



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Ανάπτυξη Διαδικτυακής Εφαρμογής Ανίχνευσης
Μαθησιακών Δυνατοτήτων Στα Μαθηματικά Σε
Παιδιά Σχολικής Ηλικίας

Λεμπέση Φωτεινή

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Βαβουγιός Διονύσιος
Καθηγητής

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ

Ζυγούρης Νικόλαος
Επίκουρος Καθηγητής

Λαδαλιάρης Αντώνιος
Επίκουρος καθηγητής

Λαμία 2020



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Ανάπτυξη Διαδικτυακής Εφαρμογής Ανίχνευσης
Μαθησιακών Δυνατοτήτων Στα Μαθηματικά Σε
Παιδιά Σχολικής Ηλικίας

Λεμπέση Φωτεινή

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ

Βαβουγιός Διονύσιος
Καθηγητής

ΣΥΝΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ

Ζυγούρης Νικόλαος
Επίκουρος Καθηγητής

Δαδαλιάρης Αντώνιος
Επίκουρος καθηγητής

Λαμία 2020



UNIVERSITY OF
THESSALY

SCHOOL OF SCIENCE

DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE & TELECOMMUNICATIONS

Development of Web Application Screener
Learning Abilities in Mathematics in school-aged
children

Lempesi Foteini

FINAL THESIS

ADVISOR

Vavougiou Dionysios
Professor

CO ADVISORS

Zygouris Nikolaos
Assistant Professor

Dadaliaris Antonios
Assistant Professor

Lamia 2020

«Με ατομική μου ευθύνη και γνωρίζοντας τις κυρώσεις ⁽¹⁾, που προβλέπονται από της διατάξεις της παρ. 6 του άρθρου 22 του Ν. 1599/1986, δηλώνω ότι:

1. Δεν παραθέτω κομμάτια βιβλίων ή άρθρων ή εργασιών άλλων αυτολεξεί **χωρίς να τα περικλείω σε εισαγωγικά** και χωρίς να αναφέρω το συγγραφέα, τη χρονολογία, τη σελίδα. Η αυτολεξεί παράθεση χωρίς εισαγωγικά χωρίς αναφορά στην πηγή, είναι λογοκλοπή. Πέραν της αυτολεξεί παράθεσης, λογοκλοπή θεωρείται και η παράφραση εδαφίων από έργα άλλων, συμπεριλαμβανομένων και έργων συμφοιτητών μου, καθώς και η παράθεση στοιχείων που άλλοι συνέλεξαν ή επεξεργάστηκαν, χωρίς αναφορά στην πηγή. Αναφέρω πάντοτε με πληρότητα την πηγή κάτω από τον πίνακα ή σχέδιο, όπως στα παραθέματα.

2. Δέχομαι ότι η αυτολεξεί **παράθεση χωρίς εισαγωγικά**, ακόμα κι αν συνοδεύεται από αναφορά στην πηγή σε κάποιο άλλο σημείο του κειμένου ή στο τέλος του, είναι αντιγραφή. Η αναφορά στην πηγή στο τέλος π.χ. μιας παραγράφου ή μιας σελίδας, δεν δικαιολογεί συρραφή εδαφίων έργου άλλου συγγραφέα, έστω και παραφρασμένων, και παρουσίασή τους ως δική μου εργασία.

3. Δέχομαι ότι υπάρχει επίσης περιορισμός στο μέγεθος και στη συχνότητα των παραθεμάτων που μπορώ να εντάξω στην εργασία μου εντός εισαγωγικών. Κάθε μεγάλο παράθεμα (π.χ. σε πίνακα ή πλαίσιο, κλπ), προϋποθέτει ειδικές ρυθμίσεις, και όταν δημοσιεύεται προϋποθέτει την άδεια του συγγραφέα ή του εκδότη. Το ίδιο και οι πίνακες και τα σχέδια

4. Δέχομαι όλες τις συνέπειες σε περίπτωση λογοκλοπής ή αντιγραφής.

Ημερομηνία: 10./09/2020..

Ο – Η Δηλ.

(1) «Όποιος εν γνώσει του δηλώνει ψευδή γεγονότα ή αρνείται ή αποκρύπτει τα αληθινά με έγγραφη υπεύθυνη δήλωση του άρθρου 8 παρ. 4 Ν. 1599/1986 τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών. Εάν ο υπαίτιος αυτών των πράξεων σκόπευε να προσπορίσει στον εαυτόν του ή σε άλλον περιουσιακό όφελος βλάπτοντας τρίτον ή σκόπευε να βλάψει άλλον, τιμωρείται με κάθειρξη μέχρι 10 ετών.»

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη σημερινή εποχή έχει αναπτυχθεί η έρευνα στον τομέα των μαθησιακών δυσκολιών και συγκεκριμένα αυτών που σχετίζονται με τα μαθηματικά. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται οι μαθηματικές δυνατότητες και μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά ενώ στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής για την ανίχνευση μαθησιακών δυνατοτήτων στα μαθηματικά σε παιδιά σχολικής ηλικίας. Η διαδικτυακή εφαρμογή για την ανίχνευση των μαθηματικών δυνατοτήτων περιέχει έξι δραστηριότητες. Οι δραστηριότητες αποτελούνται από πράξεις, ερωτήσεις γλώσσας μαθηματικών, αριθμητικά προβλήματα κ.α. Το ερευνητικό πρωτόκολλο της εργασίας είναι η κατασκευή και η χρήση της διαδικτυακής εφαρμογής σε τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές δημοτικού χρησιμοποιώντας ως ανεξάρτητες μεταβλητές το φύλο και την ηλικία των συμμετεχόντων. Ενώ ως εξαρτημένες το σύνολο των σωστών απαντήσεων στις δραστηριότητες και ο χρόνος ολοκλήρωσής τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαιώνουν την μηδενική ερευνητική υπόθεση. Τέλος, η εφαρμογή αξιολογείται ως αξιόπιστη για ανίχνευση μαθηματικών δεξιοτήτων.

Λέξεις κλειδιά: Διαδικτυακή Εφαρμογή, Μαθηματικές δυνατότητες, Μαθησιακές δυσκολίες, Μαθηματικά.

ABSTRACT

Nowadays, research in the field of learning difficulties has been developed, specifically those related to mathematics. The present thesis presents the mathematics abilities and disabilities in mathematics while the aim of the thesis is the development of a web application for the screening of learning abilities in mathematics in school-aged children. The web application for screening mathematical abilities contains six activities. The activities consist of calculations, math language questions, numerical problems, etc.. The research protocol of this thesis is the development and use of the application in typically developing elementary school students using as independent variables the gender and age of the participants. While as dependent all the correct answers of the activities and the time of their completion. The results of the research confirm the zero research hypothesis. Finally, the application is assessed as reliable for screening mathematical skills.

Key words: Web application, Learning Abilities, Learning Disabilities, Mathematics.

Table of Contents

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	I
ABSTRACT	III
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>1</u>
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	1
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ.....</u>	<u>2</u>
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	2
2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΑΙΔΙΩΝ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ	3
2.3 ΑΙΤΙΑ.....	4
2.4 ΕΙΔΙΚΕΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ	5
2.4.Α ΔΥΣΛΕΞΙΑ	5
2.4.Β ΔΥΣΟΡΘΟΓΡΑΦΙΑ.....	7
2.4.Γ ΔΥΣΓΡΑΦΙΑ.....	7
2.5 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ	9
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ - ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑ</u>	<u>10</u>
3.1 ΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	10
3.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΕΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑ ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΠΑΙΔΙΩΝ.....	11
3.3 ΒΑΣΙΚΕΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ	11
3.4 ΟΡΙΣΜΟΣ - ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑ.....	12
3.5 ΕΙΔΗ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	13
3.6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΠΙΚΤΗΤΗΣ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ.....	14
3.7 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΙΑΚΗΣ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ	14
3.8 ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΣΥΝΝΟΣΗΡΟΤΗΤΑ.....	15
3.9 ΑΙΤΙΑ.....	16
3.10 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ.....	18
3.11 ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΜΥΘΩΝ.....	20
3.12 ΤΕΣΤ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ-ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΔΕΞΙΟΤΗΤΩΝ	20
3.13 ΤΕΣΤ (ΨΗΦΙΑΚΑ) ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ ΣΤΗ ΣΧΟΛΙΚΗ ΗΛΙΚΙΑ	22
3.14 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΜΑΘΗΣΙΑΚΩΝ ΔΥΣΚΟΛΙΩΝ ΣΤΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΑ	23
3.15 ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΠΑΡΟΝΤΟΣ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ.....	24
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....</u>	<u>26</u>
4.1 ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ.....	26
4.2 ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	26
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....</u>	<u>28</u>

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	28
5.2 HTML	29
5.3 CSS	31
5.4 PHP	32
5.5 MYSQL	33
5.6 JAVASCRIPT	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Η ΕΦΑΡΜΟΓΗ – ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ 36

6.1 ΕΜΦΑΝΙΣΗ	36
6.2 ΑΡΧΙΚΗ ΣΕΛΙΔΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	36
6.3 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ.....	37
6.3.Α ΠΡΩΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	37
6.3.Β ΔΕΥΤΕΡΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	39
6.3.Γ ΤΡΙΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	41
6.3.Δ ΤΕΤΑΡΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	42
6.3.Ε ΠΕΜΠΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	43
6.3.ΣΤ ΈΚΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	46
6.4 ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΗΣ.....	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ΚΩΔΙΚΑΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ 49

7.1 ΤΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΤΩΝ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ.....	49
7.2 ΠΡΩΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	50
7.3 ΔΕΥΤΕΡΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	51
7.4 ΤΡΙΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	53
7.5 ΤΕΤΑΡΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	54
7.6 ΠΕΜΠΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	55
7.7 ΈΚΤΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ.....	59
7.8 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ..... 61

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 66

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... 67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγή και δομή της πτυχιακής εργασίας

Σήμερα έχει αναπτυχθεί η έρευνα στον τομέα των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά και η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας καθιστά απαραίτητη την τεχνολογία για έρευνα. Ο στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής για ανίχνευση μαθησιακών δυνατοτήτων στα μαθηματικά σε παιδιά σχολικής ηλικίας και με την χρήση της θα γίνει συλλογή πληροφοριών. Η εφαρμογή είναι διαδικτυακή και δεν έχει απαιτήσεις συστήματος του υπολογιστή έτσι για την ανάπτυξη της χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνολογίες HTML, CSS, PHP, MYSQL και JavaScript. Η διαδικτυακή εφαρμογή περιέχει έξι δραστηριότητες (πράξεις, ερωτήσεις γλώσσας μαθηματικών, αριθμητικά προβλήματα κ.α.). Οι πληροφορίες που συλλέγονται για την έρευνα είναι το φύλο, η ηλικία, ο αριθμός σωστών απαντήσεων και ο χρόνος απαντήσεων των δραστηριοτήτων και αποθηκεύονται σε μία βάση δεδομένων. Έπειτα της ανάπτυξης της εφαρμογής έγινε χορήγηση της εφαρμογής σε τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές δημοτικού και με την συλλογή των αποτελεσμάτων έγινε στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων και τεστ αξιοπιστίας της εφαρμογής.

Στο Δεύτερο κεφάλαιο της πτυχιακής παρουσιάζονται οι μαθησιακές δυσκολίες. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι μαθηματικές δυνατότητες αλλά και οι μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά. Στο τέταρτο κεφάλαιο εξηγείται η μεθοδολογία για την διεξαγωγή της έρευνας. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι τεχνολογίες και τα χαρακτηριστικά τους που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής. Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή ενώ στο έβδομο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο κώδικας των δραστηριοτήτων. Τέλος, στο προτελευταίο κεφάλαιο αναλύονται και παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας και στο τελευταίο κεφάλαιο αναλύονται τα συμπεράσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 Μαθησιακές Δυσκολίες

2.1 Ορισμός

Οι μαθησιακές δυσκολίες ανήκουν στις νευροαναπτυξιακές διαταραχές και χαρακτηρίζονται από την αδυναμία του ατόμου να επεξεργάζεται και να κατανοεί σωστά τις πληροφορίες. Εμφανίζονται στα πρώτα σχολικά χρόνια και τα χαρακτηριστικά τους είναι η δυσκολία στην ανάγνωση, την γραφή ή και τα μαθηματικά. Επομένως συχνά επιφέρουν χαμηλή σχολική επίδοση. Ακόμα, άτομα με υψηλή νοημοσύνη δεν φαίνεται να εξαιρούνται από τον πληθυσμό στον οποίο εμφανίζονται οι μαθησιακές διαταραχές διότι δεν υπάρχει συσχέτιση με την νοημοσύνη. Επιπλέον μπορεί να επιφέρουν αδυναμίες καθ' όλη την διάρκεια της ζωής του ατόμου, ακόμα και στο επαγγελματικό τους περιβάλλον (American Psychiatric Association [APA], 2013).

Από την αρχαία Ελλάδα κιόλας εμφανίζεται η έννοια των μαθησιακών δυσκολιών σε παιδιά και ενήλικες χωρίς όμως να υπάρχει κάποιος ορισμός ή ορολογία (Γρετσίτσα, 2012). Όμως ο όρος «μαθησιακές δυσκολίες» χρησιμοποιήθηκε πρώτη φορά από τον Kirk το 1962 και αναφέρεται σε *« μία καθυστέρηση ή διαταραχή ανάπτυξης σε μία ή περισσότερες λειτουργίες του λόγου, της γλώσσας, της ανάγνωσης, της γραφής, της αριθμητικής ή σε άλλα σχολικά μαθήματα εξαιτίας μιας ψυχολογικής αναπηρίας που οφείλεται ενδεχομένως σε εγκεφαλική δυσλειτουργία ή και διαταραχή συμπεριφοράς ή συναισθημάτων»* (Hammill, 1990, σελ. 75). Επίσης διευκρινίζει ότι *« δεν είναι αποτέλεσμα κάποιας νοητικής υστέρησης, αισθητηριακού ελλείμματος, πολιτιστικών ή εκπαιδευτικών παραγόντων»* (Hammill, 1990, σελ. 75).

Μέτα από τον πρώτο ορισμό υπήρξαν αρκετοί ακόμη και πολλές διαφωνίες μεταξύ τους, όμως ο πιο αποδεκτός ορισμός είναι εκείνος από τον National Joint Committee on Learning Disabilities (NJCLD) το 1990 ο οποίος ενημερώθηκε το 2016 και αναφέρει ότι οι μαθησιακές δυσκολίες είναι ένας όρος-ομπρέλα που περιλαμβάνει ένα σύνολο ετερογενών διαταραχών. Αυτές χαρακτηρίζονται από έντονες δυσκολίες στην απόκτηση και χρήση λεκτικών και ακουστικών ικανοτήτων, ανάγνωσης, παραγωγής γραπτού λόγου, αλλά και μαθηματικών και συλλογιστικών ικανοτήτων (NJCLD, 2016).

Όπως επισημαίνεται, τα αίτια αυτών των διαταραχών συχνά οφείλονται σε δυσλειτουργία του κεντρικού νευρικού συστήματος. Πολλές φορές, οι μαθησιακές δυσκολίες συνυπάρχουν με προβλήματα αυτορρύθμισης, κοινωνικής αντίληψης και αλληλεπίδρασης.

Αν και πολλές φορές οι μαθησιακές δυσκολίες εμφανίζονται μαζί με άλλες δυσκολίες ή διαταραχές, όπως τα αισθητηριακά ελλείμματα, ή κάτω από ορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες (π.χ. πολιτισμικό περιβάλλον, γλωσσικές διαφορές), πρέπει να τονιστεί ότι δεν είναι το επακόλουθο αυτών (NJCLD, 2016).

Η συχνότητα εμφάνισης των μαθησιακών δυσκολιών είναι 5-10% όμως η αναλογία του φύλου είναι διπλάσια ή τριπλάσια σε βάρος των αγοριών με των κοριτσιών (Lewandowski, Wood & Miller, 2016). Στους φοιτητές συναντάται σε ποσοστό 1%, σε σχολικό πληθυσμό είναι 20%, ενώ το ποσοστό διπλασιάζεται στο 40% για άτομα ειδικής αγωγής (Ζυγούρης, 2016).

Συνήθως φαίνεται ότι ένα παιδί έχει μαθησιακές δυσκολίες από τις σχολικές επιδόσεις του. Οι μαθησιακές δυσκολίες δεν θεραπεύονται πλήρως όμως οι αρνητικές επιπτώσεις μπορούν να μειωθούν αρκετά (Lewandowski, Wood & Miller, 2016).

2.2 Χαρακτηριστικά παιδιών με Μαθησιακές Δυσκολίες

Τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες παρουσιάζουν συχνά μια πληθώρα κοινών χαρακτηριστικών χωρίς αυτό να σημαίνει ότι όλα τα παιδιά έχουν αυτά τα χαρακτηριστικά. Σύμφωνα με τους Pullen, Lane, Ashworth και Lovelace (2017) αυτά αφορούν τη σχολική επίδοση, τις γλωσσικές διαταραχές, την αντιληπτική διαταραχή, τα μεταγνωστικά ελλείμματα, τα κοινωνικά-συναισθηματικά προβλήματα, τα προβλήματα συμπεριφοράς, τα προβλήματα μνήμης και τα προβλήματα προσοχής και υπερκινητικότητας.

Ξεκινώντας από τη σχολική επίδοση, τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες συχνά δυσκολεύονται με τα μαθήματα του σχολείου, ποσοστό το οποίο ανέρχεται σε 80-90%. Επιπρόσθετα, παρουσιάζουν δυσκολίες στην εκμάθηση της γλώσσας και γενικότερα γλωσσικές διαταραχές. Δεδομένα υπάρχουν και για την εμφάνιση αντιληπτικών διαταραχών, οι οποίες αναφέρονται στην αδυναμία ανάγνωσης και διάκρισης των αισθήσεων και κυρίως οπτικές και ακουστικές αδυναμίες. Ωστόσο τα δεδομένα είναι αμφιλεγόμενα (Pullen et al., 2017).

Επιπλέον, υπάρχουν μεταγνωστικά ελλείμματα τα οποία αναφέρονται στην αδυναμία του παιδιού ώστε να επεξεργαστεί τις σκέψεις του σωστά για να έχει επιτυχή εκμάθηση. Η αλλαγή των στρατηγικών και της καθοδήγησης ενός καθηγητή σε σχέση με τον τρόπο εκμάθησης εκείνων των παιδιών μπορεί να βοηθήσει αρκετά στην βελτίωση των μεταγνωστικών τους ελλειμμάτων (Pullen et al., 2017).

Επιπρόσθετα μπορεί να εκδηλώνονται κοινωνικά-συναισθηματικά προβλήματα, καθώς δεδομένων των χαμηλών επιδόσεων τα παιδιά μπορεί να έχουν χαμηλή αυτοαντίληψη και αυτοεκτίμηση, ενώ ενδέχεται κάποια παιδιά να παρουσιάσουν μόνο χαμηλή αυτοεκτίμηση για τα μαθήματα και κανονική αυτοαντίληψη. Ακόμα λόγω της χαμηλής επίδοσης μπορεί κάποια παιδιά να χαρακτηρίζονται από έλλειψη κινήτρων για διάβασμα, ενώ συχνά παρουσιάζουν ελλείμματα στις κοινωνικές δεξιότητες, όπως αδυναμία να δεχτούν κριτική, γεγονός που μπορεί να διατηρηθεί και στην ενήλικη ζωή προκαλώντας περαιτέρω προβλήματα στην κοινωνική τους ζωή (Pullen et al.,2017).

Τα προβλήματα συμπεριφοράς μπορούν να προκαλέσουν την αποδιοργάνωση μίας τάξης ή του διαβάσματος των συμμαθητών λόγω ελλιπούς επικοινωνίας. Επιπλέον αναφορικά με τα προβλήματα μνήμης, παρατηρείται πολλές φορές στα παιδιά δυσκολία απομνημόνευσης ακουστικού ή οπτικού υλικού. Τέλος τα παιδιά μπορεί να εμφανίσουν προβλήματα προσοχής και υπερκινητικότητας γεγονός που δείχνει ότι η υπερκινητικότητα , η κακή συγκέντρωση και οι μαθησιακές δυσκολίες συνυπάρχουν στα παιδιά σε μεγάλο ποσοστό. Επίσης η αυτοσυγκέντρωση και η υπερκινητικότητα παίζουν σημαντικό ρόλο στην μάθηση (Pullen et al.,2017).

2.3 Αίτια

Δεν έχουν γίνει σαφή τα συγκεκριμένα αίτια όμως υπάρχει ενδιαφέρον από ερευνητές για την εύρεση αυτών (Αναγνωστόπουλος, 2000). Η έρευνα του Αναγνωστόπουλου (2000) για εύρεση των αιτιολογικών παραγόντων, διέκρινε τους εξής:

Προδιαθεσιακοί :

Μπορεί να οφείλονται σε προγεννητικούς και περιγεννητικούς παράγοντες όπως κακή διατροφή, αλκοόλ, κάπνισμα ή κακή ψυχολογία μητέρας ή ακόμα και πρόωρο τοκετό.

Γενετικοί :

Η κληρονομικότητα παίζει σημαντικό ρόλο για την εμφάνιση μαθησιακών δυσκολιών σε συγγενείς πρώτου βαθμού και περισσότερο τις κληρονομούν τα αγόρια σε σχέση με τα κορίτσια. Υπάρχουν πολλές έρευνες σε διδύμους που δείχνουν ότι οι διζυγωτικοί εμφανίζουν πολύ μικρότερη συχνότητα μαθησιακών δυσκολιών σε σχέση με τα μονοζυγωτικά.

Νευροβιολογικοί :

Έχουν βρεθεί διαφορές στα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες σε σχέση με τα υπόλοιπα στην λειτουργία του αριστερού ημισφαιρίου.

Γνωστικοί :

Η αδυναμία της φωνολογικής ετοιμότητας σχετίζεται με την δυσκολία ανάγνωσης.

Περιβαλλοντικοί και συναισθηματικοί:

Οι τοξικές ουσίες μπορούν να είναι επιβλαβείς για την λειτουργία του εγκεφάλου. Παίζουν σημαντικό ρόλο και οι συνθήκες όπως ένα ακατάλληλο περιβάλλον μάθησης, κακό οικογενειακό περιβάλλον ή ακόμα και κατάθλιψη ή άγχος.

2.4 Ειδικές Μαθησιακές Δυσκολίες

Οι Ειδικές μαθησιακές δυσκολίες χωρίζονται με βάση την APA (2013) ως εξής :

Διαταραχή ανάγνωσης:

Η διαταραχή της ανάγνωσης ή αλλιώς δυσλεξία, αναφέρεται στη δυσκολία αναγνωστικής ικανότητας και κατανόησης του γραπτού λόγου.

Διαταραχή γραπτής έκφρασης:

Η καλή γραπτή έκφραση αναφέρεται στη γνώση γραμματικής, σωστού συλλαβισμού, σωστής χρήσης σημείων στίξεως, αλλά και καθαρής και καλής οργάνωσης του γραπτού λόγου. Επομένως η διαταραχή της γραπτής έκφρασης αναφέρεται στη δυσκολία στη γραφή.

Διαταραχή των μαθηματικών:

Ο όρος μαθηματική ικανότητα αναφέρεται στην κατανόηση της γλώσσας των μαθηματικών και των αριθμητικών συμβόλων, καθώς και στην υλοποίηση σωστών υπολογισμών. Η διαταραχή των μαθηματικών ή αλλιώς δυσαριθμησία είναι ακριβώς η δυσκολία στην κατανόηση μαθηματικών εννοιών και αριθμών και η δυσκολία στους υπολογισμούς . Μελετάται εκτεταμένα στο επόμενο κεφάλαιο.

2.4.a Δυσλεξία

Ο όρος Δυσλεξία αναφέρθηκε πρώτη φορά από τον Rudolf Berlin το 1887 και χρησιμοποιήθηκε για να περιγράψει την αδυναμία στην ανάγνωση (Kamala & Ramganes, 2015). Είναι μία νευρολογική διαταραχή λόγω δυσλειτουργίας στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου (Σαράντη & Χριστοπούλου, 2017). Τα άτομα με δυσλεξία εμφανίζουν αδυναμίες στην κατανόηση και το συλλαβισμό λέξεων. Συνήθως είναι λόγω φωνολογικής διαταραχής.

Επίσης μπορεί να έχουν αδυναμία στην κατανόηση του κειμένου (Roitsch & Watson, 2019). Η συχνότητα σε μαθητές είναι 5-15% και η αναλογία αγοριών και κοριτσιών είναι 3:2 (Nass, 1992).

Τα άτομα με δυσλεξία έχουν δυσκολία στην χρήση και απόκτηση του γραπτού λόγου και ειδικά στην κατανόηση και ανάγνωση γραπτού λόγου. Άλλες δυσκολίες που μπορεί να έχουν είναι: « στην εκμάθηση να μιλούν, στην εκμάθηση γραμμάτων και των ήχων τους, στην οργάνωση γραπτού και προφορικού λόγου, στην απομνημόνευση της γλώσσα των μαθηματικών, στην γρήγορη ανάγνωση ώστε να το καταλάβουν, στο συλλαβισμό, στην εκμάθηση ξένης γλώσσας και στο σωστό υπολογισμό πράξεων» (IDA, 2017,σελ. 2).

Υπάρχουν δύο είδη αναπτυξιακής δυσλεξίας, η αδυναμία καθολικής αναγνώρισης λέξεων και η αδυναμία μετατροπής των γραμμάτων σε ήχους (Castles & Coltheart, 1993).

