ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2025)

14ο Συνέδριο ΕΤΠΕ «ΤΠΕ στην Εκπαίδευση»

Αξιοποίηση των Drones στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Εμπειρίες και Αντιλήψεις των Μαθητών/τριών

Ιωάννης Κυριαζόπουλος, Γεώργιος Κουτρομάνος

doi: 10.12681/cetpe.9506

Βιβλιογραφική αναφορά:

Κυριαζόπουλος Ι., & Κουτρομάνος Γ. (2026). Αξιοποίηση των Drones στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Εμπειρίες και Αντιλήψεις των Μαθητών/τριών. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 489–498. https://doi.org/10.12681/cetpe.9506

Αξιοποίηση των Drones στην Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση: Εμπειρίες και Αντιλήψεις των Μαθητών/τριών

Ιωάννης Κυριαζόπουλος, Γεώργιος Κουτρομάνος
jkyriazo@primedu.uoa.gr, koutro@primedu.uoa.gr
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να εξετάσει τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις μαθητών/τριών της Ε΄ και Στ΄ τάξης σχετικά με τη χρήση των drones, στο πλαίσιο ενός σεναρίου STEM, στο σχολικό περιβάλλον. Η έρευνα ακολουθεί μικτή μεθοδολογική προσέγγιση, με ποσοτικά δεδομένα από ερωτηματολόγιο (N = 107) και ποιοτικά δεδομένα από ημιδομημένες συνεντεύξεις (N = 25). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες θεωρούν τα drones εύχρηστα και εύκολα στη χρήση, ενώ επιθυμούν να τα αξιοποιήσουν σε διάφορα γνωστικά αντικείμενα, όπως η Γεωγραφία, τα Μαθηματικά και η Πληροφορική. Παράλληλα, επισημαίνουν ορισμένους περιορισμούς κυρίως τεχνικούς, όπως η μικρή διάρκεια της μπαταρίας ή δυσκολίες στον χειρισμό. Η έρευνα συμβάλλει στην κατανόηση της παιδαγωγικής αξίας των drones στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση και προσφέρει εμπειρικά δεδομένα για τον σχεδιασμό μελλοντικών διδακτικών παρεμβάσεων, λαμβάνοντας υπόψη τις αντιλήψεις και τις ανάγκες των μαθητών/τριών.

Λέξεις κλειδιά: drone, STEM, Πρωτοβάθμια Εκπαίδευση, μαθητές/τριες

Εισαγωγή

Τα μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα (Unmanned Aerial Vehicles, UAVs), ευρύτερα γνωστά ως drones, αποτελούν μία από τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες τεχνολογίες των τελευταίων ετών (Mohsan et al., 2023). Είναι αεροσκάφη χωρίς πιλότο ή πιλοτήριο που μπορούν να πετούν αυτόνομα ή να ελέγχονται εξ αποστάσεως από έναν άνθρωπο (Han et al., 2020).

Η σημαντική μείωση του κόστους και η μαζική παραγωγή εναέριων ρομπότ (drones) τα τελευταία χρόνια (Pergantis & Drigas, 2024), οδήγησε την πρόσφατη έρευνα στην εκπαιδευτική ρομποτική (ΕΡ) να στραφεί προς την εναέρια ρομποτική και τα drones, εστιάζοντας στα οφέλη που μπορούν αυτά να προσφέρουν στη μάθηση και τη διδασκαλία (Sivenas & Koutromanos, 2022· Yeung et al., 2024· Κουτρομάνος, 2021). Η ανάπτυξη drones αποκλειστικά για εκπαιδευτικούς σκοπούς (π.χ., Airblock for STEAM Education, Parrot Mambo EDU, Ryze Tello EDU), έχει ενισχύσει το ερευνητικό ενδιαφέρον για την παιδαγωγική αξιοποίησή τους (Tzagkaraki et al., 2021). Αν και η χρήση των drones στην εκπαίδευση STEM προάγει την ενεργή συμμετοχή των μαθητών/τριών και ενισχύει ποικίλες γνωστικές και μεταγνωστικές δεξιότητες (π.χ., Yepes et al., 2022), ωστόσο οι σχετικές έρευνες παραμένουν περιορισμένες (Yeung et al., 2024). Συνήθως εξετάζουν την αξιοποίηση των drones στα γνωστικά αντικείμενα STEM και στη Γεωγραφία (López Núñez et al., 2020), ενώ υπάρχουν μεμονωμένες έρευνες σε άλλα γνωστικά πεδία όπως στην εκμάθηση γλώσσας (Palaigeorgiou et al., 2018). Επιπρόσθετα, λίγες είναι οι έρευνες με δείγμα μαθητές/τριες πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης (Jiang et al., 2024· Yeung et al., 2024) και ακόμα λιγότερες αυτές που στηρίζονται σε εμπειρικά δεδομένα (Fokides et al., 2017).

Ελάχιστες έρευνες εστιάζουν στον τρόπο, με τον οποίο οι μαθητές/τριες βιώνουν την αλληλεπίδραση με την τεχνολογία, και στο πώς αντιλαμβάνονται τα drones ως εργαλεία μάθησης. Η παρούσα έρευνα επιδιώκει να καλύψει αυτό το ερευνητικό κενό. Σκοπός της ήταν να εξετάσει τις εμπειρίες και τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών δημοτικού από τη συμμετοχή τους σε μαθησιακές δραστηριότητες με drones, μέσα από την υλοποίηση ενός σεναρίου STEM.

Στόχοι της έρευνας ήταν να εξετάσει: α) την αντιληπτή ευκολία χρήσης και την ευχρηστία των drones, β) τα γνωστικά αντικείμενα στα οποία οι μαθητές/τριες επιθυμούν να αξιοποιήσουν τα drones, και γ) τους περιορισμούς από την ένταξη των drones στη μαθησιακή διαδικασία.

