

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ



Technical  
University  
of Crete

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

Διπλωματική Εργασία

---

***Ανάπτυξη ενός διαδικτυακού πολυκριτηρίου συστήματος  
υποστήριξης αποφάσεων για την ανάλυση της αγοράς***

***Development of a web-based multicriteria decision support system  
for market analysis***

---

Δημήτριος Χελιουδάκης

Επιβλέπων: Νικόλαος Ματσατσίνης  
καθηγητής

Χανιά, 2019

## Διπλωματική Εργασία

---

***Ανάπτυξη ενός διαδικτυακού πολυκριτηρίου συστήματος  
υποστήριξης αποφάσεων για την ανάλυση της αγοράς***

***Development of a web-based multicriteria decision support system  
for market analysis***

---

Δημήτριος Χελιουδάκης

Εξεταστική Επιτροπή

Ματσατσίνης  
Νικόλαος

Καθηγητής

Τσαφάρáκης  
Στέλιος

Επίκουρος  
Καθηγητής

Κρασαδάκη  
Ευαγγελία

Μέλος  
Ε.ΔΙ.Π

# Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Νικόλαο Ματσατσίνη για την ανάθεση της παρούσας διπλωματικής εργασίας καθώς και για τη συνεχή καθοδήγησή που μου παρείχε κατά τη διάρκεια της εκπόνησής της.

Ακόμη, ευχαριστώ τον επίκουρο καθηγητή κ. Στέλιο Τσαφαράκη και την κα. Ευαγγελία Κρασαδάκη, μέλος Ε.ΔΙ.Π, για τη συμμετοχή τους στην εξέταση αυτής της εργασίας.

Επίσης θέλω να ευχαριστήσω το διδακτορικό φοιτητή Αλκαίο Σακελλάρη για την καταλυτική του συμβολή στο να ασχοληθώ με τη γλώσσα Python και την ανάπτυξη web συστημάτων καθώς και για τις πολύτιμες συμβουλές του σε κάθε πρόβλημα που αντιμετώπισα στο κομμάτι αυτό.

Επιπρόσθετα, ευχαριστώ τη διδακτορική φοιτήτρια Καλαφάτη Φωτεινή για τις συμβουλές της κατά τη συγγραφή του κειμένου της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ την οικογένειά μου για τη στήριξή της καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	7
1.1 Σκοπός της εργασίας.....	7
1.2 Αναφορά σε προηγούμενες έρευνες.....	8
1.3 Κατεύθυνση της διπλωματικής εργασίας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ .....	9
2.1 Θεωρία αποφάσεων .....	9
2.1.1 Εισαγωγή.....	9
2.1.2 Ορθολογική λήψη αποφάσεων .....	10
2.2 Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων.....	10
2.2.1 Εισαγωγή.....	10
2.2.2 Κριτήρια .....	11
2.3 Πολυκριτήριες μεθοδολογίες ανάλυσης αποφάσεων .....	11
2.3.1 Αναλυτική-Συνθετική προσέγγιση .....	11
2.3.2 Η μέθοδος UTA .....	12
2.3.3 Η μέθοδος Utastar .....	17
2.4 Συσταδοποίηση της αγοράς (clustering) .....	20
2.5 Ανάλυση συμπεριφοράς καταναλωτή.....	21
2.5.1 Μοντέλα προσωπικής επιλογής καταναλωτή .....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	22
3.1 Εισαγωγή.....	22
3.2 Πολυκριτήριο σύστημα αποφάσεων με τη μεθοδολογία MARKEX .....	23
3.2.1 Εισαγωγή.....	23
3.2.2 Βάσεις δεδομένων εισαγωγής.....	23
3.2.3 Εφαρμογή της πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR .....	24
3.2.4 Συσταδοποίηση (clustering) των καταναλωτών .....	24
3.2.5 Δημιουργία σεναρίων.....	25
3.2.6 Εφαρμογή μοντέλων προσωπικής επιλογής καταναλωτή .....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	27
4.1 Εισαγωγή.....	27
4.2 Ανάπτυξη πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR σε Python.....	28
4.2.1 Εισαγωγή στην Python.....	28
4.2.2 Ανάπτυξη UTASTAR.....	28

