

SERIOUS GAME ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

από

ΤΟΥΓΛΗ ΕΛΕΝΗ

Εφαρμογών πληροφορικής στη Διοίκηση και την Οικονομία, ΤΕΙ Μεσολογίου, 2011

*Διπλωματική εργασία*

*Μεταπτυχιακή εργασία*

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

2024

Επιβλέπων καθηγητής:

Νικόλαος Βιδάκης

SERIOUS GAME COMPOST

by

TOUGLI ELENI

IT Applications in administration and the economy

Thesis

Master thesis

DEPARTMENT OF ELECTRICAL AND COMPUTER ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY

2024

Approved by:

Major Professor  
Nikolaos Vidakis

# Πνευματικά Δικαιώματα

ΤΟΥΓΛΗ ΕΛΕΝΗ

2024

Βεβαιώνω υπεύθυνα ότι η προετοιμασία, η σχεδίαση και η συγγραφή της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας έγινε από εμένα προσωπικά και ότι η ιδέα, οι λέξεις, οι εικόνες και το περιεχόμενο που υπάρχουν στο κείμενο είναι από πηγές, τις οποίες αναφέρω στη βιβλιογραφία, είτε επακριβώς είτε παραφρασμένες.

Κάθε βοήθεια που έλαβα είναι αναγνωρισμένη και αναφέρεται στις ευχαριστίες της εργασίας μου.

## Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχουν παρατηρηθεί σημαντικές προσπάθειες που έχουν ως στόχο την ευαισθητοποίηση του κοινού αναφορικά με την κλιματική αλλαγή και προστασία του περιβάλλοντος. Ειδικότερα, έχει δοθεί έμφαση στη διαχείριση των αποβλήτων, και συγκεκριμένα στις διαδικασίες ανακύκλωσης και κομποστοποίησης. Η παρούσα μελέτη παρουσιάζει ένα "σοβαρό παιχνίδι" (serious game) που έχει σχεδιαστεί για την εκπαίδευση μαθητών Δημοτικού σχολείου σχετικά με την κομποστοποίηση. Το παιχνίδι στοχεύει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων σε παιδιά ηλικίας 6 έως 12 ετών, επιτρέποντάς τους: α) να αναγνωρίζουν τα κομποστοποιήσιμα απόβλητα και να διακρίνουν τα ανακυκλώσιμα υλικά, β) να διαχωρίζουν σωστά τα απόβλητα και να τα τοποθετούν στους κατάλληλους χρωματιστούς κάδους, γ) να κατανοούν τη διαδικασία ανακύκλωσης και δ) να μαθαίνουν για την κομποστοποίηση (τρόπος λειτουργίας, αναλογίες υλικών, συνθήκες ομαλής λειτουργίας, απαιτήσεις και κυρίως τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις της).

Αυτό το διαδραστικό εκπαιδευτικό εργαλείο αντιπροσωπεύει μια καινοτόμο προσέγγιση στην ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην πρώιμη παιδική ηλικία. Χρησιμοποιώντας τη δυναμική του παιχνιδιού, ενισχύονται βασικές πρακτικές διαχείρισης αποβλήτων και η περιβαλλοντική διαχείριση ανάμεσα στους νεαρούς μαθητές. Με τις τρέχουσες εξελίξεις, η συμφωνία του παιχνιδιού στον τομέα του gamification υπογραμμίζει το δυναμικό του ως εργαλείο αιχμής στην περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Δεν παρέχει μόνο εκπαίδευση σχετικά με τα πρακτικά στοιχεία του διαχωρισμού αποβλήτων, αλλά επίσης, καλλιεργεί μια οικολογική συνείδηση, αποτελώντας έτσι σημαντική συμβολή στον εξελισσόμενο τομέα του περιβαλλοντικού gamification και γενικότερα στο τομέα της εκπαίδευσης. Σύμφωνα με έρευνα που έγινε διαπιστώθηκε ελλιπής η γνώση των εκπαιδευτικών ως προς τη διαχείριση του περιβάλλοντος. Χρησιμοποιήθηκε ερωτηματολόγιο με γενικές αρχές γνώσεων στο τομέα της ανακύκλωσης και κομποστοποίησης τόσο στην αρχή του παιχνιδιού όσο και μετέπειτα προκειμένου να διαπιστωθεί το γνωστικό επίπεδο που παρέχει στους μαθητές.

**Λέξεις κλειδιά:** Σοβαρά παιχνίδια, παιχνίδια σοβαρού σκοπού, Κομποστοποίηση, οικιακός κομποστοποιητής, αυτόματος μηχανικός κομποστοποιητής.

## **Abstract**

In recent years, significant efforts, aiming at raising public awareness of climate change and environmental protection, have been observed. In particular, emphasis has been given to waste management, particularly recycling and composting processes. This study presents a 'serious game' designed to educate primary school students about composting. This game aims to develop skills in children aged 6 to 12 years old, allowing them to: a) identify compostable waste and distinguish between recyclable materials; b) correctly separate waste and place it in the appropriate colored bins; c) understand the recycling process; and d) learn about composting (how it works, material ratios, conditions for smooth operation, requirements and, most importantly, its environmental impact).

This interactive educational tool represents an innovative approach to the incorporation of environmental education of early childhood. Using the dynamics of the game, are reinforced basic waste management practices and environmental management among young students. With current developments, the agreement of the game in the field of gamification highlights its potential as a cutting-edge tool for environmental awareness. It is not only providing education on the practices of waste segregation but also cultivates an ecological consciousness, thus making an important contribution to the evolving field of environmental gamification and generally in the field of education. According to the research that has become, it was ascertained that the knowledge of the teachers regarding the management of the environment is insufficient. A questionnaire with general principles of knowledge in the field of recycling and composting was used both at the beginning of the game and afterward to establish the level of knowledge it provides to the students.

**Keywords:** Serious games, Composting, home composter, Automatic Mechanical Composter.

## Περιεχόμενα

Πνευματικά Δικαιώματα.....	iii
Abstract.....	vi
Κατάλογος Εικόνων.....	x
Κατάλογος Πινάκων.....	xii
Κατάλογος Διαγραμμάτων.....	xiii
Συντομογραφίες.....	xiv
Ευχαριστίες.....	xvi
Πρόλογος.....	xvii
<b>1 Κεφάλαιο - Εισαγωγή.....</b>	<b>1</b>
1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία.....	1
<b>2 Κεφάλαιο - Επισκόπηση.....</b>	<b>3</b>
2.1 Γενικές Αρχές.....	3
2.2 Τι είναι κομποστοποίηση;.....	4
2.3 Πλεονεκτήματα Κομποστοποίησης.....	6
2.3.1 Μειονεκτήματα κομποστοποίησης.....	7
2.3.2 Οφέλη της κομποστοποίησης.....	7
2.4 Κομποστοποιήσιμα υλικά.....	8
2.4.1 Υλικά που δεν κομποστοποιούνται.....	11
2.5 Συστήματα οικιακής κομποστοποίησης.....	12
2.6 Εισαγωγή ΤΠΕ στην εκπαίδευση.....	17
2.6.1 Ποια η γνώμη των εκπαιδευτικών για ΤΠΕ στην εκπαίδευση;.....	18
2.7 Παιδί και παιχνίδι.....	18
2.8 Ηλεκτρονικά παιχνίδια.....	19
<b>3 Κεφάλαιο - Serious Game &amp; Similar work.....</b>	<b>22</b>
3.1 Serious Game στην εκπαίδευση.....	22
3.1.1 «Serious Game» ως μεθοδολογία εκπαίδευσης.....	28
3.1.2 Game Based Learning.....	30
3.1.3 Digital Game – Based Learning.....	30
3.1.4 Προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί ένα «serious game».....	31
3.1.5 Πλεονεκτήματα «Serious Game».....	32

3.1.6	Διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης των «Serious Games» .....	32
3.2	Similar works .....	34
3.2.1	Recycle Game .....	34
3.2.2	Μαθηματικές εξερευνήσεις .....	34
3.2.3	TrafficSignsGame .....	35
<b>4</b>	<b>Κεφάλαιο - Διαδικασία Εκτέλεσης Κομποστοποίησης.....</b>	<b>37</b>
4.1	Διαδικασία κομποστοποίησης .....	37
4.1.1	Η κομποστοποίηση βήμα βήμα.....	37
4.2	Παράμετροι κομποστοποίησης .....	39
4.3	Χώροι τελικής διάθεσης απορριμμάτων.....	42
4.4	ΕΣΔΑ (ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ).....	43
4.4.1	Στόχος ΕΣΔΑ .....	46
4.5	Οδηγία 2008/98 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου .....	48
4.6	Η κομποστοποίηση στα σχολεία.....	49
4.7	Κομποστοποίηση σε Ελλάδα και Ευρώπη.....	50
<b>5</b>	<b>Κεφάλαιο - Σχεδίαση «Compost Game» .....</b>	<b>56</b>
5.1	Σκοπός παιχνιδιού.....	56
5.2	Ανάλυση παιχνιδιού.....	56
5.3	Εκπαιδευτικά στοιχεία.....	60
5.4	Επίπεδα .....	60
5.5	Πλοήγηση .....	60
5.6	Δραστηριότητες .....	61
5.6.1	Δραστηριότητα 1.....	61
5.6.2	Δραστηριότητα 2.....	64
5.6.3	Δραστηριότητα 3.....	65
5.6.4	Δραστηριότητα 4.....	69
5.7	Software Design.....	70
5.7.1	Σύστημα σχεδίασης.....	70
5.7.2	Use case diagrams.....	71
5.7.3	Sequence diagrams.....	75
5.7.4	Class Diagrams .....	80



<b>6</b>	<b>Κεφάλαιο – Συμπεράσματα &amp; Μελλοντική έρευνα.....</b>	<b>85</b>
6.1	Συμπεράσματα .....	85
6.2	Μελλοντική έρευνα.....	86
6.2.1	Μεθοδολογία.....	86
6.2.2	Αναμενόμενα αποτελέσματα .....	87
6.2.3	Σχέδιο διάδοσης .....	87
	<b>Βιβλιογραφία .....</b>	<b>88</b>

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Ανακυκλώσιμα Υλικά [2] .....	3
Εικόνα 2.2: Κομπόστ [6] .....	5
Εικόνα 2.3: Αειφόρος Ανάπτυξη .....	6
Εικόνα 2.4: Διαχωρισμός Οργανικών Υλικών .....	9
Εικόνα 2.5: Οργανικά Απόβλητα [14].....	10
Εικόνα 2.6: Φυτικά Απόβλητα.....	11
Εικόνα 2.7: Μη κομποστοποιήσιμα Υλικά [15].....	12
Εικόνα 2.8: Κομποστοποιητής τύπου Cascadia.....	13
Εικόνα 2.9: Κομποστοποιητής τύπου Sailmaker.....	13
Εικόνα 2.10: Περιστρεφόμενος κάδος κομποστοποίησης.....	14
Εικόνα 2.11: Ξύλινος κομποστοποιητής.....	14
Εικόνα 2.12: Κυλιόμενος κομποστοποιητής τύπου Rolling or Rotating.....	15
Εικόνα 2.13: AMK ΕΛΜΕΠΑ Κρήτης .....	17
Εικόνα 2.14: Τα εσωτερικά κίνητρα κατά των Malone&Lepper(1987), [45].....	20
Εικόνα 3.1: Κατηγορίες παιχνιδιών [47]. .....	23
Εικόνα 3.2: Προσομοίωση αμνιοένεσης.....	24
Εικόνα 3.3: Προσομοίωση λαπαροσκοπικής επέμβασης του Ulis .....	24
Εικόνα 3.4: Re-mission αντιβιοτικό οπλοβόλο. ....	25
Εικόνα 3.5: Re-mission αναγνώριση κυττάρων. ....	25
Εικόνα 3.6: America's Army 5.....	26
Εικόνα 3.7: Προσομοίωση για την αντιμετώπιση του φόβου της οδήγησης.....	27
Εικόνα 3.8: Προσομοίωση για την αντιμετώπιση του φόβου της οδήγησης.....	27
Εικόνα 3.9: Hexac model [53] .....	29
Εικόνα 3.10: Σχεδιασμός και ανάπτυξη παιχνιδιού σοβαρού σκοπού .....	33
Εικόνα 3.11: Mocap από το παιχνίδι Recycle Game.....	34
Εικόνα 3.12 Mocap από το παιχνίδι KrapastGame.....	35
Εικόνα 3.13 Mocap από το παιχνίδι TrafficSignsGame.....	36
Εικόνα 4.1: Οικιακή κομποστοποίηση .....	39

Εικόνα 4.2: Με ποια απορρίμματα γίνεται η κομποστοποίηση.....	39
Εικόνα 4.3 Η ιεραρχία της διαχείρισης απορριμμάτων [82] .....	43
Εικόνα 4.4: Μέτρα ΕΣΔΑ [83] .....	44
Εικόνα 5.1: Δείγμα ερωτηματολογίου .....	59
Εικόνα 5.2: Δείγμα ερωτηματολογίου .....	59
Εικόνα 5.3: Πίστα 1a .....	61
Εικόνα 5.4: Πίστα 1b .....	62
Εικόνα 5.5: Πίστα 2 .....	64
Εικόνα 5.6: Έλεγχος κομπόστ πίστα 3.....	66
Εικόνα 5.7: Μηχανικός κομποστοποιητής.....	67
Εικόνα 5.8: Έλεγχος δείγματος.....	68
Εικόνα 5.9: Πίστα 4 χρήση κομπόστ .....	69
Εικόνα 5.10: Βασικά στοιχεία της UML [96].....	70

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1: Διαχείριση ΑΣΑ σε Ελλάδα και Ευρώπη [85] .....	47
Πίνακας 4.2: Κατηγορίες Αποβλήτων [86] .....	48
Πίνακας 4.3: Παραγωγή ΑΣΑ στην Ε.Ε.....	51

## Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 4.1: Καμπύλη θερμοκρασίας στις φάσεις της κομποστοποίησης [72] .....	41
Διάγραμμα 4.2: Ποσοστό απορριμμάτων κατά την ανακύκλωση και κομποστοποίηση στα κράτη μέλη της ΕΕ [93].....	53
Διάγραμμα 4.3: Ποσοστά παραγόμενων βιοαποβλήτων ανά Π. Ε. της Ελλάδας .....	54
Διάγραμμα 4.4: Διαχείριση ΑΣΑ σε Ελλάδα .....	54
Διάγραμμα 4.5: Ποσοστιαία κατανομή βιοαποβλήτων ανά Π. Ε. στην Ελλάδα [95].....	55
Διάγραμμα 5.1: Use case diagram 1 .....	72
Διάγραμμα 5.2: Use Case diagram 2 .....	73
Διάγραμμα 5.3: Use Case diagram 3 .....	74
Διάγραμμα 5.4: Use Case diagram 4 .....	74
Διάγραμμα 5.5: Sequence diagram 1 .....	75
Διάγραμμα 5.6: Sequence diagram 2 .....	76
Διάγραμμα 5.7: Sequence diagram 3 .....	77
Διάγραμμα 5.8: Sequence diagram 4 .....	78
Διάγραμμα 5.9: Sequence diagram 5 .....	79
Διάγραμμα 5.10: Sequence diagram 6.....	80
Διάγραμμα 5.11: Class diagram 1.....	82
Διάγραμμα 5.12: Class diagram 2.....	83
Διάγραμμα 5.13: Class diagram 3.....	84

## Συντομογραφίες

<b>MMOGs</b>	Massive Multiplayer Online Games
<b>MMORPGs</b>	Massive Multiplayer Online Games Role Play Games
<b>ΧΥΤΑ</b>	Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων
<b>ΑΜΚ</b>	Αυτόματος Μηχανικός Κομποστοποιητής
<b>ΑΣΑ</b>	Αστικά Στερεά Απόβλητα
<b>ΒΜΕΑ</b>	Βιομηχανικά Μη Επικίνδυνα Απόβλητα
<b>ΕΕ</b>	Ευρωπαϊκή Ένωση
<b>ΕΣΔΑ</b>	Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων
<b>ΚΔΑΥ</b>	Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών
<b>ΜΕΒΑ</b>	Μονάδα Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων
<b>ΣΔΙΤ</b>	Σύμπραξη Δημόσιου και Ιδιωτικού Τομέα
<b>ΣΕΔ</b>	Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης
<b>ΤΠΕ</b>	Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνίας
<b>ΧΑΔΑ</b>	Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων
<b>ΧΥΤΥ</b>	Χώροι Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων

**ΕΣΕΚ**

Εθνικό σχέδιο για την ενέργεια και το κλίμα

**ΕΛΜΕΠΑ**

Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

**ΕΛΚΕΘΕ**

Ελληνικό κέντρο θαλάσσιων ερευνών

## Ευχαριστίες

Για τη διπλωματική μου εργασία θα ήθελα να ευχαριστήσω, πρώτα από όλους, τον Επιβλέποντα Καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Βιδάκη, για τη στήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχε, και συνάμα την ομάδα του, κ. Αναστάσιο Μπαριανό, κ. Ηλία Λογοθέτη, κ. Νικόλαο Μουντάκη κ. Αντώνιο Σταματάκη, κα. Μαρία Μαυροειδή, για τη βοήθειά τους κατά τη διάρκεια της εργασίας μου.

Θα ήθελα, επίσης, να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για τη στήριξή της και τον κ. Γιάννη Σαμπαθιανάκη του Γεωπονικού Τμήματος του Πανεπιστημίου, για την πλήρη ενημέρωση, όσον αφορά τη σωστή λειτουργία και διαδικασία της κομποστοποίησης.



## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία κάνει αναφορά στην κομποστοποίηση μέσα από τα «σοβαρά παιχνίδια». Η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση είναι απαραίτητες διαδικασίες για την ομαλή λειτουργία του περιβάλλοντος και θα έπρεπε να διδάσκονται στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Όταν γνωρίζει κανείς τη διαδικασία κομποστοποίησης, της ανακύκλωσης και οποιαδήποτε άλλη διαδικασία για την προστασία του περιβάλλοντος, έχει την επιλογή να το προσέχει και αποκτά περιβαλλοντική συνείδηση. Όταν δεν γνωρίζει κανείς κάποια από τις παραπάνω διαδικασίες, δεν δύναται να υπάρξει βελτίωση, τόσο στο περιβάλλον όσο και στον άνθρωπο.

Στον σύγχρονο εκπαιδευτικό κόσμο, όπου υπάρχουν ολοένα και περισσότερες μαθησιακές δυσκολίες, η γνώση είναι δύσκολο να αφομοιωθεί από ένα βιβλίο. Αυτός είναι και ο λόγος που ένα παιχνίδι «σοβαρού σκοπού» αλληλοεπιδρά με το μαθητή και του μεταφέρει την εμπειρία, δίνοντάς του κίνητρα και ενδιαφέρον.

# *1 Κεφάλαιο - Εισαγωγή*

## **1.1 Εισαγωγικά Στοιχεία**

Στην παρούσα διπλωματική εργασία σκιαγραφείται η δομή ενός παιχνιδιού με σκοπό την εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση των μαθητών τόσο ως προς την κομποστοποίηση όσο και ευρύτερα προς το περιβάλλον. Το προτεινόμενο παιχνίδι απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 6 έως 12 ετών. Η περιήγηση και η ενασχόληση των μαθητών με το παιχνίδι μπορεί να τους προσδώσει πληθώρα πληροφοριών και γνώσεων ως προς τον διαχωρισμό των απορριμμάτων σε ανακυκλώσιμα, κομποστοποιήσιμα και γενικά απορρίμματα, καθώς και ως προς τη διενέργεια της διαδικασίας κομποστοποίησης.

Η κομποστοποίηση είναι μια διαδικασία που φέρει αρκετά οφέλη για το περιβάλλον, βασιζόμενη στο διαχωρισμό των αποβλήτων. Μέσα από τη διαδικασία της κομποστοποίησης παράγεται το κομπόστ το οποίο χρησιμοποιείται ως λίπασμα εφόσον χαρακτηρίζεται ως προϊόν εδαφοβελτιωτικό και φιλικό προς το περιβάλλον.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας, ο παραδοσιακός τρόπος της εκπαίδευσης βάλλεται όλο και περισσότερο. Οι ανάγκες των μαθητών, αλλάζουν τα δεδομένα της διδακτικής διαδικασίας με γοργούς ρυθμούς, γεγονός που έχει, ως αποτέλεσμα, την καταφυγή των διδασκόντων σε εναλλακτικούς τρόπους μάθησης, όπως είναι τα παιχνίδια για διασκέδαση. Αυτός είναι και ο λόγος που δημιουργήθηκαν τα παιχνίδια «σοβαρού σκοπού». Με την παρέμβαση, την αδιαφορία και την άγνοια η φύση και το περιβάλλον χρειάζεται πλέον διαχείριση η οποία πρέπει να ξεκινήσει από την εκπαίδευση σε νεαρές ηλικίες προκειμένου να διασφαλιστεί ένα καλύτερο αύριο. Σε αυτό το σημείο την είσοδο του κάνει το παιχνίδι εκπαιδευτικού σκοπού compost το οποίο θα αναλυθεί λεπτομερώς παρακάτω.

Μέσα από έρευνες που έγιναν διαπιστώθηκε κενό ως προς τις εκπαιδευτικές μεθόδους αλλά και το γνωστικό υπόβαθρο των εκπαιδευτικών. Στην εργασία αυτή προτείνεται ένα σοβαρό παιχνίδι ως λύση του κύριου προβλήματος που χαρακτηρίζει το περιβάλλον ως προς την διαχείριση απορριμμάτων, συμβάλλοντας στη μείωση ατμοσφαιρικής ρύπανσης και σε άλλα οφέλη που διέπει η διαδικασία αυτή.

Η δομή της εργασίας είναι:

Πρόλογος: Αποτελείται από ένα συνοπτικό κείμενο για το θέμα της μεταπτυχιακής εργασίας και από κάποιες βασικές πληροφορίες για τον ορισμό του «σοβαρού παιχνιδιού» ως προς την κομποστοποίηση.

Το κεφάλαιο 1: κάνει μια συνοπτική ανασκόπηση της εργασίας που επρόκειτο να ακολουθήσει.

Το κεφάλαιο 2: αναφέρεται στις γενικές αρχές της κομποστοποίησης (ορισμός, πλεονεκτήματα, οφέλη, κομποστοποιήσιμα και μη υλικά, συστήματα κομποστοποίησης) αλλά και στην εκπαίδευση κάνοντας μια εισαγωγή στα ΤΠΕ και τα ηλεκτρονικά παιχνίδια.

Στο κεφάλαιο 3: γίνεται αναφορά στα Serious Game συμπεριλαμβανομένου τη μεθοδολογία, πλεονεκτήματα και προϋποθέσεις, διαδικασία και σχεδιασμό. Στη συνέχεια αναφέρονται παραδείγματα από παρόμοια παιχνίδια σοβαρού σκοπού και εκπαιδευτικού χαρακτήρα. Τέλος γίνεται μια συνοπτική αναφορά συμπερασμάτων ως προς τα εκπαιδευτικά αυτά παιχνίδια μέσα από έρευνες.

Το κεφάλαιο 4: κάνει λόγο για τη διαδικασία της κομποστοποίησης. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται κατηγοριοποίηση και εννοιολογία των χώρων διάθεσης απορριμμάτων. Γίνεται αναφορά στον ΕΣΔΑ και στους στόχους του και τέλος απεικονίζεται με διαγράμματα η κομποστοποίηση σε Ελλάδα και Ευρώπη αλλά και πιο συγκεκριμένα η κομποστοποίηση σε σχολεία.

Το κεφάλαιο 5: Σε αυτό το κεφάλαιο είναι η σχεδίαση του παιχνιδιού compost. Αναφέρεται εισαγωγικά στο σκοπό και την ανάλυση του παιχνιδιού, στα επίπεδα και τη πλοήγηση κάνοντας γνωστές τις δραστηριότητες που διέπουν το παιχνίδι με εικόνες και διαγράμματα.

Στο κεφάλαιο 6: γίνεται μια σύντομη αναφορά συμπερασμάτων που διαπιστώθηκαν, εστιάζοντας στις ελλειπείς γνώσεις που καταγράφηκαν σε εκπαιδευτικούς τομείς, γύρω από τα έξυπνα παιχνίδια και στη χρήση παλαιολιθικών μεθόδων στο σύγχρονο κόσμο. Επίσης γίνεται αναφορά σε μελλοντική έρευνα εστιάζοντας στη μεθοδολογία και τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

## 2 Κεφάλαιο - Επισκόπηση

### 2.1 Γενικές Αρχές

Με τον όρο ανακύκλωση απορριμμάτων εννοούμε τη διαδικασία κατά την οποία επαναχρησιμοποιείται εν μέρει το ίδιο υλικό, το οποίο, πλέον, δεν είναι χρήσιμο για τον άνθρωπο, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένα καινούργιο, και να γίνει ξανά χρήσιμο. Έτσι η ανακύκλωση συμβάλει στη παραγωγή νέων παρόμοιων προϊόντων τα οποία συνήθως απαιτούν και παρόμοια επεξεργασία. Στόχος της ανακύκλωσης είναι η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας, της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από την αποτέφρωση και τους χώρους υγειονομικής ταφής, η μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και η εξοικονόμηση χρημάτων και υλικών [1]. Ξεχωρίζει η ανακύκλωση σε πλαστικά κατά την οποία όχι μόνο ανακτάται η πρωταρχική ύλη αλλά συμβάλει ως πηγή ενέργειας θερμότητας, ατμού κ.α. κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης. Στην εικόνα 2.1 που ακολουθεί εμφανίζονται τα υλικά τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν.



Εικόνα 2.1: Ανακυκλώσιμα Υλικά [2]

## 2.2 Τι είναι κομποστοποίηση;

Στη σύγχρονη κοινωνία ένα από τα πιο σημαντικά προβλήματα που παρατηρείται είναι η διαχείριση των αποβλήτων. Η αύξηση του πληθυσμού, η υπερκατανάλωση και η άγνοια κινδύνου οδήγησαν στη ραγδαία αύξηση του όγκου των απορριμμάτων, γεγονός πολύ σοβαρό για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον. Κατά τη διαδικασία της ανακύκλωσης και κομποστοποίησης αποβλήτων μειώνονται σημαντικά τα απόβλητα - απορρίμματα που οδεύουν στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) γεγονός που συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας. Η κομποστοποίηση είναι μία φυσική διαδικασία αποδόμησης βιοαποβλήτων για το περιβάλλον, από την οποία, με αερόβιες συνθήκες, δημιουργείται το εδαφοβελτιωτικό προϊόν που ονομάζεται κομπόστ. Με τον όρο “αερόβια διαδικασία κομποστοποίησης” εννοούμε τη διάσπαση αλλά και την αποικοδόμηση οργανικών υλικών, η οποία επιτυγχάνεται με τη δράση αερόβιων μικροοργανισμών που προέρχονται μέσα από τα οργανικά υλικά και το χώμα. Κατά την αερόβια διαδικασία κομποστοποίησης, πρέπει να γίνεται συχνή ανάδευση του μίγματος ούτως ώστε να αερίζεται και να λιπαίνεται σωστά και να μην πέφτει η υψηλή θερμοκρασία που απαιτείται για τη δημιουργία του κομπόστ. Στόχος της κομποστοποίησης είναι να διατηρηθούν όλα τα θρεπτικά συστατικά, να καταστραφούν οι παθογόνοι μικροοργανισμοί, ώστε το προϊόν που θα παραχθεί να αποτελεί ένα φυσικό λίπασμα [3].

Η κομποστοποίηση διακρίνεται σε οικιακή (κομποστοποίηση που μπορεί να πραγματοποιηθεί στην οικία μας, με συλλογή οργανικών υλικών, μέσα από την κουζίνα και τον κήπο μας) και μηχανική, (κομποστοποίηση που χρησιμοποιεί ηλεκτρισμό, για την ανάδευση των οργανικών υλικών και τη ρύθμισή παραμέτρων που απαιτείται για τη δημιουργία του κομπόστ). Οι μονάδες ανακύκλωσης και κομποστοποίησης πρέπει να διαθέτουν ένα ασφαλές περιβάλλον εργασίας, ώστε να συμβάλλουν στη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Τα απορρίμματα κατατάσσονται σε ανακυκλώσιμα (υλικά που μπορούν να ξανά χρησιμοποιηθούν), οργανικά (υλικά πλούσια σε άζωτο και άνθρακα) και άχρηστα (υλικά που δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά)[4].

Η λέξη κομποστοποίηση προέρχεται από τη λέξη «κομπόστ», λέξη ετυμολογικά συγγενής με τη λατινική λέξη «compositum», η οποία σημαίνει «συνθέτω». Η κομποστοποίηση

είναι μια διαδικασία μετατροπής βιοαποβλήτων σε στερεό προϊόν το οποίο, κάτω από διαδικασίες ελέγχου, δημιουργεί το «κομπόστ». «Εργάτες» της κομποστοποίησης αποκαλούνται οι μύκητες, τα βακτήρια, τα πρωτόζωα και άλλα έντομα τα οποία, ως μικροοργανισμοί, συμβάλλουν στη ταχεία μετατροπή της οργανικής ύλης σε «κομπόστ». Η κομποστοποίηση είναι μία αερόβια διαδικασία η οποία χρησιμοποιεί το οξυγόνο από τους μικροοργανισμούς και δημιουργεί ένα περιβάλλον, κατάλληλο σε θερμοκρασία και υγρασία, για τη σωστή λειτουργία της. Η διαδικασία της αποσύνθεσης των βιοαποβλήτων καταλήγει στη δημιουργία «κομπόστ». Το κομπόστ μοιάζει με χώμα και η σύνθεσή του είναι κατάλληλη για τα φυτά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.2 που ακολουθεί [5].



*Εικόνα 2.2: Κομπόστ [6]*

Στην εικόνα 2.3 αποτυπώνονται οι Πυλώνες της Αειφόρου Ανάπτυξης, στόχος της οποίας είναι η αναβάθμιση και η προστασία του περιβάλλοντος για την καλύτερη ποιότητα ζωής του πολίτη καθώς και η βελτίωση της οικονομίας. Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, καθώς και το κλίμα της χώρας μας, είναι παράγοντες που εξυπηρετούν προγράμματα τα οποία έχουν ως στόχο την οικονομική αλλά και περιβαλλοντική ανάπτυξη. Στο πλαίσιο των προγραμμάτων αυτών εντάσσονται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αποχετεύσεις, έργα ύδρευσης, βιολογικοί καθαρισμοί κ.α. [7].



Εικόνα 2.3: Αειφόρος Ανάπτυξη

### 2.3 Πλεονεκτήματα Κομποστοποίησης

- Το κόστος για τη διαδικασία της κομποστοποίησης είναι πολύ μικρό συγκριτικά με τις ανταγωνιστικές τεχνολογίες, όπως επίσης έχει θετική επίδραση στα δημοτικά τέλη των δημοτών.
- Η παραγωγή κομπόστ συμβάλλει ως εδαφοβελτιωτικό για την κηπουρική αλλά και τη γεωργία.
- Ο χρόνος που απαιτείται για τη κατασκευή μιας μονάδας κομποστοποίησης είναι μικρός (συνήθως 6 μήνες για την οικιακή κομποστοποίηση και 3 μήνες για τη κομποστοποίηση σε μηχανικό κομποστοποιητή).
- Είναι φιλική προς το περιβάλλον, δεν παράγονται επικίνδυνες ουσίες.
- Συμβάλλει στη μείωση βασικών υλικών-απορριμμάτων και στην εξέλιξη της ανακύκλωσης.
- Δημιουργεί τετραπλάσιες θέσεις εργασίας συγκριτικά με τους ΧΥΤΑ το οποίο συμβάλλει σημαντικά στην οικονομία της Ελλάδας σύμφωνα με τη κρίση της ενέργειας και της οικονομίας που βιώνει τα τελευταία χρόνια.
- Μειώνεται η ρύπανση του νερού από τα στραγγίσματα των χωματερών (εφόσον τα υλικά που κομποστοποιούνται δεν καταλήγουν στη χωματερή).

- Είναι κοινωνικά αποδεκτό, γεγονός που φέρει αρκετές επενδύσεις με γρήγορους ρυθμούς.
- Είναι αρκετά απλή τεχνολογία συγκριτικά με άλλες και φέρει μικρές απαιτήσεις από τους προμηθευτές [8].

### **2.3.1 Μειονεκτήματα κομποστοποίησης**

Υπάρχουν σαφώς και κάποια μειονεκτήματα κατά τη κομποστοποίηση τα οποία, όμως, είναι διαχειρίσιμα, μερικά από αυτά είναι ότι καταλαμβάνει περισσότερο χώρο συγκριτικά με άλλες μεθόδους επεξεργασίας. Συνήθως, όμως, υπάρχουν παντού χώροι κατάλληλοι για τη διαδικασία κομποστοποίησης [8].

Άλλο ένα μειονέκτημα που χαρακτηρίζει τη διαδικασία της κομποστοποίησης είναι ότι απαιτείται ξεχωριστός κάδος για τη Διαλογή των οικιακών βιοαποβλήτων όπως απαιτείται, επίσης, να γίνεται ξεχωριστή αποκομιδή [9].

