

Διερευνώντας εκπαιδευτικές εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης: Εναρκτήρια αποτίμηση μιας Εξ Αποστάσεως επιμόρφωσης εκπαιδευτικών

Πανδώρα Δορούκα

pdorouka@edc.uoc.gr

Παιδαγωγικό Τμήμα Προσχολικής Εκπαίδευσης, Σχολή Επιστημών Αγωγής, Πανεπιστήμιο Κρήτης και Υπουργείο Παιδείας, Θρησκευμάτων και Αθλητισμού

Περίληψη

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) αναδιαμορφώνει διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης, προσφέροντας νέες ευκαιρίες για τη βελτίωση των πρακτικών διδασκαλίας και μάθησης. Ωστόσο, η ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στην εκπαίδευση παρουσιάζει προκλήσεις, ιδίως όσον αφορά τη διασφάλιση της ανάπτυξης από τους εκπαιδευτικούς των απαραίτητων ικανοτήτων για την υπεύθυνη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η παρούσα μελέτη αντιμετωπίζει αυτές τις προκλήσεις προτείνοντας τη συστηματική προετοιμασία των εκπαιδευτικών μέσω ενός εξάμηνου διαδικτυακού εκπαιδευτικού προγράμματος, το οποίο αναπτύχθηκε μέσω των πρωτοβουλιών eTwinning. Χρησιμοποιώντας μια εμπειρική προσέγγιση, η μελέτη αξιολογεί την αποτελεσματικότητα αυτού του προγράμματος όσον αφορά τον εξοπλισμό των εκπαιδευτικών για την εφαρμογή παρεμβάσεων βασισμένων στην TN σε πραγματικές εκπαιδευτικές συνθήκες. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η κατάρτιση βελτίωσε σημαντικά την ετοιμότητα των εκπαιδευτικών να υιοθετήσουν εργαλεία TN, προωθώντας πιο εξατομικευμένα και προσαρμοστικά μαθησιακά περιβάλλοντα.

Λέξεις-κλειδιά: Παιδαγωγική Αξιοποίηση, Τεχνητή Νοημοσύνη (TN), Εκπαίδευση Εκπαιδευτικών

Εισαγωγή

Στη σύγχρονη εποχή, η ενίσχυση της ευρωπαϊκής διάστασης στην εκπαίδευση και οι προσπάθειες για διεθνείς συνεργασίες και πρόοδο αποτελούν θεμελιώδεις πτυχές της εκπαιδευτικής πολιτικής. Οι αυξανόμενες δυνατότητες που παρέχει το διαδίκτυο για την ενίσχυση τόσο της πρόσβασης στην εκπαίδευση και την κατάρτιση, όσο και της ποιότητας της μάθησης, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση μιας ευρωπαϊκής κοινωνίας της γνώσης. Ταυτόχρονα, η ταχεία εξέλιξη της επιστήμης αναδεικνύει την ανάγκη για προσαρμογή της εκπαίδευσης σε νέες συνθήκες (Voogt & Roblin, 2012). Επιπλέον, οι σύγχρονες εξελίξεις στην τεχνολογία, όπως η τεχνητή νοημοσύνη απαιτούν άμεση ενσωμάτωσή τους στην εκπαιδευτική διαδικασία. Συχνά, οι εκπαιδευτικοί δεν διαθέτουν τις απαραίτητες γνώσεις για να υιοθετήσουν καινοτόμες πρακτικές μάθησης λόγω ελλείψεων στην εκπαίδευσή τους (Lewis, Dema & Harshbarger, 2014).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (TN) έχει αναδειχθεί σε μετασχηματιστική δύναμη σε διάφορους τομείς, συμπεριλαμβανομένης της εκπαίδευσης, προσφέροντας πρωτοφανείς ευκαιρίες για τη βελτίωση των πρακτικών διδασκαλίας και μάθησης (Park et al., 2023). Καθώς οι εκπαιδευτικοί προσπαθούν να αξιοποιήσουν τις τεχνολογίες TN για να αντιμετωπίσουν τις εξελισσόμενες ανάγκες των μαθητών στην ψηφιακή εποχή, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για τη διερεύνηση των παιδαγωγικών δυνατοτήτων της μέσα στα εκπαιδευτικά πλαίσια (Kim et al., 2021). Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση υπόσχεται μεγάλη επανάσταση στις παραδοσιακές διδακτικές πρακτικές και την προώθηση εξατομικευμένων,

προσαρμοστικών μαθησιακών εμπειριών (Su et al., 2023). Αξιοποιώντας τεχνικές μηχανικής μάθησης που βασίζονται στην ΤΝ, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να προσαρμόσουν τη διδασκαλία ώστε να ανταποκρίνεται στις διαφορετικές ανάγκες και προτιμήσεις των μαθητών, προωθώντας έτσι μεγαλύτερη δέσμευση, κίνητρα και επιτεύγματα (Clark, 2023- Daher et al., 2023). Επιπλέον, τα εργαλεία και οι πλατφόρμες που υποστηρίζονται από την ΤΝ προσφέρουν στους εκπαιδευτικούς πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τη μαθησιακή πορεία των μαθητών, διευκολύνοντας τις έγκαιρες παρεμβάσεις και τη στοχευμένη υποστήριξη για τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Chiu et al., 2020- Wardat et al., 2024- Salas-Pilco et al., 2022).