4.3 Ανάπτυξη διαδικτυακού συστήματος σε Django web framework.....	28
4.3.1 Εισαγωγή στο Django Framework .....	28
4.3.2 Αρχιτεκτονική Django Framework .....	29
4.4 Κατασκευή γραφημάτων .....	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	33
5.1 Εισαγωγή .....	33
5.2 Χρήστες (Users).....	34
5.2.1 Εισαγωγή.....	34
5.2.2 Βασικός χρήστης .....	36
5.2.3 Διαχειριστής (Administrator).....	36
5.3 Εισαγωγή δεδομένων .....	38
5.3.1 Εισαγωγή.....	38
5.3.2 Με φόρμες εισαγωγής.....	39
5.3.3 Με ανέβασμα αρχείου .....	41
5.4 Ανάλυση δεδομένων καταναλωτών .....	43
5.5 Συσταδοποίηση (Clustering) .....	45
5.6 Προσομοίωση της αγοράς .....	48
5.6.1 Εισαγωγή.....	48
5.6.2 Μεμονωμένα σενάρια .....	48
5.6.3 Πολλαπλά σενάρια .....	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ.....	54
6.1 Συμπεράσματα.....	54
6.2 Μελλοντικές προεκτάσεις συστήματος.....	54
Βιβλιογραφία .....	55

## Περίληψη

Στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας θα αναπτυχθεί ένα βασιζόμενο στο web σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για την ανάλυση και προσομοίωση της αγοράς. Το σύστημα θα υλοποιεί την μεθοδολογία MARKEX, για τη μελέτη της συμπεριφοράς των καταναλωτών και την ανάλυση της αγοράς.

Το σύστημα θα λειτουργεί ως εκπαιδευτικό εργαλείο αλλά θα έχει τη δυνατότητα προσθηκών δυνατοτήτων και την υποστήριξη ερευνητικών προσπαθειών. Οι βάσεις δεδομένων του συστήματος θα προέρχονται από τα αποτελέσματα ερευνών αγοράς. Η βάση μοντέλων του συστήματος θα περιλαμβάνει σε πρώτη φάση την πολυκριτήρια μεθοδολογία UTASTAR. Το σύστημα θα λειτουργεί σε διαδικτυακό περιβάλλον και θα αναπτυχθεί σε γλώσσες python και javascript.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Σκοπός της εργασίας

Σε κάθε εποχή, οι υπεύθυνοι μάρκετινγκ της εκάστοτε μικρής ή μεγάλης επιχείρησης έρχονται αντιμέτωποι με το πρόβλημα της επιλογής στρατηγικής, για την κυκλοφορία νέων προϊόντων ή την αναβάθμιση ή απόσυρση των ήδη υπαρχόντων. Πιθανοί στόχοι είναι συνήθως το λανσάρισμα ενός νέου προϊόντος σε μια αγορά, η είσοδος κάποιου άλλου σε μια νέα αγορά, η αύξηση των μεριδίων αγοράς ή και η διατήρηση αυτών. Επομένως, η επιλογή στρατηγικής διαδραματίζει καταλυτικό ρόλο στη λειτουργία και κερδοφορία, και συνεπώς στη βιωσιμότητα και ανάπτυξη μιας επιχείρησης ή στην καταστροφή της.

