

Ανάπτυξη και Αξιολόγηση Ψηφιακού Εκπαιδευτικού Παιχνιδιού ως Συμπληρωματικού Εργαλείου Διδασκαλίας της Ύλης του Μαθήματος "Μελέτη Περιβάλλοντος" στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση

Παναγιώτης Καρφής, Έλενα Τζαρντάνοβα, Βλάσιος Κασαπάκης
ctm23038@ct.aegean.gr, lena@aegean.gr, v.kasapakis@aegean.gr
Τμήμα Πολιτισμικής Τεχνολογίας και Επικοινωνίας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Περίληψη

Η παρούσα εργασία παρουσιάζει τον σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την αξιολόγηση ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού παιχνιδιού για το μάθημα "Μελέτη Περιβάλλοντος" της Δ' Δημοτικού. Το παιχνίδι αξιοποιεί την πλατφόρμα Unity για τη δημιουργία ενός τρισδιάστατου, διαδραστικού περιβάλλοντος μάθησης, εστιάζοντας σε οικολογικά ζητήματα όπως η ρύπανση, οι πυρκαγιές και η βιοποικιλότητα. Η μεθοδολογία σχεδιασμού και αξιολόγησης του παιχνιδιού περιλάμβανε βιβλιογραφική επισκόπηση, σεναριακό σχεδιασμό, ανάπτυξη και αξιολόγηση από δασκάλους. Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης ανέδειξαν την υψηλή αποδοχή του παιχνιδιού ως προς τη χρηστικότητα, την αισθητική και την εκπαιδευτική του αξία, ενώ επισημάνθηκαν προτάσεις για βελτιώσεις, όπως η απλοποίηση της πλοήγησης και ο εμπλουτισμός του περιεχομένου. Παράλληλα, έδειξαν ότι το παιχνίδι ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία και συμβάλλει στη διαμόρφωση οικολογικής συνείδησης, αποτελώντας πολύτιμο εργαλείο για την υποστήριξη της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Λέξεις κλειδιά: Εικονική Πραγματικότητα, εκπαίδευση, Μελέτη Περιβάλλοντος, παιχνίδια

Εισαγωγή

Η σχέση του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον είναι βαθιά και αλληλένδετη, καθώς η αρμονική τους συνύπαρξη αποτελεί βασικό πυλώνα για τη βιωσιμότητα των κοινωνιών. Στις σύγχρονες συνθήκες, ωστόσο, η περιβαλλοντική κρίση εντείνεται λόγω της ανθρώπινης αδιαφορίας και της ανεπαρκούς προστασίας των φυσικών οικοσυστημάτων (Lamanauskas, 2023). Καθίσταται, λοιπόν, αναγκαία η διαμόρφωση μιας νέας στάσης απέναντι στο περιβάλλον, με αφετηρία την ευαισθητοποίηση των παιδιών, τα οποία αποτελούν τους μελλοντικούς διαχειριστές των φυσικών πόρων (Sheikh & Subramaniam, 2023). Η περιβαλλοντική εκπαίδευση στο πλαίσιο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να λειτουργήσει καθοριστικά προς αυτή την κατεύθυνση. Το μάθημα της "Μελέτης Περιβάλλοντος" προσφέρει τη δυνατότητα στους μαθητές να γνωρίσουν σημαντικά οικολογικά ζητήματα και να αναπτύξουν περιβαλλοντική συνείδηση (Αλεξόγλου κ.ά., 2015). Παρ' όλα αυτά, η αποτελεσματική διδασκαλία του μαθήματος συχνά εμποδίζεται από την απουσία κατάλληλων, διαδραστικών και σύγχρονων εκπαιδευτικών εργαλείων, την έλλειψη χρόνου και πόρων, αλλά και την περιορισμένη επιμόρφωση των εκπαιδευτικών (Sheikh & Subramaniam, 2023).

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, μέσω του σχεδιασμού, της ανάπτυξης, και της αξιολόγησης ενός ψηφιακού εκπαιδευτικού παιχνιδιού για μαθητές της Δ' Δημοτικού, με επίκεντρο την ενότητα "Η φύση είναι το σπίτι μας". Το παιχνίδι αξιοποιεί τις δυνατότητες της πλατφόρμας Unity, προκειμένου να δημιουργήσει ένα διαδραστικό, τρισδιάστατο περιβάλλον μάθησης, με στόχο την καλύτερη κατανόηση θεμάτων όπως η ρύπανση, οι δασικές πυρκαγιές, η υπεραλίευση και η προστασία απειλούμενων ειδών. Επιπλέον, επιδιώκει να λειτουργήσει ως υποστηρικτικό εργαλείο για

τους εκπαιδευτικούς, ενισχύοντας την ελκυστικότητα και την αποτελεσματικότητα της διδασκαλίας. Η μεθοδολογική προσέγγιση της εργασίας περιλαμβάνει βιβλιογραφική έρευνα σχετικά με την περιβαλλοντική εκπαίδευση, τις ψηφιακές τεχνολογίες στη μαθησιακή διαδικασία και τις ανάγκες της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο σχεδιασμός του εκπαιδευτικού σεναρίου και η διαδικασία ανάπτυξης και αξιολόγησης του παιχνιδιού, ενώ συζητούνται αναλυτικά τα αποτελέσματα αυτής.

Η συμβολή της παρούσας εργασίας έγκειται στο γεγονός ότι προσφέρει μία εναλλακτική, τεχνολογικά ενισχυμένη προσέγγιση στη διδασκαλία της Μελέτης Περιβάλλοντος, καλύπτοντας πρακτικά κενά στον σχεδιασμό εκπαιδευτικού υλικού. Παράλληλα, ενισχύει και επεκτείνει την ήδη υπάρχουσα ερευνητική δραστηριότητα στον τομέα, καθώς αναδεικνύει νέες δυνατότητες εφαρμογής των ψηφιακών εργαλείων στη μαθησιακή διαδικασία. Επιπλέον, ανοίγει νέες προοπτικές στη χρήση ψηφιακών εφαρμογών για την καλλιέργεια οικολογικής συνείδησης και την υποστήριξη του έργου των εκπαιδευτικών.

