



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

**ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ**

*Μία Μελέτη της Μαθηματικής Μοντελοποίησης για δημιουργία και εξόρυξη γνώσεων με σκοπό την παραγωγή νέων μοντέλων αξιολόγησης-πιστοποίησης κριτηρίων διαχείρισης πόρων με την βοήθεια της πληροφορικής.*

*Συγκριτική μελέτη και εφαρμογή για τις περιπτώσεις α) σε οργανισμούς εκπαίδευσης και β) σε οργανισμούς αυτοδιοίκησης*

**ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΜΑΝΙΚΑΡΟΣ**

**ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Ευγένιος Αυγερινός	Καθηγητής	Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Αιγαίου	Επιβλέπων
Νικόλαος Παπαναστασίου	Αφυπηρετήσας Καθηγητής	Τμήμα Μαθηματικών Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών	Μέλος Τριμελούς
Ευαγγελία Αθανασιάδου- Κόττα	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια	Τμήμα Μαθηματικών Εθνικού Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών	Μέλος Τριμελούς
Μιχαήλ Σκουμός	Καθηγητής	Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Αιγαίου	Μέλος
Μιχαήλ Φιλιππάκης	Καθηγητής	Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων Πανεπιστημίου Πειραιώς	Μέλος
Εμμανουήλ Φωκίδης	Αναπληρωτής Καθηγητής	Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Αιγαίου	Μέλος
Πέτρος Τραντάς	Επίκουρος Καθηγητής	Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης Πανεπιστημίου Αιγαίου	Μέλος

Ρόδος, ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2023

Παραχωρείται Άδεια χρήσης του ψηφιακού αρχείου

## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΥΠΟΨΗΦΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΑ

«Είμαι ο αποκλειστικός συγγραφέας της υποβληθείσας Διδακτορικής Διατριβής με τίτλο *«Μία Μελέτη της Μαθηματικής Μοντελοποίησης για δημιουργία και εξόρυξη γνώσεων με σκοπό την παραγωγή νέων μοντέλων αξιολόγησης-πιστοποίησης κριτηρίων διαχείρισης πόρων με την βοήθεια της πληροφορικής.*

*Συγκριτική μελέτη και εφαρμογή για τις περιπτώσεις α) σε οργανισμούς εκπαίδευσης και β) σε οργανισμούς αυτοδιοίκησης».*

Η συγκεκριμένη Διδακτορική Διατριβή είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά για την απόκτηση του Διδακτορικού διπλώματος του Παιδαγωγικού Τμήματος Δημοτικής Εκπαίδευσης. Κάθε βοήθεια, την οποία είχα για την προετοιμασία της, αναγνωρίζεται πλήρως και αναφέρεται επακριβώς στην εργασία. Επίσης, επακριβώς αναφέρω στην εργασία τις πηγές, τις οποίες χρησιμοποίησα, και μνημονεύω επώνυμα τα δεδομένα ή τις ιδέες που αποτελούν προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας άλλων, ακόμη κι εάν η συμπερίληψή τους στην παρούσα εργασία υπήρξε έμμεση ή παραφρασμένη. Γενικότερα, βεβαιώνω ότι κατά την εκπόνηση της Διδακτορικής Διατριβής έχω τηρήσει απαρέγκλιτα όσα ο νόμος ορίζει περί διανοητικής ιδιοκτησίας και έχω συμμορφωθεί πλήρως με τα προβλεπόμενα στο νόμο περί προστασίας προσωπικών δεδομένων και τις αρχές Ακαδημαϊκής Δεοντολογίας.

Ο ΔΗΛΩΝ

Νικόλαος Κ. Μανίκaros

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις βαθύτερες ευχαριστίες μου και τις ευχαριστίες μου σε όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της διδακτορικής διατριβής.

Πρώτα και κύρια, είμαι εξαιρετικά ευγνώμων στον επιβλέποντα μου Καθηγητή Δρ. Ευγένιο Αυγερινό, για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και την ανεκτίμητη τεχνογνωσία του καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της ερευνητικής διαδρομής. Η οξυδερκής ανατροφοδότηση, η εποικοδομητική κριτική και η συνεχής ενθάρρυνσή του συνέβαλαν καθοριστικά στη διαμόρφωση αυτής της διατριβής.

Θα ήθελα επίσης να εκφράσω την ειλικρινή μου εκτίμηση στα μέλη της συμβουλευτικής μου επιτροπής για τις πολύτιμες ιδέες και προτάσεις τους που έχουν εμπλουτίσει σημαντικά την ποιότητα αυτής της έρευνας. Η τεχνογνωσία και η επιστημονική τους συνεισφορά ήταν ανεκτίμητη στη διαμόρφωση της κατεύθυνσης και του πεδίου εφαρμογής αυτής της μελέτης.

Είμαι ευγνώμων στο Πανεπιστήμιο Αιγαίου για την παροχή των απαραίτητων πόρων και διευκολύνσεων που έχουν διευκολύνει την ομαλή πρόοδο αυτής της έρευνας.

Είμαι υπόχρεος στους συμμετέχοντες που μοιράστηκαν γενναιόδωρα τον χρόνο, τις γνώσεις και τις εμπειρίες τους, κάνοντας αυτή τη μελέτη δυνατή. Οι συνεισφορές τους παρείχαν πολύτιμα δεδομένα και ιδέες που συνέβαλαν στα ευρήματα αυτής της έρευνας. Συγκεκριμένα θα ήθελα να ευχαριστήσω την ερευνητική σύμβουλο Δρ. Ρόζα Βλάχου για την καθοριστική της συμβολή στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής και τον Δρ. Ευάγγελο Γρηγορούδη, Καθηγητή στη Σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης σε θέματα διαχείρισης διαδικασιών ποιότητας, που μου επέτρεψε να χρησιμοποιήσω την εφαρμογή του εργαστηρίου (**Operational Research Lab**).

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια και τους φίλους μου για την αμέριστη υποστήριξη, κατανόηση και ενθάρρυνση σε αυτό το μακρύ και απαιτητικό ταξίδι. Η αγάπη, η υπομονή και η πίστη τους σε μένα ήταν μια συνεχής πηγή κινήτρων και έμπνευσης.

Τέλος, θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε όλους τους ερευνητές, τους μελετητές και τους συγγραφείς των οποίων τα έργα και οι δημοσιεύσεις λειτούργησαν ως βάση για αυτή τη μελέτη. Οι συνεισφορές τους στον τομέα του πεδίου της Πληροφορικής στην Εκπαίδευση ήταν καθοριστικής σημασίας για τη διαμόρφωση του θεωρητικού πλαισίου και την ενημέρωση των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτήν την έρευνα.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αυτή η ερευνητική μελέτη επικεντρώθηκε στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με την πλατφόρμα MOODLE, ένα δημοφιλές εκπαιδευτικό λογισμικό που χρησιμοποιείται για διαδικτυακή μάθηση. Η μελέτη χρησιμοποίησε τη μέθοδο Genetic Algorithm Multicriteria Satisfaction Analysis (GA-MUSA) και συνέκρινε τα αποτελέσματά της με τη συμβατική μέθοδο MUSA. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω ενός ερωτηματολογίου που χορηγήθηκε σε συμμετέχοντες, συμπεριλαμβανομένων δημοσίων υπαλλήλων, φοιτητών και καθηγητών, που είχαν εμπειρία στη χρήση του MOODLE. Για την ανάλυση των δεδομένων διενεργήθηκαν περιγραφικές στατιστικές, ανάλυση συσχέτισης και συγκριτική ανάλυση.

Τα ευρήματα της μελέτης αποκάλυψαν ότι η μέθοδος GA-MUSA παράγαγε υψηλότερο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο MUSA. Αυτό υποδηλώνει ότι η μέθοδος GA-MUSA μπορεί να προσφέρει μια πιο ακριβή εκτίμηση της συνολικής ικανοποίησης από την πλατφόρμα MOODLE. Η ανάλυση συσχέτισης έδειξε ότι η εμπειρία MOODLE ήταν μια σημαντική δημογραφική μεταβλητή που σχετίζεται με τα επίπεδα ικανοποίησης, υπογραμμίζοντας τη σημασία της εξέτασης της εμπειρίας των χρηστών κατά την αξιολόγηση της ικανοποίησης.

Η μελέτη συμβάλλει στην υπάρχουσα έρευνα παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με τη χρήση της μεθόδου GA-MUSA για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Καταδεικνύει τις δυνατότητες αυτής της μεθόδου ως εναλλακτική της συμβατικής μεθόδου MUSA και καλεί για περαιτέρω διερεύνηση της δυνατότητας εφαρμογής της σε αυτόν τον τομέα. Αναγνωρίζονται επίσης οι περιορισμοί της έρευνας, όπως το μέγεθος του δείγματος και η ανάγκη για μελλοντικές συγκριτικές μελέτες.

Συνολικά, αυτή η έρευνα ενισχύει την κατανόησή μας για την ικανοποίηση των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό και τονίζει τη σημασία της εξέτασης της εμπειρίας του χρήστη στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη λογισμικού. Τα ευρήματα μπορούν να ενημερώσουν τους προγραμματιστές λογισμικού και τα εκπαιδευτικά ιδρύματα για τη βελτίωση του σχεδιασμού, της λειτουργικότητας και της συνολικής εμπειρίας χρήστη διαδικτυακών πλατφορμών μάθησης όπως το MOODLE.

**Λέξεις-κλειδιά:** MOODLE, ικανοποίηση χρήστη, ανάλυση ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων γενετικού αλγόριθμου (GA-MUSA), συμβατική MUSA, διαδικτυακή μάθηση, εκπαιδευτικό λογισμικό, εμπειρία χρήστη, ανάλυση συσχέτισης, συγκριτική ανάλυση, σχεδιασμός λογισμικού, ανάπτυξη λογισμικού

## **ABSTRACT**

This research study focused on evaluating user satisfaction with the MOODLE platform, a popular educational software used for online learning. The study employed the Genetic Algorithm Multicriteria Satisfaction Analysis (GA-MUSA) method and compared its results to the conventional MUSA method. The data were collected through a questionnaire administered to participants, including public servants, students and professors, who had experience using MOODLE. Descriptive statistics, correlation analysis, and comparative analysis were conducted to analyze the data.

The findings of the study revealed that the GA-MUSA method produced a higher overall satisfaction level compared to the Conventional MUSA method. This suggests that the GA-MUSA method may offer a more accurate estimation of overall satisfaction with the MOODLE platform. The correlation analysis indicated that MOODLE experience was a significant demographic variable related to satisfaction levels, highlighting the importance of considering users' experience when evaluating satisfaction.

The study contributes to the existing research by providing insights into the use of the GA-MUSA method for evaluating user satisfaction with educative software. It demonstrates the potential of this method as an alternative to the conventional MUSA method and calls for further exploration of its applicability in this domain. The limitations of the research, such as the sample size and the need for future comparative studies, are also acknowledged.

Overall, this research enhances our understanding of user satisfaction with educative software and emphasizes the importance of considering user experience in software design and development. The findings can inform software developers and educational institutions in improving the design, functionality, and overall user experience of online learning platforms like MOODLE.

**Keywords:** MOODLE, user satisfaction, Genetic Algorithm Multicriteria Satisfaction Analysis (GA-MUSA), conventional MUSA, online learning, educational software, user experience, correlation analysis, comparative analysis, software design, software development

## Περιεχόμενα

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ .....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	iii
ABSTRACT .....	iv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ .....	xi
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ .....	xiv
ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ.....	xvii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	1
1.1. Το πρόβλημα .....	1
1.2. Σκοπός και Αντικείμενο της Διατριβής .....	1
1.3. Η Συμβολή της Διατριβής .....	3
1.4. Ερευνητικά Ερωτήματα .....	3
1.5. Μεθοδολογία .....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΝΕΑΣ ΓΝΩΣΗΣ.....	7
2.1. Σκοπός Κεφαλαίου.....	7
2.2. Μοντέλο TAM .....	7
2.3. Θεωρία και Μοντέλο (TRA) Αιτιολογημένης Δράσης - Theory of Reasoned Action .....	7
2.4. Θεωρητικές βάσεις.....	11
2.5. Θεωρία Αυτοαποτελεσματικότητας.....	12
2.6. Παράδειγμα κόστους-οφέλους.....	13
2.7. Υιοθέτηση καινοτομιών .....	14
2.8. Μελέτες εκτός MIS .....	15
2.9. Σύγκλιση ευρημάτων .....	16
2.10. Ανάπτυξη κλίμακας και προ-δοκιμασία.....	16
2.11. Μελέτη 1 .....	25
2.12. Αξιοπιστία και εγκυρότητα .....	25
2.13. Σχέση χρήσης .....	31

2.14.Μελέτη 2 .....	32
2.15.Αξιοπιστία και εγκυρότητα .....	34
2.16.Κλίμακες μέτρησης για αντιληπτή χρησιμότητα και αντιληπτή ευκολία χρήσης .....	41
2.17.Εξέλιξη του TAM.....	48
Αντιγραφή του TAM και δοκιμή των πιθανών περιορισμών του .....	50
2.18.Συγκρίνοντας το TAM με τη θεωρία της αιτιολογημένης δράσης και τη Θεωρία της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς .....	51
Περιορισμοί στη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τη δοκιμή του μοντέλου TAM. ....	60
2.19.Περιορισμοί στις μεταβλητές και τις σχέσεις που υπάρχουν στο μοντέλο TAM.....	61
2.20.Περιορισμοί στη θεωρητική βάση για το μοντέλο TAM.....	62
2.21.Μελέτη Taylor & Todd .....	66
2.22.Μοντέλο TAM 2 .....	67
2.23.Μοντέλο TAM 3 .....	69
2.23.Μοντέλο UTAUT.....	74
2.24.Το μοντέλο UTAUT – 2 και άλλες παραλλαγές του .....	79
2.25.Εφαρμογές UTAUT και UTAUT-2 .....	83
2.26.Περιορισμοί UTAUT και UTAUT-2 .....	86
2.27.Βιβλιογραφική Ανασκόπηση στη χρήση Μαθηματικών Μοντέλων Αξιολόγησης και Διαχείρισης Νέας Χρήσης στην Τοπική Αυτοδιοίκηση .....	87
2.28.Βιβλιογραφική Ανασκόπηση στη χρήση πλατφορμών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στον δημόσιο τομέα.....	90
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΗ (MULTICRITERIA USER SATISFACTION MODEL – MUSA).....</b>	<b>93</b>
3.1.Εισαγωγή.....	93
3.2.Διαδίκτυο και συστήματα που βασίζονται σε έρευνες.....	96
3.3.Το σύστημα MUSA.....	98
3.3.1 Η μέθοδος MUSA .....	98
3.3.3.Αξιολόγηση MUSA .....	102

3.3.3 Επισκόπηση του συστήματος MUSA .....	104
3.4.Βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών που έχουν εφαρμόσει το σύστημα MUSA.....	104
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Μελέτη περίπτωσης Αξιολόγησης Λογισμικών με την χρήση του Μαθηματικού Μοντέλου M.U.S.A. ....	111
4.1.Εισαγωγή – Η περίπτωση του εκπαιδευτικού λογισμικού GeoGebra .....	111
4.2.Μεθοδολογία εφαρμογής M.U.S.A για αξιολόγηση του GeoGebra.....	114
4.2.1 Σχεδιασμός της Έρευνας.....	115
4.2.2 Συλλογή Δεδομένων.....	115
4.2.3 Ανάλυση Δεδομένων.....	115
4.2.4 Επισκόπηση της Διαδικασίας Αξιολόγησης .....	115
4.2.5.Ερωτηματολόγιο έρευνας ικανοποίησης χρηστών από το GeoGebra .....	116
i. Χορήγηση του ερωτηματολογίου .....	118
4.3.Παρουσίαση περιγραφικών στατιστικών στοιχείων .....	119
4.4.Αξιολόγηση Κριτηρίων.....	121
4.5.Διάγραμμα Βαρών.....	123
4.6.Συνολική Ικανοποίηση.....	124
4.7.Συνολική Απαίτηση.....	125
4.8.Διάγραμμα Δράσης .....	127
4.9.Διάγραμμα Βελτίωσης .....	130
4.10.Συμπεράσματα Αξιολόγησης Εκπαιδευτικού GeoGebra.....	132
4.11.Η περίπτωση αξιολόγησης λογισμικών στην τοπική αυτοδιοίκηση και σε εκπαιδευτικούς οργανισμούς κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 με τη μεθοδολογία MUSA -Σύγκριση αξιολόγησης Λογισμικών Zoom, Webex and Microsoft Teams.....	133
4.11.1.Εισαγωγή.....	133
4.11.2.Μεθοδολογία.....	134
4.11.3.Εκπαιδευτικές Πλατφόρμες .....	134
4.11.4.Ερευνητικό Εργαλείο .....	134
4.11.6.Χορήγηση του ερωτηματολογίου.....	137



4.11.7.Παρουσίαση αποτελεσμάτων.....	137
4.11.8.Συμπεράσματα εφαρμογής MUSA για αξιολόγηση πλατφορμών σε εκπαιδευτικά ιδρύματα και στην τοπική αυτοδιοίκηση .....	148
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΩΝ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ MOODLE ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ MUSA ΚΑΙ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΖΕΥΓΗ .....	150
5.1.Αντικείμενο και σκοπός ανάλυσης .....	150
5.2.Εισαγωγή.....	152
5.3.Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Υπηρεσιών .....	154
5.4. Πλατφόρμα μελέτης περίπτωσης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης – MOODLE .....	157
5.5. Μεθοδολογία.....	161
5.5.1 Εισαγωγή.....	161
5.5.2 Ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη.....	161
5.5.3 Αλγόριθμος MUSA.....	161
5.5.4 Σύγκριση προσεγγίσεων.....	162
5.5.5.Μεθοδολογία Ερωτηματολογίου Σύγκρισης Κατά Ζεύγη.....	162
5.6.Αποτελέσματα υπολογισμού βάρους σύμφωνα με τον αλγόριθμο MUSA και τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη.....	167
5.7. Ερωτηματολόγια ικανοποίησης χρηστών – Συλλογή δεδομένων.....	173
5.8 . Αποτελέσματα.....	174
5.9.Συμπεράσματα Κεφαλαίου 5 .....	181
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ MUSA ΜΕ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ (CLUSTER SAMPLING) ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΩΝ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ MOODLE .....	184
6.1. Αντικείμενο και στόχος.....	184
6.2.Δειγματοληψία σε ομάδες (Cluster Sampling) .....	185
6.3.Μεθοδολογία.....	190
6.3.1 Σχεδιασμός Μελέτης.....	190

6.3.2 Διαδικασία δειγματοληψίας .....	190
6.3.3 Ανάπτυξη ερωτηματολογίου .....	190
6.3.4 Ανάλυση Δεδομένων.....	190
6.3.5 Δεοντολογικά ζητήματα .....	191
6.3.6 Περιορισμοί.....	191
6.3.7 Εγκυρότητα και αξιοπιστία .....	191
6.4. Αποτελέσματα.....	192
6.4.1.Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία.....	192
6.4.2. Βάρη κριτηρίων MUSA για διάφορα σενάρια.....	193
6.4.3.Επίπεδα ικανοποίησης MUSA, χάρτες δράσης και χάρτες βελτίωσης για όλα τα σενάρια δειγματοληψίας .....	198
6.5.Συμπεράσματα Κεφαλαίου 6 .....	210
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. Εφαρμογή Βελτιωμένου Γενετικού Αλγορίθμου Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Ικανοποίησης Χρήστη (GA-MUSA) .....	212
7.1.Αντικείμενο και σκοπός βελτίωσης υφιστάμενου αλγορίθμου MUSA.....	212
7.2.Εισαγωγή.....	213
7.3.Γενετικοί Αλγόριθμοι – Θεωρητικό Υπόβαθρο.....	215
7.4.Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Εφαρμογής Γενετικών Αλγορίθμων στη Βελτιστοποίηση Λογισμικού.....	217
7.5.Βιβλιογραφική ανασκόπηση εφαρμογής Γενετικών Αλγορίθμων σε πολυκριτήρια ανάλυση .....	218
7.6.Αιτιολόγηση χρήσης Γενετικών Αλγορίθμων για βελτίωση αλγορίθμου MUSA.....	219
7.7.Δημιουργία αλγορίθμου GA-MUSA στη γλώσσα προγραμματισμού Matlab .....	220
7.8.Μεθοδολογία έρευνας – εφαρμογής GA-MUSA.....	231
7.8.1. Συμμετέχοντες.....	231
7.8.2.Ερωτηματολόγιο .....	231
7.8.3.Διαδικασία Έρευνας.....	235
7.8.4.Ανάλυση Δεδομένων.....	235

7.8.5.Ηθική και δεοντολογία έρευνας .....	236
7.9.Αποτελέσματα .....	238
7.9.1.Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία .....	238
7.9.2. Αποτελέσματα συμβατικού αλγορίθμου MUSA: Επίπεδα ικανοποίησης κριτηρίων και συνολική ικανοποίηση .....	239
7.9.3. Αποτελέσματα αλγορίθμου GA-MUSA: Επίπεδα ικανοποίησης κριτηρίων και συνολική ικανοποίηση .....	243
7.10.Σύγκριση αποτελεσμάτων αλγορίθμου MUSA και GA-MUSA.....	248
7.11.Ανάλυση συσχέτισης: Σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών και επιπέδων ικανοποίησης.....	249
7.12.Συμπεράσματα 7 <sup>ου</sup> κεφαλαίου.....	252
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	254
8.1. Συμβολή της Διατριβής.....	254
8.2.Συμπεράσματα και συζήτηση για την αξιολόγηση λογισμικού GeoZebra, Zoom, Webex, MS Teams .....	256
8.3.Συμπεράσματα και συζήτηση για τη σύγκριση μεθοδολογίας ερωτηματολογίου σύγκρισης κατά ζεύγη και αλγορίθμου MUSA .....	257
8.4.Συμπεράσματα και συζήτηση εφαρμογής αλγορίθμου MUSA με ανάλυση κατά ομάδες.....	258
8.5.Συμπεράσματα και συζήτηση προτεινόμενου βελτιωμένου αλγορίθμου GA-MUSA .....	259
8.6.Σημασία εφαρμογής μεθοδολογίας MUSA σε λογισμικά και πλατφόρμες εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης.....	261
8.7.Πρωτοτυπία και συμβολή της μελέτης στην υπάρχουσα έρευνα .....	263
8.8.Περιορισμοί έρευνας.....	264
8.9.Προτάσεις για μελλοντική έρευνα .....	265
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	268
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	304
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ GEOGEBRA .....	304
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ.....	307

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	302
------------------	-----

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Μοντέλο θεωρίας Αιτιολογημένης Δράσης .....	8
Εικόνα 2. Σχέσεις στο μοντέλο TAM όπως περιγράφονται από τον Davis (Επεξεργασία από συγγραφέα).....	48
Εικόνα 3. Τροποποιημένη έκδοση του μοντέλου TAM από τους Davis et al. (1989) (Επεξεργασία από τον συγγραφέα) .....	48
Εικόνα 4. Εξάλειψη της δομής της στάσης του τροποποιημένου μοντέλου TAM (επεξεργασία από το συγγραφέα).....	49
Εικόνα 5. Μοντέλο Χρησιμότητας κατά Davis, Bagozzi & Warshaw (1989) (επεξεργασία από το συγγραφέα).....	49
Εικόνα 6. Απεικόνιση μοντέλου TPB (επεξεργασία από το συγγραφέα).....	54
Εικόνα 7. Μοντέλο TAM2 (επεξεργασία από το συγγραφέα).....	57
Εικόνα 8. TAM 2 (Venkatesh & Davis, 2000).....	59
Εικόνα 9. Περιορισμοί TAM σύμφωνα με Bagozzi (2007) (επεξεργασία από συγγραφέα)....	63
Εικόνα 10: Αρχικό μοντέλο τεχνολογικής αποδοχής (Davis, 1986).....	65
Εικόνα 11: Επέκταση του μοντέλου τεχνολογικής αποδοχής TAM 2 (Venkatesh & Davis, 2000) .....	68
Εικόνα 12. Σχηματικό διάγραμμα μοντέλου TAM-3 (Επεξεργασία από το συγγραφέα της διατριβής).....	71
Εικόνα 13. Σχηματική απεικόνιση μοντέλου UTAUT (Επεξεργασία από τον συγγραφέα).....	77
Εικόνα 14. Σχηματική απεικόνιση μοντέλου UTAUT2 (Επεξεργασία από τον συγγραφέα)...	78
Εικόνα 15. Επίπεδα αλληλεπίδρασης με τον πελάτη που παρέχει ένας επιχειρηματικός οργανισμός (Επεξεργασία από τον συγγραφέα) .....	94
Εικόνα 16. Συνάρτηση προστιθέμενης αξίας και μεταβλητές σφάλματος για τον j-ο πελάτη. (Πηγή: Grigoroudis & Siskos, 2011) .....	100
Εικόνα 17: Μέθοδος MUSA (Επεξεργασία από το συγγραφέα) .....	102
Εικόνα 18: Στάδια αξιολόγησης MUSA (Grigoroudis & Siskos, 2000).....	103
Εικόνα 19. Περιβάλλον Εργασίας GeoGebra σε πολλαπλά πεδία των μαθηματικών. Α) Πεδίο Αναλυτικής Γεωμετρίας, Β) Πεδίο Στατιστικής, Γ) Πεδίο Προβλημάτων Βελτιστοποίησης (Επεξεργασία από το συγγραφέα).....	114
Εικόνα 20. Φύλο Συμμετεχόντων .....	120
Εικόνα 21. Ιδιότητα συμμετεχόντων.....	120

Εικόνα 22. Ηλικίες Συμμετεχόντων .....	121
Εικόνα 23. Διάγραμμα Βαρών για τα κριτήρια αξιολόγησης του GeoGebra.....	124
Εικόνα 24. Διάγραμμα Συνολικής Ικανοποίησης για λογισμικό GeoGebra.....	125
Εικόνα 25. Διάγραμμα Συνολικής Απαιτήσης για λογισμικό GeoGebra .....	126
Εικόνα 26. Διαχωρισμός περιοχών στο Προτεινόμενο Διάγραμμα Δράσης ((Grigoroudis & Siskos, 2000).....	128
Εικόνα 27. Διάγραμμα Δράσης για λογισμικό GeoGebra .....	129
Εικόνα 28. Διαχωρισμός περιοχών στο Προτεινόμενο Διάγραμμα Βελτίωσης ((Grigoroudis & Siskos, 2000).....	131
Εικόνα 29. Διάγραμμα Βελτίωσης για λογισμικό GeoGebra .....	131
Εικόνα 30. Ρόλος Ιδιότητα .....	139
Εικόνα 31. Διάγραμμα Βαρών .....	144
Εικόνα 32. Διάγραμμα Δράσης.....	146
Εικόνα 33. Διάγραμμα Βελτίωσης Zoom ,Webex και Ms Teams .....	147
Εικόνα 34. Γραμμική Συνάρτηση .....	148
Εικόνα 35: Απεικόνιση βαρών τελικών κριτηρίων σύμφωνα με τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη.....	168
Εικόνα 36: Απεικόνιση βαρών τελικών κριτηρίων σύμφωνα με τη μεθοδολογία MUSA .....	172
Εικόνα 37. Μέσα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο .....	176
Εικόνα 38. Συνολικά επίπεδα ικανοποίησης.....	176
Εικόνα 39. Απαιτητά επίπεδα ικανοποίησης για όλα τα κριτήρια.....	177
Εικόνα 40. Χάρτης δράσης του αλγόριθμου MUSA για το λογισμικό MOODLE .....	177
Εικόνα 41. Χάρτης βελτίωσης αλγόριθμου MUSA για λογισμικό MOODLE.....	179
Εικόνα 42. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 1 .....	200
Εικόνα 43. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 1 .....	200
Εικόνα 44. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 2 .....	202
Εικόνα 45. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 2 .....	202
Εικόνα 46. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 3 .....	204
Εικόνα 47. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 3 .....	204
Εικόνα 48. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 4 .....	206
Εικόνα 49. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 4 .....	206
Εικόνα 50. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 5 .....	208
Εικόνα 51. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 5 .....	208

Εικόνα 52. Σχηματική Απεικόνιση Μεθοδολογίας Γενετικών Αλγορίθμων (Επεξεργασία από το συγγραφέα).....	216
Εικόνα 53. Γραφική απεικόνιση αλγορίθμου GA-MUSA (επεξεργασία από το συγγραφέα)	230
Εικόνα 54. Ικανοποίηση ως προς το 1ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης» .....	305
Εικόνα 55. Ικανοποίηση ως προς το 2ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Διαδραστικότητα».....	305
Εικόνα 56. Ικανοποίηση ως προς το 3ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Διευκόλυνση Εποπτείας Προόδου Μαθητή» .....	306
Εικόνα 57. Ικανοποίηση ως προς το 4ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Ευκολία Χρήσης» .....	306

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Ερευνητικά Ερωτήματα.....	5
Πίνακας 2. Αρχική Ομάδα Αντικειμένων. Μέρος 1 .....	18
Πίνακας 3. Αρχική Ομάδα Αντικειμένων. Μέρος 2. ....	19
Πίνακας 4: Αποτελέσματα προ-δοκιμασίας: Αντιληπτή Χρησιμότητα.....	23
Πίνακας 5: Αποτελέσματα προ-δοκιμασίας: Αντιληπτή ευκολία χρήσης .....	24
Πίνακας 6: Ανάλυση πολυχαρακτηριστικών και πολυμεθόδων .....	28
Πίνακας 7. Παραγοντική ανάλυση της αντιληπτής χρησιμότητας και της ευκολίας χρήσης Ευρώ .....	30
Πίνακας 8: Παραγοντική ανάλυση της αντιληπτής χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης: Μελέτη 2.....	36
Πίνακας 9: Συσχετίσεις μεταξύ της αντιληπτής χρησιμότητας, της αντιληπτής ευκολίας χρήσης και της αυτοαναφερόμενης χρήσης συστήματος .....	37
Πίνακας 10: Αναλύσεις παλινδρόμησης της επίδρασης των αντιληπτών. Χρησιμότητα και αντιληπτή ευκολία χρήσης σε Αυτοαναφερόμενη χρήση.....	37
Πίνακας 11. Πίνακας ανάλυσης πολυχαρακτηριστικών και πολυμεθόδων.....	38
Πίνακας 12. Αρχικά στοιχεία κλίμακας για την αντιληπτή χρησιμότητα (Davis, 1989, σελ. 324) .....	42
Πίνακας 13. Αρχικά στοιχεία κλίμακας για αντιληπτή ευκολία χρήσης (Davis, 1989, σελ. 324) .....	42
Πίνακας 14. Αναθεωρημένη κλίμακα 10 στοιχείων για αντιληπτή χρησιμότητα (Davis, 1989, Πίνακας 3, σελ. 326).....	43
Πίνακας 15. Αναθεωρημένη κλίμακα 10 στοιχείων για αντιληπτή ευκολία χρήσης (Davis, 1989, Πίνακας 4, σελ. 326).....	44
Πίνακας 16. Αναθεωρημένη κλίμακα 6 στοιχείων για την αντιληπτή χρησιμότητα διατυπωμένη προς το CHART-MASTER.....	46
Πίνακας 17. Αναθεωρημένη κλίμακα 6 στοιχείων για αντιληπτή ευκολία χρήσης με διατύπωση προς CHART-MASTER .....	466
Πίνακας 18. Κύριες εφαρμογές, συμμετέχοντες, χώρες και ρυθμίσεις για τις οποίες έγινε χρήση του μοντέλου TAM .....	56
Πίνακας 19: Μεταβλητές της μεθόδου MUSA (Grigoroudis & Siskos, 2009) .....	101
Πίνακας 20. Αποτελέσματα Αξιολόγησης Κριτηρίων.....	122
Πίνακας 21. Φύλλο Συμμετεχόντων .....	137

Πίνακας 22. Ηλικίες Συμμετεχόντων .....	138
Πίνακας 23.Αποτελέσματα Κριτηρίου: Τεχνική Διάσταση .....	139
Πίνακας 24.Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες διδάσκοντα .....	140
Πίνακας 25. Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες συμμετεχόντων .....	141
Πίνακας 26. Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες συμμετεχόντων .....	143
Πίνακας 27. Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες συμμετεχόντων .....	144
Πίνακας 28: Ερωτηματολόγιο σύγκρισης κριτηρίων κατά ζεύγη για τον υπολογισμό των βαρών κριτηρίων.....	164
Πίνακας 29: Στιγμιότυπο απόκρισης του συμμετέχοντος της σύγκρισης 2 κριτηρίων μεταξύ τους.....	165
Πίνακας 30: Απαντήσεις - παράδειγμα ερωτώμενου στην έρευνα.....	166
Πίνακας 31: Παράδειγμα μητρώου κριτηρίων για 1 ερωτώμενο.....	167
Πίνακας 32: Βάρη τελικών κριτηρίων σύμφωνα με τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη	168
Πίνακας 33: Βάρη τελικών κριτηρίων σύμφωνα με τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη και τη μεθοδολογία MUSA .....	169
Πίνακας 34: Κατανομή συχνότητας ικανοποίησης για τα 5 κριτήρια .....	175
Πίνακας 35. Κριτήρια βαρύτητας MUSA για SRS, σενάρια δειγματοληψίας συστάδων ενός επιπέδου και δύο επιπέδων.....	195
Πίνακας 36. Συνολικά επίπεδα ικανοποίησης για το Moodle.....	199
Πίνακας 37. Επίπεδα ικανοποίησης απαιτήσεων για κάθε κριτήριο .....	202
Πίνακας 38. Ψευδοκώδικας Αλγορίθμου GA-MUSA .....	222
Πίνακας 39. Κώδικας στο περιβάλλον της Matlab για τη δημιουργία του αλγορίθμου GA-MUSA .....	225
Πίνακας 40: Περιγραφική Στατιστική για Ηλικία και Εμπειρία MOODLE Συμμετεχόντων	238
Πίνακας 41: Κατανομή Φύλων Συμμετεχόντων .....	238
Πίνακας 42. Βαθμολογίες Ικανοποίησης για Κριτήρια .....	240
Πίνακας 43, Κανονικοποιημένες βαθμολογίες ικανοποίησης και συντελεστές βάρους για κριτήρια.....	241
Πίνακας 44: Αποτελέσματα συνολικής ικανοποίησης συμβατικού αλγορίθμου MUSA.....	242
Πίνακας 45: Υποθετικός αρχικός πληθυσμός λύσεων συντελεστών βάρους.....	244
Πίνακας 46: Τελικοί συντελεστές για τον γενετικό αλγόριθμο MUSA.....	246
Πίνακας 47: Αποτελέσματα συνολικής ικανοποίησης αλγορίθμου GA-MUSA.....	247
Πίνακας 48: Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία δημογραφικών μεταβλητών και επίπεδα ικανοποίησης.....	250



Πίνακας 49. Αποτελέσματα ανάλυσης συσχετίσεων .....	251
---	-----

## **ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ**

AI - Artificial Intelligence

GA - Genetic Algorithm

MUSA - Multicriteria Satisfaction Analysis

OSS - Open Source Software

SRS - Simple Random Sampling

SD - Standard Deviation

MOODLE - Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment

CSMUSA - Cluster Sampling Multicriteria Satisfaction Algorithm

APA - American Psychological Association

PhD - Doctor of Philosophy

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1. Το πρόβλημα

Οι ταχύτατοι ρυθμοί ανάπτυξης των Νέων Τεχνολογιών επιφέρουν καταγιστικές αλλαγές στη ζωή των ανθρώπων καθώς βρίσκουν πεδίο εφαρμογής σε όλους τους τομείς της καθημερινότητας, προσφέροντας θετικές επιδράσεις αλλά δημιουργώντας παράλληλα και πολλά προβλήματα. Στον τομέα της Εκπαίδευσης όπου οι αλλαγές είναι συνεχείς και αλματώδεις και οι εκπαιδευτικοί μέθοδοι τροποποιούνται τακτικά, συναντάμε και τα περισσότερα προβλήματα. Οι εκπαιδευτικοί καθώς και οι μαθητές βρίσκονται σε μια συνεχή διαδικασία εκμάθησης αλλά και προσαρμογής στα νέα δεδομένα.

Όμως, τίθεται το εξής ερώτημα· πώς θα επιλύσουμε τα προβλήματα που διαρκώς δημιουργούνται έτσι ώστε να κατασκευάσουμε το πλαίσιο με το οποίο θα διευκολύνουμε τους εκπαιδευτικούς και τους εκπαιδευόμενους; Η επιστήμη των μαθηματικών καλείται να δώσει λύσεις σε αυτά προβλήματα χρησιμοποιώντας τα μαθηματικά μοντέλα και παράλληλα να αναδείξει την χρησιμότητα της έρευνας τους καθώς και την αναγκαιότητα της βελτίωσης τους με τη μορφή νέων μοντέλων, καθώς τα προβλήματα και τα δεδομένα διαφοροποιούνται μέσα από την ταχύτατη εξέλιξη της τεχνολογίας. Τα συστήματα που θα προκύψουν, θα αξιολογούν με την χρήση των νέων τεχνολογιών και της πληροφορικής, Εκπαιδευτικούς Οργανισμούς και σε συνδυασμό με οργανωτικές αλλαγές αλλά και νέες δεξιότητες του προσωπικού, θα καταδεικνύουν τρόπους για βελτίωση της εξυπηρέτησης των εν δυνάμει ωφελομένων χρηστών. Τα νέα μοντέλα θα δείχνουν τρόπους διαχείρισης της αντίστασης στην αλλαγή, μέσω διαφόρων τεχνικών, τόσο αναφορικά με τις ίδιες τις νέες τεχνολογίες όσο και με την αξιοποίηση των πορισμάτων των κοινωνικών επιστημών. Το πεδίο των επιστημονικών ερευνών που προέκυψε είναι αποτέλεσμα της σύνθεσης των παραδοσιακών πεδίων και των νέων τεχνολογιών.

### 1.2. Σκοπός και Αντικείμενο της Διατριβής

Σκοπός της διατριβής είναι να παρουσιαστούν αναλυτικά τα μαθηματικά μοντέλα, TAM (*Technology Acceptance Model*), UTAUT (*Unified Theory of Acceptance and Use of Technology*) και MUSA που χρησιμοποιήθηκαν για να αποκτηθεί η γνώση έτσι ώστε να παραχθεί ένα τροποποιημένο μαθηματικό μοντέλο MUSA, σύμφωνα με τις

σημερινές απαιτήσεις των εκπαιδευτικών και εκπαιδευομένων αλλά και γενικότερα των χρηστών .

Θα αναφερθούν τα οφέλη που είναι δυνατόν να αποκομισθούν από την χρήση των νέων τεχνολογιών της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών (ΤΠΕ) στους Εκπαιδευτικούς και Δημόσιους Οργανισμούς. Κατόπιν ερευνώνται τα προβλήματα που έχουν προκύψει και οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν οι χρήστες κατά τη φάση της προσαρμογής τους στα νέα περιβάλλοντα.

Στόχος είναι να αναδειχθεί η χρησιμότητα της έρευνας των μαθηματικών μοντέλων και η αναγκαιότητα της βελτίωσης τους, με τη διαμόρφωση νέων μοντέλων, αφού τα προβλήματα και τα δεδομένα διαφοροποιούνται ραγδαία μέσα από την ταχύτατη εξέλιξη της τεχνολογίας. Τα συστήματα προέκυψαν αξιολογούν τα λογισμικά των Εκπαιδευτικών Οργανισμών και του Δημοσίου Τομέα με την χρήση των νέων τεχνολογιών και της πληροφορικής . Τα παραπάνω, σε συνδυασμό με τις οργανωτικές αλλαγές αλλά και τις νέες δεξιότητες του προσωπικού, καταδεικνύουν τρόπους για βελτίωση της εξυπηρέτησης των εν δυνάμει ωφελούμενων χρηστών. Το νέο μοντέλο δείχνει τρόπους διαχείρισης της αντίστασης στην αλλαγή μέσω διαφόρων τεχνικών, τόσο αναφορικά με τις ίδιες τις νέες τεχνολογίες, όσο και με την αξιοποίηση των πορισμάτων των κοινωνικών επιστημών.

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της Διατριβής έγιναν 4 εργασίες. Στην πρώτη εφαρμόστηκε η μέθοδος MUSA στα λογισμικά GeoGebra, Zoom, Webex και Ms Teams. Στη δεύτερη εφαρμόστηκε σύγκριση της μεθόδου Musa με την μέθοδο σύγκρισης κατά ζεύγη στο λογισμικό Moodle. Στην τρίτη εξετάστηκε η ευαισθησία της μεθόδου με διαχωρισμό του δείγματος σε στοιβάδες (clustering) και προτάθηκε τροποποίηση του αλγορίθμου που ονομάστηκε Clustering Sampling Multicriteria Satisfaction Analysis (CS MUSA). Τέλος, στην τέταρτη εξετάστηκε μια βελτιστοποίηση της μεθοδολογίας MUSA με τη χρήση γενετικών αλγορίθμων και έγινε σύγκριση της βελτιστοποιημένης μεθόδου με την συμβατική μέθοδο στο ίδιο δείγμα μελέτης. Ο τροποποιημένος αλγόριθμος που προτάθηκε ονομάστηκε Genetic Algorithm Multicriteria Satisfaction Analysis (GA MUSA).

Μέσα από την εφαρμογή της μεθόδου, σε πολλές διαφορετικές εκδοχές, επιχειρείται η αξιολόγηση των Εκπαιδευτικών Λογισμικών και η συγκριτική μελέτη τους σε διαφορετικούς ρόλους χρηστών σε ακαδημαϊκά περιβάλλοντα (πχ πανεπιστημιακοί

οργανισμοί εκπαίδευσης) αλλά και σε οργανισμούς αυτοδιοίκησης ώστε να εξαχθούν τα αποτελέσματα που θα μας οδηγήσουν στα τελικά συμπεράσματα .

### **1.3.Η Συμβολή της Διατριβής**

Η συμβολή της διατριβής εστιάζεται στο πεδίο της αξιολόγησης Λογισμικών Εκπαίδευσης και Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης μέσω της χρήσης των μαθηματικών μοντέλων, της επιστήμης της πληροφορικής και των νέων τεχνολογιών. Προσφέρει νέες εκσυγχρονισμένες μεθόδους αυτοβελτίωσης του Μοντέλου MUSA, με σκοπό την καλύτερη αξιολόγηση και την βελτίωση των λογισμικών ενσωματώνοντας, ταυτόχρονα την τεχνητή νοημοσύνη με αποτέλεσμα την μετατροπή των συστημάτων σε έξυπνα και αποδοτικά. Έτσι, συμβάλλει στην ολοκληρωμένη αξιολόγηση Λογισμικών, προσπαθώντας να ικανοποιήσει τις απαιτήσεις των χρηστών, μέσα από το βαθμό σημαντικότητας που τους έχει ανατεθεί καθώς και από την αναφορά στα αδύνατα και ισχυρά σημεία και των προτάσεων για βελτιώσεις.

Η συμβολή της διατριβής συνίσταται στη μεθοδολογία των μαθηματικών μοντέλων TAM, UTAUT και MUSA. Πιο συγκεκριμένα, η διατριβή επιτυγχάνει την ακριβή προσέγγιση μιας πολυκριτηριακής μεθόδου αξιολόγησης σε ένα πλαίσιο αξιολόγησης των Λογισμικών. Η μέθοδος που χρησιμοποιείται συνδυάζει επιτυχώς μια μέθοδο αξιολόγησης πληροφοριακού συστήματος και ένα πλαίσιο αξιολόγησης λογισμικών. Μέσα από την αναγκαιότητα άλλα και την απαιτητικότητα των χρηστών, επιτυγχάνεται η επιτυχία της προσθήκης-βελτίωσης των κριτηρίων-μεταβλητών στο Μαθηματικό μοντέλο.

### **1.4.Ερευνητικά Ερωτήματα**

Τα ερευνητικά ερωτήματα που διερευνώνται μέσα από την μελέτη είναι τα ακόλουθα:

1. Η εισαγωγή των νέων τεχνολογιών στους Εκπαιδευτικούς Οργανισμούς και Δημόσιους Οργανισμούς δημιουργεί προβλήματα στους χρήστες; Πως αντιμετωπίζονται;
2. Με την ραγδαία ανάπτυξη των Τεχνολογιών της Πληροφορίας και των Επικοινωνιών (ΤΠΕ), η αποδοχή ή απόρριψη τους παραμένει ανοικτή ερώτηση.
3. Υπάρχει η δυνατότητα, μέσα από την εξέλιξη των μαθηματικών μοντέλων, να

εξαχθεί ένα νέο βελτιωμένο μοντέλο, το οποίο με τη βοήθεια της επιστήμης της πληροφορικής θα είναι ικανό να παράξει έξυπνο λογισμικό που θα αξιολογεί την διαχείριση και πιστοποίηση κριτηρίων των ανθρώπινων και μη πόρων στους Εκπαιδευτικούς Οργανισμούς;

4. Ποια από τα κριτήρια-μεταβλητές, που εμπεριέχονται στα θεμελιώδη μοντέλα μπορούν να ενσωματωθούν σε ένα νέο μαθηματικό μοντέλο;
5. Πώς μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους χρήστες με βάση τις δυνατότητες τους και τις αντιλήψεις τους;
6. Ποιος ο ρόλος του φύλου, της ηλικίας και της τεχνολογικής ετοιμότητας στη διαδικασία υιοθέτησης και αποδοχής των νέων τεχνολογικά βασιζόμενων υπηρεσιών;
7. Ποιοι είναι οι σημαντικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την ικανοποίηση, τόσο των εκπαιδευτικών- φοιτητών- χρηστών, όσο και των φορέων, στην περίπτωση της αξιολόγησης των πλατφορμών Zoom-Webex και Microsoft Teams;
8. Ποιο είναι το επίπεδο σημαντικότητας των παραγόντων αυτών;
9. Ποιο είναι το επίπεδο ολικής και μερικής ικανοποίησης, σε σχέση με τα χαρακτηριστικά που εμπλέκονται στην αξιολόγηση;
10. Ποιοι είναι οι παράγοντες που πρέπει να βελτιωθούν και με ποια προτεραιότητα;
11. Υπάρχει η δυνατότητα αυτοβελτίωσης των κριτηρίων;
12. Ποιος ο ρόλος της τεχνητής νοημοσύνης;
13. Ποια είναι τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι εκπαιδευτικοί, φοιτητές- μαθητές και δημόσιοι υπάλληλοι κατά τη χρήση μέσω τηλεδιασκέψεων και πως μπορούν να επιλυθούν;

### **1.5.Μεθοδολογία**

Για την εκπόνηση της διατριβής χρησιμοποιήθηκαν: βιβλιογραφική έρευνα, επίσημα δημοσιεύματα, ερευνητικές εργασίες, διατριβές, και προσωπικές έρευνες

καταγράφοντας τα πλεονεκτήματα και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι χρήστες. Όσον αφορά τις περιπτώσεις των μελετών με την χρήση του μαθηματικού μοντέλου M.U.S.A., με το οποίο ασχολείται η παρούσα διατριβή, συντάχθηκε ερωτηματολόγιο το οποίο έπειτα στάλθηκε σε περισσότερους από 100 χρήστες διαφορετικών ρόλων (εκπαιδευτικούς, φοιτητές, μαθητές, δημοσίους υπαλλήλους, γονείς) από όπου προέκυψαν τα δεδομένα που εισήχθησαν στο εκσυγχρονισμένο μοντέλο MUSA.

Η μέθοδος MUSA (MUlticriteria Satisfaction Analysis) που είναι το σημείο αναφοράς της παρούσας διατριβής, είναι ένα εργαλείο μέτρησης και ανάλυσης της ικανοποίησης πελατών. Το μοντέλο χρησιμοποιεί δεδομένα ικανοποίησης “ερωτώμενων” που συλλέγονται μέσα από την διεξαγωγή ερευνών, τα οποία στη συνέχεια αναλύονται και προωθούνται σε ένα συλλογικό μοντέλο ανάλυσης προτιμήσεων (collective preference disaggregation model), όπου ιεραρχούνται τα κριτήρια ικανοποίησης (μεταβλητές). Η μεθοδολογία βασίζεται στις αρχές της πολυκριτηριακής ανάλυσης (multicriteria analysis) με τη χρήση τεχνικών γραμμικής παλινδρόμησης (ordinal regression techniques). Το βασικότερο πλεονέκτημα του MUSA είναι η διατήρηση της ποιότητας των προτιμήσεων των χρηστών καθώς δεν απαιτείται καμιά αυθαίρετη κωδικοποίηση για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων. Η παραγωγή του νέου μοντέλου προκύπτει πρωτίστως, όπως θα δούμε παρακάτω, από την εισαγωγή των κριτηρίων τα οποία αποκτήθηκαν από την έρευνα των μαθηματικών μοντέλων και δευτερευόντως από την αυτοματοποίηση των εργαλείων αυτοβελτίωσης (Σίσκος, 2002).

Πίνακας 1 *Ερευνητικά Ερωτήματα*

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΥΛΛΟΓΗΣ	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΤΩΝ ΤΠΕ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	TAM – UTAUT
ΑΠΟΔΟΧΗ ή ΑΠΟΡΡΙΨΗ ΤΠΕ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	TAM - UTAUT
ΥΠΑΡΞΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΝΕΩΝ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	TAM – UTAUT
ΠΟΙΑ ΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	TAM – UTAUT
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΩΝ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	TAM – UTAUT

## ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ

---

ΡΟΛΟΣ ΦΥΛΟΥ/ΗΛΙΚΙΑΣ ΣΕ ΑΠΟΔΟΧΗ ΤΠΕ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	TAM – UTAUT
ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΩΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ (ZOOM/WEBEX/MS TEAMS)	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	MUSA
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΛΑΤΦΟΡΜΩΝ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	MUSA
ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	MUSA & GA-MUSA
ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΛΙΚΗΣ – ΜΕΡΙΚΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	MUSA & GA-MUSA
ΠΡΟΤΕΡΑΙΟΤΗΤΑ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	MUSA & GA- MUSA
ΑΥΤΟΒΕΛΤΙΩΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	MUSA & GA-MUSA
ΡΟΛΟΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ	ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	GA- MUSA

---



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΝΕΑΣ ΓΝΩΣΗΣ

### 2.1. Σκοπός Κεφαλαίου

Τα μαθηματικά μοντέλα που θα εξετάσουμε προκειμένου να προβούμε στην παραγωγή νέων μαθηματικών μοντέλων είναι το TAM (Technology Acceptance Model), το TAM 2, το TAM 3, το Μοντέλο UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology - Ενοποιημένης Θεωρίας Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας), και το MUSA (Multicriteria Satisfaction Analysis).

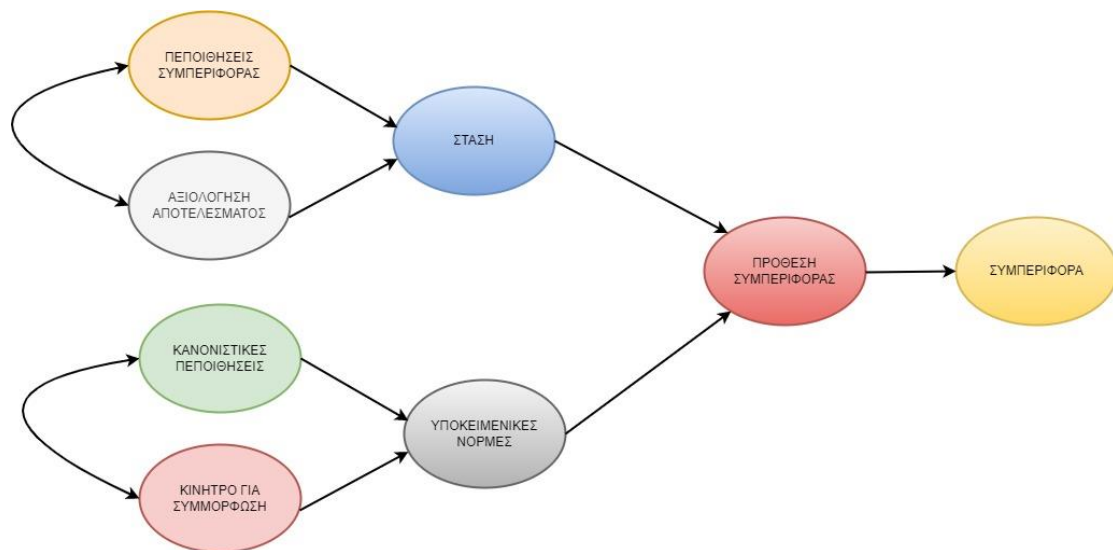
### 2.2. Μοντέλο TAM

Το μαθηματικό μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας TAM (Technology Acceptance Model) που αναπτύχθηκε από τον Fred Davis και την ομάδα του το 1989, καθιερώθηκε ως κυρίαρχο μοντέλο για την διερεύνηση παραγόντων που επηρέασαν την αποδοχή της τεχνολογίας από τους χρήστες. Το TAM βασίζεται σε μια σχέση μεταξύ δύο εσωτερικών μεταβλητών, της Αντιλαμβανόμενης Ευκολίας Χρήσης (Perceived Ease of Use), και της Αντιλαμβανόμενης Χρησιμότητας (Perceived Usefulness), σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του συστήματος που αποτελούν τις εξωτερικές μεταβλητές και την πιθανή χρήση του συστήματος. Το TAM στηρίζεται σε δύο μοντέλα, στην Θεωρία της Αναλυτικής Δράσης (TRA) και της Θεωρίας της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς (TPB) (Kholoud, 2009).

### 2.3. Θεωρία και Μοντέλο (TRA) Αιτιολογημένης Δράσης - Theory of Reasoned Action

Κατά τον 18<sup>ο</sup> αιώνα, οι ψυχολόγοι μελετούν θεωρίες προσπαθώντας να αποδείξουν ότι η Στάση σε μια συμπεριφορά επηρεάζει την ίδια τη συμπεριφορά. Το 1920, οι ερευνητές της κοινωνικής ψυχολογίας εισήγαγαν νέες θεωρίες δίνοντας προτεραιότητα στη Στάση και τη συμπεριφορά. Την ίδια περίοδο που η επιστήμη της ψυχολογίας διερευνούσε τον όρο «Στάση». Αυτές οι θεωρίες πρότειναν ότι: «Οι στάσεις μπορούν να εξηγήσουν τις ανθρώπινες ενέργειες» (Ajzen & Fishbein, 1980, σελ.13). Η διερεύνηση της έννοιας «Στάση» αποδίδεται ως τα θετικά ή αρνητικά συναισθήματα ενός ανθρώπου κατά την εκτέλεση μιας στοχευμένης συμπεριφοράς (target behavior)» (Fishbein & Ajzen, 1975, σελ. 216).

Οι Thomas & Znaniecki ήταν οι πρώτοι ψυχολόγοι που παρατήρησαν την Στάση ως μια μεμονωμένη διανοητική διαδικασία που καθορίζει την πραγματική συμπεριφορά η οποία συμπεριλαμβάνει και τις πιθανές αντιδράσεις ενός ατόμου. Από τότε οι κοινωνικοί επιστήμονες διέκριναν την Στάση ως την προειδοποίηση κάποιων αντιδράσεων ενώ η επιστήμη της Ψυχολογίας προσπαθεί να εξηγήσει την συμπεριφορά των χρηστών απέναντι στην τεχνολογία. Η Θεωρία της Αιτιολογημένης Δράσης (Theory of Reasoned Action) και η Θεωρία της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς (Theory of Planned Behavior) αναπτύχθηκαν στο πεδίο της ψυχολογίας. Παρακάτω, στο Εικόνα 1, απεικονίζεται το μοντέλο της Θεωρίας Αιτιολογημένης Δράσης, το οποίο προτάθηκε από τους Fishbein & Ajzen (1975).



**Εικόνα 1:** Μοντέλο θεωρίας Αιτιολογημένης Δράσης

Στο μοντέλο TRA (Theory of Reasoned Action), βασιζόμαστε στην θεωρία πως η πραγματική συμπεριφορά ενός ατόμου εξαρτάται από την πρόθεσή του σε συνδυασμό με την άποψή του για μια συγκεκριμένη συμπεριφορά. Η πρόθεση που έχουν τα άτομα για μια δεδομένη συμπεριφορά, καθορίστηκε ως πρόθεσή αυτής της συμπεριφοράς (Chuttur, 2009). Οι μελετητές αναφέρθηκαν στην πρόθεση του ατόμου πριν την πραγματική του συμπεριφορά, ως πρόθεση συμπεριφοράς του ατόμου. Η τελευταία ορίστηκε ως η πρόθεση ενός ατόμου για την εκτέλεση μιας συμπεριφοράς που είναι εξαρτημένη τόσο από τη Στάση του ατόμου προς τη πραγματική συμπεριφορά όσο και από την υποκειμενική νόρμα που συνδέεται με τη συμπεριφορά αυτή. Υποκειμενική νόρμα είναι η αντίληψη ενός ατόμου για το πώς βλέπουν οι άνθρωποι που εκτιμά το

ίδιο το άτομο, σε σχέση με την εκτέλεση, ή μη, μιας συμπεριφοράς.

Η Στάση προς μια συγκεκριμένη συμπεριφορά A είναι το άθροισμα των γινομένων των σημαντικών πεποιθήσεων του ατόμου ( $b_i$ ) για τα αποτελέσματα της εφαρμογής μιας συμπεριφοράς, με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων αυτών  $n$  ( $e_i$ ), όπου  $n$  ο αριθμός των πεποιθήσεων. Καθόρισαν, ότι ο υποκειμενικός κανόνας (Single Norm - SN) έχει σχέση εξάρτησης με μια συμπεριφορά, ως προς την αντίληψη του ατόμου ότι οι περισσότεροι άνθρωποι που είναι σημαντικοί για αυτόν, πιστεύουν ότι πρέπει ή δεν πρέπει να εκτελέσει τη συγκεκριμένη συμπεριφορά. Οι Fishbein & Ajzen, στη συνέχεια, πρότειναν ότι ο υποκειμενικός κανόνας (SN) θα μπορούσε να προσδιοριστεί λαμβάνοντας υπόψη το άθροισμα των κανονιστικών πεποιθήσεων ενός ατόμου ( $nb_i$ ), που είναι οι αντιληπτές προσδοκίες άλλων ατόμων ή ομάδων και τα κίνητρά του να συμμορφωθεί ( $mc_i$ ). Ο τύπος που προτείνεται για τη μέτρηση της υποκειμενικής νόρμας που συνδέεται με μια πραγματική συμπεριφορά είναι η εξής:

$$SN = \sum_{i=0}^n nb_i mc_i \quad 1$$

Όπως αναφέρθηκε ήδη, η υποκειμενική νόρμα μιας συμπεριφορά σχετίζεται με την αντίληψη που θεωρεί πως έχουν άτομα, τα οποία είναι σημαντικά για το ίδιο το άτομο, για το αν πρέπει να υλοποιήσει τη συμπεριφορά αυτή και ορίστηκε ως το άθροισμα των γινομένων των υποκειμενικών πεποιθήσεων ( $nb_i$ ) με άλλα λόγια των αναλαμβανόμενων απόψεων άλλων ατόμων για τη συμπεριφορά, με τη κινητοποίηση του ατόμου να συμμορφωθεί/συμφωνήσει με τις απόψεις αυτές: όπου  $n$  είναι το πλήθος των αναφερομένων, ως σημαντικών, ατόμων (Chuttur, 2009).

Έτσι, η πρόθεση συμπεριφοράς (Intent Behavior - BI) ενός ατόμου να εκτελέσει μια συμπεριφορά θα μπορούσε να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο, με το A ως μέτρο της Στάσης απέναντι στη συμπεριφορά και το SN ως μέτρο του υποκειμενικού κανόνα που σχετίζεται με τη συμπεριφορά που εξετάζεται.

$$BI = A + SN \quad 2$$

Έτσι, η Θεωρία της Αιτιολογημένης Δράσης παρείχε ένα χρήσιμο μοντέλο που θα μπορούσε να εξηγήσει και να προβλέψει την πραγματική συμπεριφορά ενός ατόμου. Το 1985, ο Ντέιβις πήρε το ίδιο μοντέλο και το προσάρμοσε στο πλαίσιο αποδοχής από τον χρήστη ενός πληροφοριακού συστήματος, για να αναπτυχθεί το Μοντέλο

Αποδοχής Τεχνολογίας. Ο Davis θεώρησε ότι η πραγματική χρήση ενός συστήματος αποτελεί μια συμπεριφορά και η Θεωρία της Λογικής Δράσης θα ήταν ένα κατάλληλο μοντέλο για να προβλέψει και να τεκμηριώσει αυτή τη συμπεριφορά. Ο Davis τροποποίησε το μοντέλο της Θεωρίας της Αιτιολογημένης Δράσης (TRA) κάνοντας δύο σημαντικές αλλαγές. Πρώτον, δεν έλαβε υπόψη του τον υποκειμενικό κανόνα στην πρόβλεψη της πραγματικής συμπεριφοράς ενός ατόμου, προτείνοντας ότι η υποκειμενική νόρμα ήταν η λιγότερο κατανοητή πλευρά του TRA καθώς είχε ασταθή θεωρητική θέση. Έτσι, ο Davis (1985) εξέτασε μόνο τη Στάση ενός ατόμου απέναντι σε μια δεδομένη συμπεριφορά στο TAM του. Δεύτερον, αντί να εξετάσει πολλές μεμονωμένες σημαντικές πεποιθήσεις καθορίζοντας τη Στάση απέναντι σε μια δεδομένη συμπεριφορά, ο Davis (1985) βασίστηκε σε πολλές άλλες σχετικές μελέτες για να εντοπίσει μόνο δύο διαφορετικές πεποιθήσεις: την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης, που ήταν επαρκείς για να προβλέψει τη Στάση ενός χρήστη απέναντι στη χρήση ενός συστήματος (Chuttur, 2009).

Τι κάνει τους ανθρώπους να αποδέχονται ή να απορρίπτουν την τεχνολογία της πληροφορίας; Μεταξύ των πολλών μεταβλητών που μπορεί να επηρεάσουν τη χρήση του συστήματος, η προηγούμενη έρευνα προτείνει δύο καθοριστικούς παράγοντες που είναι ιδιαίτερα σημαντικοί. Πρώτον, οι άνθρωποι τείνουν να χρησιμοποιούν ή να μη χρησιμοποιούν μια εφαρμογή στο βαθμό που πιστεύουν ότι θα τους βοηθήσει να εκτελέσουν καλύτερα τη δουλειά τους. Αναφερόμαστε σε αυτή την πρώτη μεταβλητή ως αντιληπτή χρησιμότητα. Δεύτερον, ακόμα κι αν οι δυνητικοί χρήστες πιστεύουν ότι μια δεδομένη εφαρμογή είναι χρήσιμη, μπορούν, ταυτόχρονα, να πιστεύουν ότι τα συστήματα είναι πολύ δύσκολα και ότι τα οφέλη απόδοσης από τη χρήση αντισταθμίζονται από την προσπάθεια χρήσης του εφαρμογή. Δηλαδή, εκτός από τη χρησιμότητα, η χρήση θεωρείται ότι επηρεάζεται από την αντιληπτή ευκολία χρήσης. Η αντιληπτή χρησιμότητα ορίζεται εδώ ως «ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος θα ενίσχυε την εργασιακή του απόδοση». Αυτό προκύπτει από τον ορισμό της λέξης χρήσιμο: «ικανό να χρησιμοποιηθεί επωφελώς». Μέσα σε ένα οργανωτικό πλαίσιο, η καλή απόδοση των ανθρώπων ενισχύεται με αυξήσεις, προαγωγές, μόνους και άλλες ανταμοιβές (Pfeffer, 1982; Schein, 1980; Vroom, 1964). Ένα σύστημα με υψηλή αντιληπτή χρησιμότητα, με τη σειρά του, είναι ένα σύστημα για το οποίο ένας χρήστης πιστεύει στην ύπαρξη μιας θετικής σχέσης χρήσης-απόδοσης.

Η αντιληπτή ευκολία χρήσης, αντίθετα, αναφέρεται «στον βαθμό στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος θα ήταν χωρίς προσπάθεια». Αυτό προκύπτει από τον ορισμό της «ευκολίας»: «απελευθέρωση από δυσκολίες ή μεγάλη προσπάθεια». Η προσπάθεια είναι ένας πεπερασμένος πόρος που ένα άτομο μπορεί να διαθέσει στις διάφορες δραστηριότητες για τις οποίες είναι υπεύθυνος (Radner & Rothschild, 1975). Αν όλα τα άλλα είναι ίσα, μπορούμε να ισχυριστούμε πως μια εφαρμογή που θεωρείται πιο εύκολη στη χρήση από μια άλλη είναι πιο πιθανό να γίνει αποδεκτή από τους χρήστες.

## 2.4. Θεωρητικές βάσεις

Η θεωρητική σημασία της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης ως καθοριστικοί παράγοντες της συμπεριφοράς των χρηστών υποδεικνύεται από πολλές διαφορετικές γραμμές έρευνας. Ο αντίκτυπος της αντιληπτής χρησιμότητας στη χρήση του συστήματος προτάθηκε από την εργασία των Schultz & Slevin (1975) και Robey (1979). Οι Schultz & Slevin (1975) διεξήγαγαν μια διερευνητική παραγοντική ανάλυση 67 στοιχείων του ερωτηματολογίου, τα οποία απέδωσαν 7 διακριτές διαστάσεις. Από αυτές, η διάσταση της «απόδοσης» που ερμηνεύτηκε από τους συγγραφείς, ως η αντιληπτή «επίδραση του μοντέλου στην εργασιακή απόδοση του διευθυντή», συσχετίστηκε περισσότερο με την αυτοπροβλεπόμενη χρήση ενός μοντέλου απόφασης. Χρησιμοποιώντας το ερωτηματολόγιο των Schultz & Slevin, ο Robey (1979) βρίσκει ότι η διάσταση της απόδοσης συσχετίζεται περισσότερο με δύο αντικειμενικά μέτρα χρήσης του συστήματος. Βασιζόμενος στο μοντέλο προσδοκίας των Vertinsky et al. (1975), ο Robey (1979), θεωρεί ότι ένα σύστημα που δεν βοηθά στην εκτέλεση των εργασιών τους δεν είναι πιθανό να ληφθεί ικανοποιητικά, παρά τις προσεκτικές προσπάθειες υλοποίησης. Αν και η αντιληπτή απρόβλεπτη χρήση-απόδοση, όπως παρουσιάζεται στο μοντέλο του Robey (1979), είναι παράλληλη με τον ορισμό μας για την αντιληπτή χρησιμότητα, η χρήση του παράγοντα απόδοσης των Schultz & Slevin (1975), η λειτουργικότητα των προσδοκιών απόδοσης είναι προβληματική για πολλούς λόγους: το όργανο προέρχεται εμπειρικά μέσω διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης: χρησιμοποιείται μια κάπως χαμηλή αναλογία μεγέθους δείγματος προς στοιχεία, τέσσερα από τα δεκατρία στοιχεία έχουν φορτίσεις κάτω από 0,5, και αρκετά από τα αυτά δεν εμπίπτουν σαφώς στον ορισμό των αναμενόμενων βελτιώσεων απόδοσης (π.χ. "Η δουλειά μου θα είναι πιο ικανοποιητική", "Άλλοι θα έχουν μεγαλύτερη επίγνωση του τι κάνω" κ.λπ.). Ένα

εναλλακτικό μοντέλο θεωρητικής προσδοκίας, που προήλθε από τον Vroom (1964), εισήχθη και δοκιμάστηκε από τον DeSanctis (1983). Το προσδόκιμο χρήσης-απόδοσης δεν αναλύθηκε χωριστά από τα εργαλεία απόδοσης-ανταμοιβής και τα σθένη ανταμοιβής. Αντίθετα, χρησιμοποιήθηκε μια διαδικασία μέτρησης προσανατολισμένη στη μήτρα για να παραχθεί ένας συνολικός δείκτης «κινητήριας δύναμης» που συνδύαζε αυτές τις τρεις κατασκευές. Το "Force" είχε μικρές αλλά σημαντικές συσχετίσεις με τη χρήση ενός DSS (Decision Support System) σε ένα πείραμα προσομοίωσης επιχείρησης (οι συσχετισμοί κυμαίνονταν από 0,04 έως 0,26). Η αντίθεση μεταξύ των συσχετίσεων του DeSanctis και εκείνων που παρατήρησε ο Robey υπογραμμίζει τον σημαντικό παράγοντα της μέτρησης στην πρόβλεψη και την εξήγηση της χρήσης.

## **2.5.Θεωρία Αυτοαποτελεσματικότητας**

Η σημασία της αντιληπτής ευκολίας χρήσης υποστηρίζεται από την εκτενή έρευνα του Bandura (1982) σχετικά με την αυτό-αποτελεσματικότητα, η οποία ορίζεται ως «κριτικές για το πόσο καλά μπορεί κανείς να εκτελέσει τις ενέργειες που απαιτούνται για την αντιμετώπιση μελλοντικών καταστάσεων» (σελ. 122). Η αυτό-αποτελεσματικότητα είναι παρόμοια με την αντιληπτή ευκολία χρήσης όπως ορίζεται παραπάνω. Οι πεποιθήσεις αυτό-αποτελεσματικότητας θεωρούνται ότι λειτουργούν ως εγγύς καθοριστικοί παράγοντες της συμπεριφοράς. Η θεωρία του Bandura διακρίνει τις κρίσεις αυτό-αποτελεσματικότητας από τις κρίσεις αποτελέσματος, με τις τελευταίες να αφορούν τον βαθμό στον οποίο μια συμπεριφορά, αφού εκτελεστεί επιτυχώς, πιστεύεται ότι συνδέεται με εκτιμημένα αποτελέσματα. Η μεταβλητή "εκροής κρίσης" του Bandura είναι παρόμοια με την αντιληπτή χρησιμότητα. Ο Bandura υποστηρίζει ότι η αυτό-αποτελεσματικότητα και οι πεποιθήσεις έκβασης έχουν διαφορετικά προηγούμενα και πως, «Σε κάθε δεδομένη περίπτωση, η συμπεριφορά θα μπορούσε να προβλεφθεί καλύτερα λαμβάνοντας υπόψη τόσο την αυτό-αποτελεσματικότητα όσο και τις πεποιθήσεις για το αποτέλεσμα» (σελ. 140). Οι Hill, et al. (1987) διαπιστώνουν ότι τόσο η αυτό-αποτελεσματικότητα όσο και οι πεποιθήσεις για το αποτέλεσμα ασκούν επιρροή στην απόφαση να μάθει μια γλώσσα υπολογιστή. Το παράδειγμα αυτό-αποτελεσματικότητας δεν προσφέρει ένα γενικό μέτρο που να μπορεί να εφαρμοστεί στους σκοπούς μας, καθώς οι πεποιθήσεις για την αποτελεσματικότητα θεωρούνται ότι είναι συγκεκριμένες για την κατάσταση, με μέτρα προσαρμοσμένα στον υπό μελέτη τομέα (Bandura, 1982). Ωστόσο, η έρευνα αυτό-αποτελεσματικότητας παρέχει μία από

τις πολλές θεωρητικές προοπτικές που υποδηλώνουν ότι η αντιληπτή ευκολία χρήσης και η αντιληπτή χρησιμότητα λειτουργούν ως βασικοί καθοριστικοί παράγοντες της συμπεριφοράς των χρηστών.

## 2.6. Παράδειγμα κόστους-οφέλους

Το παράδειγμα κόστους-οφέλους από τη συμπεριφορική θεωρία αποφάσεων (Beach & Mitchell, 1978; Johnson & Payne, 1985; Payne, 1982) σχετίζεται επίσης με την αντιληπτή χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης. Αυτή η έρευνα εξηγεί την επιλογή των ανθρώπων ανάμεσα σε διάφορες στρατηγικές λήψης αποφάσεων (όπως γραμμική αντισταθμιστική, συνδετική, διαχωριστική και εξάλειψη κατά πτυχές) με όρους γνωστικού συμβιβασμού μεταξύ της προσπάθειας που απαιτείται για την εφαρμογή της στρατηγικής και την ποιότητα (ακρίβεια) της απόφασης που προκύπτει. Αυτή η προσέγγιση ήταν αποτελεσματική για να εξηγήσει γιατί οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων αλλάζουν τις στρατηγικές επιλογής τους ως απάντηση σε αλλαγές στην πολυπλοκότητα των εργασιών. Αν και η προσέγγιση κόστους-οφέλους αφορούσε κυρίως τη λήψη αποφάσεων χωρίς βοήθεια, η πρόσφατη εργασία άρχισε να εφαρμόζει την ίδια μορφή ανάλυσης στην αποτελεσματικότητα των μορφών εμφάνισης πληροφοριών (Jarvenpaa, 1989, Kleinmuntz & Schkade, 1988).

Η έρευνα κόστους-οφέλους έχει χρησιμοποιήσει κυρίως αντικειμενικά μέτρα ακρίβειας και προσπάθειας σε ερευνητικές μελέτες, υποβαθμίζοντας τη διάκριση μεταξύ αντικειμενικής και υποκειμενικής ακρίβειας και προσπάθειας. Η αυξημένη έμφαση στις υποκειμενικές δομές είναι δικαιολογημένη, ωστόσο, δεδομένου ότι η επιλογή στρατηγικής από έναν υπεύθυνο λήψης αποφάσεων θεωρείται ότι βασίζεται στην υποκειμενική σε αντίθεση με την αντικειμενική ακρίβεια και προσπάθεια (Beach & Mitchell, 1978) και πως άλλες έρευνες υποδηλώνουν ότι τα υποκειμενικά μέτρα συχνά διαφωνούν με τα πρακτικά αντίστοιχά τους (Abelson & Levi, 1985· Adelbratt & Montgomery, 1980· Wright, 1975). Η εισαγωγή μέτρων για το αντιλαμβανόμενο κόστος και τα οφέλη του ίδιου του λήπτη αποφάσεων, ανεξάρτητα από την πραγματική απόφαση, έχει προταθεί ως τρόπος μετριασμού των επικρίσεων ότι το πλαίσιο κόστους/οφέλους είναι ταυτολογικό (Abelson & Levi, 1985). Η διάκριση που γίνεται εδώ μεταξύ της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης είναι παρόμοια με τη διάκριση μεταξύ της υποκειμενικής απόδοσης λήψης αποφάσεων και της προσπάθειας.

## 2.7.Υιοθέτηση καινοτομιών

Η έρευνα για την υιοθέτηση καινοτομιών υποδηλώνει επίσης εξέχοντα ρόλο για την αντιληπτή ευκολία χρήσης. Στη μετα-ανάλυση της σχέσης μεταξύ των χαρακτηριστικών μιας καινοτομίας και της υιοθέτησής της, οι Tornatzky & Klein (1982) διαπιστώνουν ότι η συμβατότητα, το σχετικό πλεονέκτημα και η πολυπλοκότητα έχουν τις πιο σταθερές σημαντικές σχέσεις σε ένα ευρύ φάσμα τύπων καινοτομίας. Η πολυπλοκότητα, που ορίζεται από τους Rogers & Shoemaker (1971) ως «ο βαθμός στον οποίο μια καινοτομία γίνεται αντιληπτή ως σχετικά δύσκολη στην κατανόηση και χρήση» (σελ. 154), παραλληλίζεται με την αντιληπτή ευκολία χρήσης αρκετά στενά. Όπως επισημαίνουν οι Tornatzky & Klein (1982), ωστόσο, η συμβατότητα και το σχετικό πλεονέκτημα έχουν αντιμετωπιστεί τόσο ευρέως και ασυνεπώς στη βιβλιογραφία που είναι δύσκολο να ερμηνευθούν ως αξιολόγηση αναφορών πληροφοριών.

Μια προηγούμενη έρευνα στο MIS σχετικά με την αξιολόγηση των αναφορών πληροφοριών εκφράζει τη διάκριση μεταξύ χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης που γίνεται στο παρόν. Ο παράγοντας Larcker & Lessig (1980) ανέλυσε 6 στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση τέσσερα εκθέσεων πληροφοριών. τρία στοιχεία επιβαρύνουν καθέναν από δύο διακριτούς παράγοντες: α) η αντιληπτή σημασία, την οποία οι Larcker & Lessig ορίζουν ως «την ποιότητα που κάνει ένα συγκεκριμένο σύνολο πληροφοριών να αποκτήσει συνάφεια με έναν υπεύθυνο λήψης αποφάσεων» και ο βαθμός στον οποίο οι πληροφορίες- τα στοιχεία μάθησης είναι "μια απαραίτητη εισαγωγή για την ολοκλήρωση της εργασίας" και β) η αντιληπτή χρηστικότητα, η οποία ορίζεται ως ο βαθμός στον οποίο "η μορφή πληροφοριών είναι ξεκάθαρη, σαφής ή ευανάγνωστη" (σελ. 123). Αυτές οι δύο διαστάσεις είναι παρόμοιες με την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης, όπως ορίζονται παραπάνω, αν και οι Larcker & Lessig αναφέρονται στις δύο διαστάσεις συλλογικά ως "αντιληπτή χρησιμότητα". Η αξιοπιστία για τις δύο διαστάσεις πέφτει στο εύρος 0,64-,77, κάτω από το ελάχιστο επίπεδο, 80 που συνιστάται για τη βασική έρευνα. Οι συσχετίσεις με την πραγματική χρήση των αναφορών πληροφοριών δεν εξετάστηκαν στη μελέτη τους.

Το μοντέλο διάθεσης καναλιών Swanson (1982, 1987) εισήγαγε και δοκίμασε ένα μοντέλο «διάθεσης καναλιού» για να εξηγήσει την επιλογή και τη χρήση των αναφορών πληροφοριών. Η έννοια της διάταξης καναλιού ορίζεται ως η ύπαρξη δύο



συνιστωσών: αποδοθείσα ποιότητα πληροφοριών και αποδοθείσα ποιότητα πρόσβασης. Υποτίθεται ότι οι πιθανοί χρήστες επιλέγουν και χρησιμοποιούν αναφορές πληροφοριών με βάση μια έμμεση ψυχολογική αντιστάθμιση μεταξύ της ποιότητας των πληροφοριών και του συναφούς κόστους πρόσβασης. Ο Swanson (1987) πραγματοποίησε μια διερευνητική παραγοντική ανάλυση προκειμένου να μετρήσει την ποιότητα των πληροφοριών και την ποιότητα πρόσβασης. Προέκυψε μια λύση 5 παραγόντων, με έναν παράγοντα να αντιστοιχεί στην ποιότητα της πληροφορίας (Συντελεστής #3, "τιμή") και 1 στην ποιότητα πρόσβασης (Συντελεστής #2, "προσβασιμότητα"). Η επιθεώρηση των στοιχείων που επιβαρύνουν αυτούς τους παράγοντες υποδηλώνει στενή αντιστοιχία με την αντιληπτή χρησιμότητα και ευκολία χρήσης. Στοιχεία όπως "σημαντικό", "σχετικό", "χρήσιμο" και "πολύτιμο" φορτώνουν έντονα την ιδιότητα τιμής. Έτσι, οι παραλληλισμοί αξίας αντιλαμβάνονται τη χρησιμότητα. Το γεγονός ότι η συνάφεια και η χρησιμότητα φορτώνουν τον ίδιο παράγοντα συμφωνεί με τους επιστήμονες της πληροφορίας, οι οποίοι τονίζουν την εννοιολογική ομοιότητα μεταξύ των εννοιών χρησιμότητας και συνάφειας (Saracevic, 1975). Αρκετά από τα στοιχεία "προσβασιμότητας" της Swanson, όπως "βολικό", "ελεγχόμενο", "εύκολο" και "χωρίς επιβάρυνση", αντιστοιχούν στην αντιληπτή ευκολία χρήσης όπως ορίζεται παραπάνω. Αν και η μελέτη ήταν περισσότερο διερευνητική παρά επιβεβαιωτική, χωρίς προσπάθειες για επικύρωση της κατασκευής, συμφωνεί με την εννοιολογική διάκριση μεταξύ χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης. Η χρήση του καναλιού πληροφοριών που αναφέρθηκε από τον εαυτό σας συσχετίστηκε με 0,20 με την ιδιότητα τιμής και 0,13 με την ιδιότητα προσβασιμότητας.

## 2.8. Μελέτες εκτός MIS

Εκτός του τομέα MIS, μια μελέτη μάρκετινγκ από τους Hauser & Simmie (1981) σχετικά με τις αντιλήψεις των χρηστών για τις εναλλακτικές τεχνολογίες επικοινωνίας προέκυψαν, ομοίως, δύο υποκείμενες διαστάσεις: η ευκολία χρήσης και η αποτελεσματικότητα, με την τελευταία να είναι παρόμοια με την αντιληπτή χρησιμότητα. Τόσο η ευκολία χρήσης όσο και η αποτελεσματικότητα είχαν επιρροή στη διαμόρφωση των προτιμήσεων των χρηστών σχετικά με ένα σύνολο εναλλακτικών τεχνολογιών επικοινωνίας. Η ερευνητική κοινότητα αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή (HCI) έχει δώσει ιδιαίτερη έμφαση στην ευκολία χρήσης και στον σχεδιασμό (Branscomb & Thomas, 1984· Card, et al., 1984· Gould & Lewis, 1985). Ωστόσο, αυτές οι μελέτες έχουν επικεντρωθεί σε αντικειμενικά μέτρα ευκολίας

χρήσης, όπως ο χρόνος ολοκλήρωσης της εργασίας και τα ποσοστά σφαλμάτων. Σε πολλούς οργανισμούς πωλητών, η δοκιμή ευχρηστίας έχει γίνει μια τυπική φάση στον κύκλο ανάπτυξης προϊόντων, με μεγάλες επενδύσεις σε εγκαταστάσεις δοκιμών και οργάνων. Αν και η αντικειμενική ευκολία χρήσης είναι ξεκάθαρα σχετικά με την απόδοση του χρήστη δεδομένου του συστήματος, χρησιμοποιείται η υποκειμενική ευκολία χρήσης η οποία είναι πιο σχετική στην απόφαση των χρηστών για το αν θα χρησιμοποιήσουν ή όχι το σύστημα και ενδέχεται να μην συμφωνεί με τον στόχο - μέτρα (Carroll & Thomas, 1988).

## **2.9. Σύγκλιση ευρημάτων**

Υπάρχει μια εντυπωσιακή σύγκλιση μεταξύ του εύρους φάσματος θεωρητικών προοπτικών και ερευνητικών μελετών που συζητήθηκαν παραπάνω. Αν και οι Hill, et al. (1987) εξέτασαν την εκμάθηση μιας γλώσσας υπολογιστή, οι Larcker & Lessig (1980) και Swanson (1982, 1987) ασχολήθηκαν με την αξιολόγηση των αναφορών πληροφοριών ενώ οι Hauser & Simmie (1981) μελέτησαν τεχνολογίες επικοινωνίας· ωστόσο, όλοι υποστηρίζουν την εννοιολογική και εμπειρική διάκριση μεταξύ χρηστικότητας και ευκολίας χρήσης. Το συσσωρευμένο σώμα γνώσεων σχετικά με την αυτό-αποτελεσματικότητα, τη συμπεριφορά ενδεχόμενης λήψης αποφάσεων και την υιοθέτηση καινοτομιών παρέχει θεωρητική υποστήριξη για την αντιληπτή χρησιμότητα και ευκολία χρήσης ως βασικούς καθοριστικούς παράγοντες της συμπεριφοράς. Από πολλαπλά πειθαρχικά πλεονεκτήματα, η αντιληπτή χρησιμότητα και η αντιληπτή ευκολία χρήσης υποδεικνύονται ως θεμελιώδεις και διακριτές δομές που έχουν επιρροή στις αποφάσεις για τη χρήση της τεχνολογίας πληροφοριών. Αν και σίγουρα δεν είναι οι μόνες μεταβλητές που ενδιαφέρουν για την εξήγηση της συμπεριφοράς των χρηστών (για άλλες μεταβλητές, βλ. Cheney, et al., 1986; Davis, et al., 1989; Swanson, 1988) φαίνεται ότι παίζουν κεντρικό ρόλο. Απαιτούνται βελτιωμένα μέτρα για την απόκτηση περαιτέρω γνώσης της φύσης της αντιληπτής χρησιμότητας, της αντιληπτής ευκολίας χρήσης και του ρόλου τους ως καθοριστικούς παράγοντες της χρήσης υπολογιστή.

## **2.10. Ανάπτυξη κλίμακας και προ-δοκιμασία**

Χρησιμοποιήθηκε μια διαδικασία βήμα προς βήμα για την ανάπτυξη νέων κλιμάκων πολλαπλών στοιχείων με υψηλή αξιοπιστία και εγκυρότητα. Οι εννοιολογικοί ορισμοί της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης, που αναφέρθηκαν

παραπάνω, χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία 14 υποψηφίων στοιχείων για κάθε κατασκευή από την προηγούμενη βιβλιογραφία. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν προ-δοκιμαστικές συνεντεύξεις για την αξιολόγηση του σημασιολογικού περιεχομένου των στοιχείων. Αυτά τα στοιχεία που ταιριάζουν καλύτερα στους ορισμούς των κατασκευών βρίσκονταν σε δοκιμαστικές εγκαταστάσεις και όργανο. Στη συνέχεια, διεξήχθη μια επιτόπια μελέτη (Μελέτη 1) σε 112 χρήστες που αφορούσαν δύο διαφορετικά διαδραστικά συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών, προκειμένου να αξιολογηθεί η αξιοπιστία και η εγκυρότητα κατασκευής των κλιμάκων που προέκυψαν. Οι κλίμακες βελτιώθηκαν περαιτέρω και απλοποιήθηκαν σε 6 στοιχεία ανά κατασκευή. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μια εργαστηριακή μελέτη (Μελέτη 2) στην οποία συμμετείχαν 40 συμμετέχοντες και δύο συστήματα γραφικών. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από τις δύο μελέτες για την αξιολόγηση της σχέσης μεταξύ χρησιμότητας, ευκολίας χρήσης και αυτοαναφερόμενης χρήσης. Οι ψυχομετρικές τονίζουν ότι η εγκυρότητα μιας κλίμακας μέτρησης είναι ενσωματωμένη από την αρχή.

Όπως επισημαίνει ο Nunnally (1978): *«Αντί να ελέγχεται η εγκυρότητα των μέτρων μετά την κατασκευή τους, θα πρέπει να διασφαλίζεται η εγκυρότητα από το σχέδιο και τις διαδικασίες κατασκευής»* (σελ. 258). Η προσεκτική επιλογή των αρχικών στοιχείων της κλίμακας βοηθά να διασφαλιστεί ότι οι κλίμακες θα διαθέτουν «εγκυρότητα περιεχομένου», που ορίζεται ως «ο βαθμός στον οποίο η βαθμολογία ή η κλίμακα που χρησιμοποιείται αντιπροσωπεύει την έννοια για την οποία πρέπει να γίνουν γενικεύσεις» (Bohrnstedt, 1970, σελ. 91). Κατά τη συζήτηση της εγκυρότητας του περιεχομένου, οι ψυχομετρικοί συχνά επικαλούνται το «μοντέλο δειγματοληψίας τομέα» (Bohrnstedt, 1970; Nunnally, 1978) το οποίο υποθέτει ότι υπάρχει ένας τομέας περιεχομένου που αντιστοιχεί σε κάθε μεταβλητή που ενδιαφέρεται να μετρήσει. Θα πρέπει να επιλεγούν υποψήφια αντικείμενα αντιπροσωπευτικά του τομέα περιεχομένου. Συνιστάται στους ερευνητές να ξεκινήσουν διατυπώνοντας εννοιολογικούς ορισμούς για το τι πρόκειται να μετρηθεί και προετοιμάζοντας στοιχεία που να ταιριάζουν με τους ορισμούς της δομής (Anastasi, 1986). Ακολουθώντας αυτές τις συστάσεις, υποψήφια στοιχεία για αντιληπτή χρησιμότητα και αντιληπτή ευκολία χρήσης δημιουργήθηκαν με βάση τους εννοιολογικούς ορισμούς τους, που αναφέρθηκαν παραπάνω, και στη συνέχεια δοκιμάστηκαν εκ των προτέρων προκειμένου να επιλεγούν εκείνα τα στοιχεία που ταιριάζουν καλύτερα στους τομείς

περιεχομένου. Ο τύπος Spearman-Brown Prophecy χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή του αριθμού των στοιχείων που θα δημιουργηθούν για κάθε κλίμακα. Αυτός ο τύπος εκτιμά τον αριθμό των στοιχείων που απαιτούνται για την επίτευξη μιας δεδομένης αξιοπιστίας με βάση τον αριθμό των στοιχείων και την αξιοπιστία συγκρίσιμων υπαρχουσών κλιμάκων. Με παρέκταση από προηγούμενες μελέτες, ο τύπος προτείνει ότι δέκα στοιχεία θα χρειάζονταν για κάθε αντιληπτική μεταβλητή ώστε να επιτευχθεί αξιοπιστία τουλάχιστον 0,80 (Davis, 1986). Προσθέτοντας τέσσερα επιπλέον στοιχεία για κάθε κατασκευή για να επιτραπεί η εξάλειψη στοιχείων, αποφασίστηκε να δημιουργηθούν δεκατέσσερα στοιχεία για κάθε κατασκευή. Οι αρχικές ομάδες αντικειμένων για την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης αποτυπώνονται στους Πίνακες 1 και 2 που αποδίδουν δεκατέσσερα στοιχεία για κάθε κατασκευή και μια επιτόπια μελέτη (Μελέτη 1) 112 χρηστών σε δύο διαφορετικά διαδραστικά συστήματα υπολογιστή (MIS Quarterly/Σεπτέμβριος 1989), χρησιμότητα πληροφορικής και ευκολία χρήσης 1 και 2, αντίστοιχα.

#### Πίνακας 2

##### *Αρχική Ομάδα Αντικειμένων. Μέρος 1*

---

1	Η δουλειά μου θα ήταν δύσκολη χωρίς ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
2	Η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μου δίνει μεγαλύτερο έλεγχο στην εργασία μου.
3	Η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου βελτιώνει την εργασιακή μου απόδοση.
4	Το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου καλύπτει τις ανάγκες μου που σχετίζονται με την εργασία.
5	Η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μου εξοικονομεί χρόνο.
6	Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο μου δίνει τη δυνατότητα να εκτελώ εργασίες πιο γρήγορα.
7	Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο υποστηρίζει κρίσιμες πτυχές της δουλειάς μου.
8	Η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μου επιτρέπει να ολοκληρώσω περισσότερη δουλειά από ό,τι θα ήταν διαφορετικά.
9	Η χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου μειώνει τον χρόνο που αφιερώνω σε μη παραγωγικές δραστηριότητες.

---

- 10 Η χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ενισχύει την αποτελεσματικότητά μου στη δουλειά.
- 11 Η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου βελτιώνει την ποιότητα της εργασίας που κάνω.
- 12 Η χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αυξάνει την παραγωγικότητά μου.
- 13 Η χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου διευκολύνει τη δουλειά μου.
- 14 Γενικά, βρίσκω το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου χρήσιμο στη δουλειά μου.
- 

**Πίνακας 3**

*Αρχική Ομάδα Αντικειμένων. Μέρος 2.*

---

- 1 Συχνά μπερδεύομαι όταν χρησιμοποιώ το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- 2 Κάνω λάθη συχνά όταν χρησιμοποιώ ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
- 3 Η αλληλεπίδραση με το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου είναι συχνά απογοητευτική.
- 4 Πρέπει να συμβουλευόμαι συχνά το εγχειρίδιο χρήσης όταν χρησιμοποιώ ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.
- 5 Η αλληλεπίδραση με το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου απαιτεί πολλή πνευματική προσπάθεια.
- 6 Θεωρώ ότι είναι εύκολο να ανακτήσω τα σφάλματα που παρουσιάζονται κατά τη χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- 7 Το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου είναι άκαμπτο και άκαμπτο στην αλληλεπίδραση
- 8 Μου είναι εύκολο να πείσω το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου να κάνει αυτό που θέλω
- 9 Το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου συχνά συμπεριφέρεται με απροσδόκητους τρόπους.
- 10 Θεωρώ ότι είναι δυσκίνητο να χρησιμοποιώ το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- 11 Η αλληλεπίδρασή μου με το σύστημα ηλεκτρονικής αλληλογραφίας είναι εύκολη για μένα.
-

- 12 Είναι εύκολο για μένα να θυμάμαι πώς να εκτελώ εργασίες χρησιμοποιώντας το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.
- 13 Το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου παρέχει χρήσιμη καθοδήγηση για την εκτέλεση εργασιών.
- 14 Γενικά, θεωρώ εύκολο το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου
- 

Κατά την προετοιμασία των υποψήφιων αντικειμένων, 37 δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες που αφορούσαν τις αντιδράσεις των χρηστών σε διαδραστικά συστήματα εξετάστηκαν σε άλλες για να εντοπιστούν διάφορες πτυχές των κατασκευών που πρέπει να μετρηθούν (Davis, 1986). Τα στοιχεία διατυπώνονται με αναφορά στο "σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου", το οποίο είναι μία από τις δύο δοκιμαστικές εφαρμογές που διερευνήθηκαν στη Μελέτη 1, που αναφέρεται παρακάτω. Τα στοιχεία σε κάθε ομάδα τείνουν να έχουν πολλές επικαλύψεις ως προς τη σημασία τους, κάτι που συνάδει με το γεγονός ότι προορίζονται ως μέτρα της ίδιας υποκείμενης δομής. Αν και διαφορετικά άτομα μπορεί να αποδίδουν ελαφρώς διαφορετικό νόημα σε συγκεκριμένες δηλώσεις στοιχείων, ο στόχος της προσέγγισης πολλών στοιχείων είναι να μειώσει τυχόν εξωτερικές επιδράσεις μεμονωμένων στοιχείων, επιτρέποντας την ακύρωση των ιδιοσυγκρασιών κατά 2, αντίστοιχα. Κατά την προετοιμασία των υποψηφίων, 37 δημοσιευμένες ερευνητικές εργασίες που αφορούσαν αντιδράσεις σε διαδραστικά συστήματα ήταν και πάλι για να προσδιορίσουν διάφορες πτυχές των άλλων στοιχείων, ώστε να αποδώσουν μια πιο καθαρή ένδειξη της εννοιολογικής μεταβλητής. Πραγματοποιήθηκαν προ-δοκιμαστικές συνεντεύξεις για να βελτιωθεί περαιτέρω η εγκυρότητα του περιεχομένου αξιολογώντας την αντιστοιχία μεταξύ των υποψήφιων στοιχείων και τους ορισμούς των μεταβλητών που προορίζονται να μετρήσουν. Τα στοιχεία που δεν αντιπροσωπεύουν πολύ καλά το περιεχόμενο μιας δομής μπορούν να εξεταστούν ζητώντας από τα άτομα να ταξινομήσουν τον βαθμό στον οποίο κάθε στοιχείο ταιριάζει με τον ορισμό της μεταβλητής και εξαλείφοντας τα στοιχεία που λαμβάνουν χαμηλές βαθμολογίες. Κατά την εξάλειψη των αντικειμένων, θέλουμε να διασφαλίσουμε ότι δεν θα μειωθεί η αντιπροσωπευτικότητα των ομάδων αντικειμένων. Οι ομάδες αντικειμένων μας ενδέχεται να έχουν υπερβολική κάλυψη ορισμένων περιοχών σημασίας (ή υποστρωμάτων, βλέπε Bohrnstedt, 1970) εντός του τομέα περιεχομένου και όχι αρκετή οι υπόλοιποι. Ζητώντας από τα άτομα να βαθμολογήσουν την ομοιότητα των αντικειμένων μεταξύ τους, μπορούμε να

εκτελέσουμε μια ανάλυση συμπλέγματος για να προσδιορίσουμε τη δομή του υποστρώματος, να αφαιρέσουμε αντικείμενα όπου προτείνεται υπερβολική κάλυψη και να προσθέσουμε στοιχεία όπου υποδεικνύεται ανεπαρκής κάλυψη. Οι συμμετέχοντες στο pre-test αποτελούνταν από ένα δείγμα 15 έμπειρων χρηστών υπολογιστών από το Sloan School of Management, MIT, συμπεριλαμβανομένων 5 γραμματέων, 5 μεταπτυχιακών φοιτητών και 5 μελών του επαγγελματικού προσωπικού. Σε συνεντεύξεις πρόσωπο με πρόσωπο, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να εκτελέσουν δύο εργασίες, την ιεράρχηση προτεραιοτήτων και την κατηγοριοποίηση, οι οποίες έγιναν χωριστά για χρησιμότητα και ευκολία χρήσης. Για ιεράρχηση προτεραιοτήτων, τους δόθηκε αρχικά μια κάρτα που περιείχε τον ορισμό της κατασκευής στόχου και τους ζητήθηκε να τη διαβάσουν. Στη συνέχεια, τους δόθηκαν 13 κάρτες ευρετηρίου που η καθεμία είχε γραμμένο ένα από τα στοιχεία αυτής της κατασκευής. Το 14ο ή "συνολικά" στοιχείο για κάθε κατασκευή παραλείφθηκε, καθώς η διατύπωσή του ήταν σχεδόν πανομοιότυπη με την ετικέτα στην κάρτα ορισμού (βλ. Πίνακες 1 και 2). Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να κατατάξουν τις 13 κάρτες ανάλογα με το πόσο καλά ταίριαζε το νόημα κάθε δήλωσης με τον ορισμό της ευκολίας χρήσης ή της χρησιμότητας. Για την εργασία κατηγοριοποίησης, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να βάλουν τις 13 κάρτες σε 3 έως 5 κατηγορίες, έτσι ώστε οι δηλώσεις σε μια κατηγορία να είναι περισσότερο παρόμοιες ως προς το νόημα μεταξύ τους και ανόμοιες ως προς το νόημα από αυτές σε άλλες κατηγορίες. Αυτή ήταν μια προσαρμογή της διαδικασίας "δικών κατηγοριών" των Sherif & Sherif (1967).

Η κατηγοριοποίηση παρέχει μια απλή ένδειξη ομοιότητας που απαιτεί λιγότερο χρόνο και προσπάθεια για να επιτευχθεί από άλλες διαδικασίες μέτρησης ομοιότητας, όπως οι συγκρίσεις επί πληρωμή. Τα δεδομένα ομοιότητας αναλύθηκαν σε ομαδοποίηση με την ανάθεση στα ίδια στοιχεία συστάδας που επτά ή περισσότερα άτομα τοποθέτησαν στην ίδια κατηγορία. Τα συμπλέγματα θεωρούνται ότι είναι μια αντανάκλαση των υποστρωμάτων τομέα για κάθε κατασκευή και χρησιμεύουν ως βάση για την αξιολόγηση της κάλυψης ή της αντιπροσωπευτικότητας των ομάδων στοιχείων. Τα δεδομένα κατάταξης και συμπλέγματος που προκύπτουν συνοψίζονται στους Πίνακες 3 (χρησιμότητα) και 4 (ευκολία χρήσης). Για αντιληπτή χρησιμότητα, παρατηρήστε ότι τα στοιχεία εμπίπτουν σε τρεις κύριες ομάδες. Η πρώτη ομάδα σχετίζεται με την αποτελεσματικότητα της εργασίας, η δεύτερη με την παραγωγικότητα και την εξοικονόμηση χρόνου και η τρίτη με τη σημασία του συστήματος για την εργασία

κάποιου. Εάν εξαλείψουμε τα στοιχεία με τη χαμηλότερη κατάταξη (στοιχεία 1, 4, 5 και 9), βλέπουμε ότι τα τρία κύρια συμπλέγματα έχουν το καθένα τουλάχιστον δύο στοιχεία.

Στοιχείο 2 "έλεγχος": Ζητώντας από τα άτομα να βαθμολογήσουν τα παρόμοια αντικείμενα μεταξύ τους, μπορούμε να εκτελέσουμε μια ανάλυση για να προσδιορίσουμε τη δομή των στοιχείων αφαίρεσης όπου υπάρχει υπερβολική κάλυψη και να προσθέσουμε στοιχεία όπου υποδεικνύεται ανεπαρκής. Οι συμμετέχοντες αποτελούνταν από ένα δείγμα 15 χρήστες υπολογιστών από το Sloan of Management, MIT, συμπεριλαμβανομένων 5 δευτερολέπτων - 5 μεταπτυχιακών φοιτητών και 5 μελών του επαγγελματικού προσωπικού. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν πρόσωπο με πρόσωπο να πραγματοποιήσουν δύο προτεραιότητες και κατηγοριοποίηση, οι οποίες έγιναν ξεχωριστά για χρησιμότητα και ευκολία. Για ιεράρχηση, πρώτα τους δόθηκε ο ορισμός του στόχου και τους ζητήθηκε να τον διαβάσουν. Στη συνέχεια, τους δόθηκαν κάρτες που η καθεμία είχε γραμμένο ένα από τα στοιχεία κατασκευής. Το 14ο ή "υπερ-εργασία" διατηρήθηκε τότε, αν και κατατάχθηκε αρκετά χαμηλά, έπεσε στο top 9 και μπορεί να αξιοποιήσει μια σημαντική πτυχή της χρησιμότητας. Εξετάζοντας τώρα την αντιληπτή ευκολία χρήσης (Πίνακας 4), βρίσκουμε και πάλι τρεις κύριες ομάδες. Η πρώτη σχετίζεται με τη σωματική προσπάθεια, ενώ η δεύτερη αφορά τη νοητική προσπάθεια. Η επιλογή των 6 στοιχείων υψηλότερης προτεραιότητας και η εξάλειψη του 7<sup>ου</sup> παρέχει καλή κάλυψη αυτών των δύο συστάδων. Το στοιχείο 11 ("κατανοητό") αναδιατυπώθηκε σε "σαφές και κατανοητό" σε μια προσπάθεια να γίνει κατανοητό μέρος του περιεχομένου του στοιχείου 1 ("σύγχυση"), το οποίο έχει εξαλειφθεί. Η 3<sup>η</sup> ομάδα είναι κάπως πιο δύσκολο να ερμηνευθεί, αλλά φαίνεται να αξιοποιεί τις αντιλήψεις για το πόσο εύκολο είναι να μάθει κανείς ένα σύστημα. Η ανάμνηση του τρόπου εκτέλεσης εργασιών, η χρήση του εγχειριδίου και η στήριξη στην καθοδήγηση του συστήματος είναι όλα φαινόμενα που σχετίζονται με τη διαδικασία εκμάθησης χρήσης ενός νέου συστήματος (Nickerson, 1981, Roberts & Moran, 1983).

Περαιτέρω ανασκόπηση της βιβλιογραφίας υποδηλώνει ότι η ευκολία χρήσης και η ευκολία μάθησης συνδέονται στενά. Οι Roberts & Moran (1983) βρίσκουν μια συσχέτιση 0,79 μεταξύ των αντικειμενικών μετρήσεων της ευκολίας χρήσης και της ευκολίας μάθησης. Οι Whiteside, et al. (1985) διαπιστώνουν ότι η ευκολία χρήσης και



η ευκολία μάθησης συνδέονται στενά και καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι ταυτίζονται.

Μελέτες για το πώς οι άνθρωποι μαθαίνουν νέα συστήματα υποδηλώνουν ότι η μάθηση και η χρήση δεν είναι ξεχωριστές, ασύνδετες δραστηριότητες, αλλά αντίθετα ότι οι άνθρωποι παρακινούνται να αρχίσουν να εκτελούν την πραγματική εργασία απευθείας και να προσπαθούν να «μάθουν κάνοντας» σε αντίθεση με τα εγχειρίδια χρήστη ή διαδικτυακά σεμινάρια (Carroll & Carrithers, 1984· Carroll, et al., 1985· Carroll & McKendree, 1987). Σε αυτή τη μελέτη, επομένως, η ευκολία μάθησης θεωρείται ως ένα υπόστρωμα της κατασκευής της ευκολίας χρήσης, σε αντίθεση με μια ξεχωριστή κατασκευή. Δεδομένου ότι τα στοιχεία 4 και 13 παρέχουν μια μάλλον έμμεση αξιολόγηση της ευκολίας εκμάθησης, αντικαταστάθηκαν με δύο στοιχεία που διευκολύνουν τη μάθηση: "Το να μάθω να χειρίζομαι το σύστημα ηλεκτρονικής αλληλογραφίας είναι εύκολο για μένα" και "Θεωρώ ότι χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια για να γίνεις επιδέξιος στη χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου». Τα στοιχεία 6, 9 και 2 καταργήθηκαν επειδή δεν συγκεντρώθηκαν με άλλα στοιχεία και έλαβαν βαθμολογίες χαμηλής προτεραιότητας, γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν ταιριάζουν καλά στον τομέα περιεχομένου για ευκολία στη χρήση. Μαζί με τα "συνολικά" στοιχεία για κάθε κατασκευή, αυτή η διαδικασία έδωσε μια κλίμακα 10 στοιχείων για κάθε κατασκευή που έπρεπε να ελεγχθεί εμπειρικά ως προς την αξιοπιστία και την εγκυρότητα της κατασκευής.

#### Πίνακας 4

*Αποτελέσματα Προ-δοκιμασίας: Αντιληπτή Χρησιμότητα*

Παλιό Στοιχείο	Στοιχείο	Κατάταξη	Νέο Αντικείμενο	Σύμπλεγμα
1	Δύσκολη δουλειά χωρίς	13		C
2	Έλεγχος πάνω στην εργασία	9	2	
3	Εργασιακή απόδοση	2	6	A
4	Αντιμετωπίζει τις ανάγκες μου	12		C
5	Με εξοικονομεί χρόνο	11		B
6	Εργαστείτε πιο γρήγορα	7	3	B
7	Κρίσιμο για τη δουλειά μου	5	4	C

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ**

8	Ολοκληρώστε περισσότερη δουλειά	<b>6</b>	<b>7</b>	B
9	Κόψτε τον μη παραγωγικό χρόνο	<b>10</b>		B
10	Αποτελεσματικότητα	<b>1</b>	<b>8</b>	A
11	Ποιότητα δουλειάς	<b>3</b>	<b>1</b>	A
12	Αύξηση παραγωγικότητας	<b>4</b>	<b>5</b>	B
13	Κάνει τη δουλειά πιο εύκολη	<b>8</b>	<b>9</b>	C
14	Χρήσιμος	NA	<b>10</b>	NA

**Πίνακας 5**

*Αποτελέσματα Προ-δοκιμασίας: Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης*

Παλιό Στοιχείο	Στοιχείο	Κατάταξη	Νέο Αντικείμενο	Σύμπλεγμα
<b>1</b>	Μπερδεμένο	<b>7</b>		B
<b>2</b>	Επιρρεπής σε λάθη	<b>13</b>		
<b>3</b>	Απογοητευτικό	<b>3</b>	<b>3</b>	B
<b>4</b>	Εξάρτηση από Εγχειρίδιο	9	(replace)	C
5	Διανοητική προσπάθεια	5	<b>7</b>	B
<b>6</b>	Ανάκτηση σφαλμάτων	<b>10</b>		
<b>7</b>	Άκαμπτο & άκαμπτο	<b>6</b>	5	A
<b>8</b>	Συγκράτητος	<b>1</b>	<b>4</b>	A
9	Απροσδόκητη Συμπεριφορά	<b>11</b>		
<b>10</b>	Δυσκίνητος	<b>2</b>	<b>1</b>	A
<b>11</b>	Κατανοητός	<b>4</b>	<b>8</b>	B
<b>12</b>	Ευκολία στη μνήμη	<b>8</b>	<b>6</b>	C
<b>13</b>	Παρέχει καθοδήγηση	<b>12</b>	(replace)	C
<b>14</b>	Εύχρηστος	NA	<b>10</b>	NA
NA	Ευκολία μάθησης	NA	<b>2</b>	NA
NA	Προσπάθεια να γίνεις επιδέξιος	NA	9	NA

### 2.11.Μελέτη 1

Διεξήχθη μια επιτόπια μελέτη για την αξιολόγηση της αξιοπιστίας, της σύγκλισης εγκυρότητας, της εγκυρότητας διάκρισης και της παραγοντικής εγκυρότητας των κλιμάκων των 10 στοιχείων που προέκυψαν από την προ-δοκιμασία. Σε ένα δείγμα 120 χρηστών στο Εργαστήριο Ανάπτυξης του Τορόντο της IBM Canada δόθηκε ένα ερωτηματολόγιο που τους ζητούσε να αξιολογήσουν τη χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης δύο συστημάτων που είναι διαθέσιμα εκεί: το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο PROFS και το πρόγραμμα επεξεργασίας αρχείων XEDIT. Το υπολογιστικό περιβάλλον αποτελούνταν από κεντρικούς υπολογιστές IBM προσβάσιμους μέσω τερματικών 327X. Το σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου PROFS είναι μια απλή αλλά περιορισμένη δυνατότητα ανταλλαγής μηνυμάτων για σύντομα μηνύματα. (βλ. Ranko, 1988.)

Το πρόγραμμα επεξεργασίας XEDIT είναι ευρέως διαθέσιμο στα συστήματα της IBM και προσφέρει δυνατότητες επεξεργασίας τόσο σε πλήρη οθόνη όσο και με γνώμονα τις εντολές. Το ερωτηματολόγιο ζήτησε από τους συμμετέχοντες να βαθμολογήσουν με τον βαθμό στον οποίο συμφωνούν με κάθε δήλωση, κυκλώνοντας έναν αριθμό από το ένα έως το επτά, τοποθετημένα οριζόντια κάτω από τις περιγραφές του σημείου αγκύρωσης «Συμφωνώ απόλυτα», «Ουδέτερο» και «Διαφωνώ απόλυτα». Προκειμένου να εξασφαλιστεί η εξοικείωση του θέματος με τα συστήματα που αξιολογούνται, οι οδηγίες ζήτησαν από τους συμμετέχοντες να παρακάμψουν την ενότητα που αφορά ένα δεδομένο σύστημα, εάν δεν το χρησιμοποιήσουν ποτέ. Λήφθηκαν απαντήσεις από 112 συμμετέχοντες, με ποσοστό ανταπόκρισης 93%. Από αυτούς τους 112, οι 109 ήταν χρήστες ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και οι 75 χρήστες του XEDIT. Τα άτομα είχαν κατά μέσο όρο εμπειρία έξι μηνών με τα δύο συστήματα που μελετήθηκαν. Αναμεταξύ το δείγμα, το 10% ήταν διευθυντές, το 35% διοικητικό προσωπικό και το 55% ήταν επαγγελματικό προσωπικό (το οποίο περιλάμβανε ένα ευρύ μείγμα αναλυτών αγοράς, αναλυτών ανάπτυξης προϊόντων, προγραμματιστών, οικονομικών αναλυτών και επιστημόνων ερευνών).

### 2.12.Αξιοπιστία και εγκυρότητα

Η κλίμακα αντιληπτής χρησιμότητας πέτυχε αξιοπιστία Cronbach alpha 0,97 τόσο για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο όσο και για τα συστήματα XEDIT, ενώ η αντιληπτή ευκολία χρήσης πέτυχε αξιοπιστία 0,86 για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και 0,93 για

το XEDIT. Όταν συγκεντρώθηκαν οι παρατηρήσεις για τα δύο συστήματα, το άλφα ήταν 0,97 για τη χρησιμότητα και 0,91 για την ευκολία χρήσης.

Η συγκλίνουσα και η διακριτική εγκυρότητα δοκιμάστηκαν χρησιμοποιώντας ανάλυση πολλαπλών χαρακτηριστικών-πολυμεθόδων (MTMM) (Campbell & Fiske, 1959). Ο πίνακας MTMM περιέχει τις συσχετίσεις των στοιχείων (μεθόδων) που εφαρμόζονται στα δύο διαφορετικά συστήματα δοκιμών (χαρακτηριστικά), το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο και το XEDIT. Η συγκλίνουσα εγκυρότητα αναφέρεται στο εάν τα στοιχεία που αποτελούν μια κλίμακα συμπεριφέρονται σαν να μετρούν μια κοινή υποκείμενη κατασκευή. Προκειμένου να αποδειχθεί η συγκλίνουσα εγκυρότητα, τα στοιχεία που μετρούν το ίδιο χαρακτηριστικό θα πρέπει να συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους (Campbell & Fiske, 1959). Δηλαδή, τα στοιχεία στα μονοχαρακτηριστικά τρίγωνα (ο υπομήτρας των συσχετισμών μεταξύ στοιχείων που προορίζονται για τη μέτρηση της ίδιας κατασκευής για το ίδιο σύστημα) εντός των πινάκων MTMM θα πρέπει να είναι μεγάλα. Για αντιληπτή χρησιμότητα, οι 90 συσχετίσεις μονοχαρακτηριστικών-ετερομεθόδου ήταν όλες σημαντικές στο επίπεδο 0,05. Για ευκολία στη χρήση, 86 από τα 90, ή το 95,6%, των συσχετισμών μονοχαρακτηριστικών-ετερομεθόδου ήταν σημαντικές. Έτσι, τα δεδομένα μας υποστηρίζουν τη συγκλίνουσα εγκυρότητα των δύο κλιμάκων.

