



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΚΑΙ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ**

Πτυχιακή Εργασία

Τίτλος Εργασίας	Πτυχιακής	Τίτλος : Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS Title : Development of a user-centric application for finding fitness clubs using the K-Means algorithm and the TOPSIS method.
Ονοματεπώνυμο Φοιτητή		Σταμάτιος Κοκινόπουλος
Πατρώνυμο		Ιωάννης
Αριθμός Μητρώου		Π21059
Επιβλέπων		Κωνσταντίνα Χρυσafiάδη, Επίκουρη Καθηγήτρια

Ημερομηνία παράδοσης **Σεπτέμβριος 2026**

Copyright ©

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κα. Χρυσafiάδη Κωνσταντίνα για την πολύτιμη καθοδήγησή , τις χρήσιμες παρατηρήσεις και την στήριξη που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας .

Ακόμη , ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για την αγάπη, την υπομονή και την ενθάρρυνση που μου έδειξαν σε κάθε στάδιο των σπουδών μου.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές του τμήματος που με δίδαξαν στη διάρκεια των σπουδών μου, καθώς ο καθένας με τον τρόπο του συνέβαλε στη διαμόρφωση των γνώσεων και δεξιοτήτων που απέκτησα όλα αυτά τα χρόνια .

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εστιάζει στον σχεδιασμό και την ανάπτυξη μιας web εφαρμογής με τίτλο «Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη». Η εφαρμογή αποσκοπεί στην παραγωγή προσωποποιημένων συστάσεων αναφορικά με τα γυμναστήρια, λαμβάνοντας υπόψη τις προτιμήσεις και τις ανάγκες του κάθε χρήστη (user). Η εφαρμογή εκτός από τους απλούς χρήστες απευθύνεται και στον διαχειριστή (admin) της εφαρμογής ο οποίος είναι υπεύθυνος για την παρακολούθηση του συστήματος, τη διαχείριση τόσο των χρηστών όσο και των γυμναστηρίων και την εξαγωγή στατιστικών στοιχείων.

Η αρχιτεκτονική της εφαρμογής χρησιμοποιεί τη γλώσσα προγραμματισμού Java, τεχνολογίες JSP και Servlet για το περιβάλλον του διαδικτυακού συστήματος, Apache Tomcat ως web server αλλά και MySQL για την αποθήκευση και διαχείριση των δεδομένων. Οι χρήστες έχουν δυνατότητες κράτησης, διαχείρισης των προσωπικών τους δεδομένων, αναζήτησης γυμναστηρίων, πραγματοποίησης κρατήσεων σε διαθέσιμες ώρες προπόνησης και παρακολούθησης του ιστορικού των κρατήσεών τους. Παράλληλα, ο διαχειριστής του συστήματος έχει πρόσβαση σε στατιστικά στοιχεία, δυνατότητες διαχείρισης χρηστών και γυμναστηρίων και την παρακολούθηση της συνολικής δραστηριότητας της εφαρμογής.

Η καινοτομία της web εφαρμογής «SmartGymNaut» έγκειται στη αξιοποίηση τεχνικών εξόρυξης δεδομένων και πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων. Πιο αναλυτικά, χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος K-MEANS για την ομαδοποίηση των χρηστών με βάση τις προτιμήσεις τους καθώς επίσης και η μέθοδος TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), για την αξιολόγηση και κατάταξη διαθέσιμων γυμναστηρίων σύμφωνα με τις προτιμήσεις των χρηστών. Έτσι η εφαρμογή επιτυγχάνει την παροχή εξατομικευμένων προτάσεων, βελτιώνοντας της εμπειρία και την διαδικασία επιλογής του καταλληλότερου γυμναστηρίου με βάση το profile του εκάστοτε χρήστη.

Λέξεις κλειδιά: Java, JSP, Servlet, Apache Tomcat, MySQL, K-MEANS, TOPSIS, εξόρυξη δεδομένων, Λήψη αποφάσεων, Εξατομικευμένες προτάσεις

Abstract

The present thesis focuses on the design and development of a web application entitled "Development of a user-centric application for discovering fitness clubs". The application aims to generate personalized recommendations regarding fitness centers, taking into account the individual preferences and needs of each user. Beyond end-users, the platform additionally targets the system administrator (admin), who is responsible for system monitoring, user and fitness center management and the extraction of statistical data.

The architecture of the applications is based on the Java programming language, utilizing JSP (JavaServer Pages) and Servlet technologies for the web environment, Apache Tomcat as the web server, and MySQL for data storage and management. Users are provided with functionalities for registration, personal data management, fitness center search, booking sessions during available training hours, and tracking their reservation history. Concurrently, the system administrator has access to statistical insights, user and fitness center management capabilities, and overall platform activity monitoring.

The innovation of the web application, "SmartGymNaut", lies in the combination of data mining techniques and multi-criteria decision-making methodologies. More specifically, the K-MEANS unsupervised learning algorithm is deployed to cluster users based on their preferences, while the TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) method is applied to evaluate and rank the available fitness centers according to user requirements. Through this hybrid approach, the application delivers highly tailored recommendations, optimizing the user experience and the decision-making process for selecting the most suitable fitness center based on each individual's profile.

Keywords: Java, JSP, Servlet, Apache Tomcat, MySQL, K-MEANS, TOPSIS, Data Mining, Decision Making, Personalized Recommendations

Περιεχόμενα

Copyright ©	2
Ευχαριστίες.....	3
Περίληψη	4
Abstract	4
Περιεχόμενα	5
Πίνακας εικόνων	7
1. Στόχοι.....	8
2. Περιγραφή του προβλήματος.....	10
3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	10
3.1 Web Applications στον χώρο της άσκησης	10
3.2 Smart & Intelligent Applications.....	11
3.3 Μηχανική μάθηση και ο αλγόριθμος K-Means	12
3.4 Η μέθοδος TOPSIS.....	13
3.5 Personalization & Adaptive Systems.....	14
3.6 User Interface, User Experience and Human-Computer Interaction.....	15
4. Παρόμοιες εφαρμογές	16
4.1 ClassPass	16
4.2 TrainAway	17
4.3 Σύγκριση με SmartGymNaut	18
4.4 Πίνακας Σύγκρισης	18
5. Σύντομη περιγραφή του προβλήματος και του λογισμικού	19
6. Ανάλυση Απαιτήσεων	19
6.1 Ρόλοι	19
6.2 Πίνακας Δικαιωμάτων (RBAC).....	20
6.3 Λειτουργικές απαιτήσεις.....	21
6.3.1 Χρήστες (users)	21
6.3.2 Διαχειριστής (administrator)	21
6.4 Διάγραμμα Use Case.....	21
6.5 Μη λειτουργικές απαιτήσεις	22
6.6 Περιορισμοί.....	22
6.7 Απαιτήσεις εγκατάστασης/χρήσης	22
7. Σχεδιασμός.....	23
7.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος	23
7.2 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν.....	24
7.3 Σχεδίαση Βάσης Δεδομένων	24

7.4 Υλοποίηση βασικών εργασιών	26
7.4.1 Είσοδος / Εγγραφή	27
7.4.2 Επεξεργασία προφίλ	29
7.4.3 Αναζήτηση Γυμναστηρίων	30
7.4.4 Κατάταξη μέσω TOPSIS	31
7.4.5 Κράτηση Διαθέσιμης ώρας	32
7.4.6 Διαγραφή χρηστών	33
7.4.7 Διαχείριση Γυμναστηρίων	34
7.4.8 Ομαδοποίηση χρηστών με K-Means	35
7.5 Αλγόριθμοι της εφαρμογής	35
7.5.1 TOPSIS	35
7.5.2 K-Means	41
8. Παράδειγμα χρήσης	46
8.1 Παράδειγμα χρήσης από χρήστες – users	46
8.1.1 Παράδειγμα από τον χρήστη George (Weight Loss)	46
8.1.2 Παράδειγμα από τον χρήστη Vaggelis (Flexibility)	49
8.1.3 Παράδειγμα από τον χρήστη Aggelos (Muscle Gain)	52
8.1.4 Συγκριτική αξιολόγηση των παραδειγμάτων χρήσης	54
9. Εγχειρίδιο Χρήσης	54
9.1 Είσοδος στην πλατφόρμα	54
9.1.1 Σύνδεση	55
9.1.2 Δημιουργία νέου λογαριασμού	56
9.2 Ρόλος : Χρήστης (User)	59
9.2.1 Dashboard Χρήστη	59
9.2.2 Προβολή προφίλ	59
9.2.3 Αναζήτηση γυμναστηρίων	60
9.2.4 Smart Nearby (TOPSIS)	61
9.2.5 Κράτηση γυμναστηρίου	62
9.2.6 Διαχείριση Κρατήσεων	64
9.3 Ρόλος : Διαχειριστής (Admin)	65
9.3.1 Είσοδος στην πλατφόρμα	65
9.3.2 Dashboard Διαχειριστή	66
9.3.3 Στατιστικά της εφαρμογής	67
9.3.4 Προβολή και διαγραφή χρηστών	67
9.3.5 Ομαδοποίηση χρηστών (K-Means)	69
9.3.6 Εξαγωγή στοιχείων	72
9.3.7 Διαχείριση Γυμναστηρίων	74
9.4 Ρόλος : Επισκέπτης (Guest)	77
9.4.1 Πλοήγηση στην πλατφόρμα	77
9.5 Χρήσιμες συμβουλές	79

Πτυχιακή εργασία	Σταμάτιος Κοκιόπουλος
9.6 Συχνά ζητήματα & Επίλυση	80
10. Οφέλη	80
10.1 Οφέλη για τους χρήστες	80
10.2 Οφέλη για τον διαχειριστή.....	80
11. Συμπεράσματα	81
11.1 Σύνοψη	81
11.2 Προβλήματα και περιορισμοί	81
11.3 Μελλοντικές επεκτάσεις	82
12. Βιβλιογραφικές Πηγές	82

Πίνακας εικόνων

Εικόνα 1 : ClassPass	17
Εικόνα 2 : TrainAway.....	18
Εικόνα 3 : Use Case Diagram για τις λειτουργίες των 2 ρόλων	22
Εικόνα 4 : Διάγραμμα αρχιτεκτονικής	24
Εικόνα 5 : Class Diagram από το MySQL Workbench.....	26
Εικόνα 6 : Activity Diagram εγγραφής και εισόδου.....	27
Εικόνα 7 : Activity Diagram επεξεργασίας προφίλ χρήστη	29
Εικόνα 8 : Activity Diagram Αναζήτησης γυμναστηρίου	30
Εικόνα 9 : Activity Diagram Κατάταξης με την χρήση TOPSIS	31
Εικόνα 10 : Activity Diagram Κράτησης διαθέσιμης ώρας	32
Εικόνα 11 : Activity Diagram Διαγραφής χρήστη	33
Εικόνα 12 : Activity Diagram Διαχείριση γυμναστηρίων	34
Εικόνα 13 : Activity Diagram Ομαδοποίηση χρηστών με την χρήση K-Means	35
Εικόνα 14 : Διάγραμμα δραστηριοτήτων του αλγορίθμου TOPSIS.....	37
Εικόνα 15 : Διαθέσιμα γυμναστήρια πριν από την εφαρμογή της κατάταξης με τον αλγόριθμο TOPSIS.	38
Εικόνα 16 : Αποτελέσματα της λειτουργίας Smart Search μετά την εφαρμογή του αλγορίθμου TOPSIS.	40
Εικόνα 17 : Διάγραμμα δραστηριοτήτων (Activity Diagram) της διαδικασίας ομαδοποίησης χρηστών με τον αλγόριθμο K-Means.	43
Εικόνα 18 : Προφίλ του χρήστη George.....	47
Εικόνα 19 : Προβολή όλων των διαθέσιμων γυμναστηρίων της πόλης	47
Εικόνα 20 : Προβολή όλων των διαθέσιμων γυμναστηρίων της πόλης (2).....	48
Εικόνα 21 : προσωποποιημένη κατάταξη γυμναστηρίων με την χρήση του αλγορίθμου TOPSIS	49
Εικόνα 22 : Προφίλ του χρήστη – Vaggelis	50
Εικόνα 23 : Διαθέσιμα γυμναστήρια στην Πάτρα	50
Εικόνα 24 : Διαθέσιμα γυμναστήρια στην Πάτρα (2).....	51
Εικόνα 25 : Προσωποποιημένες προτάσεις γυμναστηρίων για τον χρήστη Vaggelis.....	51
Εικόνα 26 : Προφίλ Χρήστη - Aggelos	52
Εικόνα 27: Διαθέσιμα γυμναστήρια στην Θεσσαλονίκη	53
Εικόνα 28 : Προτάσεις γυμναστηρίων για τον χρήστη Aggelos	53
Εικόνα 29 : Αρχική σελίδα	54
Εικόνα 30 : Σελίδα σύνδεσης	55
Εικόνα 31 : Αποτυχία σύνδεσης χρήστη	56
Εικόνα 32 : Φόρμα δημιουργίας λογαριασμού	57
Εικόνα 33 : Ελλιπή εισαγωγή στοιχείων.....	58
Εικόνα 34 : Μήνυμα σφάλματος για μη έγκυρη μορφή κωδικού πρόσβασης.	58

Πτυχιακή εργασία	Σταμάτιος Κοκιοπούλος
Εικόνα 35 : Dashboard χρήστη	59
Εικόνα 36 : Προβολή προφίλ	60
Εικόνα 37 : Αναζήτηση γυμναστηρίων	61
Εικόνα 38 : Απενεργοποίηση κουμπιών κράτησης λόγω συμπλήρωσης του ορίου.	61
Εικόνα 39 : Ενεργοποίηση Smart Nearby (TOPSIS)	62
Εικόνα 40 : Καρτέλα γυμναστηρίου	62
Εικόνα 41 : Επιλογή Ημέρας	63
Εικόνα 42 : Επιλογή ώρας προπόνησης.....	63
Εικόνα 43 : Επιτυχία κράτησης	64
Εικόνα 44 : Όλες οι κρατήσεις	65
Εικόνα 45 : Ακύρωση κράτησης	65
Εικόνα 46 : Είσοδος διαχειριστή.....	66
Εικόνα 47 : Dashboard διαχειριστή	66
Εικόνα 48 : Σελίδα Στατιστικών	67
Εικόνα 49 : Προβολή χρηστών	68
Εικόνα 50 : Αναζήτηση χρήστη.....	68
Εικόνα 51 : Διαγραφή χρήστη	69
Εικόνα 52 : Ο χρήστης αφαιρέθηκε από την λίστα	69
Εικόνα 53 : Customer Segments.....	70
Εικόνα 54 : Αριθμός ομάδων	70
Εικόνα 55 : Οι χρήστες χωρίστηκαν σε 5 ομάδες.....	71
Εικόνα 56 : Εμφάνιση χρηστών.....	71
Εικόνα 57 : Γράφημα	72
Εικόνα 58 : Κουμπί CSV	72
Εικόνα 59 : Download excel	72
Εικόνα 60 : Excel με τους χρήστες	73
Εικόνα 61 : Κουμπί "Export Emails"	73
Εικόνα 62 : Εξαγωγή email χρηστών	74
Εικόνα 63 : Σελίδα Γυμναστηρίων	74
Εικόνα 64 : Αναζήτηση γυμναστηρίου	75
Εικόνα 65 : Στοιχεία γυμναστηρίου.....	75
Εικόνα 66 : Αλλαγές στοιχείων γυμναστηρίου	76
Εικόνα 67 : Φόρμα προσθήκης νέου γυμναστηρίου	76
Εικόνα 68 : Στοιχεία νέου γυμναστηρίου	76
Εικόνα 69 : Εμφάνιση γυμναστηρίου στην λίστα	77
Εικόνα 70 : Αρχική σελίδα επισκέπτη.....	78
Εικόνα 71 : Dropdown list Πόλεων	78
Εικόνα 72 : Αλλαγή πόλης και εμφάνιση των γυμναστηρίων	79
Εικόνα 73 : Δημιουργία λογαριασμό	79

1.Στόχοι

Η παρούσα πτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στην ανάπτυξη μιας διαδικτυακής εφαρμογής εύρεσης γυμναστηρίων με επίκεντρο τον χρήστη. Η εφαρμογή αξιοποιεί τεχνικές ομαδοποίησης (K-MEANS) και πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων (TOPSIS) με στόχο την παροχή βέλτιστων και εξατομικευμένων προτάσεων γυμναστηρίων. Μέσω της εργασίας επιδιώκεται η βελτίωση της διαδικασίας αναζήτησης και επιλογής του καταλληλότερου γυμναστηρίου με βάση τις ανάγκες, τις προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά κάθε χρήστη.

Οι βασικοί στόχοι της εφαρμογής είναι:

- Ανάπτυξη διαδικτυακής εφαρμογής για την αναζήτηση και επιλογή γυμναστηρίων.
- Δημιουργία συστήματος εγγραφής, σύνδεσης και διαχείρισης προφίλ χρηστών.
- Δυνατότητες αναζήτησης γυμναστηρίων με βάση την πόλη, τον στόχο προπόνησης.

- Ενσωμάτωση του αλγορίθμου K-MEANS για την ομαδοποίηση χρηστών με παρόμοια χαρακτηριστικά και προτιμήσεις.
- Ενσωμάτωση της μεθόδου πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων TOPSIS για την αξιολόγηση και κατάταξη των διαθέσιμων αλγορίθμων.
- Ανάπτυξη περιβάλλοντος διαχείρισης (Admin Panel) για την παρακολούθηση του συστήματος και δυνατότητα προσαρμογών των γυμναστηρίων και των χρηστών.
- Παροχή στατιστικών στοιχείων και αποτελεσμάτων ομαδοποίησης για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων από τον διαχειριστή.
- Βελτίωση της εμπειρίας χρήσης μέσω ενός φιλικού και εύχρηστου διαδικτυακού περιβάλλοντος τόσο για τον χρήστη όσο και για τον διαχειριστή.

2. Περιγραφή του προβλήματος

Η διαδικασία αναζήτησης και επιλογής ενός κατάλληλου γυμναστηρίου παρουσιάζει αρκετές δυσκολίες για πολλούς που προσπαθούν να εντάξουν την άσκηση στην καθημερινότητά τους. Η συνεχής αύξηση του αριθμού των διαθέσιμων γυμναστηρίων καθιστά πολλές φορές δύσκολη τη σύγκριση και την αξιολόγηση τους με βάση τις πραγματικές ανάγκες και προτιμήσεις του ατόμου. Οι περισσότερες και περιορισμένες πλατφόρμες αναζήτησης παρέχουν περιορισμένες δυνατότητες φιλτραρίσματος και δεν χρησιμοποιούν μεθόδους ανάλυσης δεδομένων για την παροχή εξατομικευμένων προτάσεων στους χρήστες με βάση τις προτιμήσεις τους.

Οι χρήστες συχνά καλούνται να επιλέξουν γυμναστήριο λαμβάνοντας υπόψη κριτήρια όπως η τοποθεσία, το κόστος, η διαθεσιμότητα, οι ώρες λειτουργίας, οι υπηρεσίες που προσφέρει το γυμναστήριο και οι συμβατότητα με τους στόχους του εκάστοτε χρήστη. Η σύγκριση και η αξιολόγηση των παραπάνω κριτηρίων μπορεί να φανεί πολύ χρονοβόρα και να οδηγήσει σε επιλογές «ανάγκης».

Από την πλευρά του διαχειριστή, η έλλειψη μηχανισμών ανάλυσης των δεδομένων και ομαδοποίηση των χρηστών δυσκολεύει την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων σχετικά με τις προτιμήσεις και τα συμφέροντα τους.

Για την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων δημιουργήθηκε η ανάγκη ανάπτυξης μιας σύγχρονης διαδικτυακής εφαρμογής εύρεσης γυμναστηρίων με επίκεντρο τα θέλω των χρηστών. Η εν λόγω εφαρμογή αξιοποιεί αλγορίθμους ομαδοποίησης χρηστών (αλγόριθμος K-MEANS) με παρόμοια χαρακτηριστικά καθώς και την μέθοδο TOPSIS με στόχο την αξιολόγηση και την κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων. Έτσι επιτυγχάνεται η παροχή πιο εξατομικευμένων και αξιόπιστων προτάσεων, βελτιώνοντας σημαντικά την εμπειρία των χρηστών και διευκολύνοντας τη διαδικασία επιλογής του καταλληλότερου γυμναστηρίου με βάση τα θέλω του χρήστη.

Κλείνοντας, στόχος είναι η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος που θα συμβάλει στη βελτίωση της διαδικασίας αναζήτησης και επιλογής γυμναστηρίων, προσφέροντας ευκολία και εξατομικευμένες προτάσεις στους χρήστες.

3. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

3.1 Web Applications στον χώρο της άσκησης

Οι διαδικτυακές (web-based) εφαρμογές στον χώρο της άσκησης και της φυσικής κατάστασης έχουν γνωρίσει σημαντική ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια, ακολουθώντας τη διαρκώς αυξανόμενη χρήση του διαδικτύου και των ψηφιακών υπηρεσιών. Οι παραδοσιακές ιστοσελίδες έχουν εξελιχθεί σε ολοκληρωμένες πλατφόρμες, οι οποίες δεν περιορίζονται μόνο στην προβολή πληροφοριών, αλλά παρέχουν λειτουργίες όπως αναζήτηση γυμναστηρίων, διαχείριση λογαριασμού, κρατήσεις προπονήσεων και εξατομικευμένες υπηρεσίες προς τους χρήστες. Παράλληλα, η εξέλιξη των web τεχνολογιών και των αρχιτεκτονικών ανάπτυξης έχει επιτρέψει τη δημιουργία περισσότερο διαδραστικών, ασφαλών και επεκτάσιμων εφαρμογών, οι οποίες ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις των χρηστών [1]-[3].

Σύγχρονες μελέτες δείχνουν ότι τα πληροφοριακά συστήματα διαχείρισης γυμναστηρίων (Gym Management Systems) αποτελούν πλέον βασικό εργαλείο για την αποτελεσματική οργάνωση των υπηρεσιών ενός γυμναστηρίου. Τα συστήματα αυτά ενσωματώνουν λειτουργίες όπως διαχείριση μελών, ηλεκτρονικές κρατήσεις μαθημάτων, διαχείριση προγραμμάτων, παρακολούθηση συνδρομών και παραγωγή στατιστικών στοιχείων, μειώνοντας σημαντικά τον χρόνο διαχείρισης και αυξάνοντας την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών [4]. Αντίστοιχα, νεότερες προσεγγίσεις προτείνουν ολοκληρωμένες διαδικτυακές πλατφόρμες που αυτοματοποιούν τη διαχείριση των χρηστών, των προπονητών και των κρατήσεων, προσφέροντας παράλληλα προσωποποιημένες λειτουργίες και μεγαλύτερη αλληλεπίδραση μεταξύ γυμναστηρίου και ασκούμενων [5].

Η σχεδίαση και η εμπειρία χρήστη (User Experience – UX) αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την επιτυχία μιας διαδικτυακής εφαρμογής. Ο Garrett [6] τονίζει ότι ο ανθρωποκεντρικός σχεδιασμός οργανώνει τις ανάγκες του χρήστη, τη λειτουργικότητα και την παρουσίαση της πληροφορίας σε ένα συνεκτικό περιβάλλον χρήσης. Έρευνες στον χώρο των fitness applications δείχνουν ότι χαρακτηριστικά όπως η ευχρηστία (usability), η εξατομίκευση (customization), η ασφάλεια των δεδομένων, η διαδραστικότητα και η σωστή οργάνωση της πληροφορίας επηρεάζουν σημαντικά την ικανοποίηση των χρηστών και την πρόθεσή τους να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή [7]. Παράλληλα, η ανάλυση των σχολίων των χρηστών σε δημοφιλείς εφαρμογές φυσικής άσκησης ανέδειξε ότι προβλήματα όπως η δύσκολη πλοήγηση, τα τεχνικά σφάλματα, η κακή σχεδίαση του περιβάλλοντος και η αναξιόπιστη λειτουργία μειώνουν σημαντικά την εμπιστοσύνη και τη συνολική εμπειρία χρήσης [8].

Επιπλέον, πρόσφατες έρευνες που συγκρίνουν δημοφιλείς εφαρμογές φυσικής κατάστασης, όπως οι Strava, Google Fit και Fitbit, καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι η επιτυχία μιας εφαρμογής δεν εξαρτάται μόνο από τον αριθμό των διαθέσιμων λειτουργιών, αλλά κυρίως από την ευκολία χρήσης, την αξιοπιστία των δεδομένων, την προσωποποίηση των υπηρεσιών και τη δυνατότητα συνεχούς αλληλεπίδρασης με τον χρήστη [9]. Αντίστοιχα, μελέτες που βασίζονται στην ανάλυση αξιολογήσεων χρηστών δείχνουν ότι η απλή πλοήγηση, η διαφάνεια των παρεχόμενων υπηρεσιών, η δυνατότητα προσαρμογής στις ανάγκες κάθε χρήστη και η δημιουργία μιας ενεργής κοινότητας αποτελούν βασικούς παράγοντες που αυξάνουν την ικανοποίηση και ενισχύουν τη μακροχρόνια χρήση των εφαρμογών φυσικής άσκησης [10].

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αξιοποιεί τα παραπάνω ερευνητικά δεδομένα για την ανάπτυξη της εφαρμογής «SmartGymNaut», μιας διαδικτυακής εφαρμογής εύρεσης γυμναστηρίων που στοχεύει στην αποτελεσματικότερη αναζήτηση και επιλογή αθλητικών εγκαταστάσεων. Η εφαρμογή επιτρέπει στους χρήστες να αναζητούν γυμναστήρια με βάση την περιοχή, τον στόχο άσκησης, την προτιμώμενη ώρα προπόνησης, το κόστος συνδρομής και τη διαθεσιμότητα τμημάτων, προσφέροντας περισσότερο στοχευμένα αποτελέσματα. Παράλληλα, ενσωματώνει σύγχρονες αρχές σχεδίασης διαδικτυακών εφαρμογών, δίνοντας έμφαση στην ευχρηστία, την εξατομίκευση και την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Σύγχρονες έρευνες στον χώρο της άθλησης δείχνουν ότι οι διαδικτυακές εφαρμογές εξελίσσονται πλέον σε έξυπνα συστήματα προτάσεων (fitness recommender systems), τα οποία αξιοποιούν τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις των χρηστών για την παροχή περισσότερο προσωποποιημένων υπηρεσιών και προτάσεων [11]–[14]. Παράλληλα, εφαρμογές εξατομίκευσης σε άλλους τομείς, όπως ο έξυπνος τουρισμός και η ανάλυση πολιτισμικού περιεχομένου, δείχνουν ότι παρόμοιες τεχνικές μπορούν να αξιοποιηθούν για προσωποποιημένες υπηρεσίες και υποστήριξη αποφάσεων [15]–[16]. Ακολουθώντας την ίδια φιλοσοφία, το SmartGymNaut αξιοποιεί τον αλγόριθμο TOPSIS για την πολυκριτηριακή κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων και τον αλγόριθμο K-Means για την ομαδοποίηση χρηστών με παρόμοια χαρακτηριστικά. Με τον τρόπο αυτό, η εφαρμογή δεν περιορίζεται στην απλή αναζήτηση γυμναστηρίων, αλλά λειτουργεί ως ένα έξυπνο σύστημα υποστήριξης της επιλογής του καταλληλότερου γυμναστηρίου, προσφέροντας περισσότερο αντικειμενικές και εξατομικευμένες προτάσεις σύμφωνα με τις ανάγκες κάθε χρήστη [4]–[5], [7], [11]–[13], [15].

3.2 Smart & Intelligent Applications

Οι έξυπνες εφαρμογές (Smart & Intelligent Applications) αποτελούν τη φυσική εξέλιξη των σύγχρονων πληροφοριακών συστημάτων, καθώς αξιοποιούν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης, ανάλυσης δεδομένων και αυτοματοποίησης, με στόχο την παροχή πιο αποδοτικών και εξατομικευμένων υπηρεσιών στους χρήστες. Σε αντίθεση με τις συμβατικές εφαρμογές, μπορούν να επεξεργάζονται δεδομένα, να αναγνωρίζουν πρότυπα και να υποστηρίζουν τη λήψη αποφάσεων, προσφέροντας λειτουργίες που προσαρμόζονται στις ανάγκες κάθε χρήστη [11]–[13], [15], [17]. Την παραπάνω φιλοσοφία ακολουθεί και η εφαρμογή SmartGymNaut, η οποία αξιοποιεί τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις του χρήστη, διευκολύνοντας την αναζήτηση και επιλογή του καταλληλότερου γυμναστηρίου.

Στον χώρο της άθλησης, οι έξυπνες εφαρμογές χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο για την αποτελεσματικότερη οργάνωση και διαχείριση των υπηρεσιών που προσφέρουν τα

γυμναστήρια. Σύγχρονες μελέτες παρουσιάζουν ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα που αυτοματοποιούν λειτουργίες όπως η διαχείριση μελών, οι κρατήσεις μαθημάτων, οι ηλεκτρονικές πληρωμές και η παραγωγή στατιστικών αναφορών, συμβάλλοντας στη βελτίωση της οργάνωσης και της εμπειρίας των χρηστών [4]. Αντίστοιχα, το GYM-Dash αποτελεί μια ολοκληρωμένη διαδικτυακή πλατφόρμα που συγκεντρώνει όλες τις βασικές λειτουργίες ενός γυμναστηρίου σε ένα ενιαίο περιβάλλον, αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης και την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών [5]. Παρότι το SmartGymNaut δεν αποτελεί σύστημα διαχείρισης ενός μόνο γυμναστηρίου, υιοθετεί την ίδια φιλοσοφία, επιτρέποντας στους χρήστες να αναζητούν, να συγκρίνουν και να επιλέγουν γυμναστήρια μέσα από μία ενιαία διαδικτυακή πλατφόρμα, με βάση συγκεκριμένα κριτήρια και προσωπικές προτιμήσεις.

Παράλληλα, η συνεχής εξέλιξη των έξυπνων εφαρμογών έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη συστημάτων που αξιοποιούν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης και προηγμένους αλγορίθμους για την παροχή εξατομικευμένων υπηρεσιών. Σύγχρονες μελέτες παρουσιάζουν εφαρμογές που αναλύουν τα χαρακτηριστικά, τις προτιμήσεις και τη συμπεριφορά των χρηστών, ώστε να δημιουργούν περισσότερο στοχευμένες προτάσεις φυσικής άσκησης και να υποστηρίζουν αποτελεσματικότερα τη διαδικασία λήψης αποφάσεων [11]–[13], [18]. Επιπλέον, η αξιοποίηση μοντέλων πρόβλεψης και σύγχρονων αλγορίθμων βελτιώνει την ακρίβεια των προτεινόμενων λύσεων και συμβάλλει στη δημιουργία μιας περισσότερο προσωποποιημένης εμπειρίας χρήσης [14]–[15], [19]–[20]. Ακολουθώντας την ίδια φιλοσοφία, το SmartGymNaut αξιοποιεί τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις των χρηστών, εφαρμόζοντας τους αλγορίθμους K-Means και TOPSIS, ώστε να προτείνει τα καταλληλότερα γυμναστήρια σύμφωνα με πολλαπλά κριτήρια επιλογής.

Η ίδια λογική εμφανίζεται και σε ευφυή συστήματα άλλων πεδίων. Οι Chrysafiadi και Tsichrintzi [21] παρουσιάζουν ένα ευφυές σύστημα παραγωγής ειδοποιήσεων έκτακτης ανάγκης για άτομα με προβλήματα επεισοδιακής μνήμης, ενώ οι Alonistioti et al. [22] εξετάζουν απαιτήσεις για προσωποποίηση ειδοποιήσεων πυρκαγιάς με χρήση ασαφούς λογικής. Επιπλέον, οι Chrysafiadi, Tsichrintzi και Sakkoopoulos [23] προτείνουν ένα έξυπνο σύστημα πρόληψης κινδύνων σε περιβάλλον έξυπνου σπιτιού, δείχνοντας ότι οι ευφυείς τεχνικές μπορούν να υποστηρίξουν αποφάσεις και σε συστήματα ασφάλειας.

Σε εκπαιδευτικό και πολιτισμικό πλαίσιο, οι Virvou et al. [24] μελετούν την αξιοποίηση του ChatGPT σε περιβάλλον AI-empowered e-learning για πολιτιστική κληρονομιά. Οι παραπάνω εργασίες δείχνουν ότι οι έξυπνες εφαρμογές μπορούν να αξιοποιούν δεδομένα και τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης σε διαφορετικά πεδία, διατηρώντας ως κοινό στόχο την καλύτερη υποστήριξη του χρήστη.

Συνεπώς, οι έξυπνες εφαρμογές δεν περιορίζονται πλέον στην απλή παρουσίαση πληροφοριών, αλλά λειτουργούν ως συστήματα υποστήριξης αποφάσεων που αξιοποιούν δεδομένα και έξυπνους αλγορίθμους για την παροχή προσωποποιημένων υπηρεσιών. Η εφαρμογή SmartGymNaut ακολουθεί αυτή τη φιλοσοφία, καθώς συνδυάζει διαδικτυακές τεχνολογίες, ομαδοποίηση χρηστών και πολυκριτηριακή λήψη αποφάσεων, με στόχο να διευκολύνει την επιλογή του καταλληλότερου γυμναστηρίου σύμφωνα με τις προσωπικές ανάγκες και προτιμήσεις κάθε χρήστη [11], [13], [15], [25]–[26].

3.3 Μηχανική μάθηση και ο αλγόριθμος K-Means

Η μηχανική μάθηση (Machine learning) αποτελεί ένα από τους σημαντικότερους κλάδους της τεχνητής νοημοσύνης, καθώς επιτρέπει στα πληροφοριακά συστήματα να αναλύουν δεδομένα, να αναγνωρίζουν πρότυπα και να υποστηρίζουν τη διαδικασία λήψης αποφάσεων χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός για κάθε πιθανή περίπτωση. Ανάλογα με τον τρόπο εκπαίδευσης των αλγορίθμων, η Μηχανική Μάθηση διακρίνεται σε επιβλεπόμενη (Supervised Learning), μη επιβλεπόμενη (Unsupervised Learning) και ενισχυτική μάθηση (Reinforcement Learning). Η αξιοποίησή της έχει επεκταθεί σε πλήθος εφαρμογών, όπως τα συστήματα προτάσεων, η ανάλυση δεδομένων, η αναγνώριση προτύπων και οι έξυπνες διαδικτυακές εφαρμογές, συμβάλλοντας στην παροχή περισσότερο εξατομικευμένων υπηρεσιών και στη βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών.

Στο πλαίσιο της μη επιβλεπόμενης μάθησης, ιδιαίτερα σημαντική θέση κατέχουν οι τεχνικές ομαδοποίησης (clustering), οι οποίες χρησιμοποιούνται για τον διαχωρισμό δεδομένων σε ομάδες με κοινά χαρακτηριστικά, χωρίς να υπάρχουν προκαθορισμένες κατηγορίες. Η ομαδοποίηση εφαρμόζεται σε πολλούς τομείς, όπως η τμηματοποίηση πελατών (customer segmentation), τα συστήματα προτάσεων, η επιχειρηματική ευφυΐα και η ανάλυση της συμπεριφοράς των χρηστών, συμβάλλοντας στην καλύτερη κατανόηση μεγάλων συνόλων δεδομένων και στην υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων [26]-[28].

Ο αλγόριθμος K-Means αποτελεί μία από τις πιο γνωστές και ευρέως χρησιμοποιημένες τεχνικές ομαδοποίησης. Βασικός στόχος του είναι ο διαχωρισμός ενός συνόλου δεδομένων σε K ομάδες (clusters), έτσι ώστε τα αντικείμενα που ανήκουν στην ίδια ομάδα να παρουσιάζουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ομοιότητα μεταξύ τους, ενώ παράλληλα να διαφέρουν από εκείνα των υπόλοιπων ομάδων. Η απλότητα της υλοποίησής του, η χαμηλή υπολογιστική πολυπλοκότητα και η αποτελεσματικότητά του έχουν οδηγήσει στην αξιοποίηση του σε πλήθος εφαρμογών, όπως συστήματα προτάσεων, ανάλυση προτιμήσεων χρηστών και εξατομικευμένων υπηρεσιών [26]-[28]. Παράλληλα, οι Chrysafiadi et al. [29] παρουσιάζουν ένα προσαρμοστικό περιβάλλον μάθησης προγραμματισμού που συνδυάζει ασαφή λογική και μηχανική μάθηση, αναδεικνύοντας ότι οι τεχνικές μηχανικής μάθησης μπορούν να αξιοποιηθούν για την προσαρμογή συστημάτων στα χαρακτηριστικά των χρηστών.

Στην παρούσα εργασία, ο αλγόριθμος K-Means χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση των χρηστών σύμφωνα με κοινά χαρακτηριστικά, όπως η πόλη, ο στόχος άσκησης, η προτιμώμενη ώρα προπόνησης, η συχνότητα και η ένταση της άσκησης. Τα αποτελέσματα της διαδικασίας παρουσιάζονται στον διαχειριστή μέσω της λειτουργίας Customer Segments, επιτρέποντάς του να αναγνωρίζει ομάδες χρηστών με παρόμοια χαρακτηριστικά και να αποκτά μια συνολική εικόνα του τρόπου χρήσης της εφαρμογής. Η αξιοποίηση του K-Means συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των χαρακτηριστικών και των προτιμήσεων των χρηστών μέσω της δημιουργίας ομάδων με κοινά στοιχεία. Παράλληλα, η μέθοδος TOPSIS χρησιμοποιείται για την πολυκριτηριακή αξιολόγηση και κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων, αξιοποιώντας τα δεδομένα των χρηστών για την παροχή περισσότερων εξατομικευμένων προτάσεων σύμφωνα με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις τους. [25], [30]

3.4 Η μέθοδος TOPSIS

Η λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια (Multi-Criteria Decision Making - MCDM) αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πεδία της επιχειρησιακής έρευνας, καθώς παρέχει μεθόδους για την αξιολόγηση και κατάταξη εναλλακτικών λύσεων όταν πρέπει να ληφθούν υπόψη περισσότερα από ένα και συχνά αντικρουόμενα κριτήρια. Μία από τις πιο γνωστές τεχνικές MCDM είναι η μέθοδος Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS), η οποία αναπτύχθηκε από τους Hwang και Yoon το 1981 [25] και επεκτάθηκε στη συνέχεια από τον Yoon [31]. Η βασική αρχή της μεθόδου είναι ότι η βέλτιστη εναλλακτική λύση πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στη θετική ιδανική λύση και ταυτόχρονα όσο το δυνατόν πιο μακριά από την αρνητική ιδανική λύση. Χάρη στην απλότητα και την αποτελεσματικότητά της, η TOPSIS έχει εφαρμοστεί σε μεγάλο αριθμό πληροφοριακών συστημάτων και εφαρμογών υποστήριξης αποφάσεων.