Ανάλυση σχετικής βιβλιογραφίας

Στο πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας της παρούσας εργασίας πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση/επισκόπηση, προκειμένου να επιλεγούν ερευνητικές εργασίες που σχετίζονται με το αντικείμενο της μελέτης. Η επιλογή βασίστηκε στη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας διαδραστικών εκπαιδευτικών εργαλείων στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, με στόχο την ενίσχυση της κατανόησης περιβαλλοντικών εννοιών και την καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης στους μαθητές. Οι εργασίες που ανακτήθηκαν παρουσιάζονται χρονολογικά, ενώ ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στην αξιοποίηση παιχνιδιών βασισμένων στην τεχνολογία, είτε σε ψηφιακή είτε σε φυσική μορφή, ώστε να εξεταστεί κατά πόσο αυτά μπορούν να υποστηρίξουν και να ενισχύσουν τη διδακτική πράξη στο σχολικό πλαίσιο.

Στο πείραμα των Cheng et al. (2013), που διεξήχθη σε δημοτικό σχολείο της νότιας Ταϊβάν, διερευνήθηκε η αποδοχή της τεχνολογίας από μαθητές Δ' τάξης, μέσω της εφαρμογής της μεθόδου Digital Game-Based Learning (DGBL). Η έρευνα βασίστηκε στο θεωρητικό μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας (Technology Acceptance Model -TAM), εξετάζοντας παράγοντες όπως η αντιληπτική ευκολία χρήσης, η αντιληπτική χρησιμότητα, η πρόθεση χρήσης και η στάση των μαθητών απέναντι στη χρήση εκπαιδευτικών εφαρμογών. Η διάρκεια της παρέμβασης ήταν επτά εβδομάδες και το παιχνίδι που χρησιμοποιήθηκε βασίστηκε στο επιτραπέζιο Monopoly, προσαρμοσμένο με περιβαλλοντικές ερωτήσεις. Το δείγμα αποτελούνταν από 32 μαθητές και η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε με ερωτηματολόγια Likert 5 βαθμίδων και συνεντεύξεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η εφαρμογή ήταν αποδεκτή από τους μαθητές και βελτίωσε τις περιβαλλοντικές τους γνώσεις, ανεξάρτητα από το φύλο ή την προηγούμενη εμπειρία τους με παιχνίδια DGBL (Cheng et al., 2013).

Το πείραμα των Widiyatmoko et al. (2022), που πραγματοποιήθηκε στην Ινδονησία, αξιολόγησε την επίδραση της εφαρμογής "Environmental Pollution Game-Based Learning (EPGBL)" στην περιβαλλοντική γνώση και ευαισθησία μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Το δείγμα αποτελούνταν από 20 μαθητές και η εφαρμογή περιλάμβανε κομίζ, εικόνες, και διαδραστικά παιχνίδια. Τα αποτελέσματα έδειξαν αύξηση των ποσοστών σωστών απαντήσεων από 61.33% (εξέταση πριν την εμπειρία) σε 73.33% (εξέταση μετά την εμπειρία), καθώς και βελτίωση της περιβαλλοντικής συνείδησης (Widiyatmoko et al., 2022).

Το πείραμα των Chang και Chen (2023), στην Ταϊβάν, εστίασε στη χρήση δύο διαφορετικών ειδών παιχνιδιών-ενός δράσης και ενός γνώσεων-για την ενίσχυση της περιβαλλοντικής κινητοποίησης και της γνώσης σε μαθητές δημοτικού. Οι μαθητές έδειξαν

προτίμηση στα παιχνίδια ανάλογα με το φύλο και την ηλικία, ενώ παρατηρήθηκε βελτίωση στη γνώση κατά 60% μετά την παρέμβαση (Chang & Chen, 2023).

Η μελέτη των Şahbaz et al. (2024), που πραγματοποιήθηκε στην Τουρκία, στηρίχθηκε στο μοντέλο εκπαιδευτικού σχεδιασμού ASSURE και βασίστηκε σε παραδοσιακά τουρκικά παιχνίδια, με στόχο τη διασύνδεση της πολιτισμικής κληρονομιάς με την περιβαλλοντική εκπαίδευση. Συμμετείχαν 16 μαθητές έκτης τάξης, οι οποίοι συμμετείχαν σε πέντε σχεδιασμένα παιχνίδια που προωθούσαν έννοιες όπως η ανακύκλωση και η προστασία του περιβάλλοντος. Η μεθοδολογία ήταν φαινομενολογική, με εργαλεία συλλογής δεδομένων όπως παρατήρηση και συνεντεύξεις. Παρά την απουσία ψηφιακής τεχνολογίας, οι μαθητές έδειξαν ενδιαφέρον και θετική στάση απέναντι στα περιβαλλοντικά ζητήματα, γεγονός που υπογραμμίζει τη σημασία της βιωματικής μάθησης (Şahbaz et al., 2024).

Η έρευνα των Arslan και Karakuş (2024), που πραγματοποιήθηκε στο Τεχνικό Πανεπιστήμιο Yildiz στην Κωνσταντινούπολη, ανέλυσε τη χρήση ψηφιακών παιχνιδιών με βάση τα εργαλεία Web 2.0 στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Η μελέτη περιλάμβανε 54 μαθητές, οι οποίοι χωρίστηκαν σε πειραματική και ομάδα ελέγχου. Η χρήση της πλατφόρμας LearningApps απέδειξε ότι τα ψηφιακά παιχνίδια συνέβαλαν σημαντικά στην ενίσχυση της γνώσης, της περιβαλλοντικά υπεύθυνης συμπεριφοράς και του ψηφιακού εγγραμματισμού των μαθητών (Arslan & Karakuş, 2024).

Ακόμη, το πείραμα των Kirschhof et al. (2024) στη Βραζιλία, επικεντρώθηκε στη δημιουργία ενός σοβαρού παιχνιδιού με τίτλο "Fazenda Sustentável", το οποίο στόχευε στην ενίσχυση της γνώσης για τη βιωσιμότητα και τις γεωργικές πρακτικές. Το παιχνίδι αναπτύχθηκε με χρήση της πλατφόρμας Construct 3 και αξιολογήθηκε από 71 εκπαιδευτικούς, οι οποίοι ανέφεραν θετικά σχόλια για την εκπαιδευτική του αξία και τη χρηστικότητα του παιχνιδιού (Kirschhof et al., 2024).