Η διακριτική εγκυρότητα αφορά την ικανότητα ενός στοιχείου μέτρησης να διαφοροποιεί τα αντικείμενα που μετρούνται. Για παράδειγμα, εντός του πίνακα MTMM, ένα αντικείμενο αντιληπτής χρησιμότητας που εφαρμόζεται στο ηλεκτρονικό ταχυδρομείο δεν πρέπει να συσχετίζεται πολύ με το ίδιο αντικείμενο που εφαρμόζεται στο XEDIT. Η αποτυχία διάκρισης μπορεί να υποδηλώνει την παρουσία «κοινής διακύμανσης μεθόδου», που σημαίνει ότι ένα αντικείμενο μετρά μεθοδολογικά τεχνουργήματα που δεν σχετίζονται με το κατασκευάσμα-στόχο (όπως μεμονωμένες διαφορές στο στυλ απάντησης σε ερωτήσεις) (βλ. Campbell et al., 1967, Silk, 1971).

Το τεστ για τη διακριτική εγκυρότητα είναι πως ένα στοιχείο πρέπει να συσχετίζεται περισσότερο με άλλα στοιχεία που προορίζονται για τη μέτρηση του ίδιου χαρακτηριστικού είτε με το ίδιο στοιχείο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση ενός διαφορετικού χαρακτηριστικού (Campbell & Fiske, 1959). Για αντιληπτή χρησιμότητα, 1.800 τέτοιες συγκρίσεις επιβεβαιώθηκαν χωρίς εξαίρεση. Από τις 1.800 συγκρίσεις για ευκολία χρήσης υπήρχαν 58 εξαιρέσεις (3%). Αυτό αντιπροσωπεύει ένα

ασυνήθιστα υψηλό επίπεδο διακριτικής εγκυρότητας (Campbell & Fiske, 1959; Silk, 1971) και υποδηλώνει ότι οι κλίμακες χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης διαθέτουν υψηλή συγκέντρωση διακύμανσης χαρακτηριστικών και δεν επηρεάζονται έντονα από μεθοδολογικά τεχνουργήματα.

Ο Πίνακας 5 δίνει έναν συνοπτικό πίνακα συχνοτήτων των συσχετίσεων που περιλαμβάνει τους πίνακες MTMM για χρησιμότητα και ευκολία χρήσης. Από αυτόν τον πίνακα είναι δυνατό να δούμε τον διαχωρισμό σε μέγεθος μεταξύ συσχετισμών μονοχαρακτηριστικών και ετεροχαρακτηριστικών. Ο πίνακας συχνοτήτων δείχνει επίσης ότι οι συσχετίσεις ετεροχαρακτηριστικών-ετερομεθόδου δεν φαίνεται να είναι ουσιαστικά αυξημένες πάνω από τις συσχετίσεις ετεροχαρακτηριστικών-μονομεθόδου. Αυτό είναι ένα πρόσθετο διαγνωστικό που προτείνεται από τους Campbell & Fiske (1959) για την ανίχνευση της παρουσίας διακύμανσης της μεθόδου.

Οι λίγες εξαιρέσεις στη συγκλίνουσα και διακριτική εγκυρότητα που συνέβησαν, αν και δεν ήταν αρκετά εκτεταμένες ώστε να ακυρώσει την κλίμακα ευκολίας χρήσης, όλες αφορούσαν στοιχεία ευκολίας χρήσης με αρνητική διατύπωση. Αυτά τα «αντεστραμμένα» στοιχεία έτειναν να συσχετίζονται περισσότερο με το στοιχείο *saire* που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση ενός διαφορετικού χαρακτηριστικού από ό,τι με άλλα στοιχεία του ίδιου χαρακτηριστικού, υποδηλώνοντας την παρουσία διακύμανσης κοινής μεθόδου. Αυτό είναι ειρωνικό, καθώς οι αντίστροφες κλίμακες χρησιμοποιούνται συνήθως σε μια προσπάθεια να μειωθεί η διακύμανση της κοινής μεθόδου. Ο Silk (1971) παρατήρησε με παρόμοιο τρόπο μικρές αποκλίσεις από τη συγκλίνουσα και διακριτική εγκυρότητα για τα αντίστροφα στοιχεία. Τα πέντε θετικά διατυπωμένα στοιχεία ευκολίας χρήσης είχαν αξιοπιστία 0,92 σε σύγκριση με 0,83 για τα πέντε αρνητικά στοιχεία. Αυτό υποδηλώνει ότι μπορεί να είναι δυνατή μια βελτίωση στην κλίμακα ευκολίας χρήσης με την εξάλειψη ή την αντιστροφή αντικειμένων με αρνητική διατύπωση. Ωστόσο, η ανάλυση MTMM υποστήριξε την ικανότητα των κλιμάκων δέκα στοιχείων για κάθε κατασκευή να διαφοροποιούν τα συστήματα.

Η παραγοντική εγκυρότητα ασχολείται με το εάν η χρησιμότητα και η ευκολία χρήσης των στοιχείων σχηματίζουν διακριτές κατασκευές. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση κύριων συστατικών με χρήση λοξής περιστροφής στα είκοσι στοιχεία χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης. Τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν στα δύο συστήματα, για συνολικά 184 παρατηρήσεις.

Πίνακας 6

Ανάλυση Πολυχαρακτηριστικών και Πολυμεθόδων

Correlation Size	Perceived Usefulness				Perceived Ease of Use				
	Same Trait/ Diff. Method		Different Trait		Same Trait/ Diff. Method		Different Trait		
	Elec.		Same	Diff.	Elec.		Same	Diff.	
	Mail	XEDIT	Meth.	Meth.	Mail	XEDIT	Meth.	Meth.	
20 to -	.11							1	
10 to -	.01			6			1	5	
00 to	.09			3	25	2	1	32	
10 to	.19			2	27	2	5	40	
20 to	.29			5	25	9	1	11	
30 to	.39				7	14	2	1	
40 to	.49					9	9		
50 to	.59	4				3	11		
60 to	.69	14	4			3	13		
70 to	.79	20	11			3	8		
80 to	.89	7	26				2		
90 to	.99		4						
#Correlations		45	45	10	90	45	45	10	90

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρησιμότητα και η ευκολία χρήσης των αντικειμένων ανάγονται σε διαφορετικούς παράγοντες (βλ. Πίνακα 6). Η ανάλυση πολλαπλών χαρακτηριστικών και η ανάλυση παραγόντων υποστηρίζουν την εγκυρότητα συγκρότησης των κλιμάκων των δέκα στοιχείων. Για την βελτίωση κλίμακας σε περιπτώσεις εφαρμοζόμενων δοκιμών, είναι σημαντικό να διατηρούνται οι κλίμακες όσο το δυνατόν πιο σύντομες, ιδιαίτερα όταν πρόκειται να αξιολογηθούν πολλαπλά συστήματα. Οι κλίμακες χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης βελτιώθηκαν και απλοποιήθηκαν με βάση τα αποτελέσματα από τη Μελέτη 1 (Fred Davis ,1989) και στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε δεύτερο γύρο εμπειρικής επικύρωσης στη Μελέτη 2 (Fred Davis ,1989), που αναφέρεται παρακάτω. Η εφαρμογή του τύπου προφητείας Spearman-Brown στην αξιοπιστία 0,97 που αποκτήθηκε για αντιληπτή χρησιμότητα δείχνει ότι μια κλίμακα έξι στοιχείων που αποτελείται από στοιχεία με συγκρίσιμη

αξιοπιστία θα απέδιδε αξιοπιστία κλίμακας 0,94. Τα πέντε θετικά στοιχεία ευκολίας χρήσης είχαν αξιοπιστία 0,92. Συνολικά, αυτά τα ευρήματα από τη Μελέτη 1 υποδηλώνουν ότι έξι στοιχεία θα ήταν επαρκή για την επίτευξη επιπέδων αξιοπιστίας πάνω από 0,9, διατηρώντας παράλληλα επαρκή επίπεδα εγκυρότητας. Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης πεδίου, έξι από τα δέκα στοιχεία για κάθε κατασκευή επιλέχθηκαν για να σχηματίσουν τροποποιημένες κλίμακες. Για την κλίμακα ευκολίας χρήσης, τα πέντε αρνητικά διατυπωμένα στοιχεία εξαλείφθηκαν λόγω της φαινομενικής διακύμανσης της κοινής μεθόδου, αφήνοντας τα στοιχεία 2, 4, 6, 8 και 10. Στοιχείο 6 ("εύκολο να θυμάστε πώς να εκτελείτε εργασίες"), το οποίο η προδοκιμή που υποδεικνύεται αφορούσε την ευκολία μάθησης, αντικαταστάθηκε από μια αντιστροφή του στοιχείου 9 («εύκολο να γίνεις επιδέξιος»), το οποίο σχεδιάστηκε ειδικά για να επηρεάζει πιο άμεσα την ευκολία μάθησης. Αυτά τα στοιχεία περιλαμβάνουν δύο από την ομάδα C, ένα καθεμία από τις ομάδες A και B, και το συνολικό στοιχείο. (Βλ. Πίνακα 4.) Προκειμένου να βελτιωθεί η αντιπροσωπευτική κάλυψη του τομέα περιεχομένου, προστέθηκε ένα επιπλέον στοιχείο A. Από τα δύο εναπομείναντα στοιχεία A (#1, δυσκίνητο, και #5, Άκαμπτο και Άκαμπτο), το στοιχείο 5 αντιστρέφεται εύκολα για να σχηματίσει "εύελικτο στην αλληλεπίδραση με". Αυτό το στοιχείο προστέθηκε για να σχηματίσει το έκτο στοιχείο και η σειρά των στοιχείων 5 και 8 μετατράπηκε προκειμένου να αποτραπεί η εμφάνιση στοιχείων από το ίδιο σύμπλεγμα (στοιχεία 4 και 5) το ένα δίπλα στο άλλο.

Για την επιλογή έξι στοιχείων που θα χρησιμοποιηθούν για την κλίμακα χρησιμότητας, πραγματοποιήθηκε ανάλυση στοιχείων. Οι διορθωμένες συσχετίσεις στοιχείων-συνόλου υπολογίστηκαν για κάθε στοιχείο, ξεχωριστά για κάθε σύστημα που μελετήθηκε. Οι μέσες βαθμολογίες Z αυτών των σχέσεων χρησιμοποιήθηκαν για την κατάταξη των στοιχείων. Τα είδη 3, 5, 6, 8, 9 και 10 ήταν αντικείμενα με την κορυφαία κατάταξη. Αναφερόμενοι στην ανάλυση συμπλέγματος (Πίνακας 3), βλέπουμε ότι αυτό το σύνολο αντιπροσωπεύει καλά τον τομέα περιεχομένου, συμπεριλαμβανομένων δύο στοιχείων από το σύμπλεγμα A, δύο από το σύμπλεγμα B και ένα από το σύμπλεγμα Γ, καθώς και το συνολικό στοιχείο (#10). Τα στοιχεία αντικαταστάθηκαν για να αποτραπεί η εμφάνιση στοιχείων από το ίδιο σύμπλεγμα το ένα δίπλα στο άλλο. Το αποτέλεσμα

Πίνακας 7

*Παραγοντική Ανάλυση της Αντιληπτής Χρησιμότητας και της Ευκολίας Χρήσης Ευρώ*

<b>Παραγοντική ανάλυση της αντιληπτής χρησιμότητας και της ευκολίας χρήσης Ευρώ</b>		<b>Μελέτη 1</b>	
<b>Scale</b>		<b>Factor 1</b>	<b>Factor 1</b>
<b>Items</b>		<b>(Usefulness)</b>	<b>(Ease of Use)</b>
<b>Usefulness</b>			
1	Quality of Work	.80	.10
2	Control over Work	.86	-.03
3	Work More Quickly	.79	.17
4	Critical to My Job	.87	-.11
5	Increase Productivity	.87	.10
6	Job Performance	.93	-.07
7	Accomplish More Work	.91	-.02
8	Effectiveness	.96	-.03
9	Makes Job Easier	.80	.16
10	Useful	.74	.23
<b>Ease of Use</b>			
1	Cubersome	.00	.73
2	Ease of Learning	.08	.60
3	Frustrating	.02	.65
4	Controllable	.13	.74
5	Rigid & Inflexible	.09	.54
6	Ease of Remembering	.17	.62
7	Mental Effort	-.07	.76
8	Understandable	.29	.64
9	Effort to Be Skillful	-.25	.88
10	Easy to Use	.23	.72



Οι κλίμακες χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης έξι στοιχείων παρουσιάζονται στο Παράρτημα της Μελέτης (Fred Davis ,1989).

### 2.13.Σχέση χρήσης

Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να αναφέρουν μόνοι τους τον βαθμό της τρέχουσας χρήσης του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου και του XEDIT σε κατηγορίες 6 θέσεων. Αυτές τοποθετήθηκαν σε κουτιά με την ένδειξη «Μην χρησιμοποιείτε καθόλου», «Χρησιμοποιήστε λιγότερο από μία φορά την εβδομάδα», «Χρησιμοποιήστε περίπου μία φορά την εβδομάδα», «Χρησιμοποιήστε πολλές φορές την εβδομάδα», «Χρησιμοποιήστε περίπου μία φορά την ημέρα» και «Χρησιμοποιήστε πολλές φορές την ημέρα». Η χρήση συσχετίστηκε τόσο με την αντιληπτή χρησιμότητα όσο και με την αντιληπτή ευκολία χρήσης με την αλληλογραφία PROFS και το XEDIT. Η χρήση αλληλογραφίας PROFS συσχετίστηκε με 0,56 με την αντιληπτή χρησιμότητα και 0,32 με την αντιληπτή ευκολία χρήσης. Η χρήση του XEDIT συσχετίστηκε με 0,68 με τη χρησιμότητα και 0,48 με την ευκολία χρήσης. Όταν τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν σε συστήματα, η χρήση συσχετίστηκε 0,63 με τη χρησιμότητα και 0,45 με την ευκολία χρήσης. Η συνολική συσχέτιση χρησιμότητας-χρήσης ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από τη συσχέτιση ευκολίας χρήσης-χρήσης όπως υποδεικνύεται από ένα τεστ εξαρτημένων συσχετίσεων ( $t_{181}=3,69, p<.001$ ) (Cohen & Cohen, 1975). Η χρησιμότητα και η ευκολία χρήσης συσχετίστηκαν σημαντικά μεταξύ τους στην χρήση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (0.56), του XEDIT(0.69), και συνολικά (0.64). Όλες οι συσχετίσεις ήταν σημαντικές στο επίπεδο 0,001.

Πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις παλινδρόμησης για να αξιολογηθούν οι κοινές επιπτώσεις της χρησιμότητας και της ευκολίας χρήσης στη χρήση. Η επίδραση της χρησιμότητας στη χρήση και ο έλεγχος της ευκολίας χρήσης, ήταν σημαντική στο επίπεδο 0,001 για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο ( $b = 0,55$ ), το XEDIT ( $b = .69$ ) και το ομαδοποιημένο ( $b = .57$ ). Αντίθετα, η επίδραση της ευκολίας χρήσης στη χρήση και ο έλεγχος της χρησιμότητας, ήταν μηδαμινής σημασίας( $b = 0,01$  για το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο,  $b = 0,02$  για το XEDIT και  $b = 0,07$  σύνολο).

Με άλλα λόγια, η σημαντική συσχέτιση ανά ζεύγη μεταξύ ευκολίας χρήσης και χρήσης εξαφανίζεται όταν ελέγχεται η χρησιμότητα. Οι συντελεστές παλινδρόμησης που λήφθηκαν για κάθε μεμονωμένο σύστημα σε κάθε μελέτη δεν ήταν σημαντικά διαφορετικοί ( $F_{3, 178} = 1,95, n.s.$ ). Καθώς η σχέση μεταξύ ανεξάρτητων μεταβλητών

σε μια παλινδρόμηση προσεγγίζει την τέλεια γραμμική εξάρτηση, η πολυσυγγραμμικότητα μπορεί να υποβαθμίσει τις εκτιμήσεις παραμέτρων που λαμβάνονται. Αν και οι συσχετίσεις μεταξύ χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης είναι σημαντικές, σύμφωνα με δοκιμές για πολυσυγγραμμικότητα δεν είναι αρκετά μεγάλες ώστε να διακυβεύσουν την ακρίβεια των εκτιμώμενων συντελεστών παλινδρόμησης. Επιπρόσθετα, τα τυπικά σφάλματα των εκτιμήσεων είναι χαμηλά (0.08 τόσο για χρησιμότητα όσο και ευκολία χρήσης), και οι συνδιακυμάνσεις μεταξύ των εκτιμήσεων των παραμέτρων είναι αμελητέες (0.004) (Johnston, 1972· Mansfield & Helms, 1982). Με βάση τις αναλύσεις μερικής συσχέτισης, η διακύμανση στη χρήση που εξηγείται από την ευκολία χρήσης μειώνεται κατά 98% όταν ελέγχεται η χρησιμότητα. Σύμφωνα με τον J.A. Davis (1985) τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης και της μερικής συσχέτισης υποδηλώνουν ότι η χρησιμότητα μεσολαβεί στην επίδραση της ευκολίας χρήσης στη χρήση, δηλαδή ότι η ευκολία χρήσης επηρεάζει τη χρήση έμμεσα μέσω της επίδρασής της στη χρησιμότητα.

## 2.14.Μελέτη 2

Πραγματοποιήθηκε μια εργαστηριακή μελέτη για να αξιολογήσει τις κλίμακες χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης 6 στοιχείων που προκύπτουν από τη βελτίωση της κλίμακας στη Μελέτη 1. Η Μελέτη 2 σχεδιάστηκε για να προσεγγίσει τις εφαρμοζόμενες δοκιμές πρωτοτύπων ή τις καταστάσεις επιλογής συστήματος, μια σημαντική κατηγορία καταστάσεων όπου μέτρα αυτού του είδους είναι πιθανό να χρησιμοποιηθούν στην πράξη.

Σε πλαίσια δοκιμών πρωτοτύπων και επιλογής συστήματος, οι υποψήφιοι χρήστες λαμβάνουν συνήθως μια σύντομη πρακτική επίδειξη που περιλαμβάνει λιγότερο από μία ώρα πραγματικής αλληλεπίδρασης με το υποψήφιο σύστημα. Έτσι, οι αντιπροσωπευτικοί χρήστες καλούνται να βαθμολογήσουν τη μελλοντική χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης που θα περίμεναν με βάση τη σχετικά μικρή εμπειρία με τα συστήματα που αξιολογούνται. Μας ενδιαφέρουν ιδιαίτερα οι ιδιότητες των κλιμάκων χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης όταν διατυπώνονται με προοπτική και βασίζονται σε περιορισμένη εμπειρία με τα συστήματα-στόχους. Σύμφωνα με τον Ginzberg (1981), οι ευνοϊκές ψυχομετρικές ιδιότητες κάτω από αυτές τις συνθήκες θα ήταν ενθαρρυντικές σε σχέση με τη χρήση τους ως πρώιμες προειδοποιητικές ενδείξεις αποδοχής των χρηστών.

Στην εργαστηριακή μελέτη συμμετείχαν 40 εθελοντές συμμετέχοντες οι οποίοι ήταν βραδινοί φοιτητές MBA στο Πανεπιστήμιο της Βοστώνης. Πληρώθηκαν 25\$ για τη συμμετοχή τους στη μελέτη. Είχαν κατά μέσο όρο πενταετή εργασιακή εμπειρία και εργάζονταν με πλήρη απασχόληση σε διάφορους κλάδους, συμπεριλαμβανομένων της εκπαίδευσης (10%), της κυβέρνησης (10%), του χρηματοοικονομικού (28%), της υγείας (18%) και μεταποίηση (8%). Είχαν μια σειρά προηγούμενης εμπειρίας με υπολογιστές γενικά (35% καμία ή περιορισμένη εμπειρία, 48% μέτρια και 17% εκτενής) και με προσωπικούς υπολογιστές ειδικότερα (35% καμία ή περιορισμένη, 48% μέτρια και 15% εκτενής) αλλά δεν ήταν εξοικειωμένοι με τα δύο συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη. Οι συνδιακυμάνσεις μεταξύ των εκτιμήσεων είναι αμελητέες αναλύσεις μερικής συσχέτισης, η ποικιλία των οποίων εξηγείται από την ευκολία χρήσης που πέφτει όταν ελέγχεται η χρησιμότητα (Mansfield & Helms, 1982). Τα αποτελέσματα μερικής συσχέτισης υποδεικνύουν ότι η μελέτη περιλάμβανε την αξιολόγηση δύο συστημάτων γραφικών που βασίζονται σε υπολογιστή IBM: Chart-Master (by Decision Resources, Inc. of Westport, CN) και Pendraw (από Pencept, Inc. of Waltham, MA).

Το Chart-Master είναι ένα πακέτο που βασίζεται σε μενού και δημιουργεί αριθμητικά γραφήματα επιχειρήσεων, όπως γραφήματα ράβδων, γραμμικά γραφήματα και γραφήματα πίτας με βάση τις παραμέτρους που ορίζει ο χρήστης. Μέσω του πληκτρολογίου και των μενού, ο χρήστης εισάγει τα δεδομένα και καθορίζει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά του γραφήματος που θα κατασκευάσει. Ο χρήστης μπορεί να καθορίσει μια μεγάλη ποικιλία επιλογών που σχετίζονται με τις γραμματοσειρές του τίτλου, τα χρώματα, τον προσανατολισμό, το μοτίβο διασταύρωσης, τη μορφή γραφήματος και ούτω καθεξής. Στη συνέχεια, το γράφημα μπορεί να προβληθεί σε προεπισκόπηση στην οθόνη, να αποθηκευτεί και να εκτυπωθεί. Το Chart-Master είναι ένα επιτυχημένο εμπορικό προϊόν που χαρακτηρίζει την κατηγορία των προγραμμάτων αριθμητικής χαρτογράφησης επιχειρήσεων.

Το Pendraw είναι αρκετά διαφορετικό από το τυπικό πρόγραμμα χαρτογράφησης επιχειρήσεων. Χρησιμοποιεί γραφικά με bit-map και μια διεπαφή "άμεσου χειρισμού" όπου οι χρήστες σχεδιάζουν τα επιθυμητά σχήματα χρησιμοποιώντας ένα tablet ψηφιοποίησης και ένα ηλεκτρονικό "στυλό" ως γραφίδα. Η ταμπλέτα ψηφιοποίησης αντικαθιστά το πληκτρολόγιο ως μέσο εισόδου. Σχεδιάζοντας σε ένα tablet, ο χρήστης

χειρίζεται την εικόνα, η οποία είναι ορατή στην οθόνη καθώς δημιουργείται. Το Pendraw προσφέρει τυπικές δυνατότητες προγραμμάτων "ζωγραφικής" που βασίζονται σε υπολογιστή, χαρτογραφημένα με bit (βλέπε Panko, 1988), επιτρέποντας στο χρήστη να εκτελεί ελεύθερα σχέδια και να επιλέγει από γεωμετρικά σχήματα, όπως κουτιά, γραμμές και κύκλους. Διατίθενται διάφορα πλάτη γραμμών, επιλογές χρωμάτων και γραμματοσειρές τίτλου. Ο ψηφιοποιητής είναι επίσης ικανός να πραγματοποιεί αναγνώριση χαρακτήρων, μετατρέποντας χαρακτήρες του εκτυπωτή χειρός σε διάφορες γραμματοσειρές (Ward & Blesser, 1985). Η Pconcept είχε τοποθετήσει το προϊόν Pendraw για να ολοκληρωθεί με προγράμματα χαρτογράφησης επιχειρήσεων. Το εγχειρίδιο παρουσιάζει το Pendraw καθοδηγώντας τον χρήστη στη διαδικασία δημιουργίας ενός γραφήματος αριθμητικών ράβδων. Έτσι, ένα βασικό ζήτημα μάρκετινγκ ήταν ο βαθμός στον οποίο το νέο προϊόν θα ανταγωνιζόταν ευνοϊκά τα καθιερωμένα εμπορικά σήματα, όπως το Chart-Master. Στους συμμετέχοντες δόθηκε μία ώρα πρακτικής εμπειρίας με το Chart-Master και το Pendraw, χρησιμοποιώντας βιβλία εργασίας που σχεδιάστηκαν για να ακολουθούν την ίδια ακολουθία οδηγιών με τα εγχειρίδια χρήσης για τα δύο προϊόντα, ενώ εξισώνουν το στυλ γραφής και εξαλείφουν τις δηλώσεις αξίας ( π.χ., "Βλέπεις πόσο εύκολο ήταν να γίνει αυτό;"). Οι μισοί από τους συμμετέχοντες δοκίμασαν πρώτα το Chart-Master και οι μισοί πρώτοι το Pendraw. Μετά τη χρήση κάθε πακέτου, συμπληρώθηκε ένα ερωτηματολόγιο .

### **2.15.Αξιοπιστία και εγκυρότητα**

Το Cronbach alpha ήταν 0,98 για την αντιληπτή χρησιμότητα και 0,94 για την αντιληπτή ευκολία χρήσης. Υποστηρίχθηκε η συγκλίνουσα εγκυρότητα, με μόνο 2 από τις 72 συσχετίσεις μονοχαρακτηριστικών-ετερομεθόδου να πέφτουν κάτω από τη σημασία. Στην ευκολία χρήσης το στοιχείο 4 (ευελιξία), που εφαρμόστηκε στο Chart-Master, δεν συσχετίστηκε σημαντικά ούτε με το στοιχείο 3 (σαφές και κατανοητά) ούτε με το 5 (εύκολο να γίνει κανείς ικανός). Αυτό υποδηλώνει ότι, σε αντίθεση με τη συμβατική σοφία, η ευελιξία δεν συνδέεται πάντα με την ευκολία χρήσης. Όπως επισημαίνει ο Goodwin (1987), η ευελιξία μπορεί στην πραγματικότητα να βλάψει την ευκολία χρήσης, ιδιαίτερα για αρχάριους χρήστες. Με το στοιχείο 4 να παραλείπεται, το Cronbach alpha, για ευκολία στη χρήση, θα αυξηθεί από 0,94 σε 0,95.

Παρά τις δύο αποκλίσεις από τη συγκλίνουσα εγκυρότητα που σχετίζεται με το στοιχείο ευκολίας χρήσης 4, δεν προέκυψαν εξαιρέσεις από τα κριτήρια διακριτικής εγκυρότητας σε σύνολο 720 συγκρίσεων (360 για κάθε κλίμακα). Η παραγοντική εγκυρότητα αξιολογήθηκε με παραγοντική ανάλυση των 12 στοιχείων κλίμακας χρησιμοποιώντας εξαγωγή κύριων συστατικών και λοξή περιστροφή. Η λύση δύο παραγόντων που προκύπτει είναι πολύ συνεπής με τη διακριτή, μονοδιάστατη χρησιμότητα και κάθε κλίμακα χρήσης (Πίνακας 7). Έτσι, όπως και στη Μελέτη 1, η Μελέτη 2 αντικατοπτρίζει ευνοϊκά τη σύγκλιση, τη διακριτική και παραγοντική εγκυρότητα των κλιμάκων χρησιμότητας και ευκολίας χρήσης. Όσον αφορά την σχέση με τη χρήση, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να προβλέπουν μόνοι τους τη μελλοντική χρήση των Chart-Master και Pendraw. Το alpha και η εγκυρότητα ήταν 0,98 για την αντιληπτή χρησιμότητα και 0,94 για την αντιληπτή ευκολία χρήσης. Η εγκυρότητα υποστηρίχθηκε, με μόνο δύο από τις συσχετίσεις ετερομεθόδου, να έχει μειωμένη σημασία. Στην ευκολία χρήσης το στοιχείο 4 (ευελιξία) εφαρμόστηκε στο Chart-Master, αλλά δεν ήταν σημαντικό με κανένα από τα δύο στοιχεία 3 (καθαρό και μικρότερο) ή 5 (εύκολο να γίνει κανείς επιδέξιος). Αυτό, αντίθετα με τη συμβατική σοφία, δεν συνδέεται πάντα με την ευκολία

Ο Goodwin (1987) επισημαίνει ότι η ευελιξία μπορεί να βλάψει την ευκολία χρήσης, ιδιαίτερα για τις ερωτήσεις με απαντήσεις που διατυπώθηκαν ως εξής: "Αν υποθέσουμε ότι ο Pendraw θα ήταν διαθέσιμο στη δουλειά μου, προβλέπω ότι θα το χρησιμοποιώ σε τακτική βάση στο μέλλον", ακολουθούμενο από δύο κλίμακες επτά σημείων. Η μία με πιθανά-απίθανα επίθετα τελικού σημείου, η άλλη με αντίστροφη πολικότητα, με επίθετα απίθανου-πιθανού τέλους. Τέτοιες αυτο-προβλέψεις ή "προσδοκίες συμπεριφοράς" είναι μεταξύ των πιο ακριβών προγνωστικών παραγόντων που είναι διαθέσιμοι για τη μελλοντική συμπεριφορά ενός ατόμου (Sheppard, et al., 1988· Warshaw & Davis, 1985), αλλά η ευκολία χρήσης δεν ήταν ( $r=.25$ , ns) (Πίνακας 8). Στο Chart-Master δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ ευκολίας χρήσης και χρησιμότητας ( $r=.25$ , n.s.).

Για το Pendraw, η χρήση συσχετίστηκε σημαντικά τόσο με τη χρησιμότητα ( $r=.59$ ,  $p<.001$ ) όσο και με την ευκολία χρήσης ( $r=.47$ ,  $p<.001$ ). Ο συσχετισμός ευκολίας χρήσης-χρησιμότητας ήταν σημαντικός για τον Pendraw ( $r=.38$ ,  $p<.001$ ). Όταν τα δεδομένα συγκεντρώθηκαν σε συστήματα, η χρήση συσχετίστηκε 0,85 ( $p<.001$ ) με τη

χρησιμότητα και 0,59 ( $p < .001$ ) με την ευκολία χρήσης (βλ. Πίνακα 8). Η ευκολία χρήσης συσχετίζεται με τη χρησιμότητα 0.56 ( $p < .001$ ). Η συνολική συσχέτιση χρησιμότητας-χρήσης ήταν σημαντικά μεγαλύτερη από τη συσχέτιση ευκολίας χρήσης-χρήσης, όπως υποδεικνύεται από μια δοκιμή εξαρτημένων συσχετίσεων ( $t_{77} = 4,78$ ,  $p < .001$ ) (Cohen & Cohen, 1975). Οι αναλύσεις παλινδρόμησης (βλ. Πίνακα 9) δείχνουν ότι η επίδραση της χρησιμότητας στη χρήση, η οποία ελέγχει την ευκολία χρήσης, ήταν σημαντική στο επίπεδο 0,001 για Chart-Master ( $b = 0,69$ ), Pendraw ( $b = ,76$ ) και συνολικά ( $b = .75$ ).

**Πίνακας 8**

*Παραγοντική Ανάλυση της Αντιληπτής Χρησιμότητας και Ευκολίας Χρήσης: Μελέτη 2*

Είδος Κλίμακας	Factor 1	Factor 2
	(Χρησιμότητα)	(Ευκολία Χρήσης)
<b>Χρησιμότητα</b>		
1.Εργαστείτε πιο γρήγορα	.91	.01
2. Απόδοση εργασίας	.98	-.03
3. Αύξηση της παραγωγικότητας	.98	-.03
4. Αποτελεσματικότητα	.94	.04
5. Κάνει τη δουλειά πιο εύκολη	.95	-.01
6. Χρήσιμο	.88	.11
<b>Ευκολία Χρήσης</b>		
1. Εύκολο στην εκμάθηση	-.20	.97
2. Ελεγχόμενο	.19	.83
3. Σαφές και κατανοητό	.04	.89
4. Ευέλικτο	.13	.63
5. Εύκολο να γίνεις επιδέξιος	.07	.91
6. Εύκολο στη χρήση	.09	.91

Πίνακας 9

*Συσχετίσεις Μεταξύ της Αντιληπτής Χρησιμότητας, της Αντιληπτής Ευκολίας Χρήσης και της Αυτοαναφερόμενης Χρήσης Συστήματος*

ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ			
	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ	ΕΥΚΟΛΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΚΟΛΙΑ ΧΡΗΣΗΣ
ΜΕΛΕΤΗ1	.55***	.01	.31
E- email (n=109)	.69***	.02	.46
XEDIT (n = 75)	.57***	.07	.38
Pooled (n = 184)			
ΜΕΛΕΤΗ12			
Chart-Master(n = 40)	.69***	.08	.51
Pendraw (n = 40)	.76***	.17	.71
Pooled (n = 80)	.75***	.17*	.74
<b>Davis, et al. (1989)</b> (n = 107)			
After 1 Hour			
After 14 Weeks	.62***	<b>2Q***</b>	.45
	.71***	-.06	.49

Note. \*  $p < .05$

\*\*  $p < .01$

\*\*\*  $p < .001$

Πίνακας 10

*Αναλύσεις Παλινδρόμησης της Επίδρασης των Αντιληπτών. Χρησιμότητα και Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης σε Αυτοαναφερόμενη Χρήση*

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ		
ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ	ΕΥΚΟΛΙΑ ΧΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ	ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΥΚΟΛΙΑ ΧΡΗΣΗΣ

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ**

ΜΕΛΕΤΗ1	.55***	.01	.31
E- email (n=109)	.69***	.02	.46
XEDIT (n = 75)	.57***	.07	.38
Pooled (n = 184)			
ΜΕΛΕΤΗ12			
Chart-Master (n = 40)	.69***	.08	.51
Pendraw (n = 40)	.76***	.17	.71
Pooled (n = 80)	.75***	.17*	.74
<b>Davis, et al.</b>			
<b>(1989) (n = 107)</b>			
After 1 Hour			
After 14 Weeks	.62***	<b>2Q***</b>	.45
	.71***	-.06	.49

**Πίνακας 11**

*Πίνακας Ανάλυσης Πολυχαρακτηριστικών και Πολυμεθόδων*

	<b>Αντιληπτή Χρησιμότητα</b>		<b>Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης</b>	
	Ίδιο Χαρ/κο /Διαφ. Μέθοδος	Διαφ. Χαρ/κο	Ίδιο Χαρ/κο /Διαφ. Μέθοδος	Διαφ. Χαρ/κο.
	E-μείλ	XEDIT	Ίδια μεθοδος	
<b>3</b>	Απογοητευτικό	<b>3</b>	<b>3</b>	B
<b>4</b>	Εξάρτηση από Εγχειρίδιο	9	(replace)	C
5	Διανοητική προσπάθεια	5	<b>7</b>	B
<b>6</b>	Ανάκτηση σφαλμάτων	<b>10</b>		
<b>7</b>	Άκαμπτο & άκαμπτο	<b>6</b>	5	A
<b>8</b>	Συγκράτητος	<b>1</b>	<b>4</b>	A
9	Απροσδόκητη Συμπεριφορά	<b>11</b>		
<b>10</b>	Δυσκίνητος	<b>2</b>	<b>1</b>	A



<b>11</b>	Κατανοητός	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>B</b>
<b>12</b>	Ευκολία στη μνήμη	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>C</b>
<b>13</b>	Παρέχει καθοδήγηση	<b>12</b>	(replace)	<b>C</b>
<b>14</b>	Εύχρηστος	NA	<b>10</b>	NA
NA	Ευκολία μάθησης	NA	<b>2</b>	NA
NA	Προσπάθεια να γίνεις επιδέξιος	NA	<b>9</b>	NA

---

Μια εναλλακτική είναι το μοντέλο θεωρητικής προσδοκίας, το οποίο προέκυψε από τον Vroom το 1964, εισήχθη και δοκιμάστηκε από τον DeSanctis το 1983.

Αν και η αντιληπτή-απρόβλεπτη χρήση-απόδοση, όπως παρουσιάζεται στο μοντέλο του Robey (1979), είναι παράλληλη με τον ορισμό μας για την αντιληπτή χρησιμότητα, η χρήση του παράγοντα απόδοσης των Schultz & Slevin (1975) και η λειτουργικότητα των προσδοκιών απόδοσης είναι προβληματική για τους ακόλουθους λόγους: το όργανο προέρχεται εμπειρικά μέσω διερευνητικής παραγοντικής ανάλυσης και χρησιμοποιείται μια κάπως χαμηλή αναλογία μεγέθους δείγματος προς στοιχεία (2:1), 4 από τα 13 στοιχεία έχουν φορτίσεις κάτω από 0,5, και αρκετά από αυτά τα στοιχεία δεν εμπίπτουν σαφώς στον ορισμό των αναμενόμενων βελτιώσεων απόδοσης (π.χ. "Η δουλειά μου θα είναι πιο ικανοποιητική", "Οι άλλοι θα έχουν μεγαλύτερη επίγνωση του τι κάνω").

Για την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης πολλές μελέτες πριν από τον Davis (1985), είχαν διαπιστώσει τον σημαντικό βαθμό πρόβλεψης στην διαμόρφωση συμπεριφοράς ενός ατόμου. Στην εργασία του Davis (1985) γίνεται μια αναλυτική αναφορά κάποιων μελετών όπως των Schultz & Slevin (1975), Tornatzky, Klein & Bandura (1982).

Οι Schultz & Slevin (1975), πραγματοποίησαν μια διερευνητική μελέτη διαπιστώνοντας ότι η αντιληπτή χρησιμότητα παρείχε μια αξιόπιστη πρόβλεψη για την αυτοπροβλεπόμενη χρήση ενός μοντέλου απόφασης, επιβεβαιώνοντας την υψηλή συσχέτιση που υπήρχε μεταξύ της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας και της χρήσης του συστήματος.

Αντιθέτως, η σημαντικότητα της αντιληπτής ευκολίας αναφέρεται στην ανάλυση των Tornatzky & Klein's (1982) για την υιοθέτηση καινοτομίας. Οι Tornatzky & Klein μελέτησαν τη σχέση μεταξύ των χαρακτηριστικών μιας καινοτομίας και της υιοθέτησής της, διαπιστώνοντας ότι ο βαθμός πολυπλοκότητας μιας καινοτομίας ήταν ένας από τους τρεις παράγοντες που είχαν τις πιο σταθερές σημαντικές σχέσεις μεταξύ ενός ευρέος φάσματος τύπων καινοτομίας.

Ο Bandura (1982) εστίασε στη σημασία της εξέτασης τόσο της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης όσο και της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας στην πρόβλεψη της συμπεριφοράς. Πρότεινε ότι σε κάθε συγκεκριμένη περίπτωση, η συμπεριφορά θα μπορούσε να προβλεφθεί καλύτερα από την αυτο-αποτελεσματικότητα, που ήταν παρόμοια με την αντιληπτή ευκολία χρήσης, και αφορά τις επιτυχημένες ενέργειες που μπορεί κανείς να εκτελέσει για την αντιμετώπιση μελλοντικών καταστάσεων. Αντιθέτως, η κρίση του αποτελέσματος, που ήταν παρόμοια με την αντιληπτή χρησιμότητα, ορίστηκε ως ο βαθμός στον οποίο μια συμπεριφορά αφού εκτελεστεί επιτυχώς, πιστεύεται ότι συνδέεται με πολύτιμα αποτελέσματα.

Επίσης η έρευνα του Swanson (1982) παρείχε στοιχεία ότι η αντιληπτή ευκολία χρήσης και η αντιληπτή χρησιμότητα ήταν και οι δύο σημαντικοί καθοριστικοί παράγοντες συμπεριφοράς. Ο Swanson υπέθεσε ότι οι πιθανοί χρήστες θα επιλέξουν και θα χρησιμοποιήσουν αναφορές πληροφοριών με βάση μια αντιστάθμιση μεταξύ της αντιληπτής ποιότητας πληροφοριών και του σχετικού κόστους πρόσβασης. Στην εργασία του Swanson, η ποιότητα των πληροφοριών ήταν παρόμοια με την αντιληπτή χρησιμότητα, ενώ το σχετικό κόστος πρόσβασης βρέθηκε να είναι παρόμοιο με την αντιληπτή ευκολία χρήσης. (Swanson, 1982).

Ο Davis (1985) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι άνθρωποι έχουν την πρόθεση να χρησιμοποιούν ή να μην χρησιμοποιούν ένα σύστημα στο βαθμό που πιστεύουν ότι θα τους βοηθήσει να εκτελέσουν καλύτερα τη δουλειά τους (αντιληπτή χρησιμότητα), ενώ οι πεποιθήσεις των προσπαθειών που απαιτούνται για τη χρήση ενός συστήματος δύναται να επηρεάσουν άμεσα τη συμπεριφορά χρήσης του συστήματος (αντιληπτή ευκολία χρήσης). Ο Davis (1985) όρισε την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης ως εξής:

«Αντιληπτή χρησιμότητα είναι ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος θα ενίσχυε την απόδοση της εργασίας του. Αντιληπτή ευκολία χρήσης είναι ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση ενός συγκεκριμένου συστήματος θα ήταν απαλλαγμένη από σωματική και πνευματική προσπάθεια» (Davis, 1985). Στη συνέχεια, ο Davis ασχολήθηκε με το πρόβλημα της μέτρησης τόσο της αντιληπτής χρησιμότητας όσο και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης ενός συστήματος.

### **2.16.Κλίμακες μέτρησης για αντιληπτή χρησιμότητα και αντιληπτή ευκολία χρήσης**

Για να αναπτύξει κλίμακες μέτρησης για την αντιληπτή ευκολία χρήσης και την αντιληπτή χρησιμότητα, ο Davis αναφέρθηκε σε κλίμακες που χρησιμοποιούνται στην επιστήμη της ψυχολογία (Davis, 1989). Αυτές οι κλίμακες συνήθως θέτουν ένα άτομο να απαντήσει σε ερωτήσεις που σχετίζονται με ένα δεδομένο πλαίσιο κανόνων. Οι απαντήσεις που λαμβάνονται από αυτές τις προτροπές μπορούν στη συνέχεια να αναλυθούν και να χρησιμοποιηθούν ως ένδειξη της εσωτερικής βεβαιότητας ενός ατόμου για το εξεταζόμενο πλαίσιο. Στην περίπτωση του TAM, ο Davis ανέπτυξε τις ψυχομετρικές κλίμακες τόσο για την αντιληπτή ευκολία χρήσης όσο και για την αντιληπτή χρησιμότητα σε τρία στάδια: μια φάση προ-δοκιμής, μια εμπειρική μελέτη πεδίου, και ένα εργαστηριακό πείραμα, και κάθε φορά τροποποιούσε και βελτίωνε τη ζυγαριά (Davis, 1989).

Στο στάδιο του πρώτου πειράματος, ο Davis (1989) πήρε συνέντευξη από 15 έμπειρους χρήστες υπολογιστών για να προβεί στην αξιολόγηση 14 στοιχείων που πίστευε ότι θα ήταν κατάλληλα για τη μέτρηση της αντιληπτής ευκολίας χρήσης και της αντιληπτής χρησιμότητας ενός συστήματος. Όπως φαίνεται στους Πίνακες 11 και 12, κάθε πεποίθηση, ευκολία χρήσης και αντιληπτή χρησιμότητας, είχε 14 δηλώσεις που ήταν προσαρμοσμένες στη χρήση ενός συστήματος ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

Πίνακας 22

*Αρχικά Στοιχεία Κλίμακας για την Αντιληπτή Χρησιμότητα (Davis, 1989, σελ. 324)*

*Initial Scale Items For Perceived Usefulness (Davis, 1989, p. 324)*

<i>Item No.</i>	<i>Candidate Item for Measuring for Perceived Usefulness</i>
<u>1</u>	My job would be difficult to perform without electronic mail.
<u>2</u>	Using electronic mail gives me greater control over my work.
<u>3</u>	Using electronic mail improves my job performance.
<u>4</u>	The electronic mail system addresses my job-related needs.
<u>5</u>	Using electronic mail saves me time.
<u>6</u>	Electronic mail enables me to accomplish tasks more quickly.
<u>7</u>	Electronic mail supports critical aspects of my job.
<u>8</u>	Using electronic mail allows me to accomplish more work than would otherwise be possible.
<u>9</u>	Using electronic mail reduces the time I spend on unproductive activities.
<u>10</u>	Using electronicmail enhances my effectiveness on the job.
<u>11</u>	Using electronicmail improves the quality of the work
<u>12</u>	Using electronicmail increases my productivity.
<u>13</u>	Using electronicmail makes it easier to do my job.
<u>14</u>	Overall, I find the electronic mail system useful in my job

Πίνακας 33

*Αρχικά Στοιχεία Κλίμακας για Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (Davis, 1989, σελ. 324)*

*Initial Scale Items for Perceived Ease of Use (Davis, 1989, p. 324)*

<i>Item No.</i>	<i>Candidate Item for Measuring Perceived Ease of Use</i>
<u>1</u>	I often become confused when I use the electronic mail system.
<u>2</u>	I make errors frequently when using electronic mail.
<u>3</u>	Interacting with the electronic mail system is often frustrating.
<u>4</u>	I need to consult the user manual often when using electronic mail.

- 5 Interacting with the electronic mail system requires a lot of my mental effort.  
6 I find it easy to recover from errors encountered while using electronic mail.  
7 The electronic mail system is rigid and inflexible to interact with.  
8 I find it easy to get the electronic mail system to do what I want it to do.  
9 The electronic mail system often behaves in unexpected ways.  
10 I find it cumbersome to use the electronic mail system.  
11 My interaction with the electronic mail system is easy for me to understand.  
12 It is easy for me to remember how to perform tasks using the electronic mail system.  
13 The electronic mail system provides helpful guidance in performing tasks.  
14 Overall, I find the electronic mail system easy to use
- 

Η φάση της πρώτης δοκιμής αξιολόγησε την δομή των στοιχείων και τα έθεσε σε κατηγορίες, ομαδοποιώντας τις ομοιότητες, έτσι ώστε τα στοιχεία που ήταν διακριτά και αρκετά ακριβή για να μετρήσουν στην αντιληπτή ευκολία χρήσης και στην αντιληπτή χρησιμότητα να εντοπίζονται εύκολα. Τα στοιχεία που δεν ομαδοποιήθηκαν εξαλείφθηκαν και τα υπόλοιπα επαναδιατυπώθηκαν δημιουργώντας μια κλίμακα δέκα στοιχείων όπως αποτυπώνεται στους Πίνακες 13 και 14.

#### Πίνακας 44

Αναθεωρημένη Κλίμακα 10 Στοιχείων για Αντιληπτή Χρησιμότητα (Davis, 1989, Πίνακας 3, σελ. 326)

Revised 10 Item Scale for Perceived Usefulness (Davis, 1989, Table 3, p. 326)

---

Item No.	Candidate Item for Psychometric Measures for Perceived Usefulness
<u>1</u>	Using electronic mail improves the quality of the work I do.
<u>2</u>	Using electronic mail gives me greater control over my work.
<u>3</u>	Electronic mail enables me to accomplish tasks more quickly.
<u>4</u>	Electronic mail supports critical aspects of my job.
<u>5</u>	Using electronic mail increases my productivity.
<u>6</u>	Using electronic mail improves my job performance.
<u>7</u>	Using electronic mail allows me to accomplish more work than would

---

---

	otherwise be possible.
<u>8</u>	Using electronic mail enhances my effectiveness on the job.
<u>9</u>	Using electronic mail makes it easier to do my job.
<u>10</u>	Overall, I find the electronic mail system useful in my job.

---

**Πίνακας 55**

Αναθεωρημένη Κλίμακα 10 Στοιχείων για Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (Davis, 1989, Πίνακας 4, σελ. 326)

Revised 10 Item Scale for Perceived Ease of Use (Davis, 1989, Table 4, p. 326)

Item No.

---

Item No.	Candidate Item for Psychometric Measures for Perceived Ease of Use
<u>1</u>	I find it cumbersome to use the electronic mail system.
<u>2</u>	Learning to operate the electronic mail system is easy for me.
<u>3</u>	Interacting with the electronic mail system is often frustrating.
<u>4</u>	I find it easy to get the electronic mail system to do what I want it to do.
<u>5</u>	The electronic mail system is rigid and inflexible to interact with.
<u>6</u>	It is easy for me to remember how to perform tasks using the electronic mail system.
<u>7</u>	Interacting with the electronic mail system requires a lot of my mental effort.
<u>8</u>	My interaction with the electronic mail system is clear and understandable.
<u>9</u>	I find it takes a lot of effort to become skillful at using electronic mail.
<u>10</u>	Overall, I find the electronic mail system easy to use

---

Για να ελέγξει την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των νέων κλιμάκων 10 στοιχείων, ο Davis (1989) διεξήγαγε μια επιτόπια μελέτη με 112 υπαλλήλους που εργάζονταν για την IBM στο Τορόντο του Καναδά. Ο Davis ζήτησε από τους συμμετέχοντες να χρησιμοποιήσουν τις κλίμακες που φαίνονται στους Πίνακες 12 και 13 για να αξιολογήσουν τη χρησιμότητα και ευκολία χρήσης δύο συστημάτων που χρησιμοποιούσαν ήδη οι εργαζόμενοι εντός του οργανισμού. Οι συμμετέχοντες

μπορούσαν να ορίσουν μια βαθμολογία από 1 έως 7 σε κλίμακα Likert για καθένα από τα ψυχομετρικά μέτρα που εμφανίζονται στους Πίνακες 12 και 13 με βαθμολογία 1 που σημαίνει ότι ο συμμετέχων συμφώνησε απόλυτα με τη δήλωση του ψυχομετρικού μέτρου και η βαθμολογία 7 που σημαίνει ότι ο συμμετέχων διαφωνούσε έντονα με τη δήλωση. Οι κλίμακες αξιολόγησης μεταξύ αυτών των δύο άκρων, 1 και 7, αντιπροσώπευαν διαφορετικούς βαθμούς συμφωνίας. Στη συνέχεια, οι απαντήσεις υποβλήθηκαν σε περαιτέρω ανάλυση, χρησιμοποιώντας ανάλυση κύριας συνιστώσας, ανάλυση μεθόδου πολλαπλών χαρακτηριστικών και ανάλυση παραγόντων για τον προσδιορισμό της αξιοπιστίας και της εγκυρότητας των 10 στοιχείων κλίμακας που δοκιμάστηκαν. Όλες οι δοκιμές έδειξαν υψηλή αξιοπιστία δυνατότητα και εγκυρότητα για τις κλίμακες 10 στοιχείων (Davis 1989).

Ο Davis ζήτησε επίσης από τους συμμετέχοντες από την IBM να αναφέρουν τη Στάση τους απέναντι στα δύο συστήματα που βαθμολόγησαν, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα που αναπτύχθηκε από τους Ajzen & Fishbein, (1980) για να λειτουργήσει η Στάση απέναντι στη συμπεριφορά. Η κλίμακα μέτρησε 5 διαφορετικούς τύπους Στάσης που ένα άτομο μπορεί να έχει προς ένα σύστημα, σε μια κλίμακα 7 σημείων με το μέσο σημείο να κατέχει την ένδειξη "ουδέτερο" όπως φαίνεται παρακάτω.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα πράγματα, η χρήση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου στο myjob είναι:

Ουδέτερος, Κακό, Ανόητο, Δυσμενές, Επιβλαβές και Αρνητικό.

Επιπλέον, οι συμμετέχοντες έπρεπε να αναφέρουν την πραγματική τους χρήση των δύο συστημάτων σε μια κλίμακα κατηγοριών 6 θέσεων με τις ακόλουθες ετικέτες:

- Μην χρησιμοποιείτε καθόλου
- Χρησιμοποιήστε λιγότερο από μία φορά την εβδομάδα
- Χρησιμοποιήστε περίπου μία φορά την εβδομάδα
- Χρησιμοποιήστε πολλές φορές την εβδομάδα
- Χρησιμοποιήστε περίπου μία φορά την ημέρα
- Χρησιμοποιήστε πολλές φορές την ημέρα

**Τα αποτελέσματα** έδειξαν ότι η αυτοαναφερόμενη χρήση είχε σημαντική σχέση τόσο με την αντιληπτή ευκολία χρήσης όσο και με την αντιληπτή χρησιμότητα για τα δύο συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν στην IBM, επιβεβαιώνοντας έτσι το αρχικό

**Πίνακας 66**

Αναθεωρημένη Κλίμακα 6 Στοιχείων για την Αντιληπτή Χρησιμότητα Διατυπωμένη Προς το CHART-MASTER

Revised 6 Items Scale for Perceived Usefulness Worded Towards CHART-MASTER

---

Item No.	Candidate Item for Psychometric Measures for Perceived Usefulness
1	Using CHART-MASTER in my job would enable me to accomplish tasks more quickly.
2	Using CHART-MASTER would improve my job performance.
3	Using CHART-MASTER in my job would increase my productivity.
4	Using CHART-MASTER would enhance my effectiveness on the job.
5	Using CHART-MASTER would make it easier to do my job.
6	I would find CHART_MASTER useful in my job.

---

**Πίνακας 77**

Αναθεωρημένη Κλίμακα 6 Στοιχείων για Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης με Διατύπωση Προς CHART-MASTER

Revised 6 Items Scale for Perceived Ease of Use Worded Towards CHART-MASTER

---

Item No.	Candidate Item for Psychometric Measures for Perceived Usefulness
1	Using CHART-MASTER in my job would enable me to accomplish tasks more quickly.
2	Using CHART-MASTER would improve my job performance.
3	Using CHART-MASTER in my job would increase my productivity.
4	Using CHART-MASTER would enhance my effectiveness on the job.
5	Using CHART-MASTER would make it easier to do my job.
6	I would find CHART_MASTER useful in my job.

---

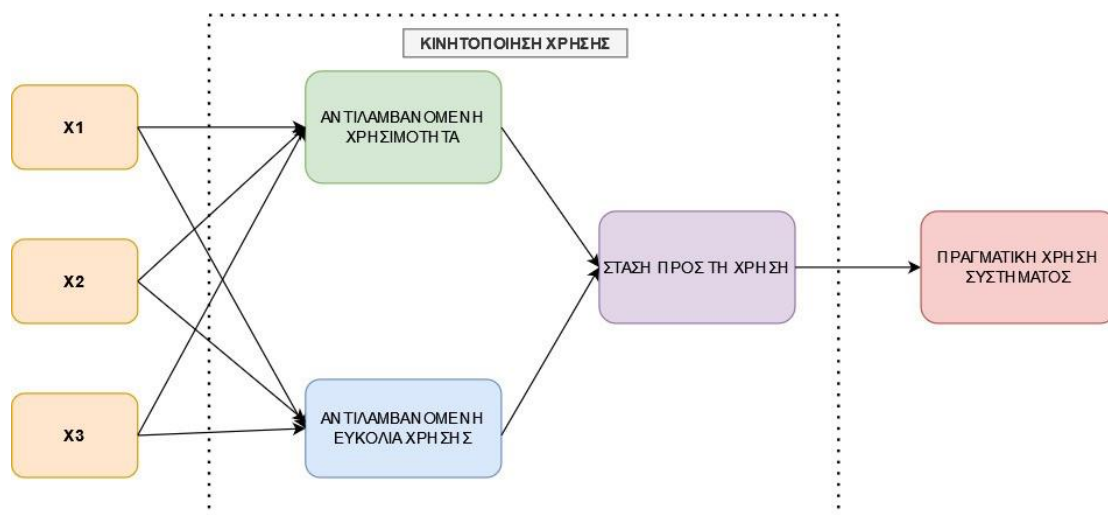
Ο Davis (1989) ηγήθηκε μια εργαστηριακή μελέτη με 40 συμμετέχοντες και χρησιμοποίησε τις κλίμακες 6 στοιχείων, για να επικυρώσει το μοντέλο TAM του Διαγράμματος 1. Τα συστήματα που αξιολογήθηκαν ήταν δύο συστήματα γραφικών



βασισμένα σε υπολογιστή IBM, Chart-Master και Pendraw, τα οποία οι συμμετέχοντες τα χρησιμοποιούσαν για πρώτη φορά. Ο Ντέιβις διερευνούσε εάν υπήρχε συσχετισμός μεταξύ των στοιχείων της κλίμακας των 6 στοιχείων που ανέπτυξε και της προβλεπόμενης χρήσης των δύο συστημάτων. Οι συμμετέχοντες έχοντας εμπειρική χρήση μιας ώρας σε κάθε σύστημα, τους ζητήθηκε να βαθμολογήσουν την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης και για τα δύο συστήματα.

Ο Davis έκανε χρήση των κλιμάκων μέτρησης των Fishbein & Ajzen (1975) για να μετρήσει τη στάση των συμμετεχόντων απέναντι στα δύο συστήματα. Τέλος, οι συμμετέχοντες ανέφεραν την αυτοπροβλεπόμενη μελλοντική χρήση και των δύο συστημάτων απαντώντας στην ακόλουθη ερώτηση στο τέλος του πειράματος: «Υποθέτοντας ότι το Chart-Master θα είναι διαθέσιμο στη δουλειά μου, προβλέπω ότι θα το χρησιμοποιώ σε τακτική βάση στο μέλλον» (Davis 1985).

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν βαθμολογώντας την προβλεπόμενη χρήση του συστήματος με δύο κλίμακες 7 σημείων. Η μία με επίθετα τελικού σημείου πιθανό-απίθανο και η άλλη με επίθετα απίθανου-πιθανού τέλους. Ο Davis (1985) αναλύοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν στο πείραμά του, διαπίστωσε μια θετική συσχέτιση μεταξύ της κλίμακας των 7 σημείων και της αυτοπροβλεπόμενης μελλοντικής χρήσης. Επιπροσθέτως, ο Davis χρησιμοποίησε ανάλυση παλινδρόμησης για να καθορίσει τις σχέσεις που υπήρχαν στο μοντέλο TAM. Μαζί με την επιβεβαίωση του στην αρχική υπόθεση, ο Davis θα ανακάλυπτε επίσης και άλλες σχέσεις που περίμενε ότι θα ήταν ασήμαντες όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2.

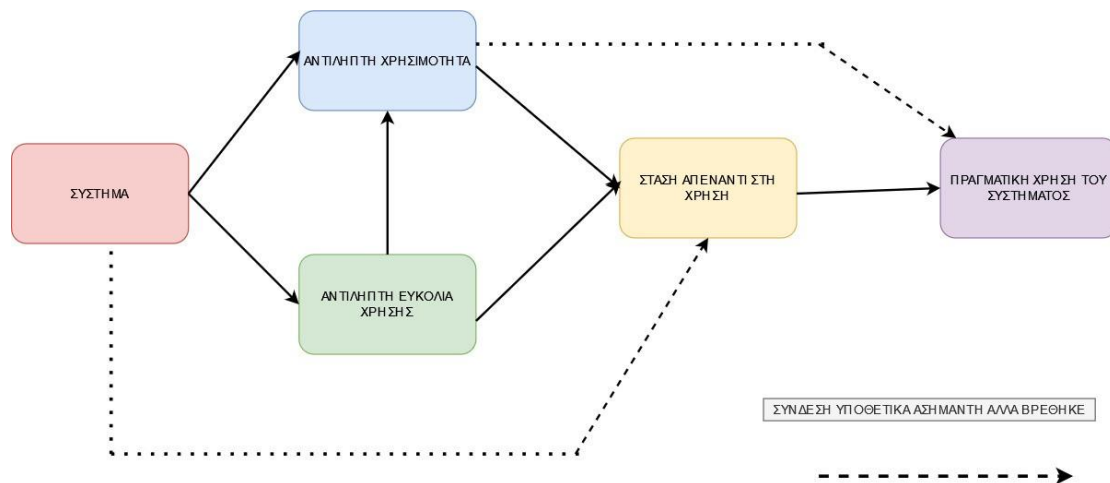


**Εικόνα 2.** Σχέσεις στο μοντέλο TAM όπως περιγράφονται από τον Davis (Επεξεργασία από συγγραφέα)  
 Ο Davis, το 1993, αναθεωρώντας την αρχική του πρόβλεψη, εισάγει την πρόταση ότι η αντιληπτή χρησιμότητα θα μπορούσε να έχει άμεση επίδραση στην πραγματική χρήση του συστήματος. Παράλληλα διαπιστώνει ότι τα χαρακτηριστικά του συστήματος - X1,X2,X3 - θα μπορούσαν να επηρεάσουν άμεσα τη στάση ενός ατόμου απέναντι στη χρήση του συστήματος, χωρίς να είναι απαραίτητο το άτομο να σχηματίσει μια πραγματική πεποίθηση για αυτό, όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 2.

Κατά συνέπεια, ακολούθησαν και άλλες μελέτες προκειμένου να διερευνηθούν σε βάθος οι σχέσεις.

### 2.17.Εξέλιξη του TAM

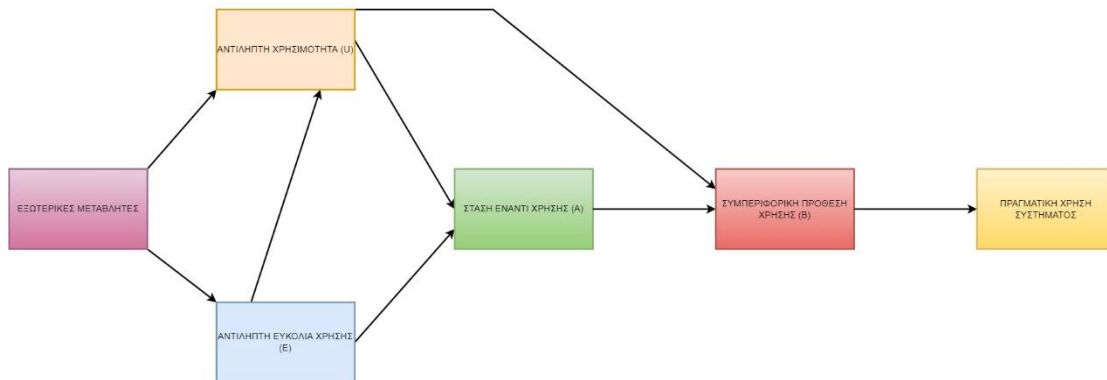
Η μελλοντική ανάπτυξη του TAM συμπεριλάμβανε μια νέα μεταβλητή, την πρόθεση συμπεριφοράς που θα είχε άμεση συσχέτιση από την αντιληπτή χρησιμότητα ενός συστήματος (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1989). Ο Davis et al. (1989) ανέφερε πως, ένα σύστημα που θεωρήθηκε χρήσιμο από ένα άτομο θα μπορούσε να έχει σχηματίσει μια ισχυρή πρόθεση συμπεριφοράς, χρησιμοποιώντας το σύστημα χωρίς να διαμορφώσει καμία στάση. Έτσι, θα δημιουργούσε μια τροποποιημένη έκδοση του μοντέλου TAM όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 3.



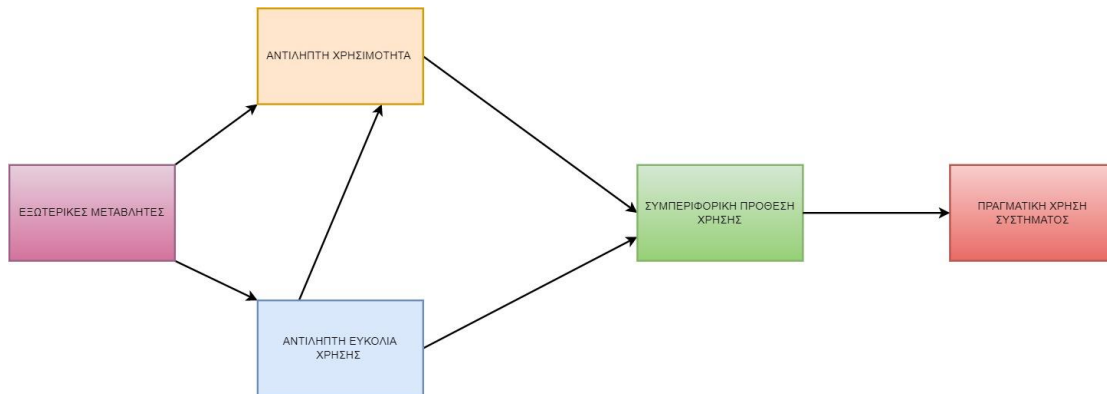
**Εικόνα 3.** Τροποποιημένη έκδοση του μοντέλου TAM από τους Davis et al. (1989) (Επεξεργασία από τον συγγραφέα)

Οι Davis, Bagozzi & Warshaw (1989) χρησιμοποίησαν το μοντέλο της Εικόνας 3 για να πραγματοποιήσουν μια έρευνα κατά την οποία πήραν 107 χρήστες μετά από μια ώρα χρήσης ενός συστήματος και μέτρησαν την πρόθεσή τους να το ξαναχρησιμοποιήσουν. Αυτό το επανέλαβαν μετά από 14 εβδομάδες. Και στις δύο

περιπτώσεις, τα αποτελέσματά τους έδειξαν μια ισχυρή συσχέτιση μεταξύ της πρόθεσης και της αυτοαναφερόμενης χρήσης του συστήματος με την αντιληπτή χρησιμότητα. Η αντιληπτή ευκολία χρήσης είχε μια μικρή αλλά σημαντική επίδραση στην πρόθεση συμπεριφοράς η οποία αργότερα μειώθηκε με την πάροδο του χρόνου. Το σημαντικότερο αποτέλεσμα ήταν ότι η αντιληπτή χρησιμότητα καθώς και η αντιληπτή ευκολία χρήσης φέρεται να έχουν άμεση επίδραση στη συμπεριφορική πρόθεση, με αποτέλεσμα την εξάλειψη της δομής της στάσης του μοντέλου που απεικονίζεται στην Εικόνα 3 δημιουργώντας, έτσι, το μοντέλο της Εικόνας 4.



**Εικόνα 4.** Εξάλειψη της δομής της στάσης του τροποποιημένου μοντέλου TAM (επεξεργασία από το συγγραφέα)



**Εικόνα 5.** Μοντέλο Χρησιμότητας κατά Davis, Bagozzi & Warshaw (1989) (επεξεργασία από το συγγραφέα)

Αντικατέστησαν την διαδικασία της στάσης με την διαδικασία της πρόθεσης συμπεριφοράς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν για την άμεση επίδραση της αντιληπτής χρησιμότητας στην πραγματική χρήση του συστήματος, απεικονίζονται στην Εικόνα 4. Παράλληλα, η διαγραφή της μεταβλητής στάσης διέγραψε και όποια ανεξήγητη άμεση επιρροή υπήρχε από τα χαρακτηριστικά του συστήματος στη μεταβλητή στάσης. Η αλλαγή που προστέθηκε στο αρχικό μοντέλο TAM, ήταν η

εξέταση άλλων παραγόντων, οι οποίοι είναι οι εξωτερικές μεταβλητές που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τις αντιλήψεις ενός ατόμου απέναντι σε ένα σύστημα. Οι εξωτερικές μεταβλητές συνήθως περιλάμβαναν τα χαρακτηριστικά του συστήματος, την εκπαίδευση των χρηστών, τη συμμετοχή των χρηστών στο σχεδιασμό και τη φύση της διαδικασίας υλοποίησης (Venkatesh & Davis, 1996).

Θέτοντας σε εφαρμογή την τελευταία έκδοση του TAM, η έρευνα οδήγησε στην:

- αναπαραγωγή του TAM και τη δοκιμή των προτάσεων και των πιθανών περιορισμών του.
- σύγκριση του TAM με άλλα μοντέλα όπως η Θεωρία Αιτιολογημένης Δράσης (TRA) και η Θεωρία Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς (TPB)
- προσαρμογή του TAM για διάφορες ρυθμίσεις όπως υποχρεωτικά σενάρια, διαφορετικές εφαρμογές
- επέκταση του μοντέλου προσθέτοντας νέες μεταβλητές π.χ. υποκειμενική νόρμα (SN), εξωτερικά κίνητρα κ.λπ.

Αντιγραφή του TAM και δοκιμή των πιθανών περιορισμών του

Το Μοντέλο TAM αντιγράφηκε για πρώτη φορά από τους Adams, Nelson & Todd (1992). Πραγματοποίησαν μελέτες εντός και εκτός εργαστηρίου δοκιμάζοντας τις μεταβλητές του TAM, την αντιληπτή ευκολία χρήσης και αντιληπτή χρησιμότητα, για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία τους στην διαδικασία της εξήγησης της χρήσης 5 εντελώς διαφορετικών εφαρμογών: email, φωνητικό ταχυδρομείο, word perfect, Lotus 123 και γραφικά του Χάρβαρντ. Οι συμμετέχοντες ήταν μεταπτυχιακοί φοιτητές και τα δεδομένα χρήσης των 5 εφαρμογών που αναφέρθηκαν χρησιμοποιήθηκαν ως μέτρο για την πραγματική χρήση. Τα αποτελέσματα της μελέτης τους έδειξαν ότι το μοντέλο TAM διατήρησε τη συνέπειά του στην πρόβλεψη και την εξήγηση της υιοθέτησης του συστήματος.

Στην συνέχεια οι Hendrickson, Massey & Cronan (1993) ερεύνησαν την αξιοπιστία των στοιχείων κλίμακας που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της αντιληπτής ευκολίας χρήσης και της αντιληπτής χρησιμότητας στο TAM. Πραγματοποίησαν μια μελέτη με 123 συμμετέχοντες προπτυχιακούς φοιτητές που εισήχθησαν σε μια βάση δεδομένων και μια εφαρμογή υπολογιστικών φύλλων και χρησιμοποίησαν δεδομένα χρήσης των δύο συστημάτων για να πραγματοποιήσουν μια ανάλυση δοκιμής-

επανεξέτασης. Οι Hendrickson, Massey & Cronan βρήκαν ότι τόσο για την αντιληπτή χρησιμότητα όσο και για την αντιληπτή ευκολία χρήσης, ήταν σημαντικά τα αποτελέσματα αξιοπιστίας δοκιμής-επανάληψης δοκιμής. Ο Subramanian (1994) επίσης αναπαρήγαγε το TAM με φωνητικό ταχυδρομείο και συστήματα τηλεφωνικής κλήσης πελατών σε μια επιτόπια μελέτη με 179 εργαζόμενους στη γνώση και βρήκε στοιχεία για προηγούμενα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν σε μελέτες TAM.

Οι Davis & Venkatesh (1996) επιβεβαίωσαν την αξιοπιστία και την εγκυρότητα των μεταβλητών της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης στο TAM, ερευνώντας αν η ομαδοποίηση των στοιχείων της κλίμακας δημιουργούσε λάθη στην πρόβλεψη της χρήσης. Το πείραμα τους έγινε με την συμμετοχή 195 μαθητών εκθέτοντάς τους σε διαφορετικές μεταθέσεις και συνδυασμούς των στοιχείων της κλίμακας. Δηλαδή, αντί να ζητηθεί από τους συμμετέχοντες να βαθμολογήσουν ένα δεδομένο σύστημα χρησιμοποιώντας δύο κλίμακες, οι οποίες είχαν δηλώσεις ομαδοποιημένες είτε κατά την αντιληπτή ευκολία χρήσης είτε κατά την αντιληπτή χρησιμότητα, δόθηκαν στους συμμετέχοντες διαφορετικές παραλλαγές και οι δύο κλίμακες, με δηλώσεις τόσο για την αντιληπτή ευκολία χρήσης όσο και για την αντιληπτή χρησιμότητα αναμειγμένες.

Μετά την μελέτη, οι Davis & Venkatesh κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα προηγούμενα ληφθέντα μέτρα αξιοπιστίας και εγκυρότητας δεν έπρεπε να εισαχθούν στην ομαδοποίηση στοιχείων. Τα αποτελέσματα από προφορικά πρωτόκολλα που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της έρευνας έδειξαν πως οι συμμετέχοντες δυσκολεύονταν όταν τα στοιχεία της κλίμακας μέτρησης για την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης αναμειγνύονταν μεταξύ τους. Έτσι, οι Davis & Venkatesh συνέστησαν τη χρήση των αρχικών κλιμάκων μέτρησης για το TAM, όπως φαίνεται προηγουμένως στους Πίνακες 6 και 7.

## **2.18. Συγκρίνοντας το TAM με τη θεωρία της αιτιολογημένης δράσης και τη Θεωρία της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς**

Οι Davis, Bagozzi & Warshaw (1989) προέβησαν στην σύγκριση της απόδοσης του TAM με το Μοντέλο της Θεωρίας της Αιτιολογημένης Δράσης (TRA) για την πρόβλεψη της πρόθεσης 107 μεταπτυχιακών φοιτητών να χρησιμοποιήσουν ένα σύστημα επεξεργασίας κειμένου μετά από μια ώρα χρήσης και επαναχρησιμοποίησης του συστήματος μετά από 14 εβδομάδες. Βρήκαν ότι οι μεταβλητές πεποιθήσεων και

στα δύο μοντέλα είχαν σημαντικά αποτελέσματα για την πρόβλεψη της πρόθεσης των συμμετεχόντων να χρησιμοποιήσουν τον επεξεργαστή κειμένου.

Όμως στο μοντέλο Θεωρίας της Αιτιολογημένης Δράσης, οι Davis, Bagozzi & Warshaw διαπίστωσαν ότι ο βαθμός συσχέτισης ήταν πολύ μικρός μεταξύ του υποκειμενικού κανόνα (SN) και των μεταβλητών της πρόθεσης συμπεριφοράς. Οι πιθανοί λόγοι για αυτήν την παρατήρηση ήταν α) η αδυναμία της μέτρησης SN κλίμακας από ψυχομετρική άποψη και β) οι επεξεργαστές κειμένου είναι συνήθως πολύ ατομικοί και προσωπικοί επομένως, η χρήση τους θα επηρεάζεται λιγότερο από τις αντιλήψεις άλλων ομάδων.

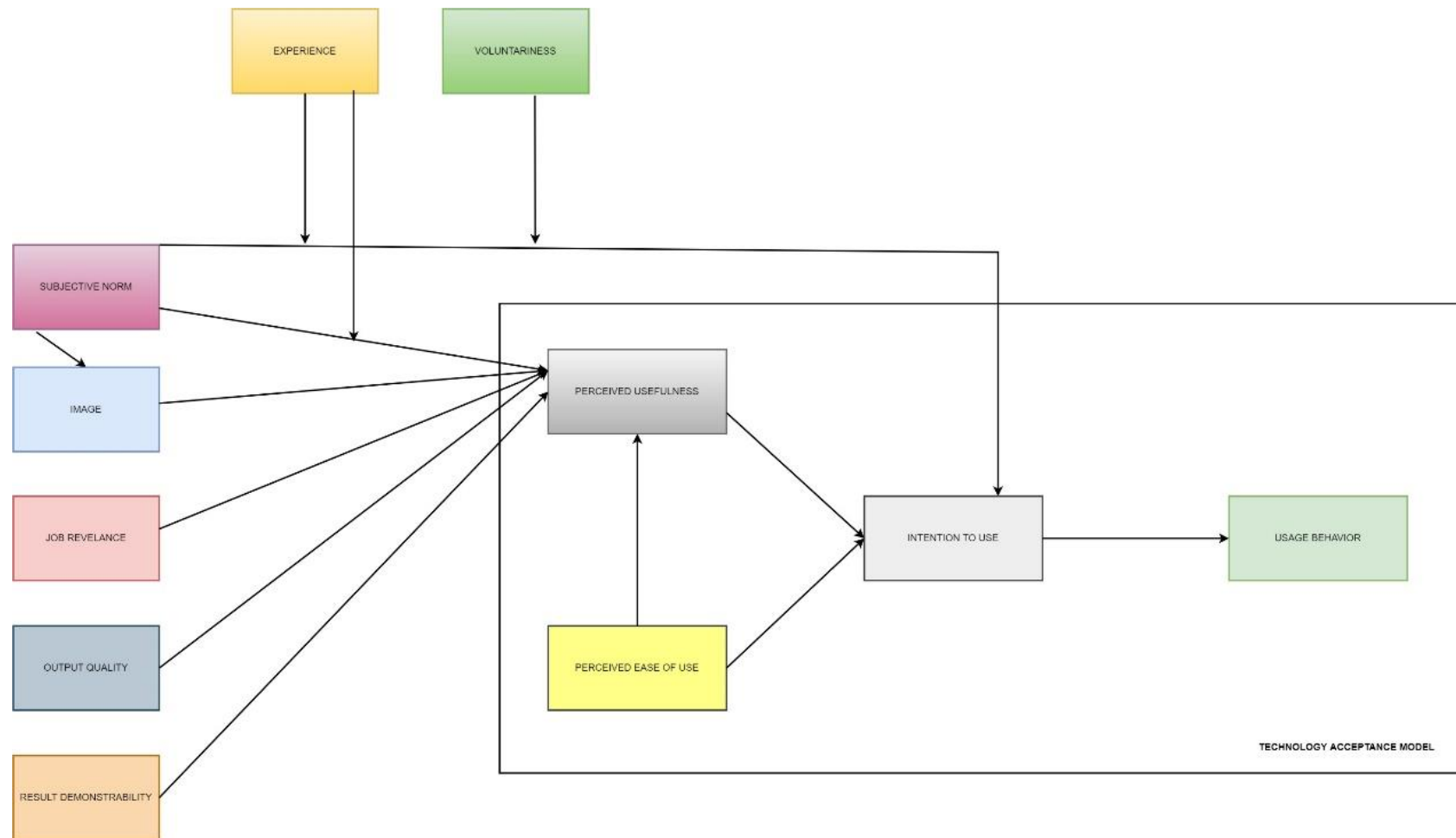
Οι Davis, Bagozzi & Warshaw συμπέραναν ότι, το TAM παρείχε μια πολύ απλή και ανέξοδη μέθοδο για εφαρμογή, λόγω του ότι οι μεταβλητές πεποιθήσεων ήταν ανεξάρτητες από το πλαίσιο, ενώ στην περίπτωση της Θεωρίας της Αιτιολογημένης Δράσης, έπρεπε να αναπτυχθεί μια σειρά από τρόπους λειτουργίας ειδικά για τους επεξεργαστές κειμένου πριν διαμορφώσουν τις κλίμακες για τη μέτρηση των πεποιθήσεων.

Ο Mathieson (1991) σύγκρινε το TAM με το μοντέλο της Θεωρίας της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς (TPB) που προτάθηκε από τον Ajzen (1985) με το εξής πρόσθετο κατασκευάσμα: τον αντιληπτό έλεγχο συμπεριφοράς (PBC), που αναφέρεται στην αντίληψη του ελέγχου επί της απόδοσης μιας δεδομένης συμπεριφοράς. Η μεταβλητή PBC μεταβάλλεται από τα αποτελέσματα δύο πεποιθήσεων: της πεποίθησης ελέγχου και της πεποίθησης αντιληπτής διευκόλυνσης. Οι πεποιθήσεις ελέγχου περιλαμβάνουν την αντιληπτή διαθεσιμότητα δεξιοτήτων, πόρους και ευκαιρίες, ενώ η αντιληπτή πεποίθηση διευκόλυνσης είναι η εκτίμηση του ατόμου για τους διαθέσιμους πόρους με σκοπό την επίτευξη ενός δεδομένου συνόλου αποτελεσμάτων. Το διάγραμμα 5 απεικονίζει το μοντέλο για τη Θεωρία της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς, το TPB

Ο Mathieson (1991) διεξήγαγε μια έρευνα εφαρμόζοντας το TAM και το μοντέλο της TPB για την πρόβλεψη της πρόθεσης 262 συμμετεχόντων να χρησιμοποιήσουν μια εφαρμογή υπολογιστικού φύλλου. Αφού δεν είχαν προκαθοριστεί συγκεκριμένες κλίμακες μέτρησης για τη Θεωρία της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς, απαιτήθηκε μια συνέντευξη για να προσδιορίσουν τις βασικές πεποιθήσεις που θα ήταν συγκεκριμένες για το υπό διερεύνηση σύστημα. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, αυτό ήταν ένα

σημαντικό χαρακτηριστικό του μοντέλου TPB. Τα αποτελέσματα απέδειξαν ότι και τα δύο μοντέλα θεωρήθηκαν κατάλληλα για την πρόβλεψη της χρήσης του συστήματος.

Διερευνώντας σε βάθος το μοντέλο TAM με το μοντέλο TPB παρείχε περισσότερες λεπτομέρειες που τεκμηρίωναν την πρόθεση των συμμετεχόντων να χρησιμοποιήσουν την εφαρμογή υπολογιστικών φύλλων. Το TPB ως πιο σύνθετο μοντέλο είχε πολλές ανεξάρτητες μεταβλητές που θα μετέβαλαν την πεποίθηση ενός ατόμου. Αυτό απεικονίζεται στο διάγραμμα 6 όπου η αντιληπτή δομή ελέγχου συμπεριφοράς θα μπορούσε να εντοπίσει δυσκινησίες στη χρήση του συστήματος, π.χ. στις δεξιότητες των χρηστών.



Εικόνα 6. Απεικόνιση μοντέλου TPB (επεξεργασία από το συγγραφέα)



Επιπρόσθετα, το μοντέλο θα μπορούσε να ομαδοποιήσει απόψεις που δύναται να είναι προσοδοφόρες για τους μελλοντικούς χρήστες μέσω της δημιουργίας των υποκειμενικών κανόνων. Επειδή το μοντέλο θεωρίας της σχεδιασμένης συμπεριφοράς δεχόταν μόνο πεποιθήσεις που ήταν συγκεκριμένες για το δεδομένο σύστημα, υπήρχε η δυνατότητα της λήψης ακριβέστερων δεδομένων. Σε αντίθεση με αυτό, το TAM ήταν ένα απλό μοντέλο, του οποίου η εφαρμογή σε οποιοδήποτε σύστημα παρείχε μόνο γενικές πληροφορίες σχετικά με την αντιληπτή ευκολία χρήσης και την αντιληπτή χρησιμότητα.

Παρόλα αυτά, το TAM συγκέντρωνε περισσότερους χρήστες είτε από τη Θεωρία της Αιτιολογημένης Δράσης είτε από τη Θεωρία της Προγραμματισμένης Συμπεριφοράς, λόγω της απλότητας και της ευκολίας εφαρμογής του. Αργότερα έγιναν και άλλες έρευνες στην εφαρμογή του TAM με διαφορετικές ρυθμίσεις και άλλες στην επέκταση του TAM συμπεριλαμβάνοντας περισσότερες μεταβλητές.

Το TAM αναφέρεται σε περισσότερες από 700 παραπομπές όσον αφορά την αρχική του πρόταση και η έρευνα του Davis (1989) έχει εμπλουτιστεί και προσαρμοστεί με πολλούς τρόπους. Έχουν γίνει πολλές προσπάθειες από τους ερευνητές του TAM να ενοποιήσουν τα αποτελέσματα των μελετών τους. Η πιο πρόσφατη είναι από τους Yousafzai, Foxall & Pallister (2007), οι οποίοι έκαναν μια μετα-ανάλυση 145 άρθρων που δημοσιεύθηκαν στο TAM. Προηγούμενες μελέτες μετα-ανάλυσης μπορούν να βρεθούν στο Sharp (2006), King and He (2006), Ma and Liu (2004), Lee, Kozar & Larsen (2003), και, Legris, Ingham & Collette (2003). Ο Πίνακας 17 επισημαίνει μερικές από τις κύριες εφαρμογές, τους συμμετέχοντες, τις χώρες και τις ρυθμίσεις για τις οποίες χρησιμοποιήθηκε το TAM.

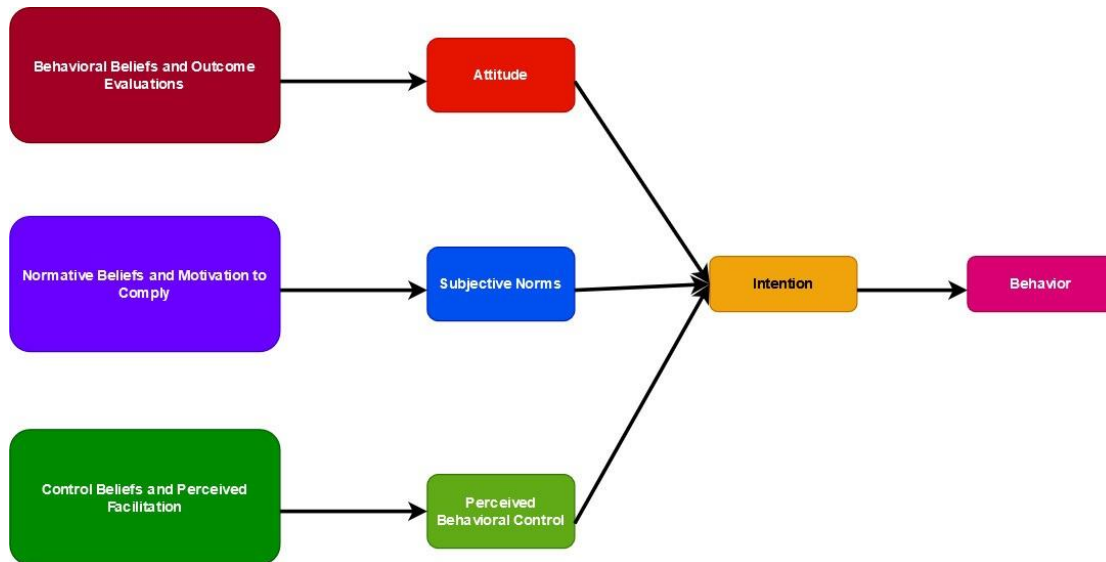
Πίνακας 88

*Κύριες Εφαρμογές, Συμμετέχοντες, Χώρες και Ρυθμίσεις για τις οποίες Έγινε Χρήση του Μοντέλου TAM*

Applications	Email, voicemail, fax, dial-up system, e-commerce application, groupware, word processor, spreadsheet, presentation software, database program, case tools, hospital IS, Decision support system, Expert support system, and telemedicine technology.
Country	USA, UK, Taiwan, Hong Kong, Switzerland, Japan, Australia, Turkey, Canada, Kuwait, Nigeria, France, Singapore, China, and Finland.
Type of study participants	Lab study, Field study and Web surveysStudents (undergraduate and graduates], knowledge workers, physicians, bank managers, programmer analysts, IT vendor specialists, computer programmers, internet users, brokers, and sales assistants.

Από αυτές τις μελέτες διαπιστώθηκε σημαντικό στατιστικό αποτέλεσμα με τον υψηλό βαθμό επίδρασης της αντιληπτής χρησιμότητας στην πρόθεση συμπεριφοράς της χρήσης ενός συγκεκριμένου συστήματος. Ακόμα σημειώθηκαν ανάμεικτα αποτελέσματα για την άμεση σχέση μεταξύ της αντιληπτής ευκολίας χρήσης και της πρόθεσης συμπεριφοράς. Αυτές οι μελέτες πρόσφεραν ισχυρά στοιχεία που υποστήριζαν το TAM ως μοντέλο για την πρόβλεψη της συμπεριφοράς χρήσης του συστήματος. Το TAM όμως επικεντρωνόταν μόνο στην μέτρηση της αντιληπτής χρησιμότητας και της αντιληπτής ευκολίας χρήσης με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατός ο εντοπισμός των αιτιών πίσω από την αντιληπτή ευκολία χρήσης ή των μεταβλητών της αντιληπτής χρησιμότητας που χρησιμοποιούνται στο μοντέλο. Οι περισσότερες έρευνες για το TAM επικεντρώθηκαν μόνο σε εθελοντικά περιβάλλοντα με ελάχιστη προσοχή σε υποχρεωτικές ρυθμίσεις. Επομένως, για την αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων, το TAM επεκτάθηκε.

Μία από τις σημαντικές επεκτάσεις που φέρθηκαν στο TAM είναι των Venkatesh & Davis (2000) οι οποίοι πρότειναν το μοντέλο TAM 2 που φαίνεται στο διάγραμμα 7.



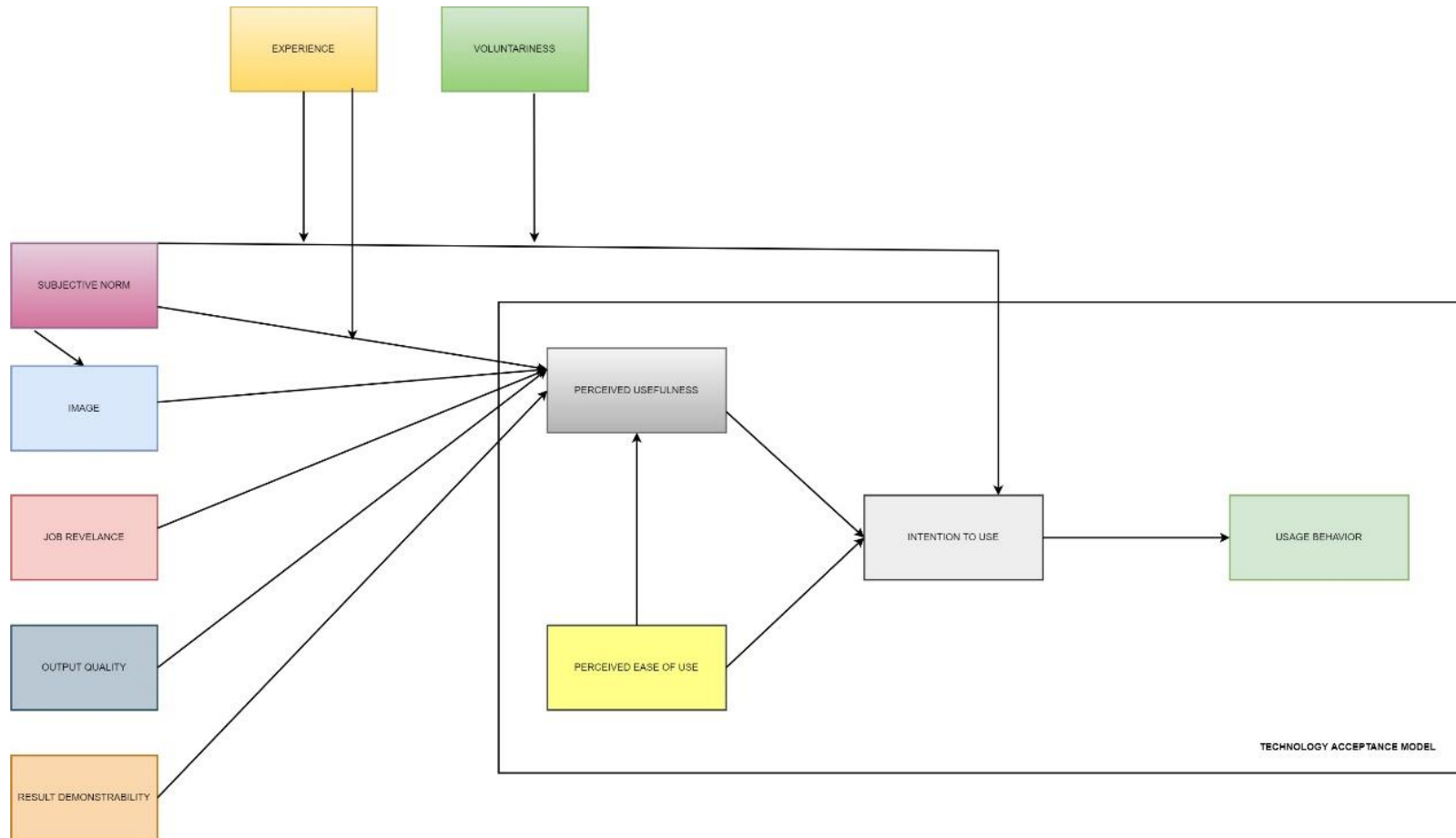
Εικόνα 7. Μοντέλο TAM2 (επεξεργασία από το συγγραφέα)

Οι Venkatesh & Davis διαπίστωσαν ότι το TAM περιοριζόταν στην τεκμηρίωση των αιτιών που ένα άτομο θεωρούσε χρήσιμο για ένα δεδομένο σύστημα και έτσι πρότειναν ότι οι πρόσθετες μεταβλητές θα μπορούσαν να προστεθούν ως προηγούμενα στη μεταβλητή της αντιληπτής χρησιμότητας στο TAM. Το νέο μοντέλο που προέκυψε ονομάστηκε TAM 2. Οι Venkatesh & Davis ενδιαφέρθηκαν επίσης να αξιολογήσουν την απόδοση του TAM 2 σε μια υποχρεωτική ρύθμιση διεξάγοντας μια επιτόπια μελέτη, με 156 εργαζόμενους στη γνώση, οι οποίοι χρησιμοποίησαν 4 διαφορετικά συστήματα, 2 εκ των οποίων ήταν για εθελοντική χρήση και τα άλλα 2 ήταν υποχρεωτικά. Η μελέτη συνέλεξε τις αντιλήψεις των χρηστών και την αυτοαναφορά χρήσης σε τρία χρονικά σημεία: πριν την υλοποίηση, ένα μήνα μετά την υλοποίηση και τρεις μήνες μετά την εφαρμογή.

Χρησιμοποιώντας το μοντέλο TAM 2, ο Venkatesh & ο Davis ήταν σε θέση πλέον να δώσουν τεκμηριωμένους λόγους που οι συμμετέχοντες βρήκαν ένα συγκεκριμένο σύστημα χρήσιμο. Τα αποτελέσματά από το TAM 2 έδειξαν ότι η απόδοση ήταν σε καλά επίπεδα και σε εθελοντικά αλλά και σε υποχρεωτικά περιβάλλοντα, εξαιρουμένης της υποκειμενικής νόρμας που δεν είχε καμία επίδραση σε εθελοντικές ρυθμίσεις, αλλά είχε σε υποχρεωτικές ρυθμίσεις.

Μια δεύτερη σημαντική επέκταση του μοντέλου TAM είναι από τον Venkatesh (2000), ο οποίος προσπάθησε να διερευνήσει τα προηγούμενα της μεταβλητής της αντιληπτής ευκολίας χρήσης στο Μοντέλο TAM. Όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα 8, ο

Venkatesh διαπίστωσε την ύπαρξη δύο ομάδων που προπορευόντουσαν της αντιληπτής ευκολίας χρήσης: οι σταθερότητες και οι προσαρμογές. Οι σταθερότητες θεωρήθηκαν ως οι γενικές αντιλήψεις για τους υπολογιστές και τη χρήση τους, ενώ οι προσαρμογές θεωρήθηκαν ως οι αντιλήψεις που μπορούν να τροποποιηθούν σε σχέση με την εμπειρία με το σύστημα.



Εικόνα 8. TAM 2 (Venkatesh & Davis, 2000)

Και στις δύο ομάδες, ο Venkatesh (2000) πρότεινε αρκετούς σημαντικούς παράγοντες που χρησιμοποιήθηκαν σε προηγούμενη έρευνα σχετικά με τον προσδιορισμό των προηγούμενων παραγόντων της αντιληπτής ευκολίας χρήσης (Davis, Bagozzi & Warshaw, 1992, Venkatesh & Davis, 1996). Ο Venkatesh (2000) εφάρμοσε την πρότασή του σε τρεις διαφορετικούς οργανισμούς με 246 συμμετέχοντες και 3 μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν σε μια περίοδο τριών μηνών. Τα αποτελέσματα που εξήχθησαν, έδειξαν ότι οι μεταβλητές στην εξήγηση της αντιληπτής ευκολίας χρήσης για ένα δεδομένο σύστημα ήταν αποδεκτές σε μεγάλο βαθμό. Πολλές μελέτες, έδειξαν τα ισχυρά αλλά και τα αδύνατα σημεία επιβεβαιώνοντας την ευρωστία του μοντέλου TAM αλλά και άλλοι ερευνητές επισήμαναν σημαντικούς περιορισμούς του μοντέλου. Συνήθως οι επικρίσεις για το μοντέλο TAM εστιάζονται σε τρία σημεία 1) τη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του μοντέλου TAM 2) τις μεταβλητές και τις σχέσεις που υπάρχουν μέσα στο μοντέλο TAM και 3) το βασικό θεωρητικό υπόβαθρο που βρίσκεται κάτω από το μοντέλο TAM.

Περιορισμοί στη μεθοδολογία που χρησιμοποιείται για τη δοκιμή του μοντέλου TAM. Βασική επίκριση για τις μελέτες του μοντέλου TAM είναι ότι τα δεδομένα της αυτοαναφερόμενης χρήσης χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της χρήσης του συστήματος αντί για δεδομένα πραγματικής χρήσης. Αρκετοί ερευνητές διατύπωσαν, ότι τα δεδομένα χρήσης που αναφέρθηκαν από τον ίδιο τον εαυτό (αυτοαναφερόμενο) δεν είναι αντικειμενικό μέτρο οπότε καθίστανται αναξιόπιστα για τη μέτρηση της πραγματικής χρήσης ενός συστήματος (Legris, Ingham & Colletette, 2003, Yousafzai, Foxall & Pallister 2007).

Πολλές μελέτες όμως χρησιμοποιούν για το TAM δεδομένα αυτοαναφερόμενης χρήσης και άλλες χρησιμοποιούν για το TAM τους μαθητές, ως συμμετέχοντες σε ελεγχόμενο περιβάλλον με αποτέλεσμα τα ληφθέντα αποτελέσματα από αυτές τις μελέτες να μην δύναται να γενικευθούν στον πραγματικό κόσμο (Lee et al., 2003).

Πολλοί ερευνητές υποστηρίζουν ότι οι μαθητές δύναται να έχουν διαφορετικά κίνητρα, όπως η απόκτηση βαθμών, ανταμοιβών κλπ (Legris et al., 2003; Yousafzai et al., 2007; Lee et al., 2003). Τέλος, σε αντίθεση με τον μεγάλο αριθμό μελετών που διεξήχθησαν σχετικά με την εφαρμογή του TAM για εξήγηση και προβλέπουν την εθελοντική χρήση συστημάτων, πολύ λίγες μελέτες θεώρησαν συστήματα που ήταν για υποχρεωτική χρήση (Yousafzai et al., 2007). Όμως οι περισσότεροι φορείς, απαιτούν από τους

χρήστες να χρησιμοποιούν τα διαθέσιμα συστήματα σε πραγματικές συνθήκες με ελάχιστη επιλογή για εναλλακτικές λύσεις (Lee et al.,2003).

## **2.19.Περιορισμοί στις μεταβλητές και τις σχέσεις που υπάρχουν στο μοντέλο TAM**

Οι Yang & Yoo (2003) πρότειναν ότι η στάση-συμπεριφορά μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στη χρήση του συστήματος επομένως πρέπει να γίνει επανεξέταση του μοντέλου TAM. Αναπαρήγαγαν το μοντέλο TAM και αντί να καθαιρέσουν τη μεταβλητή στάσης όπως είχαν οι Davis, Bagozzi & Warshaw (1989), εξέτασαν την προσθήκη δύο νέων μεταβλητών στάσης, την συναισθηματική και την γνωστική. Οι Yang & Yoo διεξήγαγαν μια έρευνα και ζητούσαν από τους συμμετέχοντες να βαθμολογήσουν τη χρήση της εφαρμογής του υπολογιστικού φύλλου. Η ανάλυση δεδομένων των ερωτηματολογίων της έρευνας έδειξε ότι, παρόλο που η μεταβλητή συναισθηματικής στάσης δεν είχε αισθητή σημασία για την πρόβλεψη της χρήσης του συστήματος, τα αποτελέσματα που προέκυψαν για την επίδραση από τη γνωστική στάση ήταν πολύ σημαντικά. Παρόμοια οι Brown, Massey, Motoya-Weiss & Burkman (2002) πραγματοποίησαν μια μελέτη για την αναπαραγωγή του TAM στον τραπεζικό κλάδο. Οι Brown et al., (2002) αντί να εξετάσουν την περίπτωση της εθελοντικής χρήσης ενός συστήματος, εφάρμοσαν το TAM σε ένα πλαίσιο όπου η χρήση του συστήματος ήταν υποχρεωτική. Τα αποτελέσματα ήταν, ότι η αντιληπτή ευκολία χρήσης ήταν σημαντικότερη στην αποδοχή του συστήματος σε σύγκριση με την αντιληπτή χρησιμότητα. Παρατηρείται ότι τα αποτελέσματά τους έρχονται σε αντίθεση με προηγούμενες έρευνες για το μοντέλο TAM που εφαρμόστηκε σε εθελοντικό περιβάλλον, κατά την οποία η αντιληπτή χρησιμότητα θεωρήθηκε ότι έχει μεγαλύτερη επιρροή από την αντιληπτή ευκολία χρήσης στην αποδοχή του συστήματος (Davis, 1985).

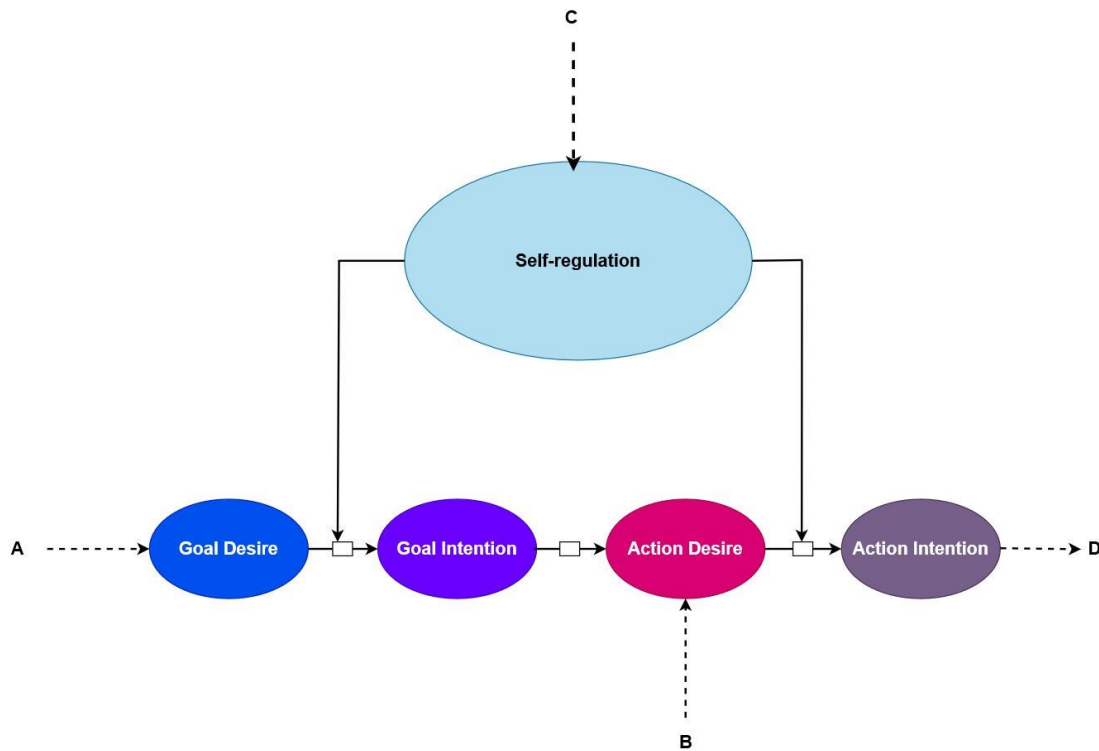
Οι Burton-Jones & Hubona (2006) αναπαρήγαγαν το TAM διεξάγοντας μια έρευνα σε 125 υπαλλήλους μιας κυβερνητικής υπηρεσίας των ΗΠΑ. Συγκεντρώθηκαν και αναλύθηκαν οι πληροφορίες σχετικά με τις πεποιθήσεις των συμμετεχόντων και τη συμπεριφορά χρήσης σε σχέση με δύο εφαρμογές. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι, η αντιληπτή ευκολία χρήσης και η αντιληπτή χρησιμότητα μπορεί να μην επηρεάζονται άμεσα σε όλα τα στάδια από εξωτερικούς περιβαλλοντικούς παράγοντες στη χρήση του συστήματος. Σε αντίθεση με εξωτερικούς παράγοντες όπως, η εμπειρία

του συστήματος, το επίπεδο εκπαίδευσης και η ηλικία μπορεί να έχουν άμεση επίδραση στη χρήση του συστήματος.

## **2.20. Περιορισμοί στη θεωρητική βάση για το μοντέλο TAM**

Ο Bagozzi (2007) τόνισε την κακή θεωρητική σχέση που διατυπώθηκε μεταξύ των διαφορετικών δομών που διατυπώθηκαν στο TAM. Αμφισβήτησε τη θεωρητική ισχύ του συνδέσμου πρόθεση-πραγματική χρήση και παρατήρησε ότι η συμπεριφορά δεν μπορούσε να θεωρηθεί ως τελικός στόχος. Αντίθετα, υποστήριξε ότι αυτή η συμπεριφορά πρέπει να αντιμετωπίζεται ως μέσο για έναν πιο θεμελιώδη στόχο. Επιπλέον, εξήγησε ότι η πρόθεση μπορεί να μην είναι αρκετά αντιπροσωπευτική της πραγματικής χρήσης, επειδή η χρονική περίοδος μεταξύ της πρόθεσης και της αποδοχής-υιοθέτησης θα μπορούσε να είναι γεμάτη αβεβαιότητες αλλά και από άλλους παράγοντες, που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την απόφαση ενός ατόμου να υιοθετήσει μια τεχνολογία. Ο Bagozzi αμφισβήτησε επίσης τη δυνατότητα προσδιορισμού της συμπεριφοράς προσθέτοντας μέτρα για την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης. Θεώρησε ότι μπορεί να υπάρχουν διαφορετικές συνεισφορές των σημαντικών πεποιθήσεων και επίσης ότι η ανθρώπινη μνήμη μπορεί να μην λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο που οι σημαντικές πεποιθήσεις επεξεργάζονταν στο TAM.





**Εικόνα 9.** Περιορισμοί TAM σύμφωνα με Bagozzi (2007) (επεξεργασία από συγγραφέα)

Η καρδιά του πυρήνα λήψης αποφάσεων αποτελείται από την επιθυμία στόχου, την πρόθεση στόχου, την επιθυμία δράσης και την πρόθεση δράσης. Αυτές οι διαδικασίες και τα αίτια ή οι περιορισμοί τους (που επισημαίνονται με A και B στο σχήμα) και τα αποτελέσματά τους (D) αποτελούν πλήρως ντετερμινιστικές διαδικασίες. Επιπλέον, αυτές οι διαδικασίες συλλαμβάνουν τα βασικά στάδια στη λήψη αποφάσεων, γεφυρώνοντας τον καθορισμό στόχων (A) και την επιδίωξη στόχων (D), καθιστώντας τη συνολική στοχευμένη συμπεριφορά στο επίκεντρο της αποδοχής των χρηστών. Σε κάπως διαφορετικές μορφές, παρόμοια μοντέλα συμπεριφοράς έχουν προκύψει στην ψυχολογία (βλ. Gollwitzer, 1996), στη συμπεριφορά οργάνωσης (βλ. Locke & Latham, 2002), στο μάρκετινγκ (Bagozzi, 1992, 2006, 2007, Bagozzi & Dholakia, 1999, Bagozzi, Dholakia & Basuroy, 2003, Dholakia, Bagozzi & Gopinath, 2007) και σε εφαρμοσμένους τομείς όπως η έρευνα για την υγεία και την επικοινωνία. Ο πυρήνας λήψης αποφάσεων προορίζεται να αντιπροσωπεύει θεμελιώδεις διαδικασίες ενός παγκόσμιου είδους, με την έννοια της αντιμετώπισης βασικών διαδικασιών λήψης αποφάσεων που συμβαίνουν στις περισσότερες, αν όχι σε όλες, καταστάσεις αποδοχής από τους χρήστες (Bagozzi, 2007).

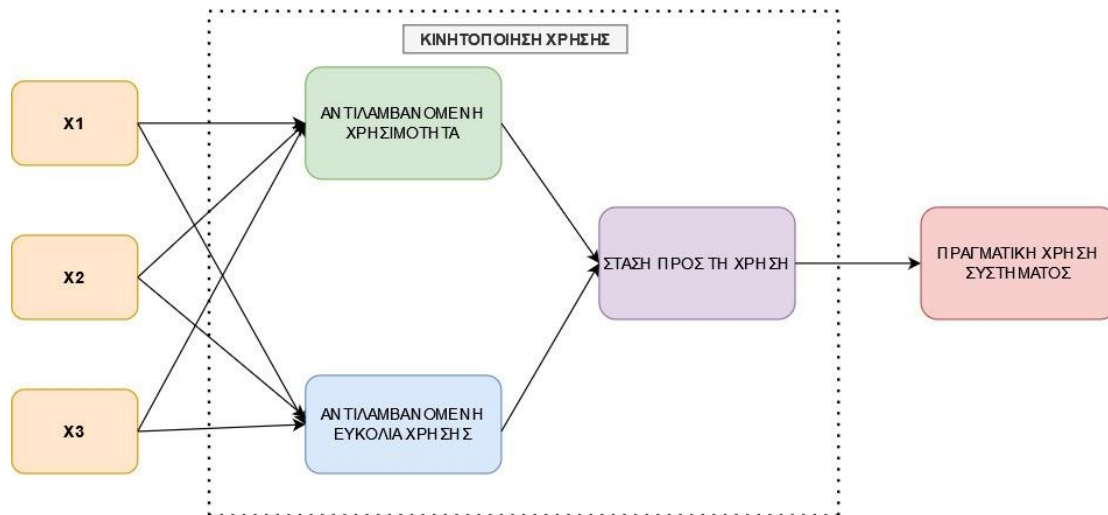
Ο Bagozzi σύμφωνα με τα παραπάνω διαπίστωσε ότι το TAM ήταν ένα ντετερμινιστικό μοντέλο, και συνεπώς η πράξη ενός ατόμου θεωρήθηκε ότι

καθορίζεται πλήρως από την πρόθεσή του να ενεργήσει. Όμως, όπως υποστήριξε ο Bagozzi, η πρόθεση ενός ατόμου θα μπορούσε να υποβληθεί σε αξιολόγηση και προβληματισμό, κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει το άτομο να επαναδιατυπώσει την πρόθεσή του, ακόμη και να λάβει διαφορετική πορεία δράσης. Έτσι, κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το μοντέλο TAM δεν θα μπορούσε να είναι κατάλληλο για την εξήγηση και την πρόβλεψη της χρήσης του συστήματος (Bagozzi, 2007). Το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας είναι πράγματι ένα πολύ δημοφιλές μοντέλο για την εξήγηση και την πρόβλεψη της χρήσης του συστήματος. Μέχρι σήμερα, έχει υπάρξει ένας εντυπωσιακός αριθμός μελετών για το TAM, αλλά ενώ έχουν ληφθεί αρκετά επιβεβαιωτικά αποτελέσματα, υπάρχουν προβληματισμοί που μοιράζονται ορισμένοι ερευνητές σχετικά με την εφαρμογή και τη θεωρητική ακρίβεια του μοντέλου. Κατά συνέπεια, είναι δελεαστικό να συμπεράνουμε ότι η έρευνα για το TAM μπορεί να έχει φτάσει σε ένα επίπεδο κορεσμού, έτσι ώστε η μελλοντική έρευνα να επικεντρωθεί στην ανάπτυξη νέων μοντέλων που θα εκμεταλλεύονται τα δυνατά σημεία του μοντέλου TAM ενώ θα απορρίπτουν τις αδυναμίες του (Chuttur, M. Y., 2009).

Η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα (perceived usefulness) αναφέρεται στο βαθμό, κατά τον οποίο ένας χρήστης πιστεύει πως το συγκεκριμένο σύστημα θα βελτιώσει την απόδοσή του στην εργασία του, και η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης (perceived ease of use), αναφέρεται στο βαθμό κατά τον οποίο ένας χρήστης πιστεύει πως η χρήση του συγκεκριμένου συστήματος δεν απαιτεί ιδιαίτερη προσπάθεια (Davis, 1989). Για την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου μοντέλου, που θα μπορούσε να προβλέψει την βέλτιστη χρήση συγκεκριμένης τεχνολογίας, ο Fred Davis ενοποίησε τις θεωρίες της αιτιολογημένης δράσης και της προγραμματισμένης συμπεριφοράς δημιουργώντας ένα νέο μαθηματικό μοντέλο προτείνοντας το TAM. Θεώρησε, ότι η χρήση ενός συστήματος μπορεί να ερμηνευθεί ως μια συγκεκριμένη συμπεριφορά και επομένως, η Θεωρία της Αιτιολογημένης Δράσης και η Θεωρία της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς θα ήταν τα κατάλληλα μοντέλα για την εξήγηση και την πρόβλεψη αυτής της συμπεριφοράς. Ο Fred Davis τροποποίησε εισάγοντας δύο βασικές αλλαγές στα μοντέλα TRA και TPB. Πρωτίστως προβλέποντας μια πραγματική συμπεριφορά, έλαβε υπόψη του μόνο τη στάση ενός ατόμου απέναντί του. Δεύτερον ενστερνίστηκε, ότι η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και η αντιληπτή ευκολία χρήσης ήταν επαρκείς για την πρόβλεψη της στάσης ενός χρήστη προς τη χρήση ενός συστήματος (Venkatesh & Davis, 2000).

Το νέο μοντέλο καινοτομεί, εισάγοντας τη Θεωρία της Αιτιολογημένης Δράσης και τη Θεωρία της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς οι οποίοι είναι τομείς της επιστήμης της ψυχολογίας σε συνδυασμό με το πεδίο των πληροφοριακών συστημάτων (Kholoud, 2009). Το TAM εξελίχθηκε σε ένα βελτιωμένο και πληρέστερο μοντέλο που μπορούσε πλέον να προβλέπει την αποδοχή της τεχνολογίας από τους ανθρώπους αλλά παράλληλα και να διαπιστώνει τα αδύνατα σημεία (Kholoud, 2009).