Σύμφωνα με τους Behzadian et al. [32], η TOPSIS αποτελεί μία από τις πιο διαδεδομένες και αξιόπιστες μεθόδους πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων, καθώς συνδυάζει μία σχετικά απλή μαθηματική διαδικασία με υψηλή ακρίβεια στα αποτελέσματα. Η εφαρμογή της περιλαμβάνει την κανονικοποίηση των δεδομένων, τη στάθμιση των κριτηρίων, τον προσδιορισμό της θετικής και της αρνητικής ιδανικής λύσης, καθώς και τον υπολογισμό του συντελεστή εγγύτητας κάθε εναλλακτικής λύσης. Παράλληλα, μελέτες όπως αυτές των Olson [33] και Chakraborty [34] επισημαίνουν ότι η TOPSIS μπορεί να προσαρμοστεί εύκολα σε διαφορετικά προβλήματα λήψης αποφάσεων, γεγονός που εξηγεί τη μεγάλη διάδοσή της σε συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, πληροφοριακά συστήματα και εφαρμογές προτάσεων.

Η ευελιξία της μεθόδου έχει οδηγήσει στην αξιοποίησή της σε πλήθος πραγματικών εφαρμογών. Οι Kelemenis και Askounis [35] πρότειναν ένα σύστημα επιλογής προσωπικού βασισμένο στην TOPSIS, στο οποίο οι υποψήφιοι αξιολογούνται με βάση πολλαπλά κριτήρια, όπως οι δεξιότητες, η εμπειρία και τα επαγγελματικά τους χαρακτηριστικά. Αντίστοιχα, οι Akram

et al. [36] ανέπτυξαν ένα σύστημα προτάσεων για την ιεράρχηση απαιτήσεων πληροφοριακών συστημάτων, συνδυάζοντας collaborative filtering, fuzzy similarity και TOPSIS, ώστε να παράγονται περισσότερο εξατομικευμένες προτάσεις για τους χρήστες. Παρόμοια προσέγγιση παρουσιάζεται και στον τομέα του τουρισμού, όπου οι Busari και Sangpradid [37] αξιοποίησαν τη μέθοδο Fuzzy TOPSIS για την ανάπτυξη ενός συστήματος προτάσεων τουριστικών προορισμών, το οποίο λαμβάνει υπόψη διαφορετικά κριτήρια, όπως η προσβασιμότητα, η ασφάλεια και οι διαθέσιμες υπηρεσίες, προτείνοντας τους καταλληλότερους προορισμούς σύμφωνα με τις προτιμήσεις κάθε επισκέπτη. Οι εφαρμογές αυτές αποδεικνύουν ότι η TOPSIS αποτελεί μία αποτελεσματική μέθοδο για την ανάπτυξη συστημάτων προτάσεων, όπου απαιτείται η αντικειμενική κατάταξη πολλών εναλλακτικών επιλογών.

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου TOPSIS επιβεβαιώνεται και από πιο πρόσφατες εφαρμογές συστημάτων προτάσεων. Ενδεικτικά, οι Vali-Sarafoglou και Chrysafiadi ανέπτυξαν το σύστημα TopMoviePicks, το οποίο αξιοποιεί τη μέθοδο TOPSIS για την εξατομικευμένη πρόταση κινηματογραφικών ταινιών, λαμβάνοντας υπόψη πολλαπλά χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις των χρηστών. Η συγκεκριμένη εργασία καταδεικνύει ότι η TOPSIS μπορεί να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά στην ανάπτυξη εξατομικευμένων συστημάτων προτάσεων, παρέχοντας αντικειμενικές κατατάξεις σύμφωνα με τις προτιμήσεις των χρηστών [30].

Η μέθοδος TOPSIS χρησιμοποιείται πλέον και στον χώρο της άθλησης και της ευεξίας, όπου η εξατομίκευση αποτελεί βασική απαίτηση των σύγχρονων εφαρμογών. Οι Gupta και Shinde [12],[18] παρουσιάζουν ένα σύστημα προτάσεων φυσικής άσκησης που αξιοποιεί τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την παραγωγή περισσότερο εξατομικευμένων προτάσεων. Αντίστοιχα, οι Reddy et al. [13] προτείνουν ένα μοντέλο πρόβλεψης βασισμένο σε Gated Recurrent Units (GRU) για τη δημιουργία προσωποποιημένων προτάσεων προπόνησης, ενώ οι Roumeliotis et al. [11] παρουσιάζουν το ORAM.AI, ένα έξυπνο σύστημα που χρησιμοποιεί προηγμένες τεχνικές εξατομίκευσης για την παροχή συμβουλών και προτάσεων φυσικής άσκησης. Αν και οι συγκεκριμένες εφαρμογές χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες από αυτές της παρούσας εργασίας, όλες βασίζονται στην ίδια φιλοσοφία, δηλαδή στην αξιοποίηση των χαρακτηριστικών και των προτιμήσεων του χρήστη για την παραγωγή περισσότερο στοχευμένων προτάσεων.

Η ίδια φιλοσοφία εφαρμόζεται και στην ανάπτυξη της εφαρμογής SmartGymNaut. Αντί ο χρήστης να επιλέγει χειροκίνητα μέσα από μία μεγάλη λίστα διαθέσιμων γυμναστηρίων, η εφαρμογή αξιοποιεί τη μέθοδο TOPSIS για να κατατάξει όλες τις διαθέσιμες επιλογές σύμφωνα με πολλαπλά κριτήρια, όπως η περιοχή, η τιμή συνδρομής, η ειδικότητα του γυμναστηρίου, η διαθεσιμότητα των τμημάτων και η αντιστοίχιση με τον στόχο εκγύμνασης του χρήστη. Μετά τον υπολογισμό της συνολικής βαθμολογίας κάθε γυμναστηρίου, η εφαρμογή δημιουργεί μία ταξινομημένη λίστα προτάσεων, διευκολύνοντας σημαντικά τη διαδικασία επιλογής και παρέχοντας περισσότερο αντικειμενικά αποτελέσματα. [25], [30]

Συνολικά, η TOPSIS αποτελεί μία ευέλικτη, αξιόπιστη και ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων, η οποία εφαρμόζεται σε διαφορετικούς τομείς, όπως η επιλογή προσωπικού, τα συστήματα προτάσεων, ο τουρισμός και οι εφαρμογές φυσικής άσκησης. Η ενσωμάτωσή της στο SmartGymNaut επιτρέπει την αντικειμενική κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων σύμφωνα με τις πραγματικές ανάγκες και προτιμήσεις των χρηστών, συμβάλλοντας στη δημιουργία μιας πιο ολοκληρωμένης, αξιόπιστης και εξατομικευμένης διαδικτυακής εφαρμογής εύρεσης γυμναστηρίων.[35],[37]

3.5 Personalization & Adaptive Systems

Η εξατομίκευση (Personalization) αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό των σύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών, καθώς επιτρέπει την προσαρμογή του περιεχομένου και των παρεχόμενων υπηρεσιών στις ανάγκες, τις προτιμήσεις και τα χαρακτηριστικά κάθε χρήστη. Τα προσαρμοστικά συστήματα (Adaptive Systems) αξιοποιούν πληροφορίες όπως το προφίλ, το ιστορικό χρήσης και τα δεδομένα αλληλεπίδρασης, ώστε να προσφέρουν περισσότερο στοχευμένες και χρήσιμες προτάσεις. Με τον τρόπο αυτό βελτιώνεται η εμπειρία χρήσης, αυξάνεται η ικανοποίηση των χρηστών και ενισχύεται η αποτελεσματικότητα των πληροφοριακών συστημάτων [15], [17],[38].

Η σημασία της εξατομίκευσης επιβεβαιώνεται και από πιο πρόσφατες ερευνητικές εργασίες, οι οποίες αξιοποιούν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης για την προσαρμογή των παρεχόμενων

υπηρεσιών στις ανάγκες κάθε χρήστη. Ενδεικτικά, οι Chrysafiadi et al. ανέπτυξαν ένα σύστημα εξατομίκευσης για εφαρμογές έξυπνου τουρισμού, στο οποίο χρησιμοποιούνται τεχνικές ασαφούς λογικής (Fuzzy Logic) για τη βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών μέσω περισσότερο στοχευμένων και προσωποποιημένων προτάσεων. Η μελέτη αυτή αναδεικνύει ότι η αξιοποίηση τεχνικών εξατομίκευσης μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αλληλεπίδραση των χρηστών με μία εφαρμογή και να αυξήσει την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών [15].

Αντίστοιχα, οι Chrysafiadi, Papadimitriou, Kamitsios και Virvou [39] εξετάζουν την εμπειρία χρήστη σε serious games, δίνοντας έμφαση στην προσαρμογή της πλοκής και του περιβάλλοντος του παιχνιδιού. Η προσέγγιση αυτή συνδέεται με τη λογική των προσαρμοστικών συστημάτων, καθώς το περιβάλλον μεταβάλλεται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τις ανάγκες του χρήστη.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αξιοποίηση τεχνικών ομαδοποίησης (clustering) για την υποστήριξη της εξατομίκευσης. Οι Raychaudhuri και Raychaudhuri ανέπτυξαν το σύστημα Demographic-KM, στο οποίο ο αλγόριθμος K-Means χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση χρηστών με βάση δημογραφικά χαρακτηριστικά και την παραγωγή περισσότερο στοχευμένων προτάσεων ταινιών [26]. Αντίστοιχα, το υβριδικό μοντέλο SHCF συνδυάζει τους αλγόριθμους K-Means και Gaussian Mixture Models (GMM) για τη δημιουργία εξατομικευμένων διατροφικών προτάσεων, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη ακρίβεια και σταθερότητα στις ομάδες χρηστών [27]. Παρόμοια προσέγγιση παρουσιάζεται και σε ένα σύστημα προτάσεων φορητών υπολογιστών, όπου ο K-Means χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση τόσο των χρηστών όσο και των διαθέσιμων συσκευών, διευκολύνοντας την αντιστοίχιση κάθε χρήστη με τις καταλληλότερες επιλογές σύμφωνα με τις ανάγκες του [28]. Η ίδια φιλοσοφία ακολουθείται και στην εφαρμογή SmartGymNaut. Κατά τη δημιουργία λογαριασμού, ο χρήστης δηλώνει στοιχεία όπως η πόλη, ο στόχος άσκησης και η προτιμώμενη ώρα προπόνησης. Τα δεδομένα αυτά χρησιμοποιούνται από τον αλγόριθμο K-Means για την ομαδοποίηση των χρηστών σε ομάδες με παρόμοια χαρακτηριστικά, επιτρέποντας στον διαχειριστή να εξάγει χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με τα πρότυπα χρήσης της εφαρμογής. Παράλληλα, η εφαρμογή χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο TOPSIS για την πολυκριτηριακή κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις του χρήστη. Με τον τρόπο αυτό συνδυάζονται η ανάλυση των χρηστών και η πολυκριτηριακή αξιολόγηση των διαθέσιμων επιλογών, προσφέροντας μία περισσότερο εξατομικευμένη εμπειρία χρήσης [26]–[28], [30].

Συνολικά, η εξατομίκευση και τα προσαρμοστικά συστήματα αποτελούν βασικά στοιχεία των σύγχρονων διαδικτυακών εφαρμογών, καθώς συμβάλλουν στην παροχή περισσότερο στοχευμένων υπηρεσιών και στη βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών. Η υλοποίηση του SmartGymNaut αξιοποιεί τις αρχές αυτές μέσω της ομαδοποίησης χρηστών με τον αλγόριθμο K-Means και της πολυκριτηριακής κατάταξης των γυμναστηρίων με τον TOPSIS, δημιουργώντας ένα σύστημα που ανταποκρίνεται αποτελεσματικότερα στις ανάγκες και τις προτιμήσεις κάθε χρήστη.

3.6 User Interface, User Experience and Human-Computer Interaction

Η σχεδίαση της διεπαφής χρήστη (User Interface – UI), η εμπειρία χρήστη (User Experience – UX) και η αλληλεπίδραση ανθρώπου–υπολογιστή (Human–Computer Interaction – HCI) αποτελούν βασικούς παράγοντες για την επιτυχία κάθε σύγχρονης διαδικτυακής εφαρμογής. Σε εφαρμογές εύρεσης γυμναστηρίων, όπου οι χρήστες καλούνται να αναζητήσουν διαθέσιμες επιλογές, να συγκρίνουν χαρακτηριστικά και να πραγματοποιήσουν κρατήσεις, η σαφήνεια της πληροφορίας, η απλή πλοήγηση και η συνέπεια της διεπαφής επηρεάζουν σημαντικά την εμπειρία χρήσης και την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής [40]–[42].

Ο Tidwell [40] επισημαίνει ότι ο σχεδιασμός των διεπαφών χρήστη πρέπει να βασίζεται σε καθιερωμένα πρότυπα σχεδίασης (design patterns), τα οποία προσφέρουν συνέπεια, προβλεψιμότητα και ευκολία κατά την αλληλεπίδραση με το σύστημα. Αντίστοιχα, οι Shneiderman και Plaisant [41] υποστηρίζουν ότι αρχές όπως η παροχή άμεσης ανατροφοδότησης, η πρόληψη λαθών, η απλότητα και ο έλεγχος από τον χρήστη αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά μιας επιτυχημένης διεπαφής. Παράλληλα, οι Ding et al. [42] τονίζουν ότι η σωστή οργάνωση της

πληροφορίας (Information Architecture) διευκολύνει την πλοήγηση και μειώνει τον γνωστικό φόρτο των χρηστών, επιτρέποντάς τους να ολοκληρώνουν ευκολότερα τις επιθυμητές ενέργειες.

Τα τελευταία χρόνια, η εμπειρία χρήστη έχει επηρεαστεί σημαντικά από την ανάπτυξη έξυπνων και προσαρμοστικών συστημάτων. Η Virvou [17] αναφέρει ότι η αξιοποίηση τεχνικών τεχνητής νοημοσύνης επιτρέπει στις διαδικτυακές εφαρμογές να προσαρμόζουν δυναμικά τη διεπαφή και τις παρεχόμενες υπηρεσίες σύμφωνα με τις ανάγκες κάθε χρήστη, προσφέροντας περισσότερο προσωποποιημένη εμπειρία χρήσης. Παράλληλα, οι Wong et al. [43] παρουσιάζουν ότι τα self-adaptive συστήματα μπορούν να μεταβάλλουν αυτόματα τη συμπεριφορά τους ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας και τα χαρακτηριστικά των χρηστών, βελτιώνοντας την αποτελεσματικότητα και τη χρηστικότητα της εφαρμογής.

Η σημασία του σωστού σχεδιασμού επιβεβαιώνεται και από πρόσφατες μελέτες αξιολόγησης διαδικτυακών και ευφυών εφαρμογών. Οι Tomić et al. [44] διαπίστωσαν ότι η ποιότητα του σχεδιασμού μιας ιστοσελίδας επηρεάζει άμεσα την ικανοποίηση, την εμπιστοσύνη και την πρόθεση των χρηστών να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν την εφαρμογή. Αντίστοιχα, οι Chrysafiadi και Virvou [45] έδειξαν ότι η αξιολόγηση της εμπειρίας χρήστη σε ευφυή πληροφοριακά συστήματα συμβάλλει σημαντικά στη βελτίωση της χρηστικότητας και της αποτελεσματικότητας των διεπαφών. Επιπλέον, οι Chrysafiadi, Papadimitriou και Virvou [46] προτείνουν μία προσέγγιση αξιολόγησης βασισμένη σε fuzzy-logic cognitive walkthrough, ενώ οι Alerpis και Virvou [38] μελετούν αντικειμενοστρεφείς διεπαφές χρήστη για προσωποποιημένη μάθηση σε κινητές συσκευές. Επιπλέον, οι Muntaz et al. [47], κατά τον ανασχεδιασμό της ιστοσελίδας ενός Career Development Center, έδειξαν ότι η καλύτερη οργάνωση της πληροφορίας, η βελτιωμένη πλοήγηση και η οπτική συνέπεια οδηγούν σε αισθητά υψηλότερη ικανοποίηση των χρηστών. Οι σύγχρονες εφαρμογές συστάσεων δίνουν επίσης ιδιαίτερη έμφαση στη διαφάνεια των αποτελεσμάτων και στην κατανόηση των προτάσεων από τους χρήστες. Παράλληλα, η ανασκόπηση των Gheewala et al. [48] δείχνει ότι τα σύγχρονα recommendation systems συνδυάζουν τεχνικές μηχανικής μάθησης και μηχανισμούς κατάταξης με στόχο τη βελτίωση τόσο της ακρίβειας των προτάσεων όσο και της συνολικής εμπειρίας χρήστη.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, η εφαρμογή SmartGymNaut σχεδιάστηκε ακολουθώντας τις βασικές αρχές του UI, του UX και της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή. Η διεπαφή δίνει έμφαση στην απλότητα, στη συνέπεια και στην εύκολη πλοήγηση, επιτρέποντας στους χρήστες να αναζητούν γυμναστήρια, να προβάλλουν διαθέσιμα μήματα, να πραγματοποιούν κρατήσεις και να διαχειρίζονται το προσωπικό τους προφίλ χωρίς πολύπλοκες διαδικασίες. Παράλληλα, η εφαρμογή αξιοποιεί τεχνικές εξατομίκευσης μέσω των αλγορίθμων K-Means και TOPSIS, ώστε οι προτεινόμενες επιλογές να ανταποκρίνονται καλύτερα στα χαρακτηριστικά και στις προτιμήσεις κάθε χρήστη. Με τον τρόπο αυτό, το SmartGymNaut συνδυάζει τις αρχές του σύγχρονου σχεδιασμού διεπαφών με έξυπνες τεχνικές υποστήριξης αποφάσεων, προσφέροντας μία ολοκληρωμένη και φιλική εμπειρία χρήσης [17], [38], [40]-[48].

4. Παρόμοιες εφαρμογές

Στην παρούσα ενότητα θα μελετηθούν παρόμοιες διαδικτυακές πλατφόρμες εύρεσης γυμναστηρίων. Στις μέρες μας, ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι καταναλώνουν πολύ χρόνο με σκοπό την εύρεση γυμναστηρίου που να ικανοποιεί τις προσωπικές τους ανάγκες. Ως εκ τούτου, αυξάνονται και οι διαδικτυακές πλατφόρμες και εφαρμογές που ικανοποιούν αυτήν την ανάγκη των ανθρώπων. Δύο από αυτές τις διαθέσιμες πλατφόρμες είναι το ClassPass και το TrainAway, οι οποίες είναι διεθνώς διαδεδομένες για την εύρεση και την πρόσβαση σε γυμναστήρια.

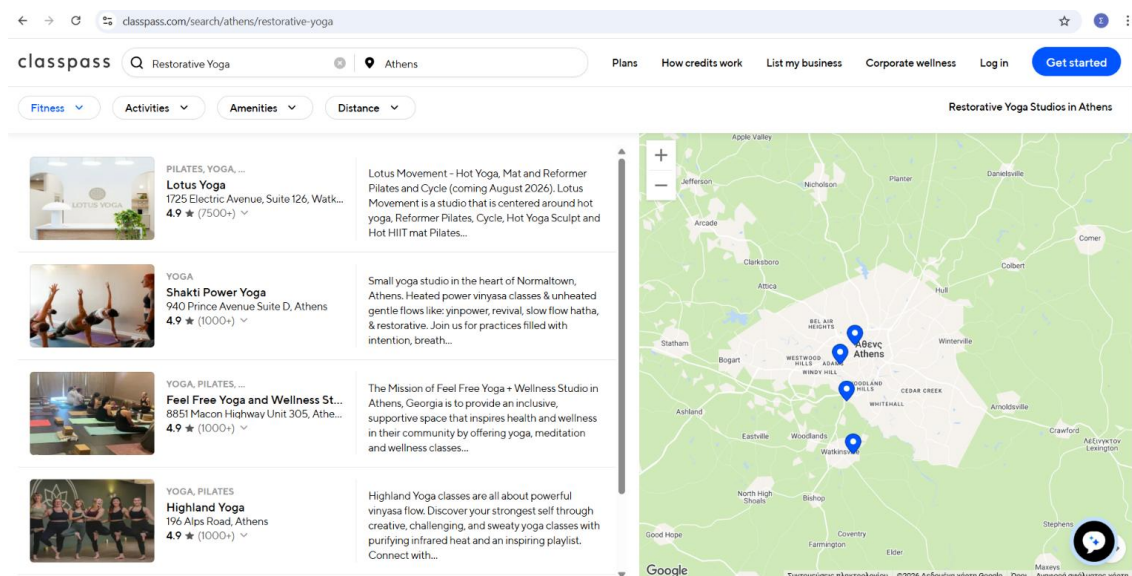
4.1 ClassPass

Το ClassPass αποτελεί μία από τις πιο δημοφιλείς διαδικτυακές πλατφόρμες εύρεσης και κράτησης υπηρεσιών άθλησης και ευεξίας. Μέσω της εφαρμογής, οι χρήστες μπορούν να αναζητούν γυμναστήρια, ομαδικά προγράμματα άσκησης και υπηρεσίες ευεξίας, όπως yoga,

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων
με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means
και της μεθόδου TOPSIS

Πτυχιική εργασία Σταμάτιος Κοκιοίπουλος
pilates, crossfit και spa. Η πλατφόρμα λειτουργεί με σύστημα πιστώσεων (credits), μέσω του οποίου οι χρήστες πραγματοποιούν κρατήσεις σε συνεργαζόμενες επιχειρήσεις.

Η εφαρμογή παρέχει δυνατότητα αναζήτησης με βάση την περιοχή, την ώρα διεξαγωγής των μαθημάτων και το είδος της δραστηριότητας, ενώ υποστηρίζει ηλεκτρονικές κρατήσεις και διαχείριση των προγραμματισμένων επισκέψεων. Το ClassPass χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες και συνεργάζεται με μεγάλο αριθμό γυμναστηρίων και κέντρων ευεξίας, αποτελώντας μία από τις μεγαλύτερες πλατφόρμες του χώρου.

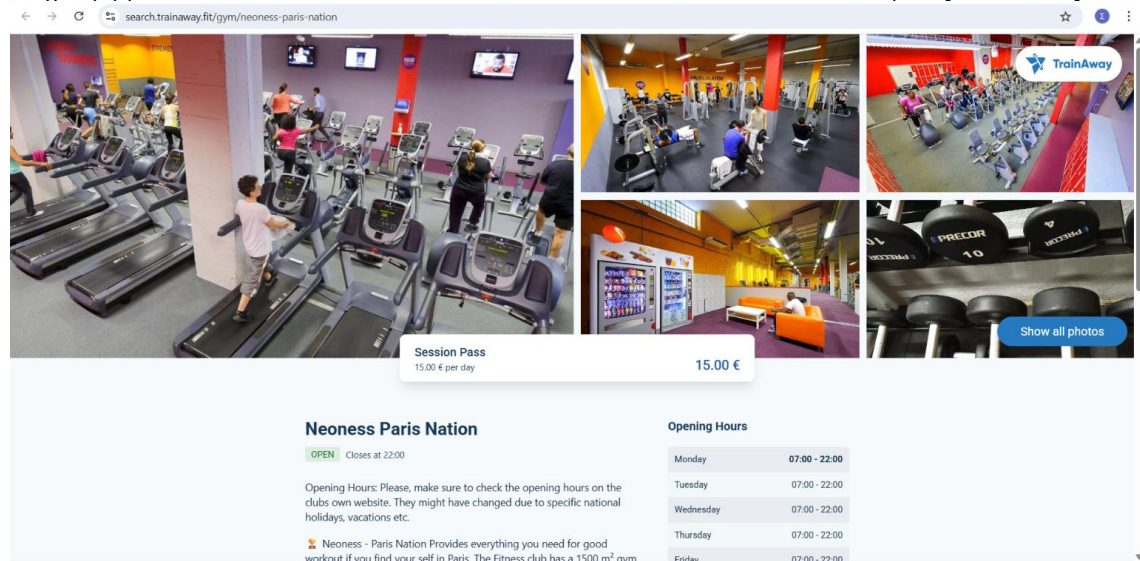


Εικόνα 1 : ClassPass

4.2 TrainAway

Το TrainAway είναι μία διαδικτυακή πλατφόρμα που επιτρέπει στους χρήστες να εντοπίζουν και να αποκτούν πρόσβαση σε συνεργαζόμενα γυμναστήρια σε πολλές χώρες. Απευθύνεται τόσο σε κατοίκους όσο αλλά ιδιαίτερα σε ταξιδιώτες, προσφέροντας τη δυνατότητα αγοράς ημερήσιας ή ολιγοήμερης πρόσβασης χωρίς την ανάγκη μακροχρόνιας συνδρομής.

Οι χρήστες μπορούν να αναζητούν διαθέσιμα γυμναστήρια με βάση την τοποθεσία τους, να προβάλλουν πληροφορίες για τις εγκαταστάσεις και τις παρεχόμενες υπηρεσίες και να πραγματοποιούν ηλεκτρονική κράτηση ή αγορά πρόσβασης μέσω της πλατφόρμας. Με τον τρόπο αυτό, το TrainAway διευκολύνει την εύρεση γυμναστηρίων σε διαφορετικές πόλεις και χώρες, προσφέροντας μεγαλύτερη ευελιξία στους χρήστες.



Εικόνα 2 : TrainAway

4.3 Σύγκριση με SmartGymNaut

Η εφαρμογή που αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της παρούσας πτυχιακής εργασίας, SmartGymNaut, διαφοροποιείται από τις παραπάνω πλατφόρμες, καθώς δεν περιορίζεται μόνο στην αναζήτηση ή στην κράτηση γυμναστηρίων. Βασικός στόχος της είναι να βοηθήσει τον χρήστη να επιλέξει το καταλληλότερο γυμναστήριο σύμφωνα με τα προσωπικά του χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις του.

Η εφαρμογή επιτρέπει την αναζήτηση γυμναστηρίων με βάση την περιοχή, τον στόχο άσκησης, την προτιμώμενη ώρα προπόνησης, το κόστος συνδρομής και τη διαθεσιμότητα των τμημάτων. Επιπλέον, αξιοποιεί τον αλγόριθμο K-Means για την ομαδοποίηση χρηστών με παρόμοια χαρακτηριστικά και τη μέθοδο TOPSIS για την πολυκριτηριακή κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων. Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες λαμβάνουν περισσότερο στοχευμένες και αντικειμενικές προτάσεις, σύμφωνα με τις προσωπικές τους ανάγκες και προτιμήσεις.

4.4 Πίνακας Σύγκρισης

Λειτουργία	ClassPass	TrainAway	SmartGymNaut
Αναζήτηση γυμναστηρίων	Ναι	Ναι	Ναι
Ηλεκτρονικές κρατήσεις	Ναι	Ναι	Ναι
Αναζήτηση με φίλτρα	Ναι	Ναι	Ναι
Επιλογή βάσει περιοχής	Ναι	Ναι	Ναι
Χρήση TOPSIS	Όχι	Όχι	Ναι
Χρήση K-MEANS	Όχι	Όχι	Ναι
Διαθεσιμότητα	Ναι	Ναι	Ναι
Διαχείριση χρηστών	Όχι	Όχι	Ναι

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Στατιστικά διαχειριστή	Όχι	Όχι	Ναι
-------------------------------	-----	-----	-----

Πίνακας 1 : Σύγκριση ClassPass , TrainAway και SmartGymNaut

5. Σύντομη περιγραφή του προβλήματος και του λογισμικού

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία υλοποιείται η διαδικτυακή εφαρμογή SmartGymNaut , η οποία έχει ως στόχο να βοηθήσει τους χρήστες να επιλέξουν το καταλληλότερο γυμναστήριο με βάσει τα προσωπικά του κριτήρια. Το σύστημα δίνει τη δυνατότητα εύρεσης γυμναστηρίων με βάσει πολλαπλά κριτήρια, όπως η περιοχή , ο στόχος άσκησης, προτιμώμενη ώρα, κόστος προπόνησης, και διαθεσιμότητα τρημάτων. Παράλληλα, αξιοποιεί τεχνικές ομαδοποίησης και πολυκριτηριακής λήψης αποφάσεων για την παροχή εξατομικευμένων προτάσεων. Το σύστημα, υποστηρίζει δύο ρόλους : τους χρήστες (users) και τον διαχειριστή (admin).

Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν λογαριασμό, να συμπληρώνουν τα προσωπικά τους στοιχεία, να δηλώνουν περιοχή, τον στόχο άσκησης και την προτιμώμενη ώρα προπόνησης , καθώς και να αναζητούν διαθέσιμα γυμναστήρια σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους. Επίσης , μπορούν να κάνουν και να διαχειρίζονται τις κρατήσεις τους και να ενημερώνουν το προφίλ τους.

Από την άλλη πλευρά, ο διαχειριστής έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται χρήστες και να δημιουργεί και να επεξεργάζεται γυμναστήρια. Παράλληλα, παρακολουθεί στατιστικά στοιχεία σχετικά με τις κρατήσεις των χρηστών με σκοπό την ομαδοποίηση τους, προκειμένου να αναλύονται οι προτιμήσεις τους.

Για την παραγωγή των εξατομικευμένων προτάσεων αξιοποιούνται δύο βασικές μέθοδοι . Ο αλγόριθμος K-MEANS χρησιμοποιείται για την ομαδοποίηση των χρηστών ενώ η μέθοδος TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) χρησιμοποιείται για την πολυκριτηριακή κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων , λαμβάνοντας υπόψιν τα προαναφερθείσα κριτήρια.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίηση του συστήματος είναι οι ακόλουθες:

- Backend: java, Jakarta Servlet, JDBC
- Frontend: JavaServer Pages (.jsp) HTML, CSS, JavaScript
- Βάση δεδομένων: MySQL
- Application Server: Apache Tomcat
- IDE: Eclipse IDE

Ο συνδυασμός των παραπάνω τεχνολογιών προσφέρει αξιοπιστία και ευκολία συντήρησης, ενώ η αξιοποίηση των δυο μεθόδων συμβάλλει στην παροχή εξατομικευμένων προτάσεων.

6. Ανάλυση Απαιτήσεων

Στόχος του κεφαλαίου αυτού είναι η περιγραφή της αλληλεπίδρασης των χρηστών με την πλατφόρμα, οι λειτουργίες που έχουν στη διάθεσή τους καθώς και οι περιορισμοί που υπάρχουν κατά την χρήση της εφαρμογής. Επίσης, παρατίθενται και μερικά διαγράμματα UML με τις βασικές λειτουργίες.

6.1 Ρόλοι

a. Χρήστες (users)

Ο χρήστης μπορεί να δημιουργήσει το δικό του account και να συνδεθεί μετέπειτα με το email και τον password του. Έχει την δυνατότητα να επεξεργαστεί τα στοιχεία του , να δει τα διαθέσιμα γυμναστήρια που βρίσκονται στην περιοχή του και πατώντας ένα κουμπί να δει τα γυμναστήρια στην περιοχή του που ανταποκρίνονται περισσότερο στις ανάγκες του.

Οι βασικές λειτουργίες των χρηστών :

- Δημιουργία λογαριασμού
- Σύνδεση και αποσύνδεση
- Επεξεργασία προφίλ
- Αναζήτηση γυμναστηρίων
- Προβολή προτεινόμενων γυμναστηρίων
- Κρατήσεις
- Προβολή και ακύρωση κρατήσεων

b. Διαχειριστής (administrator)

Ο διαχειριστής είναι υπεύθυνος για την διαχείριση του συστήματος και παρακολουθεί τη συνολική λειτουργία του SmartGymNaut.

Οι βασικές λειτουργίες του διαχειριστή :

- Διαχείριση χρηστών
- Δημιουργία και επεξεργασία γυμναστηρίων
- Προβολή των αποτελεσμάτων ομαδοποίησης των χρηστών
- Προβολή στατιστικών της συμπεριφοράς των χρηστών

6.2 Πίνακας Δικαιωμάτων (RBAC)

Λειτουργία	Χρήστες	Διαχειριστής
Δημιουργία Λογαριασμού	Ναι	Όχι
Σύνδεση	Ναι	Ναι
Επεξεργασία προφίλ	Ναι	Όχι
Αναζήτηση γυμναστηρίου	Ναι	Ναι
Προβολή προτεινόμενων γυμναστηρίων με την χρήση TOPSIS	Ναι	Όχι
Κράτηση	Ναι	Όχι
Προβολή κρατήσεων	Ναι	Όχι
Ακύρωση κράτησης	Ναι	Όχι
Προβολή χρηστών	Όχι	Ναι
Διαχείριση χρηστών	Όχι	Ναι
Δημιουργία γυμναστηρίων	Όχι	Ναι
Επεξεργασία γυμναστηρίων	Όχι	Ναι
Προβολή στατιστικών	Όχι	Ναι
Εκτέλεση ομαδοποίησης με K-MEANS	Όχι	Ναι
Προβολή αποτελεσμάτων ομαδοποίησης	Όχι	Ναι

Πίνακας 2 : Πίνακας Δικαιωμάτων

Το μοντέλο Role-Based Access Control (RBAC) εφαρμόζεται ώστε κάθε χρήστης να έχει πρόσβαση μόνο στις λειτουργίες που αντιστοιχούν στον ρόλο του. Ο έλεγχος των δικαιωμάτων πραγματοποιείται μέσω του ρόλου που αποθηκεύεται (session). Με τον τρόπο αυτό, οι χρήστες έχουν πρόσβαση μόνο στις λειτουργίες που αφορούν την αναζήτηση γυμναστηρίων, τη

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Πτυχιακή εργασία
διαχείριση προφίλ και των κρατήσεων του , σε αντίθεση με τον διαχειριστή που έχει πρόσβαση σε στατιστικά στοιχεία και την διαχείριση χρηστών και γυμναστηρίων. Με αυτών τον τρόπο διασφαλίζεται η ασφαλή λειτουργία του συστήματος και η πρόσβαση των ρόλων στις λειτουργίες τους.

Σταμάτιος Κοκινόπουλος

6.3 Λειτουργικές απαιτήσεις

Παρακάτω παρατίθενται οι δυνατότητες που έχει κάθε ρόλος στην πλατφόρμα εύρεσης γυμναστηρίων «SmartGymNaut».

6.3.1 Χρήστες (users)

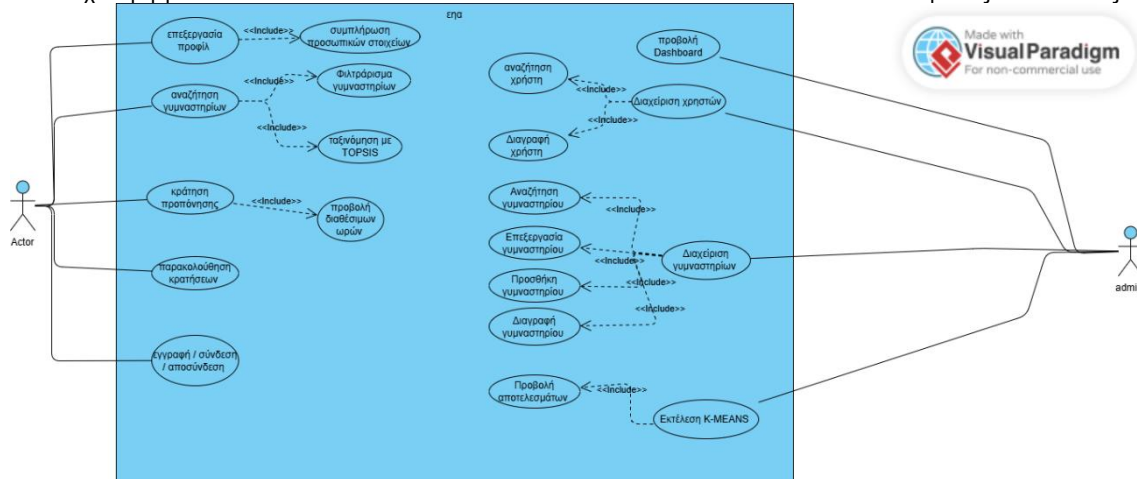
- Εγγραφή και σύνδεση
- Δημιουργία και επεξεργασία προφίλ
- Αναζήτηση γυμναστηρίου
- Έξυπνη αναζήτηση γυμναστηρίου με χρήση TOPSIS
- Πραγματοποίηση κράτησης
- Προβολή κρατήσεων
- Ακύρωση κρατήσεων
- Αποσύνδεση

6.3.2 Διαχειριστής (administrator)

- Σύνδεση
- Διαγραφή χρηστών
- Δημιουργία γυμναστηρίων
- Επεξεργασία γυμναστηρίων
- Διαγραφή γυμναστηρίων
- Ομαδοποίηση χρηστών με την χρήση του αλγορίθμου K-MEANS
- Προβολή αποτελεσμάτων ομαδοποίησης
- Προβολή στατιστικών και προτιμήσεων των χρηστών
- Αποσύνδεση

6.4 Διάγραμμα Use Case

Το παρακάτω διάγραμμα περιπτώσεων χρήσης (Use Case Diagram) παρουσιάζει εν συντομία τις βασικές λειτουργίες της πλατφόρμας SmartGymNaut και την αλληλεπίδραση των δύο ρόλων του συστήματος.



Εικόνα 3 : Use Case Diagram για τις λειτουργίες των 2 ρόλων

6.5 Μη λειτουργικές απαιτήσεις

- Ασφάλεια: Η αυθεντικοποίηση των χρηστών πραγματοποιείται μέσω login ενώ οι κωδικοί πρόσβασης αποθηκεύονται με την χρήση BCrypt. Επιπλέον πριν την είσοδο γίνεται έλεγχος πρόσβασης βάσει ρόλων (RBAC).
- Αξιοπιστία: Η εφαρμογή πραγματοποιεί ελέγχους εγκυρότητας των δεδομένων όπως email, ισχυρό κωδικό πρόσβασης και ορθότητα αριθμού τηλεφώνου.
- Απόδοση: Η αναζήτηση γυμναστηρίων και η εκτέλεση του αλγορίθμου TOPSIS και K-MEANS γίνεται σε ελάχιστο χρόνο.
- Χρηστικότητα: Η εφαρμογή διαθέτει απλό και εύχρηστο περιβάλλον , επιτρέποντας την εύκολη πλοήγηση σε χρήστες και διαχειριστή.

6.6 Περιορισμοί

Για την ορθή λειτουργία της εφαρμογής ισχύουν οι παρακάτω περιορισμοί :

- Για να γίνει κράτηση σε ένα γυμναστήριο ο χρήστης πρέπει να έχει κάνει λογαριασμό και όχι να συνδεθεί σαν επισκέπτης (Guest).
- Κάθε χρήστης μπορεί να διατηρεί μόνο πέντε ενεργές κρατήσεις
- Η ταξινόμηση των γυμναστηρίων βασίζεται στα στοιχεία που έχει συμπληρώσει ο χρήστης κατά την δημιουργία του προφίλ του.
- Η διαχείριση γυμναστηρίων είναι ενεργή μόνο από τον διαχειριστή.
- Οι χρήστες μπορούν να επεξεργάζονται τα στοιχεία τους αλλά ο διαχειριστής μπορεί να τους διαγράψει.

