 10.1016/j.jclepro.2008.02.003.
- [40] M. R. M. Crul and J. C. Diehl, *Design for sustainability: a practical approach for developing economies*. Unep, 2006.
- [41] M. R. M. Crul and J. C. Diehl, *Design for sustainability: a practical approach for developing economies*. Unep, 2006.
- [42] OECD, "G7 Sustainable Supply Chains Initiative."
- [43] T. Koller, M. Goedhart, and D. Wessels, *Valuation: measuring and managing the value of companies*. John Wiley & Sons, 2010.
- [44] Simon-Kucher and partners, "Global Sustainability Study 2021," Oct. 2021. Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available: https://www.simon-kucher.com/sites/default/files/studies/Simon-Kucher_Global_Sustainability_Study_2021.pdf
- [45] C. Kolling, J. F. de Medeiros, J. L. D. Ribeiro, and D. Morea, "A conceptual model to support sustainable Product-Service System implementation in the Brazilian agricultural machinery industry," *J Clean Prod*, vol. 355, p. 131733, 2022.
- [46] D. Jaiswal, V. Kaushal, P. K. Singh, and A. Biswas, "Green market segmentation and consumer profiling: a cluster approach to an emerging consumer market," *Benchmarking: An International Journal*, vol. 28, no. 3, pp. 792–812, Jan. 2021, doi: 10.1108/BIJ-05-2020-0247.
- [47] European Parliament, "European Parliament and the Council Regulation (EU) 2020/852 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2020," *Off. J. Eur. Union*, no. 198, pp. 13–43, Jun. 2020.
- [48] M. Sharma and P. Trivedi, "Various green marketing variables and their effects on consumers' buying behaviour for green products," *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, vol. 5, no. 1, pp. 1–8, 2016, Accessed: Sep. 10, 2024. [Online]. Available: <https://mneguidelines.oecd.org/g7-sustainable-supply-chains-initiative.htm>
- [49] M. E. Saija, S. Daniotti, D. Bosco, and I. Re, "A Choice Experiment model for sustainable consumer goods: A systematic literature review and workflow design," *Sustainability*, vol. 15, no. 17, p. 13183, 2023.
- [50] A. Ghose and B. Chandra, "Models for predicting sustainable durable products consumption behaviour: A review article," *Vision*, vol. 24, no. 1, pp. 81–89, 2020.
- [51] R. Wijekoon and M. F. Sabri, "Determinants that influence green product purchase intention and behavior: A literature review and guiding framework," *Sustainability*, vol. 13, no. 11, p. 6219, 2021.
- [52] M. Ramesh and C. Samudhra Rajakumar, "Determinants of online purchase decision of green products," *Int J Eng Adv Technol*, vol. 9, no. 1, pp. 1477–1481, Oct. 2019, doi: 10.35940/ijeat.A1262.109119.
- [53] Ellen MacArthur Foundation, "What Is a Circular Economy? ." Accessed: Sep. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/concept>

- [54] J. Korhonen, C. Nuur, A. Feldmann, and S. E. Birkie, "Circular economy as an essentially contested concept," *J Clean Prod*, vol. 175, pp. 544–552, 2018.
- [55] A. S. Brandão, A. Gonçalves, and J. M. R. C. A. Santos, "Circular bioeconomy strategies: From scientific research to commercially viable products," *J Clean Prod*, vol. 295, p. 126407, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126407>.
- [56] M. Lieder and A. Rashid, "Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry," *J Clean Prod*, vol. 115, pp. 36–51, 2016.
- [57] A. Murray, K. Skene, and K. Haynes, "The circular economy: an interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context," *Journal of business ethics*, vol. 140, pp. 369–380, 2017.
- [58] E. C. D.-G. for R. and Innovation, *Innovating for sustainable growth – A bioeconomy for Europe*. Publications Office, 2012. doi: [doi:10.2777/6462](https://doi.org/10.2777/6462).
- [59] M. Carus and L. Dammer, "The circular bioeconomy—concepts, opportunities, and limitations," *Industrial biotechnology*, vol. 14, no. 2, pp. 83–91, 2018.