Σχετικές έρευνες

Η προηγούμενη έρευνα στην εναέρια ρομποτική επικεντρώθηκε κυρίως σε εφαρμογές στη δευτεροβάθμια και την τριτοβάθμια εκπαίδευση (Shadiev & Yi, 2022· Yeung et al., 2024). Τα περισσότερα ευρήματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες υιοθετούν θετική στάση απέναντι στα drones, τα οποία θεωρούν χρήσιμα στα μαθήματά τους, καθώς ενισχύουν το ενδιαφέρον και την εμπλοκή, κάνοντας τη μάθηση ευχάριστη και διασκεδαστική (Jiang et al., 2024). Σε έρευνα των López Núñez et al. (2020), 59 μαθητές/τριες της Β΄ Λυκείου εξέφρασαν θετική άποψη για τη χρήση των drones στο μάθημα της Περιβαλλοντικής Επιστήμης και των Γεωεπιστημών. Σε άλλη έρευνα, 84 μαθητές/τριες Λυκείου πρότειναν τη χρήση των drones στη Γεωργία και την Οικολογία για την αντιμετώπιση προβλημάτων της κοινότητάς τους (Bhuyan et al., 2020). Όπως επισημαίνουν οι Afanas και Braicov (2021), τα drones συμβάλλουν στην κατανόηση αφηρημένων εννοιών και ενισχύουν τη σύνδεση θεωρίας και πράξης, ενώ μπορούν να αξιοποιηθούν σε ασκήσεις όπως στα Μαθηματικά και στη Φυσική, για την εξοικείωση με έννοιες όπως η απόσταση, ο χρόνος, η ταχύτητα και η επιτάχυνση. Ωστόσο, σε έρευνα που αφορούσε μαθήματα με drones, οι Velasco και Valente (2020) διαπίστωσαν την έλλειψη εξειδικευμένων προγραμμάτων σπουδών που να καλύπτουν πρακτικές εφαρμογές τους.

Η διάθεση της εκπαιδευτικής κοινότητας για την παιδαγωγική αξιοποίηση των drones υποδηλώνει αποδοχή της συγκεκριμένης τεχνολογίας και, κατά συνέπεια, επαρκή επίπεδα ευκολίας χρήσης και λειτουργικής ευχρηστίας, ικανά να υποστηρίξουν την ένταξή τους στη διδακτική πρακτική. Σε έρευνα των Slater και Sanchez (2021), που εξέτασαν τη χρήση των drones με σκοπό την ενίσχυση του ενδιαφέροντος μαθητών/τριών Γυμνασίου και Λυκείου για τα επαγγέλματα STEM, επισημαίνεται ότι η πτήση των σύγχρονων drones με τα συστήματα αυτόματης πλοήγησης που διαθέτουν, καθιστά τη χρήση τους "*εντυπωσιακά εύκολη*" για αρχάριους, ενισχύοντας έτσι την εκπαιδευτική τους αξία. Σε έρευνά τους στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οι Saiki και Sato (2021) χρησιμοποίησαν το drone DJI Tello EDU για τη διδασκαλία προγραμματισμού σε 26 μαθητές/τριες Δ΄ έως Στ΄ τάξης. Οι μαθητές/τριες απόλαυσαν τα μαθήματα και επέδειξαν ενθουσιασμό και αίσθημα επίτευξης και αρκετοί/ές εξέφρασαν την επιθυμία να αποκτήσουν drone. Επιπλέον, δήλωσαν ότι ήταν εύκολο να πετάξουν το drone και να προγραμματίσουν τις βασικές του κινήσεις, γεγονός που υποδηλώνει υψηλή αντιληπτή ευκολία χρήσης της εν λόγω τεχνολογίας. Στην έρευνα του Shan (2019), η οποία μελέτησε τους παράγοντες που επηρεάζουν την πρόθεση των μαθητών/τριών Δημοτικού και Γυμνασίου να παρακολουθήσουν μαθήματα ρομποτικής, διαπιστώθηκε ότι η αντιληπτή ευκολία χρήσης επηρεάζεται θετικά από την αυτοαποτελεσματικότητα και την αίσθηση διασκέδασης, ενώ επηρεάζεται αρνητικά από το άγχος για την τεχνολογία. Σε άλλη μελέτη των Djatmiko et al. (2021), με δείγμα 30 μαθητές και με σκοπό την αξιολόγηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας του drone ως μέσου μάθησης, οι συγγραφείς αναφέρουν ότι "*η απόδοση του drone χαρακτηρίζεται ως 'πολύ καλή' τόσο ως προς τη λειτουργικότητα όσο και ως προς την ευχρηστία του*". Παρ΄ όλα αυτά, στην αρχή οι μαθητές/τριες αντιμετώπισαν δυσκολίες στον χειρισμό λόγω έλλειψης εξάσκησης και περιορισμένης εξοικείωσης με τα χειριστήρια, ενώ χρειάστηκαν αρκετές δοκιμές μέχρι να εκτελέσουν σωστά τους απαιτούμενους ελιγμούς πτήσης. Σε άλλη έρευνα, αναφέρθηκε ότι "*τα drones δεν είναι τόσο εύχρηστα και είναι δύσκολα στην κατασκευή*", επισημαίνοντας ότι η ευκολία χρήσης ήταν περιορισμένη λόγω της τεχνικής πολυπλοκότητας των Flybrix drones. Για τον λόγο αυτό, οι συγγραφείς προτείνουν την αξιοποίηση πιο φιλικών μοντέλων, όπως το DJI

Tello EDU, με στόχο τη βελτίωση της ευχρηστίας (usability) και την ενίσχυση της θετικής μαθησιακής εμπειρίας (Mathews et al., 2023). Σε άλλες περιπτώσεις έχει αναφερθεί ότι τα drones παρουσιάζουν δυσλειτουργίες κατά τον προγραμματισμό είτε λόγω απουσίας μηχανισμών διόρθωσης σφαλμάτων (He, 2023), είτε λόγω καθυστερήσεων ή απρόβλεπτων συμπεριφορών κατά την εκτέλεση εντολών (Djatmiko et al., 2021).

Μεθοδολογία έρευνας

Η παρούσα έρευνα ακολουθεί μικτή μεθοδολογική προσέγγιση. Τα ποσοτικά δεδομένα συλλέχθηκαν (Μάιος 2024 - Φεβρουάριος 2025) με τη χρήση ερωτηματολογίου και τα ποιοτικά μέσω ημιδομημένων συνεντεύξεων από μαθητές/τριες της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης.