6.7 Απαιτήσεις εγκατάστασης/χρήσης

Για την ανάπτυξη και χρήση της εφαρμογής απαιτούνται τα εξής :

- Backend :
 - Java Development Kit (JDK) : Απαιτείται για την μεταγλώττιση και την εκτέλεση της εφαρμογής

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

- Apache Tomcat v10.1: Χρησιμοποιείται ως εξυπηρετητής εφαρμογών (Application Server) για την εκτέλεση των Servlets και των JSP σελίδων.
- Eclipse IDE for Enterprise Java Developers : Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη και διαχείριση του έργου.
- Βάση δεδομένων :
 - MySQL Server : Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των δεδομένων της εφαρμογής
 - MySQL Workbench : Χρησιμοποιείται για την διαχείριση της βάσης δεδομένων και την εκτέλεση-δημιουργία των πινάκων, Queries .
- Frontend :
 - JSP(JavaServer Pages): Για την δημιουργία δυναμικών ιστοσελίδων
 - HTML5, CSS3 και JavaScript : Για την ανάπτυξη του περιβάλλοντος διεπαφής του χρήστη.

Για την εκτέλεση της εφαρμογής απαιτείται η εγκατάσταση του Apache Tomcat , MySQL . Η πρόσβαση στην εφαρμογή πραγματοποιείται μέσω ενός σύγχρονου web browser (Google Chrome, Mozilla Firefox, Opera) και πρόσβαση στο διαδίκτυο.

7.Σχεδιασμός

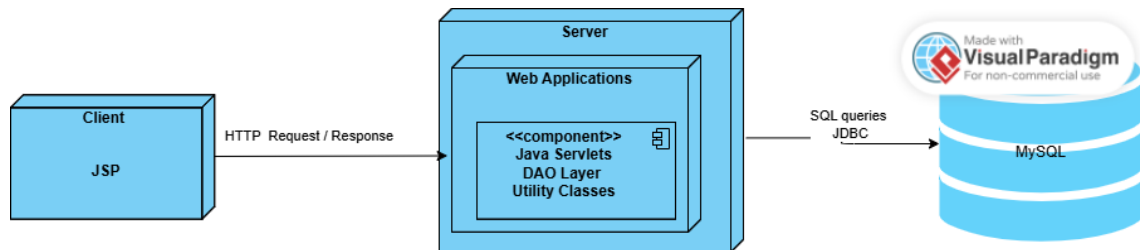
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται ο σχεδιασμός και η αρχιτεκτονική της διαδικτυακής εφαρμογής SmartGymNaut. Περιγράφονται οι τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν, η δομή της βάσης δεδομένων, καθώς και πως συνεργάζονται τα επιμέρους τμήματα της εφαρμογής. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι αλγόριθμοι TOPSIS και K-Means, που χρησιμοποιούνται για την κατάταξη των γυμναστηρίων και την ομαδοποίηση των χρηστών αντίστοιχα.

7.1 Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η εφαρμογή SmartGymNaut υλοποιήθηκε σύμφωνα με την αρχιτεκτονική τριών επιπέδων (), η οποία διαχωρίζει το περιβάλλον διεπαφής χρήστη (UI) από την επιχειρησιακή λογική (business logic) και τα δεδομένα (data). Με αυτόν τον τρόπο η εφαρμογή καθίσταται περισσότερο οργανωμένη, επεκτάσιμη και εύκολη στην συντήρησή της.

- *Επίπεδο παρουσίασης (Frontend)*: Υλοποιείται με JSP , HTML5, CSS3 και JavaScript. Το επίπεδο αυτό αποτελεί το περιβάλλον αλληλεπίδρασης του χρήστη με την εφαρμογή και παρέχει λειτουργίες .
- *Επίπεδο εφαρμογής (Backend)*: Υλοποιείται με Java Servlets, τα οποία διαχειρίζονται την επιχειρησιακή λογική της εφαρμογής. Οι Servlet επικοινωνούν με κλάσεις DAO (Data Access Objects) για την ανάκτηση και αποθήκευση δεδομένων, ενώ χρησιμοποιούνται και κλάσεις (utilities) για λειτουργίες όπως η κρυπτογράφηση (BCrypt) των password, η κατάταξη των γυμναστηρίων μέσω του αλγορίθμου TOPSIS, η ομαδοποίηση των χρηστών μέσω της μεθόδου K-Means και η πρόταση του κατάλληλου τύπου προπόνησης.
- *Επίπεδο δεδομένων (Database)*: Υλοποιείται με MySQL, όπου αποθηκεύονται όλα τα δεδομένα της εφαρμογής, όπως οι χρήστες, τα γυμναστήρια, οι κρατήσεις και οι διαθέσιμες ώρες. Η επικοινωνία με τη βάση δεδομένων πραγματοποιείται μέσω της

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων
με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means
και της μεθόδου TOPSIS



Εικόνα 4 : Διάγραμμα αρχιτεκτονικής

7.2 Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν

- **Backend :**
 - Java
 - Java Servlets
 - JDBC (Java Database Connectivity)
 - BCrypt για την ασφαλή κρυπτογράφηση (hashing) των κωδικών πρόσβασης
- **Frontend :**
 - JSP (JavaServer Pages)
 - HTML5
 - CSS3
 - JavaScript
- **Database :**
 - MySQL
- **Εργαλεία ανάπτυξης :**
 - Eclipse IDE for Enterprise Java Developers
 - Apache Tomcat 10.1
 - MySQL Workbench 8.0
- **Αλγόριθμοι και τεχνικές:**
 - Topsis για την κατάταξη των γυμναστηρίων
 - K-Means για την ομαδοποίηση των χρηστών

7.3 Σχεδίαση Βάσης Δεδομένων

Η βάση δεδομένων της εφαρμογής είναι σχεσιακή και υλοποιήθηκε σε MySQL. Στη βάση αποθηκεύονται όλα τα απαραίτητα δεδομένα για τη λειτουργία του SmartGymNaut, όπως οι χρήστες, τα γυμναστήρια, οι κρατήσεις και οι διαθέσιμες ώρες προπόνησης.

Ο βασικός πίνακας της εφαρμογής είναι ο Users, στον οποίο αποθηκεύονται όλα τα στοιχεία των χρηστών. Εκτός από τα προσωπικά στοιχεία και τα στοιχεία σύνδεσης, αποθηκεύονται επίσης ο στόχος προπόνησης, η προτιμώμενη ώρα, η συχνότητα και η ένταση προπόνησης.

Επιπλέον, αποθηκεύονται στοιχεία σχετικά με την περιοχή και τις γεωγραφικές συντεταγμένες, ώστε η εφαρμογή να μπορεί να προτείνει γυμναστήρια που βρίσκονται κοντά στον χρήστη.

Ο πίνακας Gyms περιλαμβάνει όλα τα στοιχεία των γυμναστηρίων, όπως την ονομασία, την πόλη, το email επικοινωνίας, την τιμή συνδρομής, την ειδικότητα, τον στόχο προπόνησης που εξυπηρετεί, καθώς και τις γεωγραφικές συντεταγμένες τους.

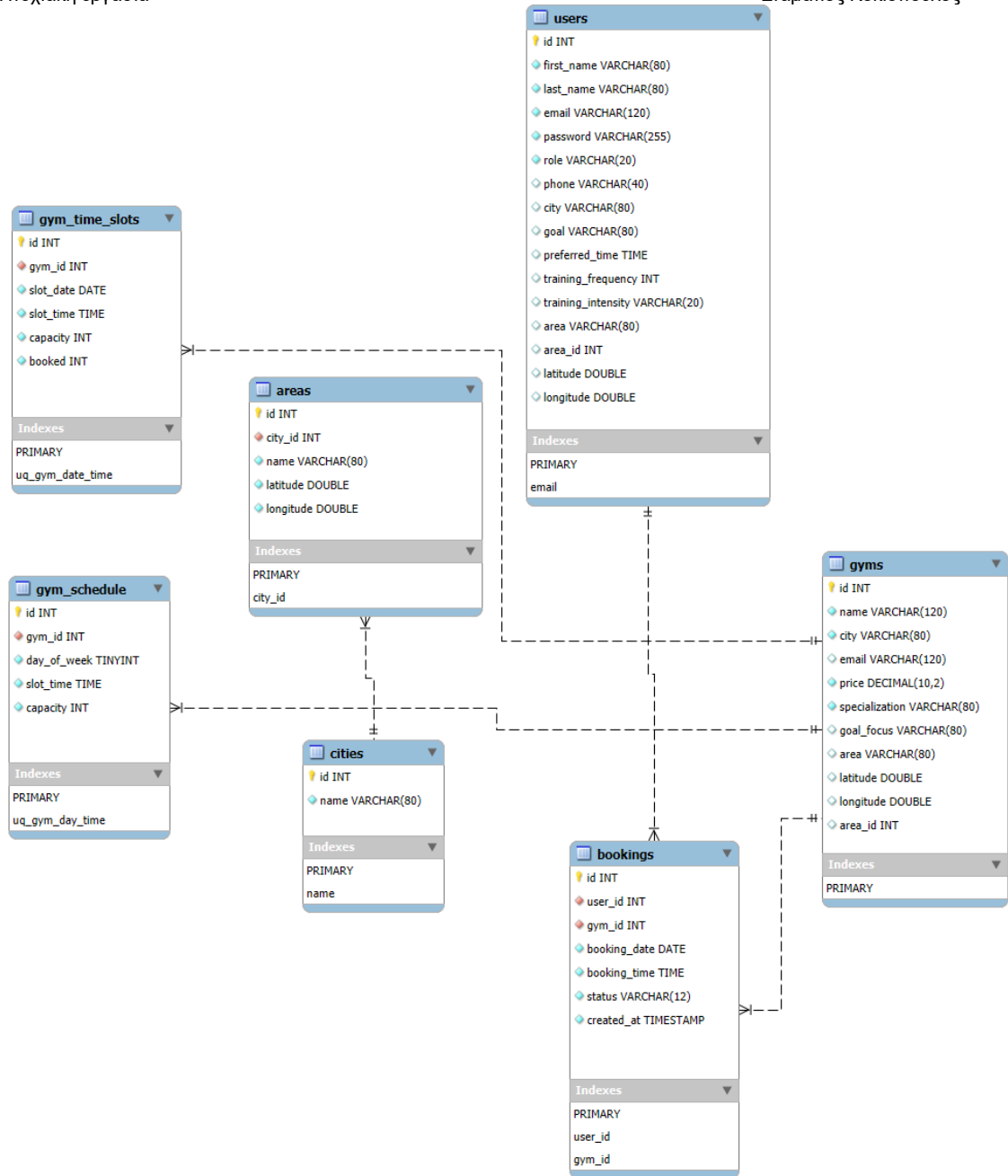
Οι διαθέσιμες ώρες προπόνησης αποθηκεύονται στον πίνακα Gym_Time_Slots, όπου για κάθε γυμναστήριο καταγράφονται η ημερομηνία, η ώρα, η χωρητικότητα και ο αριθμός των ήδη δεσμευμένων θέσεων. Παράλληλα, χρησιμοποιείται και ο πίνακας Gym_Schedule, ο οποίος περιλαμβάνει το εβδομαδιαίο πρόγραμμα λειτουργίας κάθε γυμναστηρίου και χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των διαθέσιμων ωρών προπόνησης.

Οι κρατήσεις των χρηστών αποθηκεύονται στον πίνακα Bookings, ο οποίος συνδέει κάθε χρήστη με το γυμναστήριο που επέλεξε. Για κάθε κράτηση αποθηκεύονται η ημερομηνία, η ώρα, η κατάσταση της και η ημερομηνία δημιουργίας της.

Για την καλύτερη οργάνωση των τοποθεσιών χρησιμοποιούνται οι πίνακες Cities και Areas. Ο πίνακας Cities περιλαμβάνει τις πόλεις που υποστηρίζει η εφαρμογή, ενώ ο πίνακας Areas περιλαμβάνει τις περιοχές κάθε πόλης μαζί με τις αντίστοιχες γεωγραφικές συντεταγμένες. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται για την αναζήτηση γυμναστηρίων και τον υπολογισμό της απόστασης από τον χρήστη.

Οι αλγόριθμοι TOPSIS, K-Means δεν απαιτούν ξεχωριστούς πίνακες στη βάση δεδομένων. Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται κατά την εκτέλεση της εφαρμογής, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που είναι ήδη αποθηκευμένα στους παραπάνω πίνακες.

Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τη δομή της βάσης δεδομένων, τους πίνακες που χρησιμοποιούνται στην εφαρμογή, τα πρωτεύοντα (PK – Primary Key) και τα ξένα (FK – Foreign Key) κλειδιά, καθώς και τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ τους. Συγκεκριμένα, υπάρχει σχέση 1 προς N μεταξύ των πινάκων Cities και Areas, καθώς κάθε πόλη μπορεί να περιλαμβάνει πολλές περιοχές. Αντίστοιχα, υπάρχει σχέση 1 προς N μεταξύ των πινάκων Gyms και Gym_Time_Slots, καθώς και μεταξύ των πινάκων Gyms και Gym_Schedule, αφού κάθε γυμναστήριο μπορεί να διαθέτει πολλές διαθέσιμες ώρες και πολλές εγγραφές εβδομαδιαίου προγράμματος. Τέλος, υπάρχει σχέση 1 προς N μεταξύ των πινάκων Users και Bookings, καθώς και μεταξύ των πινάκων Gyms και Bookings, αφού ένας χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει πολλές κρατήσεις και κάθε γυμναστήριο μπορεί να δεχθεί πολλές κρατήσεις.

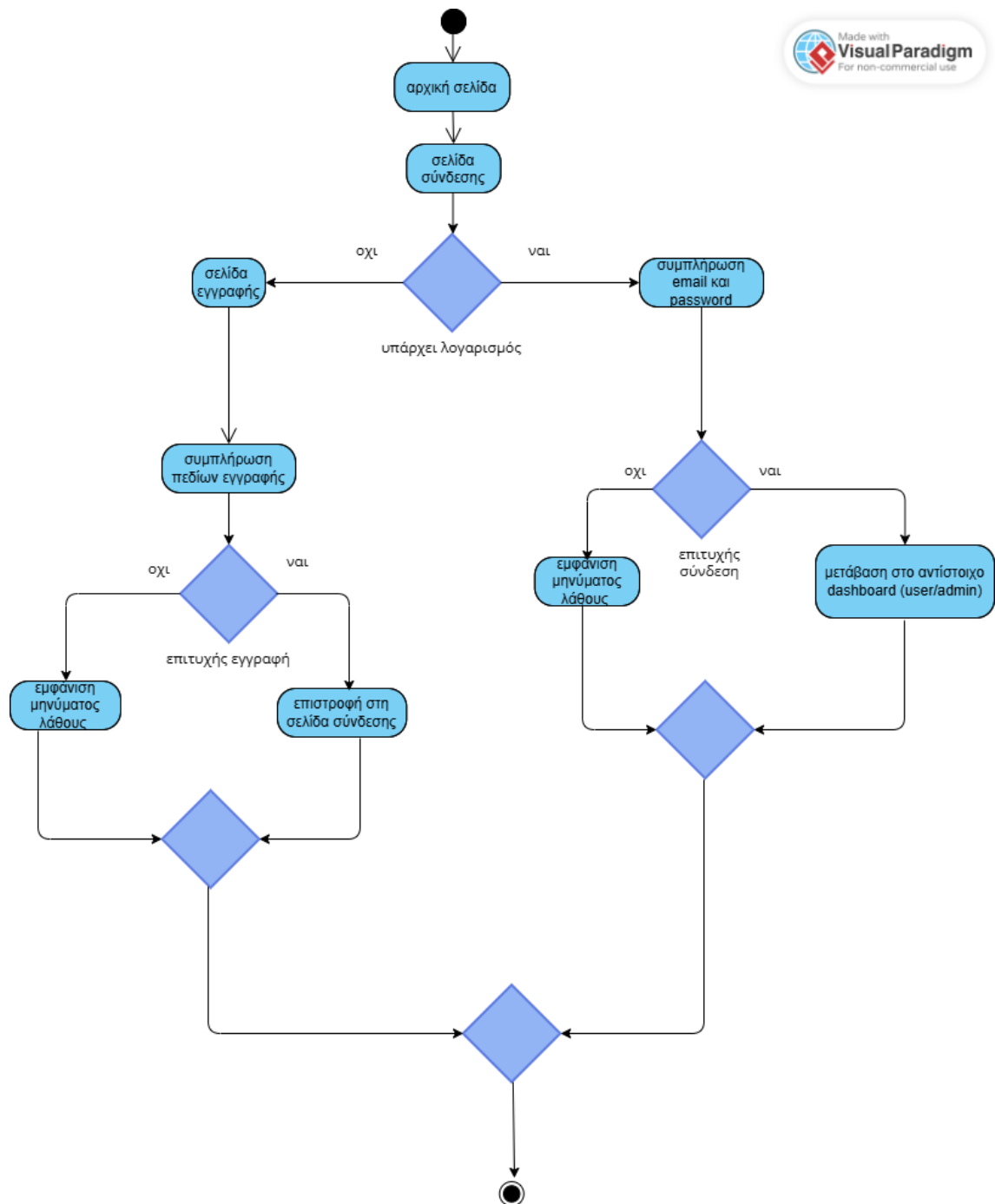


Εικόνα 5 : Class Diagram από το MySQL Workbench

7.4 Υλοποίηση βασικών εργασιών

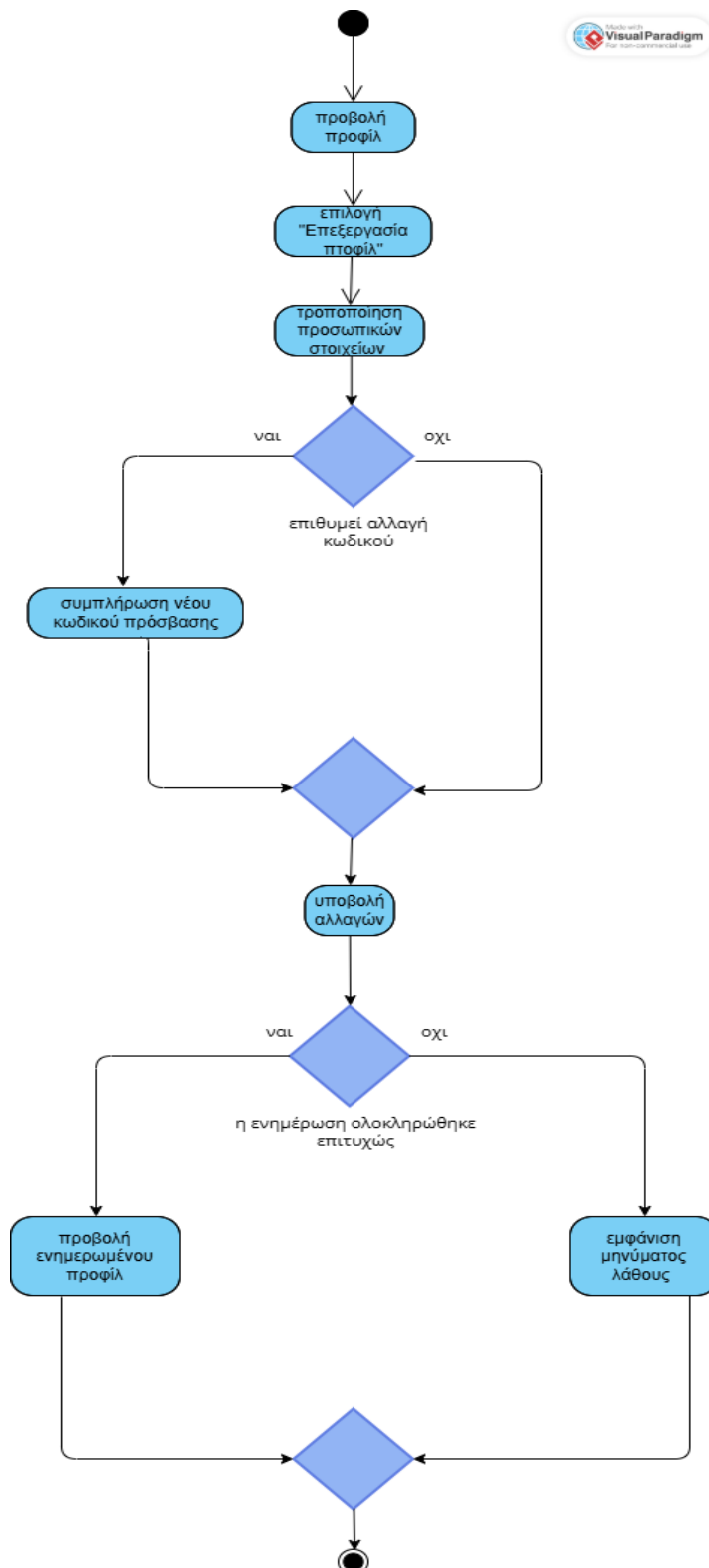
Στην παρούσα ενότητα παρουσιάζονται οι βασικές εργασίες των user και του admin.

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS



Εικόνα 6 : Activity Diagram εγγραφής και εισόδου

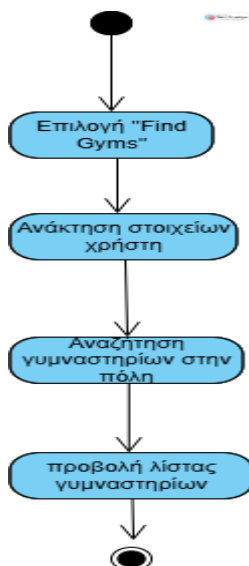
Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει τη διαδικασία εγγραφής και σύνδεσης του χρήστη στην εφαρμογή SmartGymNaut. Αρχικά, ο νέος χρήστης μπορεί να δημιουργήσει τον δικό του λογαριασμό συμπληρώνοντας τα απαραίτητα στοιχεία του. Στη συνέχεια πραγματοποιεί σύνδεση χρησιμοποιώντας το email και το password του. Το σύστημα ελέγχει τα στοιχεία και εφόσον είναι έγκυρα ο χρήστης μεταφέρεται στο dashboard του. Αντίστοιχα ο admin αν βάλει τα δικά του στοιχεία μεταφέρεται στο δικό του dashboard. Σε περίπτωση λανθασμένων στοιχείων εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα.



Εικόνα 7 : Activity Diagram επεξεργασίας προφίλ χρήστη

Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει τη διαδικασία επεξεργασία προφίλ των χρηστών. Ο χρήστης μπορεί να τροποποιήσει τα προσωπικά του στοιχεία, όπως το όνομα, το email τις προτιμήσεις προπόνησης, καθώς και τον κωδικό του πρόσβασης. Μετά την αποθήκευση των αλλαγών το σύστημα ενημερώνει τα στοιχεία του λογαριασμού και εμφανίζει το ενημερωμένο προφίλ.

7.4.3 Αναζήτηση Γυμναστηρίων

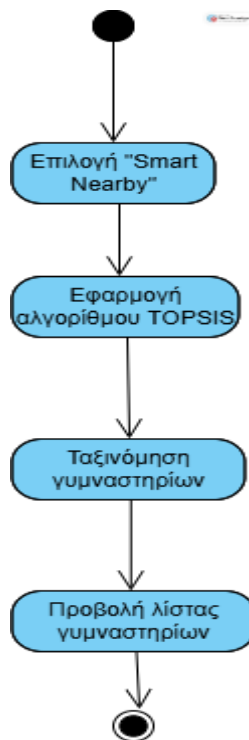


Εικόνα 8 : Activity Diagram Αναζήτησης γυμναστηρίου

Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει τη διαδικασία αναζήτησης γυμναστηρίων. Ο χρήστης επιλέγει τη διαδικασία «Find Gyms» και το σύστημα ανακτά τα στοιχεία του χρήστη. Στη συνέχεια πραγματοποιεί αναζήτηση των διαθέσιμων γυμναστηρίων που βρίσκονται στην πόλη του και εμφανίζεται η αντίστοιχη λίστα αποτελεσμάτων.

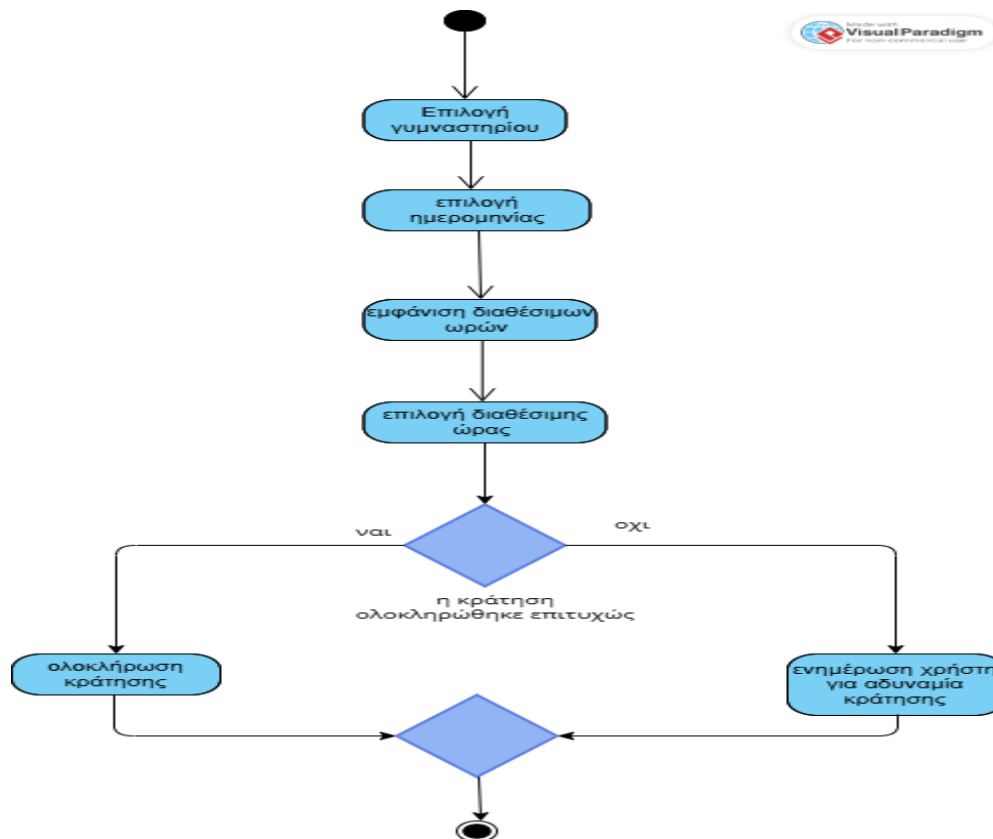
Πτυχιακή εργασία
7.4.4 Κατάταξη μέσω TOPSIS

Σταμάτιος Κοκιοπούλος



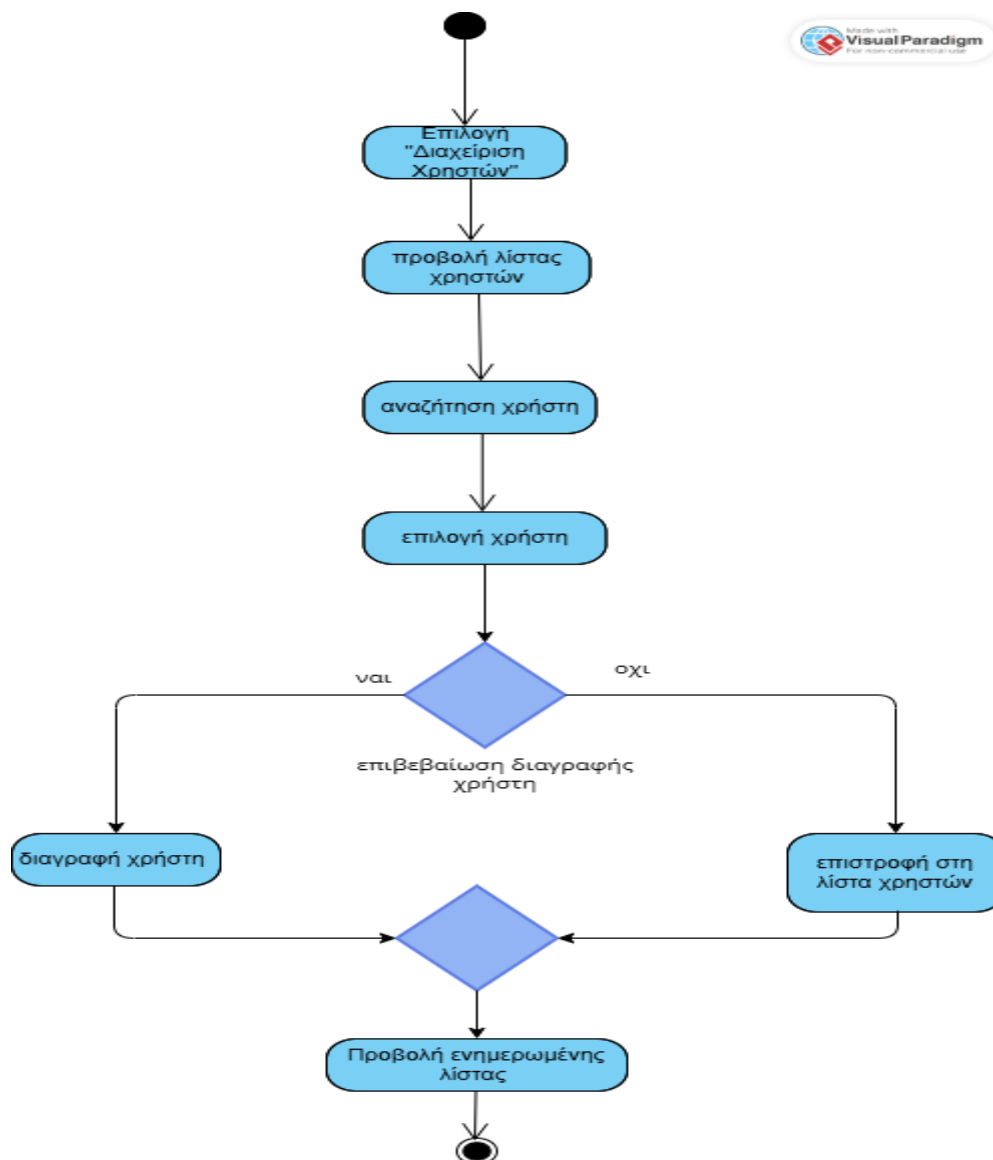
Εικόνα 9 : Activity Diagram Κατάταξης με την χρήση TOPSIS

Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει τη διαδικασία αναζήτησης γυμναστηρίων με την χρήση του αλγορίθμου TOPSIS. Ο χρήστης επιλέγει την λειτουργία «Smart Nearby», και το σύστημα τρέχει τον αλγόριθμο TOPSIS στα διαθέσιμα γυμναστήρια. Στη συνέχεια τα γυμναστήρια ταξινομούνται και εμφανίζεται στον χρήστη μια ταξινομημένη λίστα.



Εικόνα 10 : Activity Diagram Κράτησης διαθέσιμης ώρας

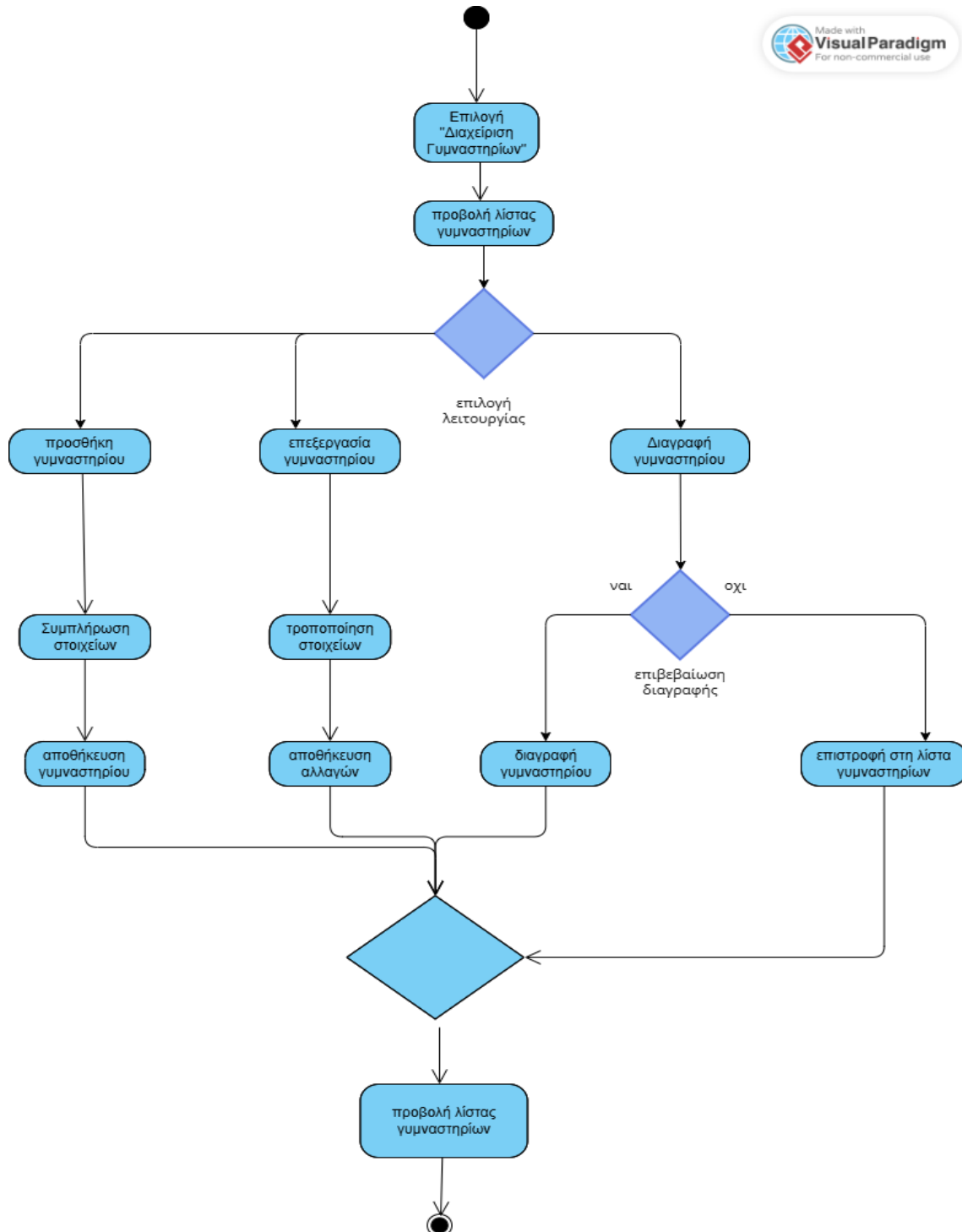
Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει την διαδικασία κράτησης διαθέσιμης ώρας σε ένα γυμναστήριο. Αρχικά ο χρήστης επιλέγει το γυμναστήριο και την ημερομηνία που επιθυμεί να προγραμματίσει την κράτηση. Στη συνέχεια το σύστημα εμφανίζει τις διαθέσιμες ώρες και ο χρήστης επιλέγει αυτήν που το εξυπηρετεί. Το σύστημα ελέγχει αν η κράτηση γίνεται να πραγματοποιηθεί και εφόσον ολοκληρωθεί εμφανίζει μήνυμα επιτυχίας στον χρήστη. Σε αντίθετη περίπτωση τον ενημερώνει για την αδυναμία ολοκλήρωση της κράτησης.



Εικόνα 11 : Activity Diagram Διαγραφής χρήστη

Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει την διαδικασία διαχείρισης των χρηστών από τον διαχειριστή του συστήματος. Αρχικά ο διαχειριστής επιλέγει τη κατάλληλη λειτουργία και εμφανίζεται η λίστα με τους εγγεγραμμένους χρήστες. Στη συνέχεια μπορεί να αναζητήσει χρήστες και να επιλέξει αυτόν που επιθυμεί να διαγράψει. Πριν την ολοκλήρωση της ενέργειας απαιτείται επιβεβαίωση διαγραφής. Τέλος, μετά την ολοκλήρωση εμφανίζεται η νέα ενημερωμένη λίστα των χρηστών.

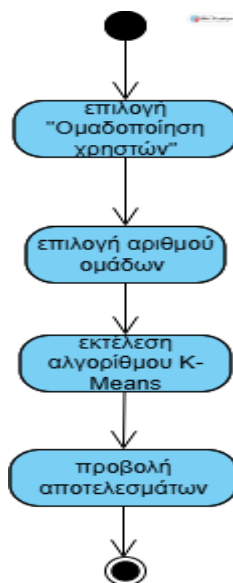
7.4.7 Διαχείριση Γυμναστηρίων



Εικόνα 12 : Activity Diagram Διαχείριση γυμναστηρίων

Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει την διαδικασία διαχείρισης των γυμναστηρίων από τον διαχειριστή του συστήματος. Αρχικά, ο διαχειριστής επιλέγει την λειτουργία και εμφανίζεται η λίστα των γυμναστηρίων. Στη συνέχεια μπορεί να επιλέξει την προσθήκη νέου γυμναστηρίου, την επεξεργασία γυμναστηρίου ή την διαγραφή γυμναστηρίου. Αφού ολοκληρωθεί η επιλεγμένη ενέργεια εμφανίζεται ενημερωμένη λίστα των γυμναστηρίων. Στην περίπτωση της διαγραφής ζητείται επιβεβαίωση της ενέργειας.

7.4.8 Ομαδοποίηση χρηστών με K-Means



Εικόνα 13 : Activity Diagram Ομαδοποίηση χρηστών με την χρήση K-Means

Το παραπάνω Activity Diagram παρουσιάζει τη διαδικασία ομαδοποίησης των χρηστών με βάση τις προτιμήσεις τους με χρήση του αλγορίθμου K-Means. Αρχικά, ο διαχειριστής επιλέγει τη λειτουργία «Ομαδοποίηση χρηστών» και καθορίζει τις ομάδες που θέλει να δημιουργηθούν. Στη συνέχεια το σύστημα εκτελεί τον αλγόριθμο K-Means, ο οποίος ομαδοποιεί τους χρήστες με βάση τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις τους. Με την ολοκλήρωση της διαδικασίας εμφανίζονται τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης, ώστε ο διαχειριστής να μπορεί να βγάλει κάποια συμπεράσματα για τους χρήστες της εφαρμογής.

7.5 Αλγόριθμοι της εφαρμογής

7.5.1 TOPSIS

Για την κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων εφαρμόζεται ο αλγόριθμος TOPSIS. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση και την ταξινόμηση των γυμναστηρίων σύμφωνα με τον βαθμό καταλληλότητάς τους για κάθε χρήστη.