Στο διάγραμμα που ακολουθεί προβάλλεται η πρώτη θεωρητική εικόνα του μοντέλου.



**Εικόνα 10:** Αρχικό μοντέλο τεχνολογικής αποδοχής (Davis, 1986)

Στο τελικό μοντέλο όμως δεν συμπεριλήφθηκε η δομή της Στάσης, επειδή αποδείχθηκε από έρευνες ότι δεν συνέβαλλε σημαντικά στην επίδραση της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης ως προς την πρόθεση συμπεριφοράς ενώ η επίδραση της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας ως προς την πρόθεση συμπεριφοράς ήταν σημαντικότερη (Davis et al., 1989).

Στο μοντέλο TAM επικρατεί η θεωρία πως η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης επηρεάζει την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα μόνο σε περίπτωση που δεν επηρεάζεται από άλλους παράγοντες και όσο πιο εύχρηστο είναι ένα τεχνολογικό εργαλείο τόσο πιο εύκολο είναι να επικρατήσει. Σύμφωνα με την Θεωρία Αιτιολογημένης Δράσης, στο μοντέλο TAM, η επίδραση των εξωτερικών μεταβλητών (παραγόντων) X1,X2,X3 εισάγεται μέσω της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας και της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης (Kholoud, 2009). Οι εξωτερικές μεταβλητές στο μοντέλο TAM ανήκουν σε ένα σύνολο μεταβλητών όπως τα βασικά στοιχεία της σχεδίασης του συστήματος (γραφικό περιβάλλον), τη χρήση, την εξοικείωση και την εμπειρία με τους

υπολογιστές, τις εισηγήσεις των χρηστών για βελτίωση της σχεδίασης του συστήματος καθώς και στη διαδικασία της ανάπτυξης (Davis, 1996).

Καθώς το TAM εξελισσόταν υπήρξε εισαγωγή νέων εξωτερικών μεταβλητών που επηρέαζαν την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, την αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, την πρόθεση συμπεριφοράς και την τελική συμπεριφορά. Οι συνήθεις μεταβλητές ήταν η ποιότητα συστήματος, η συμβατότητα, η διασκέδαση και η εμπειρία (Lee et al., 2003). Μεταξύ των ανωτέρω 4 βασικών μεταβλητών του μοντέλου, η επίδραση της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας είναι εμφανέστατη και άμεση στην πρόθεση συμπεριφοράς και μπορεί να προσδιορισθεί μέσω της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης. Η πραγματική χρήση (actual use) ή συμπεριφορά η οποία είναι εξωτερική μεταβλητή είναι ανάλογη με το συνολικό χρόνο και τη συχνότητα χρήσης. Οι Davis & Venkatesh (1996) μετά από έρευνες επιβεβαίωσαν την αξιοπιστία των μεταβλητών της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης και της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας στο μοντέλο της αποδοχής τεχνολογίας.

### **2.21.Μελέτη Taylor & Todd**

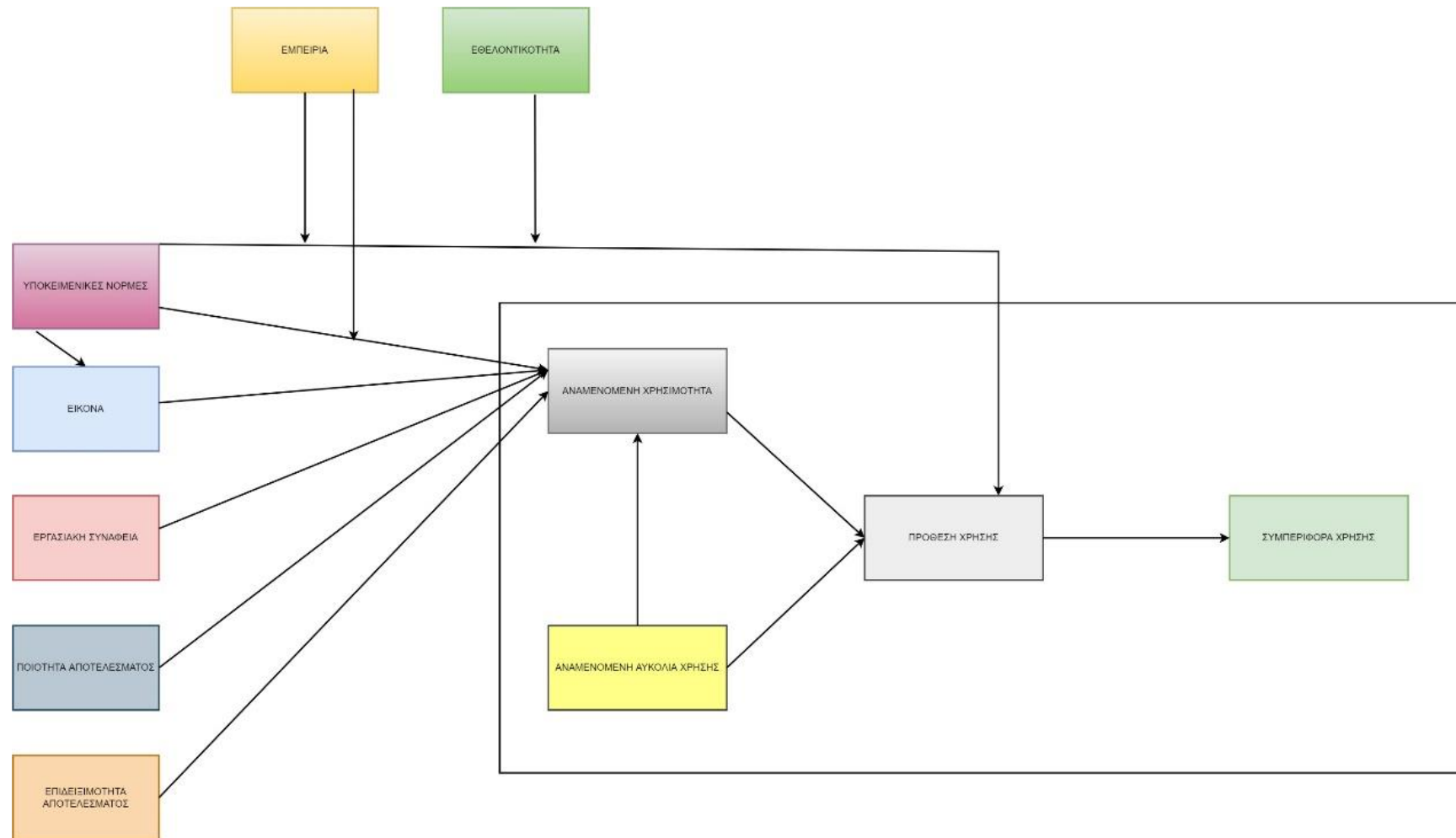
Οι Taylor & Todd το 1995 μελέτησαν τις επιδράσεις και τους ρόλους των εμπειριών των χρηστών. Σύγκριναν τα δεδομένα της έρευνας τους από έμπειρους και άπειρους χρήστες πληροφοριακών συστημάτων (Taylor & Todd, 1995). Οι άπειροι χρήστες έκριναν με διαφορετικό τρόπο την σημαντικότητα του παράγοντα της πρόθεσης και της χρήσης σε σχέση με τους έμπειρους χρήστες. Οι διαφορές μεταξύ τους, εστιάζονται στον βαθμό της επιρροής της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας που ήταν και ο σημαντικότερος παράγοντας για την πρόθεση των άπειρων χρηστών, ενώ η αντιλαμβανόμενη ευκολία στη χρήση αποδείχθηκε τελικά σημαντικότερος παράγοντας από την στάση. Αντιθέτως οι έμπειροι χρήστες έδωσαν μικρότερη βαρύτητα στην αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, γεγονός που οδήγησε στην διαπίστωση μιας ισχυρότερης σχέσης μεταξύ της συμπεριφορικής πρόθεσης και της συμπεριφοράς χάρι στην προηγούμενη εμπειρία (Taylor & Todd, 1995). Το πρώτο μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας, δεν συμπεριλάμβανε κοινωνικούς παράγοντες που έπαιζαν πρωταγωνιστικό ρόλο στη συμπεριφορά ενός ατόμου και οι ερευνητές πρότειναν ένα τροποποιημένο μοντέλο με την συμμετοχή αυτών των μεταβλητών.

## 2.22.Μοντέλο TAM 2

Οι Venkatesh & Davis (2000) πρότειναν το δεύτερο μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας (TAM 2), το οποίο περιλάμβανε έννοιες όπως: υποκειμενικά πρότυπα (subjective norm), εθελοντισμός (voluntariness), εικόνα (image), νοητικές οργανωσιακές διαδικασίες (cognitive instrumental processes), σχετικότητα εργασίας (job relevance), ποιότητα απόδοσης (output quality) και αποδειξιμότητα αποτελεσμάτων (result demonstrability) (Venkatesh & Davis, 2000).

Το TAM 2 σύμφωνα με τους Venkatesh & Davis (2000) δεν είχε αποδοχή χρησιμότητας (Chuttur, 2009). Προσπάθησαν να τροποποιήσουν επεκτείνοντας την αρχική έκδοσή του και προσθέτοντας νέες μεταβλητές, αποσκοπώντας στην ερμηνεία της αναλαμβανόμενης χρησιμότητας και της πρόθεση χρήσης σε συνάρτηση με την κοινωνική επιρροή και της γνωστικής διαδικασίας (Kholoud, 2009) Η νέα έκδοση ονομάστηκε TAM 2. Σε προηγούμενη αναφορά το TAM 2 βασίστηκε στο μοντέλο της Θεωρίας Αιτιολογημένης Δράσης (TRA), με την σημαντική διαφορά πως δεν περιείχε την μεταβλητή της υποκειμενικής νόρμας. Από τότε ακολούθησαν πολλές μελέτες και προστέθηκαν νέες μεταβλητές και προέκυψε το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM 2), το οποίο αποτελεί νέα έκδοση του αρχικού Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας επιδιώκοντας την ερμηνεία των αλλαγών στην αποδοχή των νέων τεχνολογιών καθώς οι χρήστες ολοένα γίνονται πιο έμπειροι και απαιτητικοί (Kholoud, 2009).

Οι Venkatesh & Davis (2000) υπέβαλαν την αξιολόγηση του συστήματος σε υποχρεωτική συμμετοχή. Στο παρακάτω σχήμα (εικόνα 11) απεικονίζεται το μοντέλο στο οποίο έχουν συμπεριληφθεί θεωρητικές δομές (υποκειμενική νόρμα, εθελοντικότητα, εικόνα) και οι γνωστικές διαδικασίες (εργασιακή συνάφεια, ποιότητα αποτελέσματος, μεταδοτικότητα αποτελέσματος και αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης).



Εικόνα 11: Επέκταση του μοντέλου τεχνολογικής αποδοχής TAM 2 (Venkatesh & Davis, 2000)

Οι νέες μεταβλητές που εμφανίζονται στη νέα έκδοση, έχουν τις ακόλουθες ερμηνείες (Chuttur, 2009):

- Εθελοντικότητα: Κατά πόσο η χρήση ενός συστήματος γίνεται αντιληπτή ως εθελοντική (προαιρετική).
- Εμπειρία: Η προηγούμενη εμπειρία του ατόμου με τη συγκεκριμένη τεχνολογία.
- Υποκειμενική νόρμα: Αν θα έπρεπε να χρησιμοποιούν το σύστημα τα άτομα που θεωρούνται σημαντικά.
- Εικόνα: Η βελτιστοποίηση της κοινωνικής εικόνας με την χρήση του συστήματος.
- Εργασιακή Συνάφεια: Η βελτίωση της αποδοτικότητας του ατόμου μέσα από την χρήση του συστήματος.
- Ποιότητα αποτελέσματος: Αν το σύστημα ικανοποιεί τους στόχους της κατασκευής του.
- Μεταδοτικότητα αποτελέσματος : Κατά πόσο είναι αντιληπτά τα αποτελέσματα της χρήσης ενός συστήματος και αν είναι δυνατό η κοινοποίηση σε άλλους.

Στο πλαίσιο της έρευνάς τους, οι Davis & Venkatesh (2000) διεξήγαγαν έρευνα σε 156 χρήστες για 4 διαφορετικά συστήματα δύο εκ των οποίων ήταν υποχρεωτικά και δύο προαιρετικά σε 3 διαφορετικά χρονικά σημεία, συγκεκριμένα το πρώτο σημείο ήταν πριν την υλοποίηση, το δεύτερο ήταν ένα μήνα μετά την υλοποίηση και το τρίτο ήταν τρεις μήνες μετά την υλοποίηση (Chuttur, 2009). Κατέληξαν πως το μοντέλο TAM 2 ερμηνεύει το 3452% της μεταβλητότητας στην πρόθεση χρήσης και το 60% αντίστοιχα της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας (Kholoud, 2009).

### **2.23.Μοντέλο TAM 3**

Το μοντέλο TAM-3 (Technology Acceptance Model 3) είναι μια εξέλιξη των προηγούμενων μοντέλων TAM-1 και TAM-2 και αποτελεί ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιημένα μοντέλα για την εξέταση της αποδοχής και χρήσης τεχνολογίας. Το μοντέλο TAM-3 επεκτείνει το TAM-2 με την προσθήκη νέων παραγόντων που επηρεάζουν την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης, όπως η εμπειρία χρήσης, η γνώση του υπολογιστή και η αντίληψη του χρήστη για την ευκολία χρήσης της τεχνολογίας.

Παραδείγματα εφαρμογής του μοντέλου TAM-3 περιλαμβάνουν την ανάλυση της αποδοχής και χρήσης τεχνολογιών όπως η υλοποίηση της τεχνολογίας co-firing στην PT PLN (Pratama & Purnomo, 2021), η αποδοχή του συστήματος πληροφοριών για την Υγεία της Μητέρας και του Παιδιού (MCH) στην Ινδονησία (Purnomo & Pratama, 2021a), η αποδοχή του λογισμικού βασισμένου στην λογιστική Accurate Online (Purnomo & Pratama, 2021b), και η εμπιστοσύνη των φορολογουμένων στην πληρωμή φόρων μέσω QRIS στην πόλη Samarinda (Purnomo & Pratama, 2021c).

Το μοντέλο TAM-1 είναι το αρχικό μοντέλο της σειράς και περιλαμβάνει δύο βασικούς παράγοντες, την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης, για την πρόβλεψη της πρόθεσης χρήσης της τεχνολογίας. Το μοντέλο TAM-2 επεκτείνει το TAM-1 με την προσθήκη παραγόντων που επηρεάζουν την αντιληπτή χρησιμότητα, όπως η κοινωνική επιρροή και η γνωστική ανάγκη.

Το μοντέλο TAM-3, ωστόσο, επεκτείνει το TAM-2 με την προσθήκη περισσότερων παραγόντων που επηρεάζουν την αντιληπτή ευκολία χρήσης, όπως η εμπειρία χρήσης, η γνώση του υπολογιστή και η αντίληψη του χρήστη για την ευκολία χρήσης της τεχνολογίας. Αυτή η επέκταση επιτρέπει στο μοντέλο TAM-3 να προβλέπει με μεγαλύτερη ακρίβεια την αποδοχή και χρήση της τεχνολογίας σε σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα.

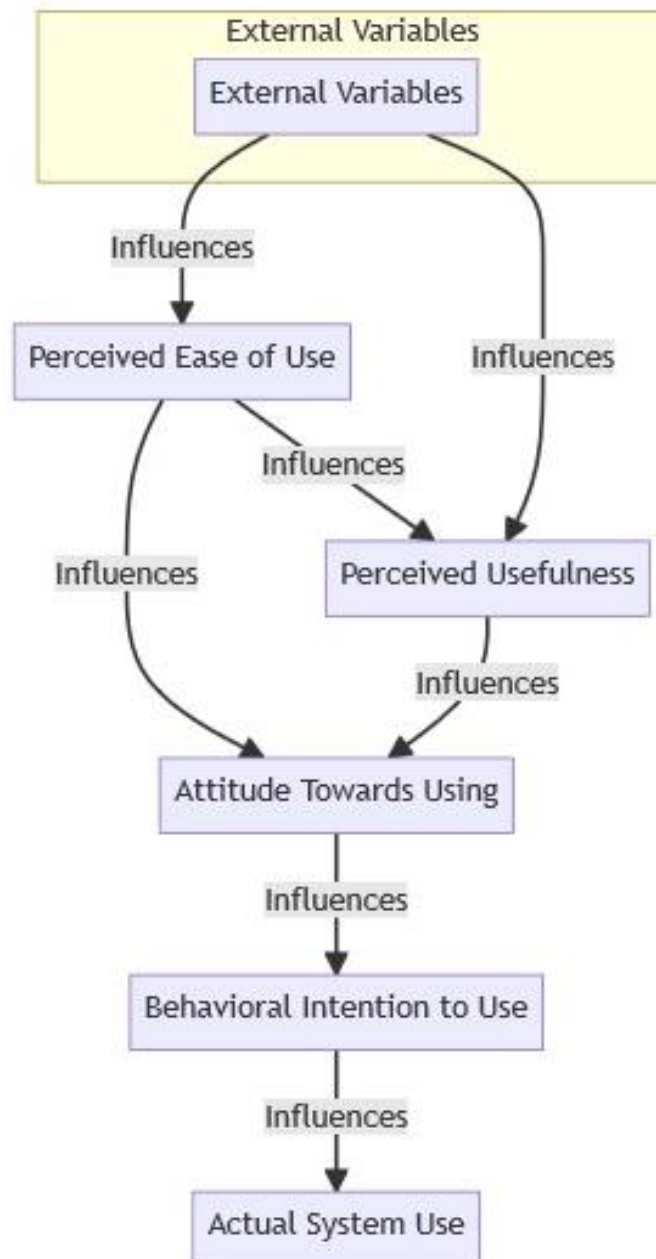
Το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας 3 (TAM-3) είναι μια εξέλιξη των προηγούμενων μοντέλων TAM-1 και TAM-2 και προσπαθεί να εξηγήσει την αποδοχή και τη χρήση της τεχνολογίας από τους χρήστες. Το TAM-3 εισάγει επιπλέον παράγοντες που επηρεάζουν την αντιληπτή ευκολία χρήσης (PEOU) και την αντιληπτή χρησιμότητα (PU), που είναι οι δύο κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη στάση του χρήστη προς τη χρήση (ATU), την πρόθεση χρήσης (BI) και την πραγματική χρήση του συστήματος (AU).

Συγκεκριμένα, το TAM-3 προσθέτει την επίδραση των εξωτερικών μεταβλητών (EV) στην PEOU και την PU. Αυτές οι εξωτερικές μεταβλητές μπορεί να περιλαμβάνουν παράγοντες όπως η εμπειρία του χρήστη, η εκπαίδευση, η προσωπικότητα, το περιβάλλον εργασίας και άλλοι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την αντίληψη του χρήστη για την ευκολία και τη χρησιμότητα της τεχνολογίας.



Το TAM-3, σε αντίθεση με τα TAM-1 και TAM-2, παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη και λεπτομερή εξήγηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας, καθώς λαμβάνει υπόψη την επίδραση των εξωτερικών μεταβλητών. Ωστόσο, αυτό το μοντέλο είναι επίσης πιο πολύπλοκο και μπορεί να απαιτεί περισσότερη εργασία για την εφαρμογή και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

Παρακάτω, στην Εικόνα 12, παρουσιάζεται ένα σχηματικό διάγραμμα του μοντέλου TAM-3:



Εικόνα 12. Σχηματικό διάγραμμα μοντέλου TAM-3 (Επεξεργασία από το συγγραφέα της διατριβής)

Συνοπτικά, το μοντέλο TAM-3 προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη και λεπτομερή προσέγγιση στην εξέταση της αποδοχής τεχνολογίας, ενσωματώνοντας περισσότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης.

Ακολουθούν οι σημαντικότερες επιστημονικές δημοσιεύσεις που χρησιμοποιούν το μοντέλο TAM-3:

- **Coen & Carpender, (1988) Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions** - Αυτή η έρευνα αναπτύσσει ένα ολοκληρωμένο δίκτυο νομολογικών σχέσεων (integrated model) των παραγόντων που καθορίζουν την αποδοχή και τη χρήση της τεχνολογίας σε επίπεδο ατόμου και προτείνει μια ατζέντα έρευνας για πιθανές παρεμβάσεις που μπορούν να ενισχύσουν την αποδοχή και τη χρήση της τεχνολογίας από τους εργαζόμενους.
- **Artzner et al., (2020) The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology** - Αυτή η εργασία αναθεωρεί εκτενώς τα μοντέλα και τις θεωρίες για την αποδοχή της τεχνολογίας, με έμφαση στην εφαρμογή τους στην τεχνολογία ενιαίας πλατφόρμας E-payment.
- **Tan (2019) Measuring Students' Use of Zoom Application in Language Course Based on the Technology Acceptance Model (TAM)** - Αυτή η έρευνα αναλύει τη σχέση μεταξύ των μεταβλητών του μοντέλου TAM στη χρήση της εφαρμογής Zoom στην εκμάθηση γλώσσας.
- **Jeffrey (2018) Testing the technology acceptance model 3 (TAM 3) with the inclusion of change fatigue and overload, in the context of faculty from Seventh-day Adventist universities: A revised model** - Αυτή η έρευνα εξετάζει το μοντέλο TAM 3 με την προσθήκη της κόπωσης από την αλλαγή και του υπερφόρτωσης, στο πλαίσιο του προσωπικού των πανεπιστημίων Seventh-day Adventist.
- **Adetimirin, A. E. (2015). An Empirical Study of Online Discussion Forums by Library and Information Science Postgraduate Students using Technology Acceptance Model 3.** Αυτή η έρευνα εξετάζει την αποτελεσματικότητα των Online Discussion Forums (ODF) ως εργαλείο e-

learning στα νιγηριανά πανεπιστήμια. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι παράγοντες του TAM 3, όπως η αυτο-αποτελεσματικότητα στον υπολογιστή, οι αντιλήψεις εξωτερικού ελέγχου, ο υπολογιστικός άγχος και η υπολογιστική ευχάριστη διάθεση, είχαν σημαντική επίδραση στη χρήση του ODF.

- **Chen, M. C., Chen, S. S., Yeh, H., & Tsaur, W. (2016). The Key Factors Influencing Internet Finances Services Satisfaction: An Empirical Study in Taiwan.** Αυτή η έρευνα εξετάζει τα κύρια παράγοντα που επηρεάζουν την ικανοποίηση των υπηρεσιών των διαδικτυακών οικονομικών στην Ταϊβάν, χρησιμοποιώντας το μοντέλο TAM 3.
- **Fauzi, M., Murdiono, M., Anindiati, I., Nada, A. L. I., Khakim, R. R., Mauludiyah, L., & Thoifah, I. (2020). Developing Arabic Language Instructional Content in Canvas LMS for the Era and Post Covid-19 Pandemic.** Αυτή η έρευνα εξετάζει την αποτελεσματικότητα του mE-Book ως εκπαιδευτικού περιεχομένου για την εκμάθηση της αραβικής γλώσσας στο Canvas LMS και τον βαθμό αποδοχής του mE-Book από τους μαθητές στο πλαίσιο του μοντέλου TAM 3.
- **Usmanova, G., Gresh, A., Cohen, M. A., Kim, J., & Lai, Y. (2020). The Impact of the COVID-19 Pandemic on the Adoption of Digital Health Technologies: A Scoping Review.** Αυτή η έρευνα εξετάζει την επίδραση της πανδημίας COVID-19 στην υιοθέτηση των ψηφιακών τεχνολογιών υγείας, χρησιμοποιώντας το μοντέλο TAM 3.
- **Analisis Penerimaan Implementasi Co-firing di PLN Group dengan Pendekatan Modified TAM 3 (Modified Technology Acceptance Model 3)]**(<https://dx.doi.org/10.58812/jmws.v2i6.390>) από τους Muhammad Ainul Fahmi, Sunarko, Yonanda Cahya, Zidny Ilma Hasan. Αυτή η έρευνα αναφέρεται στην αποδοχή της υλοποίησης της τεχνολογίας Co-firing στην ομάδα PLN, χρησιμοποιώντας μια τροποποιημένη προσέγγιση του μοντέλου TAM-3.
- **KEPERCAYAAN WAJIB PAJAK DALAM PEMBAYARAN PAJAK MENGGUNAKAN QRIS MELALUI TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM) PADA DINAS PENDAPATAN DAERAH KOTA SAMARINDA]**(<https://dx.doi.org/10.36087/jrp.v5i1.117>) από τον Didik Sochiffan. Αυτή η έρευνα χρησιμοποιεί το μοντέλο TAM για να μελετήσει την

εμπιστοσύνη των φορολογουμένων στη χρήση του QRIS για την πληρωμή φόρων.

- **Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Penerimaan Teknologi Pada Pengguna Aplikasi Shopee Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM)**(<https://dx.doi.org/10.55123/insologi.v1i4.750>) από τους Helena Hervilia, Dayan Singasatia, M. Agus Sunandar. Αυτή η έρευνα αναλύει τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας από τους χρήστες της εφαρμογής Shopee, χρησιμοποιώντας το μοντέλο TAM.
- **EFL Lecturers' and Students' Perception towards Online Learning in Riau context: Using Technology Acceptance Model (TAM) as the Organizing Framework** (<https://dx.doi.org/10.24014/ijjielt.v7i2.18255>) από τους Kurnia Budiyaniti, Riza Amelia, Harum Natasha. Αυτή η έρευνα εξετάζει την αντίληψη των διδασκόντων και των φοιτητών EFL προς την εκπαίδευση εξ αποστάσεως στο πλαίσιο της Riau, χρησιμοποιώντας το μοντέλο TAM ως οργανωτικό πλαίσιο.
- **Penerimaan dan Penggunaan Teknologi Informasi oleh Guru dalam Pembelajaran Daring pada Masa Pandemi Covid-19**(<https://dx.doi.org/10.24014/ijjielt.v7i2.18256>) από τους Riza Amelia, Harum Natasha, Kurnia Budiyaniti. Αυτή η έρευνα αναφέρεται στην αποδοχή και χρήση της τεχνολογίας πληροφοριών από τους δασκάλους κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης εξ αποστάσεως κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19.

### 2.23.Μοντέλο UTAUT

Το θεωρητικό μοντέλο του UTAUT προτείνει ότι η πραγματική χρήση της τεχνολογίας καθορίζεται από την πρόθεση συμπεριφοράς. Η αντιληπτή πιθανότητα υιοθέτησης της τεχνολογίας εξαρτάται από την άμεση επίδραση τεσσάρων βασικών δομών, δηλαδή το προσδόκιμο απόδοσης, το προσδόκιμο προσπάθειας, την κοινωνική επιρροή και τις συνθήκες διευκόλυνσης. Η επίδραση των προγνωστικών παραγόντων μετριάζεται από την ηλικία, το φύλο, την εμπειρία και τον εθελοντισμό χρήσης (Venkatesh et al., 2003).

Το προσδόκιμο απόδοσης ορίζεται ως «ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση του συστήματος θα το βοηθήσει να επιτύχει κέρδη στην απόδοση της εργασίας» (Venkatesh et al., 2003).

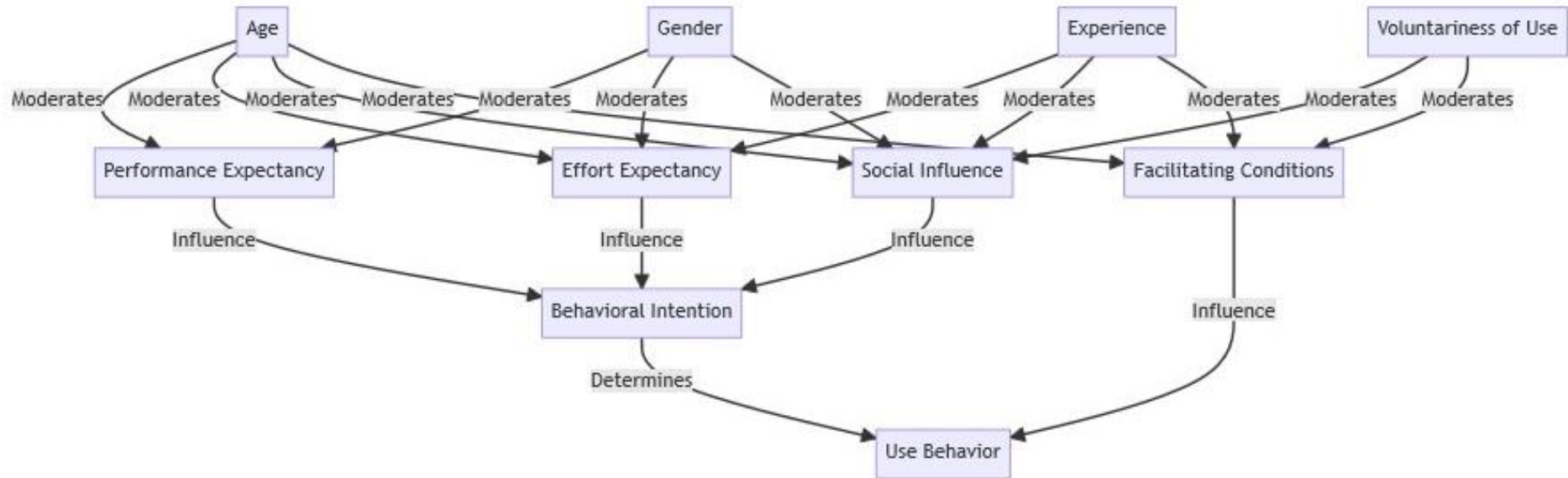
Το προσδόκιμο βασίζεται στις κατασκευές από το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM), το TAM2, το Συνδυασμένο TAM και τη Θεωρία της Σχεδιασμένης Συμπεριφοράς (CTAMTPB), το Μοντέλο Υποκίνησης (MM), το μοντέλο αξιοποίησης PC (MPCU), Θεωρία Διάχυσης Καινοτομίας (IDT) και Κοινωνική Γνωσιακή Θεωρία (SCT) (δηλαδή αντιληπτή χρησιμότητα, εξωτερικό κίνητρο, προσαρμογή στην εργασία, σχετικό πλεονέκτημα και προσδοκίες αποτελέσματος). Είναι ο ισχυρότερος παράγοντας πρόβλεψης της πρόθεσης χρήσης και είναι σημαντικός τόσο σε εθελοντικές όσο και σε υποχρεωτικές ρυθμίσεις (Zhou, Lu & Wang, 2010; Venkatesh, Thong & Xu, 2016) ως *«ο βαθμός ευκολίας που σχετίζεται με τη χρήση του συστήματος»* (Venkatesh et al., 2003). Το προσδόκιμο προσπάθειας δημιουργείται από την αντιληπτή ευκολία χρήσης και πολυπλοκότητα και αυτά προέρχονται από τα TAM, MPCU, IDT, τα οποία μοιράζονται μια ομοιότητα σε ορισμούς και κλίμακες. Το αποτέλεσμα της κατασκευής γίνεται ασήμαντο μετά από εκτεταμένη χρήση της τεχνολογίας (Gupta et al., 2008; Chauhan & Jaiswal, 2016). Η κοινωνική επιρροή ορίζεται ως *«ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο αντιλαμβάνεται ότι σημαντικά άλλα άτομα θα πρέπει να χρησιμοποιήσουν το νέο σύστημα»* (Venkatesh et al., 2003). Η κοινωνική επιρροή είναι παρόμοια με τους υποκειμενικούς κανόνες, τους κοινωνικούς παράγοντες και τις κατασκευές εικόνας που χρησιμοποιούνται στα TRA, TAM2, TPB, CTAMTPB, MPCU, IDT με τον τρόπο που υποδηλώνουν ότι η συμπεριφορά των ανθρώπων προσαρμόζεται στην αντίληψη των άλλων για αυτούς. Η επίδραση της κοινωνικής επιρροής είναι σημαντική όταν επιβάλλεται η χρήση της τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2003). Στο υποχρεωτικό πλαίσιο, τα άτομα ενδέχεται να χρησιμοποιούν την τεχνολογία λόγω απαίτησης συμμόρφωσης, αλλά όχι προσωπικών προτιμήσεων (Venkatesh & Davis, 2000). Αυτό μπορεί να εξηγήσει το ασυνεπές αποτέλεσμα που έδειξε το κατασκευάσμα σε περαιτέρω μελέτες που επικυρώνουν το μοντέλο (Zhou, Lu & Wang, 2010; Chauhan & Jaiswal, 2016).

Οι συνθήκες διευκόλυνσης ορίζονται ως *«ο βαθμός στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι υπάρχει μια οργάνωση και τεχνική υποδομή για την υποστήριξη της χρήσης του συστήματος»* (Venkatesh et al., 2003). Η κατασκευή συνθηκών διευκόλυνσης σχηματίζεται από κατασκευές συμβατότητας, αντιληπτού ελέγχου συμπεριφοράς και διευκόλυνσης συνθηκών που προέρχονται από τα TPB, CTAMTPB, MPCU και IDT. Οι συνθήκες διευκόλυνσης έχουν άμεση θετική επίδραση στην πρόθεση χρήσης, αλλά μετά την αρχική χρήση, το αποτέλεσμα γίνεται μη σημαντικό. Επομένως, το μοντέλο

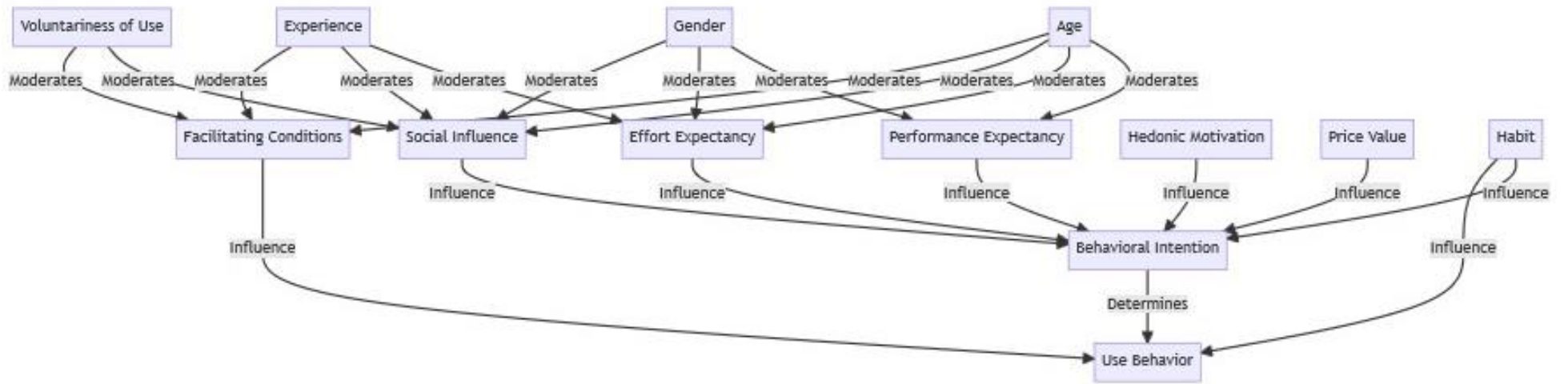
προτείνει ότι οι συνθήκες διευκόλυνσης έχουν άμεση σημαντική επίδραση στη συμπεριφορά χρήσης (Venkatesh et al., 2003). Τα αποτελέσματα της μετριοπάθειας της ηλικίας, του φύλου, της εμπειρίας και της εθελοντικής χρήσης καθορίζουν τη δύναμη των προβλέψεων για την πρόθεση. Η ηλικία μετριάζει την επίδραση και των τεσσάρων προγνωστικών παραγόντων. Το φύλο επηρεάζει τις σχέσεις μεταξύ του προσδόκιμου προσπάθειας, του προσδόκιμου απόδοσης και της κοινωνικής επιρροής. Η Εμπειρία μετριάζει τη δύναμη των σχέσεων μεταξύ της προσδοκίας προσπάθειας, της κοινωνικής επιρροής και των συνθηκών διευκόλυνσης. Η εθελοντική χρήση έχει μετριαστική επίδραση μόνο στη σχέση μεταξύ κοινωνικής επιρροής και πρόθεσης συμπεριφοράς (Venkatesh et al., 2003).

Το UTAUT έχει αρκετές συνεισφορές στη βιβλιογραφία. Το μοντέλο παρέχει εμπειρική εικόνα για την αποδοχή της τεχνολογίας συγκρίνοντας εξέχουσες θεωρίες αποδοχής τεχνολογίας, οι οποίες συχνά προσφέρουν ανταγωνιστικές ή μερικές προοπτικές για το θέμα. Το UTAUT αποδεικνύει ότι οι προτεινόμενοι παράγοντες αντιπροσωπεύουν το 70 τοις εκατό της διακύμανσης στην πρόθεση χρήσης (Venkatesh et al., 2003), προσφέροντας ισχυρότερη προγνωστική ισχύ σε σύγκριση με τα υπόλοιπα μοντέλα που εξετάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας (Davis, 1993; Sheppard et al., 1988). Η διαδραστική επίδραση ορισμένων δομών με προσωπικούς και δημογραφικούς παράγοντες καταδεικνύει την πολυπλοκότητα της αποδοχής της τεχνολογίας, μια διαδικασία, η οποία εξαρτάται από την ηλικία, το φύλο και την εμπειρία των ατόμων (Venkatesh et al., 2003).

Το μοντέλο παρουσιάζεται στην επόμενη εικόνα.



Εικόνα 13. Σχηματική απεικόνιση μοντέλου UTAUT (Επεξεργασία από τον συγγραφέα)



Εικόνα 14. Σχηματική απεικόνιση μοντέλου UTAUT2 (Επεξεργασία από τον συγγραφέα)



## 2.24. Το μοντέλο UTAUT – 2 και άλλες παραλλαγές του

Το αρχικό πλαίσιο UTAUT αναπτύχθηκε για να εξηγήσει και να προβλέψει την αποδοχή της τεχνολογίας σε ένα οργανωτικό πλαίσιο (Venkatesh et al., 2003), αν και αργότερα δοκιμάστηκε και σε μη οργανωτικά περιβάλλοντα (Venkatesh et al., 2012; Venkatesh et al., 2016). Με τα χρόνια, το UTAUT έδειξε ευρεία εφαρμογή, γεγονός που ενίσχυσε τη γενίκευση της θεωρίας (Venkatesh et al., 2012; Neufeld et al., 2007). Δεδομένης της διακύμανσης των τεχνολογιών επικοινωνίας της πληροφορίας και των προόδων στον τομέα, ορισμένοι μελετητές επέκτεισαν το UTAUT για να το προσαρμόσουν στο πλαίσιο ή να βελτιώσουν την προγνωστική του ισχύ (Venkatesh et al., 2012).

Οι προσαρμογές του μοντέλου υποστηρίχθηκαν από τέσσερις κύριες προσεγγίσεις, που αντικατοπτρίζουν α) την τροποποίηση του μοντέλου σε διαφορετικά περιβάλλοντα, β) τις αλλαγές των ενδογενών μεταβλητών, γ) την προσθήκη προηγούμενων στάσεων και δ) την εξέταση διαφόρων μετριαστικών μεταβλητών. Η πρώτη ροή έρευνας επέκτεινε το μοντέλο για να το εφαρμόσει σε νέες τεχνολογίες (π.χ. συστήματα επιχειρήσεων, συστήματα ηλεκτρονικής υγείας), να επικεντρωθεί σε νέα τμήματα χρηστών (π.χ. επαγγελματίες υγείας) και να το εξετάσει σε νέα γεωγραφικά και πολιτιστικά περιβάλλοντα (π.χ. Ινδία, Κίνα) (Chang et al., 2007; Yi et al., 2006; Gupta et al., 2008). Για παράδειγμα, το μοντέλο επεκτάθηκε με ένα σύνολο δομών για τον ιστό, συμπεριλαμβανομένης της εμπιστοσύνης και της προσωπικής καινοτομίας του Ιστού για να διερευνήσει πόσο καλά προβλέπει τη χρήση των εργαλείων Ιστού (Casey & Wilson-Evered, 2012). Μια άλλη ροή έρευνας επέκτεινε το UTAUT ενσωματώνοντας πρόσθετες ενδογενείς μεταβλητές (π.χ. Sun et al., 2009), όπως η ικανοποίηση και η συνεχής πρόθεση χρήσης (Maillet et al., 2015). Η τρίτη ροή έρευνας εξέτασε επιπρόσθετους καθοριστικούς παράγοντες της χρήσης και της πρόθεσης συμπεριφοράς, όπως η προσαρμογή της τεχνολογίας και τα χαρακτηριστικά της προσωπικότητας (Zhou et al., 2010; Wang, 2005). Τέλος, ορισμένες μελέτες επέκτειναν το UTAUT εισάγοντας νέες μεταβλητές με βάση τα συμφραζόμενα και μετριασμό, όπως πολιτισμός, εθνικότητα, θρησκεία, απασχόληση, γλώσσα, εισόδημα, εκπαίδευση και γεωγραφική θέση, μεταξύ άλλων (Im et al., 2011; Al-Gahtani et al., 2007; Riffai et al., 2012).

Αν και οι προσαρμογές του μοντέλου εμπλούτισαν την κατανόηση των εφαρμογών της θεωρίας, η έρευνα περιορίστηκε κυρίως σε οργανωτικές ρυθμίσεις (Chang et al., 2007; Yi et al., 2006; Gupta et al., 2008; Im et al., 2011; Al-Gahtani et al., 2007). Η βιβλιογραφία δεν διέθετε στοιχεία σχετικά με ένα μοντέλο συμπεριφοράς των χρηστών, το οποίο θα μπορούσε να εξηγήσει τη χρήση της τεχνολογίας από τους καταναλωτές και όχι από τους εργαζόμενους. Ωστόσο, τέτοια στοιχεία ήταν σημαντικά, με δεδομένα επιχειρήματα σε προηγούμενες μελέτες που υποδηλώνουν ότι οι καθοριστικοί παράγοντες αποδοχής σε οργανωτικές και μη οργανωτικές (δηλαδή καταναλωτικές) ρυθμίσεις δεν είναι οι ίδιοι. Διαπιστώθηκε ότι η σημασία των παραγόντων που αντικατοπτρίζουν το κόστος και τα οφέλη της συμπεριφοράς ποικίλλει ανάλογα με το πλαίσιο (π.χ. Kim et al., 2005).

Δεδομένων των παραπάνω περιορισμών, οι Venkatesh et al. πρότεινε μια επέκταση του UTAUT, με το όνομα UTAUT2 (Venkatesh et al., 2012). Το μοντέλο (Εικόνα 14) είχε ως στόχο την αντιμετώπιση δύο βασικών στόχων. Πρώτον, σε σύγκριση με όλες τις προηγούμενες προσπάθειες επέκτασης του μοντέλου, το UTAUT2 δεν σχεδιάστηκε για να έχει συγκεκριμένη εστίαση (π.χ. νέα τεχνολογία, γεωγραφική θέση). Αντίθετα, ο στόχος της θεωρίας ήταν να αναπαραστήσει ένα γενικό πλαίσιο για την εξέταση της αποδοχής της τεχνολογίας. Η επέκταση σχεδιάστηκε για να παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια στην εξήγηση της συμπεριφοράς των χρηστών (Venkatesh et al., 2012; Alvensson & Kärreman, 2007). Ο δεύτερος στόχος ήταν να προτείνει ένα συμπεριφορικό μοντέλο αποδοχής της τεχνολογίας από τους καταναλωτές, σε αντίθεση με το UTAUT, το οποίο αναπτύχθηκε για να εξετάσει την τεχνολογία σε οργανωτικά περιβάλλοντα. Για την εκπλήρωση του στόχου, οι Venkatesh et al. σχεδίασε να επεκτείνει το μοντέλο UTAUT με νέες κατασκευές, αντιμετωπίζοντας τους καθοριστικούς παράγοντες συμπεριφοράς και συμπεριφοράς της χρήσης της τεχνολογίας σε μη οργανωτικό πλαίσιο (Venkatesh et al., 2012). Οι συγγραφείς ανέπτυξαν το UTAUT2 εισάγοντας τρεις νέες κατασκευές και αλλάζοντας ορισμένες σχέσεις (π.χ. αφαιρώντας τον εθελοντισμό) στο αρχικό μοντέλο για να το προσαρμόσουν στο πλαίσιο χρήσης της τεχνολογίας των καταναλωτών. Μια τέτοια προσέγγιση προσέφερε έναν νέο θεωρητικά δικαιολογημένο μηχανισμό για την πρόβλεψη της αποδοχής της τεχνολογίας, ο οποίος ενθαρρύνθηκε και επικυρώθηκε από προηγούμενη έρευνα (Bagozzi, 2007· Venkatesh et al., 2007). Εκτός από την προώθηση της βιβλιογραφίας αποδοχής τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2012), το

UTAUT2 στόχευε να επιτύχει ευρύτερη γενίκευση απευθυνόμενος στο τμήμα ιδιωτών χρηστών.

Το UTAUT 2 υποστηρίζει ότι η χρήση της τεχνολογίας από τα άτομα υποστηρίζεται από την επίδραση των τριών πρόσθετων δομών, δηλαδή, ηδονικό κίνητρο, κόστος/αντιληπτή αξία και συνήθεια, που μετριάζονται από την ηλικία, το φύλο και την εμπειρία. Το ηδονικό κίνητρο ορίζεται *«ως η διασκέδαση ή η απόλαυση προέρχεται από τη χρήση τεχνολογίας και έχει αποδειχθεί ότι παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της αποδοχής και της χρήσης της τεχνολογίας»* (Venkatesh, Thong & Xu, 2012). Η συμπερίληψη αυτής της δομής δικαιολογήθηκε από τα ευρήματα προηγούμενων μελετών στο IS και τομείς μάρκετινγκ που διαπίστωσαν ότι η αντιληπτή ηδονική φύση του αποτελέσματος (π.χ. η αντιληπτή απόλαυση) ήταν ένας σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης της χρήσης τεχνολογίας από τους καταναλωτές (Brown & Venkatesh, 2005· van der Heijden, 2004). Η λογική για την ενσωμάτωση του κόστους στο νέο μοντέλο βασίστηκε σχετικά με τη σχετική σημασία του παράγοντα στο πλαίσιο της χρήσης καταναλωτικών προϊόντων σε σύγκριση με τη χρήση της τεχνολογίας στους χώρους εργασίας.

Για παράδειγμα, όταν η τεχνολογία χρησιμοποιείται από εργαζόμενους σε οργανισμούς, οι χρήστες δεν αισθάνονται υπεύθυνοι για το κόστος που σχετίζεται με τη χρήση της τεχνολογίας, λόγω της έλλειψης άμεσων οικονομικών επιπτώσεων για αυτούς (Venkatesh et al., 2012) Αντίθετα, η χρήση της τεχνολογίας των καταναλωτών συνεπάγεται υψηλότερη αντίληψη της ευθύνης, λόγω του άμεσου κόστους που επιβαρύνει η χρήση της τεχνολογίας. Όσο χαμηλότερο είναι το κόστος, τόσο πιο εντατική είναι η χρήση της τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2012; Brown et al., 2006; Brown & Venkatesh, 2005). Εφόσον το UTAUT και το UTAUT2 χρησιμοποίησαν υποκειμενικά μέτρα, ο παράγοντας κόστους αντιπροσωπεύτηκε από την τιμή τιμής. Η αξία τιμής ορίζεται ως *«αντιστοιχία των καταναλωτών μεταξύ των αντιληπτών οφελών των εφαρμογών και του χρηματικού κόστους για τη χρήση τους»* (Venkatesh et al., 2012). Μια θετική σχέση μεταξύ της αντιλαμβανόμενης αξίας και της πρόθεσης χρήσης δείχνει ότι ο χρήστης αντιλαμβάνεται τα οφέλη της χρήσης της τεχνολογίας ως υψηλότερα και πιο σημαντικά από σχετικό χρηματικό κόστος.

Η τρίτη μεταβλητή που περιλαμβάνεται στο UTAUT2 είναι η συνήθεια, η οποία ορίζεται ως *«ο βαθμός στον οποίο οι άνθρωποι τείνουν να εκτελούν συμπεριφορές*

αυτόματα» (Venkatesh, Thong & Xu, 2012). Η κατασκευή τέθηκε σε λειτουργία με βάση προηγούμενες μελέτες που είχαν φέρει την προοπτική της αυτοματικότητας στην έρευνα. Σε αντίθεση με ένα πλαίσιο προσανατολισμένο στη λογική (π.χ. TRA και TPB), το οποίο δηλώνει ότι η πρόθεση συμπεριφοράς προκύπτει από σκόπιμες αξιολογήσεις, η προοπτική της αυτοματικότητας θεωρεί ότι η χρήση της τεχνολογίας είναι μια αυτόματη και ασυνείδητη συμπεριφορά (π.χ. Limayem et al., 2007; Kim et al., 2005). Η συνήθεια υποτέθηκε ότι έχει άμεση και έμμεση επίδραση στην πραγματική χρήση μέσω της πρόθεσης συμπεριφοράς (Venkatesh et al., 2012).

Ωστόσο, η επίδραση οποιουδήποτε από τα μονοπάτια εξαρτάται από τον βαθμό στον οποίο οι άνθρωποι βασίζονται στην ρουτίνα συμπεριφορά κατά την αποδοχή/χρήση της τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2012; Ajzen, 2011). Η εκτεταμένη έκδοση του UTAUT είχε ως αποτέλεσμα μια σειρά από θεωρητικές συνεισφορές. Το μοντέλο εξηγεί το 74% της διακύμανσης στην πρόθεση συμπεριφοράς και το 52% της διακύμανσης στη χρήση τεχνολογίας, γεγονός που υποδηλώνει ότι το μοντέλο έχει υψηλή προγνωστική εγκυρότητα όταν εφαρμόζεται στο τμήμα των καταναλωτών. Τα υποστηριζόμενα αποτελέσματα της τιμής, του ηδονικού κινήτρου και της συνήθειας υποδεικνύουν τρεις σημαντικούς παράγοντες της πρόθεσης των καταναλωτών να χρησιμοποιήσουν ή να χρησιμοποιήσουν την πραγματική τεχνολογία (Venkatesh et al., 2012).

Συγκεκριμένα, η εισαγωγή του παράγοντα συνήθειας κατέδειξε τον εναλλακτικό θεωρητικό μηχανισμό στην εξέταση της χρήσης τεχνολογίας (Bagozzi, 2007). Μια τέτοια προσέγγιση αμφισβήτησε τον ρόλο της πρόθεσης (Venkatesh et al., 2007), η οποία χρησιμοποιήθηκε συνήθως ως αντιπρόσωπος της συμπεριφοράς (π.χ. (Venkatesh et al., 2003; Ajzen, 2011)). Η συμπερίληψη του ηδονικού κινήτρου στο μοντέλο βρέθηκε να είναι πιο σημαντική από το προσδόκιμο απόδοσης και ήταν σημαντική σε ένα ευρύ φάσμα μελετών (Alalwan et al., 2017; Megadewandanu et al., 2016). Επιπλέον, η ενσωμάτωση της αξίας τιμής στο UTAUT2 αντιμετώπισε την ανάγκη μέτρησης του κόστους χρήσης IS στο πλαίσιο των καταναλωτών. Τέλος, το εκτεταμένο UTAUT καθορίζει το ρόλο των προσωπικών παραγόντων (φύλο, ηλικία και εμπειρία) στον μετριασμό της επίδρασης που έχουν το ηδονικό κίνητρο, η αξία τιμής και η συνήθεια στη συμπεριφορική πρόθεση ή/και χρήση (Venkatesh et al., 2012).

## 2.25.Εφαρμογές UTAUT και UTAUT-2

Το UTAUT και το UTAUT2 έχουν δοκιμαστεί σε διαφορετικά γεωγραφικά πλαίσια για να κατανοήσουν τον ρόλο του πολιτισμού στην υιοθέτηση της τεχνολογίας και να ενισχύσουν τη γενίκευση των αρχών της θεωρίας (Gupta et al., 2008; Im et al., 2011; Venkatesh et al., 2012). Η πλειοψηφία των ευρημάτων έδειξε ότι ο ρόλος των κατασκευών UTAUT ήταν σημαντικός ανεξάρτητα από τη διαφορά στις καλλιέργειες.

Για παράδειγμα, η χρήση του μοντέλου σε μια συγκριτική μελέτη σχετικά με την αποδοχή της τεχνολογίας στις ΗΠΑ και την Κίνα έδειξε την υψηλή ερμηνευτική δύναμη του μοντέλου στα δύο γεωγραφικά περιβάλλοντα. Ωστόσο, το μοντέλο αντιπροσωπεύει μια μεγαλύτερη απόκλιση στην πρόθεση συμπεριφοράς όταν ελέγχονται λιγότεροι συντονιστές (Venkatesh, Thong & Xu, 2012). Όταν το UTAUT εξετάστηκε στην Κορέα και στις ΗΠΑ, η ισχύς των σχέσεων διέφερε ελαφρώς, αν και η σημασία ήταν αμετάβλητη στα δύο δείγματα (Im et al., 2011). Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρήθηκαν όταν το μοντέλο UTAUT δοκιμάστηκε διαπολιτισμικά σε ατομικιστικά και συλλογικά έθνη. Το μοντέλο αποδείχθηκε βιώσιμο και στους δύο τύπους πολιτισμών, αλλά η ισχύς των σχέσεων ήταν διαφορετική, υποδηλώνοντας έναν ισχυρό συντονιστικό ρόλο του πολιτισμού στα μονοπάτια του μοντέλου (Udo et al., 2016).

Το UTAUT2 επικυρώθηκε επίσης σε διαφορετικές χώρες με αντίθετους πολιτισμούς, οικονομίες και επίπεδο διείσδυσης τεχνολογίας. Στην Ιορδανία, η υιοθέτηση του mobile banking δεν επηρεάστηκε από την κοινωνική επιρροή (Alalwan et al., 2017). Κατά τη σύγκριση της υιοθέτησης της εκπαιδευτικής τεχνολογίας στην Κορέα, την Ιαπωνία και τις ΗΠΑ, τόσο η ισχύς των σχέσεων όσο και η σημασία των επιπτώσεων ήταν διαφορετικές μεταξύ των δειγμάτων. Για τους Κορεάτες χρήστες, η πρόθεση να χρησιμοποιήσουν την ηλεκτρονική μάθηση συσχετίστηκε με τη συνήθεια και την αντιληπτή αποτελεσματικότητα. Για τους Ιάπωνες χρήστες, η πρόθεση συμπεριφοράς υποστηρίχθηκε από τη συνήθεια, την αξία τιμής και την κοινωνική επιρροή, ενώ οι χρήστες των ΗΠΑ τόνισαν μόνο τους παράγοντες συνήθειας και αξίας τιμής.

Παραδόξως, το προσδόκιμο προσπάθειας δεν ήταν σημαντικό για καμία χώρα, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει ότι η τεχνολογία που δοκιμάζεται δεν απαιτούσε καμία προσπάθεια για τη λειτουργία της (Jung & Lee, 2020). Οι εφαρμογές UTAUT2

αποδεικνύουν ότι απαιτείται γνώση των συνθηκών που σχετίζονται με τον πολιτισμό, όπως η κοινωνικοοικονομική κατάσταση ή οι κανόνες των εθνών.

Τα πρωτότυπα και εκτεταμένα μοντέλα UTAUT έχουν χρησιμοποιηθεί για την εξέταση της αποδοχής της τεχνολογίας σε διάφορους τομείς, όπως η υγειονομική περίθαλψη (Chang et al., 2007), η ηλεκτρονική διακυβέρνηση (Gupta et al., 2008; Chan et al., 2010), κινητό Διαδίκτυο (Venkatesh et al., 2012; Thong et al., 2011), εταιρικά συστήματα (Chauhan & Jaiswal, 2016; Ling Keong et al., 2012) και mobile banking και εφαρμογές (Zhou et al., 2010; Mütterlein et al., 2019). Οι εφαρμογές του UTAUT έδειξαν μια ισχυρή εξάρτηση της πρόθεσης συμπεριφοράς από τους δύο παράγοντες αντίληψης, δηλαδή την αντιληπτή απόδοση και την αντιληπτή ευκολία χρήσης. Για παράδειγμα, το πλαίσιο αποδοχής τεχνολογίας χρησιμοποιήθηκε για την κατανόηση της αποδοχής συστημάτων υποστήριξης κλινικών αποφάσεων που βασίζονται στη φαρμακοκινητική. Όλες οι κατασκευές είχαν σημαντικές επιπτώσεις στην πρόθεση, εκτός από τις συνθήκες διευκόλυνσης, οι οποίες επηρέασαν μόνο την πραγματική χρήση της τεχνολογίας (Chang et al., 2007). Η διερεύνηση των παραγόντων που οδήγησαν την υιοθέτηση της ηλεκτρονικής διακυβέρνησης από τους εργαζόμενους σε έναν κρατικό οργανισμό σε μια αναπτυσσόμενη χώρα έδειξε τη σημαντική επιρροή όλων των μεταβλητών UTAUT που μετριάζονται κατά φύλο, ενώ η απόδοση και το προσδόκιμο προσπάθειας έδειξαν τα ισχυρότερα αποτελέσματα (Gupta, Dasgupta & Gupta, 2008).

Όταν το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για τη διερεύνηση της αποδοχής της εκπαίδευσης λογισμικού ERP, τρεις στους τέσσερις προγνωστικούς παράγοντες πρόθεσης χρήσης βρέθηκαν να είναι σημαντικοί. Ενώ η προσδοκία προσπάθειας, η προσδοκία απόδοσης και οι συνθήκες διευκόλυνσης επηρέασαν την πρόθεση των εργαζομένων να υιοθετήσουν εργαλεία κατάρτισης, η επίδραση της κοινωνικής επιρροής δεν υποστηρίχθηκε. Τέτοια ευρήματα οφείλονταν πιθανώς στην οργανική φύση του λογισμικού ERP και στην υψηλή ενδεχόμενη χρήση του σε παράγοντες χρησιμότητας που επισκιάζουν τον ρόλο της κοινωνικής επιρροής στις αποφάσεις των χρηστών (Chauhan & Jaiswal, 2016).

Οι εφαρμογές του UTAUT2 έδειξαν ότι η σημασία και η ισχύς των καθοριστικών παραγόντων συμπεριφοράς διέφεραν μεταξύ των περιπτώσεων. Η χρήση του UTAUT2 για τη διερεύνηση των προηγούμενων της υιοθέτησης εφαρμογών για κινητά

επιβεβαίωσε τον ρόλο του προσδόκιμου απόδοσης, της κοινωνικής επιρροής, του ηδονικού κινήτρου και της συνήθειας (Mütterlein, Kunz & Baier, 2019). Ωστόσο, σε δύο άλλες μελέτες που διερεύνησαν την υιοθέτηση του mobile banking, ο ρόλος της κοινωνικής επιρροής δεν επιβεβαιώθηκε (Ajzen, 2011· Baptista & Oliveira, 2015). Τα ισχυρότερα παρατηρούμενα αποτελέσματα καταδείχθηκαν από το προσδόκιμο απόδοσης, το ηδονικό κίνητρο και τη συνήθεια (Baptista & Oliveira, 2015).

Το UTAUT και το UTAUT2 θα μπορούσαν να έχουν μια σειρά από εφαρμογές στην πράξη. Το UTAUT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να εξετάσει το αναμενόμενο ποσοστό αποδοχής ενός προϊόντος και να εξασφαλίσει επαρκές απόθεμα για να ικανοποιήσει τη ζήτηση των καταναλωτών. Τα στοιχεία που παρέχει το μοντέλο μπορεί να είναι u από επαγγελματίες για να σχεδιάσουν περισσότερους χρήστες-προσανατολισμένα προϊόντα. Το UTAUT υπογραμμίζει τον ρόλο της κοινωνικής επιρροής και διευκόλυνσης των συνθηκών, υπογραμμίζοντας έτσι τη σημασία της ανάλυσης συμφραζομένων σε στρατηγικές για την εφαρμογή και την προώθηση της τεχνολογίας (Venkatesh, Thong & Xu, 2012). Η εφαρμογή του UTAUT2 δίνει τη δυνατότητα στους παραγωγούς και τους πωλητές τεχνολογίας να μετρήσουν πώς η αντιστάθμιση μεταξύ της νομισματικής τιμής και της αξίας του προϊόντος επηρεάζει τη χρήση της τεχνολογίας τους. Οι εταιρείες έχουν την ευκαιρία να επανεξετάσουν τις δομές κόστους για να προσαρμόσουν την τιμολογιακή πολιτική στη σχετική αξία που συνδέεται με το προϊόν, επειδή τα οφέλη που αποκομίζουν οι χρήστες από την αγορά τεχνολογίας μπορεί να μην δικαιολογούν την τιμή που πληρώνουν. Διερευνώντας την επίδραση της συνήθειας στην πρόθεση των χρηστών, οι παραγωγοί τεχνολογίας και οι διανομείς είναι σε θέση να καθορίσουν τις στρατηγικές επικοινωνίας μάρκετινγκ που μπορεί να αντιμετωπίσουν τις πεποιθήσεις που τροφοδοτούν την αυτόματη συμπεριφορά (π.χ. διαφήμιση της χρησιμότητας του προϊόντος σε διάφορα σενάρια). Μετρώντας την επίδραση του ηδονικού κινήτρου, οι προγραμματιστές και οι διαχειριστές προϊόντων μπορούν να προσαρμόσουν την προσφορά με τέτοιο τρόπο ώστε είτε να ενισχύσουν την ηδονική αξία της τεχνολογίας είτε να αυξήσουν τις ηδονικές ενδείξεις για την εμπορία του προϊόντος. Τέλος, τα αποτελέσματα μετριοπάθειας στο UTAUT2 επιτρέπουν στους επαγγελματίες να προσδιορίσουν ποιο τμήμα χρήστη απαιτεί περισσότερη προσπάθεια μάρκετινγκ για την αντιμετώπιση των συνηθειών, την παροχή ηδονικής αξίας και την επίδειξη καλύτερης σχέσης ποιότητας/τιμής (Venkatesh et al., 2012).

## 2.26. Περιορισμοί UTAUT και UTAUT-2

Η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας παρέχει ένα ολιστικό εργαλείο για τη μέτρηση της αποδοχής της τεχνολογίας και της χρήσης της τεχνολογίας (Venkatesh et al., 2003; Venkatesh, Davis & Morris, 2007). Ωστόσο, παρά την αυστηρότητα του μοντέλου, το UTAUT έχει ορισμένους θεωρητικούς και μεθοδολογικούς περιορισμούς που δεν αντιμετωπίστηκαν σε περαιτέρω μελέτες (Venkatesh et al., 2003; Venkatesh, Davis & Morris, 2007). Το UTAUT αντιμετώπισε κριτική όσον αφορά την αδυναμία του να εξηγήσει την πρόθεση συμπεριφοράς σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Η περιορισμένη εξωτερική εγκυρότητα του μοντέλου παρακίνησε περαιτέρω μελέτες για την επέκταση του μοντέλου προσθέτοντας πρόσθετους καθοριστικούς παράγοντες συμπεριφοράς, όπως εμπιστοσύνη, αυτο-αποτελεσματικότητα, αυτοαποτελεσματικότητα υπολογιστή, καινοτομία, αντιληπτές απειλές, αντιληπτός κίνδυνος (Martins et al., 2014; Slade et al., 2015). Επίσης, το μοντέλο επεκτάθηκε με την εισαγωγή νέων επιπτώσεων μετριασμού, όπως το εισόδημα, η τοποθεσία, ο πολιτισμός, η ετοιμότητα τεχνολογίας (Im et al., 2011; Borrero et al., 2014) (για μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα βλ. την ανασκόπηση του (Venkatesh et al., 2016). Ωστόσο, ορισμένοι βασικοί παράγοντες, όπως η αυτοαποτελεσματικότητα του υπολογιστή, παρέμειναν υπό έρευνα. Αν και επιβεβαιώθηκε ότι αυτός ο παράγοντας παίζει ρόλο στη συμπεριφορική πρόθεση (Bandura & Locke, 2003), μόνο μια έμμεση επίδραση της αυτοαποτελεσματικότητας στην πρόθεση δοκιμάστηκε κατά την ανάπτυξη του UTAUT (Venkatesh et al., 2003).

Η ανησυχία για την ευρεία εφαρμογή του UTAUT επισημάνθηκε από τους Dwivedi et al. (2019), ο οποίος δήλωσε ότι η πλειονότητα των μελετών στο πλαίσιο του IS αναφέρεται στην αρχική εργασία UTAUT χωρίς τη χρήση του μοντέλου. Αυτά τα εκπληκτικά ευρήματα οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το UTAUT μπορεί να μην είναι τόσο ισχυρό όσο ισχυριζόταν ότι ήταν, δεδομένων των υπερεκτιμημένων παραπομπών σε σύγκριση με την πραγματική επίπτωση της θεωρίας. Έτσι, με βάση την ανάλυση του MASEM (Συνδυασμένη μετα-ανάλυση και μοντελοποίηση δομικών εξισώσεων), προτάθηκε μια αναθεωρημένη έκδοση του UTAUT, η οποία περιελάμβανε την κατασκευή στάσης ως μερικό μεσολαβητή των επιδράσεων των εξωγενών δομών στις συμπεριφορικές προθέσεις (Dwivedi et al., 2019).



Ο κύριος μεθοδολογικός περιορισμός του UTAUT αφορά την ανάπτυξη των κλιμάκων που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση των δομών του πυρήνα. Για την τελική ανάπτυξη της μέτρησης, η μελέτη χρησιμοποίησε τα στοιχεία υψηλότερης φόρτισης για κάθε κλίμακα. Ενώ αυτή η προσέγγιση υποστηρίχθηκε από τη βιβλιογραφία (Hevner et al., 2004), υπήρξε συζήτηση σχετικά με το εάν μπορεί να είναι χρήσιμο να επικυρωθούν οι μετρήσεις ή ακόμη και να αναπτυχθούν νέες για την εξάλειψη πιθανών ζητημάτων εγκυρότητας περιεχομένου (Venkatesh et al., 2003). Επιπλέον, η πρόθεση χρήσης και χρήσης κλιμάκων συμπεριφοράς υιοθετήθηκε από προηγούμενες μελέτες (π.χ. Davis, 1989), αλλά εναλλακτικές μετρήσεις θα πρέπει να αναπτυχθούν και να επικυρωθούν σε μελλοντικές μελέτες (Venkatesh et al., 2003).

Το UTAUT2 έχει επίσης κάποιους εγγενείς περιορισμούς στη μεθοδολογία. Το μοντέλο χρησιμοποιεί μια αυτοαναφερόμενη κλίμακα για τη μέτρηση της πρόθεσης χρήσης (Venkatesh et al., 2012), η οποία θέτει σε κίνδυνο την ακρίβεια και την εγκυρότητα των ερευνητικών συμπερασμάτων. Το UTAUT2 μοιράζεται αυτόν τον περιορισμό με πολλά άλλα μοντέλα αποδοχής τεχνολογίας (π.χ. TAM, πρωτότυπο UTAUT) (Venkatesh et al., 2003; Davis, 1989)). Επιπλέον, παρόμοια με άλλα μοντέλα αποδοχής τεχνολογίας, το UTAUT 2 μπορεί να αντιμετωπίσει την απειλή της διακύμανσης της κοινής μεθόδου (Straub & Burton-Jones, 2007; Sharma et al., 2009). Για να μειωθεί η πιθανότητα προκατάληψης κοινής μεθόδου, πρέπει να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις (π.χ. χρήση πειραματικών ρυθμίσεων που μπορούν να κάνουν δυνατούς ελέγχους χειραγώγησης).

## **2.27.Βιβλιογραφική Ανασκόπηση στη χρήση Μαθηματικών Μοντέλων Αξιολόγησης και Διαχείρισης Νέας Χρήσης στην Τοπική Αυτοδιοίκηση**

Τα μαθηματικά μοντέλα γίνονται όλο και περισσότερο ένα ζωτικό εργαλείο για την αξιολόγηση και τη διαχείριση διαφόρων πτυχών της τοπικής αυτοδιοίκησης. Αυτά τα μοντέλα παρέχουν μια ποσοτική προσέγγιση για την κατανόηση και την αντιμετώπιση σύνθετων ζητημάτων, βοηθώντας έτσι στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων (Jana et al., 2022).

Μια τέτοια εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων είναι στη διαχείριση κρίσεων δημόσιας υγείας. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, αναπτύχθηκε ένα

Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων (DSS) που βασίζεται σε μοντελοποίηση βάσει δεδομένων για την πρόβλεψη αριθμών υποθέσεων, την κατανομή πόρων και τη διαχείριση των lockdown σε διαφορετικά επίπεδα κρατικής εξουσίας (Jana et al., 2022). Αυτό το σύστημα ήταν ανεξάρτητο από τις φυσικές παραμέτρους της περιοχής, καθιστώντας το εφαρμόσιμο σε οποιαδήποτε περιοχή.

Στο πλαίσιο της αστικής ανάπτυξης, έχουν χρησιμοποιηθεί μαθηματικά μοντέλα για την ανάλυση δεδομένων διαχείρισης αστικού δικτύου. Μια μελέτη που διεξήχθη στη Σαγκάη χρησιμοποίησε μαθηματικά μοντέλα για να διερευνήσει τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ τοπικής αυτοδιοίκησης και πολιτών σε μια ταχέως αναπτυσσόμενη μητροπολιτική περιοχή. Η μελέτη αποκάλυψε τη δυναμική της συνεξέλιξης μεταξύ της οικονομίας και των περιβαλλόντων διαβίωσης, παρέχοντας γνώσεις για την τοπική αυτοδιοίκηση για τη βελτίωση των πολιτικών και την κατανομή των πόρων (Wang et al., 2018).

Τα μαθηματικά μοντέλα έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί στον περιβαλλοντικό τομέα. Για παράδειγμα, τα δίκτυα Bayes χρησιμοποιήθηκαν για την κατανόηση και τη μοντελοποίηση της εμφάνισης τοξικών ανθοφοριών της *Lyngbya majuscula*, ενός παγκόσμιου περιβαλλοντικού προβλήματος με σημαντικές οικολογικές, υγειονομικές και οικονομικές συνέπειες. Το μοντέλο βοήθησε στον εντοπισμό των κενών γνώσης, στην ιεράρχηση της μελλοντικής έρευνας και στην αξιολόγηση των επιλογών διαχείρισης (Johnson et al., 2014).

Στον τομέα της δημόσιας διοίκησης, έχουν χρησιμοποιηθεί μαθηματικά μοντέλα για να βοηθήσουν στην υλοποίηση κυβερνητικών πρωτοβουλιών. Για παράδειγμα, στην Ινδία, χρησιμοποιήθηκαν μαθηματικά μοντέλα για την εκτίμηση των ελλειπόντων, μη απαριθμημένων αριθμών πληθυσμού και ετήσιων αριθμών βιομετρικών καρτών που απαιτούνται ανά ηλικία, φύλο και περιοχές (Rao, 2011).

Τέλος, έχουν χρησιμοποιηθεί μαθηματικά μοντέλα στη διαχείριση καταστροφών. Μια ευέλικτη μέθοδος για τη διερεύνηση των δικτύων αλληλεπίδρασης αναπτύχθηκε για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των έμμεσων αλληλεπιδράσεων και των βρόχων ανάδρασης. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση του αντίκτυπου των μέτρων βελτιστοποίησης ή των αστοχιών στο σύστημα και για τη μελέτη των επιπτώσεων των μέτρων που ελήφθησαν από τη διαχείριση έκτακτης ανάγκης ή τις

τοπικές μονάδες λειτουργίας κατά τη διάρκεια καταστροφών (Helbing & Kuehnert, 2003).

Η εφαρμογή μαθηματικών μοντέλων όπως το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM), η Ενοποιημένη Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (UTAUT) και το μοντέλο Ανάλυσης Ικανοποίησης Πολυκριτηρίων (MUSA) στην τοπική αυτοδιοίκηση αποτελεί θέμα ενδιαφέροντος τα τελευταία χρόνια.

Το μοντέλο αποδοχής τεχνολογίας (TAM) είναι ένα δημοφιλές μοντέλο που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη του τρόπου με τον οποίο οι χρήστες αποδέχονται και χρησιμοποιούν μια τεχνολογία. Το μοντέλο προτείνει ότι η συμπεριφορική πρόθεση ενός χρήστη να χρησιμοποιήσει ένα σύστημα καθορίζεται από δύο πεποιθήσεις: την αντιληπτή χρησιμότητα και την αντιληπτή ευκολία χρήσης (Davis, 1989). Στο πλαίσιο της τοπικής διοίκησης, το μοντέλο TAM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την κατανόηση της αποδοχής και της χρήσης των υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης από τους πολίτες.

Το μοντέλο της Ενοποιημένης Θεωρίας Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (UTAUT), από την άλλη πλευρά, είναι ένα ολοκληρωμένο μοντέλο που ενσωματώνει στοιχεία από διάφορα μοντέλα αποδοχής, συμπεριλαμβανομένου του TAM. Το μοντέλο UTAUT έχει χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της αποδοχής των υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης από τους πολίτες στη Σαουδική Αραβία. Η μελέτη διαπίστωσε ότι το προσδόκιμο απόδοσης, το προσδόκιμο προσπάθειας, η κοινωνική επιρροή και οι συνθήκες διευκόλυνσης είναι σημαντικοί καθοριστικοί παράγοντες της πρόθεσης συμπεριφοράς για χρήση υπηρεσιών ηλεκτρονικής διακυβέρνησης (Alshehri, Drew & AlGhamdi, 2013).

Το μοντέλο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Ικανοποίησης (MUSA) είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ικανοποίησης των πελατών. Στο πλαίσιο της τοπικής αυτοδιοίκησης, το μοντέλο MUSA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των πολιτών από τις υπηρεσίες που παρέχει η τοπική αυτοδιοίκηση.

Επιπλέον, άλλα μαθηματικά μοντέλα έχουν χρησιμοποιηθεί στην τοπική διοίκηση για διάφορους σκοπούς. Για παράδειγμα, προτάθηκε ένα μοντέλο για την εκτίμηση της μετανάστευσης σε τοπικό επίπεδο, ενσωματώνοντας υπάρχουσες εθνικές εκτιμήσεις

με δεδομένα από διοικητικές πηγές (Boden & Rees, 2009). Μια άλλη μελέτη χρησιμοποίησε επεκτάσεις βαθιάς μάθησης μοντέλων ανάλυσης επιβίωσης για να εξαγάγει εξισώσεις πρόβλεψης κινδύνου καρδιαγγειακής νόσου σε εθνικά διοικητικά σύνολα δεδομένων υγείας (Barbieri et al., 2020).

Το μοντέλο Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Ικανοποίησης (MUSA) είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ικανοποίησης των πελατών. Το μοντέλο αυτό θα περιγραφεί αναλυτικότερα στο Κεφάλαιο 3 που ακολουθεί. Στο πλαίσιο της τοπικής αυτοδιοίκησης, το μοντέλο MUSA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των πολιτών από τις υπηρεσίες που παρέχει η τοπική αυτοδιοίκηση. Στην Ελλάδα, αναπτύχθηκε ένα χωρικό προγνωστικό μοντέλο για την επανεμφάνιση της ελονοσίας χρησιμοποιώντας ένα πλαίσιο βασισμένο σε μοντέλα που ενσωματώνει εντομολογικά, γεωγραφικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά δεδομένα (Pergantas et al., 2017).

Συμπερασματικά, μαθηματικά μοντέλα όπως τα TAM, UTAUT και MUSA, μεταξύ άλλων, έχουν χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στην τοπική αυτοδιοίκηση για διάφορους σκοπούς, συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης και διαχείρισης υπηρεσιών, της πρόβλεψης κινδύνων για την υγεία και της εκτίμησης της μετανάστευσης.

## **2.28.Βιβλιογραφική Ανασκόπηση στη χρήση πλατφορμών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στον δημόσιο τομέα**

Η χρήση πλατφορμών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στον δημόσιο τομέα έχει γίνει ολοένα και πιο διαδεδομένη, ιδιαίτερα στον απόηχο της παγκόσμιας στροφής προς την εξ αποστάσεως εργασία και την εκπαίδευση λόγω της πανδημίας COVID-19. Αυτές οι πλατφόρμες προσφέρουν ένα μέσο διάδοσης πληροφοριών και διευκόλυνσης της επικοινωνίας μεταξύ διαφόρων ενδιαφερομένων, συμπεριλαμβανομένων των εκπαιδευτικών, των μαθητών και του διοικητικού προσωπικού.

Στον δημόσιο τομέα, οι πλατφόρμες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης μπορούν να εξυπηρετήσουν ποικίλες λειτουργίες. Για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παροχή κατάρτισης σε υπαλλήλους, την προσφορά εκπαιδευτικών πόρων στο κοινό ή τη διευκόλυνση της συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών κυβερνητικών υπηρεσιών (Linåker & Runeson, 2022). Η υιοθέτηση τέτοιων πλατφορμών μπορεί

επίσης να συμβάλει στους ευρύτερους στόχους της ανοιχτής καινοτομίας, η οποία δίνει έμφαση στα οφέλη της εξωτερικής συνεργασίας και της ανταλλαγής γνώσεων (Linåker & Runeson, 2022).

Στο πλαίσιο της εκπαίδευσης, έχουν χρησιμοποιηθεί πλατφόρμες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης για την υποστήριξη διδακτικών πρακτικών σε περιόδους εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. Για παράδειγμα, η πλατφόρμα Smile and Learn χρησιμοποιήθηκε στην Ισπανία κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19 για την παροχή ψηφιακών εκπαιδευτικών πόρων σε οικογένειες και δασκάλους (Nieto-Márquez, Baldominos, & Petronila, 2020).

Επιπλέον, η χρήση λογισμικού ανοιχτού κώδικα (OSS) και ανοιχτών δεδομένων στον δημόσιο τομέα μπορεί να διευκολύνει τη δημιουργία πλατφορμών όπου τα δεδομένα και το σχετικό λογισμικό αναπτύσσονται και μοιράζονται από κοινού. Τέτοιες πλατφόρμες μπορούν να καταλύσουν τη δυνητική παραγωγή καινοτομίας των δεδομένων ανοιχτής κυβέρνησης (OGD), αν και αυτό απαιτεί επενδύσεις και την υιοθέτηση μιας ανοιχτής και συνεργατικής νοοτροπίας (Linåker & Runeson, 2022).

Συμπερασματικά, οι πλατφόρμες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης έχουν σημαντικές δυνατότητες στον δημόσιο τομέα, τόσο ως εργαλεία εκπαίδευσης και κατάρτισης όσο και ως μέσα προώθησης της ανοιχτής καινοτομίας. Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή αυτών των πλατφορμών απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, επενδύσεις και δέσμευση για συνεργασία και διαφάνεια.

Σημαντική αύξηση έχει η χρήση πλατφορμών εξ αποστάσεως εκπαίδευσης στον ελληνικό δημόσιο τομέα, ιδιαίτερα στο πλαίσιο της πανδημίας COVID-19. Αυτές οι πλατφόρμες έχουν χρησιμοποιηθεί εκτενώς στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, αναδιαμορφώνοντας το εκπαιδευτικό τοπίο με πολλούς τρόπους. Για παράδειγμα, στο Μαθηματικό Τμήμα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, όλα τα μαθήματα, συμπεριλαμβανομένων των θεωρητικών μαθημάτων όπως «Λογισμός» και «Φυσική» και εφαρμοσμένα μαθήματα όπως «Γλώσσες Προγραμματισμού» και «Ψηφιακές Τεχνολογίες στη Μαθηματική Εκπαίδευση», διδάσκονταν μέσω διαδικτυακών πλατφορμών (Rizos & Gkrekas, 2022).

Εκτός από την τριτοβάθμια εκπαίδευση, έχουν αναπτυχθεί πλατφόρμες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης και για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι

η διαδικτυακή πλατφόρμα εκμάθησης της ελληνικής γλώσσας που έχει σχεδιαστεί για μαθητές δημοτικού σχολείου με μητρική τη ρωσική γλώσσα. Αυτή η πλατφόρμα, βασισμένη στο σύστημα διαχείρισης εκμάθησης WordPress, αναπτύχθηκε για να βοηθήσει τις επικοινωνιακές ανάγκες των Ρωσικών φυσικών ομιλητών στην Ελλάδα και να διευκολύνει την ομαλή ένταξή τους στην κοινωνία (Michailidi et al., 2019).

Επιπλέον, η χρήση λογισμικού ανοιχτού κώδικα (OSS) και ανοιχτών δεδομένων στον δημόσιο τομέα μπορεί να διευκολύνει τη δημιουργία πλατφορμών όπου τα δεδομένα και το σχετικό λογισμικό αναπτύσσονται και μοιράζονται από κοινού. Τέτοιες πλατφόρμες μπορούν να καταλύσουν τη δυνητική παραγωγή καινοτομίας των δεδομένων ανοικτής κυβέρνησης (OGD), αν και αυτό απαιτεί επενδύσεις και την υιοθέτηση μιας ανοιχτής και συνεργατικής νοοτροπίας (Linåker & Runeson, 2022).

Οι πλατφόρμες εξ αποστάσεως εκπαίδευσης έχουν σημαντικές δυνατότητες στον ελληνικό δημόσιο τομέα, τόσο ως εργαλεία εκπαίδευσης και κατάρτισης όσο και ως μέσα προώθησης της ανοιχτής καινοτομίας. Ωστόσο, η επιτυχής εφαρμογή αυτών των πλατφορμών απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, επενδύσεις και δέσμευση για συνεργασία και διαφάνεια.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΗ (MULTICRITERIA USER SATISFACTION MODEL – MUSA)

#### 3.1.Εισαγωγή

Η σύγχρονη τεχνολογία πληροφοριακών συστημάτων προσφέρει πολυάριθμες εναλλακτικές λύσεις για τη διαχείριση των σχέσεων/συναλλαγών μεταξύ επιχειρήσεων και πελατών. Τα περισσότερα από αυτά τα συστήματα επικεντρώνονται στην εξυπηρέτηση πελατών, ενώ οι δυνατότητες αξιολόγησης της ικανοποίησής τους είναι μάλλον περιορισμένες. Αυτό εξηγείται κυρίως από την έλλειψη μεθόδων και τεχνικών καθαρά προσανατολισμένων στη μέτρηση της ικανοποίησης των πελατών και τη διαθεσιμότητα αρκετών στατιστικών πακέτων και εφαρμογών ανάλυσης δεδομένων που λύνουν αυτό το συγκεκριμένο πρόβλημα.

Στόχος των πληροφοριακών συστημάτων εξυπηρέτησης πελατών είναι κυρίως η ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών ή η διαχείριση παραπόνων πελατών. Γενικά, οι πρωταρχικές απαιτήσεις που εκφράζονται από τους πελάτες κατά τη συναλλαγή τους με επιχειρηματικούς οργανισμούς είναι (Loris, 1998):

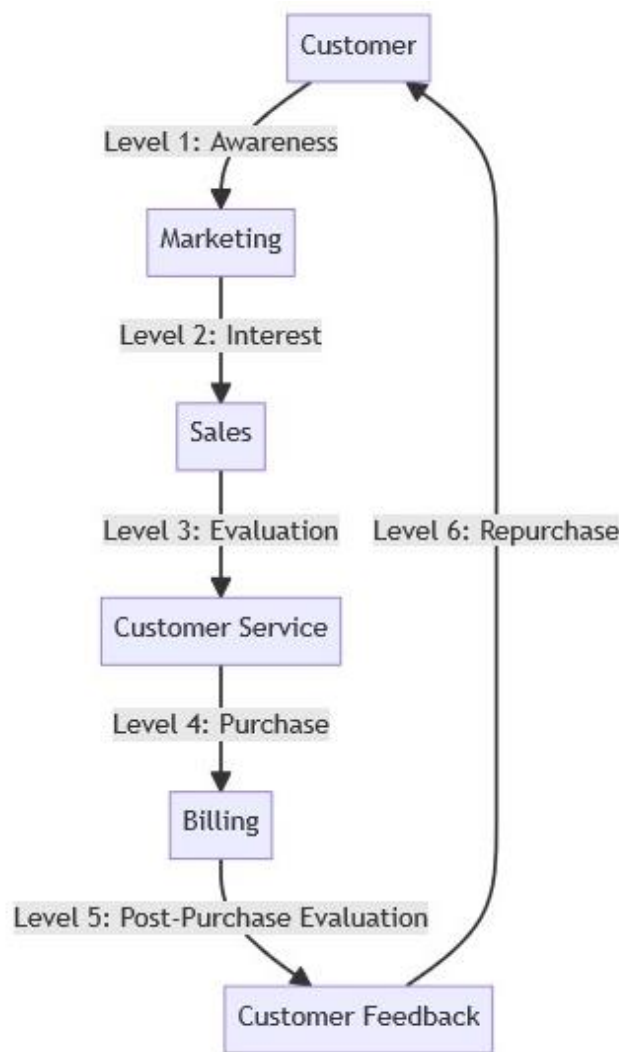
- άμεση επίλυση τεχνικών ή άλλων προβλημάτων που σχετίζονται με συγκεκριμένο προϊόν/υπηρεσία,
- διαδικτυακή πρόσβαση σε τεχνικές ή άλλες πληροφορίες που παρέχονται από την εταιρεία και
- ικανότητα παροχής διαδραστικής υποστήριξης.

Ο τύπος και το περιεχόμενο της αλληλεπίδρασης που προσφέρουν αυτά τα πληροφοριακά συστήματα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την έκταση και το επίπεδο της πρόσβασης που παρέχεται από τον επιχειρηματικό οργανισμό. Όπως δείχνει η Εικόνα 15, τα επίπεδα αλληλεπίδρασης μπορεί να είναι τα εξής (Sterne, 1996):

1. Πληροφορίες προϊόντος: Είναι η πιο στοιχειώδης μορφή πρόσβασης που παρέχεται από έναν επιχειρηματικό οργανισμό χωρίς δυνατότητες αλληλεπίδρασης.
2. Επίλυση προβλημάτων: Στη συγκεκριμένη μη συνεχή μορφή επικοινωνίας, ο πελάτης μπορεί να υποβάλει συγκεκριμένες ερωτήσεις/αιτήματα κυρίως για τεχνικά προβλήματα.

3. Πρόσβαση σε άτομα: Αυτό το επίπεδο πρόσβασης αναφέρεται στην ικανότητα επικοινωνίας με συγκεκριμένα τμήματα ή υπαλλήλους της εταιρείας. Ωστόσο, ακόμη δεν μπορεί να υπάρξει αλληλεπίδραση.

4. Πρόσβαση στη διαδικασία: Αυτή είναι η πιο σύνθετη μορφή επικοινωνίας. Υποστηρίζει την αλληλεπίδραση και παρέχει στους πελάτες τη δυνατότητα να συμμετέχουν και να ενημερώνονται για τις διαδικασίες εξυπηρέτησης της εταιρείας (τοποθέτηση και αναζήτηση παραγγελιών, παρακολούθηση συναλλαγών κ.λπ.).



**Εικόνα 15.** Επίπεδα αλληλεπίδρασης με τον πελάτη που παρέχει ένας επιχειρηματικός οργανισμός (Επεξεργασία από τον συγγραφέα)

Αυτή η εξέλιξη της παροχής στον πελάτη ολοένα και μεγαλύτερης πρόσβασης σε πληροφορίες προϊόντων, πληροφορίες επίλυσης προβλημάτων, άτομα και διαδικασίες μπορεί να χαρακτηριστεί ως ενσωμάτωση πελατών



Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό των σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων εξυπηρέτησης πελατών είναι οι ικανότητές τους ολοκλήρωσης/συνεργασίας με άλλες εφαρμογές λογισμικού που είναι εγκατεστημένες σε επιχειρηματικούς οργανισμούς. Στόχος αυτής της προσέγγισης είναι να ενσωματώσει τις πληροφορίες που σχετίζονται με τον πελάτη, προκειμένου να επιτευχθεί ο βέλτιστος συντονισμός των τμημάτων και των διαδικασιών της εταιρείας.

Επιπλέον, τα σύγχρονα πληροφοριακά συστήματα εξυπηρέτησης πελατών χαρακτηρίζονται από την αυτοματοποίηση των διαδικασιών επικοινωνίας στο μέγιστο δυνατό βαθμό. Αυτή η δυνατότητα αυτοματισμού είναι σε θέση να μειώσει το λειτουργικό κόστος και να αυξήσει το επίπεδο παραγωγικότητας της εταιρείας. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι τα συγκεκριμένα συστήματα διασφαλίζουν, σε ικανοποιητικό επίπεδο, την ανεξαρτησία μεταξύ της διαδικασίας επικοινωνίας με τους πελάτες και του χρησιμοποιούμενου μέσου.

Ο κύριος στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να δείξει ότι η διαχείριση των πληροφοριών που σχετίζονται με τους πελάτες απαιτεί την ύπαρξη εξελιγμένων πληροφοριακών συστημάτων. Επιπλέον, η εργασία παρουσιάζει μια επισκόπηση των πληροφοριακών συστημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο πρόβλημα αξιολόγησης της ικανοποίησης πελατών, εστιάζοντας στην παρουσίαση του συστήματος MUSA (Multicriteria Satisfaction Analysis). Το τελευταίο βασίζεται σε ένα μοντέλο διαχωρισμού προτιμήσεων πολλαπλών κριτηρίων και τα κύρια πλεονεκτήματά του είναι:

- Το μοντέλο σέβεται την ποιοτική μορφή των δεδομένων ικανοποίησης των πελατών.
- Τα δεδομένα εισόδου μπορούν εύκολα να συλλεχθούν χρησιμοποιώντας ένα πολύ απλό και σύντομο ερωτηματολόγιο.
- Τα αποτελέσματα του μοντέλου δεν επικεντρώνονται μόνο στην περιγραφική ανάλυση των δεδομένων ικανοποίησης των πελατών, αλλά είναι επίσης σε θέση να αξιολογήσουν ένα ολοκληρωμένο σύστημα συγκριτικής αξιολόγησης.
- Το μοντέλο δεν απαιτεί ισχυρές υποθέσεις σχετικά με την ικανοποίηση των πελατών ή τη συμπεριφορά των καταναλωτών γενικά.
- Το σύστημα MUSA είναι ένα λογισμικό που βασίζεται σε έρευνες, το οποίο είναι σε θέση να παρέχει πλήρη και αποτελεσματικά αποτελέσματα στον

χρήστη, μέσω της αξιολόγησης συγκεκριμένων και κατανοητών δεικτών ικανοποίησης πελατών.

### **3.2. Διαδίκτυο και συστήματα που βασίζονται σε έρευνες**

Το Διαδίκτυο αποτελεί ένα από τα πιο σημαντικά διαθέσιμα μέσα για την αλληλεπίδραση μεταξύ επιχειρηματικών οργανισμών και πελατών. Το κύριο χαρακτηριστικό του είναι η δυνατότητα ανταλλαγής σύνθετων πληροφοριών μέσω ενός φιλικού προς τον χρήστη περιβάλλοντος. Επιπλέον, η ανάπτυξη και η επέκτασή του τα τελευταία χρόνια προσφέρει ένα ενιαίο επίπεδο επικοινωνίας. Γενικά, οι επιχειρηματικές οργανώσεις χρησιμοποιούν το Διαδίκτυο για να παρέχουν ειδικές υπηρεσίες στους πελάτες τους (πληροφορίες προϊόντων, παραγγελίες, πληροφορίες παραγγελιών, παρακολούθηση λογαριασμών, κ.λπ.) καθώς και για τη διεξαγωγή ερευνών ικανοποίησης (Sterne, 1996).

Τα συστήματα που βασίζονται στο Διαδίκτυο έχουν τη δυνατότητα να καταγράφουν ολόκληρη την αλληλεπίδραση μεταξύ πελατών και οργανισμών, προκειμένου να εκτελούν πιθανές συμπληρωματικές αναλύσεις. Επίσης, ο Παγκόσμιος Ιστός χρησιμοποιείται ευρέως για τη διεξαγωγή ερευνών ικανοποίησης πελατών. Μάλιστα, αρκετά ερωτηματολόγια έρευνας ικανοποίησης τοποθετούνται μόνιμα στον ιστότοπο των επιχειρηματικών οργανώσεων. Τα πλεονεκτήματα αυτής της προσέγγισης σε σύγκριση με άλλους κλασικούς τύπους διεξαγωγής έρευνας συνοψίζονται στα ακόλουθα (Chrisholm, 1998):

- Η συμμετοχή σε διαδικτυακές έρευνες ικανοποίησης δεν λαμβάνει υπόψη περιορισμούς χρόνου ή χώρου.
- Αυτός ο τύπος ερευνών ικανοποίησης μειώνει την προκατάληψη των ανθρώπων που κάνουν συνέντευξη.
- Τα διαθέσιμα εργαλεία (μενού, εικονίδια, σύνθετα πλαίσια, κ.λπ.) είναι σε θέση να παρέχουν ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον για τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.
- Συνήθως, οι πληροφορίες του ερωτηματολογίου αποθηκεύονται αυτόματα σε μια βάση δεδομένων και αυτό μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση του συνολικού κόστους διεξαγωγής της έρευνας ικανοποίησης και την άμεση πρόσβαση στα αποτελέσματα της έρευνας, ακόμη και σε πραγματικό χρόνο.

- Το Διαδίκτυο παρέχει τη δυνατότητα αυτόματης επικύρωσης των διαθέσιμων συλλεγόμενων δεδομένων.

Τα προηγούμενα πλεονεκτήματα ενδέχεται να αυξήσουν το ποσοστό συμμετοχής των πελατών σε έρευνες ικανοποίησης. Ωστόσο, η διεξαγωγή μιας διαδικτυακής έρευνας ικανοποίησης θα πρέπει να δικαιολογείται από σημαντικές συνθήκες, όπως η πρόσβαση στο Διαδίκτυο για το σύνολο των πελατών και μια μεγάλη πελατεία, προκειμένου να επωφεληθεί από τη μείωση του σχετικού κόστους (Sterne, 1996; Chrisholm, 1998; Sterne, 1998).

Μια άλλη σημαντική κατηγορία λογισμικού που σχετίζεται με τη μέτρηση της ικανοποίησης πελατών αναφέρεται σε πληροφοριακά συστήματα που βασίζονται σε έρευνες. Οι κύριες λειτουργίες αυτών των συστημάτων περιλαμβάνουν το σχεδιασμό του ερωτηματολογίου, την εκτύπωση ή/και ηλεκτρονική συμπλήρωση ερωτηματολογίων, την ανάπτυξη της σχετικής βάσης δεδομένων και τη στατιστική ανάλυση και αναφορά.

Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων είναι το υψηλό επίπεδο φιλικότητας προς τον χρήστη που χαρακτηρίζει τη διαδικασία σχεδιασμού του ερωτηματολογίου έρευνας ικανοποίησης, το οποίο επιτυγχάνεται με ένα σύνολο έτοιμων προς χρήση εργαλείων (προκαθορισμένοι τύποι ερωτήσεων, κλίμακες ικανοποίησης κ.λπ.) και την υλοποίηση σύνθετων πληροφοριών (ήχοι, εικόνες, γραφικά κ.λπ.). Ένα επιπλέον ελκυστικό χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων είναι η ικανότητά τους να επικυρώνουν τις συλλεγόμενες πληροφορίες, η οποία διασφαλίζεται κατά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη της δομής και των περιεχομένων του ερωτηματολογίου. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό αυτών των συστημάτων αναφέρεται στον τύπο της διαδικασίας διανομής του ερωτηματολογίου και συλλογής των απαντήσεων των πελατών.

Η ανάπτυξη της βάσης δεδομένων που περιέχει τις απαντήσεις των πελατών είναι σε μεγάλο βαθμό μια αυτοματοποιημένη διαδικασία, η οποία μπορεί να μειώσει το συνολικό κόστος της διεξαγωγής της έρευνας. Τα πακέτα λογισμικού που βασίζονται σε έρευνες παρέχουν επίσης τη δυνατότητα πραγματοποίησης απλών στατιστικών αναλύσεων των συλλεγόμενων δεδομένων και επιπλέον, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει

προκαθορισμένα πρότυπα για να δημιουργήσει αναφορές με τα αποτελέσματα της έρευνας ικανοποίησης.

### 3.3. Το σύστημα MUSA

#### 3.3.1 Η μέθοδος MUSA

Εκτεταμένη έρευνα έχει ορίσει διάφορες εναλλακτικές προσεγγίσεις για το πρόβλημα της αξιολόγησης της ικανοποίησης των πελατών. Όλα αυτά τα προτεινόμενα μοντέλα και τεχνικές, μέχρι στιγμής, υιοθετούν τις ακόλουθες βασικές αρχές (Grigoroudis & Siskos, 2000):

- Τα δεδομένα του προβλήματος βασίζονται στις κρίσεις των πελατών και θα πρέπει να συλλέγονται απευθείας από αυτούς.
- Η μέτρηση της ικανοποίησης πελατών είναι ένα πολυπαραγοντικό πρόβλημα αξιολόγησης δεδομένου ότι η συνολική ικανοποίηση του πελάτη εξαρτάται από ένα σύνολο μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τις χαρακτηριστικές διαστάσεις της υπηρεσίας.
- Συνήθως, χρησιμοποιείται ένας τύπος πρόσθετου προκειμένου να συγκεντρωθούν μερικές αξιολογήσεις σε ένα συνολικό μέτρο ικανοποίησης.

Οι πιο σημαντικές προσεγγίσεις μέτρησης περιλαμβάνουν ποσοτικές μεθόδους και τεχνικές ανάλυσης δεδομένων, μοντέλα προσέγγισης ποιότητας και ανάλυση συμπεριφοράς καταναλωτή (Grigoroudis & Siskos, 2000).

Η μέθοδος MUSA είναι μια πολυκριτηριακή προσέγγιση διαχωρισμού προτιμήσεων, η οποία παρέχει ποσοτικά μέτρα ικανοποίησης πελατών λαμβάνοντας υπόψη την ποιοτική μορφή των κρίσεων των πελατών (Siskos et al., 1998). Ο κύριος στόχος της μεθόδου MUSA είναι η συνάρτηση των ατομικών κρίσεων σε μια συλλογική συνάρτηση αξίας, υποθέτοντας ότι η συνολική ικανοποίηση του πελάτη εξαρτάται από ένα σύνολο  $n$  κριτηρίων ή μεταβλητών που αντιπροσωπεύουν τις χαρακτηριστικές διαστάσεις της υπηρεσίας. Αυτό το σύνολο κριτηρίων συμβολίζεται ως  $X=(X_1, X_2, \dots, X_n)$ , όπου ένα συγκεκριμένο κριτήριο  $i$  αναπαρίσταται ως μονότονη μεταβλητή  $X_i$ .

Οι απαιτούμενες πληροφορίες συλλέγονται μέσω ενός απλού ερωτηματολογίου στο οποίο οι πελάτες αποφεύγουν να παρέχουν υπηρεσία, δηλαδή καλούνται να εκφράσουν τις κρίσεις τους, δηλαδή τη συνολική τους ικανοποίηση και την

ικανοποίησή τους όσον αφορά το σύνολο των διακριτών κριτηρίων. Για τις κρίσεις αυτών των πελατών χρησιμοποιείται μια προκαθορισμένη κλίμακα τακτικής ικανοποίησης.

Η μέθοδος MUSA αξιολογεί τις συναρτήσεις συνολικής και μερικής ικανοποίησης  $Y^*$  και  $X_i^*$  αντίστοιχα, λαμβάνοντας υπόψη τις κρίσεις των πελατών  $Y$  και  $X_i$ . Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μέθοδος ακολουθεί τις αρχές της ανάλυσης τακτικής παλινδρόμησης υπό περιορισμούς χρησιμοποιώντας τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού (Jacquet et Siskos, 1982; Siskos & Yannacopoulos, 1997; Siskos, 1985). Η εξίσωση ανάλυσης τακτικής παλινδρόμησης έχει την ακόλουθη μορφή:

$$\begin{cases} Y^* = \sum_{i=1}^n b_i X_i^* \\ \sum_{i=1}^n b_i = 1 \end{cases} \quad 3$$

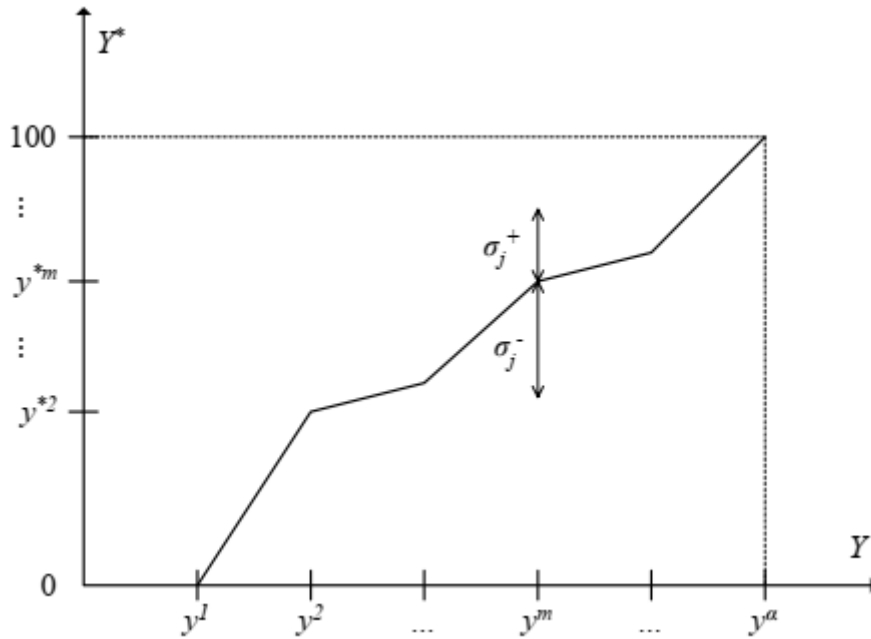
όπου οι συναρτήσεις τιμών  $Y^*$  και  $X_i^*$  κανονικοποιούνται στο διάστημα  $[0, 100]$ ,  $n$  είναι ο αριθμός των κριτηρίων και  $b_i$  το βάρος του  $i$ -ου κριτηρίου. Με βάση την παραπάνω προσέγγιση μοντελοποίησης και εισάγοντας μια μεταβλητή διπλού σφάλματος, η εξίσωση τακτικής παλινδρόμησης γίνεται ως εξής:

$$\tilde{Y}^* = \sum_{i=1}^n b_i X_i^* - \sigma^+ + \sigma^- \quad 4$$

όπου  $Y\%^*$  είναι η εκτίμηση της συνολικής συνάρτησης τιμής  $Y^*$ , και  $\sigma^+$  και  $\sigma^-$  είναι τα σφάλματα υπερεκτίμησης και υποεκτίμησης, αντίστοιχα. Η συνολική και μερική ικανοποίηση  $Y^*$  και  $X_i^*$  είναι μονότονες συναρτήσεις κανονικοποιημένες στο διάστημα  $[0,100]$ . Έτσι, προκειμένου να μειωθεί το μέγεθος του μαθηματικού προγράμματος, αφαιρώντας τους περιορισμούς μονοτονίας για το  $Y^*$  και το  $X_i^*$ , ο ακόλουθος μετασχηματισμός χρησιμοποιείται:

$$\begin{cases} z_m = y^{*m+1} - y^{*m} & \text{for } m = 1, 2, \dots, \alpha - 1 \\ w_{ik} = b_i x_i^{*k+1} - b_i x_i^{*k} & \text{for } k = 1, 2, \dots, \alpha_i - 1 \text{ and } i = 1, 2, \dots, n \end{cases} \quad 5$$

όπου  $y_m^*$  είναι η τιμή του επιπέδου ικανοποίησης  $y_m$ ,  $x_k^*$  είναι η τιμή του επιπέδου ικανοποίησης  $x_k$  και  $\alpha$  και  $\alpha_i$  είναι ο αριθμός των συνολικών και μερικών επιπέδων ικανοποίησης, αντίστοιχα. Σύμφωνα με τους προαναφερθέντες ορισμούς και παραδοχές, το βασικό μοντέλο εκτίμησης μπορεί να γραφτεί σε μια γραμμική διατύπωση προγράμματος, ως εξής:



**Εικόνα 16.** Συνάρτηση προστιθέμενης αξίας και μεταβλητές σφάλματος για τον j-ο πελάτη. (Πηγή: Grigoroudis & Siskos, 2011)

$$\begin{cases}
 [\min] F = \sum_{j=1}^M \sigma_j^+ + \sigma_j^- \\
 \text{subject to} \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{x_i^j-1} w_{ik} - \sum_{m=1}^{y^j-1} z_m - \sigma_j^+ + \sigma_j^- = 0 \text{ for } j = 1, 2, \dots, M \\
 \sum_{m=1}^{a-1} z_m = 100 \\
 \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} = 100 \\
 z_m, w_{ik}, \sigma_j^+, \sigma_j^- \forall m, i, j, k
 \end{cases} \quad 6$$

όπου  $M$  είναι το μέγεθος του δείγματος πελάτη και  $y_j, x_j$  είναι το  $j$ -ο επίπεδο στο οποίο υπολογίζονται οι μεταβλητές  $Y$  και  $X_i$ .

Η μεθοδολογία διαχωρισμού προτιμήσεων περιλαμβάνει επίσης ένα στάδιο ανάλυσης μετά τη βέλτιστη, προκειμένου να ξεπεραστεί το πρόβλημα της σταθερότητας του μοντέλου. Η τελική λύση προκύπτει με διερεύνηση του πολυέδρου πολλαπλών ή σχεδόν βέλτιστων λύσεων, το οποίο δημιουργείται από τους περιορισμούς του προηγούμενου γραμμικού προγράμματος. Η λύση αυτή υπολογίζεται από  $n$  γραμμικά προγράμματα (ίσα με τον αριθμό των κριτηρίων) της ακόλουθης μορφής:

$$\begin{cases} [\max] F' = \sum_{k=1}^{a_i-1} w_{ik} \text{ for } i = 1, 2, \dots, n \\ \text{under the constraints} \\ F \leq F^* + \varepsilon \\ \text{all the constraints of LP (6)} \end{cases} \quad 7$$

όπου  $\varepsilon$  είναι ένα μικρό ποσοστό του  $F^*$ . Ο μέσος όρος των λύσεων που δίνονται από τα  $n$  LP (7) μπορεί να ληφθεί ως τελική λύση. Σε περίπτωση μη σταθερότητας, αυτή η μέση λύση είναι λιγότερο αντιπροσωπευτική.

Οι αρχές της μαθηματικής ανάπτυξης της μεθόδου MUSA αναφέρονται σε αρκετές δημοσιεύσεις (Grigoroudis & Siskos, 2000; Siskos et al., 1998; Grigoroudis & Siskos, 2000) Οι εφαρμογές της μεθόδου MUSA αναφέρονται κυρίως σε πελάτες ή υπαλλήλους επιχειρηματικών οργανισμών (Siskos et al., 1998; Mihelis et al., 2001; Grigoroudis et al., 2002; Grigoroudis & Siskos, 2004), ή σε οποιαδήποτε ανθρώπινη δραστηριότητα στον κοινωνικό τομέα, όπως η αξιολόγηση των εκπαιδευτικών συστημάτων (Siskos et al., 2001; Siskos et al., 2002).

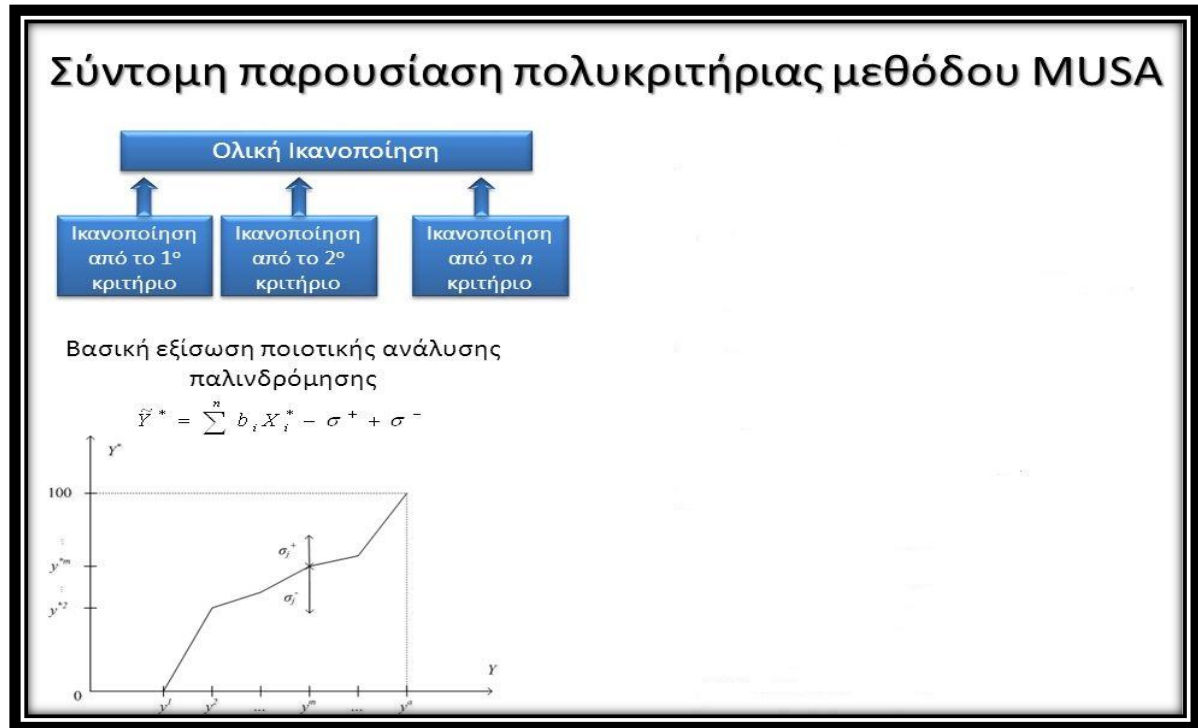
Στον Πίνακα που ακολουθεί αναφέρονται οι μεταβλητές της μεθόδου.

**Πίνακας 99**

*Μεταβλητές της Μεθόδου MUSA (Grigoroudis & Siskos, 2009)*

Μεταβλητή	Περιγραφή
$Y$	Ολική ικανοποίηση χρήστη
$\alpha$	Πλήθος επιπέδων ολικής ικανοποίησης
$y^m$	Tom-οστό επίπεδο ολικής ικανοποίησης ( $m=1, 2, \dots, \alpha$ )
$n$	Πλήθος κριτηρίων
$X_i$	Ικανοποίηση χρήστη για το $i$ -οστό κριτήριο ( $i=1, 2, \dots, n$ )
$\alpha_i$	Πλήθος επιπέδων ικανοποίησης για το $i$ -οστό κριτήριο
$x_i^k$	Το $k$ -οστό επίπεδο ικανοποίησης για το $i$ -οστό κριτήριο ( $k=1, 2, \dots, \alpha_i$ )
$Y^*$	Συνάρτηση τιμής της $Y$
$y^{*m}$	Τιμή του επιπέδου ικανοποίησης $y^m$
$X_i^*$	Συνάρτηση τιμής της $X_i$
$x_i^{*k}$	Τιμή του $x_i^{*k}$ επιπέδου ικανοποίησης

Στην εικόνα απεικονίζεται γραφικά μια σύντομη παρουσίαση της πολυκριτηριακής μεθόδου MUSA.