### **2.3.2 Οφέλη της κομποστοποίησης**

Η κομποστοποίηση προσφέρει πλήθος περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων, ζωτικής σημασίας για τη βιώσιμη γεωργία και την υγεία των οικοσυστημάτων. Πρώτον, ενισχύει τη γονιμότητα του εδάφους, παρέχοντας απαραίτητα θρεπτικά συστατικά και βελτιώνοντας τη δομή του. Η πρακτική αυτή μειώνει επίσης τον κίνδυνο πυρκαγιών, καθώς αποφεύγεται η καύση των γεωργικών υπολειμμάτων. Όσον αφορά την ποιότητα του αέρα, η κομποστοποίηση συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Είναι επίσης μια οικονομικά αποδοτική μέθοδος, εξοικονομώντας ενέργεια, χρήματα και εργασία, καθώς ελαχιστοποιεί ορισμένες γεωργικές παρεμβάσεις όπως η κατεργασία και η άρδευση. Η διατήρηση του νερού είναι ένα άλλο ζωτικό πλεονέκτημα, καθώς το κομπόστ βοηθά στη διατήρηση της υγρασίας του εδάφους. Η διαδικασία της κομποστοποίησης ωφελεί το φυσικό περιβάλλον, καθώς παράγει χούμους, ένα βελτιωτικό του εδάφους, προάγοντας έτσι την υγεία του οικοσυστήματος. Επίσης, οδηγεί σε λιγότερες ασθένειες των φυτών και παθογόνους μικροοργανισμούς του εδάφους, όπως οι επιβλαβείς μικροοργανισμοί, τα έντομα και τα ζιζάνια τα οποία εξαλείφονται αποτελεσματικά, ενώ οι δυσάρεστες οσμές, τα έντομα και τα τρωκτικά εξουδετερώνονται από την ταχεία αποσύνθεση της οργανικής ύλης. Κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης μειώνεται ο όγκος



και το βάρος από το αρχικό υλικό και μέρος του άνθρακα μετατρέπεται σε διοξείδιο του άνθρακα, μετριάζοντας έτσι τη διάβρωση του εδάφους και καταστέλλοντας διάφορα παθογόνα επιβλαβή για τα φυτά. Τέλος, η χρήση του κομπόστ στη διαχείριση του εδάφους συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub>, αντιμετωπίζοντας θέματα όπως η κλιματική αλλαγή.

Συνοπτικά με τη κομποστοποίηση: Επιτυγχάνεται η γονιμότητα του εδάφους τόσο στο σημείο όπου γίνεται η διαδικασία της κομποστοποίησης όσο και σε κάθε σημείο όπου προστίθεται από τους χρήστες έτσι με τη χρήση του «κομπόστ» αντιμετωπίζεται η διάβρωση του εδάφους, επίσης, καταστέλλονται διάφοροι παθογόνοι μικροοργανισμοί που προκαλούν ασθένειες στα φυτά [10]. Η κομποστοποίηση μειώνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς εφόσον κατά τη διαδικασία της αποφεύγεται η καύση των υπολειμμάτων, συνεπώς επιτυγχάνεται και ο περιορισμός της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Η κομποστοποίηση συμβάλει στην εξοικονόμηση ενέργειας, χρήματος, νερού και εργασιακών πόρων διότι μέσα από τη σωστή εφαρμογή του «κομπόστ» παρατηρείται μείωση καλλιεργητικών παρεμβάσεων μερικές από τις οποίες μπορεί να είναι η άρδευση και τα σκαλίσματα εδάφους. Αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την υγεία της φύσης μέσα από τη δημιουργία χούμους ως εδαφοβελτιωτικό και αυτός είναι ο λόγος που εμφανίζονται λιγότερες αρρώστιες στα φυτά και στο έδαφος διότι μικροοργανισμοί όπως έντομα, ζιζάνια κ.ά. θανατώνονται κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης. Επίσης κατά τη ταχεία αποικοδόμηση των οργανικών υλικών εξουδετερώνονται οι δυσάρεστες οσμές που προκαλούνται από βιοαπόβλητα, έντομα και τρωκτικά, μειώνεται ο όγκος και το βάρος από το αρχικό υλικό και μέρος του άνθρακα μεταβολίζεται σε CO<sub>2</sub> [11].

## **2.4 Κομποστοποιήσιμα υλικά**

Τα υλικά τα οποία συμβάλλουν στη κομποστοποίηση χωρίζονται σε οργανικά και φυτικά υπολείμματα. Τα οργανικά υλικά διαχωρίζονται σε πράσινα (πλούσια σε άζωτο) και σε καφέ (πλούσια σε άνθρακα).



Εικόνα 2.4: Διαχωρισμός Οργανικών Υλικών

Πηγή: αυτοσχέδιο σχήμα [12].

**Στα πράσινα οργανικά απόβλητα** έχουμε, υπολείμματα φρούτων και λαχανικών, υπολείμματα καφέ, φλούδες φρούτων, υπολείμματα τσαγιού κ.α. Τα πράσινα υλικά παρέχουν υγρασία η οποία αποτελεί τροφή για τους μικροοργανισμούς που μετατρέπουν την ύλη αυτή σε κομπόστ. Ως μικροοργανισμοί οι οποίοι διαδραματίζουν ρόλο εργατών για το μίγμα της κομποστοποίησης θεωρούνται τα σκουλήκια και τα ζιζάνια τα οποία αναπαράγονται και τρέφονται λόγω της υγρασίας που διοχετεύεται στο μίγμα. Στα καφέ οργανικά απόβλητα έχουμε άχυρο, σανό, πριονίδι, υπολείμματα από κλαδέματα, χαρτοπετσέτες, χαρτί κουζίνας κ.α.

**Τα καφέ υλικά** απορροφούν υγρασία και συμβάλουν στην αύξηση του αέρα για το μίγμα μας. Στα οργανικά υπολείμματα ανήκουν κοτσάνια, υπολείμματα από σαλάτες, καρποί, τσόφλια αυγών, δεν ανήκουν όμως κρέατα, λάδια, και καμένα φαγητά. Εξαιρετική τροφή για τους μικροοργανισμούς και ιδιαίτερα για τα σκουλήκια αποτελούν τα υπολείμματα, όπως φλούδες κρεμμυδιών, κατακάθια από τσάι και καφέ, τα κόκκαλα και τα ψάρια (κατά προτίμηση τεμαχισμένα), τα κατακάθια αφεψημάτων, εκχυλισμάτων, αρωματικά και θεραπευτικά βότανα κ.α.

Στα φυτικά υπολείμματα συγκαταλέγονται: φύλλα, φλούδες, ρίζες, κοτσάνια, κλαδιά (τα οποία πρέπει να είναι τεμαχισμένα για την ορθή και ταχεία διαδικασία της κομποστοποίησης) [8]. Πολύτιμα είναι τα φύλλα που πέφτουν από τα δέντρα, και ιδιαίτερα της βελανιδιάς, οξιάς και της καστανιάς. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι οι πευκοβελόνες μπορεί να αποτελέσουν το 10% της κομπόστας.

Στην κομποστοποίηση μπορούν να συμμετέχουν και επεξεργασμένα υλικά από υπολείμματα εργοστασίων όπως σταφύλια, βαμβάκι, υπόλοιπα από ελαιουργεία, κονσερβοποιία και γενικότερα υπολείμματα μηχανικής επεξεργασίας, χωρίς προσθήκη χημικών. Άλλα υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην κομποστοποίηση είναι τα ορυκτά υλικά, όπως σκόνες πετρωμάτων (από λατομεία), χωνεμένη κομπόστα ή χώμα μίγματος με μικροοργανισμούς. Παράλληλα, ωφέλιμα θεωρούνται διάφορα κηπευτικά φυτά, λαχανικά και μανιτάρια, κομπόστα από κοπριά ζώων και πτηνών, υπολείμματα γκαζόν τα οποία χαρακτηρίζονται για τα πλούσια θρεπτικά στοιχεία τους.

Γενικά τα φυτικά υπολείμματα είναι ένας σημαντικός παράγοντας για τη κομποστοποίηση εφόσον θεωρείται “καθαρό” υλικό κατάλληλο για την απαιτητική επεξεργασία της κομποστοποίησης, μερικά από τα φυτικά αυτά υλικά είναι, φύκια, λουλούδια, στάχτη από ξύλα, κλαδιά από δέντρα και, υπολείμματα καλλιεργειών, γκαζόν, αγριόχορτα (πριν σχηματίσουν σπόρους), φύλλα από δέντρα, ροκανίδια και πριονίδια, καθώς και φλοιός από ξυλεία μπορούν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στη διαδικασία αυτή [13]. Πηγή προέλευσης των υλικών αυτών μπορεί να είναι πάρκα, πλατείες, δρόμοι, αυλές κ.α

Στις εικόνες 2.5 και 2.6 που ακολουθούν, φαίνονται τα οργανικά και τα φυτικά απόβλητα αντίστοιχα, όπου οργανικά χαρακτηρίζονται τα υλικά γεωργικής και βιομηχανικής προέλευσης, σε αυτά συγκαταλέγονται υπολείμματα τροφών μαγειρεμένων ή μη, τροφές οι οποίες εμπεριέχουν λίπη, τσόφλια αυγών, λαχανικά και φρούτα, ενώ τα φυτικά περιλαμβάνουν φύλλα, κλαδιά, φυτά, υπολείμματα από λαχανικά και φρούτα χωρίς επεξεργασίες:



Εικόνα 2.5: Οργανικά Απόβλητα [14]



*Εικόνα 2.6: Φυτικά Απόβλητα*

Τα υλικά που προσθέτουμε στο κάδο για κομποστοποίηση τα κατατάσσουμε σε πράσινα (δηλαδή τα χλωρά) και σε καφέ (δηλαδή τα ξερά). Τα πράσινα υλικά είναι πλούσια σε άζωτο (N) και τα καφέ πλούσια σε άνθρακα (C) [12].

Τα υλικά πλούσια σε άνθρακα (C), δίνουν την απαραίτητη ενέργεια στους μικροοργανισμούς, με τη διαδικασία της οξείδωσης. Σημασία για την κομποστοποίηση έχει και η χημική σύσταση στους μικροοργανισμούς, η οποία καθορίζει τη δυνατότητά τους να αφομοιώσουν τον άνθρακα. Κάποια φυσικά υλικά είναι πιο ανθεκτικά στην αποσύνθεση των μικροβίων και απαιτούν περισσότερο χρόνο για να διασπαστούν σε αντίθεση με άλλα υλικά, όπως τα λίπη. Ο άνθρακας, για παράδειγμα, στα υλικά από ξύλα δεν αποδομείται τόσο εύκολα, όσο η κοπριά. Ο άνθρακας καθορίζει το ρυθμό διάσπασης αποβλήτων και την αναλογία άνθρακα προς άζωτο (C/N).

Τα υλικά πλούσια σε άζωτο (N) είναι απαραίτητα, διότι συμβάλουν στον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών. Το άζωτο βρίσκεται σε σημαντικό ποσοστό στα υπολείμματα φαγητού, σε διάφορες κοπριές, σε απόβλητα κήπων (ιδιαίτερα σε χώρους όπου υπάρχει γκαζόν) και σε απόβλητα πάρκων. Επίσης είναι σημαντικό να γνωρίζουμε ότι η έλλειψη αζώτου μπορεί να καλυφθεί με λίπασμα αζώτου.

Η αναλογία C/N είναι από τις πιο σημαντικότερες παραμέτρους για την κομποστοποίηση. Η ιδανική αναλογία σε ευρύ φάσμα επικοινωνίας είναι 1 άζωτο (N) προς 3 άνθρακα (C) [12].

#### **2.4.1 Υλικά που δεν κομποστοποιούνται**

Κάποια από τα υλικά που δεν κομποστοποιούνται και οι αιτίες τους είναι τα παρακάτω:

Φύλλα και κλαδιά καρυδιάς	• Διότι σε συνδιαμό με τις ντομάτες που πιθανόν έχει το μίγμα, προκαλείται τοξικότητα
Λάδια, γράσσα και λίπη	• Διότι προσελκύουν παράσιτα λόγω δυσσομίας
Κρόκοι αυγών	• Διότι προσελκύουν παράσιτα
Λεμόνια	• Λόγω της υπερβολικής οξύτητας
Κόπρανα και τροφές ζώων	• Προκαλούν λοιμώδεις εστίες και προσέλκυση τρωκτικών
Γαλακτοκομικά προϊόντα	• Προσελκύουν μύγες και τρωκτικά

Εικόνα 2.7: Μη κομποστοποιήσιμα Υλικά [15]

## 2.5 Συστήματα οικιακής κομποστοποίησης

Η οικιακή κομποστοποίηση σχετίζεται με την ανακύκλωση των βιοαποβλήτων που βρίσκονται ως επί το πλείστον στα νοικοκυριά. Ποσοστό 20-30% από τα οικιακά απορρίμματα, καταλήγουν σε χώρους υγειονομικής ταφής. Κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης και με τις κατάλληλες συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, οξυγόνο) τα βιοαπόβλητα αποδομούνται βιολογικά έτσι, ώστε να παράγουν το «κομπόστ» [16].

Οι κομποστοποιητές ποικίλουν ανάλογα τη χρήση και το χρήστη. Κάποια παραδείγματα από κάδους κομποστοποίησης είναι:

### **Κομποστοποιητής τύπου Cascadia**

Έχει κυκλικό σχήμα και η χωρητικότητα του απαντά σε μεγάλα μεγέθη της τάξεως των 720 lt. Η κατασκευαστική του διαμόρφωση προβλέπει τον αερισμό του υποστρώματος απαραίτητο για τη σωστή λειτουργία της διαδικασίας του κομπόστ.



*Εικόνα 2.8: Κομποστοποιητής τύπου Cascadia*

#### **Κομποστοποιητής τύπου soilmaker**

Έχει ορθογώνιο σχήμα με δύο εισόδους προέλευσης οργανικών και φυτικών υλικών και είναι καλυμμένος από μονωτικό υλικό γεγονός που σφραγίζει και διατηρεί τις κατάλληλες θερμοκρασίες και συνθήκες κατά τη διαδικασία της κομποστοποίησης. Θεωρείται ένα από τα καλύτερα συστήματα οικιακής κομποστοποίησης καθώς φροντίζει τη διέλευση υγρασίας να είναι κατάλληλη για την ορθότητα του μίγματος. Αυτό επιτυγχάνεται μέσα από το καπάκι που περιλαμβάνει στο επάνω μέρος του καθώς εμπεριέχει σύστημα ελέγχου υγρασίας. Θεωρείται ένα καλό σύστημα το οποίο προτείνεται για σκιερά μέρη.



*Εικόνα 2.9: Κομποστοποιητής τύπου Sailmaker*

### **Περιστρεφόμενος κάδος κομποστοποίησης**

Έχει σχήμα βαρελιού και χαρακτηρίζεται από τον αερισμό που παρέχει κατά την αερόβια διαδικασία. Αυτός, άλλωστε, είναι και ο λόγος που παράγει ένα καλύτερης ποιότητας «κομπόστ». Στο εσωτερικό του υπάρχει ένας σωλήνας με αρκετές τρύπες ο οποίος αλέθει τις ουσίες στο εσωτερικό και τις διασπά σε κομμάτια καθιστώντας ταχεία τη διαδικασία. Πλεονέκτημα του σημειώνεται ο διαχωρισμός σε μικρότερα κομμάτια που εκτελεί στο υπόστρωμα του με αποτέλεσμα τον κατάλληλο αερισμό που απαιτείται για το μίγμα.



*Εικόνα 2.10: Περιστρεφόμενος κάδος κομποστοποίησης.*

### **Ξύλινος κομποστοποιητής**

Κατασκευάζεται από ξύλο, με τα κομμάτια να έχουν κάποια εκατοστά απόσταση το ένα από το άλλο, προκειμένου να διασφαλιστεί ο σωστός αερισμός περιμετρικά. Θεωρείται η πιο οικονομική λύση, με πλεονέκτημα τον περιμετρικό αερισμό και την ευκολία όσον αφορά το τρόπο κατασκευής του. Στην εικόνα 2.11 απεικονίζεται ξύλινος κομποστοποιητής διαστάσεων 40\*40 και χωρητικότητας 51 l.



*Εικόνα 2.11: Ξύλινος κομποστοποιητής*



### ***Κυλιόμενος κομποστοποιητής***

Διακρίνεται για το σφαιρικό του σχήμα και την ικανότητα του να κρατάει τη θερμοκρασία του μίγματος στην αρχική του κατάσταση. Εξαιτίας του σχήματος του η μετακίνηση του γίνεται με συρόμενη διαδικασία επι εδάφους. Σε αυτό το κάδο η ανάδευση του μίγματος συνιστάται μία φορά την εβδομάδα και ο αερισμός του γίνεται μέσα από διακριτές τρύπες που υπάρχουν επιφανειακά του κάδου. Ο συγκεκριμένος κάδος που απεικονίζεται στην εικόνα 2.12 είναι διαστάσεων 91,44 cm και χωρητικότητας 486 lt και η σύνθεση του είναι από ανακυκλώσιμο πλαστικό το οποίο απορροφά την ηλιακή ακτινοβολία. Περιέχει καπάκι επισφραγίζοντας τις συνθήκες θερμοκρασίας υγρασίας και αερισμού κατάλληλες για τη διαδικασία τη κομποστοποίησης.



*Εικόνα 2.12: Κυλιόμενος κομποστοποιητής τύπου Rolling or Rotating*

### ***Μηχανικός κομποστοποιητής***

Η ποσότητα βιοαποβλήτων που παράγονται στην Ε.Ε είναι σχεδόν 88 εκ. τόνοι, δηλαδή 150-200 kg ανά άτομο ετησίως [17]. Στη προσπάθεια διαχείρισης παραγόμενων αποβλήτων η Ε.Ε έχει θεσπίσει το νόμο 98/2008 (βλ. παρακάτω), που έχει ως επίκεντρο τα βιοαπόβλητα κ.α. Για την υλοποίηση της προσπάθειας αυτής, δημιουργήθηκαν δίκτυα κομποστοποίησης σε κτίρια και αστικά διαμερίσματα, τα οποία λειτουργούν με αυτόματους μηχανικούς κομποστοποιητές [18].

Οι Αυτόματοι Μηχανικοί Κομποστοποιητές (ΑΜΚ) είναι ολοκληρωμένες μονάδες κομποστοποίησης κλειστού τύπου, χωρίς οσμές και διασταλάζοντα υγρά, που χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία όλων των τύπων βιοαποβλήτων όπως κρέας, λάδι, μαγειρεμένα φαγητά, ψάρι κ.α.



Στόχος είναι η συγκέντρωση των παραγόμενων βιοαποβλήτων επεξεργασίας και παραγωγής «κομπόστ». Οι κάτοικοι ουσιαστικά συγκεντρώνουν τα βιοαπόβλητα τους σε ειδικούς κάδους με κομποστοποιήσιμες βιοδιασπώμενες σακούλες και στη συνέχεια στον ΑΜΚ, κάνοντας χρήση ειδικής κάρτας που έχουν λάβει από τον δήμο\περιφέρεια για την είσοδο και τη διαχείριση στο σύστημα ΑΜΚ .

Ο μηχανικός κομποστοποιητής αποτελείται από μια δεξαμενή διαστάσεων 1,2\*2\*3,1 και θυρίδες στα πλαϊνά τοιχώματα του ούτως ώστε να πραγματοποιείται η εισαγωγή και εξαγωγή βιοαποβλήτων προκειμένου να υλοποιηθεί η διαδικασία κομποστοποίησης. Ο ΑΜΚ χωρίζεται σε δύο μέρη, στο ένα εμπεριέχεται ο μηχανισμός, το σύστημα κομποστοποίησης συνεπάγεται του πίνακα ελέγχου και το άλλο είναι η δεξαμενή κάδος βιοαποβλήτων. Επιπλέον υπάρχει ξεχωριστό δοχείο αποστράγγισης στο κάτω μέρος της δεξαμενής.

Ο ΑΜΚ είναι σχεδιασμένος για να αποσυνθέτει κάθε είδους απόβλητο ανεξαρτήτως διάστασης και να το μετατρέπει σε κομπόστ. Ο χρόνος εκτέλεσης της διαδικασίας άλεσης διαρκεί έως 24 ώρες με αποτελεσματικότητα μείωσης όγκου υλικών έως 80-90%, έχει αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας προκειμένου να διαμορφώνει το κατάλληλο περιβάλλον προσομοίωση για τη διαδικασία κομποστοποίησης παρέχοντας στον πίνακα ελέγχου τα κατάλληλα στοιχεία πληροφόρησης προκειμένου να τελεστεί η διαδικασία ορθά και να φέρει ο μηχανικός κομποστοποιητής το κατάλληλο προϊόν και στο σωστό χρόνο. Αυτό το επιτυγχάνει με τη μέθοδο σφαλμάτων και επιβεβαίωσης ορθής χρήσης όπως φέρει στην οθόνη του πίνακα ελέγχου του[19], [20].

Η πρόσβαση στο σύστημα αυτό γίνεται μόνο με τη χρήση της μαγνητικής κάρτας ή οποία έχει δοθεί σε χρήστες εκπαιδευμένους για τη διαχείριση και λειτουργία του μηχανικού κομποστοποιητή.

Στην εικόνα 2.13 απεικονίζεται ο ΑΜΚ ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο, ΕΛΜΕΠΑ Κρήτης.



*Εικόνα 2.13: AMK ΕΛΜΕΠΑ Κρήτης*

## **2.6 Εισαγωγή ΤΠΕ στην εκπαίδευση**

Τα τελευταία χρόνια, οι οικονομικά ανεπτυγμένες χώρες προσπαθούν με τα μαθήματα πληροφορικής στα σχολεία να εντάξουν τη τεχνολογία στη καθημερινότητα τους. Ωστόσο, τα αποτελέσματα της ένταξης αυτής δεν είναι και τόσο αποτελεσματικά, αφού, σύμφωνα με έρευνες, οι υπολογιστές δεν επαρκούν ποσοτικά και ποιοτικά [21], [22], [23], [24], [25].

Ο ρόλος των εκπαιδευτικών παίζει καθοριστικό ρόλο στην εισαγωγή των ΤΠΕ μιας και χαρακτηριστικά, όπως η αυτοαποτελεσματικότητα [26], δηλαδή η αντίληψη του να εκτελέσει με επιτυχία συγκεκριμένο έργο, είναι απαραίτητα για την ορθή χρήση τους [27]. Επίσης το φύλο και τα χρόνια προϋπηρεσίας του εκπαιδευτικού, επηρεάζουν την ένταξη των ΤΠΕ, διότι σχετίζονται με τις στάσεις και τα ιδεώδη τους. Σύμφωνα με την ελληνική βιβλιογραφία [28] οι γυναίκες δεν έχουν και τόσο θετική στάση απέναντι στα ΤΠΕ, γεγονός που πηγάζει από τη χαμηλή αυτοπεποίθηση περί τεχνολογίας. Η στάση, λοιπόν, των εκπαιδευτικών προς την τεχνολογία [29] είναι παράγοντες που καθορίζουν την εξέλιξή της και την ενσωμάτωση των ΤΠΕ στα σχολεία.

Στην κοινωνία του «αύριο» απαιτείται αλλαγή στα διδακτικά πρότυπα [30]. Χρειάζεται να αλλάξει ο παραδοσιακός τρόπος διδασκαλίας και να ενταχθεί η τεχνολογία, ως μέσο για την

επίτευξη της εκπαιδευτικής διαδικασίας, λαμβάνοντας υπόψη το κοινωνικό και πολυπολιτισμικό περιβάλλον [31].

Ενώ οι εκπαιδευτές είναι εξοικειωμένοι με την τεχνολογία, το κοινό στο οποίο απευθύνονται δεν φαίνεται να κατέχει τέτοιου είδους δεξιότητες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, μια συνεχόμενη και επαναλαμβανόμενη προσπάθεια από τους εκπαιδευτικούς, γεγονός που προκαλεί την δυσαρέσκειά τους και συνάμα κορεσμό στις μεθόδους της εκπαιδευτικής διαδικασίας [32].

### ***2.6.1 Ποια η γνώμη των εκπαιδευτικών για ΤΠΕ στην εκπαίδευση;***

Οι ΤΠΕ έχουν κυρίαρχο ρόλο στη κοινωνία, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν άμεσα όλες τις πτυχές του κοινωνικού «γίγνεσθαι» (οικονομικές, εκπαιδευτικές, εργασιακές κ.α). Οι ΤΠΕ προϋποθέτουν αλλαγές στην εκπαίδευση του σχολείου, προκειμένου να μπορέσουν να ανταποκριθούν στις ανάγκες της σύγχρονης κοινωνίας με ένα καινοτόμο σύστημα εκπαίδευσης. Θα πρέπει να αλλάξει ο τρόπος που μεταφέρουν γνώση οι εκπαιδευτικοί άλλα και το μέσο μετάδοσής της, θα πρέπει να αντικατασταθούν οι αναχρονιστικές μέθοδοι με άλλες που θα προσελκύουν τους μαθητές. Βέβαια, αυτό έχει και το ρίσκο να αποπροσανατολιστεί ο στόχος της διδασκαλίας και γι' αυτό, σε αυτό το σημείο καθοριστικό ρόλο παίζει ο εκπαιδευτικός, ο οποίος αποφασίζει για το τρόπο διδασκαλίας και επιλέγει τα μέσα επικοινωνίας και μετάδοσης ως προς τους μαθητές του. Ο εκπαιδευτικός είναι αυτός που θα κάνει κατανοητή την ορθή χρήση και την αποτελεσματικότητα της τεχνολογίας, εφόσον είναι εκείνος που μπορεί να αξιολογήσει τη πορεία των μαθητών και το κατά πόσο επικερδής αποδείχτηκε η διδασκαλία με τεχνολογικές μεθόδους. Οι απόψεις των εκπαιδευτικών δεν είναι πάντα αντικειμενικές, μιας και αποτελούν συνάρτηση ποικίλων παραγόντων, όπως η εμπειρία και η κρίσης τους, αλλά και άλλων, όπως το φύλο, η κοινωνική τάξη κ.α. [33], [34].

## **2.7 Παιδί και παιχνίδι**

Μέσα από τη διαδικασία του παιχνιδιού, τα παιδιά μπορούν να ξεδιπλώσουν το ψυχικό τους κόσμο, να μάθουν το σώμα και τα συναισθήματά τους. Τα παιχνίδια καλλιεργούν αξίες και δεξιότητες, όπως πειθαρχία και υπευθυνότητα ως προς την τήρηση κανόνων. Πολλά από τα παιχνίδια εμπεριέχουν παραστάσεις από τη πραγματικότητα των ενηλίκων, έτσι το παιδί παίρνει

μία εικόνα της μετέπειτα χρονικά ζωής του και μέσα από αυτό τον τρόπο του δύναται η ευκαιρία να σχηματίσει μία εικόνα για τις υποχρεώσεις και την καθημερινότητα ενός ενήλικα. Τα ομαδικά παιχνίδια συμβάλλουν, κυρίως, στη διαπαιδαγώγηση. Παιχνίδι και εργασία γίνονται ταυτόσημα για το παιδί. Όσον αφορά στο ρόλο του ενήλικα, εκείνος δεν πρέπει να παρεμβαίνει από τη στιγμή που το παιχνίδι είναι εντός σχολικής δραστηριότητας και έχει επιβλέποντες δασκάλους. Όταν ένα παιδί ξεκινήσει το σχολείο, αυτομάτως μειώνονται οι ώρες ελευθερίας και παιχνιδιού που είχε πριν, γεγονός που καθιστά τα παιχνίδια αυτά διασκεδαστικά και ενδιαφέροντα. Τα «σοβαρά» παιχνίδια έχουν κύριο σκοπό την εκπαίδευση μέσα από την διασκέδαση [35].

## 2.8 Ηλεκτρονικά παιχνίδια

Η νέα γενιά αποκαλείται συχνά ως η γενιά του διαδικτύου. Οι μαθητές στην πλέον, σύγχρονη κοινωνία αναζητούν ενδιαφέρον και κίνητρα, για να μάθουν και συνάμα αναζητούν αλληλεπίδραση, για να μπορούν να συμμετέχουν [36]. Ωστόσο, οι περισσότεροι νέοι απορροφούνται από ηλεκτρονικά παιχνίδια αλληλεπίδρασης, τα οποία απαιτούν μεγάλο γνωστικό επίπεδο, αλλά χαρακτηρίζονται ως μη εκπαιδευτικά [37]. Κάποιες προσπάθειες για εκπαιδευτικά ηλεκτρονικά παιχνίδια έχουν μικρή ανταπόκριση από τους μαθητές [38].

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ηλεκτρονικών παιχνιδιών, κάποια παραδείγματα των οποίων είναι παιχνίδια περιπέτειας, πολέμου, πλατφόρμες οι οποίες περιλαμβάνουν χαρακτήρες με διαδραστικό ρόλο (τρέχουν, πηδούν), παιχνίδια ρόλων, διαχείρισης και στρατηγικής, παιχνίδια ασκήσεων και Μαθηματικών. Τα ηλεκτρονικά παιχνίδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα σχολεία για να ενθαρρύνουν τη μάθηση. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι τα περισσότερα έχουν σκληρούς δίσκους με θύρες προσβάσιμες σε μόντεμ ευζωνικού δικτύου και ο λόγος είναι για να έχουν τη δυνατότητα να μετέχουν σε πιο εξελιγμένες και ανταγωνιστικές εκδόσεις.

Μεγάλο ενδιαφέρον αποτελούν τα MMOGs (Massive Multiplayer Online Games), όπως και τα MMORPGs (Massive Multiplayer Online Roleplaying Games), παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας τα οποία προσφέρουν την αλληλεπίδραση του ιδεατού κόσμου που αναζητούν οι νέοι. Τα παιχνίδια εικονικής πραγματικότητας είναι περιβάλλοντα τρισδιάστατης και δυσδιάστατης πραγματικότητας με υψηλά γραφικά, τα οποία παίζονται δικτυακά και επιτρέπουν την αλληλεπίδραση των χρηστών μεταξύ τους, δημιουργώντας κίνητρα, στόχους και επιθυμία κοινωνικοποίησης[39]. Τα MMOGs φαίνεται να υποστηρίζουν τη μάθηση διατηρώντας ενεργό

το ενδιαφέρον των μαθητών με την αλληλεπίδραση που προσφέρουν, κάνοντας τους μαθητές να νιώσουν ως μέρος της κοινωνίας[40], [41], [42]. Αυτό φαίνεται να προσελκύει το ενδιαφέρον των παικτών, αφού οι μαθητές δεν είναι, πλέον, μονότονα μπροστά από έναν υπολογιστή αλλά συμμετέχουν διατηρώντας την αίσθηση της ομαδικότητας [43].

Στην εικόνα 2.14 απεικονίζονται τα εσωτερικά κίνητρα που ορίστηκαν σύμφωνα με τον Malone και Lepper[44],[45]:



Εικόνα 2.14: Τα εσωτερικά κίνητρα κατά των Malone&Lepper(1987), [45]

Η ανάπτυξη κινήτρων, παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση και επιρροή της συμπεριφοράς του κάθε ανθρώπου [46]. Τόσο στους άνδρες όσο και στις γυναίκες, τα παιχνίδια που κεντρίζουν το ενδιαφέρον τους είναι εκείνα τα οποία τους φέρουν προκλήσεις και αγωνία. Η εμπλοκή του παίκτη με το παιχνίδι τον παρακινεί να ολοκληρώσει και να συμμετέχει σε αυτό. Δεν χρειάζεται βία, τα κίνητρα μπορεί να είναι ο αγώνας για την καλύτερη απάντηση, ακουστικά εφέ που διεγείρουν το ενδιαφέρον, σκοράρισμα και ευκαιρίες, ταχύτητες και ανταγωνισμός.

Τα κίνητρα σύμφωνα με τον Malone & Lepper διαχωρίζονται σε εσωτερικά και εξωτερικά. Στη παρούσα εργασία εξετάζονται τα εσωτερικά κίνητρα. Τα εσωτερικά κίνητρα ειδικά στα παιχνίδια απομακρυσμένης εκπαίδευσης, αποτελούν σημαντικό χαρακτηριστικό. Αυτά, ορίστηκαν από τον James [43] ο οποίος χρησιμοποίησε τον όρο «ενδιαφέρον και ένστικτο της δημιουργίας», προκειμένου να εξηγήσει τους διαφορετικούς τύπους ανθρώπινης

συμπεριφοράς. Οι Malone και ο Lepper [44], παρουσίασαν μία νέα θεωρία που σχετίζεται με τους παράγοντες που επηρεάζουν, τα εσωτερικά κίνητρα αναφορικά με τα ηλεκτρονικά παιχνίδια. Έτσι, τα εσωτερικά κίνητρα χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες, την περιέργεια, την πρόκληση, τον έλεγχο και την φαντασία. Συνάμα διαχωρίζονται και σε τρεις διαπροσωπικούς παράγοντες όπως, τη συνεργασία, την ανάγνωση και τον ανταγωνισμό.

### 3 Κεφάλαιο - *Serious Game & Similar work*

#### 3.1 Serious Game στην εκπαίδευση

Η μάθηση βασισμένη σε «σοβαρά» παιχνίδια προσφέρει πολλά οφέλη όπως [45]:

- ❖ Γνώσεις.
- ❖ Κοινωνικοσυναισθηματική ανάπτυξη.
- ❖ Βελτίωση στη λήψη αποφάσεων.
- ❖ Κριτική σκέψη.
- ❖ Συνεργασία και επικοινωνία.
- ❖ Ανταγωνισμό.
- ❖ Αυτοεκτίμηση και αυτονομία.
- ❖ Αίσθημα προόδου και επιτυχίας.

Τα «serious games» ή αλλιώς παιχνίδια «σοβαρού σκοπού» είναι μια σύζευξη του εικονικού και του πραγματικού. Παρόλο που τα «serious games» έχουν διασκεδαστικό ρόλο, ο κύριος σκοπός τους είναι εκπαιδευτικός.

Το παιχνίδι κεντρίζει το ενδιαφέρον σε ένα παιδί. Τα τελευταία χρόνια τα ψηφιακά παιχνίδια έχουν κυρίαρχο ρόλο και χρησιμοποιούνται ως μέσα διδασκαλίας. Τα ψηφιακά παιχνίδια, παράλληλα, αποτελούν κίνητρο για μάθηση και συχνά αποτελούν αντικείμενο έρευνας για το, εάν μπορούν να δώσουν κάτι παραπάνω εκπαιδευτικά. Τα παιχνίδια αυτά βασίζονται σε σχεδιασμένες εμπειρίες τις οποίες αποκαλούν «designed experiences». Μέσα από αυτά τα παιχνίδια συνήθως η μάθηση συνδέεται με την πραγματική δραστηριότητα, την πραγματική κουλτούρα και περιεχόμενο των καταστάσεων.