Καθορισμός κριτηρίων αξιολόγησης :

- Απόσταση (Distance) : Εκφράζει την απόσταση του γυμναστηρίου από τον χρήστη σε χιλιόμετρα και προτιμώνται μικρότερες αποστάσεις.
- Τιμή (Price) : Εκφράζει το κόστος της συνδρομής

- Διαθεσιμότητα (Availability) : Υπολογίζεται από τον αριθμό των διαθέσιμων θέσεων προπόνησης των επόμενων επτά ημερών.
- Αντιστοίχιση στόχου (Goal Match): Ελέγχεται αν π στόχος προπόνησης του χρήστη ταυτίζεται με τον στόχο που υποστηρίζει το γυμναστήριο. Σε περίπτωση ταύτισης αποδίδεται η τιμή 1, αλλιώς 0.
- Αντιστοίχιση εξειδίκευσης (Specialization Match): Υπολογίζεται με βάση την αντιστοίχιση της εξειδίκευσης του γυμναστηρίου με τον στόχο του χρήστη. Όταν η εξειδίκευση θεωρείται κατάλληλη αποδίδεται τιμή 1, ενώ στις υπόλοιπες περιπτώσεις αποδίδεται μειωμένη βαθμολογία. Για στόχους που δεν ανήκουν στις προκαθορισμένες κατηγορίες χρησιμοποιείται ενδιάμεση τιμή 0,5.

Για την αξιολόγηση χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα βάρη :

- Απόσταση : 0.20
- Τιμή : 0.10
- Διαθεσιμότητα : 0.20
- Αντιστοίχιση στόχου : 0.25
- Αντιστοίχιση εξειδίκευσης : 0.25

Διαδικασία TOPSIS :

Η εφαρμογή SmartGymNaut αξιοποιεί τον αλγόριθμο TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) κατά τη λειτουργία Smart Search, με σκοπό την πολυκριτηριακή αξιολόγηση και κατάταξη των διαθέσιμων γυμναστηρίων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη. Αρχικά, ανακτώνται από τη βάση δεδομένων όλα τα γυμναστήρια που πληρούν τα κριτήρια αναζήτησης του χρήστη, όπως η μέγιστη τιμή συνδρομής η προτιμώμενη ώρα προπόνησης και, εφόσον έχει επιλεγεί, η επιθυμητή κατηγορία προπόνησης. Στη συνέχεια, ο αλγόριθμος TOPSIS εφαρμόζεται αποκλειστικά στα γυμναστήρια που προέκυψαν από αυτό το αρχικό φιλτράρισμα. Για κάθε γυμναστήριο δημιουργείται ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών το οποίο αποτελείται από πέντε κριτήρια αξιολόγησης της εφαρμογής: την απόσταση, την τιμή, τη διαθεσιμότητα, την αντιστοίχιση του στόχου προπόνησης και την αντιστοίχιση της εξειδίκευσης του γυμναστηρίου με τις προτιμήσεις του χρήστη.

Στο πρώτο στάδιο της διαδικασίας πραγματοποιείται η διανυσματική κανονικοποίηση (Vector Normalization) των τιμών κάθε κριτηρίου. Σκοπός της είναι να μετατρέψει όλες τις τιμές σε κοινή κλίμακα, ώστε κανένα κριτήριο να μην επηρεάζει δυσανάλογα το τελικό αποτέλεσμα λόγω της μονάδας μέτρησής του. Με αυτόν τον τρόπο, όλα τα κριτήρια συμμετέχουν ισότιμα στη διαδικασία αξιολόγησης. Στη συνέχεια, οι κανονικοποιημένες τιμές πολλαπλασιάζονται με τα αντίστοιχα βάρη σημαντικότητας που έχουν οριστεί στην εφαρμογή. Συγκεκριμένα, η απόσταση λαμβάνει το βάρος 0.20, η τιμή 0.10, η διαθεσιμότητα 0.20, η αντιστοίχιση στόχου 0.25, κι η αντιστοίχιση εξειδίκευσης 0.25. Με τον τρόπο αυτό δίνεται μεγαλύτερη βαρύτητα στα χαρακτηριστικά που θεωρούνται σημαντικότερα για την επιλογή του καταλληλότερου γυμναστηρίου.

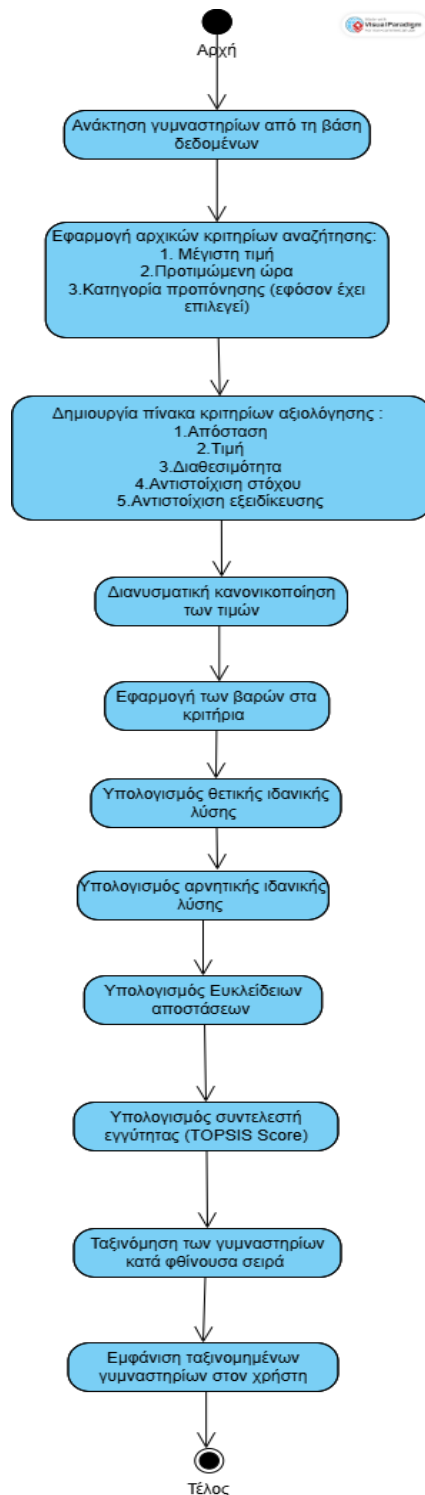
Αφού δημιουργηθεί ο σταθμισμένος πίνακας απόφασης, προσδιορίζονται η θετική ιδανική λύση (Positive ideal solution) και η αρνητική ιδανική λύση (Negative ideal solution). Για τα κριτήρια ωφέλειας, όπως η διαθεσιμότητα, η αντιστοίχιση στόχου και η αντιστοίχιση εξειδίκευσης, ως ιδανική λύση επιλέγεται η μεγαλύτερη τιμή, ενώ για τα κριτήρια κόστους όπως η απόσταση και η τιμή, επιλέγεται η μικρότερη τιμή. Αντίστοιχα, η αρνητική ιδανική λύση προκύπτει από τις αντίθετες ακραίες τιμές κάθε κριτηρίου.

Στο επόμενο στάδιο υπολογίζονται οι Ευκλείδειες αποστάσεις (Euclidean Distances) κάθε γυμναστηρίου από τη θετική και την αρνητική ιδανική λύση. Με βάση τις δύο αυτές αποστάσεις υπολογίζεται ο συντελεστής εγγύτητας (TOPSIS Score), ο οποίος λαμβάνει τιμές στο διάστημα [0,1]. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του συντελεστή, τόσο περισσότερο το συγκεκριμένο γυμναστήριο προσεγγίζει την ιδανική λύση και τόσο υψηλότερη θέση καταλαμβάνει στην τελική κατάταξη.

Τέλος, τα γυμναστήρια ταξινομούνται κατά φθίνουσα σειρά σύμφωνα με τον συντελεστή εγγύτητας (TOPSIS Score) και παρουσιάζονται στο χρήστη με σειρά προτεραιότητας. Με τον

Πτυχιακή εργασία
Σταμάτιος Κοκινόπουλος
τρόπο αυτό, η εφαρμογή δεν εμφανίζει απλώς όλες τις διαθέσιμες επιλογές, αλλά προτείνει πρώτα εκείνες που ανταποκρίνονται καλύτερα στις προτιμήσεις και στα χαρακτηριστικά του χρήστη.

Διάγραμμα TOPSIS :



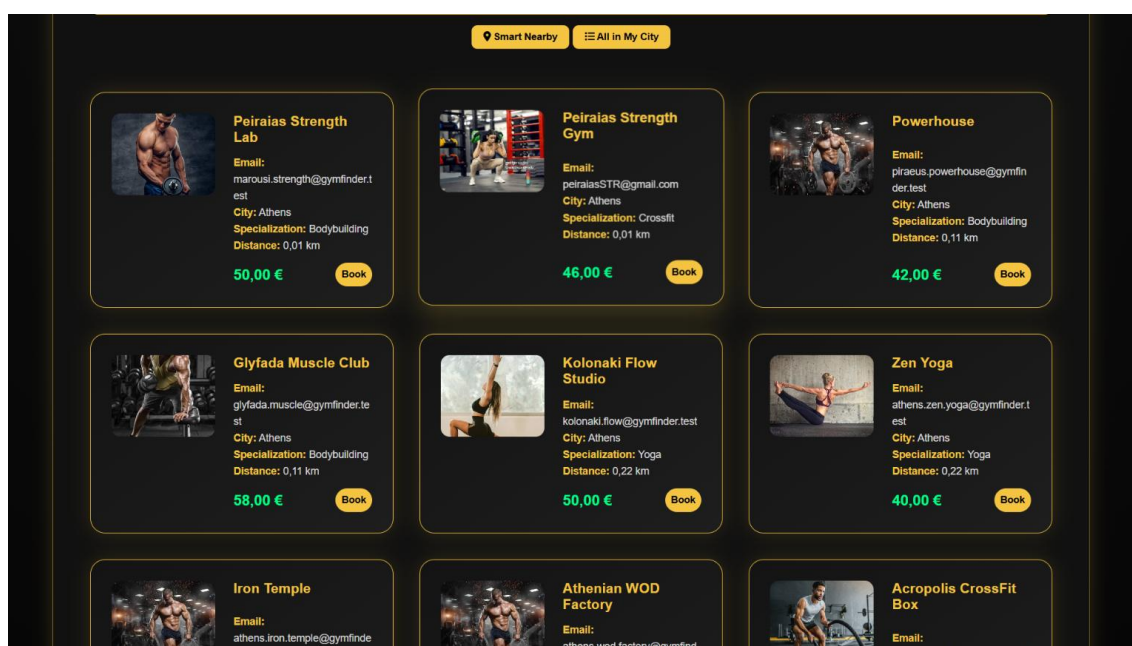
Εικόνα 14 : Διάγραμμα δραστηριοτήτων του αλγορίθμου TOPSIS

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Παραδείγματα TOPSIS:

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του αλγορίθμου TOPSIS παρουσιάζεται το παρακάτω παραδείγματα από την εφαρμογή SmartGymNaut.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα χρησιμοποιείται ο χρήστης George, ο οποίος επιλέγει τη λειτουργία Smart Search για την αναζήτηση του καταλληλότερου γυμναστηρίου σύμφωνα με τις προσωπικές του προτιμήσεις. Αρχικά, η εφαρμογή ανακτά τα στοιχεία του χρήστη, τα οποία χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία αξιολόγησης των διαθέσιμων γυμναστηρίων.



Εικόνα 15 : Διαθέσιμα γυμναστήρια πριν από την εφαρμογή της κατάταξης με τον αλγόριθμο TOPSIS.

Στοιχεία χρήστη :

Χαρακτηριστικά	Τιμή
Χρήστης	George
Πόλη	Athens
Στόχος προπόνησης	Weight Loss
Προτιμώμενη ώρα προπόνησης	12:00

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, η εφαρμογή ανακτά από τη βάση δεδομένων όλα τα γυμναστήρια που ικανοποιούν τα βασικά κριτήρια αναζήτησης. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα προκύπτουν τα γυμναστήρια του παρακάτω Πίνακα .

Διαθέσιμα γυμναστήρια :

Γυμναστήριο	Στόχος γυμναστηρίου	Απόσταση	Τιμή	Διαθεσιμότητα	Goal match	Specialization match
-------------	---------------------	----------	------	---------------	------------	----------------------

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Peiraias Strength Lab	Muscle Gain	0.0088	50	2	0	0.2491
Peiraias Strength Gym	Weight Loss	0.0111	46	0	1	0.8305
Powerhouse	Muscle Gain	0.1115	42	0	0	0.2491
Glyfada Muscle Club	Muscle Gain	0.1121	58	0	0	0.2491
Kolonaki Flow Studio	Flexibility	0.2224	50	0	0	0.2491
Zen Yoga	Flexibility	0.2231	49	0	0	0.2491

Στη συνέχεια, εφαρμόζεται η διαδικασία της διανυσματικής κανονικοποίησης (Vector Normalization) σε κάθε κριτήριο αξιολόγησης. Με τον τρόπο αυτό όλες οι τιμές μετατρέπονται σε κοινή κλίμακα, ώστε να μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους ανεξάρτητα από τη μονάδα μέτρησής τους. Οι κανονικοποιημένες τιμές φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

Κανονικοποιημένες τιμές :

Γυμναστήριο	Απόσταση	Τιμή	Διαθεσιμότητα	Goal Match	Specialization Match
Peiraias Strength Lab	0.0249	0.4250	1.0000	0.0000	0.2491
Peiraias Strength Gym	0.0315	0.3910	0.0000	1.0000	0.8305
Powerhouse	0.3164	0.3570	0.0000	0.0000	0.2491
Glyfada Muscle Club	0.3164	0.4929	0.0000	0.0000	0.2491
Kolonaki Flow Studio	0.6308	0.4250	0.0000	0.0000	0.2491
Zen Yoga	0.6327	0.3400	0.0000	0.0000	0.2491

Οι κανονικοποιημένες τιμές πολλαπλασιάζονται με τα αντίστοιχα βάρη σημαντικότητας του αλγορίθμου TOPSIS (0.20, 0.10, 0.20, 0.25 και 0.25), δημιουργώντας τον σταθμισμένο πίνακα απόφασης. Ο πίνακας αυτός αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό της θετικής και της αρνητικής ιδανικής λύσης, καθώς και του τελικού συντελεστή εγγύτητας (TOPSIS Score).

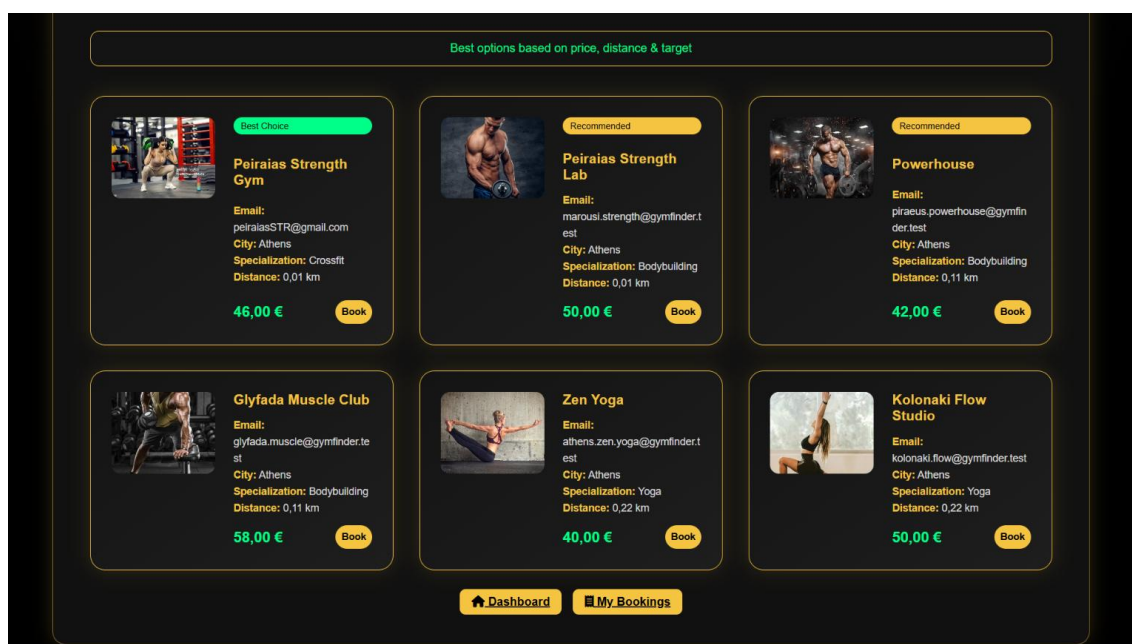
Σταθμισμένος πίνακας απόφασης :

Γυμναστήριο	Απόσταση	Τιμή	Διαθεσιμότητα	Goal Match	Specialization Match
Peiraias Strength Lab	0.0050	0.0425	0.2000	0.0000	0.0623
Peiraias Strength Gym	0.0063	0.0391	0.0000	0.2500	0.2076
Powerhouse	0.0633	0.0357	0.0000	0.0000	0.0623
Glyfada Muscle Club	0.0633	0.0493	0.0000	0.0000	0.0623

Γυμναστήριο	Απόσταση	Τιμή	Διαθεσιμότητα	Goal Match	Specialization Match
Kolonaki Flow Studio	0.1262	0.0425	0.0000	0.0000	0.0623
Zen Yoga	0.1265	0.0340	0.0000	0.0000	0.0623

Με βάση τον σταθμισμένο πίνακα απόφασης, ο αλγόριθμος προσδιορίζει τη θετική ιδανική λύση και την αρνητική ιδανική λύση, υπολογίζει τις Ευκλείδειες αποστάσεις κάθε γυμναστηρίου από αυτές και στη συνέχεια υπολογίζει τον συντελεστή εγγύτητας (TOPSIS Score).

Θέση	Γυμναστήριο	TOPSIS Score
1	Peiraias Strength Gym	0.6103
2	Peiraias Strength Lab	0.4473
3	Powerhouse	0.1537
4	Glyfada Muscle Club	0.1506
5	Zen Yoga	0.0395
6	Kolonaki Flow Studio	0.0180



Εικόνα 16 : Αποτελέσματα της λειτουργίας Smart Search μετά την εφαρμογή του αλγορίθμου TOPSIS.

Από τα αποτελέσματα του παραπάνω πίνακα παρατηρείται ότι το γυμναστήριο Peiraias Strength Gym καταλαμβάνει την πρώτη θέση με TOPSIS Score ίσο με 0.6103, γεγονός που δείχνει ότι αποτελεί την καταλληλότερη επιλογή για τον συγκεκριμένο χρήστη. Παρόλο που δεν διαθέτει διαθέσιμες θέσεις προπόνησης στο χρονικό διάστημα που εξετάζεται (Availability = 0), παρουσιάζει πλήρη αντιστοίχιση με τον στόχο προπόνησης του χρήστη (Goal Match = 1) και υψηλή αντιστοίχιση εξειδίκευσης (Specialization Match = 0.8305). Επιπλέον, διαθέτει σχετικά μικρή απόσταση και χαμηλή τιμή συνδρομής, γεγονός που συμβάλλει στη συνολικά υψηλή βαθμολογία του.

Αντίθετα, το Peiraias Strength Lab, παρότι διαθέτει δύο διαθέσιμες θέσεις προπόνησης (Availability = 2), κατατάσσεται στη δεύτερη θέση με TOPSIS Score ίσο με 0.4473, καθώς δεν Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

παρουσιάζει αντιστοίχιση με τον στόχο προπόνησης του χρήστη (Goal Match = 0) και η αντιστοίχιση εξειδίκευσης είναι σημαντικά χαμηλότερη (Specialization Match = 0.2491). Το παράδειγμα αυτό δείχνει ότι η ύπαρξη μεγαλύτερης διαθεσιμότητας δεν αρκεί από μόνη της για να καταστήσει ένα γυμναστήριο την καλύτερη επιλογή.

Τα υπόλοιπα γυμναστήρια συγκεντρώνουν αισθητά χαμηλότερες βαθμολογίες, καθώς δεν παρουσιάζουν αντιστοίχιση με τον στόχο προπόνησης του χρήστη και εμφανίζουν χαμηλή βαθμολογία στο κριτήριο της εξειδίκευσης. Ως αποτέλεσμα, παρότι ορισμένα διαθέτουν χαμηλότερη τιμή συνδρομής ή μικρότερη απόσταση, δεν επιλέγονται ως οι καταλληλότερες προτάσεις.

Το συγκεκριμένο παράδειγμα αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο ο αλγόριθμος TOPSIS πραγματοποιεί πολυκριτηριακή αξιολόγηση, λαμβάνοντας υπόψη ταυτόχρονα όλα τα κριτήρια και τα αντίστοιχα βάρη τους. Η τελική κατάταξη δεν βασίζεται σε ένα μόνο χαρακτηριστικό, αλλά στη συνολική καταλληλότητα κάθε γυμναστηρίου σε σχέση με τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του χρήστη. Με τον τρόπο αυτό, η εφαρμογή SmartGymNaut παρέχει εξατομικευμένες και αντικειμενικές προτάσεις γυμναστηρίων.

7.5.2 K-Means

Για την ομαδοποίηση των χρηστών εφαρμόζεται ο αλγόριθμος K-Means. Ο αλγόριθμος χρησιμοποιείται από τον διαχειριστή της εφαρμογής για την ομαδοποίηση των χρηστών με βάση κοινά χαρακτηριστικά, διευκολύνοντας την ανάλυση των προφίλ τους και την εξαγωγή χρήσιμων στατιστικών πληροφοριών.

Χαρακτηριστικά ομαδοποίησης :

- Πόλη (City)
- Στόχος προπόνησης (Goal)
- Προτιμώμενη ώρα (Preferred Time)
- Συχνότητα προπόνησης (Training Frequency)
- Ένταση προπόνησης (Training Intensity)

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά μετατρέπονται σε κατάλληλη αριθμητική μορφή ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον αλγόριθμο K-Means.

Διαδικασία K-Means:

Η εφαρμογή SmartGymNaut αξιοποιεί τον αλγόριθμο K-Means για την ομαδοποίηση των χρηστών με βάση κοινά χαρακτηριστικά του προφίλ τους. Η λειτουργία αυτή είναι διαθέσιμη αποκλειστικά στον διαχειριστή (Administrator) και χρησιμοποιείται για την ανάλυση των χρηστών, την αναγνώριση ομάδων με παρόμοια χαρακτηριστικά και την εξαγωγή χρήσιμων στατιστικών πληροφοριών σχετικά με τη χρήση της εφαρμογής.

Αρχικά, ανακτώνται από τη βάση δεδομένων όλοι οι εγγεγραμμένοι χρήστες της εφαρμογής. Για κάθε χρήστη δημιουργείται ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών (Feature Vector), το οποίο περιλαμβάνει την πόλη κατοικίας, τον στόχο προπόνησης, την προτιμώμενη ώρα προπόνησης, τη συχνότητα προπόνησης και την ένταση προπόνησης. Επειδή ο αλγόριθμος K-Means επεξεργάζεται αποκλειστικά αριθμητικά δεδομένα, όλα τα χαρακτηριστικά μετατρέπονται σε κατάλληλη αριθμητική μορφή πριν ξεκινήσει η διαδικασία της ομαδοποίησης.

Για τα κατηγορικά χαρακτηριστικά, όπως η πόλη και ο στόχος προπόνησης, εφαρμόζεται η τεχνική One-Hot Encoding, κατά την οποία κάθε διαφορετική τιμή αναπαρίσταται ως ξεχωριστή δυαδική μεταβλητή με τιμές 0 ή 1. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται η δημιουργία τεχνητής αριθμητικής σχέσης μεταξύ διαφορετικών κατηγοριών.

Η προτιμώμενη ώρα προπόνησης μετατρέπεται σε δύο αριθμητικές τιμές μέσω της τεχνικής Circular Time Encoding, χρησιμοποιώντας τις συναρτήσεις ημίτονο (sin) και συνημίτονο (cos). Η συγκεκριμένη αναπαράσταση επιτρέπει στον αλγόριθμο να αντιμετωπίζει σωστά την κυκλική φύση του χρόνου, έτσι ώστε ώρες όπως οι 23:30 και 00:30 να θεωρούνται χρονικά κοντινές.

Στη συνέχεια, η συχνότητα προπόνησης κανονικοποιείται στο διάστημα $[0,1]$, ώστε να συμμετέχει ισότιμα στον υπολογισμό των αποστάσεων, ενώ η ένταση προπόνησης μετατρέπεται σε αριθμητικές τιμές (Low = 0.0, Medium = 0.5 και High = 1.0).

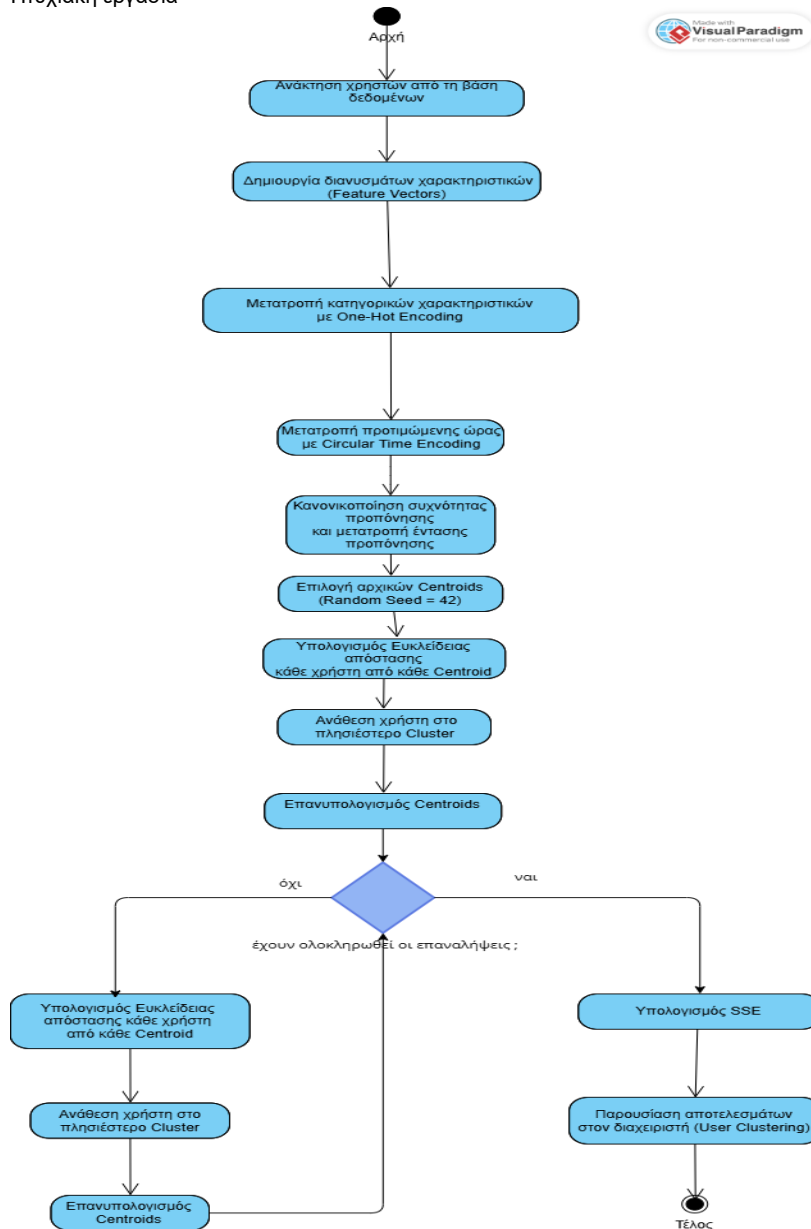
Αφού δημιουργηθούν τα διανύσματα χαρακτηριστικών όλων των χρηστών, επιλέγονται τα αρχικά κέντρα των ομάδων (Initial Centroids). Στην υλοποίηση της εφαρμογής η επιλογή πραγματοποιείται τυχαία από τους υπάρχοντες χρήστες του συνόλου δεδομένων, χρησιμοποιώντας σταθερό Random Seed (42), ώστε η ίδια διαδικασία ομαδοποίησης να οδηγεί στα ίδια αποτελέσματα σε κάθε εκτέλεση.

Στο επόμενο στάδιο, για κάθε χρήστη υπολογίζεται η Ευκλείδεια απόσταση (Euclidean Distance) από κάθε centroid. Ο χρήστης αντιστοιχίζεται στο cluster του οποίου το centroid παρουσιάζει τη μικρότερη απόσταση από το αντίστοιχο διάνυσμα χαρακτηριστικών.

Αφού ολοκληρωθεί η αντιστοίχιση όλων των χρηστών, υπολογίζονται εκ νέου τα centroids. Κάθε νέο centroid προκύπτει ως ο μέσος όρος των χαρακτηριστικών όλων των χρηστών που ανήκουν στο αντίστοιχο cluster. Η διαδικασία της αντιστοίχισης των χρηστών και του επανυπολογισμού των centroids επαναλαμβάνεται για προκαθορισμένο αριθμό επαναλήψεων (Iterations), ο οποίος ορίζεται από τον διαχειριστή της εφαρμογής.

Μετά την ολοκλήρωση όλων των επαναλήψεων υπολογίζεται το Sum of Squared Errors (SSE), το οποίο εκφράζει το συνολικό τετραγωνικό σφάλμα μεταξύ των χρηστών και των centroids των ομάδων τους. Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται ως μέτρο αξιολόγησης της ποιότητας της ομαδοποίησης, καθώς όσο μικρότερη είναι η τιμή του SSE, τόσο πιο ομοιογενή θεωρούνται τα clusters που δημιουργήθηκαν.

Τέλος, κάθε χρήστης αντιστοιχίζεται στο τελικό cluster στο οποίο ανήκει και τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον διαχειριστή μέσω της σελίδας User Clustering. Για κάθε cluster εμφανίζονται συγκεντρωτικά στατιστικά στοιχεία, όπως η κυρίαρχη πόλη, ο κυρίαρχος στόχος προπόνησης, η μέση προτιμώμενη ώρα προπόνησης, η μέση συχνότητα προπόνησης, η κυρίαρχη ένταση προπόνησης, καθώς και το πλήθος των χρηστών που ανήκουν σε αυτό.



Εικόνα 17 : Διάγραμμα δραστηριοτήτων (Activity Diagram) της διαδικασίας ομαδοποίησης χρηστών με τον αλγόριθμο K-Means.

Παράδειγμα K-Means:

Για την καλύτερη κατανόηση της λειτουργίας του αλγορίθμου K-Means παρουσιάζεται το παρακάτω παράδειγμα από την εφαρμογή SmartGymNaut.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα ο διαχειριστής (Administrator) επιλέγει τη λειτουργία Customer Segments, μέσω της οποίας πραγματοποιείται η ομαδοποίηση των χρηστών της εφαρμογής. Ο διαχειριστής επιλέγει τη δημιουργία τριών (3) ομάδων (Clusters) και στη συνέχεια εκκινεί τη διαδικασία του αλγορίθμου K-Means.

Αρχικά, η εφαρμογή ανακτά από τη βάση δεδομένων όλους τους εγγεγραμμένους χρήστες και δημιουργεί για κάθε χρήστη ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών (Feature Vector). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα χρησιμοποιούνται τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- Πόλη (City)
- Στόχος προπόνησης (Goal)

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

- Προτιμώμενη ώρα προπόνησης (Preferred Time)
- Συχνότητα προπόνησης (Training Frequency)
- Ένταση προπόνησης (Training Intensity)

Τα χαρακτηριστικά αυτά μετατρέπονται σε αριθμητική μορφή μέσω των τεχνικών One-Hot Encoding, Circular Time Encoding, κανονικοποίησης της συχνότητας προπόνησης και αριθμητικής κωδικοποίησης της έντασης προπόνησης, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τον αλγόριθμο K-Means.

Χρήστης	Πόλη	Στόχος	Ωρα	Συχνότητα	Ένταση
Stamatis	Thessaloniki	Muscle Gain	10:00	4	Medium
Tina	Thessaloniki	Weight Loss	22:30		
George	Athens	Weight Loss	09:00	4	Medium
Andreas	Thessaloniki	Muscle Gain	21:00	5	Medium
George	Patras	Muscle Gain	21:30	5	Medium
Elina	Athens	Muscle Gain	22:00	5	Medium
KWSTAS	Athens	Muscle Gain	22:30	5	High
Nikos	Athens	Muscle Gain	22:30	5	Medium
Andreas	Thessaloniki	Flexibility	10:00	5	High
George	Athens	Weight Loss	12:00	3	Medium
Aggelos	Thessaloniki	Muscle Gain	22:30	5	High

Πίνακας 1: Χαρακτηριστικά χρηστών

Στη συνέχεια δημιουργούνται τα διανύσματα χαρακτηριστικών (Feature Vectors) των χρηστών, τα οποία αποτελούν την αριθμητική αναπαράσταση των παραπάνω δεδομένων.

Χρήστης	Feature Vectors
Stamatis	(1.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, 0.500, -0.866, 0.500, 0.500)
Tina	(1.000, 0.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.000, -0.383, 0.924, 0.000, 0.500)
George(Athens)	(0.000, 1.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.707, -0.707, 0.500, 0.500)
Andreas	(1.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.707, 0.707, 0.667, 0.500)
George(Patras)	(0.000, 0.000, 1.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.609, 0.793, 0.667, 0.500)
Elina	(0.000, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.500, 0.866, 0.667, 0.500)
KWSTAS	(0.000, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.383, 0.924, 0.667, 1.000)
Nikos	(0.000, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.383, 0.924, 0.667, 0.500)
Andreas	(1.000, 0.000, 0.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.500, -0.866, 0.667, 1.000)
George	(0.000, 1.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -1.000, 0.333, 0.500)
Aggelos	(1.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.383, 0.924, 0.667, 1.000)

Πίνακας 2 : Feature Vectors χρηστών

Μετά τη δημιουργία των διανυσμάτων χαρακτηριστικών επιλέγονται τυχαία τα αρχικά κέντρα των ομάδων (Initial Centroids). Στην υλοποίηση της εφαρμογής χρησιμοποιείται σταθερό Random Seed = 42, ώστε η ίδια διαδικασία να παράγει τα ίδια αποτελέσματα σε κάθε εκτέλεση.

Cluster	Initial Centroid
Cluster 0	(0.000, 1.000, 0.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -1.000, 0.333, 0.500)
Cluster 1	(0.000, 0.000, 1.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.609, 0.793, 0.667, 0.500)
Cluster 2	(0.000, 1.000, 0.000, 1.000, 0.000, 0.000, -0.383, 0.924, 0.667, 1.000)

Πίνακας 3 : Αρχικά Centroid

Στη συνέχεια ο αλγόριθμος υπολογίζει για κάθε χρήστη την Ευκλείδεια απόσταση από κάθε centroid και τον αντιστοιχίζει στην ομάδα με τη μικρότερη απόσταση. Μετά την ολοκλήρωση της αντιστοίχισης υπολογίζονται εκ νέου τα centroids ως ο μέσος όρος των χαρακτηριστικών των χρηστών κάθε ομάδας. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για τον προκαθορισμένο αριθμό επαναλήψεων και στη συνέχεια υπολογίζεται το συνολικό σφάλμα ομαδοποίησης (Sum of Squared Errors - SSE).

Η τελική ομαδοποίηση φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Χρήστης	Cluster
Stamatis	Cluster 0
Tina	Cluster 1
George (Athens)	Cluster 0
Andeas	Cluster 1
George (Patras)	Cluster 1
Elina	Cluster 2
KWSTAS	Cluster 2
Nikos	Cluster 2
Andreas	Cluster 0
George (Athens - 12:00)	Cluster 0
Aggelos	Cluster 1

Πίνακας 4 : Τελική αντιστοίχιση χρηστών στα Clusters

Από τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης παρατηρείται ότι ο αλγόριθμος K-Means διαχώρισε τους έντεκα χρήστες σε τρεις διακριτές ομάδες με βάση τα χαρακτηριστικά που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διαδικασία της ομαδοποίησης, δηλαδή την πόλη, τον στόχο προπόνησης, την προτιμώμενη ώρα προπόνησης, τη συχνότητα προπόνησης και την ένταση προπόνησης.

Συγκεκριμένα, οι χρήστες του Cluster 0 παρουσιάζουν μεγαλύτερη ομοιότητα ως προς τα παραπάνω χαρακτηριστικά και για τον λόγο αυτό τοποθετήθηκαν στην ίδια ομάδα. Αντίστοιχα, οι χρήστες των Clusters 1 και 2 παρουσιάζουν μεταξύ τους μεγαλύτερη ομοιότητα σε σχέση με τους χρήστες των υπόλοιπων ομάδων, γεγονός που οδήγησε στην αντίστοιχη ομαδοποίησή τους.

Η τελική τιμή SSE = 8.8709 εκφράζει το συνολικό τετραγωνικό σφάλμα μεταξύ των χρηστών και των κέντρων των ομάδων (centroids). Η τιμή αυτή χρησιμοποιείται ως μέτρο αξιολόγησης της ποιότητας της ομαδοποίησης. Όσο μικρότερη είναι η τιμή του SSE, τόσο μικρότερη είναι η συνολική απόσταση των χρηστών από το centroid του cluster στο οποίο ανήκουν και επομένως τόσο πιο ομοιογενείς θεωρούνται οι ομάδες που δημιουργήθηκαν.

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον διαχειριστή μέσω της σελίδας Customer Segments, όπου για κάθε ομάδα εμφανίζονται συγκεντρωτικά στοιχεία, όπως ο αριθμός των χρηστών, η κυρίαρχη πόλη, ο κυρίαρχος στόχος προπόνησης, η μέση προτιμώμενη ώρα προπόνησης, η μέση συχνότητα προπόνησης και η κυρίαρχη ένταση προπόνησης. Με τον τρόπο αυτό ο διαχειριστής μπορεί να αναγνωρίζει ομάδες χρηστών με παρόμοια χαρακτηριστικά και να εξάγει χρήσιμα στατιστικά συμπεράσματα σχετικά με τη χρήση της εφαρμογής.

Το συγκεκριμένο παράδειγμα αναδεικνύει τον τρόπο με τον οποίο ο αλγόριθμος K-Means αξιοποιείται στην εφαρμογή SmartGymNaut για την αυτόματη ομαδοποίηση χρηστών με παρόμοια χαρακτηριστικά. Η διαδικασία αυτή μπορεί να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων από τον διαχειριστή, προσφέροντας καλύτερη εικόνα για τα χαρακτηριστικά και τη συμπεριφορά των χρηστών της εφαρμογής.