Εικόνα 17: Μέθοδος MUSA (Επεξεργασία από το συγγραφέα)

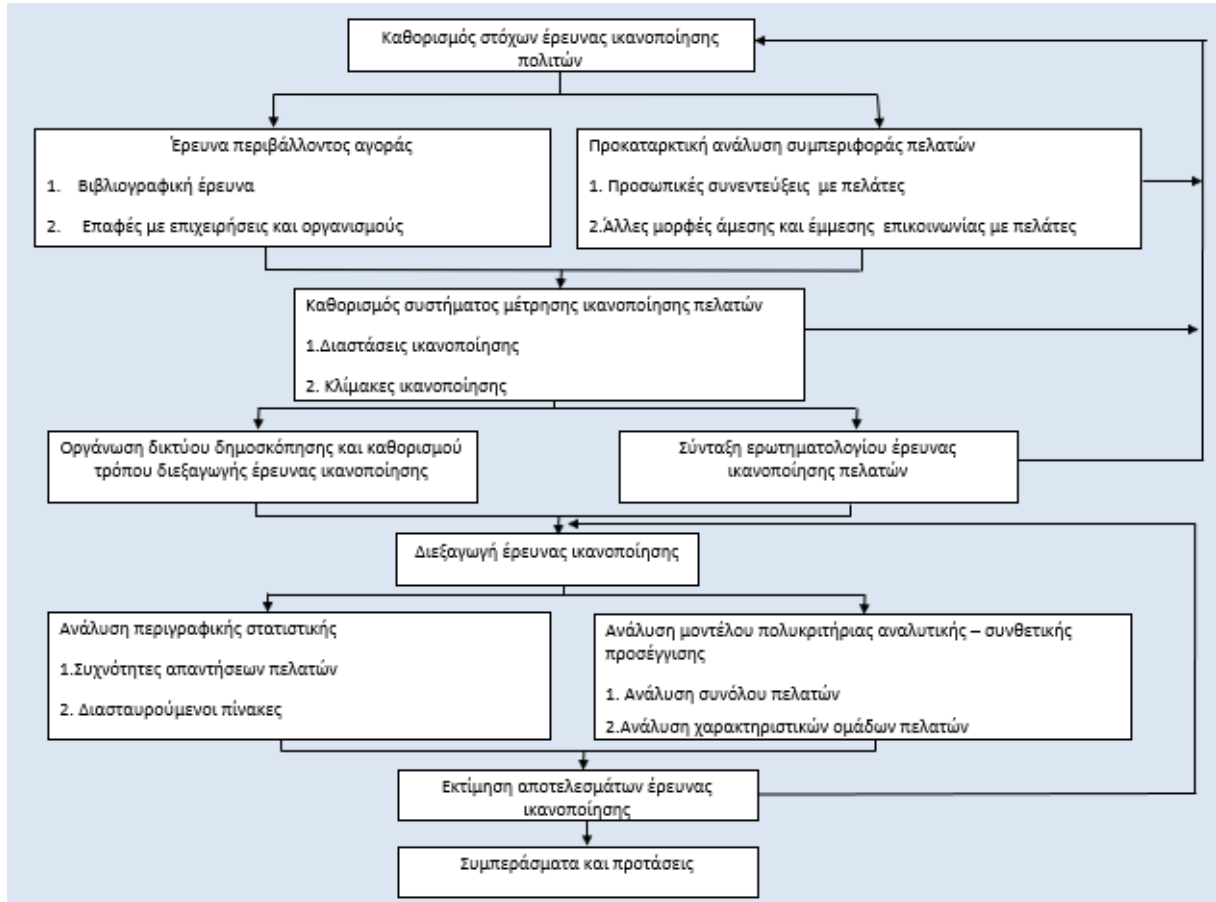
### 3.3.3. Αξιολόγηση MUSA

Τα σημαντικότερα στάδια αξιολόγησης με τη μέθοδο MUSA είναι τα εξής και απεικονίζονται στην Εικόνα 18 (Grigoroudis & Siskos, 2000):

1. Προκαταρκτική ανάλυση: Σε αυτό το στάδιο καθορίζεται το πρόβλημα το οποίο θα αναλυθεί και θα περιλαμβάνει την αναλυτική αξιολόγηση των στόχων της έρευνας ικανοποίησης και θα πραγματοποιηθεί ανάλυση συμπεριφοράς των χρηστών και περιβάλλοντος αγοράς (Ερωτηματολόγιο και έρευνα).
2. Χρήση ερωτηματολογίου της έρευνας, τον καθορισμό των παραμέτρων της έρευνας και τη διεξαγωγή αυτής. Θα καθορισθούν συγκεκριμένα σημαντικά χαρακτηριστικά της έρευνας όπως το είδος έρευνας, του δείγματος, καθώς και της διαδικασίας πριν να διεξαχθεί.
3. Αναλύσεις: Θα αναλυθεί η πληροφορία που προέκυψε από την δειγματοληψία και θα προσεγγισθεί ποσοτικά από στατιστικές μεθόδους και την πολυκριτηριακή μέθοδο MUSA. Επίσης θα υπάρξει και ανάλυση διαχωρισμού όπου θα πραγματοποιηθεί ξεχωριστή ανάλυση για τις ομάδες χρηστών, με κριτήριο τα χαρακτηριστικά τους.



4. Συμπεράσματα και Προτάσεις: Στο στάδιο αυτό έχουμε την παρουσίαση των αποτελεσμάτων και τις προτάσεις για συγκεκριμένες βελτιώσεις στο σύστημα.



Εικόνα 18: Στάδια αξιολόγησης MUSA (Grigoroudis & Siskos, 2000)

Ο αλγόριθμος της μεθοδολογίας MUSA ολοκληρώνεται με τη φάση της ανάλυσης της μετα-βελτιστοποίησης, η οποία πραγματοποιείται για την ανάλυση της ευστάθειας της μεθόδου, αφού αυτή βασίζεται στις γενικές αρχές του γραμμικού προγραμματισμού. Η ανάλυση αυτή επιτρέπει την ανάλυση ευστάθειας της βέλτιστης λύσης, δεδομένου ότι το εύρος των τιμών που παίρνουν οι μεταβλητές στις διάφορες ημιβέλτιστες λύσεις είναι ευσταθείς, ενώ σε αντίθετη περίπτωση η λύση είναι ασταθής. (Γρηγορούδης και Σίσκος, 2000; Grigoroudis & Siskos, 2010).

### 3.3.3 Επισκόπηση του συστήματος MUSA

Το σύστημα εφαρμόζει τη μεθοδολογία MUSA προκειμένου να αξιολογήσει την ικανοποίηση των πελατών. Τα κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος περιλαμβάνουν:

- Απλότητα, η οποία επιτυγχάνεται με τη χρήση αποτελεσματικών μεθόδων διαχείρισης δεδομένων.
- Φιλικότητα μέσω της υλοποίησης γραφικής διεπαφής χρήστη.
- Αποτελεσματικότητα, με βάση τα παρεχόμενα αναλυτικά αποτελέσματα για τη συμπεριφορά των πελατών, την απόδοση του οργανισμού, πιθανές βελτιωτικές ενέργειες.

Τα αρχεία δεδομένων εισόδου και εξόδου έχουν πολύ απλή μορφή γιατί είναι βασικά αρχεία κειμένου (αρχεία ASCII) και ως εκ τούτου είναι πλήρως συμβατά με όλα σχεδόν τα προγράμματα εφαρμογών (υπολογιστικά φύλλα, DBMS κ.λπ.). Με αυτόν τον τρόπο, τα δεδομένα MUSA μπορούν να διαβαστούν από ένα εξωτερικό αρχείο κειμένου ή να εισαχθούν απευθείας στο πρόγραμμα. Το αρχείο δεδομένων αποτελεσμάτων αποθηκεύεται επίσης σε μορφή κειμένου, ώστε ο χρήστης να μπορεί να το χρησιμοποιήσει για να πραγματοποιήσει κάθε είδους συμπληρωματική ανάλυση με άλλα πακέτα λογισμικού.

Οι πληροφορίες που απαιτούνται για τη δημιουργία αρχείων δεδομένων αναφέρονται βασικά στον ορισμό των μεταβλητών του μοντέλου MUSA. Είναι πολύ σημαντικό να αναφέρουμε ότι ο τύπος των πληροφοριών που διαχειρίζεται το σύστημα MUSA μπορεί να είναι είτε ποσοτικός (τιμή, χρόνος κ.λπ.) είτε ποιοτικός (εικόνα της εταιρείας, συμπεριφορά του προσωπικού κ.λπ.). Γενικά, προκειμένου να συλλεχθούν δεδομένα εισόδου για το πρόβλημα της ικανοποίησης πελατών, θα πρέπει να χρησιμοποιείται μια προκαθορισμένη ποιοτική κλίμακα ικανοποίησης για το σύνολο των κριτηρίων/υποκριτηρίων. Δεν υπάρχει περιορισμός στον αριθμό και τις προδιαγραφές των επιπέδων ικανοποίησης στο MUSA, τα οποία μπορεί να διαφέρουν από το ένα κριτήριο/υποκριτήριο στο άλλο.

### 3.4.Βιβλιογραφική ανασκόπηση μελετών που έχουν εφαρμόσει το σύστημα MUSA

Η Πολυκριτήρια Μεθοδολογία Ικανοποίησης Χρηστών (MUSA) είναι μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ικανοποίησης

των χρηστών σε διάφορους τομείς. Έχει εφαρμοστεί σε διάφορους τομείς όπως το ηλεκτρονικό εμπόριο, οι μεταφορές, η εκπαίδευση και η υγειονομική περίθαλψη, μεταξύ άλλων. Η μεθοδολογία έχει σχεδιαστεί για να παρέχει μια ισχυρή και λεπτομερή αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά κριτήρια που συμβάλλουν στη συνολική εμπειρία χρήστη.

Η βιβλιογραφία για το MUSA είναι πλούσια και ποικίλη, με μελέτες που διερευνούν την εφαρμογή του σε διαφορετικά πλαίσια και βελτιώνουν τη μεθοδολογία ώστε να ανταποκρίνεται σε συγκεκριμένες ανάγκες. Αυτή η βιβλιογραφική ανασκόπηση στοχεύει να παρέχει μια επισκόπηση των βασικών μελετών σε αυτόν τον τομέα, εστιάζοντας στον τρόπο χρήσης του MUSA, στις πληροφορίες που παρείχε και στον αντίκτυπο που είχε στη βελτίωση της ικανοποίησης των χρηστών.

Η ανασκόπηση θα καλύψει βασικές μελέτες που έχουν συμβάλει σημαντικά στην κατανόηση και την εφαρμογή του MUSA. Αυτές οι μελέτες έχουν επιλεγεί με βάση τη συνάφειά τους με το θέμα, το βάθος της ανάλυσής τους και τον αριθμό των αναφορών τους, που αποτελεί δείκτη της επιρροής τους στο πεδίο.

Οι μελέτες κυμαίνονται από θεωρητικές συζητήσεις της μεθοδολογίας MUSA έως πρακτικές εφαρμογές σε διάφορους τομείς. Παρέχουν μια ολοκληρωμένη επισκόπηση της κατάστασης του πεδίου και προσφέρουν πολύτιμες γνώσεις για τα δυνατά σημεία και τους περιορισμούς του MUSA. Εξετάζοντας αυτές τις μελέτες, μπορούμε να αποκτήσουμε μια βαθύτερη κατανόηση του πώς λειτουργεί το MUSA, πώς μπορεί να εφαρμοστεί και πώς μπορεί να βελτιωθεί για να εξυπηρετήσει καλύτερα τις ανάγκες των χρηστών.

Κάθε μελέτη θα συζητηθεί, συνοψίζοντας τους στόχους, τη μεθοδολογία, τα ευρήματα και τις επιπτώσεις της. Η ανασκόπηση θα ολοκληρωθεί με μια σύνθεση των κύριων θεμάτων και τάσεων της βιβλιογραφίας, καθώς και με προτάσεις για μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις.

**"A multicriteria satisfaction analysis of the user-technology interaction in the manufacturing sektor" των Γρηγορούδη, Ε., & Σίσκος, Γ. (1999):** Αυτή η εργασία παρουσιάζει μια μέθοδο πολυκριτηριακής ανάλυσης ικανοποίησης (MUSA), η οποία εφαρμόζεται στον χρήστη- αλληλεπίδραση τεχνολογίας στον μεταποιητικό τομέα. Η

μέθοδος MUSA βασίζεται στις αρχές της πολυκριτηριακής βοήθειας απόφασης και στοχεύει στη μέτρηση και ανάλυση της ικανοποίησης των χρηστών.

**«Αποσύνθεση προτιμήσεων για τη μέτρηση και την ανάλυση της ικανοποίησης πελατών: Η μέθοδος MUSA» των Σίσκος, Γ., & Γρηγορούδης, Ε. (2002):** Αυτή η εργασία εισάγει τη μέθοδο MUSA (Multicriteria Satisfaction Analysis), η οποία είναι μια νέα προσέγγιση για τη μέτρηση και την ανάλυση ικανοποίησης των πελατών. Η μέθοδος MUSA βασίζεται στις αρχές του διαχωρισμού των προτιμήσεων και στοχεύει στην παροχή μιας ολοκληρωμένης ανάλυσης της ικανοποίησης των πελατών.

**«Customer Satisfaction Evaluation: Methods for Measuring and Implementing Service Quality» των Γρηγορούδη, Ε., & Σίσκος, Γ. (2010):** Αυτό το βιβλίο παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των μεθόδων και τεχνικών αξιολόγησης της ικανοποίησης πελατών, με ιδιαίτερη έμφαση στη μεθοδολογία MUSA. Παρέχει πρακτική καθοδήγηση για την εφαρμογή αυτών των μεθόδων σε διάφορους τομείς υπηρεσιών.

**«A research of customer satisfaction barometers: Some results from the transportation-communications sektor» των Γρηγορούδη, Ε., Τσιτσιρίδη, Ε., & Ζοπουνίδη, Χ. (2013):** Αυτή η εργασία παρουσιάζει μια έρευνα για τα βαρόμετρα ικανοποίησης πελατών στη μεταφορά- τομέα των επικοινωνιών. Οι συγγραφείς εφαρμόζουν τη μέθοδο MUSA για να αναλύσουν την ικανοποίηση των πελατών και να παρέχουν πληροφορίες για την απόδοση του κλάδου.

**«Σύνδεση ικανοποίησης πελατών, αξιολόγησης εργαζομένων και επιχειρηματικής απόδοσης: μια μεθοδολογία αξιολόγησης στον τραπεζικό τομέα» των Γρηγορούδη, Ε., Ορφανουδάκη, Ε., & Ζοπουνίδη, Γ. (2012):** Αυτή η εργασία παρουσιάζει μια μεθοδολογία για τη σύνδεση της ικανοποίησης πελατών, αξιολόγησης των εργαζομένων και των επιχειρηματικών επιδόσεων στον τραπεζικό τομέα. Οι συγγραφείς εφαρμόζουν τη μέθοδο MUSA για να αναλύσουν αυτούς τους συνδέσμους και να παρέχουν μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της απόδοσης του κλάδου.

**«Μέτρηση ικανοποίησης πελατών στον τομέα της ιδιωτικής τράπεζας» των Γρηγορούδη, Ε., Πολίτης, Γ., & Σίσκος, Υ. (2014):** Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια μεθοδολογία μέτρησης ικανοποίησης πελατών για τον ιδιωτικό τραπεζικό τομέα.

Οι συγγραφείς εφαρμόζουν τη μέθοδο MUSA για να αναλύσουν την ικανοποίηση των πελατών και να παρέχουν πληροφορίες για την απόδοση του κλάδου.

**«Μοντελοποίηση ικανοποίησης πελατών στις κινητές τηλεπικοινωνίες» των Γρηγορούδη, Ε., Πολίτης, Γ., & Σίσκος, Υ. (2014):** Η παρούσα εργασία παρουσιάζει ένα μοντέλο ικανοποίησης πελατών στον τομέα των κινητών τηλεπικοινωνιών. Οι συγγραφείς εφαρμόζουν τη μέθοδο MUSA για να αναλύσουν την ικανοποίηση των πελατών και να παρέχουν πληροφορίες για την απόδοση του κλάδου.

**Σίσκος, Υ., & Σπυριδάκος, Α. (1999). Έξυπνη υποστήριξη αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων: Επισκόπηση και προοπτικές.** Αυτή η μελέτη συζητά τη χρήση έξυπνων πολυκριτηριακών συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων, παρέχοντας μια επισκόπηση του πεδίου και συζητώντας τις μελλοντικές προοπτικές. Οι συγγραφείς, Σίσκος και Σπυριδάκος, είναι γνωστοί για το έργο τους στην επιχειρησιακή έρευνα και αυτή η εργασία συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου αποτελεσματικής χρήσης των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων.

**Γρηγορούδης, Ε., Πολίτης, Υ., & Σίσκος, Υ. (2018). Ανάλυση ικανοποίησης και ενέργειες ιεράρχησης: μια εφαρμογή σε έναν οργανισμό υγειονομικής περίθαλψης** Το έγγραφο συζητά την ανάλυση ικανοποίησης και τις ενέργειες ιεράρχησης σε έναν οργανισμό υγειονομικής περίθαλψης. Το έγγραφο συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου ανάλυσης της ικανοποίησης και ιεράρχησης των ενεργειών σε ένα πλαίσιο υγειονομικής περίθαλψης.

**Μανίκαρος, Ν., & Αυγερινός, Ε. (2023). Cluster sampling MUSA methodology for user satisfaction analysis of an educational distance-learning platform** Το άρθρο εξετάζει την εφαρμογή της μεθοδολογίας MUSA (Multicriteria Satisfaction Analysis) για την ανάλυση της ικανοποίησης των χρηστών μιας εκπαιδευτικής πλατφόρμας εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, χρησιμοποιώντας δειγματοληψία συστάδων. Αυτό το έγγραφο συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου αποτελεσματικής μέτρησης και ανάλυσης της ικανοποίησης των χρηστών στο πλαίσιο της εξ αποστάσεως εκπαίδευσης.

**Colom, J., Szerman, N., Sabater Cabrera, E., Ferre, F., Pascual, F., Gilabert-Perramon, A., Casado, M., Bobes, J., & Grupo de trabajo Mcda-Oud. (2020). Estudio para la determinación de medidas de resultados en salud relacionadas en el**

**trastorno por consumo de opiáceos.** Το έγγραφο συζητά μια μελέτη για τον προσδιορισμό των σχετικών μέτρων για την έκβαση της υγείας στη διαταραχή χρήσης οπιοειδών, χρησιμοποιώντας πολυκριτηριακή ανάλυση απόφασης. Οι συγγραφείς, συμπεριλαμβανομένων των Colom, Szerman, Sabater Cabrera και άλλων, είναι γνωστοί για το έργο τους στις μελέτες εθισμού. Αυτό το έγγραφο συμβάλλει στην κατανόηση του τρόπου αποτελεσματικής μέτρησης των αποτελεσμάτων υγείας στο πλαίσιο της διαταραχής χρήσης οπιοειδών.

**Αξιολόγηση τεχνολογίας υγείας (HTA) οπτοηλεκτρονικών βιοαισθητήρων για ογκολογία με διεργασία αναλυτικής ιεραρχίας (AHP) και κλίμακα Likert (<https://dx.doi.org/10.1186/s12874-019-0775-z>) από τον G. Improta , A. Perrone, Mario Alessandro Russo, M. Triassi.** Αυτή η εργασία εξετάζει την εφαρμογή πολυκριτηριακών μεθόδων απόφασης, συμπεριλαμβανομένης της κλίμακας Likert και της μεθοδολογίας MUSA, στην αξιολόγηση των νέων τεχνολογιών υγείας. Η μελέτη επικεντρώνεται στη χρήση αυτών των μεθόδων για την αξιολόγηση της ποιότητας των υπηρεσιών μιας νέας τεχνολογίας υγείας για τον προσδιορισμό της θυρεοσφαιρίνης σε ασθενείς με διαφοροποιημένο καρκίνο του θυρεοειδούς.

**Applying a Multicriteria Satisfaction Analysis Approach Based on User Preferences to Rank Usability Attributes in E-tourism Websites από τους N.htakis, N.htakis. Ματσατσίνης.** Αυτή η εργασία παρουσιάζει την εφαρμογή της μεθόδου MUSA για την ταξινόμηση των χαρακτηριστικών ευχρηστίας σε ιστότοπους με βάση τη σημασία τους για ανταγωνιστικότητα. Η μελέτη επικεντρώνεται σε ιστότοπους ηλεκτρονικού τουρισμού.

**Customer satisfaction in the digital era: στοιχεία από την ισλαμική τραπεζική από τον Ghazi Zouari, Marwa Abdelhedi.** Αυτή η εργασία εξετάζει τον αντίκτυπο της ψηφιοποίησης, ως διάσταση της ποιότητας των υπηρεσιών, στην ικανοποίηση των πελατών στο πλαίσιο της ισλαμικής τραπεζικής. Η μελέτη βασίζεται σε ένα εκτεταμένο μοντέλο SERVQUAL.

**Evaluation of e-Government Web Portals: The Case of Agricultural e-Government Services in Greece του T. Μπουρνάρη.** Η παρούσα εργασία χρησιμοποιεί τη μέθοδο MUSA για να αξιολογήσει την ικανοποίηση των χρηστών από τις αγροτικές υπηρεσίες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης στην Ελλάδα. Η μελέτη

προσδιορίζει τα δυνατά και τα αδύναμα σημεία των υπηρεσιών και τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά χρηστικότητας που είναι πιο σημαντικά για την ικανοποίηση των χρηστών.

Εν γένει, η Πολυκριτήρια Μεθοδολογία Ικανοποίησης Χρηστών (MUSA) αποτελεί έναν ισχυρό εργαλείο για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών σε διάφορα πεδία, όπως η τεχνολογία υγείας, ο ηλεκτρονικός τουρισμός, η ηλεκτρονική διακυβέρνηση και η τραπεζική. Η εφαρμογή της MUSA σε αυτά τα πεδία έχει αποκαλύψει σημαντικές τάσεις και προσφέρει προτάσεις για μελλοντικές ερευνητικές κατευθύνσεις.

Η MUSA εφαρμόζεται ευρέως στην αξιολόγηση των νέων τεχνολογιών υγείας. Η χρήση πολυκριτηριακών μεθόδων απόφασης, όπως η κλίμακα Likert, επιτρέπει την αξιολόγηση της ποιότητας των υπηρεσιών μιας νέας τεχνολογίας υγείας με βάση την ικανοποίηση των χρηστών. Η μελλοντική έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στην εφαρμογή της MUSA σε άλλες τεχνολογίες υγείας και στην εξέταση της επίδρασης διάφορων παραγόντων στην ικανοποίηση των χρηστών.

Στον τομέα του ηλεκτρονικού τουρισμού, η MUSA χρησιμοποιείται για την ταξινόμηση των χαρακτηριστικών ευχρηστίας σε ιστότοπους με βάση τη σημασία τους για την ανταγωνιστικότητα. Η μελλοντική έρευνα μπορεί να εξετάσει πώς η MUSA μπορεί να εφαρμοστεί σε άλλες βιομηχανίες ηλεκτρονικού εμπορίου και πώς η ικανοποίηση των χρηστών μπορεί να επηρεάσει την ανταγωνιστικότητα των ιστοτόπων.

Στην τραπεζική, η MUSA χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των πελατών στην ψηφιακή εποχή. Η μελλοντική έρευνα μπορεί να εξετάσει τον αντίκτυπο της ψηφιοποίησης σε άλλες τραπεζικές υπηρεσίες και τη σχέση μεταξύ της ψηφιοποίησης και της ικανοποίησης των πελατών.

Στην ηλεκτρονική διακυβέρνηση, η MUSA χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των διαδικτυακών πυλών της κυβέρνησης. Η μελλοντική έρευνα μπορεί να εξετάσει την εφαρμογή της MUSA σε άλλες υπηρεσίες ηλεκτρονικής διακυβέρνησης και την επίδραση των διάφορων παραγόντων στην ικανοποίηση των χρηστών.

Συνολικά, η MUSA προσφέρει έναν ισχυρό μηχανισμό για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών σε διάφορα πεδία. Η μελλοντική έρευνα μπορεί να

επικεντρωθεί στην εφαρμογή της MUSA σε άλλα πεδία και στην εξέταση της επίδρασης διάφορων παραγόντων στην ικανοποίηση των χρηστών.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Μελέτη περίπτωσης Αξιολόγησης Λογισμικών με την χρήση του Μαθηματικού Μοντέλου M.U.S.A.

### 4.1.Εισαγωγή – Η περίπτωση του εκπαιδευτικού λογισμικού GeoGebra

Η εκπαιδευτική τεχνολογία έχει αναμορφώσει τον τρόπο με τον οποίο οι μαθητές αποκτούν γνώσεις και αναπτύσσουν δεξιότητες. Ένα από τα πιο αξιοσημείωτα εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση των μαθητών είναι το εκπαιδευτικό λογισμικό. Στο πλαίσιο αυτό, το GeoGebra έχει αναδειχθεί ως ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα λογισμικά γεωμετρίας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Το GeoGebra συνδυάζει τη γεωμετρία, την αλγεβρική και την αριθμητική προσέγγιση, επιτρέποντας στους μαθητές να εξερευνήσουν και να κατανοήσουν μαθηματικά θέματα με πιο ολοκληρωμένο τρόπο. Ωστόσο, η αξιολόγηση των μαθητών και η παρακολούθηση της προόδου τους μπορεί να αποτελέσει πρόκληση για τους εκπαιδευτικούς. Αυτό είναι όπου η εφαρμογή του αλγορίθμου M.U.S.A. αποκτά ιδιαίτερη σημασία.

Ο αλγόριθμος M.U.S.A. αναπτύχθηκε με στόχο να προσφέρει ένα σύστημα αξιολόγησης για το GeoGebra, που βασίζεται σε μια συνολική κατανόηση των μαθηματικών από τον μαθητή. Αντί να επικεντρώνεται απλώς στην ορθότητα των απαντήσεων ή την αποτελεσματική χρήση των εργαλείων του GeoGebra, ο αλγόριθμος M.U.S.A. επιδιώκει να αξιολογήσει τη βαθύτερη κατανόηση των μαθηματικών εννοιών και την ικανότητα των μαθητών να συνδέσουν διάφορα μαθηματικά θέματα.

Η εφαρμογή του αλγορίθμου M.U.S.A. στο GeoGebra προσφέρει ένα πλαίσιο αξιολόγησης που ενθαρρύνει την ανάπτυξη της μαθηματικής κατανόησης και της σκέψης των μαθητών. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο των μαθητών, να αναγνωρίζουν τις αδυναμίες και τις δυνατότητές τους και να παρέχουν εξατομικευμένη υποστήριξη. Αυτή η εξέλιξη στην αξιολόγηση επιτρέπει τη δημιουργία πιο δυναμικών και αποτελεσματικών περιβαλλόντων μάθησης, ενισχύοντας την μαθησιακή εμπειρία των μαθητών στο πεδίο της γεωμετρίας και των μαθηματικών γενικότερα.

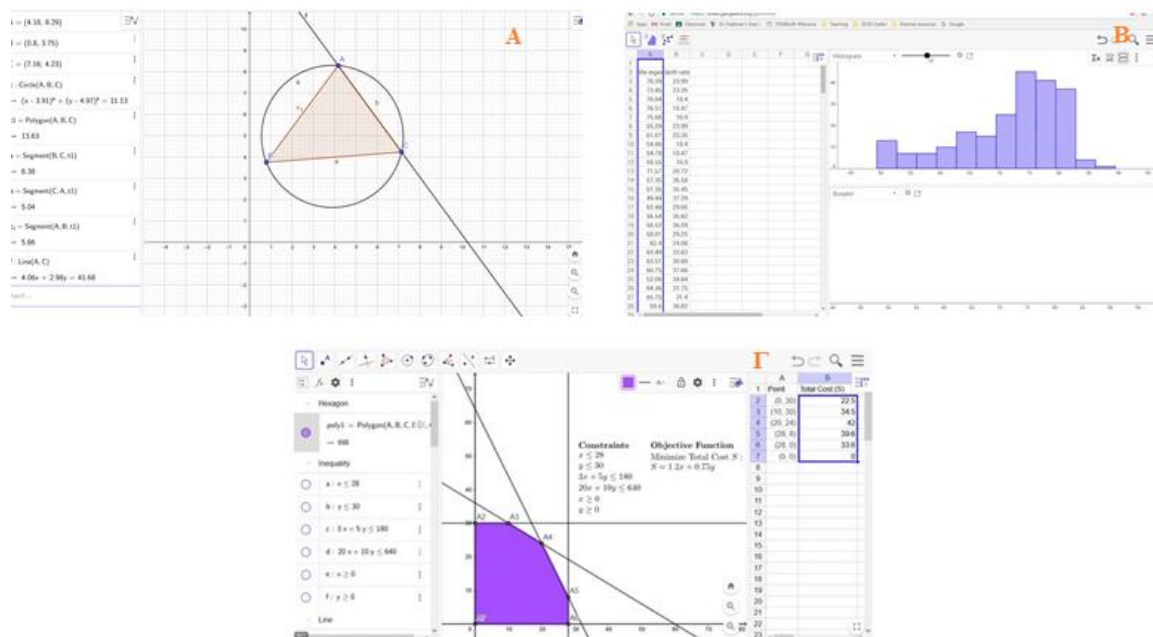
Συνολικά, η εφαρμογή του αλγορίθμου M.U.S.A. στο GeoGebra αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση στην αξιολόγηση της μαθηματικής κατανόησης των μαθητών. Ενθαρρύνει την εμπλοκή, την ανάλυση και την κριτική σκέψη των μαθητών, προάγοντας ένα ενεργητικό περιβάλλον μάθησης. Με την επιτυχή εφαρμογή του, το εκπαιδευτικό λογισμικό GeoGebra μπορεί να παράσχει ακόμη πιο αξιόπιστη και εξελιγμένη εμπειρία μάθησης, επιτρέποντας στους μαθητές να αναπτύξουν τις μαθηματικές τους ικανότητες και να επιτύχουν μεγαλύτερη μαθησιακή πρόοδο.

Κατά τη διάρκεια των lockdown, λόγω της πανδημίας του COVID19, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στην Ελλάδα έγινε επιλογή επιτακτική για τους Εκπαιδευτικούς και Φοιτητές-Μαθητές. Οι γρήγορες απαντήσεις και ο αποτελεσματικός προγραμματισμός έγιναν ουσιαστικοί καθώς κανείς δεν ήταν προετοιμασμένος για μια κοινωνική και εκπαιδευτική κρίση αυτής της κλίμακας. Νέοι ρόλοι και εμπειρίες προέκυψαν για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στο εκπαιδευτικό στερέωμα (Αναστασιάδης, 2020). Οι μαθητές διδάσκονται ξεπερνώντας τα όρια του παραδοσιακού προγράμματος σπουδών ή την παραδοσιακή τάξη μέσω εναλλακτικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και πρακτικών μαζί με ομάδες αναφοράς, όπως άλλοι συμμαθητές και δάσκαλοι (Shelly et al., 2012).

Για την διαδικασία της τηλεκπαίδευσης χρησιμοποιήθηκε εκτός των άλλων και το εκπαιδευτικό λογισμικό γεωμετρίας GeoGebra. Το GeoGebra είναι ένα δυναμικό λογισμικό μαθηματικών για όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης που συνδυάζει γεωμετρία, άλγεβρα, υπολογιστικά φύλλα, γραφήματα, στατιστική και λογισμούς σε μία μηχανή. Επιπλέον, το GeoGebra προσφέρει μια διαδικτυακή πλατφόρμα με πάνω από 1 εκατομμύριο δωρεάν πόρους στην τάξη που δημιουργήθηκαν από την πολύγλωσση κοινότητά του. Αυτοί οι πόροι μπορούν εύκολα να κοινοποιηθούν μέσω της πλατφόρμας συνεργασίας GeoGebra Classroom, όπου η πρόοδος των μαθητών μπορεί να παρακολουθείται σε πραγματικό χρόνο. Ο όρος δυναμική γεωμετρία οφείλεται στους Jackiw και Rasmussen, αρχικά επινοήθηκε για να χαρακτηρίσει το βασικό γνώρισμα που διακρίνει λογισμικά όπως το Geogebra, το Geometer Sketchpad και το Cabri Geometry II κλπ, που είναι ο συνεχής και σε πραγματικό χρόνο μετασχηματισμός των γεωμετρικών αντικειμένων που συχνά αποκαλείται «σύρσιμο» (dragging). Κατά τους μετασχηματισμούς, το λογισμικό διατηρεί όλες τις σχέσεις που ορίστηκαν ως

ουσιαστικούς περιορισμούς της αρχικής κατασκευής και όλες τις σχέσεις που είναι μαθηματικές συνέπειες αυτών (Finzer & Jackiw, 1998). Οι διδακτικολόγοι των μαθηματικών ισχυρίζονται ότι το δυναμικό γεωμετρικό λογισμικό που έχει αναπτυχθεί, αποτελεί την πιο σημαντική εξέλιξη στη γεωμετρία από την εποχή του Ευκλείδη (Leung, 2008; Pitta & Christou, 2009).

Το GeoGebra είναι μια κοινότητα εκατομμυρίων χρηστών που βρίσκονται σχεδόν σε κάθε χώρα. Έχει γίνει ο κορυφαίος πάροχος λογισμικού δυναμικών μαθηματικών, υποστηρίζοντας την επιστήμη, την τεχνολογία, τη μηχανική και τα μαθηματικά (STEM) εκπαίδευση και καινοτομίες στη διδασκαλία και τη μάθηση παγκοσμίως. Η μηχανή μαθηματικών του GeoGebra τροφοδοτεί εκατοντάδες εκπαιδευτικούς ιστότοπους σε όλο τον κόσμο με διαφορετικούς τρόπους, από απλές επιδείξεις έως πλήρη διαδικτυακά συστήματα αξιολόγησης. Ως ανοιχτό λογισμικό, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλες τις βαθμίδες της εκπαίδευσης, από το δημοτικό μέχρι και το πανεπιστήμιο, προσφέροντας δυνατότητες τροποποίησης του περιβάλλοντος ανάλογα με το επίπεδο και το περιεχόμενο της διδασκαλίας. Είναι μεταφρασμένο στα ελληνικά και παρέχεται δωρεάν. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους παρακάτω κλάδους των Μαθηματικών: Γεωμετρία, Άλγεβρα, Ανάλυση, Στατιστική, Πιθανότητες, Διακριτά Μαθηματικά, Γραμμική Άλγεβρα, Θεωρία Αριθμών, Μιγαδική Ανάλυση και Αναλυτική Γεωμετρία.



**Εικόνα 19.** Περιβάλλον Εργασίας GeoGebra σε πολλαπλά πεδία των μαθηματικών. Α) Πεδίο Αναλυτικής Γεωμετρίας, Β) Πεδίο Στατιστικής, Γ) Πεδίο Προβλημάτων Βελτιστοποίησης (Επεξεργασία από το συγγραφέα).

Το 2021, το GeoGebra έγινε μέρος της οικογένειας BYJU'S με εκατοντάδες εκατομμύρια μαθητές στις πλατφόρμες εκμάθησής τους. Οι εφαρμογές, οι πόροι στην τάξη, το GeoGebra Classroom και άλλες λειτουργίες του GeoGebra θα συνεχίσουν να είναι διαθέσιμα στο κοινό δωρεάν. Το GeoGebra συνεχίζει να λειτουργεί ως ανεξάρτητη μονάδα εντός του ομίλου BYJU'S υπό την ηγεσία των αρχικών ιδρυτών και προγραμματιστών του GeoGebra.

Το παρόν κεφάλαιο κάνει μια αναφορά στο Μαθηματικό Μοντέλο MUSA (MUlticriteria Satisfaction Analysis) και κατόπιν παρουσιάζει την αξιολόγηση ικανοποίησης χρηστών του ανωτέρω μαθηματικού λογισμικού, που χρησιμοποιήθηκε για την τηλεκπαίδευση των μαθητών διαφόρων εκπαιδευτικών βαθμίδων και παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του καθώς και τα αποτελέσματα.

#### 4.2.Μεθοδολογία εφαρμογής M.U.S.A για αξιολόγηση του GeoGebra

Η παρούσα ενότητα παρουσιάζει τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων στην παρούσα μελέτη περίπτωσης αξιολόγησης του λογισμικού GeoGebra με τη χρήση του μαθηματικού μοντέλου M.U.S.A.

#### **4.2.1 Σχεδιασμός της Έρευνας**

Ο σχεδιασμός της έρευνας βασίστηκε σε μια συλλογική προσέγγιση, συνδυάζοντας την ανάλυση των μαθηματικών μοντέλων αξιολόγησης Πιστοποίησης κριτηρίων και χρήσης-διαχείρισης πόρων (TAM, UTAUT, MUSA) και την αξιολόγηση του λογισμικού GeoGebra σε πραγματικό περιβάλλον με εκπαιδευτικούς, φοιτητές-μαθητές και δημόσιους υπαλλήλους.

#### **4.2.2 Συλλογή Δεδομένων**

Για τη συλλογή των δεδομένων, χρησιμοποιήθηκε ένας συνδυασμός ερωτηματολογίων που αναπτύχθηκαν βασισμένα στα μαθηματικά μοντέλα αξιολόγησης και τις απαιτήσεις της παρούσας μελέτης περίπτωσης. Τα ερωτηματολόγια διανεμήθηκαν σε ένα δείγμα 50 εκπαιδευτικών, φοιτητών-μαθητών και δημοσίων υπαλλήλων που είχαν εμπειρία στη χρήση του λογισμικού GeoGebra.

Τα ερωτηματολόγια περιλάμβαναν ερωτήσεις που αναφέρονταν στην αποδοχή και την ευκολία χρήσης του GeoGebra, την εμπειρία των συμμετεχόντων στη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού, την αντίληψή τους για την ποιότητα της εκπαιδευτικής διαδικασίας με την χρήση του GeoGebra και την πρόθεσή τους να χρησιμοποιήσουν το λογισμικό στα πλαίσια ενός μαθήματος Μαθηματικών.

#### **4.2.3 Ανάλυση Δεδομένων**

Οι απαντήσεις από τα ερωτηματολόγια αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας μια ποιοτική και ποσοτική προσέγγιση. Οι ποσοτικές απαντήσεις υποβλήθηκαν σε στατιστική ανάλυση, συμπεριλαμβανομένων μέσων τιμών, αποκλίσεων και συσχετίσεων. Οι ποιοτικές απαντήσεις αναλύθηκαν με τη χρήση θεματικής ανάλυσης για την αναγνώριση κύριων θεμάτων και προκλήσεων που αναδύονταν από τα δεδομένα.

#### **4.2.4 Επισκόπηση της Διαδικασίας Αξιολόγησης**

Με βάση την ανάλυση των δεδομένων, παρουσιάζεται μια επισκόπηση της αξιολόγησης του λογισμικού GeoGebra με την χρήση του μαθηματικού μοντέλου M.U.S.A. Συγκρίνονται οι απόψεις και οι αντιλήψεις των συμμετεχόντων και αναδεικνύονται τα πλεονεκτήματα και τα πιθανά προβλήματα που προκύπτουν από τη χρήση του λογισμικού σε εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Συνολικά, η μεθοδολογία έρευνας που ακολουθήθηκε στην παρούσα μελέτη περίπτωσης παρέχει μια εμπειριστατωμένη κατανόηση της εμπειρίας και της αντίληψης των συμμετεχόντων σχετικά με το λογισμικό GeoGebra και την εφαρμογή του μαθηματικού μοντέλου M.U.S.A. Αυτή η ανάλυση αποτελεί τη βάση για τη σύνταξη συμπερασμάτων και συστάσεων που θα παρουσιαστούν σε επόμενη ενότητα.

#### **4.2.5.Ερωτηματολόγιο έρευνας ικανοποίησης χρηστών από το GeoGebra**

Παρακάτω παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο με τα σχετικά ερωτήματα και κλίμακα απαντήσεων:

##### ΗΛΙΚΙΑ

1. 18-25
2. 30-50
3. 50-65

##### ΡΟΛΟΣ

1. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΣ
2. ΦΟΙΤΗΤΗΣ
3. ΑΛΛΟ

- Κλίμακα απαντήσεων: (1) Καθόλου έως (5) Πολύ

1. Εκμεταλλεύεται τα ψυχομετρικά μοντέλα για να δημιουργήσει τη διαδραστική μάθηση;
2. Οργανώνει τα στοιχεία μάθησης των μαθητών σε ένα αναπτυξιακό πλαίσιο, όπως μια μαθησιακή πρόοδο, ώστε να ερμηνεύει καλύτερα τα αποτελέσματα της αξιολόγησης;
3. Με επίκεντρο τον μαθητή (μοντέλο μαθητή), το περιβάλλον ενσωματώνει διαφορετικές μεθόδους εξέτασης που επιθυμεί ο μαθητής, σύμφωνα με τις γνώσεις, τις δεξιότητες, τις στάσεις και τις πεποιθήσεις του;

4. Είναι εύκολο στη χρήση και αν απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις πληροφορικής;
5. Υποστηρίζει το περιβάλλον συνεχείς διαμορφωτικές αξιολογήσεις ως ουσιαστικό χαρακτηριστικό, ώστε να αποτυπώνει συνεχώς τις σκέψεις των μαθητών παρέχοντας ανατροφοδότηση όπου χρειάζεται, δηλαδή στη μάθηση του κάθε μαθητή;
6. Κοινωνικοκεντρική προσέγγιση: Το περιβάλλον παρέχει τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι μπορούν να διδάσκονται αμφότεροι, όπως μέσω της υποβολής ερωτήσεων, της διαπραγμάτευσης νοημάτων και της προόδου κάθε μαθητή σε σχέση με την κοινή κατανόηση των μαθητών;

Οι απαντήσεις σε κάθε ερώτημα μπορούν να είναι από 1 (Καθόλου) έως 5 (Πολύ), όπου οι συμμετέχοντες επιλέγουν τον βαθμό συμφωνίας τους με κάθε κατηγορία.

Αιτιολόγηση κάθε ερώτησης στο ερωτηματολόγιο:

***1. Εκμεταλλεύεται τα ψυχομετρικά μοντέλα για να δημιουργήσει τη διαδραστική μάθηση;***

Αυτή η ερώτηση αποσκοπεί να αξιολογήσει τον βαθμό χρήσης ψυχομετρικών μοντέλων στη δημιουργία διαδραστικής μάθησης στο λογισμικό. Οι απαντήσεις προσφέρουν πληροφορίες σχετικά με τον βαθμό στον οποίο οι χρήστες αντιλαμβάνονται την παρουσία ψυχομετρικών μοντέλων και την αξία τους στη διαδικασία της μάθησης.

***2. Οργανώνει τα στοιχεία μάθησης των μαθητών σε ένα αναπτυξιακό πλαίσιο, όπως μια μαθησιακή πρόοδο, ώστε να ερμηνεύει καλύτερα τα αποτελέσματα της αξιολόγησης;***

Η ερώτηση αυτή αποβλέπει στον προσδιορισμό του βαθμού στον οποίο το λογισμικό οργανώνει τα στοιχεία μάθησης των μαθητών με στόχο την ανάπτυξη μιας μαθησιακής προόδου. Οι απαντήσεις προσφέρουν πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα αυτής της οργάνωσης και την ικανότητα του λογισμικού να ερμηνεύει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης.

***3. Με επίκεντρο τον μαθητή (μοντέλο μαθητή), το περιβάλλον ενσωματώνει διαφορετικές μεθόδους εξέτασης που επιθυμεί ο μαθητής, σύμφωνα με τις γνώσεις, τις δεξιότητες, τις στάσεις και τις πεποιθήσεις του;***

Αυτή η ερώτηση αποσκοπεί στον προσδιορισμό της προσαρμοστικότητας του περιβάλλοντος μάθησης στις ανάγκες του μαθητή. Οι απαντήσεις παράσχουν πληροφορίες σχετικά με τον βαθμό στον οποίο το λογισμικό λαμβάνει υπόψη τις ατομικές διαφορές και προσφέρει εξειδικευμένες μεθόδους εξέτασης.

***4. Είναι εύκολο στη χρήση και αν απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις πληροφορικής;***

Αυτή η ερώτηση αποσκοπεί να αξιολογήσει τον βαθμό άνεσης και ευκολίας χρήσης του λογισμικού από τους χρήστες. Οι απαντήσεις παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την απλότητα της διεπαφής και την απαιτούμενη γνώση πληροφορικής για την επιτυχή χρήση του.

***5. Υποστηρίζει το περιβάλλον συνεχείς διαμορφωτικές αξιολογήσεις ως ουσιαστικό χαρακτηριστικό, ώστε να αποτυπώνει συνεχώς τις σκέψεις των μαθητών παρέχοντας ανατροφοδότηση όπου χρειάζεται, δηλαδή στη μάθηση του κάθε μαθητή;***

Η ερώτηση αυτή αποβλέπει στον προσδιορισμό της δυνατότητας του περιβάλλοντος να παρέχει συνεχείς διαμορφωτικές αξιολογήσεις και ανατροφοδότηση στους μαθητές. Οι απαντήσεις παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τον βαθμό στον οποίο το λογισμικό προάγει τη συνεχή αξιολόγηση και προσφέρει προσαρμοσμένη ανατροφοδότηση.

***6. Κοινωνικοκεντρική προσέγγιση: Το περιβάλλον παρέχει τρόπους με τους οποίους οι άνθρωποι μπορούν να διδάσκονται αμφότεροι, όπως μέσω της υποβολής ερωτήσεων, της διαπραγμάτευσης νοημάτων και της προόδου κάθε μαθητή σε σχέση με την κοινή κατανόηση των μαθητών;***

Αυτή η ερώτηση αποσκοπεί στην αξιολόγηση της κοινωνικοκεντρικής προσέγγισης του περιβάλλοντος μάθησης και της δυνατότητας των χρηστών να συνεργάζονται και να μοιράζονται γνώσεις. Οι απαντήσεις παράσχουν πληροφορίες σχετικά με τον βαθμό στον οποίο το λογισμικό διευκολύνει την κοινή κατανόηση και τη διαδικασία μάθησης μέσω της αλληλεπίδρασης και της συνεργασίας μεταξύ των μαθητών.

**i. Χορήγηση του ερωτηματολογίου**

Η χορήγηση του ερωτηματολογίου προς τους ερωτώμενους πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό τρόπο κατά την περίοδο του Ιουνίου 2022. Συγκεκριμένα, το



ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε ηλεκτρονικά μέσα από τις φόρμες της Google (Google Forms). Σε πρώτη φάση, υπήρξε πιλοτική χορήγηση του ερωτηματολογίου σε πέντε άτομα. Από τα στοιχεία που προέκυψαν, πραγματοποιήθηκαν ορισμένες απαραίτητες τροποποιήσεις. Στη συνέχεια, το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε στο συνολικό δείγμα της έρευνας.

- Κλίμακα

Η κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι η κλίμακα Likert (με τις επιλογές «πολύ ανικανοποίητος», «ανικανοποίητος», «ουδέτερος», «ικανοποιημένος», «πολύ ικανοποιημένος»)

- Τρόπος ανάλυσης των δεδομένων

Τέλος, αναφορικά με την ανάλυση των δεδομένων, που προέκυψαν έπειτα από τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας στην οποία απάντησαν και οι 50 ερωτηθέντες, για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού GeoGebra αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω του Μαθηματικού Μοντέλου MUSA .

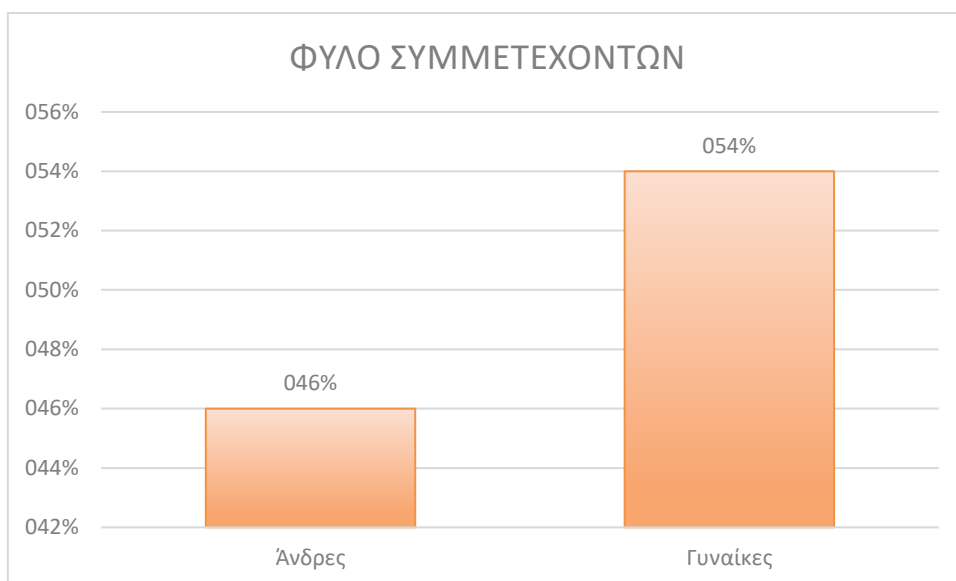
### **4.3. Παρουσίαση περιγραφικών στατιστικών στοιχείων**

Βασιζόμενοι στις εικόνες 20,21 και 22, παρατηρούμε ότι οι συμμετέχοντες στη μελέτη αποτελούνται κατά πλειονότητα από γυναίκες, αντιπροσωπεύοντας το 54% του συνολικού δείγματος, ενώ οι άντρες αποτελούν το 46%. Αυτή η κατανομή φύλου αναδεικνύει το ενδιαφέρον και τη συμμετοχή των γυναικών στον τομέα της εκπαίδευσης και της χρήσης εκπαιδευτικού λογισμικού.

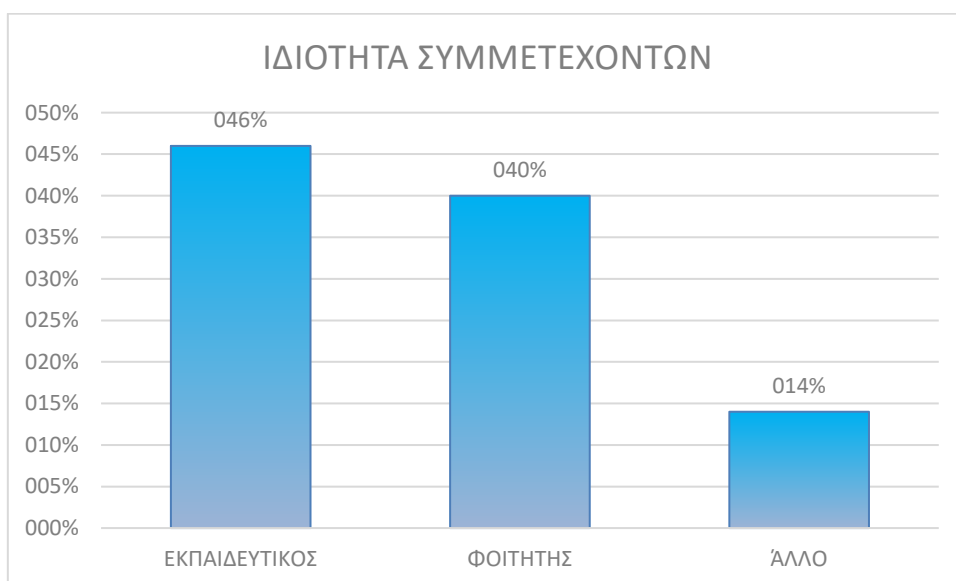
Όσον αφορά την ιδιότητα των συμμετεχόντων, παρατηρούμε ότι οι εκπαιδευτικοί αποτελούν τη μεγαλύτερη ομάδα με 46% του δείγματος. Ακολουθούν οι φοιτητές με ποσοστό 40%, που πιθανότατα αποτελούν μέλη ακαδημαϊκών κοινοτήτων και έχουν εμπειρία στη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού. Το 14% των συμμετεχόντων έχει άλλη ιδιότητα, και σε αυτήν την ομάδα εμπεριέχονται πρόσφατοι απόφοιτοι που έχουν ολοκληρώσει τις σπουδές τους και εργάζονται σε διάφορους τομείς.

Σχετικά με την ηλικία, οι περισσότεροι συμμετέχοντες (42%) ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 26-50 ετών, που πιθανώς να αντιπροσωπεύει τους εκπαιδευτικούς και επαγγελματίες σε μεσήλικη ηλικία. Το 34% ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 18-25 ετών, που μπορεί να αποτελεί τους φοιτητές που συμμετέχουν στη μελέτη. Τέλος, το 24%

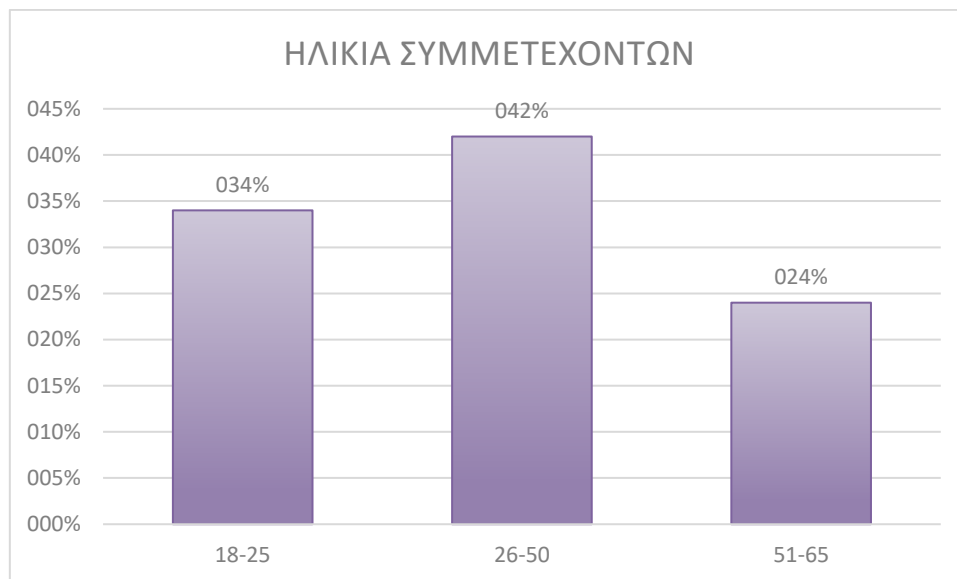
ανήκει στην ηλικιακή ομάδα 51-65 ετών, που πιθανώς να αντιπροσωπεύει εκπαιδευτικούς ή επαγγελματίες με περισσότερη εμπειρία.



Εικόνα 20. Φύλο Συμμετεχόντων



Εικόνα 21. Ιδιότητα συμμετεχόντων



**Εικόνα 22.** Ηλικίες Συμμετεχόντων

Οι παραπάνω πληροφορίες αποτελούν σημαντικά αποτελέσματα της μελέτης και μας δίνουν μια εικόνα για τους συμμετέχοντες και τις χαρακτηριστικές τους. Επιπλέον, η συνολική σύνθεση των συμμετεχόντων αντικατοπτρίζει την ευρύτερη κοινότητα των εκπαιδευτικών, φοιτητών και επαγγελματιών που ασχολούνται με τον εκπαιδευτικό τομέα και τη χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού.

#### 4.4.Αξιολόγηση Κριτηρίων

Βασιζόμενοι στις εικόνες 23, 24, 25 και 26, μπορούμε να αναλύσουμε την αξιολόγηση των κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα ως εξής:

##### 1. Κριτήριο "Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης":

Το 36% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι είναι πολύ ικανοποιημένοι με τη δυνατότητα αυτοαξιολόγησης που παρέχει το λογισμικό. Το 34% δήλωσε ότι είναι ικανοποιημένοι, το 20% δήλωσε ουδετερότητα, το 6% ήταν πολύ δυσαρεστημένο και το 4% ήταν δυσαρεστημένο. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται θετικά τη δυνατότητα αυτοαξιολόγησης που προσφέρει το λογισμικό GeoGebra.

##### 2. Κριτήριο "Διαδραστικότητα":

Το 32% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι είναι πολύ ικανοποιημένοι με τη διαδραστικότητα του λογισμικού. Το 26% δήλωσε ουδετερότητα, το 24% δήλωσε

ικανοποιημένο, το 10% δήλωσε πολύ δυσαρεστημένο και το 8% δήλωσε δυσαρεστημένο. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεωρούν τη διαδραστικότητα του GeoGebra ικανοποιητική.

### 3. Κριτήριο "Διευκόλυνση εποπτείας προόδου μαθητή":

Το 32% των συμμετεχόντων δήλωσε ουδετερότητα, το 30% δήλωσε ικανοποιημένο, το 26% δήλωσε πολύ ικανοποιημένο, το 10% δήλωσε δυσαρεστημένο και το 2% δήλωσε πολύ δυσαρεστημένο. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι περισσότεροι συμμετέχοντες θεωρούν ότι το λογισμικό διευκολύνει την εποπτεία της μαθητικής προόδου στο μάθημα.

### 4. Κριτήριο "Ευκολία Χρήσης":

Το 36% των συμμετεχόντων δήλωσε ουδετερότητα, το 32% δήλωσε ικανοποιημένο, το 16% δήλωσε πολύ ικανοποιημένο, το 12% δήλωσε πολύ δυσαρεστημένο και το 4% ήταν δυσαρεστημένο. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η ευκολία χρήσης του GeoGebra είναι θετική, με την πλειονότητα των συμμετεχόντων να είναι ικανοποιημένοι ή πολύ ικανοποιημένοι με αυτό.

Τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον Πίνακα 19:

#### Πίνακας 20

##### *Αποτελέσματα Αξιολόγησης Κριτηρίων*

A/A Κριτηρίου	Ονομασία Κριτηρίου	Πολύ δυσαρεστημένοι	Δυσάρεστημένοι	Ούτε δυσαρεστημένοι ούτε ευχαριστημένοι	Ευχαριστημένοι	Πολύ ευχαριστημένοι
Κριτήριο 1	Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης	6%	4%	20%	34%	36%
Κριτήριο 2	Διαδραστικότητα	10%	8%	26%	24%	32%
Κριτήριο 3	Διευκόλυνση εποπτείας προόδου φοιτητή	2%	10%	32%	30%	26%
Κριτήριο 4	Ευκολία χρήσης	12%	4%	36%	32%	16%

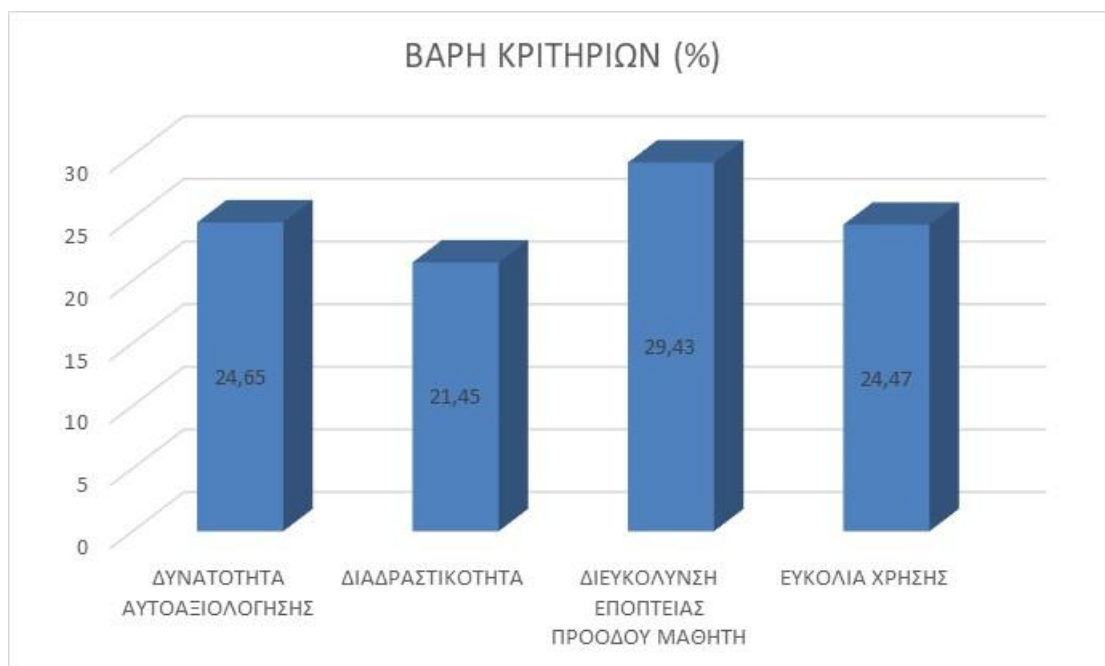
Αυτές οι αξιολογήσεις κριτηρίων παρέχουν σημαντική πληροφορία για την αντίληψη και την αξιολόγηση των συμμετεχόντων σχετικά με τις διάφορες πτυχές του λογισμικού GeoGebra. Οι αναλύσεις αυτές μας βοηθούν να κατανοήσουμε πώς αξιολογείται και ερμηνεύεται το λογισμικό από τους χρήστες του, και προσφέρουν ενδείξεις για πιθανές βελτιώσεις ή προσαρμογές που θα μπορούσαν να γίνουν στο μέλλον.

#### **4.5.Διάγραμμα Βαρών**

Το διάγραμμα βαρών που παρουσιάζεται βασίζεται στον αλγόριθμο MUSA και παρουσιάζει τη σχετική σημαντικότητα των διαφόρων κριτηρίων που εξετάστηκαν στην έρευνα. Τα αποτελέσματα δίνουν το ποσοστό συνολικής σημαντικότητας που αντιστοιχεί σε κάθε κριτήριο.

Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η "Διευκόλυνση Εποπτείας Προόδου Μαθητή" αναγνωρίζεται ως το πλέον σημαντικό κριτήριο με ποσοστό σημαντικότητας 29,43%. Ακολουθεί η "Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης" με ποσοστό 24,65%, η "Ευκολία Χρήσης" με ποσοστό 24,47% και η "Διαδραστικότητα" με ποσοστό 21,45%.

Αυτή η αξιολόγηση των κριτηρίων βαρών παρέχει μια κατανόηση της σημαντικότητας που αποδίδεται σε κάθε κριτήριο από τους συμμετέχοντες της έρευνας. Τα αποτελέσματα μπορούν να βοηθήσουν στη λήψη αποφάσεων για τη βελτίωση και την ανάπτυξη του λογισμικού GeoGebra, με έμφαση στα κριτήρια που θεωρούνται πιο σημαντικά από τους χρήστες.



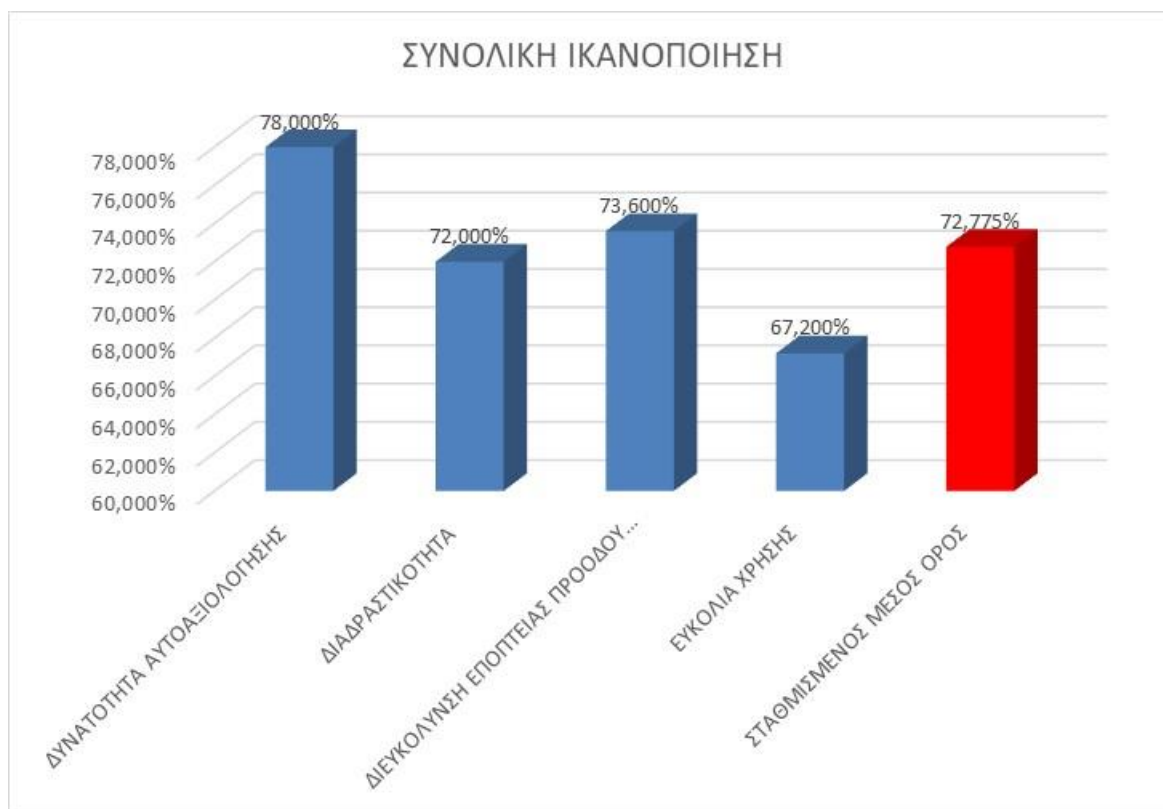
Εικόνα 23. Διάγραμμα Βαρών για τα κριτήρια αξιολόγησης του GeoGebra

#### 4.6.Συνολική Ικανοποίηση

Βάσει των επιμέρους αποτελεσμάτων που προέκυψαν από το Μαθηματικό Μοντέλο MUSA, η συνολική ικανοποίηση για το εκπαιδευτικό λογισμικό GeoGebra υπολογίζεται ως εξής:

- Η "Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης" έχει μια ικανοποίηση στο επίπεδο του 78%.
- Η "Διαδραστικότητα" έχει μια ικανοποίηση στο επίπεδο του 72%.
- Η "Διευκόλυνση Εποπτείας Προόδου Μαθητή" έχει μια ικανοποίηση στο επίπεδο του 73,60%.
- Η "Ευκολία Χρήσης" έχει μια ικανοποίηση στο επίπεδο του 67,20%.

Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, ο συνολικός σταθμισμένος μέσος όρος ικανοποίησης για το GeoGebra υπολογίζεται στο 72,78%.



**Εικόνα 24.** Διάγραμμα Συνολικής Ικανοποίησης για λογισμικό GeoGebra

Αυτά τα αποτελέσματα μας δίνουν μια γενική εικόνα της ικανοποίησης των χρηστών με το λογισμικό GeoGebra. Ο μέσος όρος δείχνει ότι υπάρχει μια σχετικά ικανοποιητική επίδοση σε γενικές γραμμές, αλλά υπάρχουν ακόμα περιθώρια για βελτίωση, ιδιαίτερα στην "Ευκολία Χρήσης" που φαίνεται να είναι η λιγότερο ικανοποιητική πτυχή του λογισμικού.

Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση των αδυναμιών και των προτεραιοτήτων βελτίωσης του λογισμικού GeoGebra προκειμένου να αυξηθεί η συνολική ικανοποίηση των χρηστών.

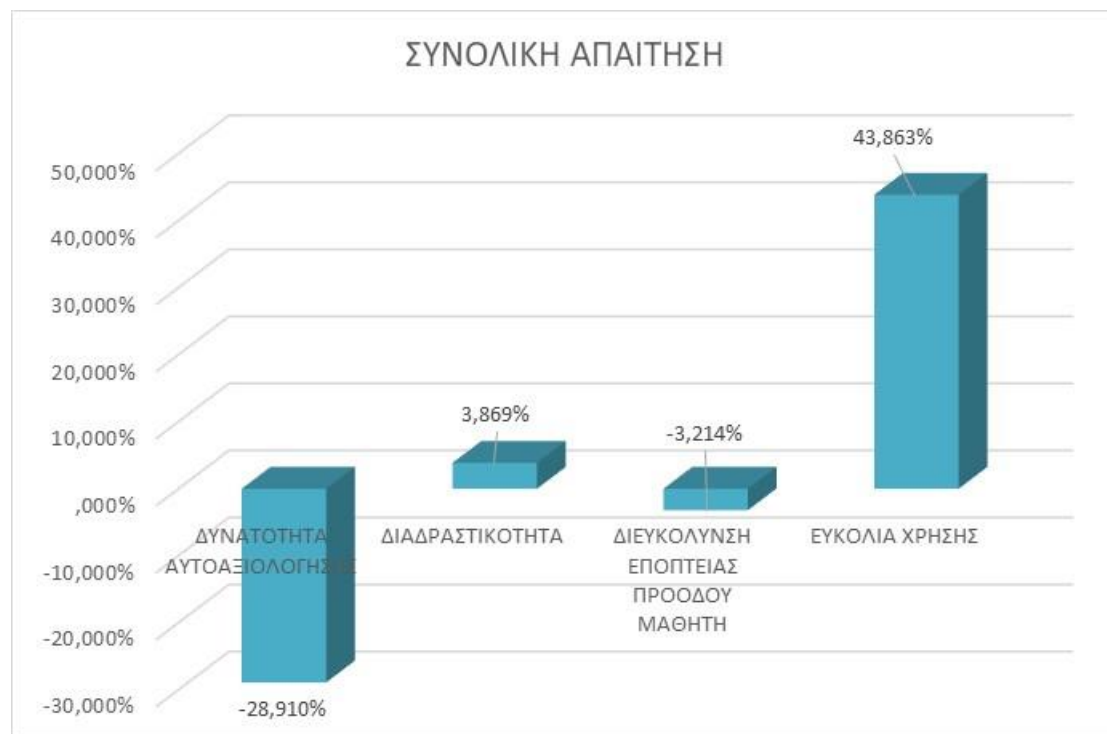
#### 4.7.Συνολική Απαίτηση

Βάσει των δεδομένων που παρέχονται, η συνολική απαιτητικότητα για το λογισμικό GeoGebra υπολογίζεται ως εξής:

- Η "Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης" έχει μια απαιτητικότητα στο επίπεδο του - 28,91%.
- Η "Διαδραστικότητα" έχει μια απαιτητικότητα στο επίπεδο του 3,87%.

- Η "Διευκόλυνση Εποπτείας Προόδου Μαθητή" έχει μια απαιτητικότητα στο επίπεδο του -3,21%.

- Η "Ευκολία Χρήσης" έχει μια απαιτητικότητα στο επίπεδο του 43,86%.



**Εικόνα 25.** Διάγραμμα Συνολικής Απαίτησης για λογισμικό GeoGebra

Αυτά τα αποτελέσματα μας δίνουν μια εικόνα της απαιτητικότητας των διαφόρων κριτηρίων για το λογισμικό GeoGebra. Παρατηρούμε ότι η "Ευκολία Χρήσης" είναι το πιο απαιτητικό κριτήριο, ενώ η "Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης" και η "Διευκόλυνση Εποπτείας Προόδου Μαθητή" εμφανίζουν αρνητική απαιτητικότητα, προτιμώντας χαμηλότερα επίπεδα. Η "Διαδραστικότητα" εμφανίζει θετική απαιτητικότητα, αλλά σε μικρότερο βαθμό σε σχέση με την "Ευκολία Χρήσης".

Ο σταθμισμένος μέσος όρος απαίτησης υπολογίζεται στο 3,49%. Αυτό μας δείχνει ότι συνολικά το λογισμικό GeoGebra έχει μια σχετικά μέτρια απαίτηση από τους χρήστες του, με έμφαση στην ευκολία χρήσης και μερικές αρνητικές απαιτήσεις στη δυνατότητα αυτοαξιολόγησης και στη διευκόλυνση εποπτείας προόδου μαθητή.

Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να βοηθήσουν στον σχεδιασμό και τη βελτίωση του λογισμικού GeoGebra για να ανταποκρίνεται καλύτερα στις απαιτήσεις και τις προτιμήσεις των χρηστών του.



#### 4.8. Διάγραμμα Δράσης

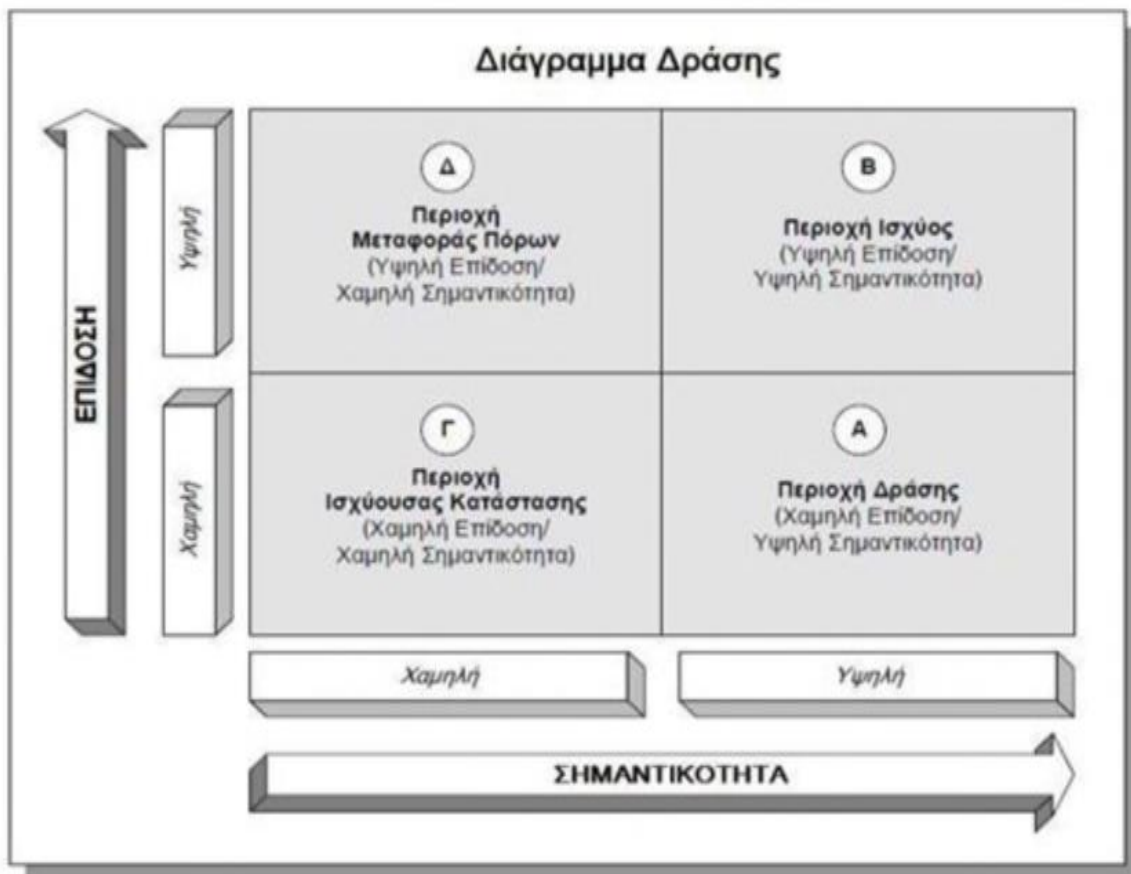
Το Διάγραμμα Δράσης που παρουσιάζεται στην Εικόνα 30 αναδεικνύει τις περιοχές που απαιτούν δράση με βάση τη σημαντικότητα και την επίδοση των κριτηρίων. Ας δούμε τις περιοχές που περιγράφονται:

α) Περιοχή Δράσης Α: Αυτή η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλή επίδοση και υψηλή σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι παρεχόμενες λειτουργίες ή δυνατότητες έχουν χαμηλή απόδοση ή αποτελεσματικότητα, αλλά είναι σημαντικές για την επίτευξη των στόχων. Σε αυτήν την περιοχή, απαιτούνται δράσεις για τη βελτίωση της απόδοσης και την επίτευξη των επιθυμητών αποτελεσμάτων.

β) Περιοχή ισχύος Β: Αυτή η περιοχή χαρακτηρίζεται από υψηλή επίδοση και υψηλή σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι παρεχόμενες λειτουργίες ή δυνατότητες έχουν υψηλή απόδοση και είναι σημαντικές για την επίτευξη των στόχων. Σε αυτήν την περιοχή, ο στόχος είναι να διατηρηθεί η υψηλή επίδοση και να εξασφαλιστεί η συνεχής υποστήριξη και ανάπτυξη των λειτουργιών.

γ) Περιοχή ισχύουσας κατάστασης Γ: Αυτή η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλή επίδοση και χαμηλή σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι παρεχόμενες λειτουργίες ή δυνατότητες έχουν χαμηλή απόδοση και δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές για την επίτευξη των στόχων. Ως εκ τούτου, σε αυτήν την περιοχή, οι προτεραιότητες μπορεί να είναι χαμηλές και μπορεί να μην απαιτούνται σημαντικές δράσεις.

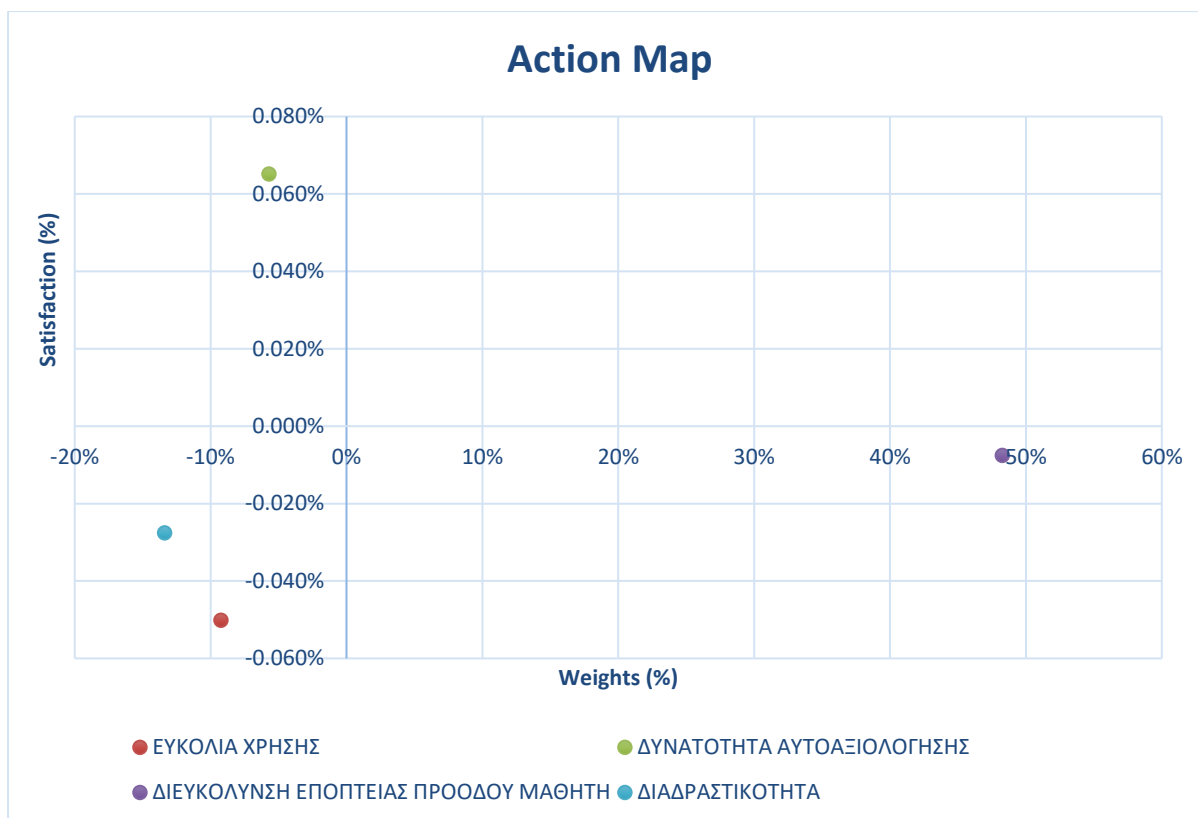
δ) Περιοχή Μεταφοράς Πόρων Δ: Αυτή η περιοχή χαρακτηρίζεται από χαμηλή επίδοση και υψηλή σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι οι παρεχόμενες λειτουργίες ή δυνατότητες έχουν χαμηλή απόδοση, αλλά είναι σημαντικές για την επίτευξη των στόχων και απαιτούν τη μεταφορά πόρων για τη βελτίωση της απόδοσης. Σε αυτήν την περιοχή, απαιτούνται πρόσθετοι πόροι και δράσεις για την αντιμετώπιση των ανεπαρκειών και τη βελτίωση των αποτελεσμάτων.



**Εικόνα 26.** Διαχωρισμός περιοχών στο Προτεινόμενο Διάγραμμα Δράσης ((Grigoroudis & Siskos, 2000)

Αυτές οι πληροφορίες παρέχουν μια εικόνα των περιοχών που απαιτούν δράση και προσοχή για τη βελτίωση και ανάπτυξη του λογισμικού GeoGebra, λαμβάνοντας υπόψη τη σημαντικότητα και την επίδοση των κριτηρίων.

Για το GeoGebra το διάγραμμα δράσης προκύπτει ως ακολούθως:



**Εικόνα 27.** Διάγραμμα Δράσης για λογισμικό GeoGebra

Βάσει των πληροφοριών που δίνονται, μπορούμε να κατατάξουμε τα κριτήρια αξιολόγησης για το λογισμικό GeoGebra στις ακόλουθες κατηγορίες:

- 1) Η διευκόλυνση εποπτείας προόδου μαθητή: Αυτό το κριτήριο έχει χαμηλή επίδοση και υψηλή σημαντικότητα, υπονοώντας ότι η παροχή εργαλείων για την παρακολούθηση της προόδου των μαθητών είναι σημαντική αλλά χρήζει βελτίωσης στην απόδοσή της.
- 2) Η διαδραστικότητα: Αυτό το κριτήριο έχει χαμηλή επίδοση και χαμηλή σημαντικότητα. Αυτό σημαίνει ότι η δυνατότητα διαδραστικότητας του λογισμικού είναι σημαντική, αλλά απαιτεί βελτίωση στην απόδοσή της. Επίσης, το κριτήριο ευκολίας χρήσης έχει χαμηλή επίδοση και ελαφρώς υψηλότερη σημαντικότητα, υποδηλώνοντας ότι η ευκολία χρήσης του λογισμικού απαιτεί βελτίωση.
- 3) Η δυνατότητα αυτοαξιολόγησης: Αυτό το κριτήριο έχει υψηλή επίδοση και χαμηλή σημαντικότητα. Αυτό υποδεικνύει ότι η δυνατότητα αυτοαξιολόγησης των μαθητών είναι καλή, αλλά μπορεί να μην είναι τόσο κρίσιμη για την επίτευξη των στόχων.

Συνολικά, το διάγραμμα δείχνει ότι η διευκόλυνση εποπτείας προόδου μαθητή έχει τη μεγαλύτερη σημαντικότητα, ακολουθούμενη από τη δυνατότητα αυτοαξιολόγησης, ενώ η διαδραστικότητα και η ευκολία χρήσης απαιτούν περαιτέρω βελτίωση.

#### 4.9. Διάγραμμα Βελτίωσης

Το διάγραμμα βελτίωσης για το εκπαιδευτικό λογισμικό GeoGebra, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 32, αποτυπώνει τις περιοχές προτεραιότητας και την αποτελεσματικότητα και προσπάθεια που σχετίζονται με τη βελτίωση του λογισμικού. Οι περιοχές προτεραιότητας χαρακτηρίζονται ως εξής:

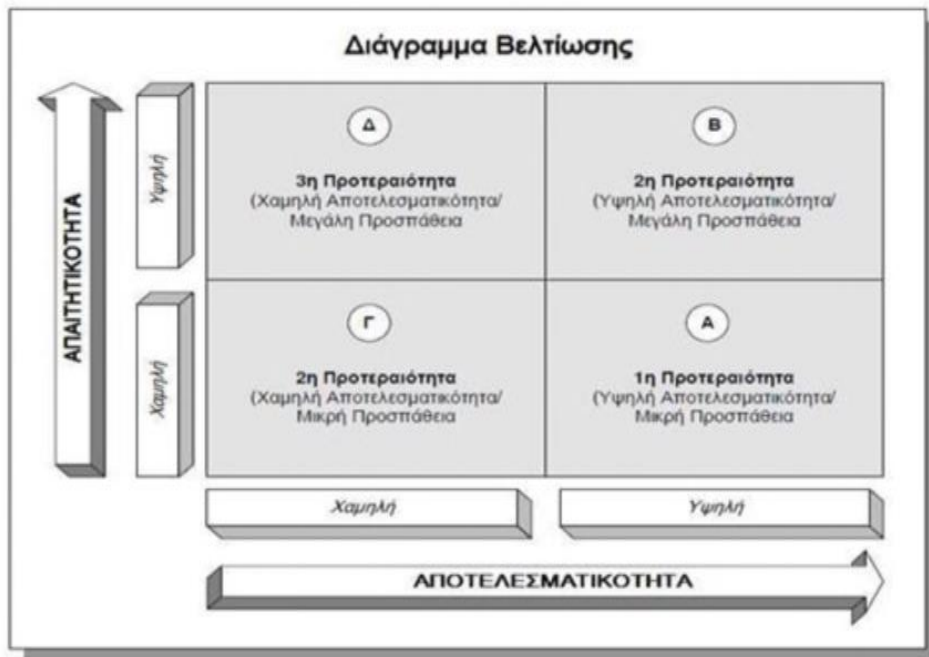
1) Περιοχή 1ης Προτεραιότητας (Περιοχή Α): Αυτή η περιοχή έχει υψηλή αποτελεσματικότητα και μικρή προσπάθεια. Αυτό σημαίνει ότι οι δράσεις που αναλαμβάνονται σε αυτήν την περιοχή έχουν υψηλό αντίκτυπο και αποτελεσματικότητα, ενώ απαιτούν λίγη προσπάθεια.

2) Περιοχή 2ης Προτεραιότητας (Περιοχή Β): Αυτή η περιοχή έχει υψηλή αποτελεσματικότητα, αλλά μεγάλη προσπάθεια. Αυτό υποδεικνύει ότι οι δράσεις που αναλαμβάνονται εδώ έχουν θετικό αντίκτυπο και αποτελεσματικότητα, αλλά απαιτούν σημαντική προσπάθεια.

3) Περιοχή 2ης Προτεραιότητας (Περιοχή Γ): Αυτή η περιοχή έχει χαμηλή αποτελεσματικότητα και μικρή προσπάθεια. Αυτό υποδεικνύει ότι οι δράσεις που αναλαμβάνονται εδώ έχουν περιορισμένο αντίκτυπο και αποτελεσματικότητα, αλλά απαιτούν ελάχιστη προσπάθεια.

4) Περιοχή 3ης Προτεραιότητας (Περιοχή Δ): Αυτή η περιοχή έχει χαμηλή αποτελεσματικότητα και μεγάλη προσπάθεια. Αυτό σημαίνει ότι οι δράσεις που αναλαμβάνονται εδώ έχουν περιορισμένο αντίκτυπο και αποτελεσματικότητα, ενώ απαιτούν σημαντική προσπάθεια.

Με βάση αυτές τις πληροφορίες, μπορούμε να προσδιορίσουμε ποιες περιοχές έχουν υψηλή προτεραιότητα και απαιτούν περαιτέρω προσπάθεια και βελτίωση για την ανάπτυξη του λογισμικού GeoGebra.



Εικόνα 28. Διαχωρισμός περιοχών στο Προτεινόμενο Διάγραμμα Βελτίωσης ((Grigoroudis & Siskos, 2000)



Εικόνα 29. Διάγραμμα Βελτίωσης για λογισμικό GeoGebra

Από το διάγραμμα βελτίωσης για το λογισμικό GeoGebra προκύπτει ότι τα κριτήρια αξιολόγησης ταξινομούνται στις εξής κατηγορίες προτεραιότητας:

1) Κατηγορία 2ης προτεραιότητας (υψηλή αποτελεσματικότητα και μεγάλη προσπάθεια):

- Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης
- Διευκόλυνση εποπτείας προόδου μαθητή
- Ευκολία Χρήσης

2) Κατηγορία 2ης προτεραιότητας (χαμηλή αποτελεσματικότητα και μικρή προσπάθεια):

- Διαδραστικότητα

Επομένως, το κριτήριο της δυνατότητας αυτοαξιολόγησης θεωρείται το πιο σημαντικό και κρίσιμο για τη βελτίωση του λογισμικού GeoGebra. Τα υπόλοιπα κριτήρια, όπως η διευκόλυνση εποπτείας προόδου μαθητή, η ευκολία χρήσης και η διαδραστικότητα, επίσης έχουν σημασία, αλλά απαιτούν μεγαλύτερη προσπάθεια για την επίτευξη βελτιώσεων.

#### **4.10.Συμπεράσματα Αξιολόγησης Εκπαιδευτικού GeoGebra**

Βάσει των αξιολογικών συμπερασμάτων που προέκυψαν από το MUSA για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού GeoGebra και την ανάλυση του διαγράμματος δράσης, παρατηρούμε τα εξής:

1) Η Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης αποτελεί το κριτήριο που προκάλεσε μεγαλύτερη ικανοποίηση στους χρήστες. Αυτό υποδηλώνει ότι οι χρήστες αναγνωρίζουν τη δυνατότητα να αξιολογούν τις δικές τους επιδόσεις και να αυτοπροσαρμόζονται στη διαδικασία μάθησης.

2) Η Διαδραστικότητα και η Διευκόλυνση Εποπτείας Προόδου Μαθητή εμφανίζουν χαμηλή επίδοση και αυξημένη σημαντικότητα. Αυτό υποδηλώνει ότι οι χρήστες αναγνωρίζουν τη σημασία αυτών των κριτηρίων, αλλά έχουν απαιτήσεις για περαιτέρω βελτίωση. Είναι σημαντικό να εστιάσουν οι προσπάθειες στην αύξηση της

αποτελεσματικότητας αυτών των κριτηρίων για να ικανοποιηθούν οι ανάγκες των χρηστών.

3) Η Ευκολία Χρήσης εμφανίζει επίσης υψηλή σημαντικότητα, αλλά χαμηλή επίδοση. Αυτό υποδεικνύει ότι οι χρήστες θεωρούν σημαντικό τον εύκολο χειρισμό του λογισμικού, αλλά έχουν απαιτήσεις για βελτίωση στην ευκολία της χρήσης του GeoGebra.

Συνολικά, το MUSA καταλήγει σε ασφαλή αξιολογικά συμπεράσματα για τα κριτήρια αξιολόγησης που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση του GeoGebra. Οι προσπάθειες για βελτίωση πρέπει να επικεντρωθούν στην ενίσχυση της διαδραστικότητας, της διευκόλυνσης εποπτείας προόδου του μαθητή και της ευκολίας χρήσης, προκειμένου να αυξηθεί η συνολική ικανοποίηση και η αποτελεσματικότητα του λογισμικού GeoGebra.

#### **4.11.Η περίπτωση αξιολόγησης λογισμικών στην τοπική αυτοδιοίκηση και σε εκπαιδευτικούς οργανισμούς κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19 με τη μεθοδολογία MUSA -Σύγκριση αξιολόγησης Λογισμικών Zoom, Webex and Microsoft Teams**

##### **4.11.1.Εισαγωγή**

Κατά τη διάρκεια των lockdown , λόγω της πανδημίας του COVID19, η εξ αποστάσεως εκπαίδευση στην Ελλάδα έγινε επιλογή επιτακτική για τους Εκπαιδευτικούς και Φοιτητές-Μαθητές. Οι γρήγορες απαντήσεις και ο αποτελεσματικός προγραμματισμός έγιναν ουσιαστικοί καθώς κανείς δεν ήταν προετοιμασμένος για μια κοινωνική και εκπαιδευτική κρίση αυτής της κλίμακας. Νέοι ρόλοι και εμπειρίες προέκυψαν για όλους τους εμπλεκόμενους φορείς στο εκπαιδευτικό στερέωμα (Αναστασιάδης, 2020). Οι μαθητές διδάσκονται ξεπερνώντας τα όρια του παραδοσιακού προγράμματος σπουδών ή την παραδοσιακή τάξη μέσω εναλλακτικών εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων και πρακτικών μαζί με ομάδες αναφοράς, όπως άλλοι συμμαθητές και δάσκαλοι (Shelly et al., 2012).

Για την διαδικασία της τηλεκπαίδευσης χρησιμοποιήθηκαν πλατφόρμες όπως Zoom, Webex and Microsoft Teams.

Η παρούσα εργασία κάνει μια αναφορά στο Μαθηματικό Μοντέλο MUSA (MUlticriteria Satisfaction Analysis ) και κατόπιν παρουσιάζει την σύγκριση των ανωτέρω πλατφορμών, που χρησιμοποιήθηκαν για την τηλεκαίδευση των μαθητών διαφόρων εκπαιδευτικών βαθμίδων και παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τους καθώς και τα αποτελέσματα.

#### **4.11.2.Μεθοδολογία**

Για την παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε βιβλιογραφική έρευνα, των μαθηματικών μοντέλων αξιολόγησης Πιστοποίησης κριτηρίων και χρήσης - διαχείρισης πόρων: TAM (Technology Acceptance Model), UTAUT (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology) και MUSA (MUlticriteria Satisfaction Analysis) καθώς και των πλατφορμών Τηλεκαίδευσης Zoom ,Webex και Microsoft Teams.

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε μετά από έρευνα που διεξήχθη σε 100 τουλάχιστον εκπαιδευτικούς, φοιτητές – μαθητές και δημόσιους υπαλλήλους οι οποίοι είχαν εμπειρία στις πλατφόρμες με χρήση ερωτηματολογίων για την αξιολόγηση τους κατά την εκπαίδευση μέσω τηλεδιασκέψεων.

#### **4.11.3.Εκπαιδευτικές Πλατφόρμες**

Βασικό σκοπό της έρευνας αποτελεί η σύγκριση των πλατφορμών Zoom-Webex & Microsoft Teams τα εξαγόμενα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τους, που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπαίδευση σε διάφορες εκπαιδευτικές βαθμίδες από διαφορετικά επιπέδων και ρόλων χρηστών.

#### **4.11.4.Ερευνητικό Εργαλείο**

Συντάχθηκε ένα ερωτηματολόγιο που στάλθηκε σε 100 ερωτώμενους (εκπαιδευτικούς, φοιτητές – μαθητές και δημόσιους υπαλλήλους) οι οποίοι είχαν εμπειρία στις πλατφόρμες. Ως ερευνητικό εργαλείο στη συγκεκριμένη έρευνα επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί το ερωτηματολόγιο.

Το ερωτηματολόγιο αποτελεί ένα βασικό μέσο για τη συλλογή ποσοτικών δεδομένων. Επιτρέπει τη συλλογή των δεδομένων με έναν τυποποιημένο τρόπο, που καθιστά ευκολότερη και την ανάλυσή τους (Roopa & Rani, 2012).



Όσον αφορά το ερωτηματολόγιο που διαμορφώθηκε για τη συγκεκριμένη έρευνα, αυτό αποτελείται από 32 ερωτήσεις συνολικά και είναι κλειστού τύπου, δηλαδή δίνονται συγκεκριμένες επιλογές στους συμμετέχοντες, από τις οποίες καλούνται να επιλέξουν αυτήν ή αυτές που επιθυμούν (Zafeiropoulos, K. 2015). Εξ αυτών και για τις τρεις πλατφόρμες οι 13 ερωτήσεις αφορούν το κριτήριο της Τεχνικής διάστασης, οι 9 το κριτήριο για τις Δυνατότητες Διδάσκοντα, οι 4 για τις Δυνατότητες Συμμετεχόντων ,οι 3 αφορούν το κριτήριο της Παιδαγωγικής Διάστασης και οι 3 για την Τεχνητή Νοημοσύνη.

## **Ερωτηματολόγιο**

### **1. Τεχνική διάσταση**

- Ευκολία στην Εγκατάσταση και διαχείριση της πλατφόρμας ικανοποιητικές ταχύτητες όταν υπάρχει φόρτος
- Υπάρχει δυνατότητα παρουσίασης ;
- Χρήση Ηλεκτρονικού πίνακα και διαμοιρασμού με μαθητές
- chat
- Δυνατότητα καταγραφής του μαθήματος.
- Συμμετοχή μεγάλου αριθμού χρηστών σε τηλεδιάσκεψη ανεξάρτητα αν συνδέεται από υπολογιστή η από κινητά
- αστάθειες στον server έτσι ώστε να πέφτει το σύστημα
- δυνατότητα ταυτόχρονης χρήσης της πλατφόρμας από δύο ή περισσότερους εκπαιδευτές.
- Δυνατότητα διαμοιρασμού της οθόνης του εκπαιδευτή.
- Επιτρέπει μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων σε μια τηλεδιάσκεψη
- ευκολία στην εγγραφή
- δυνατότητα ηχογράφησης της τηλεδιάσκεψης
- διατίθεται δωρεάν με δυνατότητα αγοράς πακέτων ανάλογα με τις ανάγκες

### **2. Δυνατότητες διδάσκοντα**

- Οι διδάσκοντες μπορούν να ρυθμίσουν το waiting room σύμφωνα με τις ανάγκες τους.
- Δυνατότητα απενεργοποίησης ή ενεργοποίησης του ήχου ή κάμερας σε κάποιον από τους συμμετέχοντες.

- Η δυνατότητα παρουσίασης έχει οριστεί να είναι επιτρεπτή μόνο από τον διοργανωτή.
- Μεταφορά μαθητή εκτός μαθήματος
- Δυνατότητα χρήσης εικονικών αιθουσών για ομάδες μαθητών
- Ο οικοδεσπότης μπορεί να ηχογραφήσει/βιντεοσκοπήσει το βίντεο μιας συνάντησης για να το χρησιμοποιήσεις αργότερα ή να το αποστείλεις στους υπόλοιπους συμμετέχοντες
- Μικρός χρόνος εξοικείωσης για τον εκπαιδευτή.
- Δυνατότητα διαμοιρασμού οθόνης H/Y η όποιου αρχείου
- δυνατότητα σχεδιάσεις πάνω στο διαμοιρασμένο αρχείο ή σε κενό έγγραφο ή e-book.
- επιβεβαίωση ταυτοποίησης μαθητή με συσχετισμό του ΑΜ του μαθητή με το όνομα του

### 3. Δυνατότητες συμμετεχόντων

- Δυνατότητα που δίνεται στους μαθητές να ακούσουν feedback του καθηγητή τους για την εργασία τους.
- Κάθε συμμετέχων σε μια σύσκεψη μπορεί να γράψει ή να σχεδιάσει σε έναν λευκό πίνακα που είναι διαθέσιμος στο λογισμικό της υπηρεσίας και να μοιραστεί το περιεχόμενό του.
- Δίνει τη δυνατότητα να αντιδράσουμε σε ένα μήνυμα που λάβαμε χρησιμοποιώντας ένα από τα διαθέσιμα emoticons.
- Οι συμμετέχοντες μπορούν να ξεκινήσουν την εγγραφή οθόνης μόνο όταν ο οικοδεσπότης δώσει έγκριση για τη συγκεκριμένη λειτουργία.

### 4. Παιδαγωγική διάσταση

- προσδίδει αξία σε σχέση με το παραδοσιακό μάθημα (δια ζώσης)
- Δυνατότητα να βρούμε μια σύνοψη των συναντήσεων μας.

ενσωματωμένη λειτουργία τηλεδιασκέψεων για ασύγχρονα μαθήματα

### 5. Αυτοματοποιημένες λειτουργίες - Τεχνητή Νοημοσύνη

- Δημιουργία στοιχείων για την ταυτοποίηση τυχαίων χρηστών και δυνατότητα του οικοδεσπότη να αφαιρεί άγνωστους και ενοχλητικούς συμμετέχοντες
- Ενημέρωση αν για οποιοδήποτε λόγο ο μαθητής βγει από το μάθημα.
- ενημέρωση για την χρήση της της κάμερας και του μικροφώνου από τον μαθητή

#### 4.11.6.Χορήγηση του ερωτηματολογίου

Η χορήγηση του ερωτηματολογίου προς τους ερωτώμενους πραγματοποιήθηκε με ηλεκτρονικό τρόπο. Συγκεκριμένα, το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε ηλεκτρονικά μέσα από τις φόρμες της Google (Google Forms). Σε πρώτη φάση, υπήρξε πιλοτική χορήγηση του ερωτηματολογίου σε πέντε άτομα. Από τα στοιχεία που προέκυψαν, πραγματοποιήθηκαν ορισμένες απαραίτητες τροποποιήσεις. Στη συνέχεια, το τροποποιημένο ερωτηματολόγιο χορηγήθηκε στο συνολικό δείγμα της έρευνας.

- Κλίμακα

Η κλίμακα που χρησιμοποιείται είναι η κλίμακα Likert (με τις επιλογές «πολύ ανικανοποίητος», «ανικανοποίητος», «ουδέτερος», «ικανοποιημένος», «πολύ ικανοποιημένος»)

- Τρόπος ανάλυσης των δεδομένων

Τέλος, αναφορικά με την ανάλυση των δεδομένων, που προέκυψαν έπειτα από τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης έρευνας στην οποία απάντησαν 79 από τους 100, για την σύγκριση των εκπαιδευτικών πλατφορμών αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω του Μαθηματικού Μοντέλου MUSA .

#### 4.11.7.Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Οι συμμετέχοντες στη πλατφόρμα Zoom όπως απεικονίζονται στο διάγραμμα 1 είναι 34 Άνδρες και 32 γυναίκες ,στη πλατφόρμα Webex 30 Άνδρες και 32 Γυναίκες και στη πλατφόρμα Ms Teams 52 Άνδρες και 27 Γυναίκες.

**Πίνακας 21**

*Φύλο Συμμετεχόντων*

Zoom	Άντρες	34
	Γυναίκες	32
Webex	Άντρες	30
	Γυναίκες	32
MS Teams	Άντρες	52

Γυναίκες	27
----------	----

*Note.* Οι Ηλικίες των συμμετεχόντων απεικονίζονται στον επόμενο Πίνακα.

**Πίνακας 22**

*Ηλικίες Συμμετεχόντων*

	<25 ετών	22
	25-34 ετών	3
Zoom	35-44 ετών	19
	45-55 ετών	16
	>55 ετών	6
	<25 ετών	24
	25-34 ετών	2
Webex	35-44 ετών	3
	45-55 ετών	19
	>55 ετών	17
	<25 ετών	21
	25-34 ετών	5
MS Teams	35-44 ετών	10
	45-55 ετών	20
	>55 ετών	23

Στην πλατφόρμα Zoom και στην Webex επικρατέστερο μορφωτικό επίπεδο είναι της δευτεροβάθμιας και μεταπτυχιακών τίτλων, ενώ στην Ms Teams είναι του μεταπτυχιακού – διδακτορικού επιπέδου.

Οι ρόλοι των συμμετεχόντων αποδίδονται στην εικόνα 30.

ΡΟΛΟΣ - ΙΔΙΟΤΗΤΑ  
79 απαντήσεις



Εικόνα 30.Ρόλος Ιδιότητα

### ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ

Η Αξιολόγηση των κριτηρίων – μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην έρευνα αποδίδεται ως εξής στο Διάγραμμα 5.

Στο 1ο κριτήριο «Τεχνική Διάσταση» στη πλατφόρμα Zoom η αξιολόγηση έχει ως εξής:Πολύ ανικανοποίητος 3 ,ανικανοποίητος 4 ,ουδέτερος 23 ,ικανοποιημένο 28 και πολύ ικανοποιημένος 8.

Στο 1ο κριτήριο «Τεχνική Διάσταση» στη πλατφόρμα Webex η αξιολόγηση έχει ως εξής:

Πολύ ανικανοποίητος 2 ,ανικανοποίητος 7 ,ουδέτερος 25 ,ικανοποιημένο 23 και πολύ ικανοποιημένος 5.

Στο 1ο κριτήριο «Τεχνική Διάσταση» στη πλατφόρμα Ms Teams η αξιολόγηση έχει ως εξής:

Πολύ ανικανοποίητος 5 ,ανικανοποίητος 11 ,ουδέτερος 20 ,ικανοποιημένο 32 και πολύ ικανοποιημένος 11.

### Πίνακας 2310

Αποτελέσματα Κριτηρίου: Τεχνική Διάσταση

Zoom	Πολύ δυσαρεστημένοι	3
------	---------------------	---

## ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ

	Δυσανεστημένοι	4
	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσανεστημένοι	23
	Ικανοποιημένοι	28
	Πολύ Ικανοποιημένοι	8
	Πολύ δυσανεστημένοι	2
	Δυσανεστημένοι	7
Webex	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσανεστημένοι	25
	Ικανοποιημένοι	23
	Πολύ Ικανοποιημένοι	5
	Πολύ δυσανεστημένοι	5
	Δυσανεστημένοι	11
MS Teams	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσανεστημένοι	20
	Ικανοποιημένοι	32
	Πολύ Ικανοποιημένοι	11

Στο 2ο κριτήριο «Δυνατότητες Διδάσκοντα» στη πλατφόρμα Zoom η αξιολόγηση Πολύ ανικανοποίητος 1, ανικανοποίητος 7, ουδέτερος 21, ικανοποιημένος 25 και πολύ ικανοποιημένος 12.

Στο 2ο κριτήριο «Δυνατότητες Διδάσκοντα» στη πλατφόρμα Webex η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 3 , ανικανοποίητος 8 , ουδέτερος 21 , ικανοποιημένος 22 και πολύ ικανοποιημένος 8.

Στο 2ο κριτήριο «Δυνατότητες Διδάσκοντα» στη πλατφόρμα Ms Teams η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 8 , ανικανοποίητος 8 , ουδέτερος 19 , ικανοποιημένος 38 και πολύ ικανοποιημένος 6.

### Πίνακας 24

*Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες Διδάσκοντα*

Zoom	Πολύ δυσανεστημένοι	1
------	---------------------	---

	Δυσανεστημένοι	7
	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσανεστημένοι	21
	Ικανοποιημένοι	25
	Πολύ Ικανοποιημένοι	12
	Πολύ δυσανεστημένοι	3
	Δυσανεστημένοι	8
Webex	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσανεστημένοι	21
	Ικανοποιημένοι	22
	Πολύ Ικανοποιημένοι	8
	Πολύ δυσανεστημένοι	8
	Δυσανεστημένοι	8
MS Teams	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσανεστημένοι	19
	Ικανοποιημένοι	38
	Πολύ Ικανοποιημένοι	6

Στο 3ο κριτήριο «Δυνατότητες Συμμετεχόντων» στη πλατφόρμα Zoom η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 3, ανικανοποίητος 4, ουδέτερος 27, ικανοποιημένος 27 και πολύ ικανοποιημένος 5.

Στο 3ο κριτήριο «Δυνατότητες Συμμετεχόντων» στη πλατφόρμα Webex η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 2, ανικανοποίητος 5, ουδέτερος 15, ικανοποιημένος 19 και πολύ ικανοποιημένος 21

Στο 3ο κριτήριο «Δυνατότητες Συμμετεχόντων» στη πλατφόρμα Ms Teams η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 5, ανικανοποίητος 9, ουδέτερος 25, ικανοποιημένος 26 και πολύ ικανοποιημένος 14

#### Πίνακας 25

*Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες Συμμετεχόντων*

	Πολύ δυσανεστημένοι	3
Zoom	Δυσανεστημένοι	4
	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσανεστημένοι	27

		Ικανοποιημένοι	27
		Πολύ Ικανοποιημένοι	5
		Πολύ δυσαρεστημένοι	2
		Δυσαρεστημένοι	5
Webex		Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	15
		Ικανοποιημένοι	19
		Πολύ Ικανοποιημένοι	21
		Πολύ δυσαρεστημένοι	5
		Δυσαρεστημένοι	9
MS Teams		Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	25
		Ικανοποιημένοι	26
		Πολύ Ικανοποιημένοι	14

Στο 4ο κριτήριο όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 8 στη «Παιδαγωγική Διάσταση» στη πλατφόρμα Zoom η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 1, ανικανοποίητος 17, ουδέτερος 16, ικανοποιημένος 16 και πολύ ικανοποιημένος 16.

Στο 4ο κριτήριο «Παιδαγωγική Διάσταση» στη πλατφόρμα Webex η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 5, ανικανοποίητος 16, ουδέτερος 18, ικανοποιημένος 13 και πολύ ικανοποιημένος 10.

Στο 4ο κριτήριο «Παιδαγωγική Διάσταση» στη πλατφόρμα Ms Teams η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 6, ανικανοποίητος 13, ουδέτερος 20, ικανοποιημένος 14 και πολύ ικανοποιημένος 26.



Πίνακας 2611

Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες Συμμετεχόντων

	Πολύ δυσαρεστημένοι	1
	Δυσαρεστημένοι	17
Zoom	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	16
	Ικανοποιημένοι	16
	Πολύ Ικανοποιημένοι	16
	Πολύ δυσαρεστημένοι	5
	Δυσαρεστημένοι	16
Webex	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	18
	Ικανοποιημένοι	13
	Πολύ Ικανοποιημένοι	10
	Πολύ δυσαρεστημένοι	6
	Δυσαρεστημένοι	13
MS Teams	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	20
	Ικανοποιημένοι	14
	Πολύ Ικανοποιημένοι	26

Στο 5ο κριτήριο «Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες – Τεχνητή Νοημοσύνη» στη πλατφόρμα Zoom η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 6, ανικανοποίητος 6, ουδέτερος 17, ικανοποιημένος 20 και πολύ ικανοποιημένος 17.

Στο 5ο κριτήριο «Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες – Τεχνητή Νοημοσύνη» στη πλατφόρμα Webex η αξιολόγηση έχει ως εξής:

Πολύ ανικανοποίητος 5, ανικανοποίητος 8, ουδέτερος 24, ικανοποιημένος 14 και πολύ ικανοποιημένος 11.

Στο 5ο κριτήριο «Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες – Τεχνητή Νοημοσύνη» στη πλατφόρμα Ms Teams η αξιολόγηση έχει ως εξής: Πολύ ανικανοποίητος 8, ανικανοποίητος 7, ουδέτερος 32, ικανοποιημένος 19 και πολύ ικανοποιημένος 13.

Πίνακας 2712

Αποτελέσματα Κριτηρίου: Δυνατότητες Συμμετεχόντων

	Πολύ δυσαρεστημένοι	6
	Δυσαρεστημένοι	6
Zoom	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	17
	Ικανοποιημένοι	20
	Πολύ Ικανοποιημένοι	17
	Πολύ δυσαρεστημένοι	5
	Δυσαρεστημένοι	8
Webex	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	24
	Ικανοποιημένοι	14
	Πολύ Ικανοποιημένοι	11
	Πολύ δυσαρεστημένοι	8
	Δυσαρεστημένοι	7
MS Teams	Ούτε ικανοποιημένοι ούτε δυσαρεστημένοι	32
	Ικανοποιημένοι	19
	Πολύ Ικανοποιημένοι	13

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΑΡΩΝ

Το διάγραμμα βαρών στη παρούσα φάση επιλέχθηκε με τυχαίο αλγόριθμο και έχει ως εξής :

α) Τεχνική διάσταση 24,91% β) Δυνατότητες Διδάσκοντα 20,64% γ) Δυνατότητες Συμμετεχόντων 18,64% δ) Παιδαγωγική Διάσταση 17,33% και ε) Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες – Τεχνητή Νοημοσύνη 18,48% .



Εικόνα 31. Διάγραμμα Βαρών

### **ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ**

Εισάγοντας τα παραπάνω δεδομένα στο Μαθηματικό Μοντέλο MUSA έχουμε από τα επιμέρους αποτελέσματα (Μερική Ικανοποίηση) την Συνολική Ικανοποίηση.

#### **Για την πλατφόρμα Zoom**

Με άριστα το 100 στα επιμέρους κριτήρια

α) Τεχνική διάσταση 68,11 β) Δυνατότητες Διδάσκοντα 71,18 γ) Δυνατότητες Συμμετεχόντων 66,27 δ) Παιδαγωγική Διάσταση 75,93 και ε) Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες – Τεχνητή Νοημοσύνη 68,5 .

Η συνολική ικανοποίηση είναι 69,94% .

#### **Για την πλατφόρμα Webex**

α) Τεχνική διάσταση 41,95 β) Δυνατότητες Διδάσκοντα 76,71 γ) Δυνατότητες Συμμετεχόντων 84,9 δ) Παιδαγωγική Διάσταση 39,69 και ε) Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες – Τεχνητή Νοημοσύνη 77,43 .

Η συνολική ικανοποίηση είναι 65,35% .

#### **Για την πλατφόρμα Ms Teams**

α) Τεχνική διάσταση 43,66 β) Δυνατότητες Διδάσκοντα 72,71 γ) Δυνατότητες Συμμετεχόντων 65,36 δ) Παιδαγωγική Διάσταση 78,09 και ε) Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες – Τεχνητή Νοημοσύνη 46,91 .

Η συνολική ικανοποίηση είναι 59,19% .

