

Η χρήση της τεχνολογίας eye-tracking στη διερεύνηση γλωσσικών και μαθηματικών δεξιοτήτων

Γαρυφαλία Χαριτάκη¹, Βασιλική Τσελά², Γεωργία Ανδρέου³, Μαρία Γκαντάκη³,
Αριάδνη Αργατζοπούλου³

lcharitaki@gmail.com, vasso.tsela@gmail.com, andreou@uth.gr,
mariagkantaki90@gmail.com, ariadni.argatz@gmail.com

¹ Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

² Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

³ Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Περίληψη

Η τεχνολογία της οφθαλμικής ιχνηλάτησης (eye-tracking) καταγράφει τις κινήσεις των ματιών και τη θέση του βλέμματος κατά τη διάρκεια δραστηριοτήτων, μελετώντας την οπτική προσοχή και τη νοητική επεξεργασία. Χρησιμοποιείται σε ποικίλους επιστημονικούς κλάδους, καθώς αποτελεί μία ευέλικτη τεχνολογία η οποία προσφέρει δεδομένα για την ανάλυση της νόησης σε πραγματικό χρόνο. Η παρούσα Στρογγυλή Τράπεζα προσεγγίζει τη θεματική των γλωσσικών και μαθηματικών δεξιοτήτων μαθητών και φοιτητών μέσα από τρεις μελέτες, οι οποίες εξετάζουν με την χρήση της οφθαλμικής ιχνηλάτησης: α) την επίδραση της μουσικής στην αναγνωστική κατανόηση φοιτητών, β) την επίδραση φωνολογικής και οπτικής επεξεργασίας στην Ταχεία Αυτοματοποιημένη Κατονομασία (Rapid Automatized Naming, RAN) φοιτητών με και χωρίς δυσλεξία σε γλωσσικά και μαθηματικά ερεθίσματα και γ) την εκμάθηση λεξιλογίου στη δεύτερη/ξένη γλώσσα σε μαθητές με Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ). Τα ευρήματα των ερευνών ενισχύουν την υπάρχουσα βιβλιογραφία και προσφέρουν νέα δεδομένα τα οποία αναδεικνύουν την ανάγκη ενσωμάτωσης της οφθαλμικής ιχνηλάτησης στην εκπαιδευτική έρευνα.

Λέξεις κλειδιά: Οφθαλμική ιχνηλάτηση, Αναγνωστική Κατανόηση, Αριθμητική Ευχέρεια, Δυσλεξία, ΔΕΠ-Υ

Εισαγωγή

Η οφθαλμική ιχνηλάτηση (eye-tracking) είναι μια πειραματική μέθοδος καταγραφής της κίνησης των ματιών και της θέσης του βλέμματος κατά τη χρονική διάρκεια που εκτελείται μία δραστηριότητα. Οι ανιχνευτές ματιών μπορούν να προσδιορίσουν την κατεύθυνση του βλέμματος με μεγάλη ακρίβεια, μετρώντας τη θέση της αντανάκλασης του κερατοειδούς μέσω ενός υπέρυθρου φωτός σε σχέση με τη θέση της κόρης του ματιού (Carter & Luke, 2020). Κάθε ερευνητής, ανεξαρτήτως επιστημονικού κλάδου, αξιοποιεί την τεχνολογία eye-tracking για να καταγράψει και να μετρά το σημείο, τον τρόπο και τη σειρά που κατευθύνεται το βλέμμα κατά τη διάρκεια μιας συγκεκριμένης δραστηριότητας. Σύμφωνα με έρευνες (π.χ. Huettig & Brouwer, 2015), επειδή οι οφθαλμικές κινήσεις ελέγχονται από ένα ευρύ δίκτυο του εγκεφάλου μπορούν να διαταραχθούν όταν ο εγκέφαλος υποστεί βλάβη. Οι διαταραχές στο δίκτυο ελέγχου των οφθαλμικών κινήσεων του εγκεφάλου παράγουν μοναδικά και μετρήσιμα στοιχεία, καθιστώντας τις οφθαλμικές κινήσεις χρήσιμες για τον χαρακτηρισμό της θέσης και του εύρους της βλάβης (Leigh & Zee, 2015). Έτσι, οι οφθαλμικές κινήσεις έχουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιούνται ως διαγνωστικά κριτήρια για πιθανές εγκεφαλικές βλάβες (Carter & Luke, 2018).