Συμφώνα με τους Friedmann & Coltheart(2018) τα είδη αναπτυξιακής δυσλεξίας χωρίζονται σε δυο κατηγορίες σε κεντρική(λεξικολογική ανάλυση) και περιφερειακή δυσλεξία (Ορθογραφικό- οπτική ανάλυση).

Η περιφερειακή (peripheral) περιέχει την:

- Δυσλεξία θέσης γράμματος: δεν μπορούν να αναγνωρίζουν την θέση του γράμματος στην λέξη,
- Προσεκτική (Attentional) δυσλεξία: γράμματα να αλλάζουν θέσεις από μία λέξη σε διπλανή λέξη,
- Δυσλεξία αναγνώρισης γράμματος: δεν μπορούν να αναγνωρίζουν τα γράμματα,
- Δυσλεξία αμέλειας (Neglect): δυσκολία ανάγνωσης λόγω «αμέλειας» σε μία πλευρά του οπτικού πεδίου (αριστερή),
- Οπτική δυσλεξία: είναι η οπτική αλλαγή της λέξης με μία παρόμοια.

Η κεντρική (central) περιέχει την:

- Δυσλεξία επιφάνειας: λανθασμένη ανάγνωση μη κανονικών λέξεων, ομόηχων λέξεων, δεν καταλαβαίνουν λέξεις που από τυπογραφικό λάθος έχει προστεθεί κάποιο γράμμα παραπάνω,
- Φωνολογική δυσλεξία: δεν μπορούν να διαβάσουν νέες λέξεις.
- Δυσλεξία Φωνήεντων: παραλείπουν, αντικαθιστούν, μεταφέρουν ή προσθέτουν φωνήεντα στις λέξεις.
- Βαθεία δυσλεξία: κάνουν οπτικά, σημασιολογικά ή και μορφολογικά λάθη στην ανάγνωση λέξεων,

- Σημασιολογική/Άμεση δυσλεξία: μπορούν να διαβάσουν άψογα οποιαδήποτε λέξη όμως δεν μπορούν να την κατανοήσουν.

2.4.β Δυσορθογραφία

Η Δυσορθογραφία είναι μία ειδική μαθησιακή δυσκολία που χαρακτηρίζεται από την αδυναμία στην ορθογραφία. Σύμφωνα με τον Πολομαρκάκη (1989), τα παιδιά με δυσορθογραφία έχουν κανονική νοημοσύνη. Παιδιά με δυσλεξία συχνά έχουν αδυναμία και στην ορθογραφία, όμως η δυσορθογραφία μπορεί να εμφανιστεί και σε παιδιά χωρίς δυσλεξία (Μιχαηλίδου, 2012).

Η ανίχνευση της δυσορθογραφίας γίνεται από την εμφάνιση ορθογραφικών λαθών στο γραπτό λόγο. Τα κριτήρια διάγνωσης είναι τα μορφολογικά (κλίσεις, προθέματα και επιθέματα), σηματολογικά, γραμματικά, λεξικολογικά και λάθη συλλαβισμού (Nazarova, 2016).

Σύμφωνα με τους Hall, Salas και Grimes(1999) μερικά χαρακτηριστικά παιδιών με δυσορθογραφία είναι τα εξής:

- α) κακή μορφή γραμμάτων,
- β) δυσκολία γραπτής έκφρασης,
- γ) προσθήκη, αλλαγή, παράλειψη, αντικατάσταση γραμμάτων, συλλαβών και λέξεων,
- δ) ορθογραφικά λάθη,
- ε) αντικαταστάσεις ομόηχων λέξεων και άρθρων,
- στ) παράλειψη κενού ανάμεσα στις λέξεις ή και στα γράμματα,
- η) δεν χρησιμοποιούν τόνους ή σημεία στίξης.

2.4.γ Δυσγραφία

Η δυσγραφία περιγράφεται από ελλείμματα κατά τη μετατροπή οπτικών και ακουστικών ερεθισμάτων σε κινητική συμπεριφορά, από δυσκολία στην παραγωγή ευανάγνωστης γραφής, καθώς και αναντιστοιχία ανάμεσα στα αναγνωστικά επίπεδα του ατόμου και τη γραφή του. (Caramazza, Capasso & Miceli, 1996` Ellis, 1993)

Σύμφωνα με τον Deuel(1995) ο όρος δυσγραφία χρησιμοποιείται για να περιγράψει την εμφάνιση της αδυναμίας στο γραπτό λόγο κατά τη σχολική ηλικία, σε αντιδιαστολή με την αγραφία, μια διαταραχή του γραπτού λόγου που συναντάται στην ενήλικη ζωή και αφορά

στην πλήρη έλλειψη γραπτού λόγου. Ο Deuel χωρίζει την δυσγραφία σε τρεις υποκατηγορίες την δυσλεκτική, την κινητική και της χωρικής αντίληψης. Οι διαφορές αυτών περιγράφονται στο πίνακα 1.

Πίνακας 1. Διαφορές υποκατηγοριών δυσγραφίας

	Δυσλεκτική	Κινητική	Χωρικής Αντίληψης
Παραγωγή γραπτού λόγου	δυσανάγνωστη	δυσανάγνωστη	δυσανάγνωστη
Προφορική ορθογραφία	αδύναμη	σχεδόν καλή	σχεδόν καλή
Αντιγραφή κειμένου	σχεδόν καλή	δυσανάγνωστη	δυσανάγνωστη
Ζωγραφική	σχεδόν καλή	μέτρια	αδύναμη
Ταχύτητα	κανονική	χαμηλή	κανονική

Οι Hamstra-Bletz και Blöte (1993) διευκρινίζουν ότι η δυσγραφία δεν συνυπάρχει πάντα με άλλη μαθησιακή δυσκολία όπως η δυσλεξία και η δυσγραφία χωρίς βέβαια να αποκλείεται αυτό το ενδεχόμενο.

Κάποια χαρακτηριστικά της δυσγραφίας είναι τα ακανόνιστα σχήματα και μεγέθη γραμμάτων και η μη τήρηση των περιθωρίων και της οριζόντιας γραμμής της σελίδας ή και το μπέρδεμα πεζών και κεφαλαίων γραμμάτων σε μία λέξη. Τα παιδιά με δυσγραφία ενδεχομένως να εμφανίσουν διαφορετική σύλληψη του μολυβιού ή ακόμη μη κανονική στάση σώματος και μπορεί να χρειάζονται παραπάνω χρόνο για να ολοκληρώσουν το γράψιμο (Μιχαηλίδου,2012).

2.5 Αξιολόγηση

Σύμφωνα με τον Ριζικιανό (2005) στην αξιολόγηση των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες έχουμε τους ρόλους των γονιών, των εκπαιδευτικών και των επιστημόνων. Ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι σημαντικός στην εύρεση αδυναμιών του παιδιού διότι έχει καθημερινή επαφή με τους μαθητές του και μπορεί να μάθει τα μαθήματα που έχει δυσκολία το παιδί, τι είδους δυσκολίες έχει, πώς μαθαίνει και τις σχολικές του γνώσεις. Επιπλέον από το εκπαιδευτικό γίνονται γνωστές οι σχέσεις και η συμπεριφορά του παιδιού στο σχολικό του περιβάλλον.

Οι γονείς έχουν επίσης σημαντικό ρόλο εξαιτίας της ιδιότητας τους που μπορούν να παρατηρήσουν την συμπεριφορά του παιδιού και τις δυσκολίες του ενόσω μελετάει στο σπίτι. Είναι επίσης χρήσιμο οι γονείς να είναι ενημερωμένοι για την σχολική επίδοση του παιδιού, να έχουν συχνή επικοινωνία με τον εκπαιδευτικό αλλά και να γνωρίζουν για την αξιολόγηση μαθησιακών δυσκολιών (Ριζικιανός, 2005).

Η επίσημη αξιολόγηση δεν μπορεί να γίνει από εκπαιδευτικούς ή γονείς αλλά θα πρέπει να γίνει από ειδικευμένα άτομα (σχολικούς ψυχολόγους, ιατρούς, παιδοψυχιάτρους, ειδικούς παιδαγωγούς και κοινωνικούς λειτουργούς) ώστε να υπάρχει μια ολοκληρωμένη εικόνα. Για την ανίχνευση των συμπτωμάτων εξετάζονται οι γνωστικές και αντιληπτικές λειτουργίες του παιδιού και λαμβάνονται υπόψη πληροφορίες από το ιστορικό του παιδιού, από το κοινωνικό του περιβάλλον, από ψυχομετρικά εργαλεία αλλά και εξετάσεις γιατρών και παιδοψυχιάτρων για την συλλογή πληροφοριών στην εύρεση των αιτιών (Ριζικιανός, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά - δυσαριθμησία

3.1 Τα μαθηματικά

Στη σημερινή εποχή τα μαθηματικά παίζουν σημαντικό ρόλο στην ζωή μας καθώς μας δίνουν τα απαραίτητα εφόδια για να ανταποκριθούμε στις ανάγκες της καθημερινής ζωής και στην εύρεση εργασίας. Τα μαθηματικά θεωρούνται από τα πιο δύσκολα μαθήματα (Σκουμπουρδή, 2005). Σύμφωνα με τον Skemp (1987) στα μαθηματικά υπάρχουν δύο τύποι ανθρώπων, αυτοί που μπορούν τα μαθηματικά και αυτοί που δεν τα μπορούν (ή έτσι νομίζουν). Επίσης ο ίδιος αναφέρει το άγχος σαν έναν παράγοντα αποτυχίας στα μαθηματικά. Σύμφωνα με την Σκουμπουρδή (2005) υπάρχει μία αρνητική στάση προς τα μαθηματικά στα παιδιά και πιθανόν να μην αλλάζει σε μικρή σχολική ηλικία, ενώ τα αίτια μπορεί να οφείλονται στον τρόπο εκμάθησης, στην κακή διδασκαλία, στη συχνή αξιολόγηση ή και στα ίδια τα μαθηματικά κ.α.

Τα κύρια χαρακτηριστικά των μαθηματικών είναι τα εξής: Πρώτον ότι οι περισσότερες έννοιες τους είναι αφηρημένες, δηλαδή έννοιες φτιαγμένες από τον άνθρωπο που δεν υπάρχουν άμεσα στην πραγματικότητα, είναι δύσκολες να τις κατανοήσει ένα παιδί και έχουν στόχο την οργάνωση του νοήματος τους σε μία λέξη. Δεύτερο χαρακτηριστικό είναι η γλώσσα των μαθηματικών, όπου η ορολογία και τα σύμβολα είναι συγκεκριμένα και δεν γίνονται παραλλαγές διότι αποτελούν κωδικοποίηση κάποιων εννοιών ή φαινομένων. Τρίτο είναι ότι κάποιοι όροι ή σύμβολα έχουν διπλό ρόλο, τυπικό και αναφορικό. Δηλαδή μία λέξη μπορεί άλλο να σημαίνει στην καθημερινή γλώσσα και άλλο στα μαθηματικά όπως αν πούμε 'βρες τον μικρότερο αριθμό' στα μαθηματικά δεν χρησιμοποιείται σαν μέγεθος αλλά σαν μαθηματικός όρος (Σκουμπουρδή, 2005).

Οι βασικές δεξιότητες των μαθηματικών που αποκτώνται από τα πρώτα σχολικά χρόνια είναι η κατανόηση και η χρήση αριθμών, συμβόλων, μαθηματικών εννοιών και όρων, και οι σωστοί υπολογισμοί. Σύμφωνα με τον Haskell (2000), οι αριθμητικές δυνατότητες ενός παιδιού μπορεί να εξαρτώνται από διάφορους παράγοντες, όπως εκπαιδευτικούς (π.χ. η διδακτική μεθοδολογία των εκπαιδευτικών), ιατρικούς (π.χ. νευρολογικές παθήσεις), ψυχολογικούς (π.χ. συναισθηματικές διαταραχές), γενετικούς (π.χ. κληρονομικότητα) και πολιτισμικούς.

Τέλος, ένας άλλος σημαντικός παράγοντας που ευθύνεται για την δυσκολία στα μαθηματικά είναι η δυσαριθμησία ή αλλιώς η διαταραχή των μαθηματικών.

3.2 Βασικές αριθμητικές ικανότητες ανά στάδια ανάπτυξης των παιδιών

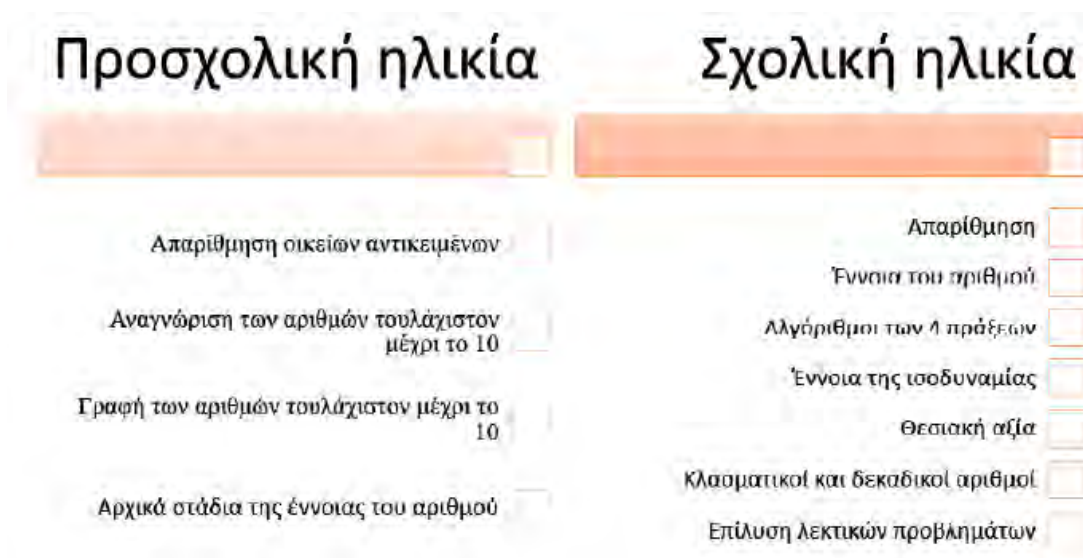
Στην προσχολική ηλικία αρχικά το βρέφος αντιλαμβάνεται την ποσότητα (π.χ. πολλά ή λίγα πράγματα μέχρι 3-6 πράγματα). Στο δεύτερο έτος αναγνωρίζει ποσότητες με αριθμούς (π.χ. 2 παιχνίδια ισούται με τον αριθμό δυο) και μετράει σωστά μέχρι το τρία ή και μετά. Από την ηλικία των τριών μέχρι πέντε ετών αρχίζει να μετράει συνήθως μέχρι το δέκα, να απομνημονεύει τα ονόματα των αριθμών και να προσθέτει αντικείμενα σε ομάδα αντικειμένων (Ardila & Rosselli, 2002).

Στην σχολική ηλικία αρχικά καταλαβαίνει τις βασικές αρχές στους υπολογισμούς, ενώ μαθαίνει να κάνει προσθέσεις και αφαιρέσεις αριθμών. Κατά την τρίτη τάξη κάνει πολλαπλασιασμούς και διαιρέσεις. Η πρόσθεση και η αφαίρεση με τα 'δάχτυλα' μπορεί να παραμείνει στις αρχικές τάξεις αλλά αρχίζει να ελαττώνεται και τείνει να αναπτύσσει την απομνημόνευση αποτελεσμάτων των πράξεων, όπως την εκμάθηση της προπαίδειας. Έπειτα εξελίσσει την επίλυση προβλημάτων και χρησιμοποιεί διάφορα συστήματα μέτρησης (Ardila & Rosselli, 2002).

3.3 Βασικές δυνατότητες μαθηματικών

Σύμφωνα με το National Council of Teachers of Mathematics των ΗΠΑ οι βασικές δυνατότητες των μαθηματικών είναι τα εξής (Chinn, 2013):

- επίλυση προβλημάτων,
- κατανόηση και χρήση μαθηματικής λογικής,
- κατανόηση και χρήση μαθητικών εννοιών,
- χρήση μαθηματικών στην καθημερινή ζωή,
- κατανόηση- εύρεση μη λογικών αποτελεσμάτων,
- εκτίμηση αποτελέσματος μέσω νοερών πράξεων,
- ευκολία εκτέλεσης απλών υπολογισμών,
- κατανόηση μαθηματικών φαινομένων (όπως μεταβλητές, ποσότητες, σύγκριση, αρνητικοί αριθμοί),
- μέτρηση,
- κατανόηση της πιθανότητας,
- στατιστική,
- γεωμετρία.



Εικόνα.1 Μαθηματικές Δυνατότητες (Τζιβινίκου, 2015)

3.4 Ορισμός - δυσαριθμησία

Ο όρος δυσαριθμησία (dyscalculia) υπάρχει σχεδόν ένα αιώνα όμως αρχικά αναφερόταν σε κάποια δυσλειτουργία του εγκεφάλου. Ωστόσο πάνω από το τελευταίο μισό αιώνα αναφέρεται στην επιτυχία ή στην αποτυχία στα μαθηματικά. Η πιο συχνή χρήση του όρου πλέον γίνεται για να αναφερθεί στην αναπτυξιακή (developmental) ή επίκτητη (acquired) δυσαριθμησία (Whittington, 1985).

Η δυσαριθμησία σύμφωνα με τον Gerstmann όπως την όρισε το 1957 είναι μια ξεχωριστή διαταραχή με χαρακτηριστικά την αδυναμία διάκρισης σειράς αριθμών και κλασμάτων και την αδυναμία στον υπολογισμό πράξεων (όπως αναφέρεται στον Kosc, 1974). Ο Bakwin (1960) αναφέρει ότι είναι η αδυναμία μέτρησης-υπολογισμού. Ενώ ο Cohn το 1968 όρισε την δυσαριθμησία ως την λανθασμένη διάκριση και χρήση αριθμών και συμβόλων.

Ο Flinter(1979) υποστηρίζει ότι μία μορφή δυσαριθμησίας είναι η αδυναμία ποσοτικής σκέψης που προκαλεί την διαταραχή της αριθμητικής. Όμως ο ορισμός αναφέρεται μόνο στην αριθμητική και δεν διευκρινίζει κάτι για επίκτητη ή αναπτυξιακή διαταραχή (Whittington, 1985). Αντίθετα ο Kosc (1970) στον ορισμό του διευκρινίζει ότι η αναπτυξιακή δυσαριθμησία είναι μία δομική διαταραχή, κληρονομική ή εκ γενετής που δεν έχει σχέση με χαμηλή νοημοσύνη και αναφέρεται στην διαταραχή της επαρκούς ανάπτυξης

των μαθηματικών ικανοτήτων σε αναλογία με την ηλικία του ατόμου. Ο Sharma (1990) διευκρινίζει ότι η δυσαριθμησία είναι η δυσκολία στην χρήση, στην κατανόηση και στην μάθηση των μαθηματικών και τονίζει ότι η αναριθμησία (acalculia) είναι μια διαφορετική διαταραχή και αναφέρεται στην ολική αποτυχία μέτρησης (όπως αναφέρεται στο Chinn, 2013).

Το Department for Education and Skills (DfES) όρισε την δυσαριθμησία σαν «Μια κατάσταση που επηρεάζει την ικανότητα απόκτησης αριθμητικών δεξιοτήτων. Τα παιδιά με δυσαριθμησία μπορεί να δυσκολεύονται να κατανοήσουν απλά αριθμητικές έννοιες, δεν έχουν διαισθητική κατανόηση των αριθμών και έχουν προβλήματα εκμάθησης αριθμών, γεγονότων και διαδικασιών. Ακόμα κι αν απαντήσουν σωστά ή χρησιμοποιήσουν την σωστή μέθοδο, μπορεί να το κάνουν μηχανικά και χωρίς εμπιστοσύνη.» (2001, σελ. 2) .

3.5 Είδη Μαθησιακών Δυσκολιών στα μαθηματικά

Ο Kosci (1974) χώρισε την δυσαριθμησία σε διαφορετικές κατηγορίες, την αναπτυξιακή που είναι η δομική διαταραχή των μαθηματικών και την μετατραυματική που είναι η δυσαριθμησία που αποκτάται στην ενήλικη ζωή. Επιπλέον, διακρίνει την «acalculia» όπου είναι η ολική αποτυχία στην εκμάθηση μαθηματικών, την «oligocalculia» που είναι σχεδόν η ίδια μείωση των μαθηματικών ικανοτήτων με άλλων ικανοτήτων σε διαφορετικούς τομείς και την «paracalculia» όπου το άτομο εμφανίζει και ψυχικές ασθένειες.

Επιπρόσθετα, ξεχωρίζει ότι υπάρχουν οι δευτερογενείς δυσαριθμησίες (dyscalculia , acalculia, oligocalculia, paracalculia) όταν υπάρχει ολιγοφρενία ή άνοια. Τέλος, όταν στην εμφάνιση της δυσαριθμησίας συμβάλουν ψυχολογικοί παράγοντες τότε λέγεται ψευδό-δυσαριθμησία (pseudo-acalculia, pseudo-dyscalculia, pseudo oligocalculia), επειδή δεν υπάρχει ουσιαστικά κάποια διαταραχή αλλά απλώς δεν μπορεί να δείξει τις μαθηματικές του ικανότητες λόγω των παραγόντων αυτών (Kosci, 1974).

Από την άλλη ο Geary (2004) χωρίζει τις μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά σε τρεις κατηγορίες με βάση την οπτικο-χωρική αντίληψη, την σημασιολογική μνήμη και την διαδικαστική αντίληψη. Η κατηγορία της οπτικο-χωρικής αντίληψης αναφέρεται στην αδυναμία χωρικής αντίληψης στην παρουσίαση αριθμητικών στοιχείων, η οποία σχετίζεται με δυσλειτουργία του δεξιού ημισφαιρίου, κυρίως στις οπίσθιες περιοχές, εμφανίζεται με γενετικές διαταραχές και δεν εμφανίζεται με την διαταραχή ανάγνωσης.

Η δεύτερη κατηγορία που οφείλεται σε δυσκολίες σημασιολογικής μνήμης αναφέρεται στην δυσκολία ανάκτησης και στην λανθασμένη ανάκτηση μαθηματικών εννοιών και

πράξεων, η οποία σχετίζεται με την δυσλειτουργία αριστερού ημισφαιρίου και ίσως με τις οπίσθιες ή προμετωπιαίες περιοχές. Επιπλέον, η διαταραχή αυτή είναι κληρονομική, έχει αναπτυξιακές διαφορές και φαίνεται να συνυπάρχει με την φωνολογική διαταραχή της ανάγνωσης. Τέλος, η τρίτη κατηγορία μαθηματικών δυσκολιών που σχετίζεται με την διαδικαστική αντίληψη περιλαμβάνει την αδυναμία στην χρήση, στην κατανόηση ή στην ακολουθία βημάτων εύκολων διαδικασιών και ενδεχομένως σχετίζεται με την δυσλειτουργία αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου ή των προμετωπιαίων περιοχών. Τα άτομα με αδυναμία στην διαδικαστική αντίληψη εμφανίζουν αναπτυξιακές καθυστερήσεις (Geary, 2004).

3.6 Κατηγορίες επίκτητης δυσαριθμίας

Η επίκτητη δυσαριθμσία (acquired dyscalculia) ή αλλιώς αναριθμσία (acalculia) ή αλλιώς επίκτητη διαταραχή των μαθηματικών ικανοτήτων είναι η απώλεια των μαθηματικών ικανοτήτων λόγω κάποιου τραύματος στον εγκέφαλο. Επίσης ο όρος acalculia χρησιμοποιήθηκε πρώτα από τον Henschen το 1925 και αναφερόταν στην δυσκολία των υπολογισμών (όπως αναφέρεται στους Ardila & Rosselli, 2002). Σύμφωνα με τον Kosc(1974) ονομάζεται μετατραυματική δυσαριθμσία (postleccional).

Οι Hecaen, Angeleagues και Houilliers το 1961 χώρισαν την επίκτητη δυσαριθμσία σε τρεις κατηγορίες με βάση την μεριά του τραύματος στο εγκέφαλο ως:

- α) αφασική λόγω δυσλειτουργίας του δεξιού ημισφαιρίου,
- β) οπτικοχωρική λόγω δυσλειτουργίας του αριστερού ημισφαιρίου,
- γ) αναριθμσία λόγω δυσλειτουργίας του δεξιού ημισφαιρίου ή και των δυο ημισφαιρίων (όπως αναφέρεται στους Shalev, Manor, Amir, Wertman-Elad, & Gross-Tsur, 1995).

Ο Berger (1926) χώρισε την αναριθμσία σε πρωτογενή και δευτερογενή όπου στην πρωτογενή εννοείται η ανεξάρτητη αριθμσία δηλαδή χωρίς συννοσηρότητα, ενώ η δευτερογενής είναι η αριθμσία που έχει συννοσηρότητα, όπου εμφανίζεται με γνωστικές διαταραχές που ενδεχομένως μπορεί να συνέβαλαν στην εμφάνιση της (Ardila & Rosselli, 2002).

3.7 Κατηγορίες αναπτυξιακής δυσαριθμίας

Η αναπτυξιακή (ή εξελικτική) δυσαριθμησία συνήθως αναφέρεται απλά με τον όρο δυσαριθμησία και είναι η αναπτυξιακή αδυναμία των μαθηματικών δυνατοτήτων (Ardila & Rosselli, 2002) .