8. Παράδειγμα χρήσης

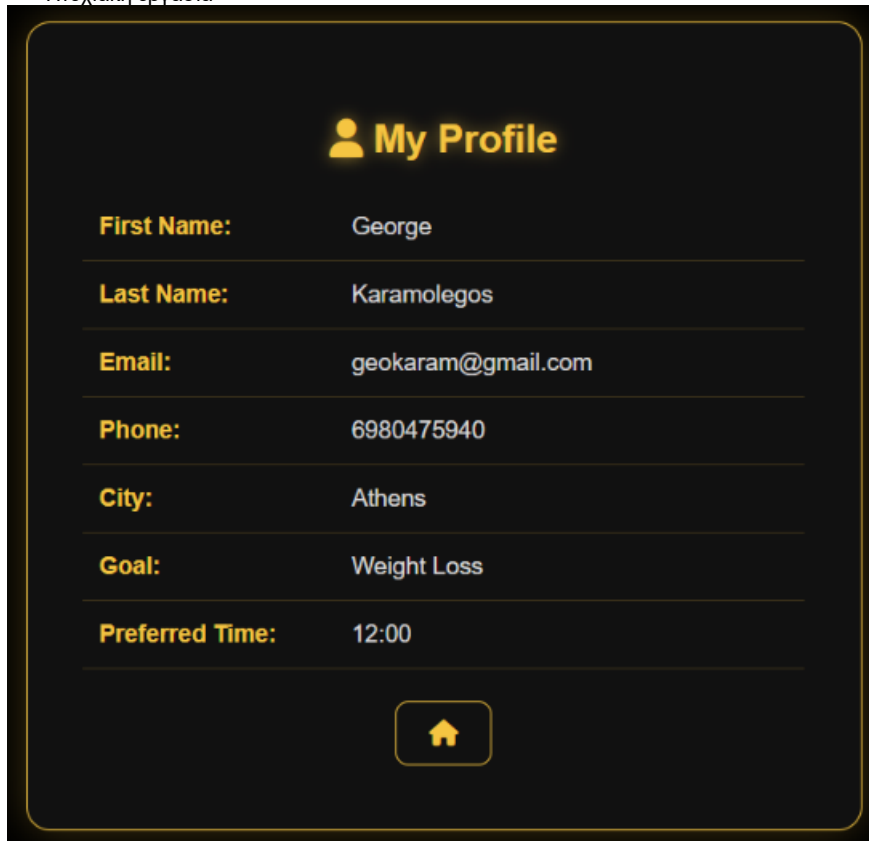
Σημείωση: Τα ονόματα χρηστών, γυμναστηρίων που παρουσιάζονται στα παραδείγματα είναι φανταστικά και χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για λόγους επίδειξης της λειτουργικότητας της εφαρμογής. Οποιαδήποτε ομοιότητα με πραγματικά πρόσωπα ή γυμναστήρια είναι συμπτωματική.

8.1 Παράδειγμα χρήσης από χρήστες – users

Για την αξιολόγηση της λειτουργίας της εφαρμογής SmartGymNaut παρουσιάζονται τα παρακάτω παραδείγματα χρήσης, τα οποία αναδεικνύουν τον τρόπο με τον οποίο η εφαρμογή παράγει διαφορετικές προτάσεις γυμναστηρίων με βάση τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις του κάθε χρήστη.

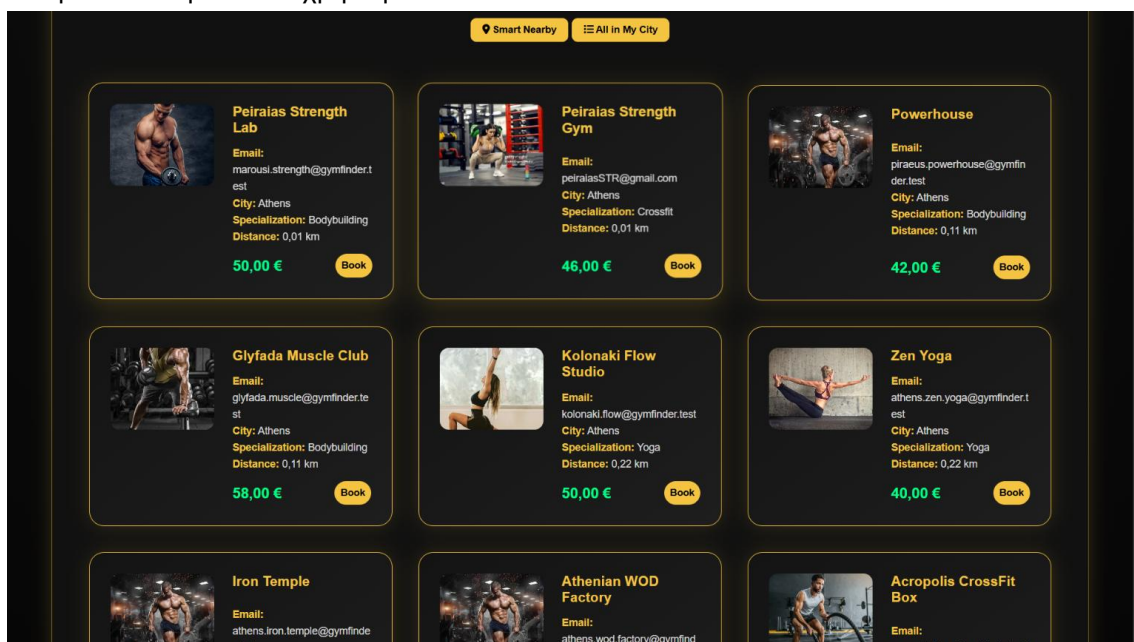
8.1.1 Παράδειγμα από τον χρήστη George (Weight Loss)

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα εξετάζεται ο χρήστης George, ο οποίος έχει ήδη δημιουργήσει λογαριασμό στην εφαρμογή και έχει συμπληρώσει τα στοιχεία του προσωπικού του προφίλ. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 18, ο χρήστης κατοικεί στην Αθήνα, έχει ως στόχο προπόνησης την απώλεια βάρους (Weight Loss) και έχει δηλώσει ως προτιμώμενη ώρα προπόνησης τις 12:00. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν μέρος του προφίλ του χρήστη και χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή για την παραγωγή εξατομικευμένων προτάσεων.



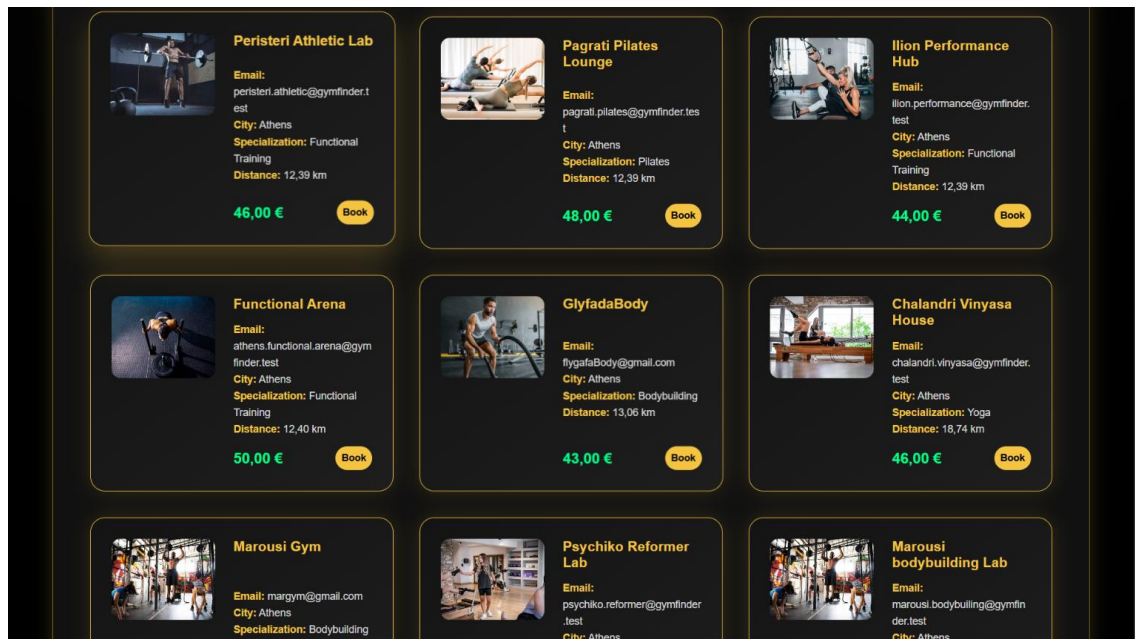
Εικόνα 18 : Προφίλ του χρήστη George

Στη συνέχεια, ο χρήστης επιλέγει τη λειτουργία Find Gyms. Αρχικά εμφανίζονται όλα τα διαθέσιμα γυμναστήρια της πόλης του, χωρίς να έχει πραγματοποιηθεί κάποια διαδικασία αξιολόγησης ή ταξινόμησης. Όπως παρουσιάζεται στις Εικόνες 19-20, όλα τα διαθέσιμα γυμναστήρια εμφανίζονται με τις βασικές πληροφορίες τους, όπως η πόλη, η ειδικότητα, η τιμή και η απόσταση από τον χρήστη.



Εικόνα 19 : Προβολή όλων των διαθέσιμων γυμναστηρίων της πόλης

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

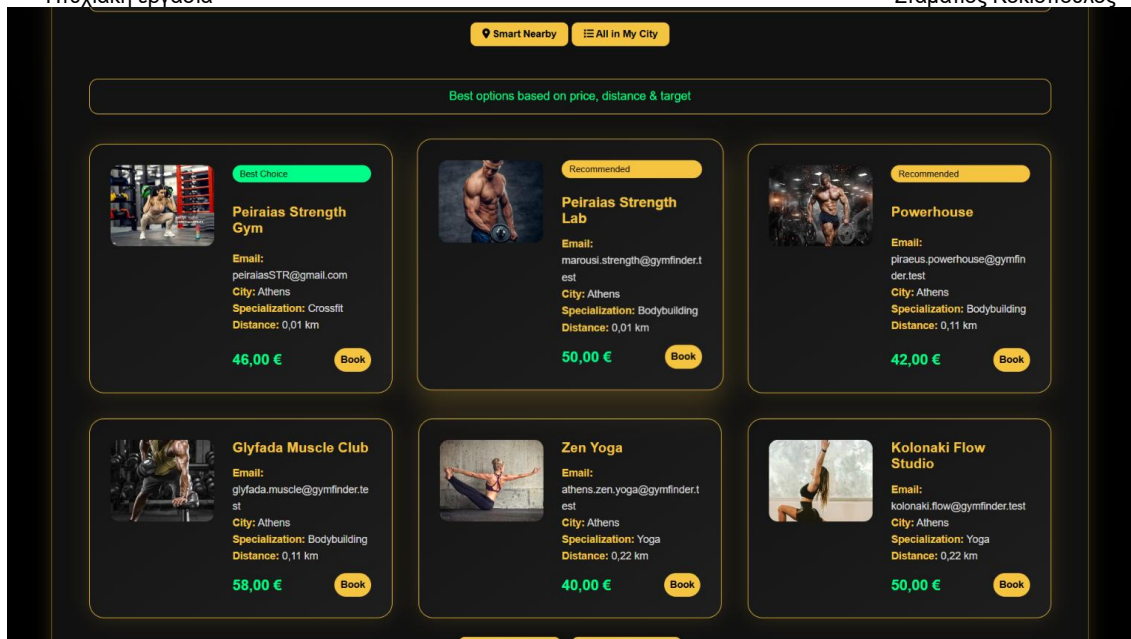


Εικόνα 20 : Προβολή όλων των διαθέσιμων γυμναστηρίων της πόλης (2)

Στη συνέχεια, ο χρήστης επιλέγει τη λειτουργία Smart Nearby, η οποία ενεργοποιεί τον αλγόριθμο TOPSIS. Ο αλγόριθμος αξιολογεί όλα τα διαθέσιμα γυμναστήρια σύμφωνα με τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή και υπολογίζει τον βαθμό καταλληλότητας κάθε εναλλακτικής επιλογής. Με βάση τα αποτελέσματα της αξιολόγησης δημιουργείται μία νέα ταξινομημένη λίστα, στην οποία τα γυμναστήρια εμφανίζονται από το καταλληλότερο προς το λιγότερο κατάλληλο για τον συγκεκριμένο χρήστη.

Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 20, για κάθε γυμναστήριο εμφανίζονται πληροφορίες όπως η εικόνα του, η επωνυμία, το email επικοινωνίας, η πόλη, η ειδικότητα (Specialization), η απόσταση από τον χρήστη (Distance) και η μηνιαία τιμή συνδρομής. Παράλληλα, η εφαρμογή επισημαίνει τις καταλληλότερες επιλογές χρησιμοποιώντας ειδικές ενδείξεις, όπως Best Choice και Recommended, ώστε ο χρήστης να μπορεί να αναγνωρίσει άμεσα τα γυμναστήρια που ανταποκρίνονται περισσότερο στα χαρακτηριστικά και στις προτιμήσεις του.

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα, το γυμναστήριο Peiraias Strength Gym εμφανίζεται στην πρώτη θέση και χαρακτηρίζεται ως Best Choice, καθώς συγκεντρώνει την υψηλότερη βαθμολογία σύμφωνα με την αξιολόγηση του αλγορίθμου. Τα υπόλοιπα γυμναστήρια εμφανίζονται με φθίνουσα σειρά καταλληλότητας, επιτρέποντας στον χρήστη να συγκρίνει εύκολα τις διαθέσιμες επιλογές και να επιλέξει εκείνη που εξυπηρετεί καλύτερα τις ανάγκες του.

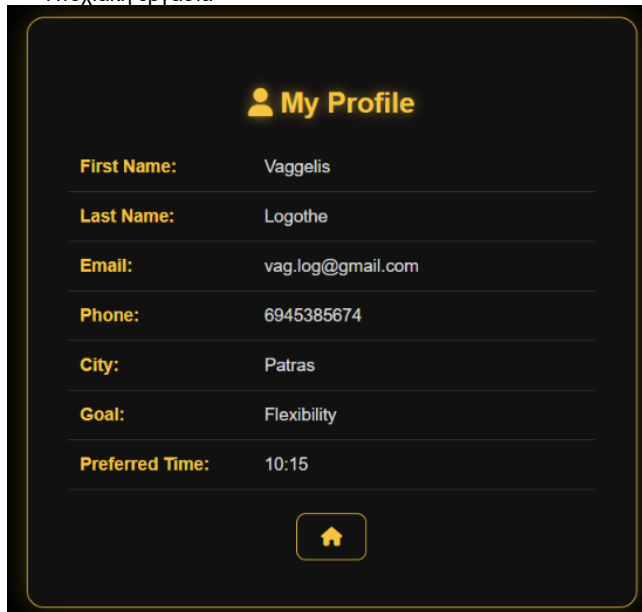


Εικόνα 21 : προσωποποιημένη κατάταξη γυμναστηρίων με την χρήση του αλγορίθμου TOPSIS

Από το συγκεκριμένο παράδειγμα παρατηρείται ότι η εφαρμογή δεν εμφανίζει απλώς όλα τα διαθέσιμα γυμναστήρια, αλλά προσαρμόζει την παρουσίαση των αποτελεσμάτων σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου χρήστη. Με τον τρόπο αυτό παρέχονται περισσότερο εξατομικευμένες προτάσεις, διευκολύνοντας τον χρήστη στην επιλογή του γυμναστηρίου που ανταποκρίνεται καλύτερα στις ανάγκες και στις προτιμήσεις του.

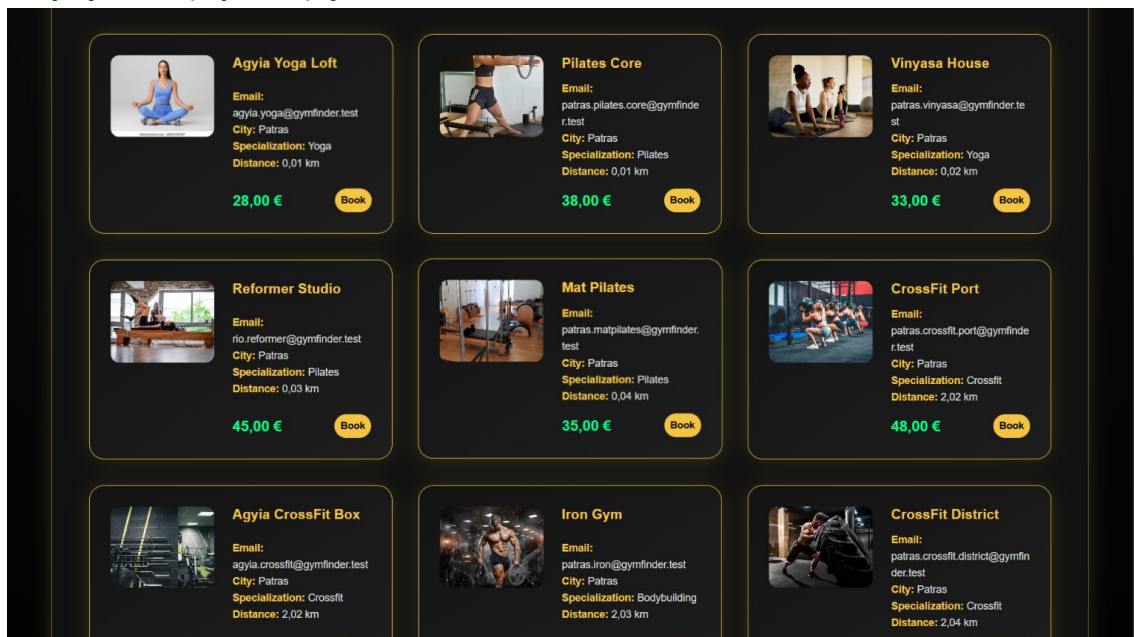
8.1.2 Παράδειγμα από τον χρήστη Vaggelis (Flexibility)

Στο δεύτερο παράδειγμα παρουσιάζεται ο χρήστης Vaggelis, ο οποίος διαθέτει διαφορετικό προφίλ σε σχέση με τον προηγούμενο χρήστη. Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 22, ο χρήστης κατοικεί στην Πάτρα (Patras), έχει ως στόχο προπόνησης την βελτίωση της ευλυγισίας (Flexibility) και έχει δηλώσει ως προτιμώμενη ώρα προπόνησης τις 10:15. Τα χαρακτηριστικά αυτά χρησιμοποιούνται από την εφαρμογή για την παραγωγή εξατομικευμένων προτάσεων.

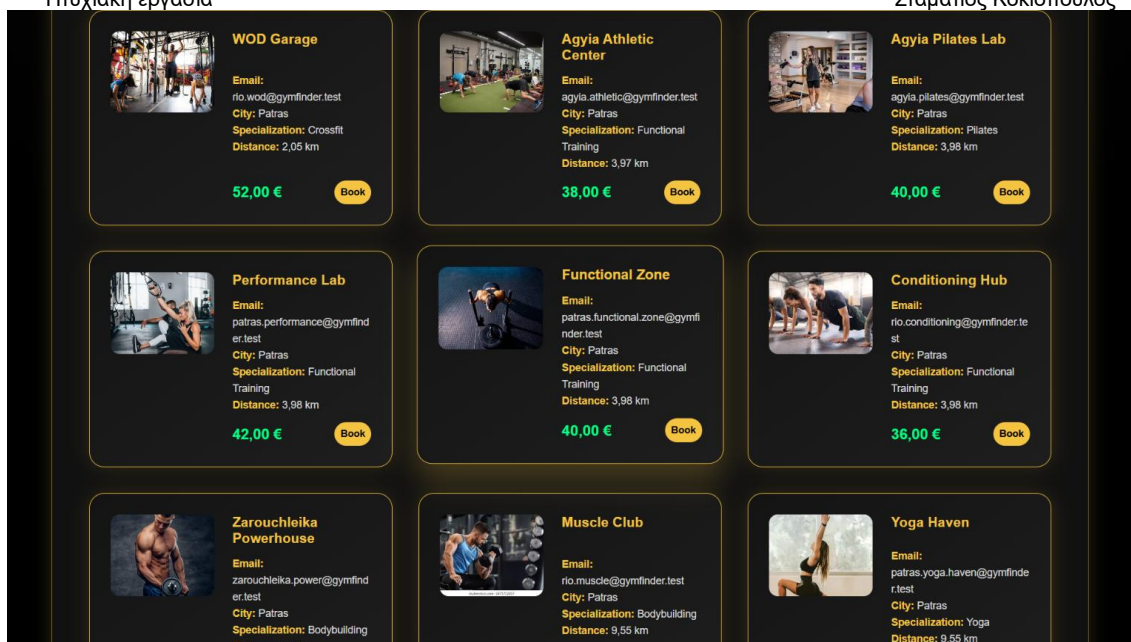


Εικόνα 22 : Προφίλ του χρήστη – Vaggelis

Μετά την είσοδό του στην εφαρμογή, ο χρήστης μεταβαίνει στη σελίδα Find Gyms, όπου παρουσιάζονται όλα τα διαθέσιμα γυμναστήρια της πόλης του. Όπως φαίνεται στις Εικόνες 23-24, κάθε γυμναστήριο συνοδεύεται από πληροφορίες όπως η επωνυμία, η ειδικότητα, η απόσταση από τον χρήστη και η μηνιαία συνδρομή, δίνοντάς του τη δυνατότητα να εξερευνήσει όλες τις διαθέσιμες επιλογές.



Εικόνα 23 : Διαθέσιμα γυμναστήρια στην Πάτρα

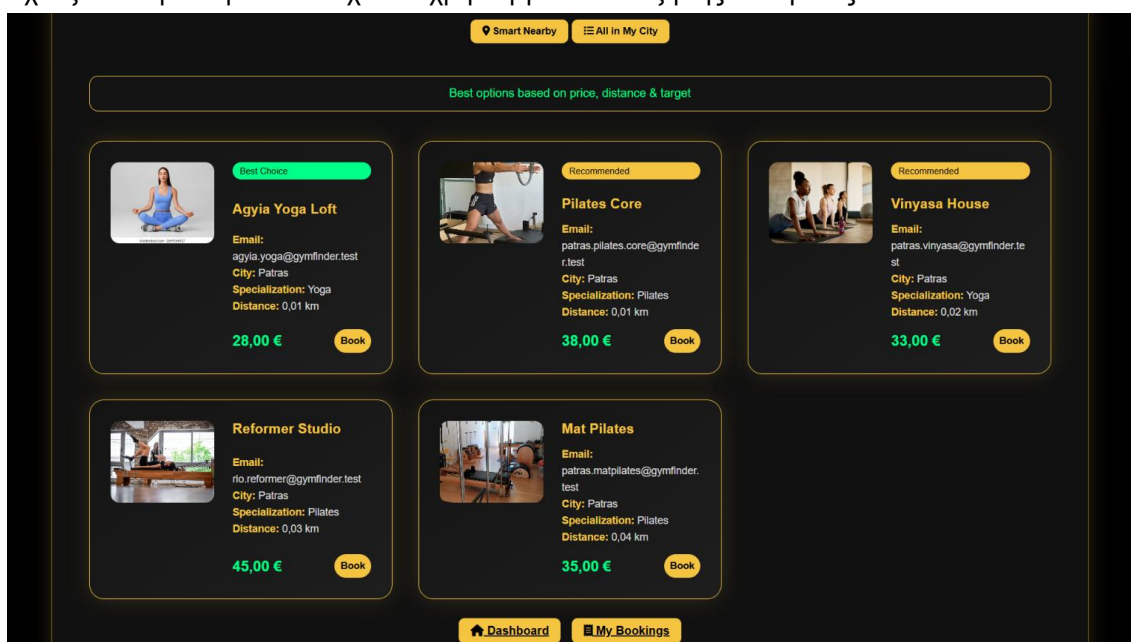


Εικόνα 24 : Διαθέσιμα γυμναστήρια στην Πάτρα (2)

Στη συνέχεια, ο χρήστης επιλέγει τη λειτουργία Smart Nearby, ώστε να εμφανιστούν οι προτάσεις που ανταποκρίνονται περισσότερο στα χαρακτηριστικά του προφίλ του. Η εφαρμογή αναδιοργανώνει τα αποτελέσματα και παρουσιάζει πρώτη τη λύση που θεωρείται περισσότερο κατάλληλη, ενώ οι επόμενες επιλογές ακολουθούν με βάση τον βαθμό καταλληλότητάς τους.

Όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 25, στην κορυφή της λίστας εμφανίζεται το Agyia Yoga Loft, το οποίο χαρακτηρίζεται ως Best Choice. Ακολουθούν τα Pilates Core και Vinyasa House, τα οποία επισημαίνονται ως Recommended, καθώς αποτελούν επίσης ιδιαίτερα κατάλληλες επιλογές για το συγκεκριμένο προφίλ χρήστη.

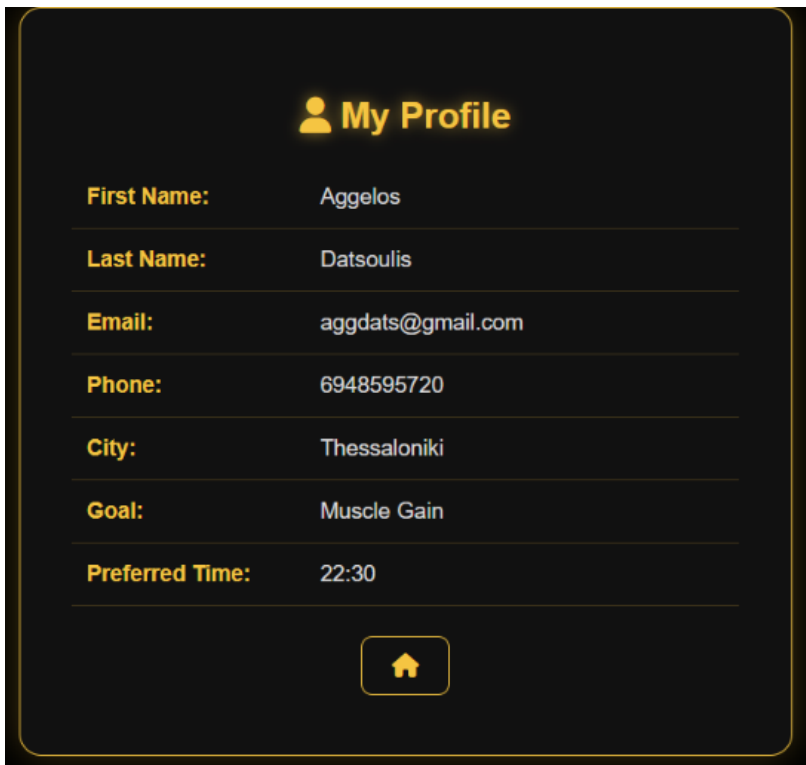
Η κατάταξη αυτή είναι διαφορετική από εκείνη του προηγούμενου παραδείγματος, καθώς στις πρώτες θέσεις εμφανίζονται κυρίως γυμναστήρια με ειδικότητα Yoga και Pilates, τα οποία σχετίζονται άμεσα με τον στόχο του χρήστη για ανάπτυξη της ευλυγισίας.



Εικόνα 25 : Προσωποποιημένες προτάσεις γυμναστηρίων για τον χρήστη Vaggelis

8.1.3 Παράδειγμα από τον χρήστη Aggelos (Muscle Gain)

Ο τρίτος χρήστης που παρουσιάζεται είναι ο Aggelos, ο οποίος έχει δημιουργήσει λογαριασμό στην εφαρμογή SmartGymNaut. Σύμφωνα με το προφίλ του (Εικόνα 26), κατοικεί στη Θεσσαλονίκη, έχει ως κύριο στόχο την αύξηση της μυϊκής μάζας (Muscle Gain) και προτιμά να προπονείται στις 22:30.

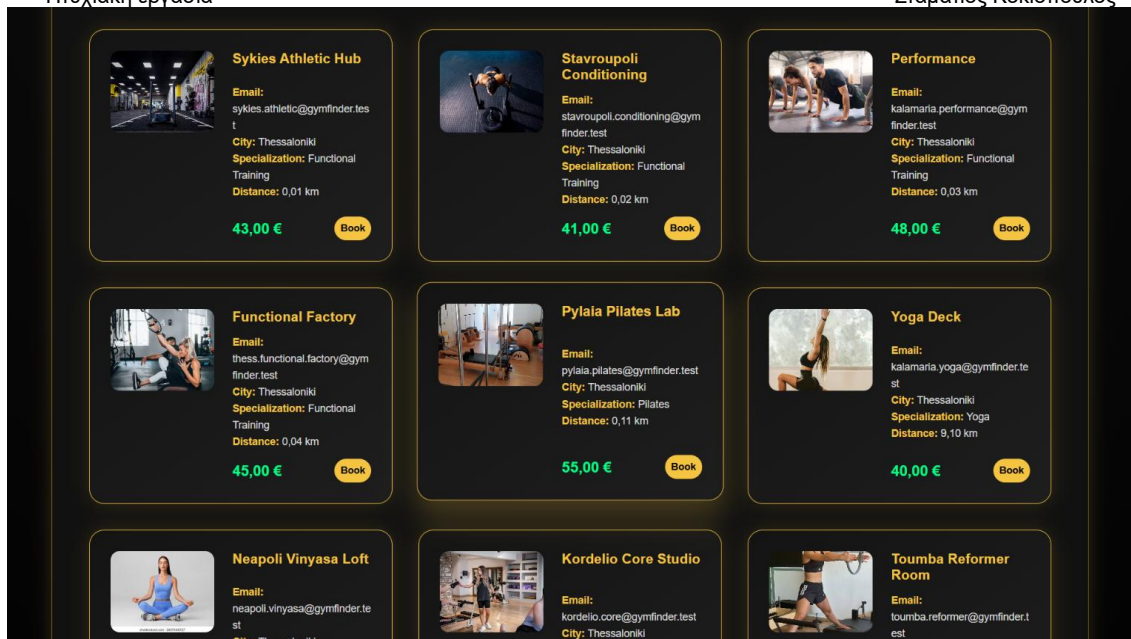


First Name:	Aggelos
Last Name:	Datsoulis
Email:	aggdats@gmail.com
Phone:	6948595720
City:	Thessaloniki
Goal:	Muscle Gain
Preferred Time:	22:30

Home button icon

Εικόνα 26 : Προφίλ Χρήστη - Aggelos

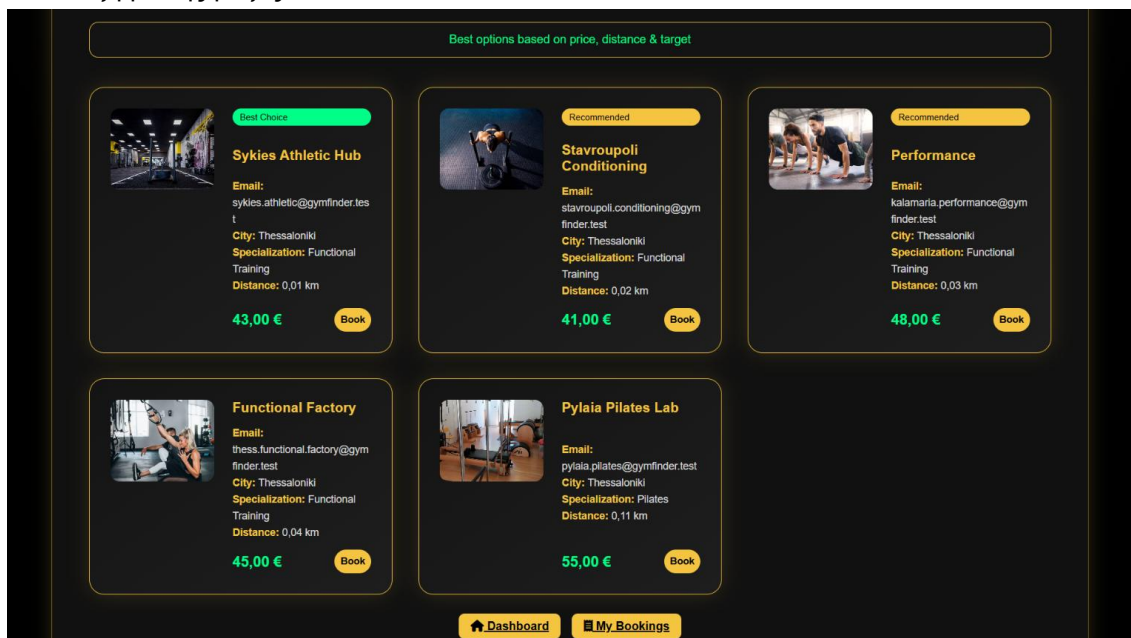
Αφού εισέλθει στην εφαρμογή, μεταβαίνει στη σελίδα Find Gyms, όπου εμφανίζονται όλα τα διαθέσιμα γυμναστήρια της περιοχής του. Για κάθε γυμναστήριο παρουσιάζονται στοιχεία όπως η ειδικότητα, η απόσταση από τον χρήστη, το κόστος συνδρομής και τα στοιχεία επικοινωνίας, ώστε να μπορεί να αποκτήσει μια συνολική εικόνα των διαθέσιμων επιλογών.



Εικόνα 27: Διαθέσιμα γυμναστήρια στην Θεσσαλονίκη

Στη συνέχεια, ο χρήστης ενεργοποιεί τη λειτουργία Smart Nearby, με αποτέλεσμα η εφαρμογή να αναδιατάξει τα διαθέσιμα γυμναστήρια και να εμφανίσει πρώτα εκείνα που ανταποκρίνονται περισσότερο στα χαρακτηριστικά του προφίλ του.

Στην Εικόνα 28 παρατηρείται ότι το Sykies Athletic Hub προτείνεται ως Best Choice, ενώ ακολουθούν τα Stavroupoli Conditioning και Performance, τα οποία εμφανίζονται ως Recommended επιλογές. Επιπλέον, στις πρώτες θέσεις της λίστας κυριαρχούν γυμναστήρια που προσφέρουν Functional Training, γεγονός που είναι συμβατό με τον στόχο του χρήστη για ανάπτυξη μυϊκής μάζας.



Εικόνα 28 : Προτάσεις γυμναστηρίων για τον χρήστη Aggelos

8.1.4 Συγκριτική αξιολόγηση των παραδειγμάτων χρήσης

Μετά την παρουσίαση των τριών παραδειγμάτων, παρατηρείται ότι η εφαρμογή SmartGymNaut προσαρμόζει τις προτάσεις γυμναστηρίων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις κάθε χρήστη. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τα βασικά στοιχεία των τριών περιπτώσεων.

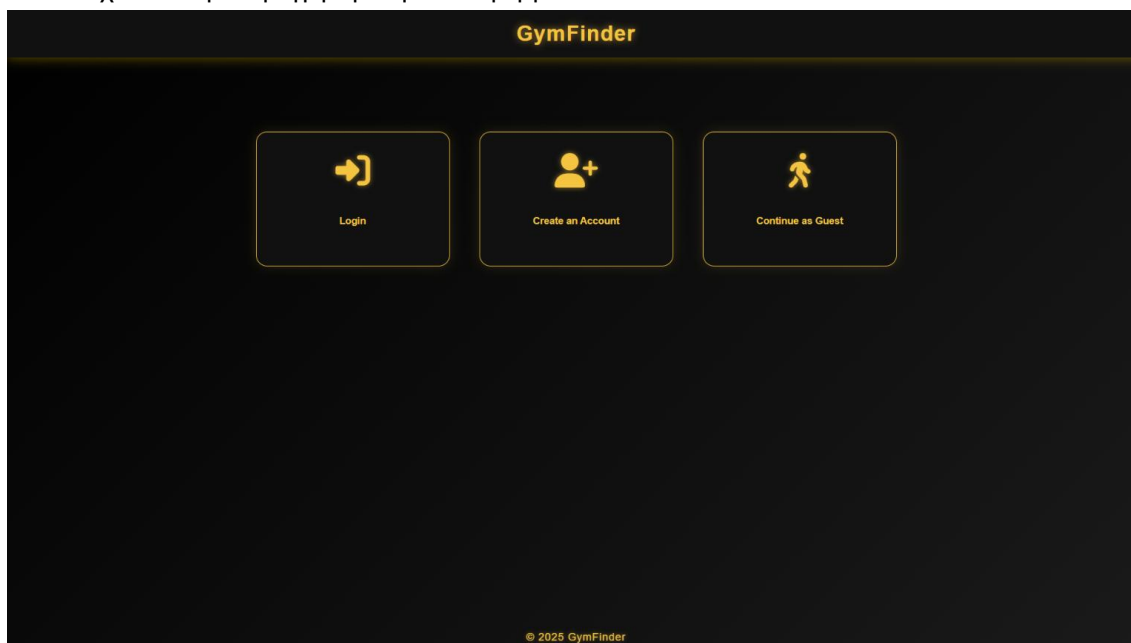
Χρήστης	Πόλη	Στόχος	Προτιμώμενη ώρα	Best Choice
George	Athens	Weight Loss	12:00	Peiraias Strength Gym
Vaggelis	Patras	Flexibility	10:15	Agyia Yoga Loft
Aggelos	Thessaloniki	Muscle Gain	22:30	Sykies Athletic Hub

Από τα παραπάνω παραδείγματα διαπιστώνεται ότι η εφαρμογή δεν προτείνει τις ίδιες επιλογές σε όλους τους χρήστες. Αντίθετα, οι προτάσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με το προφίλ κάθε χρήστη, προσφέροντας περισσότερο εξατομικευμένα αποτελέσματα και διευκολύνοντας την επιλογή του καταλληλότερου γυμναστηρίου.

9. Εγχειρίδιο Χρήσης

9.1 Είσοδος στην πλατφόρμα

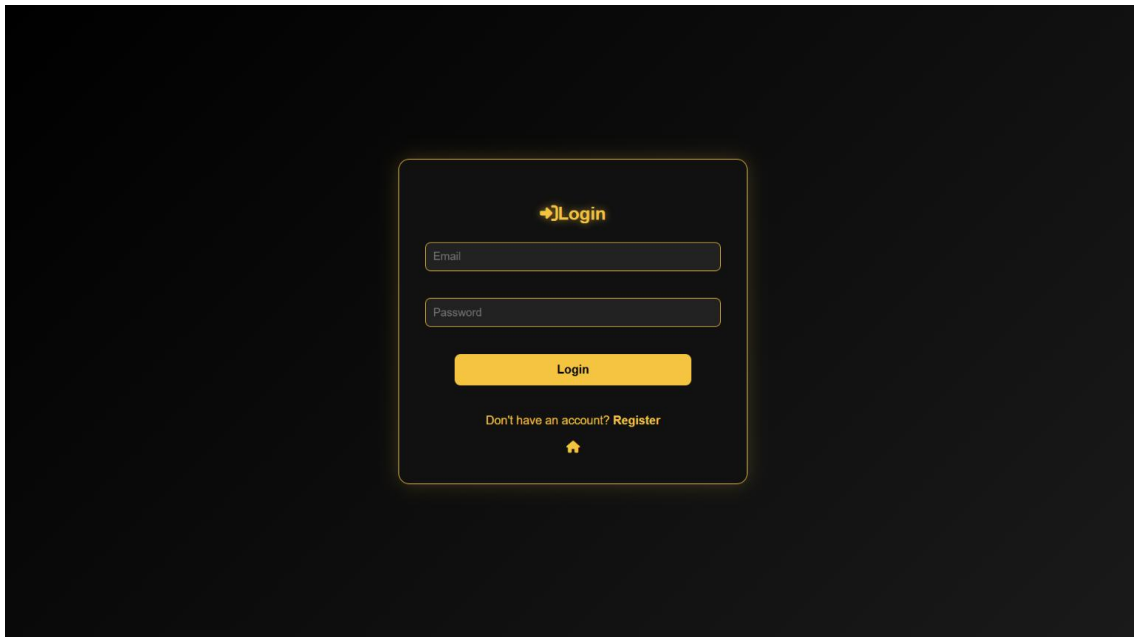
Στην αρχική σελίδα υπάρχουν οι επιλογές «Login», «Create an Account», «Continue as Guest». Η πρώτη επιλογή οδηγεί στην σελίδα σύνδεσης, η δεύτερη στην δημιουργία νέου λογαριασμού και η τρίτη δίνει την δυνατότητα στους χρήστες που δεν επιθυμούν να δημιουργήσουν λογαριασμό να συνεχίσουν την περιήγηση στην πλατφόρμα.