Δείγμα

Το δείγμα της παρούσας έρευνας αποτελούνταν από 107 μαθητές/τριες (ηλικίας 11-12 ετών) των δύο τελευταίων τάξεων, τεσσάρων δημοτικών σχολείων της Αττικής. Οι 66 (61,68%) μαθητές/τριες φοιτούσαν στην Ε΄ τάξη, ενώ οι υπόλοιποι 41 (38,32%) φοιτούσαν στην ΣΤ΄. Από το σύνολο του δείγματος οι 54 (50,47%) ήταν αγόρια και οι 53 (49,53%) κορίτσια. Πενήντα (47,12%) μαθητές/τριες δήλωσαν ότι έχουν αλληλεπιδράσει με drone τουλάχιστον μία φορά εκτός σχολείου, 56 (52,83%) καθόλου, ενώ ένας μαθητής δήλωσε ότι δεν θυμάται. Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική, αφού προηγήθηκαν οι απαραίτητες εγκρίσεις από τους αρμόδιους φορείς και δόθηκε η συγκατάθεση των γονέων/κηδεμόνων. Το σύνολο του δείγματος (N = 107) συμμετείχε στη συμπλήρωση ερωτηματολογίου και 25 μαθητές/τριες από αυτό το δείγμα συμμετείχαν σε ημιδομημένες συνεντεύξεις.

Εργαλεία και συλλογή δεδομένων

Για τη συλλογή των ποσοτικών δεδομένων αξιοποιήθηκε on-line ερωτηματολόγιο το οποίο βασίστηκε στο Μοντέλο Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM) (Davis et al., 1989) και στην Κλίμακα Ευχρηστίας Συστήματος (System Usability Scale, SUS) (Brooke, 1996). Αυτό περιελάβανε 13 δηλώσεις, η απάντηση των οποίων δόθηκε σε 5/βαθμη κλίμακα Likert (1 = Διαφωνώ εντελώς, έως 5 = Συμφωνώ απόλυτα) και αποτελούνταν από τρεις ενότητες. Η Ενότητα Α΄ αφορούσε προσωπικά στοιχεία όπως τάξη και φύλο. Η Ενότητα Β΄ μετρούσε τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών, ως προς τη μεταβλητή της Αντιληπτής Ευκολίας Χρήσης (Perceived Ease of Use) με 3 δηλώσεις (Cronbach's *a*: 0,720) και προσαρμόστηκε από προηγούμενες έρευνες που αξιοποίησαν το TAM με μαθητές/τριες (Bourgonjon et al., 2010· Koutromanos, 2023). Η Ενότητα Γ΄ μετρούσε τις αντιλήψεις των μαθητών/τριών, ως προς τη μεταβλητή της Ευχρηστίας (Usability) με 10 δηλώσεις (Cronbach's a: 0,772) και προσαρμόστηκε από προηγούμενες έρευνες που αξιοποίησαν το SUS (π.χ., Katsanos et al., 2012· Putnam et al., 2020). Για τη διαμόρφωση του τελικού ερωτηματολογίου προηγήθηκε πιλοτική μελέτη με 8 έμπειρους εκπαιδευτικούς Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης και 4 ειδικούς/ερευνητές στον τομέα των ψηφιακών τεχνολογιών στην εκπαίδευση. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε πιλοτική εφαρμογή με 16 μαθητές/τριες των ίδιων τάξεων. Η συλλογή των ποσοτικών δεδομένων έγινε ανώνυμα και οι μαθητές/τριες ενημερώθηκαν ότι δεν υπάρχει "σωστή" ή "λάθος" απάντηση, ώστε να απαντήσουν με βάση τις προσωπικές τους απόψεις.

Για τα ποιοτικά δεδομένα πραγματοποιήθηκαν ημιδομημένες συνεντεύξεις σε 25 μαθητές/τριες με δύο βασικές θεματικές ενότητες, ώστε να εξεταστούν: α) η επιθυμία τους να ενσωματώσουν τα drones σε κάποιο γνωστικό αντικείμενο του Προγράμματος Σπουδών (1 ερώτηση), και β) προτάσεις για τη βελτίωση της παρέμβασης και του σεναρίου STEM (2

ερωτήσεις). Κάθε συνέντευξη διεξήχθη μετά την ολοκλήρωση του σεναρίου STEM και είχε διάρκεια περίπου 10 λεπτά.

Εξοπλισμός και διαδικασία

Για την υλοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν: α) τρία εναέρια ρομπότ (drones) DJI Ryze Tello EDU και β) τρία τάμπλετ (Android), στα οποία είχαν εγκατασταθεί οι εφαρμογές Tello App (εικονικός τηλεχειρισμός του drone) και Droneblocks (προγραμματισμός των πτήσεων).

Η παρέμβαση οργανώθηκε σε πέντε φάσεις. Φάση 1η: Ενημέρωση των μαθητών/τριών για τον σκοπό, τη διαδικασία και το χρονοδιάγραμμα της έρευνας, καθώς και τη διανομή των εντύπων ενημέρωσης και συγκατάθεσης (10-15 λεπτά). Φάση 2η: Εισαγωγική δραστηριότητα στην τάξη, διάρκειας δύο διδακτικών ωρών, η οποία περιελάμβανε παρουσίαση και συζήτηση για τα drones και την εναέρια εκπαιδευτική ρομποτική (15 λεπτά). Στη συνέχεια, οι μαθητές/τριες σε ομάδες αλληλεπίδρασαν με τα drones, εκτελώντας πτήσεις με το εικονικό τηλεχειριστήριο και με προγραμματισμό. Φάση 3η: Κάθε μαθητής/τρια συμμετείχε σε ατομικές δραστηριότητες στο Εργαστήριο Πληροφορικής, που περιλάμβαναν τηλεχειρισμό και βασικό προγραμματισμό του drone (60 λεπτά). Φάση 4η: Υλοποίηση του τελικού σεναρίου STEM στον αύλειο χώρο ή στην αίθουσα πολλαπλών χρήσεων ή στο γυμναστήριο, με χρήση μακέτας. Κάθε μαθητής/τρια ατομικά εκτέλεσε αποστολή κατάσβεσης πυρκαγιάς με εναέρια μέσα (drones). Αρχικά, για την επόπτευση του χώρου πραγματοποίησε πτήση του drone με το εικονικό τηλεχειριστήριο (Tello App). Στη συνέχεια, για την κατάσβεση της πυρκαγιάς προγραμμάτισε το drone με την εφαρμογή Droneblocks για να εκτελέσει την ίδια πορεία πτήσης (25-30 λεπτά). Φάση 5: Συμπλήρωση του ερωτηματολογίου (10-15 λεπτά) και διεξαγωγή συνεντεύξεων σε ορισμένους μαθητές/τριες του δείγματος (10 λεπτά).