Τα είδη της αναπτυξιακής δυσαριθμησίας σύμφωνα με τον Kosc (1974) χωρίζονται ως εξής:

- Λεκτική: είναι η αδυναμία να ονομάσει το άτομο προφορικά ορολογίες, έννοιες και αριθμούς (κινητό-λεκτική δυσαριθμησία) ή να κατανοήσει υπαγορευμένες ορολογίες, έννοιες και αριθμούς (αισθητο-λεκτική δυσαριθμησία) παρόλο που μπορεί να τα γράψει ή να τα διαβάσει.
- Πρακτικογνωστική: είναι η αδυναμία μέτρησης, υπολογισμού ή σύγκρισης αριθμών μέσω αντικειμένων ή φωτογραφιών (όπως δάκτυλα, ξυλάκια).
- Λεξικολογική: ορίζεται ως η αδυναμία στην ανάγνωση της γλώσσας των μαθηματικών (π.χ. αριθμούς, σύμβολα, πράξεις), ενώ ονομάζεται και αριθμητική δυσλεξία.
- Γραφική: ορίζεται ως η αδυναμία στην γραφή της γλώσσας των μαθηματικών και αυτή η διαταραχή εμφανίζεται συνήθως σε άτομα με δυσγραφία ή και δυσλεξία, ενώ ονομάζεται και αριθμητική δυσγραφία.
- Ιδεογνωστική: είναι η αδυναμία στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και στους υπολογισμούς με το «μυαλό».
- Λειτουργική: είναι η δυσκολία υπολογισμού μαθηματικών πράξεων (π.χ. εκτέλεση αφαίρεσης αντί πρόσθεσης).

3.8 Συχνότητα και Συννοσηρότητα

Σε γενικό πληθυσμό το ποσοστό ατόμων με δυσαριθμησία ανέρχεται σε 5-6% (Shalev et al, 2001). Η δυσαριθμησία έχει την ίδια συχνότητα εμφάνισης σε παιδιά (3-6%) με τη Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας και τη δυσλεξία (Shalev, Auerbach, Manor & Gross-Tsur, 2000). Η αναλογία κοριτσιών και αγοριών όμως είναι ίδια παρόλο που σε άλλες μαθησιακές διαταραχές τα αγόρια εμφανίζουν μεγαλύτερο ποσοστό συχνότητας με σχέση με τα κορίτσια. (Shalev, 2004).

Η δυσαριθμησία είναι μία ειδική μαθησιακή διαταραχή που μπορεί να εμφανίζεται μόνη της όμως έχει και μεγάλες πιθανότητες να εμφανιστεί με άλλες διαταραχές ή παθήσεις. Σύμφωνα με τους Aster και Shalev (2007) το ποσοστό συννοσηρότητας της δυσαριθμησίας με άλλες διαταραχές είναι 66,66%, ενώ το υπόλοιπο ποσοστό έχει μόνο δυσαριθμησία. Το

ποσοστό συννοσηρότητας με δυσλεξία ή με Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας είναι 25% (Shalev, 2004).

Η δυσαριθμησία μπορεί να έχει συννοσηρότητα με (Shalev, Auerbach, Manor & Gross-Tsur, 2000):

- 1) νευρολογικές διαταραχές, όπως η Επιληψία, όπου τα παιδιά έχουν μεγάλη πιθανότητα αδυναμίας στην αριθμητική,
- 2) χρωμοσωμικές διαταραχές, όπως τον σύνδρομο Turner ή το σύνδρομο εύθραυστου X,
- 3) φαινυλκετονουρία,
- 4) Διαταραχή Ελλειμματικής Προσοχής και Υπερκινητικότητας,
- 5) Δυσλεξία,
- 6) παιδιά με καθυστερημένη ανάπτυξη γλώσσας που εμφανίζουν χαμηλή επίδοση στην αριθμητική. Σε μία έρευνα σε παιδιά προσχολικής ηλικίας με καθυστερημένη ανάπτυξη γλώσσας το 55% είχαν δυσαριθμησία (όπως αναφέρεται στους, Shalev, Auerbach, Manor & Gross-Tsur, 2000)
- 7) διαταραχή του άγχους (Aster & shalev, 2007),
- 8) Σύνδρομο Williams (Paterson, Girelli, Butterworth & Karmiloff-Smith, 2006).

3.9 Αίτια

Ποικίλοι παράγοντες έχουν ενοχοποιηθεί για την εμφάνιση της δυσαριθμησίας, χωρίς ωστόσο να έχουν βρεθεί τα ακριβή αίτια. Πιθανοί αιτιολογικοί παράγοντες είναι οι νευρολογικοί, οι νευροψυχολογικοί, η γενετική προδιάθεση, το περιβάλλον και η διαταραχή του άγχους στα μαθηματικά.

Όπως είχε προαναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο οι ειδικές μαθησιακές δυσκολίες και συνεπώς και η δυσαριθμησία αποτελούν νευροαναπτυξιακές διαταραχές (APA, 2013). Έχει βρεθεί ότι στην διαδικασία εκμάθησης των μαθηματικών ο κάτω βρεγματικός λοβός έχει σημαντικό ρόλο. Συγκεκριμένα, σχετίζεται με την χωρική αντίληψη, την αντίληψη του μεγέθους, αλλά και την κατανόηση αριθμών και ποσοτήτων. Επίσης, Ο προμετωπιαίος λοβός ευθύνεται για τους σύνθετους υπολογισμούς (Lakoff & Nunez, 2000), ενώ ο μετωπιαίος λοβός έχει σχέση με την σύγκριση μεγεθών και αριθμών και, επίσης, συντονίζει τους νευρώνες για την επίλυση πράξεων (Καραπέτσας & Λαδόπουλος, 2008). Σε πολλές έρευνες που έχουν διεξαχθεί αναφέρεται κάποια δυσλειτουργία του εγκεφάλου.

Οι λειτουργικές νευροαπεικονίσεις δείχνουν ότι ο βρεγματικός λοβός ειδικά η ενδοβρεγματική αύλακα ευθύνεται για την αρίθμηση και την αριθμητική επεξεργασία (Nieder & Dehaene, 2009). Επιπλέον σε παιδιά με δυσκολίες υπολογισμού παρουσιάστηκε μικρότερη φαιά ουσία στην αριστερό κατώτερο βρεγματικό λοβό (Fias et al., 2003). Σε άλλη έρευνα παιδιά με αναπτυξιακή δυσαριθμησία παρουσίασαν μικρότερη φαιά ουσία στην δεξιά ενδοβρεγματική αύλακα, στην αριστερή κατώτερη μετωπιαία έλικα, στη πρόσθια έλικα προσαγωγίου (υπερμεσολόβιο) και στην μεσαία μετωπιαία έλικα (Rotzer et al., 2009).

Η γενετική προδιάθεση συμβάλει στην αιτιολογία της δυσαριθμησίας, γεγονός που είναι εμφανές από δεδομένα ερευνών σε οικογένειες, αλλά και σε μονοζυγωτικούς και διζυγωτικούς διδύμους. Η έρευνα των Alarcón, DeFries, Light και Pennington (1997) έδειξε ότι τα ποσοστά σε αδέρφια διδύμων με δυσαριθμησία ήταν 39% για διζυγωτικά, ενώ το ποσοστό για μονοζυγωτικά δίδυμα ανέρχεται στο 58%. Επιπλέον, στην έρευνα των Shalev et al. (2001) έδειξε ότι τα μισά αδέρφια ατόμων με δυσαριθμησία που έλαβαν μέρος στην έρευνα είχαν δυσαριθμησία. Επίσης, αποδείχτηκε ότι η κληρονομικότητα της δυσαριθμησίας είναι σε υψηλά ποσοστά, καθώς σε συγγενείς πρώτου βαθμού το ποσοστό κληρονομικότητας φάνηκε να είναι 66% από τις μητέρες, 40% από τους πατέρες και για τα αδέρφια το ποσοστό ανέρχεται στα 53%, ενώ υψηλά ποσοστά έχουν από συγγενείς δευτέρου βαθμού με 44%. Από το 52% των 149 μελών των οικογενειών που έλαβαν μέρος στην έρευνα αποδείχθηκε να έχουν δυσαριθμησία, ωστόσο αυτό το ποσοστό είναι έως δέκα φορές μεγαλύτερο από το γενικό ποσοστό ατόμων με δυσαριθμησία (5-6%) (Shalev et al., 2001).

Άλλος ένας αιτιολογικός παράγοντας που μπορεί να συμβάλει αρκετά στις μαθησιακές δυσκολίες είναι το περιβάλλον, όπως το σχολείο λόγω της κακής διδασκαλίας, της ύπαρξης πολλών παιδιών μέσα σε μια τάξη, του διαφορετικού επίπεδου ικανοτήτων των παιδιών μέσα σε μία τάξη ή τα μη ελεγμένα προγράμματα σπουδών ή μέθοδοι διδασκαλίας. Άλλος ένας παράγοντας είναι και το άγχος των μαθηματικών το οποίο δυσκολεύει τα παιδιά στην εκμάθησή τους, κάτι που μπορεί να βελτιωθεί με ψυχολογική παρέμβαση (Shalev, 2004).

Τέλος, μπορεί να ευθύνονται και γνωστικοί παράγοντες για την δυσαριθμησία σύμφωνα με τον Πόρποδα (2003) και είναι οι εξής:

- η νοημοσύνη παίζει σημαντικό ρόλο καθώς τα παιδιά με χαμηλή νοημοσύνη έχουν δυσκολίες στην ακαδημαϊκή τους επίδοση,
- η ακουστική αντίληψη (όπως η δυσκολία επίλυσης και κατανόησης προφορικών προβλημάτων ή ασκήσεων, η δυσκολία γραφής υπό υπαγόρευση, η σύγχυση παρόμοιων ακουστικών λέξεων),

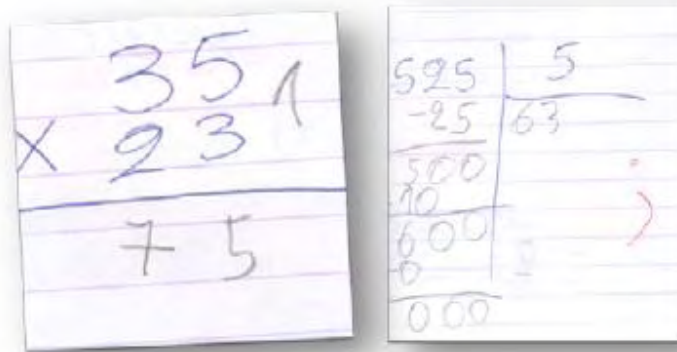
- η χωρική και η χρονική αντίληψη (όπως δυσκολία στην κατανόηση του προσανατολισμού ή και της σειράς ψηφίων σε σχέση την αξία τους, κακή οργάνωση δραστηριοτήτων μέσα στο χώρο, δυσκολία ομαδοποίησης αριθμών),
- οπτική αντίληψη (π.χ. χάνει την σειρά που βρισκόταν στο τετράδιο, δεν του φτάνει ο χώρος της σελίδας για να γράψει το πρόβλημα, σύγχυση παρόμοιων οπτικών αριθμών, δυσκολία σχεδιασμού ευθειών ή αντιγραφή σχημάτων, δυσκολία στη στοίχιση, σύγχυση λέξεων προσανατολισμού, δυσκολία χρήσης αριθμομηχανής ή ανάγνωσης της ώρας από αναλογικό ρολόι),
- οπτικό-κινητη αντίληψη (όπως αργή γραφή, δυσκολία γραφής σε συγκεκριμένο χώρο),
- μνήμη (όπως δυσκολία απομνημόνευσης και ανάκτησης μεθοδολογιών, εννοιών, ακολουθιών, γεγονότων ή συμβόλων από την βραχύχρονη, μακροπρόθεσμη ή και μνήμη ακολουθιών),
- προσοχή (π.χ. λάθη απροσεξίας, αδυναμία συγκέντρωσης-προσοχής),
- γλώσσα (π.χ. δυσκολία στην κατανόηση και στην χρήση της μαθηματικής γλώσσας, όπως έννοιες),
- ανάγνωση-γραφή (π.χ. αντιστροφές στην γραφή αριθμών, δυσκολία ανάγνωσης που μπορεί να προκαλέσει παραποίηση του προβλήματος ή λάθος αποτέλεσμα),
- αφαιρετική σκέψη (δυσκολία κατανόησης αφηρημένων εννοιών, μαθηματικών συμβόλων και αδυναμία συνδυασμού αριθμών και λέξεων στην επίλυση προβλημάτων),
- μεταγνώση, η οποία είναι η γνώση που έχει κατακτήσει ο μαθητής (αδυναμία χρήσης κατάλληλης μεθοδολογίας, δυσκολία χωρισμού προβλήματος σε επιμέρους στάδια, αδυναμία εύρεσης δεδομένων στην εκφώνηση προβλήματος),
- συναισθηματικοί παράγοντες(π.χ. το παιδί έχει χαμηλή αυτοπεποίθηση στα μαθηματικά, απαντάει στα ερωτήματα χωρίς δεύτερη σκέψη, αποφεύγει τις εργασίες στα μαθηματικά, λάθη απροσεξίας, δεν προσπαθεί και εγκαταλείπει εύκολα σε δυσκολίες).

3.10 Χαρακτηριστικά διάγνωσης δυσαριθμησίας

Μερικά από τα χαρακτηριστικά παιδιών με δυσαριθμησία είναι τα εξής:

- χαμηλή επίδοση στα μαθηματικά,

- χαμηλή προσδοκώμενη σχολική επίδοση,
- αισθητηριακό έλλειμμα (APA, 1994),
- αδυναμία υπολογισμών (λανθασμένοι ή αργοί),
- αδυναμία εκμάθησης αριθμητικών γεγονότων,
- αδυναμία επεξεργασίας αριθμητικών δεδομένων των προβλημάτων (APA, 2013),
- δυσκολία σύγκρισης αριθμών κ.λπ. (Aster & shalev, 2007),
- δυσκολία κατανόησης γραφημάτων-διαγραμμάτων,
- αργός υπολογισμός πράξεων,
- δυσκολία στην μεταθετικότητα αριθμών, δηλαδή $1+3=3+1$,
- δυσκολία υπολογισμού δεκάδας- εκατοντάδας,
- αδυναμία ονομασίας αριθμών,
- αδυναμία αντίληψης της ώρας, χρόνου και χώρου,
- δυσκολία συγκράτησης σκορ αθλημάτων (Boζικάκη, 2016),
- μπέρδεμα αριθμών όπως το 9 με το 6,
- δυσκολία υπολογισμού χρημάτων όπως υπολογισμός υπόλοιπου και υπολογισμός για τα ρέστα,
- δυσκολία απομνημόνευσης προπαίδειας (Sharma, 1985),
- δυσκολία ανάγνωσης αριθμών πολλών ψηφίων,
- δυσκολία ανάγνωσης σωστής σειράς ψηφίων από τα αριστερά στα δεξιά,
- δυσκολία χρήσης μαθηματικών στην καθημερινή ζωή,
- δυσκολία κατανόησης και χρήσης μαθηματικών συμβόλων (Ferraz & Neves, 2015),
- αδυναμία αναγνώρισης αξίας αριθμού,
- δυσκολία κατανόησης ότι ένας αριθμός μπορεί να αποτελείται πάνω από ένα ψηφίο,
- δυσκολία κατανόησης ότι ένας αριθμός μπορεί να φτιαχτεί από συνδυασμούς αριθμών, όπως το 9 γίνεται από το 5 και το 4 ή το 3 και το 6,
- δυσκολία ανάκλησης διεξαγωγής πράξης (Butterworth, 2005),
- αργός ρυθμός εκτέλεσης δραστηριοτήτων στα μαθηματικά (Zygouris et al. , 2017a).



Εικόνα 2. Δείγμα υλοποίησης πράξεων από στ τάξη δημοτικού μαθητή με δυσκολίες στα μαθηματικά (Τζιβινίκου,2015).

3.11 Απόρριψη Μύθων

Έχει αναφερθεί ότι η δυσαριθμησία φαίνεται στη δυσκολία του υψηλού επιπέδου μαθηματικών. Αντίθετα, η δυσαριθμησία αρχίζει να εμφανίζεται με τα πρώτα βασικά μαθηματικά. Ένας άλλος μύθος είναι ότι τα άτομα με δυσαριθμησία έχουν κοινά χαρακτηριστικά, χωρίς ωστόσο να ισχύει διότι φέρουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Επίσης, έχει λεχθεί ότι η δυσαριθμησία δεν συνυπάρχει με άλλες διαταραχές, γεγονός που είναι εσφαλμένο, καθώς όπως ειπώθηκε παραπάνω έχει μεγάλα ποσοστά συννοσηρότητας. Ο μύθος ότι η δυσαριθμησία είναι πλήρως μελετημένη δεν ισχύει διότι δεν είναι πλήρως μελετημένη με σχέση με άλλες διαταραχές μελετώντας τον αριθμό των ερευνών. Τέλος, μύθο αποτελεί και το γεγονός ότι η δυσαριθμησία δεν εκδηλώνεται σε παιδιά με υψηλό δείκτη νοημοσύνης, δεδομένου ότι στην πραγματικότητα εμφανίζεται στα παιδιά με τυπικό ή/και υψηλότερο δείκτη νοημοσύνης.

3.12 Τεστ αξιολόγησης-διάγνωσης μαθηματικών δεξιοτήτων

Σύμφωνα με την Γρίβα (2012), η πιο αποτελεσματική και σωστή διάγνωση των μαθηματικών δεξιοτήτων γίνεται με τα σταθμισμένα τεστ. Αρχικά, υπάρχει το σταθμισμένο τεστ που μετράει τον μαθηματικό συλλογισμό, την χρήση βασικών μαθηματικών μεθοδολογιών και τον βαθμό κατανόησης της γλώσσας μαθηματικών. Το τεστ αυτό

ονομάζεται Stanford-Binet Intelligence Scale IV (SB-IV) - Quantitative Reasoning subtest. Άλλο ένα τεστ είναι το Woodcock-Johnson Test of Academic Achievement – Revised (WJ-R) - Calculation subtest, Applied Problems, and Mathematics Reasoning subtest. Αυτό περιέχει τρεις υποκλίμακες για τα μαθηματικά, το Calculation subtest (αξιολόγηση ταχύτητας και ορθότητας υπολογισμού των βασικών τεσσάρων πράξεων), το Mathematics Reasoning subtest (αξιολόγηση κατανόησης ποσοτήτων και μαθηματικών εννοιών και της ικανότητας διεξαγωγής πράξεων σε σενάρια καθημερινής ζωής) και το Applied Problems (αξιολόγηση επίλυσης προβλημάτων) (Γρίβα, 2012).

Ένα άλλο τεστ είναι το Wechsler Individual Achievement Test - Mathematics Reasoning subtest που αξιολογεί την αρίθμηση, το υπολογισμό πράξεων, την ικανότητα ανάγνωσης της ώρας και των γραφημάτων. Επιπρόσθετα, το ABCA battery είναι ένα τεστ το οποίο αξιολογεί τρία μέρη, τους αριθμητικούς υπολογισμούς (γραπτές και νοερές πράξεις), την κατανόηση αριθμών(ονομασία, διάταξη, χρήση και σύγκριση αριθμών, αξία αριθμών, κατανόησης και σύγκριση μεγεθών) και την παραγωγή αριθμών (αντίστροφη μέτρηση, αρίθμηση κουκίδων, προφορική επίλυση πράξεων, γραφή αριθμών) (Γρίβα, 2012).

Σύμφωνα με τους Zygouris et al. (2017a) υπάρχουν τρεις καλά μελετημένες μέθοδοι διάγνωσης της δυσαριθμησίας που βασίζονται στη χρήση κόλλας χαρτιού και μολυβιού. Η πρώτη αφορά σε μια σταθμισμένη αξιολόγηση σχεδιασμένη για να μετρά τις αναμενόμενες για την ηλικία μαθηματικές ικανότητες του παιδιού (Geary, 2004). Η δεύτερη μέθοδος αναφέρει την παρακολούθηση συμπεριφοράς του παιδιού όπου η συμπεριφορά μπορεί να περιλαμβάνει λάθη στους υπολογισμούς, αδυναμία χρήσης κατάλληλης μεθοδολογίας επίλυσης προβλημάτων, αργή ταχύτητα υλοποίησης ασκήσεων και δυσκολία απομνημόνευσης μαθηματικών φαινομένων (Michaelson, 2007). Η τρίτη είναι τα σταθμισμένα αριθμητικά τεστ όπως το Neurological Test Battery που αξιολογεί αριθμητικά γεγονότα, έννοιες, λογική και διαδικασίες (Aster, 2000). Ένα ελληνικό καλά μελετημένο τεστ διάγνωσης δυσαριθμησίας είναι το «Ψυχομετρικό κριτήριο μαθηματικής επάρκειας για παιδιά και εφήβους» όπου δημιουργήθηκε το 2008 για να αξιολογήσει παιδιά ηλικίας 7:6-15:5 χρονών και εξετάζει τρία στοιχεία, τον υπολογισμό, την μαθηματική γλώσσα και την επίλυση προβλημάτων μέσω προβλημάτων καθημερινής ζωής (Μπάρμπας, Βερμέουλεν, Κιοσέογλου και Μενεξές, 2008).

Πίνακας 2. Τεστ διάγνωσης δυσαριθμησίας (προσαρμογή από Ferraz & Neves, 2015)

Τεστ		Εξέταση στοιχείων	Ηλικίες
Fountain Valley Teacher Support System in Mathematics	Reynolds, 1967	υπολογισμός, λογική, γεωμετρία	νηπιαγωγείο -13 ετών
KeyMath-Revised	Connolly, 1998	υπολογισμός, λογική, γεωμετρία	προσχολική ηλικία – 11 ετών
Stanford Diagnostic Mathematics Test	Beatty, 1976	υπολογισμός, λογική, γεωμετρία	0-17 ετών
Test of Early Mathematics Ability	Ginsburg & Baroody, 1990	ανάγνωση, υπολογισμός, λογική, γεωμετρία	0-11 ετών
Test of Mathematical Abilities	Brown & McEntire, 1990	υπολογισμός, λογική	0-17 ετών

3.13 Τεστ (ψηφιακά) ανίχνευσης μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά στη σχολική ηλικία

Το Dyscalculia screener είναι ένα λογισμικό για την ανίχνευση μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά σε παιδιά 6 έως 14 ετών το οποίο περιέχει τεστ για την σύγκριση, την πρόσθεση και τον πολλαπλασιασμό αριθμών και την οπτική σύγκριση αριθμού με κουκίδες (π.χ. εμφανίζονται 5 κουκίδες και ο αριθμός 6 και ρωτάει αν ισούται ο αριθμός με τις κουκίδες). Το ουσιαστικό ζήτημα του λογισμικού είναι ο χρόνος επίτευξης των δραστηριοτήτων από τα παιδιά. Η εφαρμογή αυτή βγάζει αυτόματα τα αποτελέσματα συγκρίνοντας με βάση το μέσο χρόνο απάντησης στο ερώτημα, τα σωστά ερωτήματα και τέλος το αποτέλεσμα αξιολογείται σε σύγκριση με την προσδοκώμενη επίδοση με βάση τη χρονολογική του ηλικία. Τέλος, το λογισμικό εμφανίζει αν το παιδί έχει δυσαριθμησία, αν η επίδοση σου ήταν κανονική για την ηλικία του ή αν έχει απλώς χαμηλή επίδοση χωρίς να έχει δυσαριθμησία (Butterworth, 2003).

Υπάρχουν και διαδικτυακές εφαρμογές για την αξιολόγηση των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά. Οι Zygouris et al. (2017a) στα πλαίσια μιας άλλης έρευνας ανέπτυξαν μία διαδικτυακή εφαρμογή για παιδιά 8-11 ετών που ελέγχει τρεις μαθηματικές δεξιότητες, τον υπολογισμό, την κατανόηση μαθηματικής ορολογίας και την επίλυση αριθμητικών προβλημάτων. Στην δραστηριότητα για την αξιολόγηση ικανότητας υπολογισμού

εμφανίζεται κάθετη πράξη με ένα αποτέλεσμα και το παιδί καλείται να αποφασίσει αν είναι σωστό ή λάθος. Στη δραστηριότητα αξιολόγησης της ορολογίας το παιδί πρέπει να καθορίσει σωστά την αριθμητική έννοια και τέλος στα αριθμητικά προβλήματα πρέπει να αποφασίσει ποια από τις τέσσερις βασικές πράξεις χρειάζεται για την επίλυση του προβλήματος. Τέλος, η έρευνα έδειξε ότι η διαδικτυακή εφαρμογή είχε ίδια αποτελέσματα σε παιδιά που είχαν διαγνωστεί ήδη με δυσαριθμησία μέσω τεστ μεθόδου με μολύβι και χαρτί (Zygouris et al. , 2017a).

Υπάρχει μία ακόμη διαδικτυακή εφαρμογή που αναπτύχθηκε στα πλαίσια της έρευνας των Zygouris et al. (2017b) για την ανίχνευση δυσαριθμησίας η οποία αφορά παιδιά 8-12 ετών. Η εν λόγω εφαρμογή χωρίζεται σε 2 κατηγορίες, η πρώτη κατηγορία είναι για το έλεγχο μαθηματικών δεξιοτήτων και η δεύτερη κατηγορία αξιολογεί τις γνωστικές ικανότητες. Στην πρώτη κατηγορία έχει τρεις δραστηριότητες, όπως αναφέρθηκε και στη προηγούμενη διαδικτυακή εφαρμογή, για αξιολόγηση δεξιοτήτων στον υπολογισμό, στην κατανόηση μαθηματικής ορολογίας και στην επίλυση αριθμητικών προβλημάτων. Στην δεύτερη κατηγορία έχει τρεις δραστηριότητες, όπου περιλαμβάνεται μία δραστηριότητα για αξιολόγηση μνήμης εργασίας, μια δραστηριότητα με οπτική παρατηρητικότητα και τέλος μια δραστηριότητα go/no-go όπου το παιδί πρέπει να ξεχωρίσει μία εικόνα από άλλες διαφορετικές εικόνες που παρουσιάζονται τυχαία. Σύμφωνα με την έρευνα τους αξιολογείται η συγκεκριμένη διαδικτυακή εφαρμογή φαίνεται να είναι ένα αξιόπιστο τεστ αξιολόγησης χωρίς όμως να αποτελεί βασικό τεστ διάγνωσης δυσαριθμησίας (Zygouris et al. , 2017b).