Σύμφωνα με έρευνα του Conolly [46] για τη χρήση ψηφιακών παιχνιδιών εκπαιδευτικού σκοπού στη διδασκαλία, οι επιδράσεις των παιχνιδιών αυτών στην εκπαίδευση κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:



Εικόνα 3.1: Κατηγορίες παιχνιδιών [47].

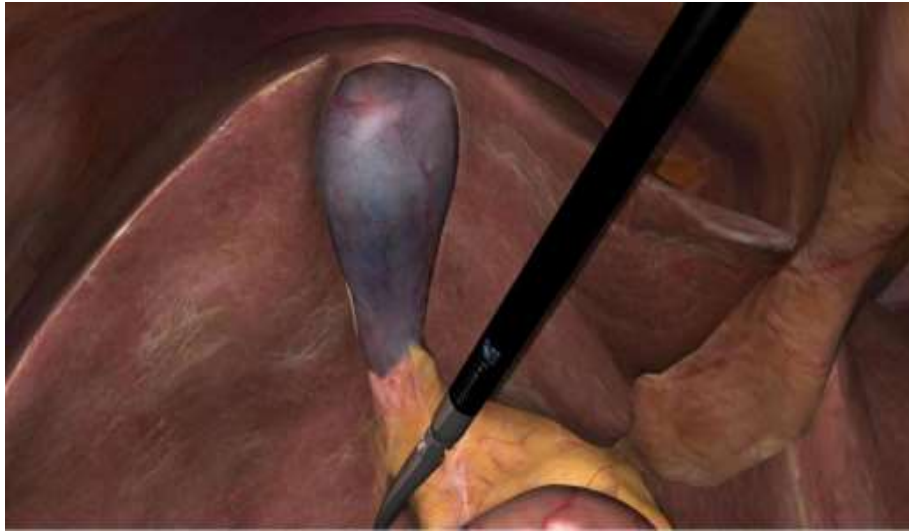
Οι επιδράσεις στους μαθητές από τα σοβαρά παιχνίδια φάνηκαν να είναι θετικές.

Τα «serious games», δεν σχεδιάστηκαν με μόνο σκοπό τη διασκέδαση. Παράδειγμα αποτελεί το παιχνίδι πολέμου «kriegsspiel» [48] το οποίο συνέβαλε στην εκπαίδευση των Πρώσων το 19<sup>ο</sup> αιώνα. Το 2004 την εμφάνισή τους έκαναν παιχνίδια με επίκεντρο την υγεία. Έτσι, λοιπόν, τα παιχνίδια «σοβαρού σκοπού» δεν φτιάχτηκαν με μόνο στόχο τη διασκέδαση αλλά και την εκπαίδευση γύρω από την υγεία, την επιστήμη, την άμυνα, την εκπαίδευση, τη διαχείριση έκτακτων καταστάσεων, την πολιτική κ.ά.

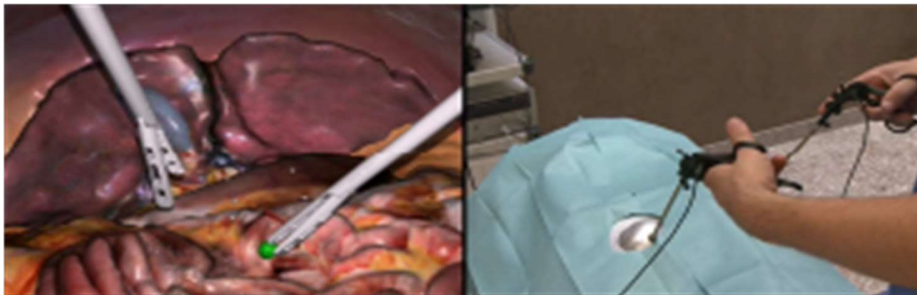
Τα «serious games», εκτός από εκπαιδευτικούς σκοπούς χρησιμοποιούνται επιπλέον:

**Στην ιατρική:** για δοκιμαστικές εφαρμογές εγχειρήσεων και χρήσης μηχανημάτων. Με εικόνες από αξονικές, μαγνητικές και διάφορες ακτινογραφίες (εικόνα 3.3), κάνουν προβολή του ασθενούς τη στιγμή της εγχείρησης με αποτέλεσμα την πλήρη εικόνα της κατάστασης του και την καλύτερη διαχείριση χρόνου από τον θεράποντα ιατρό κατά την επέμβαση και την εξέταση [49]. Κύριο Πλεονέκτημα ενός serious game στην ιατρική ότι ο κάθε ασθενής έχει την ευκαιρία να εξεταστεί και να χειρουργηθεί ακόμα, από το καλύτερο ιατρό όπου και αν βρίσκεται αποφεύγοντας με αυτό το τρόπο έξοδα μετακίνησης και αρκετό χρόνο κατά τη μεταφορά του η οποία σε αρκετές περιπτώσεις για λόγους υγείας δεν είναι εφικτή. Με αυτό το τρόπο οι ιατροί θα μπορούν να αξιολογηθούν σε ευρύ φάσμα γεγονόσ που καταστεί κίνητρο δημιουργώντας την αίσθηση ανταγωνισμού και προβολής. Επίσης θα μπορεί να διερευνηθεί η κάθε περίπτωση προβλημάτων και να συζητηθεί από διάφορους ιατρούς και σε διάφορα μέρη του πλανήτη με αποτέλεσμα την καλύτερη επίλυση του εκάστοτε ιατρικού προβλήματος,





*Εικόνα 3.2: Προσομοίωση αμνιοένεσης*



*Εικόνα 3.3: Προσομοίωση λαπαροσκοπικής επέμβασης του Ulis*

Στην εικόνα 3.3 απεικονίζεται η πρώτη προσομοίωση λαπαροσκοπικής επέμβασης με το σύστημα «Ulis @digital trainers» από την εταιρία «Karl Storz». Στο σύστημα αυτό, ο προσομοιωτής περιλαμβάνει μια βάση δεδομένων με καταχωρημένες κλινικές περιπτώσεις. Δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να εξοικειωθούν με τους χειρισμούς της κάμερας, ταυτόχρονα με την χρήση ιατρικού εργαλείου.

Στον τομέα της υγείας, αξίζει να αναφερθεί το εκπαιδευτικό παιχνίδι «Re-mission» σύμφωνα με το οποίο απεικονίζεται ο παίκτης ιατρός με το πολυβόλο του το οποίο έχει για βολές αντιβιοτικό, εξουδετερώνοντας με αυτό το τρόπο επιθετικούς ιούς.

Τα παιχνίδια «re-mission» κυκλοφόρησαν για πρώτη φορά το 2006, σχεδιάστηκαν από την «palm Omidyar», μέσα από έρευνες της «hopelad», δωρεάν, κυρίως για τους νεαρούς ασθενείς με καρκίνο, έχοντας σκοπό την ψυχαγωγία τους. Ο παίκτης ελέγχει ένα νανορομπότ το

οποίο εισχωρεί στον ανθρώπινο οργανισμό και προσπαθεί να καταπολεμήσει τα καρκινικά κύτταρα, σύμφωνα με την ταχύτητα που εξελίσσονται. Ο παίκτης πρέπει να παρακολουθεί την υγεία και να την αναφέρει στον ψηφιακό ιατρό του παιχνιδιού, ο οποίος ονομάζεται «DrWest». Στο παιχνίδι χρησιμοποιούνται διάφορα όπλα καθώς και ο πύραυλος αντιβιοτικών.

Έρευνες που έγιναν σε ηλικίες 13-29 ετών έδειξαν πως βελτιώθηκε η συμμόρφωση των ατόμων που πάσχουν από τέτοιου είδους ασθένειες, ως προς την θεραπεία που πρέπει να λάβουν, όπως, επίσης, σημειώθηκε αύξηση της γνώσης γύρω από τον καρκίνο [49].



Εικόνα 3.4: Re-mission αντιβιοτικό σπλοβόλο.



Εικόνα 3.5: Re-mission αναγνώριση κυττάρων.

Στην εικόνα 3.4 απεικονίζεται ο παίκτης να πυροβολεί με το όπλο αντιβίωσης τα καρκινικά κύτταρα, προσπαθώντας να τα εξολοθρεύσει.

Στην εικόνα 3.5 ο παίκτης βρίσκεται μέσα στον οργανισμό, συναντάει διάφορα κύτταρα και μικροοργανισμούς, κατά τα οποία το παιχνίδι επεξηγεί τι είναι το κάθε ένα και ποιο το αντίδοτό του.

**Στο βιομηχανικό σχεδιασμό:** Τα σοβαρά παιχνίδια εξυπηρετούν τον τομέα επισκευών και κατασκευών, δίνοντας με αυτό το τρόπο τη δυνατότητα σε μηχανικούς να μπορούν να εργαστούν στο ίδιο μοντέλο από διαφορετικά μέρη του πλανήτη. Με αυτόν τον τρόπο, υπάρχει καλύτερη ανασκόπηση των πραγμάτων, αφού υπάρχει πλήρης διαφάνεια απόψεων και ταχύρρυθμη επίλυση τυχόντων προβλημάτων.

**την εθνική άμυνα:** Χρησιμοποιείται για εκπαίδευση του στρατού, έχοντας εικόνα του εδάφους, εικόνα του αντίπαλου σχεδιασμού, τυχούσες αδυναμίες του αντιπάλου και ό,τι άλλο κρίνεται απαραίτητο, ως εφόδιο πολέμου.



*Εικόνα 3.6: America's Army 5*

Στην εικόνα 3.6 απεικονίζεται το «America's Army 5», το οποίο ξεκίνησε το 2002 και βασίζεται στη μηχανή βιντεοπαιχνιδιών «unreal tournament6UT». Προσφέρει προσομοίωση για μαχητικές και στρατιωτικές αποστολές σε προπονητικό επίπεδο [50].

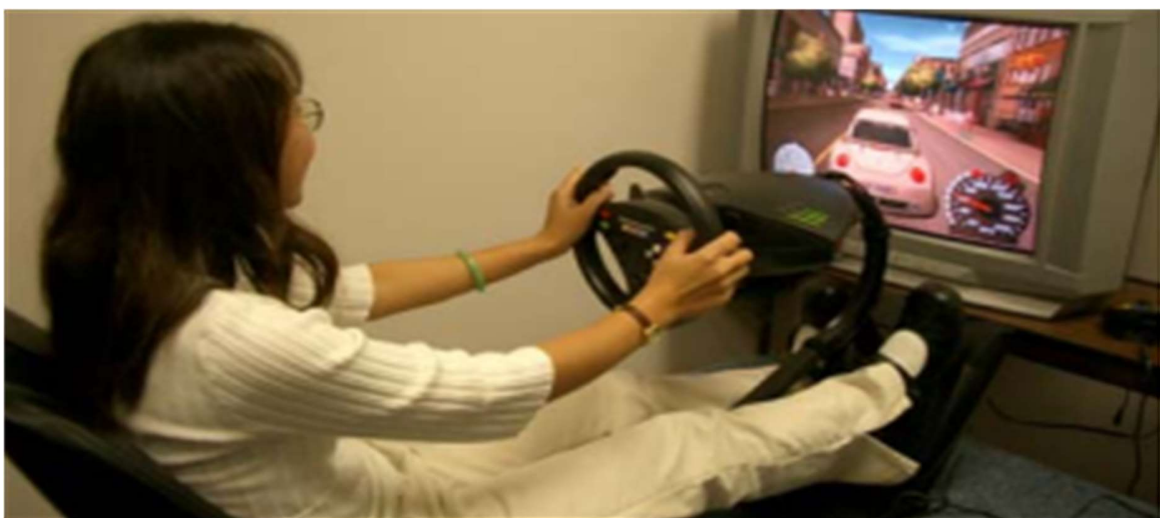
Τα «serious games», δίνουν την ευκαιρία για εξέλιξη σε πολλούς κλάδους:

Μια περίπτωση μελέτης είναι ο Phobias ο οποίος χρησιμοποίησε τα «serious games», ως μέσο θεραπείας για την αντιμετώπιση από φοβίες, όπως ο φόβος της οδήγησης (βλ. Εικόνα 3.7, 3.8), ο φόβος στο σκοτάδι, η φοβία σε αράχνες και άλλα παρεμφερή έντομα, η υψοφοβία, η κλειστοφοβία, η αγοραφοβία κ.ά. Με αυτό το τρόπο ο παίκτης έχει την ευκαιρία να “δουλέψει” πάνω στη φοβία του τόσες φορές ώστε να νιώσει έτοιμος να χειριστεί τις φοβίες και καταστάσεις (που του δημιουργούν άγχος συναίσθημα φόβου και πίεση), στο πραγματικό κόσμο.

Ενδεικτικά κάποια παραδείγματα είναι, όπως το «need for speed», το οποίο χρησιμοποιείται για αντιμετώπιση της φοβίας οδήγησης.



*Εικόνα 3.7: Προσομοίωση για την αντιμετώπιση του φόβου της οδήγησης*



*Εικόνα 3.8: Προσομοίωση για την αντιμετώπιση του φόβου της οδήγησης*



Στις εικόνες 3.7 και 3.8 πιο πάνω, βλέπουμε τη προσομοίωση από παιχνίδια, τα οποία χρησιμοποιούνται ως μέσο για την αντιμετώπιση της φοβίας οδήγησης. Τέτοια παιχνίδια είναι το need for speed (Electronic Arts 2004) και Midtown madness (Microsoft Game Studios 2004) κ.α. [51].

**Περίπτωση μελέτης Biohazard:** Πρόκειται για ένα εκπαιδευτικό σύστημα που αναπτύχθηκε από τον Carnegie Mellon. Το παιχνίδι έχει προπονητικό σκοπό οι πυροσβέστες δρουν σε ανάλογες τρομοκρατικές επιθέσεις και καταστάσεις. Το παιχνίδι υλοποιήθηκε σε τοπικό δίκτυο (LAN) και σε αυτό ο εκπαιδευτής έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει κάποια γεγονότα, όπως μία έκρηξη, ενώ οι «πυροσβέστες» έχουν τη δυνατότητα να μιλούν μεταξύ τους για τη σωστή διαχείριση της κατάστασης, όπως συμβαίνει και στην πραγματικότητα.

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές απόψεις για την εκπαίδευση, τα «Serious games» επικεντρώνονται στον μαθητή και όχι στον εκπαιδευτή-δάσκαλο. Η κατανόηση των παιχνιδιών με αυτό τον τρόπο ανοίγει τους ορίζοντες για αρκετούς τομείς και κλάδους, όπως την υγεία, το στρατό κ.α. [51].

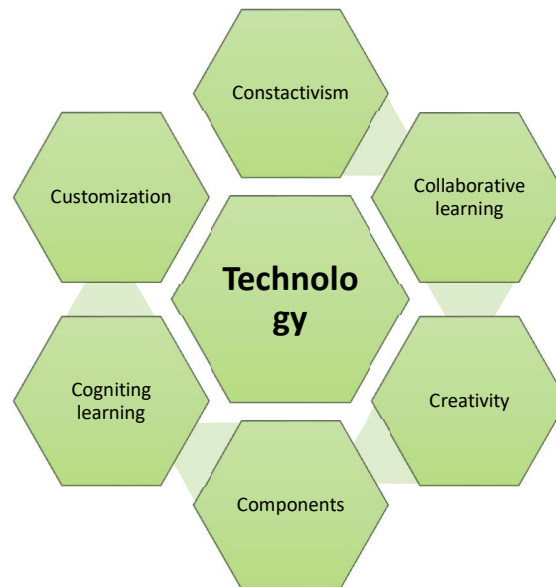
### 3.1.1 «Serious Game» ως μεθοδολογία εκπαίδευσης

Στον τομέα της εκπαίδευσης και της γνώσης υπάρχουν κάποια θέματα που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν, δεδομένου ότι το κύριο ζητούμενο είναι η μάθηση. Παρακάτω θα επιτευχθεί μια ανασκόπηση, στο πως τα στοιχεία μάθησης μπορούν να εισαχθούν σε εκπαιδευτικές διαδικασίες και «σοβαρά παιχνίδια».

Ο κόσμος μας διέπεται από αυξανόμενη χρήση του διαδικτύου και αυτό φαίνεται από τα ποσοστά χρήσης του σε διάφορες χώρες, ημερησίως το γεγονός αυτό εγκυμονεί κινδύνους για τον άνθρωπο.

Οι παραδοσιακές και εκπαιδευτικές μέθοδοι πρέπει να ανταποκρίνονται στην τεχνολογία και οι αλλαγές στη τεχνολογία εξαρτώνται από τους ίδιους τους μαθητές, όπως είπε και ο Mark Prensky[52]. Οι σημερινοί μαθητές έχουν περάσει αρκετό χρόνο από τη ζωής τους αλληλοεπιδρώντας με την τεχνολογία, ωστόσο υπάρχουν αλλαγές στον τρόπο σκέψης εκείνων που δεν ήξεραν τεχνολογία αλλά έμαθαν, και εκείνων που μεγάλωσαν μέσα σε αυτή. Γι' αυτό το λόγο, θα έπρεπε να επανεξεταστούν και οι μέθοδοι των τεχνολογιών αυτών. Εδώ έρχεται το «eLearning», το οποίο είναι εκπαιδευτική διαδικασία με τεχνολογικά μέσα. Το eLearning χωρίζεται στην σύγχρονη και την ασύγχρονη μάθηση, στην οποία ο μαθητής μπορεί να επιλέξει

πότε θα κατεβάσει τα αρχεία του δασκάλου του, τις εικόνες και τα σχετικά με το μάθημα «εργαλεία». Η σύγχρονη, από την άλλη, γίνεται σε πραγματικό χρόνο μαθητή-δασκάλου. Σκοπός είναι η μεταφορά της γνώσης και όχι απλά η τριβή με την τεχνολογία για εκπαιδευτικούς λόγους.



*Εικόνα 3.9: Hexac model [53]*

Το σχήμα παρουσιάζει το «Hexac model». Στην καρδιά του σχήματος δηλώνεται ότι η τεχνολογία χρησιμοποιείται για άμεση μεταφορά της γνώσης και όχι τόσο ως το μέσο της διαδικασίας μεταφοράς της.

Το μοντέλο αυτό είναι μια σύνθεση από 6 αρχές:

- Cognitive learning (γνωστική μάθηση).
- Constructivism (εποικοδομητισμός).
- Customization (εξατομίκευση).
- Collaborative learning (συνεργατική μάθηση).
- Components (συστατικά).
- Creativity (δημιουργικότητα).

Η γνώση των θεωριών αυτών δίνει τη δυνατότητα στον εκπαιδευτικό για επικοινωνία και υλοποίηση των ιδεών του ως προς τους μαθητές. Με την γνώση αυτών οι ενέργειες και οι αξιολογήσεις του εκπαιδευτικού έχουν βαρύτητα και συνέπεια. Έχουν γίνει αρκετές έρευνες ως

προς τη μάθηση άλλοι εκπαιδευτικοί υποστηρίζουν ότι κύριος παράγοντας είναι το ίδιο το άτομο και άλλοι ότι καθοριστικό ρόλο διαδραματίζουν εξωτερικοί παράγοντες [54].

### **3.1.2 Game Based Learning**

Όταν το μαθησιακό περιβάλλον διέπεται από δραστηριότητες παιχνιδιού και διαδραστικού χαρακτήρα, ενισχύεται σημαντικά το ενδιαφέρον του μαθητή για γνώση. Η μάθηση βασιζόμενη στο παιχνίδι καθιστά πλέον απαραίτητη μέθοδος για τη κατανόηση και απομνημόνευση γνωστικού αντικειμένου όσον αφορά την εκπαίδευση [55].

Ωστόσο η ανάγκη των μαθητών για παιχνίδια εκπαιδευτικού σκοπού έχει αποτελέσει στοιχείο πολλών ερευνών για το κατά πόσο συμβάλει θετικά η όχι στο μαθητή. Τα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν γίνει έως σήμερα δείχνουν θετικά, ικανοποιώντας το γνωστικό και εμπειρικό τμήμα που διεξάγεται μέσα από ένα σοβαρό παιχνίδι [56].

Ο Frobel χρησιμοποίησε ως εκπαιδευτική μέθοδο το παιχνίδι [57], χρησιμοποίησε τα τραγούδια τα παραμύθια και τη μουσική, για να προσελκύσει το ενδιαφέρον των μαθητών, μιας και αυτά αναπτύσσουν τη φαντασία τους, βελτιώνουν την συναισθηματική επίγνωση, τη δημιουργικότητα και τις σωματικές ικανότητες τους. Ο Frobel ήταν πεπεισμένος ότι το παιχνίδι είναι το «εργαλείο» για τη μάθηση.

Η διδασκαλία διακρίνεται από διαφορετικές τεχνικές. Οι κατηγορίες που διαχωρίζεται είναι η σχολική και η σωματική διδασκαλία. Ο Άλμπερτ Αϊνστάιν δήλωσε ότι «Το παιχνίδι αποτελεί την υψηλότερη μορφή έρευνας». Ο Πλάτων δήλωσε, επίσης, ότι το παιχνίδι ενός μικρού παιδιού είναι πιθανότατα η τέχνη ή το επάγγελμα που θα ακολουθήσει [58].

### **3.1.3 Digital Game – Based Learning**

Τα τελευταία χρόνια τα ψηφιακά παιχνίδια διέπουν καθοριστικό ρόλο για την εκπαίδευση.

Ένας από τους πιο σημαντικούς λόγους της κατάστασης αυτής είναι η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας στην οποία υπάρχουν άπειρες πλατφόρμες εύκολης χρήσης με αποτέλεσμα να χρησιμοποιούνται και στον εκπαιδευτικό τομέα κερδίζοντας έτσι το πρώτο ρόλο ενδιαφέροντος από τους μαθητές.

Άλλος ένας λόγος είναι η πληθώρα ψηφιακών παιχνιδιών η οποία κεντρίζει το ενδιαφέρον αυτής της ηλικίας προκαλώντας ενθουσιασμό αλλά και εξάρτηση μέσα από την εμπειρία του παιχνιδιού.

Έτσι η επιθυμία των μαθητών για παιχνίδι και η προθυμία της εκπαίδευσης για μετάδοση γνωστικού αντικειμένου, έχει γίνει γέφυρα με τη μορφή των παιχνιδιών σοβαρού σκοπού [59].

Σήμερα οι μαθητές της σύγχρονης κοινωνίας, λόγω της τριβής που έχουν με την τεχνολογία μετέτρεψαν τα επιτραπέζια παιχνίδια τους, τα παζλ τους, κ.ά. σε ψηφιακά. Ο Prensky δημιούργησε τον όρο «Ψηφιακή Μάθηση βασισμένη σε Παιχνίδια» [60]. Σύμφωνα με τον ίδιο, η μάθηση μέσα από τα ψηφιακά παιχνίδια είναι ένας καλός τρόπος για να προσεγγίσουμε τη «μητρική γλώσσα». Η μελέτη του πηγάζει από τη νευροβιολογία, την κοινωνική ψυχολογία και από μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε παιδιά τα οποία χρησιμοποιούν τα ψηφιακά παιχνίδια για μάθηση. Η έρευνα του απέδειξε ότι, ο μέσος μαθητής μπορεί να διαβάσει τη διπλάσια ύλη σε ψηφιακή μορφή σε σύγκριση με τα βιβλία [61].

### **3.1.4 Προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί ένα «serious game»**

- Θα πρέπει να έχει ένα ξεκάθαρο στόχο πέρα από τη ψυχαγωγία, ο οποίος να σχετίζεται με την εκπαίδευση.
- Είναι απαραίτητο το παιχνίδι να βασίζεται στην ηλικία για την οποία αποσκοπεί εκπαιδευτικά.
- Θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και ειδικές ομάδες παιδιών, όπως άτομα με διάσπαση προσοχής και υπερκινητικότητα (ΔΕΠΥ), άτομα με μαθησιακές δυσκολίες (δυσλεξία, δυσαριθμησία) κ.ά., οπότε εκεί θα πρέπει το παιχνίδι να έχει περισσότερα ερεθίσματα.
- Αν το παιχνίδι είναι διαδικτυακό, τότε η πλατφόρμα θα πρέπει να επιτυγχάνει όσο το δυνατό περισσότερη διαδραστικότητα [62].



### **3.1.5 Πλεονεκτήματα «Serious Game»**

Είναι πλέον γνωστό και αποδεκτό ότι τα παιχνίδια σοβαρού σκοπού αυξάνουν τις ικανότητες και δεξιότητες των χρηστών.

Έχουν παρατηρηθεί αρκετά πλεονεκτήματα που φέρουν στη χρήση τους, το πρώτο και κυριότερο είναι ότι προσελκύουν το ενδιαφέρον των μαθητών και σε αυτό παίζει καθοριστικό ρόλο η πληθώρα των παιχνιδιών αυτών προσεγγίζοντας την καθημερινότητα τους.

Παρέχουν δυνατότητα εκπαίδευσης σε ασφαλές περιβάλλον γεγονός που αποτελεί πλεονέκτημα τόσο για το μαθητή όσο και για τον εκπαιδευτικό εφόσον ο εκπαιδευόμενος και ο εκπαιδευτής βιώνουν καταστάσεις που είναι αδύνατο να εφαρμοστούν σε πραγματικά γεγονότα για λόγους κόστους και ασφάλειας.

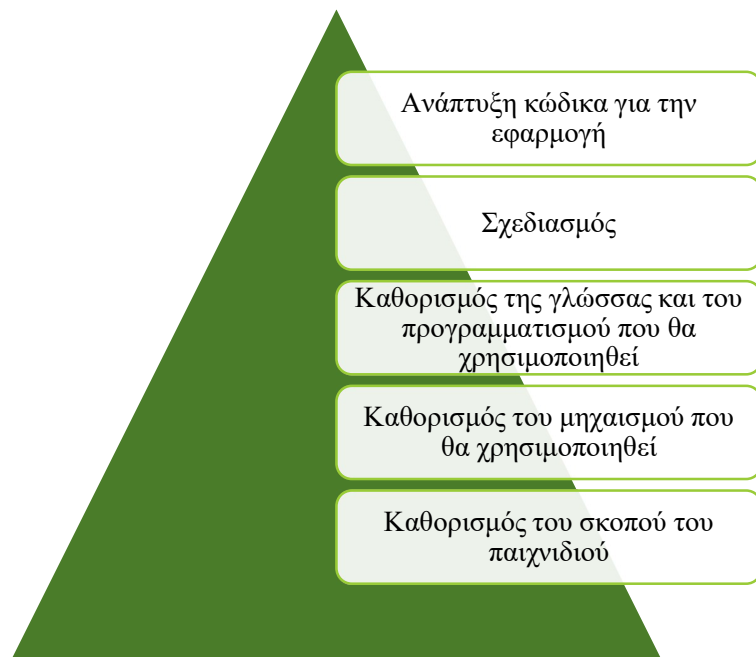
Βασικό πλεονέκτημα ότι απευθύνεται και διευκολύνει ομάδες με ειδικές ανάγκες ούτως ώστε να ζήσουν εμπειρίες που σε πραγματικό χρόνο και περιβάλλον δεν έχουν τη δυνατότητα (σε αυτές τις ομάδες ανήκουν άτομα με αναπηρία, άτομα με Δεπυ κ.α)

Επίσης Προσφέρουν τη δυνατότητα εκπαίδευσης σε διάφορα αντικείμενα [63].

Ο παίκτης έχει την ικανοποίηση μέσα από την ευκαιρία που του παρέχεται, να δημιουργήσει από την αρχή δικό του χαρακτήρα στο παιχνίδι με στοιχεία κατ' εικόνα και καθ' ομοίωση του. Έτσι ο παίκτης έχει δημιουργήσει δικό του ιδεατό εικονικό κόσμο στον οποίο μπορεί να μάθει και να ενεργεί. Συνεπώς το παιχνίδι μπορεί να επηρεάσει τις αντιλήψεις και το ενδιαφέρον του. Άλλο ένα πλεονέκτημα η αύξηση εμπιστοσύνης των χρηστών ως προς τον εαυτό τους (σε αυτό το σημείο κάνουν λόγο παιχνίδια μέσα από πλατφόρμες οι οποίες προωθούν τα επικοινωνιακά κριτήρια μεταξύ των χρηστών).

### **3.1.6 Διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης των «Serious Games»**

Ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη για ένα παιχνίδι σοβαρού σκοπού διακρίνεται στις εξής κατηγορίες:



Εικόνα 3.10: Σχεδιασμός και ανάπτυξη παιχνιδιού σοβαρού σκοπού

Ένα προσχέδιο παιχνιδιού πρέπει να περιέχει Κύριο στόχο, γενική περιγραφή, προσδιορισμό επιπέδων, χαρακτήρες παιχνιδιού, περιγραφή κάθε σκηνής, οπτικό σχέδιο κάθε σκηνής, use case diagrams.

Σκοπός των «Serious Games» είναι, όσο γίνεται, να αυξάνεται το ποσοστό επιτυχίας από τους παίκτες-μαθητές. Θεωρίες που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη της γνώσης στη βάση του παιχνιδιού είναι [64], [65]:

- Η συμπεριφοριστική θεωρία
- Η ανακαλυπτική θεωρία.
- Ο εποικοδομισμός.
- Η γνωσιοκρατία.

## 3.2 Similar works

### 3.2.1 *Recycle Game*

Παρόμοιο παιχνίδι σοβαρού σκοπού θεωρείται το Recycle Game το οποίο δημιουργήθηκε και υλοποιήθηκε από Μ. Μαυροειδή, 2021 [66]. Σκοπός του παιχνιδιού αυτού η εκμάθηση των μαθητών με θέμα την ανακύκλωση. Για την υλοποίηση της χρησιμοποιήθηκε η σχεδιαστική πλατφόρμα Unity η οποία χρησιμοποιεί γλώσσα προγραμματισμού C#. Είναι μια πλατφόρμα δωρεάν χρήσης η οποία παρέχει πλήρες εξοπλισμό και δυνατότητα δημοσίευσης σε ios, Android, Mac κ.α Από την υλοποίηση του παιχνιδιού αυτού διαπιστώθηκε ότι το παιχνίδι μπορεί να συντελέσει πηγή πληροφοριών η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μελλοντική χρήση και για επόμενες εκδόσεις.

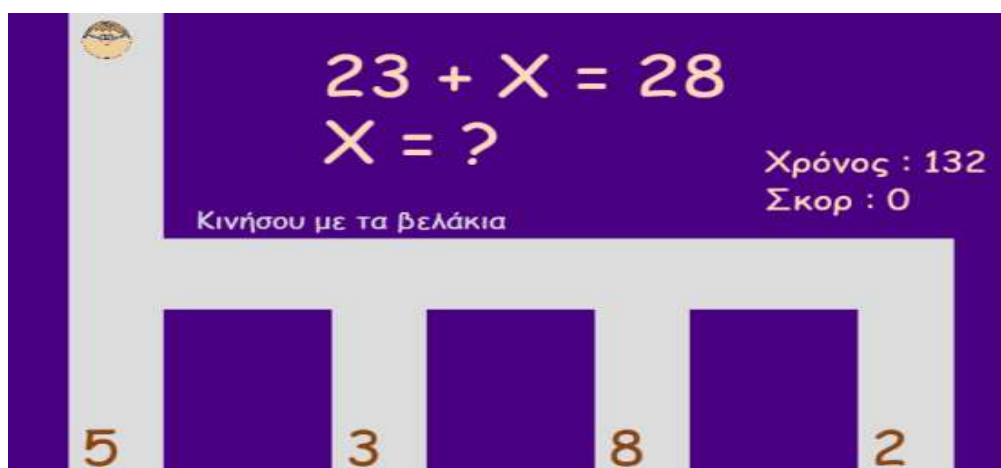


Εικόνα 3.11: Mocap από το παιχνίδι Recycle Game

### 3.2.2 *Μαθηματικές εξερευνήσεις*

“Ο Μαθηματικούλης” όπως αποκαλείται είναι ένα σοβαρό παιχνίδι το οποίο βασίζεται στο βιβλίο Μαθηματικών Γ’ Δημοτικού. Σκοπός του η εκπαίδευση των μαθητών ως προς τις μαθηματικές πράξεις πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμού και διαίρεσης καλύπτοντας την ύλη του σχολικού βιβλίου. Χρησιμοποιήθηκε περιβάλλον Greenfoot με γλώσσα java. Το παιχνίδι αυτό υλοποιήθηκε και σχεδιάστηκε από τον Ι. Πάστρα 2019 [67] ο οποίος χρησιμοποίησε έντονα χρώματα και ακουστικά εφέ κατά τη διαδικασία διά δράσης του παιχνιδιού, αυτό το πλαίσιο σχεδίασης που πραγματοποίησε παίζει καθοριστικό ρόλο στην

αποτελεσματικότητα του παιχνιδιού ως προς την εκπαίδευση. Άλλο ένα στοιχείο που αξίζει να αναφερθεί είναι ότι στις ερωτοαπαντήσεις του παιχνιδιού χρησιμοποιήθηκε κλεψύδρα χρόνου που καθιστά το παιχνίδι ενδιαφέρον τόσο για ατομικό σκορ όσο και σε ανταγωνιστικό επίπεδο ως προς τη διά δρᾶση με άλλους παίκτες.



Εικόνα 3.12 Mocap από το παιχνίδι KrapastGame

### 3.2.3 TrafficSignsGame

Άλλο ένα παρόμοιο παιχνίδι σοβαρού σκοπού το οποίο σχεδιάστηκε και υλοποιήθηκε από Α. Μπαμίδου 2020 [68], είναι αυτό της εκπαίδευσης αγγλικής γλώσσας το οποίο υλοποιήθηκε σε web εφαρμογή MitMediaLab σε γλώσσα προγραμματισμού Scratch. Η γλώσσα Scratch αποτελεί από μόνη της παιχνίδι διότι έχει περιβάλλον με πολλά σχέδια, καρτούν, χρώματα και γενικά κεντρίζει το ενδιαφέρον των μαθητών εξαιτίας της απλότητας του. Αυτό το περιβάλλον συμβάλει όχι μόνο στην εκπαίδευση της αγγλικής γλώσσας αλλά και στην εκπαίδευση ως ένας μικρός προγραμματιστής.