Εικόνα 29 : Αρχική σελίδα

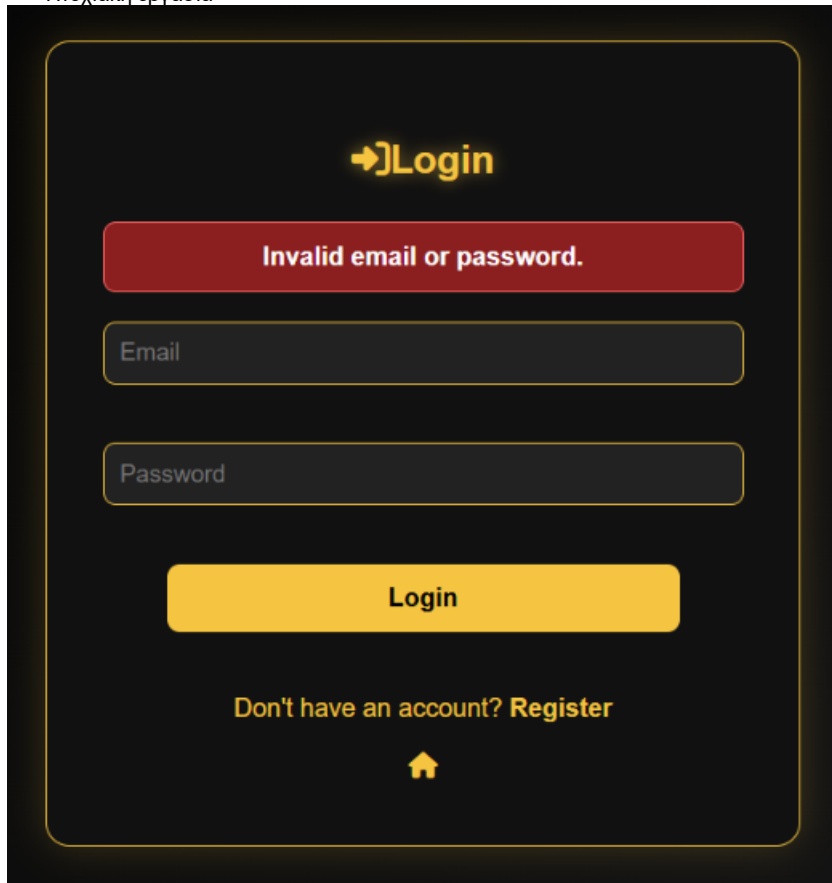
9.1.1 Σύνδεση

Ο χρήστης για να συνδεθεί στην πλατφόρμα πληκτρολογεί το Email και το Password που έχει εισάγει κατά την δημιουργία του λογαριασμού του και πατάει «Login».



Εικόνα 30 : Σελίδα σύνδεσης

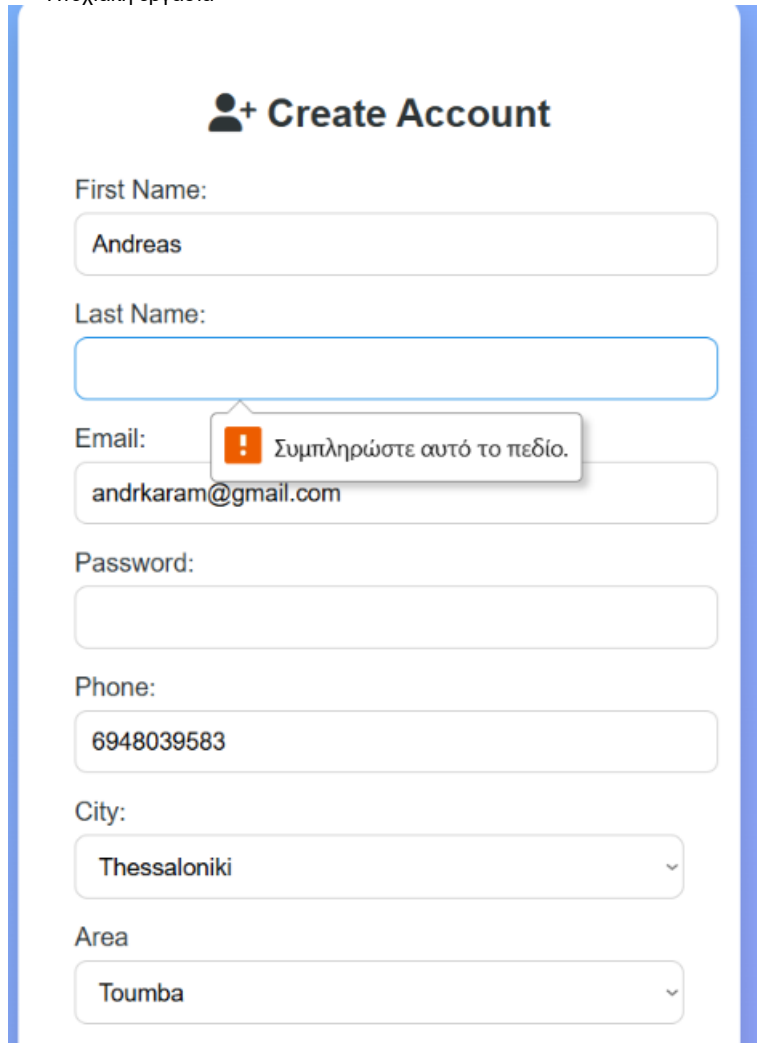
Σε περίπτωση λανθασμένων στοιχείων σύνδεσης, εμφανίζεται σχετικό μήνυμα.



Εικόνα 31 : Αποτυχία σύνδεσης χρήστη

9.1.2 Δημιουργία νέου λογαριασμού

Όταν ένας χρήστης επιθυμεί να δημιουργήσει έναν λογαριασμό πρέπει να επιλέξει από την αρχική σελίδα το «Create an Account». Επιλέγοντάς το του ανοίγει η παρακάτω φόρμα :

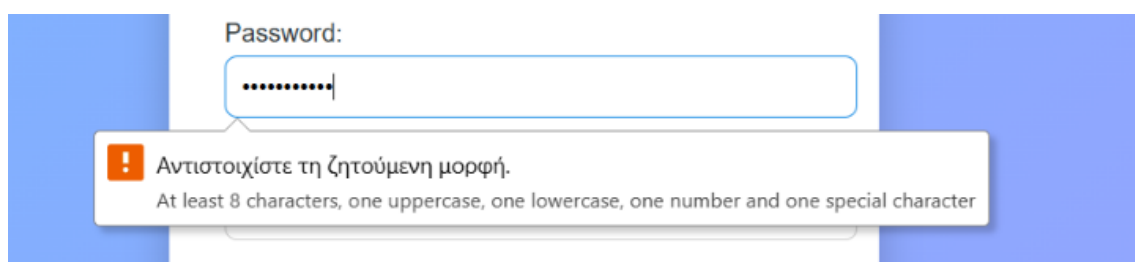


The screenshot shows a 'Create Account' form with the following fields and values:

- First Name:** Andreas
- Last Name:** (empty)
- Email:** andrkaram@gmail.com
- Password:** (empty)
- Phone:** 6948039583
- City:** Thessaloniki
- Area:** Toumba

A validation error message is displayed over the email field: **!** Συμπληρώστε αυτό το πεδίο.

Εικόνα 33 : Ελλιπή εισαγωγή στοιχείων



The screenshot shows a password field with a validation error message: **!** Αντιστοιχίστε τη ζητούμενη μορφή. At least 8 characters, one uppercase, one lowercase, one number and one special character.

Εικόνα 34 : Μήνυμα σφάλματος για μη έγκυρη μορφή κωδικού πρόσβασης.

Για την επίλυση του σφάλματος, ο χρήστης πρέπει να τροποποιήσει τον κωδικό του ώστε να περιλαμβάνει υποχρεωτικά τα εξής στοιχεία:

- **Ελάχιστο μέγεθος:** Τουλάχιστον 8 χαρακτήρες (At least 8 characters).
- **Κεφαλαία γράμματα:** Τουλάχιστον έναν κεφαλαίο χαρακτήρα (one uppercase).
- **Πεζά γράμματα:** Τουλάχιστον έναν πεζό χαρακτήρα (one lowercase).
- **Αριθμούς:** Τουλάχιστον ένα ψηφίο (one number).
- **Ειδικούς χαρακτήρες:** Τουλάχιστον ένα σύμβολο, όπως !, @, #, \$, % (one special character).

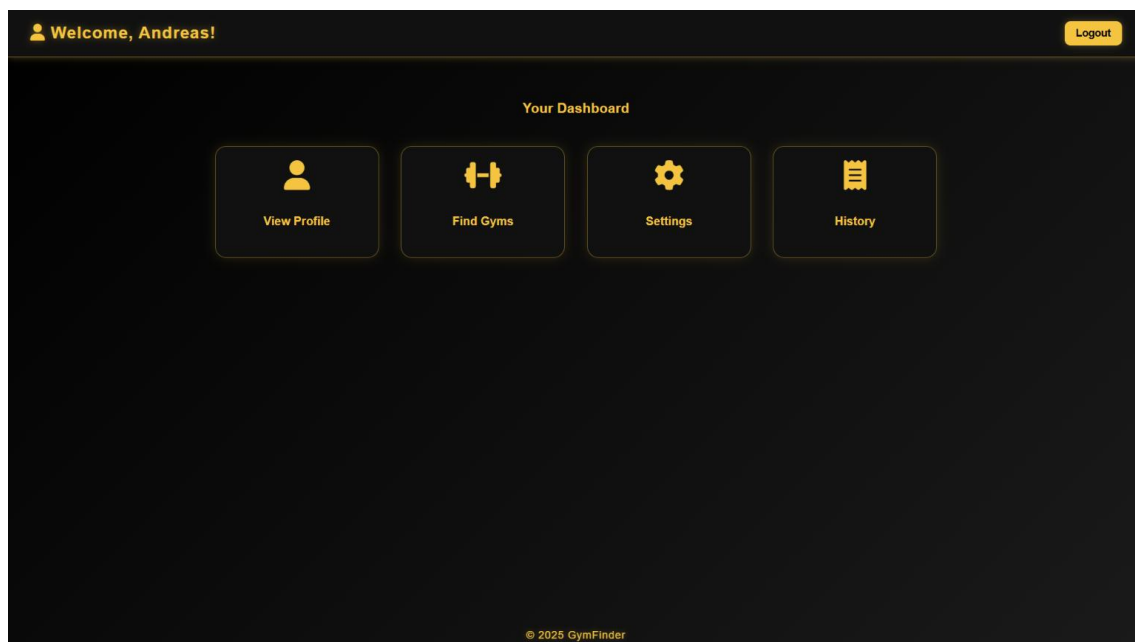
Πτυχιακή εργασία
Το σύστημα δεν επιτρέπει την υποβολή της φόρμας μέχρι ο κωδικός να ικανοποιεί όλα τα παραπάνω κριτήρια ασφαλείας.

Σταμάτιος Κοκιόπουλος

9.2 Ρόλος : Χρήστης (User)

9.2.1 Dashboard Χρήστη

Όταν ένας χρήστης συνδέεται επιτυχώς , μεταφέρεται αυτόματα στον προσωπικό του πίνακα ελέγχου (Dashboard) , ο οποίος αποτελεί το κεντρικό σημείο πλοήγησης της εφαρμογής.



Εικόνα 35 : Dashboard χρήστη

Στο επάνω μέρος εμφανίζεται ένα μήνυμα καλωσορίσματος με το όνομα του χρήστη καθώς και το κουμπί «Logout» για την αποσύνδεση .

Στο κέντρο της οθόνης παρέχονται οι τέσσερις βασικές λειτουργίες του χρήστη :

- View Profile
- Find Gyms
- Settings
- History

9.2.2 Προβολή προφίλ

Από την επιλογή «View Profile» ανοίγει η σελίδα που δείχνει τα βασικά στοιχεία του χρήστη .

Φαίνονται δηλαδή τα πεδία :

- First name
- Last name
- Email
- Phone
- City

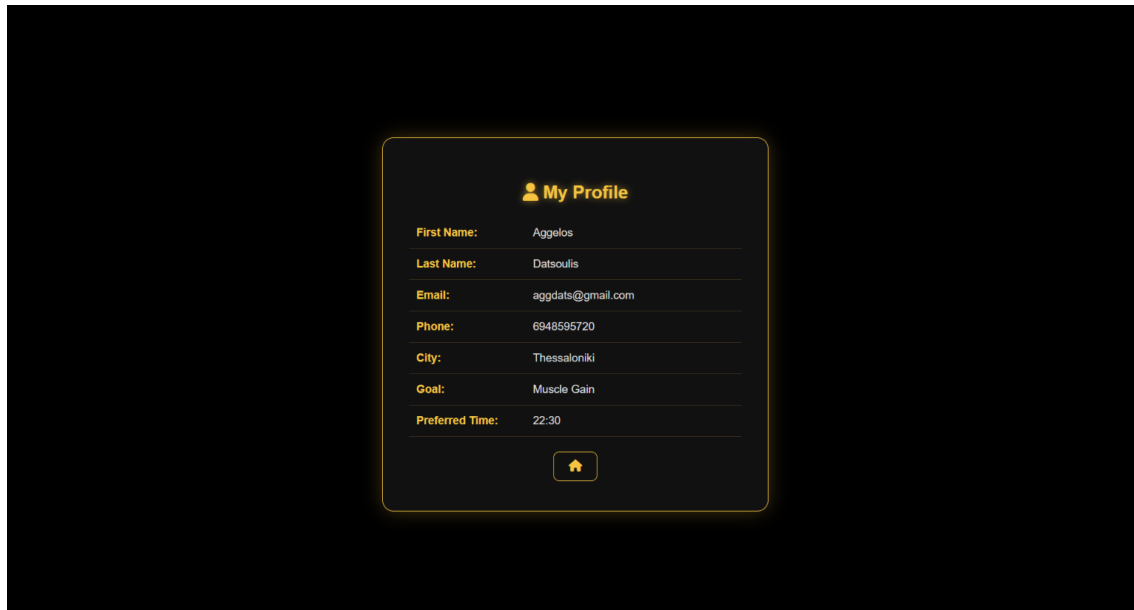
Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων
με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means
και της μεθόδου TOPSIS

Πτυχιακή εργασία

Σταμάτιος Κοκιόπουλος

- Goal
- Preferred Time

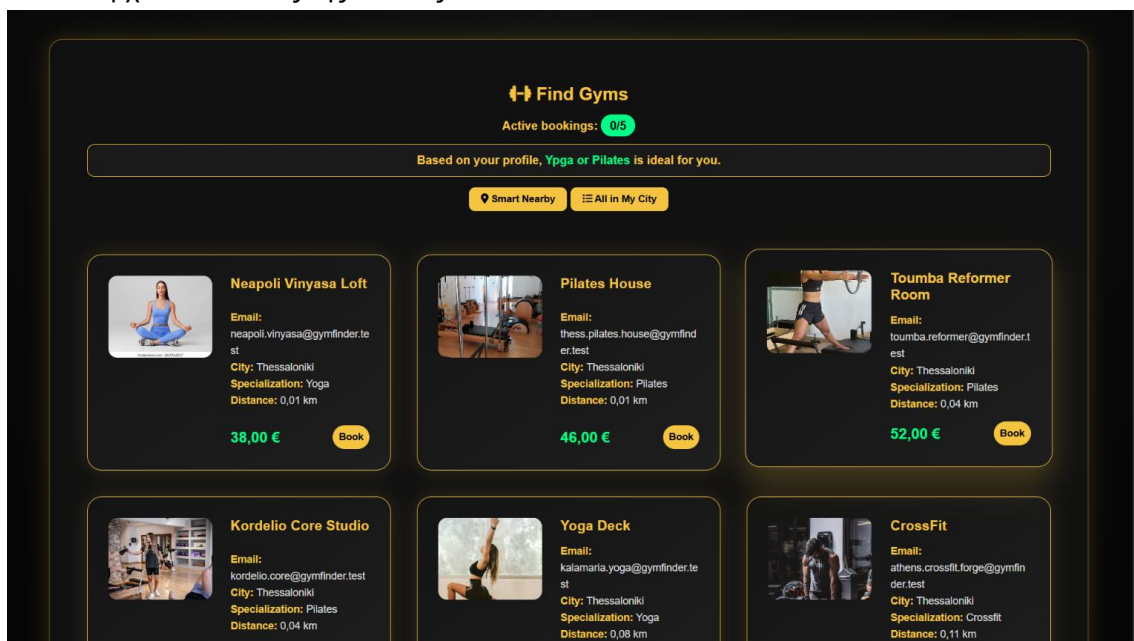
Καθώς επίσης και το κουμπί «Home», με το οποίο ο χρήστης επιστρέφει στο Dashboard του .



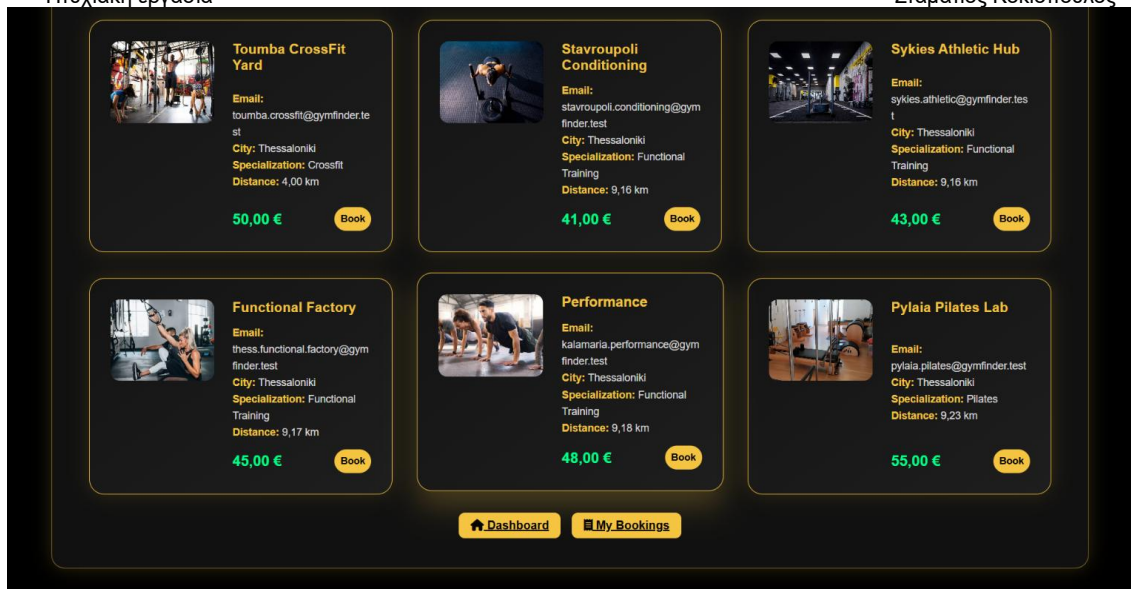
Εικόνα 36 : Προβολή προφίλ

9.2.3 Αναζήτηση γυμναστηρίων

Πατώντας στην συνέχεια από το μενού πλοήγησης του ο χρήστης την δεύτερη λειτουργία «Find Gyms», ο χρήστης μεταφέρεται στην σελίδα εύρεσης γυμναστηρίων . Στο πάνω μέρος της οθόνης υπάρχει ένα κίτρινο πλαίσιο που προτείνει στον χρήστη τι του ταιριάζει με βάση το προφίλ του, όπως για παράδειγμα Yoga ή Pilates. Ακριβώς από κάτω, ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει τα κουμπιά «Smart Nearby» και «All in my city» για να φιλτράρει τα αποτελέσματα. Παράλληλα, μπορεί να επιστρέψει στο αρχικό του Dashboard και να δει τις κρατήσεις του από τα δύο κουμπιά που υπάρχουν στο τέλος της σελίδας.

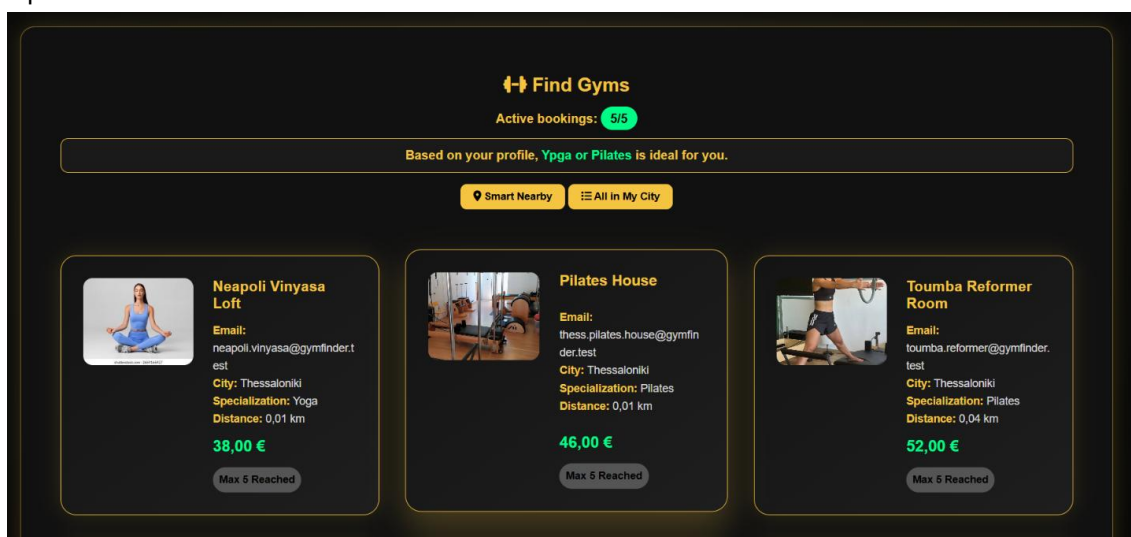


Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS



Εικόνα 37 : Αναζήτηση γυμναστηρίων

Τα γυμναστήρια εμφανίζονται σε ξεχωριστές κάρτες που περιλαμβάνουν μια φωτογραφία, το όνομα, την πόλη, το είδος της γυμναστικής, την απόσταση σε χιλιόμετρα και την τιμή του κάθε γυμναστηρίου. Στο πάνω μέρος της σελίδας εμφανίζεται μια πράσινη ένδειξη «Active bookings : 0/5» και υποδηλώνει πόσες κρατήσεις απομένουν στον χρήστη. Σε περίπτωση που γίνει ολοκλήρωση των πέντε κρατήσεων δεν υπάρχει πλέον η δυνατότητα κράτησης όπως φαίνεται και την Εικόνα 38.

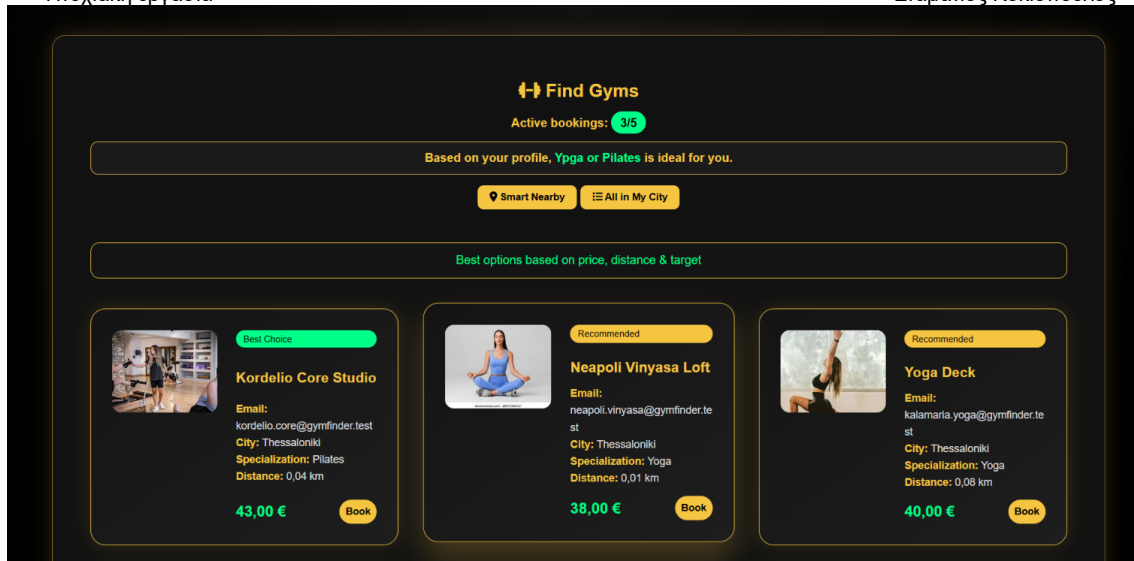


Εικόνα 38 : Απενεργοποίηση κουμπιών κράτησης λόγω συμπλήρωσης του ορίου.

9.2.4 Smart Nearby (TOPSIS)

Με την επιλογή «Smart Nearby» τα γυμναστήρια εμφανίζονται ταξινομημένα με βάση τις προτιμήσεις και τις ανάγκες του χρήστη.

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS



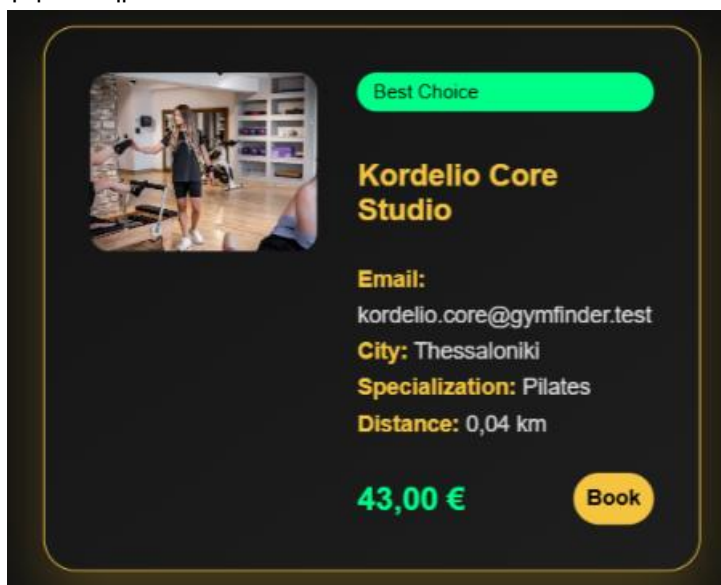
Εικόνα 39 : Ενεργοποίηση Smart Nearby (TOPSIS)

Ο υπολογισμός βασίζεται στον αλγόριθμο TOPSIS με τα βάρη στα κριτήρια να είναι τα εξής :

- Απόσταση (Distance) : 0.20
- Τιμή (Price) : 0.10
- Διαθεσιμότητα (Availability) : 0.20
- Ταύτιση στόχου προπόνησης (Goal Match) : 0.25
- Ταύτιση ειδικότητας γυμναστηρίου (Specialization Match) : 0.25

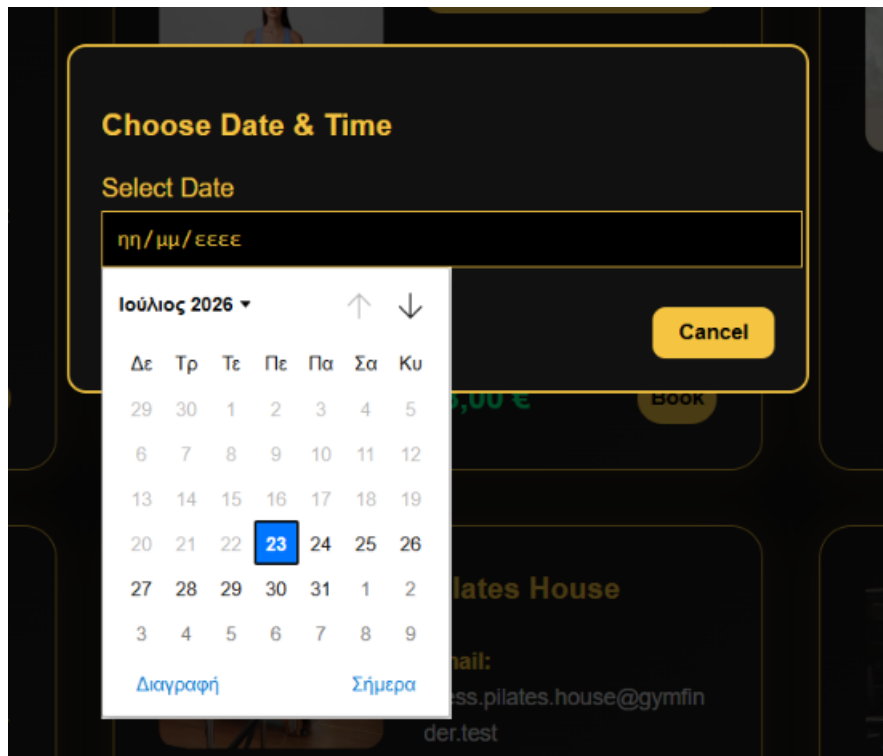
9.2.5 Κράτηση γυμναστηρίου

Ο κάθε χρήστης μπορεί όπως αναφέρθηκε να κάνει μέχρι πέντε κρατήσεις. Για να γίνει η κράτηση ο χρήστης αρκεί να πατήσει το κουμπί «Book» που βρίσκεται στην καρτέλα του κάθε γυμναστηρίου .



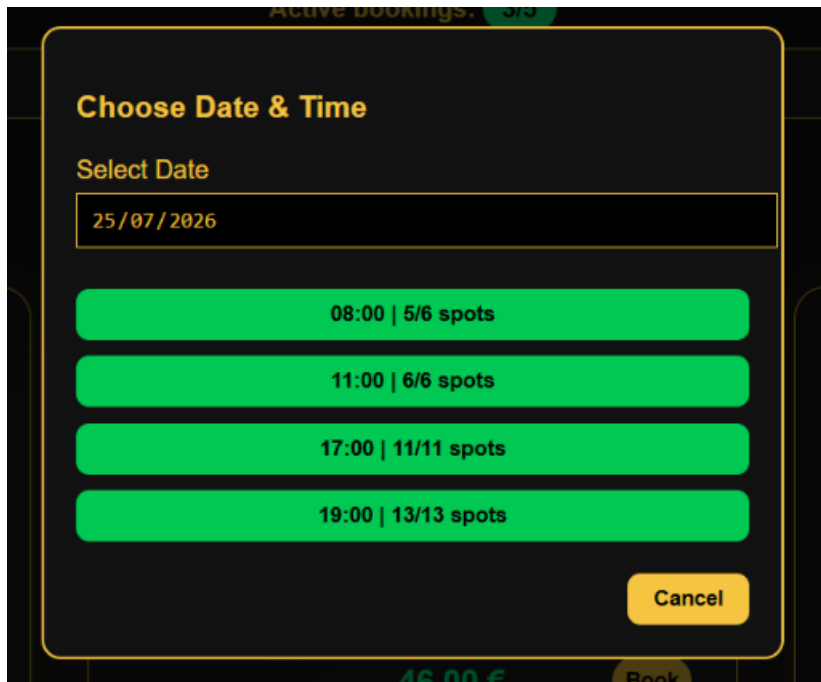
Εικόνα 40 : Καρτέλα γυμναστηρίου

Πατώντας ο χρήστης το κουμπί «Book», εμφανίζεται :



Εικόνα 41 : Επιλογή Ημέρας

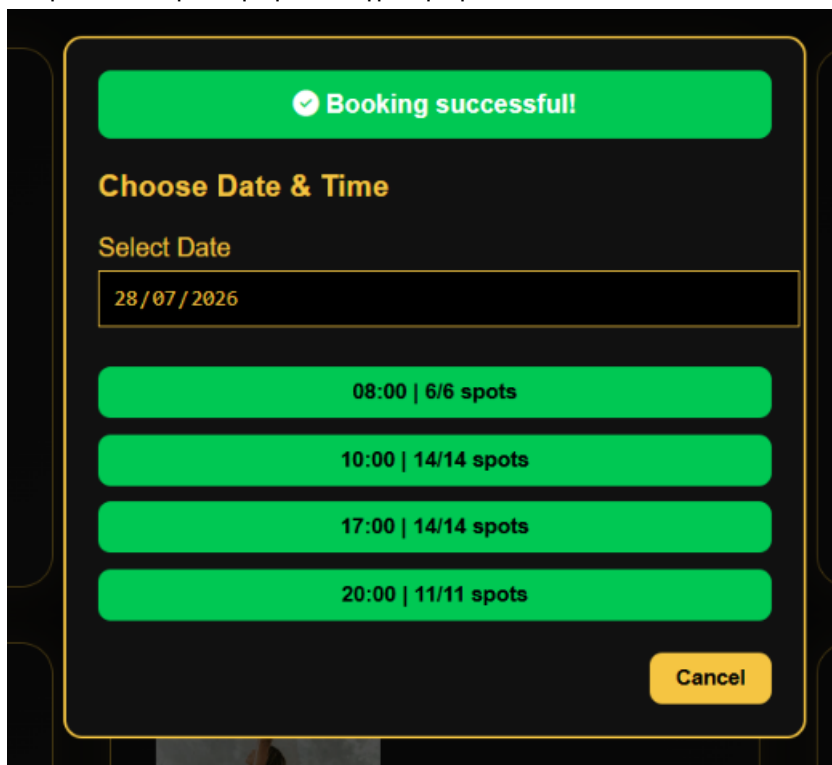
Επιλέγοντας την ημερομηνία που τον εξυπηρετεί θα μεταφερθεί στην παρακάτω σελίδα στην οποία καλείται να επιλέξει την ώρα που τον εξυπηρετεί , ενώ παράλληλα βλέπει και πόσες κενές θέσεις έχει την εκάστοτε ώρα το επιλεγμένο γυμναστήριο.



Εικόνα 42 : Επιλογή ώρας προπόνησης

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Επιλέγοντας ο χρήστης μία ώρα από τις διαθέσιμες που τον εξυπηρετεί γίνεται αμέσως η κράτηση και εμφανίζεται μήνυμα επιτυχίας και στην συνέχεια μετά από δύο δευτερόλεπτα φεύγει το μήνυμα και μειώνεται η θέση την επιλεγμένη ώρα.

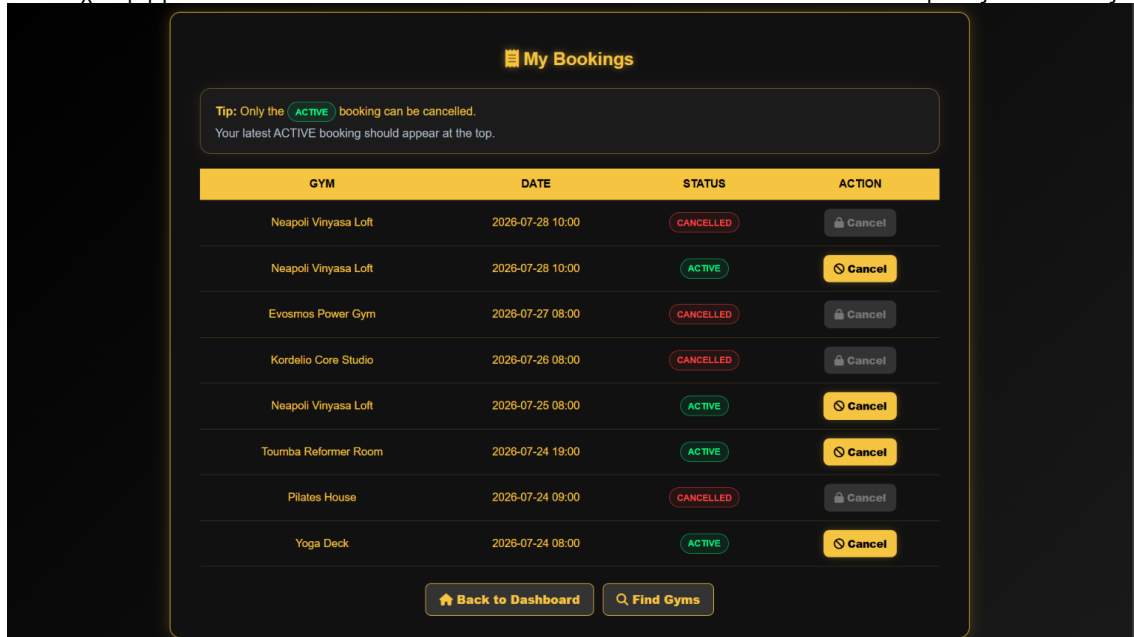


Εικόνα 43 : Επιτυχία κράτησης

Ολοκληρώνοντας τις κρατήσεις του ο χρήστης μπορεί να μεταφερθεί στο βασικό του Dashboard ή στις κρατήσεις που έχει προγραμματίσει πατώντας τα κουμπιά που βρίσκονται στο τέλος της φόρμας.