Είναι σημαντικό για τη διεξαγωγή μίας μελέτης με την τεχνολογία eye-tracking κάθε ερευνητής να γνωρίζει και να κατανοεί τον τρόπο με τον οποίο κινείται το μάτι, αλλά και το είδος της κίνησης των ματιών. Οι σημαντικότερες κινήσεις των ματιών είναι οι εστιάσεις του βλέμματος (fixations) και οι σακκαδικές κινήσεις (saccades). Η εστίαση του βλέμματος αναφέρεται στη χρονική περίοδο κατά την οποία τα μάτια είναι προσηλωμένα σε έναν οπτικό στόχο, προσλαμβάνουν οπτικές πληροφορίες και η αντίληψη είναι σταθερή, ενώ οι σακκαδικές κινήσεις είναι οι γρήγορες κινήσεις του ματιού από τη μία εστίαση του βλέμματος στην επόμενη (Rayner, 2009). Η τεχνολογία eye-tracking μπορεί να παρέχει ένα πλήθος διαφορετικών μετρήσεων για ανάλυση, το οποίο την καθιστά μια εξαιρετικά ευέλικτη τεχνολογία, η οποία μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλά πειράματα και για διαφορετικά ερευνητικά ερωτήματα. Στόχος της παρούσας θεματικής Στρογγυλής Τράπεζας είναι να παρουσιάσει έρευνες που διεξάγονται με τη χρήση της τεχνολογίας eye-tracking σε τυπικό και μη τυπικό πληθυσμό παιδιών και ενηλίκων-φοιτητών, τα ευρήματα των οποίων αναδεικνύουν την ανάγκη ενσωμάτωσης της εν λόγω τεχνολογίας στην εκπαιδευτική έρευνα.

Διερεύνηση της κατανόησης γραπτού κειμένου σε συνθήκες ανάγνωσης με μουσική: Μελέτη μέσω οφθαλμικής ιχνηλάτησης

Η συγκεκριμένη μελέτη αποσκοπεί στη διερεύνηση της αναγνωστικής κατανόησης φοιτητών κατά την ακρόαση μουσικής, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία eye-tracking. Δέκα (10) φοιτητές με πρώτη γλώσσα την ελληνική, ηλικίας 18-22 χρονών, συμμετείχαν σε αυτή την πιλοτική μελέτη και καταγράφηκαν οι κινήσεις των ματιών τους. Πιο συγκεκριμένα, μετρήθηκε η διάρκεια των εστιάσεων του βλέμματος (fixation duration), ενώ διάβαζαν τέσσερα κείμενα σε τέσσερις διαφορετικές συνθήκες: ανάγνωση ενώ άκουγαν προτιμώμενη μουσική, ανάγνωση ενώ άκουγαν μη προτιμώμενη μουσική, ανάγνωση ενώ άκουγαν ηχογραφημένο θόρυβο από ένα café, και ανάγνωση στη σιωπή. Όλοι οι συμμετέχοντες μετά την ανάγνωση κάθε κειμένου κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις κατανόησης για κάθε κείμενο που τους έδιναν οι ερευνητές. Οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν ως προς τις αναγνωστικές τους επιδόσεις και τις οφθαλμικές τους κινήσεις. Τα αποτελέσματα της μελέτης αναφορικά με τις αναγνωστικές τους επιδόσεις έδειξαν ότι οι βαθμολογίες αναγνωστικής κατανόησης για την προτιμώμενη μουσική και τον θόρυβο στο υπόβαθρο από ένα café δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά σε σύγκριση με την ανάγνωση στη σιωπή, ενώ οι βαθμολογίες για τη μη προτιμώμενη μουσική έδειξαν ότι η μη προτιμώμενη μουσική επηρεάζει την επίδοση των συμμετεχόντων στην αναγνωστική τους κατανόηση. Επίσης, αναφορικά με τις οφθαλμικές κινήσεις, η διάρκεια των εστιάσεων του βλέμματος δεν εμφάνισε στατιστικά σημαντικές κύριες επιδράσεις σε πιο απαιτητικές γνωστικά εργασίες, αυτές της ανάγνωσης κατά την ακρόαση μη προτιμώμενης μουσικής και του θορύβου του café.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι: (1) η αναγνωστική κατανόηση δεν βελτιώνεται όταν ακούγεται προτιμώμενη μουσική, (2) η αναγνωστική κατανόηση δυσχεραίνεται όταν ακούγεται μη προτιμώμενη μουσική και θόρυβος από ένα café, και (3) η διάρκεια των εστιάσεων του βλέμματος δεν παρουσιάζεται μεγαλύτερη σε πιο απαιτητικές γνωστικά εργασίες, όπως η ανάγνωση κατά την ακρόαση μη προτιμώμενης μουσικής και σε συνθήκες θορύβου από ένα café, σε σύγκριση με την ανάγνωση κατά την ακρόαση προτιμώμενης μουσικής και σε συνθήκες σιωπής.