Ανάλυση δεδομένων

Τα ποσοτικά δεδομένα κωδικοποιήθηκαν και αναλύθηκαν στο SPSS (έκδοση 29). Ακολούθως, διεξήχθη ανάλυση εσωτερικής αξιοπιστίας Cronbach's *a* και περιγραφική ανάλυση. Για τη διασφάλιση της αντικειμενικότητας κατά την ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων, οι συνεντεύξεις απομαγνητοφωνήθηκαν και αναλύθηκαν θεματικά από τρεις ερευνητές, βάσει της ανοιχτής, αξονικής και επιλεκτικής κωδικοποίησης (Corbin & Strauss, 2008).

Αποτελέσματα

Αντιληπτή ευκολία χρήσης και ευχρηστία

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει την ελάχιστη (Ε), τη μέγιστη (Μ), τη μέση τιμή (ΜΤ) και την τυπική απόκλιση (*ΤΑ*) για τις δηλώσεις που συνθέτουν τη μεταβλητή της αντιληπτής ευκολίας χρήσης των μαθητών/τριών για τα drones. Οι μέσες τιμές των απαντήσεων κυμαίνονται από 4,08 έως 4,51. Η συνολική μέση τιμή της μεταβλητής είναι 4,27, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι μαθητές/τριες θεωρούν το drone εύκολο στη χρήση. Η συνολική μέση τιμή της μεταβλητής της ευχρηστίας (Usability), όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, είναι 3,93 στην 5/βαθμη κλίμακα. Οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται στις δηλώσεις: "Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το drone συχνά" (*ΜΤ* = 4,52) και "Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτό το drone" (*ΜΤ* = 4,09), ενώ οι χαμηλότερες παρατηρούνται σε δηλώσεις που σχετίζονται με την πολυπλοκότητα ή τις απαιτήσεις μάθησης: "Σκέφτηκα ότι υπήρχαν κάποια πράγματα σε αυτό το drone που δεν είχαν νόημα" (*ΜΤ* = 3,54) και "Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το drone" (*ΜΤ* = 3,60). Παρότι σε ορισμένες απαντήσεις

φαίνονται κάποιες δυσκολίες ή ανάγκης υποστήριξης, η γενική εικόνα δείχνει ότι οι μαθητές/τριες βίωσαν τη χρήση του drone θετικά και το θεωρούν λειτουργικά εύχρηστο.

Πίνακας 1. Ελάχιστη (*E*), Μέγιστη (*M*), Μέση Τιμή (*MT*) και Τυπική Απόκλιση (*TA*) για την Κλίμακα της Αντιληπτής Ευκολίας Χρήσης

Κλίμακα	***E***	***M***	***MT***	***TA***
1. Το drone είναι εύκολο στη χρήση.	1	5	4,08	0,933
2. Το να μάθω να χρησιμοποιώ το drone είναι εύκολο για μένα.	1	5	4,21	0,858
3. Είναι εύκολο για μένα να θυμάμαι πώς να χρησιμοποιώ το drone.	1	5	4,51	0,757
Σύνολο	**1**	**5**	**4,27**	**0,849**

Πίνακας 2. Ελάχιστη (*E*), Μέγιστη (*M*), Μέση Τιμή (*MT*) και Τυπική Απόκλιση (*TA*) για την Κλίματα της Ευχρηστίας (SUS)

Κλίμακα	***E***	***M***	***MT***	***TA***
1. Νομίζω ότι θα ήθελα να χρησιμοποιώ αυτό το drone συχνά.	2	5	4,52	0,805
2. Βρήκα αυτό το drone πολύπλοκο, χωρίς λόγο.	1	5	4,01	1,112
3. Σκέφτηκα ότι αυτό το drone ήταν εύκολο στη χρήση.	1	5	4,06	0,979
4. Νομίζω ότι θα χρειαστώ βοήθεια από κάποιον ειδικό, για να μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το drone.	1	5	3,62	1,195
5. Βρήκα τις διάφορες λειτουργίες σε αυτό το drone να εκτελούνται καλά μαζί.	2	5	4,07	0,855
6. Σκέφτηκα ότι υπήρχαν κάποια πράγματα σε αυτό το drone που δεν είχαν νόημα.	1	5	3,54	1,348
7. Φαντάζομαι ότι οι περισσότεροι/ες συμμαθητές/τριες θα μάθουν να χρησιμοποιούν αυτό το drone πολύ γρήγορα.	1	5	3,84	1,134
8. Βρήκα αυτό το drone αρκετά πολύπλοκο στη χρήση.	1	5	3,90	1,236
9. Ένιωσα πολύ σίγουρος/η χρησιμοποιώντας αυτό το drone.	1	5	4,09	1,005
10. Χρειάστηκε να μάθω πολλά πράγματα πριν μπορέσω να χρησιμοποιήσω αυτό το drone.	1	5	3,60	1,393
Σύνολο	**1**	**5**	**3,93**	**1,106**

Γνωστικά αντικείμενα στα οποία δύνανται να αξιοποιηθούν τα drones

Από την ανάλυση των δεδομένων των συνεντεύξεων φάνηκε η επιθυμία των μαθητών/τριών να αξιοποιήσουν τα drones σε διάφορα μαθήματα του Προγράμματος Σπουδών του Δημοτικού σχολείου. Σε αυτό που επιθυμούν περισσότερο (n = 21) τη χρήση των drones είναι η Γεωγραφία. Οι μαθητές/τριες πιστεύουν ότι με το drone το μάθημα γίνεται πιο ελκυστικό, λόγω της δυνατότητας της θέασης από ψηλά σε πραγματικό χρόνο (bird's - eye view). Όπως ενδεικτικά ανέφεραν:

"*Θα ήταν διασκεδαστικό να το χρησιμοποιήσουμε στη Γεωγραφία για να δούμε τη γη από ψηλά και να δούμε πώς είναι το έδαφος.*" (Μαθήτρια 4)

"*…στη Γεωγραφία για να δούμε μέρη που δεν μπορούμε να τα δούμε μέσα στην τάξη και να τα βλέπουμε από ψηλά, πώς είναι το γύρω-γύρω, πώς είναι ένα βουνό από κοντά.*" (Μαθήτρια 16)

"*…θα μπορούσαμε να δούμε διάφορα μέρη και αξιοθέατα όπως η Ακρόπολη ή το Σχολείο μας από πάνω.*" (Μαθήτρια 20)

"*Θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε το drone στη Γεωγραφία για να βλέπουμε από ψηλά τα βουνά τις πεδιάδες, τα οροπέδια και να καταλάβουμε καλύτερα το μάθημα και πώς είναι η γη.*" (Μαθήτρια 24)