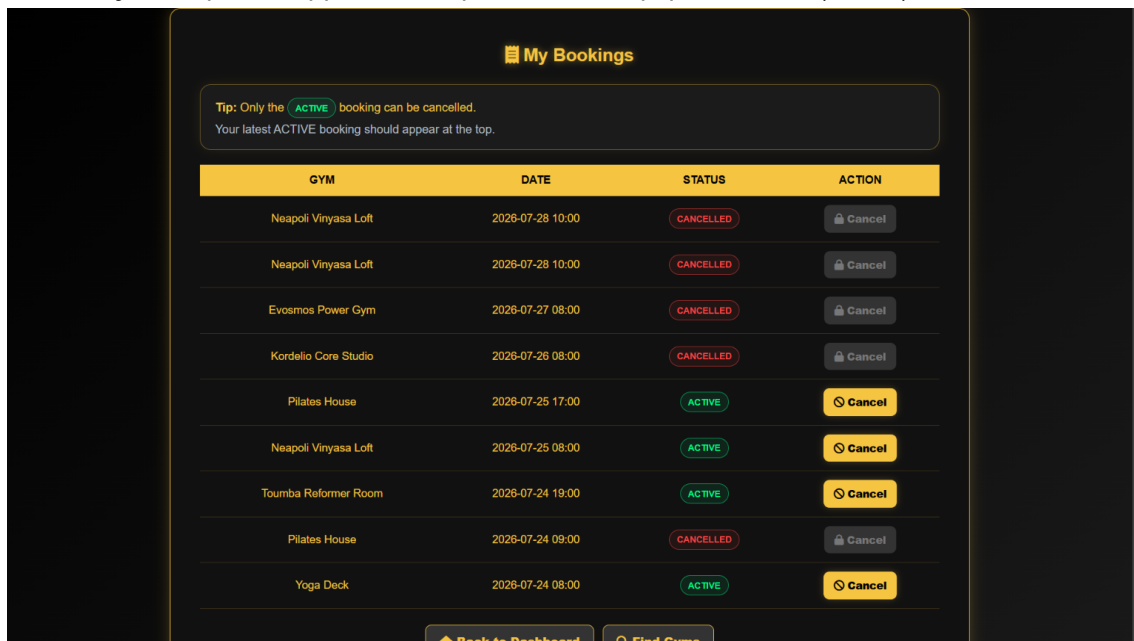
9.2.6 Διαχείριση Κρατήσεων

Ο χρήστης πατώντας το κουμπί «My Bookings» ο χρήστης μεταφέρεται στην σελίδα όπου υπάρχουν όλες οι κρατήσεις που έχει προγραμματίσει. Στη σελίδα αυτή όπως φαίνεται και στην Εικόνα 44 υπάρχουν κρατήσεις οι οποίες είτε έχουν ακυρωθεί από τον χρήστη είτε έχουν ολοκληρωθεί και έχουν ακυρωθεί από το σύστημα αυτόματα (cancelled) ενώ παράλληλα φαίνονται και οι κρατήσεις οι οποίες είναι ενεργές (Active).



Εικόνα 44 : Όλες οι κρατήσεις

Οι κρατήσεις οι οποίες δεν έχουν γίνει «Cancelled», μπορούν να ακυρωθούν από τον χρήστη πατώντας το κουμπί που βρίσκεται στην τελευταία στήλη του πίνακα (Action).



Εικόνα 45 : Ακύρωση κράτησης

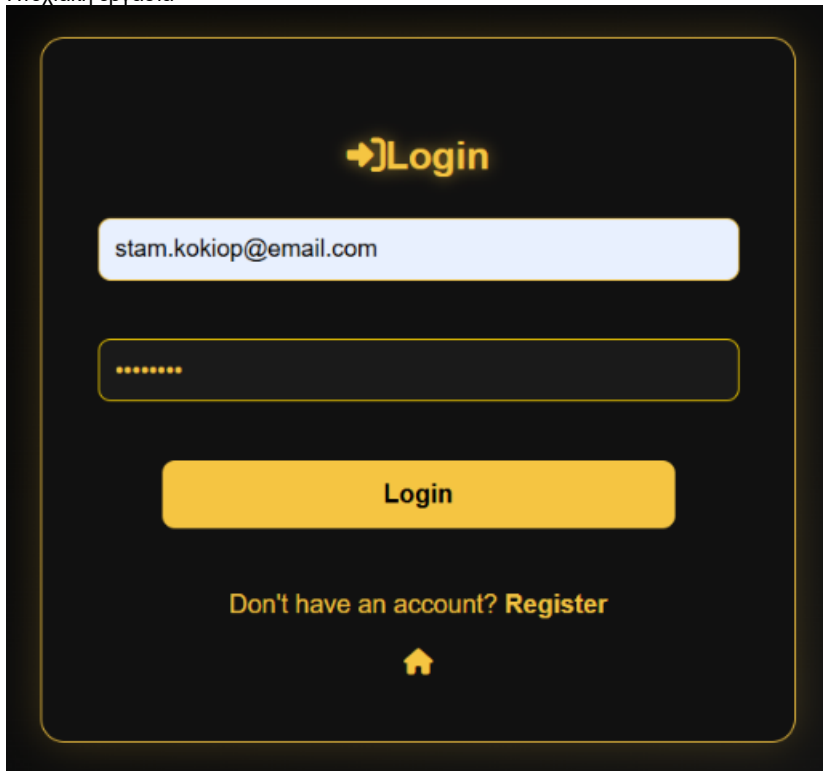
9.3 Ρόλος : Διαχειριστής (Admin)

9.3.1 Είσοδος στην πλατφόρμα

Ο διαχειριστής είναι ένας και συνδέεται στην πλατφόρμα με τα ακόλουθα στοιχεία :

- Email : stam.kokiop@email.com
- Password : St@mat1s

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

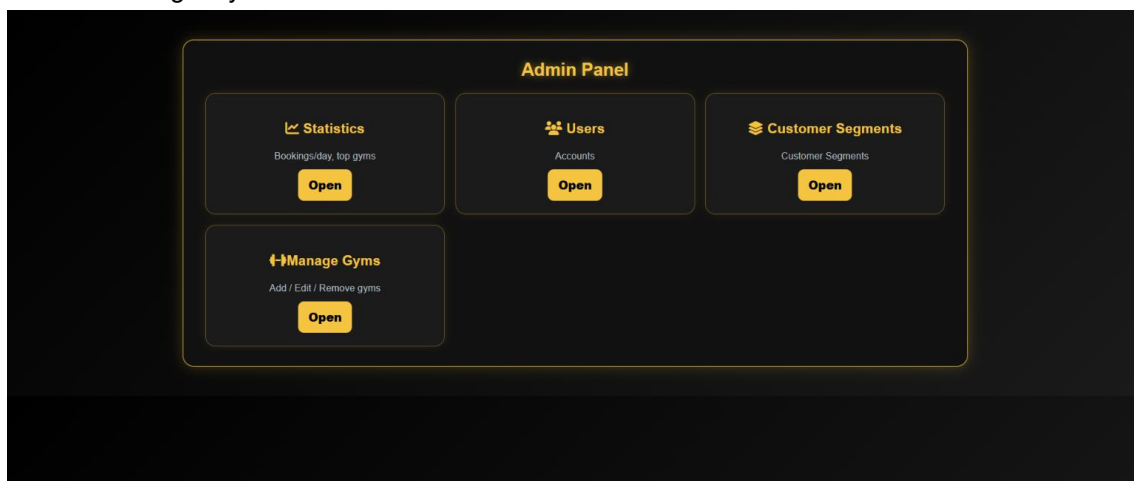


Εικόνα 46 : Είσοδος διαχειριστή

9.3.2 Dashboard Διαχειριστή

Ο διαχειριστής όταν συνδεθεί μεταφέρεται στον πίνακα ελέγχου (Dashboard) , ο οποίος αποτελεί το κεντρικό σημείο πλοήγησης της εφαρμογής. Βλέπει τις ακόλουθες λειτουργίες :

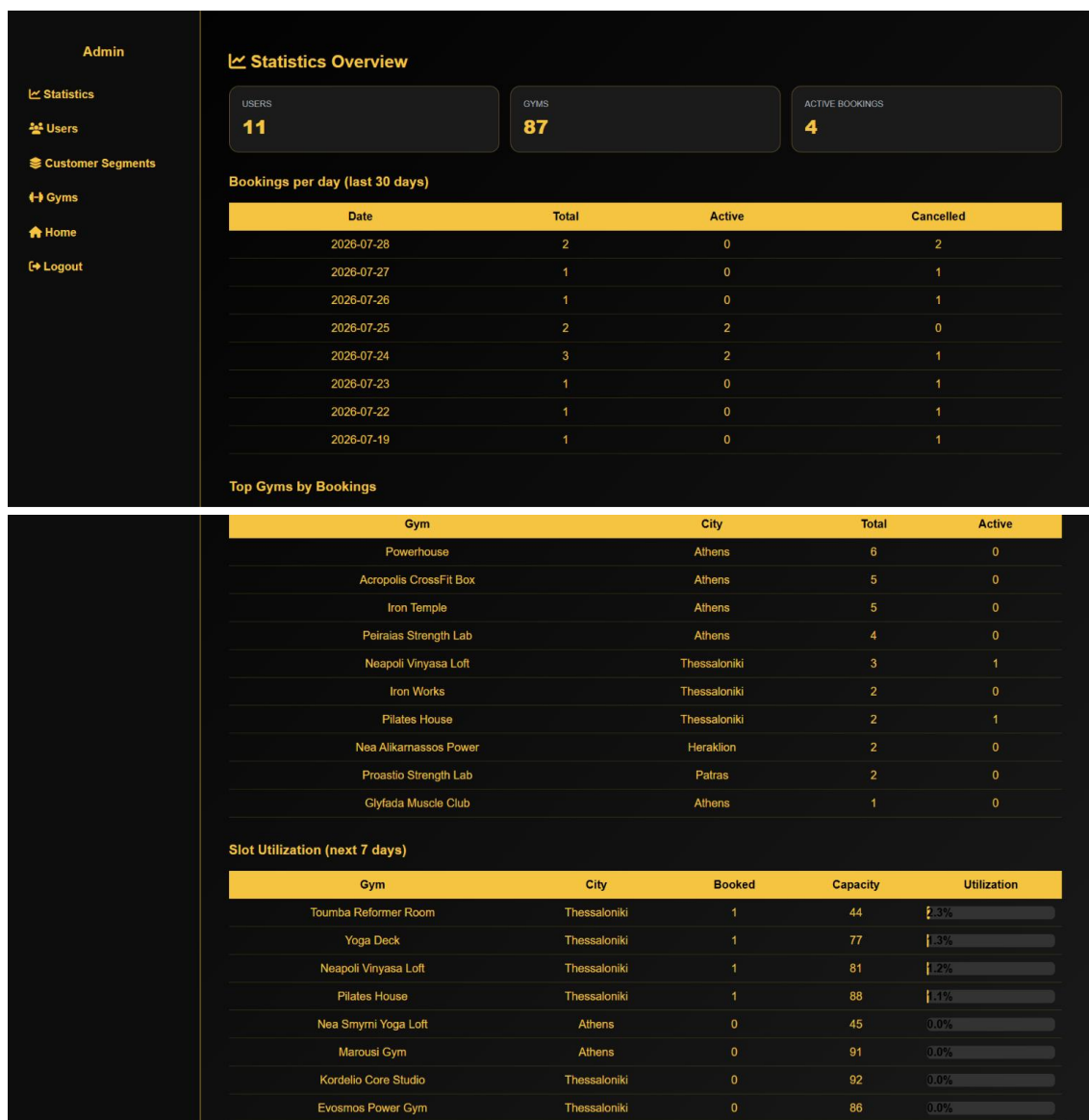
- Statistics
- Users
- Customer segments
- Manage Gyms



Εικόνα 47 : Dashboard διαχειριστή

9.3.3 Στατιστικά της εφαρμογής

Ο διαχειριστής επιλέγοντας την λειτουργία «Statistics», μεταφέρεται στην παρακάτω σελίδα όπου μπορεί να παρακολουθεί στατιστικά στοιχεία σχετικά με τη λειτουργία της εφαρμογής. Στη σελίδα εμφανίζονται ο συνολικός αριθμός χρηστών, γυμναστηρίων και ενεργών κρατήσεων, καθώς και στατιστικά στοιχεία για τις κρατήσεις των τελευταίων 30 ημερών, τα γυμναστήρια με τις περισσότερες κρατήσεις και την αξιοποίηση των διαθέσιμων θέσεων για τις επόμενες επτά ημέρες.



Εικόνα 48 : Σελίδα Στατιστικών

9.3.4 Προβολή και διαγραφή χρηστών

Ο διαχειριστής επιλέγοντας την λειτουργία «Users» μεταφέρεται στην παρακάτω σελίδα όπου μπορεί να δει τους χρήστες που είναι εγγεγραμμένοι στην πλατφόρμα.

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Admin	Users Management							
Statistics	Search user...							
Users	ID	Name	Email	Role	City	Goal	Preferred	Action
Customer Segments	12	Stamatis kokio	stamatis.kokiop@gmail.com	user	Thessaloniki	Muscle Gain	10:00	
Gyms	13	tina saou	tinasau@gmail.com	user	Thessaloniki	Weight Loss	22:30	
Home	15	George Kokopoulos	geo.koki@gmail.com	user	Athens	Weight Loss	09:00	
Logout	17	Andreas Dell	andreasDell@gmail.com	user	Thessaloniki	Muscle Gain	21:00	
	18	George koki	geokokio@gmail.com	user	Patras	Muscle Gain	21:30	
	19	elina Datsouli	elinaDats@gmail.com	user	Athens	Muscle Gain	22:00	
	20	KWSTAS Kokio	kwstas@gmail.com	user	Athens	Muscle Gain	22:30	
	21	Giannis Kokio	gkokio@gmail.com	user	Athens	Muscle Gain	21:30	
	22	nikos kokiopoulow	nikokio@gmail.com	user	Athens	Muscle Gain	22:30	
	23	Andreas Karamolegos	andrakaram@gmail.com	user	Thessaloniki	Flexibility	10:00	

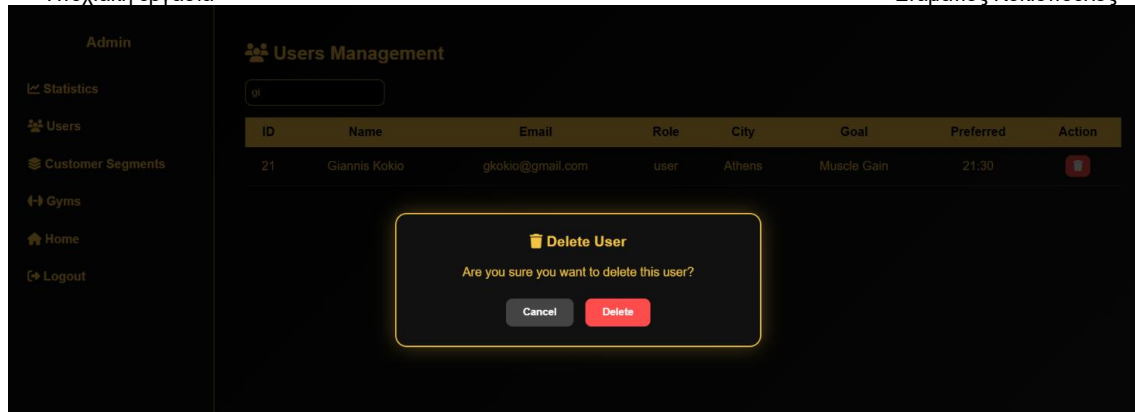
Εικόνα 49 : Προβολή χρηστών

Παράλληλα έχει την δυνατότητα να αναζητήσει όποιον χρήστη επιθυμεί και να τον διαγράψει από την πλατφόρμα.

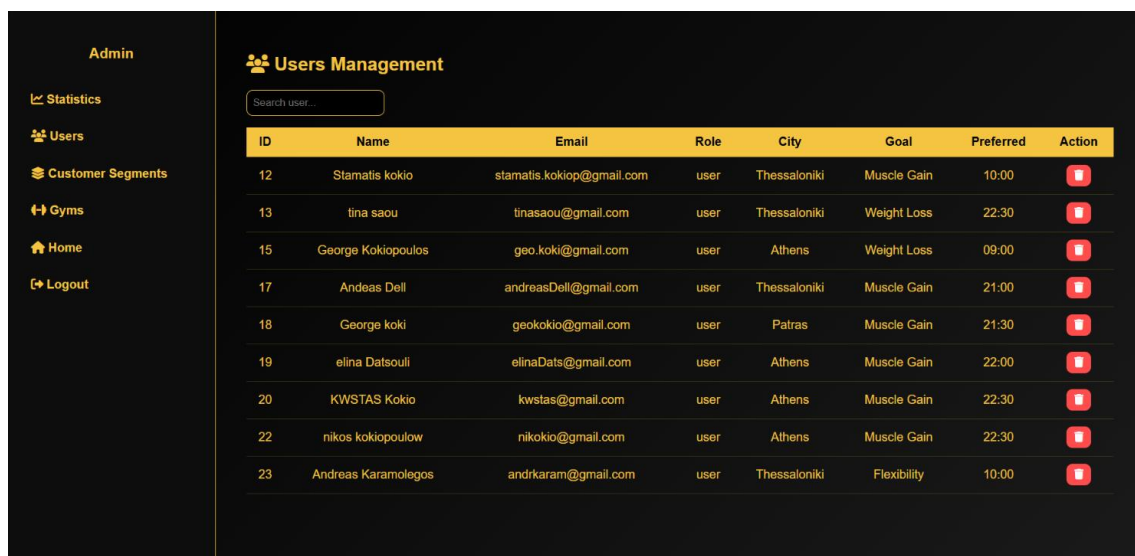
Admin	Users Management							
Statistics	gi							
Users	ID	Name	Email	Role	City	Goal	Preferred	Action
Customer Segments	21	Giannis Kokio	gkokio@gmail.com	user	Athens	Muscle Gain	21:30	

Εικόνα 50 : Αναζήτηση χρήστη

Πατώντας τον κάδο του εμφανίζεται μήνυμα επιβεβαίωσης για την διαγραφή του χρήστη . Πατώντας στη συνέχεια «Delete» ο χρήστης με ID : 21 έχει αφαιρεθεί από την λίστα των χρηστών όπως φαίνεται και στην Εικόνα 52.



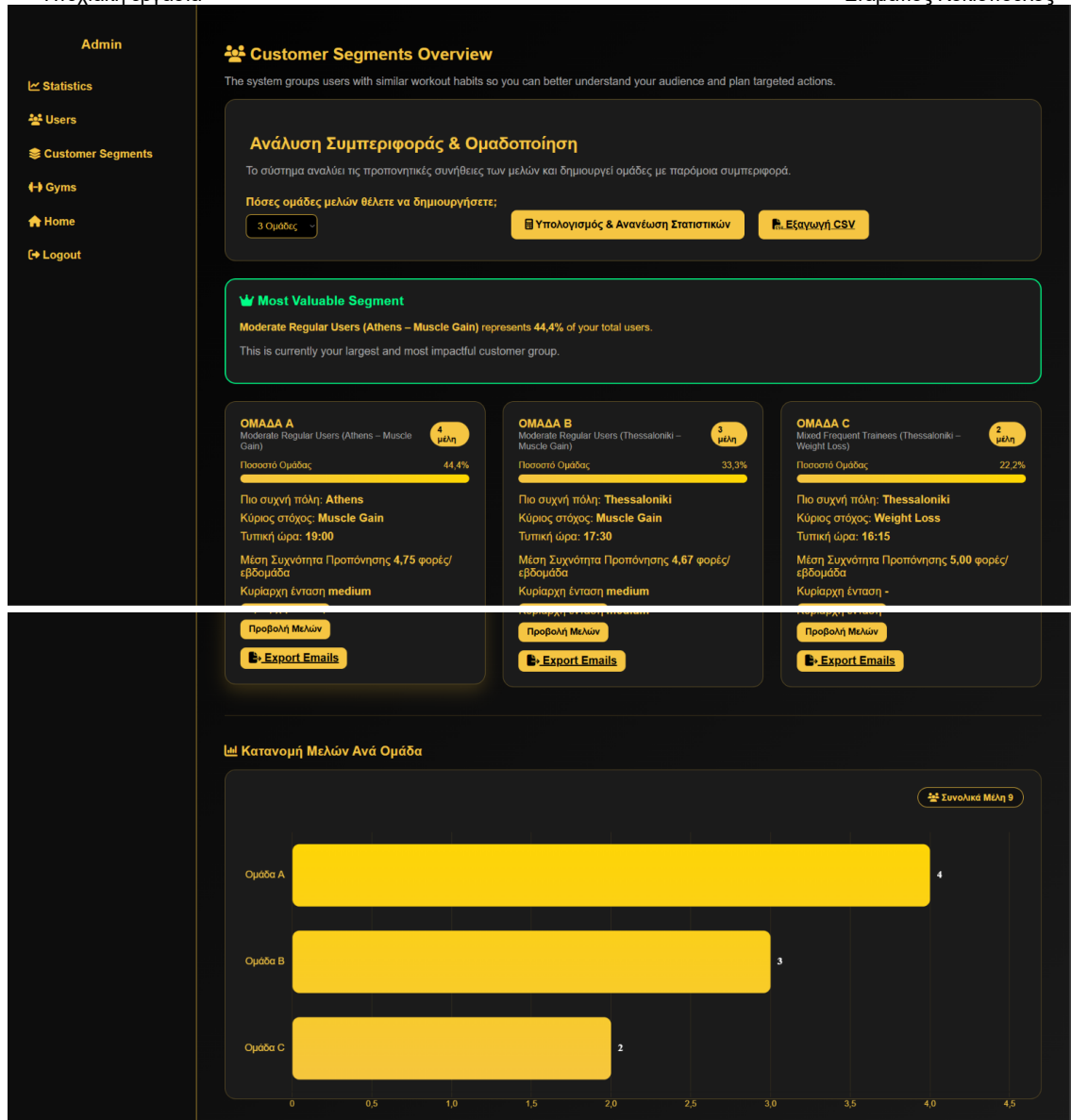
Εικόνα 51 : Διαγραφή χρήστη



Εικόνα 52 : Ο χρήστης αφαιρέθηκε από την λίστα

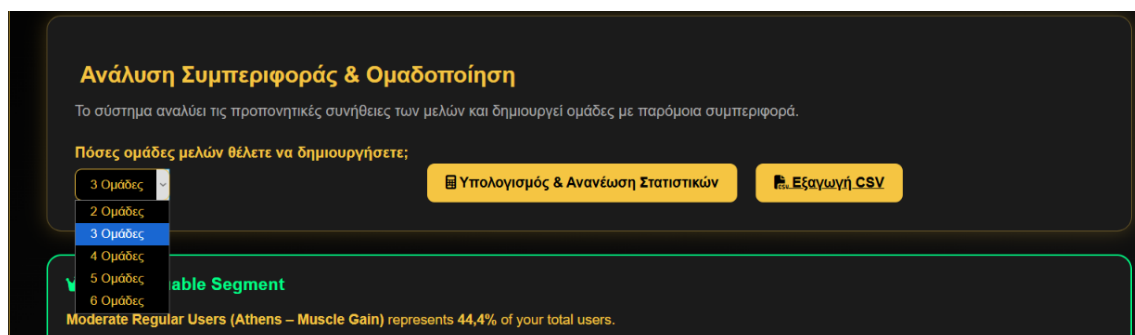
9.3.5 Ομαδοποίηση χρηστών (K-Means)

Ο διαχειριστής επιλέγοντας την λειτουργία «Customer Segments» μεταφέρεται στην παρακάτω σελίδα όπου μπορεί να δει αναλυτικά την συμπεριφορά των χρηστών και να τους ομαδοποιήσει βάσει τις προτιμήσεις τους.



Εικόνα 53 : Customer Segments

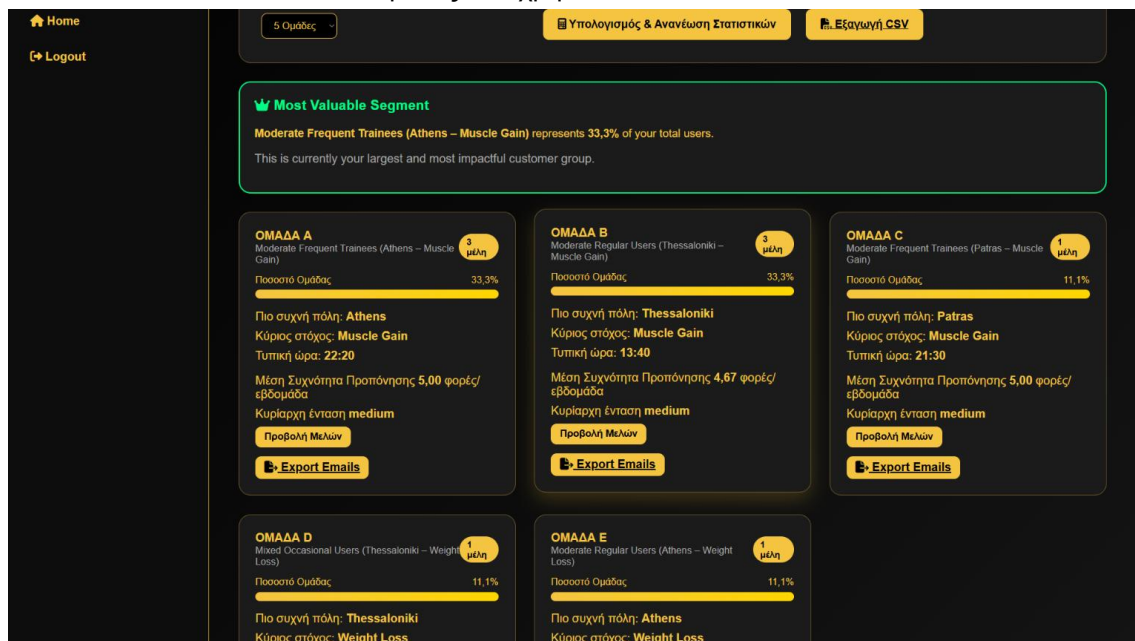
Ο διαχειριστής έχει την δυνατότητα να ορίσει πόσες ομάδες θα δημιουργηθούν από το παρακάτω πεδίο :



Εικόνα 54 : Αριθμός ομάδων

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Πτυχιακή εργασία
Επιλέγοντας τον αριθμό που επιθυμεί και πατώντας τον κουμπί «Υπολογισμός & Ανανέωση Στατιστικών», ανανεώνονται οι ομάδες των χρηστών .



Εικόνα 55 : Οι χρήστες χωρίστηκαν σε 5 ομάδες

Παράλληλα πατώντας το κουμπί προβολή μελών μπορεί να δει τους χρήστες που απαρτίζουν την κάθε ομάδα και σέρνοντας το bar να δει τα στοιχεία των χρηστών .

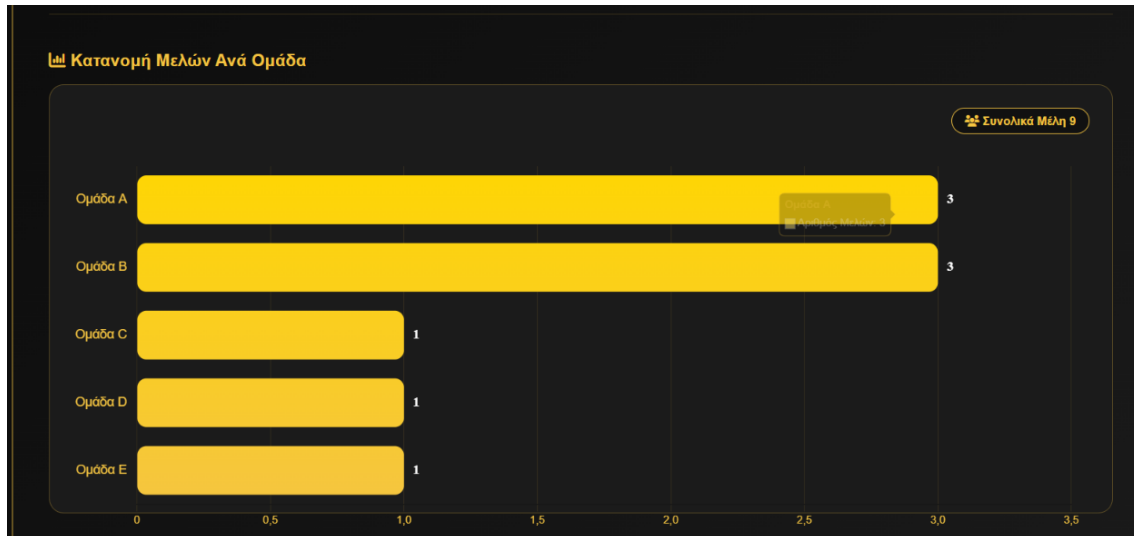
OMAΔΑ A			OMAΔΑ B		
Moderate Frequent Trainees (Athens – Muscle Gain)			Moderate Regular Users (Thessaloniki – Muscle Gain)		
Ποσοστό Ομάδας 33,3%			Ποσοστό Ομάδας 33,3%		
Πιο συχνή πόλη: Athens			Πιο συχνή πόλη: Thessaloniki		
Κύριος στόχος: Muscle Gain			Κύριος στόχος: Muscle Gain		
Τυπική ώρα: 22:20			Τυπική ώρα: 13:40		
Μέση Συχνότητα Προπόνησης 5,00 φορές/εβδομάδα			Μέση Συχνότητα Προπόνησης 4,67 φορές/εβδομάδα		
Κυρίαρχη ένταση medium			Κυρίαρχη ένταση medium		
Προβολή Μελών			Προβολή Μελών		
Export Emails			Export Emails		
ID	Name	Email	ID	Name	Email
19	elina Datsouli	elinaDats@gmail.com	12	Stamatis kokio	stamatis.kokiop@gmail.c
20	KWSTAS Kokio	kwstas@gmail.com	17	Andreas Dell	andreasDell@gmail.com
22	nikos kokiopoulow	nikokio@gmail.com	23	Andreas Karam...	andrakaram@gmail.com

Εικόνα 56 : Εμφάνιση χρηστών

Τέλος, για τη διευκόλυνση του διαχειριστή, στο κάτω μέρος της σελίδας παρουσιάζεται ένα γράφημα, το οποίο απεικονίζει την κατανομή των χρηστών στις ομάδες (clusters) που έχουν Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

Πτυχιακή εργασία
δημιουργηθεί. Με τον τρόπο αυτό, ο διαχειριστής μπορεί να αποκτήσει άμεσα μια συνολική εικόνα του αριθμού των μελών που ανήκουν σε κάθε ομάδα.

Σταμάτιος Κοκιοπούλος

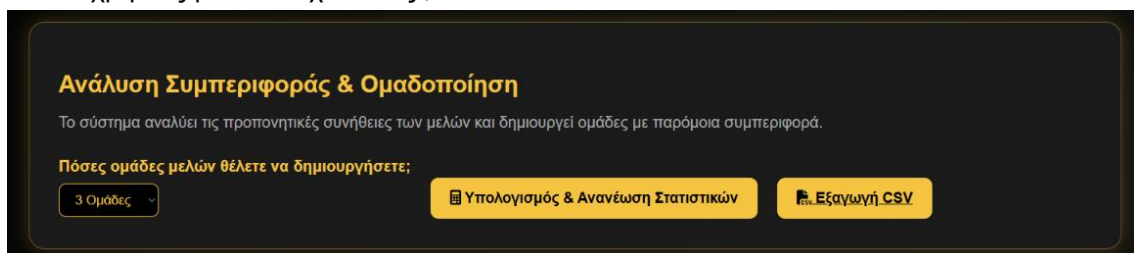


Εικόνα 57 : Γράφημα

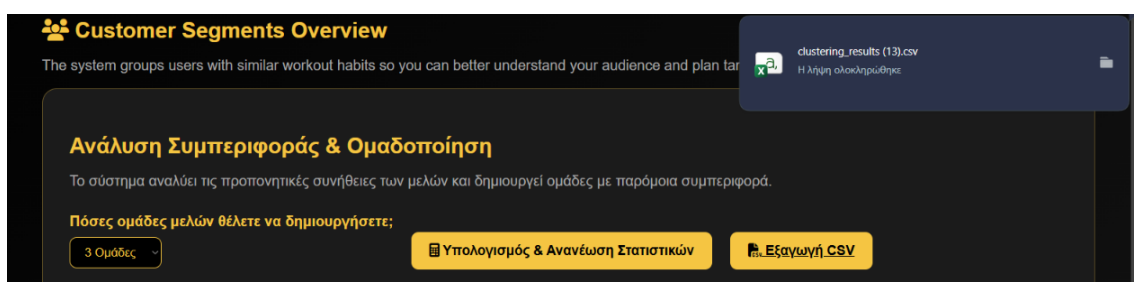
9.3.6 Εξαγωγή στοιχείων

Ο διαχειριστής επίσης έχει την δυνατότητα να εξαγάγει δεδομένα σε μορφή Excel.

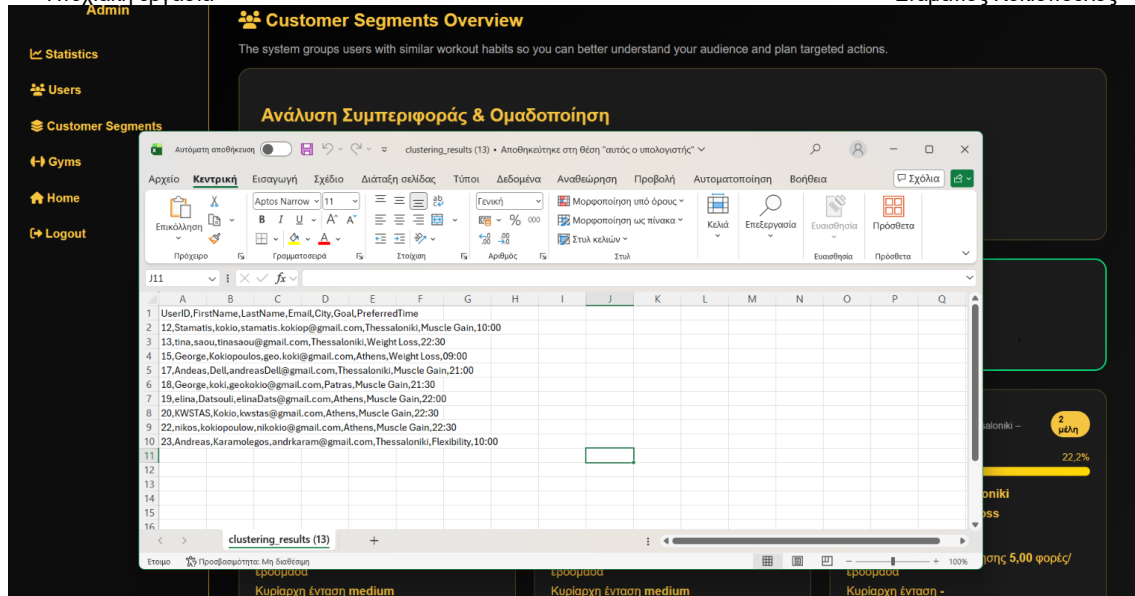
Πατώντας το κουμπί «Εξαγωγή CSV», γίνεται download ενός αρχείου Excel στο οποίο φαίνονται όλοι οι χρήστες με τα στοιχεία τους, Εικόνα 59.



Εικόνα 58 : Κουμπί CSV

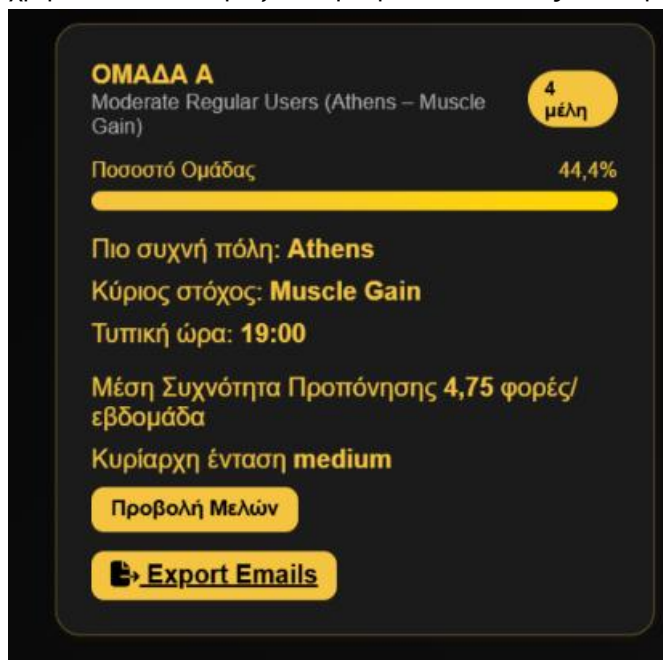


Εικόνα 59 : Download excel

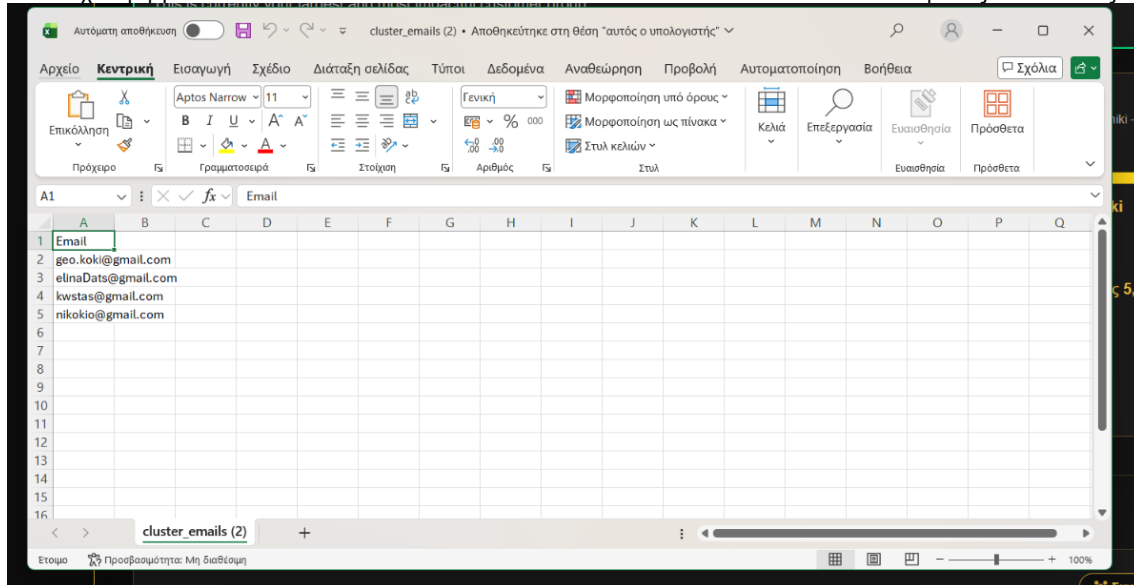


Εικόνα 60 : Excel με τους χρήστες

Επίσης έχει την δυνατότητα για κάθε μία ομάδα χρηστών να κατεβάσει αρχείο με τα email των χρηστών που απαρτίζουν την ομάδα πατώντας το κουμπί «Export Emails».



Εικόνα 61 : Κουμπί "Export Emails"



Εικόνα 62 : Εξαγωγή email χρηστών

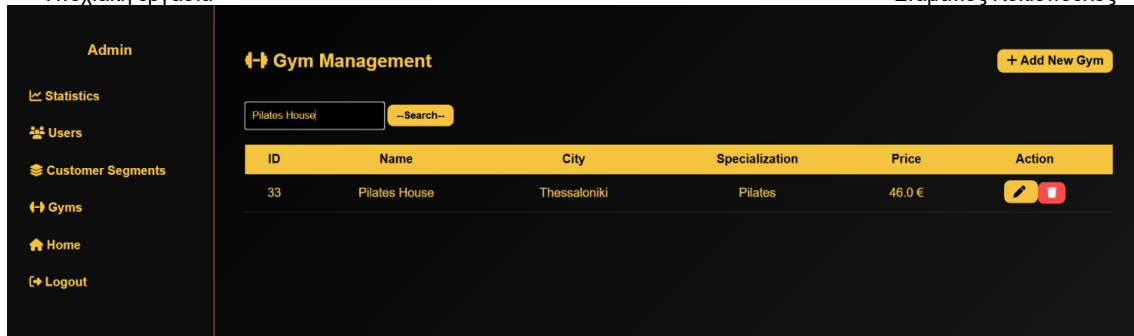
9.3.7 Διαχείριση Γυμναστηρίων

Ο διαχειριστής επιλέγοντας την λειτουργία «Gyms» μεταφέρεται στην παρακάτω σελίδα όπου μπορεί να δει και να επεξεργαστεί τα γυμναστήρια της πλατφόρμας.