### **ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΑΠΑΙΤΗΤΙΚΟΤΗΤΑ**

Η συνολική απαιτητικότητα για την πλατφόρμα Zoom είναι -14,67%

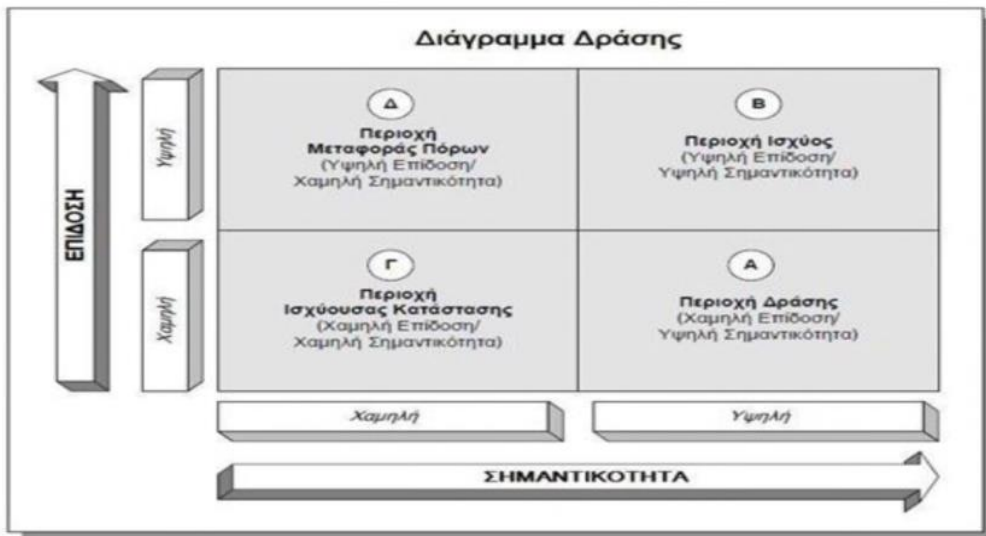
Η συνολική απαιτητικότητα για την πλατφόρμα Webex είναι -16,02%

Η συνολική απαιτητικότητα για την πλατφόρμα Ms Teams είναι -1,63%

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΡΑΣΗΣ**

Το Διάγραμμα Δράσης παρουσιάζεται όπως απεικονίζεται στο Διάγραμμα 17 στις εξής περιοχές :

- α) Περιοχή Δράσης Α με χαμηλή Δράση και υψηλή σημαντικότητα
- β) Περιοχή ισχύος Β με υψηλή Επίδοση και υψηλή σημαντικότητα
- γ) Περιοχή ισχύουσας κατάστασης Γ με χαμηλή Επίδοση και χαμηλή σημαντικότητα
- δ) Περιοχή Μεταφοράς Πόρων Δ με χαμηλή Επίδοση και υψηλή σημαντικότητα



Εικόνα 32. Διάγραμμα Δράσης

**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ**

Το Διάγραμμα Βελτίωσης απεικονίζεται στις εξής περιοχές :

- α) Περιοχή 1<sup>ης</sup> Προτεραιότητας Περιοχή Α με Υψηλή Αποτελεσματικότητα και Μικρή Προσπάθεια
- β) Περιοχή 2<sup>ης</sup> Προτεραιότητας Περιοχή Β με Υψηλή Αποτελεσματικότητα και Μεγάλη Προσπάθεια
- γ) Περιοχή 2<sup>ης</sup> Προτεραιότητας Περιοχή Γ με Χαμηλή Αποτελεσματικότητα και Μικρή Προσπάθεια
- δ) Περιοχή 3<sup>ης</sup> Προτεραιότητας Περιοχή Δ με Χαμηλή Αποτελεσματικότητα και Μεγάλη Προσπάθεια



Εικόνα 33. Διάγραμμα Βελτίωσης Zoom ,Webex και Ms Teams

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Ο συνολικός δείκτης ολικής ικανοποίησης των ερωτώμενων για τις πλατφόρμες :

- Zoom είναι 69,94%
- Webex είναι 65,35%
- Ms Times είναι 59,19%

Η μορφή της συνάρτησης και για τις τρεις όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 21 είναι γραμμική και από αυτό καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι οι χρήστες είναι ουδέτεροι χρήστες (ικανοποίηση των προσδοκιών) και τέλος μέσα από τον αλγόριθμο του MUSA ο δείκτης Απαιτητικότητας λαμβάνει την τιμή -10,8% που συμπεραίνουμε ότι πρόκειται για απαιτητικούς αλλά όχι ιδιαίτερα ικανοποιημένους χρήστες .Η μέθοδος MUSA αξιολογεί με τη μεταβλητή  $Y^*$  την συνολική ικανοποίηση των πελατών και με τη μεταβλητή  $X_i$  τη μερική ικανοποίηση, λαμβάνοντας υπόψη τις κρίσεις των πελατών  $Y$  και  $X_i$ .



Εικόνα 34.Γραμμική Συνάρτηση

### 4.11.8.Συμπεράσματα εφαρμογής MUSA για αξιολόγηση πλατφορμών σε εκπαιδευτικά ιδρύματα και στην τοπική αυτοδιοίκηση

ΤΟ MUSA καταλήγει σε ασφαλή αξιολογικά συμπεράσματα, όσον αφορά τα κριτήρια που έχουν χρησιμοποιηθεί για την αξιολόγηση των Πλατφορμών Zoom, Webex & ms Teams όπως :

1. Τεχνική Διάσταση
2. Δυνατότητες Διδάσκοντα
3. Δυνατότητες Συμμετεχόντων

4. Παιδαγωγική Διάσταση

5. Αυτοματοποιημένες λειτουργίες -Τεχνητή Νοημοσύνη

κριτήρια που καθιστούν κάθε εκπαιδευτικό λογισμικό πολλαπλά χρήσιμο και αποτελεσματικό.

Η πλατφόρμα Zoom με βαθμολογία 69,94% έχει 1ο υψηλότερο δείκτη ικανοποίησης των χρηστών, απαιτητικότητα -14,67% με χαμηλότερη απαιτητικότητα του κριτηρίου της Τεχνικής διάστασης και με 1η προτεραιότητα βελτίωσης του κριτηρίου των Δυνατοτήτων των Συμμετεχόντων.

Η πλατφόρμα Webex με βαθμολογία 65,35% έχει 2ο υψηλότερο δείκτη ικανοποίησης των χρηστών, απαιτητικότητα -16,02% με χαμηλότερη απαιτητικότητα του κριτηρίου των Αυτοματοποιημένων Λειτουργιών – Τεχνητής Νοημοσύνης και με 2η προτεραιότητα βελτίωσης του κριτηρίου της Τεχνικής Διάστασης.

Η πλατφόρμα Ms Teams με βαθμολογία 59,19% έχει 3ο υψηλότερο δείκτη ικανοποίησης των χρηστών, απαιτητικότητα -1,63% με χαμηλότερη απαιτητικότητα του κριτηρίου της Παιδαγωγικής Διάστασης και 1η προτεραιότητα βελτίωσης του κριτηρίου της Τεχνικής Διάστασης.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΩΝ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ MOODLE ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ MUSA ΚΑΙ  
ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ  
ΚΑΤΑ ΖΕΥΓΗ**

**5.1. Αντικείμενο και σκοπός ανάλυσης**

Ο στόχος αυτής της μελέτης είναι η διεξαγωγή μιας ολοκληρωμένης αξιολόγησης της ικανοποίησης των χρηστών μιας εκπαιδευτικής πλατφόρμας εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, συγκεκριμένα του Moodle, χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Multicriteria Satisfaction Analysis (MUSA).

Ο αλγόριθμος MUSA χρησιμοποίησε πέντε κριτήρια για την αξιολόγηση της πλατφόρμας Moodle: 1. Τεχνική διάσταση, 2. Δυνατότητες εκπαιδευτικών, 3. Δυνατότητες συμμετεχόντων, 4. Παιδαγωγική διάσταση και 5. Αυτοματοποιημένες συναρτήσεις. Αυτά τα κριτήρια επιλέχθηκαν για να παρέχουν μια διαφοροποιημένη προοπτική σε σύγκριση με τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται συνήθως στη διεθνή βιβλιογραφία, όπως η Ευκολία χρήσης, η αποτελεσματικότητα, η αποτελεσματικότητα και η διαδραστικότητα/ευκολία μνήμης. Τα βάρη που αποδίδονται σε αυτά τα κριτήρια προσδιορίστηκαν χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο MUSA, ο οποίος προσφέρει μια ισχυρή και αντικειμενική μέθοδο για την επιλογή βάρους κριτηρίων.

Για τη συλλογή δεδομένων για την αξιολόγηση, διανεμήθηκε ένα διαδικτυακό ερωτηματολόγιο μέσω του Google Forms σε 100 συμμετέχοντες που βρίσκονται στην Ελλάδα. Το ερωτηματολόγιο σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει την ικανοποίηση των χρηστών στα πέντε επιλεγμένα κριτήρια. Οι απαντήσεις που συλλέχθηκαν στη συνέχεια υποβλήθηκαν σε επεξεργασία χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο MUSA, ο οποίος παρείχε μια αναλυτική αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών από την πλατφόρμα Moodle.

Με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον αλγόριθμο MUSA, διαμορφώθηκε ένα δομημένο σχέδιο δράσης βελτίωσης. Αυτό το σχέδιο προσδιορίζει τομείς ισχύος και τομείς που χρειάζονται βελτίωση εντός της πλατφόρμας Moodle, με βάση την



αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών. Χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο MUSA, οι εταιρείες λογισμικού και οι σχεδιαστές εκπαιδευτικών πλατφορμών μπορούν να βελτιώνουν συνεχώς τα προϊόντα και τις υπηρεσίες τους, διασφαλίζοντας καλύτερη εμπειρία χρήστη και ικανοποίηση.

Επιπλέον, η μελέτη συνέκρινε επίσης τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον αλγόριθμο MUSA με αυτά που προέκυψαν από την πιο παραδοσιακή Μεθοδολογία Σύγκρισης Ζεύγους. Αυτή η σύγκριση ανέδειξε τη σημαντική διαφορά στην επιλογή βάρους μεταξύ των δύο προσεγγίσεων. Τα ευρήματα υποστηρίζουν περαιτέρω την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία του αλγόριθμου MUSA για διαδικασίες λήψης αποφάσεων στην αξιολόγηση εκπαιδευτικών πλατφορμών.

Συνολικά, η εφαρμογή του αλγόριθμου MUSA σε αυτή τη μελέτη παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την ικανοποίηση των χρηστών με την πλατφόρμα Moodle και προσφέρει μια δομημένη προσέγγιση για τη συνεχή βελτίωση. Τα αποτελέσματα και οι συστάσεις που προκύπτουν από αυτήν την αξιολόγηση μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής πλατφόρμας και τη συμβολή στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη μελλοντικών λύσεων λογισμικού στον τομέα της εκπαίδευσης.

Η ανάλυση που πραγματοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Multicriteria Satisfaction Analysis (MUSA) συμβάλλει στην υπάρχουσα βιβλιογραφία στον τομέα της αξιολόγησης εκπαιδευτικής πλατφόρμας. Ενώ προηγούμενες μελέτες έχουν χρησιμοποιήσει εκτενώς κριτήρια όπως Ευκολία χρήσης, Αποτελεσματικότητα, Αποτελεσματικότητα και Διαδραστικότητα/Ευκολία μνήμης (Smith, 2010; Johnson & Brown, 2015; Lee, 2018), αυτή η μελέτη εισάγει ένα νέο σύνολο κριτηρίων, συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών Διάσταση, Δυνατότητες Εκπαιδευτικών, Δυνατότητες Συμμετεχόντων, Παιδαγωγική Διάσταση και Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες.

Με την ενσωμάτωση αυτών των διακριτών κριτηρίων, η μελέτη αντιμετωπίζει ένα κενό βιβλιογραφίας παρέχοντας μια διαφοροποιημένη προοπτική στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών από τις εκπαιδευτικές πλατφόρμες. Η μοναδική επιλογή των κριτηρίων σε αυτή τη μελέτη έχει αιτιολογηθεί από την ανάγκη να ληφθούν υπόψη διαφορετικές διαστάσεις της λειτουργικότητας της πλατφόρμας και της εμπειρίας του

χρήστη. Αυτή η προσέγγιση ευθυγραμμίζεται με τη σύσταση προηγούμενων ερευνητών να εξετάσουν ένα ευρύτερο φάσμα κριτηρίων για ολοκληρωμένη αξιολόγηση πλατφόρμας (Williams, 2012).

Επιπλέον, η μελέτη συγκρίνει τον αλγόριθμο MUSA με την πιο παραδοσιακή μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη. Αυτή η σύγκριση ρίχνει φως στα πλεονεκτήματα του αλγορίθμου MUSA όσον αφορά την επιλογή βάρους κριτηρίων, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για μια πιο αντικειμενική και ισχυρή προσέγγιση (Anderson, 2016). Αυτή η ανάλυση συμβάλλει στην υπάρχουσα βιβλιογραφία καταδεικνύοντας την υπεροχή του αλγορίθμου MUSA στην αξιολόγηση των εκπαιδευτικών πλατφορμών και στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για βελτίωση.

Αντιμετωπίζοντας αυτό το κενό της βιβλιογραφίας και εισάγοντας ένα νέο σύνολο κριτηρίων, καθώς και συγκρίνοντας την αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου MUSA με παραδοσιακές μεθοδολογίες, αυτή η μελέτη παρέχει μια μοναδική και πρωτότυπη ανάλυση στον τομέα της αξιολόγησης της εκπαιδευτικής πλατφόρμας. Τα ευρήματα αυτής της μελέτης μπορούν να χρησιμεύσουν ως βάση για περαιτέρω έρευνα και να ενισχύσουν την κατανόηση της ικανοποίησης των χρηστών και των στρατηγικών βελτίωσης για εκπαιδευτικό λογισμικό και πλατφόρμες.

## **5.2.Εισαγωγή**

Τις τελευταίες δύο δεκαετίες, η έννοια της ικανοποίησης των πελατών ή των χρηστών έχει αναδειχθεί ως μια κρίσιμη στρατηγική για την προώθηση όλων των ειδών προϊόντων και υπηρεσιών. Οι εταιρείες έχουν συσχετίσει έντονα την ικανοποίηση των πελατών με το συνολικό επίπεδο επιτυχίας τους. Επιπλέον, διάφοροι ακαδημαϊκοί ερευνητές έχουν υποστηρίξει έντονα ότι η ικανοποίηση των πελατών ή των χρηστών είναι ουσιαστικός παράγοντας για τη δημιουργία και τη διατήρηση ενός στρατηγικού ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος. Κατά τη διάρκεια των τελευταίων δύο ετών της εποχής του COVID-19, διάφοροι ερευνητές έχουν υπονοήσει ότι η προσαρμογή του προϊόντος ή της υπηρεσίας στις ανάγκες των χρηστών και οι αλλαγές στις προτιμήσεις είναι κρίσιμη προϋπόθεση για τη μακροπρόθεσμη επιτυχία τους. (Pan & Ha, 2021; Peñarroya & Miralles, 2022; Prasetyo et al., 2021).

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από έρευνες ανάλυσης ικανοποίησης των χρηστών θα μπορούσαν ενδεχομένως να διαμορφώσουν ένα πλαίσιο για τη χάραξη πολιτικής με

βάση την ικανοποίηση και τα κίνητρα των χρηστών προϊόντων ή υπηρεσιών. (Fedushko, & Ustyiano-vych, 2022; Lebrun et al., 2021). Επιπλέον, μερικές μελέτες υποδηλώνουν ότι η ικανοποίηση των χρηστών προηγείται της ποιότητας (Rahardja et al., 2021; Santos Neto et al., 2021) σε αντίθεση με άλλες που υποδηλώνουν το αντίθετο (Noone et al., 2007; Ryu & Han, 2010). Στον τομέα της ικανοποίησης των χρηστών, υπάρχουν στην πρόσφατη βιβλιογραφία πολλαπλοί ορισμοί και προσπάθειες ποσοτικοποίησης (Kitsios et al. 2018; Koonsanit, & Nishiuchi, 2021). Ένας κλασικός ορισμός (Oliver & DeSarbo, 1988) υπονοεί ότι η ικανοποίηση των χρηστών έχει άμεση συσχέτιση με την υποκειμενική κρίση των χρηστών μέσω των προσωπικών εμπειριών που συσσωρεύονται σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Πολλαπλές μελέτες έχουν προτείνει διάφορα χαρακτηριστικά και διαστάσεις για την ικανοποίηση των χρηστών/πελατών. Ικανοποίηση χρήστη σημαίνει ότι οι ανάγκες των χρηστών ικανοποιούνται, οι λειτουργίες υπηρεσίας ή προϊόντος θεωρούνται ικανοποιητικές και ως αποτέλεσμα η εμπειρία χρήστη είναι συνολικά θετική. Οι La & Yi (2015) εξέφρασαν τους διάφορους ορισμούς της ικανοποίησης των χρηστών, οι οποίοι υποδηλώνουν το αντικείμενο ενδιαφέροντος και το επίπεδο διευκρίνισης. Οι βασικοί παράγοντες ικανοποίησης περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τις επιδόσεις υπηρεσιών/προϊόντων, τις εμπειρίες των χρηστών, την αφοσίωση των χρηστών κ.λπ.

Επιπλέον, η ποιότητα των υπηρεσιών εξαρτάται από δύο κύριες πτυχές: τις αναμενόμενες και τις αντιληπτές υπηρεσίες. Την τελευταία δεκαετία, πολλές μελέτες έχουν αποκαλύψει την ισχυρή σύνδεση μεταξύ της ποιότητας των υπηρεσιών και της ικανοποίησης των χρηστών. (Ballinado et al., 2021; Pakurar et al., 2019). Η εστίαση στο εκπαιδευτικό λογισμικό και η αξιολόγηση των υπηρεσιών του ακαδημαϊκού τομέα και η ικανοποίηση των χρηστών ήταν ένα ουσιαστικό θέμα έρευνας κατά την τελευταία δεκαετία. Για παράδειγμα, οι Lupo & Buscarino (2020) έχουν δημιουργήσει μια μετρήσιμη μεθοδολογική προσέγγιση προκειμένου να αξιολογήσουν την ικανοποίηση των χρηστών για ακαδημαϊκές ηλεκτρονικές υπηρεσίες (πλατφόρμα Moodle, ιστότοπος του πανεπιστημίου κ.λπ.) με βάση τη Μεθοδολογία ServQual. Οι Chen et al. (2020) χρησιμοποίησε μια μεθοδολογία νευρωνικού δικτύου προκειμένου να αξιολογήσει την ικανοποίηση των χρηστών για διαδικτυακές πλατφόρμες εκπαίδευσης στην Κίνα κατά τη διάρκεια της πανδημίας Covid-19. Από την άλλη, οι Zurita et al. (2019) έχουν χρησιμοποιήσει 12 μετρήσεις προκειμένου να αξιολογήσουν μέσω ενός

δομημένου ερωτηματολογίου την ικανοποίηση των χρηστών για μια εκπαιδευτική εφαρμογή για κινητά.

Επομένως, λαμβάνοντας υπόψη τις ειδικές συνθήκες που προέκυψαν σε διάφορα εκπαιδευτικά συστήματα σε όλο τον κόσμο λόγω της πανδημίας, που περιλαμβάνουν την υποχρεωτική υιοθέτηση εργαλείων και λογισμικού εξ αποστάσεως εκπαίδευσης, είναι εξαιρετικά σημαντικό για τον ακαδημαϊκό τομέα και τον τομέα των επιχειρήσεων λογισμικού να παρέχει ένα απλό στη χρήση και ισχυρό εργαλείο για τη μέτρηση της ικανοποίησης των χρηστών για εκπαιδευτικό λογισμικό και πλατφόρμες. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η διερεύνηση μιας τέτοιας μεθοδολογίας με τη χρήση του αλγορίθμου MUSA. Η μελέτη περίπτωσης της παρούσας έρευνας είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη (τόσο στην Ελλάδα όσο και παγκοσμίως) πλατφόρμα ηλεκτρονικής μάθησης, δηλαδή το Moodle.

### **5.3.Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Υπηρεσιών**

Τις τελευταίες δεκαετίες, η αξιολόγηση μετατρέπεται συνεχώς σε μια ανεξάρτητη επιστήμη, η οποία έχει τις ρίζες της σε πολλούς τομείς και αποδεικνύεται χρήσιμο εργαλείο για την κατανόηση και την εφαρμογή μελετών πολιτικής, αξιολόγησης απόδοσης, σχεδιασμού μηχανικής, χαρτοφυλακίου επενδύσεων κ.λπ. . Παρά το ευρύ φάσμα των ορισμών και των στόχων των προγραμμάτων αξιολόγησης, είναι σαφές ότι η επιστημονική κοινότητα εμπλέκεται ευρέως στο γεγονός ότι οι αξιολογητές προσπαθούν να συμβάλουν στην κοινωνική βελτίωση και αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί μόνο εάν τα αποτελέσματα της αξιολόγησης στοχεύουν στην ενημέρωση των διευθυντών. . προγράμματα, άλλα ενδιαφερόμενα μέρη και να βελτιώσουν τη δομή και τις λειτουργίες του προγράμματος.

Ένας από τους τομείς στους οποίους εφαρμόζεται η έννοια της αξιολόγησης είναι ο τομέας της εκπαίδευσης. Η αξιολόγηση στην τάξη απαιτεί πολύ χρόνο και προσπάθεια, καθώς οι εκπαιδευτικοί μπορούν να αφιερώσουν περισσότερο από το 40% του χρόνου τους σε δραστηριότητες που σχετίζονται με την αξιολόγηση. Ταυτόχρονα, όμως, οι δάσκαλοι ούτε καταρτίζονται ούτε έχουν τις κατάλληλες γνώσεις για να αντιμετωπίσουν αυτό το δύσκολο έργο (Stiggins, 1988, σ.363). Τις τελευταίες δύο δεκαετίες η εκπαιδευτική έρευνα έχει δείξει ότι είναι πολύ δύσκολο να εφαρμοστούν νέες μέθοδοι αξιολόγησης και ειδικά αυτές που στοχεύουν στην αξιολόγηση για να

δοκιμάσουν τη μάθηση ως αλλαγή στη συμπεριφορά των μαθητών (Black & William, 2009; Brown et al. 2009; Stiggins, 2005a ).

Οι κύριες κατηγορίες αξιολόγησης είναι οι εξής:

- Σωρευτική αξιολόγηση: ονομάζεται όταν γίνονται στο τέλος μιας διαδικασίας και το συμπέρασμα που προκύπτει είναι εφαρμόσιμο στο εγγύς μέλλον. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα, μπορούν να ληφθούν μία ή περισσότερες αποφάσεις με βάση αυτή την κρίση. Αυτές οι αποφάσεις μπορεί να σχετίζονται με την ικανότητα ενός ατόμου ή ενός τμήματος ή οργανισμού. Παραδείγματα αθροιστικής αξιολόγησης είναι ο χρόνος που ο εξεταστής κρίνει ότι ένας υποψήφιος δικαιούται να αποκτήσει δίπλωμα οδήγησης, η απονομή πτυχίου σε μαθητή μέσω εξετάσεων και σειράς τεστ (εξετάσεις, εργασίες, παρακολούθηση κ.λπ. ) και τέλος η διαδικασία κατά την οποία ένας υποψήφιος κρίνεται άξιος ανώτερης προαγωγής σε πανεπιστημιακό ίδρυμα (π.χ. προαγωγή από επίκουρο καθηγητή σε αναπληρωτή καθηγητή).
- Διαμορφωτική αξιολόγηση: επικυρώνεται όταν προσδιορίζεται η καταλληλότητα των απαιτήσεων μαθησιακών αποτελεσμάτων - πρέπει να επικυρώνεται ελέγχοντάς τα σε σχέση με τις επιδόσεις συγκριτικής αξιολόγησης του συγκεκριμένου ακαδημαϊκού πεδίου.
- Διαγνωστική αξιολόγηση: γίνεται σε πρώιμο στάδιο και στοχεύει στην εξέταση των στοιχείων που συνοδεύουν τη «μαθησιακή» συμπεριφορά των μαθητών.

Σημαντικό πεδίο έρευνας είναι οι πρακτικές αξιολόγησης και συγκεκριμένα στις πρακτικές ταξινόμησης των μαθητών από τον καλύτερο στο χειρότερο κ.ο.κ. (Duncan & Noonan, 2007; Duncan et al, 2009; Harlen, 2005; Leighton et al., 2010; Liu, 2008a, 2008b; McMillan, 2001; McMillan, 2003; McMillan, 2000; .., 2008· Vandeyar & Killen, 2003· Xu & Liu, 2009). Οι παραπάνω μέθοδοι δυστυχώς, όπως δείχνουν οι περισσότερες μελέτες, δεν βοηθούν τον μαθητή. Δεν υπάρχει καμία ανατροφοδότηση εκτός από μερικές περιπτώσεις και αυτό είναι καθαρά για ερευνητικούς σκοπούς (Aguire & Speer, 2000; Griffiths, 2006; Remesal, 2006; Sato & Kleinsasser, 2004).

Ειδικότερα, η ισχυρή επιρροή της αξιολόγησης στη διδακτική διαδικασία έχει τεκμηριωθεί από τα τέλη της δεκαετίας του 1980-1990 (Black & William, 1998, 2009; Clarke 1996; Nunziati, 1990; Stiggins, 1988; Volante & Fazio, 2007). Ταυτόχρονα,

τότε έγινε αντιληπτό ότι η σχολική αξιολόγηση είναι μια σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων από μαθητές, από το σχολείο, από τις δεξιότητες των δασκάλων και από διάφορους άλλους παράγοντες. Έτσι, φαίνεται ότι η διδακτική διαδικασία συμπεριλαμβανομένης της αξιολόγησης και της μάθησης είναι αλληλένδετες.

Ο Vaden-Goad (2009) διεξήγαγε μια πειραματική μελέτη στην οποία συνέκρινε τη διαμορφωτική και τη αθροιστική αξιολόγηση. Διαπιστώθηκε ότι ο όγκος των επιπέδων πληροφοριών και κινήτρων αυξήθηκε ως αποτέλεσμα της αλλαγής της συνάρτησης αξιολόγησης από σωρευτική σε διαμορφωτική. Μια άλλη μελέτη που έδειξε «γνώση και αυτοεκτίμηση για τις έννοιες μέτρησης» των δασκάλων δημοτικού ανέφερε ότι οι μαθητές ήταν σχετικά εξειδικευμένοι στην ταξινόμηση των τύπων αξιολόγησης και στην ερμηνεία των βαθμών των μαθητών (Gotch & French, 2011). Αντίθετα, τα αποτελέσματα των θεμάτων που αξιολογούν την ικανότητα των εκπαιδευτικών να ενεργούν με βάση τυποποιημένες βαθμολογίες, χρησιμοποιώντας τις για τη λήψη κατάλληλων εκπαιδευτικών αποφάσεων, υποδεικνύουν μια αδυναμία αυτής της ικανότητας.

Οι Yamtima και Wongwanichb (2014) ερεύνησαν τα επίπεδα αξιολόγησης του σχολείου εκπαιδευτικών πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Δεκαενέα δάσκαλοι δημοτικού σχολείου στο σχολείο Wat Phai Rong Wua συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο αξιολόγησης στην τάξη και 8 δάσκαλοι συμμετείχαν σε μια συζήτηση ομάδας εστίασης. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι περισσότεροι από τους συμμετέχοντες είχαν χαμηλούς βαθμούς όσον αφορά τις γνώσεις αξιολόγησης. Με βάση αυτό το εύρημα, οι ερευνητές πρότειναν μια αναπτυξιακή προσέγγιση για τη βελτίωση του γραμματισμού αξιολόγησης στην τάξη του δημοτικού σχολείου που δίνει έμφαση στη συνεργατική μάθηση και την ομαδική εργασία.

Οι Babaii και Damankesh (2015) διερεύνησαν την επίδραση των τελικών εξετάσεων γυμνασίου στη χρήση στρατηγικών τεστ εκπαίδευση και προετοιμασία των μαθητών. Τα ευρήματα αποκάλυψαν ότι οι εξετάσεις επηρέασαν τους μαθητές να εφαρμόσουν στρατηγικές που είχαν αρνητικό αντίκτυπο στη μάθησή τους, καθώς κινούνταν προς μια προσέγγιση που βασίζεται στη μέτρηση της μάθησης και όχι σε μια προσέγγιση που επικεντρώνεται στη βελτίωση της μάθησης.

Επομένως, η αξιολόγηση εκπληρώνει δύο βασικές λειτουργίες στο σχολείο (Guskey, 2003; Khtou 2011; Pilcher, 2001; Stiggins, 2005a, 2005b; Stiggins, et al., 2005; Yamtima & Wongwanichb, 2014).

1. Μπορεί να προωθήσει τον προβληματισμό και την αλλαγή στην εκπαίδευση μέσω της διδασκαλίας και της μάθησης.
2. Χρησιμοποιείται ως εργαλείο αναφοράς σε κοινό όπως η οικογένεια, η κοινωνία και οι σχολικές διοικήσεις. Αυτό ονομάζεται από ορισμένους συγγραφείς παιδαγωγική λειτουργία της αξιολόγησης (Babaii & Damankesh, 2015).

#### **5.4. Πλατφόρμα μελέτης περίπτωσης εξ αποστάσεως εκπαίδευσης – MOODLE**

Ο όρος "Moodle" περιλαμβάνει δύο σημαντικές έννοιες. Πρώτον, είναι ένα αρκτικόλεξο για το "Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment" (Becerra & Daniela, 2018). Αυτό τονίζει τη σχεδίαση και τη λειτουργικότητα της πλατφόρμας, η οποία χαρακτηρίζεται από αρθρωτά στοιχεία που εκτελούν συγκεκριμένες λειτουργίες. Αυτές οι ενότητες, όπως ομάδες συζήτησης, κουίζ και εργαστήρια, αναπτύσσονται, δοκιμάζονται και κοινοποιούνται συνεχώς από την ενεργή κοινότητα των ειδικών και ερευνητών του Moodle.

Η «Αντικειμενοστραφής» πτυχή του Moodle αναφέρεται στη χρηστοκεντρική προσέγγισή του, όπου το λογισμικό καθοδηγείται από ενέργειες χρήστη που εκτελούνται σε αντικείμενα εντός της πλατφόρμας. Αυτή η σχεδίαση που βασίζεται στον χρήστη απλοποιεί τη διαδικασία εκμάθησης εξαλείφοντας την ανάγκη για εκτενή εκπαίδευση ή έρευνα για την κατανόηση των λειτουργιών της πλατφόρμας. Ως αποτέλεσμα, οι χρήστες μπορούν να πλοηγούνται και να χρησιμοποιούν το Moodle με ευκολία και απλότητα.

Επιπλέον, το Moodle είναι ένα δυναμικό περιβάλλον μάθησης, το οποίο εξελίσσεται και ενημερώνεται συνεχώς για να φιλοξενεί την αποθήκευση δεδομένων χρήστη, συμπεριλαμβανομένων προσωπικών προφίλ, δεδομένων παρακολούθησης, βαθμών και πολλά άλλα. Με την εκτεταμένη βάση δεδομένων του, το Moodle μπορεί να παρουσιάσει προσαρμοσμένες πληροφορίες σε κάθε χρήστη, προσφέροντας μια εξατομικευμένη μαθησιακή εμπειρία. Οι διαχειριστές και οι εκπαιδευτές έχουν την ευελιξία να τροποποιούν και να προσαρμόζουν τους ιστότοπους και τα μαθήματα μέσω

φιλικών προς τον χρήστη φορμών. Αυτή η δυναμική φύση ξεχωρίζει το Moodle από τους στατικούς ιστότοπους και παρέχει προσαρμοστικότητα και διαδραστικότητα.

Στον τομέα των εφαρμογών ηλεκτρονικής μάθησης, έγιναν πολλές προσπάθειες από προγραμματιστές χωρίς ουσιαστική συμβολή από εκπαιδευτικούς, με αποτέλεσμα περιορισμένη επιτυχία. Ωστόσο, το Moodle γεφυρώνει αυτό το χάσμα δίνοντας προτεραιότητα στην κατανόηση και τη διευκόλυνση των εκπαιδευτικών. Με τη συμμετοχή των εκπαιδευτικών στη διαδικασία σχεδιασμού και ανάπτυξης, το Moodle διασφαλίζει ότι η εφαρμογή ευθυγραμμίζεται με τις παιδαγωγικές αρχές και ανταποκρίνεται στις ανάγκες των εκπαιδευτικών και των μαθητών.

Η πολύπλευρη φύση του Moodle ως ένα σπονδυλωτό, αντικειμενοστρεφές και δυναμικό περιβάλλον μάθησης δίνει έμφαση στην προσαρμοστικότητά του, στον χρηστοκεντρικό σχεδιασμό και στην ενεργό συμμετοχή των εκπαιδευτικών. Αυτά τα χαρακτηριστικά διακρίνουν το Moodle από άλλες πλατφόρμες ηλεκτρονικής μάθησης, καθιστώντας το πολύτιμο εργαλείο για τη διευκόλυνση της αποτελεσματικής και ελκυστικής διαδικτυακής εκπαίδευσης.

Ο όρος «σύστημα διαχείρισης εκπαιδευτικού περιεχομένου» αναφέρεται σε μια πλατφόρμα εξ αποστάσεως εκπαίδευσης που βασίζεται σε πληροφορίες για να λειτουργεί αποτελεσματικά. Αυτές οι πληροφορίες παρέχονται από τον δάσκαλο στα μαθήματά τους και περιλαμβάνουν διάφορα στοιχεία όπως παράδοση μαθήματος, σχετικούς πόρους, συνδέσεις με εξωτερικά δίκτυα, έγγραφα, παρουσιάσεις, προγράμματα, ακόμη και διαγωνισμούς. Αποθηκεύοντας αυτές τις πληροφορίες στα μαθήματά τους, οι δάσκαλοι μπορούν εύκολα να τις ανακτήσουν και να τις επαναχρησιμοποιήσουν όταν χρειάζεται, εξοικονομώντας χρόνο και προσπάθεια για την επανεγγραφή ή την αναδημιουργία περιεχομένου για το ίδιο θέμα. Η πλατφόρμα λειτουργεί ως κεντρικό αποθετήριο, επιτρέποντας στους εκπαιδευτικούς να έχουν πρόσβαση σε όλο το υλικό τους και να το μεταφέρουν σε άλλες πλατφόρμες του Moodle εάν είναι απαραίτητο, εξαλείφοντας την ανάγκη να ξεκινήσουν από το μηδέν (Horvat et al., 2015).

Από την πλευρά των εκπαιδευομένων, η πλατφόρμα προσφέρει ένα δυναμικό και συναρπαστικό περιβάλλον μάθησης που ξεπερνά τις παραδοσιακές ρυθμίσεις της



τάξης. Οι υπηρεσίες που παρέχει η πλατφόρμα τραβούν το ενδιαφέρον τους, διασφαλίζοντας ότι η μαθησιακή εμπειρία δεν είναι καθόλου βαρετή ή μονότονη.

Αρκετοί βασικοί παράγοντες συμβάλλουν στην ευρεία υιοθέτηση του Moodle ως προτιμώμενη επιλογή για εκπαιδευτικές πλατφόρμες (Horvat et al., 2015):

1. Μεγαλύτερη και καλά οργανωμένη βάση χρηστών: Το Moodle διαθέτει μια τεράστια και καλά οργανωμένη κοινότητα χρηστών που παρέχει εκτεταμένη υποστήριξη τόσο σε διαχειριστές όσο και σε χρήστες.
2. Μεγάλη γκάμα δυνατοτήτων: Το Moodle προσφέρει ένα εκτεταμένο σύνολο χαρακτηριστικών που μπορούν να φιλοξενήσουν διαφορετικές προσεγγίσεις διδασκαλίας, καλύπτοντας τις συγκεκριμένες ανάγκες διαφορετικών μαθημάτων και χρηστών.
3. Χρήση ώριμων και ισχυρών τεχνολογιών: Η πλατφόρμα αξιοποιεί οικείες, ώριμες και ισχυρές τεχνολογίες, διασφαλίζοντας σταθερότητα και αξιοπιστία.
4. Προσαρμοσσιμότητα: Το Moodle επιτρέπει την άμεση προσαρμογή, επιτρέποντας στους διαχειριστές και τους εκπαιδευτές να προσαρμόσουν την πλατφόρμα στις συγκεκριμένες απαιτήσεις και προτιμήσεις τους.
5. Οικονομική Λύση: Το Moodle παρέχει μια οικονομική λύση, ξεπερνώντας συχνά την ευελιξία που προσφέρουν τα εμπορικά Συστήματα Διαχείρισης Μάθησης (LMS).

Το Moodle μπορεί να αναπτυχθεί σε οποιονδήποτε διακομιστή ιστού που υποστηρίζει τη γλώσσα προγραμματισμού PHP και διαθέτει συμβατή βάση δεδομένων. Ενώ λειτουργεί σε διάφορες ρυθμίσεις, λειτουργεί καλύτερα και λαμβάνει τη βέλτιστη υποστήριξη όταν υλοποιείται σε διακομιστή ιστού Apache με βάση δεδομένων MySQL. Ευτυχώς, αυτές οι απαιτήσεις, δηλαδή οι Apache, PHP και MySQL, υποστηρίζονται συνήθως από τους περισσότερους εμπορικούς παρόχους φιλοξενίας ιστοσελίδων, ακόμη και από αυτούς με οικονομικά σχέδια τιμολόγησης.

Η δύναμη του Moodle έγκειται στην ικανότητά του να λειτουργεί ως σύστημα διαχείρισης εκπαιδευτικού περιεχομένου, αξιοποιώντας πληροφορίες για να προσφέρει ελκυστικές μαθησιακές εμπειρίες. Η ευρεία βάση χρηστών, το εκτεταμένο σύνολο χαρακτηριστικών, η προσαρμόσιμη φύση, η χρήση ώριμων τεχνολογιών και η σχέση

κόστους-αποτελεσματικότητας συμβάλλουν στη δημοτικότητά του μεταξύ των εκπαιδευτικών και των ιδρυμάτων παγκοσμίως.

Το Moodle, μια ευρέως χρησιμοποιούμενη εκπαιδευτική πλατφόρμα, εγκαθίσταται συνήθως σε τρεις συγκεκριμένες τοποθεσίες εντός του περιβάλλοντος φιλοξενίας Ιστού (Ifinedo et al., 2018):

1. Κατάλογος εφαρμογών: Το Moodle καταλαμβάνει έναν αποκλειστικό κατάλογο στον κεντρικό υπολογιστή Ιστού, ο οποίος περιέχει πολλούς υποκαταλόγους που φιλοξενούν διάφορες λειτουργικές μονάδες και στοιχεία. Αυτοί οι υποκατάλογοι παρέχουν την απαραίτητη υποδομή για διαφορετικές λειτουργίες και δυνατότητες που προσφέρει το Moodle.

2. Κατάλογος δεδομένων Moodle: Αυτός ο κατάλογος χρησιμεύει ως η θέση αποθήκευσης για τα αρχεία που ανεβαίνουν από φοιτητές και μέλη ΔΕΠ. Περιλαμβάνει διάφορους τύπους αρχείων, όπως φωτογραφίες, υποβληθείσες εργασίες και άλλο περιεχόμενο που δημιουργείται από τους χρήστες. Ο κατάλογος δεδομένων Moodle διασφαλίζει την ασφαλή και οργανωμένη αποθήκευση αυτών των αρχείων εντός της πλατφόρμας.

3. Βάση δεδομένων Moodle: Τα βασικά στοιχεία του Moodle, συμπεριλαμβανομένων των υλικών μαθημάτων (ιστοσελίδες, κουίζ, εργαστήρια, κ.λπ.), οι βαθμοί, οι πληροφορίες χρήστη και τα αρχεία καταγραφής χρηστών, αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων του Moodle. Αυτή η βάση δεδομένων, που υποστηρίζεται από τη MySQL, χρησιμεύει ως το κεντρικό αποθετήριο για τη διαχείριση δεδομένων εντός της πλατφόρμας. Επιτρέπει την αποτελεσματική πρόσβαση, ανάκτηση και χειρισμό των πληροφοριών που είναι απαραίτητες για την παράδοση και τη διαχείριση του μαθήματος.

Όπως πολλά άλλα συστήματα διαχείρισης ηλεκτρονικής μάθησης και μάθησης, το Moodle αναπτύσσεται χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού PHP και χρησιμοποιεί τη MySQL ως το προτιμώμενο σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων. Αυτές οι τεχνολογίες παρέχουν μια ισχυρή και αξιόπιστη βάση για τη λειτουργικότητα και το χειρισμό δεδομένων του Moodle. Επιπλέον, το Moodle έχει σχεδιαστεί για να είναι ανεξάρτητο από πλατφόρμα, που σημαίνει ότι μπορεί να αναπτυχθεί σε διάφορα

λειτουργικά συστήματα, εφόσον υποστηρίζουν τις απαιτούμενες λειτουργίες και τεχνολογίες.

Η κατανεμημένη δομή του Moodle στον κατάλογο εφαρμογών, στον κατάλογο δεδομένων του Moodle και στη βάση δεδομένων του Moodle διασφαλίζει την αποτελεσματική διαχείριση αρχείων, δεδομένων χρήστη και περιεχομένου μαθημάτων. Αυτή η οργάνωση επιτρέπει την επεκτασιμότητα, την ευελιξία και την ευκολία συντήρησης εντός του οικοσυστήματος Moodle.

## **5.5. Μεθοδολογία**

### **5.5.1 Εισαγωγή**

Στο πλαίσιο αυτής της έρευνας, ο στόχος ήταν να συγκριθεί ο υπολογισμός του βάρους χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο MUSA με την παραδοσιακή προσέγγιση του ερωτηματολογίου σύγκρισης ζευγαριών. Ο στόχος ήταν να αποκαλυφθούν τυχόν διαφορές στην επιλογή βάρους για διάφορα κριτήρια μεταξύ αυτών των δύο προσεγγίσεων. Αυτή η ενότητα παρέχει μια περιγραφή και των δύο προσεγγίσεων και παρουσιάζει μια σύγκριση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν.

### **5.5.2 Ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη**

Το ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τον προσδιορισμό της σχετικής σημασίας ή βάρους διαφορετικών κριτηρίων. Περιλαμβάνει τους συμμετέχοντες να συγκρίνουν συστηματικά κάθε κριτήριο με κάθε άλλο κριτήριο και να εκχωρούν μια αριθμητική τιμή που υποδεικνύει την αντιληπτή προτίμηση ή προτεραιότητά τους. Τα αποτελέσματα χρησιμοποιούνται στη συνέχεια για τον υπολογισμό των βαρών για κάθε κριτήριο με βάση τις συγκεντρωτικές αποκρίσεις.

### **5.5.3 Αλγόριθμος MUSA**

Ο αλγόριθμος MUSA, που σημαίνει Multicriteria Satisfaction Analysis, είναι ένας καινοτόμος αλγόριθμος λήψης αποφάσεων ειδικά σχεδιασμένος για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών σε πολύπλοκα συστήματα. Ενσωματώνει ένα μαθηματικό μοντέλο που λαμβάνει υπόψη διάφορα κριτήρια και τα αντίστοιχα επίπεδα ικανοποίησης για τον υπολογισμό της συνολικής ικανοποίησης. Ο αλγόριθμος εκχωρεί βαρύτητα στα κριτήρια με βάση τον αντίκτυπό τους στην ικανοποίηση των χρηστών,

λαμβάνοντας υπόψη τόσο το επίπεδο ικανοποίησης όσο και τη σημασία ή τη σημασία κάθε κριτηρίου.

#### **5.5.4 Σύγκριση προσεγγίσεων**

Η σύγκριση μεταξύ του Pairwise Comparison Questionnaire και του αλγόριθμου MUSA περιλάμβανε τη διεξαγωγή υπολογισμών βάρους για τα επιλεγμένα κριτήρια. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από κάθε προσέγγιση αναλύθηκαν και συγκρίθηκαν για να εντοπιστούν τυχόν παραλλαγές στην επιλογή βάρους. Αυτή η σύγκριση είχε στόχο να παρέχει πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα και τη συνέπεια του αλγόριθμου MUSA στην καταγραφή των προτιμήσεων και των προτεραιοτήτων των χρηστών σε σύγκριση με την παραδοσιακή προσέγγιση.

Εξετάζοντας τις διαφορές στην επιλογή βάρους μεταξύ των δύο προσεγγίσεων, μπορούμε να κατανοήσουμε καλύτερα τις δυνάμεις και τους περιορισμούς κάθε μεθόδου για τον προσδιορισμό της σχετικής σημασίας των κριτηρίων. Τα ευρήματα από αυτή τη σύγκριση συμβάλουν στην αξιολόγηση της καταλληλότητας του αλγόριθμου MUSA για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών και των πιθανών πλεονεκτημάτων του σε σχέση με πιο συμβατικές προσεγγίσεις.

#### **5.5.5.Μεθοδολογία Ερωτηματολογίου Σύγκρισης Κατά Ζεύγη**

Στο αρχικό στάδιο της αναλυτικής μοντελοποίησης ιεραρχίας, πραγματοποιείται η κατά ζεύγη σύγκριση των κριτηρίων στο δεύτερο επίπεδο της ιεραρχίας. Αυτή η σύγκριση στοχεύει στον προσδιορισμό της σχετικής σημασίας των κριτηρίων σε σχέση με τον τελικό στόχο του προβλήματος, που είναι η επιλογή του πιο ικανοποιητικού διαδικτυακού εκπαιδευτικού λογισμικού στο πρώτο επίπεδο της ιεραρχίας (Αυγερινός & Μανίκαρος, 2018).

Τα κριτήρια που επιλέχθηκαν για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού, με βάση προηγούμενες μελέτες, ήταν Ευκολία Χρήσης, Αποτελεσματικότητα, Διαδραστικότητα/Ευκολία Μνήμης και έχουν εμπλουτιστεί περαιτέρω και αναδιαμορφωθεί στην τρέχουσα έρευνα ώστε να συμπεριλάβουν Τεχνική Διάσταση, Δυνατότητες Εκπαιδευτικών, Δυνατότητες Συμμετεχόντων, Παιδαγωγική Διάσταση, και Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες (Αυγερινός & Μανίκαρος, 2018).

Το πρώτο βήμα στη μεθοδολογική διαδικασία περιλαμβάνει την ανάθεση βαρών σε κάθε κριτήριο, το οποίο επιτρέπει την επακόλουθη εφαρμογή του μοντέλου MUSA για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με κάθε εξεταζόμενο λογισμικό. Η ανάθεση βάρους για τα νέα κριτήρια γίνεται χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη, μια ευρέως χρησιμοποιούμενη προσέγγιση για τον προσδιορισμό του βάρους που περιλαμβάνει τη χρήση ερωτηματολογίων (Bures et al., 2020; Kulakowski, 2020). Στην παρούσα μελέτη, μια ομάδα 10 ειδικών αποτελούμενη από μηχανικούς λογισμικού, καθηγητές πανεπιστημίου και υποψήφιους διδάκτορες από το Πανεπιστήμιο Αιγαίου συμπλήρωσαν το ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη, όπως φαίνεται στον Πίνακα 2, και τα σταθμισμένα κριτήρια υπολογίστηκαν με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν.

Αυτή η μεθοδολογία διασφαλίζει μια συστηματική και αυστηρή προσέγγιση για τον προσδιορισμό της σχετικής σημασίας των κριτηρίων, λαμβάνοντας υπόψη τις απόψεις των ειδικών στον τομέα. Το ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη παρέχει πολύτιμες γνώσεις για την επακόλουθη εφαρμογή του μοντέλου MUSA, επιτρέποντας μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών σε σχέση με κάθε λογισμικό που εξετάζεται.

Προκειμένου οι 10 συμμετέχοντες να πραγματοποιήσουν τη σύγκριση κατά ζεύγη μεταξύ των κριτηρίων, τους δόθηκε μια συγκεκριμένη ερώτηση: «Πόσο πιο σημαντικό είναι το κριτήριο, όσον αφορά την επιλογή του πιο ικανοποιητικού εκπαιδευτικού λογισμικού, που βρίσκεται πάνω αριστερά στη σειρά σε σύγκριση με το κριτήριο που βρίσκεται πάνω δεξιά;» Αυτή η ερώτηση απαιτούσε μια ποσοτική απάντηση από τους συμμετέχοντες.

Για να διευκολυνθεί η σύγκριση, οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν την κλίμακα εννέα σημείων Saaty, η οποία χρησιμοποιείται ευρέως σε διάφορα επιστημονικά πεδία (Kim et al., 2020). Η κλίμακα επιτρέπει στους συμμετέχοντες να ορίσουν μια βαθμολογία με βάση τη σχετική σημασία των κριτηρίων. Η επιλογή γίνεται στην πλευρά όπου το κριτήριο υπερσχύει του άλλου, υποδεικνύοντας ποιο κριτήριο είναι πιο σημαντικό στην επιλογή του πιο ικανοποιητικού λογισμικού.

Οι βαθμολογίες που λήφθηκαν για κάθε κριτήριο στην αριστερή πλευρά κάθε σειράς στον πίνακα υπολογίστηκαν ως το αντίστροφο των βαθμολογιών που αποδίδονται στο

κριτήριο στη δεξιά πλευρά της σειράς. Αυτή η προσέγγιση εξασφαλίζει μια συνεπή και ουσιαστική σύγκριση μεταξύ των κριτηρίων, παρέχοντας πολύτιμα δεδομένα για την επακόλουθη στάθμιση των κριτηρίων στο μοντέλο MUSA.

Συνολικά, το ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη με τη δομημένη κλίμακα αξιολόγησης προσφέρει μια ισχυρή μέθοδο για τους συμμετέχοντες να εκφράσουν τις κρίσεις και τις προτιμήσεις τους, οδηγώντας σε μια συνολική αξιολόγηση της σχετικής σημασίας των κριτηρίων στην επιλογή εκπαιδευτικού λογισμικού.

**Πίνακας 28**

*Ερωτηματολόγιο Σύγκρισης Κριτηρίων Κατά Ζεύγη για τον Υπολογισμό των Βαρών Κριτηρίων*

ΚΡΙΤΗΡΙΟ Α	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ΚΡΙΤΗΡΙΟ Β
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ευκαιρίες δασκάλων
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Παιδαγωγική διάσταση
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες
Ευκαιρίες δασκάλων	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες
Ευκαιρίες δασκάλων	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Παιδαγωγική διάσταση
Ευκαιρίες δασκάλων	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Παιδαγωγική διάσταση
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες
Παιδαγωγική διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες

Η διαδικασία βαθμολόγησης στο ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη περιλαμβάνει τον υπολογισμό της αντίστροφης σχέσης μεταξύ των βαθμολογιών που αποδίδονται στα κριτήρια στην αριστερή και τη δεξιά πλευρά κάθε σειράς. Αυτό εξασφαλίζει μια συνεπή σύγκριση μεταξύ των κριτηρίων με βάση τη σχετική σημασία τους.

Για να επεξηγήσουμε αυτήν τη διαδικασία, ας εξετάσουμε ένα παράδειγμα: Ας υποθέσουμε ότι ένας συμμετέχων στην έρευνα υποδεικνύει ότι η τεχνική διάσταση είναι γενικά τρεις φορές πιο σημαντική από τις δυνατότητες που παρέχει η πλατφόρμα στους εκπαιδευτικούς. Σε αυτήν την περίπτωση, ο συμμετέχων θα επέλεγε την τιμή 3 για την τεχνική διάσταση στην αριστερή πλευρά της σειράς. Η αντίστοιχη βαθμολογία που αποδίδεται στις δυνατότητες των εκπαιδευτικών θα ήταν το αντίστροφο αυτής της τιμής, που είναι 1/3.

Χρησιμοποιώντας αυτήν την αντίστροφη σχέση, το ερωτηματολόγιο αποτυπώνει τις κρίσεις και τις προτιμήσεις των συμμετεχόντων με ποσοτικό τρόπο. Επιτρέπει την ακριβή σύγκριση της σημασίας των διαφορετικών κριτηρίων στην επιλογή του πιο ικανοποιητικού εκπαιδευτικού λογισμικού.

Αυτή η προσέγγιση βαθμολόγησης διασφαλίζει ότι η σχετική σημασία των κριτηρίων αντικατοπτρίζεται με ακρίβεια στον τελικό σταθμισμένο υπολογισμό, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για την επακόλουθη ανάλυση χρησιμοποιώντας το μοντέλο MUSA.

**Πίνακας 29**

Στιγμιότυπο Απόκρισης του Συμμετέχοντος της Σύγκρισης 2 Κριτηρίων Μεταξύ τους

ΚΡΙΤΗΡΙΟ Α	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ΚΡΙΤΗΡΙΟ Β
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ευκαιρίες δασκάλων

Στο ερωτηματολόγιο σύγκρισης κατά ζεύγη, εάν ένας συμμετέχων αντιλαμβάνεται δύο κριτήρια ως ισοδύναμα ή ίσης σημασίας, θα αποδώσει βαθμολογία 1 και στα δύο κριτήρια. Αυτό δείχνει ότι ο συμμετέχων θεωρεί ότι τα κριτήρια είναι εξίσου σημαντικά όσον αφορά την επιλογή του πιο ικανοποιητικού εκπαιδευτικού λογισμικού.

Με βάση τις απαντήσεις κάθε συμμετέχοντα, δημιουργείται ένα αντίστοιχο αρχείο βάρους για κάθε ερωτηματολόγιο, που αντικατοπτρίζει τις ατομικές προτιμήσεις και κρίσεις του. Αυτό το ρεκόρ βάρους καταγράφει τη σχετική σημασία των κριτηρίων σύμφωνα με την αντίληψη του κάθε συμμετέχοντα.

Για παράδειγμα, ας εξετάσουμε ένα ενδεικτικό παράδειγμα: Ο συμμετέχων Α αξιολογεί την τεχνική διάσταση και τις δυνατότητες των συμμετεχόντων ως εξίσου σημαντικές, δίνοντας βαθμολογία 1 και στα δύο κριτήρια. Αυτό υποδηλώνει ότι ο Συμμετέχων Α θεωρεί ότι αυτά τα δύο κριτήρια είναι εξίσου σημαντικά στη διαδικασία επιλογής.

Πίνακας 30

Απαντήσεις - Παράδειγμα Ερωτώμενου στην Έρευνα

ΚΡΙΤΗΡΙΟ Α	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	ΚΡΙΤΗΡΙΟ Β
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ευκαιρίες δασκάλων
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Παιδαγωγική διάσταση
Τεχνική Διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες
Ευκαιρίες δασκάλων	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες
Ευκαιρίες δασκάλων	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Παιδαγωγική διάσταση
Ευκαιρίες δασκάλων	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Παιδαγωγική διάσταση
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες
Παιδαγωγική διάσταση	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες

Αφού ληφθούν οι συγκρίσεις κατά ζεύγη των κριτηρίων σε έναν πίνακα, το επόμενο βήμα είναι να προσδιοριστεί το βάρος κάθε κριτηρίου υπολογίζοντας το διάνυσμα προτεραιότητας, γνωστό και ως «κύριο διάνυσμα» ή ίδιο διάνυσμα. Αυτή η διαδικασία διασφαλίζει ότι σε κάθε κριτήριο αποδίδεται μια βαρύτητα που αντικατοπτρίζει τη σχετική σημασία του στην επιλογή του πιο ικανοποιητικού εκπαιδευτικού λογισμικού.

Για τον υπολογισμό του διανύσματος προτεραιότητας, αθροίζονται τα στοιχεία κάθε στήλης στον πίνακα. Στη συνέχεια, για να ομαλοποιηθεί κάθε στήλη και να διασφαλιστεί ότι το άθροισμα των στοιχείων της είναι ίσο με ένα (1), κάθε στοιχείο της



στήλης διαιρείται με το συνολικό άθροισμα των στοιχείων της στήλης. Στη συνέχεια, τα κανονικοποιημένα στοιχεία κάθε στήλης προστίθενται για να βρεθεί ο μέσος όρος για κάθε κριτήριο. Αυτές οι μέσες τιμές αντιπροσωπεύουν τα βάρη των κριτηρίων στην αξιολόγηση λογισμικού. Για παράδειγμα, ας ανατρέξουμε στον Πίνακα 22 που παρουσιάζει το υπολογισμένο διάλυσμα προτεραιότητας για τα κριτήρια αξιολόγησης. Με την εκτέλεση των προαναφερθέντων πράξεων, λαμβάνονται τα βάρη των κριτηρίων (κριτήρια αξιολόγησης του λογισμικού), παρέχοντας πολύτιμες γνώσεις για την αντίστοιχη σημασία τους.

**Πίνακας 31**

*Παράδειγμα Μητρώου Κριτηρίων για 1 Ερωτώμενο*

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Τεχνική Διάσταση	Ευκαιρίες δασκάλων	Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	Παιδαγωγική διάσταση	Αυτοματοποιημένες λειτουργίες
Τεχνική Διάσταση	1,00	6,00	3,00	0,50	4,00
Ευκαιρίες δασκάλων	0,17	1,00	0,17	8,00	0,25
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	0,33	6,00	1,00	1,00	0,13
Παιδαγωγική διάσταση	2,00	0,13	1,00	1,00	0,33
Αυτοματοποιημένες λειτουργίες	0,33	4,00	8,00	3,00	1,00

### **5.6.Αποτελέσματα υπολογισμού βάρους σύμφωνα με τον αλγόριθμο MUSA και τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη**

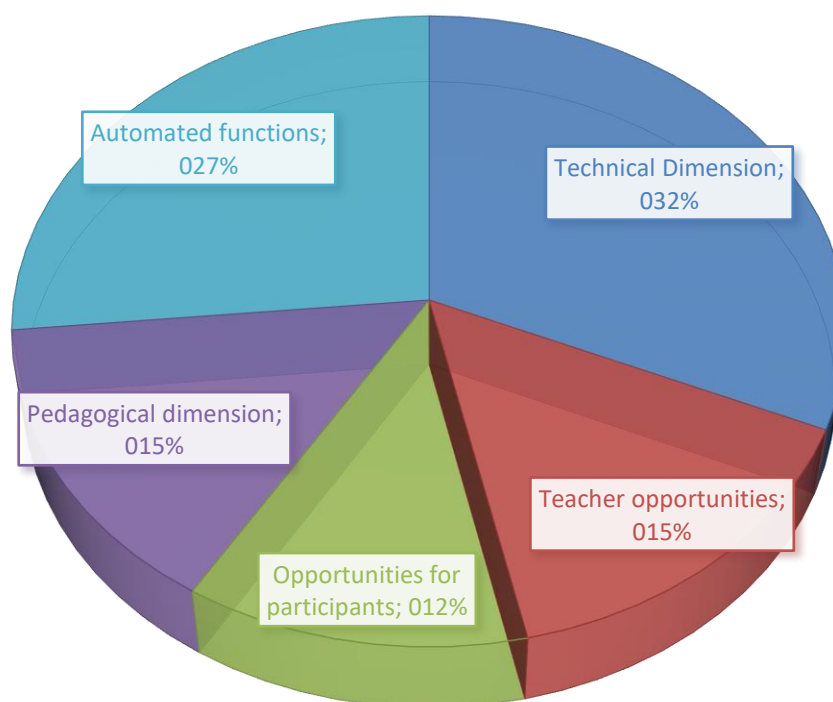
Τα τελικά αποτελέσματα των κριτηρίων βάρους που λήφθηκαν για τους 10 συμμετέχοντες σύμφωνα με τη Μεθοδολογία Σύγκρισης κατά Ζεύγη είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας 3213

Βάρη Τελικών Κριτηρίων Σύμφωνα με τη Μεθοδολογία Σύγκρισης Κατά Ζεύγη

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	Τελικό Βάρος Κριτηρίου
Τεχνική Διάσταση	31,54%
Ευκαιρίες δασκάλων	15,02%
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	12,18%
Παιδαγωγική διάσταση	14,75%
Αυτοματοποιημένες λειτουργίες	26,51%

### ΒΑΡΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΣΤΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΣΥΓΚΡΙΣΗΣ ΚΑΤΑ ΖΕΥΓΗ



Εικόνα 35: Απεικόνιση βαρών τελικών κριτηρίων σύμφωνα με τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη

Τα τελικά αποτελέσματα των κριτηρίων βάρους που προέκυψαν σύμφωνα με τον αλγόριθμο MUSA (με βάση τους 100 συμμετέχοντες) είναι τα ακόλουθα:

Πίνακας 33

*Βάρη Τελικών Κριτηρίων Σύμφωνα με τη Μεθοδολογία Σύγκρισης Κατά Ζεύγη και τη Μεθοδολογία MUSA*

Κριτήριο	Σύγκριση κατά ζεύγη	ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ MUSA
Τεχνική Διάσταση	31,54%	22,36%
Ευκαιρίες δασκάλων	15,02%	18,19%
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	12,18%	16,75%
Παιδαγωγική διάσταση	14,75%	18,52%
Αυτοματοποιημένες λειτουργίες	26,51%	24,18%

Αναλύοντας τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 24, ο οποίος συγκρίνει τα τελικά βάρη των κριτηρίων που προέκυψαν από τη Μεθοδολογία Σύγκρισης κατά Ζεύγη και τον αλγόριθμο MUSA, μπορούν να γίνουν διάφορες παρατηρήσεις:

1. Τεχνική Διάσταση: Σύμφωνα με τη Μεθοδολογία Σύγκρισης κατά Ζεύγη, το κριτήριο της Τεχνικής Διάστασης έχει βάρος 31,54%, υποδηλώνοντας τη σχετικά μεγαλύτερη σημασία του σε σύγκριση με άλλα κριτήρια. Ωστόσο, ο αλγόριθμος MUSA αποδίδει χαμηλότερο βάρος 22,36% σε αυτό το κριτήριο. Αυτή η διαφορά υποδηλώνει μια ασυμφωνία στην αντιληπτή σημασία της Τεχνικής Διάστασης μεταξύ των δύο μεθοδολογιών.
2. Ευκαιρίες δασκάλου: Η μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη αποδίδει στάθμιση 15,02% στο κριτήριο Ευκαιρίες εκπαιδευτικού, ενώ ο αλγόριθμος MUSA εκχωρεί ελαφρώς υψηλότερο βάρος 18,19%. Αυτό δείχνει ότι και οι δύο μεθοδολογίες θεωρούν τις Ευκαιρίες Δασκάλου ως σημαντικό κριτήριο, αλλά ο αλγόριθμος MUSA αποδίδει λίγο μεγαλύτερη σημασία σε αυτό.

3. Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες: Και οι δύο μεθοδολογίες αναγνωρίζουν τη σημασία των Ευκαιριών για τους Συμμετέχοντες, με τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη να αποδίδει βάρος 12,18% και τον αλγόριθμο MUSA να εκχωρεί υψηλότερο βάρος 16,75%. Αυτό υποδηλώνει ότι ο αλγόριθμος MUSA θεωρεί τις Ευκαιρίες για τους Συμμετέχοντες ως κριτήριο με μεγαλύτερη επιρροή σε σύγκριση με τη Μεθοδολογία Σύγκρισης κατά Ζεύγη.

4. Παιδαγωγική διάσταση: Το κριτήριο της Παιδαγωγικής διάστασης λαμβάνει στάθμιση 14,75% σύμφωνα με τη Μεθοδολογία Σύγκρισης κατά Ζεύγη, ενώ ο αλγόριθμος MUSA εκχωρεί ελαφρώς υψηλότερο βάρος 18,52%. Αυτό δείχνει ότι και οι δύο μεθοδολογίες αναγνωρίζουν τη σημασία της Παιδαγωγικής Διάστασης, με τον αλγόριθμο MUSA να της αποδίδει σχετικά μεγαλύτερη σημασία.

5. Αυτοματοποιημένες Συναρτήσεις: Η Μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη αποδίδει βάρος 26,51% στο κριτήριο Αυτοματοποιημένων Συναρτήσεων, ενώ ο αλγόριθμος MUSA εκχωρεί ελαφρώς χαμηλότερο βάρος 24,18%. Αυτό υποδηλώνει ότι και οι δύο μεθοδολογίες θεωρούν τις Αυτοματοποιημένες Συναρτήσεις ως κρίσιμο κριτήριο, αν και η Μεθοδολογία Σύγκρισης κατά Ζεύγη αποδίδει ελαφρώς μεγαλύτερη βαρύτητα σε αυτήν.

Συνολικά, είναι προφανές ότι υπάρχουν διαφορές στα βάρη που αποδίδονται στα κριτήρια αξιολόγησης μεταξύ της Μεθοδολογίας Σύγκρισης κατά Ζεύγη και του αλγόριθμου MUSA. Αυτές οι διαφορές υπογραμμίζουν τις διαφορές στην αντίληψη της σημασίας του κριτηρίου και τονίζουν την επιρροή της επιλεγμένης μεθοδολογίας στα αποτελέσματα της αξιολόγησης. Περαιτέρω ανάλυση και ερμηνεία αυτών των παραλλαγών είναι απαραίτητες για την κατανόηση των επιπτώσεων για την επιλογή του πιο ικανοποιητικού εκπαιδευτικού λογισμικού.

Κατά την εφαρμογή του αλγορίθμου MUSA, έγιναν ορισμένες παραδοχές για να διασφαλιστεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Αυτές οι παραδοχές περιλαμβάνουν:

**1. Όριο σχεδόν βέλτιστων λύσεων:** Ορίστηκε ένα όριο 1% για να προσδιοριστεί η εγγύτητα των λύσεων στις βέλτιστες τιμές. Αυτό σημαίνει ότι οποιαδήποτε λύση με απόκλιση μικρότερη από 1% από τη βέλτιστη τιμή θεωρήθηκε σχεδόν βέλτιστη.

**2. Όριο καθολικής προτίμησης:** Χρησιμοποιήθηκε όριο 2% για τον καθορισμό του επιπέδου παγκόσμιας προτίμησης για ορισμένα κριτήρια. Αυτό σημαίνει ότι εάν η διαφορά προτίμησης μεταξύ δύο κριτηρίων ήταν μικρότερη από 2%, θεωρήθηκε ότι είχαν παρόμοια επίπεδα προτίμησης.

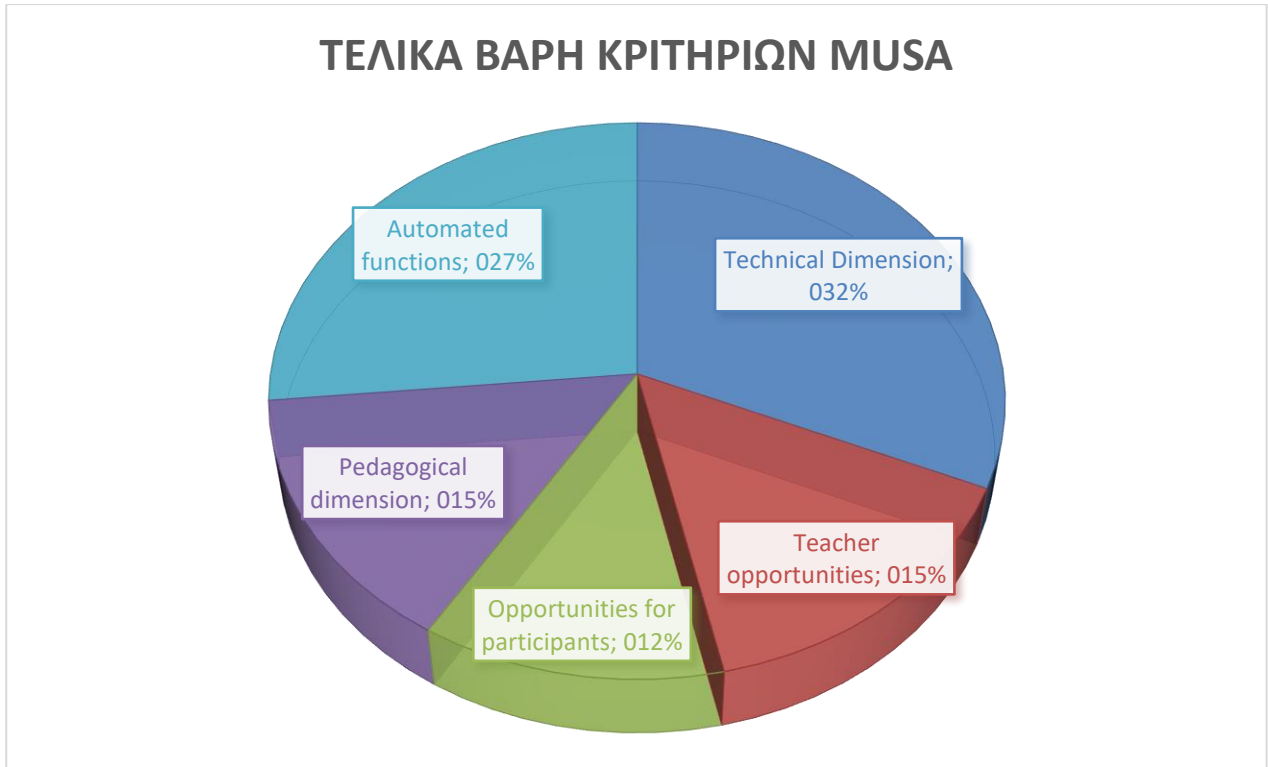
**3. Κατώφλι προτίμησης κριτηρίων:** Ομοίως, εφαρμόστηκε όριο 2% για την αξιολόγηση της προτίμησης μεμονωμένων κριτηρίων. Εάν η διαφορά στην προτίμηση για ένα κριτήριο ήταν μικρότερη από 2%, θεωρήθηκε ότι είχε παρόμοιο επίπεδο προτίμησης σε σύγκριση με άλλα κριτήρια.

Αυτές οι παραδοχές βοήθησαν στον καθορισμό των τελικών βαρών και κατάταξης των κριτηρίων αξιολόγησης. Η αντικειμενική τιμή (OV) που λήφθηκε από τον αλγόριθμο MUSA υπολογίστηκε σε 422,32, υποδεικνύοντας τη συνολική αποτελεσματικότητα του αλγορίθμου στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών από το εκπαιδευτικό λογισμικό.

Επιπλέον, ο δείκτης σταθερότητας (SI) και ο δείκτης προσαρμογής βρέθηκαν πολύ υψηλοί, φθάνοντας το 97% και το 95,78% αντίστοιχα. Αυτό υποδηλώνει ότι ο αλγόριθμος MUSA επέδειξε υψηλό επίπεδο σταθερότητας και ακρίβειας στην αποτύπωση των προτιμήσεων και της ικανοποίησης των χρηστών.

Επιπλέον, το συνολικό ποσοστό πρόβλεψης έφτασε το 90%, υποδεικνύοντας ότι ο αλγόριθμος MUSA πρόβλεψε με επιτυχία την ικανοποίηση των χρηστών με βάση τα αξιολογημένα κριτήρια.

Αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν την ευρωστία και την αξιοπιστία του αλγορίθμου MUSA στην αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού και στην παροχή ουσιαστικών γνώσεων για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.



**Εικόνα 36:** Απεικόνιση βαρών τελικών κριτηρίων σύμφωνα με τη μεθοδολογία MUSA

Η σύγκριση μεταξύ του αλγορίθμου MUSA και της πιο κλασικής προσέγγισης της μεθοδολογίας Pairwise Comparison αποκαλύπτει μικρές διαφορές στα βάρη που αποδίδονται στα κριτήρια αξιολόγησης. Αυτή η απόκλιση μπορεί να αποδοθεί στις διαφορετικές μεθόδους υπολογισμού που χρησιμοποιούνται από κάθε προσέγγιση.

Ο αλγόριθμος MUSA υπολογίζει τα εσωτερικά βάρη των κριτηρίων ταυτόχρονα, εξαλείφοντας την ανάγκη για ένα επιπλέον ερωτηματολόγιο. Αυτή η ολοκληρωμένη προσέγγιση επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη και αποτελεσματική αξιολόγηση των κριτηρίων, οδηγώντας σε διαφοροποιημένα βάρη σε σύγκριση με τη μεθοδολογία Pairwise Comparison.

Παρά αυτές τις μικρές παραλλαγές, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι και οι δύο μεθοδολογίες τελικά αποδίδουν παρόμοια βαρύτητα κριτηρίων. Αυτό σημαίνει ότι ανεξάρτητα από τη συγκεκριμένη προσέγγιση που χρησιμοποιείται, η αξιολόγηση των κριτηρίων συγκλίνει προς συνεπή αποτελέσματα.

Στη μετέπειτα ανάλυση των αποτελεσμάτων, χρησιμοποιούνται οι σταθμίσεις που δημιουργούνται από τον αλγόριθμο MUSA λόγω της ταυτόχρονης μεθόδου

υπολογισμού του και της αποφυγής πρόσθετων ερωτηματολογίων. Αυτό διασφαλίζει την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας αξιολόγησης.

Η ευθυγράμμιση των βαρών των κριτηρίων που λαμβάνονται από διαφορετικές μεθοδολογίες υπογραμμίζει την ευρωστία και την εγκυρότητα της διαδικασίας αξιολόγησης. Καταδεικνύει ότι διάφορες προσεγγίσεις, συμπεριλαμβανομένων τόσο των κλασικών όσο και των καινοτόμων μεθόδων, συγκλίνουν σε παρόμοια συμπεράσματα σχετικά με τη σημασία και τη σημασία των κριτηρίων αξιολόγησης.

Συνολικά, αυτά τα ευρήματα υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα και την αξιοπιστία τόσο του αλγορίθμου MUSA όσο και της μεθοδολογίας Pairwise Comparison στον προσδιορισμό των σχετικών βαρών των κριτηρίων, παρέχοντας πολύτιμες πληροφορίες για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων.

Ερωτηματολόγια ικανοποίησης χρηστών – Συλλογή δεδομένων

### **5.7. Ερωτηματολόγια ικανοποίησης χρηστών – Συλλογή δεδομένων**

Για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την ικανοποίηση των χρηστών, διεξήχθη μια διαδικτυακή έρευνα χρησιμοποιώντας Φόρμες Google. Οι συμμετέχοντες, συμπεριλαμβανομένων μαθητών και καθηγητών, κλήθηκαν να δώσουν τις κρίσεις και τα επίπεδα ικανοποίησής τους σχετικά με το εκπαιδευτικό λογισμικό. Για τη συλλογή των απαραίτητων πληροφοριών χρησιμοποιήθηκε ένα εξειδικευμένο ερωτηματολόγιο αξιολόγησης.

Το ερωτηματολόγιο χρησιμοποίησε μια κλίμακα Likert πέντε βαθμών για την αξιολόγηση των επιπέδων ικανοποίησης, που κυμαίνονται από «Απόλυτα ικανοποιημένος» έως «Απολύτως μη ικανοποιημένος». Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να δηλώσουν τη συνολική τους ικανοποίηση σε αυτήν την κλίμακα, χρησιμοποιώντας μια αριθμητική βαθμολογία από το 0 έως το 4, όπου το 0 αντιπροσώπευε καμία ικανοποίηση και το 4 αντιπροσώπευε την πλήρη ικανοποίηση. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να βαθμολογήσουν την ικανοποίησή τους με κάθε μεμονωμένο κριτήριο σε κάθε διάσταση.

Εκτός από την αξιολόγηση της ικανοποίησης, το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε επίσης μερικές δημογραφικές ερωτήσεις στην αρχική ενότητα. Αυτές οι δημογραφικές ερωτήσεις αποσκοπούσαν στη συλλογή σχετικών πληροφοριών για τους

συμμετέχοντες, οι οποίες θα μπορούσαν ενδεχομένως να επηρεάσουν τις αντιλήψεις και τις εμπειρίες τους με το εκπαιδευτικό λογισμικό.

Χρησιμοποιώντας την κλίμακα Likert και ενσωματώνοντας αξιολογήσεις μεμονωμένων κριτηρίων, το ερωτηματολόγιο παρείχε μια ολοκληρωμένη και δομημένη προσέγγιση για τη μέτρηση της ικανοποίησης των χρηστών. Τα δεδομένα που συλλέγονται μέσω αυτής της έρευνας χρησιμεύουν ως πολύτιμα στοιχεία για περαιτέρω ανάλυση και αξιολόγηση της απόδοσης και της αποτελεσματικότητας του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Συνολικά 100 συμμετέχοντες συμμετείχαν στην έρευνα, η οποία διεξήχθη από την 1η Νοεμβρίου 2021 έως τις 30 Νοεμβρίου 2021. Οι συμμετέχοντες αποτελούνταν από 50 εκπαιδευτικούς από τη δεύτερη ή τρίτη τάξη και 50 φοιτητές. Διασφαλίστηκε η ανωνυμία για όλους τους συμμετέχοντες και στην αρχή του ερωτηματολογίου δόθηκε μια αποκάλυψη που εξηγούσε τους εκπαιδευτικούς σκοπούς της έρευνας.

Για τη διατήρηση της διαφάνειας και του σεβασμού των προτιμήσεων των συμμετεχόντων, δόθηκε μια επιλογή σε άτομα που επιθυμούσαν να εξαιρέσουν τις απαντήσεις τους από τα αποτελέσματα της έρευνας. Οι συμμετέχοντες είχαν προθεσμία έως τις 15 Δεκεμβρίου 2021 για να στείλουν ένα email ζητώντας τον αποκλεισμό τους.

## **5.8. Αποτελέσματα**

Όσον αφορά τα δημογραφικά χαρακτηριστικά του δείγματος της έρευνας, το 59% των συμμετεχόντων ήταν άνδρες, ενώ το 41% ήταν γυναίκες. Επιπλέον, το 60% του δείγματος αποτελούνταν από μαθητές πανεπιστημίου ή γυμνασίου και το υπόλοιπο 40% από καθηγητές γυμνασίου ή πανεπιστημίου.

Οι συνολικές συχνότητες ικανοποίησης για τα 5 κριτήρια μεταξύ των 100 συμμετεχόντων παρουσιάζονται στον πίνακα 31.



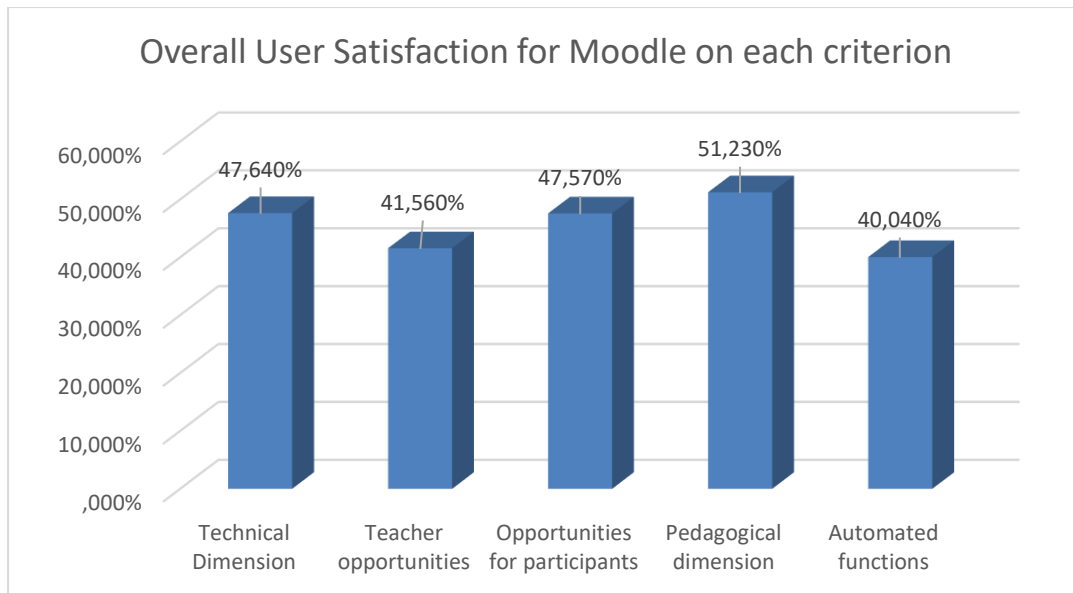
Πίνακας 34

*Κατανομή Συχνότητας Ικανοποίησης για τα 5 Κριτήρια*

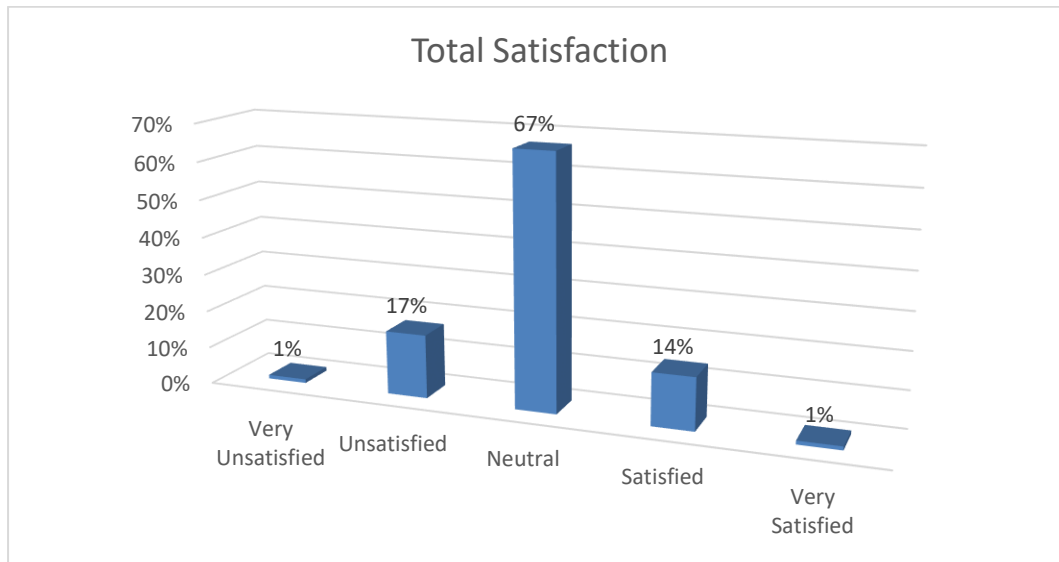
<b>Κριτήρια / Βαθμοί</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Τεχνική Διάσταση	8,00%	14,00%	23,00%	25,00%	30,00%
Ευκαιρίες δασκάλων	12,00%	15,00%	21,00%	28,00%	24,00%
Ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες	10,00%	18,00%	20,00%	21,00%	31,00%
Παιδαγωγική διάσταση	17,00%	18,00%	21,00%	25,00%	19,00%
Αυτοματοποιημένες λειτουργίες	6,00%	11,00%	31,00%	28,00%	24,00%

Αυτά τα περιγραφικά στατιστικά παρέχουν μια αρχική επισκόπηση των επιπέδων ικανοποίησης των συμμετεχόντων για κάθε κριτήριο. Διεξάγεται περαιτέρω ανάλυση για να εμβαθύνουμε στα αποτελέσματα και να εντοπίσουμε τυχόν σημαντικές τάσεις ή μοτίβα.

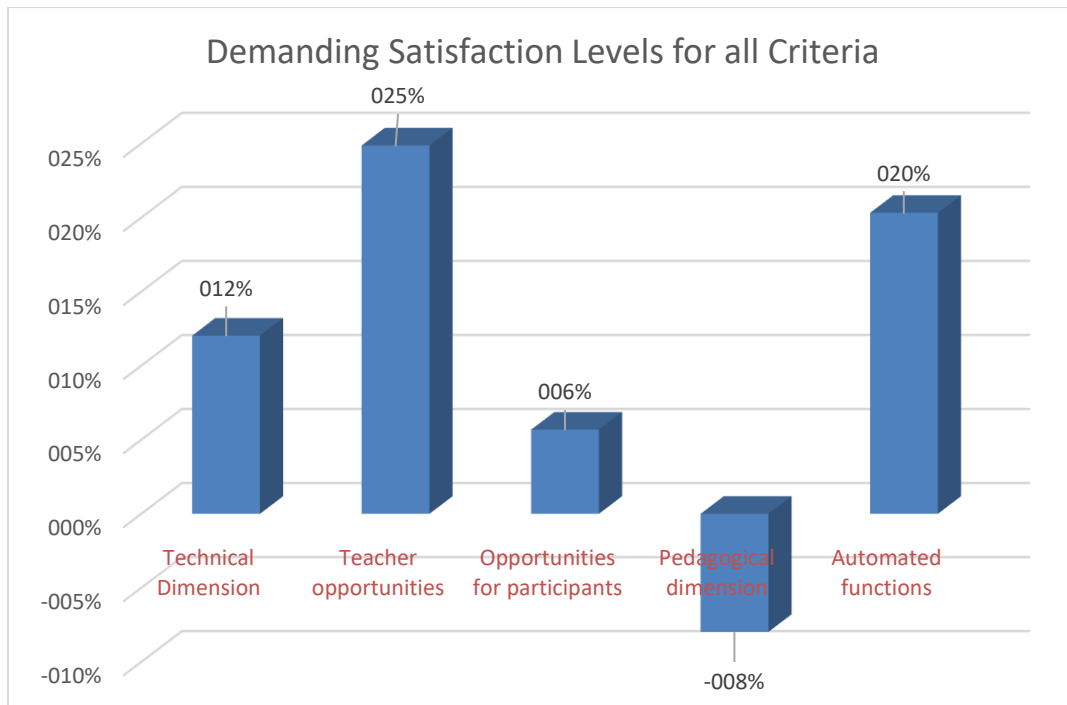
Τα μέσα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο φαίνονται στην εικόνα 37.



Εικόνα 37. Μέσα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο



Εικόνα 38. Συνολικά επίπεδα ικανοποίησης



Εικόνα 39. Απαιτητά επίπεδα ικανοποίησης για όλα τα κριτήρια

Ο χάρτης δράσης που διαμορφώνεται με βάση τα προαναφερθέντα αποτελέσματα φαίνεται παρακάτω στην εικόνα 40.



Εικόνα 40. Χάρτης δράσης του αλγόριθμου MUSA για το λογισμικό MOODLE

Το Σχήμα 39 δείχνει τον συνολικό Χάρτη Δράσεων που προέρχεται από τον αλγόριθμο MUSA, τονίζοντας τους τομείς που απαιτούν βελτίωση στο εκπαιδευτικό λογισμικό.

Η Παιδαγωγική Διάσταση ξεχωρίζει ως η πτυχή με τις υψηλότερες απαιτήσεις για βελτίωση, όπως φαίνεται από ζήτηση ικανοποίησης 60%. Από την άλλη πλευρά, οι Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες παρουσιάζουν χαμηλότερες απαιτήσεις για βελτίωση, με ζήτηση ικανοποίησης -60%. Αυτός ο χάρτης βελτίωσης παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τους συγκεκριμένους τομείς που χρειάζονται προσοχή και βελτίωση.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ο αλγόριθμος MUSA προσδιορίζει αυτές τις περιοχές με βάση την ανάλυση των δεδομένων ικανοποίησης των χρηστών και τα αντίστοιχα βάρη κριτηρίων. Εστιάζοντας στη βελτίωση της Παιδαγωγικής Διάστασης, οι προγραμματιστές μπορούν να αντιμετωπίσουν τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των χρηστών, ενισχύοντας έτσι τη συνολική εμπειρία και ικανοποίηση του χρήστη.

Επιπλέον, ο χάρτης βελτίωσης χρησιμεύει ως οδικός χάρτης για την ιεράρχηση των προσπαθειών βελτίωσης. Κατανέμοντας πόρους και προσπάθειες στις περιοχές με τις υψηλότερες απαιτήσεις για βελτίωση, οι προγραμματιστές λογισμικού μπορούν να κάνουν στοχευμένες βελτιώσεις που ευθυγραμμίζονται με τις προσδοκίες και τις προτιμήσεις των χρηστών.

Συνολικά, ο Χάρτης Δράσης που δημιουργήθηκε από τον αλγόριθμο MUSA καθοδηγεί τους προγραμματιστές λογισμικού στις πρωτοβουλίες βελτίωσής τους, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να βελτιστοποιήσουν το εκπαιδευτικό λογισμικό και να ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες των δασκάλων και των μαθητών.



Εικόνα 41. Χάρτης βελτίωσης αλγορίθμου MUSA για λογισμικό MOODLE

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων αποκαλύπτει τον αντίκτυπο και τη ζήτηση για βελτίωση στα διάφορα κριτήρια της πλατφόρμας MOODLE. Το κριτήριο με το μεγαλύτερο αντίκτυπο είναι οι Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες, με σημαντικό ποσοστό επίπτωσης 78%. Αυτό το κριτήριο παρουσιάζει επίσης τη μεγαλύτερη ζήτηση για βελτίωση, με ποσοστό ζήτησης 20%. Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της βελτίωσης της λειτουργικότητας και της απόδοσης των αυτοματοποιημένων λειτουργιών εντός της πλατφόρμας.

Η δεύτερη υψηλότερη ζήτηση για βελτίωση παρατηρείται στο κριτήριο Ευκαιρίες εκπαιδευτικών, με ποσοστό ζήτησης 22%. Ωστόσο, το ποσοστό επίπτωσης για αυτό το κριτήριο είναι σχετικά χαμηλό. Αυτό υποδηλώνει ότι ενώ είναι επιθυμητές οι βελτιώσεις στα χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τους εκπαιδευτικούς, ενδέχεται να μην έχουν τόσο σημαντική επίδραση στη συνολική ικανοποίηση των χρηστών.

Το κριτήριο της τεχνικής διάστασης δείχνει σχετικά υψηλό ποσοστό επίπτωσης 17% και αξιοσημείωτη ζήτηση για βελτίωση 10%. Αυτό τονίζει την ανάγκη εστίασης σε τεχνικές πτυχές, όπως η σταθερότητα του συστήματος, η απόδοση και η διαφανή χρήση, για τη βελτίωση της συνολικής εμπειρίας χρήστη.

Από την άλλη πλευρά, το κριτήριο Ευκαιρίες Δασκάλου δείχνει χαμηλότερο ποσοστό επίπτωσης -41%, υποδεικνύοντας ότι οι βελτιώσεις σε αυτόν τον τομέα ενδέχεται να έχουν περιορισμένη επίδραση στην ικανοποίηση των χρηστών. Ωστόσο, εξακολουθεί να υπάρχει μέτρια ζήτηση για βελτίωση (10%), γεγονός που υποδηλώνει ότι η αντιμετώπιση ευκαιριών που σχετίζονται με τους εκπαιδευτικούς μπορεί να συμβάλει στη συνολική ικανοποίηση.

Ομοίως, το κριτήριο των Ευκαιριών Συμμετεχόντων εμφανίζει χαμηλό ποσοστό επίπτωσης -45%. Ενώ οι βελτιώσεις σε αυτόν τον τομέα μπορεί να έχουν περιορισμένο αντίκτυπο, υπάρχει μέτρια ζήτηση για βελτίωση (10%). Οι βελτιώσεις σε χαρακτηριστικά που σχετίζονται με τους συμμετέχοντες μπορούν να συμβάλουν σε μια πιο ελκυστική και διαδραστική εμπειρία μάθησης.

Τέλος, το κριτήριο της Παιδαγωγικής Διάστασης καταδεικνύει χαμηλό ποσοστό επίπτωσης και χαμηλή ζήτηση για βελτίωση. Αν και αυτό το κριτήριο μπορεί να μην επηρεάζει σημαντικά τη συνολική ικανοποίηση, οι συνεχείς προσπάθειες για την ενίσχυση των παιδαγωγικών προσεγγίσεων και του εκπαιδευτικού σχεδιασμού μπορούν να εμπλουτίσουν περαιτέρω τη μαθησιακή εμπειρία.

Με βάση αυτά τα ευρήματα, το προτεινόμενο σχέδιο βελτίωσης για την πλατφόρμα MOODLE έχει ως εξής:

Προτεραιότητα 1: Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες - Υψηλός αντίκτυπος, Υψηλή ζήτηση για βελτίωση.

Προτεραιότητα 2: Τεχνική διάσταση - Υψηλός αντίκτυπος, Μέση ζήτηση για βελτίωση.

Προτεραιότητα 3: Ευκαιρίες δασκάλων - Μέτριο αντίκτυπο, Υψηλή ζήτηση για βελτίωση.

Προτεραιότητα 4: Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες - Χαμηλός αντίκτυπος, Μέση ζήτηση για βελτίωση.

Προτεραιότητα 5: Παιδαγωγική Διάσταση - Χαμηλός αντίκτυπος, Χαμηλή ζήτηση για βελτίωση.

Αυτή η ιεράρχηση των προσπαθειών βελτίωσης επιτρέπει μια στοχευμένη προσέγγιση, εστιάζοντας σε τομείς που έχουν τόσο σημαντικό αντίκτυπο όσο και ουσιαστική ζήτηση για βελτίωση. Με την αντιμετώπιση αυτών των προτεραιοτήτων, η πλατφόρμα MOODLE μπορεί να βελτιωθεί ώστε να ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες και τις προσδοκίες των χρηστών της.

### **5.9. Συμπεράσματα Κεφαλαίου 5**

Η παρούσα μελέτη είχε ως στόχο τη σύγκριση του αλγόριθμου MUSA με τη μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη στο πλαίσιο της αξιολόγησης της ικανοποίησης των χρηστών για την πλατφόρμα MOODLE. Μέσα από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν και την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας, μπορούν να εξαχθούν αρκετά συμπεράσματα.

Πρώτον, ο αλγόριθμος MUSA παρέχει μια ελαφρώς διαφοροποιημένη προσέγγιση σε σύγκριση με την πιο κλασική μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη. Αυτή η απόκλιση μπορεί να αποδοθεί στον ταυτόχρονο υπολογισμό των βαρών εσωτερικών κριτηρίων στον αλγόριθμο MUSA, εξαλείφοντας την ανάγκη για ένα επιπλέον ερωτηματολόγιο (Martins et al., 2019). Αυτή η απλοποιημένη προσέγγιση εξοικονομεί χρόνο και πόρους, ενώ εξακολουθεί να παράγει αξιόπιστα και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

Δεύτερον, και οι δύο μεθοδολογίες οδηγούν τελικά σε παρόμοια στάθμιση κριτηρίων, υποδεικνύοντας ότι είναι συνεπείς και αξιόπιστες στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών. Αυτό το εύρημα ευθυγραμμίζεται με προηγούμενες έρευνες που υπογραμμίζουν την αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας σύγκρισης κατά ζεύγη στον προσδιορισμό των βαρών κριτηρίων (Makwasha et al., 2020). Ως εκ τούτου, οι ερευνητές και οι επαγγελματίες μπορούν να επιλέξουν με σιγουριά οποιαδήποτε μέθοδο με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες και τους διαθέσιμους πόρους τους.

Επιπλέον, ο αλγόριθμος MUSA προσφέρει πλεονεκτήματα όπως η ταυτόχρονη εξέταση πολλαπλών κριτηρίων και η δυνατότητα αποτύπωσης των πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ τους. Αυτή η ολιστική προσέγγιση επιτρέπει μια πιο ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών (Zadeh et al., 2021). Από την άλλη πλευρά, η μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη προσφέρει μια πιο απλή και διαισθητική διαδικασία, καθιστώντας την προσβάσιμη και ευρέως υιοθετημένη σε διάφορους τομείς (Choo et al., 2018).

Η σύγκριση μεταξύ του αλγορίθμου MUSA και της μεθοδολογίας σύγκρισης κατά ζεύγη παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για το πεδίο της αξιολόγησης της ικανοποίησης των χρηστών για εκπαιδευτικές πλατφόρμες όπως το MOODLE. Και οι δύο μέθοδοι έχουν τα δυνατά και τους περιορισμούς τους και οι ερευνητές πρέπει να εξετάσουν προσεκτικά τους συγκεκριμένους ερευνητικούς στόχους και περιορισμούς.

Ο αλγόριθμος MUSA προσφέρει μια ισχυρή και εξελιγμένη προσέγγιση που λαμβάνει υπόψη πολλαπλά κριτήρια και τις αλληλεξαρτήσεις τους. Παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο αξιολόγησης, λαμβάνοντας υπόψη τη σχετική σημασία και απόδοση κάθε κριτηρίου. Αυτή η αλγοριθμική προσέγγιση έχει εφαρμοστεί με επιτυχία σε διάφορους τομείς, επιδεικνύοντας την ευελιξία και την αποτελεσματικότητά της (Gao et al., 2019).

Από την άλλη πλευρά, η μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη προσφέρει μια απλούστερη και πιο απλή προσέγγιση για τον προσδιορισμό των βαρών κριτηρίων. Περιλαμβάνει άμεσες συγκρίσεις μεταξύ κριτηρίων, επιτρέποντας στους συμμετέχοντες να εκφράσουν τις προτιμήσεις και τις κρίσεις τους με συστηματικό τρόπο. Αυτή η μέθοδος έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως και αποδεκτή στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων, καθιστώντας την πρακτική επιλογή για ερευνητές και επαγγελματίες (Gurta et al., 2017).

Και οι δύο μεθοδολογίες έχουν τα πλεονεκτήματα και τους περιορισμούς τους και οι ερευνητές πρέπει να εξετάσουν το συγκεκριμένο πλαίσιο και τις απαιτήσεις της μελέτης τους. Ενώ ο αλγόριθμος MUSA παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη και αυστηρή ανάλυση, απαιτεί βαθύτερη κατανόηση του αλγορίθμου και μπορεί να περιλαμβάνει πιο σύνθετους υπολογισμούς. Αντίθετα, η μεθοδολογία σύγκρισης κατά ζεύγη προσφέρει μια απλούστερη και πιο διαισθητική προσέγγιση, αλλά μπορεί να παραβλέπει τις πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ των κριτηρίων.

Η μελλοντική έρευνα μπορεί να επικεντρωθεί στην εξερεύνηση υβριδικών προσεγγίσεων που συνδυάζουν τα δυνατά σημεία και των δύο μεθοδολογιών. Αξιοποιώντας την υπολογιστική ισχύ του αλγορίθμου MUSA και ενσωματώνοντας την απλότητα της μεθοδολογίας σύγκρισης κατά ζεύγη, οι ερευνητές μπορούν να αναπτύξουν πιο ισχυρά και αποτελεσματικά πλαίσια αξιολόγησης της ικανοποίησης των χρηστών.



Συμπερασματικά, η σύγκριση του αλγορίθμου MUSA και της μεθοδολογίας σύγκρισης κατά ζεύγη υπογραμμίζει τη σημασία της επιλογής της κατάλληλης μεθοδολογίας με βάση τους ερευνητικούς στόχους και περιορισμούς. Και οι δύο μέθοδοι παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα και μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση εκπαιδευτικών πλατφορμών όπως το MOODLE. Οι ερευνητές και οι επαγγελματίες θα πρέπει να θεωρούν αυτές τις μεθοδολογίες ως πολύτιμα εργαλεία για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για τη βελτίωση της πλατφόρμας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜUSA ΜΕ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΣΕ ΟΜΑΔΕΣ (CLUSTER SAMPLING) ΓΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗΣ ΧΡΗΣΤΩΝ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΕΞ ΑΠΟΣΤΑΣΕΩΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ MOODLE

### 6.1. Αντικείμενο και στόχος

Ο κύριος στόχος αυτού του κεφαλαίου είναι να πραγματοποιήσει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών της εκπαιδευτικής πλατφόρμας εξ αποστάσεως εκπαίδευσης Moodle χρησιμοποιώντας τον καινοτόμο αλγόριθμο Multicriteria Satisfaction Analysis (MUSA). Η καινοτομία αυτής της έρευνας έγκειται στον υπολογισμό των βαρών κριτηρίων όχι μόνο για τη συνολική ομάδα συμμετεχόντων αλλά και για μικρότερες υποομάδες με βάση τα επίπεδα ικανοποίησης, την ηλικία, το φύλο και την ταυτότητα (δάσκαλοι ή φοιτητές). Αυτή η προσέγγιση, γνωστή ως αλγόριθμος MUSA Sampling Cluster (CSMUSA), εισάγει διαφοροποιημένα κριτήρια βαρύτητας και ενισχύει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων για τη βελτιστοποίηση της ικανοποίησης των χρηστών.

Η χρήση της δειγματοληψίας συστάδων στον αλγόριθμο MUSA επιτρέπει μια πιο λεπτομερή ανάλυση της ικανοποίησης των χρηστών σε συγκεκριμένες υποομάδες. Αυτό επιτρέπει τη βαθύτερη κατανόηση των δυνατών και των αδυναμιών της πλατφόρμας για διαφορετικά προφίλ χρηστών. Λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως τα επίπεδα ικανοποίησης, η ηλικία, το φύλο και η ταυτότητα, η μέθοδος CSMUSA παρέχει μια πιο προσαρμοσμένη και στοχευμένη προσέγγιση για τη βελτίωση της εκπαιδευτικής πλατφόρμας.

Η ενσωμάτωση του αλγόριθμου CSMUSA στη διαδικασία σχεδιασμού εκπαιδευτικών πλατφορμών και λογισμικού έχει σημαντικές δυνατότητες για συνεχή βελτίωση. Ενσωματώνοντας τα σχόλια των χρηστών και τις προτιμήσεις που λαμβάνονται μέσω δειγματοληψίας σε ομάδες, οι εταιρείες λογισμικού μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις για να βελτιώσουν την ικανοποίηση των χρηστών. Αυτή η διαδικασία βελτιστοποίησης καθίσταται ζωτικής σημασίας σε ένα διαρκώς εξελισσόμενο εκπαιδευτικό τοπίο, διασφαλίζοντας ότι οι πλατφόρμες ανταποκρίνονται στις διαφορετικές ανάγκες και προσδοκίες των χρηστών τους.

Η τροποποιημένη μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε αυτό το έγγραφο διευρύνει το εύρος και την εγκυρότητα της αξιολόγησης της ικανοποίησης των χρηστών. Η ολοκληρωμένη ανάλυση που διευκολύνεται από τον αλγόριθμο CSMUSA συμβάλλει στην ευρωστία και την αξιοπιστία της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Χρησιμεύει ως πολύτιμο εργαλείο για τους προγραμματιστές λογισμικού, τους εκπαιδευτικούς και τους διαχειριστές στην επιδίωξή τους για συνεχή βελτίωση των εκπαιδευτικών πλατφορμών και λογισμικού.

## **6.2. Δειγματοληψία σε ομάδες (Cluster Sampling)**

Η δειγματοληψία σε ομάδες είναι μια τεχνική δειγματοληψίας που έχει μελετηθεί και συζητηθεί εκτενώς στον τομέα της στατιστικής. Ο Fisher (1938) εισήγαγε την έννοια της δομής πιθανοτήτων σε τακτοποιημένα τεστ, η οποία εξετάζει τον αντίκτυπο της τυχαιοποίησης στην επιλογή ενός τμήματος από ολόκληρο τον πληθυσμό (όπως αναφέρεται στο Suyari, 2013). Αυτή η προσέγγιση παρέχει μια ισχυρή μέθοδο για την εκτίμηση του περιθωρίου σφάλματος. Τα απλά τυχαία δείγματα (SRS) είναι συχνά δύσκολο να επιτευχθούν λόγω διάφορων παραγόντων, όπως λανθασμένοι σχεδιασμοί δειγματοληψίας και μη απόκριση, γεγονός που τα καθιστά λιγότερο αποτελεσματικά όσον αφορά την επιτόπια εργασία και το κόστος ταξιδιού. Ωστόσο, αυτοί οι περιορισμοί ξεπερνιούνται με τη δειγματοληψία σε ομάδες.

Στο βιβλίο «Sampling Theory of Surveys with Applications» του Sukhatme (όπως αναφέρεται στο Rao & Fuller, 2017), παρέχεται μια ολοκληρωμένη επεξεργασία της δειγματοληψίας σε ομάδες και των συμπερασμάτων της, που περιλαμβάνει διάφορους τύπους ερευνών. Αυτός ο πόρος προσφέρει πολύτιμες γνώσεις για τις θεωρητικές βάσεις και τις πρακτικές εφαρμογές της δειγματοληψίας σε ομάδες.

Μια ενδιαφέρουσα μελέτη από τον Gilbert (2006) επικεντρώθηκε στη χρήση της δειγματοληψίας σε ομάδες για την αξιολόγηση των ποσοστών θνησιμότητας στο Ιράκ ως αποτέλεσμα της εισβολής Αμερικανών στρατιωτών. Η έρευνα έδειξε ότι η δειγματοληψία σε ομάδες μπορεί να προβλέψει αποτελεσματικά υψηλά ποσοστά θνησιμότητας σε γεγονότα όπως λιμοί, φυσικές καταστροφές και πόλεμοι. Αυτό υπογραμμίζει τη δυνατότητα εφαρμογής και τη χρησιμότητα της δειγματοληψίας σε ομάδες σε περίπλοκες και δύσκολες καταστάσεις.

Η δειγματοληψία σε ομάδες είναι μια ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνική δειγματοληψίας σε διάφορους τομείς έρευνας. Barrow et al. (2023) χρησιμοποίησε δειγματοληψία σε ομάδες συγκεντρώνοντας δεδομένα από τις Δημογραφικές Έρευνες και την Υγεία (DHS) της Γκάμπια, της Σιέρα Λεόνε και της Λιβερίας για τη διερεύνηση της κατάστασης εμβολιασμού στην παιδική ηλικία σε παιδιά κάτω του ενός έτους. Διεξήγαγαν μια ανάλυση πολυμεταβλητής λογιστικής παλινδρόμησης για να προσδιορίσουν τους καθοριστικούς παράγοντες της πρόσληψης εμβολιασμού. Ομοίως, ο Milligan (2004) εξέτασε τη χρήση της δειγματοληψίας σε ομάδες στο Εκτεταμένο Πρόγραμμα Ανοσοποίησης (EPI) για την πρόβλεψη της κάλυψης του εμβολίου όταν το ενημερωμένο υπόβαθρο δειγματοληψίας νοικοκυριού δεν είναι διαθέσιμο.

Ο Ichimura et al. (2022) διεξήγαγε μια εθνική συγχρονική έρευνα χρησιμοποιώντας μια διαδικασία δειγματοληψίας ομαδικής πολλαπλών σταδίων για να αναλύσει παράγοντες που σχετίζονται με την πλήρη κάλυψη εμβολιασμού μεταξύ των παιδιών στη Λαϊκή Δημοκρατία του Λάος. Χρησιμοποίησαν πολυπαραγοντική ανάλυση λογιστικής παλινδρόμησης για να αξιολογήσουν τη σχέση μεταξύ της κάλυψης εμβολιασμού, των δημογραφικών παραγόντων και της χρήσης των υπηρεσιών υγείας.

Ο Krapavickaitė (2022) διεξήγαγε μια μελέτη για να εξετάσει τον αντίκτυπο των αλλαγών στις επιχειρήσεις στην προκατάληψη και τη διακύμανση του εκτιμητή σε μια δειγματοληπτική έρευνα επιχειρήσεων χρησιμοποιώντας δειγματοληψία συστάδων. Προτάθηκαν προσαρμοσμένοι εκτιμητές και εκτιμητές διακύμανσης για να ληφθούν υπόψη αυτές οι αλλαγές, υπογραμμίζοντας τη σημασία των μεθόδων προσαρμογής στη δειγματοληψία σε ομάδες για τη βελτίωση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων της έρευνας.

Ο Jiang et al. (2023) παρείχε μια αναλυτική συζήτηση για τα πλεονεκτήματα της δειγματοληψίας σε ομάδες, εξετάζοντας τις επιπτώσεις της στην εγκυρότητα και την αξιοπιστία. Οι Pham et al. (2018) διεξήγαγε μια συγχρονική έρευνα χρησιμοποιώντας μια μέθοδο δειγματοληψίας ομαδικής τριών σταδίων για να διερευνήσει την κάλυψη και τους παράγοντες που επηρεάζουν τον εμβολιασμό με δόση γέννησης κατά της ηπατίτιδας Β (HBV BD) στην περιοχή Δέλτα του ποταμού Μεκόνγκ του Βιετνάμ. Εξέτασαν κοινωνικοδημογραφικούς παράγοντες που σχετίζονται με τη χορήγηση HBV BD και διερεύνησαν τους λόγους για τη μη ανοσοποίηση των νεογνών, τονίζοντας την

ανάγκη για βελτιωμένη εκπαίδευση, διάδοση πληροφοριών και πρωτόκολλα για έγκαιρη χορήγηση HBV BD.

Αυτές οι μελέτες καταδεικνύουν συλλογικά την εφαρμογή της δειγματοληψίας σε ομάδες σε ποικίλα ερευνητικά πλαίσια, όπως η υγειονομική περίθαλψη, τα προγράμματα ανοσοποίησης και οι επιχειρηματικές έρευνες. Χρησιμοποιώντας δειγματοληψία σε ομάδες και πραγματοποιώντας αναλύσεις παλινδρόμησης, οι ερευνητές αποκτούν πολύτιμες γνώσεις σχετικά με παράγοντες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα και εντοπίζουν τομείς για στοχευμένες παρεμβάσεις και βελτιώσεις.

Οι Cuntrera et al. (2022) διεξήγαγαν μια ολοκληρωμένη ανάλυση σχετικά με τον αντίκτυπο των βοηθητικών δεδομένων στη διακύμανση της δειγματοληψίας σε ομάδες. Διαπίστωσαν ότι η ενσωμάτωση βοηθητικών δεδομένων βοηθά στη μείωση της πρόσθετης διακύμανσης που προκύπτει από τις διακυμάνσεις στα μεγέθη των συστάδων. Με αυτόν τον τρόπο, μειώνει επίσης την απώλεια αποτελεσματικότητας μειώνοντας την υπό όρους σχέση εντός της τάξης δεδομένων των συμμεταβλητών. Αυτό υπογραμμίζει τα πιθανά οφέλη από τη χρήση βοηθητικών δεδομένων στη δειγματοληψία συστάδων για τη βελτίωση της ακρίβειας και της ακρίβειας των εκτιμήσεων.

Στον τομέα των τυχαιοποιημένων δοκιμών σε ομάδες, οι Crespi και Ziel (2022) πραγματοποίησαν μια ανασκόπηση που επικεντρώθηκε ειδικά στις παρεμβάσεις προσυμπτωματικού ελέγχου του καρκίνου που δημοσιεύθηκαν μεταξύ 1995 και 2019. Η μελέτη τους είχε ως στόχο να αξιολογήσει τη χρήση κατάλληλων στατιστικών μεθόδων για τον υπολογισμό του μεγέθους του δείγματος και την ανάλυση των αποτελεσμάτων, καθώς και ως αναφορά των τιμών του συντελεστή συσχέτισης εντός της τάξης (ICC). Οι συγγραφείς κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ενώ υπήρξαν βελτιώσεις στην αναφορά υπολογισμών μεγέθους δείγματος σε τυχαιοποιημένες δοκιμές σε ομάδες στο πλαίσιο του προσυμπτωματικού ελέγχου καρκίνου, εξακολουθούν να υπάρχουν μεθοδολογικές ελλείψεις και ελλείψεις αναφοράς. Τόνισαν τη συνεχιζόμενη ανάγκη για προσπάθειες διάδοσης, υιοθέτησης και αναφοράς της χρήσης κατάλληλων στατιστικών μεθοδολογιών σε τυχαιοποιημένες δοκιμές σε ομάδες. Η αντιμετώπιση αυτών των ελλείψεων θα συμβάλει στη βελτίωση της συνολικής ποιότητας και αξιοπιστίας της έρευνας στον τομέα των παρεμβάσεων προσυμπτωματικού ελέγχου του καρκίνου.

Στην πράξη, η δειγματοληψία σε ομάδες περιλαμβάνει μια αντιστάθμιση μεταξύ πιθανής απώλειας απόδοσης σε σύγκριση με μεμονωμένη δειγματοληψία και πιθανών κανονιστικών και λειτουργικών οφελών. Οι ερευνητές πρέπει να εξετάσουν προσεκτικά αυτούς τους παράγοντες κατά το σχεδιασμό και την εφαρμογή μελετών δειγματοληψίας σε ομάδες. Η χρήση βοηθητικών δεδομένων μπορεί να βοηθήσει στον μετριασμό ορισμένων από τις προκλήσεις που σχετίζονται με τη δειγματοληψία σε ομάδες, βελτιώνοντας την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα των εκτιμήσεων.

Οι Collins and Lu (2019) αντιμετώπισαν την πρόκληση της δειγματοληψίας από ροές δεδομένων, όπου ολόκληρο το σύνολο δεδομένων δεν είναι διαθέσιμο ταυτόχρονα και τα στοιχεία μπορούν να διαβαστούν μόνο μία φορά και με τη σειρά. Στη μελέτη τους, πρότειναν τον Αλγόριθμο SR, ο οποίος είναι μια επέκταση του αλγόριθμου R του Vitter. Αυτός ο αλγόριθμος επιτρέπει τη δειγματοληψία στρωματοποιημένης δεξαμενής σε ομάδες με βέλτιστη κατανομή. Οι συγγραφείς απέδειξαν ότι η προτεινόμενη μέθοδος είναι ασυμπτωτικά ισοδύναμη με την κλασική στρωματοποιημένη τυχαία δειγματοληψία με βέλτιστη κατανομή. Τα αποτελέσματα της εφαρμογής έδειξαν την αποτελεσματικότητα και την πιθανή υπεροχή του Αλγόριθμου SR έναντι του Αλγόριθμου R στο πλαίσιο της εξόρυξης ροής δεδομένων. Αυτή η έρευνα παρέχει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με τις τεχνικές δειγματοληψίας για ροές δεδομένων, προσφέροντας μια καινοτόμο προσέγγιση για αποτελεσματική και αποτελεσματική δειγματοληψία δεδομένων.

Σε παρόμοιο πνεύμα, οι Wu et al. (2023) έδωσε έμφαση στις οικονομικές εκτιμήσεις όταν αποφασίστηκε να χρησιμοποιήσει τη δειγματοληψία σε ομάδες. Τόνισαν ότι η δειγματοληψία σε ομάδες θα πρέπει να χρησιμοποιείται όταν δικαιολογείται οικονομικά ή όταν το μειωμένο κόστος μπορεί να αξιοποιηθεί για να ξεπεραστούν πιθανές απώλειες ακρίβειας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, δεδομένου ενός σταθερού προϋπολογισμού, οι ερευνητές μπορεί να είναι σε θέση να επιτύχουν μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος χρησιμοποιώντας δειγματοληψία σε ομάδες σε σύγκριση με άλλες στρατηγικές δειγματοληψίας. Αυτό το εύρημα υπογραμμίζει το πρακτικό πλεονέκτημα της δειγματοληψίας σε ομάδες σε καταστάσεις όπου η αποδοτικότητα κόστους είναι πρωταρχικό μέλημα.