Για να παρθεί μία τέτοια απόφαση πρέπει να απαντηθούν μία σειρά από ερωτήματα τα οποία επηρεάζουν άμεσα τη θέση ενός προϊόντος μέσα σε μια αγορά. Παραδείγματα τέτοιων ερωτημάτων είναι:

- Ποιοι είναι οι ανταγωνιστές;
- Ποια είναι τα χαρακτηριστικά των προϊόντων τους;
- Ποιες είναι οι προτιμήσεις των καταναλωτών στην εξεταζόμενη αγορά;
- Πώς θα απαντήσουν οι ανταγωνιστές στην όποια κίνηση γίνει;

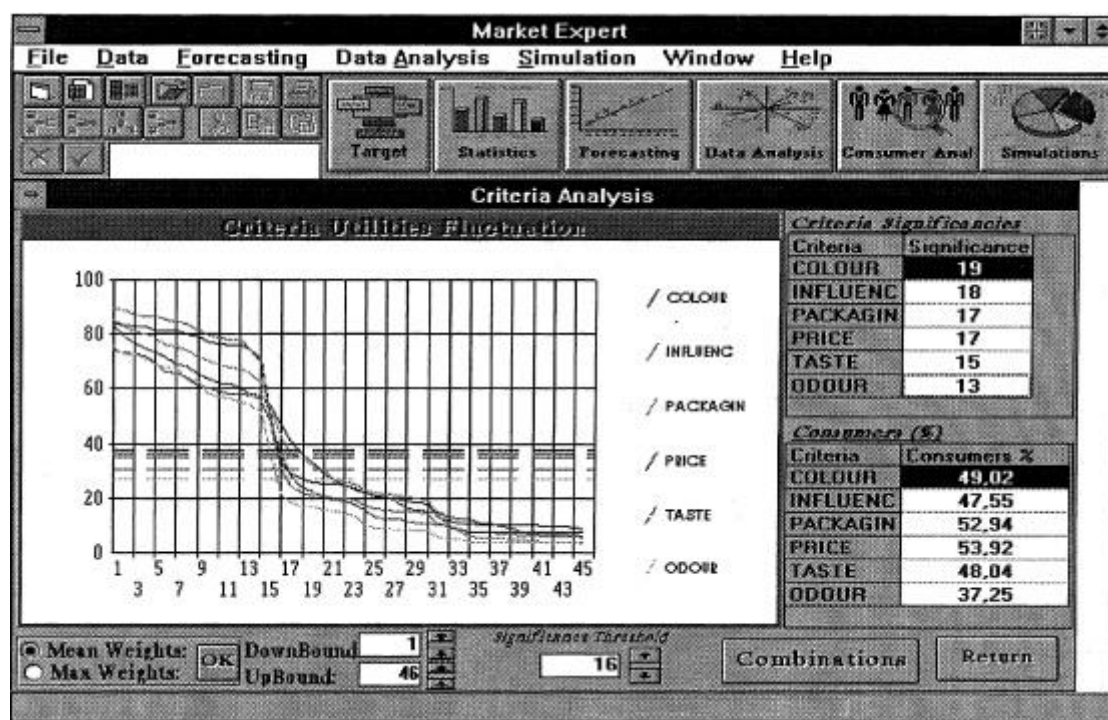
Οι απαντήσεις στις παραπάνω ερωτήσεις οδηγούν πάντοτε σε μία σειρά από διαφορετικά πιθανά σενάρια, τα οποία πρέπει να εξεταστούν ως προς τα αποτελέσματά τους, καθώς και στην πιθανότητα που έχουν να πραγματοποιηθούν. Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, κρίνεται ως επιτακτική, η ανάγκη για δημιουργία σύγχρονων εργαλείων, τα οποία εκμεταλλευόμενα τις δυνατότητες της τεχνολογίας και ειδικών αλγορίθμων, δημιουργούν μια προσομοίωση με βάση τα δεδομένα του κάθε σεναρίου.