Σε ότι αφορά συγκεκριμένα για την Μελέτη Περιβάλλοντος στον Ελλαδικό χώρο μία ενδιαφέρουσα εργασία έχει αναπτυχθεί με βάση την Επαυξημένη Πραγματικότητα. Στην εργασία της Νικολαΐδου (2019) μία εκπαιδευτική εφαρμογή Επαυξημένης Πραγματικότητας σχεδιάστηκε στοχεύοντας στην κατανόηση περιβαλλοντικών προβλημάτων από μαθητές της Δ' Δημοτικού. Ο σχεδιασμός περιλάμβανε τη δημιουργία διαδραστικών, τρισδιάστατων περιβαλλόντων μέσω της πλατφόρμας Unity, τα οποία προσομοιώνουν κρίσιμα οικολογικά ζητήματα όπως η ρύπανση, οι δασικές πυρκαγιές, η υπεραλίευση και η απώλεια βιοποικιλότητας. Η εφαρμογή εμπλουτίστηκε με αποστολές, κουίζ και ψηφιακές δραστηριότητες, με στόχο την ενεργή εμπλοκή των μαθητών και την ανάπτυξη περιβαλλοντικής ευαισθησίας. Η εφαρμογή αξιολογήθηκε μέσω ερωτηματολογίων που απευθύνθηκαν σε εκπαιδευτικούς, καταγράφοντας τη χρηστικότητα, την καταλληλότητα και τη συμβολή της εφαρμογής στη μαθησιακή διαδικασία. Τα αποτελέσματα ανέδειξαν θετική αποδοχή από τους χρήστες και επιβεβαίωσαν την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής ως υποστηρικτικό εργαλείο διδασκαλίας (Νικολαΐδου, 2019).

Μία ακόμη σημαντική συμβολή στο ζήτημα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης στον Ελλαδικό χώρο που πρέπει να αναφερθεί είναι αυτή του Φωτόδεντρου. Το Φωτόδεντρο είναι το ψηφιακό αποθετήριο του "Ψηφιακού Σχολείου", που παρέχει δωρεάν πρόσβαση σε διαδραστικά μαθησιακά αντικείμενα. Σε σχετική έρευνα τεκμηριώνεται ότι τα αντικείμενα της περιβαλλοντικής εκπαίδευσης, ως αυτόνομες, διαδραστικές και παιδαγωγικά δομημένες μονάδες, ενισχύουν τη μάθηση, τη συνεργασία και την ενεργή συμμετοχή των μαθητών, ανταποκρινόμενα στις απαιτήσεις της Εκπαίδευσης για την Αειφόρο Ανάπτυξη και της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης τύπου B (Λιαράκου κ.ά, 2021).

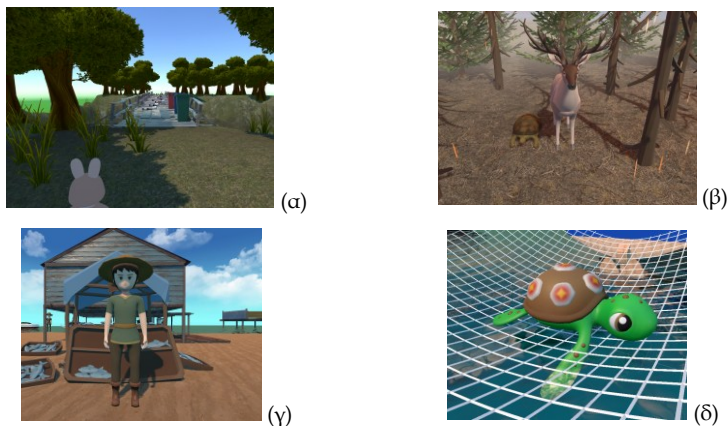
Συνοψίζοντας, οι παραπάνω ερευνητικές εργασίες καταδεικνύουν τη θετική συμβολή των ψηφιακών και μη παιχνιδιών στην περιβαλλοντική εκπαίδευση. Η εφαρμογή της παρούσας

εργασίας ενσωματώνει τις καλές πρακτικές που προέκυψαν από τις παραπάνω εργασίες, δίνοντας έμφαση στην ευχρηστία, τη διαδραστικότητα και τη σύνδεση της μάθησης με την καθημερινή ζωή των μαθητών. Ταυτόχρονα, επιδιώκει να ενισχύσει την εκπαιδευτική διαδικασία μέσω ενός προσιτού και καινοτόμου εργαλείου, το οποίο προάγει τη γνώση και καλλιεργεί την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, ενώ σκοπεύει να αξιολογήσει και τα παραπάνω σημεία ως προς την αποτελεσματικότητά τους στην εκπαιδευτική πράξη. Η έρευνα ενισχύει τη βιβλιογραφία για τη χρήση διαδραστικών ψηφιακών παιχνιδιών στην περιβαλλοντική εκπαίδευση της πρωτοβάθμιας, συμβάλλοντας παράλληλα στη συζήτηση για τη χρησιμότητα και την αποδοχή τους από τους εκπαιδευτικούς. Επιπλέον, καλύπτει το κενό του ελληνικού πλαισίου, συμπληρώνοντας πρωτοβουλίες όπως το Φωτόδεντρο με μια πιο παιγνιώδη και βιωματική προσέγγιση.

Σεναριακός σχεδιασμός

Ο σεναριακός σχεδιασμός της παρούσας εφαρμογής βασίστηκε σε παιδαγωγικές αρχές της βιωματικής και ενεργητικής μάθησης (Sahbaz et al., 2024), όπως μελετήθηκαν στην ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας που παρουσιάστηκε αναλυτικά παραπάνω, ενσωματώνοντας στοιχεία αφηγηματικότητας και αλληλεπίδρασης, προκειμένου να υποστηριχθεί η ανάπτυξη περιβαλλοντικής ευαισθησίας στους μαθητές της Δ' Δημοτικού. Στόχος του σεναρίου είναι να συνδέσει τις θεωρητικές γνώσεις που παρέχονται από τα βιβλία του μαθήματος της Μελέτης Περιβάλλοντος με ρεαλιστικές καταστάσεις μέσω προσομοιώσεων, ενισχύοντας την εμπλοκή των παιδιών με κρίσιμα οικολογικά ζητήματα και δίνοντάς τους τη δυνατότητα να συμβάλουν ενεργά στην αντιμετώπιση και επίλυση περιβαλλοντικών προβλημάτων.