- [60] E. C. D. Tan and P. Lamers, "Circular Bioeconomy Concepts—A Perspective," *Frontiers in Sustainability*, vol. 2, 2021, doi: [10.3389/frsus.2021.701509](https://doi.org/10.3389/frsus.2021.701509).
- [61] P. Stegmann, M. Londo, and M. Junginger, "The circular bioeconomy: Its elements and role in European bioeconomy clusters," *Resources, Conservation & Recycling: X*, vol. 6, p. 100029, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcrx.2019.100029>.
- [62] C. vom, D. L. , P. S. , V. J. , Berg, "Roadmap for the chemical industry in Europe towards a bioeconomy." Accessed: Sep. 11, 2024. [Online]. Available: https://roadtobio.eu/uploads/publications/roadmap/RoadToBio_strategy_document.pdf
- [63] J. Stone, G. Garcia-Garcia, and S. Rahimifard, "Development of a pragmatic framework to help food and drink manufacturers select the most sustainable food waste valorisation strategy," *J Environ Manage*, vol. 247, pp. 425–438, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.037>.
- [64] S. Venkata Mohan, S. Dahiya, K. Amulya, R. Katakojwala, and T. K. Vanitha, "Can circular bioeconomy be fueled by waste biorefineries — A closer look," *Bioresour Technol Rep*, vol. 7, p. 100277, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2019.100277>.
- [65] F. Abnisa and W. M. A. Wan Daud, "A review on co-pyrolysis of biomass: An optional technique to obtain a high-grade pyrolysis oil," *Energy Convers Manag*, vol. 87, pp. 71–85, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2014.07.007>.
- [66] European Council and Council of the European Union, "Waste management and recycling: Council adopts new rules." Accessed: Sep. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2018/05/22/waste-management-and-recycling-council-adopts-new-rules/>
- [67] S. Pugh, "Total design: integrated methods for successful product engineering," (*No Title*), 1991.
- [68] S. Ahmad, K. Y. Wong, M. L. Tseng, and W. P. Wong, "Sustainable product design and development: A review of tools, applications and research prospects," *Resour Conserv Recycl*, vol. 132, pp. 49–61, 2018.
- [69] K. Ramani *et al.*, "Integrated sustainable life cycle design: a review," 2010.
- [70] F. Ceschin and I. Gaziulusoy, "Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions," *Des Stud*, vol. 47, pp. 118–163, 2016.
- [71] B. He and Z. Gu, "Sustainable design synthesis for product environmental footprints," *Des Stud*, vol. 45, pp. 159–186, 2016.
- [72] P. R. N. Childs, *Mechanical Design: Theory and Applications*. Butterworth-Heinemann, 2021.

- [73] P. Jiang, E. Dieckmann, J. Han, and P. R. N. Childs, "A bibliometric review of sustainable product design," *Energies (Basel)*, vol. 14, no. 21, p. 6867, 2021.
- [74] L. Y. Ljungberg, "Materials selection and design for development of sustainable products," *Mater Des*, vol. 28, no. 2, pp. 466–479, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2005.09.006>.
- [75] S. Seuring and M. Müller, "From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management," *J Clean Prod*, vol. 16, no. 15, pp. 1699–1710, 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.04.020>.
- [76] K. Otto and K. Wood, *Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development*. 2001.
- [77] S. Byggeth and E. Hochschorner, "Handling trade-offs in Ecodesign tools for sustainable product development and procurement," *J Clean Prod*, vol. 14, no. 15, pp. 1420–1430, 2006, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.03.024>.
- [78] International Panel on Climate Change, "Climate change: the scientific basis. ," *Cambridge University Press*, 2001.
- [79] P. A. Specification, "Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services," *Bsi Br. Stand. Isbn*, vol. 978, p. 580, 2008.
- [80] ISO, "ISO 14064-1:2006. Greenhouse gases part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals." Accessed: Oct. 18, 2024. [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=38381.
- [81] ISO, "ISO 14064-2:2006. Greenhouse gases—Part 2: Specification with guidance at the project level for quantification, monitoring and reporting of greenhouse gas emission reductions or removal enhancements." Accessed: Oct. 18, 2024. [Online]. Available: http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=38382.