Κατανοώντας λοιπόν την ανάγκη και τη χρησιμότητα των εργαλείων αυτών, σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας, είναι η κατασκευή ενός συστήματος υποστήριξης αποφάσεων σε διαδικτυακό περιβάλλον. Ο χρήστης του συστήματος αυτού, αρχικά, εισάγοντας δεδομένα που προκύπτουν μέσω ερωτηματολογίων για τα προϊόντα που βρίσκονται στην αγορά και τη άποψη των καταναλωτών για αυτά, θα έχει στη διάθεσή του τα προφίλ των υποψήφιων ή υπαρχόντων πελατών. Στη συνέχεια θα έχει τη δυνατότητα να κατασκευάσει σενάρια, αλλάζοντας τη σύνθεση της αγοράς ή και τα χαρακτηριστικά των διάφορων προϊόντων που την αποτελούν, και να δει άμεσα τα νέα μερίδια αγοράς που θα προκύψουν. Θα χρησιμοποιηθούν γραφικοί τρόποι παρουσίασης των αποτελεσμάτων, με στόχο την ευκολότερη κατανόηση των πληροφοριών και ταυτόχρονα θα γίνει προσπάθεια η χρήση του συστήματος να είναι όσο το δυνατόν φιλικότερη προς το χρήστη.

## 1.2 Αναφορά σε προηγούμενες έρευνες

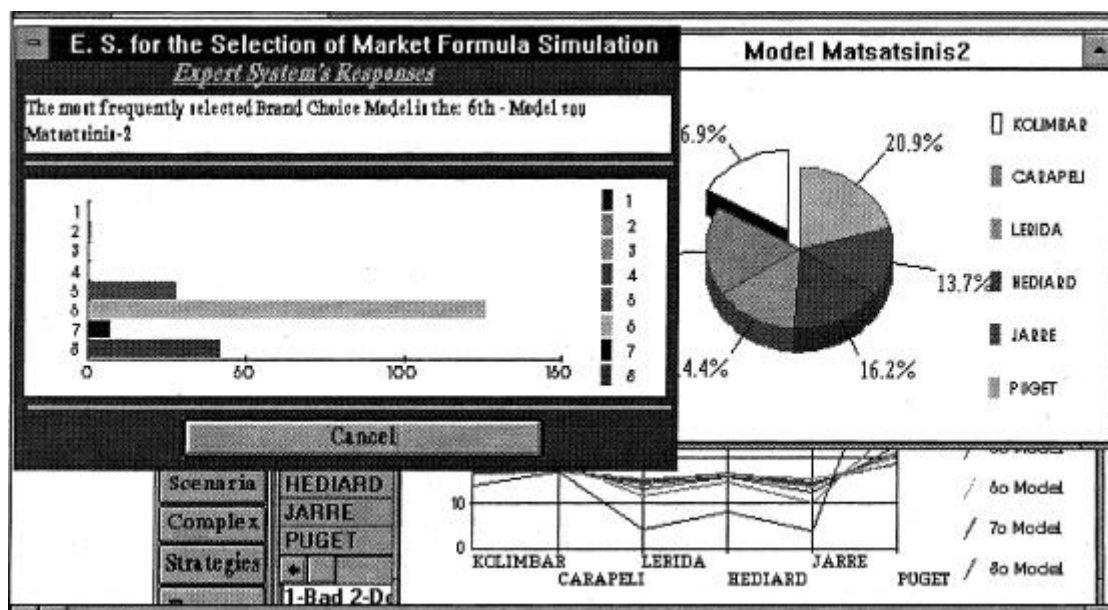
Στην κατεύθυνση της δημιουργίας ενός συστήματος όπως περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, οι Ματσατσίνης και Σίσκος πρότειναν το 1993 μια μεθοδολογία (1) η οποία ήταν βασισμένη στις απόψεις των καταναλωτών και στόχευε στο να υποστηρίξει τις επιχειρήσεις κατά τη διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων. Σε αυτό μέσω κάποιας έρευνας αγοράς με ειδικά ερωτηματολόγια, οι πελάτες αξιολογούσαν ένα σύνολο προϊόντων σε μια οικογένεια κριτηρίων και τα κατέτασσαν με βάση τη σειρά προτίμησης. Στη συνέχεια, κάνοντας χρήση της πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR (2) γινόταν η δημιουργία του προφίλ των καταναλωτών ενώ τέλος, μέσω της χρήσης μοντέλων προσωπικής επιλογής καταναλωτή γινόταν εφικτή μια ρεαλιστική προσομοίωση της αγοράς, υπολογίζοντας το μερίδιο που καταλαμβάνει το κάθε προϊόν. Επιπρόσθετα, αλλάζοντας τη σύνθεση της αγοράς, μπορούσαν να υπολογιστούν τα νέα μερίδια, και έτσι μετά από πειραματισμούς να καταλήξει ο αποφασίζων στην κατάλληλη γι αυτόν στρατηγική.