Το σενάριο της εφαρμογής τοποθετείται σε έναν εικονικό κόσμο που περιλαμβάνει τέσσερις ξεχωριστές περιοχές, καθεμία από τις οποίες αντιμετωπίζει ένα διαφορετικό οικολογικό πρόβλημα. Ο μαθητής, μέσω ενός φιλικού εικονικού χαρακτήρα-οδηγού, αναλαμβάνει τον ρόλο του "οικο-ήρωα", καλούμενος να επέμβει με στόχο την αποκατάσταση της περιβαλλοντικής ισορροπίας και την ευαισθητοποίηση των κατοίκων των περιοχών αυτών. Οι τέσσερις αυτές περιοχές αντιστοιχούν θεματικά στην ανακύκλωση, τις δασικές πυρκαγιές, την υπεραλίευση, και την εξαφάνιση ειδών. Η πρώτη περιοχή είναι ένα δάσος με σοβαρό πρόβλημα ρύπανσης, όπου ο μαθητής καλείται να ανακυκλώσει σκουπίδια και να μάθει για την σημασία της ανακύκλωσης (βλ. Σχήμα 1α). Η δεύτερη προσομοιώνει μια καμένη δασική έκταση, δίνοντας την ευκαιρία στον μαθητή να υλοποιήσει εικονικά μέτρα πρόληψης και αναδάσωσης (βλ. Σχήμα 1β). Στην τρίτη, εξετάζεται το φαινόμενο της υπεραλίευσης και παρουσιάζονται εναλλακτικές βιώσιμες πρακτικές (βλ. Σχήμα 1γ). Η τέταρτη αποστολή επικεντρώνεται στην προστασία των απειλούμενων ειδών και στην ανάγκη διατήρησης της βιοποικιλότητας (βλ. Σχήμα 1δ).



Σχήμα 1. (α) Περιβάλλον ανακάλυψης σκουπιδιών; (β) Περιβάλλον καμένου δάσους; (γ) Περιβάλλον υπεραλίευσης; (δ) Περιβάλλον προστασίας απειλούμενων ειδών

Η αλληλεπίδραση του μαθητή με τις αποστολές επιτυγχάνεται μέσω διαδραστικών οπτικοακουστικών ανατροφοδοτήσεων (όπως ηχητικές οδηγίες και εφέ), που αποσκοπούν στην ενημέρωση, επιβράβευση και καθοδήγηση, καθώς και μέσω επιλέξιμων αντικειμένων (απορρίμματα, κινητό τηλέφωνο κ.ά.) με τα οποία ο μαθητής καλείται να αλληλεπιδράσει, συμβάλλοντας στη συνολική εμπειρία και κατανόηση του περιεχομένου. Η παιδαγωγική προσέγγιση του σεναρίου δεν περιορίζεται στην παθητική κατανάλωση περιεχομένου, αλλά ενθαρρύνει την ενσυναίσθηση, τη λήψη αποφάσεων και τη συστηματική κατανόηση της αλληλεπίδρασης του ανθρώπου με το περιβάλλον. Το σενάριο έχει διαμορφωθεί ώστε να προσελκύει το ενδιαφέρον των μαθητών μέσω της αφηγηματικής συνέχειας, του γραφικού περιβάλλοντος και της σταδιακής αποκάλυψης νέου περιεχομένου καθώς προχωρούν στην εφαρμογή. Παράλληλα, υποστηρίζει τους εκπαιδευτικούς στην υλοποίηση διαθεματικών μαθημάτων, καθώς μπορεί να ενταχθεί τόσο στη Μελέτη Περιβάλλοντος όσο και σε δραστηριότητες ψηφιακού γραμματισμού. Συνολικά, το σενάριο επιδιώκει να ενσωματώσει τη γνώση, την πράξη και την ηθική διάσταση της περιβαλλοντικής αγωγής σε ένα ελκυστικό και τεχνολογικά ενισχυμένο μαθησιακό περιβάλλον.

Ανάπτυξη εφαρμογής

Η ανάπτυξη της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της πλατφόρμας Unity, η οποία επελέγη λόγω της ευελιξίας και των δυνατοτήτων που παρέχει στον σχεδιασμό τρισδιάστατων, διαδραστικών εκπαιδευτικών περιβαλλόντων. Η χρήση της Unity επιτρέπει τη δημιουργία προσομοιώσεων, κινουμένων σχεδίων και διαδραστικών στοιχείων που ενισχύουν τη συμμετοχικότητα και καθιστούν το περιβάλλον μάθησης πιο ελκυστικό για τους μαθητές. Κατά την υλοποίηση, η εφαρμογή σχεδιάστηκε ώστε να είναι λειτουργική σε επιτραπέζιους υπολογιστές, διευκολύνοντας τη χρήση της στο σχολικό πλαίσιο χωρίς την ανάγκη εξειδικευμένου εξοπλισμού ή υποδομών. Όπως έχει ήδη αναφερθεί το περιβάλλον της εφαρμογής περιλαμβάνει έναν κεντρικό χάρτη με τέσσερις διακριτές θεματικές αποστολές, κάθε μία εκ των οποίων αντιστοιχεί σε ένα περιβαλλοντικό πρόβλημα (π.χ. ρύπανση, φωτιές, εξασφάλιση ειδών). Οι μαθητές περιηγούνται στον εικονικό κόσμο του παιχνιδιού, όπου αλληλεπιδρούν με χαρακτήρες και αντικείμενα και αντιμετωπίζουν σημαντικές

περιβαλλοντικές προκλήσεις. Η γραφική σχεδίαση περιλαμβάνει τρισδιάστατα μοντέλα περιβάλλοντος φυσικού τοπίου, ώστε να αποδοθεί ρεαλιστικά η πολυπλοκότητα των περιβαλλοντικών φαινομένων. Παράλληλα, αξιοποιούνται ηχητικά εφέ (όπως για παράδειγμα ήχοι φωτίας) και μουσική υπόκρουση για την ενίσχυση της εμπύθισης του μαθητή στο ψηφιακό περιβάλλον. Η διεπαφή χρήστη σχεδιάστηκε με γνώμονα τη φιλικότητα και την ευχρηστία (Σχήμα 2). Τα μενού είναι απλά, με ευδιάκριτα γραφικά στοιχεία, επεξηγηματικά εικονίδια και καθοδηγητικά μηνύματα. Ιδιαίτερη μέριμνα λήφθηκε ώστε η εφαρμογή να είναι κατάλληλη για μαθητές χωρίς προηγούμενη εμπειρία σε ψηφιακά μέσα, μειώνοντας έτσι το τεχνολογικό φράγμα. Τα ηχογραφημένα μηνύματα, που λειτουργήσαν ως διάλογος μεταξύ του μαθητή και του εκάστοτε χαρακτήρα, βοήθησαν στη διάδραση, παρέχοντας στον μαθητή πληροφορίες με απλό και ευχάριστο τρόπο. Κατά τη φάση ανάπτυξης, ενσωματώθηκαν και μηχανισμοί ανατροφοδότησης: μετά από κάθε επιλογή ή δραστηριότητα, ο μαθητής λαμβάνει σχόλια, τα οποία μπορεί να είναι επιβραβευτικά ή διορθωτικά.