Η συγκεκριμένη μελέτη ενισχύει περαιτέρω την υπάρχουσα βιβλιογραφία επί του θέματος για διάφορους λόγους. Πρώτον, οι συνθήκες ανάγνωσης της προτιμώμενης μουσικής, του θορύβου του café και της ανάγνωσης στη σιωπή που επιλέχθηκαν σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιούνται συνήθως από τους φοιτητές και έτσι τα ευρήματα προσφέρουν

πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που οι συνήθειες ανάγνωσης επηρεάζουν την αναγνωστική κατανόηση. Επιπλέον, ενώ προηγούμενες μελέτες επικεντρώθηκαν σε ένα είδος μουσικής ή θορύβου στο υπόβαθρο συγκρίνοντάς τα μόνο με αναγνώσεις στη σιωπή (π.χ. Hygge, 2003), στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν και συγκρίθηκαν τέσσερις συνθήκες ανάγνωσης. Επίσης, η συγκεκριμένη μελέτη επικεντρώθηκε στις προσωπικές μουσικές προτιμήσεις ανάγνωσης (προτιμώμενη μουσική και μη προτιμώμενη μουσική), ενώ προηγούμενες μελέτες επικεντρώθηκαν στις εργασίες ανάγνωσης που εμπλέκονται, στον τύπο της μουσικής που παίζεται και στα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας των ατόμων (π.χ. Perham & Sykora, 2012). Ακόμη, η τεχνολογία eye-tracking που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη σε συνδυασμό με τη μέτρηση της επίδοσης στην αναγνωστική κατανόηση σε τέσσερις συνθήκες ανάγνωσης παρέχουν μια ουσιαστική συμβολή στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, καθώς έχουν διεξαχθεί περιορισμένες έρευνες για τη διερεύνηση της αναγνωστικής κατανόησης κατά την ακρόαση μουσικής και την ταυτόχρονη ιχνηλάτηση των οφθαλμικών κινήσεων των αναγνώστων.

Ταχεία Αυτοματοποιημένη Κατονομασία (Rapid Automatized Naming) και ανάγνωση στην αναπτυξιακή δυσλεξία: Μία μελέτη οφθαλμικής ιχνηλάτησης

Η Ταχεία Αυτοματοποιημένη Κατονομασία (Rapid Automatized Naming, RAN) συνδέεται με διαδικασίες που συμβάλλουν στην αναγνωστική και αριθμητική ευχέρεια και μπορούν να διακρίνουν δυσλεξικούς από μη δυσλεξικούς αναγνώστες (Kirby et al., 2010). Η μέτρηση της RAN μέσω eye-tracker απαιτεί αποδέσμευση από προηγούμενα ερεθίσματα, μετακίνηση της προσοχής στο επόμενο ερέθισμα, και ανάδειξη της νέας περιοχής του κειμένου (Jones et al., 2009). Η τεχνολογία eye-tracking δύναται να παρέχει προηγμένα υλικά-δεδομένα αναφορικά με τα παραπάνω, τα οποία είναι αδύνατο να συλλεχθούν με εναλλακτικές μεθοδολογίες που να μην αξιοποιούν τεχνολογίες αιχμής. Οι οφθαλμικές κινήσεις των αναγνώστων με δυσλεξία είναι διαφορετικές και μη φυσιολογικές σε σύγκριση με εκείνες των μη δυσλεξικών αναγνώστων και εμφανίζουν μεγαλύτερες και περισσότερες εστιάσεις βλέμματος και μικρότερες σακκαδικές κινήσεις (Hutzler & Wimmer, 2004).