Λίγο αργότερα, το 1995, οι Ματσατσίνης και Σίσκος παρουσίασαν το πληροφοριακό σύστημα MARKEK (Market Expert) (1) ανεπτυγμένο σε περιβάλλον WINDOWS, το οποίο υλοποιούσε την παραπάνω μεθοδολογία παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μέσω γραφημάτων. Μια μικρή παρουσίαση του συστήματος Market Expert γίνεται στις εικόνες Εικόνα 1 και Εικόνα 2.



Εικόνα 1: Οθόνη ανάλυσης κριτηρίων στο Market Expert (1)





Εικόνα 2: Οθόνη προσομοίωσης της αγοράς στο Market Expert (1)

### 1.3 Κατεύθυνση της διπλωματικής εργασίας

Παίρνοντας ως βάση τη μεθοδολογία MARKEK (1) και το σύστημα Market Expert, για το σκοπό της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα αναπτυχθεί ένα νέο πληροφοριακό σύστημα που θα έχει αντίστοιχες δυνατότητες. Η βασική τους διαφορά θα είναι ότι θα λειτουργεί σε περιβάλλον Web, αντί του περιβάλλοντος των WINDOWS, προκειμένου να απλοποιηθεί ο τρόπος πρόσβασης των χρηστών. Ταυτόχρονα το νέο σύστημα θα κάνει φιλικότερες προς το χρήστη ορισμένες από τις λειτουργίες του.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

### 2.1 Θεωρία αποφάσεων

#### 2.1.1 Εισαγωγή

Η λήψη αποφάσεων αποτελεί το πιο συνηθισμένο φαινόμενο της δραστηριότητας του ανθρώπου, από το πιο απλό μέχρι το πιο πολύπλοκο τμήμα της καθημερινότητάς του. Στα πιο απλά, ένας άνθρωπος καλείται να αποφασίσει καθημερινά για το ποια θα είναι η τροφή ή η ένδυσή του, ή ποια διαδρομή θα ακολουθήσει για να μεταβεί στην εργασία του. Λιγότερο συχνά θα πρέπει να επιλέξει κινητό, αυτοκίνητο, σπίτι ή εργασία. Από την άλλη, μια επιχείρηση χρειάζεται να αποφασίσει τη νέα πολιτική μάρκετινγκ που θα ακολουθήσει, την τοποθεσία για την κατασκευή μιας νέας μονάδας παραγωγής ή το ποια άτομα θα προσληφθούν. Τέλος, σε επίπεδο κράτους, η κυβέρνηση καλείται να αποφασίσει κάθε χρόνο για τον προϋπολογισμό, για την κοινωνική ή αναπτυξιακή πολιτική καθώς και για τη φορολογία. Αυτά είναι λίγα μόνο παραδείγματα τα οποία κάνουν αισθητή τη σημαντικότητα της λήψης αποφάσεων. Σε κάθε περίπτωση το άτομο ή η ομάδα που παίρνει μια απόφαση, καλείται ο «αποφασίζων»

Γενικότερα, «σαν απόφαση θεωρούνται όλες εκείνες οι ενέργειες που γίνονται από έναν ή περισσότερους ανθρώπους με στόχο την επιλογή ενός τρόπου ενέργειας-δράσης μέσα από ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών. Απόφαση έχουμε όταν ο αποφασίζων έχει τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ τουλάχιστον δύο διαφορετικών εναλλακτικών ενεργειών.» (3).