Σχήμα 2. Παράδειγμα γραφικής διεπαφής εφαρμογής.

Στο τελικό στάδιο, η εφαρμογή υποβλήθηκε σε δοκιμαστική χρήση από εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, οι οποίοι κλήθηκαν να την αξιολογήσουν βάσει της χρηστικότητας, της παιδαγωγικής αξίας και της δυνατότητας ενσωμάτωσης στο σχολικό πρόγραμμα. Οι παρατηρήσεις τους χρησιμοποιήθηκαν για τη βελτιστοποίηση της εφαρμογής, κυρίως στον τομέα των ηχητικών οδηγιών, ώστε να γίνουν πιο εκφραστικές και ευχάριστες για τα παιδιά, καθώς και στη βελτίωση του μηχανισμού παιχνιδιού, ώστε να είναι πιο εύχρηστος. Η ανάπτυξη της εφαρμογής υλοποιήθηκε με τεχνολογικά και παιδαγωγικά κριτήρια, συνδυάζοντας τη διαδραστικότητα με την περιβαλλοντική εκπαίδευση, ώστε να δημιουργηθεί ένα εργαλείο σύγχρονης μάθησης που να ανταποκρίνεται στις ανάγκες των μαθητών και των εκπαιδευτικών.

Αξιολόγηση εφαρμογής

Η αξιολόγηση του παιχνιδιού πραγματοποιήθηκε μέσω μιας οργανωμένης ερευνητικής διαδικασίας, χρησιμοποιώντας την πλατφόρμα Google Forms ως εργαλείο συλλογής δεδομένων. Το βασικό μέσο αξιολόγησης ήταν ένα δομημένο ερωτηματολόγιο αυτοαναφοράς (<https://tinyurl.com/5ynk3w8t>) βασισμένο στη μέθοδο της πενταβάθμιας κλίμακας Likert, στο οποίο συμμετείχαν δάσκαλοι από τρία διαφορετικά δημοτικά σχολεία. Συγκεκριμένα, 13 εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να αξιολογήσουν την εφαρμογή, τόσο από την άποψη της χρηστικότητας όσο και της παιδαγωγικής της καταλληλότητας, λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία τους ως χρήστες (15 ερωτήσεις) αλλά και ως παιδαγωγοί που γνωρίζουν τις ανάγκες των μαθητών (11 ερωτήσεις). Οι συμμετέχοντες απάντησαν σε μια σειρά ερωτήσεων που αποτύπωναν την άποψή τους σχετικά με τη φιλικότητα του περιβάλλοντος της εφαρμογής, τη σαφήνεια των οδηγιών, την εργονομία των λειτουργιών (όπως τα πλήκτρα πλοήγησης) και την καταλληλότητά της για παιδιά της Δ' Δημοτικού. Επιπλέον, αξιολογήθηκαν ποιοτικά

χαρακτηριστικά της εφαρμογής, όπως η αισθητική, η σχεδίαση των χαρακτήρων, η χρήση ήχου και οι ενσωματωμένες δραστηριότητες. Έμφαση δόθηκε επίσης στο κατά πόσο η εφαρμογή διευκολύνει την κατανόηση περιβαλλοντικών εννοιών, ενισχύει το ενδιαφέρον των μαθητών και μπορεί να λειτουργήσει υποστηρικτικά στη διδασκαλία του μαθήματος της Μελέτης Περιβάλλοντος. Στο τέλος του ερωτηματολογίου περιλαμβάνονταν και τρεις (3) ερωτήσεις ανοιχτού τύπου, μέσω των οποίων οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να εκφράσουν ελεύθερα τις απόψεις τους. Οι απαντήσεις τους παρείχαν ποιοτικές πληροφορίες σχετικά με τα θετικά στοιχεία της εφαρμογής, προτεινόμενες βελτιώσεις, αλλά και πιθανά προβλήματα που ενδέχεται να προκύψουν κατά την ενσωμάτωση παρόμοιων διαδραστικών μέσων στη σχολική τάξη. Η συνδυαστική χρήση ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων επιτρέπει μια σφαιρική αξιολόγηση της εφαρμογής, συμβάλλοντας ουσιαστικά στην περαιτέρω ανάπτυξη της. Παράλληλα, στο πλαίσιο της αξιολόγησης, πραγματοποιήθηκε πιλοτική χρήση της εφαρμογής από 18 μαθητές της Δ' Δημοτικού σε ένα από τα συμμετέχοντα σχολεία. Αν και οι μαθητές δεν συμμετείχαν επισήμως στη διαδικασία αξιολόγησης μέσω ερωτηματολογίου, η εμπλοκή τους προσέφερε χρήσιμες παρατηρήσεις για τη λειτουργικότητα της εφαρμογής σε πραγματικές συνθήκες τάξης.

Αποτελέσματα

Χρηστικότητα

Η αξιολόγηση της χρηστικότητας του παιχνιδιού από την οπτική των δασκάλων κατέδειξε συνολικά θετική στάση. Η πλήρης κρίθηκε ικανοποιητική, με το 53,8% να βαθμολογεί με 4 και το 46,2% με 5 στα 5, αν και καταγράφηκαν κάποιες δυσκολίες στη μετακίνηση στον χώρο του παιχνιδιού. Αντίστοιχα, η πλειονότητα των εκπαιδευτικών (69,2%) βρήκε εύκολο τον προσανατολισμό στο εικονικό περιβάλλον, ενώ το υπόλοιπο 30,8% ανέφερε μικρές δυσκολίες. Παρόμοια εικόνα προέκυψε και για τη χρήση των κουμπιών, με την πλειοψηφία (69,2%) να τη θεωρεί εύκολη, ενώ ένα ποσοστό 30,8% αντιμετώπισε κάποιες δυσκολίες. Αξιοσημείωτο είναι πως όλοι οι δάσκαλοι (100%) έκριναν τις οδηγίες της εφαρμογής απολύτως κατανοητές και βοηθητικές για την ολοκλήρωση των αποστολών.