- [82] Varun, A. Sharma, and H. Nautiyal, "Environmental impacts of packaging materials," *Environmental Footprints of Packaging*, pp. 115–137, 2016.
- [83] K. Verghese, "Environmental assessment of food packaging and advanced methods for choosing the correct materials," in *Environmentally compatible food packaging*, Elsevier, 2008, pp. 182–210.
- [84] J.-A. Chayer and K. Kicak, "Life Cycle Assessment of coffee consumption: comparison of single-serve coffee and bulk coffee brewing," Jun. 2015. Accessed: Oct. 24, 2024. [Online]. Available: <https://lyonspc2019.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/03/pac0680-full-lca.pdf>
- [85] I. K. Hui, H. C. W. Lau, H. S. Chan, and K. T. Lee, "An Environmental Impact Scoring System for Manufactured Products," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, vol. 19, pp. 302–312, Feb. 2002, doi: 10.1007/s001700200039.
- [86] M. Ashby and K. Johnson, "Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design / M. Ashby, K. Johnson.," Jan. 2002.
- [87] Y. Bréchet, D. Bassetti, D. Landru, and L. Salvo, "Challenges in materials and process selection," *Prog Mater Sci*, pp. 407–428, Dec. 2001, doi: 10.1016/S0079-6425(00)00019-0.
- [88] L. Ljungberg and K. Edwards, "Design, Materials Selection and Marketing of Successful Products," *Mater Des*, vol. 24, pp. 519–529, Oct. 2003, doi: 10.1016/S0261-3069(03)00094-3.
- [89] L. Y. Ljungberg, "Materials selection and design for development of sustainable products," *Mater Des*, vol. 28, no. 2, pp. 466–479, 2007, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2005.09.006>.
- [90] S. Dahiya, R. Katakjwala, S. Ramakrishna, and S. Venkata Mohan, "Biobased Products and Life Cycle Assessment in the Context of Circular Economy and

- Sustainability,” *Materials Circular Economy*, vol. 2, p. 7, Dec. 2020, doi: 10.1007/s42824-020-00007-x.
- [91] V. Nagarajan, A. K. Mohanty, and M. Misra, “Perspective on polylactic acid (PLA) based sustainable materials for durable applications: Focus on toughness and heat resistance,” *ACS Sustain Chem Eng*, vol. 4, no. 6, pp. 2899–2916, 2016.
- [92] S. V. Mohan and M. V. Reddy, “Optimization of critical factors to enhance polyhydroxyalkanoates (PHA) synthesis by mixed culture using Taguchi design of experimental methodology,” *Bioresour Technol*, vol. 128, pp. 409–416, 2013.
- [93] Muhammadi, Shabina, M. Afzal, and S. Hameed, “Bacterial polyhydroxyalkanoates-eco-friendly next generation plastic: production, biocompatibility, biodegradation, physical properties and applications,” *Green Chem Lett Rev*, vol. 8, no. 3–4, pp. 56–77, 2015.
- [94] M. Zhang *et al.*, “Microcrystalline cellulose as an effective crystal growth inhibitor for the ternary Ibrutinib formulation,” *Carbohydr Polym*, vol. 229, p. 115476, 2020.
- [95] F. V Ferreira, M. Mariano, S. C. Rabelo, R. F. Gouveia, and L. M. F. Lona, “Isolation and surface modification of cellulose nanocrystals from sugarcane bagasse waste: From a micro-to a nano-scale view,” *Appl Surf Sci*, vol. 436, pp. 1113–1122, 2018.
- [96] T. R. K. Reddy, H. Kim, and J.-W. Park, “Renewable biocomposite properties and their applications,” *Composites from renewable and sustainable materials*, vol. 10, pp. 177–197, 2016.
- [97] S. Dahiya, O. Sarkar, Y. V Swamy, and S. V. Mohan, “Acidogenic fermentation of food waste for volatile fatty acid production with co-generation of biohydrogen,” *Bioresour Technol*, vol. 182, pp. 103–113, 2015.