### 2.1.2 Ορθολογική λήψη αποφάσεων

Η λήψη αποφάσεων γίνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με ορθολογικό τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι ακολουθώντας σαφείς και ξεκάθαρους κανόνες, και λαμβάνοντας υπ' όψιν τις διαθέσιμες πληροφορίες, τις γνώσεις και την εμπειρία του αποφασίζοντα, αναλύεται το εξεταζόμενο πρόβλημα και οδηγούμαστε στην επιλογή μίας λύσης. Ένα μοντέλο ορθολογικής λήψης αποφάσεων ακολουθεί τα εξής βασικά βήματα:

**Βήμα 1:** Καθορισμός του προβλήματος

**Βήμα 2:** Καθορισμός κριτηρίων απόφασης

**Βήμα 3:** Απόδοση βαρών στα κριτήρια

**Βήμα 4:** Καθορισμός εναλλακτικών επιλογών

**Βήμα 5:** Εκτίμηση κάθε εναλλακτικής σε κάθε κριτήριο

**Βήμα 6:** Υπολογισμός της βέλτιστης απόφασης

## 2.2 Πολυκριτήρια ανάλυση αποφάσεων

### 2.2.1 Εισαγωγή

Μεγάλο μέρος των προς επίλυση προβλημάτων έχει πολυδιάστατη φύση και χαρακτηρίζεται από αδυναμία αντιμετώπισης με χρήση ενός μόνο κριτηρίου, κάτι που οδήγησε στην ανάπτυξη της Πολυκριτήριας Λήψης Αποφάσεων. Τα προβλήματα αυτά αναλύονται σε πολλαπλά κριτήρια, τα οποία συνήθως χαρακτηρίζονται από μεγάλη πολυπλοκότητα στις μεταξύ τους σχέσεις, κάτι που κάνει εξαιρετικά δύσκολη για τον αποφασίζοντα την τελική επιλογή. Συνεπώς δημιουργείται η ανάγκη για υποστήριξη του αποφασίζοντα μέσω της ανάπτυξης των κατάλληλων πολυκριτήριων μοντέλων.

Η πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων χρησιμοποιεί ένα σύστημα αξιών, προκειμένου να ερμηνεύσει τις προτιμήσεις που έχουν οι αποφασίζοντες σε ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών. Το σύστημα αξιών συμβάλλει στη διαμόρφωση μιας συνάρτησης χρησιμότητας και των σχετικών βαρών των προτεραιοτήτων των κριτηρίων. Σύμφωνα με αυτή, οι προτιμήσεις που εκφράζει ο αποφασίζων για ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών, λαμβάνονται υπόψη, ώστε να δημιουργηθεί ένα σύστημα αξιών, που ικανοποιεί ένα σύνολο από συνθήκες, και που θα υποβοηθήσει τον αποφασίζοντα να οδηγηθεί στη σωστότερη λύση.

Κύριοι στόχοι της πολυκριτήριας ανάλυσης είναι:

- Ο καθορισμός των συνθηκών, με την ικανοποίηση των οποίων, το σύστημα αξιών δύναται να υφίσταται
- Η υποστήριξη του αποφασίζοντα στο να ανακαλύψει, μέσω μιας διαδικασίας, ένα σύστημα αξιών και να πάρει στη συνέχεια μια σωστή απόφαση.

### 2.2.2 Κριτήρια

Στην πολυκριτήρια ανάλυση χρησιμοποιούνται τέσσερις διαφορετικοί τύποι κριτηρίων, οι οποίοι είναι οι εξής:

#### 1) Ποσοτικά ή μετρικά κριτήρια (measurable criteria)

Η κλίμακα διάταξής τους είναι μία κλίμακα μέτρου μέσα στην οποία εκφράζεται η προτίμηση ή αδιαφορία του αποφασίζοντα στις εναλλακτικές επιλογές.

#### 2) Ποιοτικά κριτήρια ή κριτήρια διάταξης (ordinal criteria)

Η έκφραση της προτίμησης στα ποιοτικά κριτήρια γίνεται μέσω του καθορισμού μιας συγκεκριμένης κλίμακας διάταξης από τον αποφασίζοντα.