3.14 Τεχνικές βελτίωσης Μαθησιακών Δυσκολιών στα μαθηματικά

Αρχικά σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000) για να κατακτηθεί με ακρίβεια και να διατηρηθεί καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής η μάθηση των μαθηματικών υπάρχουν πέντε στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η απόκτηση της γνώσης όταν παρουσιάζεται κάτι καινούργιο στο παιδί. Δεύτερο στάδιο είναι η ευχέρεια, δηλαδή, η ταχύτητα της σωστής απάντησης που πρέπει να κατακτηθεί. Επόμενο στάδιο είναι η διατήρηση της ταχύτητας και της ακρίβειας εκτέλεσης των μαθηματικών που έχουν διδαχθεί. Το τέταρτο στάδιο είναι η γενίκευση, δηλαδή η χρήση απλής γνώσης σε πιο σύνθετες ασκήσεις ή προβλήματα μαθηματικών στο

σχολείο. Τέλος η προσαρμογή είναι το πέμπτο στάδιο και σχετίζεται με την χρήση των μαθηματικών στην καθημερινή ζωή εκτός σχολείου.

Σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000) μερικές τεχνικές παρέμβασης και αντιμετώπισης των μαθησιακών δυσκολιών στα μαθηματικά είναι οι εξής:

- Η διδασκαλία να προσαρμόζεται με βάση τις ανάγκες και την σωστή αξιολόγηση των παιδιών από τον εκπαιδευτικό,
- Η ενίσχυση των κινήτρων του μαθητή για επιτυχή συμμετοχή στο πρόγραμμα διδασκαλίας για βελτίωση των μαθηματικών ικανοτήτων,
- Η σωστή ακολουθία αναπαράστασης της γνώσης των μαθηματικών κατά την διδασκαλία,
- Η αντιμετώπιση αδυναμίας μνήμης με διδασκαλία εικόνων και κανόνων.
- Η ανατροφοδότηση του μαθητή με υποδείξεις των λαθών του και συνεχή παρακολούθηση της επίδοσης του,
- Η κατανόηση των διαδικασιών και η αυτοματοποίηση τους που επιτυγχάνεται η χρήση μνήμης από το μαθητή αλλά και η προσοχή του στην επίλυση προβλημάτων,
- Η κατανόηση της γλώσσας των μαθηματικών (π.χ. έννοιες) συμβάλει στην εξοικείωση του μαθητή σε αυτήν και βοηθάει σε καλύτερη πρόοδο του,
- Η εκμάθηση επίλυσης προβλημάτων,
- Η γενίκευση μάθησης ώστε να εφαρμοστεί η γνώση σε νέο περιβάλλον,
- Η ενθάρρυνση μαθητών σε περιπτώσεις λαθών μέσω ασκήσεων ελέγχου γνώσεων και δυνατοτήτων του μαθητή ώστε να αποφευχθεί η αποτυχία.

3.15 Ερευνητικές υποθέσεις του παρόντος ερευνητικού πρωτοκόλλου

Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η κατασκευή μιας συστοιχίας υποδοκιμασιών ελέγχου της μαθηματικής ικανότητας σε μαθητές και η χρήση της σε τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές Δημοτικού. Για τον λόγο αυτό διατυπώθηκαν κάποια ερευνητικά ερωτήματα τα οποία θα απαντηθούν στην πορεία της έρευνας μελετώντας τα αποτελέσματά της και συγκρίνοντάς τα με τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας. Τα ερευνητικά ερωτήματα περιγράφονται ως ακολούθως:

1. Εάν παρουσιάζουν οι τυπικά αναπτυσσόμενοι μαθητές διαφορές στο σύνολο των σωστών απαντήσεων και στο χρόνο ολοκλήρωσης των υποδοκιμασιών ανάλογα με το φύλο.
2. Εάν παρουσιάζουν οι τυπικά αναπτυσσόμενοι μαθητές διαφορές στο σύνολο των σωστών απαντήσεων και στο χρόνο ολοκλήρωσης των υποδοκιμασιών ανάλογα με την ηλικία.
3. Η συστοιχία δοκιμασιών που κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα έχει αξιοπιστία σύμφωνα με τα αποτελέσματα του υπολογισμού του Cronbach's alpha.

Σε κάθε περίπτωση η μηδενική μας υπόθεση H^0 είναι ότι οι μαθητές δεν θα παρουσιάσουν διαφορές στις απαντήσεις τους τόσο ανάλογα με το φύλο όσο ανάλογα με την ηλικία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 Μεθοδολογία

4.1 Συμμετέχοντες

Στην έρευνα συμμετείχαν 15 (7 αγόρια και 8 κορίτσια) παιδιά με μέσο όρο 9.43 έτη (Τ.Α. 1,272) για τα αγόρια και 10,13 έτη (Τ.Α. 1,126) τα κορίτσια. Αναλυτικότερα, συμμετείχαν 3 παιδιά 8 ετών, 3 παιδιά 9 ετών, 3 παιδιά 10 ετών και 6 παιδιά 11 ετών τυπικής ανάπτυξης. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι κανένα παιδί δεν παρουσίαζε εγκεφαλικό τραυματισμό, μαθησιακή δυσκολία, ψυχοπαθολογική διαταραχή σύμφωνα με τα έγγραφα που βρέθηκαν στα αρχεία του σχολείου τους και σύμφωνα με τις αναλύσεις των εκπαιδευτικών και των γονέων. Επίσης, για να συμμετάσχει κάποιο παιδί στην έρευνα απαραίτητη προϋπόθεση ήταν η αναλυτική περιγραφή του ερευνητικού πρωτοκόλλου στο γονέα ή κηδεμόνα του και η συγκατάθεσή του. Τέλος, για τη συλλογή των στοιχείων τηρήθηκε αυστηρή ανωνυμία καθώς και οι διατάξεις της Επιτροπής Δεοντολογίας του Τμήματος Πληροφορικής και Τηλεπικοινωνιών και οι διατάξεις της συνθήκης του Helsinki για έρευνα σε άτομα.

4.2 Διαδικτυακή Εφαρμογή

Η διαδικτυακή εφαρμογή αποτελείται από δύο μέρη. Αρχικά υπάρχει το τεστ αξιολόγησης και δεύτερον υπάρχει η σελίδα του διαχειριστή για την εμφάνιση των αποτελεσμάτων. Στο τεστ αξιολόγησης υπάρχουν έξι δραστηριότητες για αξιολόγηση των μαθηματικών δεξιοτήτων για παιδιά σχολικής ηλικίας και συγκεκριμένα για τρίτη με έκτη δημοτικού. Η πρώτη δραστηριότητα περιλαμβάνει πράξεις, 10 προσθέσεις και 10 αφαιρέσεις. Σε κάθε πράξη υπάρχουν δύο επιλογές, η πράξη με σωστό αποτέλεσμα και η πράξη με το λανθασμένο αποτέλεσμα. Η δεύτερη δραστηριότητα περιέχει παιχνίδι οπτικής μνήμης, το οποίο χωρίζεται σε δύο μέρη. Αρχικά εμφανίζεται ένα κινητό σαν φόντο με κουτάκια με αριθμούς τους οποίους πρέπει το παιδί να τους απομνημονεύσει. Στο δεύτερο μέρος (επόμενη σελίδα) πρέπει να πληκτρολογήσει με το ψηφιακό πληκτρολόγιο τους αριθμούς που είδες νωρίτερα με την σωστή σειρά. Να σημειωθεί ότι στις δύο λανθασμένες ακολουθίες αριθμών που θα εισάγει η δραστηριότητα σταματάει. Η δραστηριότητα περιέχει 12 ακολουθίες αριθμών.

Η τρίτη αξιολογεί την οπτικο-χωρική αντίληψη μέσω σχημάτων όπου λείπουν κομμάτια τους. Η δραστηριότητα αυτή, περιέχει δέκα σχήματα τα οποία σε κάθε σχήμα

λείπει ένα κομμάτι και υπάρχουν έξι επιλογές (μία σωστή, πέντε λανθασμένες) ώστε να διαλέξει το παιδί πιο κομμάτι πιστεύει ότι είναι αυτό που λείπει. Η τέταρτη δραστηριότητα περιέχει ερωτήσεις για την γλώσσα μαθηματικών. Συγκεκριμένα εμπεριέχει έξι ερωτήσεις γλώσσας μαθηματικών και σε κάθε ερώτηση υπάρχουν δύο επιλογές για απάντηση (μία σωστή και μία λανθασμένη. Στην προτελευταία δραστηριότητα είναι παιχνίδι τύπου go/no-go. Στην συγκεκριμένη δραστηριότητα εμφανίζεται ένα πλαίσιο στο οποίο πέφτουν από ψηλά τρία σχήματα και το παιδί πρέπει να πατήσει με το ποντίκι τα σχήματα-στόχος δηλαδή όλα τα τετράγωνα. Συνολικά εμφανίζονται 60 σχήματα και τα είκοσι από αυτά είναι τετράγωνα. Στην τελευταία δραστηριότητα εμπεριέχονται 6 αριθμητικά προβλήματα. Κάθε αριθμητικό πρόβλημα έχει δύο επιλογές για απάντηση μία σωστή και μία λανθασμένη. Οι πράξεις, οι ερωτήσεις και τα αριθμητικά προβλήματα είναι διαφορετικά για κάθε τάξη και έχουν κρυφό χρόνο. Να διευκρινιστεί ότι τα αποτελέσματα και οι χρόνοι όλων των δραστηριοτήτων δεν είναι εμφανή στα παιδιά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Σχεδιασμός εφαρμογής

5.1 Εισαγωγή

Η εφαρμογή που κατασκευάστηκε είναι διαδικτυακή και θα φιλοξενηθεί σε διακομιστή (server), ενώ ο χρήστης θα έχει πρόσβαση σε αυτή μέσω χρήσης του συνδέσμου (URL) της με κάποιο περιηγητή ιστού. Τα πλεονεκτήματα μιας διαδικτυακής εφαρμογής σε σχέση με μια τοπική εφαρμογή είναι ότι η χρήση της είναι εύκολη διότι δεν χρειάζεται λήψη, εγκατάσταση ή αναβάθμιση, δεν απαιτεί συγκεκριμένο λειτουργικό σύστημα για την λειτουργία της (όπως Windows, Linux ή MacOS) και δεν έχει απαιτήσεις συστήματος.

Για την κατασκευή της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε το WAMP, το οποίο είναι ένα περιβάλλον ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών. Το όνομα του είναι ακρωνύμιο για τα Windows, Apache, MySQL και PHP. Το WAMP βοηθάει στην δημιουργία διαδικτυακών εφαρμογών σε περιβάλλον Windows με Apache, MySQL και PHP. Με την εγκατάσταση του WAMP, εγκαθίστανται και τα Apache, MySQL και PHP και δίνεται η πρόσβαση στο phpMyAdmin, στο οποίο μπορούμε να έχουμε εύκολη πρόσβαση στην βάση δεδομένων. Τα windows είναι το επικρατέστερο λειτουργικό σύστημα για προσωπικούς υπολογιστές και το οποίο είναι ένα λογισμικό κλειστού κώδικα. Το λειτουργικό σύστημα είναι ένα λογισμικό που ευθύνεται για την διαχείριση εργασιών, την κατανομή πόρων και τον συντονισμό των εργασιών στο υπολογιστή.

Ο Apache είναι ο δημοφιλέστερος διακομιστής παγκόσμιου ιστού και είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα. Ο ρόλος ενός διακομιστή είναι να φιλοξενεί διαδικτυακές εφαρμογές και ιστοσελίδες, και να εξυπηρετεί τα αιτήματα χρήστη προς αυτόν. Ο Apache χρησιμοποιείται και σαν τοπικός διακομιστής σε συνεργασία με συστήματα διαχείρισης βάσεων. Η MySQL είναι ένα σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων, όπου παρέχει πρόσβαση και επεξεργασία των βάσεων δεδομένων. Η PHP είναι μία γλώσσα προγραμματισμού για την δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων, όπως μέσω αποστολής πληροφοριών στον διακομιστή.

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τεχνολογίες : HTML, CSS, PHP, MySQL και JavaScript.

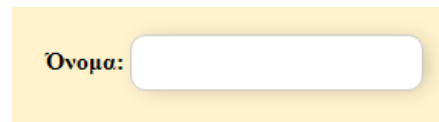
5.2 HTML

Η HTML είναι μία γλώσσα σήμανσης υπερκειμένου και το όνομα της αποτελεί ακρωνύμιο για τις λέξεις HyperText Markup Language. Ο όρος υπερκείμενο αναφέρεται σε κάποιο αντικείμενο (χαρακτήρα, λέξη, κείμενο, εικόνα, βίντεο κ.α.) με κάποιες ιδιότητες, όπως η αναφορά σε άλλο αντικείμενο (υπερσύνδεσμος - hyperlink). Η HTML είναι μία γλώσσα για την κατασκευή ιστοσελίδων, βασίζεται σε χαρακτήρες απλού κειμένου, όπως μια γλώσσα προγραμματισμού αλλά είναι μια γλώσσα περιγραφής και όχι γλώσσα προγραμματισμού διότι δεν παράγει εκτελέσιμο πρόγραμμα (Κεντερλής, 2009). Στόχος της είναι η δόμηση και η αρχική μορφοποίηση της ιστοσελίδας. Για την δόμηση και την σήμανση ιδιοτήτων βασικών στοιχείων μια ιστοσελίδας υπάρχουν οι ετικέτες (tags) της γλώσσας. Η ετικέτα καθορίζεται ως εξής: <όνομα ιδιότητες> όπου μέσα στα δύο σύμβολα που συμβολίζουν την αρχή και το τέλος της ετικέτας περιέχεται το όνομα της και οι ιδιότητες της. Μερικά στοιχεία της HTML είναι το form, input, button, label, div κ.α.. Η τελευταία έκδοση της HTML ονομάστηκε HTML5 και περιέχει περισσότερα στοιχεία. Μερικά από τα στοιχεία αυτά είναι ήχος, βίντεο, γραφικά, επικεφαλίδα (header), υποσέλιδο (footer), μπάρα πλοήγησης κ.α. Επίσης είναι πιο λειτουργική για προβολή ιστοσελίδων σε κινητά (mobile-friendly). Επιπρόσθετα, δίνει την δυνατότητα ενσωμάτωσης κώδικα της γλώσσα προγραμματισμού Javascript, ο οποίος κώδικας τρέχει στο παρασκήνιο χωρίς να επηρεάζει την επίδοση της σελίδας. Τα αρχεία με σκέτο κώδικα HTML αποθηκεύονται με την κατάληξη «.html».

Μερικά από τα βασικά στοιχεία της HTML που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή είναι:

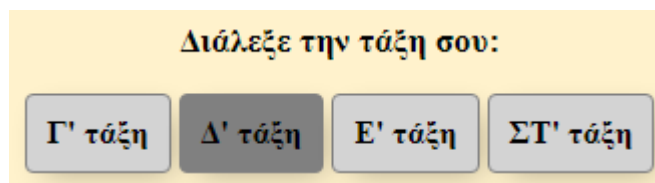
- Το στοιχείο <form> καθορίζει μία φόρμα συμπλήρωσης στοιχείων του χρήστη και τα στοιχεία μπορούν να σταλθούν στο διακομιστή για επεξεργασία. Στο στοιχείο αυτό μία σημαντική ιδιότητα (ή αλλιώς παράμετρος) του είναι το method που καθορίζει την μέθοδο πρωτοκόλλου HTTP (GET/POST) για την αποστολή στοιχείων. Για την εισαγωγή των στοιχείων στην φόρμα απαιτούνται στοιχεία τύπου <input>.
- Το στοιχείο <input> είναι το πιο σημαντικό στοιχείο της φόρμας, το οποίο είναι ένα πεδίο στο οποίο ο χρήστης μπορεί να εισάγει δεδομένα. Οι βασικές ιδιότητες του είναι type, name και value. Το type καθορίζει το τύπο του στοιχείου δηλαδή το τύπο των δεδομένων που θα εισαχθούν στο πεδίο (όπως text, button, radio, submit, password). Το name καθορίζει το όνομα του στοιχείου και το value καθορίζει την τιμή του στοιχείου.

- Το στοιχείο <label> καθορίζει ένα εμφανές για το χρήστη όνομα ενός στοιχείου (π.χ. input) ή ακόμη μπορεί να είναι ένα πεδίο που θα αναγράφει ένα μήνυμα για το χρήστη. Η σημαντικότερη ιδιότητα του στοιχείου είναι το for στο οποίο εκχωρείται το ίδιο όνομα id ενός στοιχείου. Η ιδιότητα αυτή βοηθάει στο να γίνει πιο εύκολη η χρήση στοιχείων π.χ. σε ένα input τύπου radio επειδή είναι μικρή η κουκίδα επιλογής πατώντας πάνω στο όνομα στοιχείου κατευθείαν «πατιέται» η κουκίδα επιλογής.



Εικόνα 3. Στοιχείο τύπου label και στοιχείο τύπου input.

- Το στοιχείο <fieldset> ομαδοποιεί παρόμοια στοιχεία φόρμας και σχεδιάζει ένα κουτί γύρω τους. Παραδείγματος χάρη, τα στοιχεία μπορεί να είναι τύπου <input> με τύπο δεδομένων radio. Επιπλέον περιλαμβάνει ένα βοηθητικό στοιχείο το <legend> για να δώσει όνομα στην ομάδα στοιχείων.



Εικόνα 4. Στοιχείο τύπου fieldset με στοιχεία τύπου input

- Το στοιχείο <div> καθορίζει μία περιοχή ενός αρχείου HTML και χρησιμοποιείται για να διαχωρίσει κάποια στοιχεία σαν μία ομάδα ώστε να τα διαχειριστούμε με JavaScript ή να τα μορφοποιήσουμε με CSS ομαδικά.
- Το στοιχείο καθορίζει μία περιοχή μέσα σε μία γραμμή (π.χ. μία λέξη) ενός αρχείου HTML όπου βοηθάει στην εύκολη τροποποίηση ή μορφοποίηση του κομματιού.
- Το στοιχείο <p> καθορίζει μία παράγραφο μέσα στο αρχείο HTML.
- Το στοιχείο καθορίζει μία μη αριθμημένη λίστα, το οποίο στοιχείο περιέχει μέσα στοιχεία , τα οποία καθορίζουν τα στοιχεία λίστας.

Τέλος, για την μορφοποίηση των στοιχείων HTML χρειάζεται η γλώσσα css και για τη καλύτερη διαχείριση των στοιχείων στην μορφοποίηση χρειάζεται να προσθέσουμε την

ιδιότητα `id` ή `class` όπου παρέχονται για την καλύτερη ταυτοποίηση των στοιχείων σε περιπτώσεις πολλαπλών χρήσεων ενός στοιχείου σε μία σελίδα.

5.3 CSS

Η CSS είναι μια γλώσσα περιγραφής για την μορφοποίηση του αρχείου HTML. Η λέξη CSS είναι ακρωνύμιο των λέξεων Cascading Style Sheets που σημαίνει επικαλυπτόμενα φύλλα μορφοποίησης (στιλ). Η γλώσσα αυτή είναι απλή αλλά παρέχει πολλές δυνατότητες και μορφοποιεί όλα τα στοιχεία (elements) της HTML (Κεντερλής, 2009). Κάποια χαρακτηριστικά μορφοποίησης είναι η γραμματοσειρά, το μέγεθος της γραμματοσειράς, το χρώμα κειμένου, το χρώμα φόντου, ορατότητα στοιχείων και στοίχιση. Η αναβαθμισμένη CSS σε CSS3 δίνει περισσότερες λειτουργίες και δυνατότητες όπως σκιά κειμένου, εύκολη στρογγυλοποίηση περιγραμμάτων, περισσότερες γραμματοσειρές, animation, περισσότεροι selectors, και διατάξεις όπως flexbox ή grid layout. Ο κώδικας CSS μπορεί να γραφτεί μέσα σε κάθε στοιχείο html με την ιδιότητα-παράμετρο `style`. Όμως ο καλύτερος τρόπος είναι η γραφή του κώδικα CSS σε ξεχωριστό αρχείο και με την κατάληξη `«.css»`, διότι έτσι δίνεται η δυνατότητα εύκολης αλλαγής του κώδικα και την ομαδοποίηση μερικών στοιχείων HTML που χρειάζονται το ίδιο στιλ.

Μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά της CSS που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή είναι:

- CSS Units: εκφράζουν το μέγεθος σε διάφορες μονάδες μέτρησης,
- CSS Colors: καθορίζουν το χρώμα των γραμμμάτων, φόντου ή και περιγράμματος,
- CSS Borders: καθορίζουν την μορφοποίηση, το πλάτος ή και το χρώμα του περιγράμματος,
- CSS Margins: καθορίζουν το περιθώριο ενός στοιχείου από άλλα στοιχεία HTML,
- CSS Padding: καθορίζουν το περιθώριο ενός στοιχείου από το εξωτερικό στοιχείο που το περιβάλλει,
- CSS Box Model: δημιουργεί ένα κουτί γύρω από ένα στοιχείο με ιδιότητες (περίγραμμα, margin και padding).
- CSS Fonts: καθορίζουν την γραμματοσειρά, το στιλ, το μέγεθος του κειμένου,
- CSS Lists: καθορίζουν την μορφοποίηση των λιστών,
- CSS Display: καθορίζει την εμφάνιση των στοιχείων,
- CSS Position: καθορίζει ην μέθοδο τοποθέτησης ενός στοιχείου,

- CSS Rounded Corners: στρογγυλοποιεί τις γωνίες ενός στοιχείου π.χ. σε ένα κουμπί,
- CSS Shadows: δίνουν σκιά σε στοιχεία όπως κείμενο, εικόνα η κουμπιά,
- CSS Flexbox: είναι ένας τύπος διάταξης των στοιχείων,

5.4 PHP

Η PHP είναι μία σεναριακή γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται κυρίως για σχεδιασμό ιστοσελίδων με δυναμικό περιεχόμενο και είναι ανοιχτού κώδικα (https://www.w3schools.com/php/php_intro.asp). Η PHP δημιουργήθηκε από τον Rasmus Lerdorf και το αρχικό όνομα της γλώσσας ήταν PHP/FI (Personal Home Page/Forms Interpreter) , η αρχική του χρήση ήταν προσωπική και δεν είχε πολλές δυνατότητες όμως έγινε γνωστή και εξελίχθηκε το 1997 στην δεύτερη έκδοση. Όμως αργότερα στο 1997, οι Andi Gutmans και Zeev Suraski έγραψαν την PHP από την αρχή και έφτιαξαν την τρίτη έκδοση. Από τότε μέχρι σήμερα υπάρχουν πολλές εκδόσεις της καθώς αναβαθμίζεται συχνά (<https://www.php.net/manual/en/history.php.php>). Πλέον «PHP» είναι το αναδρομικό ακρωνύμιο για Hypertext Preprocessor (<https://www.php.net/manual/en/intro-what-is.php>). Ο κώδικας PHP μπορεί να είναι ξεχωριστά σε ένα αρχείο ή να ενσωματωθεί στο αρχείο html όμως θα πρέπει να έχει την κατάλληλη κατάληξη όπως «.php». Ένα αρχείο με κώδικα PHP μπορεί να περιέχει και HTML, CSS και JavaScript (https://www.w3schools.com/php/php_intro.asp). Ο κώδικας της εκτελείται και επεξεργάζεται από το server και μετατρέπεται σε HTML κώδικα καθώς στέλνεται στον περιηγητή ιστού (<https://www.php.net/manual/en/intro-what-is.php>).

Οι βασικές δυνατότητες της PHP είναι να (https://www.w3schools.com/php/php_intro.asp):

- παράγει δυναμικό περιεχόμενο,
- κάνει διαχείριση αρχείων στο server ,
- συλλέγει δεδομένα,
- λαμβάνει και στέλνει πληροφορίες,
- επεξεργάζεται δεδομένα στην βάση δεδομένων,
- δυνατότητες διαχείρισης για σύνδεση χρήστη,
- κρυπτογραφεί δεδομένα.

Επιπλέον ένα χρήσιμο στοιχείο της PHP είναι τα Sessions. Τα οποία είναι μεταβλητές που αποθηκεύονται προσωρινά δεδομένα για να χρησιμοποιηθούν σε ιστοσελίδες πολλαπλών σελίδων. Ένα session είναι σαν μία επίσκεψη σε μία ιστοσελίδα όπου πρέπει να κρατηθούν προσωρινά στοιχεία όπως ταυτότητα χρήστη ή προτιμήσεις μέχρι να κλίσει ο

χρήστης τον περιηγητή ιστού. Τα στοιχεία από τα sessions μπορούν να κρατηθούν σε μία βάση δεδομένων αν θέλουμε οι πληροφορίες αυτές να κρατηθούν μόνιμα.

Η PHP βασίζεται σε άλλες γλώσσες προγραμματισμού όπως C, Perl και Java. Μερικά από τα βασικά χαρακτηριστικά του συντακτικού είναι στο τέλος κάθε εντολής ή δήλωσης μεταβλητής πρέπει να τελειώνει με το ελληνικό ερωτηματικό το οποίο είναι και χαρακτηριστικό της C ενώ κάθε όνομα μεταβλητής ξεκινάει με το σύμβολο «\$», το οποίο χαρακτηριστικό είναι από την Perl (Κεντερλής, 2009). Επιπλέον περιέχει το χαρακτηριστικό της Java που περιέχει τις σχέσεις κλάσης-αντικειμένου (Classes-object) με ιδιότητες και μεθόδους. Τέλος, η PHP είναι Case-Sensitive το οποίο σημαίνει ότι γίνεται διαχώριση πεζών κεφαλαίων στις ονομασίες μεταβλητών (π.χ. η μεταβλητή \$name και η μεταβλητή \$Name δεν είναι ίδιες) (Κεντερλής, 2009).