Ωστόσο, παρά τα δυνητικά οφέλη της ΤΝ στην εκπαίδευση, η αποτελεσματική εφαρμογή της παρουσιάζει αρκετές προκλήσεις και πολυπλοκότητες που πρέπει να αντιμετωπιστούν προσεκτικά (Yau et al., 2023). Μια βασική πρόκληση είναι η εξασφάλιση ισότιμης πρόσβασης σε τεχνολογίες και πόρους ΤΝ, ιδίως σε υποβαθμισμένες κοινότητες και περιθωριοποιημένους πληθυσμούς (Kuleto et al., 2022). Επιπλέον, εξακολουθούν να υπάρχουν ανησυχίες σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής των δεδομένων, την ασφάλεια και τις ηθικές πτυχές που σχετίζονται με τη χρήση αλγορίθμων ΤΝ σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, υπογραμμίζοντας τη σημασία της θέσπισης ισχυρών πλαισίων διακυβέρνησης και κατευθυντήριων γραμμών (Yildirim, 2023- Long & Magerko, 2020). Επιπλέον, η επιτυχής ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση απαιτεί από τους εκπαιδευτικούς να αναπτύξουν νέες ικανότητες και παιδαγωγικές προσεγγίσεις ευθυγραμμισμένες με τις αρχές της υπεύθυνης χρήσης της ΤΝ (Celik, 2023). Οι εκπαιδευτικοί χρειάζεται να διαθέτουν βαθιά κατανόηση των τεχνολογιών ΤΝ, των πιθανών εφαρμογών τους στην εκπαίδευση και των επιπτώσεών τους στη διδασκαλία και τη μάθηση (Kim & Kim, 2022). Επιπλέον, είναι σημαντικό να καλλιεργήσουν δεξιότητες κριτικής σκέψης και ψηφιακό γραμματισμό στους μαθητές, ώστε να τους δώσουν τη δυνατότητα να περιηγηθούν στις πολυπλοκότητες του ψηφιακού κόσμου (Sanusi et al., 2022- Asia Pacific Foundation of Canada Korea AI Ethics Association, 2021).

Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων και την αξιοποίηση των ευκαιριών που παρουσιάζει η ΤΝ στην εκπαίδευση, η εμπειρική έρευνα είναι απαραίτητη για την εξέταση της παιδαγωγικής αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων με βάση την ΤΝ σε πραγματικά εκπαιδευτικά πλαίσια (Luckin et al., 2022). Με τη συστηματική διερεύνηση της εφαρμογής των τεχνολογιών ΤΝ σε ποικίλα εκπαιδευτικά περιβάλλοντα, οι ερευνητές μπορούν να εντοπίσουν τις βέλτιστες πρακτικές, να σχεδιάσουν παρεμβάσεις βασισμένες σε στοιχεία που αποσκοπούν στην προώθηση της αποτελεσματικής ενσωμάτωσης της ΤΝ στις πρακτικές διδασκαλίας και μάθησης. Επιπλέον, οι πιλοτικές μελέτες παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τις πρακτικές προκλήσεις και τους περιορισμούς που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί κατά την υιοθέτηση τεχνολογιών ΤΝ, ανοίγοντας το δρόμο για την ανάπτυξη στοχευμένων προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης και πρωτοβουλιών υποστήριξης (Luckin et al., 2022- Emenike & Emenike, 2023).

Με βάση τα προαναφερθέντα, οργανώθηκε ένα πιλοτικό πρόγραμμα κατάρτισης για εν ενεργεία εκπαιδευτικούς στην προσχολική, πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια εκπαίδευση, κατά το πρότυπο της ευρωπαϊκής πρωτοβουλίας eTwinning που υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, με στόχο την προώθηση της δικτύωσης μεταξύ των σχολείων. Αξιοποιώντας την ευρωπαϊκή πύλη eTwinning (<http://www.etwinning.net>), η οποία προσφέρει ολοκληρωμένα εργαλεία για την προετοιμασία και την ανάπτυξη συνεργασιών, η κατάρτιση αποσκοπούσε στην εξοικείωση των εκπαιδευτικών με τις εφαρμογές ΤΝ και τη διευκόλυνση της αποτελεσματικής ενσωμάτωσης της ΤΝ στις πρακτικές διδασκαλίας και μάθησης. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες γνώρισαν εργαλεία ΤΝ που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη διδακτική διαδικασία, στην προετοιμασία των μαθημάτων και στην

αξιολόγηση των μαθητών. Ενθαρρύνθηκαν επίσης να προβληματιστούν σχετικά με ηθικά και δεοντολογικά ζητήματα που σχετίζονται με την εισαγωγή της ΤΝ στην εκπαίδευση και τη χρήση της από τους μαθητές. Επειδή στη βιβλιογραφία υπάρχουν μέθοδοι διδασκαλίας που ευθυγραμμίζονται με την εισαγωγή της Τεχνητής Νοημοσύνης στη μαθησιακή διαδικασία, όπως η διερευνητική μάθηση (Alina & Gorghiu, 2017), η προσέγγιση της Φύσης της Επιστήμης και η κοινωνικο-επιστημονική προσέγγιση (Socio-scientific issues) (Burget, 2019), επιλέχθηκε η διερευνητική μέθοδος διδασκαλίας.

Μεθοδολογία

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί σε αρχικό επίπεδο κατά πόσο οι εκπαιδευτικοί μετά από μία επιμόρφωση που πραγματοποιήθηκε αναφορικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση της ΤΝ άρχισαν να αξιοποιούν στοιχεία ΤΝ στην εκπαιδευτική διδασκαλία.

Το περιεχόμενο της περιείχε μια σειρά από ενότητες με εργαλεία και πρακτικές προσεγγίσεις για την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Οι εκπαιδευτικοί εξοικειώθηκαν με τις βασικές έννοιες και τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση.

Κατά τη διάρκεια της εν λόγω διαδικασίας, οι συμμετέχοντες είχαν την ευκαιρία να εξερευνήσουν διάφορα εργαλεία και πλατφόρμες, όπως το ChatGPT, το Gamma.app, το Quizizz, το Diffit, και άλλα, που υποστηρίζουν την ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαιδευτική διαδικασία. Μέσω πρακτικών ασκήσεων και δραστηριοτήτων, οι εκπαιδευτικοί εξασκήθηκαν στη χρήση αυτών των εργαλείων για τη δημιουργία περιεχομένου, τη σχεδίαση μαθημάτων, τη δημιουργία εκπαιδευτικών πόρων και την αξιολόγηση των μαθητών. Μέχρι την ολοκλήρωση της επιμόρφωσης, ανέπτυξαν εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες σχετικά με την εκπαιδευτική αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης. Αποκτήθηκε η ικανότητα να εντοπίζουν και να χρησιμοποιούν αποτελεσματικά στοιχεία της τεχνητής νοημοσύνης στη διδασκαλία, ενισχύοντας έτσι την εκπαιδευτική διαδικασία και βελτιώνοντας την εκπαιδευτική εμπειρία των μαθητών.