Η αξιολόγηση της χρηστικότητας του παιχνιδιού από την οπτική των μαθητών, όπως αποτυπώθηκε μέσα από τις απαντήσεις των δασκάλων, αναδεικνύει γενικά θετικά αποτελέσματα. Σχετικά με την καταλληλότητα των γραφικών διεπαφών για την ηλικία των παιδιών, σχεδόν όλοι οι εκπαιδευτικοί (92,3%) τις αξιολόγησαν με τη μέγιστη βαθμολογία, αναγνωρίζοντας ότι το αισθητικό και σχεδιαστικό ύφος της εφαρμογής είναι συμβατό με το ηλικιακό επίπεδο των μαθητών και ενισχύει τη συνολική οπτική εμπειρία. Όσον αφορά την ευκολία πλοήγησης μέσα στο περιβάλλον της εφαρμογής, το 76,9% των δασκάλων έδωσε την ανώτατη αξιολόγηση, ενώ ένα μικρότερο ποσοστό (23,1%) υπογράμμισε την ανάγκη για πιθανή απλοποίηση της δομής, προκειμένου να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες μαθητών με περιορισμένη εμπειρία σε παρόμοια ψηφιακά περιβάλλοντα.

Παρόμοια τάση παρατηρήθηκε και στον προσανατολισμό μέσα στο εικονικό περιβάλλον, όπου το 69,2% έκρινε πως είναι απόλυτα προσαρμοσμένο για την ηλικία των παιδιών, ενώ το υπόλοιπο 30,8% θεώρησε ότι κάποιες βελτιώσεις στην ευχρηστία θα ενίσχυαν την παιδαγωγική αποτελεσματικότητα της εφαρμογής. Σε σχέση με τη χρήση των πλήκτρων, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν πως ενώ η πλειοψηφία (61,5%) τα θεωρεί εύχρηστα για τους μαθητές, ένα αξιοσημείωτο ποσοστό (38,5%) προτείνει την ενίσχυση της λειτουργικότητας ώστε να διασφαλιστεί μεγαλύτερη άνεση στην αλληλεπίδραση των παιδιών με το περιβάλλον του παιχνιδιού. Τέλος, ως προς την κατανόηση των οδηγιών, οι απαντήσεις υπήρξαν σχεδόν ομόφωνες. Το 92,3% των δασκάλων επιβεβαίωσε ότι οι οδηγίες της εφαρμογής-είτε με τη

μορφή κειμένου είτε ηχητικών οδηγιών-είναι απόλυτα κατανοητές και προσαρμοσμένες για την ηλικία των μαθητών, γεγονός που διευκολύνει τη ροή της μάθησης και την αυτόνομη συμμετοχή τους στο παιχνίδι.

Εμπειρία χρήσης

Σχετικά με την εμπειρία χρήσης, όλοι οι συμμετέχοντες (100%) θεώρησαν ότι ο σκοπός του παιχνιδιού ήταν απολύτως σαφής, γεγονός που επιβεβαιώνει τη σαφή και καλά οργανωμένη δομή της εφαρμογής. Στο αισθητικό σκέλος, η πλειονότητα των δασκάλων (76,9%) έμεινε απόλυτα ικανοποιημένη, ενώ ένα μικρό ποσοστό (23,1%) αξιολόγησε την αισθητική με 4 στα 5, υποδηλώνοντας ότι υπάρχουν σημεία που θα μπορούσαν να βελτιωθούν. Τα αντικείμενα του παιχνιδιού κρίθηκαν ως κατάλληλα από το 84,6% των δασκάλων, ενώ ένα μικρό μέρος των συμμετεχόντων σημείωσε ότι κάποια στοιχεία θα μπορούσαν να ευθυγραμμιστούν περισσότερο με το εκπαιδευτικό περιεχόμενο. Οι δραστηριότητες χαρακτηρίστηκαν ως ενδιαφέρουσες από την πλειονότητα, με το 84,6% να δίνει τη μέγιστη βαθμολογία και μόνο ένας δάσκαλος να εμφανίζει ουδέτερη στάση, υποδεικνύοντας πιθανή ανάγκη για μικρές βελτιώσεις. Αναφορικά με την ακουστική εμπειρία, το 76,9% των δασκάλων βρήκε τους ήχους κατάλληλους και ευχάριστους, ενώ μικρό ποσοστό δήλωσε μέτρια ικανοποίηση. Σχετικά με τους χαρακτήρες του παιχνιδιού, το 92,3% αξιολόγησε πολύ θετικά τη συμβολή τους στην ενίσχυση της ιστορίας, στοιχείο που προσδίδει διαδραστικότητα και ενισχύει τη μαθησιακή εμπειρία. Τέλος, οι αλληλεπιδράσεις με τους χαρακτήρες κρίθηκαν ευχάριστες από το 76,9% των δασκάλων, επιβεβαιώνοντας ότι αποτελούν θετικό παράγοντα εμπλοκής των μαθητών. Συνολικά, η εμπειρία χρήσης της εφαρμογής από τους δασκάλους ήταν ιδιαίτερα θετική, με μικρές ενδείξεις για πιθανές βελτιώσεις σε επιμέρους τομείς, όπως η αισθητική λεπτομέρεια και η περαιτέρω διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων.

Εκπαιδευτική αξία

Η αξιολόγηση της εφαρμογής από την πλευρά της εκπαιδευτικής της αποτελεσματικότητας για τους μαθητές ανέδειξε εξαιρετικά θετικά ευρήματα. Σύμφωνα με τους δασκάλους, η εφαρμογή καταφέρνει να ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον των παιδιών για τη μαθησιακή διαδικασία. Συγκεκριμένα, το 92,3% των εκπαιδευτικών εκτίμησε με την υψηλότερη βαθμολογία ότι η εφαρμογή καθιστά τη μάθηση πιο διασκεδαστική και ελκυστική, ενώ μόνο ένας κράτησε ουδέτερη στάση. Αυτό επιβεβαιώνει ότι η εμπλοκή των μαθητών με την εφαρμογή ενισχύει την ενεργή συμμετοχή και συμβάλλει σε πιο βιωματική μάθηση.