- [98] S. Dahiya and S. V. Mohan, “Selective control of volatile fatty acids production from food waste by regulating biosystem buffering: a comprehensive study,” *Chemical Engineering Journal*, vol. 357, pp. 787–801, 2019.
- [99] E. Zebek, “Environmental management of ISO 14001 system enforcement in EU countries,” *Rev. Eur. & Comp. L.*, vol. 44, p. 53, 2021.
- [100] R. Shahrin *et al.*, “Green ‘eco-label’ or ‘greenwashing’? Building awareness about environmental claims of marketers,” *Adv Sci Lett*, vol. 23, no. 4, pp. 3205–3208, 2017.
- [101] A. Mexia, “How to avoid unintentional greenwashing in your marketing.” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://www.copythatco.com/blog-and-free-tips/what-is-greenwashing-avoid-misleading-marketing>
- [102] C. Ezell, “Eco-Friendly Product Labels: Your Guide to Better Understanding.” Accessed: Sep. 17, 2024. [Online]. Available: <https://earth911.com/business-policy/eco-friendly-product-labels-guide/>
- [103] P. Centobelli, S. Abbate, S. P. Nadeem, and J. A. Garza-Reyes, “Slowing the fast fashion industry: An all-round perspective,” *Curr Opin Green Sustain Chem*, vol. 38, p. 100684, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2022.100684>.
- [104] GOTS, “Global Organic Textiles Standard.” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://global-standard.org>
- [105] B Corporation, “B Corporation by B Lab.” Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.bcorporation.net/en-us/>
- [106] Oeko-Tex, “OEKO-TEX® MADE IN GREEN: responsibly produced and safety tested.” Accessed: Sep. 15, 2024. [Online]. Available: <https://www.oeko-tex.com/en/our-standards/oeko-tex-made-in-green>
- [107] M. O. R. H. A. W. D. Fedeli, “Eco-friendly labels: What’s really in the package?” Accessed: Sep. 14, 2024. [Online]. Available: <https://thrivabilitymatters.org/eco-friendly-labels-genuine-or-misleading/>
- [108] “Rainforest alliance”, Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.rainforest-alliance.org>

- [109] "Fairtrade International." Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.fairtrade.net>
- [110] "Fonctionnement général." Accessed: Sep. 17, 2024. [Online]. Available: <https://docs.score-environnemental.com/methodologie-recette/fonctionnement-general-recette>
- [111] "Life cycle assessment. An essential part of the Eco-Score." Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.colruytgroup.com/en/conscious-consuming/eco-score/eco-logical-with-vinz/life-cycle-assessment>
- [112] "Bonus-malus. A crucial part of the Eco-Score." Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.colruytgroup.com/en/conscious-consuming/eco-score/eco-logical-with-vinz/bonus-malus>
- [113] J. Berden, "CONSUMERS'REACTIONS TOWARDS THE ECO-SCORE FOOD LABEL," Geht University, 2023.
- [114] "COSMOS STANDARD." Accessed: Sep. 16, 2024. [Online]. Available: <https://www.cosmos-standard.org/en/>
- [115] Faster Capital, "Sustainable products: The Rise of Sustainability in Consumer Goods." Accessed: Sep. 04, 2024. [Online]. Available: <https://fastercapital.com/content/Sustainable-products--The-Rise-of-Sustainability-in-Consumer-Goods.html#Innovative-Examples-of-Sustainable-Products-in-the-Market>
- [116] Fourthwall Blog, "15 Sustainable & Eco-Friendly Products To Sell." Accessed: Nov. 05, 2024. [Online]. Available: <https://fourthwall.com/blog/15-sustainable-eco-friendly-products-to-sell>
- [117] Z. Asim *et al.*, "Significance of sustainable packaging: A case-study from a supply chain perspective," *Applied System Innovation*, vol. 5, no. 6, p. 117, 2022.
- [118] N. Saba, M. Jawaid, and M. T. H. Sultan, *Biopolymers and biocomposites from agro-waste for packaging applications*. Woodhead Publishing, 2020.