*Εικόνα 3.13 Mocap από το παιχνίδι TrafficSignsGame*

Σύμφωνα με έρευνες [69], [70] διαπιστώθηκε ότι υπάρχει πληθώρα παιχνιδιών εκπαιδευτικού σκοπού γεγονός που φέρει αρκετά στοιχεία πληροφόρησης ως προς την αποτελεσματικότητά τους. Ως επί το πλείστον τα αποτελέσματα της ανασκόπησης των παιχνιδιών αυτών ήταν θετικά γεγονός που φέρει στο περιθώριο τις παλαιές εκπαιδευτικές μεθόδους στις οποίες συμπεριλαμβάνεται το χαρτί, ο πίνακας και η άμεση επαφή μαθητή εκπαιδευτικού σε πραγματικό χρόνο.

## **4 Κεφάλαιο - Διαδικασία Εκτέλεσης Κομποστοποίησης**

### **4.1 Διαδικασία κομποστοποίησης**

Μέσα από το «κομπόστ», πλήθος μικροοργανισμών τρέφεται, αναπαράγεται, αναπτύσσεται και πεθαίνει μετατρέποντας τα οργανικά υλικά σε ένα εξαιρετικό λίπασμα. Αυτή η λειτουργία της κομποστοποίησης συμβαίνει αδιάκοπα και αυτόνομα μέσα από τη φύση. Η παρέμβαση που κάνουμε για τη δημιουργία κομπόστ είναι για να επιταχύνουμε τη διαδικασία της κομποστοποίησης [71]. Ένα σύστημα «κομπόστ» διαφέρει σε μέγεθος, από ένα οικιακό κάδο κομποστοποίησης, μέχρι ένα μεγαλύτερο κάδο κομποστοποίησης, αυτόν της γειτονιάς, του εστιατορίου του σούπερ μάρκετ, της γαλακτοκομικής μονάδας κ.ά. Η παρασκευή «κομπόστ» θα ωφελήσει τον κήπο, το περιβάλλον την κοινωνία και την οικονομία μας. Θα ωφελήσει το κτήμα και τον κήπο, επειδή συμβάλλει ως εδαφοβελτιωτικό. Θα είναι επικερδής για την υγεία μας, επειδή η χρήση του οδηγεί στην παραγωγή ποιοτικά άριστων προϊόντων. Θα είναι επικερδής για το περιβάλλον, επειδή συμβάλλει στην ομαλή λειτουργία της φύσης, παράλληλα θα είναι αρωγός για την οικονομία, επειδή δεν χρησιμοποιούμε προϊόντα του εμπορίου. Το κομπόστ είναι προϊόν πρώτης διαλογής, βελτιώνει το έδαφος και προστατεύει τα φυτά από ασθένειες. Έχει παρατηρηθεί ότι, το 50% από τα απορρίμματα ενός νοικοκυριού μπορεί να κομποστοποιηθεί.

#### **4.1.1 Η κομποστοποίηση βήμα βήμα**

Ο χρήστης φτιάχνει μια στρώση από λεπτά κλαδιά πάνω από το χώμα (αυτά συμβάλλουν στον αερισμό και στη στράγγιση από την υγρασία κατά τη κομποστοποίηση) [72].

Προσθέτει οργανικά και φυτικά υλικά τα οποία συμπιέζει διαρκώς με ένα φτυάρι, για να μειωθεί ο όγκος και να αποθηκευτούν όλο και περισσότερα υλικά.

Πάνω σ' αυτή τη στρώση που έχει φτιαχτεί ρίχνει λίγο χώμα ή λίγη ποσότητα από έτοιμο «κομπόστ». Θα μπορούσε να μπει και μικρή ποσότητας ασβεστόλιθος, για να ρυθμιστεί το pH (δεν είναι όμως απαραίτητο).

Γίνεται έλεγχος υγρασίας του μίγματος κατά τον οποίο αν διαπιστωθεί ξηρασία, πρέπει να προστεθεί λίγο νερό, αν φανεί παραπάνω υγρασία, ο χρήστης πρέπει να γίνει ανάδευση του μίγματος με μία πιρούνα ούτως ώστε να αεριστεί και να γίνει ανακύκλωση του οξυγόνου. Ο έλεγχος της σωστής υγρασίας γίνεται με την απλή διαδικασία, παίρνοντας, δηλαδή, μια χούφτα

από το «κομπόστ», όταν κατά τη διαδικασία της στράγγισης υπάρξουν δύο σταγόνες υγρασίας, τότε η υγρασία είναι ιδανική [73].

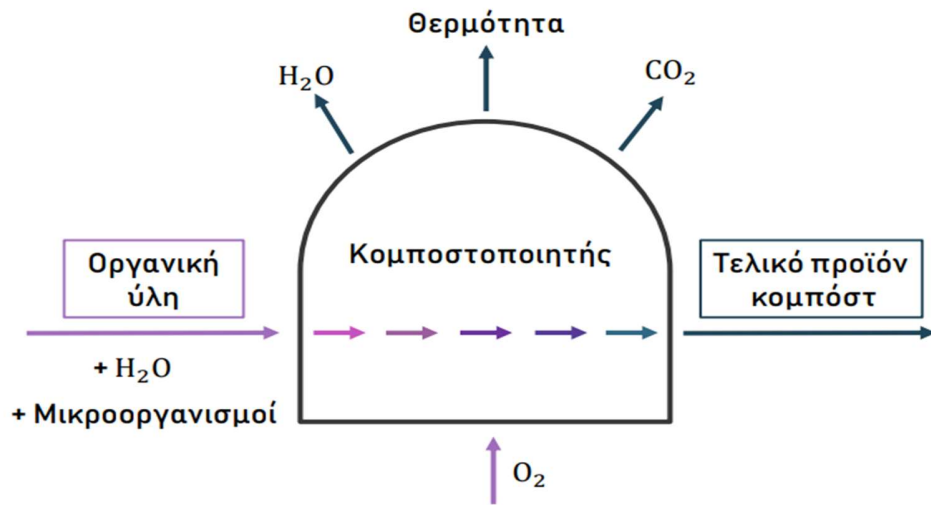
Συνεχίζονται οι στρώσεις με τα υλικά, προσθέτοντας υλικά πλούσια σε άζωτο και άνθρακα, όπως είναι τα χλωρά υλικά (γκαζόν, λαχανικά, φρούτα από το νοικοκυριό όπως μπανανόφλουδα κ.ά.) και υλικά πλούσια σε άνθρακα, δηλαδή, ξηρά υλικά (κλαδιά, πριονίδια, φύλλα δέντρων κ.ά.).

Εάν η σωρός υπερέχει των υλικών πλούσιων σε άνθρακα, μπορούμε να καλύψουμε τη δυσαναλογία με αζωτούχο λίπασμα, έτοιμο «κομπόστ» ή κοπριά.

Όταν η σωρός έχει φτάσει σε ικανοποιητικό ύψος και όγκο, μπορεί να σκεπαστεί με ένα πλαστικό καπάκι (εάν δεν υπάρχει πλαστικό καπάκι, μπορεί να σκεπαστεί και με μία κουβέρτα ή πλαστική μεμβράνη). Η κάλυψη αυτή γίνεται, για να προστατευτεί το μίγμα από τη βροχή, ώστε να μην παρουσιαστεί υπερβολική υγρασία αλλά και για να μην υπάρξει υπερβολική ξηρασία, αφού αφήνοντας το μίγμα ανοικτό και εκτεθειμένο στον αέρα, αερίζεται υπερβολικά, με συνέπεια την ξηρασία του.

Στη περίπτωση ξύλινου κομποστοποιητή, καλύπτουμε μόνο το πάνω μέρος αλλά αφήνουμε πλευρικά διάφορα ανοικτά σημεία, για να παίρνει αέρα το μίγμα μας, ενώ στη περίπτωση ανοικτού χώρου καλύπτουμε όλη τη σωρό και με μία πιρούνα ανοίγουμε τρύπες περιμετρικά για την καλή κυκλοφορία του οξυγόνου, όποιο και να είναι το κάλυμμα.

Στην Εικόνα 4.1 απεικονίζεται η διαδικασία παραγωγής «κομπόστ», ξεκινώντας από τους μικροοργανισμούς που βρίσκονται στο περιβάλλον οι οποίοι εισχωρούν στο κομποστοποιητή εφόσον έχουμε τοποθετήσει υλικά προς κομποστοποίηση. Εκεί, οι μικροοργανισμοί εργάζονται, δημιουργούν κατάλληλη θερμοκρασία όπως, επίσης, οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα, μέχρι να ολοκληρωθεί η διαδικασία και να έχουμε το «κομπόστ» [72].



Εικόνα 4.1: Οικιακή κομποστοποίηση

Στην εικόνα 4.2 απεικονίζεται μία σύντομη ιδέα για την κομποστοποίηση με τα υλικά που καταχωρούνται μέσα στο κομποστοποιητή, ώστε να φτάσουμε στο τελικό προϊόν, το «κομπόστ».



Εικόνα 4.2: Με ποια απορρίμματα γίνεται η κομποστοποίηση

## 4.2 Παράμετροι κομποστοποίησης

**Θερμοκρασία**, μία από τις πιο σημαντικές παραμέτρους της κομποστοποίησης είναι η θερμοκρασία η οποία διαμορφώνεται από τους μικροοργανισμούς που δουλεύουν στο κάδο της κομποστοποίησης. Η θερμοκρασία του υποστρώματος καθορίζεται από το ρυθμό και το πλήθος των μικροοργανισμών. Η διαφοροποίηση της θερμοκρασίας υποδεικνύει τα στάδια της



κομποστοποίησης τα οποία χωρίζονται σε φάσεις:

Η πρώτη φάση είναι η ψυχρόφιλη, κατά την οποία οι μικροοργανισμοί, κυρίως, προσαρμόζονται στο περιβάλλον, πριν εξαπλωθούν και πολλαπλασιαστούν. Αρχικά, η θερμοκρασία είναι χαμηλή, λόγω του μικρού πληθυσμού των μικροοργανισμών και αργότερα η θερμοκρασία αυξάνεται, όσο αυξάνεται και το πλήθος των μικροοργανισμών στο κάδο.

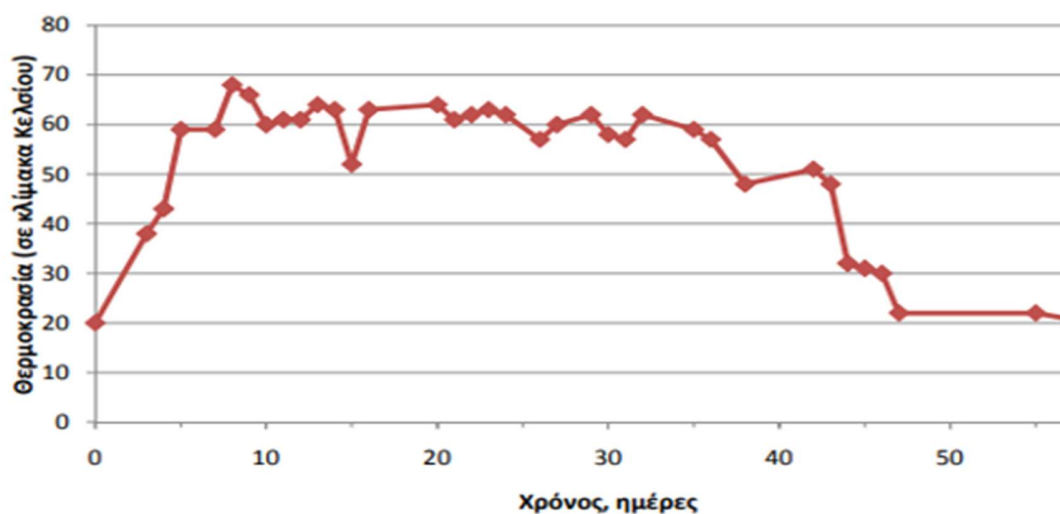
Στη δεύτερη φάση, έχουμε τη θεرمόφιλη φάση όπου λόγω κάνουν κυρίως τα βακτήρια τα οποία αποδομούν πιο σύνθετα στοιχεία, όπως λίπη. Σε αυτή τη φάση, γίνεται μέγιστη διάσπαση οργανικής ουσίας, οπότε ανεβαίνει η θερμοκρασία. Αυτή η φάση κρατάει, όσο υπάρχουν τα θρεπτικά στοιχεία προς κατανάλωση.

Στη τρίτη φάση έχουμε τη Β' μεσόφιλη φάση, κατά την οποία το υπόστρωμα υπόκειται σε θερμοκρασία <math><40-45</math> βαθμούς κελσίου. Σε αυτήν την φάση, υπάρχει πτώση της θερμοκρασίας και ο λόγος είναι η θανάτωση των μικροοργανισμών, εφόσον έχει καταναλωθεί όλο και περισσότερη οργανική και θρεπτική ουσία και οι μύκητες αποδομούν τις πιο δυσδιάσπαστες ουσίες.

Το τελικό στάδιο, το ψυχρόφιλο, η θερμοκρασία σχεδόν ισορροπεί με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, γεγονός που δείχνει ότι φτάνουμε στο τελικό στάδιο και στο τελικό προϊόν, το «κομπόστ».

Για την ομαλή λειτουργία της κομποστοποίησης, είναι σημαντική η ελεγχόμενη θερμοκρασία του μίγματος [71].

**Η υγρασία**, επηρεάζει τη δράση των μικροοργανισμών μέσα στον κάδο. Συνήθως, οι τιμές της υγρασίας στο υπόστρωμα κυμαίνονται μεταξύ 50-70%. Σαφώς βέβαια, εξαρτάται από το κατά πόσο πορώδης είναι η οργανική ουσία στο υπόστρωμα. Η ρύθμιση της υγρασίας αποτελεί κύριο παράγοντα για την ομαλή λειτουργία της κομποστοποίησης, οπότε σε περίπτωση ξηρασίας του μίγματος, θα πρέπει να γίνει υγροποίηση με νερό ή προσθήκη υλικού το οποίο επιφέρει ποσοστό υγρασίας. Αντιθέτως, σε περιπτώσεις παραπάνω υγρασίας απαιτείται η ανάδευση του υποστρώματος, ώστε να αεριστεί το μίγμα, και να αναμιχθούν οι ουσίες, με σκοπό να πέσουν τα ποσοστά υγρασίας που παρατηρούνται. Τα όρια της υγρασίας είναι <math><30\%</math> στη χαμηλή και <math>>70\%</math> στην υψηλή.



Διάγραμμα 4.1: Καμπύλη θερμοκρασίας στις φάσεις της κομποστοποίησης [72]

Όταν υπάρχουν μεγάλα ποσοστά υγρασίας, δε γίνεται οξυγόνωση στο υπόστρωμα και δε λειτουργούν με τους ιδανικούς ρυθμούς οι μικροοργανισμοί. Επίσης, η υγρασία επιφέρει δυσοσμία και ανεπιθύμητους οργανισμούς. Ο μέγιστος και ιδανικός βαθμός υγρασίας, ώστε να γίνει η αποδόμηση της οργανικής ουσίας είναι 40-70% [74].

**Ο αερισμός**, απαραίτητη παράμετρος για τη διαδικασία της κομποστοποίησης είναι η οξυγόνωση των μικροοργανισμών, εφόσον χωρίς την εργασία των μικροοργανισμών, δεν λειτουργεί η διαδικασία της κομποστοποίησης. Η έλλειψη οξυγόνου-αερισμού συνεπάγεται δυσοσμίες και επιβράδυνση της λειτουργίας των μικροοργανισμών. Ο αερισμός γίνεται είτε με ανάδευση, είτε με αερισμό στο υπόστρωμα. Ταυτόχρονα, απαραίτητο είναι να υπάρχουν τρύπες στους κάδους κομποστοποίησης, για τον περιμετρικό αερισμό του μίγματος στον κομποστοποιητή. Η διασφάλιση σωστού αερισμού γίνεται με δύο τρόπους, είτε με δέσμευση του αζώτου, είτε με τη διαμόρφωση κατάλληλης θερμοκρασίας, η οποία συνεπάγεται την καταστροφή παθογόνων μικροοργανισμών [71].

**Το PH**, η οξύτητα και η αλκαλικότητα είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες για την ομαλή λειτουργία της κομποστοποίησης. Τιμές pH 6,0 και 7,5 ευνοούν την είσοδο στα βακτήρια, ενώ οι μύκητες προτιμούν τιμές 5-8. Κατά την έναρξη της διαδικασίας της κομποστοποίησης έχει παρατηρηθεί ότι το pH μειώνεται λόγω της δράσης των βακτηρίων, στη συνέχεια το pH αυξάνεται λόγω του ότι οι μύκητες καταναλώνουν τα οργανικά οξέα [75], [76].

### 4.3 Χώροι τελικής διάθεσης απορριμμάτων

Οι περισσότερες χώρες όπως και η Ελλάδα αντιμετωπίζουν πρόβλημα με τη διαχείριση των αστικών αποβλήτων. Ιδιαίτερα ελλιπής χαρακτηρίζεται η τελική διάθεση τους στους χώρους υγειονομικής ταφής, γεγονός που καθιστά τη κατάσταση επικίνδυνη [78].

Η τελική διάθεση των απορριμμάτων γίνεται σε συγκεκριμένους χώρους μακριά από το αστικό περιβάλλον. Οι περισσότεροι συγχέουν τις κοινές χωματερές με τους χώρους υγειονομικής ταφής.

Η ελλιπής γνώση και η ανεπαρκής υποδομή συμβάλουν στην επικινδυνότητα του περιβάλλοντος.

Οι ΧΥΤΑ απαιτούν τεχνικές, κοινωνικές και νομοθετικές διαδικασίες για να λειτουργήσουν αποτελεσματικά και αυτή είναι η αιτία αναβολής και μη ορθής λειτουργίας τους [79].

Ανάλογα με το σύστημα αποκομιδής, οι χώροι όπου διοχετεύονται τα απορρίμματα είναι:

- ΧΑΔΑ: (Οι γνωστές μας χωματερές). Χώροι παράνομοι ως επί το πλείστον όπου διοχετεύουν τα απορρίμματα, παραβλέποντας τις περιβαλλοντολογικές επιπτώσεις και αψηφώντας τον κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιάς και μόλυνσης υδάτων. Η ανεξέλεγκτη απόθεση των απορριμμάτων χωρίς την ύπαρξη προδιαγραφών, έφερε την αύξηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης και την επικινδυνότητα του περιβάλλοντος σε διάφορους τομείς. Η έλλειψη μέτρων προστασίας του περιβάλλοντος δημιούργησαν πυρκαγιές, μόλυνση υδάτων και πολλά άλλα προβλήματα στον εναέριο και εδαφικό χώρο.[80]

- ΧΥΤΑ: (Χώροι Υγειονομικής Ταφής) έχουν διάρκεια ζωής έως 15 χρόνια. Δεν είναι δεκτά τα ανακυκλώσιμα προϊόντα. Σε αυτούς τους χώρους τοποθετούνται πάνω στο έδαφος, καλυμμένα με ειδικές μεμβράνες τα στερεά αστικά απόβλητα. Οι ΧΥΤΑ κατά ένα μεγάλο ποσοστό κατάφεραν να ελαττώσουν προβλήματα που προκλήθηκαν κατά την περιβαλλοντολογική ασυνέπεια στους ΧΑΔΑ. Σύμφωνα με τους χώρους υγειονομικής ταφής ηρέμησαν οι αντιδράσεις των πολιτών όσον αφορά τις οσμές και τη διασπορά απορριμμάτων ωστόσο προκλήθηκαν χωροταξικά προβλήματα στους γειτονικούς χώρους εφόσον καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις [81].

- ΧΥΤΥ: (Χώροι υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων). Είναι ανεξάρτητα κέντρα ανακύκλωσης τα οποία θεωρούνται και κέντρα καύσης. Έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους ΧΥΤΑ, σε αυτούς τους χώρους καταλήγουν, κυρίως, τα υπολείμματα τροφών τα οποία

καλύπτονται και αυτά με μεμβράνη, προκειμένου να μην υπάρξουν διαρροές και μόλυνση λυμάτων. Πλεονέκτημα τους είναι ότι καταλήγουν σε αυτούς ποσοστό της τάξεως 20-25% από τα αστικά απόβλητα συγκριτικά με τους ΧΥΤΑ όπου καταλήγει το 80%, αυτός είναι και ο λόγος που καθορίζει μεγαλύτερη τη διάρκεια ζωής τους. Παρόλα αυτά το χωροταξικό παραμένει στα ίδια επίπεδα προβλήματος.



Εικόνα 4.3 Η ιεραρχία της διαχείρισης απορριμμάτων [82]

#### 4.4 ΕΣΔΑ (ΕΘΝΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΣΤΕΡΕΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ)

Είναι γεγονός ότι η Ελλάδα καταλαμβάνει τη τέταρτη χειρότερη θέση στην Ευρώπη όσον αφορά στη διαχείριση απορριμμάτων. Ο εθνικός σχεδιασμός στερεών αποβλήτων θέτει ως στόχο τη μείωση αστικών στερεών αποβλήτων σε χώρους υγειονομικής ταφής. Αποτελεί ένα ολοκληρωμένο σχέδιο αποβλήτων το οποίο διέπεται από στρατηγικές, πολιτικές και στόχους σε εθνικό επίπεδο. Σύμφωνα με τον ΕΣΔΑ είναι υποχρεωμένος κάθε δήμος να αναρτίζει τοπικό διαχειριστικό σχέδιο σχετικά με τα απόβλητα που παράγονται σε κάθε περιοχή και να αναλύει μεθόδους για την αποτελεσματική αντιμετώπιση των προβλημάτων που προκαλούνται από τα απόβλητα. Για την επίτευξη του στόχου αυτού έχουν δοθεί κάποια μέτρα όπως φαίνεται στην εικόνα 4.4 που ακολουθεί:



Εικόνα 4.4: Μέτρα ΕΣΔΑ [83]

Το νέο ΕΣΔΑ δίνει έμφαση στο διαχωρισμό συλλογής βιοαποβλήτων όσον αφορά το σύνολο της Χώρας, βάζοντας προτεραιότητα τη δημιουργία ανακυκλώσιμου δικτύου.

Θέτει στόχους ανακύκλωσης στο πλαίσιο της νομοθεσίας της ΕΕ και πιο συγκεκριμένα στις οδηγίες για τα απόβλητα (οδηγία. 2018/851) και πλαστικών μιας χρήσης (οδηγία. 2019/904). Οι στόχοι προετοιμασίας για ανακύκλωση κρίνονται αρκετά φιλόδοξοι και αποτελούν κίνητρα για δράσεις και ενέργειες [83].

❖ Ο ΕΣΔΑ στοχεύει στο μέγιστο την αξιοποίηση των Βιομηχανικών και παράλληλα Μη Επικίνδυνων Απορριμμάτων (ΒΜΕΑ) από τις μονάδες που επεξεργάζονται τα απόβλητα. Με αυτό το τρόπο συμβάλλει στον όρο κυκλικής οικονομίας για την αξιοποίηση των αποβλήτων, ως δευτερογενή υλικά και εναλλακτικά καύσιμα.

❖ Προτείνει δράσεις για τη καλύτερη διαχείριση των γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων (τα οποία απόβλητα αποτελούν το κυρίως πρόβλημα της χώρας, εφόσον καταλαμβάνουν περίπου το 40% των απορριμμάτων).

❖ Δίνει μεγάλη έμφαση στην ευθύνη που έχουν οι παραγωγοί και με αυτό τον τρόπο προβλέπει την ανάληψη συλλογής αποβλήτων από Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης (ΣΕΔ) και τη δημιουργία νέων συστημάτων για τα απόβλητα, όπως στρώματα, συσκευασίες φυτοφαρμάκων, απόβλητα από θερμοκήπια, έπιπλα κ.α.

◆ Δίνει τη δυνατότητα για σύμπραξη δημόσιου και ιδιωτικού (ΣΔΙΤ). Αυτό αφορά τη διαχείριση αποβλήτων σε όλα της τα επίπεδα, όπως συλλογή, διαλογή, επεξεργασία με ποιοτική εισφορά παροχής υπηρεσιών η οποία αποτελεί ορόσημο για το περιβάλλον και τους πολίτες. Με αυτό το τρόπο συμβάλει και στην αύξηση θέσεων εργασίας και συνάμα καταπολέμησης του εργασιακού προβλήματος με τα υψηλά ποσοστά ανεργίας.

◆ Περιλαμβάνει αναλυτικά το σχέδιο υλοποίησης υποδομών που διαθέτει η χώρα για τις μονάδες επεξεργασίας αποβλήτων και βιοαποβλήτων με σκοπό οι υποδομές αυτές να γίνουν εκμεταλλεύσιμες πηγές αξιοποίησης για το περιβάλλον και τη διαχείριση αποβλήτων

◆ Προβλέπει σχέδιο για την ενίσχυση συστημάτων περί συλλογής ανακυκλώσιμων και βιοαποβλήτων υλικών.

◆ Ακολουθεί πρακτικές της Ευρωπαϊκής ένωσης σχετιζόμενες με την αξιοποίηση παραγωγής ενέργειας και εναλλακτικών καυσίμων συμβάλλοντας με αυτό το τρόπο στη μείωση του ποσοστού υγειονομικής ταφής στη χώρα μας.

◆ Προβλέπει παραγωγή και έλεγχο «κομπόστ» από τις μονάδες επεξεργασίας βιοαποβλήτων.

◆ Στοχεύει στη μέγιστη αξιοποίηση των βιομηχανικών μη επικίνδυνων αποβλήτων (BMEA) με προγράμματα τα οποία προτείνει.

◆ Προβλέπει την ένταση που επιφέρει ο τουρισμός, στην παραγωγή αποβλήτων, με τη κακή διαχείριση. Υπολογίζεται ότι το 3,3% των παραγόμενων αποβλήτων, οφείλεται στην εισροή τουριστών στη χώρα.

◆ Κύριος στόχος να σταματήσει τον αύξων ρυθμό παραγωγής αποβλήτων και να ξεκινήσει η φθίνουσα πορεία αυτού όπως αποτελεσματικά είχε υπάρξει εν έτη 2011.

◆ Προβλέπει ανάλυση και σχεδιασμό για μια άλλου είδους ενέργεια η οποία θα έχει συμπληρωματικό ρόλο για τη χώρα με αποτέλεσμα να μη δημιουργείται συμφόρηση συστήματος ενέργειας το οποίο συνεπάγεται και πιο οικονομικά κόστη εφόσον το σύστημα προβλέπει την προστασία από υπερφόρτωση.

◆ Καταγραφή όλων των ιστορικά και μη, αποθηκευμένων αποβλήτων με σκοπό τη διαφάνεια και τη καταγραφή του ακριβές χώρου που καταλαμβάνουν τα απόβλητα αυτά ούτως ώστε να δοθεί προτεραιότητα στη διαλογή έναντι της ανάκτησης από μηχανικές εγκαταστάσεις.

◆ ολοκλήρωση του δικτύου διαχείρισης αποβλήτων με τη προσθήκη νέου δικτύου στο οποίο συμπεριλαμβάνονται πράσινα σημεία και αναφορές.

- ◆ Ανασχεδιασμός ανακύκλωσης και διαχείρισης αποβλήτων.
- ◆ Αξιοποίηση δευτερογενών υλικών τα οποία θα πληρούν τις απαιτητικές και ποιοτικές προδιαγραφές έτσι ώστε να είναι επάξια απέναντι στο υπάρχων, και τέτοιου είδους μπορεί να είναι το κομπόστ, το κομπόστ τύπου Α κ.α.

#### 4.4.1 Στόχος ΕΣΔΑ

Βασικός στόχος του ΕΣΔΑ είναι η προστασία του περιβάλλοντος και της ανθρώπινης υγείας. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, δίνεται έμφαση στη μείωση παραγωγής αποβλήτων μέσα από την μείωση χρήσης υλικών, με κύριο στόχο την κυκλική οικονομία. Για τη διασφάλιση και τη προώθηση της οικονομικής ανάπτυξης με θέσεις εργασίας, το σχέδιο αυτό συνδυάζεται με το ΕΣΕΚ, (Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος) στο πλαίσιο μιας ουδέτερης Ευρώπης έως το 2050. Στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί, αποτυπώνονται η παραγωγή, η κομποστοποίηση, η ανακύκλωση κ.α. σε Ελλάδα και Ευρώπη [83], [84].

	Ανάκτηση			Διάθεση	
	Ανακύκλωση	Επίχωση	Ανάκτηση ενέργειας	Υγειονομική ταφή κ.α	καύση χωρίς ανάκτηση ενέργειας
<b>ΕU-28</b>	37,8	9,9	5,6	45,7	1
<b>Βέλγιο</b>	76,9	0	12,6	6,4	4,1
<b>Βουλγαρία</b>	5,2	0	0,4	94,4	0
<b>Τσεχία</b>	49,5	29	4,5	16,6	0,4
<b>Δανία</b>	51,4	0	19,5	29,1	0
<b>Γερμανία</b>	42,7	26,6	11,3	18,1	1,2
<b>Εσθονία</b>	21,6	11,2	2,5	64,7	0
<b>Ιρλανδία</b>	10,6	46	4,8	38,4	0,3
<b>Ελλάδα</b>	4,8	0	0,3	94,8	0
<b>Ισπανία</b>	37,1	5,7	3,6	53,6	0
<b>Γαλλία</b>	55	10,3	5,4	27,6	1,6
<b>Κροατία</b>	47,2	4	1	47,8	0
<b>Ιταλία</b>	78,9	0,1	4	14,2	2,7
<b>Κύπρος</b>	10,4	28	3,8	57,8	0
<b>Λετονία</b>	71,7	1,1	6,8	20,3	0
<b>Λιθουανία</b>	33,4	4,1	5,8	56,6	0
<b>Λουξεμβούργο</b>	34,8	24,2	2,1	39	0
<b>Ουγγαρία</b>	54,1	3,7	7,4	34,2	0,6
<b>Μάλτα</b>	19,1	63,4	0	17,2	0,4

<b>Ιρλανδία</b>	45,6	0	76	16	0,9
<b>Αυστρία</b>	37	11	..	45,9	..
<b>Πολωνία</b>	46,2	22,2	3,3	28	0,4
<b>Πορτογαλία</b>	43,5	9,5	12,1	34,7	0,2
<b>Ρουμανία</b>	4	0,4	1,4	94,1	0,1
<b>Σλοβενία</b>	60,2	27,2	4,8	6,9	0,8
<b>Σλοβακία</b>	40	4,7	7	47,8	0,5
<b>Φιλανδία</b>	7,4	0	4,5	88	0
<b>Σουηδία</b>	12	4,9	6,6	76,3	0,2
<b>Μ. Βρετανία</b>	48,5	7,8	3,4	37,5	2,7
<b>Ισλανδία</b>	25	51	0,4	22,3	1,3
<b>Νορβηγία</b>	43,5	2,6	34	19,5	0,5

Πίνακας 4.1: Διαχείριση ΑΣΑ σε Ελλάδα και Ευρώπη [85]

Στον επόμενο πίνακα 4.2, αποτυπώνονται οι κατηγορίες των αποβλήτων που έχει να αντιμετωπίσει Ο ΕΣΔΑ.

<b>ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΕΚΑ</b>	
<b>1</b>	Απόβλητα που προκύπτουν από τις διαδικασίες επεξεργασίας σε ένα λατομείο, φυσική και χημική επεξεργασία ορυκτών.
<b>2</b>	Απόβλητα που προκύπτουν από γεωργία, κηπευτική, καλλιέργεια υδάτων, αλιεία, προετοιμασία και επεξεργασία τροφίμων.
<b>3</b>	Απόβλητα που προκύπτουν από την επεξεργασία ξύλου και την παραγωγή επίπλων καθώς και πολλού χαρτιών και χαρτονιών.
<b>4</b>	Απόβλητα από τις βιομηχανίες επεξεργασίας δέρματος.
<b>5</b>	Απόβλητα που προκύπτουν από το πετρέλαιο, την διαδικασία φυσικού αερίου και την επεξεργασία άνθρακα.
<b>6</b>	Απόβλητα από χημικές διαδικασίες μη οργανικών υλικών.
<b>7</b>	Απόβλητα από χημικές διαδικασίες οργανικών υλικών.
<b>8</b>	Απόβλητα από τη παραγωγή, προμήθεια και χρήση μελανιών.
<b>9</b>	Απόβλητα από τη βιομηχανία επεξεργασίας φωτογραφίας.
<b>10</b>	Απόβλητα από θερμικές επεξεργασίες.
<b>11</b>	Απόβλητα από τη χημική επεξεργασία και την επικάλυψη μετάλλων κ.α
<b>12</b>	Απόβλητα από την φυσική και χημική επεξεργασία μετάλλων και πλαστικών.
<b>13</b>	Απόβλητα ελαίων και υγρών καυσίμων.
<b>14</b>	Απόβλητα από οργανικούς διαλύτες.
<b>15</b>	Απόβλητα από συσκευασίες, απορροφητικά υλικά κ.α
<b>16</b>	Απόβλητα που δεν έχουν προδιαγραφεί και καταγραφεί.
<b>17</b>	Απόβλητα από διαδικασία κατασκευών και κατεδαφίσεων.



18	Απόβλητα από την υγειονομική περίθαλψη ανθρώπων και ζώων.
19	Απόβλητα από τις μονάδες διαχείρισης αποβλήτων.
20	Δημοτικά απόβλητα (οικιακά απόβλητα από εμπορικές και βιομηχανικές δραστηριότητες).