Οι μαθητές/τριες δήλωσαν ότι επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν το drone και στο μάθημα των Μαθηματικών και ειδικότερα στη Γεωμετρία (*n* = 16). Αυτοί/ές πιστεύουν ότι η αξιοποίηση των drones θα βοηθήσει στην κατανόηση βασικών εννοιών όπως οι αποστάσεις, τα ύψη, οι γωνίες και οι μοίρες. Ενδεικτικά ανέφεραν:

"*Στα Μαθηματικά για να μάθουμε τις μοίρες, όταν το προγραμματίσαμε να πηγαίνει μπροστά, να στρίβει 90 μοίρες.*" (Μαθήτρια 13)

"*…θα μπορούσαμε να μετρήσουμε την περίμετρο του σχολείου με το drone. Να μετράμε αποστάσεις.*" (Μαθήτρια 16)

"*…στη Γεωμετρία για να μάθουμε τις μοίρες όπως το κάναμε στον προγραμματισμό που μετρούσαμε στις γωνίες 90 μοίρες.*" (Μαθητής 17)

"*Στα Μαθηματικά, να κατανοήσω καλύτερα τις μοίρες και να μάθω πόσο είναι οι 90, οι 80, οι 70 μοίρες.*" (Μαθήτρια 24)

Επιπρόσθετα με τα ανωτέρω μαθήματα, ένας αριθμός μαθητών/τριών (*n* = 6) εξέφρασε την επιθυμία να αξιοποιήσουν το drone στο μάθημα της Πληροφορικής για την εκμάθηση αρχών προγραμματισμού. Οι ακόλουθες ενδεικτικές απαντήσεις, δείχνουν αυτή την επιθυμία τους.

"*…στην Πληροφορική για να μάθουμε προγραμματισμό και το πώς να χειριστούμε το drone.*" (Μαθήτρια 4)

"*… για να μάθουμε πώς μπορούμε να το προγραμματίσουμε*" (Μαθητής 5)

"*Στην Πληροφορική να μάθω να προγραμματίζω το drone.*" (Μαθητής 6)

Παρόμοιος αριθμός μαθητών/τριών (*n* = 5) εξέφρασε την επιθυμία χρήσης των drones στο μάθημα της Φυσικής για την κατανόηση εννοιών όπως είναι η ταχύτητα. Ενδεικτικά ανέφεραν ότι:

"*…στη Φυσική θα μπορούσες να μάθεις για την ταχύτητα, το ύψος*" (Μαθητής 15)

"*… θα μπορούσαμε να μάθουμε πόσο γρήγορα μπορεί να πάει το drone αναλόγως με τον προγραμματισμό.*" (Μαθήτρια 19)

Ορισμένοι/ες μαθητές/τριες (*n* = 4) ανέφεραν τη χρήση των drones και στο μάθημα των Εικαστικών για την ενίσχυση της οπτικής αναπαράστασης και την αποτύπωση του χώρου.

"*Στη ζωγραφική π.χ. με το drone πάμε πολύ ψηλά για να έχουμε εικόνα να μπορούμε να ζωγραφίσουμε καλύτερα τη φύση.*" (Μαθητής 10)

"*… καλλιτεχνικά θα μπορούσα να στείλω το drone έξω και να δω διάφορα τοπία από την κάμερα, για να τα αποτυπώσω καλύτερα στο χαρτί.*" (Μαθήτρια 22)

Ένας μικρός αριθμός μαθητών/τριών (*n* = 3) ανέφεραν ότι τα drones θα μπορούσαν να συμβάλλουν στην παραγωγή γραπτού λόγου: Ενδεικτικά ανέφεραν:

"*Στη Γλώσσα αν η κυρία μας έβαζε μια έκθεση να περιγράψουμε το σχολείο, θα μπορούσαμε να πετάξουμε το drone και να δούμε το σχολείο από ψηλά.*" (Μαθητής 7)

"*Αν έχω μια έκθεση ή να βρω πληροφορίες για το σχολείο, μπορούμε να το πετάξουμε το drone και να δούμε πράγματα που δεν θα μπορούσαμε χωρίς το drone.*" (Μαθητής 25)

Από ένας/μία μαθητής/τρια ανέφερε την επιθυμία της χρήσης των drones στα μαθήματα της Ιστορίας, της Φυσικής Αγωγής και των Εργαστηρίων Δεξιοτήτων. Οι λόγοι που ανέφεραν ήταν:

"*Στη Γυμναστική γιατί θεωρώ ότι ήταν ενδιαφέρον να τραβάμε από ψηλά κάποια στιγμιότυπα από συγκεκριμένα παιχνίδια που παίζουμε.*" (Μαθήτρια 2)

"*Στα Εργαστήρια Δεξιοτήτων για να μάθουμε πώς είναι πλέον η τεχνολογία και πώς έχει εξελιχθεί.*" (Μαθητής 5)

"*Στην Ιστορία μπορούμε να πάμε σε ένα αρχαιολογικό χώρο και να δούμε πώς ήταν εκεί και να μας πει η κυρία πώς ήταν πριν γίνουν οι καταστροφές.*" (Μαθήτρια 8)

Περιορισμοί στη χρήση των drones

Από την ανάλυση των δεδομένων των συνεντεύξεων προέκυψαν συγκεκριμένοι περιορισμοί σχετικά με την αξιοποίηση των drones στις μαθησιακές δραστηριότητες. Ένας από αυτούς (*n* = 8) αφορούσε τη σύντομη διάρκεια της μπαταρίας. Για παράδειγμα:

"*....θα ήθελα να μην τελειώνουν τόσο γρήγορα οι μπαταρίες.*" (Μαθήτρια 12)

"*Δε μου άρεσε στις δραστηριότητες με το drone ότι τελειώνει γρήγορα η μπαταρία.*" (Μαθητής 14)

"*… είχε λίγη μπαταρία το drone και σταμάταγε γρήγορα.*" (Μαθητής 17)

"*…το drone όταν του τελείωνε η μπαταρία έκανε δικά του πράγματα και προσγειωνόταν.*" (Μαθήτρια 22)

Ο χειρισμός του drone με το εικονικό τηλεχειριστήριο μέσω τάμπλετ είναι ένας άλλος περιορισμός που δυσκόλεψε κάποιους/ες μαθητές/τριες (*n* = 8). Μεταξύ άλλων, ανέφεραν:

"*Στην αρχή ήταν εύκολο να το προχωρήσουμε αλλά προς το τέλος κοντά στην προσγείωση κουνιόταν λίγο και ήταν δύσκολο να το προσγειώσουμε με ακρίβεια.*" (Μαθητής 3)

"*Στις γρήγορες κινήσεις, όταν το drone πήγαινε με ταχύτητα δεν σταματούσε, στον χειρισμό δεν είχε ακρίβεια.*" (Μαθητής 6)

"*Με δυσκόλεψε λίγο όταν το πρωτοπήρα για να το χειριστώ, την πρώτη φορά που το έκανα το χτύπησα πάνω σε έναν τοίχο, αλλά τη δεύτερη φορά ήταν πιο εύκολο.*" (Μαθήτρια 8)

Τα ζητήματα συνδεσιμότητας, κυρίως στην επικοινωνία της εφαρμογής του προγραμματισμού με το drone, αλλά και με το διαδίκτυο, ανέδειξαν άλλοι/ες μαθητές/τριες (*n* = 6), όπως αποτυπώνονται στις παρακάτω απαντήσεις:

"*…δεν μπορούσε να συνεργαστεί με το τάμπλετ, δεν έπαιρνε εύκολα τις εντολές.*" (Μαθητής 1)

"*…όταν το προγραμμάτιζα είχε μερικές φορές κάποια προβλήματα στη σύνδεση.*" (Μαθητής 3)

"*Με δυσκόλεψε γιατί δεν επικοινωνούσε καλά η εφαρμογή με το drone.*" (Μαθήτρια 4)

"*Ενοχλούσε λίγο ότι μερικές φορές δεν συνδεόταν καλά το Internet…*" (Μαθήτρια 16)

Ένας άλλος περιορισμός που αναδείχθηκε ήταν η έλλειψη επαρκούς χρόνου για την υλοποίηση των μαθησιακών δραστηριοτήτων (*n* = 5).

"*Ήθελα περισσότερη ώρα στον προγραμματισμό και γενικά στις δραστηριότητες.*" (Μαθητής 1)

"*Θα ήθελα να το κάνουμε λίγο πιο συχνά και να είχαμε περισσότερο χρόνο.*" (Μαθήτρια 8)

"*Δεν μου άρεσε γιατί είχαμε λίγο χρόνο. Να υπάρχει περισσότερος χρόνος για να κάνουμε περισσότερες δραστηριότητες με το drone.*" (Μαθήτρια 20)

"*…δεν είχαμε πάρα πολύ χρόνο, ώστε να το διασκεδάσουμε περισσότερο και να το προγραμματίσουμε κατάλληλα.*" (Μαθήτρια 22)

Άλλος περιορισμός αφορούσε τον προσανατολισμό κατά τον χειρισμό του drone με το εικονικό τηλεχειριστήριο (*n* = 3). Ενδεικτικά αναφέρθηκε:

"*Με δυσκόλεψε λίγο να ξέρω που είναι ακριβώς το drone στον αέρα, γιατί δεν είχε κάμερα από πίσω και πώς είναι προσανατολισμένο για να ξέρω ποιο είναι το μπρος και ποιο το πίσω μέρος του drone, για να το χειριστώ με το τηλεχειριστήριο.*" (Μαθητής 14)

"*Δεν μπορούσα να καταλάβω στην αρχή πότε να στρίψω αριστερά, πότε δεξιά, πότε να πάω πίσω, πότε μπροστά...*" (Μαθητής 23)

Η έλλειψη χώρου και οι δυσκολίες που προέκυψαν κατά την πλοήγηση του drone αποτελεί έναν άλλο περιορισμό που αναφέρθηκε από τρεις μαθητές/τριες:

"*Δεν μου άρεσε το πέταγμα μέσα στην τάξη, δεν μπορούσα να το πετάξω ψηλά…*" (Μαθήτρια 13)

"*… ήταν λίγο πιο δύσκολο γιατί είχες περιορισμένο χώρο και έπρεπε να το προσγειώσεις σε συγκεκριμένο σημείο.*" (Μαθητής 15)

"*Με δυσκόλεψε, ότι ήταν λίγο μικρός ο χώρος της τάξης για το drone…*" (Μαθητής 17)

Συμπεράσματα

Αναφορικά με τον πρώτο στόχο της παρούσας έρευνας, που αφορά την αντιληπτή ευκολία χρήσης και την ευχρηστία των drones, τα ευρήματα δείχνουν ότι οι μαθητές/τριες διατυπώνουν θετικές απόψεις και θεωρούν εύκολη και εύχρηστη την αξιοποίηση αυτής της τεχνολογίας στο Δημοτικό, γεγονός που συμφωνεί με τα ευρήματα προηγούμενων μελετών (Djatmiko et al., 2021· Slater & Sanchez, 2021). Η υψηλή συνολική μέση τιμή στην αντιληπτή ευκολία χρήσης δείχνει ότι οι μαθητές/τριες δεν αντιμετώπισαν δυσκολίες τόσο στην εκμάθηση του χειρισμού των drones. όσο και στη χρήση τους κατά τις δραστηριότητες. Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα ως προς την ευχρηστία υποδηλώνουν μια γενικά θετική εμπειρία, με τους μαθητές/τριες να επιθυμούν να επαναχρησιμοποιήσουν αυτήν την τεχνολογία, να αισθάνονται σιγουριά, και να επισημαίνουν την ικανοποιητική συνέργεια μεταξύ των διαφόρων λειτουργιών του drone. Σε επιμέρους δηλώσεις διατυπώθηκαν κάποιες επιφυλάξεις αναφορικά με την πολυπλοκότητα ορισμένων λειτουργιών, ωστόσο αυτές δεν επηρέασαν τη συνολική αντίληψη.