Δείγμα

Το δείγμα της έρευνας αποτελούνταν από 10 εν ενεργεία εκπαιδευτικούς Πρωτοβάθμιας και Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης οι οποίοι είχαν ζητήσει να συμμετάσχουν σε αυτήν την επιμόρφωση. Δεδομένης της καινοτομίας και της εξελισσόμενης φύσης της τεχνητής νοημοσύνης στην εκπαίδευση, το μάθημα σχεδιάστηκε σχολαστικά ώστε να αποδώσει πολύτιμες γνώσεις για τη βελτίωση μελλοντικών επαναλήψεων. Ζητώντας ανατροφοδότηση από τους συμμετέχοντες και παρακολουθώντας στενά τις εμπειρίες και τα αποτελέσματά τους, έγινε προσπάθεια βελτίωσης του περιεχομένου του μαθήματος, των μεθόδων παράδοσης με τους μηχανισμούς υποστήριξης, εξασφαλίζοντας τη μέγιστη δυνατή συνάφεια και αποτελεσματικότητα για όλους τους συμμετέχοντες.

Δραστηριότητες εμπλοκής/επιμόρφωσης/αξιολόγησης συμμετεχόντων

Αρχικά πραγματοποιήθηκαν ερωτήσεις πριν και μετά την επιμόρφωση για να μετρηθεί η κατανόηση των συμμετεχόντων σχετικά με τις έννοιες και τα εργαλεία ΤΝ. Τα ερωτηματολόγια περιλάμβαναν ερωτήσεις κλίμακας Likert για την αξιολόγηση της αυτοπεποίθησης και της γνώσης των συμμετεχόντων, καθώς και ερωτήσεις ανοικτού τύπου που επέτρεπαν στους συμμετέχοντες να περιγράψουν τις εμπειρίες τους και την ανάπτυξή τους.

Πιο συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες ολοκλήρωσαν εβδομαδιαίες δραστηριότητες που απαιτούσαν την πρακτική εφαρμογή εργαλείων ΤΝ στη διδασκαλία, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1, οι οποίες αξιολογήθηκαν με τη χρήση ρουμπρίκας. Οι δραστηριότητες αυτές αποσκοπούσαν στη μέτρηση του βαθμού ενσωμάτωσης της ΤΝ. Ειδικότερα, ασχολούμενοι κυρίως με το υλικό των επιμορφώσεων μέσω της πλατφόρμας seminars.etwinning.gr, οι συμμετέχοντες απέκτησαν πλούσιες εκπαιδευτικές εμπειρίες μάθησης γύρω από το υπό μελέτη θέμα. Κάθε εβδομάδα παρουσιάζονταν νέο εκπαιδευτικό περιεχόμενο, το οποίο συμπληρωνόταν από μία ή δύο δραστηριότητες που οι συμμετέχοντες έπρεπε να ολοκληρώσουν. Το βασικό υλικό αποτελούνταν από πόρους που επιμελούνταν οι συντονιστές του μαθήματος, εμπλουτίζοντας την κατανόηση και την εξερεύνηση των εννοιών της ΤΝ. Το χρονοδιάγραμμα επέτρεψε μια αρκετά ολοκληρωμένη εξερεύνηση και έναν εναρκτήριο πειραματισμό με διάφορες εφαρμογές ΤΝ, με αποκορύφωμα την ενσωμάτωση εργαλείων ΤΝ της Google για την ολοκλήρωση της έρευνας.

Αξίζει να σημειωθεί ότι οι εκπαιδευτικοί είχαν τη δυνατότητα να λάβουν μέρος σε τηλεδιασκέψεις για πρόσθετη υποστήριξη και συνεργατικές συνεδρίες συζήτησης, ενισχύοντας την αίσθηση της κοινότητας και της κοινής μάθησης μεταξύ των συμμετεχόντων.

Πίνακας 1. Στοιχεία δραστηριοτήτων επιμόρφωσης εκπαιδευτικών

A/A	Εβδομάδα	Δραστηριότητα	Θέματα/Εργαλεία-Στόχοι	Αποτελέσματα
1	30 Οκτ - 05 Νοε	Εισαγωγή	Επισκόπηση του περιεχομένου του σεμιναρίου και ορισμός των στόχων.	
2	06 Νοε - 12 Νοε	SelfieforTeachers	Ενσωμάτωση των συμμετεχόντων στην κοινότητα και ανταλλαγή απόψεων.	
3	13 Νοε - 19 Νοε	Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη	Βασικές έννοιες της ΤΝ	Κατανόηση των βασικών αρχών και εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης.
4	20 Νοε - 26 Νοε	Η Τεχνητή Νοημοσύνη στην εκπαίδευση	Εφαρμογές της ΤΝ στην εκπαίδευση	Κατανόηση του πώς η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να ενσωματωθεί στην εκπαίδευση.
5	27 Νοε - 03 Δεκ	Ας ξεκινήσουμε με το ChatGPT	Εισαγωγή στο ChatGPT	Εξοικείωση με τη λειτουργία και τις δυνατότητες του ChatGPT.
6	04 Δεκ - 10 Δεκ	ChatGPT: Δημιουργία περιλήψεων	Παραγωγή περιλήψεων με το ChatGPT	Εκπαίδευση στην παραγωγή συνοπτικών κειμένων με τη χρήση του ChatGPT.