Τα πλεονεκτήματα της PHP είναι ότι τρέχει σε διάφορα λειτουργικά συστήματα (Windows, Linux κ.α.), είναι συμβατή σε σχεδόν όλους τους server και είναι δωρεάν (https://www.w3schools.com/php/php_intro.asp). Επιπρόσθετα είναι εύκολη γλώσσα για αρχάριους αλλά έχει και πολλές δυνατότητες για προχωρημένους (<https://www.php.net/manual/en/intro-what-is.php>). Τέλος, υποστηρίζει πληθώρα από συστήματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων (https://www.w3schools.com/php/php_intro.asp).

5.5 MySQL

Η MySQL είναι ένα σύστημα διαχείρισης σχεσιακών βάσεων δεδομένων και είναι ανοιχτού κώδικα (<https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/what-is-mysql.html>). Το όνομα χωρίζεται στη λέξη «My» και στο ακρωνύμιο SQL για Structured Query Language. Το «My» αναφέρεται στο όνομα της κόρης του συνιδρυτή της MySQL, ο Michael Widenius (<https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/history.html>). Ο δεύτερος συνιδρυτής είναι ο David Axmark. Ο αρχικός κάτοχος της MySQL ήταν η σουηδική εταιρεία MySQLAB, όπου οι ιδρυτές της εταιρείας ήταν οι δύο προηγούμενοι και ο Allan Larsson (Singh, 2011), αλλά μετά αγοράστηκε από την SUN Microsystems, όπου η τελευταία αγοράστηκε ένα χρόνο αργότερα από την Oracle Corporation (Κεντερλής, 2009). Η πρώτη έκδοση της MySQL ήταν το Μάη του 1995 (<https://www.w3resource.com/mysql/mysql-tutorials.php>). Η MySQL χρησιμοποιείται από μεγάλους οργανισμούς όπως Facebook, Google, και Adobe (<https://www.mysql.com/why-mysql/>). Η MySQL περιέχει δεδομένα που είναι δομημένα σε δυοδιάστατους πίνακες με στήλες και γραμμές, όπου σε κάθε στήλη έχουμε ιδιότητες και κάθε γραμμή θεωρείται μία εγγραφή. Για την διαχείριση και την δημιουργία βάσεων

δεδομένων χρειάζεται η δομημένη γλώσσα ερωτημάτων SQL. Με την SQL γίνεται ανάκτηση και επεξεργασία των δεδομένων από την βάση.

Μερικές από τις εντολές SQL που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή είναι οι εξής:

- η εντολή select για επιλογή και ανάκτηση δεδομένων,
- η εντολή insert για εισαγωγή δεδομένων,
- η εντολή where για φιλτράρισμα δεδομένων με συνθήκη,
- η εντολή limit για φιλτράρισμα δεδομένων με περιορισμό εγγραφών,
- η εντολή update για τροποποίηση δεδομένων,
- η εντολή create table για δημιουργία πίνακα,
- η εντολή drop table για διαγραφή πίνακα.

Στην διαδικτυακή εφαρμογή χρησιμοποιείται βάση δεδομένων με δύο πίνακες, ένας για την συλλογή δεδομένων όπως τα στοιχεία των παιδιών και τα σκορ τους σε κάθε δραστηριότητα και επίσης υπάρχει ο πίνακας με τα στοιχεία του διαχειριστή.

5.6 JavaScript

Η JavaScript είναι μία γλώσσα προγραμματισμού για την ανάπτυξη δυναμικών διαδικτυακών εφαρμογών. Η JavaScript δημιουργήθηκε το 1995 από τον Brendan Eich για τον περιηγητή ιστού Netscape και χρησιμοποιήθηκε το 1996 για την δεύτερη έκδοση του περιηγητή. Ενώ μετά την δημιουργία του προτύπου ECMAScript του 1997, η JavaScript αναπτυσσόταν με βάση το πρότυπο αυτό. Το 2000 άρχισε να χρησιμοποιεί την JavaScript και ο περιηγητής ιστού Firefox ενώ το 2012 άρχισαν ο Chrome και το Safari (https://www.w3schools.com/js/js_versions.asp). Η JavaScript χρησιμοποιείται για την ανάπτυξης διαδραστικών εφαρμογών διαδικτύου, με δυναμικό περιεχόμενο και είναι μια γλώσσα προγραμματισμού σεναρίου όπου ο κώδικας της μπορεί να ενσωματωθεί μέσα στο κώδικα HTML ή σε ξεχωριστό αρχείο με την επέκταση «.js». Ο κώδικας της εκτελείται στην μεριά του χρήστη δηλαδή πάνω στον περιηγητή ιστού.

Χάρης στο HTML DOM(Document Object Model), το οποίο μοντέλο δημιουργεί ο περιηγητής ιστού όταν φορτώνει μία σελίδα, η JavaScript έχει την δυνατότητα επεξεργασίας των στοιχείων HTML. Αυτό σημαίνει ότι η JavaScript μπορεί να αλλάξει τα στοιχεία HTML και τις ιδιότητες τους, να μορφοποιήσει τα στοιχεία HTML αλλάζοντας το CSS, να προσθέσει ή να αφαιρέσει τα υπάρχοντα στοιχεία HTML ή ακόμη να επεξεργαστεί ή να δημιουργήσει νέα HTML events(π.χ. όταν πατηθεί ένα κουμπί ή αλλάξει ένα πεδίο

εισαγωγής στοιχείων).Οπότε με αυτές τις δυνατότητες η JavaScript μπορεί να δημιουργήσει δυναμικό περιεχόμενο στην HTML (https://www.w3schools.com/js/js_htmlDOM.asp).

Τα πλεονεκτήματα της JavaScript είναι τα εξής (<https://www.tutorialspoint.com/javascript/index.htm>):

- η JavaScript είναι από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες προγραμματισμού,
- έχει μεγάλη ζήτηση προγραμματισμών με την γνώση της JavaScript,
- χρησιμοποιείται για δημιουργία του front-end(μεριά του χρήστη) και του back-end(διακομιστή, εφαρμογή και βάση δεδομένων), οπότε δεν χρειάζονται γνώσεις πολλών γλωσσών,
- πληθώρα από frameworks(περιβάλλοντα) και libraries (βιβλιοθήκες) που βοηθάνε στο γρηγορότερο προγραμματισμό σε JavaScript,
- η JavaScript έχει αναπτυχθεί και χρησιμοποιείται και για ανάπτυξη εφαρμογών για κινητό,
- είναι συμβατή με όλους τους περιηγητές ιστού.

Μερικές χρήσεις της JavaScript που χρησιμοποιήθηκαν στην εφαρμογή είναι:

- η επικύρωση δεδομένων στην μεριά του χρήστη δηλαδή χρησιμοποιήθηκε για να ελεγχθούν τα στοιχεία που εισάγει ένας χρήστης στην φόρμα όταν υποβάλει τα στοιχεία,
- η μεταχείριση των σελίδων HTML δηλαδή μπορεί να διαγράψει, να εισάγει, να επεξεργαστεί την ορατότητα ή και να μορφοποιήσει στοιχεία HTML.
- η φόρτωση των δεδομένων από το διακομιστή , μέσω της τεχνολογίας Ajax (Asynchronous JavaScript And XML) όπου με την χρήση της μπορούμε ασύγχρονα να στείλουμε και να ανακτήσουμε δεδομένα από τον διακομιστή, τρέχοντας στο παρασκήνιο χωρίς ανανέωση της σελίδας.

Τέλος, η JavaScript έχει χρησιμοποιηθεί για την διαδραστική-δυναμική δημιουργία της εφαρμογής όμως για πιο γρήγορη και εύκολη χρήση της γλώσσας χρησιμοποιήθηκε η βιβλιοθήκη της JavaScript η «jQuery» η οποία διευκολύνει τον προγραμματισμό χάρης στην απλοποιημένη μορφή της JavaScript.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 Η εφαρμογή – δραστηριότητες

6.1 Εμφάνιση

Η εμφάνιση της εφαρμογής έχει γίνει λιτή χωρίς έντονα χρώματα. Το φόντο όπως εμφανίζεται από έναν περιηγητή ιστού σε υπολογιστή, απεικονίζει ένα σημειωματάριο κίτρινου χρώματος πάνω σε ένα γκρι φόντο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 5. Φόντο

6.2 Αρχική σελίδα εφαρμογής

Στην αρχική σελίδα της εφαρμογής είτε το παιδί εκχωρεί τα στοιχεία του για να προχωρήσει στις δραστηριότητες είτε ο διαχειριστής θα πατήσει το κουμπί για να κατευθυνθεί στην σελίδα σύνδεσης.

Γεια σου! Καταχώρησε τα στοιχεία σου:

Όνομα:

Διάλεξε την τάξη σου:

Φύλο:

Εικόνα 6. Αρχική σελίδα

Στην πρώτη περίπτωση το παιδί θα πρέπει συμπληρώσει τα στοιχεία του. Όπως φαίνεται και στην παραπάνω εικόνα πρέπει να γράψει το όνομα του, να διαλέξει την τάξη του (τρίτη με έκτη δημοτικού) και να διαλέξει το φύλο του (αγόρι ή κορίτσι). Τέλος θα πατήσει το κουμπί επόμενο για να κατευθυνθεί στην πρώτη δραστηριότητα. Να διευκρινιστεί ότι και τα τρία στοιχεία είναι υποχρεωτικά για να προχωρήσει στις δραστηριότητες και στην περίπτωση που δεν συμπληρωθούν εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα.

6.3 Δραστηριότητες εφαρμογής

6.3.α Πρώτη δραστηριότητα

Εφόσον καταχωρηθούν τα στοιχεία στην αρχική σελίδα και πατηθεί το κουμπί επόμενο όπως προαναφέρθηκε προηγουμένως, τότε γίνεται ανακατεύθυνση στην σελίδα με την εκφώνηση της πρώτης δραστηριότητας όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα.

Στην πρώτη δραστηριότητα έχουμε προσθέσεις και αφαιρέσεις, και θα επιλέξεις την πράξη με το σωστό αποτέλεσμα

Επόμενο

Εικόνα 7. Εκφώνηση πρώτης δραστηριότητας

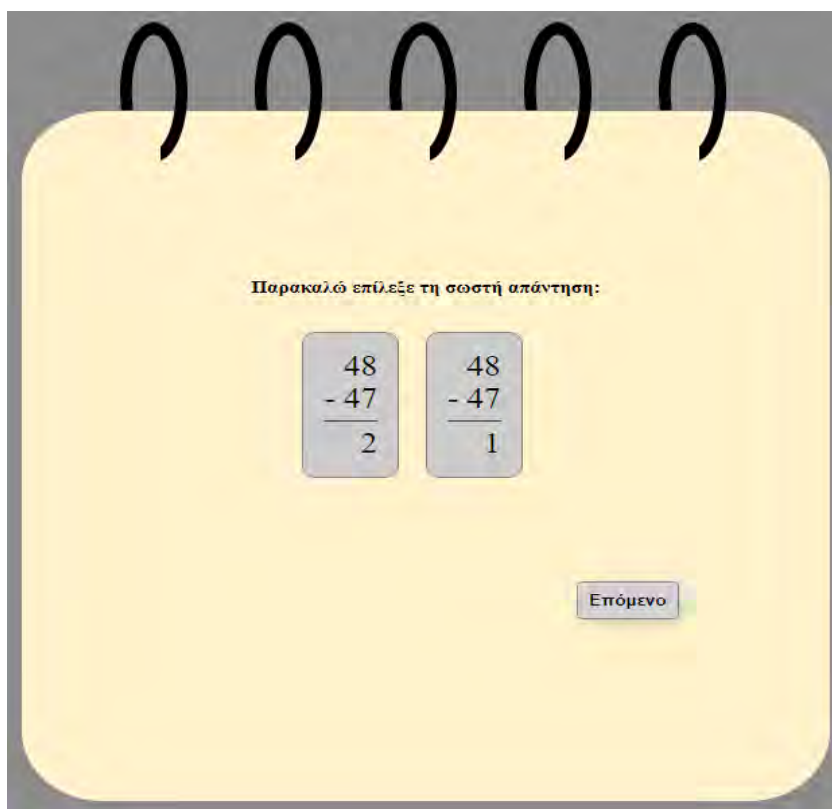
Η δραστηριότητα αποτελείται από είκοσι πράξεις, αρχικά έχει δέκα προσθέσεις και στην συνέχεια έχει δέκα αφαιρέσεις. Εμφανίζεται μία πράξη με δύο αποτελέσματα, ένα λάθος και ένα σωστό, όπου το παιδί πρέπει να διαλέξει την σωστή απάντηση. Εφόσον διαλέξει την σωστή πράξη μπορεί να πατήσει το κουμπί επόμενο για να προχωρήσει στην επόμενη πράξη. Υπάρχει η δυνατότητα σε περίπτωση λάθους επιλογής πράξης, να επιλέξει την άλλη πράξη. Στην τελευταία πράξη της δραστηριότητας πατώντας το επόμενο γίνεται ανακατεύθυνση στην δεύτερη δραστηριότητα.

Παρακαλώ επίλεξε τη σωστή απάντηση:

$\begin{array}{r} 15 \\ + 5 \\ \hline 20 \end{array}$	$\begin{array}{r} 15 \\ + 5 \\ \hline 110 \end{array}$
-------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------

Επόμενο

Εικόνα 8. Πρώτη δραστηριότητα: πρόσθεση



Εικόνα 9. Πρώτη δραστηριότητα: αφαίρεση

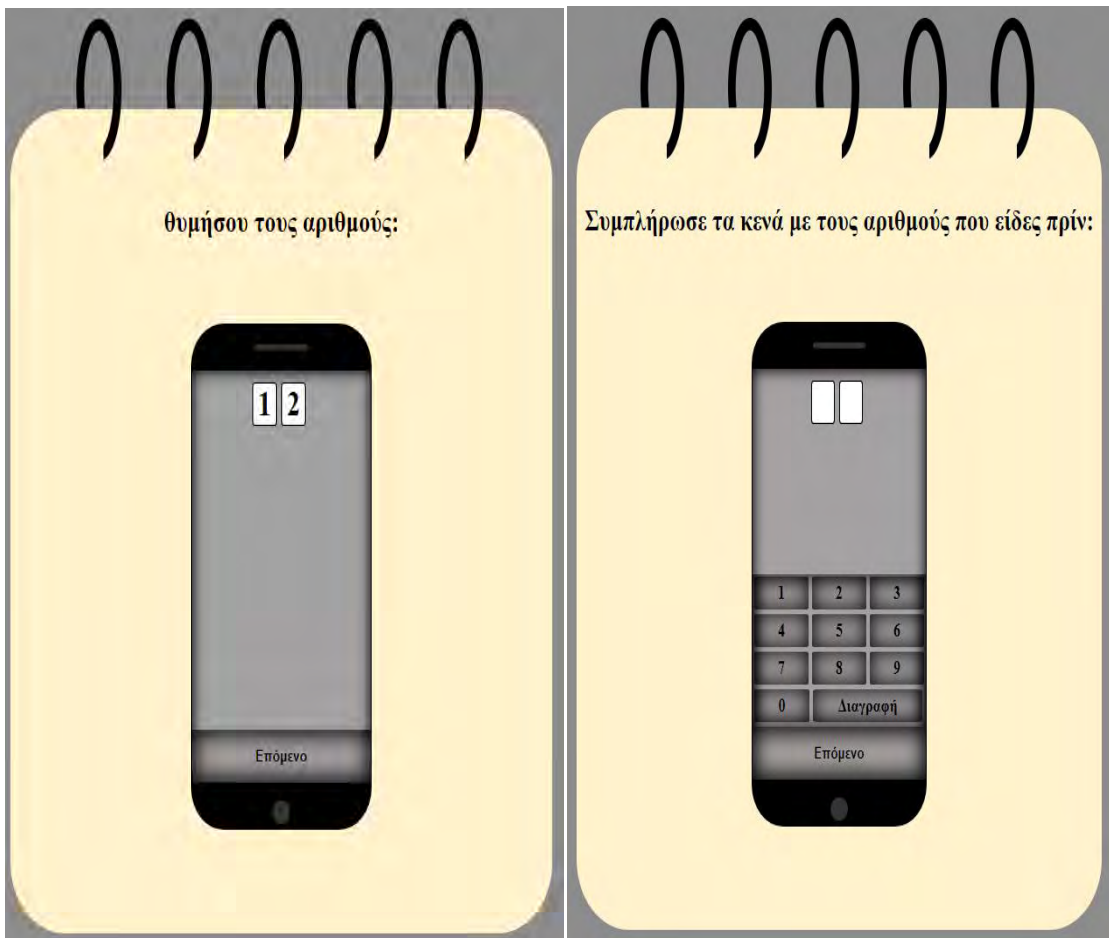
6.3.β Δεύτερη δραστηριότητα

Η δεύτερη δραστηριότητα αξιολογεί την οπτική μνήμη και περιέχει 12 σειρές αριθμών όπου η σειρά ξεκινάει με δυο αριθμούς και κάθε δυο σειρές προστίθεται και άλλος ένας αριθμός μέχρι και τους επτά αριθμούς. Η δραστηριότητα αποτελείται από δύο στάδια. Αρχικά εμφανίζεται η εκφώνηση της δραστηριότητας και στην συνέχεια εφόσον πατηθεί το κουμπί επόμενο, εμφανίζεται η πρώτη σειρά αριθμών της δραστηριότητας μέσα σε κουτάκια. Εφόσον το παιδί διαβάσει – απομνημονεύσει τους αριθμούς πατάει το κουμπί επόμενο και εμφανίζονται κενά τα κουτάκια και ένα πληκτρολόγιο αριθμών όπου πρέπει να εκχωρήσει τους αριθμούς που είδε πριν στο προηγούμενο στάδιο. Στα δύο λάθη η δραστηριότητα σταματάει και συνεχίζει στην επόμενη δραστηριότητα. Υπάρχει η δυνατότητα σε περίπτωση λάθους επιλογής αριθμού στο πληκτρολόγιο αριθμών να πατήσει το κουμπί διαγραφή, ώστε να διαγράψει τους αριθμούς που εκχώρησε.

Στην επόμενη δραστηριότητα έχουμε ερωτήσεις μνήμης, πρώτα θα δεις τους αριθμούς και μετά θα προσπαθήσεις να τους θυμηθείς και να τους γράψεις.

Επόμενο

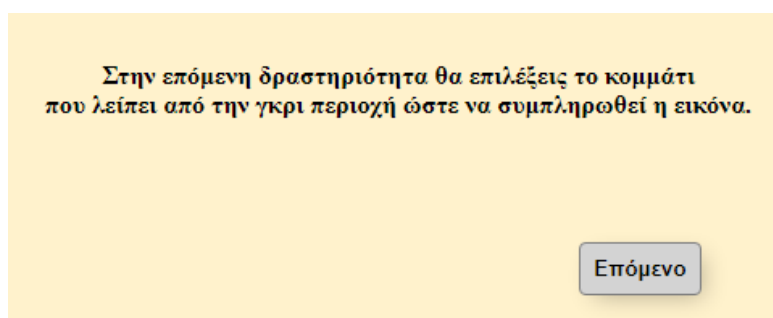
Εικόνα 10. Εκφώνηση δεύτερης δραστηριότητας



Εικόνα 11. Δεύτερη δραστηριότητα (τα δύο στάδια)

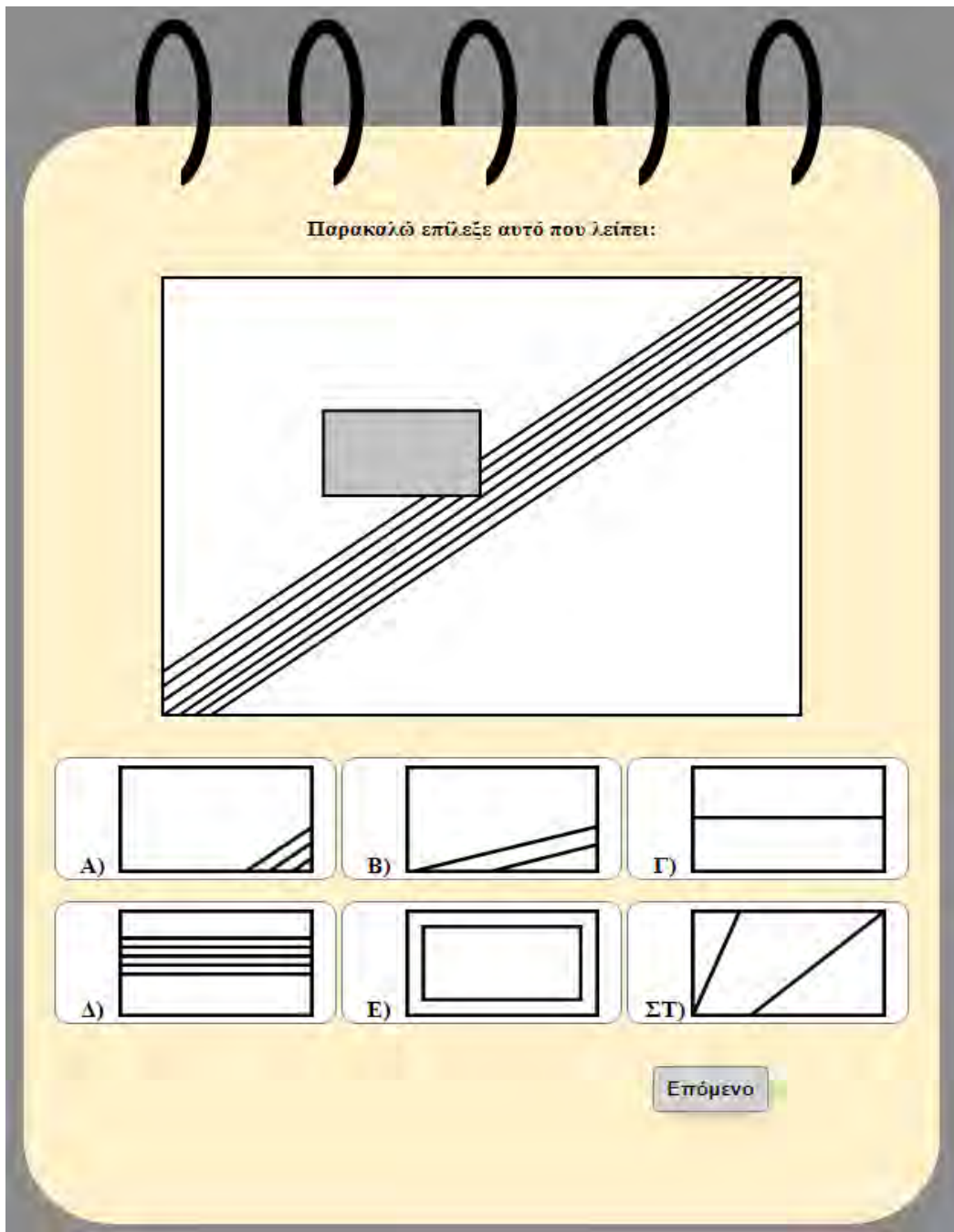
6.3.γ Τρίτη δραστηριότητα

Αρχικά μετά την δεύτερη δραστηριότητα εμφανίζεται η εκφώνηση της τρίτης δραστηριότητας, όπως εμφανίζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 12. Εκφώνηση τρίτης δραστηριότητας

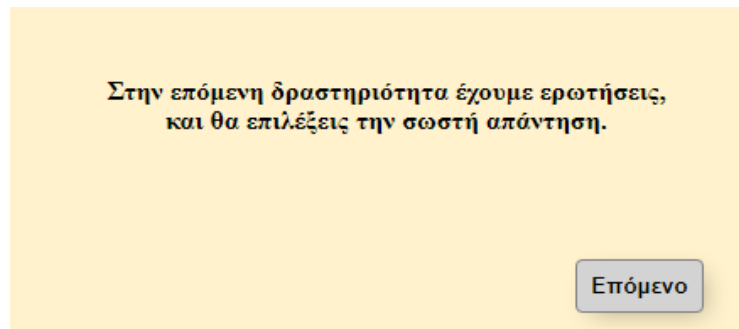
Η τρίτη δραστηριότητα αξιολογεί την οπτικο-χωρική μνήμη και περιέχει δέκα σχήματα από τα οποία λείπει ένα κομμάτι. Τα παιδιά έχουν να επιλέξουν το σωστό κομμάτι που λείπει ανάμεσα σε έξι επιλογές από τις οποίες οι πέντε δεν είναι σωστές. Πατώντας το κουμπί επόμενο, στο τελευταίο σχήμα, ανακατευθύνεται στην επόμενη δραστηριότητα. Υπάρχει η δυνατότητα σε περίπτωση από απροσεξίας λανθασμένη επιλογή κομματιού να επιλέξει άλλη απάντηση πριν πατηθεί το κουμπί επόμενο.