- [119] M. Kirwan, S. Plant, and J. Strawbridge, "In Food and beverage packaging technology, R. Coles, M. Kirwan Eds," 2011, *John Wiley & Sons, Hoboken, US*.
- [120] R. Geyer, J. R. Jambeck, and K. L. Law, "Production, use, and fate of all plastics ever made," *Sci Adv*, vol. 3, no. 7, p. e1700782, 2017.
- [121] W. Chen, X. Wang, Q. Tao, J. Wang, Z. Zheng, and X. Wang, "Lotus-like paper/paperboard packaging prepared with nano-modified overprint varnish," *Appl Surf Sci*, vol. 266, pp. 319–325, 2013.
- [122] M. L. Kobayashi, "Glass packaging properties and attributes," 2016.
- [123] K. Marsh and B. Bugusu, "Food packaging—roles, materials, and environmental issues," *J Food Sci*, vol. 72, no. 3, pp. R39–R55, 2007.
- [124] H. Walsh and J. P. Kerry, "Packaging of ready-to-serve and retail-ready meat, poultry and seafood products," in *Advances in meat, poultry and seafood packaging*, Elsevier, 2012, pp. 406–436.
- [125] F. A. Paine and I. of Packaging, *Fundamentals of Packaging*. Institute of Packaging, 1981. [Online]. Available: <https://books.google.gr/books?id=vlsUAAAACAAJ>
- [126] H. Pålsson, *Packaging Logistics: Understanding and Managing the Economic and Environmental Impacts of Packaging in Supply Chains*. Kogan Page, 2018. [Online]. Available: <https://books.google.gr/books?id=zwHHswEACAAJ>
- [127] ECR Europe, "Shelf Ready Packaging (Retail Ready Packaging) Addressing the challenge: a comprehensive guide for a collaborative approach." Accessed: Oct. 15, 2024. [Online]. Available: https://www.ecr.digital/wp_contents/uploads/2016/09/ECR-Bericht_Shelf_Ready_Packaging.pdf
- [128] D. Qin *et al.*, "Climate change 2013: the physical science basis," *Contribution of working group I to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*, pp. 5–14, 2014.

- [129] C. Böhringer, "The Kyoto Protocol: A Review and Perspectives," *Oxf Rev Econ Policy*, vol. 19, no. 3, pp. 451–466, Sep. 2003, doi: 10.1093/oxrep/19.3.451.
- [130] European Parliament, "Regulation (EU) No 517/2014 of the European Parliament and of the Council of 16 April 2014 on fluorinated greenhouse gases and repealing Regulation (EC) No 842/2006.," *Official Journal of the European Union*, vol. 517:L150, 2014, Accessed: Oct. 17, 2024. [Online]. Available: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2014/517/oj>
- [131] G. Pleßmann and P. Blechinger, "How to meet EU GHG emission reduction targets? A model based decarbonization pathway for Europe's electricity supply system until 2050," *Energy Strategy Reviews*, vol. 15, pp. 19–32, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2016.11.003>.
- [132] L. M. Fonseca, J. P. Domingues, and A. M. Dima, "Mapping the sustainable development goals relationships," *Sustainability*, vol. 12, no. 8, p. 3359, 2020.
- [133] A. Haines and P. Scheelbeek, "European Green Deal: a major opportunity for health improvement," *The Lancet*, vol. 395, no. 10233, pp. 1327–1329, 2020.
- [134] A. Inaba *et al.*, "Carbon footprint of products," in *Special types of life cycle assessment*, Springer, 2016, pp. 11–71.
- [135] Our World in Data, "Per capita CO₂ emissions." Accessed: Oct. 31, 2024. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/grapher/co-emissions-per-capita>
- [136] N. Patel, M. Feofilovs, and F. Romagnoli, "Carbon Footprint Evaluation Tool for Packaging Marketplace," *Environmental and Climate Technologies*, vol. 27, no. 1, pp. 368–378, 2023.
- [137] S. Solomon *et al.*, "Climate change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Group I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Summary for Policymakers.," 2007.