*Πίνακας 4.2: Κατηγορίες Αποβλήτων [86]*

## 4.5 Οδηγία 2008/98 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου

Με την εν λόγω Ευρωπαϊκή νομοθεσία θεσπίζονται οι όροι, τα μέτρα και οι διαδικασίες που σχετίζονται με τη διαχείριση αποβλήτων, ώστε μέσα από την πρόληψη, τη μείωση παραγωγής και την καλύτερη διαχείρισή τους, να μπορεί να εξασφαλιστεί ένα καλύτερο επίπεδο υγείας για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, στοχεύοντας στον περιορισμό της υπερβολικής χρήσης φυσικών πόρων [87].

Εξαιρούνται: τα αέρια απόβλητα, τα εδάφη στον αρχικό χώρο, τα ραδιενεργά απόβλητα, τα εκρηκτικά και τα περιτώματα [88].

Ορισμοί που ισχύουν για το σκοπό της οδηγίας αυτής:

1. Απόβλητα: συμπεριλαμβάνεται κάθε υλικό το οποίο ο χρήστης απορρίπτει.
2. Επικίνδυνα απόβλητα.
3. Απόβλητα έλαια: συμπεριλαμβάνονται βιομηχανικά έλαια, ορυκτέλαια και βιομηχανικά έλαια, ακατάλληλα για χρήση, όπως τα λάδια από κινητήρες, τα λάδια αυτοκινήτων κ.α.
4. Βιοαπόβλητα: απόβλητα από κήπους, πάρκα, νοικοκυριά, εστιατόρια κ.α.
5. Παραγωγός αποβλήτων: δραστηριότητες που πηγάζουν από φυσικό πρόσωπο και συμβάλουν στη παραγωγή αποβλήτων.
6. Κάτοχος αποβλήτων: φυσικό πρόσωπο το οποίο έχει στην κατοχή του τα απόβλητα.
7. Έμπορος: επιχείρηση, η οποία σχετίζεται με την αγορά και την πώληση αποβλήτων.
8. Μεσίτης: επιχείρηση η οποία λειτουργεί για λογαριασμό τρίτων και σχετίζεται με την ανάκτηση των αποβλήτων.
9. Διαχείριση αποβλήτων: σχετίζεται με την ανάκτηση την μεταφορά αλλά και την διάθεση των αποβλήτων.

10. Συλλογή: η συγκέντρωση αποβλήτων.
11. Χωριστή συλλογή.
12. Μεταφορά: οι εργασίες για τη μετακίνηση αποβλήτων σε σημεία αποθήκευσης.
13. Πρόληψη: τα μέτρα που λαμβάνονται, πριν από μια ουσία.
14. Επαναχρησιμοποίηση.
15. Επεξεργασία.
16. Ανάκτηση: εργασίες οι οποίες έχουν ως κύριο στόχο την αντικατάσταση υλικών για την εξυπηρέτηση αποβλήτων.
17. Προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση.
18. Ανακύκλωση.
19. Αναγέννηση αποβλήτων ελαίων.
20. Διάθεση.
21. Βέλτιστες διαθέσιμες τεχνικές.
22. Φορέας διαχείρισης αποβλήτων.

#### **4.6 Η κομποστοποίηση στα σχολεία**

Οι εκπαιδευτικοί έχουν έργο την ορθή καθοδήγηση των παιδιών. Οφείλουν να δώσουν έμφαση στη μείωση των απορριμμάτων, κάνοντας γνωστή τη διαδικασία της ανακύκλωσης και της κομποστοποίησης. Τα βιοαπόβλητα δεν πρέπει να οδηγούνται σε ΧΥΤΑ (χώρους αποτέφρωσης), θα πρέπει να καταναλώνονται από τον άνθρωπο ή από τα ζώα και σε τελικό στάδιο να καταλήγουν σε κομποστοποίηση. Υπάρχουν πολλά οφέλη μέσα από τέτοιου είδους προγράμματα στην εκπαίδευση. Μερικά από αυτά είναι ότι ο μαθητής θα μπορεί να διαχωρίσει τα υπολείμματα του φαγητού του, να εμπλουτίσει τις γνώσεις του, να καλλιεργήσει ηθικές αξίες και συναισθηματικές δεξιότητες, όπως η εν συναίσθηση και να συμμετέχει ενεργά στις περιβαλλοντολογικές ανάγκες. Αποτέλεσμα όλων αυτών είναι ότι στο μέλλον θα μπορεί να κατανοήσει ευκολότερα και να προσεγγίσει καλύτερα θέματα που αφορούν τη φύση, τον πλανήτη, τη γη, το νερό και σε ό,τι άλλο διέπει ένα περιβάλλον βασιζόμενο στον άνθρωπο. Η κομποστοποίηση μπορεί να αφομοιωθεί σε μαθήματα, όπως η περιβαλλοντολογική μελέτη (διακρίνοντας τι είναι το «κομπόστ» ως υφή και τι είναι το «κομπόστ» στη χρήση), η φυσική, η χημεία (για τη σωστή λειτουργία του άνθρακα, αζώτου, pH), η βιολογία (μελετώντας τους μικροοργανισμούς που συμμετέχουν στη διαδικασία της κομποστοποίησης «ως εργάτες»), η

Φυσική αγωγή (κάνοντας πράξη τη διαδικασία της φύτευσης με «κομπόστ» και διακρίνοντας τις διαφορές με άλλα φυτά στα οποία δεν έχει μπει αυτή η ουσία) [89].

Η κομποστοποίηση σε κάδους σχολείων είναι όπως στην οικιακή κομποστοποίηση. Ο κάδος, δηλαδή, θα πρέπει να τοποθετηθεί σε ένα σημείο μακριά από υγρασία αλλά και προστατευμένο από τον παράγοντα της βροχής και του υπερβολικού ήλιου. Θα πρέπει να ξεχωρίζει είτε με χρώμα είτε με κάποια ταμπέλα η οποία θα αναγράφει ότι πρόκειται για τη διαδικασία κομποστ. Στον κάδο αυτό, θα τοποθετούν οι μαθητές τα αποφάγια τους, και με αυτόν τον τρόπο θα παρακολουθούν τη διαδικασία και την πορεία της κομποστοποίησης, αποκτώντας γνώση καθ' όλη τη διάρκειά της διαδικασίας αυτής [90]. Στη συνέχεια θα μπορούν να κάνουν χρήση του μίγματος που έφτιαξαν κατά το σχολικό τους έτος και να δουν ρεαλιστικά τα οφέλη του προϊόντος αυτού στο έδαφος της σχολικής αυλής. Επίσης με τη διαδικασία κομποστοποίησης οι μαθητές έχουν τον έλεγχο των απορριμμάτων τους και έτσι μπορούν να διαπιστώσουν και οι ίδιοι το ποσοστό αποβλήτων που αφαιρείτε από το κοινό κάδο απορριμμάτων οδεύοντας τα βιοαπόβλητα στο κάδο κομποστοποίησης.

Η σχολική κοινότητα θα πρέπει να ενημερωθεί είτε από δράσεις συλλόγου, είτε από γονέων ή διαφημίσεις προκειμένου να ξεκινήσουν προγράμματα για τη διατύπωση ορισμού και εκτέλεσης της διαδικασίας κομποστοποίησης μέσα από τους μαθητές. Οι σχολικές ψηφιακές σελίδες είναι ένας τρόπος μετάδοσης της πληροφορίας όπου μέσα από τον έπαινο και την ενεργητική δράση μπορεί εύκολα να γίνει έλξη ενδιαφέροντος για όλες τις σχολικές ομάδες. Η ψηφιακή κοινότητα είναι δύναμη εφόσον μέσα από την κάθε ανάρτηση αυξάνεται ο ζήλος και η ανταγωνιστικότητα προκαλώντας κίνητρα.

#### **4.7 Κομποστοποίηση σε Ελλάδα και Ευρώπη**

Τα περισσότερα απόβλητα σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) συλλέγονται σε χώρους υγειονομικής ταφής καλύπτοντας το 38%. Ωστόσο, ανακυκλώνονται μόλις το 25%. Από αυτά, κομποστοποιείται το 15% και αποτεφρώνεται το 22%. Η υπερκάλυψη σε χώρους υγειονομικής ταφής κάνει όλο και μεγαλύτερη την ανάγκη για σωστή διαχείριση αποβλήτων.

Έτσι η ΕΕ έχει καθιερώσει στόχους σε μορφή οδηγιών για τη σωστή διαχείρισή τους. Το πλαίσιο αυτό της διαχείρισης αποβλήτων θεσπίστηκε με την οδηγία 75/442/EEC, στην οποία βασίζεται ολόκληρη η Ευρωπαϊκή Κοινότητα [91].

Σύμφωνα με τη παραπάνω οδηγία η πολιτική που ακολουθείται από την ΕΕ βασίζεται σε:

- ❖ Πρόληψη (σύμφωνα με την οποία πρέπει να επιτύχουμε χρήση λιγότερου υλικού με περισσότερη διάρκεια ζωής και όσο γίνεται πιο ακίνδυνου για το περιβάλλον).
  - ❖ Ανακύκλωση αποβλήτων (έλεγχος, καθαρισμός υλικών για επαναχρησιμοποίηση και επιδιόρθωση αυτών).
  - ❖ Ανάκτηση όλο και περισσότερων υλικών (ανάκτηση ενέργειας μέσα από διεργασίες, όπως η καύση, η αναερόβια χώνευση κ.α.).
  - ❖ Χρήση της υγειονομικής ταφής, ως έσχατη λύση.
- Σύμφωνα με αυτή την οδηγία διατυπώθηκε και η αρχή «Ο ρυπαίνων πληρώνει».

Ο Πίνακας 4.3 απεικονίζει την παραγωγή ΑΣΑ σε κάθε κράτος μέλος της ΕΕ. Η Φινλανδία φαίνεται ότι παράγει λιγότερα απόβλητα ανά άτομο (313 Kg), σε αντίθεση με το Λουξεμβούργο, που παράγει τα περισσότερα απόβλητα ανά άτομο (760 Kg). Η Ελλάδα βρίσκεται κάπου στη μέση, αφού παράγει 460 Kg απόβλητα ανά άτομο.

ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΑΝΑ ΑΤΟΜΟ	
ΧΩΡΕΣ ΤΗΣ ΕΕ	kg/άτομο
Φινλανδία	313
Ιρλανδία	387
Βέλγιο	429
Σουηδία	431
Δανία	439
Γερμανία	444
Γαλλία	452
Ελλάδα	460
Ηνωμένο Βασίλειο	465
Ισπανία	504
Πορτογαλία	514
Ιταλία	517
Ολλανδία	546
Αυστρία	551
Λουξεμβούργο	760

*Πίνακας 4.3: Παραγωγή ΑΣΑ στην Ε.Ε*

Η Ελλάδα είναι σε πολύ χαμηλά ποσοστά χρήσης της νομοθεσίας, γεγονός που αποκαλύπτει ελλιπή πολιτική του κράτους και ελλιπή συνείδηση της κατάστασης, εφόσον όλα

δείχνουν πως οι χώροι υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ) θεωρούνται η πρώτη επιλογή συλλογής αποβλήτων στην Ελλάδα [92].

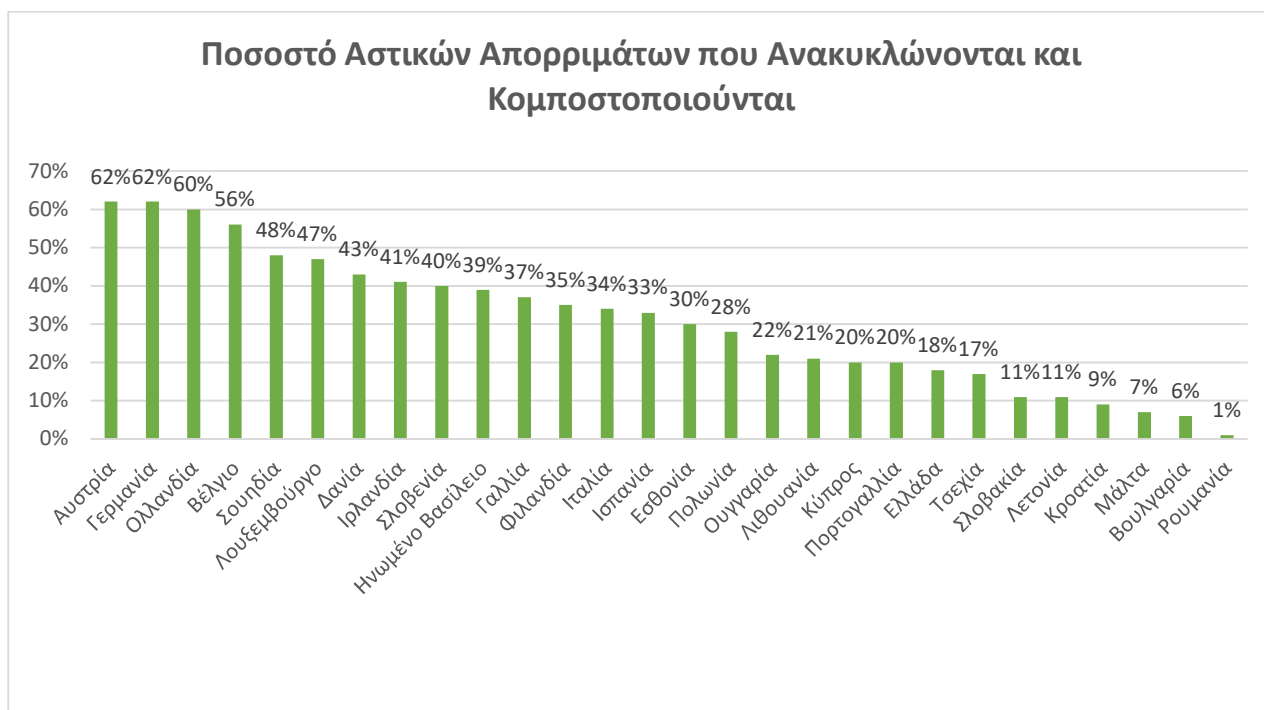
Η Ελλάδα ημερησίως μπορεί να παράγει 15.000 τόνους αστικών απορριμμάτων, ενώ ετησίως η ανακύκλωση στερεών αποβλήτων (ΑΣΑ) αγγίζει τα 5,5 εκατομμύρια τόνους με τάση να αυξάνεται όλο και περισσότερο. Η τάση των ανακυκλώσιμων στερεών απόβλητων, να αυξάνεται όλο και περισσότερο, σε συνδυασμό με τη λιγιστή ανακύκλωση στη χώρα μας καθιστά απαραίτητη την ανάγκη για σωστή διαχείριση απορριμμάτων. Σε αντίθεση με την Ευρωπαϊκή Ένωση, που λειτουργεί ανάλογα με τις περιβαλλοντολογικές ανάγκες, τα κράτη μέλη διαφοροποιούνται με μοναδικό στοιχείο ενοποίησης τα απόβλητα, όπως θεσπίζονται βάση των οδηγιών που δίνονται μέσα από το νομικό πλαίσιο.

Η όλο και αυξανόμενη ροή αποβλήτων στην Ευρώπη έχει κάνει απαραίτητη την εκτέλεση μέτρων για την ορθή διαχείριση απορριμμάτων τα οποία είναι τα εξής:

- Μείωση της ροής αποβλήτων.
- Ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση των προϊόντων.
- Δημιουργία λιπασμάτων με τη διαδικασία της κομποστοποίησης χρησιμοποιώντας τα βιοαπόβλητα.
- Παραγωγή ενέργειας συμπληρωματικού ρόλου κατά την ανάκτηση αποβλήτων.
- Έλεγχος απορριμμάτων με την διαδικασία υγειονομικής ταφής.

Στην Ευρώπη καταγράφονται ετησίως 1,3 δισεκατομμύρια τόνοι στερεών αποβλήτων, από τα οποία το 20% προέρχεται από οικιακά απορρίμματα που είναι σε ποσοστό 42% κατάλληλα για κομποστοποίηση, σε αντίθεση με την Ελλάδα, όπου η κομποστοποίηση ανέρχεται σε ποσοστό μόλις 18%, όπως δείχνει το διάγραμμα 2.2 παρακάτω.

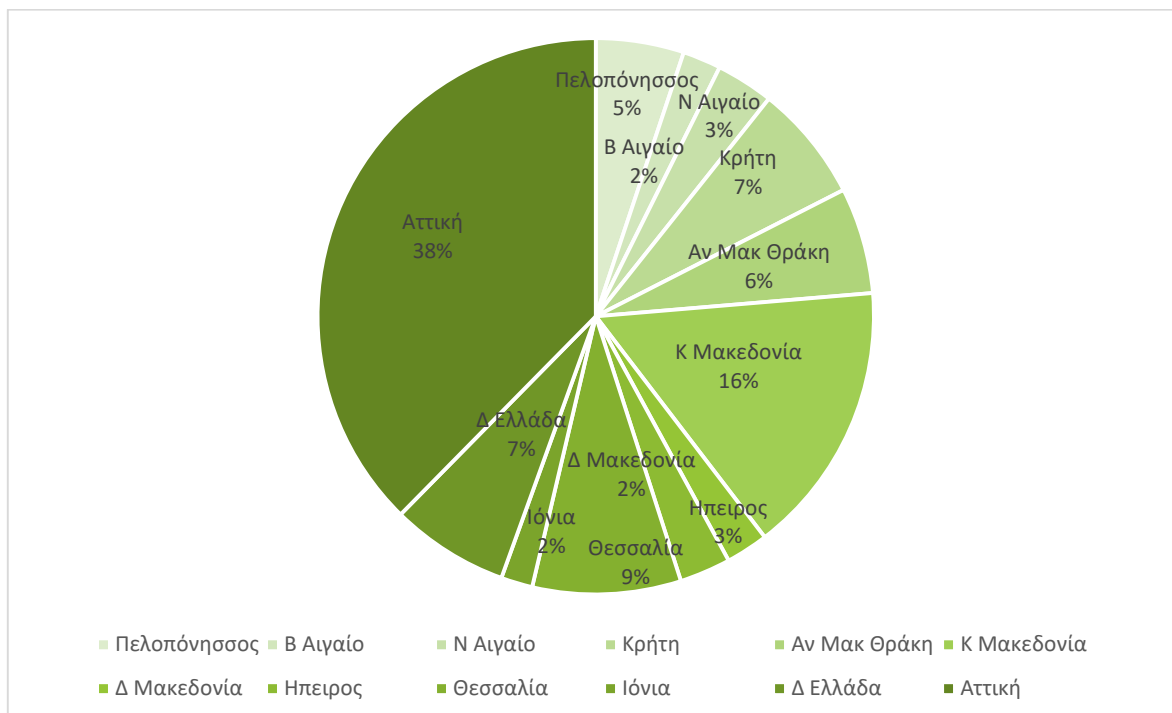
Αυτό συνεπάγεται την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα στους χώρους υγειονομικής ταφής. Έτσι, υπολογίζονται 800.000 τόνοι ανά εκατομμύριο κατοίκους, γεγονός που καθιστά την ορθή διαχείριση αποβλήτων προτεραιότητα, ώστε να γίνει ορθά η κυκλική αειφορία. Στην Ελλάδα η συλλογή των οικιακών απορριμμάτων διαφοροποιείται σύμφωνα με το μέσο όρο της ΕΕ.



*Διάγραμμα 4.2: Ποσοστό απορριμμάτων κατά την ανακύκλωση και κομποστοποίηση στα κράτη μέλη της ΕΕ [93]*

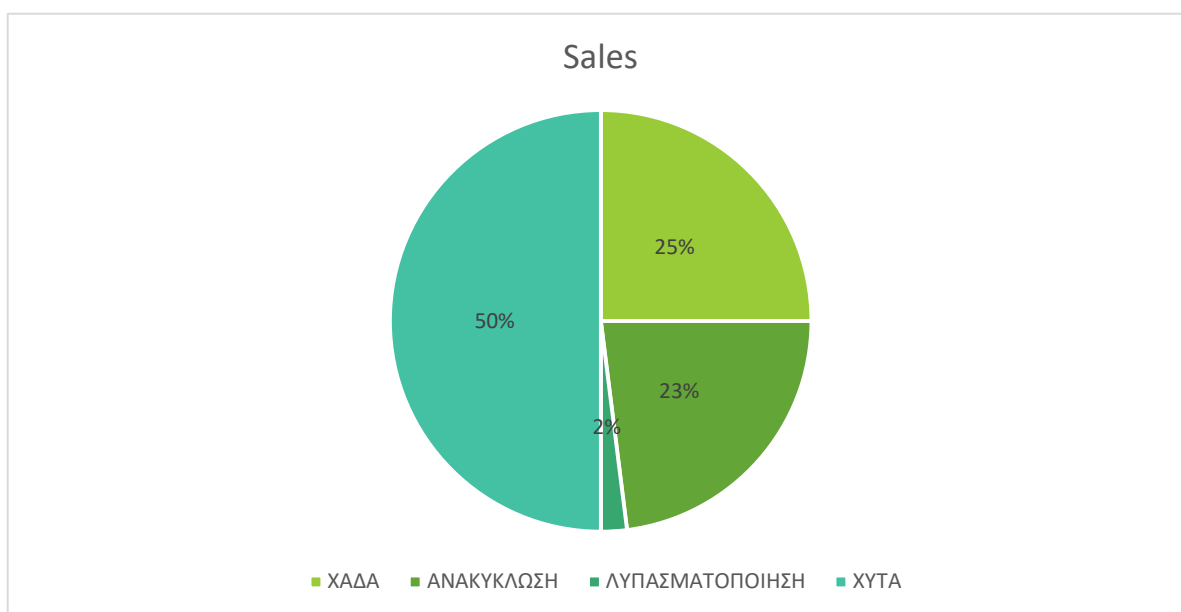
Η παραγωγή και η διαλογή αστικών απορριμμάτων βρίσκεται στο 37,8% το έτος 2016 για την Ευρωπαϊκή Ένωση συγκριτικά με την Ελλάδα που πλησιάζει το 18%, Ενώ η αξιοποίηση της ενέργειας παρά τις λειτουργίες της καύσης και της αποτέφρωσης αποβλήτων είναι σε ποσοστό 24% συγκριτικά με την Ελλάδα που ανήκει στο 0%. Σημειώνεται ότι ως προς την υγειονομική ταφή η Ευρώπη ανήκει στο 45.7% ενώ η Ελλάδα στο 82% [94].

Στο διάγραμμα 4.3 που ακολουθεί, φαίνονται τα ποσοστά των βιοαποβλήτων που παράγονται σε κάθε Περιφερειακή Ενότητα της Ελλάδας με την Αττική να έχει το πρώτο λόγο σε ποσοστά βιοαποβλήτων της τάξεως του 38% ενώ Αιγαίο, Ιόνια και Δ. Μακεδονία να έχουν το χαμηλότερο ποσοστό το οποίο ανέρχεται στο 2%.



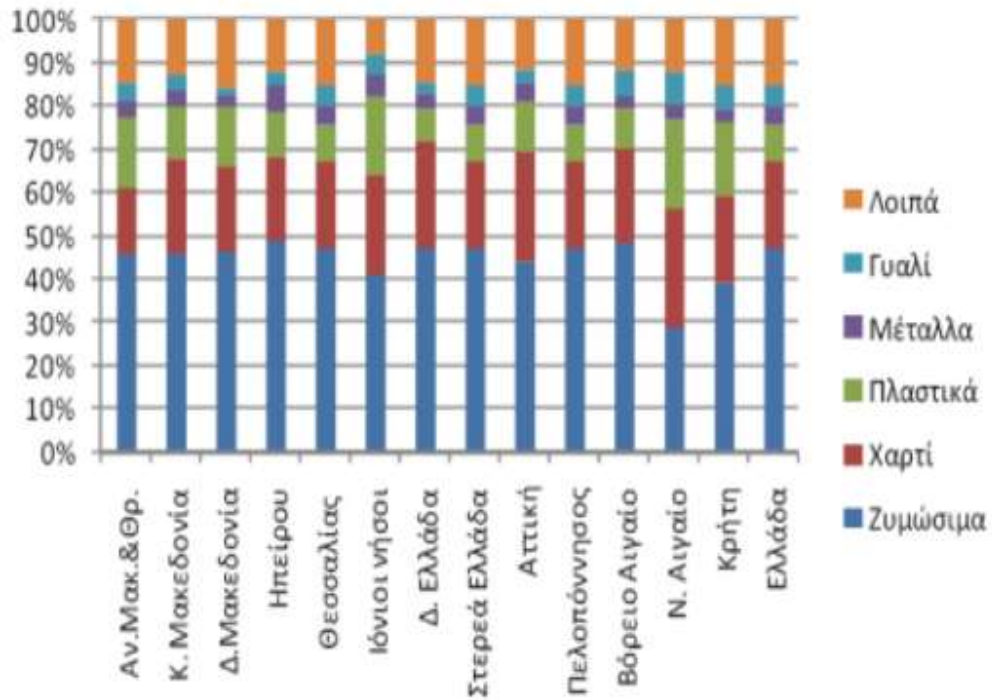
Διάγραμμα 4.3: Ποσοστά παραγόμενων βιοαποβλήτων ανά Π. Ε. της Ελλάδας

Στο διάγραμμα 4.4 που ακολουθεί φαίνεται η ποσοστιαία κατανομή αποβλήτων ανά μεθόδους στην Ελλάδα.



Διάγραμμα 4.4: Διαχείριση ΑΣΑ σε Ελλάδα

Στο διάγραμμα 4.5 που ακολουθεί απεικονίζονται οι κατηγορίες αποβλήτων ανά περιφέρεια όπου η Κρήτη παράγει περίπου 40% σε ζυμώσιμα υλικά, 19% σε χαρτί, περίπου 17% σε πλαστικά, 2% σε μέταλλα, 3% σε γυαλί και το υπόλοιπο 22% σε διάφορα άλλα.



Διάγραμμα 4.5: Ποσοστιαία κατανομή βιοαποβλήτων ανά Π. Ε. στην Ελλάδα [95]



## 5 Κεφάλαιο - Σχεδίαση «Compost Game»

### 5.1 Σκοπός παιχνιδιού

Σκοπός του παιχνιδιού να αξιολογηθεί η αποτελεσματικότητα στη βελτίωση των γνώσεων και των πρακτικών δεξιοτήτων σχετικά με την κομποστοποίηση και την ανακύκλωση μεταξύ μαθητών δημοτικού σχολείου ηλικίας 6 έως 12 ετών. Συγκεκριμένα να αναγνωρίσει ο παίκτης ποια υλικά από αυτά που συναντά στην καθημερινότητά του, μπορούν να πάνε σε κάδους κομποστοποίησης και ποια σε κάδους ανακύκλωσης, αλλά και να συνειδητοποιήσει τα οφέλη αυτής της διαδικασίας. Με αυτό τον τρόπο, τα περισσότερα από τα αναλώσιμα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά, τόσο σε ανακυκλώσιμη ύλη, όσο και σε ύλη, που μπορεί να φτιαχτεί από τη συλλογή των υλικών για τη δημιουργία του «κομπόστ».

Επίσης:

Να αξιολογηθεί η ικανότητα των μαθητών να αναγνωρίζουν και να διακρίνουν μεταξύ κομποστοποιήσιμων και ανακυκλώσιμων υλικών πριν αλλά και μετά την αλληλεπίδραση τους με το παιχνίδι.

Να αναλυθεί η βελτίωση των δεξιοτήτων των μαθητών στον σωστό διαχωρισμό των αποβλήτων και στη χρήση κατάλληλων μεθόδων διάθεσης.

Να κατανοηθεί ο αντίκτυπος του παιχνιδιού στην ενίσχυση της κατανόησης από τους μαθητές της διαδικασίας κομποστοποίησης και των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων της.

### 5.2 Ανάλυση παιχνιδιού

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι ενέργειες της ανακύκλωσης και της κομποστοποίησης είναι πολύ σημαντικές για το περιβάλλον. Αυτός είναι και ο λόγος που το παιχνίδι αυτό προσπαθεί να εκπαιδεύσει το άτομο από πολύ νεαρή ηλικία, ώστε να έχει συνείδηση των επιπτώσεων και των ωφέλιμων κινήσεών του για το περιβάλλον. Σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποιήθηκε, για τη σωστή λειτουργία του «κομπόστ» απαιτούνται τριών ειδών δραστηριότητες, (μεταφερόμενες σε πίστες) για τη λειτουργία του παιχνιδιού.

Για την υλοποίηση του παιχνιδιού, τα βήματα κατά τη λειτουργία του έχουν απλοποιηθεί κι, έτσι, έχουμε τον εξής καταμερισμό:

Αρχικά, ο παίκτης συμμετέχει σε ένα Quiz ερωτήσεων με βασικές γνώσεις ανακύκλωσης και κομποστοποίησης (βλ. εικόνα 5.1, 5.2), ώστε να εκπαιδευτεί αλλά και να αναγνωριστεί το

ποσοστιαίο επίπεδο γνώσης η εξέλιξη που έχει, κάθε φορά που θα παίζει το παιχνίδι. Για να συμμετέχει στις πίστες, θα πρέπει, το ποσοστό βασικών γνώσεων που κατέχει, να είναι 50% και άνω. Συνεπώς αν δεν φτάσει σε επίπεδο γνώσεων θεωρητικού επιπέδου σε ποσοστό 50% και πάνω, η διαδικασία του

κουίζ επαναλαμβάνεται μέχρι το επιθυμητό αποτέλεσμα. Άλλο ένα τύπου κουίζ πραγματοποιείται κατά τον τερματισμό του παιχνιδιού με σκοπό να αποδειχθεί το επίπεδο εκπαίδευσης που έλαβε ο χρήστης κατά τη διάρκεια του σοβαρού αυτού παιχνιδιού συγκριτικά με τις αρχικές του γνώσεις.

Αμέσως μετά το σύστημα τον μεταφέρει στην πλατφόρμα εγγραφής μέλους, σε αυτό το σημείο καταχωρεί τα προσωπικά του στοιχεία στα ανάλογα παιδιά και αφού κάνει την είσοδο του ως μέλος πλέον, επιλέγει το ανθρωπάκι που θα παίζει στον εικονικό κόσμο του παιχνιδιού, κάνει είσοδο σε πίστα η οποία διαχωρίζεται σε δύο επίπεδα εικονικής πραγματικότητας, μέσα και έξω από την οικία του. Στο χώρο εντός της οικίας, έχει διάφορα υλικά καθημερινότητας τα οποία θα πρέπει να τα επιλέξει και να τα διαμοιράσει στους σωστούς κάδους (κάδος απορριμμάτων, βιοαποικοδομήσιμη σακούλα κομποστοποίησης, κάδο ανακύκλωσης). Στο χώρο έξω από την οικία, αντίστοιχα, υπάρχει κήπος με υλικά που μπορούν να κομποστοποιηθούν, οπότε ο παίκτης καλείται να τα βρει και να τα συλλέξει στον ιδιωτικό κάδο κομποστοποίησης που έχει στο κήπο του, τοποθετώντας εκεί και τα υλικά από τη βιοαποικοδομήσιμη σακούλα που είχε συλλέξει εντός της οικίας του. Εάν δεν διαχωριστούν όλα τα υλικά στους σωστούς κάδους, ο παίκτης δεν μπορεί να μεταβεί στην επόμενη πίστα.

Η επόμενη πίστα δείχνει το χώρο μίας “γειτονιάς”. Καθημερινά συναντάμε υλικά που δεν είναι γνωστό ότι μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν, είτε για τη δημιουργία του φυσικού λιπάσματος «κομπόστ», είτε για την ανακύκλωσή τους. Ο παίκτης, λοιπόν, περπατώντας στη πίστα της γειτονιάς, διασχίζοντας τους δρόμους, τα πάρκα και τους κήπους, συναντάει διάφορα υλικά, όπως και στη καθημερινότητά του, τα οποία πρέπει να μαζέψει και να τα τοποθετήσει στο σωστό κάδο ανακύκλωσης, κομποστοποίησης, απορριμμάτων. Σε αυτήν την πίστα έχουμε μαγαζιά, χώρους εστίασης όπως μανάβικα, σούπερ μάρκετ καφετέριες, εστιατόρια κ.ά. όπου τα δικά τους βιοαποικοδομήσιμα υλικά, τα τοποθετούν σε ειδικούς ανοικτούς κάδους οι οποίοι είναι τοποθετημένοι εξωτερικά των χώρων αυτών. Τη συλλογή του περιεχομένου αυτών των κάδων τη κάνουν ειδικά απορριμματοφόρα του δήμου τα οποία πηγαίνουν σε μηχανικούς κομποστοποιητές. Από εκείνο το σημείο αναλαμβάνει προσωπικό εκπαιδευμένο για την ορθή

χρήση του μηχανικού κομποστοποιητή. Ο χρήστης αυτός έχει μια μαγνητική κάρτα την οποία του την παρέχει κατά την εκπαίδευση του ο δήμος και είναι ο υπεύθυνος να αναγνωρίσει τυχών σφάλματα του συστήματος αλλά και να τα επιλύσει. Στη συνέχεια ο παίκτης πρέπει να συλλέξει τα υλικά που θα συναντήσει στο πάρκο, στο δρόμο και στον κήπο και να τα τοποθετήσει στους ανάλογους κάδους, με όσο γίνεται λιγότερα σφάλματα (το επιτρεπτό όριο είναι καθορισμένο στα 5 λάθη), προκειμένου να περάσει στην επόμενη πίστα. Συλλέγοντας τα υλικά μαζεύει «coins», δηλαδή το σύστημα του δίνει ένα είδος επιβράβευσης το οποίο λειτουργεί ως κίνητρο να είναι κάθε φορά όλο και καλύτερος.