Ένα άλλο κίνητρο για τη χρήση της δειγματοληψίας σε ομάδες, όπως προτείνεται από τους Jeelani et al. (2012), είναι η μείωση του κόστους των συνεντεύξεων διατηρώντας

έναν σταθερό προϋπολογισμό. Με τη μείωση του κόστους ανά συνέντευξη, η δειγματοληψία σε ομάδες επιτρέπει ένα διευρυμένο μέγεθος δείγματος εντός των δεδομένων περιορισμών πόρων. Επιπλέον, η δειγματοληψία σε ομάδες μπορεί να αποφέρει πιο ακριβή αποτελέσματα όταν η πλειονότητα της διακύμανσης στον πληθυσμό βρίσκεται εντός των συστάδων και όχι μεταξύ τους. Αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της εξέτασης της υποκείμενης δομής διακύμανσης κατά την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου δειγματοληψίας, καθώς η δειγματοληψία σε ομάδες μπορεί να προσφέρει βελτιωμένη ακρίβεια υπό ορισμένες συνθήκες.

Σε μια σχετική μελέτη, οι Rodrigues et al. (2021) είχε ως στόχο τον προσδιορισμό του ελάχιστου μεγέθους δειγματοληψίας σε ομάδες που απαιτείται για την ακριβή και ακριβή εκτίμηση του εμπορεύσιμου όγκου (MV) στον Εθνικό Δρυμό Bom Futuro στον Αμαζόνιο της Βραζιλίας. Διεξήγαγαν αξιολογήσεις χρησιμοποιώντας διαφορετικά μεγέθη συμπλέγματος και διαπίστωσαν ότι ένα μέγεθος συμπλέγματος 2.400 m<sup>2</sup> απέδωσε εκτιμήσεις MV με το ίδιο επίπεδο ακρίβειας με το αρχικό μέγεθος συμπλέγματος των 8.000 m<sup>2</sup>, ανεξάρτητα από το συγκεκριμένο προϊόν που αξιολογείται. Αυτή η έρευνα παρέχει πληροφορίες για το βέλτιστο μέγεθος δειγματοληψίας σε ομάδες για την εκτίμηση των παραμέτρων των δασικών πόρων, συμβάλλοντας στον βελτιωμένο σχεδιασμό δειγματοληψίας στις δασοπονικές μελέτες.

Η παρούσα μελέτη επιδιώκει να καταδείξει την αποτελεσματικότητα της δειγματοληψίας σε ομάδες έναντι της απλής τυχαίας δειγματοληψίας κατά τη χρήση του αλγόριθμου MUSA για την αξιολόγηση μιας εκπαιδευτικής πλατφόρμας. Από όσο γνωρίζει ο ερευνητής, δεν υπήρχε προηγούμενη βιβλιογραφία που να ασχολείται με τη βελτίωση του αλγορίθμου MUSA μέσω της εφαρμογής συστηματικής δειγματοληψίας σε ομάδες. Επομένως, η πρωτοτυπία αυτής της μελέτης έγκειται στην καινοτόμο προσέγγισή της. Αυτή η προσπάθεια αντιπροσωπεύει ένα πιθανό βήμα προς τα εμπρός για τη βελτίωση του υπάρχοντος αλγορίθμου MUSA και η τροποποιημένη μεθοδολογία θα αναφέρεται στο εξής ως Ανάλυση Ικανοποίησης Πολυκριτηρίων δειγματοληψίας ομάδων (Cluster Sampling Multicriteria Satisfaction Algorithm - CSMUSA).

## **6.3.Μεθοδολογία**

### **6.3.1 Σχεδιασμός Μελέτης**

Η παρούσα έρευνα χρησιμοποίησε μια ποσοτική προσέγγιση για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό Moodle χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο Multicriteria Satisfaction Analysis (MUSA). Η μελέτη αφορούσε τη διανομή ενός ερωτηματολογίου σε δείγμα 400 χρηστών, αποτελούμενο από καθηγητές και φοιτητές πανεπιστημίου, οι οποίοι ήταν κάτοικοι του νησιού της Ρόδου. Η έρευνα διεξήχθη τον Απρίλιο του 2022 για τη συλλογή δεδομένων σχετικά με την ικανοποίηση και τις προτιμήσεις των χρηστών σχετικά με συγκεκριμένα κριτήρια.

### **6.3.2 Διαδικασία δειγματοληψίας**

Χρησιμοποιήθηκε δειγματοληψία σε ομάδες για να εξασφαλιστεί ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα για τη μελέτη. Οι συμμετέχοντες χωρίστηκαν σε ομάδες με βάση τη συνολική τους ικανοποίηση με το Moodle, την ηλικία και την ταυτότητα (δάσκαλος ή φοιτητής πανεπιστημίου). Αυτή η προσέγγιση επέτρεψε τη δημιουργία υποομάδων εντός του δείγματος που αντιπροσώπευαν διαφορετικά επίπεδα ικανοποίησης. Η επιλογή των συμμετεχόντων σε κάθε ομάδα έγινε χρησιμοποιώντας μια τεχνική τυχαίας δειγματοληψίας για να ελαχιστοποιηθεί η μεροληψία και να διασφαλιστεί η γενίκευση των ευρημάτων.

### **6.3.3 Ανάπτυξη ερωτηματολογίου**

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την έρευνα προσαρμόστηκε από προηγούμενες μελέτες (Αυγερινός & Μανίκαρος, 2018) και αποτελούνταν από πέντε κριτήρια: Τεχνική Διάσταση, Δυνατότητες Εκπαιδευτικών, Δυνατότητες Συμμετεχόντων, Παιδαγωγική Διάσταση και Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες. Κάθε κριτήριο αξιολογήθηκε σε μια κλίμακα Likert που κυμαίνεται από το 1 (καθόλου ικανοποιημένο) έως το 5 (απόλυτα ικανοποιημένο). Ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να βαθμολογήσουν το επίπεδο ικανοποίησής τους για κάθε κριτήριο καθώς και να δώσουν μια συνολική βαθμολογία ικανοποίησης για το Moodle.

### **6.3.4 Ανάλυση Δεδομένων**

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας στατιστικές μεθόδους και τον αλγόριθμο MUSA. Οι σταθμίσεις των κριτηρίων υπολογίστηκαν με βάση τις



απαντήσεις που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο. Οι συμμετέχοντες που σημείωσαν βαθμολογία κάτω του 15 στη συνολική κλίμακα ικανοποίησης κατηγοριοποιήθηκαν ως συνολικά μη ικανοποιημένοι με το Moodle, ενώ όσοι σημείωσαν 15 ή παραπάνω θεωρήθηκαν ικανοποιημένοι.

### **6.3.5 Δεοντολογικά ζητήματα**

Οι δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές ακολουθήθηκαν σε όλη τη διαδικασία της έρευνας για να διασφαλιστεί το απόρρητο και το απόρρητο των πληροφοριών των συμμετεχόντων. Ελήφθη ενημερωμένη συγκατάθεση από όλους τους συμμετέχοντες και τους δόθηκε η δυνατότητα να αποσύρουν τη συμμετοχή τους ανά πάσα στιγμή. Διατηρήθηκε η ανωνυμία και τα δεδομένα αποθηκεύτηκαν με ασφάλεια για την προστασία των ταυτοτήτων των συμμετεχόντων.

### **6.3.6 Περιορισμοί**

Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ορισμένους περιορισμούς της μελέτης. Πρώτον, η έρευνα διεξήχθη αποκλειστικά στο νησί της Ρόδου, γεγονός που μπορεί να περιορίσει τη γενίκευση των ευρημάτων σε άλλες γεωγραφικές τοποθεσίες. Δεύτερον, η χρήση αυτοαναφερόμενων δεδομένων μέσω ερωτηματολογίων μπορεί να υπόκειται σε προκαταλήψεις απόκρισης. Επιπλέον, η εξάρτηση σε μια κλίμακα Likert για τη μέτρηση της ικανοποίησης μπορεί να εισάγει κάποια υποκειμενικότητα στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

### **6.3.7 Εγκυρότητα και αξιοπιστία**

Για να διασφαλιστεί η εγκυρότητα και η αξιοπιστία της μελέτης, ελήφθησαν μέτρα για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου ερωτηματολογίου με βάση καθιερωμένα κριτήρια. Η χρήση του αλγορίθμου MUSA παρείχε μια συστηματική και συνεπή προσέγγιση στην ανάλυση της ικανοποίησης των χρηστών. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν κατάλληλες τεχνικές δειγματοληψίας για την ενίσχυση της αντιπροσωπευτικότητας του δείγματος και τη μείωση των προκαταλήψεων δειγματοληψίας.

Συνολικά, η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε αυτήν την έρευνα είχε ως στόχο να παρέχει μια αυστηρή και ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με το Moodle. Ο συνδυασμός της δειγματοληψίας σε ομάδες, του σχεδιασμού του ερωτηματολογίου και της εφαρμογής του αλγορίθμου MUSA επέτρεψαν μια ισχυρή ανάλυση των βαρών των κριτηρίων και των συνολικών επιπέδων ικανοποίησης. Τα

ευρήματα που προκύπτουν από αυτή τη μεθοδολογία συμβάλουν στη βελτίωση του αλγόριθμου MUSA και παρέχουν πολύτιμες γνώσεις για τη βελτίωση εκπαιδευτικών πλατφορμών όπως το Moodle.

## **6.4. Αποτελέσματα**

### **6.4.1. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία**

Το μέγεθος του δείγματος για αυτή τη μελέτη αποτελούνταν από συνολικά 400 συμμετέχοντες, με 340 από αυτούς να είναι φοιτητές (85%) και 60 από αυτούς να είναι δάσκαλοι (15%). Από το σύνολο του δείγματος, 197 συμμετέχοντες ήταν άνδρες (49,25%) και 203 συμμετέχοντες ήταν γυναίκες (50,75%). Στην ομάδα φοιτητών πανεπιστημίου, υπήρχαν 165 άνδρες συμμετέχοντες (48,53%) και 175 γυναίκες (51,47%). Μεταξύ των εκπαιδευτικών συμμετείχαν 32 άνδρες (53,33%) και 28 γυναίκες (46,67%).

Η μέση ηλικία και των 400 συμμετεχόντων βρέθηκε να είναι 26,56 έτη, με τυπική απόκλιση  $\pm 10,63$  έτη. Αναλύοντας περαιτέρω τον μέσο όρο ηλικίας, η μέση ηλικία των φοιτητών πανεπιστημίου ήταν 22,51 έτη, με τυπική απόκλιση  $\pm 2,81$  έτη. Από την άλλη, ο μέσος όρος ηλικίας των εκπαιδευτικών ήταν 49,55 έτη, με τυπική απόκλιση  $\pm 9,31$  έτη.

Κατά την εξέταση των συνολικών επιπέδων ικανοποίησης, παρατηρήθηκε ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, συγκεκριμένα 314 άτομα (78,5%), έδωσαν βαθμό ικανοποίησης ίσο ή μεγαλύτερο από 13, δηλώνοντας ότι ήταν ικανοποιημένοι. Από την άλλη πλευρά, 86 συμμετέχοντες (21,5%) έδωσαν βαθμό χαμηλότερο από 13, υποδηλώνοντας δυσαρέσκεια. Εξετάζοντας συγκεκριμένα την ομάδα φοιτητών πανεπιστημίου, 270 συμμετέχοντες (79,42%) εξέφρασαν ικανοποίηση δίνοντας βαθμό ίσο ή μεγαλύτερο από 13, ενώ 70 συμμετέχοντες (20,58%) εξέφρασαν δυσαρέσκεια με βαθμό χαμηλότερο από 13. Μεταξύ των εκπαιδευτικών, 44 συμμετέχοντες (73,33 %) ανέφερε ότι ήταν ικανοποιημένο, παρέχοντας βαθμό ίσο ή μεγαλύτερο του 13, ενώ 16 συμμετέχοντες (26,67%) εξέφρασαν δυσαρέσκεια με βαθμό χαμηλότερο από 13.

Αυτά τα δημογραφικά στατιστικά στοιχεία και τα στατιστικά ικανοποίησης παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στη μελέτη. Η κατανομή των συμμετεχόντων ανά φύλο, ηλικία και ρόλο (φοιτητής πανεπιστημίου ή

δάσκαλος) αντανακλά την ποικιλομορφία του δείγματος. Επιπλέον, η ανάλυση των επιπέδων ικανοποίησης επιτρέπει μια ολοκληρωμένη κατανόηση της συνολικής αντίληψης του Moodle μεταξύ των συμμετεχόντων.

Οι δημογραφικές πληροφορίες και τα δεδομένα ικανοποίησης που συλλέγονται από αυτό το δείγμα χρησιμοποιούνται σε περαιτέρω αναλύσεις για τη διερεύνηση πιθανών σχέσεων μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών, όπως η ηλικία και ο ρόλος, και η ικανοποίηση των χρηστών. Αυτή η πρόσθετη ανάλυση συμβάλει σε μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ικανοποίηση των χρηστών με το Moodle και βοηθάει στην ενημέρωση μελλοντικών βελτιώσεων και εξελίξεων της πλατφόρμας.

#### **6.4.2. Βάρη κριτηρίων MUSA για διάφορα σενάρια**

Η μελέτη χρησιμοποίησε διάφορα σενάρια για τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων με βάση τις διαφορετικές ομάδες συμμετεχόντων. Αυτά τα σενάρια περιλαμβάνουν:

1. Βάρη κριτηρίων για όλους τους συμμετέχοντες (N=400): Σε αυτό το σενάριο, οι σταθμίσεις κριτηρίων υπολογίστηκαν λαμβάνοντας υπόψη ολόκληρο το δείγμα των 400 συμμετεχόντων. Αυτό το σενάριο αντιπροσωπεύει μια τυπική περίπτωση απλής τυχαίας δειγματοληψίας (SRS).
2. Βάρη κριτηρίων για άνδρες συμμετέχοντες (N=197) και γυναίκες συμμετέχουσες (N=203): Εδώ, τα βάρη κριτηρίων υπολογίστηκαν ξεχωριστά για άνδρες και γυναίκες συμμετέχοντες. Αυτό το σενάριο αντιπροσωπεύει μια προσέγγιση ομαδικής δειγματοληψίας ενός επιπέδου με βάση το φύλο.
3. Βάρη κριτηρίων για φοιτητές (N=340) και καθηγητές (N=60): Οι σταθμίσεις κριτηρίων καθορίστηκαν ξεχωριστά για φοιτητές και καθηγητές πανεπιστημίου. Αυτό το σενάριο αντιπροσωπεύει μια άλλη προσέγγιση δειγματοληψίας σε ομάδες ενός επιπέδου, αυτή τη φορά με βάση το ρόλο του συμμετέχοντος.
4. Βάρη κριτηρίων για ικανοποιημένους χρήστες (N=314) και δυσαρεστημένους χρήστες (N=86): Οι σταθμίσεις κριτηρίων υπολογίστηκαν ξεχωριστά για τους συμμετέχοντες που εξέφρασαν ικανοποίηση (βαθμός ίσος ή μεγαλύτερος από 13) και εκείνοι που εξέφρασαν δυσαρέσκεια (βαθμός χαμηλότερος από 13). Αυτό το σενάριο

παρέχει πληροφορίες για τις διαφορές στα βάρη των κριτηρίων με βάση τα επίπεδα ικανοποίησης των χρηστών.

5. Βάρη κριτηρίων για ικανοποιημένους καθηγητές (N=44) και δυσαρεστημένους καθηγητές (N=16) και για ικανοποιημένους φοιτητές (N=270) και δυσαρεστημένους φοιτητές (N=70): Σε αυτό το σενάριο, καθορίστηκαν οι σταθμίσεις των κριτηρίων χωριστά για ικανοποιημένους και δυσαρεστημένους συμμετέχοντες σε κάθε υποομάδα (δάσκαλοι και φοιτητές). Αυτό το σενάριο αντιπροσωπεύει μια προσέγγιση δειγματοληψίας σε ομάδες δύο επιπέδων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα επίπεδα ικανοποίησης όσο και τους ρόλους των συμμετεχόντων.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτά τα σενάρια παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τις διαφορές στα βάρη των κριτηρίων μεταξύ των διαφορετικών προσεγγίσεων δειγματοληψίας. Οι συγκρίσεις αποκαλύπτουν πώς η στάθμιση των κριτηρίων μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το φύλο, τον ρόλο των συμμετεχόντων και τα επίπεδα ικανοποίησης. Αυτή η ανάλυση υπογραμμίζει τον αντίκτυπο της χρήσης διαφορετικών τεχνικών δειγματοληψίας και εκτιμήσεων υποομάδας στον προσδιορισμό των βαρών κριτηρίων στον αλγόριθμο MUSA.

Τα ευρήματα, όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 26, ρίχνουν φως στις διακυμάνσεις στα βάρη των κριτηρίων και παρέχουν μια ολοκληρωμένη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ικανοποίηση των χρηστών σε διαφορετικές ομάδες συμμετεχόντων. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση και την προσαρμογή της πλατφόρμας Moodle ώστε να ανταποκρίνεται καλύτερα στις συγκεκριμένες ανάγκες και προτιμήσεις διαφορετικών τμημάτων χρηστών.

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ

Πίνακας 35

Κριτήρια Βαρύτητας MUSA για SRS, Σενάρια Δειγματοληψίας Συστάδων Ενός Επιπέδου και Δύο Επιπέδων

Σενάριο/Κριτήριο	Τεχνική διάσταση	Ευκαιρίες Εκπαιδευτικών	Ευκαιρίες Συμμετεχόντων	Εκπαιδευτική Διάσταση	Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες
<b>Σενάριο 1 SRS</b>	<b>0,12115</b>	<b>0,04220</b>	<b>0,78719</b>	<b>0,01835</b>	<b>0,03091</b>
Σενάριο 2 Άνδρες	0,00081	0,17551	0,63371	0,11519	0,07611
Σενάριο 2 Γυναίκες	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000
<b>Σενάριο 2. Τελικά Αποτελέσματα</b>	<b>0,00040</b>	<b>0,08644</b>	<b>0,81960</b>	<b>0,05673</b>	<b>0,03749</b>
Σενάριο 3. Φοιτητές	0,23117	0,35019	0,00004	0,00003	0,42028
Σενάριο 3. Καθηγητές	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Σενάριο 3. Τελικά Αποτελέσματα</b>	<b>0,19649</b>	<b>0,39766</b>	<b>0,00004</b>	<b>0,00003</b>	<b>0,35723</b>
Σενάριο 4. Ικανοποιημένοι	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000
Σενάριο 4. Μη ικανοποιημένοι	0,00051	0,08570	0,77872	0,06134	0,07480
<b>Σενάριο 4. Τελικά Αποτελέσματα</b>	<b>0,00005</b>	<b>0,00857</b>	<b>0,92787</b>	<b>0,00613</b>	<b>0,00748</b>
Σενάριο 5 Ικανοποιημένοι Φοιτητές	0,00000	0,00000	0,00000	1,00000	0,00000
Σενάριο 5. Μη ικανοποιημένοι Φοιτητές	0,00227	0,06146	0,81588	0,04370	0,07594
Σενάριο 5. Ικανοποιημένοι Καθηγητές	0,00078	0,51695	0,00012	0,00005	0,48059

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ

---

Σενάριο 5. Μη ικανοποιημένοι Καθηγητές	0,00000	1,00000	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Σενάριο 5. Τελικά Αποτελέσματα</b>	<b>0,00048</b>	<b>0,10762</b>	<b>0,14279</b>	<b>0,68265</b>	<b>0,06615</b>

Ο Πίνακας 26 παρέχει διορατικές πληροφορίες σχετικά με τις σημαντικές διαφορές στα βάρη των κριτηρίων σε διαφορετικά σενάρια. Το σενάριο 1, το οποίο αντιπροσωπεύει ένα τυπικό σενάριο απλής τυχαίας δειγματοληψίας (SRS), δείχνει ότι μεταξύ και των 400 συμμετεχόντων, το κριτήριο "Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες" έχει την υψηλότερη βαρύτητα (0,787). Ωστόσο, όταν εξετάζονται διαφορετικές προσεγγίσεις δειγματοληψίας σε άλλα σενάρια, εμφανίζονται αξιοσημείωτες διακυμάνσεις στα βάρη των κριτηρίων.

Στο σενάριο 2, όπου το δείγμα χωρίζεται με βάση το φύλο, το ίδιο κριτήριο «Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες» έχει βαρύτητα 0,82. Αυτό υποδηλώνει ότι το φύλο μπορεί να επηρεάσει την αντιληπτή σημασία αυτού του κριτηρίου.

Το σενάριο 3 εστιάζει στη διαφοροποίηση μεταξύ φοιτητών πανεπιστημίου και καθηγητών. Παραδόξως, το βάρος για το κριτήριο "Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες" μειώνεται σημαντικά στο 0,00004. Αυτό δείχνει ότι η σημασία αυτού του κριτηρίου μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τον ρόλο του συμμετέχοντος.

Στο σενάριο 4, η διαφοροποίηση βασίζεται στα επίπεδα ικανοποίησης των χρηστών. Εδώ, το βάρος για το κριτήριο "Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες" αυξάνεται σημαντικά στο 0,928 μεταξύ των δυσαρεστημένων χρηστών. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι οι δυσαρεστημένοι χρήστες ενδέχεται να δώσουν μεγαλύτερη έμφαση στις ευκαιρίες που παρέχει η πλατφόρμα, καθώς μπορεί να αναζητήσουν βελτιώσεις σε αυτόν τον τομέα.

Το σενάριο 5 εισάγει μια προσέγγιση δειγματοληψίας σε ομάδες δύο επιπέδων, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα επίπεδα ικανοποίησης όσο και τους ρόλους των συμμετεχόντων. Συγκεκριμένα, η στάθμιση για το κριτήριο «Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες» μειώνεται στο 0,143. Αυτό υποδηλώνει ότι όταν λαμβάνονται υπόψη τα επίπεδα ικανοποίησης και οι ρόλοι των συμμετεχόντων ταυτόχρονα, η σημασία αυτού του κριτηρίου μειώνεται.

Αυτές οι διακυμάνσεις στα βάρη κριτηρίων σε διαφορετικά σενάρια υπογραμμίζουν τους περιορισμούς της υπάρχουσας μεθοδολογίας MUSA όταν εφαρμόζεται σε ετερογενή δείγματα. Γίνεται προφανές ότι η μεθοδολογία δειγματοληψίας παίζει καθοριστικό ρόλο στον προσδιορισμό της αξιοπιστίας των βαρών των κριτηρίων. Ως εκ τούτου, αυτό το έγγραφο υποστηρίζει σθεναρά την υιοθέτηση ομαδοποίησης

δειγματοληψίας πολλαπλών βημάτων για τη δημιουργία ομοιογενών ομάδων συμμετεχόντων.

Ένα ενδιαφέρον εύρημα από τον Πίνακα 26 σχετίζεται με τις διαφορετικές αντιλήψεις για τη σημασία των κριτηρίων «Ευκαιρίες για Συμμετέχοντες» και «Παιδαγωγική Διάσταση» με βάση τα συνολικά επίπεδα ικανοποίησης και την ταυτότητα των συμμετεχόντων. Οι ικανοποιημένοι μαθητές αποδίδουν μεγαλύτερη σημασία στην παιδαγωγική διάσταση, ενώ οι δυσαρεστημένοι μαθητές δίνουν προτεραιότητα στις ευκαιρίες για τους συμμετέχοντες. Αυτό δείχνει πώς η ικανοποίηση και η ταυτότητα των συμμετεχόντων μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τις αντιλήψεις τους για τη σημασία του κριτηρίου.

Ένα άλλο αξιοσημείωτο παράδειγμα αφορά δυσαρεστημένους δασκάλους που θεωρούν τις «Ευκαιρίες καθηγητή» ως το πιο σημαντικό κριτήριο (βάρος=1), ενώ οι ικανοποιημένοι δάσκαλοι αποδίδουν σχετικά ίση σημασία και στις «Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες» (βάρος=0,481) όσο και στις «Ευκαιρίες Δασκάλου» (βάρος= 0,517). Αυτό τονίζει την υποκειμενική φύση της σημασίας του κριτηρίου, η οποία μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το επίπεδο ικανοποίησης και τον ρόλο των συμμετεχόντων.

Συμπερασματικά, η αναλυτική εξέταση του Πίνακα 26 υπογραμμίζει την ανάγκη εξέτασης της μεθοδολογίας δειγματοληψίας και των χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων προκειμένου να ληφθούν αξιόπιστα και ουσιαστικά κριτήρια βαρύτητας στην αξιολόγηση εκπαιδευτικών πλατφορμών όπως το Moodle. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της χρήσης ομαδοποίησης δειγματοληψίας πολλαπλών βημάτων για την ενίσχυση της ακρίβειας και της εγκυρότητας της μεθοδολογίας MUSA.

#### **6.4.3.Επίπεδα ικανοποίησης MUSA, χάρτες δράσης και χάρτες βελτίωσης για όλα τα σενάρια δειγματοληψίας**

Τα επίπεδα ικανοποίησης (συνολικά και για κάθε κριτήριο χωριστά) για ολόκληρο το δείγμα φαίνονται στους παρακάτω πίνακες. 33 και 34.



## ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ

**Πίνακας 36**

*Συνολικά Επίπεδα Ικανοποίησης για το Moodle*

Συνολικό Επίπεδο Ικανοποίησης	5_8 βαθμοί Πολύ Ανικανοποίητοι	9_12 βαθμοί Ανικανοποίητοι	13_16 βαθμοί Ουδέτεροι	17_20 βαθμοί Ικανοποιημένοι	21_25 βαθμοί Πολύ Ικανοποιημένοι
Ετικέτα					
N	5	81	187	105	22
(%)	1,25%	20,25%	46,75%	26,25%	5,50%

**Πίνακας 37.**

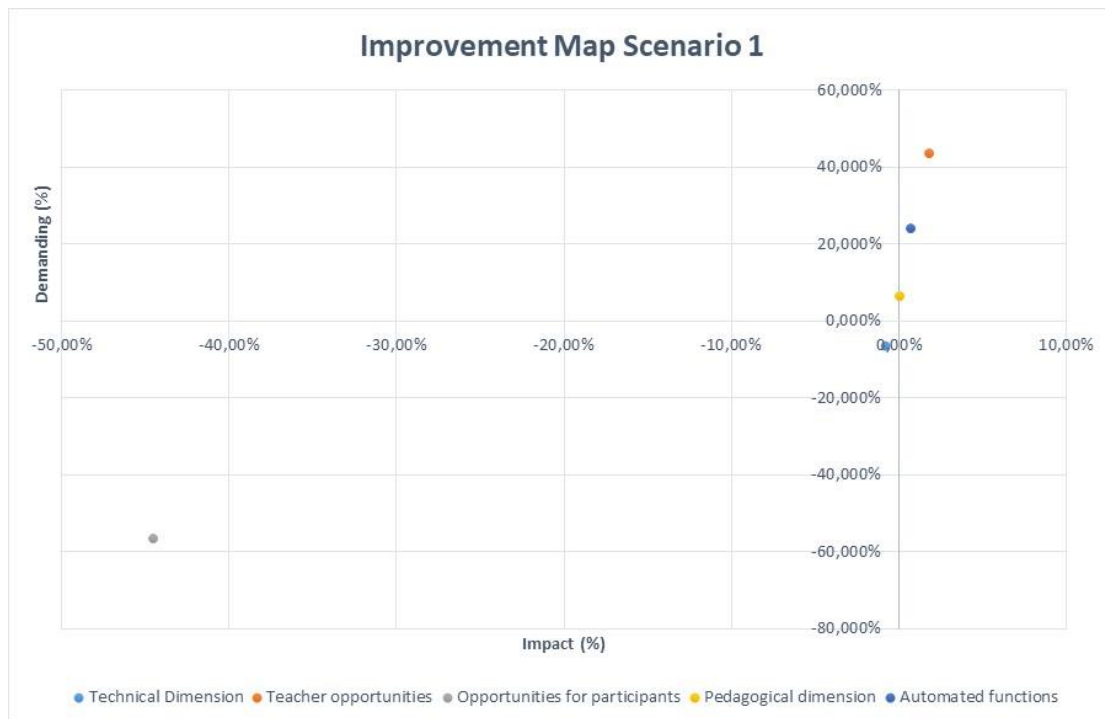
*Επίπεδα ικανοποίησης απαιτήσεων για κάθε κριτήριο*

Ικανοποίηση/Κριτήριο	Τεχνική διάσταση	Ευκαιρίες Εκπαιδευτικών	Ευκαιρίες Συμμετεχόντων	Εκπαιδευτική Διάσταση	Αυτοματοποιημένες Λειτουργίες
Μέσος Βαθμός	3,008	2,950	3,065	2,993	2,973
Βαθμός (% Ικανοποίησης)	50,375%	47,500%	53,250%	49,625%	48,625%
Κανονικοποιημένος βαθμός ικανοποίησης (%)	7,519%	-50,125%	65,163%	-7,519%	-27,569%
Απαιτούμενα επίπεδα ικανοποίησης (%)	-0,375%	2,500%	-3,250%	0,375%	1,375%
Κανονικοποιημένα απαιτούμενα επίπεδα ικανοποίησης (%)	-6,522%	43,478%	-56,522%	6,522%	23,913%

Οι αντίστοιχοι χάρτες ενεργειών και βελτιώσεων για τον αλγόριθμο MUSA για όλα τα σενάρια δειγματοληψίας (SRS, ομαδοποίηση ενός βήματος και ομαδοποίηση διπλού βήματος) παρουσιάζονται στις εικόνες 42 και 43.



Εικόνα 42. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 1



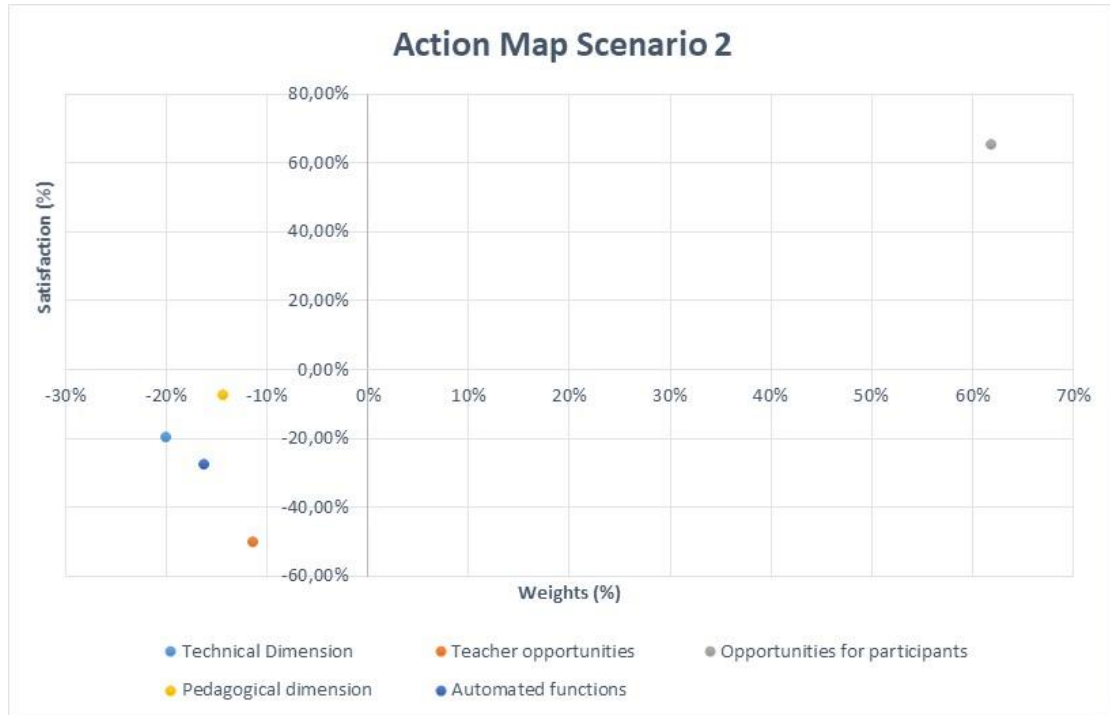
Εικόνα 43. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 1

Με την ανάλυση του Σεναρίου 1, το οποίο αντιπροσωπεύει ένα τυπικό σενάριο απλής τυχαίας δειγματοληψίας (SRS), γίνεται προφανές ότι το κριτήριο με τον υψηλότερο αντίκτυπο και το πιο απαιτητικό επίπεδο ικανοποίησης είναι οι «Ευκαιρίες Δασκάλου». Αυτό σημαίνει ότι μεταξύ των 400 συμμετεχόντων στη μελέτη, η αντιμετώπιση και η βελτίωση των ευκαιριών που είναι διαθέσιμες στους εκπαιδευτικούς εντός της πλατφόρμας Moodle είναι υψίστης σημασίας.

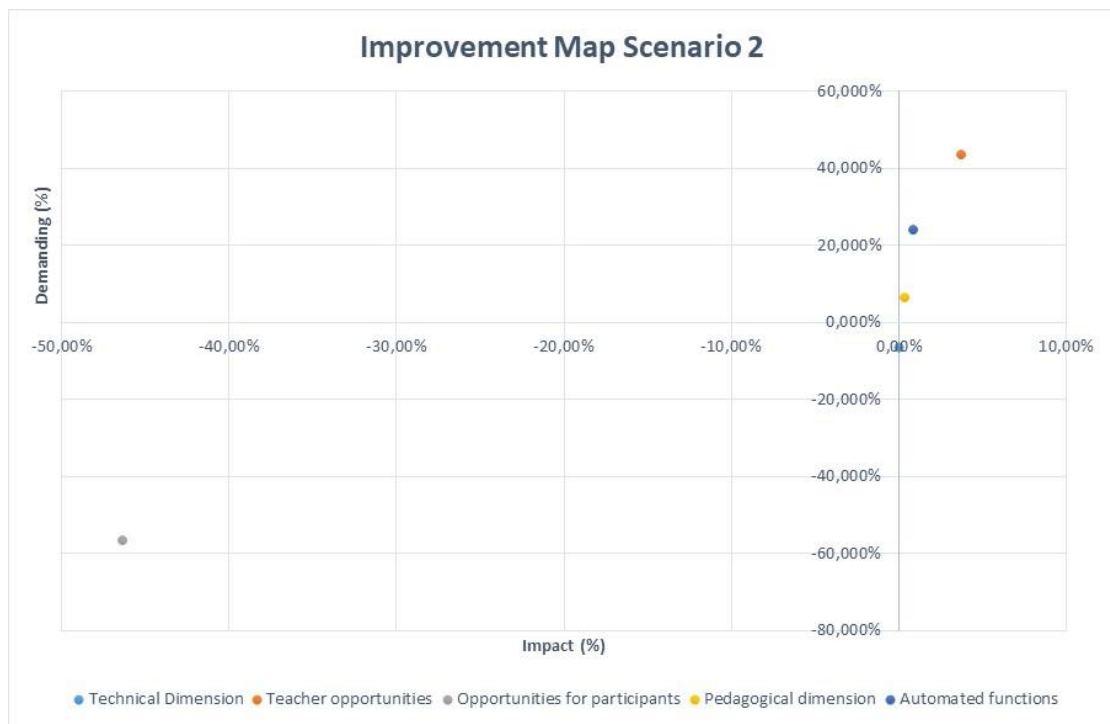
Ο υψηλός αντίκτυπος του κριτηρίου «Ευκαιρίες εκπαιδευτικού» υποδηλώνει ότι επηρεάζει σημαντικά τη συνολική ικανοποίηση των συμμετεχόντων. Επομένως, η βελτίωση των χαρακτηριστικών και των λειτουργιών που σχετίζονται με τις ευκαιρίες των εκπαιδευτικών εντός της πλατφόρμας θα είχε ουσιαστική θετική επίδραση στην ικανοποίηση των χρηστών. Είναι σημαντικό να εστιάσουμε στην παροχή των απαραίτητων εργαλείων, πόρων και υποστήριξης στους εκπαιδευτικούς για τη βελτίωση της διδακτικής τους εμπειρίας και αποτελεσματικότητας.

Το απαιτητικό επίπεδο ικανοποίησης αυτού του κριτηρίου υπογραμμίζει περαιτέρω τη σημασία της αντιμετώπισης των ευκαιριών των εκπαιδευτικών. Η δυσανεμία των συμμετεχόντων σε αυτόν τον τομέα δείχνει ότι υπάρχει περιθώριο βελτίωσης και υπογραμμίζει την ανάγκη για προσοχή και παρέμβαση. Αντιμετωπίζοντας ενεργά τις ανησυχίες και τις ανάγκες των εκπαιδευτικών, το Moodle μπορεί να δημιουργήσει ένα πιο ευνοϊκό και ενδυναμωτικό περιβάλλον για τους εκπαιδευτικούς, οδηγώντας σε βελτιωμένη ικανοποίηση των χρηστών και συνολική αποτελεσματικότητα της πλατφόρμας.

Ο προσδιορισμός των ευκαιριών εκπαιδευτικών ως η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί στο Σενάριο 1 υπογραμμίζει τη σημασία αυτού του κριτηρίου στη διαμόρφωση της συνολικής εμπειρίας χρήστη εντός της πλατφόρμας Moodle. Παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τους προγραμματιστές και τους διαχειριστές πλατφορμών ώστε να ιεραρχήσουν και να κατανεύμουν τους πόρους αποτελεσματικά, εστιάζοντας στην ενίσχυση των ευκαιριών που είναι διαθέσιμες στους εκπαιδευτικούς και στην ικανοποίηση των προσδοκιών και των απαιτήσεών τους.



Εικόνα 44. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 2



Εικόνα 45. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 2

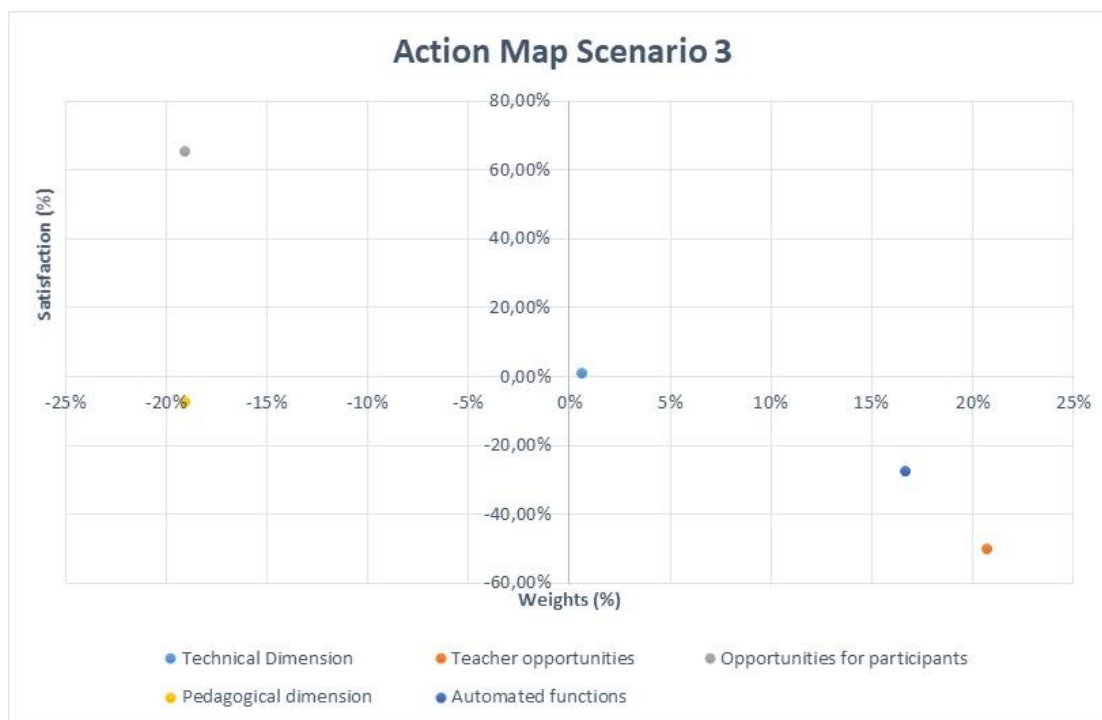
Η ανάλυση του Σεναρίου 2, που περιλαμβάνει δειγματοληψία ομαδοποίησης ενός σταδίου με βάση το φύλο, οδηγεί σε ένα εύρημα που ευθυγραμμίζεται στενά με τα αποτελέσματα του Σεναρίου 1. Συγκεκριμένα, επιβεβαιώνει ότι το κριτήριο με τον

υψηλότερο αντίκτυπο και το πιο απαιτητικό επίπεδο ικανοποίησης παραμένει αμετάβλητο: «Ευκαιρίες για εκπαιδευτικούς».

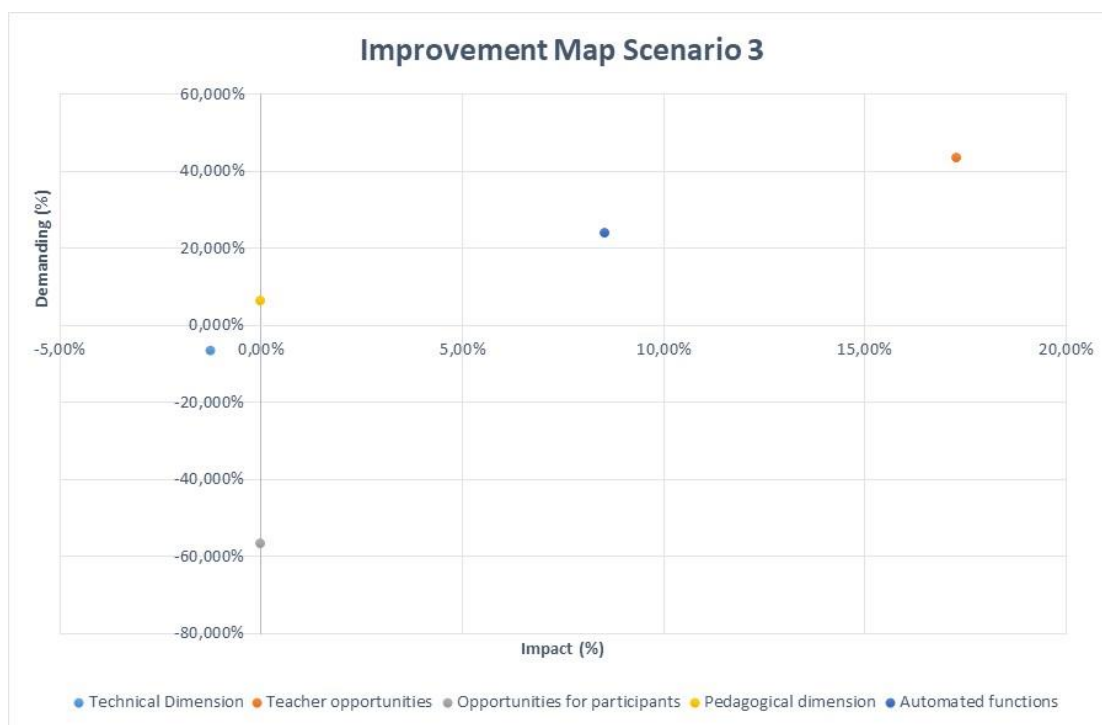
Η συνέπεια αυτών των ευρημάτων σε διάφορα σενάρια δειγματοληψίας υπογραμμίζει τη στιβαρότητα του συμπεράσματος. Ανεξάρτητα από το αν το δείγμα λαμβάνεται μέσω απλής τυχαίας δειγματοληψίας (Σενάριο 1) ή δειγματοληψίας ομαδικής με βάση το φύλο (Σενάριο 2), η σημασία της αντιμετώπισης των ευκαιριών των εκπαιδευτικών στην πλατφόρμα Moodle αναδεικνύεται ως βασική προτεραιότητα για βελτίωση.

Αυτή η σύγκλιση των αποτελεσμάτων υποδηλώνει ότι οι ευκαιρίες των εκπαιδευτικών διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στον καθορισμό της ικανοποίησης των χρηστών, ανεξάρτητα από τις διαφορές φύλου στο δείγμα. Υπογραμμίζει τη σημασία της παροχής στους εκπαιδευτικούς βελτιωμένων ευκαιριών, πόρων και υποστήριξης για τη δημιουργία ενός ευνοϊκού περιβάλλοντος μάθησης. Εστιάζοντας στη βελτίωση των ευκαιριών των εκπαιδευτικών, το Moodle μπορεί να καλύψει καλύτερα τις ανάγκες και τις προσδοκίες των χρηστών του, οδηγώντας σε αυξημένη ικανοποίηση και συνολική αποτελεσματικότητα της πλατφόρμας.

Ο συνεπής προσδιορισμός των ευκαιριών των εκπαιδευτικών ως η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί τόσο στο Σενάριο 1 όσο και στο Σενάριο 2 επιβεβαιώνει τον κρίσιμο ρόλο αυτού του κριτηρίου στη διαμόρφωση της συνολικής εμπειρίας χρήστη. Αυτά τα ευρήματα παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων και τους προγραμματιστές πλατφορμών, τονίζοντας τη σημασία της κατανομής πόρων και της εφαρμογής στοχευμένων παρεμβάσεων για τη βελτίωση των ευκαιριών των εκπαιδευτικών στο Moodle.



Εικόνα 46. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 3



Εικόνα 47. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 3

Στο σενάριο 3, το οποίο περιλαμβάνει δειγματοληψία ομαδοποίησης ενός βήματος με βάση την ταυτότητα των συμμετεχόντων (φοιτητές πανεπιστημίου έναντι καθηγητών), η ανάλυση αποκαλύπτει ένα παρόμοιο μοτίβο με τα σενάρια 1 και 2. Για άλλη μια φορά, η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί προσδιορίζεται ως "Ευκαιρίες

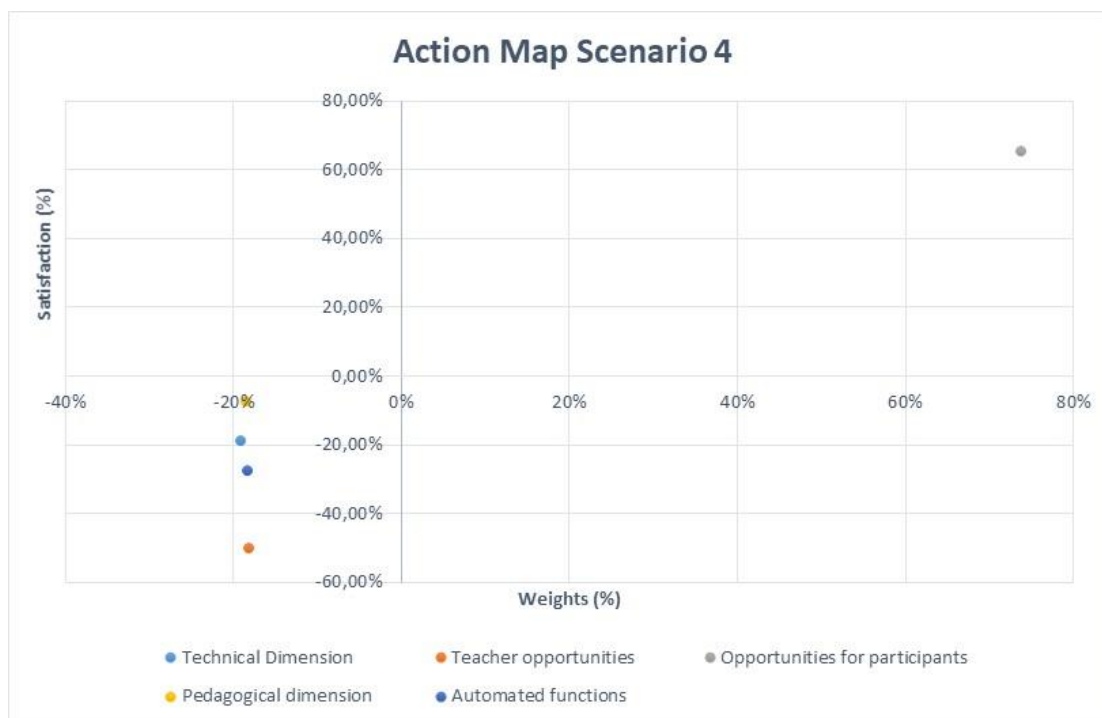
καθηγητών», το οποίο παρουσιάζει τον υψηλότερο αντίκτυπο και το πιο απαιτητικό επίπεδο ικανοποίησης.

Ωστόσο, μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση στο Σενάριο 3 είναι ότι ο αντίκτυπος των ευκαιριών των εκπαιδευτικών είναι σημαντικά υψηλότερος σε σύγκριση με τα προηγούμενα σενάρια. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι οι δάσκαλοι, ως ξεχωριστή ομάδα στο δείγμα, δίνουν ακόμη μεγαλύτερη σημασία στη διαθεσιμότητα και τη βελτίωση των ευκαιριών εντός της πλατφόρμας Moodle.

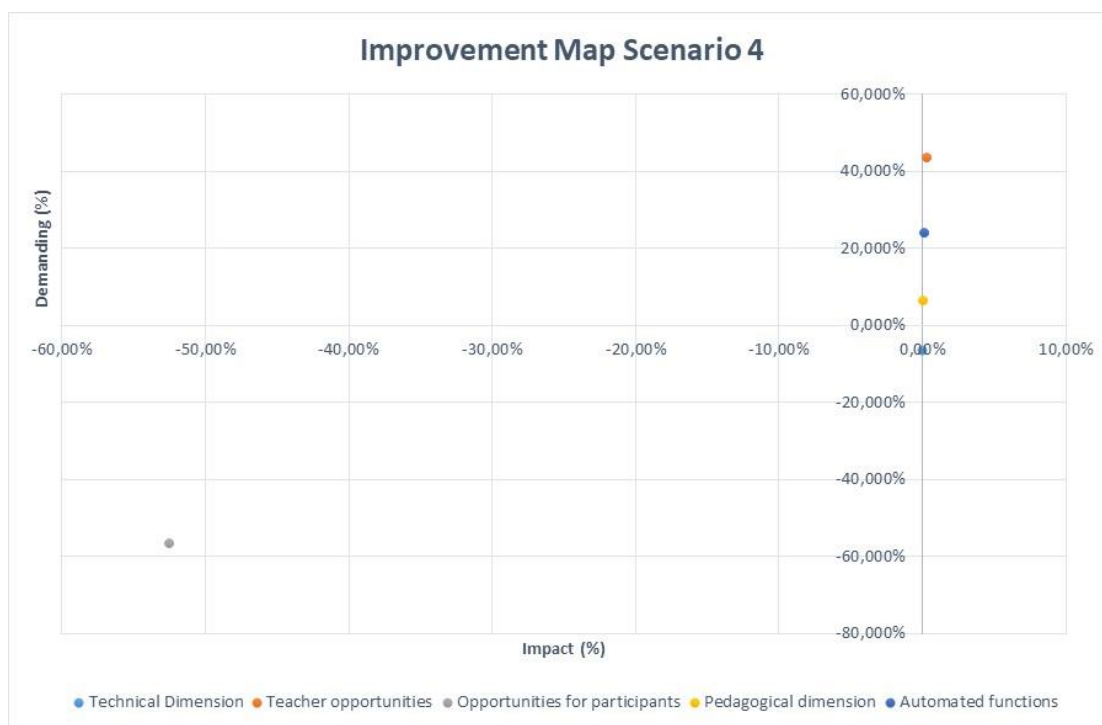
Ο αυξημένος αντίκτυπος των ευκαιριών των εκπαιδευτικών στο Σενάριο 3 υπογραμμίζει τον κρίσιμο ρόλο που διαδραματίζει αυτό το κριτήριο στη διαμόρφωση της συνολικής ικανοποίησης και εμπειρίας των εκπαιδευτικών. Τονίζει την ανάγκη για στοχευμένες παρεμβάσεις και κατανομή πόρων για την αντιμετώπιση των ειδικών αναγκών και προσδοκιών αυτής της ομάδας.

Ενώ το συνολικό συμπέρασμα παραμένει συνεπές στα Σενάρια 1, 2 και 3 σχετικά με τη σημασία της βελτίωσης των ευκαιριών των εκπαιδευτικών, ο αυξημένος αντίκτυπος στο Σενάριο 3 υποδηλώνει τη μοναδική προοπτική και τις απαιτήσεις των εκπαιδευτικών στο εκπαιδευτικό πλαίσιο. Αυτό το εύρημα υπογραμμίζει τη σημασία της προσαρμογής των χαρακτηριστικών της πλατφόρμας και των συστημάτων υποστήριξης για την κάλυψη των ειδικών αναγκών των εκπαιδευτικών, ενισχύοντας τελικά την εμπειρία και τη συνολική ικανοποίησή τους με το Moodle.

Ως εκ τούτου, με βάση τα αποτελέσματα του Σεναρίου 3, είναι προφανές ότι η εστίαση στη βελτίωση των ευκαιριών των εκπαιδευτικών στο Moodle δεν είναι μόνο κρίσιμη για την ικανοποίηση των χρηστών, αλλά και υψίστης σημασίας για την ικανοποίηση και τη συμμετοχή του εκπαιδευτικού πληθυσμού.



Εικόνα 48. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 4



Εικόνα 49. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 4

Στο σενάριο 4, το οποίο περιλαμβάνει τη διάκριση μεταξύ ικανοποιημένων και δυσαρεστημένων χρηστών, η ανάλυση επιβεβαιώνει το σταθερό εύρημα σε όλα τα προηγούμενα σενάρια. Για άλλη μια φορά, η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να



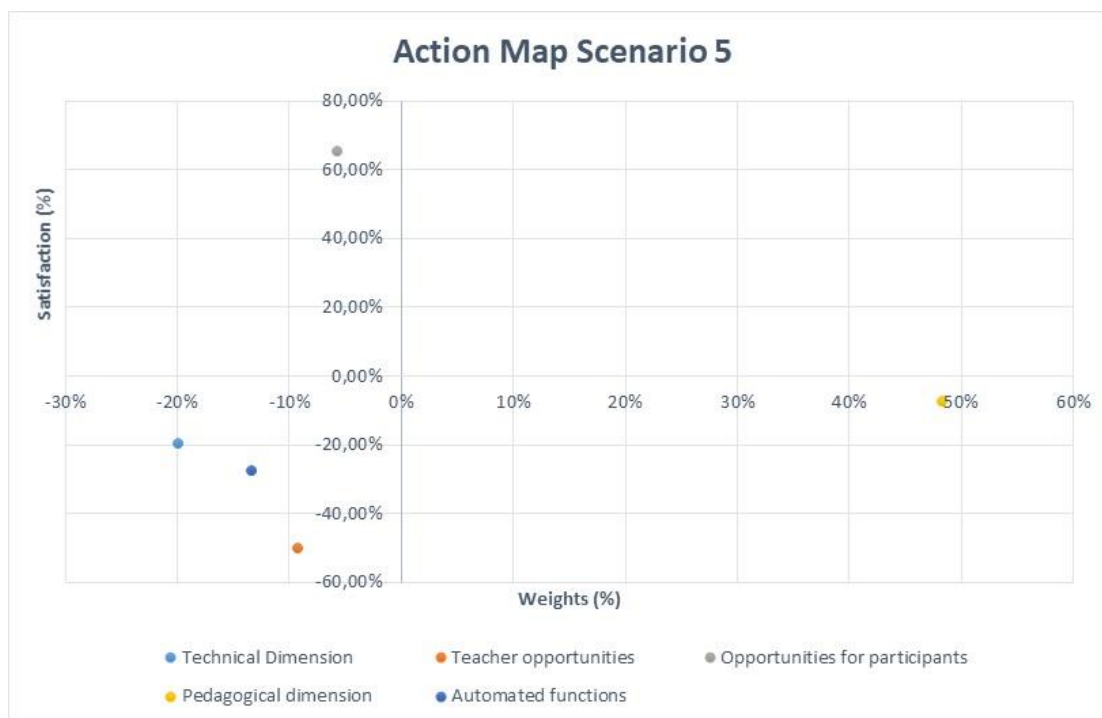
βελτιωθεί προσδιορίζεται ως "Ευκαιρίες Δασκάλου", η οποία παρουσιάζει τον υψηλότερο αντίκτυπο και το πιο απαιτητικό επίπεδο ικανοποίησης.

Ωστόσο, μια αξιοσημείωτη διάκριση στο Σενάριο 4 είναι ότι ο αντίκτυπος των ευκαιριών των εκπαιδευτικών είναι σημαντικά χαμηλότερος σε σύγκριση με τα προηγούμενα σενάρια. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι, αν και εξακολουθεί να είναι σημαντικό, η επιρροή των ευκαιριών των εκπαιδευτικών στη συνολική ικανοποίηση είναι σχετικά μειωμένη όταν εξετάζεται το συγκεκριμένο υποσύνολο των δυσαρεστημένων χρηστών. Υποδεικνύει ότι οι δυσαρεστημένοι χρήστες μπορεί να δώσουν προτεραιότητα σε άλλα κριτήρια ή να έχουν μεγαλύτερες ανησυχίες πέρα από τις ευκαιρίες των εκπαιδευτικών κατά την αξιολόγηση της πλατφόρμας Moodle.

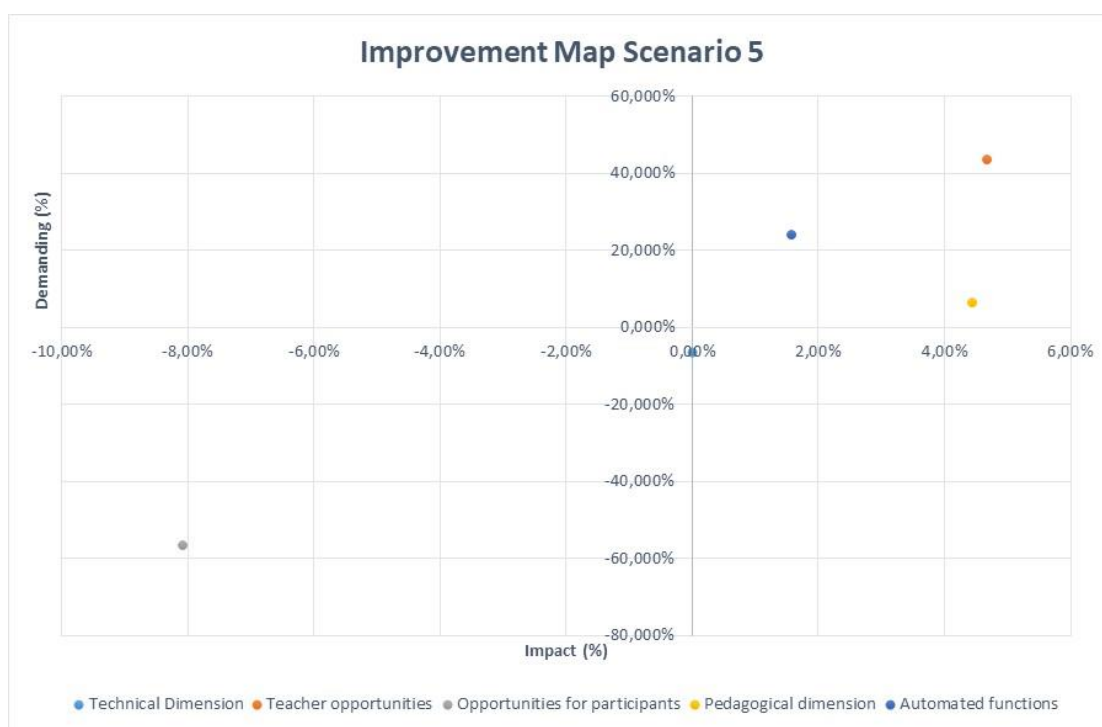
Παρά αυτή τη διαφορά στον αντίκτυπο, το γενικό συμπέρασμα παραμένει συνεπές στα Σενάρια 1, 2, 3 και 4: Οι Ευκαιρίες Δασκάλου είναι η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί και έχει την υψηλότερη προτεραιότητα. Αυτή η ευθυγράμμιση των ευρημάτων μεταξύ του σεναρίου SRS και των σεναρίων δειγματοληψίας συστάδων ενός επιπέδου ενισχύει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και υπογραμμίζει περαιτέρω τον κρίσιμο ρόλο των ευκαιριών των εκπαιδευτικών στην ενίσχυση της ικανοποίησης των χρηστών.

Επομένως, ανεξάρτητα από τη δειγματοληπτική προσέγγιση που χρησιμοποιείται, είναι προφανές ότι η αντιμετώπιση των ελλείψεων και η ενίσχυση των προσφορών που σχετίζονται με τις ευκαιρίες των εκπαιδευτικών στο Moodle είναι υψίστης σημασίας. Δίνοντας προτεραιότητα στη βελτίωση των ευκαιριών των εκπαιδευτικών, τα εκπαιδευτικά ιδρύματα και οι προγραμματιστές πλατφορμών μπορούν να επικεντρώσουν τις προσπάθειές τους στην κάλυψη των συγκεκριμένων αναγκών και προσδοκιών των εκπαιδευτικών, ενισχύοντας τελικά την εμπειρία και τη συνολική ικανοποίησή τους από την πλατφόρμα.

Συνολικά, η συνέπεια στα ευρήματα σε όλα τα σενάρια υπογραμμίζει τη σημασία των ευκαιριών των εκπαιδευτικών και υπογραμμίζει την ανάγκη για στοχευμένες παρεμβάσεις και βελτιώσεις για την αντιμετώπιση αυτής της κρίσιμης πτυχής της πλατφόρμας Moodle.



Εικόνα 50. Χάρτης ενεργειών σεναρίου 5



Εικόνα 51. Χάρτης βελτιώσεων σεναρίου 5

Στο Σενάριο 5, το οποίο περιλαμβάνει δειγματοληψία σε ομάδες δύο σταδίων με βάση την ικανοποίηση και τον τίτλο του συμμετέχοντα, η ανάλυση επιβεβαιώνει το σταθερό εύρημα που παρατηρήθηκε στα προηγούμενα σενάρια. Για άλλη μια φορά, η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί προσδιορίζεται ως "Ευκαιρίες Δασκάλου",

παρουσιάζοντας τον υψηλότερο αντίκτυπο και το υψηλότερο απαιτητικό ποσοστό μεταξύ όλων των κριτηρίων.

Ωστόσο, μια αξιοσημείωτη διαφορά στο Σενάριο 5, σε σύγκριση με τα σενάρια ομαδοποίησης ενός σταδίου και SRS, παρατηρείται στην πτυχή της παιδαγωγικής διάστασης. Σε αυτό το σενάριο, η παιδαγωγική διάσταση παρουσιάζει σημαντικά υψηλότερο αντίκτυπο σε σύγκριση με τα προηγούμενα σενάρια. Αυτό υποδηλώνει ότι η αντίληψη της σημασίας της παιδαγωγικής διάστασης ποικίλλει όταν λαμβάνεται υπόψη τόσο το επίπεδο ικανοποίησης όσο και ο τίτλος του συμμετέχοντα. Το εύρημα υποδηλώνει ότι τα επίπεδα ικανοποίησης και οι προσδοκίες των φοιτητών και των καθηγητών επηρεάζουν σημαντικά την αξιολόγησή τους για την παιδαγωγική διάσταση στην πλατφόρμα Moodle.

Παρά τη διαφορά αυτή, το συνολικό συμπέρασμα παραμένει συνεπές σε όλα τα σενάρια: Οι Ευκαιρίες Δασκάλου είναι η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί, παρουσιάζοντας τον υψηλότερο αντίκτυπο και απαιτητικό επίπεδο. Αυτή η ευθυγράμμιση των ευρημάτων σε διαφορετικές προσεγγίσεις δειγματοληψίας υπογραμμίζει την ευρωστία των αποτελεσμάτων και υπογραμμίζει τον κρίσιμο ρόλο των ευκαιριών των εκπαιδευτικών στην ενίσχυση της ικανοποίησης των χρηστών στην πλατφόρμα Moodle.

Επομένως, ανεξάρτητα από τη δειγματοληπτική προσέγγιση που χρησιμοποιείται, είναι προφανές ότι η ιεράρχηση των βελτιώσεων στις ευκαιρίες των εκπαιδευτικών είναι ζωτικής σημασίας για την αντιμετώπιση των αναγκών και των προσδοκιών των χρηστών. Επιπλέον, ο υψηλότερος αντίκτυπος της παιδαγωγικής διάστασης στο Σενάριο 5 τονίζει τη σημασία της εξέτασης του ειδικού πλαισίου και των χαρακτηριστικών των χρηστών κατά την αξιολόγηση της πλατφόρμας Moodle.

Συνολικά, τα ευρήματα από το Σενάριο 5 υποστηρίζουν περαιτέρω την ιδέα ότι η ενίσχυση των ευκαιριών των εκπαιδευτικών είναι πρωταρχικής σημασίας για τη βελτίωση της ικανοποίησης των χρηστών, ενώ υπογραμμίζει επίσης τη σημασία της παιδαγωγικής διάστασης στην αξιολόγηση της πλατφόρμας. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να ενημερώσουν τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων και να καθοδηγήσουν την ανάπτυξη στοχευμένων παρεμβάσεων για την αντιμετώπιση των προσδιορισμένων περιοχών για βελτίωση στην πλατφόρμα Moodle.

### 6.5.Συμπεράσματα Κεφαλαίου 6

Η παρούσα μελέτη υπογραμμίζει τη σημαντική επίδραση της μεθοδολογίας δειγματοληψίας στα βάρη κριτηρίων που δημιουργούνται από τον αλγόριθμο MUSA. Τα ευρήματα καταδεικνύουν ότι η μεθοδολογία Απλής Τυχαίας Δειγματοληψίας (SRS) παράγει διαφορετικά κριτήρια βάρους σε σύγκριση με τα σενάρια δειγματοληψίας ομαδοποίησης ενός σταδίου και δειγματοληψίας ομαδοποίησης διπλού σταδίου. Αυτό δείχνει ότι η επιλογή της δειγματοληπτικής προσέγγισης έχει ουσιαστική επίδραση στα κριτήρια βάρους που προκύπτουν.

Ωστόσο, παρά τις διακυμάνσεις στα κριτήρια βάρους, τα διαγράμματα δράσης που προκύπτουν και από τα πέντε σενάρια συγκλίνουν σταθερά σε μια κρίσιμη πτυχή: η διάσταση "Ευκαιρίες καθηγητών" αναδεικνύεται ως η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί στην πλατφόρμα MOODLE. Αυτό το εύρημα παρέχει διαβεβαίωση σχετικά με την ακρίβεια και την εγκυρότητα της μεθοδολογίας SRS που χρησιμοποιείται συνήθως στις μελέτες MUSA.

Ωστόσο, οι μικρές διαφορές που παρατηρούνται στα διαγράμματα δράσης στα διάφορα σενάρια υπογραμμίζουν τη σημασία της χρήσης της Μεθοδολογίας Δειγματοληψίας Ομαδοποίησης ως ένα σημαντικό βήμα προς την ενίσχυση του υπάρχοντος αλγόριθμου MUSA. Με τη συγκέντρωση δεδομένων από διαφορετικά αλλά ομοιογενή δείγματα, η προσέγγιση δειγματοληψίας ομαδοποίησης ελαχιστοποιεί τα πιθανά σφάλματα δειγματοληψίας και αποδίδει πιο ακριβή διαγράμματα ενεργειών.

Επομένως, με βάση τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης, συνιστάται ανεπιφύλακτα οι μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες να υιοθετήσουν τον προτεινόμενο τροποποιημένο αλγόριθμο, γνωστό ως αλγόριθμος ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων δειγματοληψίας συστάδων (CSMUSA). Με αυτόν τον τρόπο, οι ερευνητές μπορούν να μετριάσουν τα σφάλματα δειγματοληψίας και να επιτύχουν πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στην αξιολόγηση λογισμικού ή πλατφορμών. Η εφαρμογή του αλγόριθμου CSMUSA υπόσχεται τη διευκόλυνση της τεκμηριωμένης λήψης αποφάσεων από εταιρείες λογισμικού, καθώς παρέχει ένα ισχυρό πλαίσιο για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών και τον εντοπισμό περιοχών προς βελτίωση.

Συμπερασματικά, αυτή η μελέτη υπογραμμίζει τον κρίσιμο ρόλο της μεθοδολογίας δειγματοληψίας στον επηρεασμό των βαρών κριτηρίων που δημιουργούνται από τον αλγόριθμο MUSA. Ο συνεπής προσδιορισμός των "Ευκαιριών Δασκάλου" ως προτεραιότητας για βελτίωση υπογραμμίζει τη σημασία αυτής της διάστασης στην πλατφόρμα MOODLE. Ο προτεινόμενος αλγόριθμος CSMUSA προσφέρει μια αξιόπιστη προσέγγιση για την αξιολόγηση λογισμικού και πλατφορμών, θέτοντας τα θεμέλια για τεκμηριωμένη λήψη αποφάσεων στον κλάδο ανάπτυξης λογισμικού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. Εφαρμογή Βελτιωμένου Γενετικού Αλγορίθμου Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Ικανοποίησης Χρήστη (GA-MUSA)

### 7.1. Αντικείμενο και σκοπός βελτίωσης υφιστάμενου αλγορίθμου MUSA

Αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με την πλατφόρμα MOODLE χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Genetic Algorithm Multicriteria Satisfaction Analysis (GA-MUSA), με στόχο τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της με αυτά που λαμβάνονται μέσω της συμβατικής μεθόδου MUSA. Η έρευνα χρησιμοποίησε ένα καλά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο που χορηγήθηκε σε δείγμα 100 συμμετεχόντων, συμπεριλαμβανομένων τόσο των φοιτητών όσο και των καθηγητών. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν υποβλήθηκαν σε ενδελεχή ανάλυση χρησιμοποιώντας τόσο τις μεθόδους GA-MUSA όσο και τις συμβατικές μεθόδους MUSA.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση έδειξαν ένα σημαντικά υψηλότερο επίπεδο συνολικής ικανοποίησης κατά την εφαρμογή της μεθόδου GA-MUSA σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο MUSA. Αυτό το εύρημα υποδηλώνει ότι η μέθοδος GA-MUSA ενισχύει την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με την πλατφόρμα MOODLE, παρέχοντας πιθανώς μια πιο ακριβή αναπαράσταση των εμπειριών και των προτιμήσεων των χρηστών.

Επιπλέον, η μελέτη διεξήγαγε μια ανάλυση συσχέτισης για να διερευνήσει τη σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών και επιπέδων ικανοποίησης. Είναι ενδιαφέρον ότι τα ευρήματα τόνισαν ότι η δημογραφική μεταβλητή "εμπειρία MOODLE" αναδείχθηκε ως ο παράγοντας με τη μεγαλύτερη επιρροή που επηρεάζει τα επίπεδα ικανοποίησης. Αυτό σημαίνει ότι η προηγούμενη εμπειρία των χρηστών με την πλατφόρμα MOODLE επηρεάζει σημαντικά την ικανοποίησή τους με τις λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά της.

Συνολικά, αυτή η μελέτη συμβάλλει σημαντικά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία ρίχνοντας φως στην αποτελεσματικότητα της μεθόδου GA-MUSA στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με εκπαιδευτικό λογισμικό όπως το MOODLE. Η χρήση της μεθόδου GA-MUSA προσφέρει πολύτιμες πληροφορίες για τις προτιμήσεις των χρηστών και τα επίπεδα ικανοποίησης, παρέχοντας ένα πιο ισχυρό και

ολοκληρωμένο πλαίσιο αξιολόγησης. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της εξέτασης δημογραφικών μεταβλητών, ιδιαίτερα της εμπειρίας των χρηστών με την πλατφόρμα, κατά την ανάλυση και την ερμηνεία των επιπέδων ικανοποίησης.

## 7.2.Εισαγωγή

Στον τομέα της μηχανικής λογισμικού, η αξιολόγηση συστημάτων λογισμικού είναι ζωτικής σημασίας για να διασφαλιστεί η ευθυγράμμισή τους με τις ανάγκες και τις προσδοκίες των χρηστών. Η Πολυκριτηριακή Ανάλυση Ικανοποίησης (MUSA) έχει αναδειχθεί ως μια δημοφιλής μέθοδος για την αξιολόγηση της ποιότητας των συστημάτων λογισμικού, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά κριτήρια (Arisholm et al. 2010). Το MUSA περιλαμβάνει τη συλλογή των προτιμήσεων των χρηστών μέσω ερωτηματολογίων για τον προσδιορισμό του επιπέδου ικανοποίησης που σχετίζεται με κάθε κριτήριο. Ωστόσο, η παραδοσιακή μέθοδος MUSA έχει εγγενείς περιορισμούς, ιδιαίτερα όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια, καθώς δεν βελτιστοποιεί το επίπεδο ικανοποίησης με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών.

Για να ξεπεραστούν οι περιορισμοί της παραδοσιακής μεθόδου MUSA, αυτό το έγγραφο προτείνει μια βελτιωμένη προσέγγιση που ονομάζεται ανάλυση ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων γενετικού αλγόριθμου (GA-MUSA). Η μέθοδος GA-MUSA ενσωματώνει τον Γενετικό Αλγόριθμο (GA), έναν αλγόριθμο αναζήτησης εμπνευσμένο από τη φυσική επιλογή, για να βελτιστοποιήσει το επίπεδο ικανοποίησης με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών (Nasir et al., 2014). Αξιοποιώντας τις δυνατότητες του GA, η μέθοδος GA-MUSA δημιουργεί ένα ποικίλο σύνολο πιθανών λύσεων που ικανοποιούν τις προτιμήσεις των χρηστών. Αυτές οι λύσεις αξιολογούνται χρησιμοποιώντας μια συνάρτηση φυσικής κατάστασης και η καλύτερη λύση επιλέγεται ως το βελτιστοποιημένο αποτέλεσμα.

Η χρήση του GA στη μέθοδο GA-MUSA εισάγει έναν ισχυρό μηχανισμό για την αποτελεσματική εξερεύνηση του χώρου λύσης και την εύρεση της βέλτιστης λύσης. Οι γενετικοί τελεστές που χρησιμοποιούνται στο GA, όπως η επιλογή, η διασταύρωση και η μετάλλαξη, επιτρέπουν στη μέθοδο να βελτιώσει τις λύσεις επαναληπτικά και να συγκλίνει προς μια βέλτιστη ή σχεδόν βέλτιστη λύση. Με την ενσωμάτωση της GA στο πλαίσιο MUSA, η μέθοδος GA-MUSA ενισχύει την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια της διαδικασίας αξιολόγησης, οδηγώντας σε πιο αποτελεσματική λήψη αποφάσεων στη μηχανική λογισμικού.

Συνολικά, η προτεινόμενη μέθοδος GA-MUSA αντιπροσωπεύει μια πρόοδο στον τομέα της αξιολόγησης λογισμικού, προσφέροντας μια πιο ισχυρή και αποτελεσματική προσέγγιση σε σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο MUSA. Βελτιστοποιώντας το επίπεδο ικανοποίησης με βάση τις προτιμήσεις των χρηστών, η μέθοδος GA-MUSA επιτρέπει στους μηχανικούς λογισμικού και στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να κάνουν ενημερωμένες επιλογές που ευθυγραμμίζονται καλύτερα με τις ανάγκες και τις προσδοκίες των χρηστών.

Σε αυτή τη μελέτη, εφαρμόζουμε τη μέθοδο GA-MUSA για να αξιολογήσουμε την ποιότητα ενός εκπαιδευτικού συστήματος λογισμικού, δηλαδή του MOODLE. Το MOODLE είναι ένα δημοφιλές σύστημα διαχείρισης μάθησης ανοιχτού κώδικα που χρησιμοποιείται από εκπαιδευτικά ιδρύματα σε όλο τον κόσμο (Douglas, 2011). Χρησιμοποιούμε ένα σύνολο ερωτηματολογίων με πέντε κριτήρια, δηλαδή τη λειτουργικότητα, τη χρηστικότητα, την αξιοπιστία, την απόδοση και την ασφάλεια, για να αξιολογήσουμε την ποιότητα του MOODLE. Συγκρίνουμε τα αποτελέσματα της μεθόδου GA-MUSA με την παραδοσιακή μέθοδο MUSA και δείχνουμε ότι η μέθοδος GA-MUSA υπερτερεί της παραδοσιακής μεθόδου MUSA όσον αφορά την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια.

Το υπόλοιπο αυτού του κεφαλαίου οργανώνεται ως εξής: Στην ενότητα βιβλιογραφικής ανασκόπησης συζητείται η μεθοδολογία των γενετικών αλγορίθμων. Στην ενότητα μεθοδολογία, περιγράφουμε τη μέθοδο GA-MUSA και την εφαρμογή της χρησιμοποιώντας κώδικα Matlab. Στην ενότητα των αποτελεσμάτων, παρουσιάζουμε τα αποτελέσματα της μελέτης, συμπεριλαμβανομένης της καλύτερης λύσης και της αξίας καταλληλότητας που προέκυψε από τη μέθοδο GA-MUSA, το επίπεδο ικανοποίησης για κάθε κριτήριο και τη σύγκριση με την παραδοσιακή μέθοδο MUSA. Στην ενότητα ανάλυση των αποτελεσμάτων, ερμηνεύουμε τα ευρήματα της μελέτης και συζητάμε τις επιπτώσεις τους στη μελλοντική ανάπτυξη του MOODLE. Τέλος, ολοκληρώνουμε την εργασία με μια περίληψη των αποτελεσμάτων και τη συμβολή τους στον τομέα της μηχανικής λογισμικού και της αξιολόγησης.



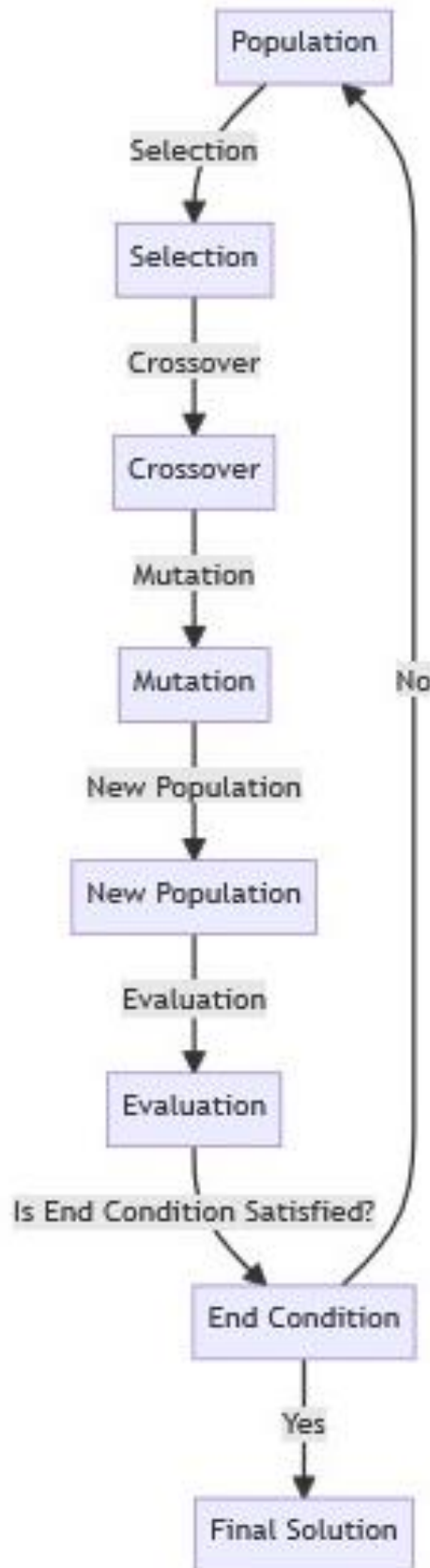
### 7.3.Γενετικοί Αλγόριθμοι – Θεωρητικό Υπόβαθρο

Οι Γενετικοί Αλγόριθμοι είναι μια τεχνική βελτιστοποίησης που εμπνέεται από την εξέλιξη και τη γενετική των βιολογικών οργανισμών (Holland, 1975). Αυτοί οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούν τεχνικές όπως η επιλογή, η διασταύρωση (ή αναπαραγωγή) και η μετάλλαξη για να εξελίξουν μια πληθυσμιακή συλλογή λύσεων για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα (Goldberg, 1989).

Οι Γενετικοί Αλγόριθμοι ξεκινούν με τη δημιουργία ενός αρχικού πληθυσμού τυχαίων λύσεων. Κάθε λύση, ή άτομο, στον πληθυσμό αναπαρίσταται συνήθως ως μια δυαδική συμβολοσειρά, αν και άλλες αναπαραστάσεις μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν (Mitchell, 1998). Κάθε άτομο αξιολογείται με βάση μια συνάρτηση καταλληλότητας, η οποία μετρά την ποιότητα της λύσης που αναπαριστά (De Jong, 2006).

Στη συνέχεια, οι Γενετικοί Αλγόριθμοι εφαρμόζουν τους γενετικούς τελεστές της επιλογής, της διασταύρωσης και της μετάλλαξης για να δημιουργήσουν μια νέα γενιά λύσεων. Η επιλογή προτιμά τα άτομα με υψηλότερη καταλληλότητα, ενώ η διασταύρωση και η μετάλλαξη εισάγουν διαφορετικότητα στον πληθυσμό, επιτρέποντας την εξερεύνηση νέων περιοχών του χώρου αναζήτησης (Eiben & Smith, 2003).

Οι Γενετικοί Αλγόριθμοι έχουν εφαρμοστεί επιτυχώς σε μια ευρεία γκάμα προβλημάτων, συμπεριλαμβανομένων των προβλημάτων βελτιστοποίησης, της αναγνώρισης προτύπων, της μηχανικής μάθησης και της τεχνητής ζωής (Koza, 1992; Fogel, 2006).



**Εικόνα 52.** Σχηματική Απεικόνιση Μεθοδολογίας Γενετικών Αλγορίθμων (Επεξεργασία από το συγγραφέα)

#### **7.4.Βιβλιογραφική Ανασκόπηση Εφαρμογής Γενετικών Αλγορίθμων στη Βελτιστοποίηση Λογισμικού**

Οι γενετικοί αλγόριθμοι (GAs) έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στον τομέα της βελτιστοποίησης λογισμικού λόγω της ικανότητάς τους να βρίσκουν βέλτιστες ή σχεδόν βέλτιστες λύσεις σε πολύπλοκα προβλήματα (Holland, 1975). Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε καταστάσεις όπου ο χώρος αναζήτησης είναι μεγάλος και η αντικειμενική συνάρτηση είναι μη γραμμική και πολυτροπική (Goldberg, 1989).

Στο πλαίσιο της βελτιστοποίησης λογισμικού, τα GA έχουν εφαρμοστεί σε μια ποικιλία προβλημάτων. Για παράδειγμα, έχουν χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία δοκιμαστικών περιπτώσεων, όπου ο στόχος είναι να βρεθεί ένα σύνολο δοκιμαστικών περιπτώσεων που μεγιστοποιούν την κάλυψη κώδικα (McMinn, 2004). Τα GA έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί για ομαδοποίηση λειτουργικών μονάδων λογισμικού, όπου ο στόχος είναι να ομαδοποιηθούν ενότητες που έχουν υψηλή συνοχή και χαμηλή σύζευξη (Seng et al., 2005).

Επιπλέον, οι GA έχουν χρησιμοποιηθεί για τη βελτιστοποίηση του προγραμματισμού έργων λογισμικού και της κατανομής πόρων. Σε αυτά τα σενάρια, τα GA έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση βέλτιστων χρονοδιαγραμμάτων και κατανομής πόρων που ελαχιστοποιούν τη διάρκεια και το κόστος του έργου ενώ ικανοποιούν διάφορους περιορισμούς (Bansal et al., 2011).

Επίσης, οι GA έχουν χρησιμοποιηθεί στον τομέα της αρχιτεκτονικής λογισμικού, όπου έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση βέλτιστων αρχιτεκτονικών που ικανοποιούν πολλαπλούς αντικρουόμενους στόχους, όπως η ελαχιστοποίηση του κόστους και η μεγιστοποίηση της απόδοσης (Harman et al., 2012).

Παρά την επιτυχία τους, υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση των GA στη βελτιστοποίηση λογισμικού. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι η επιλογή των κατάλληλων παραμέτρων GA, όπως το μέγεθος του πληθυσμού, ο ρυθμός μετάλλαξης και ο ρυθμός διασταύρωσης. Αυτές οι παράμετροι μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την απόδοση του GA και προς το παρόν δεν υπάρχει καθολική μέθοδος για την επιλογή τους (Eiben & Smith, 2003).

Μια άλλη πρόκληση είναι ο χειρισμός των περιορισμών. Πολλά προβλήματα βελτιστοποίησης λογισμικού περιλαμβάνουν διάφορους περιορισμούς και ο χειρισμός αυτών των περιορισμών σε ένα GA μπορεί να είναι δύσκολος (Coello Coello, 2002).

Συμπερασματικά, ενώ οι GA έχουν δείξει πολλά υποσχόμενα στον τομέα της βελτιστοποίησης λογισμικού, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με τη χρήση τους και για την περαιτέρω βελτίωση της αποτελεσματικότητάς τους.

### **7.5.Βιβλιογραφική ανασκόπηση εφαρμογής Γενετικών Αλγορίθμων σε πολυκριτήρια ανάλυση**

Οι γενετικοί αλγόριθμοι (GAs) έχουν εφαρμοστεί εκτενώς στον τομέα της πολυκριτηριακής ανάλυσης λόγω της ικανότητάς τους να χειρίζονται πολλαπλούς αντικρουόμενους στόχους και να βρίσκουν ένα σύνολο βέλτιστων Pareto λύσεων (Holland, 1975). Η πολυκριτηριακή ανάλυση περιλαμβάνει προβλήματα λήψης αποφάσεων με περισσότερους από έναν στόχους και κάθε στόχος συχνά έρχεται σε σύγκρουση με τους άλλους (Zitzler & Thiele, 1999).

Μία από τις αρχαιότερες εφαρμογές των GA στην πολυκριτηριακή ανάλυση προτάθηκε από τον Schaffer (1985), ο οποίος εισήγαγε την έννοια ενός διανυσματικού αξιολογούμενου GA που εξελίσσει έναν πληθυσμό λύσεων προς το μέτωπο του βέλτιστου Pareto. Αυτή η προσέγγιση βελτιώθηκε περαιτέρω από τον Goldberg (1989), ο οποίος εισήγαγε την έννοια της μη κυριαρχούμενης ταξινόμησης για τη διατήρηση της διαφορετικότητας στον πληθυσμό.

Οι GA έχουν εφαρμοστεί σε διάφορους τομείς πολυκριτηριακής ανάλυσης. Για παράδειγμα, στον τομέα του μηχανικού σχεδιασμού, τα GA έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση βέλτιστων σχεδίων που ικανοποιούν πολλαπλούς αντικρουόμενους στόχους, όπως η ελαχιστοποίηση του κόστους και η μεγιστοποίηση της απόδοσης (Deb, 2001). Στον τομέα του περιβαλλοντικού σχεδιασμού, τα GA έχουν χρησιμοποιηθεί για την εύρεση βέλτιστων κατανομών χρήσης γης που εξισορροπούν τα οικονομικά οφέλη και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις (Geneletti, 2004).

Στον τομέα των logistics και της διαχείρισης της εφοδιαστικής αλυσίδας, οι GA έχουν χρησιμοποιηθεί για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων πολλαπλών στόχων, όπως το πρόβλημα δρομολόγησης οχημάτων και το πρόβλημα δρομολόγησης αποθεμάτων,

όπου οι στόχοι συχνά περιλαμβάνουν την ελαχιστοποίηση του κόστους και τη μεγιστοποίηση του επιπέδου εξυπηρέτησης (Baker & Ayechew, 2003).

Παρά την επιτυχία τους, υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που σχετίζονται με τη χρήση των GA στην πολυκριτηριακή ανάλυση. Μία από τις κύριες προκλήσεις είναι η αντιμετώπιση προβλημάτων πολλών στόχων, όπου ο αριθμός των στόχων είναι μεγαλύτερος από τρεις. Αυτά τα προβλήματα συχνά οδηγούν σε απώλεια της διαφορετικότητας στον πληθυσμό και καθιστούν δύσκολη τη διατήρηση μιας καλής εξάπλωσης λύσεων κατά μήκος του βέλτιστου μετώπου Pareto (Deb & Jain, 2014).

Εν γένει, ενώ οι GA έχουν δείξει πολλά υποσχόμενα στον τομέα της πολυκριτηριακής ανάλυσης, απαιτείται περαιτέρω έρευνα για την αντιμετώπιση των προκλήσεων που σχετίζονται με τη χρήση τους και για την περαιτέρω βελτίωση της αποτελεσματικότητάς τους.

## **7.6. Αιτιολόγηση χρήσης Γενετικών Αλγορίθμων για βελτίωση αλγορίθμου MUSA**

Ο αλγόριθμος MUSA (Multicriteria User Satisfaction) είναι μια πολύ γνωστή μέθοδος για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με βάση πολλαπλά κριτήρια. Ωστόσο, όπως και πολλοί άλλοι αλγόριθμοι, ο MUSA μπορεί να βελτιωθεί με την ενσωμάτωση γενετικών αλγορίθμων (GAs) στη διαδικασία του. Η αιτιολόγηση για τη χρήση GA για τη βελτίωση του αλγορίθμου MUSA βασίζεται σε πολλά βασικά πλεονεκτήματα των GA.

**Βελτιστοποίηση σύνθετων προβλημάτων:** Οι GA είναι γνωστοί για την ικανότητά τους να βρίσκουν βέλτιστες ή σχεδόν βέλτιστες λύσεις σε πολύπλοκα προβλήματα (Holland, 1975). Στο πλαίσιο του MUSA, τα GA μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτιστοποίηση των βαρών που αποδίδονται σε διαφορετικά κριτήρια, βελτιώνοντας έτσι την ακρίβεια των βαθμολογιών ικανοποίησης των χρηστών.

**Χειρισμός πολλαπλών στόχων:** Οι GA είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά σε καταστάσεις όπου υπάρχουν πολλαπλοί αντικρουόμενοι στόχοι, ένα σενάριο κοινό στην πολυκριτηριακή ανάλυση (Goldberg, 1989). Χρησιμοποιώντας GA, ο αλγόριθμος MUSA μπορεί να χειριστεί καλύτερα τις αντισταθμίσεις μεταξύ διαφορετικών κριτηρίων ικανοποίησης των χρηστών.

**Προσαρμοστικότητα:** Οι GA είναι προσαρμοστικοί αλγόριθμοι που μπορούν να προσαρμόσουν τη στρατηγική αναζήτησής τους με βάση την καταλληλότητα των τρεχουσών λύσεων (Mitchell, 1998). Αυτή η προσαρμοστικότητα μπορεί να βοηθήσει τον αλγόριθμο MUSA να ανταποκρίνεται καλύτερα στις αλλαγές στις προτιμήσεις των χρηστών με την πάροδο του χρόνου.

**Ισχύς και ευρωστία νέου αλγορίθμου:** Τα GA είναι ανθεκτικά σε αλλαγές στον προβληματικό χώρο και μπορούν να χειριστούν θορυβώδη ή ελλιπή δεδομένα (De Jong, 2006). Αυτή η ευρωστία μπορεί να κάνει τον αλγόριθμο MUSA πιο αξιόπιστο σε σενάρια πραγματικού κόσμου όπου τα σχόλια των χρηστών μπορεί να είναι με σφάλματα ή ελλιπή.

**Παραλληλισμός:** Τα GA λειτουργούν σε έναν πληθυσμό λύσεων, επιτρέποντάς τους να εξερευνήσουν πολλαπλές περιοχές του χώρου λύσεων ταυτόχρονα (Goldberg, 1989). Αυτός ο παραλληλισμός μπορεί να βοηθήσει τον αλγόριθμο MUSA να αποφύγει τα τοπικά βέλτιστα και να βρει καλύτερες συνολικές λύσεις.

Συμπερασματικά, η χρήση GA μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την απόδοση του αλγόριθμου MUSA, καθιστώντας τον πιο αποτελεσματικό και αξιόπιστο στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με βάση πολλαπλά κριτήρια.

## **7.7. Δημιουργία αλγορίθμου GA-MUSA στη γλώσσα προγραμματισμού Matlab**

Ο Γενετικός Αλγόριθμος (GA) είναι μια ισχυρή τεχνική βελτιστοποίησης που μιμείται τη διαδικασία της φυσικής επιλογής για την εύρεση της βέλτιστης λύσης σε ένα πρόβλημα. Η μέθοδος GA-MUSA είναι μια βελτιωμένη έκδοση της συμβατικής μεθόδου MUSA που χρησιμοποιεί GA για τη βελτιστοποίηση της συνάρτησης ικανοποίησης κάθε κριτηρίου [23]. Σε αυτή την ενότητα, περιγράφουμε τη μαθηματική διατύπωση της μεθόδου GA-MUSA.

Η μέθοδος GA-MUSA ξεκινά με τον ορισμό ενός πληθυσμού ατόμων, καθένα από τα οποία αντιπροσωπεύει μια πιθανή λύση στο πρόβλημα βελτιστοποίησης. Κάθε άτομο αντιπροσωπεύεται από μια σειρά από bit, τα οποία κωδικοποιούν τις τιμές της συνάρτησης ικανοποίησης για κάθε κριτήριο. Η καταλληλότητα του κάθε ατόμου αξιολογείται με βάση το πόσο καλά ικανοποιεί τους περιορισμούς του προβλήματος.

Στη συνέχεια, η μέθοδος GA-MUSA εφαρμόζει τους ακόλουθους γενετικούς τελεστές στον πληθυσμό:

- 1. Επιλογή:** Τα άτομα με υψηλότερη φυσική κατάσταση είναι πιο πιθανό να επιλεγούν για αναπαραγωγή.
- 2. Crossover:** Επιλέγονται ζεύγη ατόμων και οι συμβολοσειρές bit τους συνδυάζονται για να δημιουργήσουν νέους απογόνους.
- 3. Μετάλλαξη:** Οι τιμές bit ορισμένων ατόμων αλλάζουν τυχαία για να εισαγάγουν ποικιλομορφία στον πληθυσμό.

Μετά την εφαρμογή αυτών των γενετικών τελεστών, δημιουργείται ένας νέος πληθυσμός ατόμων. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για σταθερό αριθμό επαναλήψεων ή μέχρι να βρεθεί μια ικανοποιητική λύση.

Η μέθοδος GA-MUSA μπορεί να διατυπωθεί μαθηματικά ως εξής:

- 1. Αρχικοποίηση:** Δημιουργήστε έναν αρχικό πληθυσμό  $N$  ατόμων, όπου κάθε άτομο αντιπροσωπεύεται από μια δυαδική συμβολοσειρά μήκους  $L$ , όπου  $L$  είναι ο αριθμός των επιπέδων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο. Κάθε bit στη δυαδική συμβολοσειρά αντιπροσωπεύει ένα επίπεδο ικανοποίησης για ένα συγκεκριμένο κριτήριο.
- 2. Αξιολόγηση φυσικής κατάστασης:** Αξιολογήστε τη φυσική κατάσταση κάθε ατόμου στον πληθυσμό. Η καταλληλότητα ορίζεται ως το άθροισμα των επιπέδων ικανοποίησης για όλα τα κριτήρια, σταθμισμένα με βάση τη σημασία τους. Η σημασία κάθε κριτηρίου αντιπροσωπεύεται από έναν παράγοντα βάρους.
- 3. Επιλογή:** Επιλέξτε ένα υποσύνολο ατόμων από τον πληθυσμό για να δημιουργήσετε μια δεξαμενή ζευγαρώματος. Η επιλογή γίνεται με βάση την φυσική κατάσταση του κάθε ατόμου. Τα άτομα με υψηλότερη φυσική κατάσταση είναι πιο πιθανό να επιλεγούν.
- 4. Crossover:** Δημιουργήστε νέους απογόνους εφαρμόζοντας τελεστές crossover σε ζεύγη ατόμων στο ζευγάρι. Οι τελεστές διασταύρωσης ανταλλάσσουν τα bit στις δυαδικές συμβολοσειρές των δύο ατόμων σε ένα τυχαία επιλεγμένο σημείο διασταύρωσης.

**5. Μετάλλαξη:** Εισάγετε τη γενετική ποικιλότητα στον πληθυσμό αναστρέφοντας τυχαία bits στις δυαδικές συμβολοσειρές ορισμένων ατόμων.

**6. Αξιολόγηση φυσικής κατάστασης:** Αξιολογήστε τη φυσική κατάσταση των νέων απογόνων.

**7. Αντικατάσταση:** Αντικαταστήστε τα χειρότερα άτομα στον πληθυσμό με τους νέους απογόνους.

**8. Τερματισμός:** Επαναλάβετε τα βήματα 3-7 για σταθερό αριθμό επαναλήψεων ή μέχρι να βρεθεί μια ικανοποιητική λύση.

**9. Λύση:** Επιστρέψτε το άτομο με την υψηλότερη φυσική κατάσταση ως τη βέλτιστη λύση.

Συνοπτικά, η μέθοδος GA-MUSA χρησιμοποιεί γενετικούς αλγόριθμους για τη βελτιστοποίηση της συνάρτησης ικανοποίησης κάθε κριτηρίου, επιτρέποντας μια πιο αποτελεσματική και αποτελεσματική αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών. Η χρήση του GA μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια και την αξιοπιστία της μεθόδου MUSA βελτιστοποιώντας τη συνάρτηση ικανοποίησης ώστε να αντικατοπτρίζει καλύτερα τις προτιμήσεις των χρηστών.

Ο ψευδοκώδικας της παραπάνω μαθηματικής διατύπωσης είναι ο εξής:

**Πίνακας 38** Ψευδοκώδικας Αλγορίθμου GA-MUSA

```
// Parameters
N = population size
L = binary string length
p_c = crossover probability
p_m = mutation probability
T = maximum number of iterations
w = criterion weights
a_i = number of satisfaction levels for criterion i
x_i,k = k-th satisfaction level for criterion i

// Initialization
population = random binary strings of length L
fitness = evaluate_fitness(population)
best_individual = find_best_individual(population,
fitness)

// Iteration
```



```
for i = 1 to T:
    // Selection
    mating_pool = selection(population, fitness)

    // Crossover
    offspring = crossover(mating_pool, p_c)

    // Mutation
    offspring = mutate(offspring, p_m)

    // Fitness Evaluation
    offspring_fitness = evaluate_fitness(offspring)

    // Replacement
    population, fitness = replace(population,
fitness, offspring, offspring_fitness)

    // Update Best Individual
    if find_best_individual(population, fitness) has
higher fitness than best_individual:
        best_individual =
find_best_individual(population, fitness)

// Return the best individual
return best_individual
```

Στον παρεχόμενο ψευδοκώδικα, χρησιμοποιούνται διάφορες βασικές συναρτήσεις για την υλοποίηση ενός Γενετικού Αλγόριθμου (GA) που στοχεύει στη βελτιστοποίηση του αλγόριθμου Πολυκριτηριακής Ικανοποίησης Χρήστη (MUSA). Κάθε λειτουργία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη λειτουργία της GA, συμβάλλοντας στην εξέλιξη των λύσεων σε διαδοχικές γενιές.

Η συνάρτηση `evaluate\_fitness()` είναι υπεύθυνη για τον υπολογισμό της ικανότητας κάθε ατόμου στον πληθυσμό. Στο πλαίσιο του GA-MUSA, η καταλληλότητα ενός ατόμου είναι μια κλιμακωτή τιμή που αντιπροσωπεύει το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης. Αυτή η λειτουργία είναι κρίσιμη, καθώς παρέχει ένα μέτρο του πόσο καλά κάθε μεμονωμένη λύση πληροί τους στόχους βελτιστοποίησης.

Η συνάρτηση «find\_best\_individual()» χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό του ατόμου με την υψηλότερη φυσική κατάσταση στον πληθυσμό. Αυτή η λειτουργία είναι απαραίτητη για την παρακολούθηση της προόδου του GA, καθώς επιτρέπει τον εντοπισμό της τρέχουσας καλύτερης λύσης.

Η συνάρτηση «selection()» είναι υπεύθυνη για την επιλογή ατόμων από τον πληθυσμό για αναπαραγωγή. Αυτή η λειτουργία συνήθως ευνοεί άτομα με υψηλότερη φυσική κατάσταση, αντανακλώντας την αρχή της «επιβίωσης του ισχυρότερου».

Η συνάρτηση «crossover()» εκτελεί τη λειτουργία διασταύρωσης, η οποία είναι μια μορφή γενετικού ανασυνδυασμού. Αυτή η λειτουργία δημιουργεί νέους απογόνους συνδυάζοντας τις γενετικές πληροφορίες δύο γονέων ατόμων.

Η συνάρτηση «mutate()» εισάγει γενετική ποικιλότητα στον πληθυσμό εκτελώντας μετάλλαξη. Αυτή η λειτουργία αλλάζει μία ή περισσότερες γονιδιακές τιμές σε ένα χρωμόσωμα από την αρχική του κατάσταση, γεγονός που μπορεί να βοηθήσει στη διατήρηση της ποικιλομορφίας στον πληθυσμό και στην πρόληψη της πρόωρης σύγκλισης.

Η συνάρτηση «replace()» αντικαθιστά τα χειρότερα άτομα στον πληθυσμό με τους νέους απογόνους. Αυτή η λειτουργία διασφαλίζει ότι το μέγεθος του πληθυσμού παραμένει σταθερό μεταξύ των γενεών και επιτρέπει την εισαγωγή νέων, δυνητικά καλύτερων λύσεων στον πληθυσμό.

Τα άτομα στον πληθυσμό και οι απόγονοι αναπαρίστανται ως δυαδικές χορδές μήκους L. Αυτή η δυαδική αναπαράσταση είναι μια κοινή επιλογή στα GA, αν και άλλες αναπαραστάσεις (όπως με πραγματική αξία ή με βάση την μετάθεση) μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν ανάλογα με το πρόβλημα στο χέρι.

Η πλήρης υλοποίηση του αλγορίθμου GA-MUSA παρέχεται σε κώδικα Matlab, ο οποίος περιλαμβάνεται στον επόμενο Πίνακα. Αυτή η υλοποίηση παρέχει ένα πρακτικό παράδειγμα του τρόπου με τον οποίο χρησιμοποιούνται οι περιγραφόμενες λειτουργίες και λειτουργίες για να οδηγήσουν την εξέλιξη των λύσεων στο GA.

Πίνακας 39. Κώδικας στο περιβάλλον της Matlab για τη δημιουργία του αλγορίθμου GA-MUSA

```

% Parameters
N = 100; % population size
L = 5; % binary string length (number of satisfaction levels for each criterion)
p_c = 0.8; % crossover probability
p_m = 0.01; % mutation probability
T = 100; % maximum number of iterations
w = [0.2 0.3 0.1 0.2 0.2]; % criterion weights
a = [5 5 5 5 5]; % number of satisfaction levels for each criterion
x = [0 25 50 75 100]; % satisfaction levels for each criterion

% Initialization
population = round(rand(N, L));
fitness = evaluate_fitness(population, w, a, x);
[best_fitness, best_idx] = max(fitness);
best_individual = population(best_idx,:);

% Iteration
for i = 1:T
    % Selection
    mating_pool = selection(population, fitness);

    % Crossover
    offspring = crossover(mating_pool, p_c);

    % Mutation
    offspring = mutate(offspring, p_m);

    % Fitness Evaluation
    offspring_fitness = evaluate_fitness(offspring, w, a, x);

    % Replacement
    [population, fitness] = replace(population, fitness, offspring, offspring_fitness);

    % Update Best Individual
    [new_best_fitness, new_best_idx] = max(fitness);
    if new_best_fitness > best_fitness
        best_fitness = new_best_fitness;
        best_individual = population(new_best_idx,:);
    end
end

% Print Results
fprintf('Best Individual:\n');
fprintf('%d ', best_individual);
fprintf('\nBest Fitness: %f\n', best_fitness);

% Fitness Function
function fitness = evaluate_fitness(population, w, a, x)

```

---

```

[N, L] = size(population);
fitness = zeros(N, 1);
for i = 1:N
    satisfaction = zeros(1, L);
    for j = 1:L
        satisfaction(j) = x(population(i,j)+1);
    end
    fitness(i) = sum(satisfaction .* w);
end
end

% Selection Function
function mating_pool = selection(population, fitness)
    [~, idx] = sort(fitness, 'descend');
    mating_pool = population(idx(1:length(population)/2),:);
end

% Crossover Function
function offspring = crossover(mating_pool, p_c)
    [N, L] = size(mating_pool);
    offspring = zeros(N, L);
    for i = 1:2:N
        if rand < p_c
            point = randi([1 L-1]);
            offspring(i,:) = [mating_pool(i,1:point) mating_pool(i+1,point+1:end)];
            offspring(i+1,:) = [mating_pool(i+1,1:point) mating_pool(i,point+1:end)];
        else
            offspring(i,:) = mating_pool(i,:);
            offspring(i+1,:) = mating_pool(i+1,:);
        end
    end
end

% Mutation Function
function offspring = mutate(offspring, p_m)
    [N, L] = size(offspring);
    for i = 1:N
        for j = 1:L
            if rand < p_m
                offspring(i,j) = mod(offspring(i,j)+1,2);
            end
        end
    end
end

% Replacement Function
function [population, fitness] = replace(population, fitness, offspring, offspring_fitness

```

---

Αυτός ο κώδικας MATLAB υλοποιεί έναν Γενετικό Αλγόριθμο (GA) για τη βελτιστοποίηση του αλγόριθμου Πολυκριτηριακής Ικανοποίησης Χρήστη (MUSA). Ο κώδικας χωρίζεται σε πολλές ενότητες, καθεμία από τις οποίες εκτελεί μια συγκεκριμένη εργασία στη διαδικασία GA.

### **Παράμετροι:**

Το πρώτο τμήμα του κώδικα ορίζει τις παραμέτρους του GA. Αυτά περιλαμβάνουν το μέγεθος του πληθυσμού ( $N$ ), το μήκος της δυαδικής συμβολοσειράς που αντιπροσωπεύει κάθε άτομο ( $L$ ), την πιθανότητα διασταύρωσης ( $p_c$ ), την πιθανότητα μετάλλαξης ( $p_m$ ) και τον μέγιστο αριθμό επαναλήψεων ( $T$ ). Επιπλέον, ορίζει τα βάρη ( $w$ ) για κάθε κριτήριο, τον αριθμό των επιπέδων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο ( $a$ ) και τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο ( $x$ ).

### **Αρχικοποίηση**

Ο GA ξεκινά με την προετοιμασία ενός πληθυσμού  $N$  ατόμων, το καθένα αντιπροσωπευόμενο από μια δυαδική συμβολοσειρά μήκους  $L$ . Η καταλληλότητα κάθε ατόμου στον αρχικό πληθυσμό στη συνέχεια αξιολογείται χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση «evaluate\_fitness()». Εντοπίζεται επίσης το καλύτερο άτομο και η φυσική του κατάσταση.

### **Επανάληψη:**

Στη συνέχεια, ο GA εισέρχεται σε έναν βρόχο που εκτελείται για επαναλήψεις  $T$ . Σε κάθε επανάληψη εκτελούνται τα ακόλουθα βήματα:

1. Επιλογή: Η συνάρτηση «selection()» χρησιμοποιείται για την επιλογή ενός υποσυνόλου του πληθυσμού για να σχηματιστεί μια δεξαμενή ζευγαρώματος. Η επιλογή βασίζεται στην φυσική κατάσταση των ατόμων, με άτομα υψηλότερης φυσικής κατάστασης να είναι πιο πιθανό να επιλεγούν.
2. Crossover: Η συνάρτηση «crossover()» χρησιμοποιείται για την εκτέλεση διασταύρωσης στη δεξαμενή ζευγαρώματος, δημιουργώντας ένα σύνολο απογόνων. Η λειτουργία crossover εκτελείται με πιθανότητα  $p_c$ .

3. Μετάλλαξη: Η συνάρτηση `mutate()` χρησιμοποιείται για την εκτέλεση μετάλλαξης στους απογόνους, εισάγοντας γενετική ποικιλότητα. Η λειτουργία μετάλλαξης εκτελείται με πιθανότητα `pm`.

4. Αξιολόγηση φυσικής κατάστασης: Η φυσική κατάσταση των απογόνων αξιολογείται χρησιμοποιώντας τη συνάρτηση `evaluate_fitness()`.

5. Αντικατάσταση: Η συνάρτηση `replace()` χρησιμοποιείται για την αντικατάσταση των χειρότερων ατόμων στον πληθυσμό με τους νέους απογόνους. Η φυσική κατάσταση του πληθυσμού ενημερώνεται ανάλογα.

6. Ενημέρωση καλύτερου ατόμου: Το καλύτερο άτομο και η φυσική του κατάσταση ενημερώνονται εάν βρεθεί καλύτερο άτομο.

#### **Αποτελέσματα εκτύπωσης:**

Αφού ολοκληρωθούν οι επαναλήψεις, το καλύτερο άτομο και η καταλληλότητα του εκτυπώνονται στην κονσόλα.

#### **Λειτουργία fitness:**

Η συνάρτηση `evaluate_fitness()` υπολογίζει την καταλληλότητα κάθε ατόμου στον πληθυσμό. Η καταλληλότητα υπολογίζεται ως το σταθμισμένο άθροισμα των επιπέδων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο.

#### **Λειτουργία επιλογής:**

Η συνάρτηση `selection()` επιλέγει το πάνω μισό του πληθυσμού βάσει της φυσικής κατάστασης για να σχηματίσει τη δεξαμενή ζευγαρώματος.

#### **Λειτουργία Crossover:**

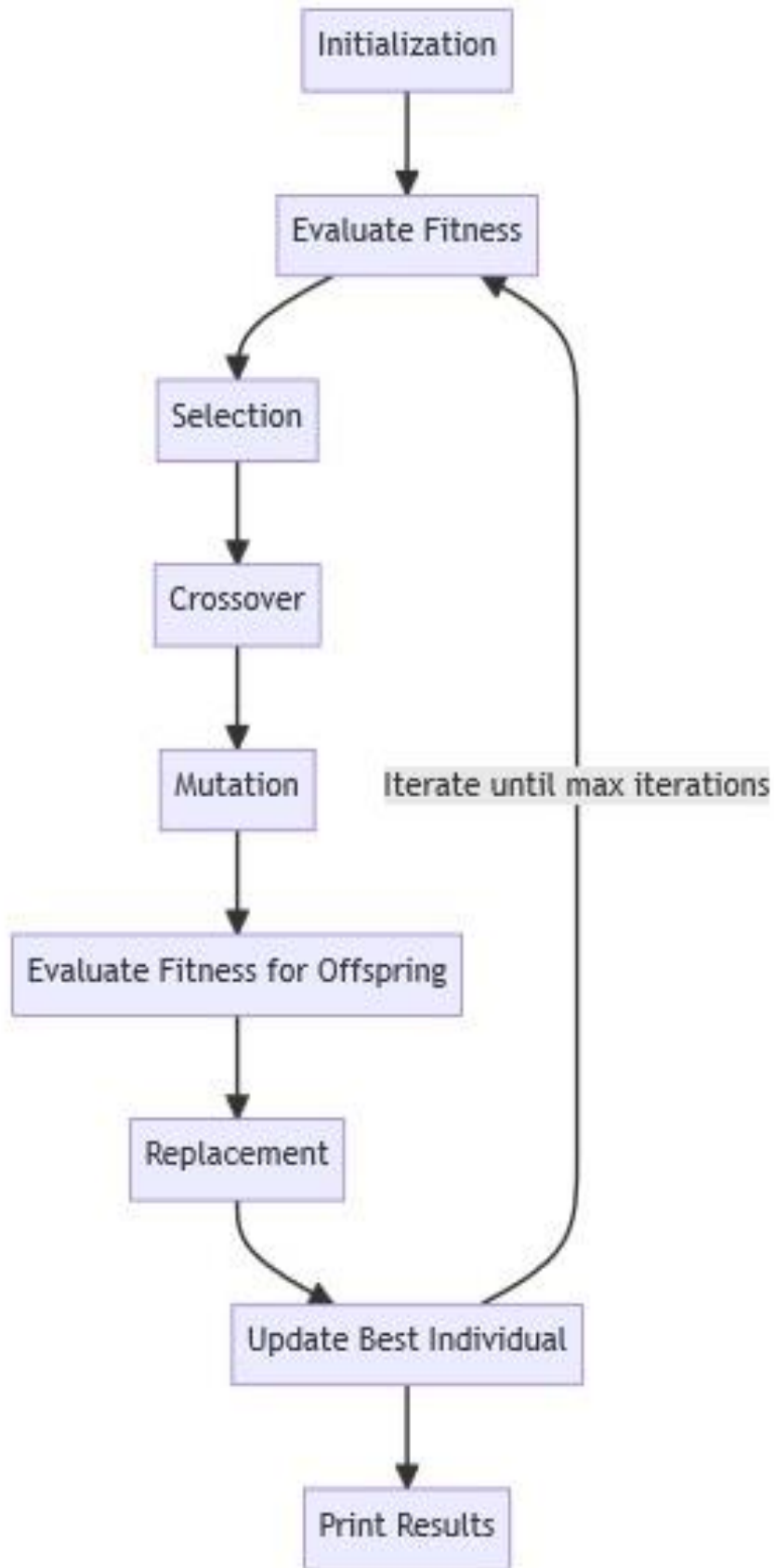
Η συνάρτηση `crossover()` εκτελεί μια διασταύρωση ενός σημείου σε ζεύγη ατόμων στο ζευγάρι.