7	11 Δεκ - 17 Δεκ	ChatGPT: Δημιουργία σχεδίου μαθήματος	Δημιουργία σχεδίου μαθήματος με το ChatGPT	Ανάπτυξη ενός σχεδίου μαθήματος που ενσωματώνει την ΤΝ στη διδασκαλία.
8	18 Δεκ - 24 Δεκ	ChatGPT: Δημιουργία φύλλων εργασίας, κουίζ & ασκήσεων	Δημιουργία εκπαιδευτικών πόρων με το ChatGPT	Παραγωγή ποικίλων εκπαιδευτικών υλικών, συμπεριλαμβανομένων φύλλων εργασίας, κουίζ και ασκήσεων, με την χρήση του ChatGPT.
9	08 Ιαν - 14 Ιαν	ChatGPT: Δημιουργία κειμένων	Δημιουργία κειμένων με το ChatGPT	Ανάπτυξη επιπλέον κειμένων και περιεχομένου με τη χρήση του ChatGPT.
10	15 Ιαν - 21 Ιαν	Δημιουργία εικόνων	Δημιουργία εικόνων για εκπαιδευτικούς σκοπούς με το Stable Diffusion	Δημιουργία εικόνων με βάση το κείμενο
11	22 Ιαν - 28 Ιαν	Επεξεργασία εικόνων	Επεξεργασία εικόνων με εργαλεία επεξεργασίας εικόνας με το clipdrop	Αφαίρεση σημείων εικόνας, όπως δέντρα.
12	29 Ιαν - 04 Φεβ	Magic School AI: Τα πρώτα βήματα	Εισαγωγή στο Magic School AI	Εξουκείωση με τη χρήση του Magic School AI για τη δημιουργία εκπαιδευτικών πόρων.

13	05 Φεβ - 11 Φεβ	Magic School AI - Εργαλεία σχεδιασμού της διδασκαλίας	Εργαλεία σχεδιασμού μαθημάτων με το Magic School AI	Ανάπτυξη δεξιοτήτων στην χρήση του Magic School AI για το σχεδιασμό μαθημάτων.
14	12 Φεβ - 18 Φεβ	Magic School AI: Άλλα εργαλεία	Προχωρημένες λειτουργίες του Magic School AI	Εξερεύνηση προχωρημένων εργαλείων και λειτουργιών του Magic School AI.
15	19 Φεβ - 25 Φεβ	Παρουσιάσεις με το Gamma.app	Χρήση του Gamma.app για παρουσιάσεις	Εκμάθηση της χρήσης του Gamma.app για τη δημιουργία ενδιαφέρουσων παρουσιάσεων.
16	26 Φεβ - 03 Μαρ	Δημιουργία κουίζ με το Quizizz	Δημιουργία εκπαιδευτικών κουίζ με το Quizizz	Κατανόηση του πώς να δημιουργούν εκπαιδευτικά κουίζ με το Quizizz.
17	04 Μαρ - 10 Μαρ	Εκπαιδευτικοί πόροι με το Diffit	Δημιουργία εκπαιδευτικών πόρων με το Diffit	Ανάπτυξη πόρων και δραστηριοτήτων με το Diffit για την εκπαίδευση.
18	11 Μαρ - 17 Μαρ	Google Gemini (Bard)	Εισαγωγή στην Google Gemini (Bard)	Κατανόηση του πώς να χρησιμοποιούν την Google Gemini (Bard) για την εκπαίδευση.
19	18 Μαρ - 24 Μαρ	Αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης από τους μαθητές	Πρακτικές για τη συμμετοχή των μαθητών στην ΤΝ	Κατανόηση πρακτικών που ενθαρρύνουν τους μαθητές να αξιοποιήσουν την ΤΝ.

20	25 Μαρ - 31 Μαρ	Πώς λειτουργεί η τεχνητή νοημοσύνη	Ανάλυση της λειτουργίας της ΤΝ	Κατανόηση του πώς λειτουργεί η τεχνητή νοημοσύνη και οι επιπτώσεις της.
21	01 Απρ - 07 Απρ	Ζητήματα ηθικής - κίνδυνοι	Ηθικά και κοινωνικά ζητήματα σχετικά με την ΤΝ	Συζήτηση σχετικά με τα ηθικά και κοινωνικά ζητήματα που αφορούν την ΤΝ.
22	08 Απρ - 14 Απρ	Selfie4Teachers (Τελικό)	Ενσωμάτωση των προαναφερθέντων θεμάτων σε ένα κείμενο	Σύνθεση κειμένου που ενσωματώνει τα κύρια στοιχεία του σεμιναρίου.

Αρχικά αποτελέσματα

Μέσω ποιοτικών μεθόδων, αξιολογήθηκε η αποτελεσματικότητα του προαναφερθέντος επιμορφωτικού εγχειρήματος, υπογραμμίζοντας τα βασικά ευρήματα, τις γνώσεις που αποκτήθηκαν, τις προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν και τις επιτυχίες που επιτεύχθηκαν. Η αρχική ανάλυση που παρουσιάζεται στην εν λόγω εργασία οργανώθηκε γύρω από τα κύρια θέματα που προέκυψαν από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων, όπως αναδεικνύεται στον Πίνακα 2, αντανακλώντας διαφορετικά επίπεδα εξοικείωσης με τα στοιχεία της ΤΝ.

1. Συνειδητοποίηση των δυνατοτήτων της ΤΝ

Οι συμμετέχοντες ανέπτυξαν ισχυρή επίγνωση των δυνατοτήτων της ΤΝ στην εκπαίδευση, ιδίως όσον αφορά τη δημιουργία εξατομικευμένων μαθησιακών περιβαλλόντων και την παροχή εξατομικευμένης υποστήριξης στους μαθητές. Οι εκπαιδευτικοί σημείωσαν ότι εργαλεία ΤΝ, όπως το ChatGPT και το Quizizz, τους επέτρεπαν να σχεδιάζουν πιο προσαρμοστικά και μαθητοκεντρικά μαθήματα, τα οποία διευκόλυναν την καλύτερη εμπλοκή των μαθητών και τις επιδόσεις τους.