Στη συνέχεια το σύστημα απαιτεί έλεγχο «κομπόστ». Πρέπει να ελεγχθεί η θερμοκρασία, το pH, ο αερισμός και η υγρασία του μίγματος. Για αυτόν τον έλεγχο υπάρχουν εργαλεία, όπως η τσουγκράνα, το φτυάρι και το ποτιστήρι, τα οποία εξυπηρετούν στην ομαλή λειτουργία του μίγματος. Ανάλογα το πρόβλημα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και το κατάλληλο εργαλείο με σκοπό την επίλυση του εκάστοτε προβλήματος, για παράδειγμα αν παρατηρηθεί ξηρασία του μίγματος θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το ποτιστήρι και να προστεθεί η απαραίτητη υγρασία στο μίγμα, στη περίπτωση όμως υπερβολικής υγρασίας του μίγματος πρέπει να χρησιμοποιηθεί το εργαλείο τσουγκράνας με σκοπό την χειροκίνητη ανάδευση και αερισμό του μίγματος. Στο μηχανικό κομποστοποιητή η διαδικασία αυτή γίνεται αυτόματα, από τα μηχανήματα ελέγχου που είναι συνδεδεμένο. Το σύστημα, ανάλογα, δίνει σήματα σφάλματος για το μίγμα με σήμανση «οξύτητα», «υγρασία», «θερμοκρασία». Ο παίκτης καλείται να τα ρυθμίσει για την ομαλή λειτουργία του «κομπόστ». Παραδειγματικά, στην ένδειξη οξύτητας ο παίκτης θα πρέπει να αφαιρέσει υλικά όξινα από το μίγμα, όπως φλούδες από πορτοκάλια ή λεμόνια αλλά και να περιορίσει τη διέλευση αυτών στο υπόλοιπο μίγμα. Στην ένδειξη υγρασία, ο παίκτης χρησιμοποιώντας τα εργαλεία που έχει διαθέσιμα (φτυάρι, τσουγκράνα) θα πρέπει να αερίσει το μίγμα ούτως ώστε να γίνει σωστός αερισμός.

Αφού γίνει ο έλεγχος για το «κομπόστ» και έχει εγκριθεί σαν μίγμα, ο παίκτης πηγαίνει στην επόμενη πίστα, όπου ανάλογα με τη χρονική περίοδο που διανύει και έχει δηλώσει στο σύστημα, επιλέγει τα λαχανικά, τα φρούτα και τα δέντρα που επιθυμεί να φυτέψει στο κήπο του, εφόσον έχει τοποθετήσει το εδαφοβελτιωτικό «κομπόστ» στο χώμα φύτευσης για την καλύτερη ανάπτυξη των κηπευτικών του. Αυτό φέρει ως αποτέλεσμα να μπορεί ο χρήστης να διακρίνει σε πραγματικό χρόνο τα οφέλη της κομποστοποίησης. Ανακαλύπτοντας ότι η προσθήκη κομπόστ

φέρει ένα πρόσφορο έδαφος με βλάστηση λειτουργώντας ως ένα καλό λίπασμα πλεονέκτημα του οποίου είναι η προστασία από αρρώστιες.

**Ερωτηματολόγιο**  
Κομποστοποίηση

e.touss@gmail.com Εναλλαγή λογαριασμού

Δεν κοινοποιήθηκε

\* Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση

Υλικά για ανακύκλωση είναι \*

χαρτί, πλαστικό, μέταλλο

χρησιμοποιημένες παταέτες

τυρόπιτα, μπανανόφλουδα

Η κομποστοποίηση συμβάλει στη μείωση θέσεων εργασίας \*

Σωστό

Λάθος

Ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για τη δημιουργία κόμποστ με οικιακό κομποστοποιητή είναι \*

6 μήνες

3 μήνες

12 μήνες

Εικόνα 5.1: Δείγμα ερωτηματολογίου

Ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για τη δημιουργία κόμποστ με μηχανικό κομποστοποιητή είναι \*

6 μήνες

3 μήνες

12 μήνες

Το κόμποστ μοιάζει με χώμα \*

Σωστό

Λάθος

SoilAiker είναι σύστημα οικιακής κομποστοποίησης \*

Σωστό

Λάθος

Η αναλογία C/N κατά τη διαδικασία κομποστοποίησης είναι \*

1/2

2/4

κανένα από τα παραπάνω

Υποβολή

Εγκαθίδρυση φόρμας

Εικόνα 5.2: Δείγμα ερωτηματολογίου

### **5.3 Εκπαιδευτικά στοιχεία**

Το περιβάλλον χρήστη είναι κατάλληλα διαμορφωμένο για παιδιά, σε προσομοίωση του πραγματικού κόσμου. Απεικονίζεται ο χώρος εντός της οικίας και πιο συγκεκριμένα η κουζίνα ενός σπιτιού με ότι θα μπορούσε να υπάρχει στη καθημερινότητα όπως φαγητό στο τραπέζι, ψυγείο με διάφορα αναψυκτικά και φαγητά, κουτά από δημητριακά στο πάγκο της κουζίνας κ.α. Άλλη εικόνα που δίνει το σύστημα μεταφέροντας το παίκτη στην επόμενη πίστα είναι η αυλή του σπιτιού, η γειτονιά, δρόμοι στους οποίους συναντά σουπερ μαρκετ, σχολεία, νοσοκομεία, εστιατόρια όπως και στη πραγματικότητα. Επίσης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει το ανθρωπάκι που θα τον παριστάνει σε αυτόν τον κόσμο και συγκεκριμένα θα μπορεί να επιλέξει το φύλο και την εμφάνιση που θα έχει το ανθρωπάκι. Με αυτό το τρόπο αισθάνεται ασφάλεια και αποδοχή στον εικονικό κόσμο του παιχνιδιού και αυτό έχει θετική επιρροή στην εκπαίδευση που του παρέχει το παιχνίδι.

### **5.4 Επίπεδα**

Τα επίπεδα του παιχνιδιού είναι σε μορφή πίστας. Πρώτο το επίπεδο γνώσεων με τη μορφή κουίζ (το οποίο είναι ένα ερωτηματολόγιο βασισμένο σε γενικές αρχές ανακύκλωσης και κομποστοποίησης). Το δεύτερο επίπεδο διαχωρίζεται σε δύο τμήματα πίστα σε περιβάλλον εντός της οικίας και το άλλο τμήμα του επιπέδου αυτού σε περιβάλλον αυλής- εξωτερικού χώρου της οικίας. Το τρίτο επίπεδο είναι η γειτονιά, μια ρεαλιστική εικόνα δρόμων με σπίτια, καταστήματα, εστιατόρια, σχολεία όπου έξω από κάθε κτίριο υπάρχουν κάδοι προκειμένου να γίνει η συλλογή και ο διαχωρισμός υλικών τα οποία βρίσκονται διάσπαρτα στους δρόμους του περιβάλλοντος.

### **5.5 Πλοήγηση**

Το ανθρωπάκι κινείται σύμφωνα με τα βελάκια καθοδήγησης που εμφανίζονται στη πορεία του. Σταματώντας μπροστά από κάθε αντικείμενο (προϊόν, εργαλείο, χώρο εστίασης κ.α), ανοίγει εικονίδιο πληροφοριών το οποίο επεξηγεί και εκπαιδεύει το παίκτη για τη σωστή χρήση του αντικειμένου. Οι προορισμοί στους οποίους κατευθύνεται είναι δημόσιες και ιδιωτικές εγκαταστάσεις. Στη πορεία που ακολουθεί οφείλει να συλλέγει τα απορρίμματα που βρίσκονται

στο οδικό δίκτυο και έπειτα να συλλέξει αυτά που βρίσκονται στις κτιριακές εγκαταστάσεις. Κατά τη συλλογή των απορριμμάτων και το διαχωρισμό στο σωστό κάδο ο παίκτης επιβραβεύεται με coins τα οποία συντελούν στο τελικό ποσοστό επιτυχίας ανά πίστα.

## 5.6 Δραστηριότητες

### 5.6.1 Δραστηριότητα 1



Εικόνα 5.3: Πίστα 1α



Εικόνα 5.4: Πίστα 1b

Σε αυτήν την πίστα, γίνεται ο διαχωρισμός των αναλώσιμων υλικών που έχει ο παίκτης μέσα στο σπίτι του, όπως υπολείμματα φαγητού, φρούτα, ανακυκλώσιμα υλικά (μπουκάλια, κουτιά κ.ά.). Σκοπός του παιχνιδιού είναι να διαχωρίσει ο παίκτης τα ανακυκλώσιμα από τα κομποστοποιήσιμα υλικά, για αρχή στους κατάλληλους κάδους και να κάνει τη σωστή περισυλλογή αυτών.

Ο παίκτης, αρχικά, είναι μέσα στην οικία, συγκεκριμένα στην κουζίνα, εκεί υπάρχουν υλικά σε διάφορα σημεία του σπιτιού τα οποία μπορούν να ανακυκλωθούν και να κομποστοποιηθούν. Κάποια από αυτά είναι ψωμί, ντομάτα, αγγούρι, αποφάγια σαλάτας, ψάρι, λεμόνια κ.α. που μπορούν να τοποθετηθούν σε βιοαποικοδομήσιμες σακούλες. Άλλα υλικά που υπάρχουν στην κουζίνα είναι το μπουκάλι νερού, το κουτάκι cola, το κουτί των δημητριακών, χαρτοπετσέτες κ.ά. Αυτά μπορούν να μπουν, εξίσου, στον κάδο ανακύκλωσης. Υλικά, όμως, όπως μια χρησιμοποιημένη λερωμένη χαρτοπετσέτα και άλλα θα πρέπει να μπουν στον κάδο απορριμμάτων. Έτσι, λοιπόν, γίνεται ο ορθός διαχωρισμός των υλικών που έχουμε μέσα στο σπίτι μας. Αφού διαχωρίσει τα υλικά, ο παίκτης, θα πρέπει να ελέγξει το μέγεθος και τη σκληρότητα αυτών, που σημαίνει ότι, αν υπάρχει για παράδειγμα ένα μεγάλο κουκούτσι σε

κάποιο φρούτο, καλό θα ήταν να κοπεί ή αν υπάρχει ένα ολόκληρο μήλο καλό θα ήταν να τεμαχιστεί για το λόγο επιτάχυνσης της διαδικασίας κομποστοποίησης. Επίσης, πριν τα τοποθετήσει ο παίκτης στους κάδους θα πρέπει να ελέγξει την ποσότητα της οξύτητας, γιατί πρέπει να υπάρχει μια ομαλότητα στο μίγμα, που σημαίνει ότι πρέπει να προσέξει τη μεγάλη ποσότητα πορτοκαλιού ή λεμονιού, όπως και τη ποσότητα στάχτης τζακιού, τα οποία αποτελούν μέρος στο μίγμα της κομποστοποίησης αλλά σε περιορισμένη ποσότητα.

Αφού μαζέψει και διαχωρίσει, λοιπόν, τα υλικά ο παίκτης, πηγαίνει στην αυλή (βλέπε εικόνα πίστα 1b), όπου εκεί έχει τον δικό του κάδο κομποστοποίησης, στον οποίο αδειάζει τις βιοαποικοδομήσιμες σακούλες του. Ο κάδος αυτός είναι, συνήθως, με τρύπες περιμετρικά για την καλή οξυγόνωση του μίγματος και συνιστάται να τοποθετηθεί σε ακάλυπτο έδαφος, για να λειτουργήσει η εργασία από σκώληκες και έντομα με πιο ταχείς ρυθμούς αυξάνοντας τη θερμοκρασία του μίγματος και τη ταχύτητα της διαδικασίας ολοκλήρωσης. Άλλος ένας λόγος, που συνιστάται να είναι ο κάδος πάνω σε φυσικό έδαφος, είναι, γιατί λειτουργεί σαν λίπασμα για την περιοχή αυτή του εδάφους. Στην αυλή, υπάρχουν και άλλα υλικά περισυλλογής για την κομποστοποίηση, όπως κλαδιά, φύλλα πεσμένα από τα δέντρα, φρούτα πεσμένα και άλλα, τα οποία μπορούν, επίσης, να συμμετέχουν στο μίγμα για κομπόστ. Στην αυλή και γενικά σε εξωτερικούς χώρους βρίσκουμε υλικά πλούσια σε άζωτο και άνθρακα, στα οποία, επίσης, είναι απαραίτητη η μέτρηση για ένα ορθό μίγμα, αφού η αναλογία είναι 1 προς 3.

Υλικά πλούσια σε άνθρακα είναι τα φύλλα, οι βελόνες από πεύκα, το άχυρο, τα χαρτιά, τα ροκανίδια κ.ά. Υλικά πλούσια σε άζωτο είναι η κοπριά, τα υπολείμματα λαχανικών και των φρούτων, το γρασίδι κ.ά.

Η πίστα 1a έχει ως αντικείμενα:

- Κάδους.
- Απορρίμματα.
- πίνακα απορριμμάτων.
- πίνακα εργαλείων.



## 5.6.2 Δραστηριότητα 2

### Πίστα συλλογής στη γειτονιά



Εικόνα 5.5: Πίστα 2

Σε αυτήν την πίστα, ο παίκτης βρίσκεται στη γειτονιά του μέσα στην πόλη. Εκεί, όπως και σε κάθε γειτονιά, υπάρχει σούπερ μάρκετ, σχολείο, μανάβικο, χώροι εστίασης κ.ά. Σε χώρους, όπου υπάρχουν αρκετά υλικά προς κομποστοποίηση, όπως σε ένα σούπερ μάρκετ ή ένα μανάβικο, βρίσκονται μεγάλοι καφέ κάδοι κομποστοποίησης, όπου οι υπάλληλοι των καταστημάτων πετάνε τα κομποστοποιήσιμα υλικά που θα πετούσαν στον κάδο απορριμμάτων, συμβάλλοντας στην κομποστοποίηση και κατ' επέκταση στην προστασία του περιβάλλοντος. Τους κάδους αυτούς τους παρέχει ο δήμος μετά από αίτηση που κάνουν οι καταστηματάρχες και οι υπεύθυνοι των χώρων αυτών εστίασης εντελώς δωρεάν παρέχοντας επίσης ένα μέρος εκπαίδευσης για το τι μπορεί να οδηγηθεί σε χώρους κομποστοποίησης και τι όχι. Έτσι τα “απορρίμματα” αυτά, οδηγούνται σε “σωστό” σημείο για τη κοινωνία και το περιβάλλον. Από τους κάδους αυτούς, περνάει συνήθως δύο φορές την εβδομάδα το απορριμματοφόρο κομποστοποίησης και μαζεύει τα απόβλητα αυτά, για να τα περιχύσει στον αυτόματο μηχανικό κομποστοποιητή.

Στη γειτονιά και στους δρόμους υπάρχουν πολλά υλικά τα οποία μπορούν να συμπεριληφθούν στη κομποστοποίηση και την ανακύκλωση. Κάποια από αυτά είναι το χορτάρι, τα φρούτα, και τα λαχανικά που πέφτουν από τα δέντρα και τα φυτά, επίσης, τα κλαδιά, τα φύλλα των δέντρων και πολλά άλλα που συναντάμε στην καθημερινότητά μας, είναι κομποστοποιήσιμα υλικά. Στον αυτόματο μηχανικό κομποστοποιητή, ο χρόνος προετοιμασίας

του «κομπόστ» είναι πολύ λιγότερος από αυτόν που είναι γνωστός. Είναι, συνήθως, ο μισός χρόνος από αυτόν στην οικιακή κομποστοποίηση, δηλαδή ο χρόνος που μπορεί να παραχθεί το «κομπόστ» είναι το διάστημα των τριών μηνών με τη διαδικασία του αυτόματου μηχανικού κομποστοποιητή έναντι του οικιακού που απαιτεί κατά ελάχιστο διάστημα τους 6 μήνες. Στον αυτόματο μηχανικό κομποστοποιητή δεν απαιτείται να ορίσουμε το μέγεθος των απορριμμάτων και να κοπούν κατάλληλα, διότι αυτά ρυθμίζονται από τον προγραμματισμό του μηχανήματος και από ανθρώπους έμπειρους να το χειριστούν. Οι αναδευτήρες που εμπεριέχονται μέσα στη μηχανή του κομποστοποιητή είναι κατάλληλοι για να τεμαχίσουν ογκώδες απόβλητα προκειμένου τη ταχεία διαδικασία κομποστοποίησης. Δεν υπάρχει άγχος για την οξύτητα καθώς το σύστημα ελέγχει αυτόματα τη συλλογή και το διαχωρισμό των υλικών που εισέρχονται στο μίγμα, επίσης, μπορούν να κομποστοποιηθούν και παραπάνω υλικά, όπως κρέας, υπολείμματα σαλάτας, τα οποία περιέχουν λάδι και διάφορα λίπη. Γενικά, μπορούν να κομποστοποιηθούν αποφάγια από τυρόπιτα κ.ά. που σε έναν απλό οικιακό κομποστοποιητή δεν δύναται να προστεθούν, για το λόγο του ότι θα προκαλέσουν δυσάρεστη οσμή, που θα επιφέρει ζούφια, μη επιθυμητά στο χώρο μας καθώς και εστίες μόλυνσης.

Η πίστα αυτή θα περιέχει:

- Απορρίμματα.
- Κάδους.
- Απορριμματοφόρο.
- Καταστήματα.

### **5.6.3 Δραστηριότητα 3**

Ο παίκτης, εφόσον έχει ολοκληρώσει με επιτυχία την προηγούμενη πίστα, έχει την έγκριση από το σύστημα να εισέλθει στην πίστα 3.

Αυτή η πίστα είναι θεωρητικά η πιο δύσκολη και πιο σημαντική, διότι απαιτεί σωστή διαχείριση με τη βοήθεια του συστήματος και τους κατάλληλους πίνακες εργαλείων, για την ορθότητα του κομπόστ. Εδώ κρίνεται η εικόνα του μίγματος.



Εικόνα 5.6: Έλεγχος κομποστ πίστα 3

Στην εικόνα 5.6 της πίστας 3 απεικονίζεται ένας κομποστοποιητής γειτονιάς. Από το σύστημα γίνεται ο έλεγχος της θερμοκρασίας, της υγρασίας και του αερισμού του μίγματος. Αν κάτι από αυτά δεν είναι σε ιδανικές συνθήκες, το σύστημα εμφανίζει «errors» και ο παίκτης θα πρέπει να διορθώσει τις μετρήσεις. Για τη διαχείριση του μίγματος υπάρχει πίνακας εργαλείων με φτυάρι, πιρούνι και ποτιστήρι, με τα οποία μπορούν να ρυθμιστούν τυχόντα σφάλματα του μίγματος. Έτσι, όταν το σύστημα πετάξει σφάλμα στο οξυγόνο του μίγματος, ο παίκτης θα πρέπει να πάρει ένα φτυάρι και να αναμίξει το μίγμα για το σωστό αερισμό του. Με αυτόν τον τρόπο θα δουλέψουν οι σκόληκες και τα έντομα με πιο γοργούς ρυθμούς. Αν το σύστημα πετάξει σφάλμα υγρασίας, τότε ο παίκτης θα πρέπει να πάρει το ποτιστήρι και να προσθέσει λίγο νερό στο μίγμα ή αντίθετα θα πρέπει να ξηράνει το μίγμα με χώμα απλό ή προσθέτοντας στεγνά υλικά ή απλά να κάνει το σωστό αερισμό του μίγματος. Στην περίπτωση που το σφάλμα είναι στο pH, σημαίνει ότι έχουν μπει πολλά λεμόνια για παράδειγμα, άρα θα πρέπει να βάλει άλλο υλικό προς εξουδετέρωση της οξύτητας ή να αφαιρέσει οξύτητα από πορτοκάλια ή λεμόνια που τυχόν έχει βάλει κ.ο.κ.

Επόμενος έλεγχος του συστήματος είναι ο έλεγχος στον αυτόματο μηχανικό κομποστοποιητή, η κατάσταση ελέγχου και ρύθμισης αυτού γίνεται αυτόματα και δεν χρειάζεται να κοπούν τα υλικά σε μικρότερα κομμάτια. Δε χρειάζεται ανησυχία για τα σκληρά υλικά, όπως

τα κουκούτσια, για τα λίπη ή για τροφές, όπως τυρόπιτες και σοκολάτες που μπορεί να υπάρχουν στο μίγμα. Τον ΑΜΚ τον διαχειρίζεται υπάλληλος εκπαιδευμένος, ο οποίος, για να εισέλθει και να μπορεί να τοποθετήσει τα απορρίμματα προς κομποστοποίηση αλλά και να ρυθμίσει τις λειτουργίες του κομποστοποιητή, θα πρέπει να εισέλθει με την κάρτα εισόδου που του έχουν παρέχει.

Στην εικόνα 5.7 απεικονίζεται ο μηχανικός κομποστοποιητής ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο ΕΛΜΕΠΑ Κρήτης.



*Εικόνα 5.7: Μηχανικός κομποστοποιητής*

Στην εικόνα 5.8 απεικονίζεται ο έλεγχος μηχανικού κομποστοποιητή. Σύμφωνα με τον ΑΜΚ οι ρυθμίσεις και οι ανάγκες στο μίγμα γίνονται συστηματικά. Ωστόσο υπάρχουν φορές που επιβάλλεται η ανθρώπινη παρέμβαση. Αιτία παρέμβασης μπορεί να είναι κατά την ένδειξη έλλειψη υγρασίας από το σύστημα. Όταν ο πίνακας ελέγχου του συστήματος δείξει το επίπεδο υγρασίας κάτω του 35% σημαίνει ότι πρέπει να προστεθεί υγρασία και να κριθεί η ορθότητα των επιπέδων αυτής μετά την ανάδευση του κάδου. Άλλη μία σημαντική ένδειξη προβλήματος που μπορεί να δείξει ο πίνακας ελέγχου είναι η υπερβολική οξύτητα. Ιδιαίτερα τους χειμερινούς μήνες έχει παρατηρηθεί αύξηση κατανάλωσης σε εσπεριδοειδή τα οποία συνεπώς διοχετεύονται και στους κάδους κομποστοποίησης αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένδειξη σφάλματος για τη σωστή λειτουργία του κομποστ. Ένας τρόπος εξουδετέρωσης της υπερβολικής οξύτητας (η οποία

προέρχεται από φλούδες λεμονιού, πορτοκαλιού ντομάτες κ.α) είναι να προστεθεί έτοιμο μίγμα κόμποστ και ο άλλος τρόπος είναι να μην μπουν άλλα όξινα είδη στο μίγμα για μεγάλο χρονικό διάστημα, ωστόσο αυτή η διαδικασία δε προτείνεται διότι καθυστερεί να επανέλθει η οξύτητα του μίγματος έως και ένα μήνα. Τέλος άλλη ένδειξη συστήματος μπορεί να είναι ο ελλιπής αερισμός. Σε αυτή τη περίπτωση πιθανώς δεν έχει λειτουργήσει σωστά ο αναδευτήρας οπότε ο χρήστης καλείται να εκτελέσει επαναλειτουργία συστήματος.



Εικόνα 5.8: Έλεγχος δείγματος

Όταν το μίγμα κριθεί σωστό, τότε ο παίκτης μπορεί να δει τα οφέλη του, να καλλιεργήσει τα κηπευτικά του και να οργώσει τα χωράφια του με το πιο καλό λίπασμα που θα μπορούσε να έχει. Το φυσικό «κομπόστ» δεν έχει καμία ομοιότητα με τα λιπάσματα του εμπορίου, είναι δωρεάν και είναι το πλέον καταλληλότερο και αντιμικροβιακό μίγμα για το περιβάλλον μας καθώς διακρίνεται για την ευφορία που προκαλεί στο έδαφος και την υγιείς άνθηση- βλάστηση εφόσον δεν συντελεί σε αρρώστιες.

Σημαντικό σημείο ελέγχου είναι η ακαταλληλότητα οξύτητας των υλικών ούτως ώστε αν υπάρχουν περισσότερα όξινα στοιχεία όπως λεμόνια ντομάτες, το σύστημα να χαμηλώσει τα επίπεδα της οξύτητας αυτής

Η δραστηριότητα αυτή θα περιέχει:

- «Κομπόστ».
- Αυτόματο μηχανικό κομποστοποιητή.
- Πίνακα εργαλείων.
- Πίνακα ελέγχου «κομπόστ».

#### 5.6.4 Δραστηριότητα 4



Εικόνα 5.9: Πίστα 4 χρήση κομπόστ

Στη δραστηριότητα αυτή, ο παίκτης, αφού ολοκληρώσει τον έλεγχο «κομπόστ», ώστε να γίνει η παραγωγή του, μπορεί να εκμεταλλευτεί και να επωφεληθεί από αυτά που μπορεί να προσφέρει για το έδαφος και τα φυτά ως λίπασμα.

Κάνοντας είσοδο στην πίστα, λοιπόν, ανοίγει μια καρτέλα με τις εποχές και τους μήνες. Ο χρήστης καλείται να επιλέξει σε ποιο μήνα βρίσκεται, ώστε να ανοίξει επόμενος πίνακας με τα κατάλληλα και διαθέσιμα για την εποχή δέντρα, φρούτα, φυτά και λαχανικά.

Στην πίστα αυτή υπάρχει ένα σπίτι με την αυλή του αλλά και μια γειτονία, όπου μπορούν να φυτευτούν διάφορα δέντρα, φυτά, γρασίδι και λαχανικά. Σε αυτό το σημείο, επιλέγει το φυτό της αρεσκείας του και το τοποθετεί εκεί όπου επιθυμεί να φυτευτεί. Έτσι, σιγά σιγά ο παίκτης έχει τη δυνατότητα να δει πόσο όμορφο μπορεί να γίνει το περιβάλλον γύρω του, συμβάλλοντας



ο ίδιος σε αυτή την ομορφιά της φύσης και στην φροντίδα του περιβάλλοντος. Είναι κόπος, λοιπόν, τα “σκουπίδια” να τοποθετούνται σε ειδικούς κάδους κομποστοποίησης και όχι στον γενικών απορριμμάτων; Με την σκέψη αυτή, ο κόσμος θα γίνει καλύτερος και οι άνθρωποι, πιο ευσυνείδητοι. Η γνώση είναι δύναμη!

## 5.7 Software Design

### 5.7.1 Σύστημα σχεδίασης

Ακολουθεί οπτική παράσταση σε απλοποιημένη μορφή πραγματικότητας, με τη γλώσσα σχεδιασμού UML (unified modeling language).

Η uml περιλαμβάνει τρία βασικά στοιχεία:



Εικόνα 5.10: Βασικά στοιχεία της UML [96]

Σύμφωνα με τα διαγράμματα της UML απεικονίζεται η παράσταση του συστήματος που θέλουμε να υλοποιήσουμε προκειμένου να γίνει όσο το δυνατόν πιο κατανοητή.

Οι περιπτώσεις διαγραμμάτων όπου θα χρησιμοποιηθούν στην εργασία είναι:

Τα use case diagrams (διαγράμματα περίπτωσης χρήσης), τα οποία περιγράφουν τη λειτουργία του συστήματος μέσα από περιπτώσεις χρήσης και χαρακτήρες όπως και το τρόπο που αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους με τη μορφή συσχετίσεων. Κάποιες από τις σχέσεις των περιπτώσεων χρήσης μπορεί να είναι:

«include», περιλαμβάνει τη συμπεριφορά από άλλη περίπτωση χρήσης.

«extend» η οποία κάνει επέκταση άλλης περίπτωσης χρήσης προσθέτοντας της επιπλέον λειτουργίες.

«κληρονομικότητας», χωρίζεται σε δύο κατηγορίες τη γενίκευση και την ειδίκευση. Στη συσχέτιση της κληρονομικότητας μια περίπτωση κληρονομεί τη περιγραφή αλλά και τη συμπεριφορά της περίπτωσης χρήσης με την οποία συσχετίζεται.

Τα sequence diagrams (διαγράμματα ακολουθίας), μπορεί να γίνουν αρκετά λεπτομερή στη παράσταση της λειτουργίας συστήματος. Δείχνουν πως αλληλοεπιδρούν τα αντικείμενα μεταξύ τους σε μια ακολουθία χρόνου. Στο διάγραμμα ακολουθίας συμπεριλαμβάνονται η γραμμή ζωής (lifeline) η οποία απεικονίζει τη διάρκεια ζωής των αντικειμένων και των λειτουργιών τους και οι μπάρες εκτέλεσης (execution specification) οι οποίες δείχνουν τη ροή ελέγχου των αντικειμένων αυτών.

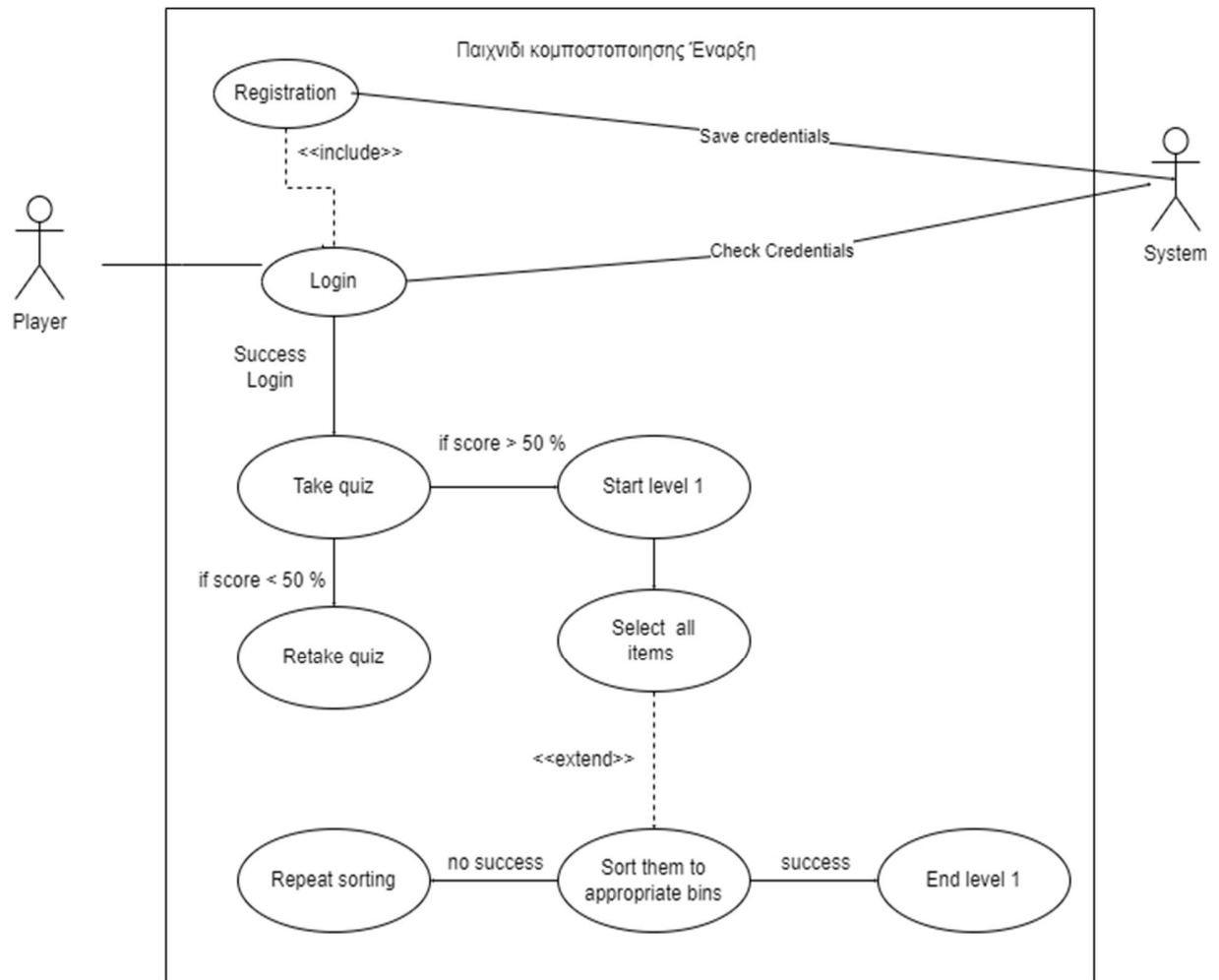
Τα class diagrams (διαγράμματα κλάσεων). Οι κλάσεις και τα αντικείμενα είναι η απεικόνιση ενός συστήματος. Η κλάση είναι η περιγραφή ενός αντικειμένου όπου αποτυπώνεται ο τύπος του (αν είναι ακέραιος, δυαδικός, πραγματικός κτλ.) και η ορατότητα του (αν είναι ορατό-δημόσιο ή μη ορατό-ιδιωτικό). Υπάρχουν δύο τύποι σχέσεων της κλάσης η γενίκευση και η ειδίκευση. Επιπλέον οι συσχετίσεις χωρίζονται σε απλή συσχέτιση, σύνθετη και συγκρότηση

### 5.7.2 *Use case diagrams*

Στο διάγραμμα 5.1 που ακολουθεί, ο χρήστης κάνει «εγγραφή – σύνδεση» στο παιχνίδι και στη συνέχεια, καλείται να απαντήσει σε ένα quiz ερωτήσεων με βασικές γνώσεις ανακύκλωσης και κομποστοποίησης. Για να μπορεί να παίξει στις πίστες, θα πρέπει να έχει 50% και άνω ποσοστό επιτυχίας στις απαντήσεις, αν το ποσοστό είναι κάτω του 50%, θα πρέπει να επαναλάβει, όσες φορές χρειαστεί, προκειμένου να εισέλθει στην πίστα παιχνιδιού με επίπεδο 1.

Μπαίνοντας στην πίστα 1, υπάρχει ένας πίνακας υλικών μέσα και έξω από την οικία που θα πρέπει να διαμοιραστεί στους σωστούς κάδους. Όταν το αντικείμενο πηγαίνει σε λάθος κάδο, το σύστημα δεν το επιτρέπει εμφανίζοντας εικονίδιο σφάλματος. Αφότου τοποθετηθούν όλα τα υλικά στους κάδους τους και εφόσον κριθεί από το σύστημα ότι τα υλικά τοποθετήθηκαν στους σωστούς κάδους, τότε έχουμε τερματισμό της πρώτης πίστας και ο παίκτης έχει τη δυνατότητα να συνεχίσει στην επόμενη πίστα.