- [138] E. A. Page, "Distributing the burdens of climate change," *Env Polit*, vol. 17, no. 4, pp. 556–575, 2008.
- [139] M. Wackernagel and W. Rees, *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth*, vol. 9. New society publishers, 1998.
- [140] M. Finkbeiner, "Carbon footprinting—opportunities and threats," 2009, *Springer*.
- [141] T. Wiedmann and J. Minx, "A Definition of Carbon Footprint," *CC Pertsova, Ecological Economics Research Trends*, vol. 2, pp. 55–65, Jan. 2008.
- [142] D. Pandey, M. Agrawal, and J. Pandey, "Carbon Footprint: Current Methods of Estimation," *Environ Monit Assess*, vol. 178, pp. 135–160, Jul. 2011, doi: 10.1007/s10661-010-1678-y.
- [143] R. N *et al.*, *WBCSD/WRI, 2004. Greenhouse Gas Protocol: a Corporate Accounting and Reporting Standard*. 2004. doi: 10.13140/RG.2.2.34895.33443.
- [144] A. J. East, "What is a carbon footprint? An overview of definitions and methodologies," in *Vegetable industry carbon footprint scoping study—Discussion papers and workshop, 26 September 2008*, Horticulture Australia Limited Sydney, 2008.
- [145] N. G. G. I. Committee, "Australian methodology for the estimation of greenhouse gas emissions and sinks 2006," *Agriculture Australian Government Department of Climate Change: Canberra, Australia*, 2007.
- [146] A. Dormer, D. Finn, P. Ward, and J. Cullen, "Carbon footprint analysis in plastics manufacturing," *J Clean Prod*, vol. 51, pp. 133–141, Jul. 2013, doi: 10.1016/j.jclepro.2013.01.014.
- [147] E. Sanyé-Mengual, R. G. Lozano, J. Oliver-Solà, C. M. Gasol, and J. Rieradevall, "Eco-Design and Product Carbon Footprint Use in the Packaging Sector," in *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, Volume 1*, S. S. Muthu, Ed., Singapore: Springer Singapore, 2014, pp. 221–245. doi: 10.1007/978-981-4560-41-2_9.

- [148] S. Madival, R. Auras, S. P. Singh, and R. Narayan, "Assessment of the environmental profile of PLA, PET and PS clamshell containers using LCA methodology," *J Clean Prod*, vol. 17, no. 13, pp. 1183–1194, 2009, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.03.015>.
- [149] J. Pasqualino, M. Meneses, and F. Castells, "The carbon footprint and energy consumption of beverage packaging selection and disposal," *J Food Eng*, vol. 103, no. 4, pp. 357–365, 2011, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2010.11.005>.
- [150] M. Šerešová and V. Kocí, "Proposal of Package-to-Product Indicator for Carbon Footprint Assessment with Focus on the Czech Republic," *Sustainability*, vol. 12, p. 3034, Apr. 2020, doi: 10.3390/su12073034.
- [151] V. G. Lo-Iacono-Ferreira, R. Viñoles-Cebolla, M. J. Bastante-Ceca, and S. F. Capuz-Rizo, "Transport of Spanish fruit and vegetables in cardboard boxes: A carbon footprint analysis," *J Clean Prod*, vol. 244, p. 118784, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118784>.
- [152] Promet, "Carbon footprint in the packaging industry." Accessed: Oct. 30, 2024. [Online]. Available: https://prometglass.com/gb/blog/69_carbon-footprint-in-the-packaging-industry.html
- [153] C. Gasol, R. Farreny, X. Gabarrell Durany, and J. Rieradevall, "Life cycle assessment comparison among different reuse intensities for industrial wooden containers," *Int J Life Cycle Assess*, vol. 13, pp. 421–431, Aug. 2008, doi: 10.1007/s11367-008-0005-0.
- [154] A. Manuilova, *Life cycle assessment of industrial packaging for chemicals*. Chalmers tekniska högsk., 2003.