Η παρούσα μελέτη eye-tracking εξέτασε την επίδραση των τομέων της φωνολογικής και οπτικής επεξεργασίας στη RAN αναγνώστων με και χωρίς δυσλεξία. Οι συμμετέχοντες/ουσες στη μελέτη ήταν έντεκα (11) φοιτητές/τριες με δυσλεξία και έντεκα (11) φοιτητές/τριες χωρίς δυσλεξία, ηλικίας 17-23 ετών, οι οποίοι ήταν όλοι ελληνόφωνοι. Η ομάδα των φοιτητών/τριών με δυσλεξία περιελάμβανε συμμετέχοντες που είχαν επίσημη διάγνωση δυσλεξίας κατά τη πρωτοβάθμια ή δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Στις δοκιμασίες της RAN συμπεριλήφθηκε ο παράγοντας της σύγχυσης (confusability) (confusable, non-confusable) για κάθε μεμονωμένο σύνολο γραμμάτων σε συνθήκες επεξεργασίας αρχικού φωνήματος (Onset), ομοιοκαταληξίας (Rime) και οπτικής ομοιότητας (Visual) (Jones et al., 2008). Οι εξαρτημένες μετρήσεις της έρευνας ήταν: α) η Διάρκεια Πρώτης Εστίασης (First Fixation Duration, FFD) που παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη διάρκεια της πρώτης εστίασης σε μια συγκεκριμένη περιοχή, β) η Μέση Διάρκεια Εστίασης (Average Fixation Duration, AveFD) που παρέχει πληροφορίες σχετικά με τη διάρκεια της μέσης στερέωσης σε μια συγκεκριμένη περιοχή και γ) η Χρονική Διάρκεια Βλέμματος (Time Spent Gaze, TSG) που ποσοτικοποιεί το χρόνο που έχουν αφιερώσει οι συμμετέχοντες κοιτάζοντας ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η FFD και η AveFD ήταν μεγαλύτερες και για τις δύο ομάδες σε γράμματα που συγχέονταν εύκολα (confusable), από ό,τι σε γράμματα που δεν συγχέονταν εύκολα (non-confusable) στη συνθήκη Onset. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι ο παράγοντας confusability φαίνεται να προσθέτει μια επιπλέον διάσταση, η οποία επιβαρύνει την

επεξεργασία των ερεθισμάτων εκ μέρους των συμμετεχόντων. Αναφορικά με τις μετρήσεις της TSG, τα ευρήματα έδειξαν ότι οι αναγνώστες με δυσλεξία ήταν πιο αργοί από τους αναγνώστες χωρίς δυσλεξία κατά την επεξεργασία και την κατονομασία των γραμμάτων σε όλες τις συνθήκες (Christoforou et al., 2021).

Η χρήση της τεχνολογίας eye-tracking για την ανίχνευση αιτιωδών σχέσεων μεταξύ της Ταχείας Αυτοματοποιημένης Κατονομασίας (Rapid Automatized Naming) και της αριθμητικής ευχέρειας στην δυσλεξία

Αρκετά συχνά η ανίχνευση ειδικών μαθησιακών δυσκολιών γίνεται από τους εκπαιδευτικούς, οι οποίοι διαπιστώνουν σημαντική απόκλιση του επιπέδου των δεξιοτήτων ανάγνωσης, γραπτής έκφρασης ή/και μαθηματικών συγκριτικά με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συνομηλίκους τους. Έρευνες έχουν δείξει ότι η ανάπτυξη μαθηματικών δεξιοτήτων προϋποθέτει όχι μόνο την ευχέρεια σε επίπεδο χρήσης κειμένων, μαθηματικού λεξιλογίου, συμβόλων και απεικονίσεων, αλλά και τον συνδυασμό όλων των προαναφερθέντων στοιχείων (π.χ. Strohmaier et al., 2020). Η τεχνολογία eye-tracking κατά τη διάρκεια επεξεργασίας μαθηματικών ερεθισμάτων δύναται να μας προσφέρει σημαντικά ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με τον τρόπο επεξεργασίας τους, αλλά και εντοπισμού των συγκεκριμένων δυσκολιών σε επίπεδο κατανόησης των μαθηματικών εννοιών. Επιπροσθέτως, τα λιγοστά διαθέσιμα ερευνητικά δεδομένα αναφορικά με τις συγκεκριμένες δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με δυσαριθμησία δυσχεραίνουν όχι μόνο την ανίχνευση, αλλά και την υλοποίηση παρεμβάσεων για την άμβλυνση των δυσκολιών.