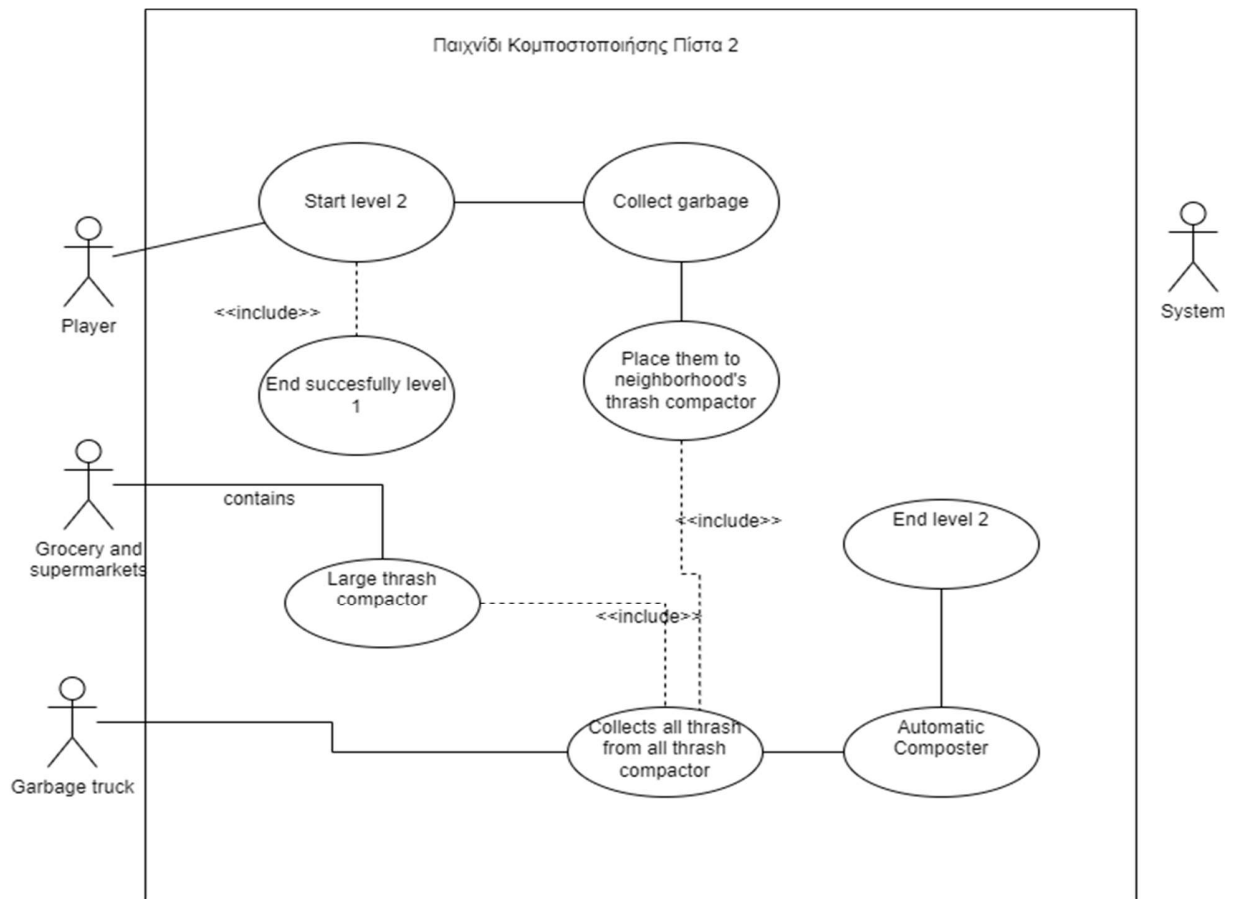




Διάγραμμα 5.1: Use case diagram 1

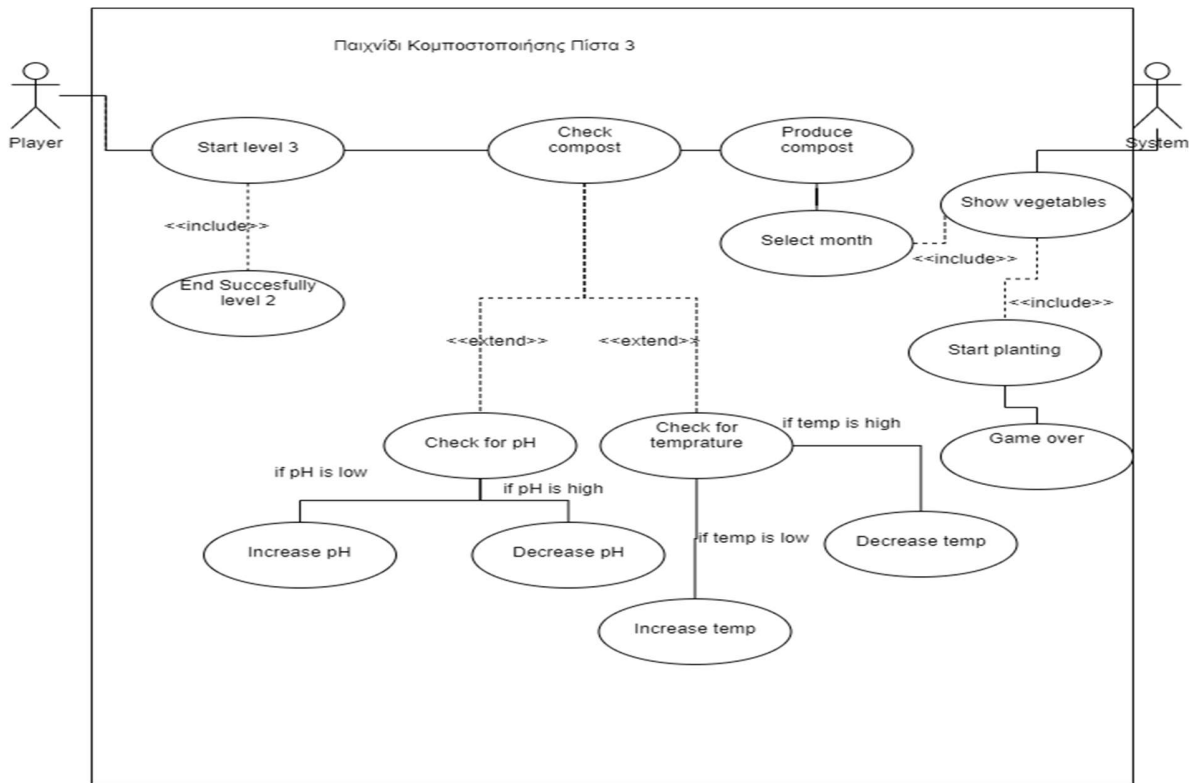
Στο διάγραμμα 5.2 που ακολουθεί απεικονίζεται η πίστα επιπέδου 2. Σε αυτήν την πίστα φαίνεται ο παίκτης να κάνει συλλογή των υλικών προς τον κάδο κομποστοποίησης και τον κάδο ανακύκλωσης. Οι καταστηματάρχες (Grocery and Supermarkets) από μανάβικα, σούπερ μάρκετ και εστιατόρια αφήνουν τα υπολείμματα φαγητού τους όπως φρούτα και λαχανικά, στους καφέ κάδους που έχουν έξω από τα καταστήματά τους, προκειμένου να περάσει το απορριμματοφόρο κομποστοποίησης και να μεταφέρει τα απορρίμματα αυτά στον αυτόματο μηχανικό κομποστοποιητή. Στον ΑΜΚ υπάρχει πάντα κάποιος αρμόδιος και σωστά εκπαιδευμένος ο οποίος, αφότου εισέλθει στο χώρο, υποδεικνύοντας στο σκάνερ εισόδου την «κάρτα –κλειδί» που κατέχει, μπορεί να κάνει τις απαραίτητες ενέργειες και ρυθμίσεις για τη σωστή λειτουργία

του μηχανήματος. Όταν, λοιπόν, τοποθετηθούν τα υλικά στον ΑΜΚ έχουμε το τέλος της πίστας αυτής και ο παίκτης μπορεί να μεταβεί στην επόμενη πίστα



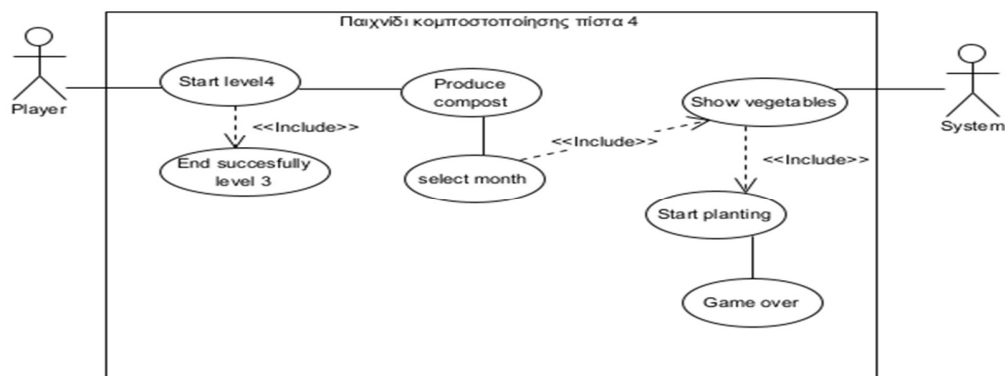
Διάγραμμα 5.2: Use Case diagram 2

Στο διάγραμμα 5.3 που ακολουθεί, απεικονίζεται η πίστα επιπέδου 3 κατά την οποία ο παίκτης εισέρχεται εφόσον έχει ολοκληρώσει με επιτυχία την πίστα level 2, Ελέγχει το μίγμα κομποστ αν έχει ιδανικές τιμές pH και θερμοκρασίας και στη συνέχεια εφόσον επιλυθούν τυχόν προβλήματα, παράγεται το κομπόστ. Σε επόμενη λειτουργία ο χρήστης επιλέγει τον μήνα που επιθυμεί να οργώσει για να εμφανιστεί η λίστα με τα διαθέσιμα εποχής κηπευτικά.



Διάγραμμα 5.3: Use Case diagram 3

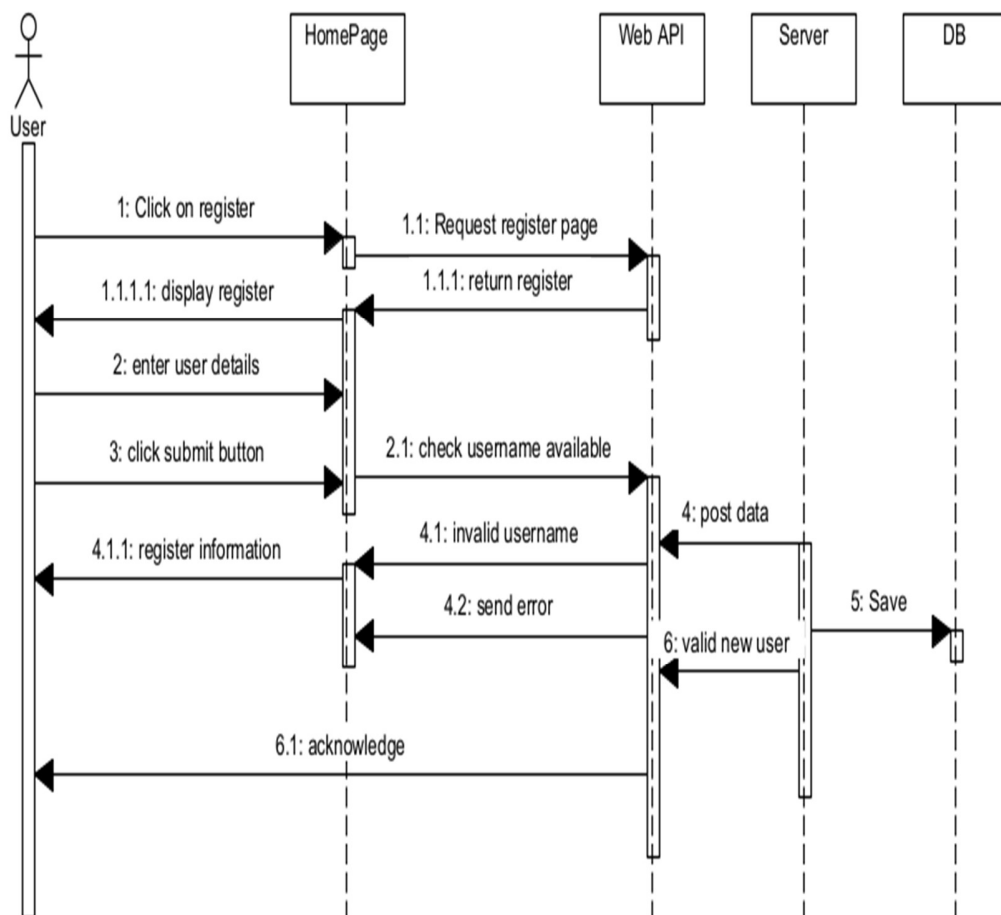
Στο διάγραμμα 5.4 που ακολουθεί απεικονίζεται η πίστα level 4. Ο παίκτης εισέρχεται στην πίστα αυτή εφόσον έχει εκτελέσει με επιτυχία την πίστα 3 και εφόσον έχει παραχθεί το εδαφοβελτιωτικό κομπόστ επιλέγει το μήνα όπου διανύει προκειμένου να ανοίξει ο πίνακας με τα διαθέσιμα κηπευτικά και αφού επιλέξει αυτά που επιθυμεί ξεκινάει το όργωμα



Διάγραμμα 5.4: Use Case diagram 4

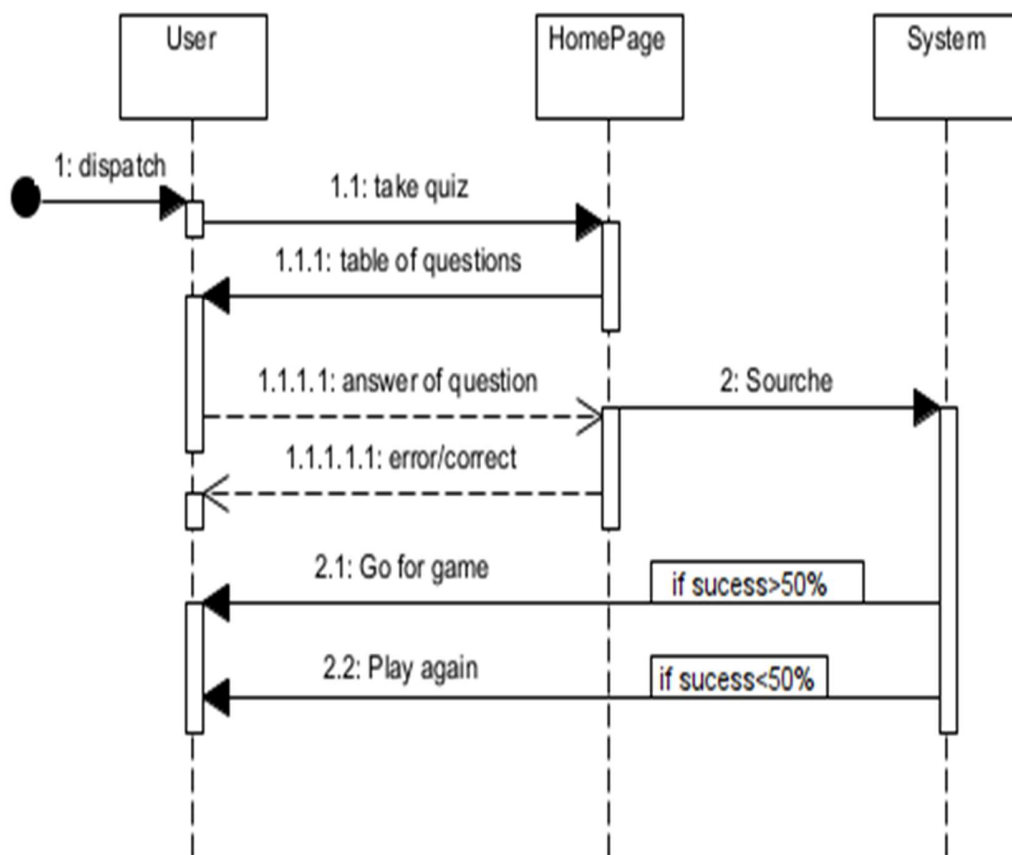
### 5.7.3 Sequence diagrams

Στο διάγραμμα 5.5 που ακολουθεί ο παίκτης κάνει κλικ στο εικονίδιο εγγραφής, δημιουργείται αίτημα εγγραφής στη κλάση HomePage η οποία επιστρέφει την αποδοχή ή όχι του αιτήματος αυτού. Στη συνέχεια ο παίκτης συμπληρώνει το πεδίο με τα στοιχεία του εκείνα επεξεργάζονται από τη HomePage και επιστρέφεται μήνυμα έγκρισης η απόρριψης. Τα δεδομένα μεταφέρονται στον Server ο οποίος επιστρέφει την έγκριση χρήστη για την είσοδο του στο σύστημα ή όχι. Τα στοιχεία αυτά αποθηκεύονται στη DB (βάση δεδομένων του συστήματος).



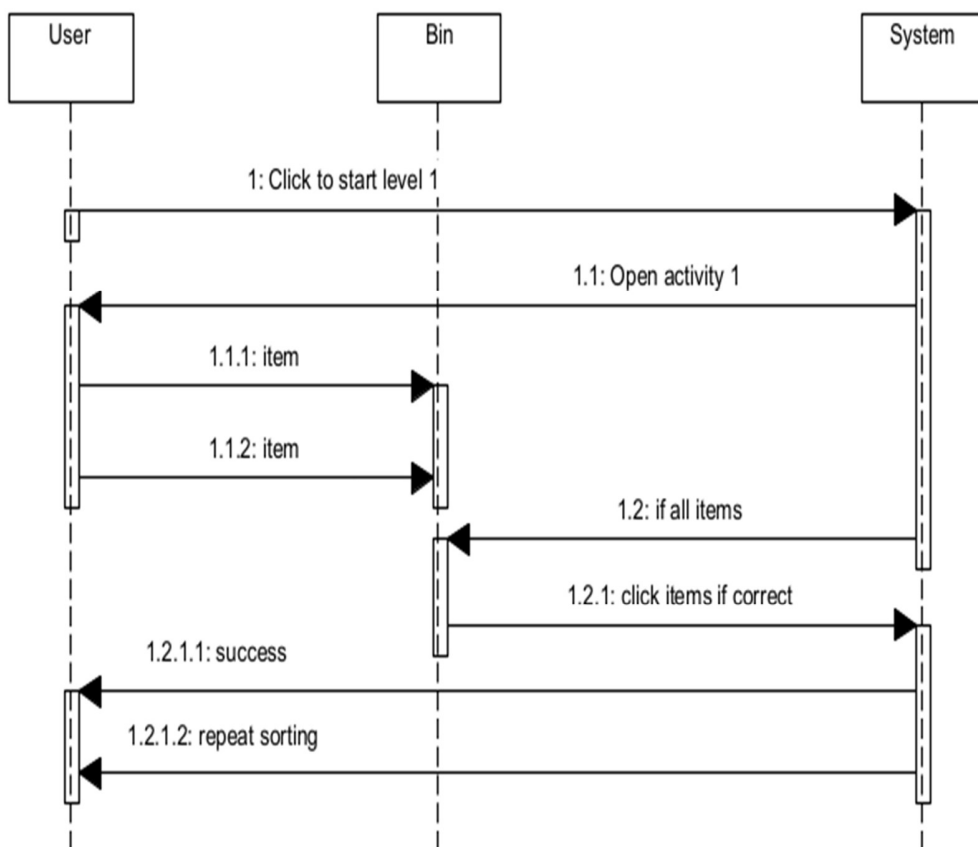
Διάγραμμα 5.5: Sequence diagram 1

Στο διάγραμμα 5.6 που ακολουθεί, Ο χρήστης επιλέγει το εικονίδιο κουίζ, η σελίδα (Home Page) του ανοίγει το πίνακα ερωτήσεων. Στη συνέχεια απαντάει τα ερωτήματα κατά σειρά ταξινόμησης και σε περίπτωση λάθους απάντησης το σύστημα επιστρέφει μήνυμα λάθους. Προϋπόθεση για να πάει ο παίκτης στην επόμενη πίστα είναι να βγει ποσοστό επιτυχίας μεγαλύτερο του 50%. Αν το αποτέλεσμα είναι μικρότερο του απαιτούμενου ποσοστού, το σύστημα επαναλαμβάνει τη διαδικασία.



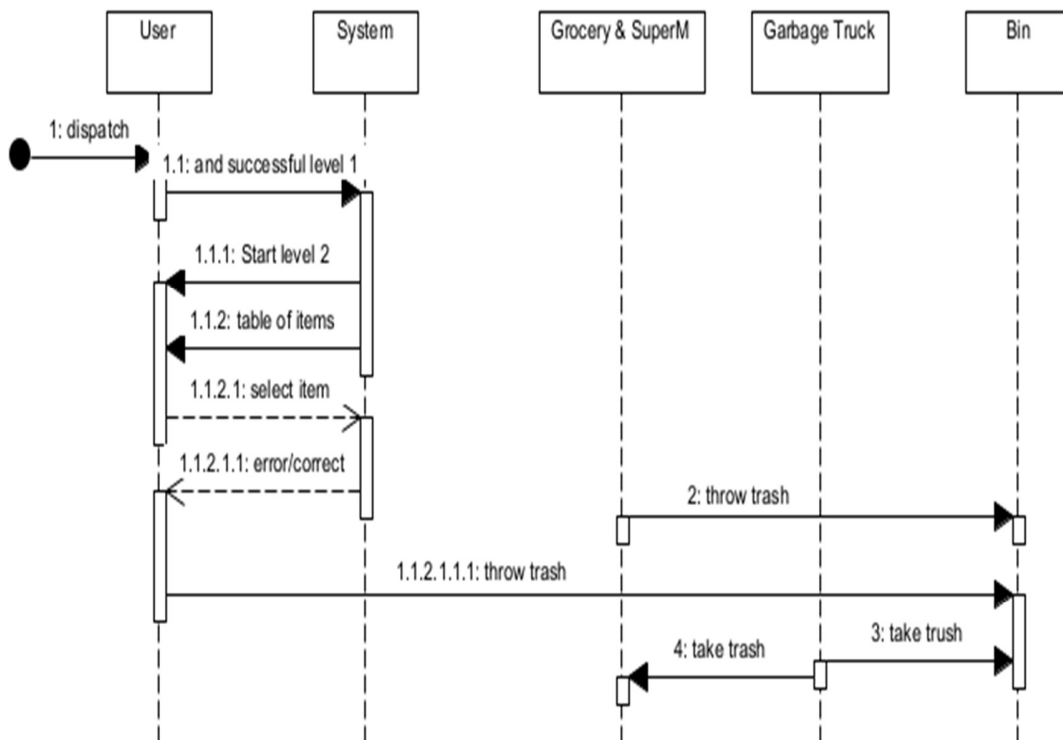
Διάγραμμα 5.6: Sequence diagram 2

Στο διάγραμμα 5.7 που ακολουθεί, ο χρήστης κάνει είσοδο στη πίστα level 1 και το σύστημα ανοίγει τη πλατφόρμα της δραστηριότητας 1. Ο χρήστης επιλέγει κάθε αντικείμενο και το τοποθετεί στους σωστούς κάδους. Προϋπόθεση της δραστηριότητας αυτής είναι να επιλεγούν και να τοποθετηθούν όλα τα υλικά στους σωστούς κάδους. Σε περίπτωση μη ολοκλήρωσης αυτής της διαδικασίας το σύστημα του ζητάει να επαναλάβει.



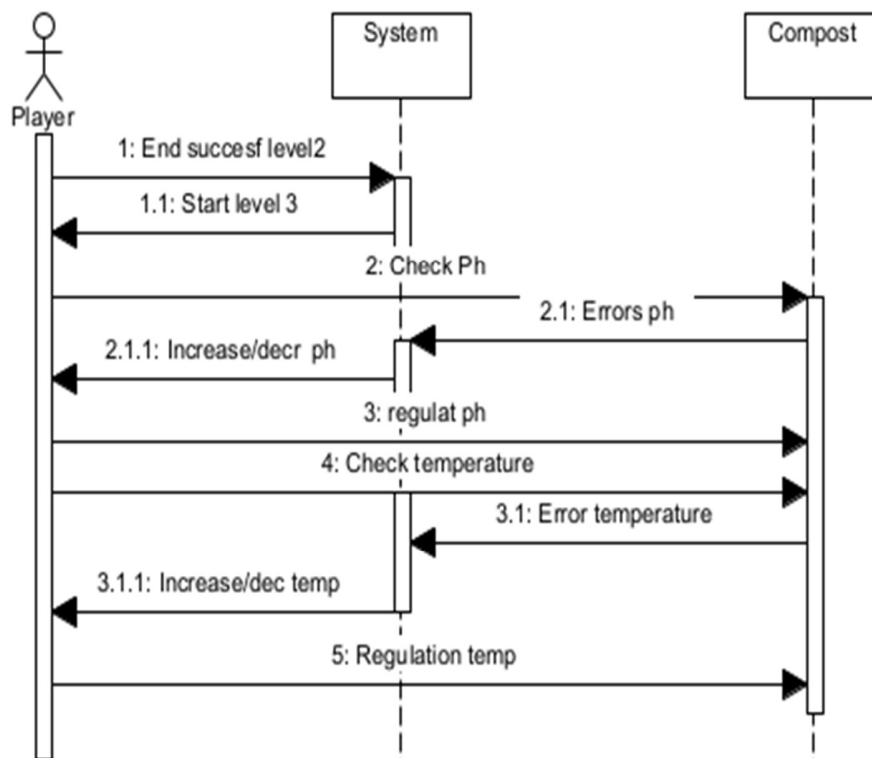
Διάγραμμα 5.7: Sequence diagram 3

Στο διάγραμμα 5.8 που ακολουθεί ο χρήστης εισέρχεται στο σύστημα εφόσον έχει εκτελέσει με επιτυχία τη πίστα 1 και στη συνέχεια ανοίγει πεδίο με υλικά τα οποία πρέπει να τα επιλέξει και να τα τοποθετήσει στο σωστό κάδο. Το σύστημα εμφανίζει μήνυμα σωστού ή λάθος ανάλογα της επιλογής που έχει κάνει. Άλλη μια λειτουργία που απεικονίζεται στο συγκεκριμένο διάγραμμα είναι η συλλογή των απορριμματοφόρων οχημάτων και η μεταφορά των αποβλήτων στους κατάλληλους κάδους.



Διάγραμμα 5.8: Sequence diagram 4

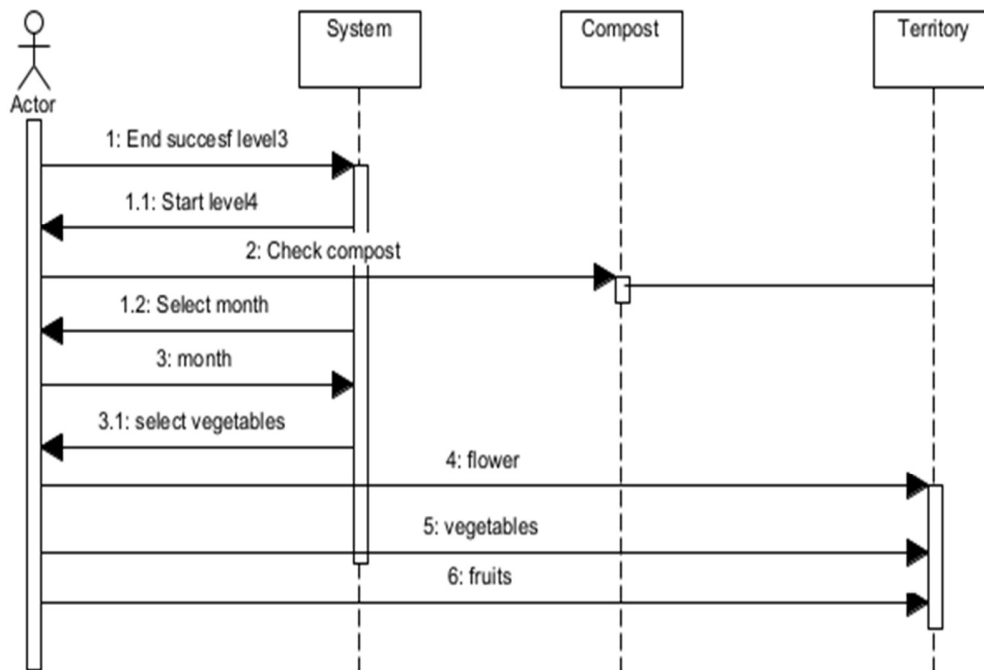
Στο διάγραμμα 5.9 που ακολουθεί ο παίκτης εισέρχεται στο level 3 εφόσον έχει ολοκληρώσει με επιτυχία το level 2. Το σύστημα ελέγχει το pH και εμφανίζει errors σε περίπτωση σφάλματος της αναλογίας δίνοντας στον παίκτη την επιλογή να αυξήσει ή να μειώσει την οξύτητα. Αντίστοιχα το σύστημα ελέγχει τη θερμοκρασία του μίγματος δίνοντας στον παίκτη τη δυνατότητα να αυξήσει ή να μειώσει τη θερμοκρασία ανάλογα με τις ανάγκες του μίγματος.



Διάγραμμα 5.9: Sequence diagram 5

Στο διάγραμμα 5.10 που ακολουθεί απεικονίζεται σε ακολουθία χρόνου ο παίκτης ο οποίος έχει εισέλθει στο επίπεδο αυτό μετά την επιτυχία του από το επίπεδο 3. Το σύστημα ανοίγει πίνακα για επιλογή μήνα, εκείνος επιλέγει μήνα, στη συνέχεια το σύστημα ανοίγει πίνακα με κηπευτικά ο παίκτης επιλέγει τα κηπευτικά που επιθυμεί και στη συνέχεια οργώνει στο έδαφος λουλούδια, λαχανικά και φρούτα.





Διάγραμμα 5.10: Sequence diagram 6

#### 5.7.4 Class Diagrams

Στο class diagram 1 έχουμε την κλάση «Player», με αντικείμενα τα «name, password, date Birth, username και last name».

Σε αυτήν τη κλάση οι λειτουργίες είναι:

- ◆ Η εγγραφή του χρήστη με στοιχεία (name, password, date of birth, username και last name).
- ◆ Το παιχνίδι ερωτήσεων τύπου quiz.
- ◆ Η επιλογή του κάδου (ανακύκλωσης, κομποστοποίησης, απορριμμάτων).
- ◆ Η συλλογή των υλικών-απορριμμάτων.

Η βάση του παιχνιδιού με την ονομασία «Game engine» κάνει τις εξής λειτουργίες:  
Έλεγχος στον παίκτη κατά την εγγραφή του στο σύστημα.

Έλεγχος από το quiz (όταν ο παίκτης βγάλει σκορ μεγαλύτερο του 50%, τότε το σύστημα τον πάει στη δραστηριότητα 1 level 1, αν το σκορ είναι μικρότερο του 50% τότε το σύστημα του ζητάει να επαναλάβει τη διαδικασία του quiz).

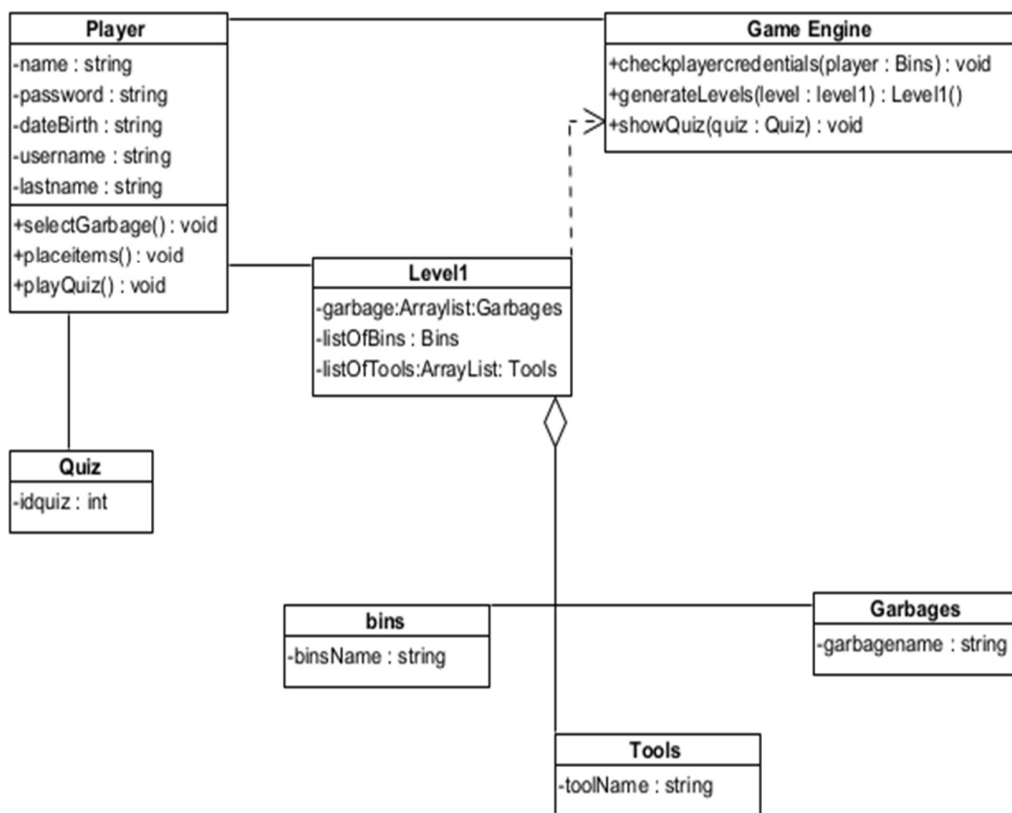
Στη κλάση level 1 τα αντικείμενα της κλάσης είναι ο πίνακας με τα απορρίμματα (π.χ. ντομάτα πατάτα, μαρούλι, χαρτί κουζίνας, κουτί), ο πίνακας με τα εργαλεία πίνακας με τους κάδους.

Η κλάση level 1 έχει ως αντικείμενα τον πίνακα με κάδους για επιλογή (εδώ ανοίγει και μια υποκλάση για τους κάδους).