Admin	Gym Management					+ Add New Gym
Statistics	Search gym					Search
Users	ID	Name	City	Specialization	Price	Action
Customer Segments	1	CrossFit	Thessaloniki	Crossfit	45.0 €	 
Gyms	2	Athenian WOD Factory	Athens	Crossfit	60.0 €	 
Home	3	Acropolis CrossFit Box	Athens	Crossfit	52.0 €	 
Logout	4	Kifisia CrossFit District	Athens	Crossfit	65.0 €	 
	5	Iron Temple	Athens	Bodybuilding	45.0 €	 
	6	Peirais Strength Lab	Athens	Bodybuilding	50.0 €	 
	7	Powerhouse	Athens	Bodybuilding	42.0 €	 
	8	Glyfada Muscle Club	Athens	Bodybuilding	58.0 €	 
	9	Zen Yoga	Athens	Yoga	40.0 €	 
	10	Kolonaki Flow Studio	Athens	Yoga	50.0 €	 
	11	Nea Smyrni Yoga Loft	Athens	Yoga	38.0 €	 
	12	Chalandri Vinyasa House	Athens	Yoga	46.0 €	 
	13	Pilates Core	Athens	Pilates	52.0 €	 

Εικόνα 63 : Σελίδα Γυμναστηρίων

Παράλληλα μπορεί να αναζητήσει το γυμναστήριο που θέλει από το πεδίο «Search»



Εικόνα 64 : Αναζήτηση γυμναστηρίου

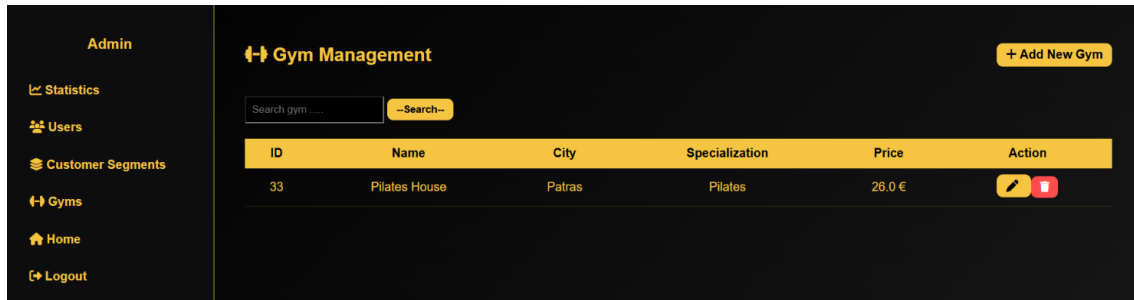
Από το πεδίο «Action» μπορεί να επεξεργαστεί και να διαγράψει το γυμναστήριο που θέλει. Πατώντας το πρώτο κουμπί μεταφέρεται στη φόρμα με τα στοιχεία του γυμναστηρίου και μπορεί να τα επεξεργαστεί .

The 'Edit Gym' form contains the following fields and options:

- Name :** Pilates House
- Email :** thess.pilates.house@gymfinder.test
- Price :** 46,0
- City :** Thessaloniki
- Area :** Toumba
- Latitude :** 40.6159
- Longitude :** 22.9721
- Image :** gym19.jpg (with note: Auto-filled from selected area. You may adjust if needed.)
- Specialization :** Pilates
- Goal Focus :** Muscle Gain
- Update Gym** button

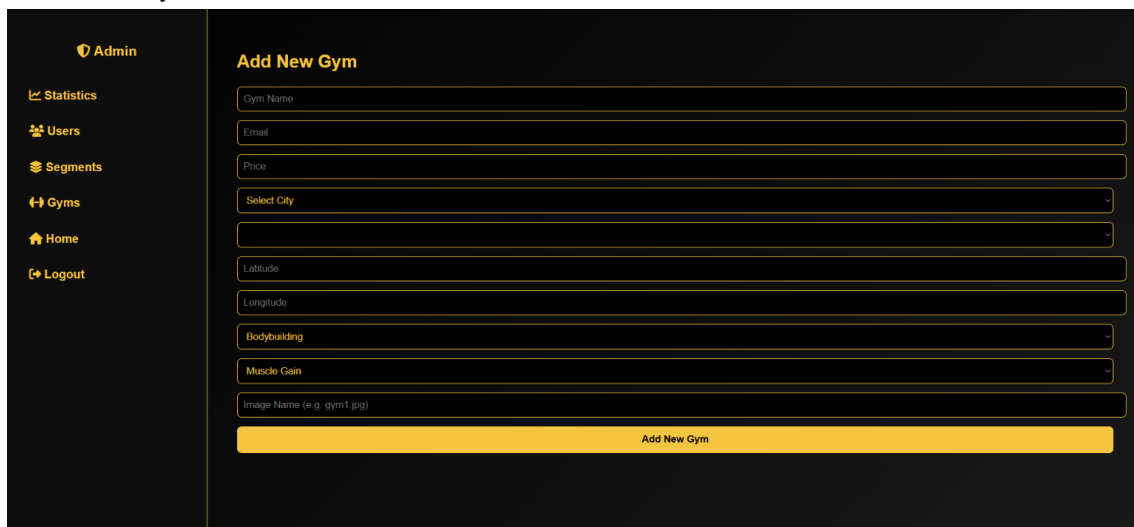
Εικόνα 65 : Στοιχεία γυμναστηρίου

Πτυχιακή εργασία Σταμάτιος Κοκιοπούλος
 Ο διαχειριστής μπορεί να αλλάξει όλα τα στοιχεία και πατώντας το «Update Gym» οι αλλαγές αποθηκεύονται.



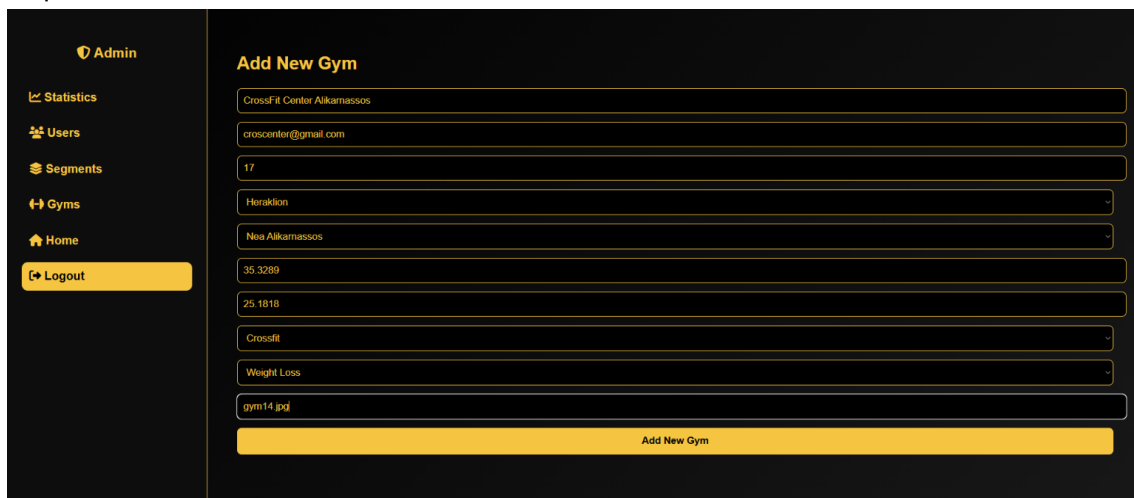
Εικόνα 66 : Αλλαγές στοιχείων γυμναστηρίου

Πατώντας το κουμπί της διαγραφής το γυμναστήριο διαγράφεται αυτόματα. Επίσης, ο διαχειριστής μπορεί να προσθέσει ένα καινούργιο γυμναστήριο πατώντας το κουμπί «Add New Gym».



Εικόνα 67 : Φόρμα προσθήκης νέου γυμναστηρίου

Συμπληρώνοντας τα πεδία και πατώντας το κουμπί «Add New Gym» το γυμναστήριο εμφανίζεται στην λίστα τελευταίο.



Εικόνα 68 : Στοιχεία νέου γυμναστηρίου

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

72	Vinyasa House	Heraklion	Yoga	35.0 €		
73	Pilates Core	Heraklion	Pilates	42.0 €		
74	Karteros Reformer Room	Heraklion	Pilates	48.0 €		
75	Core Studio	Heraklion	Pilates	40.0 €		
76	Alsalenio Pilates Lab	Heraklion	Pilates	45.0 €		
77	Functional Factory	Heraklion	Functional Training	42.0 €		
78	Conditioning Hub	Heraklion	Functional Training	38.0 €		
79	Performance Lab	Heraklion	Functional Training	44.0 €		
80	Athletic Center	Heraklion	Functional Training	40.0 €		
81	GlyfadaBody	Athens	Bodybuilding	43.0 €		
82	Peiraias Strength Gym	Athens	Crossfit	46.0 €		
83	MarousiCrossfit	Athens	Crossfit	36.0 €		
85	Marousi bodybuilding Lab	Athens	Bodybuilding	35.0 €		
86	CrossFit Herakleio	Heraklion	Crossfit	6.0 €		
87	Marousi Gym	Athens	Bodybuilding	25.0 €		
88	Yoga Center Glyfada	Athens	Yoga	25.0 €		
89	CrossFit Center Alikarnassos	Heraklion	Crossfit	17.0 €		

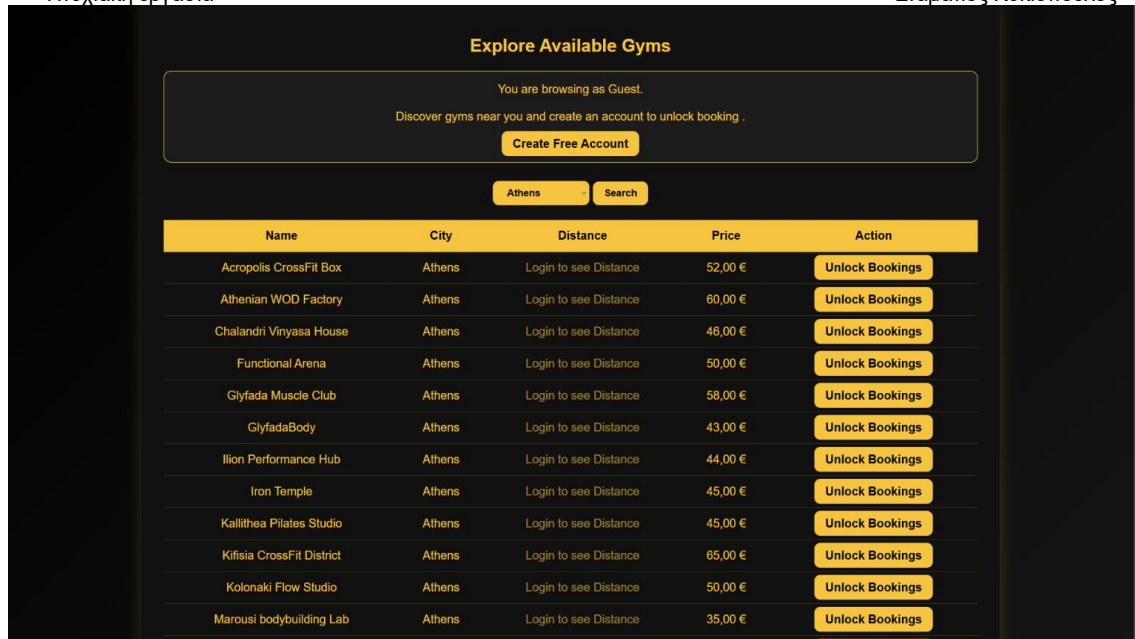
Εικόνα 69 : Εμφάνιση γυμναστηρίου στην λίστα

Τέλος ο διαχειριστής πατώντας την λειτουργία «Logout» αποσυνδέεται και η πλατφόρμα επιστρέφει στην φόρμα σύνδεσης.

9.4 Ρόλος : Επισκέπτης (Guest)

9.4.1 Πλοήγηση στην πλατφόρμα

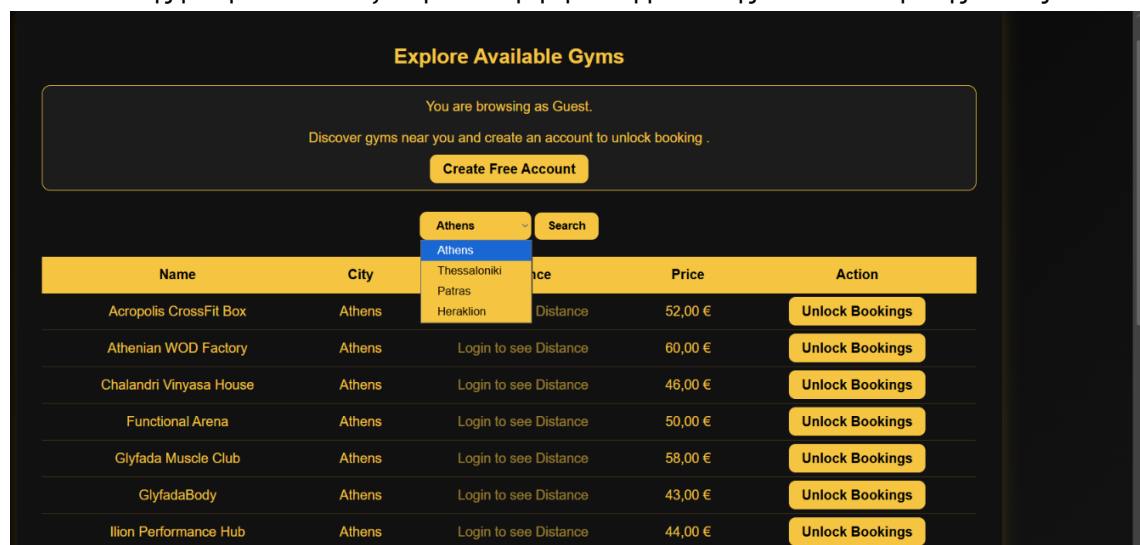
Όταν κάποιος δεν έχει λογαριασμό και συνεχίσει ως επισκέπτης εμφανίζεται η παρακάτω σελίδα.



Εικόνα 70 : Αρχική σελίδα επισκέπτη

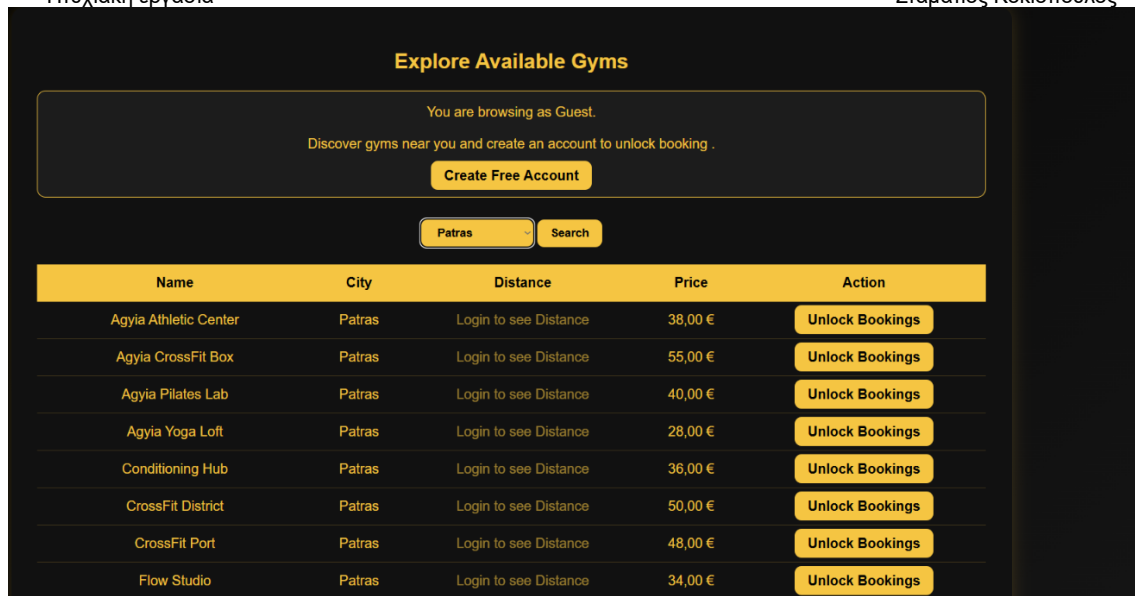
Ο επισκέπτης μπορεί να δει τα γυμναστήρια που είναι αποθηκευμένα στην πλατφόρμα και μερικά από τα στοιχεία τους.

Ο επισκέπτης μπορεί να επιλέξει την επιθυμητή πόλη μέσω της αναπτυσσόμενης λίστας.



Εικόνα 71 : Dropdown list Πόλεων

Ενώ πατώντας το κουμπί «Search», να εμφανίσει τα διαθέσιμα γυμναστήρια της συγκεκριμένης περιοχής.



Εικόνα 72 : Αλλαγή πόλης και εμφάνιση των γυμναστηρίων

Ωστόσο ο επισκέπτης για να κάνει κράτηση σε ένα γυμναστήριο και να δει περισσότερες πληροφορίες πρέπει να δημιουργήσει λογαριασμό.

Πατώντας το κουμπί «Unlock Bookings» η πλατφόρμα στέλνει τον επισκέπτη στην σελίδα δημιουργίας προφίλ.

Εικόνα 73 : Δημιουργία λογαριασμού

Με την επιτυχή δημιουργία λογαριασμού, ο επισκέπτης μετατρέπεται σε εγγεγραμμένο χρήστη και αποκτά πρόσβαση σε όλες τις διαθέσιμες λειτουργίες της εφαρμογής.

9.5 Χρήσιμες συμβουλές

Για τους χρήστες :

- Διατήρησε ενημερωμένο το προφίλ σου, καθώς οι προτάσεις της λειτουργίας Smart Nearby βασίζονται στα στοιχεία και τις προτιμήσεις που έχεις δηλώσει.

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

- Πριν πραγματοποιήσεις κράτηση, έλεγξε τη διαθεσιμότητα των διαθέσιμων ωρών του γυμναστηρίου.
- Χρησιμοποίησε τη λειτουργία Smart Nearby όταν επιθυμείς προτάσεις γυμναστηρίων προσαρμοσμένες στις ανάγκες και τις προτιμήσεις σου.

Για τον διαχειριστή :

- Διατήρησε ορθά και ενημερωμένα τα δεδομένα των χρηστών και των γυμναστηρίων, ώστε να διασφαλίζεται η εύρυθμη λειτουργία της εφαρμογής.

9.6 Συχνά ζητήματα & Επίλυση

- Δεν εμφανίζονται διαθέσιμα γυμναστήρια: Βεβαιώσου ότι έχεις επιλέξει σωστά την πόλη αναζήτησης και ότι υπάρχουν καταχωρημένα γυμναστήρια για τη συγκεκριμένη περιοχή.
- Δεν είναι δυνατή η κράτηση: Έλεγξε αν υπάρχουν διαθέσιμες ώρες για το επιλεγμένο γυμναστήριο και ότι δεν έχει συμπληρωθεί η χωρητικότητα του συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος.
- Τα αποτελέσματα του Smart Nearby δεν ανταποκρίνονται στις προσδοκίες σου: Ενημέρωσε τα στοιχεία του προφίλ σου, καθώς οι προτάσεις βασίζονται στις πληροφορίες που έχεις καταχωρίσει.

10. Οφέλη

Η παρούσα πτυχιακή προτείνει μία λύση που διευκολύνει τη διαδικασία αναζήτησης και επιλογής γυμναστηρίων για τους χρήστες, ενώ παράλληλα παρέχει στον διαχειριστή αποτελεσματικά εργαλεία για τη διαχείριση και την παρακολούθηση της λειτουργίας της πλατφόρμας .

10.1 Οφέλη για τους χρήστες

Μερικά από τα σημαντικότερα οφέλη που προκύπτουν για τους χρήστες είναι τα εξής :

1. Εξατομικευμένες προτάσεις γυμναστηρίων : Η εφαρμογή αξιοποιεί τη λειτουργία «Smart Nearby», η οποία βασίζεται στον αλγόριθμο «TOPSIS», ώστε να προτείνει στο χρήστη τα γυμναστήρια που ανταποκρίνονται καλύτερα στις ανάγκες και στις προτιμήσεις του. Με τον τρόπο αυτό , η διαδικασία επιλογής γίνεται πιο γρήγορη και πιο αποτελεσματική για τον χρήστη.
2. Εύκολη οργάνωση προπονήσεων : Η εφαρμογή επιτρέπει στον χρήστη να ενημερώνεται για τις διαθέσιμες ημέρες και ώρες προπόνησης των γυμναστηρίων, να πραγματοποιεί ηλεκτρονικά τις κρατήσεις του και να παρακολουθεί τις ενεργές κρατήσεις του μέσα από το προσωπικό του περιβάλλον. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται ο χρόνος που απαιτείται για τον προγραμματισμό των προπονήσεων και διευκολύνεται η συνολική διαχείρισή τους.
3. Εύκολη διαχείριση προσωπικού προφίλ : Η πλατφόρμα επιτρέπει στον χρήστη να διαχειρίζεται εύκολα τα προσωπικά του στοιχεία και τις προτιμήσεις προπόνησης του μέσα από το προφίλ του , διατηρώντας το προφίλ του πλήρως ενημερωμένο και προσαρμοσμένο στις ανάγκες του χρήστη.

10.2 Οφέλη για τον διαχειριστή

Μερικά από τα σημαντικότερα οφέλη που προκύπτουν για τον διαχειριστή είναι τα εξής :

Ανάπτυξη εφαρμογής για την εύρεση γυμναστικών ομίλων με επίκεντρο τον χρήστη με χρήση του αλγορίθμου K-Means και της μεθόδου TOPSIS

1. Αποτελεσματική διαχείριση της εφαρμογής : Ο διαχειριστής διαθέτει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον διαχείρισης, μέσω του οποίου μπορεί να παρακολουθήσει τους εγγεγραμμένους χρήστες και να διαγράφει λογαριασμούς. Παράλληλα έχει την δυνατότητα να προσθέτει νέα γυμναστήρια, να επεξεργάζεται τα στοιχεία των ήδη καταχωρημένων γυμναστηρίων και να διαγράφει όσα αυτός επιθυμεί.
2. Παρακολούθηση της λειτουργίας του συστήματος : Η εφαρμογή παρέχει στον διαχειριστή συγκεντρωτικά στατιστικά στοιχεία σχετικά με τη λειτουργία της, όπως τον συνολικό αριθμό χρηστών, γυμναστηρίων και κρατήσεων, καθώς και πληροφορίες για τις πρόσφατες κρατήσεις, τα δημοφιλέστερα γυμναστήρια και την αξιοποίηση των διαθέσιμων θέσεων προπόνησης. Με τον τρόπο αυτό, ο διαχειριστής αποκτά μια ολοκληρωμένη εικόνα της χρήσης και της λειτουργίας της εφαρμογής.
3. Ανάλυση των χαρακτηριστικών των χρηστών: Με την λειτουργία «Customer Segments», η οποία βασίζεται στον αλγόριθμο «K-Means», οι χρήστες ομαδοποιούνται σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις τους. Τα αποτελέσματα της ομαδοποίησης παρουσιάζονται με συνοπτικά στοιχεία για κάθε ομάδα, επιτρέποντας στον διαχειριστή να βλέπει ομάδες χρηστών με κοινά χαρακτηριστικά. Με τον τρόπο αυτό, ο διαχειριστής αποκτά μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα των διαφορετικών ομάδων χρηστών που χρησιμοποιούν την εφαρμογή και μπορεί να κατανοήσει καλύτερα τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις τους.

11. Συμπεράσματα

11.1 Σύνοψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία υλοποίησε μια διαδικτυακή εφαρμογή αναζήτησης και διαχείρισης γυμναστηρίων με δύο ρόλους χρηστών, τον απλό χρήστη και τον διαχειριστή. Βασικό χαρακτηριστικό της εφαρμογής αποτέλεσε η ενσωμάτωση της πολυκριτηριακής μεθόδου λήψης αποφάσεων TOPSIS, η οποία αξιοποιεί τα κριτήρια της απόστασης, της τιμής, της διαθεσιμότητας, του στόχου προπόνησης και της ειδικότητας του γυμναστηρίου για την κατάταξη των διαθέσιμων επιλογών. Επιπλέον, ενσωματώθηκε ο αλγόριθμος K-Means για την ομαδοποίηση των χρηστών σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά και τις προτιμήσεις τους. Δόθηκε επίσης έμφαση στην ανάπτυξη μιας απλής και φιλικής διεπαφής, ώστε οι βασικές λειτουργίες της εφαρμογής να πραγματοποιούνται με εύκολο και κατανοητό τρόπο. Η υλοποίηση έγινε με τη γλώσσα προγραμματισμού Java, χρησιμοποιώντας JSP, Servlets και Apache Tomcat, ενώ για τη βάση δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η MySQL. Η εφαρμογή ανταποκρίθηκε στους στόχους που είχαν τεθεί, συνδυάζοντας αποτελεσματικά τις προτεινόμενες τεχνικές με ένα εύχρηστο και λειτουργικό περιβάλλον χρήσης.

11.2 Προβλήματα και περιορισμοί

Μερικά προβλήματα και περιορισμοί που διαπιστώθηκαν κατά την υλοποίηση της εφαρμογής είναι τα εξής :

- Σταθερά βάρη στα κριτήρια αξιολόγησης : Ο αλγόριθμος TOPSIS χρησιμοποιεί συγκεκριμένα βάρη για κάθε κριτήριο, τα οποία έχουν οριστεί κατά τον σχεδιασμό της εφαρμογής και δεν μεταβάλλονται κατά την εκτέλεσή της. Κατά συνέπεια, όλοι οι χρήστες αξιολογούνται με τον ίδιο τρόπο, χωρίς να υπάρχει δυνατότητα προσαρμογής της σημαντικότητας των επιμέρους κριτηρίων.
- Εξάρτηση από την ποιότητα των δεδομένων : Η αποτελεσματικότητα των αλγορίθμων TOPSIS και K-Means εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ποιότητα και την πληρότητα των δεδομένων που είναι καταχωρημένα στο σύστημα. Ελλιπή ή ανακριβή στοιχεία σχετικά με τα προφίλ των χρηστών ή τα χαρακτηριστικά των γυμναστηρίων ενδέχεται να επηρεάσουν την ακρίβεια των αποτελεσμάτων που παράγονται.
- Επιδόσεις σε μεγάλο όγκο δεδομένων : Η εφαρμογή λειτουργεί ομαλά για τον αριθμό των χρηστών και των γυμναστηρίων που χρησιμοποιήθηκαν κατά την ανάπτυξη και τις

δοκιμές της. Ωστόσο, σε περίπτωση σημαντικής αύξησης του όγκου των δεδομένων, ενδέχεται να απαιτηθούν επιπλέον βελτιώσεις στη βάση δεδομένων και στη λειτουργία των αλγορίθμων, ώστε να διατηρηθεί η αποδοτικότητα του συστήματος.

11.3 Μελλοντικές επεκτάσεις

Για την βελτίωση της εφαρμογής προτείνονται οι παρακάτω βελτιώσεις :

- Παραμετροποίηση του αλγορίθμου TOPSIS : Προσθήκη δυνατότητας καθορισμού των βαρών των κριτηρίων αξιολόγησης από τον ίδιο τον χρήστη, ώστε η κατάταξη των γυμναστηρίων να προσαρμόζεται καλύτερα στις προσωπικές ανάγκες προτιμήσεις, παρέχοντας πιο εξατομικευμένες προτάσεις.
- Διασύνδεση με υπηρεσίες χαρτών : Ενσωμάτωση υπηρεσιών χαρτών για την προβολή της ακριβούς τοποθεσίας των γυμναστηρίων, την εμφάνιση της βέλτιστης διαδρομής και τον υπολογισμό του εκτιμώμενου χρόνου μετακίνησης του χρήστη.
- Υποστήριξη αξιολογήσεων και σχολίων : Προσθήκη δυνατότητας αξιολόγησης των γυμναστηρίων και καταχώρησης σχολίων από τους χρήστες. Με τον τρόπο αυτό θα παρέχονται χρήσιμες πληροφορίες στους υπόλοιπους χρήστες, διευκολύνοντας την επιλογή του κατάλληλου γυμναστηρίου.

Με την υλοποίηση των παραπάνω επεκτάσεων, η εφαρμογή θα προσφέρει μεγαλύτερη λειτουργικότητα , πιο εξατομικευμένες προτάσεις και μια ακόμα πιο ολοκληρωμένη εμπειρία χρήσης ανταποκρινόμενη αποτελεσματικότερα στις απαιτήσεις και ανάγκες των χρηστών και του διαχειριστή .

12. Βιβλιογραφικές Πηγές

- [1] Di Lucca, G. A., & Fasolino, A. R. (2006). Testing Web-Based Applications: The State of the Art and Future Trends. *Information and Software Technology*, 48(12), 1172–1186.
- [2] Taivalsaari, A., & Mikkonen, T. A Roadmap to Web Applications.
- [3] Rosenfeld, L., Morville, P., & Arango, J. (2015). *Information Architecture for the Web and Beyond*. O'Reilly Media.
- [4] Du, Z., Zhang, J., & Yang, C. (2025). Design and Implementation of an Intelligent Gym Management System Based on openGauss and Spring Boot.
- [5] Ashirvad, A., Kumar, V. R., Veeresh, S., Sahu, A., & Manonmani, S. (2025). GYM-Dash: An Integrated Platform for Automated Gym Management and Member Engagement.
- [6] Garrett, J. J. (2010). *The Elements of User Experience: User-Centered Design for the Web and Beyond*. New Riders.
- [7] Kim, M. (2021). Conceptualization of e-servicescapes in the fitness applications and wearable devices context: Multi-dimensions, consumer satisfaction, and behavioral intention. *Journal of Retailing and Consumer Services*.
- [8] Van Ho, T. T., & Noh, M. J. (2025). Applying topic modeling and emotion detection to understand user experience with healthcare applications: A comparative analysis during and after COVID-19.
- [9] Sandy, T. A. (2025). Optimizing health outcomes: A detailed comparison of features and user sentiment in popular fitness tracking applications.
- [10] Rathee, R., & Singh, M. (2025). Comparative Analysis of User Sentiment and Thematic Patterns of Mobile Fitness Applications.
- [11] Roumeliotis, K. I., Zestas, O. N., Kyriakou, K. D., et al. (2026). ORAM.AI: A Multi-Agent Chatbot with RAG-Based Reasoning and MCP Integration for Adaptive Fitness Recommendation.
- [12] Gupta, E., & Shinde, S. (2026). Privacy-Preserving Fitness Recommendation System Using Modified Seagull Monarch Butterfly Optimized Deep Learning Model.

- [13] Reddy, N. N. K., Govindu, P. B., Swaminathan, B., et al. (2026). Attention-Driven Time Series Prediction for Personalized Fitness Recommendation Using Gated Recurrent Unit.
- [14] Qian, H. (2025). Practical Research on Optimizing Bodybuilding Training Plan and Execution Efficiency with Transformer.
- [15] Chrysafiadi, K., Kontogianni, A., Virvou, M., & Alepis, E. (2025). Enhancing User Experience in Smart Tourism via Fuzzy Logic-Based Personalization. *Mathematics*, 13(5), 846.
- [16] Panagoulas, D. P., Tsihrintzi, E. A., Sotiropoulos, D. N., Chrysafiadi, K., Sakkopoulos, E., Tsihrintzis, G. A., & Virvou, M. (2025). LYRICEL: Knowledge Graphs Combined with Large Language Models and Machine Learning for Cross-Cultural Analysis of Lyrics—The Case of Greek Songs. *IEEE Access*, 13, 141985–142006.
- [17] Virvou, M. (2023). Artificial Intelligence and User Experience in Reciprocity: Contributions and State of the Art. *Intelligent Decision Technologies*, 17(1), 73–125.
- [18] Gupta, E., & Shinde, S. (2026). Enhanced Personalized Fitness Recommendation System Using a Three-Tier Deep Learning Approach. *Lecture Notes in Networks and Systems*, Vol. 1901, Springer.
- [19] Dhangar, A., Jaiswal, A., Sahu, P., Saraswat, T., & Gera, A. (2025). Personalized Fitness Recommendation System Integrating Yoga, Physiotherapy Exercises and Health Tips. *Proceedings of the 2025 IEEE International Conference on Disruptive Technologies (ICDT)*.
- [20] Govindaraj, S., Nithyakumar, M., Lipika, V. A., Hariprasad, M., & Karan Raj, T. (2025). FitGenix: A Deep Learning-Based Workout Tracking System with Diet and Workout Suggestion. *Proceedings of the 2025 IEEE Conference*.
- [21] Chrysafiadi, K., & Tsihrintzi, E. A. (2021). An Intelligent Fuzzy-Based Emergency Alert Generation for Persons with Episodic Memory Decline Problems. *Intelligent Decision Technologies*, 15(4), 681–690.
- [22] Alonistioti, N., Tsihrintzi, E. A., Chrysafiadi, K., & Alepis, E. (2023). Requirements for Fuzzy Logic in Personalisation of Fire Emergency Alerts. In *2023 14th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)* (pp. 1–8). IEEE.
- [23] Chrysafiadi, K., Tsihrintzi, E. A., & Sakkopoulos, E. (2024). A Smart Home Fuzzy Logic-Based Cooking Fire Prevention System Addressing Human Errors Due to Distraction or Minor Medical Memory Lapses. *Procedia Computer Science*, 246, 3390–3399.
- [24] Virvou, M., Tsihrintzis, G. A., Sotiropoulos, D. N., Chrysafiadi, K., Sakkopoulos, E., & Tsihrintzi, E. A. (2023). ChatGPT in Artificial Intelligence-Empowered E-Learning for Cultural Heritage: The Case of Lyrics and Poems. In *2023 14th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)* (pp. 1–9). IEEE.
- [25] Hwang, C. L., & Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*. Springer-Verlag.
- [26] Raychaudhuri, S., & Raychaudhuri, S. (2026). Demographic-KM: An Optimized Movie Recommendation System Using Demographic Information and K-Means Clustering. *Multimedia Tools and Applications*.
- [27] Synergistic Hybrid Clustering Framework for Personalized Nutrition Recommendation Using K-Means and Gaussian Mixture Models. *Proceedings of the IEEE Conference*, 2026.
- [28] Laptop Recommendation System Using K-Means Clustering Algorithm. *Proceedings of the IEEE Conference*, 2026.
- [29] Chrysafiadi, K., Virvou, M., Tsihrintzis, G. A., & Hatzilygeroudis, I. (2023). An Adaptive Learning Environment for Programming Based on Fuzzy Logic and Machine Learning. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, 32(5), 2360011.
- [30] Vali-Sarafoglou, E., & Chrysafiadi, K. (2024, July). TopMoviePicks: A Personalized Movie Recommendation System Based on TOPSIS. In *2024 15th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)* (pp. 1–8). IEEE.
- [31] Yoon, K. (1987). "A Reconciliation Among Discrete Compromise Situations." *Journal of the Operational Research Society*, 38(3), 277–286.

- [32] Behzadian, M., Khanmohammadi Otaghsara, S., Yazdani, M., & Ignatius, J. (2012). "A State-of-the-Art Survey of TOPSIS Applications." *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069.
- [33] Olson, D. L. (2004). "Comparison of Weights in TOPSIS Models." *Mathematical and Computer Modelling*, 40(7–8), 721–727.
- [34] Chakraborty, S. (2011). "Applications of the TOPSIS Method for Decision Making in Engineering." *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 2(4), 763–770.
- [35] Kelemenis, A., & Askounis, D. (2010). "A New TOPSIS-Based Multi-Criteria Approach to Personnel Selection." *Expert Systems with Applications*, 37(7), 4999–5008.
- [36] Akram, F., Ahmad, T., & Sadiq, M. (2024). An Integrated Fuzzy Adjusted Cosine Similarity and TOPSIS-Based Recommendation System for Information System Requirements. *Decision Analytics Journal*.
- [37] Busari, N., & Sangpradid, S. (2025). Enhancing Tourist Experience: A Fuzzy TOPSIS Approach to Destination Recommendation Systems. *GeoJournal of Tourism and Geosites*, 60(1).
- [38] Alepis, E., & Virvou, M. (2014). *Object-Oriented User Interfaces for Personalized Mobile Learning*. Springer Berlin Heidelberg.
- [39] Chrysafiadi, K., Papadimitriou, S., Kamitsios, M., & Virvou, M. (2024, August). User Experience in Serious Games: Adaptivity in the Plot and Environment of the Game. In *International Conference on Artificial Intelligence-Empowered Software Engineering* (pp. 215–230). Springer Nature Switzerland.
- [40] Tidwell, J. (2011). *Designing Interfaces: Patterns for Effective Interaction Design*. O'Reilly Media.
- [41] Shneiderman, B., & Plaisant, C. (2016). *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson.
- [42] Ding, W., Lin, X., & Zarro, M. (2025). *Information Architecture and UX Design: The Integration of Information Spaces*. Springer.
- [43] Wong, T., Wagner, M., & Treude, C. (2022). Self-Adaptive Systems: A Systematic Literature Review. *Information and Software Technology*, 148, 106934.
- [44] Tomić, T., Lavrić, I., & Viduka, D. (2023). The Impact of Website Design on Customer Satisfaction and Purchase Intention. *International Journal of Information Management*, 69, 102545.
- [45] Chrysafiadi, K., & Virvou, M. (2021, July). Evaluating the User Experience of a Fuzzy-Based Intelligent Tutoring System. In *2021 12th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)* (pp. 1–7). IEEE.
- [46] Chrysafiadi, K., Papadimitriou, S., & Virvou, M. (2025, November). A Fuzzy-Logic Based Cognitive Walkthrough to Assess the Degrees of Soft Skills Targeted in an Intelligent Educational Adventure Game. In *International Conference on Innovative Techniques and Applications of Artificial Intelligence* (pp. 347–361). Springer Nature Switzerland.
- [47] Muntaz, A. A., Putra, I. D. A. D., & Triani, A. R. T. (2024). Redesign of the User Interface for the Career Development Center (CDC) Website. *Telkom University Bandung*.
- [48] Gheewala, S., Xu, S., & Yeom, S. (2024). In-Depth Survey: Deep Learning in Recommender Systems—Exploring Prediction and Ranking Models, Datasets, Feature Analysis, and Emerging Trends. *Neural Computing and Applications*, 36(7), 14562–14588.