- [155] A. Hospido, T. Moreira, M. Martín, M. Rigola, and G. Feijoo, "Environmental evaluation of different treatment processes for sludge from urban wastewater treatments: Anaerobic digestion versus thermal processes (10 pp)," *Int J Life Cycle Assess*, vol. 10, pp. 336–345, 2005.
- [156] E. Svanes and A. K. S. Aronsson, "Carbon footprint of a Cavendish banana supply chain," *Int J Life Cycle Assess*, vol. 18, pp. 1450–1464, 2013.
- [157] S. González-García *et al.*, "Combined application of LCA and eco-design for the sustainable production of wood boxes for wine bottles storage," *Int J Life Cycle Assess*, vol. 16, pp. 224–237, Mar. 2011, doi: 10.1007/s11367-011-0261-2.
- [158] S. Toniolo, A. Mazzi, M. Niero, F. Zuliani, and A. Scipioni, "Comparative LCA to evaluate how much recycling is environmentally favourable for food packaging," *Resour Conserv Recycl*, vol. 77, pp. 61–68, Aug. 2013, doi: 10.1016/j.resconrec.2013.06.003.
- [159] S. Humbert, V. Rossi, M. Margni, O. Jolliet, and Y. Loerincik, "Life cycle assessment of two baby food packaging alternatives: Glass jars vs. plastic pots," *International Journal of Life Cycle Assessment*, vol. 14, Mar. 2009, doi: 10.1007/s11367-008-0052-6.
- [160] S. Albrecht *et al.*, "An extended life cycle analysis of packaging systems for fruit and vegetable transport in Europe," *Int J Life Cycle Assess*, vol. 18, pp. 1549–1567, 2013, [Online]. Available: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109789352>
- [161] V. Amicarelli, R. L. Rana, M. Lombardi, J. Fellner, C. Tricase, and C. Bux, "Material flow analysis and carbon footprint of water-packaging waste management," *Environ Impact Assess Rev*, vol. 106, p. 107517, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2024.107517>.
- [162] S. S. Muthu, *Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, Volume 2*. Springer, 2014.
- [163] H. N. Salwa, S. M. Sapuan, M. T. Mastura, and M. Y. M. Zuhri, "Green bio composites for food packaging," *Int. J. Recent Technol. Eng*, vol. 8, no. 2, pp. 450–459, 2019.

- [164] K. Huntrakul, R. Yoksan, A. Sane, and N. Harnkarnsujarit, "Effects of pea protein on properties of cassava starch edible films produced by blown-film extrusion for oil packaging," *Food Packag Shelf Life*, vol. 24, p. 100480, 2020.
- [165] S. A. A. Mohamed, M. El-Sakhawy, and M. A.-M. El-Sakhawy, "Polysaccharides, protein and lipid-based natural edible films in food packaging: A review," *Carbohydr Polym*, vol. 238, p. 116178, 2020.
- [166] A. Ghose and G. Chinga-Carrasco, "Environmental aspects of Norwegian production of pulp fibres and printing paper," *J Clean Prod*, vol. 57, pp. 293–301, 2013.
- [167] M. Nodehi and V. Mohamad Taghvaei, "Sustainable concrete for circular economy: a review on use of waste glass," *Glass Structures & Engineering*, vol. 7, no. 1, pp. 3–22, 2022.
- [168] S. Hann, R. Scholes, S. Molteni, M. Hilton, E. Favoino, and L. G. Jakobsen, "Relevance of biodegradable and compostable consumer plastic products and packaging in a circular economy," *Publications Office of the European Union*, 2020.
- [169] H. P. S. A. Khalil *et al.*, "A review on nanocellulosic fibres as new material for sustainable packaging: Process and applications," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 64, pp. 823–836, 2016.
- [170] E. T. H. Vink, D. A. Glassner, J. J. Kolstad, R. J. Wooley, and R. P. O'Connor, "The eco-profiles for current and near-future NatureWorks® polylactide (PLA) production," *Industrial Biotechnology*, vol. 3, no. 1, pp. 58–81, 2007.
- [171] S. Spierling *et al.*, "Bio-based plastics-A review of environmental, social and economic impact assessments," *J Clean Prod*, vol. 185, pp. 476–491, 2018.