Πίνακα απορριμμάτων για επιλογή (εδώ ανοίγει μία υποκλάση για τα απορρίμματα).

Πίνακα εργαλείων για επιλογή (εδώ ανοίγει μια υποκλάση για τα εργαλεία όπως φτυάρι, καρότσι βιοδιασπώμενη σακούλα κ.α).

Η κλάση Game Engine έχει ως αντικείμενα τον έλεγχο αν ο παίκτης έχει τοποθετήσει τα υλικά στους σωστούς κάδους, τον έλεγχο αν η πίστα ένα ολοκληρώθηκε με επιτυχία και τον έλεγχο του κουίζ προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι απαντήσεις στα ερωτήματα είχαν τα επιθυμητά αποτελέσματα που προβλέπονται από τις απαιτήσεις του παιχνιδιού.



Διάγραμμα 5.11: Class diagram 1

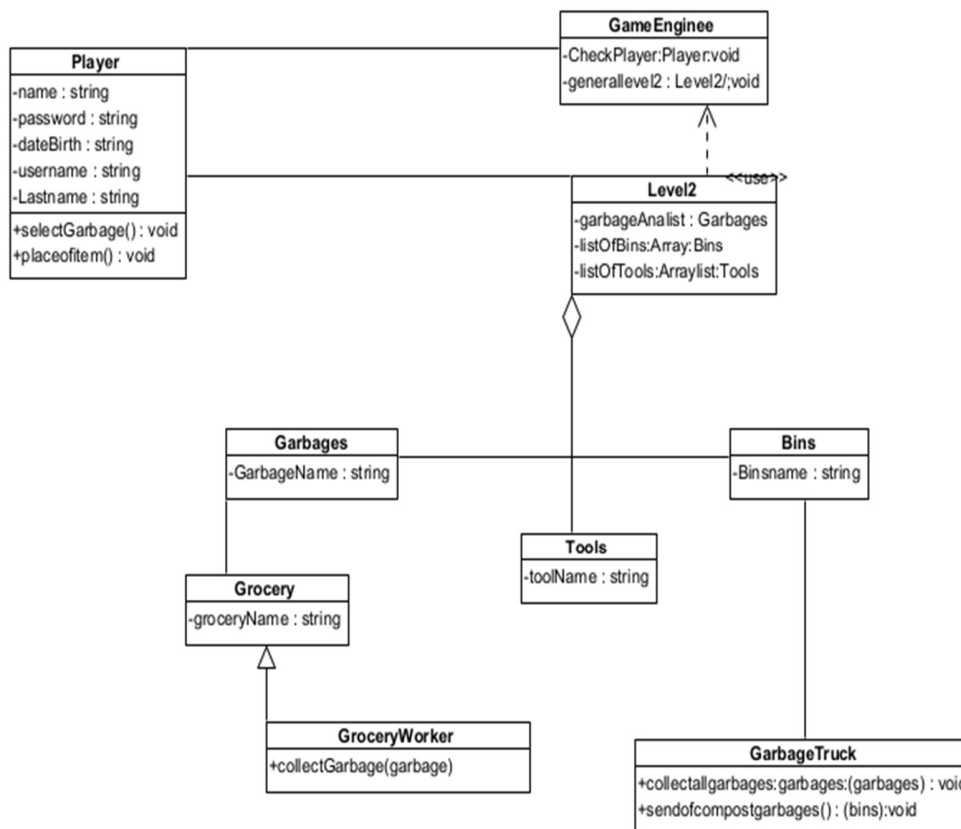
Στο διάγραμμα 5.11 έχουμε πάλι την κλάση «Player», με αντικείμενα ίδια με το class diagram 1 και κύριες λειτουργίες την επιλογή των ανακυκλώσιμων- κομποστοποιήσιμων υλικών και την μετακίνηση αυτών (των απορριμμάτων) στον σωστό κάδο.

Το σύστημα με την ονομασία κλάσης «Game Engine» έχει τις λειτουργίες:

Να ελέγχει τα υλικά, αν μπήκαν όλα και αν βρίσκονται στους σωστούς κάδους και αφού γίνει η ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας, να μεταφέρει τον παίκτη στη πίστα 2 (level 2).

Η κλάση level 2 περιέχει πίνακα με απορρίμματα όπως ντομάτα, αγγούρι κ.ά. και πίνακα εργαλείων με φτυάρι, ποτιστήρι και τσουγκράνα.

Η κλάση «garbage truck» είναι το γνωστό σε όλους “σκουπιδιάρικο” που κάνει τη συλλογή των απορριμμάτων από τους κομποστοποιήσιμους κάδους της κλάσης «Garbage’s και Bins».



Διάγραμμα 5.12: Class diagram 2

Στο class diagram 5.13 αναπαρίσταται η δραστηριότητα 3 και 4 του παιχνιδιού.

Ο χρήστης με την ονομασία κλάσης «Player» και αντικείμενα, όμοια με τα class diagram 1 & 2, έχει τις εξής λειτουργίες:

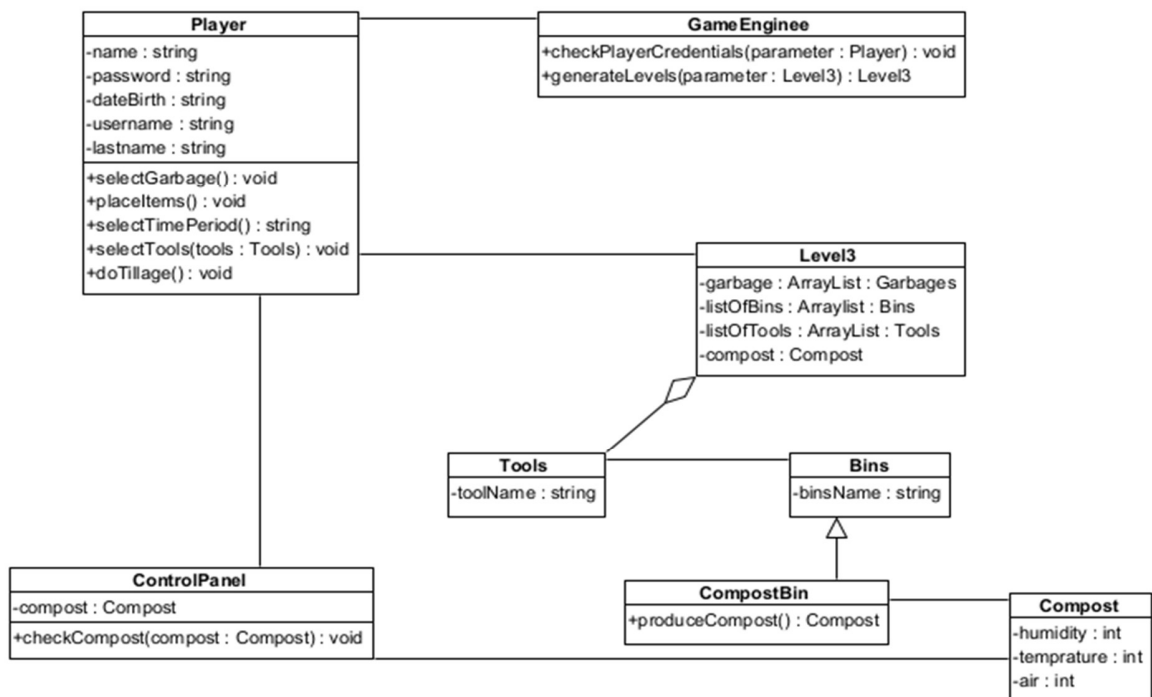
- Επιλογή κάδου.
- Επιλογή υλικών.
- Επιλογή χρονικής περιόδου (προκειμένου να ανοίξει ο κατάλληλος πίνακας κηπευτικών, σύμφωνα με την εποχή).
  - Πίνακας εργαλείων (φτυάρι, ποτιστήρι, τσουγκράνα), ώστε ανάλογα το «error» που θα πετάει το σύστημα για το μίγμα «κομπόστ», ο χρήστης να επιλέγει το κατάλληλο εργαλείο διαχείρισης του μίγματος.
  - Επιλογή οργάνωτος. Αφού, δημιουργηθεί το «κομπόστ», ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επιλέξει από τον πίνακα κηπευτικών αυτό που επιθυμεί και να το φυτέψει στο

σημείο που θέλει, στην αυλή που του παρέχει το σύστημα. Έτσι, θα έχει τη δυνατότητα να δει την εξέλιξη αυτού του αγαθού, του «κομπόστ».

Η κλάση με την ονομασία «Game Engine» κάνει έλεγχο στον παίκτη κατά την είσοδο του και ανάλογα του δίνει τη δυνατότητα να περάσει στο «level 3».

Η κλάση με το όνομα «level 3» έχει τον πίνακα κάδων, τον πίνακα εργαλείων και το «κομπόστ» ως αντικείμενα. Η κλάση αυτή συνδέεται με τις υποκλάσεις «Tools Bins» και «Compost Bin», οι οποίες σχετίζονται με την υποκλάση «Compost», που έχει ως αντικείμενα την θερμοκρασία, την υγρασία και τον αερισμό (δηλ. τους παράγοντες δημιουργίας του σωστού μίγματος).

Τελευταίο και πιο σημαντικό σημείο, η κλάση «Control Panel», κατά την οποία γίνεται ο έλεγχος του «κομπόστ» όσον αφορά στη θερμοκρασία, την οξύτητα, την υγρασία και τον αερισμό του μίγματος. Αν κάτι δεν είναι σωστό στο μίγμα, το σύστημα ανοίγει εικονίδια «errors» στον χρήστη, προκειμένου να τα διορθώσει.



Διάγραμμα 5.13: Class diagram 3

## 6 Κεφάλαιο – Συμπεράσματα & Μελλοντική έρευνα

### 6.1 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την έρευνα διαπιστώθηκε ότι υπάρχει σημαντική έλλειψη γνώσης σε θέματα που αφορούν την ανακύκλωση την κομποστοποίηση αλλά και γενικότερα θέματα που αφορούν την υγεία και το περιβάλλον. Επίσης Οι δάσκαλοι δεν έχουν τη σωστή ενημέρωση και το κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό, ώστε να παροτρύνουν και να μεταδώσουν την έννοια και τη συνέπεια που απαιτεί ο ορισμός αυτός.

Οι μελέτες και μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, προωθούν την ανακύκλωση και την κομποστοποίηση παράλληλα, γίνεται αντιληπτή η συνδεσιμότητα τους για το φυσικό περιβάλλον αλλά και την καθημερινότητα μας. Το γεγονός της μη ευαισθητοποίησης των πολιτών στα θέματα αυτά, οφείλεται στην ελλιπή ενημέρωση των εκπαιδευτικών, κυρίως σε ό,τι έχει σχέση με τη διαδικασία και τα οφέλη τους, γεγονός που συνάδει με την ελλιπή γνώση των μαθητών.

Η έρευνα ξεκίνησε με το ερώτημα του κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί είναι ευαισθητοποιημένοι με το περιβάλλον και γνώστες της θετικής επιρροής που ασκεί η ανακύκλωση-κομποστοποίηση σε αυτό, μιας και με αυτό τον τρόπο διαμορφώνεται η οικολογική συνείδηση των παιδιών.

Σύμφωνα με μελέτες [97], οι άνθρωποι επηρεάζονται πολύ από τα ερεθίσματα που λαμβάνουν στην καθημερινότητά τους. Αυτό επιβεβαιώνεται όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και στο εξωτερικό. Έτσι, με τα σωστά ερεθίσματα θα υπήρχαν πιο ευαισθητοποιημένοι άνθρωποι με ορθές κρίσεις και γνώσεις, θα υπήρχαν καλύτερες τεχνολογίες κ.ό.κ. Δυστυχώς, δεν υπάρχουν αρκετές δράσεις ανακύκλωσης και κομποστοποίησης σε σχολεία, ώστε να διαπιστωθεί η αξία τους. Προκύπτει πως μερίδιο ευθύνης για την ελλιπή γνώση αυτών έχει και η πολιτεία, διότι με την έλλειψη ποινών και νόμων όπως και την έλλειψη περιβαλλοντικών δράσεων, ο πολίτης αδρανοποιείται και έρχεται αντιμέτωπος με την απάθεια και την αμέλεια για τις πράξεις του.

Για να επιβεβαιωθούν τα συμπεράσματα αυτά, επόμενο βήμα είναι η υλοποίηση σε πειραματικό στάδιο δύο φάσεων, και αυτό γιατί θεμιτό θα ήταν μέσα από τα δείγματα χρήσης, να διαπιστωθεί ποιο είναι πιο προσιτό και εποικοδομητικό για τα παιδιά. Στη μία εκδοχή του παιχνιδιού ο παίκτης θα εκπαιδευτεί, θα ακολουθήσει τις οδηγίες και θα επιβεβαιώνεται με την

εισαγωγή του στην επόμενη πίστα. Στην άλλη εκδοχή του παιχνιδιού θα επιβεβαιώνεται με «coins». Με αυτόν τον τρόπο, θα αποδειχθεί κατά πόσο συμβάλλει η συνεχόμενη επιβράβευση στην ανοδική πορεία των μαθητών.

Για την ερευνητική εργασία που πρόκειται να δημοσιευθεί σχετικά με την αξιολόγηση ενός σοβαρού παιχνιδιού που έχει σχεδιαστεί για την εκπαίδευση των μαθητών του δημοτικού σχολείου αναφορικά με την κομποστοποίηση και τη διαχείριση των αποβλήτων, είναι απαραίτητο ένα λεπτομερές και δομημένο ερευνητικό σχέδιο. Το σχέδιο αυτό περιλαμβάνει διάφορες φάσεις, από τη σύλληψη της ιδέας έως την αξιολόγηση, εξασφαλίζοντας μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την κατανόηση της αποτελεσματικότητας του παιχνιδιού. Η μελέτη θα αφορά μαθητές ηλικίας 6 έως 12 ετών και θα πρέπει να διεξαχθεί με ακαδημαϊκή αυστηρότητα.

## **6.2 Μελλοντική έρευνα**

Η μελέτη ξεκινά με την πλαισίωση της σημασίας της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην πρώιμη παιδική ηλικία και του αναδυόμενου ρόλου των διαδραστικών εργαλείων μάθησης σε αυτόν τον τομέα.

Ως Δήλωση του προβλήματος εξετάζεται το ενδεχόμενο έλλειψης ελκυστικών και αποτελεσματικών εκπαιδευτικών εργαλείων για τη διδασκαλία σύνθετων περιβαλλοντικών εννοιών όπως η κομποστοποίηση και η ανακύκλωση σε μικρούς μαθητές.

### **6.2.1 Μεθοδολογία**

Επιλογή δείγματος: Η μελέτη θα περιλαμβάνει ένα ποικίλο δείγμα μαθητών δημοτικού σχολείου ηλικίας 6 έως 12 ετών από διάφορα σχολεία, εξασφαλίζοντας ένα αντιπροσωπευτικό μείγμα όσον αφορά την ηλικία, το φύλο και το εκπαιδευτικό υπόβαθρο των γονέων.

Σχεδιασμός της μελέτης: Θα εφαρμοστεί ένας ημι-πειραματικός σχεδιασμός, με αξιολογήσεις πριν και μετά το παιχνίδι για τη μέτρηση των επιπέδων γνώσεων και δεξιοτήτων.

Εργαλεία συλλογής δεδομένων:

- Έρευνα πριν από το παιχνίδι: Για την αξιολόγηση των βασικών γνώσεων και στάσεων σχετικά με την κομποστοποίηση και την ανακύκλωση.

- Έρευνα και κουίζ μετά το παιχνίδι: Για την αξιολόγηση των γνώσεων που αποκτήθηκαν και των δεξιοτήτων που αναπτύχθηκαν μετά το παιχνίδι.

- Ημερολόγια παρατήρησης και αλληλεπίδρασης: Για την παρακολούθηση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές αλληλοεπιδρούν με το παιχνίδι και εφαρμόζουν τη μάθησή τους σε πραγματικές καταστάσεις.

- Ανάλυση δεδομένων: Θα χρησιμοποιηθεί στατιστική ανάλυση για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων πριν και μετά το παιχνίδι, χρησιμοποιώντας εργαλεία όπως το SPSS ή η γλώσσα R για λεπτομερή ανάλυση.

### **6.2.2 Αναμενόμενα αποτελέσματα**

Αναμένεται ότι οι συμμετέχοντες θα βελτιώσουν τις γνώσεις και τις δεξιότητές τους σχετικά με την αντίληψη τους για την κομποστοποίηση και την ανακύκλωση.

Επιπτώσεις: Τα αποτελέσματα αναμένεται να υπογραμμίσουν την αποτελεσματικότητα των διαδραστικών εργαλείων μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση και να παράσχουν πληροφορίες για τους εκπαιδευτικούς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής.

### **6.2.3 Σχέδιο διάδοσης**

Ακαδημαϊκές δημοσιεύσεις: Στοχεύετε να δημοσιευτεί στο περιοδικό Sustainability του εκδοτικού οίκου MDPI.



## Βιβλιογραφία

- [1] Baeyens, P. Lettieri and J. (2009). *Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW)*. London: P. Lettieri, pp 1-5, <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>
- [2] wikipedia, <https://el.wikipedia.org/wiki/Ανακύκλωση>, (accessed Feb. 2023)
- [3] Eder, H. Saveyn and P. (2014). End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost& digestate). Spain, pp 125-176, <http://doi:10.2791/6295>
- [4] Zhu, N. (2007). Effect of low initial C / N ratio on aerobic composting of swine manure with rice straw,” vol. 98, pp. 9–13. PR China.
- [5] Α.Νικολοπούλου. (2015). Ο ρόλος του κομπόστ στην ολοκληρωμένη φυτοπροστασία και στην θρέψη των φυτών. Καλαμάτα, pp 4-18
- [6] Κομπόστ για αρχάριους, <https://geoponoi.gr/2017/09/16/pws-na-ftiaxw-kompost-gia-arxarioys/>, (accessed Feb. 2023)
- [7] Κρητικός, Ι. (2016). Αειφόρος ανάπτυξη και ανακύκλωση στερεών απορριμμάτων: μελέτη των απόψεων των δημοτικών υπαλλήλων της Διεύθυνσης Περιβάλλοντος και Καθαριότητας του Δήμου Κω. Ρόδος, pp 107-115
- [8] Μ.Κυπριώτου. (2016). ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΚΟΜΠΟΣΤ ΠΡΟΕΡΧΟΜΕΝΟ ΑΠΟ ΒΙΟΑΠΟΒΛΗΤΑ. Αθήνα, pp 16-24
- [9] Α.Σταύρου. (2022). Διερεύνηση των προκλήσεων και ευκαιριών οικοδόμησης. Φλώρινα, pp 31-32
- [10] Siralipour, A. (1992). Uses and benefits of MSW compost, vol.3, no. 3-4, [https://doi.org/10.1016/0961-9534\(92\)90031-K](https://doi.org/10.1016/0961-9534(92)90031-K)
- [11] Y.Chen. (1986). The role of organic matter in modern agriculture. Dordecht: Martinus Nijhoff, vol.25, pp.257-287
- [12] YB Guanzon, RJ Holmer. (1993). Composting of organic wastes: A main component for successful integrated solid waste management in Philippine cities, pp 2-12
- [13] R.Leslie. (2000, May 5). Composting: Art and Science of Organic Waste Conversion to a Valuable Soil Resource. Laboratory Medicine, vo.31, no 5, pp 283-290
- [14] oracle,”data access object” <https://el.green-ecolog.com/15336909-what-is-organic-waste-and-examples> (accessed Mar. 20, 2023)

- [15] oracle “data access object” <http://sdelamias.fth.sch.gr/autosch/joomla15/index.php/11-news-events/105-kompostopoiisi-perivallontikos-grammatismos-ntarladimas-giannis-papaspyrou-konstantia>, (accessed Mar. 21, 2023)
- [16] Κοτροπούλου, Η. (2013). Εφαρμογή πρότυπου συστήματος οικιακής ξήρανσης και χαρακτηρισμός του τελικού προϊόντος. Αθήνα, pp 64-70
- [17] Χιουρέα, Π. (2020). Χώρος υγειονομικής ταφής απορριμάτων.Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Πάτρα, pp 15-21
- [18] [\]https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XC1106\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XC1106(01)&from=EN) (accessed April 2023)
- [19] Σκρεπέτος. (2015). Σχεδιασμός και δοκιμαστική λειτουργία μηχανικών-οικιακών κομποστοποιητών, Ηράκλειο, pp 2-26
- [20] Chang, J. I. (2008). Effects of compositions on food waste composting. Chang, James I., Kaohsiung, vol 99, no 17, <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.03.043>
- [21] Muir-Herzig, R. (2003). Technology and its impact in the classroom. USA, vol 42, no 2, [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(03\)00067-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(03)00067-8)
- [22] T Conlon, M Simpson. (2003). Silicon Valley versus Silicon Glen: the impact of computers upon teaching and learning: a comparative study, pp 137-150.
- [23] S Vosniadou, V Kollias. (2001). Information and Communication Technology and the Problem of Teacher. Athens, pp 3-5
- [24] Hayes, N. (2007). Perspectives on the relationship between education and care in early childhood—a background paper. Dublin, pp 15-23
- [25] Pelgrum, W. (2001). Obstacles to the integration of ICT in education: results from a worldwide educational assessment. Pelgrum, WJ, vol 37, no 2, [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(01\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(01)00045-8)
- [26] F Paraskeva, H Bouta, A Papagianni. (2008). Individual characteristics and computer self-efficacy in secondary education teachers to integrate technology in educational practice. Athens, vol 50, no 3, <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.10.006>
- [27] CA Murphy, D Coover, SV Owen. (1989). Development and validation of the computer self-efficacy scale, vol 49, no 4, <https://doi.org/10.1177/001316448904900412>
- [28] Α.Τζιάνη. (2023). Στάσεις και αντιλήψεις των εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης σχετικά με την αξιολόγησή τους. Μακεδονία, pp 27-32
- [29] Μ.Κουντριδου. (2008). Εκπαιδευτική τεχνολογία- Πολυμέσα. Αθήνα, pp 19-22

- [30] Κοσσυβάκη, Φ. (2003). Εναλλακτική διδακτική: προτάσεις για μετάβαση από τη διδακτική του αντικειμένου στη διδακτική του ενεργού υποκειμένου. Μακεδονία
- [31] Mund, I. (2012). Roots and rhizomes-Some reflections on contemporary pedagogy. 42-59.
- [32] V Kollias, A Davaris, A Daropoulos, K Zaganas. (2017). Using a Research-Based Learning Environment's Appropriation, as the Context for a Professional Development Intervention in ICT Integration in the Classroom, pp 59-75
- [33] JD Shapka, M Ferrari. (2003). Computer-related attitudes and actions of teacher candidates. 319-334.
- [34] E Wood, J Mueller, T Willoughby, J Specht, T Deyoung. (2005). Teachers' Perceptions: barriers and supports to using technology in the classroom. 183-206.
- [35] J Jonker, B Pennink, J Jonker, BW Pennink. (2009). Looking at research, pp 21-41
- [36] Egnatoff, W. (1999). Tapscott, D.(1998). Growing Up Digital. The Rise of the Net Generation. New York: McGraw Hill. xii+ 338. ISSN 0-07-063361-4. Web site: www ..... , pp 203-205
- [37] Johnson, S. (2006). Everything bad is good for you: How today's popular culture is actually making us smarter, pp 8-16
- [38] JJ Lee, CM Hoadley. (2007). Leveraging identity to make learning fun: Possible selves and experiential learning in massively multiplayer online games (MMOGs).
- [39] Yee, N. (2006). The demographics, motivations, and derived experiences of users of massively multi-user online graphical environments. 309-329.
- [40] Malone, T. (1981). Toward a theory of intrinsically motivating instruction. 333-369.
- [41] DW Shaffer, JP Gee. (2005). Before every child is left behind: How epistemic games can solve the coming crisis in education. Madison, pp 13-18
- [42] S Barab, M Thomas, T Dodge, R Carteaux, H Tuzun. (2005). Making learning fun: Quest Atlantis, a game without guns. Tristan E. Johnson, vol 71, no 6
- [43] N. Yee, 2006, The Demographics, Motivations, and Derived Experiences of Users of Massively Multi-User Online Graphical Environments, vol 15, no 3, <https://doi.org/10.1162/pres.15.3.309>
- [44] A Mitchell, C Savill-Smith. (2004). The use of computer and video games for learning, pp 43-45
- [45] T. Malone, "What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games," In Proceedings of the 3rd ACM SIGSMALL Symposium and the 1st

- SIGPC Symposium (pp. 162–169). Palo Alto, USA, 1980.  
<https://doi.org/10.1145/800088.802839>
- [46] T Anastasiadis, G Lampropoulos, K Siakas. (2018). Digital game-based learning and serious games in education. Thessaloniki, vol 4, no 12, pp 140-142
- [47] TM Connolly, EA Boyle, E MacArthur, T Hainey, J Boyle. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. 661-686
- [48] J Wintjes - British Journal for Military History,. (2015). Europe's Earliest Kriegsspiel? Book Seven of Reinhard Graf zu Solms' Kriegsregierung and the 'Prehistory'of Professional War Gaming, vol 2, no 1, pp 17-21
- [49] Gloria, A. D. (2014). Serious Games for education and training. Genoa, vol 1, no 1, <https://doi.org/10.17083/ijsg.v1i1.11>
- [50] Μακρής, Χ. (2015). Παιχνίδια σοβαρού σκοπού: serious games. Θεσσαλία, pp 22-28
- [51] Stapleton, A. (2004). Serious games: Serious opportunities. Melbourne, pp 3-5
- [52] N Vidakis, AK Barianos, AM Trampas, S Papadakis, M Kalogiannakis, K Vassilakis. (2019). In-game raw data collection and visualization in the context of the “ThimeEdu” educational game. Heraklion, vol 1220
- [53] Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. Vol.1, no.1, pp 21, <https://doi.org/10.1145/950566.950596>, <http://dx.doi.org/10.26257/heal.duth.11413>, pp 12-20
- [54] Θεωρητικό πλαίσιο εφαρμογής των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και της Επικοινωνίας στην εκπαιδευτική πρακτική Έλλη Παπαδοπούλου<sup>1</sup>, Ανδρέας Κοτρίδης<sup>2</sup> pp 5-7
- [55] AZ Bhat, I Ahmed, L Kameswari, MS Khan. (2023). A Game Based Innovative teaching and learning environment to enhance progression and performance of students, vol 156, no 6, <https://doi.org/10.1051/shsconf/202315601001>
- [56] ED Mekler, JA Bopp, AN Tuch, K Opwis. (2014). A systematic review of quantitative studies on the enjoyment of digital entertainment games. 927-936
- [57] M Gejdoš, I Prachárová. (2020). Fröbel's book „The education of man “and its pedagogical legacy. Ružomberok, vol 11, no 1, 10.5604/01.3001.0014.3530
- [58] PM Noemí, SH Máximo. (2014). Educational games for learning, vol 2, no 3, pp 230-238

- [59] O Avidov-Ungar, M Hayak. (2023). Education and Games: Teachers' Professional Knowledge in Integrating Digital Games into Instruction in School. Branislav Sobota, DOI: 10.5772/intechopen.109594
- [60] Prensky, M. (2005). Digital natives, digital immigrants. 29-31.
- [61] R Garris, R Ahlers, JE Driskell. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model, vol 33, no 4, <https://doi.org/10.1177/1046878102238>
- [62] Γιακουμάκης, Γ. (2019). Κατανόηση του μαθηματικού λεκτικού προβλήματος με τη βοήθεια ενός εκπαιδευτικού παιχνιδιού: Η περίπτωση ενός RPG. Θεσσαλονίκη, 10.26262/heal.auth.ir.306928, pp 17-45
- [63] Γαληνός, Δ. (2014). Σοβαρά Παιχνίδια για την εκμάθηση γλωσσών. Βόλος, Pp38-42
- [64] Kapravelou, A. (2011). Η σημασία των θεωριών μάθησης στο πλαίσιο των ΤΠΕ στην εκπαίδευση. Αθήνα, vol 7, no 1, <https://doi.org/10.12681/jode.9771>
- [65] Κυριακοπούλου, Μ. (2017). Σχεδιασμός και ανάπτυξη διαδραστικής εφαρμογής για την πρόληψη της νόσου Alzheimer, pp 31-34
- [66] Μαυροειδή, Μ. (2021). Ανάπτυξη εκπαιδευτικού παιχνιδιού για την ανακύκλωση, pp 51-60
- [67] Πάστρα, Ι. (2019) ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΑΙΧΝΙΔΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΜΑΘΗΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ ΓΙΑ ΠΑΙΔΙΑ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ. Μακεδονία, pp 89-91
- [68] Μπαμίδου, Α. (2020) Το ψηφιακό παιχνίδι στη διδασκαλία της Αγγλικής γλώσσας στην Πρωτοβάθμια εκπαίδευση, pp 31-51, 10.26262/heal.auth.ir.320443
- [69] Dale, E.L. (2000). "Professionalisering og læring i organisationer" [Professionalism and Learning in Organisations] in: Andersen, P & Frederiksen, P (Red.): Innovation, kompetence, læring. [Innovation, Competence, Learning]. Frederiksberg: Dafolo
- [70] Meyer, B. (2007). Serious Games in language learning and teaching-a theoretical perspective. Copenhagen, pp 559-564
- [71] S Shilev, M Naydenov, V Vancheva, A Aladjadjian. (2007). Composting of food and agricultural wastes, pp 283-301
- [72] Ι.Κώστογλου. (2014). ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ. Καλαμάτα, pp 25-27
- [73] Βασιλείου, Α. (2018). Συσχέτιση της οσμής κομποστοποίησης με βασικές φυσικοχημικές παραμέτρους. Κύπρος, pp 8-26
- [74] Μαυράκης, Ε. (2008). Απογραφή κύκλου ζωής και κοστολόγηση μονάδας μηχανικής διαλογής και κομποστοποίησης αστικών στερεών αποβλήτων. Χανιά, pp 28-44

- [75] AH Christian, GK Evanylo, JW Pease. (2009). On-Farm Composting: A Guide to Principles, Planning & Operations. Virginia Cooperative, Virginia Cooperative Extension, pp 232-452
- [76] Casey, M. (2004). Effectiveness of home composting for the diversion of the organic fraction of household waste from landfill. Sligo, pp 9-12
- [77] Ραμαντάνη, Ν. (2016). Συστήματα διαχείρισης αποβλήτων με κομποστοποίηση στην τοπική αυτοδιοίκηση. Πάτρα, pp 23-37
- [78] Μ.Μπαλής. (1992). Σχεδίαση χώρων υγειονομικής ταφής, Μυτιλήνη, pp 36-38
- [79] Μαζαράκης, Α. (2005). Μελέτη χώρων υγειονομικής ταφής απορριμάτων. Δ.Μακεδονία, pp26-39
- [80] Φοινίκεττου, Β. (2014). Ανάπτυξη πλήρους μεθοδολογίας για την αποκατάσταση ΧΑΔΑ (Χώροι Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Αποβλήτων) σε νησιώτικες περιοχές. Κύπρος, pp 14-16
- [81] Z El Alfy, R Elhadary, A Elashry. (2010). Integrating GIS and MCDM to deal with landfill site selection. IJET-IJENS, vol 10, no 6
- [82] Α Γιοτζόγλου, Χ Λάλου. (χ.χ.). Διαχείριση στερεών απορριμμάτων στο Νομό Κοζάνης. Θεσσαλονίκη, pp 15-18
- [83] Θ.Χρονόπουλος. (2021). ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΟΠΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ. Θράκη, <http://dx.doi.org/10.26257/heal.duth.12587> pp 43-59
- [84] Χιουρέα, Π. (2020). Χώρος υγειονομικής ταφής απορριμάτων.Ελληνική και Ευρωπαϊκή νομοθεσία. Πάτρα, pp 15-21
- [85] Waste statistics, [https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Waste\\_statistics/el](https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Waste_statistics/el) (accessed April 2023)
- [86] Ηλεκτρονικό μητρώο αποβλήτων, <https://wrm.ypeka.gr/> (accessed April 2023)
- [87] Καραμπάμπα, Φ. (2013). Περιβαλλοντική διαχείριση αποβλήτων υγειονομικών μονάδων, pp 28-29
- [88] ΑΠΟΒΛΗΤΑ, [https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XC1106\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020XC1106(01)&from=EN) (succesed April 2023)
- [89] K Schumpert, C Dietz. (2012). School Compost Programs: Pathways to Success, pp 2-3
- [90] Schwarz, Mary. (2017). School Composting - Let's Get Growing, pp 4-13

- [91] Διαχείριση αποβλήτων,  
<https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52008AG0004&from=CS>, succeed April 2023), (succeeded May 2023)
- [92] Σ, Ζγκούρη. (2018). Παραγωγή κόμποστ από ζυμώσιμα οικιακά. Αθήνα, pp 17-25
- [93] Σ.Συλιβού. (2020). Κομποστοποίηση οργανικού κλάσματος αστικών απορριμμάτων στην Πηγή. Η περίπτωση του Δήμου Καλαμάτας. Πάτρα, pp 15-17
- [94] ΠΡΟΘΕΣΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗΣ ΣΕ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ «ΠΟΡΤΑ-ΠΟΡΤΑ» ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ: ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΗ ΤΗΣ ΞΑΝΘΗΣ αμαραντιδου, ππ 14-19 <http://dx.doi.org/10.26257/heal.duth.11413>
- [95] Π.Κολλάρας. (2015). ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ ΚΑΙ Η ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΤΟΥΣ ΣΤΟ ΔΗΜΟ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ. Καλαμάτα, pp 30-32
- [96] UML, <https://www2.dmst.aueb.gr/dds/ism/oo/indexw.htm> (accessed June 2023)
- [97] Apple, M. (1987). Teaching and technology the hidden effects of computers on teachers and students, vol 1, no 1, <https://doi.org/10.1177/0895904887001001>