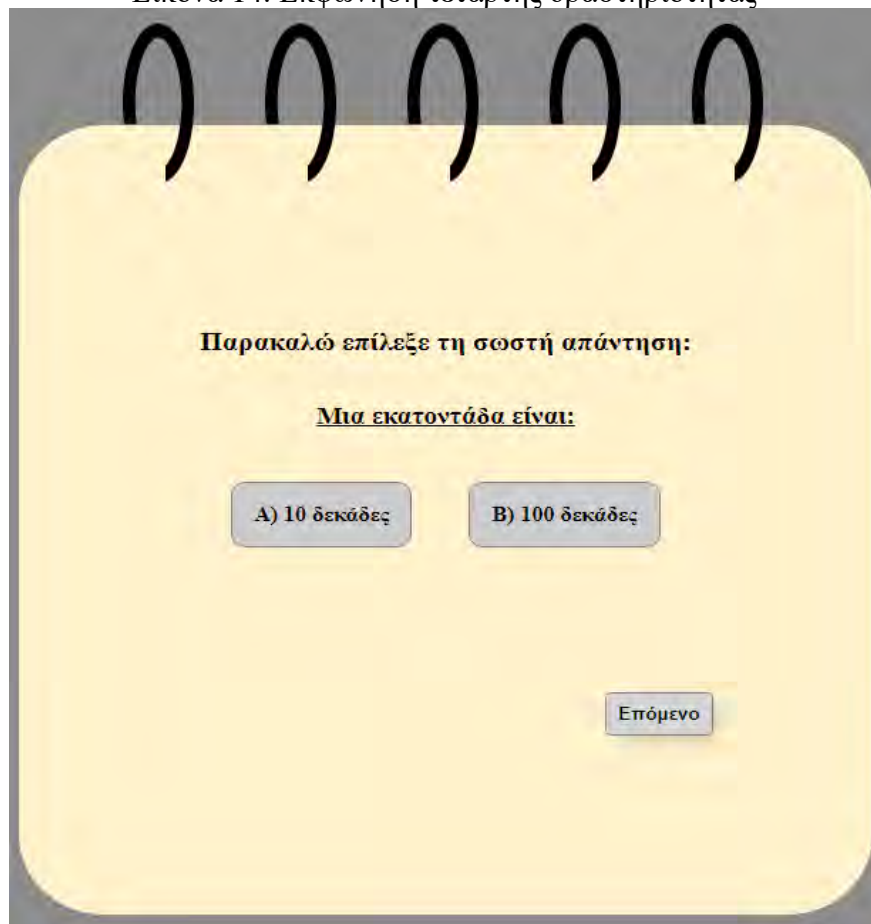
Εικόνα 13. Τρίτη δραστηριότητα

6.3.6 Τέταρτη δραστηριότητα

Η τέταρτη δραστηριότητα αποτελείται από έξι ερωτήσεις αξιολόγησης της γλώσσας των μαθηματικών, όπου το παιδί έχει να επιλέξει τη σωστή απάντηση ανάμεσα σε δύο απαντήσεις. Υπάρχει η δυνατότητα σε περίπτωση από απροσεξίας λανθασμένη επιλογή απάντησης να επιλέξει άλλη απάντηση πριν πατηθεί το κουμπί επόμενο.



Εικόνα 14. Εκφώνηση τέταρτης δραστηριότητας



Εικόνα 15. Τέταρτη δραστηριότητα

6.3.ε Πέμπτη δραστηριότητα

Στην πέμπτη δραστηριότητα είναι το παιχνίδι τύπου go/no-go. Αρχικά εμφανίζεται η εκφώνηση της δραστηριότητας και εφόσον πατηθεί το κουμπί επόμενο ανακατευθύνεται στην σελίδα με το παιχνίδι.

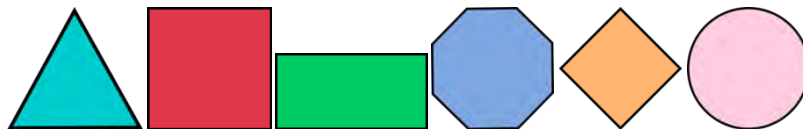
Στην επόμενη δραστηριότητα έχουμε παιχνίδι με κινούμενα σχήματα, και θα επιλέξεις μόνο τα τετράγωνα.

Επόμενο

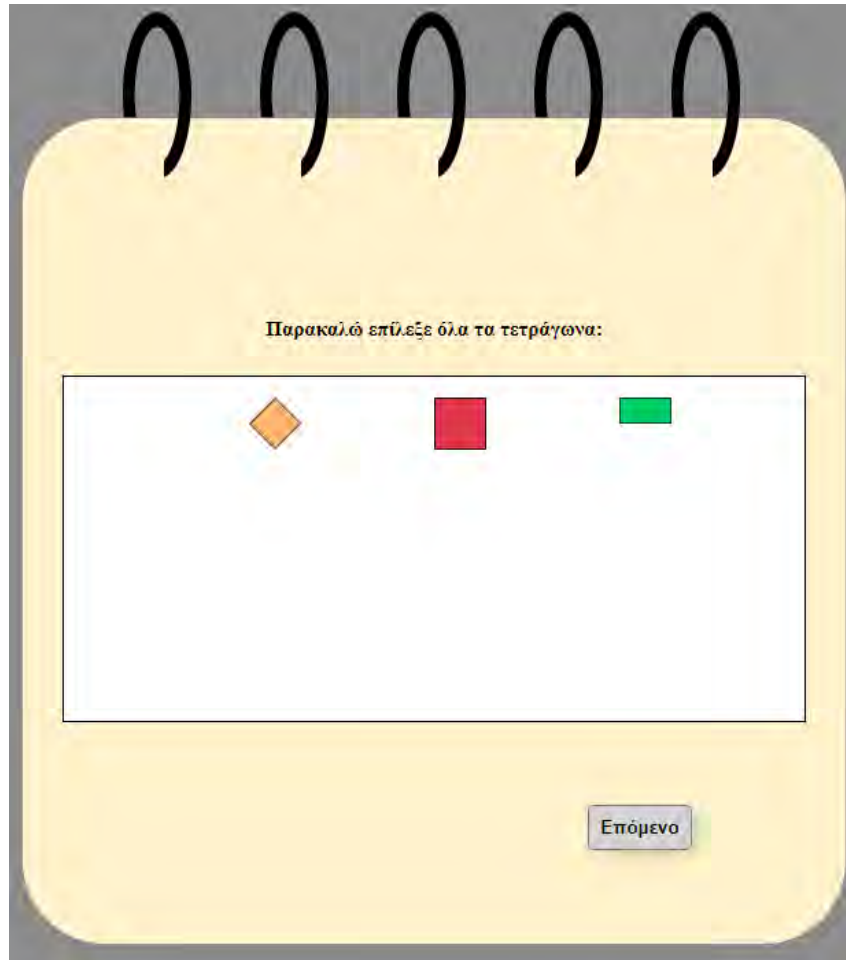
Εικόνα 16. Εκφώνηση πέμπτης δραστηριότητας

Στην συνέχεια πρέπει να πατηθεί το κουμπί «Ξεκίνα το παιχνίδι» και το παιχνίδι θα ξεκινήσει. Μέσα σε ένα πλαίσιο θα πέφτουν τρία σχήματα την φορά, από πάνω προς τα κάτω. Ο στόχος είναι το παιδί να επιλέξει όλα τα τετράγωνα. Ο αριθμός των συνολικών σχημάτων είναι εξήντα , με έξι διαφορετικά σχήματα (τρίγωνο, τετράγωνο, ορθογώνιο, οχτάγωνο, ρόμβος και κύκλος) από τα οποία το τετράγωνο εμφανίζεται είκοσι φορές. Όταν πατηθεί το τετράγωνο, το τετράγωνο θα εξαφανιστεί.

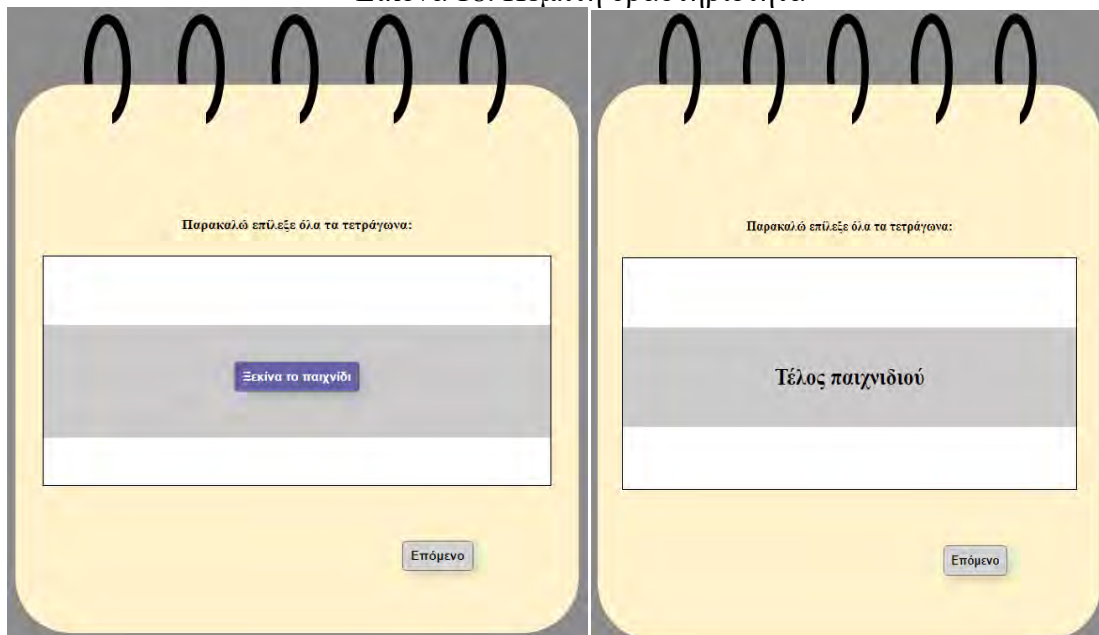
Εφόσον εμφανιστούν και τα εξήντα σχήματα το παιχνίδι θα τελειώσει και θα εμφανιστεί μήνυμα τέλους.



Εικόνα 17. Τα σχήματα της πέμπτης δραστηριότητας



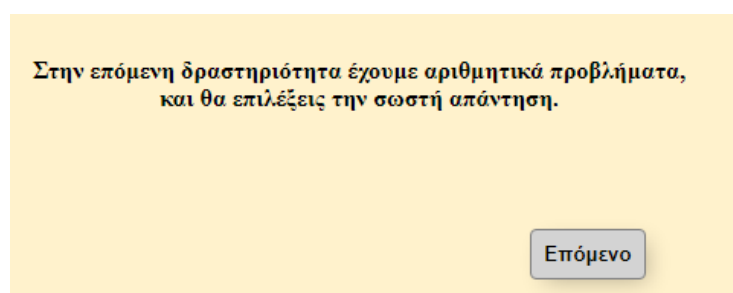
Εικόνα 18. Πέμπτη δραστηριότητα



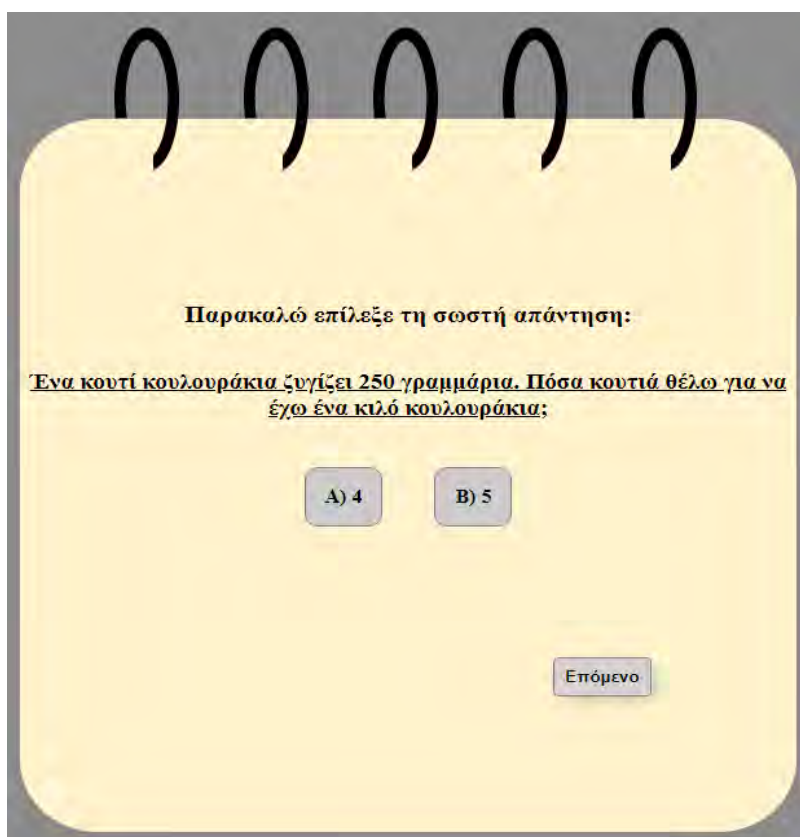
Εικόνα 19. Αρχή και τέλος πέμπτης δραστηριότητας

6.3.στ Έκτη δραστηριότητα

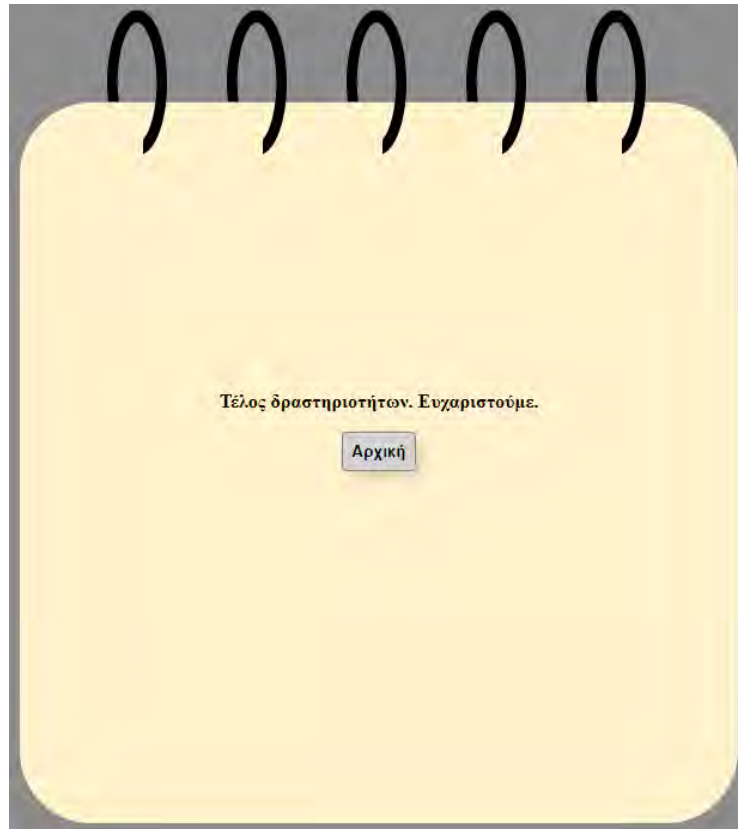
Τέλος, η έκτη δραστηριότητα περιέχει έξι αριθμητικά προβλήματα όπου στο κάθε πρόβλημα εμφανίζονται και δύο απαντήσεις, μία σωστή και μία λανθασμένη. Υπάρχει η δυνατότητα σε περίπτωση από απροσεξίας λανθασμένη επιλογή απάντησης να επιλέξει άλλη απάντηση πριν πατηθεί το κουμπί επόμενο. Στην αρχή εμφανίζεται η εκφώνηση της δραστηριότητας και εφόσον πατηθεί το κουμπί επόμενο ανακατευθύνεται στην δραστηριότητα.



Εικόνα 20. Εκφώνηση έκτης δραστηριότητας
Μόλις τελειώσει αυτή η δραστηριότητα, εμφανίζεται μήνυμα τέλους και κουμπί για ανακατεύθυνση στην αρχική σελίδα.



Εικόνα 21. Έκτη δραστηριότητα



Εικόνα 22. Τέλος δραστηριοτήτων.

6.4 Διαχειριστής

Όπως ειπώθηκε νωρίτερα, στην διαδικτυακή εφαρμογή υπάρχει και η σύνδεση του διαχειριστή. Στην αρχική σελίδα της εφαρμογής υπάρχει το κουμπί σύνδεση διαχειριστή και όταν πατηθεί κατευθύνεται στην σελίδα σύνδεσης. Εκεί πρέπει να καταχωρήσει τα στοιχεία του, δηλαδή το ψευδώνυμο και τον κωδικό του, ώστε να εισέλθει στην σελίδα.

Ο διαχειριστής έχει δύο επιλογές αποτελεσμάτων, όπου είτε έχει την επιλογή να πατήσει το κουμπί «εμφάνιση» και να εμφανιστεί ένα πίνακας με τα αποτελέσματα, είτε να κατεβάσει τα αποτελέσματα σε μορφή excel πατώντας το κουμπί « εισαγωγή σε excel» και τέλος μπορεί να κάνει αποσύνδεση και θα κατευθυνθεί στην αρχική σελίδα.



Εικόνα 23. Είσοδος διαχειριστή και σελίδα διαχειριστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 Κώδικας Δραστηριοτήτων

7.1 Τα δεδομένα των δραστηριοτήτων

Τα δεδομένα των δραστηριοτήτων (π.χ. πράξεις, ερωτήσεις) είναι γραμμένα σε αρχεία PHP μέσα σε κλάσεις(class) οι οποίες περιέχουν τον αριθμό id της δραστηριότητας (και ανά τάξη όπου χρειάζεται) , μεταβλητές με εκφωνήσεις για την σελίδα δραστηριότητας και τα array δεδομένα τα οποία αποθηκεύονται στη μεταβλητή \$questions.

code_1:

```
1. protected $questions = [  
2.     [  
3.         'answers' => [  
4.             'a' => '20',  
5.             'b' => '110',  
6.         ],  
7.         'number1'=>'15',  
8.         'number2'=>'5',  
9.         'symbol' =>'+',  
10.        'correct' => 'a',  
11.        'selected' => "",  
12.    ]]
```

Στον παραπάνω κώδικά (**code_1**) είναι ένα παράδειγμα για την δήλωση μίας πράξης. Στην αρχή κάθε δραστηριότητας ανακαλούνται τα δεδομένα. Για την ανάκτηση τους χρησιμοποιείται η γραμμή του κώδικα **code_2**, η οποία καλεί την συνάρτηση `get_questions_to_json` .

code_2:

```
1. $questions_json = $game->get_questions_to_json();
```

Η συνάρτηση `get_questions_to_json` (**code_3**) έχει δημιουργηθεί ώστε να γυρνάει το array με τα δεδομένα χωρίς τις σωστές απαντήσεις για λόγους ασφαλείας και επιστρέφει το array σε μορφή δεδομένων JSON.

code_3:

```
1. public function get_questions_to_json(){  
2.     $questions = array_map(function($question){  
3.         unset($question['correct']);  
4.         return $question;  
5.     }, $this->questions);
```

6. `return json_encode($questions,JSON_UNESCAPED_UNICODE | JSON_PRETTY_PRINT);`
7. `}`

Τέλος, για να πάρουμε τα παραπάνω δεδομένα και για να σταλθούν στο περιηγητή ιστού ή και να επεξεργαστούν χρησιμοποιείται JavaScript (**code_4**).

code_4:

1. `var questions = <?php echo $questions_json;?>;`

7.2 Πρώτη δραστηριότητα

Οι πράξεις είναι στοιχεία σε μία μη αριθμημένη λίστα `` και η κάθε πράξη είναι ένα στοιχείο HTML τύπου στοιχείο λίστας ``. Όταν πατηθεί μία πράξη δηλαδή ένα στοιχείο λίστας, τότε μέσω του κώδικα **code_5** σε JavaScript στην πράξη αυτή προσθέεται η κλάση (class) “selected” και έτσι διαμορφώνεται σαν «πατημένο κουμπί». Αν η άλλη πράξη ήταν ήδη επιλεγμένη τότε φεύγει η κλάση από την άλλη επιλεγμένη πράξη. Ενώ κρατάω την ταυτότητα της πράξης που επιλέχθηκε ώστε αργότερα να κρατήσω τα αποτελέσματα.

code_5:

1. `$(".answers li").on('click', function(event){`
2. `$(this).addClass('selected').siblings().removeClass('selected');`
3. `window.selected_answer = $(this).attr('data-index');`
4. `questions[index].selected = window.selected_answer;`
5. `});`

Εφόσον επιλεγθεί μία απάντηση για την τελευταία πράξη και πατηθεί το κουμπί επόμενο τότε τα δεδομένα (id παιχνιδιού, ο χρόνος και τα ανανεωμένα δεδομένα της εφαρμογής με τις απαντήσεις του χρήστη) στέλνονται με αίτημα Ajax (**code_6**) στο server.

code_6:

1. `var request = $.ajax({`
2. `url: "<?php echo $games_url;?>",`
3. `data: {`
4. `game_id: "<?php echo $g_id;?>",`
5. `final_time: final_time,`
6. `questions: questions`
7. `},`
8. `method: 'POST',`
9. `dataType: 'json',`
10. `});`

Μετά καλείται η συνάρτηση `results` της PHP όπου συγκρίνει την απάντηση που επέλεξε ο χρήστης με την σωστή απάντηση κάθε ερωτήματος και αν ισούνται τότε αυξάνεται ο μετρητής των σωστών απαντήσεων. Η συνάρτηση γυρνάει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων (`code_7`).

code_7:

```
1. public function results($questions){
2.     $correct_questions = 0;
3.     foreach($questions as $index => $question){
4.         if($question['selected'] == $this->questions[$index]['correct']){
5.             $correct_questions++;
6.         }
7.     }
8.     return $correct_questions ;
9. }
```

Τα αποτελέσματα δηλαδή ο αριθμός των σωστών απαντήσεων αλλά και ο χρόνος εκτέλεσης της δραστηριότητας αποθηκεύονται σε session (`code_8`) για προσωρινή αποθήκευση.

code_8:

```
1. $_SESSION['game_correct_1'] = $game->results($_POST['questions']);
2. $_SESSION['game_time_1'] = isset($_POST['final_time']) ? $_POST['final_time'] :
   false;
```

Τέλος, το αίτημα θα επιστρέψει και αν ολοκληρώθηκε επιτυχώς τότε θα γίνει ανακατεύθυνση στην εκφώνηση της επόμενης δραστηριότητας ενώ εάν το αίτημα αποτύχει τότε εμφανίζει σχετικό μήνυμα και δεν προχωράει παρακάτω. Επιπρόσθετα, ο χρόνος ξεκινάει μόλις εμφανιστεί το πρώτο ερώτημα ενώ τελειώνει όταν το παιδί τελειώσει την δραστηριότητα.

7.3 Δεύτερη δραστηριότητα

Στην δεύτερη δραστηριότητα, εμπεριέχονται δύο μέρη. Πρώτον, το παιδί βλέπει τους αριθμούς για να τους απομνημονεύσει και εφόσον πατηθεί το κουμπί επόμενο, εξαφανίζονται οι αριθμοί και πρέπει να τους γράψει με την σειρά όπως εμφανιζόντουσαν πριν, χρησιμοποιώντας το ψηφιακό πληκτρολόγιο που εμφανίζεται στην δραστηριότητα. Τα «κουτιά» με αριθμούς είναι στοιχεία σε μία μη αριθμημένη λίστα `` και το κάθε «κουτί» είναι ένα στοιχείο HTML τύπου στοιχείο λίστας ``. Ενώ οι αριθμοί μέσα στο στοιχείο λίστας είναι στοιχεία ``. Στο δεύτερο μέρος της δραστηριότητας, όταν πατηθεί ένα

κουμπί από το εμφανιζόμενο πληκτρολόγιο, αν είναι αριθμός εκτελείται ο κώδικας σε JavaScript **code_9** ενώ αν είναι το κουμπί «διαγραφή» τότε εκτελείται ο κώδικας σε JavaScript **code_10**. Στο κώδικα **code_9** value είναι η μεταβλητή του τρέχοντος αριθμού και index είναι ο αριθμός του τρέχοντος ερωτήματος. Αρχικά βρίσκει το πρώτο ελεύθερο κουτάκι αριθμού και μετά ελέγχεται να βρεθεί η πρώτη ελεύθερη θέση στις δοσμένες απαντήσεις ώστε να εκχωρηθεί η νέα τιμή.

code_9:

```
1. var $a=$(".memory:empty").first();
2. $a.text(value);
3. $.each(questions[index].answers, function(ans_index, ans_value){
4.     if(!questions[index].given_answers[ans_index]){
5.         questions[index].given_answers[ans_index]=value;
6.         return false;
7.     }
8. });
```

Ενώ στο κώδικα **code_10** διαγράφετε ο αριθμός από το πρώτο(από δεξιά) μη κενό κουτάκι και με την if μέσα στην for ελέγχεται να βρεθεί η τελευταία θέση που έχει δοθεί απάντηση ώστε να διαγραφτεί.

code_10:

```
1. var $a=$(".memory:not(:empty)").last();
2. $a.text("");
3. var q=questions[index].answers;
4. var qr= Object.keys(q);
5. qr=qr.reverse();
6. for(var i=0;i<=qr.length;i++){
7.     var a=qr[i];
8.     if(questions[index].given_answers[a]){
9.         questions[index].given_answers[a]="";
10.        return false;
11.    }
12. }
```

Όταν πατηθεί το επόμενο γίνεται έλεγχος της απάντησης μέσω της συνάρτησης check_answers σε JavaScript (**code_11**). Στην συνάρτηση αυτήν αρχικά ελέγχεται με την πρώτη if για κάθε αριθμό της ακολουθίας αριθμών ξεχωριστά αν είναι σωστός και κρατάω πόσους αριθμούς έβαλε σωστά μεμονωμένα ενώ στην δεύτερη if ελέγγω αν ο συνολικός αριθμός σωστών απαντήσεων είναι ίσος με τον συνολικό αριθμό της ακολουθίας αριθμών

για ένα ερώτημα και αυξάνω τον αριθμό λανθασμένων ή σωστών ερωτημάτων (ακολουθιών αριθμών).

code_11:

```
1. function check_answers(){
2.     var index_length= 0;
3.     var correct_numbers=0;
4.     $.each(questions[current_question].answers, function(ans_index, ans_value){
5.         if(questions[current_question].answers[ans_index]===questions[
           current_question].given_answers[ans_index]){
6.             correct_numbers++; //correct answer
7.         }
8.         index_length++;
9.     });
10.    if(correct_numbers===index_length){
11.        correct_questions++;
12.    }
13.    else{
14.        wrong_questions++;
15.    }
16. }
```

Όταν τα συνολικά λάθη είναι 2 ή αν τελειώσουν τα ερωτήματα της δραστηριότητας τότε στέλνεται αίτημα στο server με κώδικα σε JavaScript παρόμοιο με το **code_6** όμως αντί για χρόνο στέλνεται ο αριθμός των σωστών ερωτημάτων. Το αποτέλεσμα δηλαδή ο αριθμός των σωστών απαντήσεων της δραστηριότητας αποθηκεύονται σε PHP session (**code_12**) για προσωρινή αποθήκευση. Τέλος, το αίτημα θα επιστρέψει και αν ολοκληρώθηκε επιτυχώς τότε θα γίνει ανακατεύθυνση στην εκφώνηση της επόμενης δραστηριότητας ενώ εάν το αίτημα αποτύχει τότε εμφανίζει σχετικό μήνυμα και δεν προχωράει παρακάτω.

code_12:

```
1. $_SESSION['game_correct_2']=isset($_POST['corrects'])?$_POST['corrects'] : false;
```

7.4 Τρίτη δραστηριότητα

Η Τρίτη δραστηριότητα αποτελείται από την αρχική εικόνα του σχήματος και έχει έξι επιλογές για το κομμάτι που λείπει. Οι επιλογές είναι στοιχεία σε μία μη αριθμημένη λίστα `` και η κάθε επιλογή είναι ένα στοιχείο HTML τύπου στοιχείο λίστας ``. Οι επιλογές αποτελούνται από την εικόνα ενός σχήματος το οποίο είναι τύπου `` και το γράμμα με την αρίθμηση του, το οποίο είναι τύπου ``. Όταν πατηθεί μία επιλογή δηλαδή ένα

στοιχείο λίστας, τότε μέσω του κώδικα **code_13** σε JavaScript στην επιλογή αυτή προσθέεται η κλάση (class) “selected” και έτσι διαμορφώνεται σαν «πατημένο κουμπί». Αν κάποια άλλη επιλογή ήταν ήδη επιλεγμένη τότε φεύγει η κλάση από το άλλο επιλεγμένο στοιχείο λίστας. Ενώ κρατάω την ταυτότητα της σχήματος που επιλέχθηκε ώστε αργότερα να κρατήσω τα αποτελέσματα.

code_13:

1. `$(".shapes li").on('click', function(event){`
 2. `$(this).addClass('selected').siblings().removeClass('selected');`
 3. `window.selected_answer = $(this).attr('data-index');`
 4. `questions[index].selected = window.selected_answer;`
- `});`

Εφόσον επιλεγθεί μία απάντηση για το τελευταίο σχήμα και πατηθεί το κουμπί επόμενο τότε τα δεδομένα (id παιχνιδιού, και τα ανανεωμένα δεδομένα της εφαρμογής με τις απαντήσεις του χρήστη) στέλνονται με αίτημα Ajax στο server() κωδικός ίδιος με το **code_6** χωρίς την μεταβλητή χρόνου.