Παράλληλα, η πλειοψηφία των δασκάλων παρατήρησε ότι τα παιδιά έδειξαν ενδιαφέρον να συζητήσουν τα περιβαλλοντικά ζητήματα που προέκυψαν από την εφαρμογή, γεγονός που υποδεικνύει πως η εμπειρία δεν περιορίστηκε στη διάρκεια του παιχνιδιού, αλλά επεκτάθηκε σε μια διαδικασία αναστοχασμού και ανταλλαγής ιδεών. Το 76,9% έδωσε την ανώτατη βαθμολογία, και το υπόλοιπο 23,1% λίγο χαμηλότερη, υποστηρίζοντας πως η εφαρμογή ενισχύει την περιέργεια, την κριτική σκέψη και τη συνεργατική μάθηση. Ακόμη πιο καθολική ήταν η θετική αξιολόγηση στην ερώτηση για το κατά πόσο η εφαρμογή αύξησε το ενδιαφέρον των μαθητών σε σχέση με την διδακτέα ύλη, καθώς και οι 13 δάσκαλοι συμφώνησαν απόλυτα. Αυτή η ομοφωνία ενισχύει την άποψη ότι η εφαρμογή καταφέρνει να μεταφέρει αποτελεσματικά περιεχόμενο του μαθήματος Μελέτης Περιβάλλοντος με έναν τρόπο ευχάριστο και προσίτο για τα παιδιά. Σχετικά με το πιο χρήσιμο χαρακτηριστικό του παιχνιδιού, οι περισσότεροι δάσκαλοι (61,5%) θεώρησαν ότι οι δραστηριότητες αποτελούν το πιο σημαντικό στοιχείο που συμβάλλει στην επιτυχία του στόχο του. Ακολούθησαν η οπτικοποίηση (23,1%) και η αφήγηση (15,4%), στοιχεία που υποστηρίζουν τη δημιουργία μιας

καθηλωτικής εμπειρίας. Είναι αξιοσημείωτο ότι κανένας δάσκαλος δεν επέλεξε τους χαρακτήρες ως το πιο χρήσιμο στοιχείο, γεγονός που υποδηλώνει πιθανές ευκαιρίες για μελλοντική ενίσχυση αυτής της πτυχής του παιχνιδιού.

Οι ανοιχτού τύπου απαντήσεις των δασκάλων ανέδειξαν σημαντικά οφέλη, βελτιωτικές προτάσεις και προκλήσεις της εφαρμογής. Οι εκπαιδευτικοί τόνισαν πως το παιχνίδι ενισχύει την εμπλοκή των μαθητών, προάγει τη βιωματική και παιγνιώδη μάθηση, και συμβάλλει στην ανάπτυξη γνωστικών και κινητικών δεξιοτήτων. Παράλληλα, ενισχύει την περιβαλλοντική ευαισθησία και τη συνεργατικότητα στην τάξη, διατηρώντας το ενδιαφέρον των μαθητών μέσω της τεχνολογίας. Ως προς τις βελτιώσεις, προτάθηκε η προσθήκη σκηνής επιστροφής στο σχολείο, η βελτίωση των γραφικών (κυρίως στη σκηνή της παραλίας), η απλούστερη πλοήγηση, η πιο φυσική ομιλία χαρακτήρων, εκφραστικότερα ηχητικά μηνύματα και προσθήκη μουσικής. Επισημάνθηκε η ανάγκη για καθαρότερο ήχο, πολυχρωμία φωνών και λειτουργίες που απλοποιούν ενέργειες, όπως η συλλογή αντικειμένων. Αναφέρθηκαν και περιεχομενικές ασυνέπειες, π.χ. αναντιστοιχία ζώων και κειμένου. Τέλος, οι κύριες προκλήσεις εντοπίστηκαν στην έλλειψη εξοπλισμού και συνδέσεων, στον μεγάλο αριθμό μαθητών ανά τάξη και στον περιορισμένο διδακτικό χρόνο. Εκφράστηκε, επίσης, ανησυχία για πιθανή εξάρτηση από την τεχνολογία, που θα μπορούσε να μειώσει τον παιδαγωγικό ρόλο του δασκάλου.

Συμπεράσματα και επίλογος

Η παρούσα εργασία ανέδειξε τη σημασία της τεχνολογικής καινοτομίας στην πρωτοβάθμια περιβαλλοντική εκπαίδευση, δείχνοντας ότι ένα ψηφιακό παιχνίδι μπορεί να ενισχύσει τη μάθηση, να καλλιεργήσει οικολογική συνείδηση και να ενθαρρύνει τη συμμετοχή των μαθητών. Το παιχνίδι αξιολογήθηκε θετικά για λειτουργικότητα, αισθητική και παιδαγωγική καταλληλότητα, ενώ οι εκπαιδευτικοί αναγνώρισαν τη συμβολή του στην κατανόηση περιβαλλοντικών ζητημάτων, επισημαίνοντας ταυτόχρονα προκλήσεις και ανάγκες βελτίωσης, όπως η απλοποίηση της πλοήγησης, η πιο εκφραστική αφήγηση και η προσαρμογή του περιβάλλοντος ώστε να είναι πιο προσίτο στους μαθητές με λιγότερη ψηφιακή εμπειρία.

Τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας έρχονται σε πλήρη συνάφεια με τη σχετική βιβλιογραφία, επιβεβαιώνοντας ότι τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να ενισχύσουν τη γνώση, την εμπλοκή και την περιβαλλοντική συνείδηση των μαθητών. Όπως διαπιστώθηκε και στις μελέτες των Cheng et al. (2013), Widiyatmoko et al. (2022) και Chang και Chen (2023), η χρήση παιγνιωδών περιβαλλόντων προάγει την αποδοχή της τεχνολογίας στη μαθησιακή διαδικασία. Επιπλέον, σε συμφωνία με τις έρευνες των Arslan και Karakus (2024) και Kirschhof et al. (2024), τα αποτελέσματα αναδεικνύουν ότι τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να λειτουργήσουν ως πολύτιμα συμπληρωματικά εργαλεία διδασκαλίας, αρκεί να είναι καλά σχεδιασμένα και προσαρμοσμένα στο επίπεδο των μαθητών.

Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι, όπως και στη μελέτη της Νικολαΐδου (2019), το παιχνίδι αξιοποιεί ένα τρισδιάστατο διαδραστικό περιβάλλον για να προσομοιώσει πραγματικά οικολογικά προβλήματα, ενισχύοντας τη βιωματική μάθηση. Η θετική στάση των δασκάλων, αλλά και οι παρατηρήσεις για βελτιώσεις, επιβεβαιώνουν όσα αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία για την ανάγκη συνεχούς προσαρμογής τέτοιων εργαλείων στις παιδαγωγικές και τεχνικές απαιτήσεις της σχολικής πράξης. Συνολικά, η εργασία συμβάλλει στη βιβλιογραφία δείχνοντας ότι τα ψηφιακά παιχνίδια μπορούν να γεφυρώσουν το χάσμα μεταξύ θεωρητικής γνώσης και βιωματικής εμπειρίας, προάγοντας την περιβαλλοντική εκπαίδευση με τρόπο ελκυστικό και αποτελεσματικό για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση.

Σε επίπεδο μελλοντικών προεκτάσεων, διατυπώθηκαν προτάσεις για τη λειτουργία του παιχνιδιού σε κινητές συσκευές, με στόχο τη διεύρυνση της χρήσης του σε σχολεία με έλλειψη

τεχνολογική υποδομή και τη διευκόλυνση σε συνθήκες εξ αποστάσεως μάθησης. Επιπλέον, αναδείχθηκε η δυνατότητα ενσωμάτωσης προσαρμοστικών χαρακτηριστικών που θα ανταποκρίνονται στο μαθησιακό επίπεδο κάθε παιδιού, καθώς και η σημασία της προσβασιμότητας για μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Οι παραπάνω ιδέες δείχνουν τον δρόμο προς μια πιο ευέλικτη, συμπεριληπτική και προσωποποιημένη εκπαιδευτική εμπειρία. Η επιτυχής αποδοχή του παιχνιδιού από τους εκπαιδευτικούς δείχνει ότι τέτοιου είδους ψηφιακά εργαλεία μπορούν να ενσωματωθούν ουσιαστικά στη σχολική πράξη, αρκεί να συνοδεύονται από την κατάλληλη επιμόρφωση, τεχνική υποστήριξη και εκπαιδευτική πολιτική που θα επιτρέπει τη χρήση τους χωρίς να επιβαρύνεται υπέρμετρα ο διδακτικός χρόνος.

Συνοψίζοντας, η ανάπτυξη και η μελλοντική εξέλιξη του παιχνιδιού δεν αποτελεί απλώς τεχνολογική καινοτομία, αλλά μια ουσιαστική παιδαγωγική πρόταση για τη σύγχρονη περιβαλλοντική εκπαίδευση. Οι προτάσεις βελτίωσης και οι ερευνητικές παρατηρήσεις που προέκυψαν θέτουν στέρεες βάσεις για την περαιτέρω εξέλιξή της, προσαρμόζοντάς την στις ανάγκες της τάξης του αύριο, μιας τάξης που θα είναι τεχνολογικά ενημερωμένη, παιδαγωγικά ευέλικτη και οικολογικά συνειδητοποιημένη.

Αναφορές

- Arslan, K., & Karakuş, N. (2024). Environmental teaching supported by Web 2.0-based digital games for a sustainable life. *Sustainability*, 16(22), 9691.
- Chang, C. L., & Chen, C. N. (2023). Practical impact of school-age children using digital games to learn environmental education. *Proceedings of the E3S Web of Conferences* (Vol. 452, p. 07005). EDP Sciences.
- Cheng, Y.-M., Lou, S.-J., Kuo, S.-H., & Shih, R.-C. (2013). Investigating elementary school students' technology acceptance by applying digital game-based learning to environmental education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29(1), 96-110.
- Kirschhof, E., Becker, A., Descovi, G., Machado, A., & Maran, V. (2024). Gamifying environmental education: A primary school perspective through a serious game. *Proceedings of the CSEDU* (2) (pp. pp. 349-360). Scitepress.
- Lamanauskas, V. (2023). The importance of environmental education at an early age. *Journal of Baltic Science Education*, 22(4), 564-567.
- Sahbaz, E., Karabulut, H., Gökçe, H., & Kariper, İ. A. (2024). The development of an environmental educational game based on the ASSURE instructional design model: A case study in Turkey. *Education* 3-13, 1-17.
- Sheikh, A. B. M., & Subramaniam, S. (2023). Challenges and teaching strategies of primary school environmental education. *International Journal for Multidisciplinary Research* 5(5), 1-16.
- Widiyatmoko, A., Taufiq, M., Purwinarko, A., Wusqo, I. U., & Darmawan, M. S. (2022). The effect of environmental pollution game-based learning on improving students' conceptual understanding and environmental awareness. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 3(4), 691-700.
- Αλεξόγλου, Κ., Μελίδου, Μ., Ευθαλιτοίδου, Ε., & Χατζηγιαννάκου, Μ. (2015). Το περιβάλλον μέσα από τα σχολικά εγχειρίδια του Δημοτικού: "Μελέτη περιβάλλοντος" και "Ερευνώ και ανακαλύπτω" [Πτυχιακή εργασία]. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης.
- Λιαράκου, Γ., Κώστας, Α., Γαβριλάκης, Κ., Μεγάλου, Ε., & Πάνος, Α. (2021). Επείγουσα διαδικτυακή διδασκαλία και περιβαλλοντική εκπαίδευση/εκπαίδευση για την αειφόρο ανάπτυξη: ζητήματα αξιοποίησης των ψηφιακών πόρων του Φωτόδεντρου-Μαθησιακά αντικείμενα. *Πρακτικά 1ου Διεθνούς Διαδικτυακού Εκπαιδευτικού Συνεδρίου Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες* (σσ. 297-306). Πανεπιστήμιο Αιγαίου.
- Νικολαΐδου, Ι. Ν. (2019). Η συνεισφορά των πολυμεσικών στοιχείων στην επανξημένη πραγματικότητα στη Μελέτη Περιβάλλοντος [Διδακτορική διατριβή]. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.