Πέρα από τη θετική αντίληψη των μαθητών/τριών ως προς τα ανωτέρω, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η επιθυμία τους να αξιοποιήσουν τα drones σε ένα εύρος γνωστικών αντικειμένων του Προγράμματος Σπουδών. Οι συμμετέχοντες/ουσες σημειώνουν τις μαθησιακές δυνατότητες των drones σε μαθήματα όπως η Γεωγραφία, τα Μαθηματικά (κυρίως η Γεωμετρία), η Πληροφορική και η Φυσική. Οι περιγραφές τους ανέδειξαν τη σημασία της εναέριας θέασης (bird's - eye view) για την κατανόηση γεωμορφολογικών σχηματισμών, την εφαρμογή γεωμετρικών εννοιών (π.χ., γωνίες, αποστάσεις, κατευθύνσεις) στον προγραμματισμό της πτήσης, καθώς και τη σύνδεση με βασικές έννοιες όπως η ταχύτητα και η απόσταση. Επιπρόσθετα, αναφέρθηκαν λιγότερο αναμενόμενες αλλά διδακτικά αξιοσημείωτες χρήσεις των drones στα Εικαστικά, στη Γλώσσα, στην Ιστορία και στα Εργαστήρια Δεξιοτήτων. Τα ευρήματα αυτά συμπίπτουν με τάσεις που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, υποδεικνύοντας τη διεπιστημονική αξιοποίηση των drones (López Núñez et al., 2020· Yeung et al., 2024), ενώ παράλληλα τεκμηριώνουν την παιδαγωγική αξία της τεχνολογίας ως φορέα ενεργού και βιωματικής μάθησης.

Ωστόσο, η ενσωμάτωση των drones στο σχολικό πλαίσιο ανέδειξε ορισμένους περιορισμούς, οι οποίοι θα πρέπει να ληφθούν υπόψη κατά τον σχεδιασμό μελλοντικών παρεμβάσεων. Ένα από τα πιο συχνά αναφερόμενα ζητήματα αφορούσε τη μικρή διάρκεια της μπαταρίας, η οποία περιόριζε τον χρόνο πτήσης και απαιτούσε τακτικές διακοπές. Εξίσου σημαντικές ήταν οι δυσκολίες στον χειρισμό, ιδιαίτερα κατά την προσγείωση ή σε περιβάλλοντα περιορισμένου χώρου, ενώ αρκετοί/ές μαθητές/τριες ανέφεραν προβλήματα προσανατολισμού κατά τη χρήση του εικονικού τηλεχειριστηρίου. Επιπλέον, καταγράφηκαν τεχνικά ζητήματα συνδεσιμότητας, κυρίως μεταξύ της εφαρμογής προγραμματισμού και του drone, γεγονός που μείωσε την αξιοπιστία της αλληλεπίδρασης και σε ορισμένες περιπτώσεις εμπόδισε την εκτέλεση των εντολών προγραμματισμού. Παρόμοια προβλήματα έχουν αναφερθεί και σε άλλες μελέτες που αξιοποίησαν drones σε σχολικά περιβάλλοντα (Djatmiko et al., 2021· Saiki & Sato, 2021). Άλλες προκλήσεις αφορούσαν την περιορισμένη χρονικά διάρκεια των δραστηριοτήτων, καθώς και ζητήματα που συνδέονται με τον φυσικό χώρο (π.χ., μικρή αίθουσα). Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν την ανάγκη για επαρκή υλικοτεχνική προετοιμασία και ευελιξία στον σχεδιασμό του σεναρίου, προκειμένου να περιοριστούν οι παράγοντες που ενδέχεται να οδηγήσουν σε μη επιτυχή υλοποίηση των δραστηριοτήτων. Παρόμοιοι περιορισμοί έχουν επισημανθεί και σε προηγούμενες έρευνες που υλοποιήθηκαν σε ανάλογα περιβάλλοντα χωρίς σταθερή τεχνική υποστήριξη (π.χ., Tezza et al., 2020). Επιπλέον, μέσα από την υλοποίηση της δραστηριότητας αναδείχθηκαν δομικά, συστημικά

εμπόδια που δύνανται να εμποδίσουν την ένταξη των drones στο σχολείο όπως είναι: η ανεπάρκεια επιμόρφωσης των εκπαιδευτικών (ως προς την ασφάλεια πτήσεων και την παιδαγωγική αξιοποίηση), η έλλειψη πόρων για εξοπλισμό, συντήρηση και αναλώσιμα, η μη ύπαρξη κατάλληλων προγραμμάτων σπουδών, η ανάπτυξη δεξιοτήτων και η αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων. Ιδιαίτερη προσοχή απαιτούν τα ηθικά και νομικά ζητήματα (ιδιωτικότητα κατά τη βιντεοσκόπηση, ασφάλεια και διαχείριση κινδύνου κατά τις πτήσεις). Οι διαπιστώσεις αυτές ευθυγραμμίζονται με τα ευρήματα άλλων ερευνών (Shadiev & Yi, 2022· Yeung et al., 2024) και συνιστούν κρίσιμες προϋποθέσεις για ουσιαστική αξιοποίηση αυτής της τεχνολογίας αλλά και των ΤΠΕ στο ελληνικό εκπαιδευτικό σύστημα.

Συμπερασματικά, η αξιοποίηση των drones στο πλαίσιο ενός STEM σεναρίου στο Δημοτικό ανέδειξε υψηλά επίπεδα ευκολίας στη χρήση, και προθυμία επαναχρησιμοποίησής τους από τους μαθητές/τριες σε άλλα μαθήματα. Η τεχνολογία αυτή θα μπορούσε να συμβάλλει ουσιαστικά στην επίτευξη των διδακτικών στόχων μέσα από βιωματικές μαθησιακές εμπειρίες, προσφέροντας δυνατότητες διαθεματικής ενσωμάτωσης στο σχολικό πρόγραμμα. Ωστόσο, υπογραμμίζεται η ανάγκη για επαρκή παιδαγωγικό σχεδιασμό, τεχνική υποστήριξη και διαμόρφωση κατάλληλων συνθηκών υλοποίησης, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η παιδαγωγική τους αξία. Οι διαπιστώσεις αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν για τον εμπλουτισμό της εκπαιδευτικής διαδικασίας με δραστηριότητες που ενσωματώνουν εναέρια ρομποτική, ενώ αποτελούν αφετηρία για μελλοντική έρευνα ως προς τη μακροπρόθεσμη επίδραση της χρήσης των drones στην ανάπτυξη δεξιοτήτων και στάσεων στους/στις μαθητές/τριες. Μελλοντικές έρευνες πρέπει να επαναλάβουν την παρούσα έρευνα σε τυχαία δείγματα μαθητών/τριών και να δώσουν τη δυνατότητα σε αυτούς/ές να εμπλακούν περισσότερο στον προγραμματισμό και την πτήση εκπαιδευτικών drones.