2. Ανάγκες επαγγελματικής ανάπτυξης

Ένα επαναλαμβανόμενο θέμα ήταν η αναγνώριση της ανάγκης για συνεχή επαγγελματική ανάπτυξη στην ΤΝ. Ενώ το εκπαιδευτικό πρόγραμμα παρείχε μια σταθερή βάση, πολλοί εκπαιδευτικοί εξέφρασαν την επιθυμία για συνεχείς ευκαιρίες μάθησης ώστε να εμβαθύνουν την κατανόησή τους και να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τα εργαλεία ΤΝ. Πρότειναν τη συμπερίληψη πιο προχωρημένων εννοιών και την πρόσβαση σε πόρους μετά το μάθημα για συνεχή βελτίωση.

3. Κριτική σκέψη και ανάλυση

Οι εκπαιδευτικοί τόνισαν τη σημασία της κριτικής σκέψης στην ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση. Ανέφεραν ότι, ενώ τα εργαλεία ΤΝ μπορούν να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά, πρέπει να αξιολογούνται κριτικά για να αποφεύγονται ζητήματα όπως η προκατάληψη στο περιεχόμενο που παράγεται από ΤΝ ή η υπερβολική εξάρτηση από την τεχνολογία. Υπογράμμισαν τη σημασία της αξιολόγησης των αποτελεσμάτων της ΤΝ ώστε να διασφαλίζεται η ευθυγράμμιση με τους εκπαιδευτικούς στόχους και τα ηθικά πρότυπα.

4. Ανάπτυξη διδακτικών πρακτικών

Το μάθημα επηρέασε σημαντικά τις διδακτικές πρακτικές των εκπαιδευτικών, οδηγώντας στην ανάπτυξη νέων διδακτικών προσεγγίσεων που ενσωματώνουν την ΤΝ. Οι συμμετέχοντες εφάρμοσαν εργαλεία που βασίζονται στην ΤΝ για να προωθήσουν την ενεργητική μάθηση και να ενισχύσουν την ανάπτυξη δημιουργικών δεξιοτήτων μεταξύ των μαθητών. Πολλοί εκπαιδευτικοί ενσωμάτωσαν επίσης την ΤΝ στις στρατηγικές αξιολόγησής τους, βελτιώνοντας την ικανότητά τους να παρέχουν άμεση ανατροφοδότηση βάσει δεδομένων.

5. Ηθικές και κοινωνικές ανησυχίες

Οι ηθικοί προβληματισμοί αναδείχθηκαν ως βασική πρόκληση για την ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση. Οι εκπαιδευτικοί εξέφρασαν ανησυχίες σχετικά με την προστασία της ιδιωτικής ζωής, την ασφάλεια των δεδομένων και το ενδεχόμενο η ΤΝ να επιδεινώσει τις εκπαιδευτικές ανισότητες. Η ανάγκη για σαφείς κατευθυντήριες γραμμές και ηθικά πλαίσια που θα καθοδηγούν την υπεύθυνη χρήση της ΤΝ στις τάξεις ήταν ένα κοινό σημείο συζήτησης.

6. Συνεργασία και κοινότητες μάθησης

Το μάθημα διευκόλυνε την ανάπτυξη μιας μαθησιακής κοινότητας όπου οι εκπαιδευτικοί μπορούσαν να συνεργαστούν, να μοιραστούν ιδέες και να ανταλλάξουν πόρους σχετικά με την ενσωμάτωση της ΤΝ. Τα συνεργατικά έργα και διάλογος μεταξύ των συμμετεχόντων ενίσχυσαν την αίσθηση της κοινής μάθησης και της συλλογικής επίλυσης προβλημάτων, τονίζοντας τη σημασία των επαγγελματικών δικτύων για την εξοικείωση με τις τεχνολογίες αιχμής.

Συνολικά, οι συμμετέχοντες ανέφεραν θετικά μαθησιακά αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένης της βελτιωμένης κατανόησης των εννοιών της ΤΝ, των ενισχυμένων δεξιοτήτων σχεδιασμού διδασκαλίας και της αυτοπεποίθησης στη χρήση εργαλείων ΤΝ. Ωστόσο, αναφέρθηκαν συχνά προκλήσεις που σχετίζονται με την τεχνική επάρκεια, τους χρονικούς περιορισμούς και την πρόσβαση σε πόρους ΤΝ, υποδεικνύοντας την ανάγκη για συνεχή υποστήριξη και ισοτίμη πρόσβαση στην τεχνολογία.

Στο τέλος της επιμόρφωσης, οι περισσότεροι συμμετέχοντες επέδειξαν επάρκεια στο σχεδιασμό και την εφαρμογή μαθησιακών δραστηριοτήτων με βάση την ΤΝ. Οι εκπαιδευτικοί ανέφεραν ότι η ενσωμάτωση της ΤΝ είχε μετασχηματιστικό αντίκτυπο στις παιδαγωγικές τους πρακτικές, προωθώντας την καινοτομία και τη συνεργασία. Σημείωσαν επίσης βελτιώσεις στη δέσμευση των μαθητών, την κριτική σκέψη και τις δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων.

Πίνακας 2. Ποιος τρόπος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί ώστε να επιφέρει τα καλύτερα αποτελέσματα σχετικά με την κριτική αξιοποίηση της ΤΝ;