Μετά καλείται η συνάρτηση `results` (**code_7**) όπου συγκρίνει την απάντηση που επέλεξε ο χρήστης με την σωστή απάντηση κάθε ερωτήματος και αν ισούνται τότε αυξάνεται ο μετρητής των σωστών απαντήσεων. Η συνάρτηση γυρνάει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων. Το αποτέλεσμα δηλαδή ο αριθμός των σωστών απαντήσεων της δραστηριότητας αποθηκεύονται σε PHP session (**code_14**) για προσωρινή αποθήκευση. Τέλος, το αίτημα θα επιστρέψει και αν ολοκληρώθηκε επιτυχώς τότε θα γίνει ανακατεύθυνση στην εκφώνηση της επόμενης δραστηριότητας ενώ εάν το αίτημα αποτύχει τότε εμφανίζει σχετικό μήνυμα και δεν προχωράει παρακάτω.

code_14:

1. `$_SESSION['game_correct_3'] = $game->results($_POST['questions']);`

7.5 Τέταρτη δραστηριότητα

Η Τέταρτη δραστηριότητα αποτελείται από ερωτήσεις και περιλαμβάνονται δύο επιλογές απάντησης για κάθε ερώτηση. Οι επιλογές είναι στοιχεία σε μία μη αριθμημένη λίστα `` και η κάθε επιλογή είναι ένα στοιχείο HTML τύπου στοιχείο λίστας ``. Οι επιλογές αποτελούνται από την απάντηση η οποία είναι τύπου `` και το γράμμα με την αρίθμηση του, το οποίο είναι και αυτό τύπου ``. Όταν πατηθεί μία επιλογή (δηλαδή ένα στοιχείο λίστας) , τότε μέσω του κώδικα **code_5** σε JavaScript στην επιλογή αυτή προσθέεται η κλάση (class) “selected και έτσι διαμορφώνεται σαν «πατημένο κουμπί». Αν κάποια άλλη επιλογή ήταν ήδη επιλεγμένη τότε φεύγει η κλάση από το άλλο επιλεγμένο

στοιχείο λίστας. Επίσης κρατάω την ταυτότητα της απάντησης που επιλέχθηκε ώστε αργότερα να κρατήσω τα αποτελέσματα. Εφόσον επιλεγθεί μία απάντηση για την τελευταία ερώτηση και πατηθεί το κουμπί επόμενο τότε τα δεδομένα (id παιχνιδιού, ο χρόνος και τα ανανεωμένα δεδομένα της εφαρμογής με τις απαντήσεις του χρήστη) στέλνονται με αίτημα Ajax στο server(**code_6**).

Μετά καλείται η συνάρτηση `results (code_7)`, η οποία συγκρίνει την απάντηση που επέλεξε ο χρήστης με την σωστή απάντηση κάθε ερωτήματος και αν ισούνται τότε αυξάνεται ο μετρητής των σωστών απαντήσεων. Η συνάρτηση γυρνάει τον αριθμό των σωστών απαντήσεων. Το αποτέλεσμα δηλαδή ο αριθμός των σωστών απαντήσεων αλλά και ο χρόνος εκτέλεσης της δραστηριότητας αποθηκεύονται σε session για προσωρινή αποθήκευση (**code_15**).

code_15:

1. `$_SESSION['game_correct_4'] = $game->results($_POST['questions']);`
2. `$_SESSION['game_time_4']=isset($_POST['final_time']) ? $_POST['final_time'] : false;`

Τέλος, το αίτημα θα επιστρέψει και αν ολοκληρώθηκε επιτυχώς τότε θα γίνει ανακατεύθυνση στην εκφώνηση της επόμενης δραστηριότητας ενώ εάν το αίτημα αποτύχει τότε εμφανίζει σχετικό μήνυμα και δεν προχωράει παρακάτω. Επιπρόσθετα, ο χρόνος ξεκινάει μόλις εμφανιστεί το πρώτο ερώτημα ενώ τελειώνει όταν το παιδί τελειώσει την δραστηριότητα.

7.6 Πέμπτη δραστηριότητα

Η Πέμπτη δραστηριότητα είναι ένα παιχνίδι στο οποίο μέσα σε ένα πλαίσιο «πέφτουμε» από ψηλά τρία σχήματα και πρέπει το παιδί να πατήσει όλα τα τετράγωνα που θα εμφανιστούν σε όλο το παιχνίδι. Το πλαίσιο είναι στοιχείο HTML `div` και περιέχει και τρία στοιχεία `div` ώστε να είναι μέσα το σχήμα.

Όταν πατηθεί το κουμπί για να ξεκινήσει το παιχνίδι, τότε δημιουργείται ένας πίνακας με όλα τα σχήματα (ονόματα) που θα εμφανιστούν στο παιχνίδι και αμέσως μετά διαμορφώνεται νέος πίνακας με τυχαία σειρά των ονομάτων των σχημάτων. Έπειτα ξεκινάει το παιχνίδι καλώντας `requestAnimationFrame` (λέει στον περιηγητή να γίνει animation), εφόσον γίνεται έλεγχος μέσω της συνάρτησης `check_shape_hits_floor` για κάθε ένα από τα τρία εμφανιζόμενα σχήματα αν το επάνω μέρος του προηγούμενου σχήματος έχει ακουμπήσει το πάτωμα του πλαισίου. Στην περίπτωση που είναι η αρχή και δεν υπήρξε

προηγούμενο σχήμα ο έλεγχος γίνεται με την τη μεταβλητή `shapes_count` όπου φανερώνει τον αριθμό σχήματος (**code_16**).

code_16:

```
1. the_game = function () {
2.     if (check_shape_hits_floor(div_1)|| shapes_count==0) {
3.         shape_function(shapes_random[shapes_count],div_1);
4.         shapes_count++;
5.     }
6.     if (check_shape_hits_floor(div_2)|| shapes_count==1) {
7.         shape_function(shapes_random[shapes_count],div_2);
8.         shapes_count++;
9.     }
10.    if (check_shape_hits_floor(div_3)|| shapes_count==2) {
11.        shape_function(shapes_random[shapes_count],div_3);
12.        shapes_count++;
13.    }
14.    if (points < 20 && shapes_count < 60) {
15.        anim_id = requestAnimationFrame(the_game);
16.        if(shapes_count==59){
17.            shapes_count++;
18.        }
19.    } else if (points >= 20 || shapes_count >= 60){
20.        stop_the_game();
21.    }
22. };
23. anim_id = requestAnimationFrame(the_game);
```

Στα πρώτα τρία if του προηγούμενου κώδικα (**code_16**) εφόσον ισχύει η συνθήκη τότε καλείται η συνάρτηση `shape_function` για να προσθέσει νέο σχήμα μέσα στο πλαίσιο και μετά αυξάνεται η μεταβλητή `shapes_count` ώστε να γνωρίζει πόσα σχήματα έχουν εμφανιστεί μέσα στο πλαίσιο. Στην τελευταία if ελέγχεται αν έχουν δεν έχουν εμφανιστεί όλα τα σχήματα και οι πόντοι του χρήστη είναι κάτω από το συνολικό βαθμό πόντων που μπορεί να αποκτήσει τότε ξανακαλείται το `requestAnimationFrame`(για την διαδικασία εμφάνισης των επόμενων τριών σχημάτων). Στην περίπτωση που δεν έχουν εμφανιστεί όλα τα σχήματα ή έχουν περάσει όλα τα σχήματα στόχος και ο χρήστης τα έχει πατήσει όλα τότε καλείται η συνάρτηση `stop_the_game` η οποία θα σταματήσει το παιχνίδι.

Στην συνάρτηση `check_shape_hits_floor` (**code_17**) με παράμετρο το όνομα του `div`, μέσα σε μία μεταβλητή εκχωρείτε η τιμή του άξονα `x` στην οποία βρίσκεται το επάνω μέρος του σχήματος. Όταν η μεταβλητή αυτή ισούται με την μεταβλητή που έχει την τιμή του

άξονα χ στην οποία βρίσκεται το πάτωμα του πλαισίου του παιχνιδιού, τότε το div αδειάζετε (δηλαδή σβήνεται το σχήμα).

code_17:

```
1. function check_shape_hits_floor(shape) {
2.   var shape_top=parseInt(shape.css('top'),10);
3.   if (shape_top===floor) {
4.     shape.empty();
5.     return true;
6.   }
7.   return false;
8. }
```

Στην συνάρτηση `shape_function` (**code_18**) με παράμετρο το όνομα σχήματος και το id του div που θα μπει το σχήμα αρχικά δημιουργείται ένα στοιχείο `img` της HTML μέσω της JavaScript για το σχήμα. Με ιδιότητες `src` για την διεύθυνση της εικόνας και την προσαρμοσμένη ιδιότητα `data-name` για το όνομα του σχήματος. Μετά το σχήμα μπαίνει μέσα στο div και αλλάζει η θέση του στον άξονα χ λίγο πιο ψηλά από το πλαίσιο. Επίσης του δίνεται η δυνατότητα `animate` ώστε να μετακινηθεί το div από την αρχική του θέση προς την δοσμένη τελική του θέση που είναι στο τέλος του πλαισίου με μία ταχύτητα. Τέλος, όταν πατηθεί το σχήμα τρέχει η συνάρτηση `shape_click`.

code_18:

```
1. function shape_function(shape_name,shape_div){
2.   var shape_element=$( "<img class='shape-go'/>" );
3.   shape_element.attr("src","gonogo/"+shape_name+".png");
4.   shape_element.attr("data-name",shape_name);
5.   var width_container = parseInt($(".game-container").css("width"),10);
6.   var height_container = parseInt($(".game-container").css("height"),10);
7.   shape_div.append(shape_element);
8.   shape_div.css("top", "-"+100+"px");
9.   var speed= parseInt(questions[0].milliseconds_shapes_appear);
10.  shape_div.animate({"top": height_container+"px"}, speed, "linear");
11.  shape_element.click(shape_click);
12. }
```

Η συνάρτηση `shape_click` (**code_19**) εφόσον πάρει το όνομα του σχήματος το ελέγχει με το όνομα στόχου σχήματος (τετράγωνο) και αν είναι ίδιο τότε αυξάνονται οι πόντοι και εξαφανίζεται το σχήμα από το πλαίσιο.

code_19:

```
1. function shape_click() {
2.     var name_current=$(this).attr("data-name");
3.     var name=questions[0].aim_shape;
4.     if (name===name_current){
5.         points++;
6.         $(this).remove();
7.     }
8. }
```

Η συνάρτηση stop_the_game (**code_20**) έχει γραμμές κώδικας που θα εκτελεστούν μετά από μερικά δευτερόλεπτα για να είναι σίγουρο ότι έχουν περάσει τα σχήματα στο τέλος του πλαισίου. Τότε ακυρώνουμε το animation και αποθηκεύονται οι πόντοι και εκχωρείται στην μεταβλητή game_stopped η τιμή true για να ενημέρωση του τερματισμού του παιχνιδιού.

code_20:

```
1. function stop_the_game() {
2.     setTimeout(function() {
3.         cancelAnimationFrame(anim_id);
4.         $("#end-go").css("display","block");
5.         $("#start-game-div").css("display","block");
6.         questions[0].score=points;
7.         game_stopped=true;
8.     }, 8000);
9. }
```

Τέλος, εφόσον το παιχνίδι τελειώσει πατηθεί το κουμπί επόμενο στέλνεται αίτημα στο server με το id της δραστηριότητας και τα ανανεωμένα δεδομένα της εφαρμογής με τις απαντήσεις του χρήστη. Το αποτέλεσμα δηλαδή ο αριθμός των «πατημένων» τετραγώνων της δραστηριότητας αποθηκεύονται σε session (**code_21**) για προσωρινή αποθήκευση. Τέλος, το αίτημα θα επιστρέψει και αν ολοκληρώθηκε επιτυχώς τότε θα γίνει ανακατεύθυνση στην εκφώνηση της επόμενης δραστηριότητας ενώ εάν το αίτημα αποτύχει τότε εμφανίζει σχετικό μήνυμα και δεν προχωράει παρακάτω.

code_21:

```
1. $_SESSION['game_correct_5'] = $_POST['questions'][0]['score'];
```


7.7 Έκτη δραστηριότητα

Ο κώδικας της έκτης δραστηριότητα είναι σχεδόν ίδια με την τέταρτη δραστηριότητα. Η διαφορά είναι ότι στο server αφού αποθηκευτούν προσωρινά τα αποτελέσματα του χρήστη σε `session(code_22)` τότε γίνεται και η μόνιμη αποθήκευση των αποτελεσμάτων.

code_22:

```
1. $_SESSION['game_correct_6']=$game>results($_POST['questions']);
2. $_SESSION['game_time_6']=isset($_POST['final_time'])?
   $_POST['final_time'] : false;
```

Έπειτα εφόσον έχουν καταχωρηθεί σε μεταβλητές της PHP τα αποτελέσματα του χρήστη τότε κάνω σύνδεση με την βάση δεδομένων(**code_23**).

code_23:

```
1. try {
2.     $conn = new PDO("mysql:host=$servername;dbname=$db", $serverusername,
   $serverpassword);
3.     $conn->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE,
   PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
4. }
5. catch(PDOException $e)
6. {
7.     echo "Connection failed: " . $e->getMessage();
8. }
```

Όταν συνδεθεί η βάση τότε στέλνεται ένα ερώτημα SQL(**code_24**) για γίνει εκχώρηση της εγγραφής στο πίνακα της βάσης δεδομένων με τα δεδομένα δηλαδή όνομα, τάξη, ηλικία και αριθμός σωστών απαντήσεων και χρόνοι παιχνιδιών.

code_24:

```
1. $sql = "INSERT INTO results_table ( name, class, gender, game1_correct ,
   game1_time, game2_correct, game3_correct, game4_correct, game4_time,
   game5_correct, game6_correct, game6_time)
2.     VALUES ('$name', '$class', '$gender', '$game_correct_1', '$game_time_1',
   '$game_correct_2', '$game_correct_3', '$game_correct_4', '$game_time_4',
   '$game_correct_5', '$game_correct_6', '$game_time_6')";
3. $conn->exec($sql);
4. $conn = null;
```

Τέλος, το αίτημα θα επιστρέψει και αν ολοκληρώθηκε επιτυχώς τότε θα γίνει ανακατεύθυνση στην τελευταία σελίδα της εφαρμογής.

7.8 Πίνακας αποτελεσμάτων

Για την αποθήκευση των αποτελεσμάτων έχει χρησιμοποιηθεί πίνακας στην βάση δεδομένων ο οποίος ονομάζεται `results_table` και δημιουργείται με ερώτημα SQL με την εντολή 1. `CREATE TABLE (code_25)`. Τα ονόματα των στηλών του πίνακα είναι `id`, `name`, `class`, `gender`, `game1_correct`, `game1_time`, `game2_correct`, `game3_correct`, `game4_correct`, `game4_time`, `game5_correct`, `game6_correct`, `game6_time`. Όλες οι στήλες δηλώνονται με `NOT NULL` δηλαδή είναι υποχρεωτική η εισαγωγή δεδομένου. Τα `name`, `class` και `gender` καθορίζουν τα στοιχεία του παιδιού για όνομα, τάξη και φύλο, τα οποία όλα δηλώνονται `VARCHAR` διότι είναι χαρακτήρες. Τα ονόματα στηλών που περιέχουν στο όνομα τους την λέξη `correct` είναι για την εκχώρηση των αποτελεσμάτων και είναι ακέραιοι αριθμοί που δηλώνονται με `INT` ενώ τα αν περιέχουν την λέξη `time` χρησιμοποιούνται για την εκχώρηση του χρόνου των δραστηριοτήτων και δηλώνονται χαρακτήρες με `VARCHAR`. Ενώ χρησιμοποιείται το `COLLATE utf8_unicode_ci` το οποίο είναι το Unicode για τύπο UTF-8 χωρίς ταίριασμα πεζών με κεφαλαίων γραμμάτων.

code_25:

1. `CREATE TABLE `results_table` (`
2. ``id` INT(255) NOT NULL UNIQUE AUTO_INCREMENT,`
3. ``name` VARCHAR(50) COLLATE utf8_unicode_ci NOT NULL,`
4. ``class` VARCHAR(50) COLLATE utf8_unicode_ci NOT NULL,`
5. ``gender` VARCHAR(50) COLLATE utf8_unicode_ci NOT NULL,`
6. ``game1_correct` INT(10) NOT NULL,`
7. ``game1_time` VARCHAR(50) COLLATE utf8_unicode_ci NOT NULL,`
8. ``game2_correct` INT(10) NOT NULL,`
9. ``game3_correct` INT(10) NOT NULL,`
10. ``game4_correct` INT(10) NOT NULL,`
11. ``game4_time` VARCHAR(50) COLLATE utf8_unicode_ci NOT NULL,`
12. ``game5_correct` INT(10) NOT NULL,`
13. ``game6_correct` INT(10) NOT NULL,`
14. ``game6_time` VARCHAR(50) COLLATE utf8_unicode_ci NOT NULL`
15. `) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8 COLLATE=utf8_unicode_ci;`

Τέλος το `id` είναι ένας μοναδικός αριθμός (`UNIQUE`) και αυξάνεται μόνος του με κάθε εγγραφή (`AUTO_INCREMENT`).

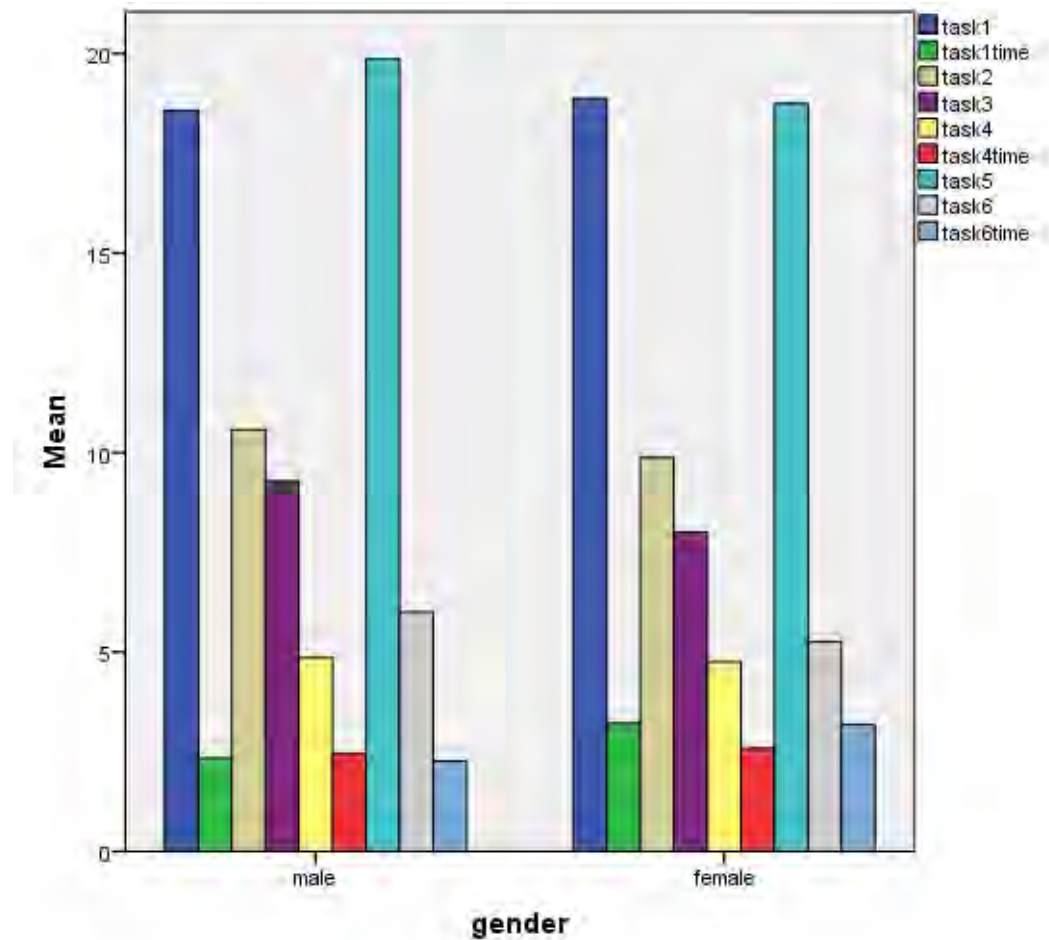
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 Αποτελέσματα

Προκειμένου να εντοπιστούν τα αποτελέσματα της χρήσης της διαδικτυακής εφαρμογής χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση με σκοπό τον εντοπισμό του μέσου όρου των συμμετεχόντων ανάλογα με το σύνολο των σωστών απαντήσεων και το χρόνο ολοκλήρωσης κάθε υποδοκιμασίας. Σε κάθε περίπτωση ως ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν το φύλο και η ηλικία των συμμετεχόντων και ως εξαρτημένες το σύνολο των σωστών απαντήσεων στις υποδοκιμασίες και ο χρόνος ολοκλήρωσής τους. Τα αποτελέσματα αναφορικά με το μέσο όρο των συμμετεχόντων αναφορικά με το φύλο παρουσιάζονται στον πίνακα 3 και στο γράφημα 1.

Πίνακας 3. Μέσος όρος και τυπική απόκλιση στο σύνολο των δοκιμασιών ανάλογα με το φύλο των συμμετεχόντων.

Φύλο	Δραστηριότητα 1	Δραστηριότητα 1 χρόνος	Δραστηριότητα 2	Δραστηριότητα 3	Δραστηριότητα 4	Δραστηριότητα 4 χρόνος	Δραστηριότητα 5	Δραστηριότητα 6	Δραστηριότητα 6 χρόνος
M.O.	18.57	2.3343	10.57	9.29	4.86	2.4443	19.86	6.00	2.2657
Αγόρια N	7	7	7	7	7	7	7	7	7
T.A.	2.507	0.94793	2.149	0.488	1.069	1.29527	0.378	0.000	1.67366
M.O.	18.88	3.2100	9.88	8.00	4.75	2.5825	18.75	5.25	3.1750
Κορίτσια N	8	8	8	8	8	8	8	8	8
T.A.	1.126	1.04706	2.475	2.563	0.886	1.52251	1.909	1.035	1.79321

Γράφημα 1. Μέσος όρος στο σύνολο των δοκιμασιών ανάλογα με το φύλο των συμμετεχόντων.