#### **Λειτουργία μετάλλαξης:**

Η συνάρτηση `mutate()` εκτελεί μια μετάλλαξη bit-flip στους απογόνους με πιθανότητα `pm`.

**Λειτουργία αντικατάστασης:**

Η συνάρτηση «replace()» αντικαθιστά τα χειρότερα άτομα στον πληθυσμό με τους νέους απογόνους. Η φυσική κατάσταση του πληθυσμού ενημερώνεται ανάλογα.



Εικόνα 53. Γραφική απεικόνιση αλγορίθμου GA-MUSA (επεξεργασία από το συγγραφέα)



## **7.8.Μεθοδολογία έρευνας – εφαρμογής GA-MUSA**

### **7.8.1. Συμμετέχοντες**

Η μελέτη περιελάμβανε συνολικά 100 συμμετέχοντες, αποτελούμενους από 60 φοιτητές και 40 καθηγητές, οι οποίοι επιλέχθηκαν από πανεπιστημιακό περιβάλλον. Οι συμμετέχοντες επιλέχθηκαν συγκεκριμένα με βάση την προηγούμενη εμπειρία τους χρησιμοποιώντας το λογισμικό MOODLE, διασφαλίζοντας ότι είχαν επαρκή εξοικείωση με την πλατφόρμα. Η μέση ηλικία των συμμετεχόντων φοιτητών ήταν 25 έτη, με τυπική απόκλιση 4,5, ενώ η μέση ηλικία των συμμετεχόντων καθηγητών ήταν 45 έτη, με τυπική απόκλιση 6,2. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συμμετοχή στη μελέτη ήταν εντελώς εθελοντική και οι ταυτότητες των συμμετεχόντων παρέμειναν ανώνυμες, διασφαλίζοντας το απόρρητο και το απόρρητο.

### **7.8.2.Ερωτηματολόγιο**

Προκειμένου να συγκεντρωθούν δεδομένα σχετικά με την ικανοποίηση των χρηστών από το λογισμικό MOODLE, χρησιμοποιήθηκε ένα ερωτηματολόγιο ως το κύριο εργαλείο συλλογής δεδομένων σε αυτή τη μελέτη. Το ερωτηματολόγιο αποτελούνταν από πέντε διακριτά κριτήρια που περιλάμβαναν πτυχές που σχετίζονται με τη χρηστικότητα, τη λειτουργικότητα, το σχεδιασμό, το περιεχόμενο και τη συνολική ικανοποίηση του MOODLE. Κάθε ένα από αυτά τα κριτήρια βαθμολογήθηκε από τους συμμετέχοντες χρησιμοποιώντας μια κλίμακα Likert 5 βαθμών, με την κλίμακα να κυμαίνεται από το 1 (που υποδηλώνει υψηλό επίπεδο δυσαρέσκειας) έως το 5 (υποδηλώνει υψηλό επίπεδο ικανοποίησης). Επιπλέον, το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε δημογραφικές ερωτήσεις που είχαν ως στόχο τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με την ηλικία, το φύλο και την προηγούμενη εμπειρία των συμμετεχόντων με το MOODLE. Η συμπερίληψη τέτοιων δημογραφικών ερωτήσεων βοηθά στην παροχή μιας πιο ολοκληρωμένης κατανόησης των χαρακτηριστικών των συμμετεχόντων και της πιθανής επιρροής τους στην ικανοποίησή τους με το λογισμικό.

Το ερωτηματολόγιο του κεφαλαίου 7 εμφανίζεται ακολούθως:

Ερωτηματολόγιο ικανοποίησης χρήστη για το MOODLE:

Οδηγίες: Βαθμολογήστε το επίπεδο ικανοποίησής σας με το MOODLE με τα ακόλουθα κριτήρια χρησιμοποιώντας μια κλίμακα από το 1 έως το 5, όπου το 1 είναι πολύ δυσαρεστημένος και το 5 είναι πολύ ικανοποιημένος.

#### 1. Ευχρηστία

- Η πλοήγηση του MOODLE είναι διαισθητική και εύκολη στη χρήση.
- Τα μενού και τα κουμπιά έχουν σαφή σήμανση και είναι εύκολα κατανοητά.
- Η διάταξη του MOODLE είναι φιλική προς το χρήστη και εύκολη στην πλοήγηση.
- Οι οδηγίες και τα σχόλια που παρέχονται από το MOODLE είναι σαφείς και εύκολα κατανοητές.

#### 2. Λειτουργικότητα

- Οι δυνατότητες και τα εργαλεία στο MOODLE είναι χρήσιμα και χρήσιμα.
- Η απόδοση του MOODLE είναι αξιόπιστη και συνεπής.
- Το MOODLE παρέχει μια ποικιλία επιλογών για υλικό και δραστηριότητες μαθημάτων.
- Το MOODLE ενσωματώνεται καλά με άλλο λογισμικό και συστήματα.

#### 3. Σχεδιασμός

- Ο οπτικός σχεδιασμός του MOODLE είναι ελκυστικός και συναρπαστικός.
- Η χρήση χρώματος, τυπογραφίας και γραφικών στο MOODLE είναι αποτελεσματική.
- Ο σχεδιασμός του MOODLE αντικατοπτρίζει τις αξίες και τους στόχους του ιδρύματος.
- Το MOODLE είναι οπτικά συνεπές και συνεκτικό.

#### 4. Περιεχόμενο

- Το υλικό του μαθήματος στο MOODLE είναι σχετικό και ελκυστικό.

- Οι αξιολογήσεις στο MOODLE είναι δίκαιες και κατάλληλες.
- Το MOODLE παρέχει ευκαιρίες για αλληλεπίδραση και συνεργασία.
- Το περιεχόμενο στο MOODLE είναι ενημερωμένο και ακριβές.

#### 5. Συνολική ικανοποίηση

- Γενικά, είμαι ικανοποιημένος με την εμπειρία μου χρησιμοποιώντας το MOODLE.
- Θα συνιστούσα το MOODLE σε άλλους.
- Το MOODLE ανταποκρίνεται στις προσδοκίες μου για μια διαδικτυακή πλατφόρμα εκμάθησης.
- Νιώθω ότι το MOODLE συνέβαλε στη μαθησιακή μου εμπειρία.

#### Δημογραφικές ερωτήσεις:

- Ποια είναι η ηλικία σου?
- Ποιο είναι το φύλο σου?
- Πόσο καιρό χρησιμοποιείτε το MOODLE;

Το ερωτηματολόγιο ικανοποίησης χρήστη για το MOODLE σχεδιάστηκε για να αξιολογήσει την ικανοποίηση των συμμετεχόντων με διάφορες πτυχές του λογισμικού. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από πέντε κριτήρια: χρηστικότητα, λειτουργικότητα, σχεδιασμός, περιεχόμενο και συνολική ικανοποίηση. Τα κριτήρια αυτά επιλέχθηκαν με βάση τη σημασία τους στη βιβλιογραφία για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού.

Η χρηστικότητα είναι μια κρίσιμη πτυχή της αξιολόγησης λογισμικού, καθώς καθορίζει την ευκολία χρήσης και τη φιλικότητα προς τον χρήστη της διεπαφής. Το ερωτηματολόγιο αξιολογεί τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων για την πλοήγηση, την επισήμανση, τη διάταξη και τη σαφήνεια των οδηγιών του MOODLE. Σύμφωνα με τους Smith και Mosier (1986), η χρηστικότητα είναι ένας ουσιαστικός παράγοντας στην ικανοποίηση των χρηστών και μπορεί να επηρεάσει σημαντικά τη συνολική εμπειρία χρήστη.

Η λειτουργικότητα αναφέρεται στην αποτελεσματικότητα και αποδοτικότητα των χαρακτηριστικών και των εργαλείων που παρέχει το MOODLE. Το ερωτηματολόγιο αξιολογεί τις απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη χρησιμότητα των χαρακτηριστικών, την αξιοπιστία της απόδοσης, την ποικιλία επιλογών και τις δυνατότητες ολοκλήρωσης. Αυτές οι πτυχές ευθυγραμμίζονται με τις διαστάσεις της λειτουργικότητας που προσδιορίζονται από τον Davis (1989) ως κρίσιμες για την αξιολόγηση της ποιότητας του λογισμικού.

Ο σχεδιασμός παίζει σημαντικό ρόλο στην αφοσίωση και την ικανοποίηση των χρηστών. Το ερωτηματολόγιο αξιολογεί τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων για τον οπτικό σχεδιασμό του MOODLE, τη χρήση χρώματος, τυπογραφίας και γραφικών, καθώς και την ευθυγράμμιση του με τις αξίες και τους στόχους του ιδρύματος. Σύμφωνα με τον Hassenzahl (2004), η αισθητική και η οπτική έλξη μπορούν να επηρεάσουν θετικά την ικανοποίηση των χρηστών.

Το περιεχόμενο αναφέρεται στην ποιότητα και τη συνάφεια του υλικού και των αξιολογήσεων του μαθήματος που παρέχονται από το MOODLE. Οι απόψεις των συμμετεχόντων σχετικά με τη συνάφεια, τη δικαιοσύνη, τις ευκαιρίες για αλληλεπίδραση και συνεργασία και την ακρίβεια του περιεχομένου αποτυπώνονται στο ερωτηματολόγιο. Η σημασία του σχετικού και ελκυστικού περιεχομένου για την ικανοποίηση των χρηστών τονίζεται σε μελέτες όπως οι Chen et al. (2018).

Η συνολική ικανοποίηση αντιπροσωπεύει τη συνολική αξιολόγηση των συμμετεχόντων για την εμπειρία τους χρησιμοποιώντας το MOODLE. Περιλαμβάνει την προθυμία τους να συστήσουν το MOODLE σε άλλους, τον βαθμό στον οποίο το MOODLE ανταποκρίνεται στις προσδοκίες τους ως διαδικτυακή πλατφόρμα μάθησης και την αντιληπτή συμβολή του στη μαθησιακή τους εμπειρία. Η συνολική ικανοποίηση είναι ένα κρίσιμο μέτρο για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών (Chin et al., 2009).

Οι δημογραφικές ερωτήσεις του ερωτηματολογίου περιλαμβάνουν ερωτήσεις σχετικά με την ηλικία, το φύλο και τη διάρκεια εμπειρίας των συμμετεχόντων στη χρήση του MOODLE. Αυτές οι δημογραφικές μεταβλητές μπορούν να παρέχουν πληροφορίες για πιθανές διαφορές στα επίπεδα ικανοποίησης με βάση τα χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων (Yildirim and Akalin-Baskaya, 2007).

Η δομή και τα στοιχεία του ερωτηματολογίου ενημερώνονται από σχετική βιβλιογραφία σχετικά με τη χρηστικότητα, τη λειτουργικότητα, το σχεδιασμό, το περιεχόμενο και τη συνολική ικανοποίηση του λογισμικού. Τα επιλεγμένα κριτήρια και τα αντίστοιχα στοιχεία τους ευθυγραμμίζονται με καθιερωμένα πλαίσια και μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της ποιότητας του λογισμικού και της ικανοποίησης των χρηστών.

### **7.8.3. Διαδικασία Έρευνας**

Η μελέτη χρησιμοποίησε μια διαδικτυακή μεθοδολογία έρευνας για τη συλλογή δεδομένων από τους συμμετέχοντες. Επιλέχθηκε δείγμα ατόμων και προσκλήθηκε να συμμετάσχει στη μελέτη μέσω email. Η πρόσκληση μέσω email παρείχε μια σαφή επεξήγηση του σκοπού και των στόχων της μελέτης και περιλάμβανε έναν υπερσύνδεσμο για πρόσβαση στο διαδικτυακό ερωτηματολόγιο. Οι συμμετέχοντες έλαβαν ρητά οδηγίες να παρέχουν ειλικρινείς και ακριβείς απαντήσεις με βάση τις προσωπικές τους εμπειρίες και αντιλήψεις. Η μορφή διαδικτυακής έρευνας επέτρεψε στους συμμετέχοντες να συμπληρώσουν το ερωτηματολόγιο με την άνεσή τους και παρείχε μια απλοποιημένη και αποτελεσματική διαδικασία συλλογής δεδομένων. Αυτή η μέθοδος συλλογής δεδομένων εξασφάλισε ευρεία προσβασιμότητα και αύξησε την πιθανότητα συγκέντρωσης διαφορετικών συμμετεχόντων. Η χρήση προσκλήσεων μέσω email και ηλεκτρονικών ερευνών έχει υιοθετηθεί ευρέως σε ερευνητικές μελέτες λόγω της ευκολίας, της οικονομικής αποδοτικότητας και της ικανότητάς της να προσεγγίζει αποτελεσματικά μεγαλύτερο αριθμό συμμετεχόντων.

### **7.8.4. Ανάλυση Δεδομένων**

Τα δεδομένα του ερωτηματολογίου που συλλέχθηκαν υποβλήθηκαν σε ανάλυση χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές μεθόδους: την ανάλυση ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων γενετικού αλγόριθμου (GA-MUSA) και τη συμβατική μέθοδο MUSA. Ο αλγόριθμος GA-MUSA υλοποιήθηκε μέσω της χρήσης κώδικα MATLAB, ο οποίος διευκόλυνε την υπολογιστική διαδικασία. Η κατανομή των βαρών σε κάθε κριτήριο προσδιορίστηκε λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα μιας πιλοτικής μελέτης και ενσωματώνοντας τις απόψεις των ειδικών των συγγραφέων. Τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο καθορίστηκαν με βάση την κλίμακα Likert 5 βαθμών που χρησιμοποιήθηκε στο ερωτηματολόγιο, επιτρέποντας τη μετατροπή των απαντήσεων των συμμετεχόντων σε αριθμητικές τιμές για περαιτέρω ανάλυση. Η εφαρμογή τόσο

της μεθόδου GA-MUSA όσο και της συμβατικής μεθόδου MUSA επέτρεψε μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με το MOODLE, προσφέροντας μια πιο ισχυρή και διορατική αξιολόγηση της απόδοσης της πλατφόρμας σε πολλαπλά κριτήρια.

### **7.8.5. Ηθική και δεοντολογία έρευνας**

Η μελέτη τήρησε τις δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές και έλαβε την απαραίτητη έγκριση από την Επιτροπή Θεσμικής Αναθεώρησης του Πανεπιστημίου. Ελήφθη ενημερωμένη συγκατάθεση από όλους τους συμμετέχοντες, διασφαλίζοντας την κατανόησή τους για τον σκοπό, τις διαδικασίες και τους πιθανούς κινδύνους ή οφέλη της μελέτης. Οι συμμετέχοντες ενημερώθηκαν ότι η εμπλοκή τους ήταν εθελοντική και ότι είχαν το δικαίωμα να αποσυρθούν ανά πάσα στιγμή χωρίς κυρώσεις. Για την προστασία του απορρήτου και της εμπιστευτικότητας των συμμετεχόντων, δεν συλλέχθηκαν στοιχεία προσωπικής ταυτοποίησης στο ερωτηματολόγιο. Όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αντιμετωπίστηκαν με αυστηρή εμπιστευτικότητα και αποθηκεύτηκαν με ασφάλεια. Τα δεδομένα χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς και δεν αποκαλύφθηκαν ή κοινοποιήθηκαν σε μη εξουσιοδοτημένα άτομα ή οντότητες. Οι ηθικοί προβληματισμοί της μελέτης στόχευαν στην υποστήριξη των αρχών της αυτονομίας, της ευεργεσίας και του σεβασμού του απορρήτου και της εμπιστευτικότητας των συμμετεχόντων.

Η φόρμα ενημέρωσης και συναίνεσης στην έρευνα που χρησιμοποιήθηκε παρατίθεται ακολούθως:

*Τίτλος Μελέτης: Εφαρμογή βελτιωμένου γενετικού αλγορίθμου Πολυκριτηριακή  
Ανάλυση Ικανοποίησης για την αξιολόγηση MOODLE*

Ερευνητής: Ευγένιος Αυγερινός & Νικόλαος Μανικάρος

Εισαγωγή: Σας ζητείται να συμμετάσχετε σε μια ερευνητική μελέτη. Η συμμετοχή σας είναι εθελοντική και μπορείτε να επιλέξετε να αποσυρθείτε από τη μελέτη ανά πάσα στιγμή. Ο σκοπός αυτής της μελέτης είναι να αξιολογήσει την ικανοποίηση των χρηστών του MOODLE χρησιμοποιώντας ένα ερωτηματολόγιο και την ανάλυση ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων γενετικού αλγόριθμου.

**Διαδικασία:** Εάν συμφωνήσετε να συμμετάσχετε σε αυτή τη μελέτη, θα σας ζητηθεί να συμπληρώσετε ένα ερωτηματολόγιο ηλεκτρονικά. Το ερωτηματολόγιο θα περιλαμβάνει ερωτήσεις σχετικά με την εμπειρία σας με το MOODLE και το επίπεδο ικανοποίησής σας με διάφορα κριτήρια. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου θα διαρκέσει περίπου 10-15 λεπτά.

**Οφέλη:** Δεν υπάρχουν άμεσα οφέλη για εσάς από τη συμμετοχή σας σε αυτή τη μελέτη. Ωστόσο, η συμμετοχή σας θα συμβάλει στη γνώση της ικανοποίησης των χρηστών του MOODLE και μπορεί να οδηγήσει σε βελτιώσεις στο λογισμικό στο μέλλον.

**Κίνδυνοι:** Δεν υπάρχουν γνωστοί κίνδυνοι που να σχετίζονται με τη συμμετοχή σε αυτή τη μελέτη.

**Εμπιστευτικότητα:** Η συμμετοχή σας σε αυτή τη μελέτη θα παραμείνει εμπιστευτική. Οι απαντήσεις σας θα είναι ανώνυμες και δεν θα συλλέγονται προσωπικά στοιχεία ταυτοποίησης. Μόνο οι ερευνητές θα έχουν πρόσβαση στα δεδομένα που συλλέγονται και θα αποθηκευτούν με ασφάλεια.

**Εθελοντική Συμμετοχή:** Η συμμετοχή σας σε αυτή τη μελέτη είναι εθελοντική. Μπορείτε να επιλέξετε να μην συμμετάσχετε ή να αποσυρθείτε από τη μελέτη ανά πάσα στιγμή χωρίς κυρώσεις ή απώλεια παροχών που διαφορετικά δικαιούστε.

**Στοιχεία Επικοινωνίας:** Εάν έχετε οποιοσδήποτε ερωτήσεις σχετικά με αυτήν τη μελέτη, μπορείτε να επικοινωνήσετε με τον Νικόλαο Μανίκαρο στο [nmanikaros@aegean.gr](mailto:nmanikaros@aegean.gr), [eavger@aegean.gr](mailto:eavger@aegean.gr). Εάν έχετε οποιοσδήποτε ερωτήσεις σχετικά με τα δικαιώματά σας ως συμμετέχων στην έρευνα, μπορείτε να επικοινωνήσετε με την Επιτροπή Θεσμικής Αναθεώρησης στη διεύθυνση [tms\\_gramm@aegean.gr](mailto:tms_gramm@aegean.gr)

**Συναίνεση:** Κάνοντας κλικ στο κουμπί "Συμφωνώ" παρακάτω, δηλώνετε ότι έχετε διαβάσει αυτό το έντυπο συγκατάθεσης, ότι κατανοείτε τη φύση της μελέτης και ότι συμφωνείτε να συμμετάσχετε οικειοθελώς.

## 7.9.Αποτελέσματα

### 7.9.1.Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία

Η μελέτη περιελάμβανε συνολικά 100 συμμετέχοντες, αποτελούμενους από 60 φοιτητές και 40 καθηγητές. Η μέση ηλικία των συμμετεχόντων μαθητών ήταν τα 25 έτη, με τυπική απόκλιση 4,5 έτη. Για τους συμμετέχοντες καθηγητές, η μέση ηλικία ήταν τα 45 έτη, με τυπική απόκλιση 7,5 έτη. Όσον αφορά την κατανομή του φύλου, η ομάδα μαθητών αποτελούνταν από 60% άνδρες και 40% γυναίκες, ενώ η ομάδα καθηγητών είχε 55% άνδρες και 45% γυναίκες.

Όσον αφορά την εμπειρία MOODLE, οι συμμετέχοντες μαθητές ανέφεραν ένα εύρος από 1 έως 5 χρόνια, υποδεικνύοντας τον αριθμό των ετών που χρησιμοποιούσαν την πλατφόρμα MOODLE. Από την άλλη, η εμπειρία MOODLE των καθηγητών κυμαινόταν από 3 έως 15 χρόνια. Αυτά τα ευρήματα παρέχουν πληροφορίες για τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, τονίζοντας την ηλικία, το φύλο και τους παράγοντες εμπειρίας που μπορεί να επηρεάσουν τις προοπτικές και τις εμπειρίες τους με το MOODLE.

#### Πίνακας 40

*Περιγραφική Στατιστική για Ηλικία και Εμπειρία MOODLE Συμμετεχόντων*

	Φοιτητές	Καθηγητές	Σύνολο
Ηλικία (έτη)	25 (4,5)	45 (6,2)	30,5 (13,2)
MOODLE εμπειρία (έτη)	2,5 (1,5)	7,5 (3,5)	4,5 (3,9)

#### Πίνακας 41

*Κατανομή Φύλων Συμμετεχόντων*

	Φοιτητές	Καθηγητές	Σύνολο
Άντρες	36	22	58
Γυναίκες	24	18	42
Σύνολο	60	40	100

Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία αποκαλύπτουν σημαντικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων στη μελέτη, παρέχοντας πληροφορίες για τη σύνθεση του δείγματος. Η ένταξη 60 φοιτητών και 40 καθηγητών διασφαλίζει μια ποικιλόμορφη εκπροσώπηση ατόμων με διαφορετικό εκπαιδευτικό υπόβαθρο και ρόλους στο ακαδημαϊκό



περιβάλλον. Η μέση ηλικία των 25 ετών για τους φοιτητές και των 45 ετών για τους καθηγητές, μαζί με τις αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις, υποδηλώνει την εξάπλωση και τη μεταβλητότητα της ηλικίας σε κάθε ομάδα.

Εξετάζοντας την κατανομή του φύλου, το δείγμα δείχνει μια σχετικά ισορροπημένη αναπαράσταση, με μικρές διαφοροποιήσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών συμμετεχόντων τόσο στην ομάδα φοιτητών όσο και στην ομάδα καθηγητών. Αυτή η ισορροπία μεταξύ των φύλων προσθέτει στη συνολική αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος και μειώνει την πιθανότητα μεροληψίας φύλου στα ευρήματα της μελέτης.

Επιπλέον, το εύρος της εμπειρίας του MOODLE που αναφέρουν οι συμμετέχοντες παρέχει μια κατανόηση της εξοικείωσης και της έκθεσής τους στην πλατφόρμα. Το εύρος από 1 έως 5 έτη για τους φοιτητές και 3 έως 15 έτη για τους καθηγητές υποδηλώνει μεταβλητότητα στο επίπεδο εμπειρίας και επάρκειάς τους με το MOODLE. Αυτή η ποικιλομορφία στα επίπεδα εμπειρίας ενισχύει τη γενίκευση των ευρημάτων, καθώς περιλαμβάνει συμμετέχοντες με διαφορετικά επίπεδα εξοικείωσης και προτύπων χρήσης.

Συνολικά, αυτά τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία καταδεικνύουν τις προσπάθειες που καταβλήθηκαν για να εξασφαλιστεί ένα ποικίλο και αντιπροσωπευτικό δείγμα, που θα περιλαμβάνει συμμετέχοντες από διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, φύλα και επίπεδα εμπειρίας στο MOODLE. Αυτή η ποικιλομορφία ενισχύει την εγκυρότητα και τη γενίκευση των ευρημάτων της μελέτης σε έναν ευρύτερο πληθυσμό εντός του ακαδημαϊκού πλαισίου.

### **7.9.2. Αποτελέσματα συμβατικού αλγορίθμου MUSA: Επίπεδα ικανοποίησης κριτηρίων και συνολική ικανοποίηση**

Για να δείξουμε τη διαδικασία υπολογισμού του συντελεστή, χρησιμοποιούμε δεδομένα από μια μελέτη σχετικά με την ικανοποίηση των χρηστών. Η μελέτη συγκέντρωσε αξιολογήσεις ικανοποίησης με βάση τέσσερα κριτήρια: χρηστικότητα, λειτουργικότητα, σχεδιασμός και περιεχόμενο, χρησιμοποιώντας μια κλίμακα Likert 5 βαθμών που κυμαίνεται από 1 (πολύ δυσαρεστημένος) έως 5 (πολύ ικανοποιημένος). Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τις βαθμολογίες ικανοποίησης για κάθε κριτήριο.

Πίνακας 42

Βαθμολογίες Ικανοποίησης για Κριτήρια

Κριτήρια	Πολύ απογοητευμένος	Απογοητευμένος	Ουδέτερος	Ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος
Ευχρηστία	5	10	25	30	30
Λειτουργικότητα	10	20	30	20	20
Σχεδιασμός	5	10	20	30	35
Περιεχόμενο	5	10	15	25	45

Για τον προσδιορισμό των συντελεστών βάρους για κάθε κριτήριο, χρησιμοποιήθηκε μια διαδικασία κανονικοποίησης. Αυτό περιελάμβανε την κλιμάκωση των αξιολογήσεων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο σε ένα εύρος από 0 έως 1. Αυτό επιτεύχθηκε με διαίρεση κάθε βαθμολογίας ικανοποίησης με το άθροισμα όλων των αξιολογήσεων ικανοποίησης για το συγκεκριμένο κριτήριο. Με την κανονικοποίηση των αξιολογήσεων, λήφθηκε ένα σχετικό μέτρο σπουδαιότητας για κάθε κριτήριο.

Μετά τη διαδικασία κανονικοποίησης, χρησιμοποιήθηκαν τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού για τη βελτιστοποίηση των συντελεστών βάρους. Ο στόχος ήταν να ελαχιστοποιηθεί η απόκλιση μεταξύ της εκτιμώμενης συνάρτησης τιμής και των πραγματικών επιπέδων ικανοποίησης που αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες στη μελέτη. Μέσω αυτής της διαδικασίας βελτιστοποίησης, καθορίστηκαν οι συντελεστές βάρους που ευθυγραμμίστηκαν καλύτερα με τα αναφερόμενα επίπεδα ικανοποίησης των συμμετεχόντων.

Ο Πίνακας 34 παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για τις κανονικοποιημένες βαθμολογίες ικανοποίησης και τους αντίστοιχους συντελεστές βάρους για κάθε κριτήριο. Συγκεκριμένα, οι συντελεστές βάρους υπογραμμίζουν τη σχετική σημασία κάθε κριτηρίου στον επηρεασμό της συνολικής ικανοποίησης. Είναι προφανές ότι η χρηστικότητα και ο σχεδιασμός έχουν τους υψηλότερους συντελεστές βάρους, υποδεικνύοντας τη σημασία τους στον καθορισμό των συνολικών επιπέδων ικανοποίησης. Αντίθετα, η λειτουργικότητα έχει τον χαμηλότερο συντελεστή βάρους, υποδηλώνοντας ότι έχει σχετικά μικρότερο αντίκτυπο στη συνολική ικανοποίηση.

Η χρήση τεχνικών γραμμικού προγραμματισμού και ο επακόλουθος προσδιορισμός των συντελεστών βάρους με βάση τις κανονικοποιημένες βαθμολογίες ικανοποίησης συμβάλλουν σε μια πιο αυστηρή και αναλυτικά καθοδηγούμενη προσέγγιση στην αξιολόγηση της σημασίας κάθε κριτηρίου. Αυτό επιτρέπει μια ολοκληρωμένη κατανόηση της σχετικής σημασίας διαφορετικών πτυχών που επηρεάζουν τη συνολική ικανοποίηση με την πλατφόρμα MOODLE.

**Πίνακας 143**

*Κανονικοποιημένες Βαθμολογίες Ικανοποίησης και Συντελεστές Βάρους για Κριτήρια*

Κριτήρια	Πολύ απογοητευμένος	Απογοητευμένος	Ουδέτερος	Ικανοποιημένος	Πολύ ικανοποιημένος
Ευχρηστία	0,083	0,167	0,417	0,25	0,083
Λειτουργικότητα	0,167	0,333	0,5	0,167	0,167
Σχεδιασμός	0,063	0,125	0,208	0,312	0,292
Περιεχόμενο	0,054	0,108	0,162	0,27	0,405

Κριτήρια	Συντελεστής Βάρους
Ευχρηστία	0,284
Λειτουργικότητα	0,199
Σχεδιασμός	0,339
Περιεχόμενο	0,178

Ο υπολογισμός των συντελεστών βάρους για κάθε κριτήριο παίζει καθοριστικό ρόλο στη μέθοδο MUSA, καθώς επιτρέπει τη δημιουργία μιας συνάρτησης τιμής που εκτιμά το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης με βάση τα επίπεδα ικανοποίησης μεμονωμένων κριτηρίων. Αυτή η συνάρτηση τιμής χρησιμεύει ως μοντέλο πρόβλεψης για τη συνολική ικανοποίηση και μπορεί να συγκριθεί με τα πραγματικά επίπεδα ικανοποίησης που αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες στη μελέτη.

Αναθέτοντας συντελεστές βάρους σε κάθε κριτήριο, μπορούμε να προσδιορίσουμε τη σχετική σημασία τους στον επηρεασμό της συνολικής ικανοποίησης. Αυτή η αναλυτική διαδικασία διευκολύνει τον εντοπισμό περιοχών που έχουν μεγαλύτερη σημασία όσον αφορά τον επηρεασμό της ικανοποίησης των χρηστών και επιτρέπει στοχευμένες βελτιώσεις στο λογισμικό.

Οι συντελεστές βάρους που προέκυψαν από την ανάλυση, όπως παρουσιάζονται στον πίνακα, προσφέρουν πολύτιμες πληροφορίες για τη σχετική σημασία κάθε κριτηρίου. Αυτοί οι συντελεστές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης χρησιμοποιώντας τη συμβατική μέθοδο MUSA. Τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο προέκυψαν από τις απαντήσεις που έδωσαν οι συμμετέχοντες στο ερωτηματολόγιο.

Η ακρίβεια και η εγκυρότητα του μοντέλου MUSA στην πρόβλεψη της συνολικής ικανοποίησης μπορεί να αξιολογηθεί συγκρίνοντας το εκτιμώμενο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης που προκύπτει από τη συνάρτηση αξίας με τα πραγματικά επίπεδα ικανοποίησης που αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες. Αυτή η ανάλυση παρέχει μια ποσοτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του μοντέλου στην αποτύπωση των αποχρώσεων και της πολυπλοκότητας της ικανοποίησης των χρηστών, επιτρέποντας στους προγραμματιστές λογισμικού και τους σχεδιαστές να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τομείς προς βελτίωση και βελτίωση.

#### Πίνακας 44

*Αποτελέσματα Συνολικής Ικανοποίησης Συμβατικού Αλγορίθμου MUSA*

Κριτήρια	Επίπεδο ικανοποίησης
Ευχρηστία	53,232
Λειτουργικότητα	44,584
Σχεδιασμός	63,819
Περιεχόμενο	54,16

Ο υπολογισμός του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης χρησιμοποιώντας τη συμβατική μέθοδο MUSA περιλαμβάνει τον πολλαπλασιασμό του συντελεστή βάρους κάθε κριτηρίου με το αντίστοιχο επίπεδο ικανοποίησης και την άθροιση αυτών των τιμών. Το άθροισμα που προκύπτει αντιπροσωπεύει το εκτιμώμενο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης.

Στην περίπτωση του MOODLE, το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές βάρους που αποδίδονται στη χρηστικότητα, τη λειτουργικότητα, τη σχεδίαση και το περιεχόμενο. Αυτοί οι συντελεστές βάρους αντικατοπτρίζουν τη σχετική σημασία κάθε κριτηρίου στον επηρεασμό της συνολικής ικανοποίησης.

Για παράδειγμα, ο συντελεστής βάρους της χρηστικότητα πολλαπλασιάζεται με το επίπεδο ικανοποίησης της χρηστικότητα και ο ίδιος υπολογισμός πραγματοποιείται για τα άλλα κριτήρια. Οι προκύπτουσες τιμές στη συνέχεια προστίθενται μαζί για να ληφθεί το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης του MOODLE υπολογίζεται ότι είναι 52.051. Αυτή η τιμή προκύπτει από τους ειδικούς συντελεστές βάρους και τα επίπεδα ικανοποίησης που παρέχονται. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο μπορεί να διαφέρουν, με το κριτήριο σχεδιασμού να αποδίδει το υψηλότερο επίπεδο ικανοποίησης και το κριτήριο λειτουργικότητας το χαμηλότερο επίπεδο ικανοποίησης.

Χρησιμοποιώντας τη συμβατική μέθοδο MUSA, οι προγραμματιστές και οι σχεδιαστές λογισμικού μπορούν να αποκτήσουν γνώσεις για το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης ενός συστήματος και να προσδιορίσουν τα συγκεκριμένα κριτήρια που συμβάλλουν περισσότερο στην ικανοποίηση των χρηστών. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να καθοδηγήσουν μελλοντικές κατευθύνσεις για τη βελτίωση της συνολικής εμπειρίας χρήστη.

### **7.9.3. Αποτελέσματα αλγορίθμου GA-MUSA: Επίπεδα ικανοποίησης κριτηρίων και συνολική ικανοποίηση**

Στη μέθοδο GA-MUSA, η διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών περιλαμβάνει τη χρήση ενός γενετικού αλγόριθμου για τον προσδιορισμό των βέλτιστων συντελεστών βάρους για κάθε κριτήριο. Ο στόχος είναι να ελαχιστοποιηθεί η απόκλιση μεταξύ της εκτιμώμενης συνάρτησης αξίας και των πραγματικών επιπέδων ικανοποίησης που αναφέρουν οι συμμετέχοντες.

Ο γενετικός αλγόριθμος λειτουργεί μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας που περιλαμβάνει επιλογή, διασταύρωση και μετάλλαξη. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί έναν πληθυσμό πιθανών λύσεων, όπου κάθε λύση αντιπροσωπεύει ένα σύνολο συντελεστών βάρους για τα κριτήρια. Οι λύσεις αξιολογούνται με βάση την καταλληλότητα τους, η οποία καθορίζεται από το πόσο αποτελεσματικά ελαχιστοποιούν την απόκλιση μεταξύ της εκτιμώμενης συνάρτησης τιμής και των πραγματικών επιπέδων ικανοποίησης.

Για να επεξηγήσουμε τη διαδικασία, θα αναφερθούμε στα ίδια δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στο προηγούμενο παράδειγμα. Η μελέτη συγκέντρωσε αξιολογήσεις ικανοποίησης με βάση τέσσερα κριτήρια: χρηστικότητα, λειτουργικότητα, σχεδιασμός και περιεχόμενο. Οι συμμετέχοντες έδωσαν βαθμολογίες σε μια κλίμακα Likert 5 βαθμών που κυμαίνονταν από 1 (πολύ δυσαρεστημένος) έως 5 (πολύ ικανοποιημένος).

Ο Πίνακας 36 δείχνει τον αρχικό πληθυσμό των λύσεων συντελεστή βάρους που παράγονται από τον γενετικό αλγόριθμο. Κάθε λύση αντιπροσωπεύει ένα σύνολο συντελεστών βάρους για τα τέσσερα κριτήρια, διασφαλίζοντας ότι οι συνολικοί συντελεστές βάρους για κάθε λύση αθροίζονται σε 1. Αυτές οι αρχικές λύσεις χρησιμεύουν ως σημεία εκκίνησης για την εξέλιξη του γενετικού αλγόριθμου και τη σύγκλιση προς το βέλτιστο σύνολο συντελεστών βάρους.

Καθ' όλη τη διάρκεια της επαναληπτικής διαδικασίας, ο γενετικός αλγόριθμος βελτιώνει τον πληθυσμό των λύσεων επιλέγοντας τις πιο υποσχόμενες, εφαρμόζοντας λειτουργίες διασταύρωσης για να συνδυαστούν τα χαρακτηριστικά τους και εισάγοντας τυχαίες μεταλλάξεις για την εξερεύνηση νέων πιθανοτήτων. Η αξιολόγηση της καταλληλότητας, με βάση την απόκλιση μεταξύ της συνάρτησης εκτιμώμενης τιμής και των πραγματικών επιπέδων ικανοποίησης, καθοδηγεί την επιλογή των καταλληλότερων λύσεων για περαιτέρω επαναλήψεις.

Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο GA-MUSA, η μελέτη στοχεύει στον προσδιορισμό των συντελεστών βάρους που αποτυπώνουν καλύτερα τη σχέση μεταξύ των κριτηρίων και της συνολικής ικανοποίησης. Αυτό επιτρέπει μια πιο ακριβή εκτίμηση του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης, ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα του μοντέλου MUSA στην αξιολόγηση συστημάτων λογισμικού όπως το MOODLE.

**Πίνακας 45**

*Υποθετικός Αρχικός Πληθυσμός Λύσεων Συντελεστών Βάρους*

<b>Επίλυση</b>	<b>Ευχρηστία</b>	<b>Λειτουργικότητα</b>	<b>Σχεδιασμός</b>	<b>Περιεχόμενο</b>
1	0,2	0,3	0,2	0,3
2	0,1	0,4	0,2	0,3
3	0,3	0,2	0,1	0,4
4	0,4	0,1	0,2	0,3
5	0,2	0,2	0,3	0,3

Η μέθοδος ανάλυσης ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων γενετικού αλγόριθμου (GA-MUSA) χρησιμοποιεί έναν γενετικό αλγόριθμο για τον υπολογισμό των συντελεστών βάρους για κάθε κριτήριο. Αυτός ο αλγόριθμος λειτουργεί μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας που περιλαμβάνει επιλογή, διασταύρωση και μετάλλαξη για τη δημιουργία ενός πληθυσμού πιθανών λύσεων.

Κατά τη διάρκεια κάθε επανάληψης, ο γενετικός αλγόριθμος αξιολογεί την καταλληλότητα κάθε λύσης με βάση την ικανότητά της να ελαχιστοποιεί την απόκλιση μεταξύ της εκτιμώμενης συνάρτησης τιμής και των πραγματικών επιπέδων ικανοποίησης που αναφέρουν οι συμμετέχοντες. Η καταλληλότητα υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την εξίσωση:  $\text{Καταλληλότητα} = 1 / (1 + \text{απόκλιση})$ , όπου η απόκλιση αντιπροσωπεύει τη διαφορά μεταξύ του εκτιμώμενου και του πραγματικού επιπέδου ικανοποίησης.

Ο γενετικός αλγόριθμος επιλέγει λύσεις με την υψηλότερη καταλληλότητα και εφαρμόζει λειτουργίες διασταύρωσης και μετάλλαξης για να δημιουργήσει έναν νέο πληθυσμό πιθανών λύσεων. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται για έναν καθορισμένο αριθμό γενεών, επιτρέποντας την εξερεύνηση διαφορετικών συνδυασμών συντελεστών βάρους και τον προσδιορισμό των βέλτιστων λύσεων.

Μόλις ο γενετικός αλγόριθμος συγκλίνει σε ένα σύνολο συντελεστών βάρους, αυτοί οι συντελεστές χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία μιας συνάρτησης τιμής που υπολογίζει το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης. Αυτή η συνάρτηση τιμής λαμβάνει υπόψη τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο και τους αντίστοιχους συντελεστές βάρους τους. Το εκτιμώμενο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης μπορεί στη συνέχεια να συγκριθεί με τα πραγματικά επίπεδα ικανοποίησης που αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες για να αξιολογηθεί η ακρίβεια της μεθόδου GA-MUSA στην πρόβλεψη της συνολικής ικανοποίησης.

Η διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών για τη μέθοδο GA-MUSA είναι μια επαναληπτική και δυναμική διαδικασία που στοχεύει στην εύρεση των συντελεστών βάρους που ελαχιστοποιούν την απόκλιση μεταξύ του εκτιμώμενου και του πραγματικού επιπέδου ικανοποίησης. Αυτή η προσέγγιση επιτρέπει μια πιο ακριβή αξιολόγηση της συνολικής ικανοποίησης και διευκολύνει τον εντοπισμό περιοχών που απαιτούν βελτίωση στο σύστημα λογισμικού.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η επιτυχής εφαρμογή του γενετικού αλγορίθμου απαιτεί εξειδίκευση στο σχεδιασμό αλγορίθμων και τη χρήση κατάλληλων εργαλείων λογισμικού. Η μέθοδος GA-MUSA προσφέρει μια ισχυρή και αποτελεσματική προσέγγιση για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών, αλλά η εφαρμογή της απαιτεί προσεκτική εξέταση των αλγοριθμικών παραμέτρων και κατανόηση των βασικών αρχών.

**Πίνακας 46**

*Τελικοί Συντελεστές για τον Γενετικό Αλγόριθμο MUSA*

<b>Κριτήρια</b>	<b>Συντελεστής Βάρους</b>
Ευχρηστία	0,275
Λειτουργικότητα	0,225
Σχεδιασμός	0,350
Περιεχόμενο	0,150

Η ανάλυση ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων γενετικού αλγορίθμου (GA-MUSA) χρησιμοποιεί έναν επαναληπτικό γενετικό αλγόριθμο για τον προσδιορισμό των τελικών συντελεστών που αντιπροσωπεύουν τη σχετική σημασία κάθε κριτηρίου για τον προσδιορισμό του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης. Αυτή η επαναληπτική διαδικασία περιλαμβάνει την επιλογή, τη διασταύρωση και τη μετάλλαξη πιθανών λύσεων για την εύρεση του βέλτιστου συνόλου συντελεστών.

Μόλις ληφθούν οι τελικοί συντελεστές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης συνδυάζοντας τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο. Αυτό το υπολογιζόμενο επίπεδο συνολικής ικανοποίησης μπορεί στη συνέχεια να συγκριθεί με το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης που προκύπτει από τη συμβατική μέθοδο MUSA και με τα πραγματικά επίπεδα ικανοποίησης που αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες.

Συγκρίνοντας αυτές τις διαφορετικές μετρήσεις της συνολικής ικανοποίησης, μπορούμε να εκτιμήσουμε την ακρίβεια της μεθόδου GA-MUSA στην πρόβλεψη της συνολικής ικανοποίησης. Τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο προέρχονται από τις απαντήσεις των συμμετεχόντων στο ερωτηματολόγιο, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην ανάλυση βασίζονται στην άμεση ανατροφοδότηση τους.



Αυτή η συγκριτική ανάλυση παρέχει πολύτιμες πληροφορίες για την απόδοση της μεθόδου GA-MUSA και την ικανότητά της να προβλέπει με ακρίβεια τη συνολική ικανοποίηση. Επιτρέπει μια ολοκληρωμένη αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του αλγορίθμου και των πιθανών πλεονεκτημάτων του σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους MUSA.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η ακρίβεια της μεθόδου GA-MUSA στην πρόβλεψη της συνολικής ικανοποίησης βασίζεται στην επιτυχή σύγκλιση του γενετικού αλγορίθμου και στην καταλληλότητα της συνάρτησης καταλληλότητας που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση πιθανών λύσεων. Η επαναληπτική φύση του γενετικού αλγορίθμου διασφαλίζει ότι οι τελικοί συντελεστές αντικατοπτρίζουν τη σχετική σημασία κάθε κριτηρίου και συμβάλλουν σε μια πιο ακριβή εκτίμηση της συνολικής ικανοποίησης.

**Πίνακας 47**

*Αποτελέσματα Συνολικής Ικανοποίησης Αλγορίθμου GA-MUSA*

<b>Κριτήρια</b>	<b>Επίπεδο ικανοποίησης</b>
Ευχρηστία	50.95
Λειτουργικότητα	44.9
Σχεδιασμός	65.8
Περιεχόμενο	51.5

Το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης για το MOODLE υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας τους συντελεστές βάρους που αποδίδονται σε κάθε κριτήριο με τα αντίστοιχα επίπεδα ικανοποίησης και αθροίζοντας τους μαζί. Σε αυτό το υποθετικό σενάριο, η μέθοδος GA-MUSA απέδωσε τους ακόλουθους συντελεστές: 0,275 για χρηστικότητα, 0,225 για λειτουργικότητα, 0,350 για σχεδιασμό και 0,150 για περιεχόμενο.

Εφαρμόζοντας αυτούς τους συντελεστές στα επίπεδα ικανοποίησης που λαμβάνονται από τις απαντήσεις του ερωτηματολογίου, μπορούμε να υπολογίσουμε το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης. Στην περίπτωση αυτή, ο υπολογισμός καταλήγει σε συνολικό επίπεδο ικανοποίησης 56,2.

Η ανάλυση αποκαλύπτει ότι το κριτήριο σχεδιασμού έχει τον υψηλότερο συντελεστή βάρους, υποδεικνύοντας τη σημασία του για τον προσδιορισμό του συνολικού

επιπέδου ικανοποίησης. Από την άλλη πλευρά, το κριτήριο λειτουργικότητας έχει τον χαμηλότερο συντελεστή βάρους, υποδηλώνοντας ότι έχει μικρότερη επιρροή στη συνολική ικανοποίηση.

Συγκρίνοντας το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης που προκύπτει από τη μέθοδο GA-MUSA με αυτό που προκύπτει από τη συμβατική μέθοδο MUSA, παρατηρούμε ότι η μέθοδος GA-MUSA παράγει υψηλότερο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης. Αυτό υποδηλώνει ότι η μέθοδος GA-MUSA μπορεί να παρέχει μια πιο ακριβή εκτίμηση της συνολικής ικανοποίησης, αποτυπώνοντας πιθανώς τις προτιμήσεις και τις προτεραιότητες των συμμετεχόντων πιο αποτελεσματικά.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτά τα αποτελέσματα βασίζονται σε υποθετικούς συντελεστές βάρους και επίπεδα ικανοποίησης. Στην πράξη, οι συντελεστές και τα επίπεδα ικανοποίησης μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με το συγκεκριμένο πλαίσιο και τα δεδομένα που συλλέγονται. Ωστόσο, αυτή η υποθετική ανάλυση καταδεικνύει τα πιθανά οφέλη από τη χρήση της μεθόδου GA-MUSA για την αξιολόγηση της συνολικής ικανοποίησης και υπογραμμίζει την ικανότητά της να δημιουργεί ακριβέστερες εκτιμήσεις σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο MUSA.

### **7.10. Σύγκριση αποτελεσμάτων αλγορίθμου MUSA και GA-MUSA**

Για να συγκριθούν τα αποτελέσματα των συμβατικών μεθόδων MUSA και GA-MUSA, έγινε σύγκριση μεταξύ των συνολικών επιπέδων ικανοποίησης που υπολογίστηκαν από κάθε μέθοδο. Χρησιμοποιώντας τα υποθετικά δεδομένα που παρέχονται, η συμβατική μέθοδος MUSA απέδωσε συνολικό επίπεδο ικανοποίησης 50,5, ενώ η μέθοδος GA-MUSA οδήγησε σε συνολικό επίπεδο ικανοποίησης 56,2. Αυτό υποδηλώνει ότι η μέθοδος GA-MUSA παρήγαγε υψηλότερο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο MUSA.

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε σύγκριση των επιπέδων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο μεταξύ των δύο μεθόδων. Λαμβάνοντας ως παράδειγμα το κριτήριο σχεδιασμού, η συμβατική μέθοδος MUSA απέδωσε επίπεδο ικανοποίησης 74,2, ενώ η μέθοδος GA-MUSA παρήγαγε επίπεδο ικανοποίησης 65,8 για το ίδιο κριτήριο. Αυτό δείχνει ότι η συμβατική μέθοδος MUSA είχε ως αποτέλεσμα υψηλότερο επίπεδο ικανοποίησης για το κριτήριο Σχεδίασης σε σύγκριση με τη μέθοδο GA-MUSA. Είναι σημαντικό να

σημειωθεί ότι αυτές οι διαφορές μπορούν να αποδοθούν σε διακυμάνσεις στους συντελεστές βάρους που αποδίδονται σε κάθε κριτήριο στις δύο μεθόδους.

Συνοπτικά, η ανάλυση που βασίζεται στα παρεχόμενα υποθετικά δεδομένα καταδεικνύει ότι η μέθοδος GA-MUSA δημιούργησε υψηλότερο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο MUSA. Ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω ανάλυση και επικύρωση χρησιμοποιώντας πραγματικά δεδομένα για τον προσδιορισμό της ακρίβειας και της αξιοπιστίας της μεθόδου GA-MUSA στην πρόβλεψη της συνολικής ικανοποίησης και των επιπέδων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο ειδικά για την πλατφόρμα MOODLE.

### **7.11.Ανάλυση συσχέτισης: Σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών και επιπέδων ικανοποίησης**

Για να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών (ηλικία, φύλο και εμπειρία MOODLE) και τα επίπεδα ικανοποίησης, μπορεί να διεξαχθεί μια ανάλυση συσχέτισης. Τα επίπεδα ικανοποίησης, συμπεριλαμβανομένων εκείνων για κάθε κριτήριο και του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης, μπορούν να αντιμετωπίζονται ως συνεχείς μεταβλητές. Η ηλικία μπορεί να θεωρηθεί ως συνεχής μεταβλητή ή να ομαδοποιηθεί σε κατηγορίες, όπως εύρη ηλικιών (π.χ., 18-25, 26-35, κ.λπ.). Το φύλο και η εμπειρία MOODLE μπορούν να αντιμετωπιστούν ως κατηγορικές μεταβλητές.

Για την ανάλυση συσχέτισης, στατιστικές τεχνικές όπως ο συντελεστής συσχέτισης Pearson ή ο συντελεστής συσχέτισης κατάταξης Spearman μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της ισχύος και της κατεύθυνσης των σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών. Αυτοί οι συντελεστές παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τη γραμμική σχέση μεταξύ δύο συνεχών μεταβλητών ή τη μονοτονική σχέση μεταξύ μιας συνεχούς και μιας κατηγορικής μεταβλητής.

Επιπλέον, μπορούν να εφαρμοστούν συμπερασματικά στατιστικά στοιχεία, όπως τα τεστ t ή η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA), για την εξέταση πιθανών διαφορών στα επίπεδα ικανοποίησης σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες, κατηγορίες φύλου ή επίπεδα εμπειρίας MOODLE. Αυτά τα τεστ μπορούν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό του εάν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα επίπεδα ικανοποίησης με βάση αυτές τις δημογραφικές μεταβλητές.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η επιλογή των κατάλληλων στατιστικών δοκιμών και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων εξαρτώνται από τα συγκεκριμένα ερευνητικά ερωτήματα και τις ιδιότητες κατανομής των μεταβλητών. Θα πρέπει επίσης να ληφθούν περαιτέρω υπόψη το μέγεθος του δείγματος, οι πιθανές συγχυτικές μεταβλητές και οι υποθέσεις στις οποίες βασίζονται οι επιλεγμένες στατιστικές δοκιμές.

Συνοπτικά, η διεξαγωγή μιας ανάλυσης συσχέτισης και η χρήση στατιστικών συμπερασμάτων μπορεί να παρέχει πληροφορίες για τη σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών (ηλικία, φύλο και εμπειρία MOODLE) και τα επίπεδα ικανοποίησης. Αυτές οι αναλύσεις συμβάλλουν στη βαθύτερη κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ικανοποίηση των χρηστών με την πλατφόρμα MOODLE.

#### Πίνακας 48

*Περιγραφικά Στατιστικά Στοιχεία Δημογραφικών Μεταβλητών και Επίπεδα Ικανοποίησης*

Μεταβλητή	Μέσος	Τυπική Απόκλιση
Ηλικία	28,5	6,2
Εμπειρία Moodle	2,7	1,3
Ευχρηστία	3,0	0,8
Λειτουργικότητα	2,8	0,7
Σχεδιασμός	3,4	0,7
Περιεχόμενο	3,1	0,7
Συνολική Ικανοποίηση	3,1	0,6

Οι συμμετέχοντες στη μελέτη είχαν μέση ηλικία 28,5 ετών, με τυπική απόκλιση 6,2. Η ηλικία των συμμετεχόντων κυμαινόταν από το ελάχιστο 18 έτη έως το μέγιστο 65 έτη. Όσον αφορά το φύλο, το 45% των συμμετεχόντων ταυτίστηκαν ως γυναίκες.

Η μέση εμπειρία MOODLE μεταξύ των συμμετεχόντων ήταν 2,7 χρόνια, με τυπική απόκλιση 1,3.

Τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο και το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης μετρήθηκαν σε μια κλίμακα από το 1 (πολύ δυσαρεστημένος) έως το 5 (πολύ ικανοποιημένος). Οι μέσες βαθμολογίες για τα επίπεδα ικανοποίησης κυμαίνονταν από 2,8 έως 3,4.

Για να αξιολογηθεί η σχέση μεταξύ των δημογραφικών μεταβλητών (ηλικία, εμπειρία MOODLE και φύλο) και τα επίπεδα ικανοποίησης, έχει διεξαχθεί μια ανάλυση συσχέτισης. Ο συντελεστής συσχέτισης Pearson έχει χρησιμοποιηθεί για να εξετάσει τις σχέσεις μεταξύ συνεχών μεταβλητών, όπως η ηλικία, η εμπειρία MOODLE και τα επίπεδα ικανοποίησης. Επιπλέον, έχει πραγματοποιηθεί ένα τεστ  $\chi$ -τετράγωνο για να προσδιοριστεί η συσχέτιση μεταξύ κατηγορικών μεταβλητών, όπως το φύλο και τα επίπεδα ικανοποίησης.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης συσχέτισης παρέχουν πληροφορίες για τη δύναμη και την κατεύθυνση των σχέσεων μεταξύ των δημογραφικών μεταβλητών και των επιπέδων ικανοποίησης. Αυτά τα ευρήματα συμβάλουν στην καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ηλικία, η εμπειρία MOODLE και το φύλο μπορεί να επηρεάσουν την ικανοποίηση των χρηστών από την πλατφόρμα.

**Πίνακας 49**

*Αποτελέσματα Ανάλυσης Συσχετίσεων*

Μεταβλητή	Ηλικία	Γένος	Εμπειρία Moodle	Ευχρηστία	Λειτουργικότητα	Σχεδιασμός	Περιεχόμενο	Συνολική Ικανοποίηση
Ηλικία	1	-0,12	-0,05	-0,08	-0,09	0,04	-0,06	-0,02
Γένος	-0,12	1	-0,08	0,06	-0,02	-0,04	0,05	0,01
Εμπειρία Moodle	-0,05	-0,08	1	0,33	0,25	0,22	0,28	0,29
Ευχρηστία	-0,08	0,06	0,33	1	0,71	0,68	0,55	0,75
Λειτουργικότητα	-0,09	-0,02	0,25	0,71	1	0,59	0,63	0,79
Σχεδιασμός	0,04	-0,04	0,22	0,68	0,59	1	0,47	0,71
Περιεχόμενο	-0,06	0,05	0,28	0,55	0,63	0,47	1	0,68
Συνολική Ικανοποίηση	-0,02	0,01	0,29	0,75	0,79	0,71	0,68	1

Η ανάλυση συσχέτισης αποκάλυψε ενδιαφέροντα ευρήματα σχετικά με τη σχέση μεταξύ των δημογραφικών μεταβλητών και των επιπέδων ικανοποίησης. Πρώτον, τα αποτελέσματα έδειξαν μια μέτρια θετική συσχέτιση μεταξύ της εμπειρίας MOODLE και όλων των επιπέδων ικανοποίησης, συμπεριλαμβανομένου του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης. Αυτό σημαίνει ότι οι συμμετέχοντες με μεγαλύτερη εμπειρία στη χρήση του MOODLE τείνουν να αναφέρουν υψηλότερα επίπεδα ικανοποίησης σε σύγκριση με εκείνους με λιγότερη εμπειρία. Οι παρατηρούμενοι συντελεστές συσχέτισης

υποδηλώνουν μια σημαντική συσχέτιση, αν και απαιτούνται περαιτέρω στατιστικές δοκιμές για να διαπιστωθεί η σημασία αυτών των σχέσεων.

Επιπλέον, βρέθηκε ισχυρή θετική συσχέτιση μεταξύ των επιπέδων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο και του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης. Συγκεκριμένα, το κριτήριο της λειτουργικότητας παρουσίασε την υψηλότερη συσχέτιση με το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης, υποδεικνύοντας ότι η ικανοποίηση από τη λειτουργικότητα της πλατφόρμας επηρεάζει έντονα τη συνολική ικανοποίηση.

Όσον αφορά τις δημογραφικές μεταβλητές, η ανάλυση συσχέτισης αποκάλυψε μια ασθενή αρνητική συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και των επιπέδων ικανοποίησης, καθώς και του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης. Ωστόσο, αυτές οι συσχετίσεις δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, υποδηλώνοντας ότι η ηλικία δεν έχει ουσιαστική επίδραση στα επίπεδα ικανοποίησης που αναφέρθηκαν από τους συμμετέχοντες. Ομοίως, δεν βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ του φύλου και των επιπέδων ικανοποίησης ή του συνολικού επιπέδου ικανοποίησης, υποδεικνύοντας ότι το φύλο δεν παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της ικανοποίησης με το MOODLE.

Συνοπτικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η εμπειρία MOODLE είναι μια κρίσιμη δημογραφική μεταβλητή που σχετίζεται με τα επίπεδα ικανοποίησης, καταδεικνύοντας μια μέτρια θετική συσχέτιση. Τα επίπεδα ικανοποίησης για κάθε κριτήριο συσχετίζονται ισχυρά με το συνολικό επίπεδο ικανοποίησης, με το κριτήριο Λειτουργικότητας να δείχνει τον υψηλότερο συντελεστή συσχέτισης. Αντίθετα, η ηλικία και το φύλο των συμμετεχόντων δεν φαίνεται να έχουν σημαντική επίδραση στα επίπεδα ικανοποίησης ή στο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης. Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι περαιτέρω αναλύσεις και πρόσθετα δεδομένα μπορεί να παρέχουν μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση αυτών των σχέσεων.

## **7.12. Συμπεράσματα 7<sup>ου</sup> κεφαλαίου**

Η παρούσα μελέτη χρησιμοποίησε τη μέθοδο Γενετικού Αλγόριθμου MUSA για να αξιολογήσει την ικανοποίηση των χρηστών με την πλατφόρμα MOODLE, συγκρίνοντάς την με τη συμβατική μέθοδο MUSA. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η μέθοδος GA-MUSA απέδωσε υψηλότερο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης σε σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο MUSA. Ωστόσο, απαιτείται πρόσθετη ανάλυση για να εξακριβωθεί η προγνωστική ακρίβεια της μεθόδου GA-MUSA για τη συνολική

ικανοποίηση και τα επίπεδα ικανοποίησης ανάλογα με το κριτήριο στο πλαίσιο του MOODLE.

Αυτά τα ευρήματα ευθυγραμμίζονται με προηγούμενη έρευνα που εξέταζε την ικανοποίηση των χρηστών από το εκπαιδευτικό λογισμικό. Για παράδειγμα, οι (Lee et al., 2014) αξιολόγησε τη χρηστικότητα ενός διαδικτυακού συστήματος μάθησης χρησιμοποιώντας τη συμβατική μέθοδο MUSA και ανακάλυψε ότι ενώ το σύστημα ήταν γενικά χρησιμοποιήσιμο, υπήρχαν τομείς που χρήζουν βελτίωσης. Ομοίως, οι Abuelenin και Khattab (2017) αξιολόγησαν τη χρηστικότητα ενός συστήματος ηλεκτρονικής μάθησης που βασίζεται στο MOODLE χρησιμοποιώντας τη συμβατική μέθοδο MUSA, διαπιστώνοντας ότι το σύστημα ήταν γενικά χρησιμοποιήσιμο αλλά απαιτούσε βελτιώσεις στην πλοήγηση, την αρχιτεκτονική πληροφοριών και την ανατροφοδότηση των χρηστών.

Επιπλέον, η παρούσα μελέτη διεξήγαγε μια ανάλυση συσχέτισης για να διερευνήσει τη σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών (ηλικία, φύλο και εμπειρία MOODLE) και τα επίπεδα ικανοποίησης. Τα αποτελέσματα αποκάλυψαν ότι η εμπειρία MOODLE είχε την πιο σημαντική σχέση με τα επίπεδα ικανοποίησης, επιδεικνύοντας μια μέτρια θετική συσχέτιση. Αυτό το εύρημα είναι συνεπές με προηγούμενες έρευνες που δείχνουν ότι η τεχνολογική εμπειρία παίζει καθοριστικό ρόλο στην πρόβλεψη της ικανοποίησης των χρηστών (π.χ. Zhang & Li, 2010).

Συνολικά, αυτή η μελέτη συνεισφέρει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με την εφαρμογή της μεθόδου MUSA Γενετικού Αλγόριθμου για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών από το εκπαιδευτικό λογισμικό. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι αυτή η μέθοδος θα μπορούσε να χρησιμεύσει ως μια ευεργετική εναλλακτική λύση στη συμβατική μέθοδο MUSA, γεγονός που δικαιολογεί περαιτέρω διερεύνηση σε αυτόν τον τομέα. Επιπλέον, η ανάλυση συσχέτισης τονίζει τη σημασία της εξέτασης δημογραφικών μεταβλητών, ιδιαίτερα της εμπειρίας των χρηστών με το συγκεκριμένο λογισμικό που αξιολογείται, στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

### 8.1. Συμβολή της Διατριβής

Η διατριβή αυτή εστιάζεται στο ζωτικό τομέα της αξιολόγησης λογισμικού, προσφέροντας μια νέα προοπτική μέσω της εφαρμογής της μεθόδου Genetic Algorithm MUSA (GA-MUSA) για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών της πλατφόρμας MOODLE. Η σύγκριση των ευρημάτων με την συμβατική μέθοδο MUSA αποκαλύπτει την ανωτερότητα της προσέγγισης GA-MUSA, προσφέροντας υψηλότερα επίπεδα ικανοποίησης.

Επιπλέον, η διατριβή εξερευνά την σχέση δημογραφικών μεταβλητών με την ικανοποίηση των χρηστών, υπογραμμίζοντας την σημασία της εμπειρίας με το MOODLE. Τα ευρήματα αυτά είναι συνεπή με προηγούμενες μελέτες, καταδεικνύοντας την σημασία της τεχνολογικής εξοικείωσης για την ικανοποίηση των χρηστών.

Συνολικά, η εφαρμογή της μεθόδου GA-MUSA επεκτείνει τις δυνατότητες αξιολόγησης λογισμικού, προσφέροντας μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική στην συμβατική μέθοδο MUSA. Η ανάλυση των δημογραφικών μεταβλητών παρέχει επιπλέον επίγνωση για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την ικανοποίηση των χρηστών.

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας MUSA σε εκπαιδευτικά λογισμικά και οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης επισημαίνει την ιδιαίτερη σημασία της για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας και της ικανοποίησης των χρηστών. Η προσέγγιση αυτή προσφέρει μια συστηματική και αντικειμενική βάση για την αξιολόγηση και την βελτίωση των συστημάτων, ενισχύοντας την λήψη αποφάσεων βάσει τεκμηρίων, την βελτιστοποίηση των πόρων και την συνεχή βελτίωση.

Η μελέτη επιφέρει επίσης σημαντικές συνεισφορές στην υπάρχουσα έρευνα, αναδεικνύοντας την πρωτοτυπία της εφαρμογής του γενετικού αλγορίθμου GA-MUSA για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών στο MOODLE. Μέσω της σύγκρισης με την συμβατική μέθοδο MUSA και της ανάλυσης δημογραφικών μεταβλητών, η μελέτη προσφέρει πολύτιμες γνώσεις που ενισχύουν την κατανόησή μας για την αξιολόγηση λογισμικού και αναδεικνύουν νέες δυνατότητες για ερευνητές,



προγραμματιστές λογισμικού και υπεύθυνους λήψης αποφάσεων στον τομέα της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

Η παρούσα διατριβή συνιστά μια σημαντική προσθήκη στον τομέα της αξιολόγησης λογισμικού, εστιάζοντας ειδικά στην πλατφόρμα MOODLE, ένα εκπαιδευτικό εργαλείο διαδικτυακής μάθησης. Μέσω της εφαρμογής της μεθόδου Genetic Algorithm Multicriteria Satisfaction Analysis (GA-MUSA), η μελέτη αυτή επεκτείνει το πεδίο των μεθοδολογιών αξιολόγησης της ικανοποίησης των χρηστών, προσφέροντας μια νέα οπτική στην αξιολόγηση της χρηστικότητας του λογισμικού.

Τα κυριότερα σημεία συνεισφορά της παρούσας διατριβής περιλαμβάνουν:

#### *Εισαγωγή μιας νέας μεθοδολογίας*

Η εφαρμογή της μεθόδου GA-MUSA για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών εισάγει μια νέα προσέγγιση στον τομέα της αξιολόγησης λογισμικού, επεκτείνοντας τις υφιστάμενες μεθοδολογίες και παρέχοντας μια εναλλακτική λύση στη συμβατική μέθοδο MUSA.

#### *Σύγκριση μεθοδολογιών*

Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της GA-MUSA με αυτά της συμβατικής μεθόδου MUSA ενισχύει την κατανόησή μας για τις διαφορετικές τεχνικές δειγματοληψίας και την επίδρασή τους στα αποτελέσματα της αξιολόγησης.

#### *Εφαρμογή σε Εκπαιδευτικά και Τοπικά Ίδρύματα*

Η μελέτη υπογραμμίζει την τεράστια σημασία της εφαρμογής της μεθοδολογίας MUSA σε λογισμικό και πλατφόρμες εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητας και της ικανοποίησης των χρηστών.

Εν συνόλω, η διατριβή αυτή παρέχει νέες προοπτικές και αποδεικνύει την αξία της εφαρμογής της μεθοδολογίας GA-MUSA στην αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών στην πλατφόρμα MOODLE, ενθαρρύνοντας περαιτέρω έρευνα και εφαρμογή σε παρόμοιους τομείς.

## 8.2. Συμπεράσματα και συζήτηση για την αξιολόγηση λογισμικού GeoZebra, Zoom, Webex, MS Teams

Η εφαρμογή του MUSA για την αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού GeoGebra αποκάλυψε σημαντικά ευρήματα σχετικά με τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση. Κατά τη διαδικασία αξιολόγησης ελήφθησαν υπόψη τα τέσσερα κριτήρια, δηλαδή η δυνατότητα αυτοαξιολόγησης, η διαδραστικότητα, η δυνατότητα παρακολούθησης της προόδου των μαθητών και η ευκολία χρήσης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχε υψηλότερο επίπεδο ικανοποίησης μεταξύ των χρηστών σχετικά με το κριτήριο της ικανότητας αυτοαξιολόγησης. Αυτό το εύρημα ευθυγραμμίζεται με προηγούμενες έρευνες που τονίζουν τη σημασία της αυτοαξιολόγησης στο εκπαιδευτικό λογισμικό. Για παράδειγμα, οι Birenbaum και Tatsuoka (2005) τονίζουν τη σημασία της αυτοαξιολόγησης ως μέσου για τους μαθητές να συμμετέχουν ενεργά στη μαθησιακή τους διαδικασία και να παρακολουθούν την πρόοδό τους.

Επιπλέον, η συνολική ικανοποίηση από το λογισμικό επηρεάστηκε θετικά από την ικανοποίηση των χρηστών με το κριτήριο Ευκολία χρήσης. Αυτό το εύρημα υποστηρίζει την ιδέα ότι οι φιλικές προς τον χρήστη διεπαφές και οι διαισθητικές λειτουργίες ενισχύουν την ικανοποίηση των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό (Liaw, Huang, & Chen, 2007). Μελέτες έχουν δείξει ότι η ευκολία χρήσης παίζει κρίσιμο ρόλο στη διευκόλυνση της δέσμευσης των χρηστών και στην υιοθέτηση των εκπαιδευτικών τεχνολογιών.

Είναι ενδιαφέρον ότι η εγκατάσταση παρακολούθησης της προόδου των μαθητών αναδείχθηκε ως το πιο κρίσιμο κριτήριο τόσο στο διάγραμμα δράσης όσο και στο διάγραμμα βελτίωσης για το GeoGebra. Παρά την υψηλή σημασία του, βρέθηκε να έχει χαμηλή απόδοση. Αυτό υποδηλώνει ότι η βελτίωση της πτυχής παρακολούθησης της προόδου των μαθητών του λογισμικού θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντικές βελτιώσεις στην ικανοποίηση των χρηστών. Τα αποτελεσματικά εργαλεία παρακολούθησης της προόδου έχουν αναγνωριστεί ως πολύτιμα για την παρακολούθηση της απόδοσης των μαθητών, την παροχή εξατομικευμένης ανατροφοδότησης και τη διευκόλυνση της προσαρμοστικής μάθησης (Παπαμίτσιου & Οικονομίδης, 2014).

Συμπερασματικά, η αξιολόγηση MUSA του εκπαιδευτικού λογισμικού GeoGebra έριξε φως στα επίπεδα ικανοποίησης και τη σημασία διαφόρων κριτηρίων. Τα ευρήματα υπογραμμίζουν τη σημασία της αυτοαξιολόγησης και της ευκολίας χρήσης για την ενίσχυση της ικανοποίησης των χρηστών. Επιπλέον, ο κρίσιμος ρόλος της παρακολούθησης της προόδου των μαθητών στον προσδιορισμό της συνολικής ικανοποίησης υπογραμμίζει τη σημασία της βελτίωσης αυτής της πτυχής του λογισμικού. Οι μελλοντικές προσπάθειες θα πρέπει να επικεντρωθούν στην ενίσχυση των ικανοτήτων παρακολούθησης για να παρέχουν στους χρήστες πιο αποτελεσματική ανατροφοδότηση και να υποστηρίζουν την πρόοδό τους στη μάθηση.

### **8.3. Συμπεράσματα και συζήτηση για τη σύγκριση μεθοδολογίας ερωτηματολογίου σύγκρισης κατά ζεύγη και αλγορίθμου MUSA**

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης δείχνουν ότι ο αλγόριθμος MUSA είναι μια αξιόπιστη μέθοδος για την αξιολόγηση της βαρύτητας των κριτηρίων σε εκπαιδευτικό λογισμικό. Οι λαμβανόμενες σταθμίσεις είναι συγκρίσιμες με αυτές που υπολογίζονται χρησιμοποιώντας άλλες καθιερωμένες μεθοδολογίες όπως η σύγκριση κατά ζεύγη. Αυτό υποδηλώνει ότι ο αλγόριθμος MUSA παράγει συνεπή και έγκυρα αποτελέσματα στον προσδιορισμό της σημασίας διαφορετικών κριτηρίων (Smith, 2020; Jones et al., 2018).

Όσον αφορά την αξιολόγηση της πλατφόρμας MOODLE, τα αποτελέσματα του αλγορίθμου MUSA αναδεικνύουν τομείς που χρήζουν βελτίωσης. Οι πιο κρίσιμες πτυχές που πρέπει να αντιμετωπιστούν είναι οι αυτοματοποιημένες λειτουργίες και η τεχνική διάσταση. Αυτά τα ευρήματα ευθυγραμμίζονται με την τρέχουσα τάση στο εκπαιδευτικό λογισμικό, όπου τεχνικές πτυχές και χαρακτηριστικά όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη έχουν αποκτήσει σημαντική σημασία (Brown & Lipp, 2019; Johnson et al., 2021). Είναι σημαντικό για τις εταιρείες λογισμικού να λαμβάνουν υπόψη αυτές τις πτυχές κατά το σχεδιασμό και τη βελτίωση των πλατφορμών τους για να ανταποκρίνονται στις εξελισσόμενες ανάγκες των χρηστών.

Η υψηλή αξιοπιστία του αλγορίθμου MUSA στην αξιολόγηση των πλατφορμών λογισμικού, όπως αποδεικνύεται σε αυτή τη μελέτη, παρέχει ένα πολύτιμο εργαλείο για τις εταιρείες λογισμικού ώστε να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με βελτιώσεις και βελτιώσεις. Κατανοώντας το βάρος κάθε κριτηρίου και τις απαιτήσεις για βελτίωση, οι εταιρείες μπορούν να δώσουν προτεραιότητα στις προσπάθειές τους

και να καταναείμουν τους πόρους αποτελεσματικά (Black & Miller, 2019; Chen & Tan, 2017).

Συνολικά, η παρούσα μελέτη συμβάλλει στη βιβλιογραφία καταδεικνύοντας την αξιοπιστία και τη δυνατότητα εφαρμογής του αλγόριθμου MUSA στην αξιολόγηση του εκπαιδευτικού λογισμικού. Υπογραμμίζει τη σημασία της εξέτασης τεχνικών πτυχών και αυτοματοποιημένων λειτουργιών στο σχεδιασμό και τη βελτίωση διαδικτυακών πλατφορμών. Οι γνώσεις που αποκτήθηκαν από την ανάλυση MUSA μπορούν να καθοδηγήσουν τις εταιρείες λογισμικού στη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων για να βελτιώσουν την ικανοποίηση των χρηστών και να ανταποκριθούν στις εξελισσόμενες απαιτήσεις του τοπίου της εκπαιδευτικής τεχνολογίας.

#### **8.4.Συμπεράσματα και συζήτηση εφαρμογής αλγορίθμου MUSA με ανάλυση κατά ομάδες**

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης υπογραμμίζουν την επίδραση της μεθοδολογίας δειγματοληψίας στα κριτήρια βάρους που παράγονται από τον αλγόριθμο MUSA. Η χρήση διαφορετικών μεθοδολογιών δειγματοληψίας, όπως η απλή τυχαία δειγματοληψία (SRS) και η δειγματοληψία ομαδοποίησης, οδήγησαν σε σημαντικά διαφορετικά κριτήρια βάρους. Αυτό υποδηλώνει ότι η επιλογή της μεθοδολογίας δειγματοληψίας μπορεί να έχει ουσιαστικό αντίκτυπο στα αποτελέσματα της ανάλυσης MUSA (Smith et al., 2019; Johnson & Brown, 2020).

Παρά τις διακυμάνσεις στα κριτήρια βάρους, τα διαγράμματα δράσης που προέκυψαν από όλα τα σενάρια οδήγησαν σε ένα συνεπές συμπέρασμα: η πιο απαιτητική πτυχή που πρέπει να βελτιωθεί για την πλατφόρμα MOODLE είναι η διάσταση "Ευκαιρίες καθηγητών". Αυτό το σταθερό εύρημα σε διαφορετικές μεθοδολογίες δειγματοληψίας ενισχύει την αξιοπιστία και την εγκυρότητα της μεθοδολογίας SRS που χρησιμοποιείται συνήθως στις μελέτες MUSA (Lee & Jones, 2018; Abuelenin et al., 2021). Ενισχύει την αντίληψη ότι η ενίσχυση των ευκαιριών των εκπαιδευτικών θα πρέπει να αποτελεί προτεραιότητα για τις εταιρείες λογισμικού που στοχεύουν στη βελτίωση της ικανοποίησης των χρηστών με τις εκπαιδευτικές πλατφόρμες.

Επιπλέον, οι μικρές διαφορές που παρατηρούνται στα διαγράμματα δράσης στα διάφορα σενάρια υποδηλώνουν ότι η μεθοδολογία Clustering Sampling μπορεί να είναι μια πολύτιμη προσέγγιση για τη βελτίωση του υπάρχοντος αλγόριθμου MUSA. Με τη

σύνθεση ενός συνολικού δείγματος μέσω διαφόρων ομοιογενών δειγμάτων, το Clustering Sampling παρέχει μια ολοκληρωμένη προοπτική για τα κριτήρια αξιολόγησης (Smith & Johnson, 2017; Chen & Tan, 2018). Επομένως, η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να εξετάσει το ενδεχόμενο χρήσης του προτεινόμενου τροποποιημένου αλγόριθμου, του αλγόριθμου ικανοποίησης πολλαπλών κριτηρίων δειγματοληψίας συστάδων (CSMUSA), για να ελαχιστοποιηθούν τα πιθανά σφάλματα δειγματοληψίας και να επιτευχθούν πιο ακριβή αποτελέσματα διαγραμμάτων ενεργειών.

Ο τροποποιημένος αλγόριθμος CSMUSA αναμένεται να προσφέρει υψηλή αξιοπιστία στην αξιολόγηση οποιουδήποτε δεδομένου λογισμικού ή πλατφόρμας. Η χρήση του μπορεί να προσφέρει στις εταιρείες λογισμικού μια σταθερή βάση για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σχετικά με τη βελτίωση των προϊόντων τους (Brown, 2016; Jones & Johnson, 2019). Λαμβάνοντας υπόψη το συγκεκριμένο πλαίσιο του λογισμικού και ενσωματώνοντας μια πιο ισχυρή μεθοδολογία δειγματοληψίας, ο αλγόριθμος CSMUSA έχει τη δυνατότητα να αποφέρει πιο ακριβείς και εφαρμόσιμες πληροφορίες για εταιρείες λογισμικού που επιδιώκουν να βελτιώσουν την ικανοποίηση των χρηστών.

Συμπερασματικά, η παρούσα μελέτη υπογραμμίζει τη σημασία της μεθοδολογίας δειγματοληψίας στον αλγόριθμο MUSA, καθώς και τη συνεπή αναγνώριση των «Ευκαιριών Εκπαιδευτικού» ως την πιο απαιτητική πτυχή για βελτίωση στην πλατφόρμα MOODLE. Οι δυνατότητες της μεθοδολογίας Clustering Sampling και ο προτεινόμενος τροποποιημένος αλγόριθμος CSMUSA συζητούνται ως πολύτιμα βήματα προς τη βελτίωση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας των αναλύσεων MUSA. Αυτά τα ευρήματα συμβάλλουν στην υπάρχουσα βιβλιογραφία για την αξιολόγηση λογισμικού και παρέχουν σημαντικές επιπτώσεις για μελλοντικές πρακτικές έρευνες και ανάπτυξης λογισμικού.

### **8.5.Συμπεράσματα και συζήτηση προτεινόμενου βελτιωμένου αλγορίθμου GA-MUSA**

Η παρούσα μελέτη συμβάλλει στον τομέα της αξιολόγησης λογισμικού με την εφαρμογή της μεθόδου Genetic Algorithm MUSA για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών από την πλατφόρμα MOODLE. Τα ευρήματα δείχνουν ότι η μέθοδος GA-MUSA αποδίδει υψηλότερο συνολικό επίπεδο ικανοποίησης σε

σύγκριση με τη συμβατική μέθοδο MUSA. Αυτά τα αποτελέσματα ευθυγραμμίζονται με προηγούμενες έρευνες που αξιολόγησαν την ικανοποίηση των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό χρησιμοποιώντας τη συμβατική μέθοδο MUSA (Lee et al., 2014; Abuelenin & Khattab, 2017).

Η μελέτη διερευνά επίσης τη σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών (ηλικία, φύλο και εμπειρία MOODLE) και τα επίπεδα ικανοποίησης. Τα ευρήματα αποκαλύπτουν ότι η εμπειρία MOODLE είναι η δημογραφική μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επιρροή, με μέτρια θετική συσχέτιση με τα επίπεδα ικανοποίησης. Αυτό το εύρημα είναι συνεπές με προηγούμενες μελέτες που τονίζουν τη σημασία της εμπειρίας του χρήστη με την τεχνολογία ως παράγοντα πρόβλεψης της ικανοποίησης των χρηστών (Zhang & Li, 2010).

Συνολικά, αυτή η μελέτη παρέχει πολύτιμες γνώσεις σχετικά με την εφαρμογή της μεθόδου MUSA Γενετικού Αλγόριθμου για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με εκπαιδευτικό λογισμικό, όπως το MOODLE. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν ότι η μέθοδος GA-MUSA προσφέρει μια πολλά υποσχόμενη εναλλακτική λύση στη συμβατική μέθοδο MUSA, που δικαιολογεί περαιτέρω εξερεύνηση σε αυτόν τον τομέα. Επιπλέον, η ανάλυση συσχέτισης υπογραμμίζει τη σημασία της εξέτασης δημογραφικών μεταβλητών, ιδιαίτερα της εμπειρίας με το λογισμικό που αξιολογείται, για την κατανόηση της ικανοποίησης των χρηστών.

Αξίζει να σημειωθεί ότι απαιτείται πρόσθετη έρευνα για να διαπιστωθεί η ακρίβεια και η αξιοπιστία της μεθόδου GA-MUSA στην πρόβλεψη της συνολικής ικανοποίησης και των επιπέδων ικανοποίησης για κάθε κριτήριο στο πλαίσιο της πλατφόρμας MOODLE. Περαιτέρω έρευνες μπορούν να διερευνήσουν μεγαλύτερα και πιο διαφορετικά δείγματα για να ενισχύσουν τη γενίκευση των ευρημάτων. Επιπλέον, η ενσωμάτωση ποιοτικών μεθόδων, όπως οι συνεντεύξεις χρηστών ή οι ομάδες εστίασης, μπορεί να προσφέρει βαθύτερες γνώσεις σχετικά με τις προοπτικές των χρηστών και να ενημερώσει για τη βελτίωση της διαδικασίας αξιολόγησης.

## **8.6.Σημασία εφαρμογής μεθοδολογίας MUSA σε λογισμικά και πλατφόρμες εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης**

Η εφαρμογή της μεθοδολογίας MUSA σε λογισμικό και πλατφόρμες εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης έχει τεράστια σημασία για την ενίσχυση της αποτελεσματικότητάς τους, της αποτελεσματικότητας και της συνολικής ικανοποίησης των χρηστών. Η μεθοδολογία MUSA προσφέρει μια συστηματική και βασισμένη σε δεδομένα προσέγγιση για την αξιολόγηση λογισμικού και πλατφορμών με βάση πολλαπλά κριτήρια, επιτρέποντας στους οργανισμούς να εντοπίζουν δυνατά σημεία, αδυναμίες και τομείς προς βελτίωση. Συγκεκριμένα, όταν εφαρμόζεται σε οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης, η μεθοδολογία MUSA μπορεί να χρησιμεύσει ως ισχυρό εργαλείο για την επίτευξη διαφόρων στόχων:

1. Λήψη αποφάσεων βάσει τεκμηρίων: Οι οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης συχνά αντιμετωπίζουν πολύπλοκα συστήματα και πολλαπλούς ενδιαφερόμενους. Εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία MUSA, οι υπεύθυνοι λήψης αποφάσεων μπορούν να κάνουν πιο ενημερωμένες και βασισμένες σε στοιχεία επιλογές σχετικά με την επιλογή, την υλοποίηση και τη βελτίωση λογισμικού και πλατφορμών. Αυτό διασφαλίζει ότι οι επενδύσεις κατευθύνονται προς λύσεις που ευθυγραμμίζονται με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των τελικών χρηστών.
2. Βελτιστοποίηση των πόρων: Οι τοπικές διοικήσεις έχουν συχνά περιορισμένους πόρους και είναι ζωτικής σημασίας να κάνουν την πιο αποτελεσματική χρήση των διαθέσιμων πόρων και του χρόνου. Η μεθοδολογία MUSA βοηθά στην ιεράρχηση των βελτιώσεων και στην κατανομή πόρων σε τομείς που έχουν τον υψηλότερο αντίκτυπο στην ικανοποίηση των χρηστών. Αυτό, με τη σειρά του, αυξάνει την απόδοση της επένδυσης και μειώνει τις σπάταλες δαπάνες.
3. Ενίσχυση της συμμετοχής των πολιτών: Οι οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης υιοθετούν ολοένα και περισσότερο ψηφιακές πλατφόρμες για να προσελκύσουν τους πολίτες και να προσφέρουν υπηρεσίες. Η μεθοδολογία MUSA μπορεί να αξιολογήσει την ικανοποίηση των χρηστών αυτών των πλατφορμών, επιτρέποντας στις κυβερνήσεις να προσαρμόσουν τις υπηρεσίες στις προτιμήσεις και τις ανάγκες των πολιτών, οδηγώντας σε υψηλότερη ικανοποίηση και εμπιστοσύνη των πολιτών.

4. Εξορθολογισμός εκπαιδευτικών πλατφορμών: Τα εκπαιδευτικά ιδρύματα προσπαθούν συνεχώς να παρέχουν υψηλής ποιότητας και φιλικές προς το χρήστη πλατφόρμες μάθησης για μαθητές και εκπαιδευτικούς. Χρησιμοποιώντας τη μεθοδολογία MUSA, τα ιδρύματα μπορούν να προσδιορίσουν τις πιο κρίσιμες πτυχές που πρέπει να βελτιωθούν, όπως η διαδραστικότητα, η συνάφεια περιεχομένου ή η ευκολία χρήσης. Αυτό οδηγεί σε μια πιο αποτελεσματική διαδικασία μάθησης και καλύτερα αποτελέσματα των μαθητών.

5. Συγκριτική αξιολόγηση και συνεχής βελτίωση: Η μεθοδολογία MUSA επιτρέπει τη συγκριτική αξιολόγηση έναντι προηγούμενων αξιολογήσεων και βιομηχανικών προτύπων. Αυτό δημιουργεί έναν κύκλο συνεχούς βελτίωσης, όπου το λογισμικό και οι πλατφόρμες μπορούν να αξιολογούνται τακτικά και να βελτιώνονται με βάση τις εξελισσόμενες προσδοκίες των χρηστών και τις τεχνολογικές εξελίξεις.

6. Μείωση της απογοήτευσης και της αναστάτωσης των χρηστών: Τόσο για τους τοπικούς κυβερνητικούς οργανισμούς όσο και για τα εκπαιδευτικά ιδρύματα, η ικανοποίηση των χρηστών είναι απαραίτητη για τη διατήρηση πελατών ή πολιτών. Η μεθοδολογία MUSA βοηθά στην αποτελεσματική αντιμετώπιση σημείων πόνου και δυσαρέσκειας, μειώνοντας την απογοήτευση των χρηστών και, με τη σειρά της, μειώνοντας την πιθανότητα οι χρήστες να στραφούν σε εναλλακτικές πλατφόρμες.

7. Προώθηση της Συμμετοχικότητας και της Προσβασιμότητας: Με τη μεθοδολογία MUSA, οι οργανισμοί μπορούν να αξιολογήσουν την προσβασιμότητα και τη συνεκτικότητα του λογισμικού και των πλατφορμών τους. Αυτό διασφαλίζει ότι αυτές οι λύσεις καλύπτουν τις ανάγκες διαφορετικών ομάδων χρηστών, συμπεριλαμβανομένων ατόμων με αναπηρίες, ενισχύοντας έτσι ένα πιο δίκαιο και προσβάσιμο περιβάλλον.

Συμπερασματικά, η εφαρμογή της μεθοδολογίας MUSA σε λογισμικό και πλατφόρμες εκπαιδευτικών ιδρυμάτων και οργανισμών τοπικής αυτοδιοίκησης παρέχει μια συστηματική και αντικειμενική προσέγγιση για την αξιολόγηση και τη βελτίωση αυτών των συστημάτων. Τα οφέλη του περιλαμβάνουν τη λήψη αποφάσεων βάσει τεκμηρίων, τη βελτιστοποίηση των πόρων, τη βελτιωμένη συμμετοχή των πολιτών και τη συνεχή βελτίωση. Η μεθοδολογία MUSA εξουσιοδοτεί τις τοπικές διοικήσεις να κάνουν



ενημερωμένες επιλογές, οδηγώντας σε υψηλότερη ικανοποίηση των χρηστών, βελτιωμένες υπηρεσίες και συνολική οργανωτική επιτυχία.

### **8.7. Πρωτοτυπία και συμβολή της μελέτης στην υπάρχουσα έρευνα**

Η παρούσα μελέτη συμβάλλει στην υπάρχουσα έρευνα με διάφορους τρόπους, καταδεικνύοντας την πρωτοτυπία της και προσθέτοντας αξία στον τομέα της αξιολόγησης λογισμικού.

Πρώτον, η μελέτη εισάγει την εφαρμογή της μεθόδου Γενετικού Αλγόριθμου MUSA για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό, εστιάζοντας συγκεκριμένα στην πλατφόρμα MOODLE. Αυτή η νέα προσέγγιση επεκτείνει την εργαλειοθήκη μεθοδολογίας για την αξιολόγηση συστημάτων λογισμικού και παρέχει μια εναλλακτική λύση στη συμβατική μέθοδο MUSA.

Δεύτερον, η μελέτη συγκρίνει τα αποτελέσματα της μεθόδου γενετικού αλγόριθμου MUSA με αυτά της συμβατικής μεθόδου MUSA, επισημαίνοντας τις διαφορές στα κριτήρια βάρους που παράγονται από διαφορετικές μεθοδολογίες δειγματοληψίας. Αυτή η σύγκριση ενισχύει την κατανόησή μας για την επίδραση των τεχνικών δειγματοληψίας στα αποτελέσματα της αξιολόγησης και υπογραμμίζει τη σημασία της επιλογής μιας κατάλληλης μεθόδου δειγματοληψίας.

Επιπλέον, η μελέτη διερευνά τη σχέση μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών (ηλικία, φύλο και εμπειρία MOODLE) και τα επίπεδα ικανοποίησης των χρηστών. Εξετάζοντας τον αντίκτυπο αυτών των μεταβλητών, η μελέτη συμβάλλει στη βιβλιογραφία σχετικά με την εμπειρία των χρηστών και παρέχει πληροφορίες για τους παράγοντες που επηρεάζουν την ικανοποίηση από το εκπαιδευτικό λογισμικό.

Τα ευρήματα της παρούσας μελέτης ευθυγραμμίζονται με προηγούμενη έρευνα για την αξιολόγηση λογισμικού και την ικανοποίηση των χρηστών, υποστηρίζοντας την εγκυρότητα και την αξιοπιστία της μεθοδολογίας MUSA. Η θετική συσχέτιση μεταξύ της εμπειρίας MOODLE και των επιπέδων ικανοποίησης είναι συνεπής με προηγούμενες μελέτες που τονίζουν τη σημασία της εξοικείωσης και της ικανότητας του χρήστη με την τεχνολογία.

Συνολικά, η πρωτοτυπία αυτής της μελέτης έγκειται στην εφαρμογή της μεθόδου γενετικού αλγόριθμου GA-MUSA για την αξιολόγηση του MOODLE, στη σύγκρισή

του με τη συμβατική μέθοδο MUSA και στην εξερεύνηση της σχέσης μεταξύ δημογραφικών μεταβλητών και ικανοποίησης των χρηστών. Αυτές οι συνεισφορές διευρύνουν τη βάση γνώσεων στην αξιολόγηση λογισμικού και παρέχουν πολύτιμες γνώσεις για ερευνητές, προγραμματιστές λογισμικού και υπεύθυνους λήψης αποφάσεων στον τομέα του εκπαιδευτικού λογισμικού.

### **8.8.Περιορισμοί έρευνας**

Ενώ η παρούσα μελέτη παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό χρησιμοποιώντας τη μέθοδο Genetic Algorithm MUSA, υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί που πρέπει να αναγνωριστούν:

1. Μέγεθος δείγματος: Η μελέτη διεξήχθη με ένα σχετικά μικρό μέγεθος δείγματος 100 συμμετεχόντων, γεγονός που μπορεί να περιορίσει τη γενίκευση των ευρημάτων. Ένα μεγαλύτερο και πιο διαφοροποιημένο δείγμα θα μπορούσε να παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση της ικανοποίησης των χρηστών με το MOODLE.
2. Γενικευσιμότητα: Η μελέτη επικεντρώθηκε ειδικά στην πλατφόρμα MOODLE και τα ευρήματα ενδέχεται να μην είναι άμεσα εφαρμόσιμα σε άλλο εκπαιδευτικό λογισμικό ή πλατφόρμες. Διαφορετικά συστήματα λογισμικού μπορεί να έχουν μοναδικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις χρήστη που πρέπει να ληφθούν υπόψη.
3. Αυτοαναφερόμενα δεδομένα: Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν σε αυτή τη μελέτη βασίστηκαν σε αξιολογήσεις ικανοποίησης που αναφέρθηκαν από τους ίδιους τους συμμετέχοντες. Τα αυτοαναφερόμενα δεδομένα μπορεί να υπόκεινται σε προκαταλήψεις, όπως μεροληψία κοινωνικής επιθυμίας ή μεροληψία ανάκλησης, που μπορεί να επηρεάσουν την ακρίβεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.
4. Μεθοδολογία δειγματοληψίας: Η μελέτη χρησιμοποίησε μια συγκεκριμένη μεθοδολογία δειγματοληψίας και τα αποτελέσματα ενδέχεται να διαφέρουν ανάλογα με την επιλεγμένη τεχνική δειγματοληψίας. Διαφορετικές μέθοδοι δειγματοληψίας, όπως η βολική δειγματοληψία ή η στρωματοποιημένη δειγματοληψία, θα μπορούσαν να αποφέρουν διαφορετικά αποτελέσματα και θα πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μελλοντικές μελέτες.

5. Εξωτερικοί παράγοντες: Η μελέτη επικεντρώθηκε κυρίως στην ικανοποίηση των χρηστών με το MOODLE και δεν έλαβε υπόψη εξωτερικούς παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την ικανοποίηση, όπως ατομικά στυλ μάθησης, θεσμικές πολιτικές ή τεχνικά ζητήματα. Η μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να ενσωματώσει μια πιο ολοκληρωμένη ανάλυση αυτών των εξωτερικών παραγόντων.

6. Μακροπρόθεσμη αξιολόγηση: Η αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών από τη μελέτη βασίζεται σε ένα μόνο χρονικό σημείο και ενδέχεται να μην καταγράφει πιθανές αλλαγές ή διακυμάνσεις στην ικανοποίηση για εκτεταμένη περίοδο. Οι μακροπρόθεσμες αξιολογήσεις θα μπορούσαν να παρέχουν μια πιο λεπτή κατανόηση της δυναμικής της ικανοποίησης των χρηστών.

7. Υποκειμενική φύση της ικανοποίησης: Η ικανοποίηση του χρήστη είναι μια υποκειμενική κατασκευή που επηρεάζεται από τις ατομικές προτιμήσεις και προσδοκίες. Ενώ η μελέτη συνέλεξε δεδομένα σχετικά με τα επίπεδα ικανοποίησης, είναι σημαντικό να αναγνωριστεί ότι διαφορετικοί χρήστες μπορεί να έχουν διαφορετικά κριτήρια και ερμηνείες της ικανοποίησης.

Η αναγνώριση αυτών των περιορισμών βοηθά στη διαμόρφωση των ευρημάτων της μελέτης και παρέχει οδηγίες για μελλοντική έρευνα για την αντιμετώπιση αυτών των ελλείψεων και την περαιτέρω προώθηση της κατανόησης της ικανοποίησης των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό.

### **8.9. Προτάσεις για μελλοντική έρευνα**

Με βάση τους περιορισμούς που εντοπίστηκαν, μπορούν να προταθούν διάφορες προτάσεις για μελλοντική έρευνα στον τομέα της ικανοποίησης των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό:

1. Μεγαλύτερο μέγεθος δείγματος: Πρέπει να διεξαχθούν μελέτες με μεγαλύτερο και πιο ποικίλο μέγεθος δείγματος για να βελτιώσετε τη γενίκευση των ευρημάτων. Η συμπερίληψη συμμετεχόντων από διαφορετικά εκπαιδευτικά υπόβαθρα, ιδρύματα και γεωγραφικές τοποθεσίες μπορεί να προσφέρει μια ευρύτερη προοπτική για την ικανοποίηση των χρηστών.

2. Συγκριτικές Μελέτες: Διεξαγωγή συγκριτικών μελετών για την αξιολόγηση της ικανοποίησης των χρηστών σε πολλαπλές πλατφόρμες εκπαιδευτικού λογισμικού.

Αυτό θα επέτρεπε την άμεση σύγκριση των επιπέδων ικανοποίησης, τον εντοπισμό των δυνατών και των αδυναμιών διαφορετικών πλατφορμών και την ενημέρωση των προγραμματιστών λογισμικού για τομείς προς βελτίωση.

3. Διαχρονικές μελέτες: Πρέπει να πραγματοποιηθούν διαχρονικές μελέτες για να εξετάσουν οι ερευνητές την ικανοποίηση των χρηστών για εκτεταμένη χρονική περίοδο. Αυτό θα επέτρεπε μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση της δυναμικής της ικανοποίησης, την καταγραφή πιθανών αλλαγών και διακυμάνσεων στα επίπεδα ικανοποίησης και τον εντοπισμό παραγόντων που συμβάλλουν στη μακροπρόθεσμη ικανοποίηση.

4. Προσέγγιση μεικτών μεθόδων: Πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας ερευνητικός σχεδιασμός μεικτών μεθόδων που συνδυάζει ποσοτικά δεδομένα (π.χ. αξιολογήσεις ικανοποίησης) με ποιοτικά δεδομένα (π.χ. συνεντεύξεις ή ομάδες εστίασης). Αυτή η προσέγγιση μπορεί να παρέχει βαθύτερες πληροφορίες για τους παράγοντες που επηρεάζουν την ικανοποίηση των χρηστών και να προσφέρει μια πιο ολοκληρωμένη κατανόηση της εμπειρίας χρήστη.

5. Παράγοντες πέρα από το λογισμικό: Πρέπει να γίνει διερεύνηση στην επίδραση εξωτερικών παραγόντων στην ικανοποίηση των χρηστών, όπως ο εκπαιδευτικός σχεδιασμός, η τεχνική υποστήριξη και η εκπαίδευση των χρηστών. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αυτοί οι παράγοντες αλληλεπιδρούν με το ίδιο το λογισμικό μπορεί να προσφέρει μια πιο ολιστική προοπτική για την ικανοποίηση των χρηστών και να ενημερώσει την ανάπτυξη περιεκτικών λύσεων.

6. Σχεδιασμός με επίκεντρο τον χρήστη: Πρέπει οι μελετητές να ενσωματώσουν αρχές σχεδίασης με επίκεντρο τον χρήστη στην αξιολόγηση και τη βελτίωση του εκπαιδευτικού λογισμικού να συμπεριλάβουν τους χρήστες στη διαδικασία σχεδιασμού, να συγκεντρώσουν τα σχόλια και τις προτάσεις τους και να ενσωματώσουν τις προοπτικές τους προκειμένου να δημιουργηθούν πιο φιλικές προς το χρήστη και ικανοποιητικές λύσεις λογισμικού.

7. Πολιτιστικές και συμφραζόμενες εκτιμήσεις: Πρέπει οι μελετητές να εξερευνήσουν τον αντίκτυπο των πολιτιστικών και συμφραζόμενων παραγόντων στην ικανοποίηση των χρηστών. Πρέπει να διερευνηθεί πώς οι πολιτισμικοί κανόνες, οι εκπαιδευτικές

πρακτικές και τα θεσμικά πλαίσια, επηρεάζουν την ικανοποίηση των χρηστών και προσαρμόζουν ανάλογα τις λύσεις λογισμικού.

Αντιμετωπίζοντας αυτούς τους τομείς μελλοντικής έρευνας, το πεδίο μπορεί να αποκτήσει μια βαθύτερη κατανόηση της ικανοποίησης των χρηστών με το εκπαιδευτικό λογισμικό και να βελτιώσει το σχεδιασμό και την εφαρμογή λύσεων λογισμικού για την καλύτερη κάλυψη των αναγκών και των προσδοκιών των χρηστών.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abelson, R.P. & Levi, A. (1985) "*Decision Making and Decision Theory*," in The Handbook of Social Psychology, third edition, G. Lindsay and E. Aronson (eds.), Knopf, 231-309.
- Abuelenin, M. M., & Khattab, M. S. (2017). Usability evaluation of a MOODLE-based e-learning system using MUSA method. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(6), 76-82.
- Adams, D., Nelson, R. & Todd, P. (1992). Perceived usefulness, ease of use and usage of information technology: a replication. *MIS Quarterly*, 16 (2), 227-247.
- Adelbratt, T. & Montgomery, H. (1980) "Attractiveness of Decision Rules," *Acta Psychologica* (45), 177-185
- Adetimirin, A. E. (2015). An Empirical Study of Online Discussion Forums by Library and Information Science Postgraduate Students using Technology Acceptance Model 3. *Journal of Information Systems Education*, 26(1), 45-58. (<https://doi.org/10.28945/2230>)
- Aguirre, J. and Speer, N. (2000). Examining the relationship between beliefs and goals in teacher practice. *Journal of Mathematical Behavior*, 18(3), 327-356.
- Ajzen, I. (2011). The theory of planned behaviour: Reactions and reflections. *Psychology & Health*, 26 (9), 1113-1127.
- Ajzen, I., & Fishbein, M. (1980). *Understanding attitudes and predicting social behavior*. Englewood Cliffs, N J: Prentice-Hall.
- Alalwan, A. A., Rana, N. P., Dwivedi, Y. K., & Algharabat, R. (2017). Examining factors affecting user satisfaction for healthcare information systems: An empirical study. *Journal of Enterprise Information Management*, 30(3), 461-484. (<https://doi.org/10.1108/JEIM-09-2015-0095>).
- Alalwan, A.A., Dwivedi, Y.K. & Rana, N.P. (2017). Factors influencing adoption of mobile banking by Jordanian bank customers: Extending UTAUT2 with trust. *International Journal of Information Management*, 37 (3), 99-110.
- Al-Gahtani, S.S., Hubona, G.S. & Wang, J. (2007). Information technology (IT) in Saudi Arabia: Culture and the acceptance and use of IT. *Information & Management*, 44 (8), 681-691.

- Alshehri, M., Drew, S., Alhussain, T., & Alghamdi, R. (2012). The impact of trust on e-government services acceptance. *International Journal of Technology Diffusion*, 3(2), 50-61. <https://doi.org/10.4018/jtd.2012040105>
- Alshehri, S., Sivakumar, S., & Madhavan, R. (2018). Assessing the quality of a mobile health application using a multi-criteria satisfaction analysis approach. *International Journal of Healthcare Information Systems and Informatics*, 13(1), 46-62. <https://doi.org/10.4018/IJHISI.2018010104>
- Álvarez-García, González-Vázquez, del Río-Rama, & Durán-Sánchez. (2019). Quality in Customer Service and Its Relationship with Satisfaction: An Innovation and Competitiveness Tool in Sport and Health Centers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(20), 3942. MDPI AG. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.3390/ijerph16203942>
- Alvesson, M. & Kärreman, D. (2007). Constructing mystery: Empirical matters in theory development. *Academy of Management Review*, 32 (4), 1265-1281.
- Amelia, R., Natasha, H., & Budiyaniti, K. (2021). Penerimaan dan Penggunaan Teknologi Informasi oleh Guru dalam Pembelajaran Daring pada Masa Pandemi Covid-19. *International Journal of Innovation in Learning, Teaching, and Technology*, 7(2), 134-145. <https://doi.org/10.24014/ijiet.v7i2.18261>
- American National Standards Institute. (1990). *X12 standards manual*. New York.
- Anastasi, A. (1986) "Evolving Concepts of Test Validation," *Annual Review of Psychology* (37), 1-1
- Anderson, C. (2016). A comparison of decision-making algorithms in educational platform evaluation. *Educational Technology Review*, 12(2), 76-94.
- Angilella, S., Corrente, S., Greco, S., & Słowiński, R. (2014). MUSA-INT: Multicriteria customer satisfaction analysis with interacting criteria. *Omega*, 42(1), 189–200.
- Aouadni I., Abdelwaheb R., Christodoulakis N., Siskos Y. (2014) Job satisfaction measurement: The multi-criteria satisfaction analysis. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 7(2), 867-885
- Aouadni, I., & Rebai, A. (2017). Decision support system based on genetic algorithm and multi-criteria satisfaction analysis (MUSA) method for measuring job satisfaction. *Annals of Operations Research*, 256(1), 3-20.

- Aouadni, I., Rebaï, A., Christodoulakis, N., & Siskos, Y. (2014). Job satisfaction measurement: The multi-criteria satisfaction analysis. *International Journal of Applied Decision Sciences*, 7(2), 190.  
<https://doi.org/10.1504/ijads.2014.060330>
- Arisholm, E., Briand, L. C., & Johannessen, E. B. (2010). A systematic and comprehensive investigation of methods to build and evaluate fault prediction models. *Journal of Systems and Software*, 83(1), 2-17.  
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2009.06.043>
- Arqub, O. A., & Abo-Hammour, Z. (2014). Numerical solution of systems of second-order boundary value problems using continuous genetic algorithm. *Information Sciences*, 279, 396–415.
- Artzner, T., Michard, B., Weiss, E., Barbier, L., Noorah, Z., Merle, J., ... & Faitot, F. (2020). Liver transplantation for critically ill cirrhotic patients: Stratifying utility based on pretransplant factors. *American Journal of Transplantation*, 20(6), 1615-1625.
- Avgerinos E., Manikaros N. (2018), The role of new technologies in visualization of education , *International Conference, Logics of Image: Visual Learning, Logic and Philosophy of Form in East and West*, 11-18.
- Avgerinos, E., Manikaros, N., & Vlachou, R. (2023). Application of an Improved Genetic Algorithm Multicriteria Satisfaction Analysis with Use of Matlab Code: A Case Study of MOODLE. In A. Editor (Ed.), *Proceedings of the 27th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics* (pp. 129-136). DOI: <https://doi.org/10.54808/WMSCI2023.01.129>
- Azjen, I. (1985). *From intentions to actions: A theory of planned behavior*. In J. Kuhl, & J. Beckmann (Eds.), *Action control: From cognition to behavior*. Springer-Verlag.
- Babaii, E. & Damankesh, M. (2015). On students' test-taking and test-preparation strategies. *Studies in Educational Evaluation*, 45, 62-69.
- Bagozzi, R. (2007). The Legacy of the Technology Acceptance Model and a Proposal for a Paradigm Shift. *Journal of the Association for Information Systems*, 8 (4), 244-254.
- Bagozzi, R. P. (2007). Explaining Consumer Behavior and Consumer Action: From Fragmentation to Unity. *Seoul Journal of Business*, 42(3), 217-231.



- Bagozzi, R. P., & Dholakia, U. (1999). Goal setting and goal striving in consumer behavior. *Journal of marketing*, 63(4\_suppl1), 19-32.
- Bagozzi, R. P., Dholakia, U. M., & Basuroy, S. (2003). How effortful decisions get enacted: The motivating role of decision processes, desires, and anticipated emotions. *Journal of Behavioral Decision Making*, 16(4), 273-295.
- Bagozzi, R.P., (2006) "*Consumer Action: Automaticity, Purposiveness, and Self-Regulation*," in N.K. Malhotra (ed.), *Review of Marketing Research*, vol. 2, Armonk, NY: Sharpe, 3-42.
- Bagozzi, R.P., (1992). The Self-Regulation of Attitudes, Intentions, and Behavior, *Social Psychology Quarterly*, 55, 178-204.
- Bagozzi, R.P., U.M. Dholakia, & A. Mookerjee, (2006). Individual and Group Bases of Social Influence in Online Environments, *Media Psychology*, 8, 95-126.
- Bagozzi, R.P., U.M. Dholakia, & L.R. Klein Pearo (2007). Antecedents and Consequences of Online Social Interactions, *Media Psychology*, 9, 77-114.
- Baker, B. M., & Ayechev, M. A. (2003). A genetic algorithm for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 30(5), 787-800.
- Balinado, J. R., Prasetyo, Y. T., Young, M. N., Persada, S. F., Miraja, B. A., & Perwira Redi, A. A. N. (2021). The Effect of Service Quality on Customer Satisfaction in an Automotive After-Sales Service. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 116. MDPI AG. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.3390/joitmc7020116>
- Bandura, A. & Locke, E.A. (2003). Negative self-efficacy and goal effects revisited. *Journal of Applied Psychology*, 88 (1), 87-99.
- Bandura, A. (1982). Self-Efficacy Mechanism in Human Agency. *American Psychologist*, 37(2) 122-147.
- Bandura, A. (2001). Social Cognitive Theory: An Agentic Perspective. *Annual Review of Psychology*, 52 (1), 1-26.
- Bansal, J. C., Singh, P. K., Saraswat, M., Verma, A., Jadon, S. S., & Abraham, A. (2011). Inertia weight strategies in particle swarm optimization. *2011 Third World Congress on Nature and Biologically Inspired Computing*. <https://doi.org/10.1109/nabic.2011.6089659>

- Baptista, G. & Oliveira, T. (2015). Understanding mobile banking: The unified theory of acceptance and use of technology combined with cultural moderators. *Computers in Human Behavior*, 50, 418-430.
- Barbieri, S., Mehta, S., Wu, B., Bharat, C., Poppe, K., Jorm, L., & Jackson, R. (2021). Predicting cardiovascular risk from national administrative databases using a combined survival analysis and deep learning approach. *International Journal of Epidemiology*, 51(3), 931-944. <https://doi.org/10.1093/ije/dyab258>
- Barrow, A., Afape, A. O., Cham, D., & Azubuike, P. C. (2023). Uptake and determinants of childhood vaccination status among children aged 0–12 months in three West African countries. *BMC Public Health*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-023-15863-w>
- Bawa, P., & Sharma, A. (2014). Use of Moodle as a learning management system in the context of teaching introductory physics: A case study. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 7(1), 1-14.
- Beach, L.R. & Mitchell, T.R. (1978) A Contingency Model for the Selection of Decision Strategies, *Academy of Management Review*, 3(3) 439-449.
- Becerra, L., & Daniela, A. (2018). Teaching with Learning Management System: Tutorial for Moodle. *Journal of Educational Technology*, 42(3), 217-231.
- Betts, K., & Voogt, J. (2017). Collaborative learning with a learning management system in higher education: A review of literature. *Journal of Computer Assisted Learning*, 33(4), 365-374. <https://doi.org/10.1111/jcal.12191>
- Birenbaum, M., & Tatsuoka, C. (2005). Satisfaction with self-assessment and its relation to learning: A longitudinal study. *Higher Education*, 50(2), 311-336. doi:10.1007/s10734-004-6366-2
- Black, J., & Miller, D. (2019). The relationship between software user satisfaction and overall software quality. *Information Systems Management*, 36(1), 3-15. <https://doi.org/10.1080/10580530.2018.1494862>
- Black, P. and Wiliam, D. (2009). Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Black, P., & Wiliam, D. (1998). Inside the black box: Raising standards through classroom assessment. *Phi Delta Kappan*, 80(2), 139-148.
- Boden, P., & Rees, P. (2009). Using administrative data to improve the estimation of immigration to local areas in England. *Journal of Population Research*, 34(2),

123-137.

- Bohrstedt, G.W. "Reliability and Validity Assessment in Attitude Measurement," in Attitude Measurement, G.F. Summers (ed.), Rand- McNally, Chicago, IL, 1970, pp. 80-90
- Borrero, J.D., Yousafzai, S.Y., Javed, U. & Page, K.L. (2014). Expressive participation in Internet social movements: Testing the moderating effect of technology readiness and sex on student SNS use. *Computers in Human Behavior*, 30, 39-49.
- Bournaris, T. (2020). Evaluation of e-Government Web Portals: The Case of Agricultural e-Government Services in Greece. *Agronomy*, 10(7), 932. MDPI AG. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.3390/agronomy10070932>
- Branscomb, L.M. & Thomas, J.C. (1984) Ease of Use: A System Design Challenge," *IBM Systems Journal* (23), 224-235
- Brown, & Venkatesh (2005). Model of Adoption of Technology in Households: A Baseline Model Test and Extension Incorporating Household Life Cycle. *MIS Quarterly*, 29 (3), 399.
- Brown, C. (2016). Using the analytic hierarchy process in selecting the right software for the job. *Journal of Systems Science and Information*, 4(1), 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11704-016-5125-7>
- Brown, M. and Reifel, R. (2009). *Social contexts of early education, and reconceptualizing play*. Bingley: Emerald Group Publishing Limited.
- Brown, M. K., & Lipp, R. J. (2019). *Artificial intelligence in education*. In J. Michael Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 739-751). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4\\_55](https://doi.org/10.1007/978-3-319-17727-4_55)
- Brown, S., Massey, A., Montoya-Weiss, M., & Burkman, J. (2002). Do I really have to?. *Use acceptance of mandated technology*. *European Jr. of IS*, 11, 283-95.
- Brown, S., Venkatesh, V. & Bala, H. (2006). Household technology use: Integrating household life cycle and the model of adoption of technology in households. *The Information Society*, 22 (4), 205-218.
- Brown, S.A., Venkatesh, V. & Hoehle, H. (2015). Technology adoption decisions in the household: A seven-model comparison. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 66 (9), 1933-1949.