Απαντήσεις Εκπ/κών	Τρόπος Αξιοποίησης ΤΝ στην Εκπαίδευση	Στοιχεία απαντήσεων Εκπαιδευτικών Επιδόσεων	Κατηγορίες
1	Δημιουργία Έργων ΤΝ	Οι μαθητές δημιουργούν έργα που χρησιμοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη, όπως εφαρμογές για ανάλυση δεδομένων ή δημιουργία κειμένου.	Δημιουργία Περιεχομένου
2	Ανάλυση Ηθικών και Κοινωνικών Επιπτώσεων	Οι μαθητές μελετούν τις ηθικές και κοινωνικές επιπτώσεις της ΤΝ, συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων όπως η ιδιωτικότητα και η διακριτική μεταχείριση.	Ανάλυση και Αξιολόγηση
3	Κατασκευή Αλγορίθμων	Οι μαθητές μαθαίνουν να κατασκευάζουν και να εκπαιδεύουν αλγόριθμους μηχανικής μάθησης, αναλύοντας δεδομένα και βγάζοντας συμπεράσματα.	Ανάπτυξη Τεχνολογίας
4	Συζήτηση και Ανάλυση Περιπτώσεων Χρήσης	Οι μαθητές εξετάζουν πραγματικές περιπτώσεις χρήσης της ΤΝ και αναλύουν πλεονεκτήματα και κινδύνους.	Δημιουργία Περιεχομένου
5	Επαλήθευση Πληροφοριών	Οι μαθητές επαληθεύουν τις πληροφορίες που παρέχονται από εφαρμογές ΤΝ συγκρίνοντάς τις με έγκυρες πηγές και άρθρα, ανακαλύπτοντας ανακρίβειες ή διαφορές.	Ανάλυση και Αξιολόγηση
6	Συζήτηση με το Chatbot	Οι μαθητές αλληλεπιδρούν με ένα chatbot, θέτοντας ερωτήσεις, κρίνοντας, αμφισβητώντας, συμφωνώντας κλπ., και αξιολογώντας κριτικά τις πληροφορίες που λαμβάνουν.	Διάδραση με Τεχνητή Νοημοσύνη
7	Χρήση Έξυπνων Συστημάτων για τη	Χρήση προσαρμοστικών μαθησιακών συστημάτων, εκπαιδευτικών παιχνιδιών και αλγορίθμων	Ανάπτυξη Τεχνολογίας

Απαντήσεις Εκπ/κών	Τρόπος Αξιοποίησης ΤΝ στην Εκπαίδευση	Στοιχεία απαντήσεων Εκπαιδευτικών Εμπιμόρφωσης	Κατηγορίες
8	Βελτίωση της Εκπαίδευσης	νοημοσύνης για τη βελτίωση της μάθησης και την παροχή προσαρμοσμένης ανατροφοδότησης.	Ανάλυση και Αξιολόγηση
	Βρίσκουμε τα λάθη	Οι μαθητές αναζητούν και εντοπίζουν λάθη στις εφαρμογές ΤΝ, καλλιεργώντας την κριτική τους σκέψη και αναγνωρίζοντας τη σημασία της δικής τους κριτικής σκέψης.	
9	Συζήτηση με το Socratic για τα Μαθηματικά	Οι μαθητές λύνουν ασκήσεις μαθηματικών με τη βοήθεια της ΤΝ μέσω εφαρμογών όπως το Socratic, επιδεικνύοντας κριτική σκέψη και εξασκώντας τις μαθηματικές τους δεξιότητες.	Διάδραση με Τεχνητή Νοημοσύνη
10	Ανάπτυξη Συνεργατικών Έργων	Οι μαθητές συνεργάζονται για τη δημιουργία προτάσεων και έργων που αξιοποιούν την τεχνητή νοημοσύνη για λύση προβλημάτων ή βελτίωση διαδικασιών στον τομέα της εκπαίδευσης	Δημιουργία Περιεχομένου

Συζήτηση

Η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο να εξετάσει κατά πόσον οι εκπαιδευτικοί μπορούν να κατανοήσουν και να ενσωματώσουν αποτελεσματικά την ΤΝ στις εκπαιδευτικές τους πρακτικές μετά τη συμμετοχή τους σε ένα επιμορφωτικό πρόγραμμα ΤΝ. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι συμμετέχοντες ενίσχυσαν σημαντικά τις παιδαγωγικές τους πρακτικές, στοιχεία που συμφωνούν με τις έρευνες των Yoo & Yi (2022) και Lu κ.ά. (2022), οι οποίες τόνιζαν τη θετική επίδραση της ΤΝ στην ανάπτυξη των εκπαιδευτικών.

Οι εκπαιδευτικοί ενσωμάτωσαν με επιτυχία την ΤΝ στο σχεδιασμό του μαθήματός τους, στις αξιολογήσεις και στις στρατηγικές εμπλοκής των μαθητών. Η χρήση εργαλείων ΤΝ επέτρεψε πιο εξατομικευμένες μαθησιακές εμπειρίες, στοιχείο που ευθυγραμμίζεται με τις σχετικές δυνατότητες της ΤΝ όπως επισημαίνει ο Yıldırım (2023). Ωστόσο, οι προκλήσεις που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα πόρων και τις τεχνικές δεξιότητες υποδηλώνουν ότι απαιτείται περαιτέρω κατάρτιση για πιο απρόσκοπτη ενσωμάτωση.

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης συνάδουν και με τις έρευνες των Yoo & Yi (2022) και Lu κ.ά. (2022) οι οποίοι τόνιζαν πώς η ενσωμάτωση της ΤΝ ενισχύει τις διδακτικές πρακτικές και προωθεί μαθητοκεντρικά μαθησιακά περιβάλλοντα. Επιπλέον, οι ηθικές και κοινωνικές ανησυχίες που έθεσαν οι συμμετέχοντες απηχούν παρόμοιες προκλήσεις που εντοπίστηκαν από τους Collett κ.ά. (2022), οι οποίοι υπογράμμισαν τις πιθανές αρνητικές επιπτώσεις της ΤΝ στις εκπαιδευτικές ανισότητες και την εκτόπιση θέσεων εργασίας. Η αναγνώριση των αναγκών συνεχούς επαγγελματικής ανάπτυξης ευθυγραμμίζεται και με τον Yıldırım (2023) ο οποίος επισήμανε ότι η συνεχής υποστήριξη είναι ζωτικής σημασίας για την πλοήγηση στις πολυπλοκότητες της ΤΝ στην εκπαίδευση.