Η παρούσα μελέτη αποτελεί συνέχεια της μελέτης «*Ταχεία Αυτοματοποιημένη Κατονομασία (Rapid Automatized Naming, RAN) και ανάγνωση στην αναπτυξιακή δυσλεξία: Μία μελέτη οφθαλμικής ιχνηλάτησης*» αξιολογώντας αυτή τη φορά την αριθμητική ευχέρεια στη RAN αναγνωστών με και χωρίς δυσλεξία. Στην παρούσα μελέτη θα αξιοποιηθούν πέντε διαφορετικές δραστηριότητες για την αξιολόγηση της αριθμητικής ευχέρειας συμπεριλαμβάνοντας τον παράγοντα confusability (confusable, non-confusable) για κάθε μεμονωμένο σύνολο αριθμών-ερεθισμάτων στην κατονομασία: αντικειμένων, χρωμάτων, αριθμών, γραμμάτων-αριθμών, και γραμμάτων-αριθμών-χρωμάτων. Στην έρευνα θα συμμετέχουν φοιτητές με και χωρίς δυσλεξία οι οποίοι θα κληθούν να κατονομάσουν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή όσο πιο γρήγορα μπορούν τα ερεθίσματα που προαναφέρθηκαν, προκειμένου μέσω της τεχνολογίας eye-tracking να καταγράψουμε και να συγκρίνουμε μεταξύ των συμμετεχόντων με και χωρίς δυσλεξία: α) την FFD), β) την AveFD και γ) την TSG. Αναμένουμε η FFD και η AveFD να είναι μεγαλύτερες και για τις δύο ομάδες σε αριθμούς-ερεθίσματα που συγχέονται εύκολα (confusable), από ό,τι σε αριθμούς-ερεθίσματα που δεν συγχέονται εύκολα (non-confusable). Αναφορικά με τις μετρήσεις της TSG, τα ευρήματα αναμένεται να δείξουν ότι οι αναγνώστες με δυσλεξία είναι πιο αργοί από τους αναγνώστες χωρίς δυσλεξία κατά την επεξεργασία και την κατονομασία των αριθμών-ερεθισμάτων σε όλες τις συνθήκες.

Η χρήση της τεχνολογίας eye-tracking στην εκμάθηση δεύτερης/ξένης γλώσσας

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία eye-tracking έχει κερδίσει έδαφος στον χώρο της έρευνας σε ένα ευρύ επιστημονικών πεδίων, συμπεριλαμβανομένου και αυτού της εκμάθησης δεύτερης/ξένης γλώσσας. Πιο συγκεκριμένα, έχει χρησιμοποιηθεί για να εξετάσει διάφορους τομείς της εκμάθησης μιας γλώσσας, όπως την γραμματική, την κατάκτηση λεξιλογίου, την αναγνώριση και πρόβλεψη λέξεων κ.α. (Godfroid, 2019). Η μέθοδος “visual world paradigm” χρησιμοποιείται στην οφθαλμική ιχνηλάτηση για να μελετηθεί ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται η επεξεργασία της προφορικής γλώσσας, συνδέοντας την ακουστικο-γλωσσική