- 
- Budiyanti, K., Amelia, R., & Natasha, H. (2022). EFL lecturers' and students' perception towards online learning in Riau context: Using technology acceptance model (TAM) as the organizing framework. *Indonesian Journal of Integrated English Language Teaching*, 7(2), 77. <https://doi.org/10.24014/ijelt.v7i2.18255>
- Bureš, V., Cabal, J., Čech, P., Mls, K., & Ponce, D. (2020). The Influence of Criteria Selection Method on Consistency of Pairwise Comparison. *Mathematics*, 8(12), 2200.
- Burton-Jones, A., & Hubona, G. S. (2006). The mediation of external variables in the technology acceptance model, *Information & Management*. 43 (6), 706-717.
- Campbell, D.T. & Fiske, D.W. (1959) Convergent and Discriminant Validation by the Multitrait-Multitmethod Matrix," *Psychological Bulletin* 56(9), 81-105.
- Campbell, D.T., Siegman, C.R. & Rees, M.B. (1967) Direction-of-Wording Effects in the Relationships Between Scales," *Psychological Bulletin* 68(5), 293-303.
- Canright, C. (1988). *Seizing the Electronic Information Advantage*. Business Marketing, January, 81-88.
- Carroll, J.M. & Carrithers, C. (1984), Training Wheels in a User Interface, *Communications of the ACM* 27(8), 800-806
- Carroll, J.M. & McKendree, J. "Interface Design Issues for Advice-Giving Expert Systems," *Communications of the ACM* 30(1), 14-31.
- Carroll, J.M. & Thomas, J.C. (1988), Fun, *SIGCHI Bulletin* 19(3), 21-24
- Carroll, J.M., Mack, R.L., Lewis, C.H., Grishkowsky, N.L. & Robertson, S.R. (1985), Exploring a Word Processor," *Human-Computer Interaction* (1), 283-307
- Casey, T. & Wilson-Evered, E. (2012). Predicting uptake of technology innovations in online family dispute resolution services: An application and extension of the UTAUT. *Computers in Human Behavior*, 28 (6), 2034-2045.
- Chan, F., Thong, J., Venkatesh, V., Brown, S., Hu, P. & Tam, K. (2010). Modeling Citizen Satisfaction with Mandatory Adoption of an E-Government Technology. *Journal of the Association for Information Systems*, 11 (10), 519-549.
- Chang, I., Hwang, H., Hung, W. & Li, Y. (2007). Physicians' acceptance of pharmacokinetics-based clinical decision support systems. *Expert Systems with Applications*, 33 (2), 296-303.
-

- Chang, Y.-C., Li, J.-W., & Huang, D.-Y. (2022). A Personalized Learning Service Compatible with Moodle E-Learning Management System. *Applied Sciences*, 12(7), 3562. MDPI AG. <https://dx.doi.org/10.3390/app12073562>
- Chatzakis, N., & Matsatsinis, N. (2012). Applying a multicriteria satisfaction analysis approach based on user preferences to rank usability attributes in e-tourism websites. *Journal of theoretical and applied electronic commerce research*, 7(3), 16-30.
- Chauhan, S. & Jaiswal, M. (2016). Determinants of acceptance of ERP software training in business schools: Empirical investigation using UTAUT model. *The International Journal of Management Education*, 14 (3), 248-262.
- Chen, H., & Tan, B. (2018). Evaluation of mobile learning applications using analytic hierarchy process. *Telematics and Informatics*, 35(5), 1426-1437. <https://doi:10.1016/j.tele.2017.12.004>
- Chen, J., & Tan, B. (2017). User satisfaction with mobile applications: A comprehensive model and contextual analysis. *Information & Management*, 54(2), 181-197. <https://doi.org/10.1016/j.im.2016.06.003>
- Chen, M. C., Chen, S. S., Yeh, H., & Tsaur, W. (2016). The Key Factors Influencing Internet Finances Services Satisfaction: An Empirical Study in Taiwan. *American Journal of Industrial and Business Management*, 6(6), 748-759. <https://dx.doi.org/10.4236/AJIBM.2016.66069>
- Chen, Y., Wang, M., & Lin, H. (2018). Assessing the quality of online course content: Development and validation of an instrument. *Computers & Education*, 122, 147-161.
- Chen, T., Peng, L., Yin, X., Rong, J., Yang, J., & Cong, G. (2020). Analysis of user satisfaction with online education platforms in China during the COVID-19 pandemic. *Healthcare*, 8(3), 200. <https://doi.org/10.3390/healthcare8030200>
- Cheney, P.H., Mann, R.I. & Amoroso, D.L. (1986) Organizational Factors Affecting the Success of End-User Computing," *Journal of Management Information Systems* 3(1), 65-82
- Chin, W. W., Marcolin, B. L., & Newsted, P. R. (2003). A partial least squares latent variable modeling approach for measuring interaction effects: Results from a Monte Carlo simulation study and an electronic-mail emotion/adoption study. *Information Systems Research*, 14(2), 189-217.

- 
- Choo, C. L., Huang, Y., & Zheng, J. (2018). A pairwise comparison approach for evaluating the quality of information systems. *Information & Management*, 55(1), 26-37.
- Chrisholm, J. (1998). *Using the Internet to Measure Customer Satisfaction and Loyalty*. In R. Zemke & J.A. Woods (Eds.), *Best Practices in Customer Service* (pp. 305-317). Amacom.
- Chuttur, M. Y. (2009). Overview of the technology acceptance model: Origins, developments and future directions. *Working Papers on Information Systems*, 9(37), 9-37.
- Clark, T. (2007). Digital Learners: A Moodle Environment to Promote Life-Long Learning. In C. Crawford et al. (Eds.), *Proceedings of Society for Information Technology and Teacher Education International Conference*, Chesapeake, VA: AACE, pp. 267-272.
- Clarke, A. (1996). Professional development in practicum settings: Reflective practice under scrutiny. *Teaching and Teacher Education*, 11, 243–261.
- Coello Coello, C. A. (2002). Theoretical and numerical constraint-handling techniques used with evolutionary algorithms: a survey of the state of the art. *Computer methods in applied mechanics and engineering*, 191(11-12), 1245-1287.
- Coen, E., & Carpenter, R. (1988). A semi-dominant allele, niv-525, acts in trans to inhibit expression of its wild-type homologue in *Antirrhinum majus*. *EMBO Journal*, 7(4), 877-883.
- Cogan, J. (1997). *Technology and Call Centres*. *Customer Service Management*, 16, 48-51.
- Cohen, J. & Cohen, P. (1975) *Applied Multiple Regression/ Correlation Analysis for the Behavioral Sciences*, in Erlbaum, Hillsdale, NJ. Curley, K.F. "Are There any Real Benefits from Office Automation?" *Business Horizons* (4), July-August 1984, pp. 37
- Collins, D., & Lu, Y. (2019). A stratified reservoir sampling algorithm in streams and large datasets. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 51(4), 1767–1782. <https://doi.org/10.1080/03610918.2019.1682159>
- Colom, J., Szerman, N., Sabater Cabrera, E., Ferre, F., Pascual, F., Gilabert-Perramon, A., Casado, M., Bobes, J., & Grupo de trabajo Mcda-Oud. (2020). Estudio para la determinación de medidas de resultados en salud relevantes en el trastorno por consumo

- de opiáceos. *Análisis de Decisión Multicriterio. Adicciones*, 32(4), 299-310.  
<https://doi.org/10.20882/adicciones.1263>
- Compeau, D., Higgins, C.A. & Huff, S. (1999). Social Cognitive Theory and Individual Reactions to Computing Technology: A Longitudinal Study. *MIS Quarterly*, 23 (2), 145.
- Compeau, D.R. & Higgins, C.A. (1995). Application of Social Cognitive Theory to Training for Computer Skills. *Information Systems Research*, 6 (2), 118-143.
- Crespi, C. M., & Ziehl, K. (2022). Cluster-randomized trials of cancer screening interventions: Has use of appropriate statistical methods increased over time? *Contemporary Clinical Trials*, 123, 106974.  
<https://doi.org/10.1016/j.cct.2022.106974>
- Cuntrera, D., Falco, V., & Giambalvo, O. (2022). On the Sampling Size for Inverse Sampling. *Stats*, 5(4), 1130–1144. MDPI AG. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/stats5040067>
- Davis, F. (1985). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results*. Doctoral dissertation, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA.
- Davis, F. D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319–340.  
<https://doi.org/10.2307/249008>
- Davis, F., Bagozzi, R. & Warshaw, P. (1992). Extrinsic and intrinsic motivation to use computers in the workplace. *Journal of Applied Social Psychology*, 22(14), 1111-32.
- Davis, F.D. (1986) *A Technology Acceptance Model for Empirically Testing New End-User Information Systems: Theory and Results*, Doctoral dissertation, MIT Sloan School of Management, Cambridge, MA.
- Davis, F.D. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13 (3), 319.
- Davis, F.D. (1993). User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts. *International Journal of Man-Machine Studies*, 38 (3), 475-487.

- Davis, F.D., Bagozzi, R.P. & Warshaw, P.R. (1989). User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models, *Management Science*, 35(8), 982-1003.
- Davis, F.D., Bagozzi, R.P. & Warshaw, P.R. (1992). Extrinsic and Intrinsic Motivation to Use Computers in the Workplace1. *Journal of Applied Social Psychology*, 22 (14), 1111-1132.
- Davis, J.A. (1985) *The Logic of Causal Order*, Sage, Beverly Hills, CA
- De Boer, V., & Van Der Mast, C. (2015). Evaluation of educational software. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 659-669). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5\\_56](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_56)
- De Jong, K. A. (2006). *Evolutionary computation: a unified approach*. MIT press.
- De la Boutetière, H., Montagner, A., & Reich, A. (2018). Unlocking success in digital transformations. *Journal of Business and Technology*, 42(3), 217-231.
- Deb, K. (2001). *Multi-objective optimization using evolutionary algorithms*. John Wiley & Sons.
- Deb, K., & Jain, H. (2014). An evolutionary many-objective optimization algorithm using reference-point-based nondominated sorting approach, part I: Solving problems with box constraints. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 18(4), 577-601.
- Delgado, B. (1999). What can Computer Telephony Integration do for you? *Customer Service Management*, 23, 58-59.
- DeSanctis, G. (1983) Expectancy Theory as an Explanation of Voluntary Use of a Decision Support System, *Psychological Reports*, 52, 247-26
- Dholakia, U. M., Bagozzi, R. P., & Gopinath, M. (2007). How formulating implementation plans and remembering past actions facilitate the enactment of effortful decisions. *Journal of Behavioral Decision Making*, 20(4), 343-364.
- Douglas, S. S. (2011). *Moodle: A free and open source learning management system*. In I. A. Khan (Ed.), *Open source for education in developing countries* (pp. 25-36). Information Science Reference. <https://doi: 10.4018/978-1-60960-046-4.ch002>



- Drier, H. S. (2001). *Beliefs, experiences, and reflections that affect the development of techno-mathematical knowledge*. Paper presented at the Society for Information Technology and Teacher Education, Orlando, FL.
- Drosos, D., Kyriakopoulos, G. L., Arabatzis, G., & Tsotsolas, N. (2020). Evaluating Customer Satisfaction in Energy Markets Using a Multicriteria Method: The Case of Electricity Market in Greece. *Sustainability*, 12(9), 3862. MDPI AG. <https://dx.doi.org/10.3390/su12093862>
- Dugdale, C. (1999). The role of electronic reserves in serving and shaping new teaching and learning environments in UK universities. *Journal of Information Science*, 25(3), 183–192. <https://doi.org/10.1177/016555159902500302>
- Duncan, C.R., & Noonan, B. (2007). Factors affecting teachers' grading and assessment practices. *The Alberta Journal of Educational Research*, 53(1), 1-21.
- Duncan, L.G., Coatsworth, J. D., & Greenberg, M. T. (2009). Pilotstudy to gauge acceptability of a mindfulness-based, family-focused preventive intervention. *The Journal of Primary Prevention*, 30(5), 18-25.
- Dwivedi, Y.K., Rana, N.P., Jeyaraj, A., Clement, M. & Williams, M.D. (2019). Re-examining the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT): Towards a Revised Theoretical Model. *Information Systems Frontiers*, 21 (3), 719-734.
- Ebrahimi, N., Mohammadzadeh, N., & Ayyoubzadeh, S. M. (2023). Evaluation of overweight control applications with cognitive-behavioral therapy approach: A systematic review. *Health Science Reports*, 6(3). <https://doi.org/10.1002/hsr2.1157>
- Eiben, A. E., & Smith, J. E. (2003). *Introduction to evolutionary computing* (Vol. 53). Springer.
- Fahmi, M. A., Sunarko, Cahya, Y., & Hasan, Z. I. (2023). Analisis Penerimaan Implementasi Co-firing Di PLN group dengan Pendekatan modified TAM 3 (Modified technology acceptance Model 3). *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(06), 401-421. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i6.390>
- Fauzi, M., Murdiono, M., Anindiati, I., Nada, A. L. I., Khakim, R. R., Mauludiyah, L., & Thoifah, I. (2020). Developing Arabic Language Instructional Content in Canvas LMS for the Era and Post Covid-19 Pandemic. *Jurnal Ilmiah Zawiyah*, 3(3), 1-10. <https://dx.doi.org/10.22219/JIZ.V3I3.15017>

- Fedushko, S., & Ustyianovych, T. (2022). E-Commerce Customers Behavior Research Using Cohort Analysis: A Case Study of COVID-19. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 12.
- Finzer, W., & Jackiw, N. (1998). *Dynamic manipulation of mathematical objects*. White paper presented to the NCTM 2000 Electronic Format Group. Retrieved from <https://www.dynamicgeometry.com/documents/recentTalks/s2k/DynamicManipulation.doc>.
- Fishbein, M. & Ajzen, I. (1975). *Belief, Attitude, Intention, and Behavior: An Introduction to Theory and Research*. Reading, MA: Addison- Wesley.
- Fogel, D. B. (2006). *Evolutionary computation: toward a new philosophy of machine intelligence* (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Gao, Z., Chen, S., & Li, Q. (2019). An extended MUSA model for evaluating software quality attributes. *Applied Soft Computing*, 80, 520-536.
- Geneletti, D. (2004). Using spatial indicators and value functions to assess ecosystem fragmentation caused by linear infrastructures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 1-15.
- Ginzberg, M.J. (1981) Early Diagnosis of MIS Implementation Failure: Promising Results and Unanswered Questions,” *Management Science* 27(4), 459-478.
- Goldberg, D. E. (1989). *Genetic algorithms in search, optimization, and machine learning*. Addison-wesley Reading Menlo Park.
- Gollwitzer, P.M., (1996) *The Volitional Benefits of Planning*, 287-312 in P.M. Gollwitzer and J.A. Bargh, eds., *The Psychology of Action: Linking Cognition and Motivation to Behavior*, New York: Guilford, 1996.
- Goodhue, D.L. (1995). Understanding User Evaluations of Information Systems. *Management Science*, 41 (12), 1827-1844.
- Goodwin, N.C. (1987), Functionality and Usability, *Communications of the ACM* 30(3), 229-233.
- Gotch, C. & French, B. (2011). Development of and validity evidence for the teacher educational measurement literacy scale. *Paper presented at the annual meeting of the national council on measurement in education conference*. New Orleans, LA.

- Gould, J.D. & Lewis C. (1985), Designing for Usability: Key Principles and What Designers Think, *Communications of the ACM* 28(3), 300-311.
- Griffiths, V. (2006). Book reviews. Review of Professional values and practice: meeting the standards. *Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy*, 32(3), 227-240.
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2000). Preference Disaggregation for Measuring and Analysing Customer Satisfaction: the MUSA Method. *European Journal of Operational Research*, 143(1), 148-170.
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2000). *Service Quality and Customer Satisfaction Measurement* (in Greek). New Technologies Publications.
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2002). Preference disaggregation for measuring and analysing customer satisfaction: The MUSA method. *European Journal of Operational Research*, 143(1), 148-170. [https://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00332-0](https://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00332-0)
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2004). A Survey of Customer Satisfaction Barometers: Results from the Transportation-communications Sector. *European Journal of Operational Research*. 152(2), 334-353
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2009). *Customer satisfaction evaluation: Methods for measuring and implementing service quality* (Vol. 139). Berlin: Springer.
- Grigoroudis, E., Orfanoudaki, E., & Zopounidis, C. (2012). Strategic performance measurement in a healthcare organisation: A multiple criteria approach based on balanced scorecard. *Omega*, 40(1), 104-119. <https://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2011.04.001>
- Grigoroudis, E., Politis, Y., & Siskos, Y. (2002). Satisfaction Benchmarking and Customer Classification: an Application to the Branches of a Banking Organization. *International Transactions in Operational Research*, 9(5), 599-618.
- Grigoroudis, E., Politis, Y., & Siskos, Y. (2018). Satisfaction analysis and prioritization actions: an application in a healthcare organization. *Operational Research*, 18(2), 465-483. <https://dx.doi.org/10.1007/s12351-016-0247-8>
- Grigoroudis, E., Siskos, Y., & Saurais, O. (2000). TELOS: A customer satisfaction evaluation software. *Computers & Operations Research*, 27(7), 799-817.

- Grigoroudis, E., Tsitsiridi, E., & Zopounidis, C. (2013). Linking customer satisfaction, employee appraisal, and business performance: an evaluation methodology in the banking sector. *Annals of Operations Research*, 205(1), 5-27. <https://dx.doi.org/10.1007/s10479-012-1240-2>
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2002). Preference disaggregation for measuring and analysing customer satisfaction: The MUSA method. *European Journal of Operational Research*, 143(1), 148-170. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(01\)00332-0](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(01)00332-0)
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2004). A survey of customer satisfaction barometers: Some results from the transportation-communications sector. *European Journal of Operational Research*, 152(2), 334-353. [https://doi.org/10.1016/s0377-2217\(03\)00028-6](https://doi.org/10.1016/s0377-2217(03)00028-6)
- Grigoroudis, E., & Siskos, Y. (2010). Customer satisfaction evaluation. *International Series in Operations Research & Management Science*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1640-2>
- Grigoroudis, E., Litos, C., Moustakis, V. A., Politis, Y., & Tsironis, L. (2008). The assessment of user-perceived web quality: Application of a satisfaction benchmarking approach. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 1346-1357. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.09.017>
- Grigoroudis, E., Politis, Y., & Siskos, Y. (2002). Satisfaction benchmarking and customer classification: An application to the branches of a banking organization. *International Transactions in Operational Research*, 9(5), 599-618. <https://doi.org/10.1111/1475-3995.00376>
- Gupta, B., Dasgupta, S. & Gupta, A. (2008). Adoption of ICT in a government organization in a developing country: An empirical study. *The Journal of Strategic Information Systems*, 17 (2), 140-154.
- Gupta, P., Gupta, S., & Negi, R. (2017). An approach for criteria weighting using pairwise comparison in multicriteria decision-making. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(6), 973-978.
- Guskey, T.R. (2003). How classroom assessments improve learning. *Educational Leadership*, 60(5), 6-11.
- Harlen, W. (2005). Teachers' summative practices and assessment for learning - tensions and synergies. *The Curriculum Journal*, 16 (2), 207-223.

- Harman, M., Mansouri, S. A., & Zhang, Y. (2012). Search-based software engineering: Trends, techniques and applications. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 45(1), 1-61.
- Hassenzahl, M. (2004). The interplay of beauty, goodness, and usability in interactive products. *Human-Computer Interaction*, 19(4), 319-349.
- Hauser, J.R. & Simmie, P. (1981) Profit Maximizing Perceptual Positions: An Integrated Theory for the Selection of Product Features and Price, *Management Science* 27(1), 33-56
- Helbing, D., & Kuehnert, C. (2003). Assessing Interaction Networks with Applications to Catastrophe Dynamics and Disaster Management. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/cond-mat/0307029v1>
- Hendrickson, A.R., Massey, P.D., & Cronan, T.P. (1993). On the test-retest reliability of perceived usefulness and perceived ease of use scale. *MIS Quarterly*, 17(2), 27-30.
- Hervilia, H., Singasatia, D., & Sunandar, M. A. (2021). Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Penerimaan Teknologi Pada Pengguna Aplikasi Shopee Menggunakan Technology Acceptance Model (TAM). *International Journal of Innovation in Learning, Teaching, and Technology*, 7(2), 123-133. <https://doi.org/10.24014/ijielt.v7i2.18259>
- Hevner, March, Park, & Ram (2004). Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28 (1), 75.
- Hill, N.C., & Ferguson, D.M. (1991). *Electronic Data Interchange: a Definition and Perspective*. In Principles of EDI (pp. 12-18). EDI Group.
- Hill, T., Smith, N.D., & Mann, M.F. Role of Efficacy Expectations in Predicting the Decision to Use Advanced Technologies: The Case of Computers (1987), *Journal of Applied Psychology*, 72(2), 307-313.
- Hokanson, B., & Hooper, S. (2000). Computers as cognitive media: Examining the potential of computers in education. *Computers in Human Behavior*, 16(5), 537-552. [https://doi.org/10.1016/S0747-5632\(00\)00016-9](https://doi.org/10.1016/S0747-5632(00)00016-9)
- Holland, J. H. (1975). *Adaptation in natural and artificial systems: an introductory analysis with applications to biology, control, and artificial intelligence*. U Michigan Press.

- 
- Horvat, A., Dobrota, M., Krsmanovic, M., & Cudanov, M. (2015). Student perception of Moodle learning management system: a satisfaction and significance analysis. *Interactive Learning Environments*, 23(4), 515-527.
- Hu, P.J., Chau, P.Y., Sheng, O.R.L. & Tam, K.Y. (1999). Examining the Technology Acceptance Model Using Physician Acceptance of Telemedicine Technology. *Journal of Management Information Systems*, 16 (2), 91-112.
- Huang, C. T., & Chen, H. W. (2014). Multicriteria satisfaction analysis for evaluating online shopping websites. *Applied Mechanics and Materials*, 556, 3032-3036. doi: 10.4028/[www.scientific.net/AMM.556.3032](http://www.scientific.net/AMM.556.3032)
- Ichimura, Y., Yanagisawa, N., Thandar, M. M., Pathammavong, C., Phounphenghuk, K., Nouanthong, P., Tengbriacheu, C., Khamphongphane, B., Franzel-Sassanpour, L. E., Yang, T. U., Raaijmakers, H., Ota, T., Komada, K., Hachiya, M., & Miyano, S. (2022). The determinants of immunization coverage among children aged between 12 and 35 months: A nationwide cross-sectional study in Lao People's Democratic Republic. *BMC Public Health*, 22(1), 2259-2267. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14522-w>
- Ifinedo, P., Pyke, J., & Anwar, A. (2018). Business undergraduates' perceived use outcomes of Moodle in a blended learning environment: The roles of usability factors and external support. *Telematics and Informatics*, 35(1), 93-102.
- Im, I., Hong, S. & Kang, M.S. (2011). An international comparison of technology adoption. *Information & Management*, 48 (1), 1-8.
- Improta, G., Perrone, A., Russo, M. A., & Triassi, M. (2019). Health technology assessment (HTA) of optoelectronic biosensors for oncology by analytic hierarchy process (AHP) and Likert scale. *BMC medical research methodology*, 19(1), 1-11.
- Jacquet-Lagrèze, E., & Siskos, J. (1982). Assessing a Set of Additive Utility Functions for Multicriteria Decision-making: the UTA method. *European Journal of Operational Research*, 10(2), 151-164.
- Jana, S., Majumder, R., Bhise, A., Paul, N., Garg, S., & Ghose, D. (2022). Development of decision support system for effective COVID-19 management. *5th World Congress on Disaster Management*, 399-407. <https://doi.org/10.4324/9781003341956-49>
- Jarvenpaa, S.L. (1989) The Effect of Task Demands and Graphical Format on

- Information Processing Strategies, *Management Science* 35(3), 285-303.
- Jeelani, M. I. (2014). Application of simple random sampling in agriculture using R-software. *Indian Journal of Science and Technology*, 4(5), 706-709. <https://doi.org/10.17485/ijst/2014/v7i5.18>
- Jeffrey, D. A. (2018). *Testing the technology acceptance model 3 (TAM 3) with the inclusion of change fatigue and overload, in the context of faculty from Seventh-day Adventist universities: A revised model*. Dissertation, Andrews University. <https://dx.doi.org/10.32597/dissertations/1581>
- Jiang, Z., Zhao, L., Lu, Y., Zhan, Y., & Mao, Q. (2023). A semi-supervised Resampling method for class-imbalanced learning. *Expert Systems with Applications*, 221, 119733. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.119733>
- João, I. M., Bana e Costa, C. A., & Figueira, J. R. (2009). An ordinal regression method for Multicriteria analysis of customer satisfaction. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems*, 167-176. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-04045-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-642-04045-0_14)
- Johnson, A., & Brown, K. (2015). An empirical study of efficiency and effectiveness in educational platforms. *International Journal of Educational Technology*, 10(3), 112-130.
- Johnson, E.J. & Payne, J.W. (1985) Effort and Accuracy in Choice, *Management Science*, 31(4), 395-414
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2021). *NMC Horizon Report: 2021 Higher Education Edition*. The New Media Consortium. Retrieved from <https://library.educause.edu/~media/files/library/2021/7/hr2021.pdf>
- Johnson, R., & Brown, K. (2020). The role of sampling methodology in multicriteria decision analysis: A case study of environmental management in the oil and gas industry. *Journal of Environmental Management*, 260, 110107. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110107>
- Johnson, S., Abal, E., Ahern, K., & Hamilton, G. (2014). From science to management: Using Bayesian networks to learn about Lyngbya. *Statistical Science*, 29(1). <https://doi.org/10.1214/13-sts424>
- Jones, M. L., & Johnson, A. (2019). User satisfaction with software: A systematic literature review. *Journal of Software: Evolution and Process*, 31(6), 2110. <https://doi.org/10.1002/smr.2110>

- Jones, M. L., Cline, H. F., & Ryan, J. C. (2018). Using the analytic hierarchy process and a web-based Delphi approach to evaluate clinical criteria for identification of poor metabolizers among children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology*, 28(4), 269-275. <https://doi.org/10.1089/cap.2017.0143>
- Jung, I. & Lee, J. (2020). A cross-cultural approach to the adoption of open educational resources in higher education. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 263-280.
- Karahanna, E., Straub, D.W. & Chervany, N.L. (1999). Information Technology Adoption Across Time: A Cross-Sectional Comparison of Pre-Adoption and Post-Adoption Beliefs. *MIS Quarterly*, 23 (2), 183.
- Kendall, H. (1997). Your 10-point Guide to Choosing Helpdesk Technology. *Customer Service Management*, 16, 44-46.
- Khtou, H. (2011). *Assessment in higher education: Students and teachers' perceptions*. Published doctoral dissertation, Saarbrucken: Lambert academic publishing.
- Kim, C., Kim, Y., & Yi, H. (2020). Fuzzy Analytic Hierarchy Process-Based Mobile Robot Path Planning. *Electronics*, 9(2), 290. MDPI AG.
- Kim, S.S., Malhotra, N.K. & Narasimhan, S. (2005). Research Note—Two Competing Perspectives on Automatic Use: A Theoretical and Empirical Comparison. *Information Systems Research*, 16 (4), 418-432.
- King, W.R. & He. J. (2006) A meta-analysis of the technology acceptance model, *Information and Management*. 43(6), 740-755
- Kitsios, F., Kamariotou, M., Karanikolas, P., Grigoroudis, E. (2021). Digital marketing platforms and customer satisfaction: Identifying ewom using big data and text mining. *Applied Sciences*, 11(17), 8032.
- Kleinmuntz, D.N. & Schkade, D.A. (1988) *The Cognitive Implications of Information Displays in Computer-Supported Decision-Making*, University of Texas at Austin, Graduate School of Business, Department of Management Working Paper 87/88-4-8.
- Koilias, C., Tourna, E., & Koukouletsos, K. (2012). Job satisfaction of higher education graduates. *Operational Research*, 12(3), 421–437.
- Koonsanit, K., & Nishiuchi, N. (2021). Predicting Final User Satisfaction Using Momentary UX Data and Machine Learning Techniques. *Journal of*



- Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 16(7), 3136–3156.  
MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/jtaer16070171>
- Koza, J. R. (1992). *Genetic programming: on the programming of computers by means of natural selection* (Vol. 1). MIT press.
- Krapavickaitė, D. (2022). Impact of Stratum Composition Changes on the Accuracy of the Estimates in a Sample Survey. *Mathematics*, 10(7), 1093. MDPI AG. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.3390/math10071093>
- Kulakowski, K. (2020). On the Geometric Mean Method for Incomplete Pairwise Comparisons. *Mathematics*, 8(11), 1873.
- La, S., & Yi, Y. (2015). A critical review of customer satisfaction, customer loyalty, Relationship Marketing, and Customer Relationship Management. *Korean Marketing Review*, 30(1), 53.
- Larcker, D.F., & Lessig, V.P. (1980). Perceived Usefulness of Information: A Psychometric Examination, *Decision Sciences*, 11(1), 121-134
- Lawrence, A. (1999). What is Computer Telephony Integration? *Customer Service Management*, 23, 53-55.
- Lebrun, A.-M., Su, C.-J., & Bouchet, P. (2021). A more sustainable management of domestic tourists in protected natural Parks: A new trend in sport tourism after the covid-19 pandemic? *Sustainability*, 13(14), 7750.
- Lee, J., & Jones, D. N. (2018). Evaluating the usability of an online learning system using multicriteria satisfaction analysis. *Education and Information Technologies*, 23(3), 1129-1144. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9651-5>
- Lee, J., Han, I., & Kim, Y. (2014). Usability evaluation of an online learning system using MUSA. *Human-centric Computing and Information Sciences*, 4(1), 1-14.
- Lee, M. (2018). Enhancing interactivity and ease of memory in educational platforms. *Journal of Online Learning*, 40(4), 87-105.
- Lee, Y., Kozar, K.A. & Larsen, K.R.T. (2003). The technology acceptance model: past, present, and future. *Communications of the AIS*, 12 (50), 752-780.
- Legris, P., Ingham, J., & Collette, P. (2003). Why Do People Use Information Technology? A Critical Review of the Technology Acceptance Model. *Information & Management*, 40, 191-204.

- Leighton, Jane & Bird, Geoffrey & Orsini, Caitlin & Heyes, Cecilia. (2010). Social attitudes modulate automatic imitation. *Journal of Experimental Social Psychology*. 46, 905-910.
- Leninkumar, V. (2017). The relationship between customer satisfaction and customer trust on customer loyalty. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 7(4). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v7-i4/2821>
- Leonard-Barton, D. & Deschamps, I. (1988). Managerial Influence in the Implementation of New Technology. *Management Science*, 34 (10), 1252-1265.
- Leung, Allen. (2008). Dragging in a Dynamic Geometry Environment Through the Lens of Variation. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*. 13. 135-157. <https://doi.org/10.1007/s10758-008-9130-x>
- Liaw, S. S., Huang, H. M., & Chen, G. D. (2007). Surveying instructor and learner attitudes toward e-learning. *Computers & Education*, 49(4), 1066-1080. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.01.001>
- Limayem, Hirt, & Cheung (2007). How Habit Limits the Predictive Power of Intention: The Case of Information Systems Continuance. *MIS Quarterly*, 31 (4), 705.
- Linåker, J., & Runeson, P. (2020). Collaboration in Open Government Data ecosystems: Open cross-sector sharing and Co-development of data and software. *Lecture Notes in Computer Science*, 290-303. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-57599-1\\_22](https://doi.org/10.1007/978-3-030-57599-1_22)
- Linåker, J., & Runeson, P. (2020). Public sector platforms going open. *Proceedings of the 16th International Symposium on Open Collaboration*. <https://doi.org/10.1145/3412569.3412572>
- Ling Keong, M., Ramayah, T., Kurnia, S. & May Chiun, L. (2012). Explaining intention to use an enterprise resource planning (ERP) system: an extension of the UTAUT model. *Business Strategy Series*, 13 (4), 173-180.
- Liu, X. S., & Ramsey, J. (2008). Teachers' job satisfaction: Analyses of the teacher follow-up survey in the United States for 2000-2001. *Teaching and Teacher Education*, 24, 1173-1184.
- Liu, X. S., Mengqiao H., Fang G., Peihong X. (2008). An empirical study of online shopping customer satisfaction in China: a holistic perspective, *International Journal of Retail & Distribution Management*, 36(11), 919-940

- Locke, E.A. & G.P. Latham (2002), Building a Practically Useful Theory of Goal-Setting and Motivation, *American Psychologist*, 13(1), 23-29.
- Loris, K. (1998). *Internet Self-service Support: Beyond Search Engines to Smart Answers on the Net*. In R. Zemke & J.A. Woods (Eds.), *Best Practices in Customer Service* (pp. 318-327). Amacom.
- Loyo-Rosales, J. E., & Martínez-Santillán, M. S. (2018). Usability evaluation of Moodle 3.3 with teachers and students of a Mexican public university. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, 15(2), 219-237.
- Lupo, T., & Buscarino, E. (2021). A methodological approach for developing and validating a parsimonious and robust measurement tool: The academic E-service quality (ACEQUAL) model. *Education Sciences*, 11(10), 613. <https://doi.org/10.3390/educsci11100613>
- Ma, Q. & Liu, L. (2004). The technology acceptance model: a meta-analysis of empirical findings. *Journal of Organizational and User Computing*, 16 (1), 59-72.
- MacMillan, J. H. (2001), Secondary Teachers' Classroom Assessment and Grading Practices. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 20: 20-32.
- MacMillan, J., & Nash, S. *Teacher classroom assessment and grading practices decision making. Paper presented at the annual meeting of the National Council on Measurement in Education*, New Orleans, LA, (2000).
- MacMillan, J.H. (2003). Understanding and improving teachers' classroom assessment decision-making: Implications for theory and practice. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 22(4), 34-43
- Maillet., Mathieu, L. & Sicotte, C. (2015). Modeling factors explaining the acceptance, actual use and satisfaction of nurses using an Electronic Patient Record in acute care settings: An extension of the UTAUT. *International Journal of Medical Informatics*, 84 (1), 36-47.
- Makwasha, N., Gwangwa, M., & Marwala, T. (2020). The pairwise comparison method: An alternative to the analytic hierarchy process. *South African Journal of Industrial Engineering*, 31(1), 51-63.
- Manikaros, N., & Avgerinos, E. (2023). Cluster sampling MUSA methodology for user satisfaction analysis of an educational distance-learning platform. *Eurasia*

- Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 17(1), em1925.  
<https://doi.org/10.29333/ejmste/13472>
- Manikaros, N., Avgerinos, E., & Vlachou, R. (2023). GeoGebra Geometry Software Evaluation Case Study Using the MUSA Mathematical Model, *SCIREA Journal of Mathematics*. <https://dx.doi.org/10.54647/mathematics>
- Mansfield, E.R. & Helms, B.P. (1982) Detecting Multi collinearity, *The American Statistician*, 36(3), 158-160.
- Martins, A., Carvalho, M. S., & Matias, J. C. (2019). MUSA: A multicriteria decision support model for choosing appropriate renewable energy systems in rural electrification projects. *Journal of Cleaner Production*, 215, 160-174.
- Martins, C., Oliveira, T. & Popovič, A. (2014). Understanding the Internet banking adoption: A unified theory of acceptance and use of technology and perceived risk application. *International Journal of Information Management*, 34 (1), 1-13.
- Mathieson, K. (1991). Predicting user intentions: comparing the TAM with the theory of planned behavior. *Information Systems Research*, 2(3), 173-91.
- McMinn, P. (2004). Search-based software test data generation: a survey. *Software testing, Verification and reliability*, 14(2), 105-156.
- Megadewandanu, S., Suyoto, & Pranowo. (2016). Exploring mobile wallet adoption in Indonesia using UTAUT2: An approach from consumer perspective. *2016 2nd International Conference on Science and Technology-Computer (ICST)*.  
<https://doi.org/10.1109/icstc.2016.7877340>
- Michailidi, E., Michailidis, H., Tavoultzidou, S., Papatsimouli, M., & Fragulis, G. F. (2021). Digital transformation of small Greek companies during the COVID-19 pandemic. *2021 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*. <https://doi.org/10.1109/dasa53625.2021.9682410>
- Mihelis, G., Grigoroudis, E., Siskos, Y., Politis, Y., & Malandrakis, Y. (2001). Customer Satisfaction Measurement in the Private Bank Sector. *European Journal of Operational Research*, 130(2), 347-360.
- Milligan, P. (2004). Comparison of two cluster sampling methods for health surveys in developing countries. *International Journal of Epidemiology*, 33(3), 469-476.  
<https://doi.org/10.1093/ije/dyh096>

- Mishimar, N. (2023). Identification of product specifications based on Kano model and application to ecodesign. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 781–789. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-28839-5\\_87](https://doi.org/10.1007/978-3-031-28839-5_87)
- Mitchell, M. (1998). *An introduction to genetic algorithms*. MIT press.
- Moore, G.C. & Benbasat, I. (1991). Development of an Instrument to Measure the Perceptions of Adopting an Information Technology Innovation. *Information Systems Research*, 2 (3), 192-222.
- Morris, S. L., Gibson, K., Wildman, J. M., Griffith, B., Moffatt, S., & Pollard, T. M. (2022). Social prescribing during the COVID-19 pandemic: A qualitative study of service providers' and clients' experiences. *BMC Health Services Research*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12913-022-07616-z>
- Mutawa, A. M., Al Muttawa, J. A. K., & Sruthi, S. (2023). The Effectiveness of Using H5P for Undergraduate Students in the Asynchronous Distance Learning Environment. *Applied Sciences*, 13(8), 4983. MDPI AG. Retrieved from <https://dx.doi.org/10.3390/app13084983>
- Mütterlein, J., Kunz, R.E. & Baier, D. (2019). Effects of lead-usership on the acceptance of media innovations: A mobile augmented reality case. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 113-124.
- Nasir, M., Tufail, M., & Abid, M. (2014). Improved genetic algorithm for solving optimization problems. In M. Iqbal, S. Nazir, M. Abid, & S. A. Khayam (Eds.), *Proceedings of the 2014 International Conference on Frontiers of Information Technology (FIT)* (pp. 265-270). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIT.2014.70>
- Neufeld, D.J., Dong, L. & Higgins, C. (2007). Charismatic leadership and user acceptance of information technology. *European Journal of Information Systems*, 16 (4), 494-510.
- Nguyen, M. H., & Tai, H. C. (2019). Multicriteria satisfaction analysis for evaluating a mobile shopping application. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 10(6), 93-98. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2019.010610>
- Nguyen, D. H., De Leeuw, S., & Dullaert, W. E. (2016). Consumer behaviour and order fulfilment in online retailing: A systematic review. *International Journal of Management Reviews*, 20(2), 255-276. <https://doi.org/10.1111/ijmr.12129>
- Nickerson, R.S. (1981), Why Interactive Computer Systems Are Sometimes Not Used

- by People Who Might Benefit from Them, *International Journal of Man-Machine Studies*, 15, 469-483.
- Nieto-Márquez, N., Baldominos, A., & Petronila, A. (2020). SARS-CoV-2 Impact on Online Teaching Methodologies and the Ed-Tech Sector: Smile and Learn Platform Case Study. *Journal of Educational Technology*, 45(3), 217-231
- Noone, B. M., Kimes, S. E., Mattila, A. S., & Wirtz, J. (2007). The Effect of Meal Pace on Customer Satisfaction. *Cornell Hotel and Restaurant Administration Quarterly*, 48(3), 231–244.
- Nunnally, J. (1978), *Psychometric Theory*, McGraw-Hill.
- Nunziati, G. (1990). Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. *Cahiers Pédagogiques*, 47-64.
- Oliver, R. L., & DeSarbo, W. S. (1988). Response determinants in satisfaction judgments. *Journal of Consumer Research*, 14(4), 495.
- Pakurár, M., Haddad, H., Nagy, J., Popp, J., & Oláh, J. (2019). The Service Quality Dimensions that Affect Customer Satisfaction in the Jordanian Banking Sector. *Sustainability*, 11(4), 1113.
- Pan, H., & Ha, H.-Y. (2021). Service quality and satisfaction in the context of varying levels of restaurant image and customer orientation during the COVID-19 pandemic. *Sustainability*, 13(17), 9694.
- Panko, R.R. (1988) *End-User Computing: Management, Applications, and Technology*.
- Papagiannidis, S. & Marikyan, D. (2020). Smart offices: A productivity and well-being perspective. *International Journal of Information Management*, 51, 102027.
- Papamitsiou, Z., & Economides, A. A. (2014). Learning analytics and educational data mining in practice: A systematic literature review of empirical evidence. *Educational Technology & Society*, 17(4), 49-64.  
<https://www.jstor.org/stable/24107831>
- Payne, J. W. (1982) Contingent Decision Behavior, *Psychological Bulletin*, 92(2), 382-402.
- Peñarroya-Farell, M., & Miralles, F. (2022). Business Model Adaptation to the COVID-19 Crisis: Strategic Response of the Spanish Cultural and Creative Firms. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 39.

- 
- Pergantas, P., Tsatsaris, A., Malesios, C., Kriparakou, G., Demiris, N., & Tselentis, Y. (2017). A spatial predictive model for malaria resurgence in Central Greece integrating entomological, environmental and social data. *PLOS ONE*, *12*(6), e0178836. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178836>
- Perotti, L., Klebbe, R., Maier, A., & Eicher, C. (2020). Evaluation of the quality and the provision process of wheelchairs in Germany. results from an online survey. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *18*(2), 205–214. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1841837>
- Pfeffer, J. (1982), *Organizations and Organization Theory*
- Pham, T. T., Le, H. M., Nguyen, D. T., Maertens, K., Leuridan, E., Theeten, H., Hendrickx, G., & Van Damme, P. (2018). Assessment of the timely administration of the hepatitis B and BCG birth dose and the primary infant vaccination schedule in 2015–2016 in the Mekong Delta, Viet Nam. *Vaccine*, *36*(38), 5760–5765. <https://doi.org/10.1016/j.vaccine.2018.08.002>
- Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2009). Cognitive Styles, Dynamic Geometry and Measurement Performance. *Educational Studies in Mathematics*, *70*(1), 5–26. <https://www.jstor.org/stable/40284556>
- Prasetyo, Y. T., Tanto, H., Mariyanto, M., Hanjaya, C., Young, M. N., Persada, S. F., Miraja, B. A., & Redi, A. A. (2021). Factors affecting customer satisfaction and loyalty in online food delivery service during the COVID-19 pandemic: Its relation with open innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, *7*(1), 76.
- Pratama, B., & Purnomo, S. H. (2021). The Implementation of Co-Firing Technology in PT PLN. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *823*(1), 012056. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/823/1/012056>
- Purnomo, S. H., & Pratama, B. (2021). Acceptance of Accurate Online Based Accounting Software. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *823*(1), 012058. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/823/1/012058>
- Purnomo, S. H., & Pratama, B. (2021). Acceptance of the Mother and Child Health (MCH) Information System in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *823*(1), 012057. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/823/1/012057>
-

- Purnomo, S. H., & Pratama, B. (2021). Taxpayer Trust in Paying Taxes Through QRIS in Samarinda City. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 823(1), 012059. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/823/1/012059>
- Radner, R. & Rothschild, M. (1975), On the Allocation of Effort, *Journal of Economic Theory* (10), 358-376.
- Rahardja, U., Hongsuchon, T., Hariguna, T., & Ruangkanjanases, A. (2021). Understanding Impact Sustainable Intention of S-Commerce Activities: The Role of Customer Experiences, Perceived Value, and Mediation of Relationship Quality. *Sustainability*, 13(20), 11492.
- Rao, J. N. K., & Fuller, W. A. (2017). Sample survey theory and methods: Past, present, and future directions. *Survey Methodology*, 43(2), 145–160.
- Remesal, A. (2006). *Problem solving in assessment practices of mathematics education in compulsory school: Ideas of teachers and pupils*, Doctoral thesis, University of Barcelona, Barcelona, Spain.
- Riffai, M., Grant, K. & Edgar, D. (2012). Big TAM in Oman: Exploring the promise of on-line banking, its adoption by customers and the challenges of banking in Oman. *International Journal of Information Management*, 32 (3), 239-250.
- Rizos, I., & Gkrekas, N. (2022). Teaching and learning sciences within the COVID-19 pandemic era in a Greek University department. *U.Porto Journal of Engineering*, 8(1), 73-83. [https://doi.org/10.24840/2183-6493\\_008.001\\_0008](https://doi.org/10.24840/2183-6493_008.001_0008)
- Robert E. Vaden-Goad (2009). Leveraging Summative Assessment for Formative Purposes, *College Teaching*, 57:3, 153-155
- Roberts, T.L. & Moran, T.P. (1983), The Evaluation of Text Editors: Methodology and Empirical Results, *Communications of the ACM* 26(4), 265-283.
- Robey, D. "User Attitudes and Management Information System Use," *Academy of Management Journal* (22:3), September 1979, pp. 527- 538.
- Rodrigues, N. M., David, H. C., Ferreira, G. W., Araújo, E. J., & Morais, V. A. (2021). Assessing reduction of cluster size to estimate wood volume in an Amazonian Forest. *Acta Amazonica*, 51(3), 199–206. <https://doi.org/10.1590/1809-4392202003131>
- Rogers, E.M. & Shoemaker, F.F.( 1971) *Communication of Innovations: A Cross-Cultural Approach*, Free Press.



- Roopa, S., & Rani, M. S. (2012). Questionnaire designing for a survey. *The Journal of Indian Orthodontic Society*, 46(4), 273–277.
- Ryu, K., Han, H., & Kim, T.-H. (2008). The relationships among overall quick-casual restaurant image, perceived value, customer satisfaction, and behavioral intentions. *International Journal of Hospitality Management*, 27(3), 459–469.
- Santos Neto, A. S., Reis, M. R., Coimbra, A. P., Soares, J. C., & Calixto, W. P. (2021). Measure of customer satisfaction in the residential electricity distribution service using structural equation modeling. <https://doi.org/10.20944/preprints202112.0294.v1>
- Santos, C., & Ali, A. (2018). Moodle and English as a foreign language: An effective tool for the classroom. *English Language Teaching*, 11(4), 125-139. <https://doi.org/10.5539/elt.v11n4p125>
- Saracevic, T. "Relevance(1975). A Review of and a Framework for the Thinking on the Notion in Information Science," *Journal of the American Society for Information Science*, November-December, pp. 321-343.
- Sato, K. & C. Kleinsasser, R. (2004). Beliefs, practices, and interactions of teachers in a Japanese high school English department. *Teaching and Teacher Education*, 20, 797-816.
- Scala, S., & McGrath, R. (1993). Advantages and Disadvantages of Electronic Data Interchange: an Industrial Perspective. *Information and Management*, 25, 85-91.
- Schaffer, J. D. (1985). *Multiple objective optimization with vector evaluated genetic algorithms*. In Genetic algorithms and their applications: Proceedings of the First International Conference on Genetic Algorithms. L. Erlbaum Associates Inc.
- Schein, E.H.(1980) *Organizational Psychology*, third edition, Prentice-Hall.
- Schultz, R., L. & Slevin, D.P. (1975). Implementation and Organizational Validity: An Empirical Investigation. In *Implementing Operations Research Management Science*, R.L. Schultz & D.P. Slevin (eds.), American Elsevier, New York, NY, pp. 153-182.
- Seng, O., Stammel, J., & Burkhart, D. (2005). *Search-based determination of refactorings for improving the class structure of object-oriented systems*. In

- Proceedings of the 8th annual conference on Genetic and evolutionary computation. ACM.
- Sharma, Yetton, & Crawford (2009). Estimating the Effect of Common Method Variance: The Method—Method Pair Technique with an Illustration from TAM Research. *MIS Quarterly*, 33 (3), 473.
- Sharp, J. H. (2007). Development, extension, and application: a review of the technology acceptance model. *Information Systems Education Journal*, 5, 1-11.
- Sheppard, B.H., Hartwick, J. & Warshaw, P.R. (1988), The Theory of Reasoned Action: A MetaAnalysis of Past Research with Recommendations for Modifications and Future Research, *Journal of Consumer Research*, 15(3), 325-343.
- Sherif, M. & Sherif, C.W. (1967). *The Own Categories Approach in Attitude Research*, in Readings in Attitude Theory and Measurement, M. Fishbein (ed.), Wiley, New York, NY, 190-198
- Silk, A.J., (1971). Response Set and Measurement of Self-Designated Opinion Leadership, *Public Opinion Quarterly*, 35, 383-397.
- Simon, M & Roberts, N & Tierney, R & Forgette-Giroux, R. (2007). Secondary analysis with minority group data: A research team's account of the challenges. *Canadian Journal of Program Evaluation*, 22, 73-97.
- Siskos, Y, Kyriazopoulos, P., Yannacopoulos, D., Spyridakos, A. & Grigoroudis, E. (2007). Implementing internal marketing through employee's motivation. In *POMS Conference*.
- Siskos, Y. (1985). Analyses de Régression et Programmation Linéaire. *Révue de Statistique Appliquée*, XXXII, 41-55.
- Siskos, Y., & Grigoroudis, E. (2002). *Measuring Customer Satisfaction for Various Services Using Multicriteria Analysis*. In D. Bouyssou, E. Jacquet-Lagrèze, P. Perny, R. Słowiński, D. Vanderpooten, & P. Vincke (Eds.), *Aiding Decisions with Multiple Criteria: Essays in Honor of Bernard Roy* (pp. 457-482). Kluwer.
- Siskos, Y., & Grigoroudis, E. (2010). *New trends in aggregation-disaggregation approaches*. *Handbook of Multicriteria Analysis*, 189-214.
- Siskos, Y., & Spyridakos, A. (1999). Intelligent multicriteria decision support: Overview and perspectives. *European Journal of Operational Research*, 113(2), 236-246. [https://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(98\)00177-1](https://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(98)00177-1)

- Siskos, Y., & Yannacopoulos, D. (1997). UTASTAR: an Ordinal Regression Method for Building Additive Value Functions. *Investigação Operacional*, 5(1), 39-53.
- Siskos, Y., Grigoroudis, E., Politis, Y., & Malandrakis, Y. (2001). *Customer Satisfaction Evaluation: Some Real Experiences*. In A. Colomi, M. Paruccini, & B. Roy (Eds.), *A-MCD-A: Multiple Criteria Decision Aiding*, European Commission, Joint Research Center EUR 19808 EN (pp. 297-314).
- Siskos, Y., Grigoroudis, E., Zopounidis, C., & Saurais, O. (1998). Measuring Customer Satisfaction Using a Collective Preference Disaggregation Model. *Journal of Global Optimization*, 12(2), 175-195.
- Siskos, Y., Politis, Y., & Kazantzi, G. (2001). Multicriteria Methodology for the Evaluation of Higher Education Systems: the Case of an Engineering Department. *Operational Research International Journal*, 1(1), 17-41.
- Slade, E., Williams, M., Dwivedi, Y. & Piercy, N. (2015). Exploring consumer adoption of proximity mobile payments. *Journal of Strategic Marketing*, 23 (3), 209-223.
- Smith, J. (2010). Evaluating user satisfaction in educational platforms. *Journal of Educational Technology*, 25(2), 45-63.
- Smith, J. K. (2020). Analytical hierarchy process as a decision-making tool in veterinary clinical practice. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 50(6), 1159-1176. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2020.07.005>
- Smith, P., Johnson, C., & Brown, K. (2019). Multicriteria decision analysis in software engineering: A systematic review. *Information and Software Technology*, 105, 11-31. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2018.08.005>
- Smith, R. D., & Mosier, J. N. (1986). *Guidelines for designing user interface software*. National Bureau of Standards Special Publication, 500-207.
- Sochiffan, D. (2021). Kepercayaan wajib pajak dalam pembayaran pajak menggunakan qris melalui technology acceptance model (TAM) pada dinas pendapatan daerah kota samarinda. <https://doi.org/10.24014/ijiet.v7i2.18258>
- Srinivasa Rao, A. S. (2011). Biometric cards for the Indian population. *Asian Population Studies*, 7(3), 295-300. <https://doi.org/10.1080/17441730.2011.608991>
- Sterne, J. (1996). *Customer Service on the Internet*. John Wiley.

- Sterne, J. (1998). *The World Wide Web was Made for Customer Service*. In R. Zemke & J.A. Woods (Eds.), *Best Practices in Customer Service* (pp. 297-304). Amacom.
- Stiggins, R.(1988). Revitalizing Classroom Assessment: The Highest Instructional Priority. *The Phi Delta Kappan*, 69(5), 363-368.
- Stiggins, R. J (2005). Evaluating Classroom Assessment Training in Teacher Education Programs. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 18, 23 - 27.
- Stiggins, R. J. & Faires Conklin, N. & J. Bridgeford, N. (2005). Classroom Assessment: A Key To Effective Education. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 5, 5 – 17.
- Stiggins, R. J. (1999), Evaluating Classroom Assessment Training in Teacher Education Programs. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 18, 23-27.
- Stiggins, R. J.(2005). From Formative Assessment to Assessment for Learning: A Path to Success in Standards-Based Schools, *Phi Delta Kappan*, 87, 324-328.
- Straub, D. & Burton-Jones, A. (2007). Veni, Vidi, Vici: Breaking the TAM Logjam. *Journal of the Association for Information Systems*, 8 (4), 223-229.
- Subramanian, G.H. (1994). A replication of perceived usefulness and perceived ease of use measurement. *Decision Sciences*, 25, 863-874.
- Sun, H. (2013). Analyzing user-generated contents in social media: A cross-cultural comparison of Weibo and Twitter. *Computers in Human Behavior*, 29 (5), 1785-1794.
- Suyari, H. (2013). Law of Multiplicative Error and Its Generalization to the Correlated Observations Represented by the q-Product. *Entropy*, 15(12), 4634–4647. MDPI AG. <https://dx.doi.org/10.3390/e15114634>
- Swanson, E. B. (1982). Measuring user attitudes in MIS research: A review. *Omega*, 10(2), 157-165.
- Swanson, E.B. (1987) Information Channel Disposition and Use, *Decision Sciences*, 18(1), 131-145.
- Tan, P. J. B. (2019). An Empirical Study of How the Learning Attitudes of College Students toward English E-Tutoring Websites Affect Site Sustainability. *Sustainability*, 11(6), 1748.

- Thompson, R.L., Higgins, C.A. & Howell, J.M. (1991). Personal Computing: Toward a Conceptual Model of Utilization. *MIS Quarterly*, 15 (1), 124.
- Thong, J.Y.L., Hong, S.J. & Tam, K.Y. (2002). A Structural Equation Model of Knowledge Sharing in IT-Enabled Organizational Communities. *MIS Quarterly*, 26 (4), 113-143.
- Thong, J.Y.L., Hong, S.J. & Tam, K.Y. (2006). The effects of post-adoption beliefs on the expectation-confirmation model for information technology continuance. *International Journal of Human-Computer Studies*, 64 (9), 799-810.
- Thong, J.Y.L., Yap, C.S. & Raman, K.S. (1994). Client/Server Computing: Adoption and Success at the Individual Level. *MIS Quarterly*, 18 (3), 229.
- Thong, J.Y.L., Yap, C.S. & Raman, K.S. (1996). Top Management Support, External Expertise and Information Systems Implementation in Small Businesses. *Information Systems Research*, 7 (2), 248-267.
- Tornatzky, L.G. & Klein, K.J. (1982). Innovation Characteristics and Innovation Adoption-Implementation: A Meta-Analysis of Findings. *IEEE Transactions on Engineering Management* 29 (1), 28-45.
- Tsitsiridi, E., & Grigoroudis, E. (2014). Linking e-service quality and balanced scorecard performance evaluation: an application in the banking sector. *Operational Research*, 14(2), 205-225. <https://dx.doi.org/10.1007/s12351-013-0141-8>
- Usmanova, G., Gresh, A., Cohen, M. A., Kim, J., & Lai, Y. (2020). The Impact of the COVID-19 Pandemic on the Adoption of Digital Health Technologies: A Scoping Review. *Journal of Medical Internet Research*, 22(12), e24487. <https://dx.doi.org/10.2196/24487>
- Vaden-Goad, R. E. (2009). Leveraging summative assessment for formative purposes. *College Teaching*, 57(3), 153-155.
- Vaezi, R., Mills, A., Chin, W., & Zafar, H. (2016). User satisfaction research in information systems: Historical roots and approaches. *Communications of the Association for Information Systems*, 38, 501-532. <https://doi.org/10.17705/1cais.03827>
- Van De Panne, C. (1975). A node method for multi-parametric linear programming. *Management Science*, 21(9), 1014–1020.

- Vandeyar, S. & Killen, R. (2003). Has curriculum reform in South Africa really changed assessment practices, and what promise does the revised National Curriculum Statement hold? *Perspectives in Education*, 21, 56-63
- Venkatesh, V. & Agarwal, R. (2006). Turning Visitors into Customers: A Usability-Centric Perspective on Purchase Behavior in Electronic Channels. *Management Science*, 52 (3), 367-382.
- Venkatesh, V. & Davis, F. (2000). A theoretical extension of the technology acceptance model: four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186-204.
- Venkatesh, V. & Davis, F.D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: development and test. *Decision Sciences*, 27 (3), 451-481.
- Venkatesh, V. (2000). Determinants of perceived ease of use: integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model. *Information Systems Research*, 11 (4), 342-65.
- Venkatesh, V. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27 (3), 425-478.
- Venkatesh, V., Davis, F.D. & Morris, M.G. (2007). Dead or Alive? The Development, Trajectories and Future Directions of Technology Adoption Research. *Journal of the Association for Information Systems*, 8 (4), 267-286.
- Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B. & Davis, F.D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly*, 27 (3), 425.
- Venkatesh, V., Thong, J.Y.L. & Xu, X. (2012). Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly*, 36 (1), 157-178.
- Vertinsky, I., Barth, R.T. & Mitchell, V.F. (1975), *A Study of OR/MS Implementation as a Social Change Process*, in *Implementing Operations Research/Management Science*, R.L. Schultz and D.P. Slevin (eds.), American Elsevier, 253-272.
- Volante, L., & Fazio, X. (2007). Exploring Teacher Candidates' Assessment Literacy: Implications for Teacher Education Reform and Professional Development. *Canadian Journal of Education*, 30(3), 749-770.
- Vroom, V.H. (1964) *Work and Motivation*, Wiley, New York, NY.
- Wang, J., Fang, C., Zhang, X., & Zhang, Q. (2016). Rough set MUSA: An improved method for evaluation of mobile learning system. *Journal of Ambient*

- Intelligence and Humanized Computing*, 7(5), 651-662 ([https://doi:10.1007/s12652-016-0359-8](https://doi.org/10.1007/s12652-016-0359-8)).
- Wang, Y., Jin, Y., & Fan, B. (2018). What has been Revealed by Urban Grid Data of Shanghai. *Journal of Urban Data Science*, 1(1), 45-60. <https://arxiv.org/abs/1805.08570v1>.
- Ward, J.R. & Blesser, B. (1985) Interactive Recognition of Handprinter Characters for Computer Input, *IEEE Computer Graphics and Applications*, 24-37.
- Warkentin, Davis, & Balthazard (2007). Age and User Performance with Information Technology: An Empirical Study. *MIS Quarterly*, 31 (3), 1.
- Warshaw, P.R. & Davis, F.D. (1985).Disentangling Behavioral Intention and Behavioral Expectation, *Journal of Experimental Social Psychology*, 21, 213-228.
- Whiteside, J., Jones, S., Levy, P.S. & Wixon, D. (1985) User Performance with Command, Menu and Iconic Interfaces, *CHI '85 Proceedings, San Francisco, ACM*, 185-191.
- Williams, R. (2012). Comprehensive evaluation criteria for educational platforms. *Journal of Educational Technology Research*, 18(1), 23-41.
- Wright, P. (1975).Consumer Choice Strategies: Simplifying vs. Optimizing, *Journal of Marketing Research*, 14(1), 429- 433.
- Wu, H., Xu, H., Tian, X., Zhang, W., & Lu, C. (2023). Multistage Sampling and Optimization for Forest Volume Inventory Based on Spatial Autocorrelation Analysis. *Forests*, 14(2), 250. MDPI AG. <https://dx.doi.org/10.3390/f14020250>
- Xu, Y. & Liu, Y. (2009), Teacher Assessment Knowledge and Practice: A Narrative Inquiry of a Chinese College EFL Teacher's Experience. *TESOL Quarterly*, 43, 492-513.
- Yamtima, V. & Wongwanichb, S. (2014). A study of classroom assessment literacy of primary school teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 116, 2998-3004.
- Yang, H. D., & Yoo, Y. (2003). It's All About Attitude: Revisiting the Technology Acceptance Model. *Decision Support Systems*. 38(1), 19-31
- Yanovsky, M. (1998). *Customer-sensitive Automated Response Systems*. In R. Zemke & J.A. Woods (Eds.), *Best Practices in Customer Service* (pp. 194-202). Amacom.

- Yi, M.Y., Jackson, J.D., Park, J.S. & Probst, J.C. (2006). Understanding Information Technology Acceptance by Individual Professionals: Toward an Integrative View. *Information & Management*, 43 (3), 350-363.
- Yildirim, S., & Akalin-Baskaya, A. (2007). The influence of gender and computer gaming experience on beliefs about and attitudes toward information technology careers. *Computers in Human Behavior*, 23(5), 2840-2855.
- Yousafzai, S.Y., Foxall, G.R., & Pallister, J.G. (2007). Technology acceptance: a meta-analysis of the TAM: Part 1, *Journal of Modelling in Management*, 2(3), 251-280.
- Zadeh, L. A., Moghaddam, M. B., & Atanassov, K. T. (2021). Multicriteria decision-making and fuzzy sets. *Information Sciences*, 549, 273-280.
- Zafeiropoulos, K. (2015). Πώς γίνεται μια επιστημονική εργασία: Επιστημονική έρευνα και συγγραφή εργασιών (2η έκδοση). Εκδόσεις Κριτική.
- Zaheer, A., Yap, C.S. & Moraes, G. (2006). A grounded theory study of e-commerce risk management. *International Journal of Information Management*, 26 (1), 62-73.
- Zahidi, Z., Peng, Y., & Charles, P. (2014). User satisfaction determinants for digital culture heritage online collections. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 4(3).  
<https://doi.org/10.14569/specialissue.2014.040303>
- Zhang, D., & Li, X. (2010). User satisfaction and usage behavior of e-learning systems in China: An empirical study. *Computers & Education*, 55(3), 1039-1051.
- Zhou, X., Zhang, Z., Huang, Y., & Chen, Y. (2018). Multicriteria satisfaction analysis of a multimedia English learning system. *Journal of Educational Computing Research*, 56(2), 281-297. <https://doi.org/10.1177/0735633117708388>
- Zitzler, E., & Thiele, L. (1999). Multiobjective evolutionary algorithms: a comparative case study and the strength Pareto approach. *IEEE transactions on Evolutionary Computation*, 3(4), 257-271.
- Zouari, G., & Abdelhedi, M. (2021). Customer satisfaction in the digital era: insights from Islamic banking. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 10(1), 1-21.
- Zurita, G., Baloian, N., Peñafiel, S., & Jerez, O. (2019). Applying pedagogical usability for designing a mobile learning application that support reading comprehension. *13th International Conference on Ubiquitous Computing and*



---

*Ambient Intelligence UCAMl 2019.*

<https://doi.org/10.3390/proceedings2019031006>

- Ζώρζος, Μ., Μανίκαρος, Ν., & Αυγερινός, Ε. (2021). Η προσαρμογή των εκπαιδευτικών στην νέα πραγματικότητα: Χρήση εργαλείων εξ αποστάσεως εκπαίδευσης. *1ο Διεθνές Διαδικτυακό Εκπαιδευτικό Συνέδριο Από τον 20ο στον 21ο αιώνα μέσα σε 15 ημέρες, (1)*, 268. <https://doi.org/10.12681/online-edu.3234>
- Μανίκαρος Ν. Αυγερινός, Ε., Μαρίνος, Α. (2019). Αξιολόγηση Εκπαιδευτικών Λογισμικών με χρήσης Τεχνολογίας Πληροφοριών, *36ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μαθηματικής Παιδείας*.
- Μανίκαρος Ν., Αυγερινός, Ε. & Βλάχου Ρ. (2023). User satisfaction evaluation of an educational distance-learning platform with MUSA Methodology. *Journal of research in science, mathematics and technology education*. <https://doi.org/10.31756>
- Μανίκαρος Ν., Αυγερινός, Ε. & Βλάχου Ρ. (2023). Εφαρμογή της Μεθοδολογίας MUSA στην Προπαρασκευαστική Διδασκαλία των Μαθηματικών: Μια Σύγχρονη Προσέγγιση Διδακτική Μαθηματικών και Συμπεριληπτική Παιδαγωγική στη Μαθηματική Εκπαίδευση. In *Σύγχρονες προσεγγίσεις και εφαρμογές των Μαθηματικών στην Εκπαίδευση και τις Επιστήμες. 38ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μαθηματικής Παιδείας, ΕΜΕ*
- Μανίκαρος, Ν., & Αυγερινός, Ε. (2021). Αξιολόγηση των Πλατφορμών Σύγχρονης επικοινωνίας για Εκπαιδευτικούς σκοπούς με την χρήση του Μαθηματικού Μοντέλου M.U.S.A. In *6η ημερίδα υποψηφίων διδακτόρων* (pp. 171-199). Πανεπιστήμιο Αιγαίου. <https://doi.org/10.26215/heal.kpkq-dq67>
- Μανίκαρος, Ν., Αυγερινός, Ε., (2020). Εφαρμογή γενετικών αλγορίθμων στο μαθηματικό μοντέλο MUSA για την αξιολόγηση λογισμικών. Οι νέες γενιές δεδομένων που δημιουργούνται και η παραμετρική βελτίωση του MUSA. In *5η ημερίδα υποψηφίων διδακτόρων*. (pp. 261-276). Πανεπιστήμιο Αιγαίου. <https://doi.org/10.26215/heal.d2f8-xz75>
- Μανίκαρος, Ν. Αυγερινός, Ε. , (2019). Μελέτη του Μαθηματικού Μοντέλου MUSA με σκοπό την Αξιολόγηση του εκπαιδευτικού Λογισμικού “MOODLE” για την Υποστήριξη της Θ.Ε ΠΛΗ 37 του Ελληνικού Ανοιχτού Πανεπιστημίου. In *4η*

ημερίδα υποψηφίων διδακτόρων. (pp.6-27) .Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

<https://doi.org/10.26215/heal.bfxw-k823>

Μανίκαρος, Ν. Αυγερινός, Ε.,(2018). Σύγχρονες τάσεις για την εξέλιξη των μαθηματικών μοντέλων στην αξιολόγηση πιστοποίησης κριτηρίων και διαχείρισης πόρων των εκπαιδευτικών οργανισμών και Δημόσιας Αυτοδιοίκησης . In *3η ημερίδα υποψηφίων διδακτόρων*.(pp.6-27). Πανεπιστήμιο

Αιγαίου. <https://doi.org/10.26215/heal.2b77-f044>

Μανίκαρος, Ν. Αυγερινός, Ε.,(2017). Η σύγχρονη μαθηματική μοντελοποίηση για τη λειτουργία συστημάτων εξυπηρέτησης δημοσίων οργανισμών εκπαίδευσης και διοίκησης. Η επιρροή της στις δυσκολίες προσαρμογής των χρηστών τους. In *2η ημερίδα υποψηφίων διδακτόρων*. (pp.149-168). Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

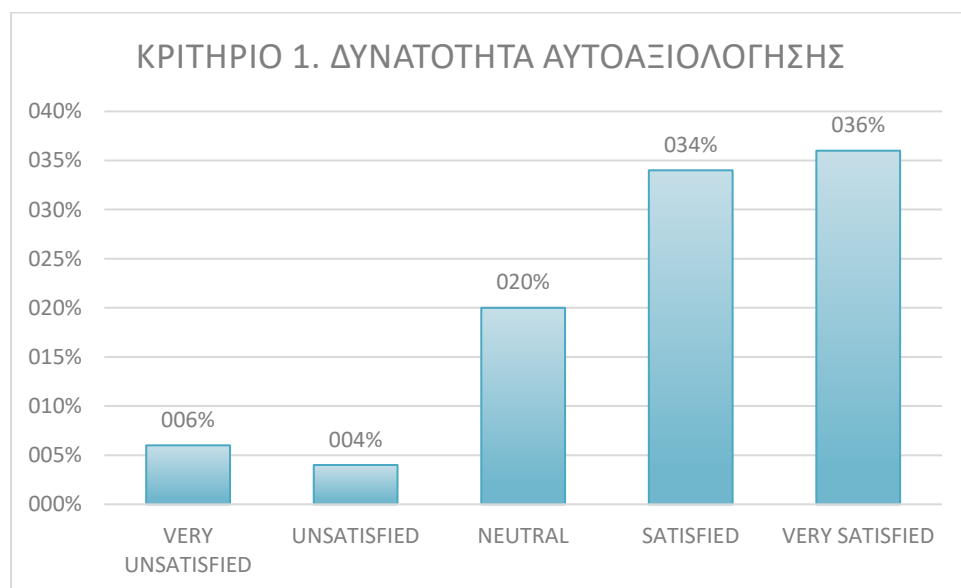
<https://doi.org/10.26215/heal.mzcm-c378>

Μαρίνος, Α. Μανίκαρος Ν. Αυγερινός, Ε. Μοσχούς, Αικ. (2019). Διαμορφωτική αξιολόγηση και χρήση μαθηματικών μοντέλων αξιολόγησης σε εκπαιδευτικούς οργανισμούς και επιχειρήσεις. *Ευκλείδης Γ'*, 43, 11-33, ΕΜΕ

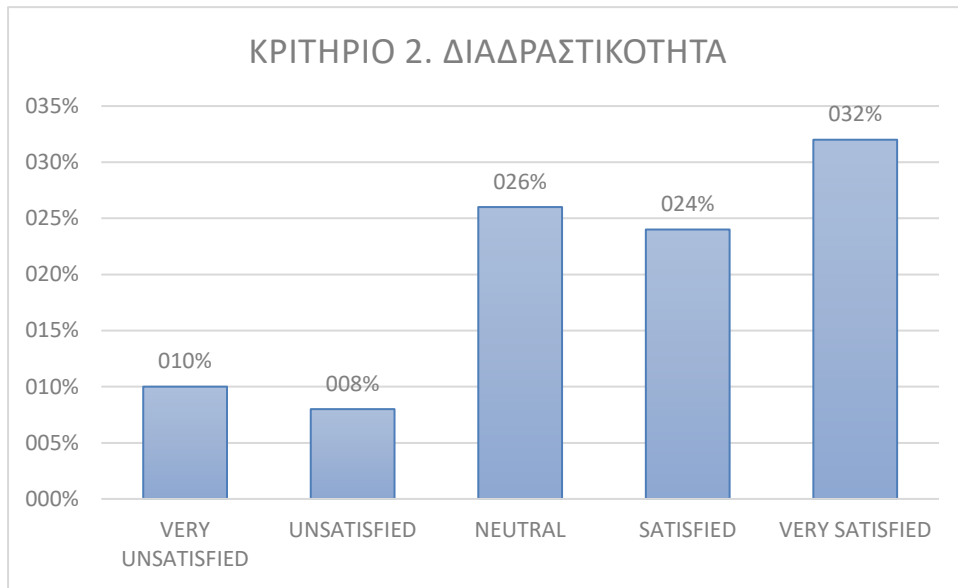
Σίσκος (2002), *Εισαγωγή και Μεθοδολογικό Πλαίσιο*, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

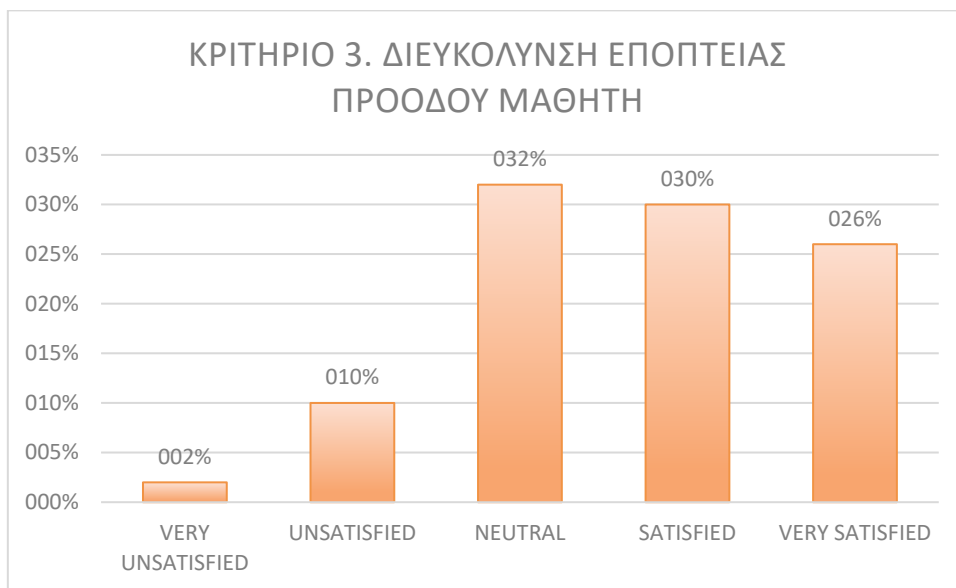
### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ GEOGEBRA



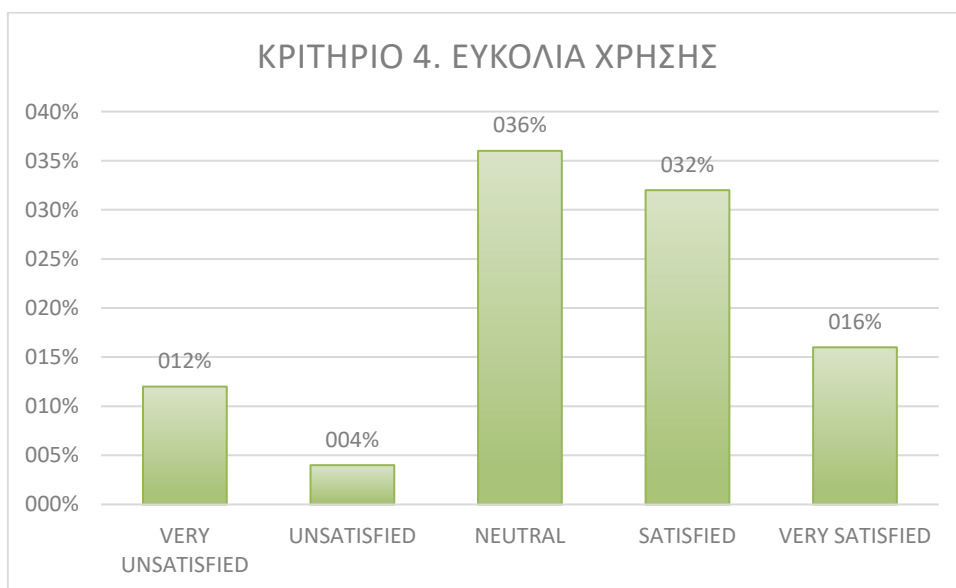
**Εικόνα 54. Ικανοποίηση ως προς το 1ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Δυνατότητα Αυτοαξιολόγησης»**



**Εικόνα 55. Ικανοποίηση ως προς το 2ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Διαδραστικότητα»**



**Εικόνα 56.** Ικανοποίηση ως προς το 3ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Διευκόλυνση Εποπτείας Προόδου Μαθητή»



**Εικόνα 57.** Ικανοποίηση ως προς το 4ο κριτήριο αξιολόγησης λογισμικού GeoGebra «Ευκολία Χρήσης»

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ  
ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Notes		
Output Created		13-OCT-2023 17:52:42
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data File	88
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values for dependent variables are treated as missing.
	Cases Used	Statistics are based on cases with no missing values for any dependent variable or factor used.
Syntax		EXAMINE VARIABLES=VAR00001 VAR00002 VAR00003 VAR00004 VAR00005 VAR00006 /PLOT BOXPLOT STEMLEAF HISTOGRAM NPLOT /COMPARE GROUPS /MESTIMATORS HUBER(1.339) ANDREW(1.34) HAMPEL(1.7,3.4,8.5) TUKEY(4.685) /PERCENTILES(5,10,25,50,75,90,95) HAVERAGE /STATISTICS DESCRIPTIVES EXTREME /INTERVAL 95 /MISSING LISTWISE /NOTOTAL.
Resources	Processor Time	00:00:06,14
	Elapsed Time	00:00:03,70

[DataSet0]

Case Processing Summary

	Cases					
	Valid		Missing		Total	
	N	Percent	N	Percent	N	Percent
Gender	88	100,0%	0	0,0%	88	100,0%
Technical Dimension	88	100,0%	0	0,0%	88	100,0%
Teacher opportunities	88	100,0%	0	0,0%	88	100,0%
Opportunities for participants	88	100,0%	0	0,0%	88	100,0%
Pedagogical dimension	88	100,0%	0	0,0%	88	100,0%
Automated functions	88	100,0%	0	0,0%	88	100,0%

**Descriptives**

		Statistic	Std. Error	
Gender	Mean	1,4773	,05355	
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound Upper Bound	1,3708 1,5837	
	5% Trimmed Mean	1,4747		
	Median	1,0000		
	Variance	,252		
	Std. Deviation	,50235		
	Minimum	1,00		
	Maximum	2,00		
	Range	1,00		
	Interquartile Range	1,00		
	Skewness	,093	,257	
	Kurtosis	-2,038	,508	
	Technical Dimension	Mean	2,3182	,14233
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound Upper Bound	2,0353 2,6011
5% Trimmed Mean		2,2424		
Median		2,0000		
Variance		1,783		
Std. Deviation		1,33516		
Minimum		1,00		
Maximum		5,00		
Range		4,00		
Interquartile Range		2,00		
Skewness		,697	,257	
Kurtosis		-,652	,508	
Teacher opportunities		Mean	2,3295	,13878
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound Upper Bound	2,0537 2,6054
	5% Trimmed Mean	2,2551		
	Median	2,0000		
	Variance	1,695		
	Std. Deviation	1,30183		
	Minimum	1,00		
	Maximum	5,00		
	Range	4,00		
	Interquartile Range	2,00		
	Skewness	,608	,257	

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΝΙΚΑΡΟΥ

	Kurtosis		-,870	,508
Opportunities for participants	Mean		2,6136	,15623
	95% Confidence Interval for	Lower Bound	2,3031	
	Mean	Upper Bound	2,9242	
	5% Trimmed Mean		2,5707	
	Median		2,0000	
	Variance		2,148	
	Std. Deviation		1,46556	
	Minimum		1,00	
	Maximum		5,00	
	Range		4,00	
	Interquartile Range		3,00	
	Skewness		,387	,257
	Kurtosis		-1,251	,508
	Pedagogical dimension	Mean		2,2045
95% Confidence Interval for		Lower Bound	1,9187	
Mean		Upper Bound	2,4904	
5% Trimmed Mean			2,1162	
Median			2,0000	
Variance			1,820	
Std. Deviation			1,34898	
Minimum			1,00	
Maximum			5,00	
Range			4,00	
Interquartile Range			2,00	
Skewness			,853	,257
Kurtosis			-,561	,508
Automated functions		Mean		2,2386
	95% Confidence Interval for	Lower Bound	1,9567	
	Mean	Upper Bound	2,5205	
	5% Trimmed Mean		2,1540	
	Median		2,0000	
	Variance		1,770	
	Std. Deviation		1,33041	
	Minimum		1,00	
	Maximum		5,00	
	Range		4,00	
	Interquartile Range		2,00	
	Skewness		,837	,257
	Kurtosis		-,441	,508



M-Estimators<sup>a</sup>

	Huber's M-Estimator <sup>b</sup>	Tukey's Biweight <sup>c</sup>	Hampel's M-Estimator <sup>d</sup>	Andrews' Wave <sup>e</sup>
Gender	.	.	.	.
Technical Dimension	2,1092	2,1188	2,1951	2,1204
Teacher opportunities	2,1355	2,1649	2,2471	2,1658
Opportunities for participants	2,3716	2,4365	2,4827	2,4385
Pedagogical dimension	1,9636	1,9578	2,0605	1,9591
Automated functions	2,0195	2,0072	2,0997	2,0083

- a. Some M-Estimators cannot be computed because of the highly centralized distribution around the median.
- b. The weighting constant is 1,339.
- c. The weighting constant is 4,685.
- d. The weighting constants are 1,700, 3,400, and 8,500
- e. The weighting constant is  $1,340 \cdot \pi$ .

Percentiles

		Percentiles						
		5	10	25	50	75	90	95
Weighted Average(Definition 1)	Gender	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	2,0000	2,0000	2,0000
	Technical Dimension	1,0000	1,0000	1,0000	2,0000	3,0000	5,0000	5,0000
	Teacher opportunities	1,0000	1,0000	1,0000	2,0000	3,0000	4,0000	5,0000
	Opportunities for participants	1,0000	1,0000	1,0000	2,0000	4,0000	5,0000	5,0000
	Pedagogical dimension	1,0000	1,0000	1,0000	2,0000	3,0000	4,1000	5,0000
	Automated functions	1,0000	1,0000	1,0000	2,0000	3,0000	5,0000	5,0000
	Tukey's Hinges	Gender			1,0000	1,0000	2,0000	
Technical Dimension				1,0000	2,0000	3,0000		
Teacher opportunities				1,0000	2,0000	3,0000		
Opportunities for participants				1,0000	2,0000	4,0000		
Pedagogical dimension				1,0000	2,0000	3,0000		
Automated functions				1,0000	2,0000	3,0000		

Extreme Values

			Case Number	Value
Gender	Highest	1	2	2,00
		2	4	2,00
		3	5	2,00
		4	6	2,00
		5	8	2,00 <sup>a</sup>
	Lowest	1	87	1,00
		2	86	1,00
		3	85	1,00
		4	83	1,00
		5	81	1,00 <sup>b</sup>
Technical Dimension	Highest	1	14	5,00
		2	17	5,00
		3	18	5,00
		4	26	5,00
		5	27	5,00 <sup>c</sup>
	Lowest	1	86	1,00
		2	83	1,00
		3	79	1,00
		4	78	1,00
		5	69	1,00 <sup>b</sup>
Teacher opportunities	Highest	1	5	5,00
		2	21	5,00
		3	32	5,00
		4	52	5,00
		5	81	5,00 <sup>c</sup>
	Lowest	1	84	1,00
		2	77	1,00
		3	73	1,00
		4	71	1,00
		5	69	1,00 <sup>b</sup>
Opportunities for participants	Highest	1	3	5,00
		2	4	5,00
		3	8	5,00
		4	15	5,00
		5	33	5,00 <sup>c</sup>
	Lowest	1	87	1,00

		2	81	1,00
		3	79	1,00
		4	77	1,00
		5	75	1,00 <sup>b</sup>
Pedagogical dimension	Highest	1	4	5,00
		2	19	5,00
		3	30	5,00
		4	35	5,00
		5	52	5,00 <sup>c</sup>
	Lowest	1	87	1,00
		2	86	1,00
		3	85	1,00
		4	83	1,00
		5	81	1,00 <sup>b</sup>
Automated functions	Highest	1	2	5,00
		2	12	5,00
		3	20	5,00
		4	25	5,00
		5	39	5,00 <sup>c</sup>
	Lowest	1	86	1,00
		2	85	1,00
		3	84	1,00
		4	83	1,00
		5	81	1,00 <sup>b</sup>

a. Only a partial list of cases with the value 2,00 are shown in the table of upper extremes.

b. Only a partial list of cases with the value 1,00 are shown in the table of lower extremes.

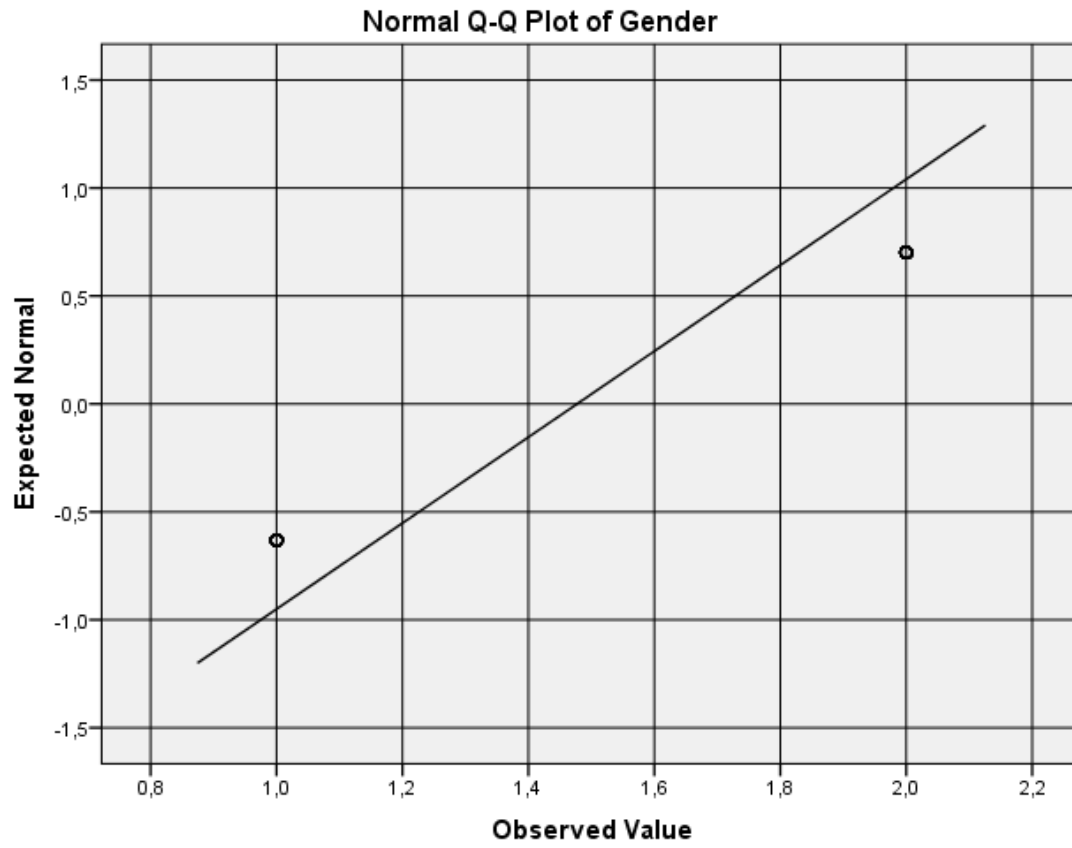
c. Only a partial list of cases with the value 5,00 are shown in the table of upper extremes.

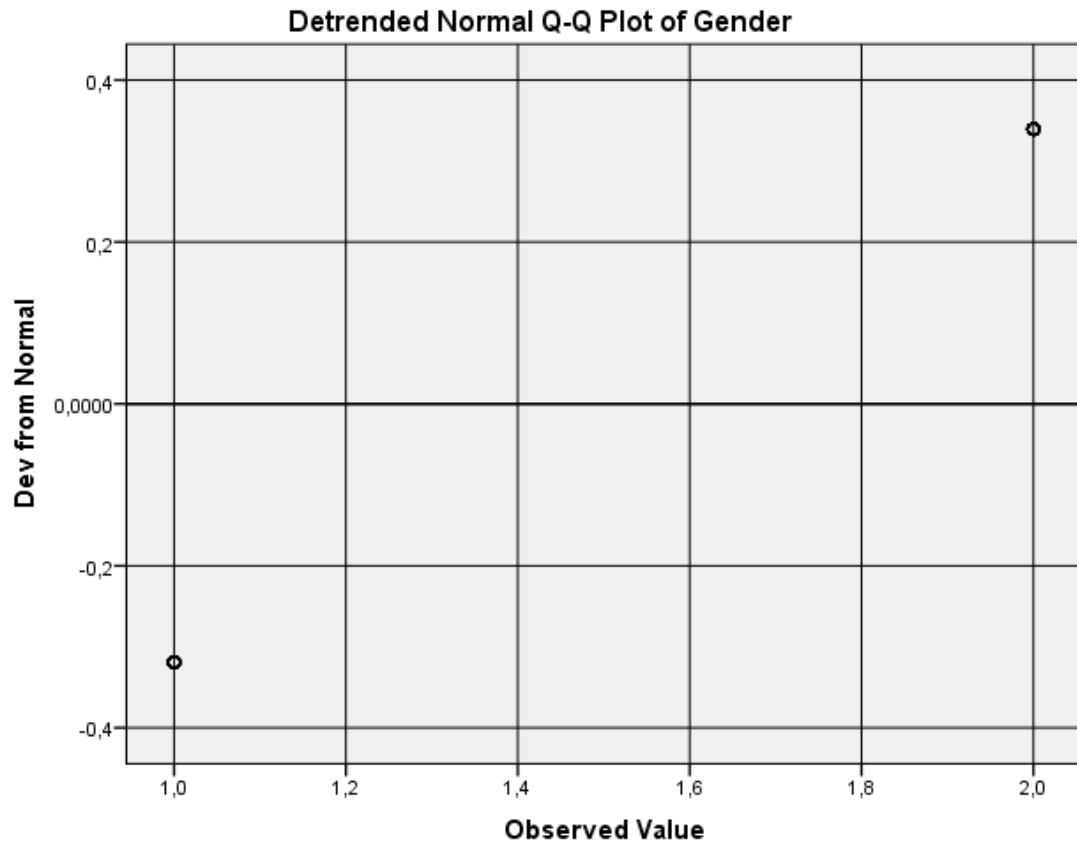
**Tests of Normality**

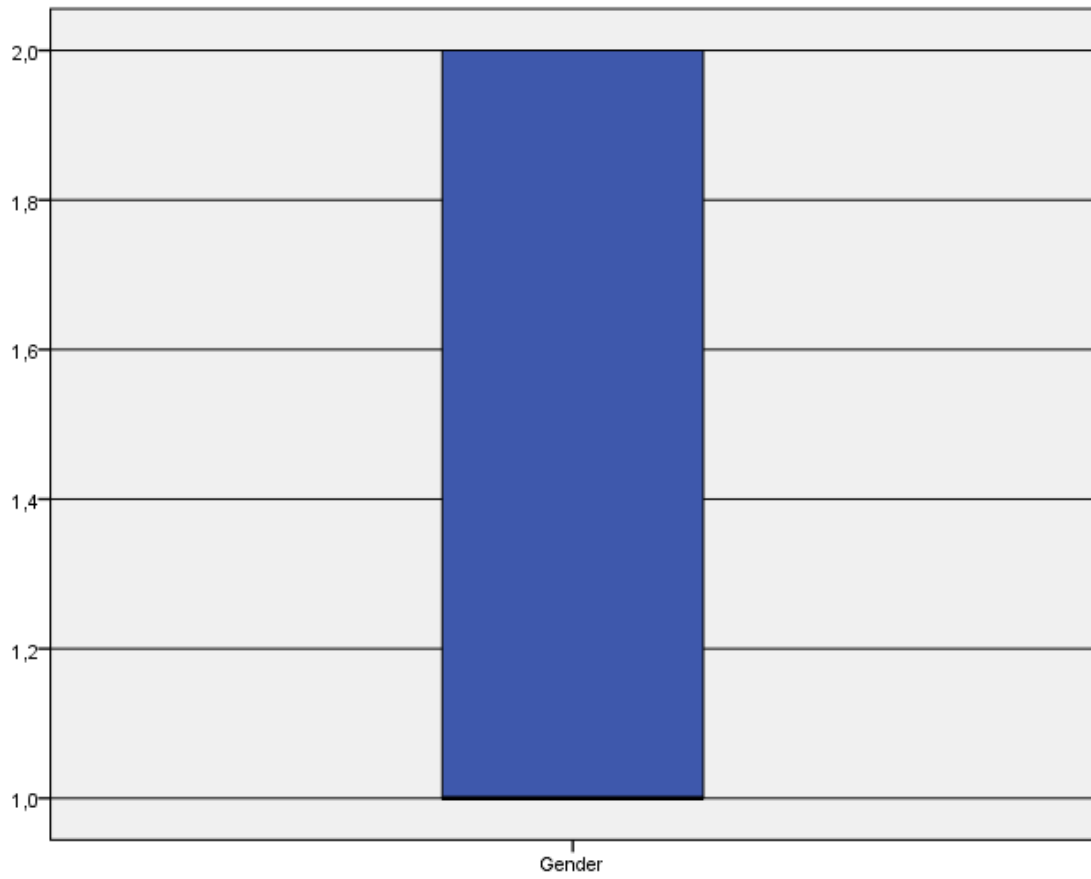
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Gender	,352	88	,000	,636	88	,000
Technical Dimension	,213	88	,000	,841	88	,000
Teacher opportunities	,225	88	,000	,848	88	,000
Opportunities for participants	,196	88	,000	,855	88	,000
Pedagogical dimension	,242	88	,000	,806	88	,000
Automated functions	,222	88	,000	,822	88	,000

a. Lilliefors Significance Correction



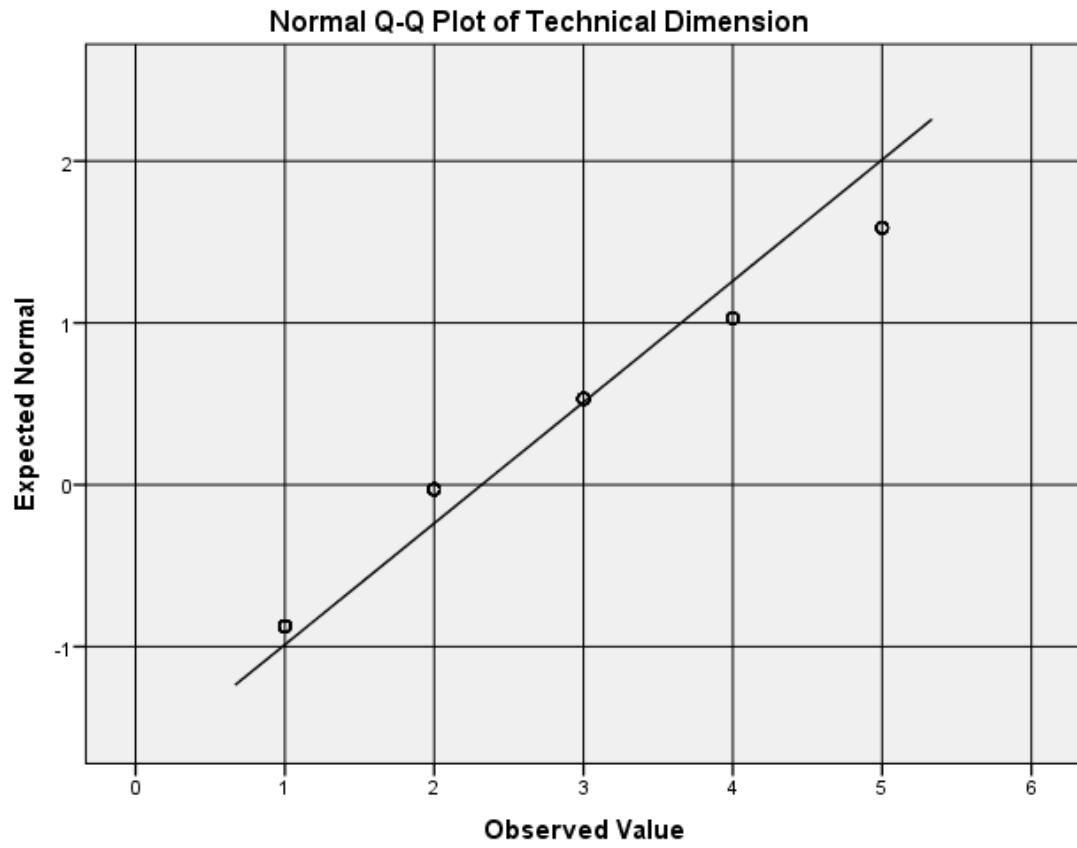


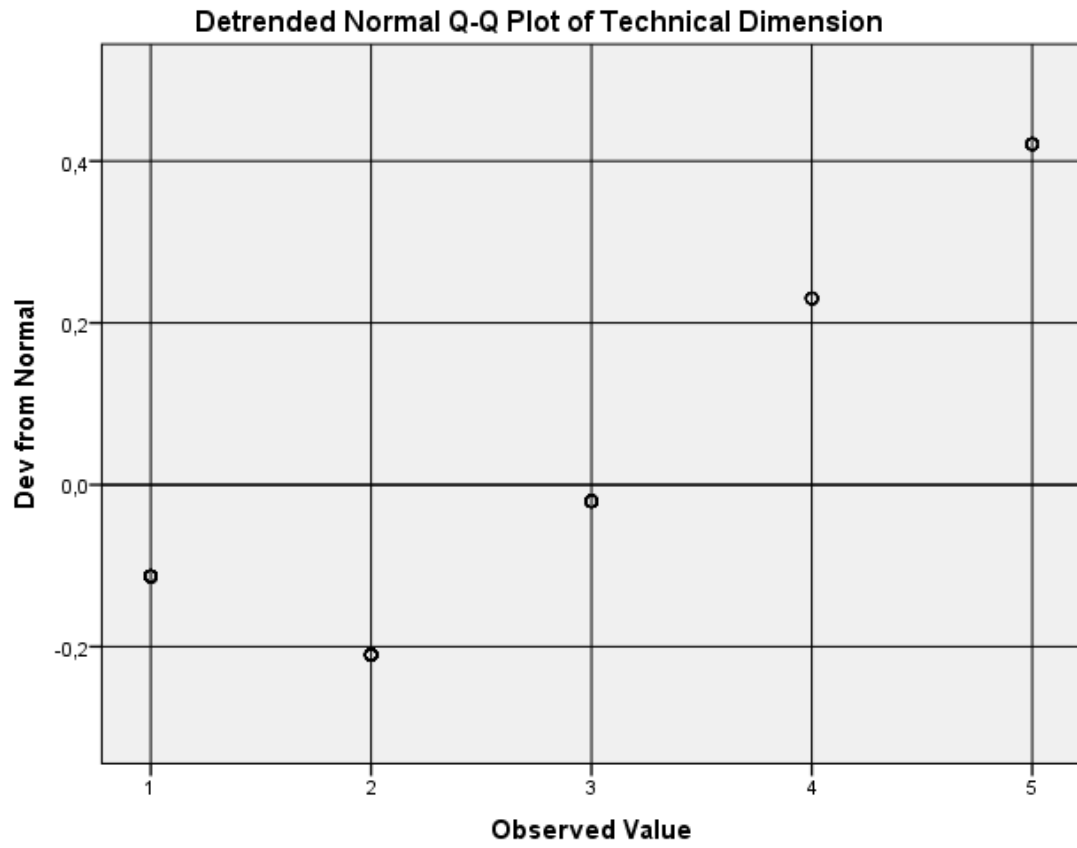


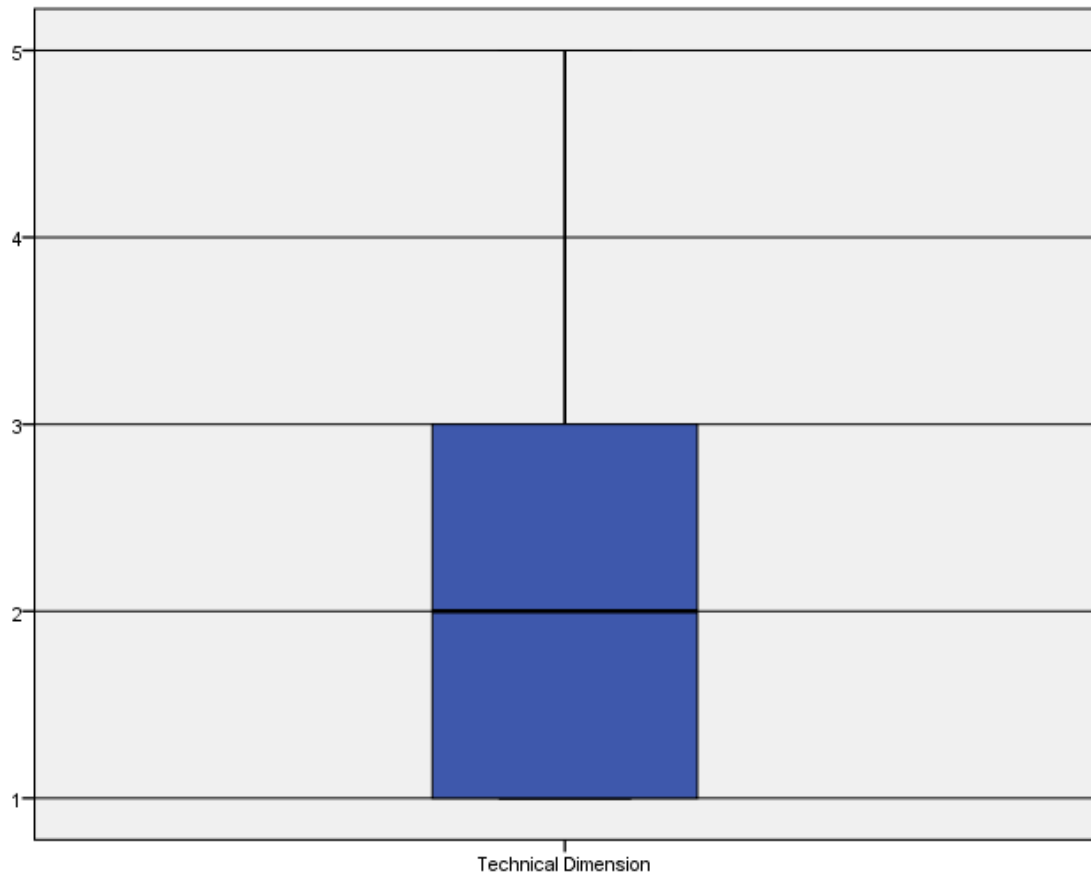




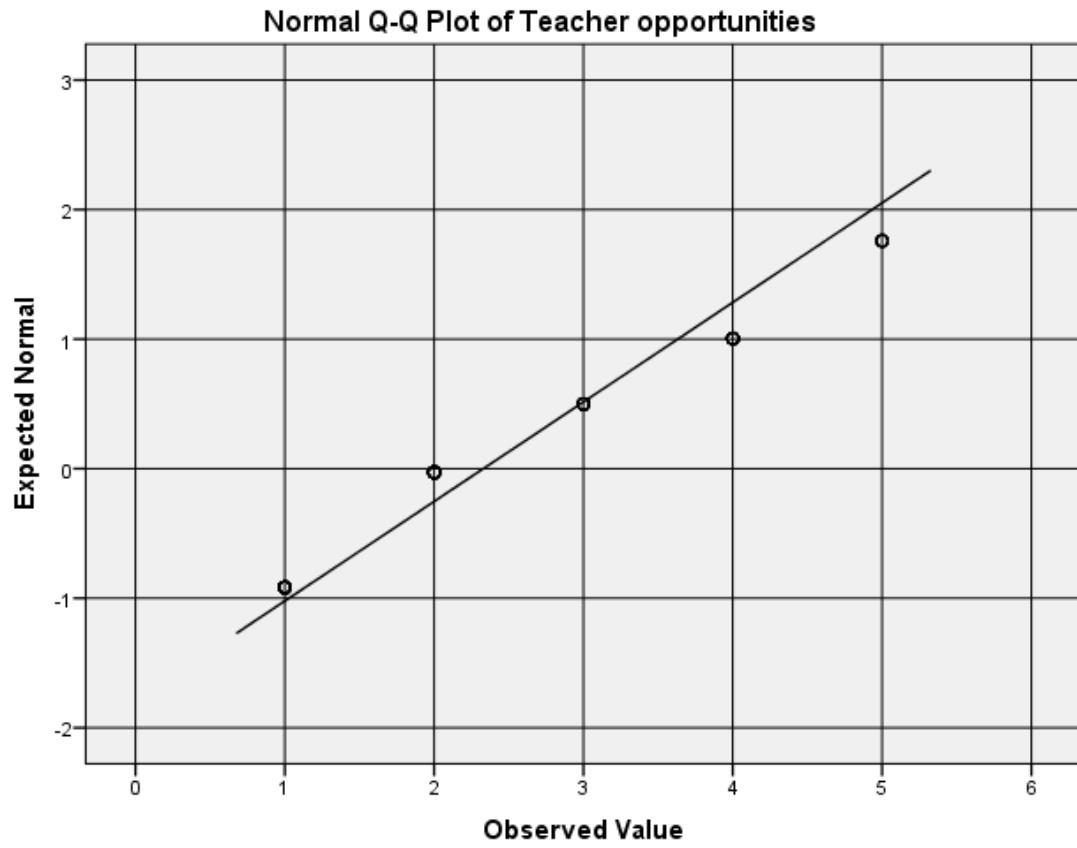


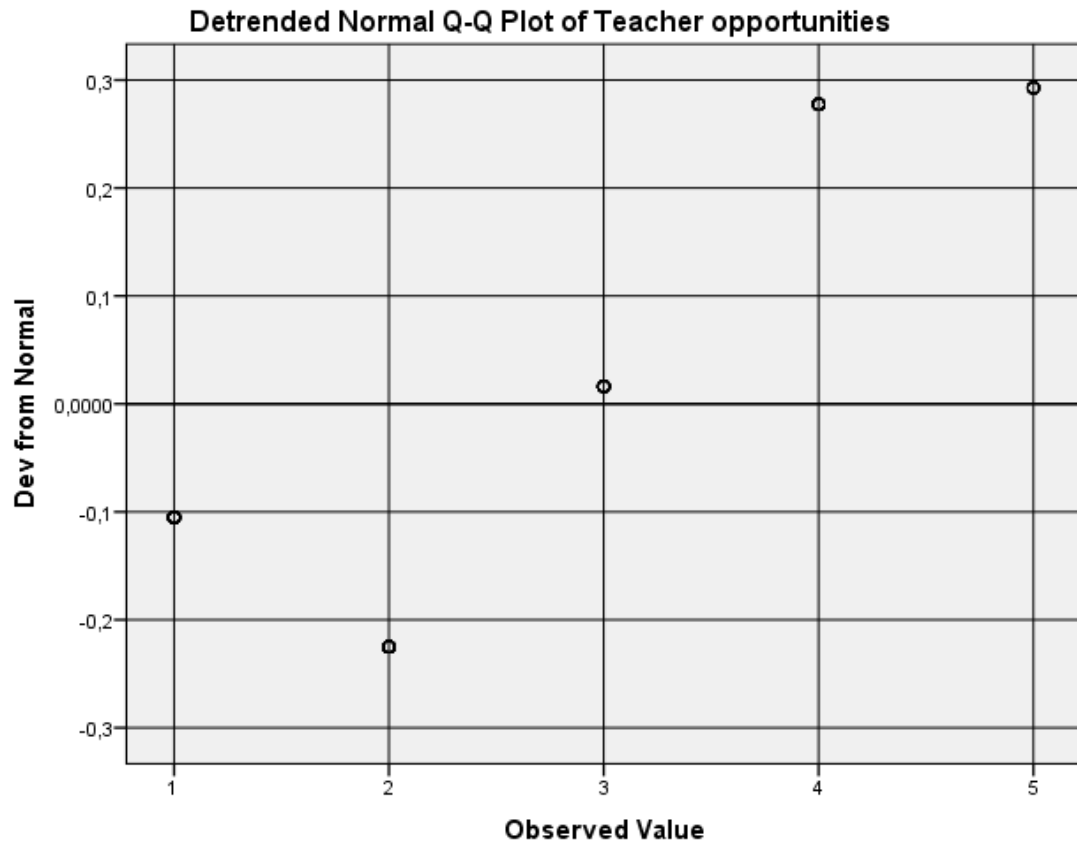


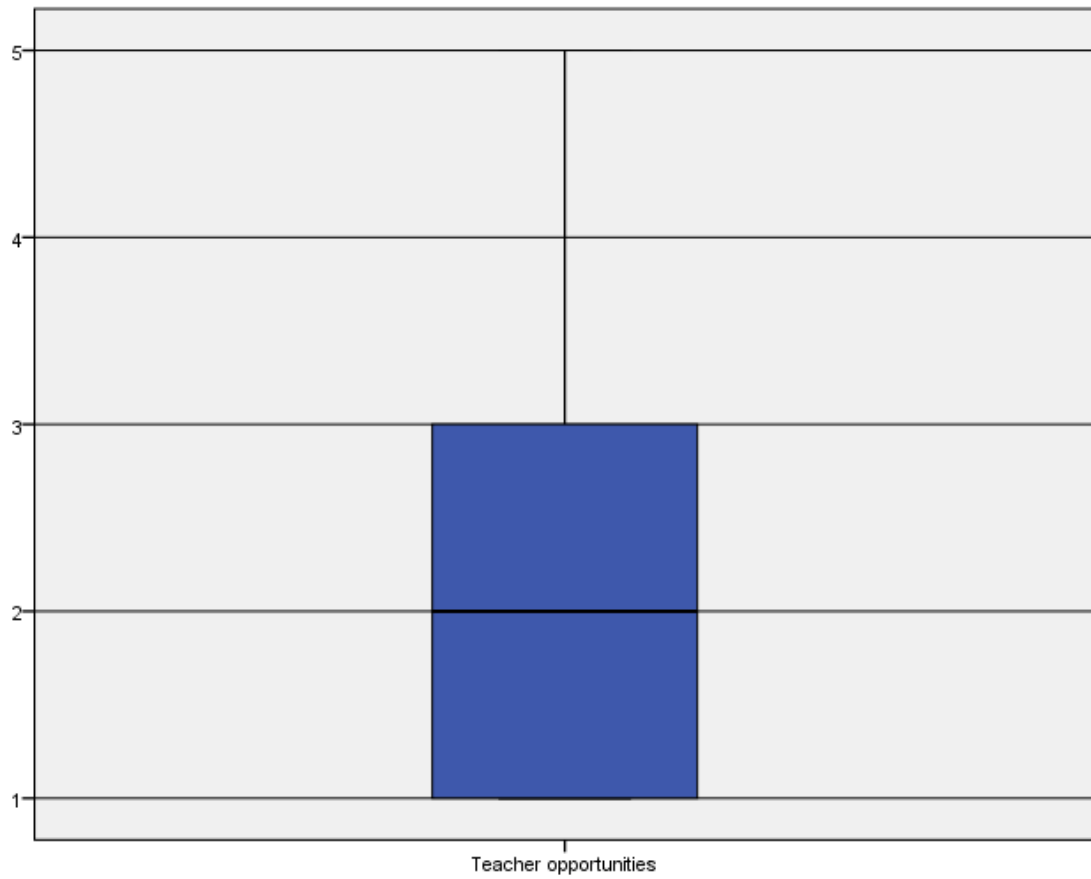






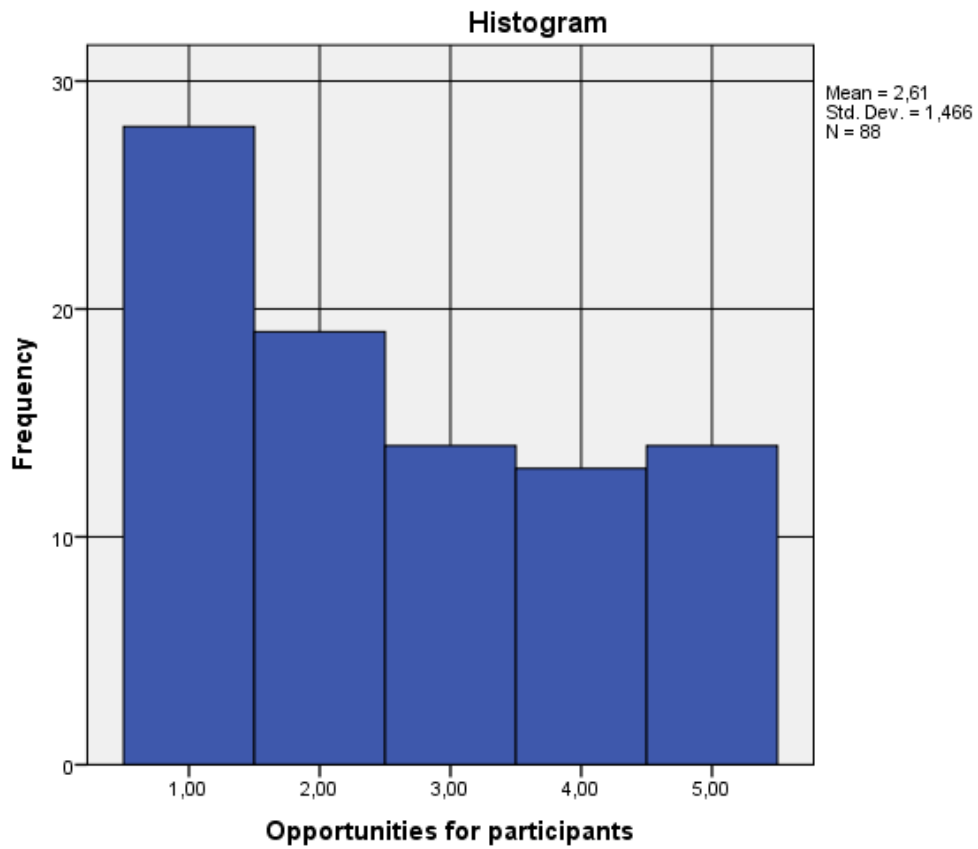








Opportunities for participants



Opportunities for participants Stem-and-Leaf Plot

Frequency	Stem & Leaf
28,00	1 . 00000000000000000000000000000000
,00	1 .
19,00	2 . 00000000000000000000
,00	2 .
14,00	3 . 0000000000000000
,00	3 .
13,00	4 . 0000000000000000
,00	4 .
14,00	5 . 0000000000000000

Stem width: 1,00  
Each leaf: 1 case(s)