Συνοψίζοντας, ενώ η παρούσα μελέτη αναδεικνύει τις θετικές επιπτώσεις της ενσωμάτωσης της ΤΝ στις ικανότητες και τις παιδαγωγικές πρακτικές των εκπαιδευτικών, αναγνωρίζει επίσης τις σχετικές προκλήσεις. Παρέχοντας στους εκπαιδευτικούς συνεχή υποστήριξη και αντιμετωπίζοντας τις ηθικές επιπτώσεις της τεχνητής νοημοσύνης, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα μπορούν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά την ΤΝ για να βελτιώσουν τα αποτελέσματα της διδασκαλίας και της μάθησης στην ψηφιακή εποχή.

Συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Η ενσωμάτωση των αρχών της ΤΝ στην εκπαίδευση παρουσιάζει ευκαιρίες και προκλήσεις για τους εμπλεκόμενους φορείς. Η παρούσα μελέτη συμβάλλει σε αυτή τη συζήτηση αναλύοντας σε ένα αρχικό επίπεδο τις εμπειρίες, τις αντιλήψεις και τα αρχικά μαθησιακά αποτελέσματα των συμμετεχόντων, υπογραμμίζοντας την αποτελεσματικότητα και τον αντίκτυπο των εκπαιδευτικών πρωτοβουλιών ΤΝ.

Ενώ τα ευρήματά μας υπογραμμίζουν την εκπαιδευτική δυναμική της ΤΝ να ενισχύσει την κατανόηση και την εφαρμογή των εννοιών ΤΝ από τους εκπαιδευτικούς, είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε την πολυπλευρή φύση αυτής της ενσωμάτωσης. Μολονότι η υπάρχουσα βιβλιογραφία τονίζει τη σημασία της στήριξης των εκπαιδευτικών με τις απαραίτητες γνώσεις και δεξιότητες για την ενσωμάτωση της ΤΝ (Yoo & Yi, 2022- Lu et al., 2022- Chiu & Chai, 2020), η μελέτη αυτή ενισχύει αυτά τα ευρήματα καταδεικνύοντας τις μετασχηματιστικές δυνατότητες των δομημένων προγραμμάτων επαγγελματικής ανάπτυξης. Με την παροχή μιας πλούσιας μαθησιακής προσέγγισης, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά με την ΤΝ (Asia Pacific Foundation of Canada Korea AI Ethics Association, 2021- Chiu et al., 2021).

Ωστόσο, είναι ζωτικής σημασίας να αναγνωριστούν και να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις και οι πολυπλοκότητες που σχετίζονται με την ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση. Η μελέτη αναγνωρίζει εμπόδια όπως τα κενά τεχνικής επάρκειας και τους περιορισμούς πόρων που μπορεί να αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί. Για να ξεπεραστούν αυτές οι προκλήσεις, είναι απαραίτητη η συνεχής υποστήριξη και οι μηχανισμοί ανατροφοδότησης. Δίνοντας ανατροφοδότηση στους συμμετέχοντες και βελτιώνοντας συστηματικά το περιεχόμενο της επιμόρφωσης, τις μεθόδους παράδοσης και τους μηχανισμούς υποστήριξης, οι συντονιστές και οι επιμορφωτές μπορούν να διασφαλίσουν τη μέγιστη δυνατή συνάφεια και αποτελεσματικότητα για τους συμμετέχοντες (Chiu & Chai, 2020- Salas-Pilco et al., 2022).

Μολονότι η ενσωμάτωση της ΤΝ στην εκπαίδευση υπόσχεται ριζικές εκπαιδευτικές αλλαγές, η συνέχιση της έρευνας και της πρακτικής στον τομέα αυτό είναι επιτακτική ανάγκη. Επενδύοντας σε προγράμματα επαγγελματικής ανάπτυξης και προωθώντας μια κουλτούρα καινοτομίας και συνεργασίας, οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αξιοποιήσουν τη δύναμη της ΤΝ για να δημιουργήσουν ισχυρές εκπαιδευτικές εμπειρίες για τους μαθητές σε όλο τον κόσμο.

Εν κατακλείδι, η έρευνα υπογραμμίζει τον ζωτικό ρόλο της ενσωμάτωσης της τεχνητής νοημοσύνης (ΤΝ) στην εκπαίδευση, προτείνοντας τη σημασία μιας συνεκτικής στρατηγικής και τονίζοντας την ανάγκη μιας συνδεδεμένης προσέγγισης.

Αξίζει να σημειωθεί σχετικά με την επιμορφωτική δράση, αν και θα φαινόταν σε αρχικό επίπεδο να μη σχετίζεται με τα προαναφερθέντα, η αναφορά σε ένα πεδίο αιχμής όπως το διεπιστημονικό μαθησιακό πεδίο της νανοτεχνολογίας (Dorouka, 2022). Η νανοτεχνολογία θα μπορούσε ίσως να αποτελέσει έναν αγωγό διασύνδεσης της εκπαιδευτικής πρακτικής (Dorouka & Kalogiannakis, 2023), με την επιστημονική έρευνα και την τεχνολογική πρόοδο. Αυτός ο διεπιστημονικός χαρακτήρας της νανοτεχνολογίας την καθιστά μια δύναμη ενοποιητική δύναμη για τους εκπαιδευτικούς της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητες της ΤΝ στο εκπαιδευτικό τοπίο. Δεδομένης της εγγενούς σύνδεσης της νανοτεχνολογίας με ποικίλους κλάδους, από τις φυσικές επιστήμες και τη μηχανική έως την τέχνη, τα μαθηματικά, τη βιολογία και τη χημεία (Dorouka et al., 2024), αξίζει να σημειωθεί ότι αποτελεί έναν δύναμι κεντρικό άξονα για τους εκπαιδευτικούς που θα αξιοποιήσουν τις μετασχηματιστικές δυνατότητες των εκπαιδευτικών εργαλείων που βασίζονται στην ΤΝ. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση μπορεί να συμβάλει στη μείωση του κατακερματισμού των γνώσεων υπό τίτλους ξεχωριστών μαθημάτων, αλλά και στην ανάπτυξη ενός συνεκτικού παιδαγωγικού πλαισίου,