επεξεργασία με την οπτική επεξεργασία (Cooper, 1974). Συγκεκριμένα, οι ερευνητές καταγράφουν τις οφθαλμικές κινήσεις των ακροατών ως μια μέτρηση ενεργοποίησης των γλωσσικών αναπαραστάσεων σε φωνολογικό αλλά και σημασιολογικό επίπεδο (Godfroid et al., 2019). Με αυτό τον τρόπο, η τεχνολογία eye-tracking, είτε χρησιμοποιώντας κείμενο είτε οπτικά ερεθίσματα, προσφέρει ποικίλες πληροφορίες σε σχέση με την επεξεργασία και την αναπαράσταση της γλώσσας. Ενώ η τεχνολογία eye-tracking έχει χρησιμοποιηθεί σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, από προσχολική ηλικία έως ενήλικες για τη μελέτη της κατάκτησης δεύτερης/ξένης γλώσσας, υπάρχει περιορισμένη έρευνα που επικεντρώνεται σε μαθητές με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες (Donmez, 2023).

Ο στόχος της παρούσας μελέτης είναι να αξιολογήσει την κατάκτηση και αφομοίωση λεξιλογίου στην Αγγλική γλώσσα δέκα (10) μαθητών με διάγνωση Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής-Υπερκινητικότητα (ΔΕΠ-Υ) έπειτα από μια εκπαιδευτική παρέμβαση που σχεδιάστηκε για να ενισχύσει την κατάκτηση λεξιλογίου στην δεύτερη/ξένη γλώσσα, μέσω της μεθόδου Computer Assisted Language Learning (CALL). Οι συμμετέχοντες θα χωριστούν σε δύο ομάδες: μια ομάδα θα λάβει μια εκπαιδευτική παρέμβαση βασισμένη σε υπολογιστή, ενώ η άλλη ομάδα θα διδαχθεί το λεξιλόγιο με την παραδοσιακή μέθοδο διδασκαλίας. Ο στόχος είναι να προσδιοριστεί η αποτελεσματικότητα κάθε συνθήκης στην κατάκτηση και αφομοίωση του νέου λεξιλογίου. Πριν την παρέμβαση όλοι οι μαθητές θα αξιολογηθούν με μια έντυπη δοκιμασία λεξιλογίου που θα περιλαμβάνει τις λέξεις που θα διδαχθούν κατά την διάρκεια των μαθημάτων, ώστε να εντοπιστεί το προγενέστερο γνωστικό υπόβαθρο της γλώσσας. Μετά το τέλος της παρέμβασης οι μαθητές θα συμπληρώσουν την ίδια δοκιμασία λεξιλογίου για να μετρηθεί το ποσοστό αφομοίωσης των νέων λέξεων. Τέλος, ένα μήνα μετά την παρέμβαση οι μαθητές θα ολοκληρώσουν μια δοκιμασία αναγνώρισης λέξεων με τη χρήση τεχνολογίας eye-tracking, εφαρμόζοντας το εγκαθιδρυμένο παράδειγμα “visual world paradigm”. Βάσει αυτής της προσέγγισης οι συμμετέχοντες ακούνε μια προφορική έκφραση ενώ ταυτόχρονα τους παρουσιάζονται κάποιες εικόνες (μια εικόνα-στόχος ανάμεσα σε εικόνες διασπαστές). Αν μια λέξη έχει κατακτηθεί, η εστίαση του βλέμματος στην εικόνα-στόχο θα έχει μεγαλύτερη διάρκεια από ότι σε οποιοδήποτε άλλη εικόνα (Guan et al., 2019). Τα αποτελέσματα της έρευνας αναμένεται να δείξουν μεγαλύτερη διάρκεια εστίασης του βλέμματος των συμμετεχόντων στις εικόνες των λέξεων που ακούγονται προφορικά, υποδηλώνοντας έτσι την κατάκτηση του λεξιλογίου που διδάχθηκαν κατά την παρέμβαση.