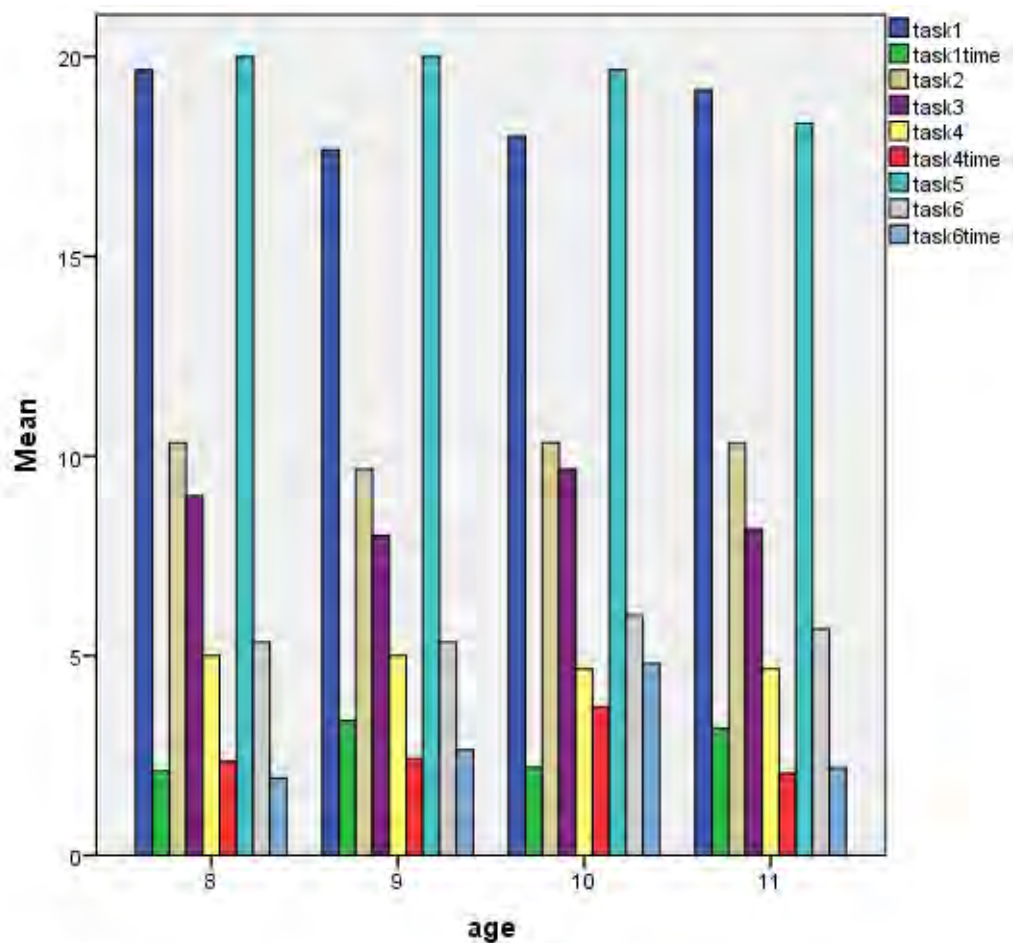


Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση με σκοπό το μέσο όρο και την τυπική απόκλιση των συμμετεχόντων στο σύνολο των υποδοκιμασιών με βάση την ηλικία. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 4 και στο γράφημα 2.

Πίνακας 4. Μέσος όρος και τυπική απόκλιση στο σύνολο των δοκιμασιών ανάλογα με την ηλικία των συμμετεχόντων.

Ηλικία		Δραστη ριότητα 1	Δραστηρ ιότητα 1 χρόνος	Δραστη ριότητα 2	Δραστη ριότητα 3	Δραστη ριότητα 4	Δραστηρ ιότητα 4 χρόνος	Δραστη ριότητα 5	Δραστη ριότητα 6	Δραστηρ ιότητα 6 χρόνος
8	M.O	19.67	2.1067	10.33	9.00	5.00	2.3467	20.00	5.33	1.9300
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	T.A	0.577	1.16646	2.887	0.000	1.000	1.18090	0.000	1.155	1.39474
9	M.O	17.67	3.3667	9.67	8.00	5.00	2.4267	20.00	5.33	2.6400
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	T.A	3.215	0.98155	2.309	2.646	1.000	1.50603	0.000	1.155	1.55952
10	M.O	18.00	2.1967	10.33	9.67	4.67	3.7167	19.67	6.00	4.8000
	N	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	T.A	2.000	0.13868	2.082	0.577	1.155	1.62814	0.577	0.000	0.65574
11	M.O	19.17	3.1683	10.33	8.17	4.67	2.0500	18.33	5.67	2.1917
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	T.A	1.329	1.17734	2.658	2.563	1.033	1.26486	2.066	0.816	1.80314

Γράφημα2. Μέσος όρος στο σύνολο των δοκιμασιών ανάλογα με την ηλικία των συμμετεχόντων.



Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με στόχο των εντοπισμό διαφορών στο σύνολο των συμμετεχόντων στο παρόν ερευνητικό πρωτόκολλο ανάλογα με το φύλο. Χρησιμοποιήθηκε μονοπαραγοντική στατιστική ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) όπου τέθηκε ως ανεξάρτητη μεταβλητή το φύλο των συμμετεχόντων και ως εξαρτημένες μεταβλητές το σύνολο των σωστών απαντήσεων και ο χρόνος ολοκλήρωσης των υποδοκιμασιών. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 5.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα ANOVA ανάλυσης με ανεξάρτητη μεταβλητή το φύλο των συμμετεχόντων.

Υποδοκιμασία	F	Στατιστική σημαντικότητα
Δραστηριότητα 1	0.096	0.762
Δραστηριότητα 1 χρόνος	2.849	0.115
Δραστηριότητα 2	0.333	0.573
Δραστηριότητα 3	1.692	0.216
Δραστηριότητα 4	0.045	0.835
Δραστηριότητα 4 χρόνος	0.035	0.854
Δραστηριότητα 5	2.257	0.157
Δραστηριότητα 6	3.640	0.079
Δραστηριότητα 6 χρόνος	1.021	0.331

Από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων της στατιστικής ανάλυσης γίνεται κατανοητό το γεγονός ότι δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές($p>0.05$) τόσο στο σύνολο των σωστών απαντήσεων όσο και στο χρόνο των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών που συμμετείχαν στο παρόν ερευνητικό πρωτόκολλο με βάση το φύλο, γεγονός που επιβεβαιώνει την μηδενική ερευνητική υπόθεση.

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε μονοπαραγοντική στατιστική ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) προκειμένου να εντοπιστούν διαφορές ανάλογα με την ηλικία των συμμετεχόντων. Στον πίνακα 6. παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης.

Πίνακας 6. Αποτελέσματα ANOVA ανάλυσης με ανεξάρτητη μεταβλητή την ηλικία των συμμετεχόντων.

Υποδοκιμασία	F	Στατιστική σημαντικότητα
Δραστηριότητα 1	0.842	0.499
Δραστηριότητα 1 χρόνος	1.361	0.306
Δραστηριότητα 2	0.055	0.982
Δραστηριότητα 3	0.471	0.709

Δραστηριότητα 4	0.122	0.945
Δραστηριότητα 4 χρόνος	1.020	0.421
Δραστηριότητα 5	1.489	0.272
Δραστηριότητα 6	0.395	0.759
Δραστηριότητα 6 χρόνος	2.343	0.129

Από την παρουσίαση των αποτελεσμάτων προκύπτει το συμπέρασμα ότι δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p > 0.05$) στο σύνολο των σωστών απαντήσεων και στο χρόνο ολοκλήρωσης των υποδοκιμασιών στο σύνολο των συμμετεχόντων στην παρούσα έρευνα ανάλογα με την ηλικία, γεγονός που επιβεβαιώνει την μηδενική ερευνητική υπόθεση.

Τέλος αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι επειδή πρόκειται για μια νέα συστοιχία υποδοκιμασιών μέτρησης της μαθηματικής ικανότητας των παιδιών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης, μετρήθηκε και ο έλεγχος αξιοπιστίας. Αναλυτικότερα, η αξιοπιστία των υποκλιμάκων της παρούσα συστοιχίας ελέγχθηκε με το δείκτη Cronbach's alpha. Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στον υπολογισμό της αξιοπιστίας χρησιμοποιήθηκαν μόνο οι υποδοκιμασίες και όχι ο χρόνος ολοκλήρωσής τους.

Το Cronbach's alpha είναι μια δοκιμή αξιοπιστίας που διεξάγεται προκειμένου να μετρηθεί η εσωτερική συνέπεια, δηλαδή η αξιοπιστία του οργάνου μέτρησης. Στην παρούσα μελέτη το αποτέλεσμα $\alpha = 0.859$ όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 7.

Πίνακας 7. Πίνακας ελέγχου αξιοπιστίας όλων των υποδοκιμασιών.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
0.859	6

Τα αποτελέσματα του υπολογισμού της αξιοπιστίας των υποδοκιμασιών που αποτελούν τη συστοιχία ανίχνευσης της μαθηματικής δεξιότητα κρίνονται αρκετά ικανοποιητικά. Είναι απαραίτητο να επισημανθεί ότι προκειμένου μια δοκιμασία να θεωρηθεί αξιόπιστη πρέπει το Cronbach's alpha να είναι μεγαλύτερο από $\alpha = 0.70$ και στη συγκεκριμένη συστοιχία εντοπίστηκε $\alpha = 0.859$, γεγονός που επιβεβαιώνει την τρίτη ερευνητική υπόθεση του παρόντος πρωτοκόλλου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα στο παρόν ερευνητικό πρωτόκολλο υποστηρίζουν την πρώτη ερευνητική υπόθεση που αναφέρει ότι οι τυπικά αναπτυσσόμενοι μαθητές δεν έχουν σημαντικές διαφορές στο σύνολο των σωστών απαντήσεων και στο χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων ανάλογα με το φύλο. Διότι τα αποτελέσματα έδειξαν να μην υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p>0.05$). Η δεύτερη ερευνητική υπόθεση αναφέρει ότι οι τυπικά αναπτυσσόμενοι μαθητές δεν έχουν σημαντικές διαφορές στο σύνολο των σωστών απαντήσεων και στο χρόνο ολοκλήρωσης των δραστηριοτήτων ανάλογα με την ηλικία. Διότι τα αποτελέσματα έδειξαν να μην υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p>0.05$). Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δύο ερευνητικών υποθέσεων, επιβεβαιώνονται οι αρχικές μηδενικές ερευνητικές υποθέσεις.

Επιπλέον, επιβεβαιώνεται και η τρίτη ερευνητική υπόθεση του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου που αναφέρει ότι η συστοιχία δοκιμασιών που κατασκευάστηκε και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα έρευνα έχει αξιοπιστία σύμφωνα με τα αποτελέσματα του υπολογισμού του Cronbach's alpha. Αξίζει να σημειωθεί ότι το αποτέλεσμα της συστοιχίας των δραστηριοτήτων είναι $\alpha=0.859$, γεγονός που την καθιστά αξιόπιστη διότι ξεπερνάει το ελάχιστο όριο ($\alpha=0.70$) για να κριθεί μία δοκιμασία αξιόπιστη σύμφωνα με το Cronbach's alpha.

Το παρόν ερευνητικό πρωτόκολλο με το σύνολο των δραστηριοτήτων για την ανίχνευση μαθησιακών δυνατοτήτων στα μαθηματικά περιέχει μερικούς περιορισμούς. Ένας βασικός περιορισμός είναι ότι χορηγήθηκε σε μικρό αριθμό συμμετεχόντων ($N=15$). Άλλος ένας βασικός περιορισμός είναι ότι οι συμμετέχοντες είναι παιδιά μόνο τυπικής ανάπτυξης, οπότε χωρίς μαθησιακές δυσκολίες. Επιπρόσθετα, άλλος ένας περιορισμός είναι ότι δεν έχει γίνει εκτίμηση της εκπαιδευτικής διδασκαλίας των παιδιών.

Τέλος, είναι σημαντικό να σημειωθεί και η χρησιμότητα της δημιουργηθείσας εφαρμογής. Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύνολο των δραστηριοτήτων μπορεί να αποτελέσει ένα αρχικό τεστ ανίχνευσης μαθησιακών δυνατοτήτων και δυσκολιών στα μαθηματικά εφόσον χορηγηθεί σε μεγάλο δείγμα μαθητών και παρουσιάσει στατιστικά παρόμοια με του παρόντος ερευνητικού πρωτοκόλλου χωρίς σημαντικές διαφορές. Η διαδικτυακή εφαρμογή που κατασκευάστηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τους δασκάλους Δημοτικού ώστε να βοηθηθούν για να προσαρμόσουν ένα πρόγραμμα ενίσχυσης των μαθηματικών δυνατοτήτων των παιδιών σχολικής ηλικίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγαλιώτης, Ι. (2000). *Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά*. Αθήνα: Ελληνικά γράμματα.
- Alarcón, M., DeFries, J., Light, J. & Pennington, B. (1997). A Twin Study of Mathematics Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 30(6), 617–623. Doi: 10.1177/002221949703000605
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). American Psychiatric Publishing.
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (5th ed.). Washington DC: American Psychiatric Association.
- Αναγνωστόπουλος, Δ. (2000). Η αιτιοπαθογένεια των μαθησιακών διαταραχών. *Αρχαία Ελληνική Ιατρική*, 17(5), 506-517. Ανακτήθηκε από <https://www.mednet.gr/archives/2000-5/pdf/506.pdf>
- Ardila, A. & Rosselli, M. (2002). Acalculia and dyscalculia. *Neuropsychology Review*, 12(4), 179-231. Doi: 10.1023/A:1021343508573
- Bakwin, H. & Bakwin, R. (1960). *Clinical Management of Behavior Disorders in Children* (2nd edition). Philadelphia: W.B. Saunderst.
- Βοζικάκη, Α. (2016). *ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ: Συναισθηματικές συνιστώσες παιδιών με ΜΔ. Ο ρόλος των ειδικών στην αξιολόγηση, διάγνωση και θεραπεία. Ο ρόλος της οικογένειας* (Πτυχιακή εργασία). Τεχνικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πελοποννήσου, Καλαμάτα.
- Butterworth, B. (2003). *Dyscalculia screener*. London: NferNelson Pub.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3-18. Doi: 10.1111/j.1469-7610.2004.00374.x
- Caramazza A, Capasso R. & Miceli G. (1996). The role of the graphemic buffer in reading. *Cognitive Neuropsychology*, 13(5), 673-698. Doi: 10.1080/026432996381881
- Castles, A. & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, 47(2), 149-180. Doi: 10.1016/0010-0277(93)90003-e
- Chinn, S. (2013). *The trouble with maths: A practical guide to helping learners with numeracy difficulties*. Routledge.
- Cohn, R. (1968). Developmental Dyscalculia. *Pediatric Clinics of North America*, 15(3), 651–668. Doi:10.1016/s0031-3955(16)32167-8

- Γρετσίστα, Α. (2012). *Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά της Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσης - Το φαινόμενο της Δυσαριθμησίας* (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Γρίβα, Γ. (2012). *Η μάθηση των μαθηματικών υπό το πρίσμα αναπτυξιακών διαταραχών που την δυσχεραίνουν – Θεωρητικά και διδακτικά ερωτήματα και προκλήσεις*. Ανακτήθηκε από <https://docplayer.gr/33509420-I-mathisi-ton-mathimatikon-yp-to-prisma-anaptyxiakon-diatarahon-poy-tin-dysherainoyn-theoritika-kai-didaktika-erotimata-kai-prokliseis.html>
- Department for Education and Skills. (2001). *Guidance to support pupils with dyslexia and dyscalculia*. Retrieved from http://scotens.org/sen/resources/dyslexia_leaflet_maths.pdf
- Deuel, R. (1995). Developmental Dysgraphia and Motor Skills Disorders. *Journal of Child Neurology*, 10, S6–S8. doi:10.1177/08830738950100s103
- Ellis, A. (1993). *Reading, Writing and Dyslexia: A cognitive analysis*. Hove, UK: Erlbaum.
- Ferraz, F. & Neves, J. (2015). A brief look into dyscalculia and supportive tools. In 2015 *E-Health and Bioengineering Conference* (pp. 1-4). Doi: 10.1109/EHB.2015.7391584
- Fias, W., Lammertyn, J., Reynvoet, B., Dupont, P., & Orban, G. A. (2003). Parietal representation of symbolic and nonsymbolic magnitude. *Journal of cognitive neuroscience*, 15(1), 47-56. Doi: <https://doi.org/10.1162/089892903321107819>
- Flinter, P. (1979). Educational implications of dyscalculia. *The Arithmetic Teacher*, 26(7), 42-46. Retrieved from <https://scholar.google.com/>
- Friedmann, N., & Coltheart, M. (2018). Types of development dyslexia. In A. Bar-On, D. Ravid, & E. Dattner (Eds.), *Handbook of communications disorders: theoretical, empirical, and applied linguistic perspectives* (pp. 37). Berlin, Boston: De Gruyter Mouton. Doi: 10.1515/9781614514909
- Ζυγούρης, Ν (2016). *Ορισμοί, περιορισμοί, επιδημιολογία, συννοσηρότητα και ειδικές μαθησιακές δυσκολίες* (Πανεπιστημιακές σημειώσεις), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λαμία.
- Geary, D. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 37(1), 4-15. doi: 10.1177/00222194040370010201
- Hall, J. , Salas, B., Grimes, A. (1999). *Evaluation and Improving Written Expression. A Practical Guide for Teachers* (Third Edition). Austin, Texas : Pro-ed.
- Hammill, D. (1990). On Defining Learning Disabilities: An Emerging Consensus, *Journal of Learning Disabilities*, 23(2), 74-84. Doi: 10.1177/002221949002300201

- Hamstra-Bletz, L. & Blöte, A. (1993). A Longitudinal Study on Dysgraphic Handwriting in Primary School. *Journal of Learning Disabilities*, 26(10), 689–699. doi: 10.1177/002221949302601007
- Haskell, S. (2000). The determinants of arithmetic skills in young children: some observations. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, S77–S86. Doi: 10.1007/s007870070011
- Kamala, R., & Ramganes, E. (2015). Difficulties in identifying the dyslexics in multilingual context. *International Journal of Humanities and Social Science Invention*, 4(1), 18-22. Retrieved from <https://scholar.google.com/>
- Καραπέτσας, Α., Λαδόπουλος Ε. (2008). Μετωπιαίοι λοβοί και εκπαίδευση. *Το Βήμα των Κοινωνικών Επιστημών*, Τόμος ΙΓ' (τεύχος 52).
- Κεντερλής, Π. (2009). *Ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών-Θεωρία και Πράξη*. Αθήνα
- Kosc, L. (1970). Psychology and psychopathology of mathematical abilities. *Studia psychologica*, 12, 159-162. Retrieved from <https://scholar.google.com/>
- Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of learning disabilities*, 7(3), 164-177. Doi: 10.1177/002221947400700309
- Lakoff, G. & Nunez, R. (2000). *Where Mathematics Come From*. USA: Basic Books.
- Lewandowski, L., Wood, W., & Miller, L. (2016). Technological Applications for Individuals with Learning Disabilities and ADHD, *Computer-Assisted and Web-Based Innovations in Psychology, Special Education, and Health*, 61–93. Doi: 10.1016/b978-0-12-802075-3.00003-6
- Michaelson, M. (2007). An overview of dyscalculia: Methods for ascertaining and accommodating dyscalculic children in the classroom. *Australian Mathematics Teacher*, 63(3), 17-22. Retrieved from <https://scholar.google.com/>
- Μιχαηλίδου Φ. (2012). *Μαθησιακές δυσκολίες στις πρώτες τάξεις του δημοτικού δυσορθογραφία – δυσγραφία* (Πτυχιακή εργασία). Τεχνικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ηπείρου, Ιωάννινα.
- Μπάρμπας, Γ., Βερμέουλεν, Φ., Κιοσέογλου Γ., & Μενεξές Γ. (2008). Ψυχομετρικό κριτήριο μαθηματικής επάρκειας για παιδιά και εφήβους. Στο πλαίσιο του έργου ΕΠΕΑΕΚ *Ψυχομετρική - διαφορική αξιολόγηση παιδιών και εφήβων με μαθησιακές δυσκολίες*, Θεσσαλονίκη.
- Nass, R. (1992). Developmental Dyslexia: An Update. *Pediatrics in Review*, 13(6), 231–235. Doi:10.1542/pir.13-6-231

- National Joint Committee on Learning Disabilities . (2016). *What are Learning Disabilities?*
Retrieved from <https://njcld.org/ld-topics/>
- Nazarova, A. (2016). Standardization and validation of methods of detection of dysorthography in general primary school pupils. *Special Education*, (2), 60-65.
- Nieder, A., & Dehaene, S. (2009). Representation of number in the brain. *Annual review of neuroscience*, 32, 185-208. Doi: [10.1146/annurev.neuro.051508.135550](https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.051508.135550)
- Paterson, S., Girelli, L., Butterworth, B. & Karmiloff-Smith, A.(2006). Are numerical impairments syndrome specific? Evidence from Williams syndrome and Down's syndrome, *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(2), 190-204. Doi: 10.1111/j.1469-7610.2005.01460.x
- Πολομαρκάκη Ε. (1989), Δυσορθογραφία, Παιδαγωγική Ψυχολογική Εγκυκλοπαίδεια - Λεξικό, τόμος 3, Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Πόρποδας, Κ. (2003). *Διαγνωστική αξιολόγηση και αντιμετώπιση των μαθησιακών δυσκολιών στο Δημοτικό σχολείο*. Πάτρα: Υπουργείο Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων.
- Pullen, P., Lane H., Ashworth K., & Lovelace S. (2017). Specific learning disabilities. In Kauffman, J., Hallahan, D. & Pullen, P. (Eds), *Handbook of Special Education*, (2nd edition, pp. 286-299), New York: Routledge.
- Ριζικιανός, Γ. (2005). *Αξιολόγηση, θεωρητική προσέγγιση και πρακτική εφαρμογή στην ειδική αγωγή*. Αθήνα. Ανακτήθηκε από http://reader.ekt.gr/bookReader/show/index.php?lib=EDULLL&item=1060&bitstream=1060_01#page/1/mode/2up
- Roitsch, J., Watson S. (2019). An Overview of Dyslexia: Definition, Characteristics, Assessment, Identification, and Intervention. *Education Journal*, 7(4), 81-86. Doi: 10.11648/j.sjedu.20190704.11
- Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P. & von Aster , M. (2009). Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. *Neuropsychologia*, 47(13), 2859-2865. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.06.009>
- Σαράντη, Α. , Χριστοπούλου Ε. (2017). *Εκπαιδευτικά Λογισμικά για παιδιά με Μαθησιακές Δυσκολίες και Άτομα με Αναπηρία* (Μεταπτυχιακή εργασία). Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λαμία.
- Shalev, R. (2004). Developmental Dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, 19(10), 765–771. Doi: 10.1177/08830738040190100601

- Shalev, R. , Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., & Gross-Tsur, V. (2001). Developmental Dyscalculia Is a Familial Learning Disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34(1), 59–65. Doi: 10.1177/002221940103400105
- Shalev, R., Auerbach, J., Manor, O. & Gross-Tsur, V. (2000). Developmental dyscalculia: prevalence and prognosis. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9, S58–S64. Doi: 10.1007/s007870070009
- Shalev, R., Manor, O., Amir, N., Wertman-Elad, R., & Gross-Tsur, V. (1995). Developmental Dyscalculia and Brain Laterality. *Cortex*, 31(2), 357–365. Doi: 10.1016/s0010-9452(13)80368-1
- Sharma, M. (1985). Interdisciplinary assessment of mathematics learning disabilities: diagnosis in a clinical setting. In J Cowley (ed). *Practical mathematics appraisal of the learning disabled* (pp. 177-210). Rockville, Maryland: Aspen publication.
- Singh, S. (2011). *Database systems: Concepts, design and applications*. Pearson Education India.
- Skemp, R. (1987). *The psychology of learning mathematics*. Hove, UK: Erlbaum.
- Σκουμπουρδή, X., (2005). Η φύση των μαθηματικών, η μαθηματική ικανότητα και η διδασκαλία: τρεις αιτίες που ίσως προκαλούν αρνητική στάση για τα μαθηματικά. Στο *Εκπαιδευτική Σχολική Ψυχολογία* (σσ. 39-46). Αθήνα: Ατραπός.
- The International Dyslexia Association (2017). *Dyslexia basics*. Retrieved from <https://app.box.com/s/3f36hzaedlnzq96v2xsz6a4uqxc7fkw7>
- Τζιβινίκου, Σ. (2015). *Μαθησιακές Δυσκολίες- Διδακτικές Παρεμβάσεις*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από: <https://repository.kallipos.gr/cloud-reader-lite/index.html?epub=exports/5330/unzipped>
- Von Aster, M. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: varieties of developmental dyscalculia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9(S2), S41-S57. doi: 10.1007/s007870070008
- Von Aster, M., & Shalev, R. (2007). Number development and developmental dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(11), 868–873. Doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00868.x
- Whittington, J. (1985). *Identification and investigation of dyscalculia* (Doctoral dissertation), University of Bath, England.
- Zygouris, N., Stamoulis, G., Vlachos, F., Vavougiou, D., Dadaliaris, A., Nerantzaki, E., Oikonomou, P & Striftou, A. (2017a). Screening for Disorders of Mathematics via a

web application. In *2017 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (502-507). Doi: 10.1109/EDUCON.2017.7942893

Zygouris, N., Vlachos, F., Dadaliaris, A., Oikonomou, P., Stamoulis, G., Vavougiou, D., Nerantzaki, E & Striftou, A. (2017b). A neuropsychological approach of developmental dyscalculia and a screening test via a web application. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 7(4), 51-65. Doi: 10.3991/ijep.v7i4.7434