προωθώντας τη συνεργασία και την ανταλλαγή καινοτόμων ιδεών μεταξύ των εκπαιδευτικών που βρίσκονται στην πρώτη γραμμή της εκπαιδευτικής προόδου.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Alina, A. G., & Gorghiu, G. (2017). Considering Responsible Research and Innovation in Science Education teaching Approaches at Primary Level. *International Journal of Teaching and Education*, 5(1), 1-12.
- Asia Pacific Foundation of Canada Korea AI Ethics Association. (2021). *Talent for the future: AI education for K-12 in Canada and South Korea*. Asia Pacific Foundation of Canada.
- Burget, M., Bardone, E., & Pedaste, M. (2017). Definitions and Conceptual Dimensions of Responsible Research and Innovation: A Literature Review. *Science and Engineering Ethics*, 23(1), 1-19.
- Chiu, T. K. F., & Chai, C. S. (2020). Sustainable curriculum planning for artificial intelligence education: A self-determination theory perspective. *Sustainability*, 12(14), 5568. DOI: 10.3390/su12145568
- Chiu, T. K. F., Meng, H., Chai, C. S., Yeung, Y., King, I., & Wong, S. (2021). Creation and evaluation of a pre-tertiary Artificial Intelligence (AI) curriculum. *IEEE Transactions on Education*. DOI: 10.1109/TE.2021.3115261
- Collett, C., Gomes, L. G., & Neff, G. (2022). *The effects of AI on the working lives of women*. UNESCO Publishing.
- Çelik, İ. (2023). *Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education*. *Computers in Human Behavior*, 138, 1-12.
- Dorouka, P. (2022). The influence of Digital Technology on young Children's "Nano-Literacy": Pilot intervention in Greek early primary school-age children, *Διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών: Έρευνα και Πράξη*, 85, 20 - 32. Ανακτήθηκε από <http://www.lib.uoi.gr/serp/>
- Dorouka, P., Kalogiannakis, M., & Blonder, R. (2024). Tablets and Apps for Promoting Nanoliteracy in Early Childhood Education: Results from an Experimental Study. *Journal of Science Education and Technology*, 1-18.
- Dorouka, P., & Kalogiannakis, M. (2023). Teaching nanotechnology concepts in early-primary education: an experimental study using digital games. *International Journal of Science Education*, 1-28.
- Emenike, M. E., & Emenike, B. U. (2023). Was this title generated by ChatGPT? Considerations for artificial intelligence text-generation software programs for chemists and chemistry educators. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1413-1418. DOI: 10.1021/acs.jchemed.0c01358
- Kim, N. J., & Kim, M. K. (2022). Teacher's perceptions of using an artificial intelligence-based educational tool for scientific writing. *Frontiers in Education*, 7, 755914. DOI: 10.3389/educ.2022.755914
- Kim, S., Jang, Y., Kim, W., Choi, S., Jung, H., Kim, S., & Kim, H. (2021). Why and what to teach: AI curriculum for elementary school. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 35(17), 15569-15576. DOI: 10.1609/aaai.v35i17.6741
- Kuleto, V., Ilić, M. P., Bucea-Manea-Toniș, R., Ciocodeică, D-F., Mihălcescu, H., & Mindrescu, V. (2022). The attitudes of K-12 schools' teachers in Serbia towards the potential of artificial intelligence. *Sustainability*, 14(14), 8636. DOI: 10.3390/su14148636
- Lewis, E., Dema, O., & Harshbarger, D. (2014). Preparation for practice: Elementary preservice teachers learning and using scientific classroom discourse community instructional strategies. *School Science and Mathematics*, 114(4), 154-165.
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What Is AI literacy?. Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-16). Association for Computing Machinery. DOI: 10.1145/3313831.3376462
- Luckin, R., George, K., & Cukurova, M. (2022). *AI for school teachers*. CRC Press. DOI: 10.1201/9780429353490
- Lu, S. Y., Lo, C. C., & Syu, J. Y. (2022). Project-based learning oriented STEAM: The case of micro-bit paper-cutting lamp. *International Journal of Technology and Design Education*, 32(5), 2553-2575. DOI: 10.1007/s10798-022-09733-y

- Park, J., Teo, T. W., Teo, A., Chang, J., Huang, J. S., & Koo, S. (2023). Integrating artificial intelligence into science lessons: Teachers' experiences and views. *International Journal of STEM Education*, 10, 61. DOI: 10.1186/s40594-023-00325-6
- Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K., & Hu, X. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8), 569. DOI: 10.3390/educsci12080569
- Sanusi, I. T., Olaleye, S. A., Agbo, F. J., & Chiu, T. K. F. (2022). The role of learners' competencies in artificial intelligence education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1-10. DOI: 10.1016/j.caei.2021.100057
- Su, J., Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2023). Artificial intelligence (AI) literacy in early childhood education: The challenges and opportunities. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, 1-14. DOI: 10.1016/j.caei.2022.100069
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2012). A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 44(3), 299-321.
- Wardat, Y., Tashtoush, M. A., Alali, R., & Saleh, S. (2024). Artificial intelligence in education: Mathematics teachers' perspectives, practices and challenges. *Iraqi Journal for Computer Science and Mathematics*, 5(1), 60-77. DOI: 10.24996/ijsrp.m2021.14125.029
- Yau, K. W., Chai, C. S., Chiu, T. K., Meng, H., King, I., & Yam, Y. (2023). A phenomenographic approach on teacher conceptions of teaching Artificial Intelligence (AI) in K-12 schools. *Education and Information Technologies*, 28, 1041-1064. DOI: 10.1007/s10639-023-11026-x
- Yıldırım, B. (2023). Flipped TRIZ-STEM: Enhancing teacher training through innovative pedagogy? *Education and Information Technologies*. DOI: 10.1007/s10639-022-10704-4
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2011). *Qualitative research methods in social sciences*. Seçkin Publications.
- Yoo, I., & Yi, C. G. (2022). Economic innovation caused by digital transformation and impact on social systems. *Sustainability*, 14(5), 2600. DOI: 10.3390/su14052600