Συμπεράσματα

Η τεχνολογία eye-tracking είναι ένα ισχυρό ερευνητικό εργαλείο που μπορεί να αξιοποιηθεί σε μία μεγάλη ποικιλία ερευνητικών ερωτημάτων στην εκπαίδευση, προσφέροντας νέες δυνατότητες για την κατανόηση των γνωστικών και μαθησιακών διαδικασιών. Μέσω της παρακολούθησης των κινήσεων των ματιών των μαθητών-φοιτητών, οι ερευνητές μπορούν να αποκτήσουν λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που οι μαθητές-φοιτητές διαβάζουν, επεξεργάζονται πληροφορίες και αλληλεπιδρούν με το εκπαιδευτικό υλικό. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών διδακτικών μεθόδων και εργαλείων, προσαρμοσμένων στις ανάγκες των μαθητών-φοιτητών, ιδιαίτερα αυτών με ειδικές εκπαιδευτικές ανάγκες. Συνεπώς, η τεχνολογία eye-tracking βοηθά στην αξιολόγηση της απόδοσης των εκπαιδευτικών υλικών και στη βελτίωση της προσβασιμότητας και της καταλληλότητάς τους για διαφορετικές μαθησιακές προσεγγίσεις.

Βιβλιογραφικές Αναφορές

- Carter, B. T., & Luke, S. G. (2018). Individuals' eye movements in reading are highly consistent across time and trial. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 44(3), 482-492. <https://doi.org/10.1037/xhp0000471>
- Carter, B. T., & Luke, S. G. (2020). Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology*, 155, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.05.010>
- Christoforou, C., Fella, A., Leppanen, P. H. T., & Georgiou, K. G. (2021). Fixation-related potentials in naming speed: A combined EEG and eye-tracking study on children with dyslexia. *Clinical Neurophysiology*, 132, 2798-2807. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2021.08.013>
- Cooper, R. M. (1974). The control of eye fixation by the meaning of spoken language: A new methodology for the real-time investigation of speech perception, memory, and language processing. *Cognitive Psychology*, 6(1), 84-107. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(74\)90005-X](https://doi.org/10.1016/0010-0285(74)90005-X)
- Donmez, M. (2023). A systematic literature review for the use of eye-tracking in special education. *Education and Information Technologies*, 28(6), 6515-6540. <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-022-11456-z>
- Godfroid, A. (2019). *Eye tracking in second language acquisition and bilingualism: A research synthesis and methodological guide*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315775616>
- Guan, G., Hu, A., Guo, L., & Yu, H. (2019). An Eye-tracking technique—Visual-world paradigm. *Proceedings of the 2019 3rd International Conference on Economic Development and Education Management, ICEDEM 2019*, (pp. 455-457). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/icedem-19.2019.108>
- Huetting, F., & Brouwer, S. (2015). Delayed anticipatory spoken language processing in adults with dyslexia—evidence from eye-tracking. *Dyslexia (Chichester, England)*, 21(2), 97-122. <https://doi.org/10.1002/dys.1497>
- Hutzel, F., & Wimmer, H. (2004). Eye movements of dyslexic children when reading in a regular orthography. *Brain and Language*, 89(1), 235-242. [https://doi.org/10.1016/S0093-934X\(03\)00401-2](https://doi.org/10.1016/S0093-934X(03)00401-2)
- Hygge, S. (2003). Classroom experiments on the effects of different noise sources and sound levels on long-term recall and recognition in children. *Applied Cognitive Psychology*, 17(8), 895-914. <https://doi.org/10.1002/acp.926>
- Jones, M. W., Branigan, H. P., & Kelly, M. L. (2009). Dyslexic and non-dyslexic reading fluency: Rapid automatized naming and the importance of continuous lists. *Psychonomic Bulletin & Review*, 16(3), 567-572. <https://doi.org/10.3758/PBR.16.3.567>
- Kirby, J. R., Georgiou, G. K., Martinussen, R., & Parrila, R. (2010). Naming speed and reading: From prediction to instruction. *Reading Research Quarterly*, 45(3), 341-362. <https://doi.org/10.1598/RRQ.45.3.4>
- Leigh, R. J., & Zee, D. S. (2015). *The neurology of eye movements*. Oxford University Press.
- Perham, N., & Sykora, M. (2012). Disliked music can be better for performance than liked music. *Applied Cognitive Psychology*, 26(4), 550-555. <https://doi.org/10.1002/acp.2826>
- Rayner, K. (2009). Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506. <https://doi.org/10.1080/17470210902816461>
- Strohmaier, A. R., MacKay, K. J., Obersteiner, A., & Reiss, K. M. (2020). Eye-tracking methodology in mathematics education research: A systematic literature review. *Educational Studies in Mathematics*, 104, 147-200. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09948-1>