Αναφορές

Afanas, D., & Braicov, A. (2021). Steam education in search missions. *Proceedings of the International Symposium "Actual Problems of Mathematics and Informatics"* (pp. 84-93). Technical University of Moldova

Bhuyan, J., Wu, F., Thomas, C., Koong, K., Hur, J. W., & Wang, C. H. (2020). Aerial drone: An effective tool to teach information technology and cybersecurity through project based learning to minority high school students in the US. *TechTrends*, *64*, 899-910. https://doi.org/10.1007/s11528-020-00502-7

Bourgonjon, J., Valcke, M., Soetaert, R., & Schellens, T. (2010). Students' perceptions about the use of video games in the classroom. *Computers & Education, 54*(4), 1145-1156.

Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability Evaluation in Industry*, *189*(194), 4-7.

Corbin, J., & Strauss, A. (2008). Techniques and procedures for developing grounded theory. In *Basics of Qualitative Research (*3rd ed., pp. 860-886). Sage.

Davis, F. D., Bagozzi, R. P., & Warshaw, P. R. (1989). User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, *35*(8), 982-1003.

Djatmiko, I. W., Yatmono, S., & Nugraha, A. C. (2021). Development and effectiveness of drone as a learning media in Islamic Boarding School. In *Journal of Physics: Conference Series* (vol. 2111, no. 1, p. 012011). IOP Publishing.

Fokides, E., Papadakis, D., & Kourtis-Kazoullis, V. (2017). To drone or not to drone? Results of a pilot study in primary school settings. *Journal of Computers in Education, 4*, 339-353.

Han, D., Gwak, D. Y., & Lee, S. (2020). Noise prediction of multi-rotor UAV by RPM fluctuation correction method. *Journal of Mechanical Science and Technology*, *34*, 1429-1443.

He, S. (2023). An Introductory aeronautics course for pre-engineering students to understand how Drones (Flying Robots) work. *Proceedings of the 130th ASEE Annual Conference and Exposition* (paper 37610, pp. 1-12). ASEE.

Jiang, M. Y. C., Jong, M. S. Y., Chai, C. S., Huang, B., Chen, G., Lo, C. K., & Wong, F. K. K. (2024). They believe students can fly: A scoping review on the utilization of drones in educational settings. *Computers & Education, 2024*, 105113.

Katsanos, C., Tselios, N., & Xenos, M. (2012). Perceived usability evaluation of learning management systems: a first step towards standardization of the System Usability Scale in Greek. *Proceedings of the 2012 16th Panhellenic Conference on Informatics* (pp. 302-307). IEEE.

Koutromanos, G. (2023). Understanding primary school students' desire to play games on smart mobile devices in their leisure time. In T. Bratitsis (Ed.) *Research on E-Learning and ICT in education* (pp. 39-55). Springer.

López Núñez, J. A., López Belmonte, J., Moreno Guerrero, A. J., & Pozo Sánchez, S. (2020). Effectiveness of innovate educational practices with flipped learning and remote sensing in earth and environmental sciences-An exploratory case study. *Remote Sensing, 12*(5), 897.

Mathews, A. J., DeChano-Cook, L. M., & Bloom, C. (2023). Enhancing middle school learning about geography and topographic maps using hands-on play and geospatial technologies. *Journal of Geography*, *122*(5), 115-125.

Mohsan, S. A. H., Othman, N. Q. H., Li, Y., Alsharif, M. H., & Khan, M. A. (2023). Unmanned aerial vehicles (UAVs): Practical aspects, applications, open challenges, security issues, and future trends. *Intelligent Service Robotics*, *16*(1), 109-137.

Palaigeorgiou, G., Griva, E., Raftogianni, P. D., & Toronidou, M. (2018). Improving vocabulary acquisition in a second/foreign language with a mixed reality environment and a drone. In K. Ntalianis, A. Andreatos, & C. Sgouropoulou (Eds.), *Proceedings of the European Conference on e-Learning* (pp. 447-455). Academic Conferences International Limited.

Pergantis, P., & Drigas, A. (2024). The effect of drones in the educational process: A systematic review. *Education Sciences, 14*(6), 665.

Putnam, C., Puthenmadom, M., Cuerdo, M. A., Wang, W., & Paul, N. (2020). Adaptation of the system usability scale for user testing with children. *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-7). CHI.

Saiki, T., & Sato, E. (2021). Effective use of drone in elementary school programming classes. *Proceedings of the 2021 International Symposium on Educational Technology (ISET)* (pp. 256-258). IEEE.

Shadiev, R., & Yi, S. (2022). A systematic review of UAV applications to education. *Interactive Learning Environments*, *31*(10), 6165-6194.

Shan, J. (2019). A study on the factors affecting student behavior intention to attend robotics courses at the primary and secondary school levels. *International Scholarly and Scientific Research & Innovation*, *13*(6), 911-916.

Sivenas, T., & Koutromanos, G. (2022). Exploring the affordances of drones from an educational perspective. *Proceedings of the 2022 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 90-94). IEEE.

Slater, T. F., & Sanchez, R. L. (2021). Evaluating K-16 student engagement in STEM-based drone racing. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education*, *8*(2), 1-10.

Tezza, D., Garcia, S., & Andujar, M. (2020). Let's learn! An initial guide on using drones to teach STEM for children. In *Learning and collaboration technologies. Human and technology ecosystems* (pp. 530-543). Springer.

Tzagkaraki, E., Papadakis, S., & Kalogiannakis, M. (2021). Exploring the use of educational robotics in primary school and its possible place in the curricula. *Proceedings of EDUROBOTICS 2020* (pp. 216-229). Springer.

Velasco, O., & Valente, J. (2020). Online drone education, a mapping review. *Proceedings of the 2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1286-1289). IEEE.

Yepes, I., Barone, D. A. C., & Porciuncula, C. M. D. (2022). Use of drones as pedagogical technology in STEM disciplines. *Informatics in Education*, *21*(1), 201-233.

Yeung, R. C. Y., Yeung, C. H., Sun, D., & Looi, C. K. (2024). A systematic review of Drone integrated STEM education at secondary schools (2005-2023): Trends, pedagogies, and learning outcomes. *Computers & Education*, *212*, 104999.

Κουτρομάνος, Γ. (2021). Εναέρια ρομποτική στην εκπαίδευση: Υπάρχουσα κατάσταση, δυνατότητες και προκλήσεις. Στο Α. Καμέας, & Σ. Παπαδάκης (Επιμ.), *Πρακτικά Συνεδρίου Εκπαιδευτικοί & Εκπαίδευση STE(A)M*, (σσ. 29-41). ΕΑΠ.