#### 3) Στοχαστικά κριτήρια (Stochastic criteria)

Κριτήρια που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση που υπάρχει αβεβαιότητα από τον αποφασίζοντα στη βαθμολόγηση των εναλλακτικών.

#### 4) Ασαφή κριτήρια (Fuzzy criteria)

Τα κριτήρια αυτά βρίσκουν εφαρμογή σε περιπτώσεις όπου η βαθμολόγηση κάποιας εναλλακτικής επιλογής δίνεται μέσω μιας συνάρτησης δυνατότητας.

## 2.3 Πολυκριτήριες μεθοδολογίες ανάλυσης αποφάσεων

### 2.3.1 Αναλυτική-Συνθετική προσέγγιση

Ένα μεγάλο μέρος των πολυκριτήριων μεθοδολογιών ανάλυσης αποφάσεων έχει τις βάσεις του πάνω στην αναλυτική συνθετική προσέγγιση. Σύμφωνα με αυτό, ο αποφασίζων παίρνει αποφάσεις βασιζόμενος σε ένα σύστημα αξιών, μια διαδικασία που συμβαίνει είτε εκούσια είτε και ακούσια. Έτσι, μέσω της χρήσης των μεθοδολογιών αυτών, αναλύοντας τη σχέση μεταξύ των αποφάσεων και της βαθμολογίας των εναλλακτικών στα επιλεγμένα κριτήρια, εξάγεται ένα μοντέλο του τρόπου λήψης των αποφάσεων καθώς και της σύνθεσης των κριτηρίων.

Για την υλοποίηση μιας τέτοιας μεθοδολογίας απαιτείται η ανάλυση μίας ή περισσότερων αποφάσεων του αποφασίζοντα ή, της ομάδας αποφασιζόντων, που μελετάται. Συνήθως χρησιμοποιείται ένα

σύνολο πραγματικών ή, κατασκευασμένων για το σκοπό αυτό, εναλλακτικών επιλογών, οι οποίες έχουν βαθμολογηθεί ως προς τις επιδόσεις τους σε μια οικογένεια κριτηρίων. Ο αποφασίζων στη συνέχεια καλείται να εκφράσει τις σχέσεις προτίμησης μεταξύ των εναλλακτικών αυτών. Πραγματοποιώντας την ανάλυση που περιγράφηκε στην προηγούμενη παράγραφο, εξάγεται τελικά το σύστημα αξιών που χρησιμοποιήθηκε για τη λήψη της απόφασης, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μελλοντικά για την υποβοήθηση λήψης και άλλων αποφάσεων.

### 2.3.2 Η μέθοδος UTA

Η μέθοδος UTA (UTilités Additives) που προτάθηκε από τους Jacquet-Lagréze και Ιωάννη Σίσκο το 1982 βασίζεται στην αρχή της Αναλυτικής-Συνθετικής προσέγγισης. Λαμβάνοντας υπόψη ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών, προδιατεταγμένων από τον αποφασίζοντα, έχει ως στόχο τη σύνθεση των προσθετικών συναρτήσεων των κριτηρίων. Ο υπολογισμός των συναρτήσεων αυτών, γίνεται μέσω αλγορίθμων γραμμικού προγραμματισμού, ενώ, χάρη στη χρήση ειδικών τεχνικών, γίνεται προσπάθεια ώστε η προκύπτουσα τελική διάταξη των εναλλακτικών να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στη δεδομένη προδιάταξη.

Έστω ότι έχουμε ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  οι οποίες βαθμολογούνται σε ένα σύνολο κριτηρίων  $g = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$ . Ως μοντέλο σύνθεσης των κριτηρίων στη UTA θεωρούμε μια προσθετική συνάρτηση αξίας της μορφής:

$$U(g) = \sum_{i=1}^n p_i u_i(g_i) \quad (2.3.1)$$

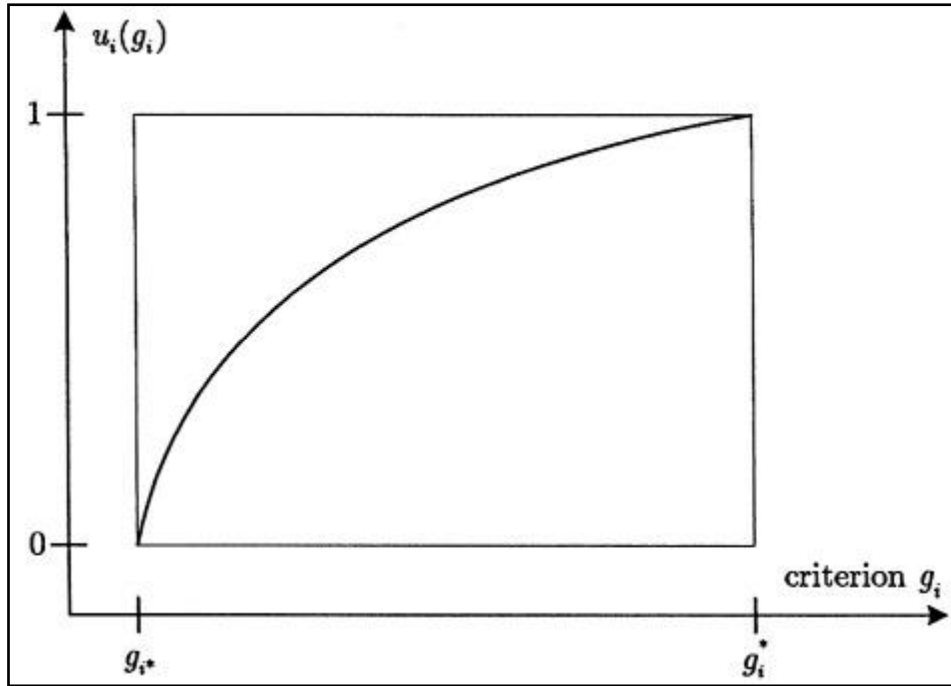
Υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

- $\sum_{i=1}^n p_i = 1$
- $u_i(g_{i*}) = 0, u_i(g_i^*) = 1$

$$\forall i = 1, 2, \dots, n; \quad (2.3.2)$$

Όπου:

- $u_i \forall i = 1, 2, \dots, n$  οι, κανονικοποιημένες στο διάστημα  $[0,1]$  μερικές συναρτήσεις χρησιμότητας
- $p_i$  τα βάρη των  $u_i$



Εικόνα 3: Η μερική συνάρτηση αξίας του κριτηρίου i (4)

Τόσο οι ολικές όσο και οι μερικές συναρτήσεις αξίας/χρησιμότητας είναι μονότονες, με μονοτονία ίδια με αυτή του κριτηρίου που αντιπροσωπεύουν. Για παράδειγμα, η συνάρτηση ολικής χρησιμότητας έχει τις παρακάτω ιδιότητες:

- $U(g(a)) > U(g(b)) \Leftrightarrow a > b$  (προτίμηση) (2.3.3)
- $U(g(a)) = U(g(b)) \Leftrightarrow a \sim b$  (αδιαφορία)

Η μέθοδος UTA θεωρεί μια μορφή της προσθετικής συνάρτησης αξίας χωρίς βάρη, η οποία είναι ισοδύναμη με τη μορφή των σχέσεων (2.3.1) και (2.3.2):

$$U(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) = 1 \quad (2.3.4)$$

Υπό τους περιορισμούς κανονικοποίησης:

- $\sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1$
- $u_i(g_{i*}) = 0$

$$\forall i = 1, 2, \dots, n; \quad (2.3.5)$$

Εδώ, θα πρέπει να σημειωθεί ότι η ύπαρξη ενός τέτοιου μοντέλου προϋποθέτει να υπάρχει προτιμησιακή ανεξαρτησία μεταξύ των κριτηρίων για τον αποφασίζοντα (5), καθώς και άλλες συνθήκες προκειμένου να ισχύει η προσθετική μορφή (6).

Λαμβάνοντας ως βάση το προσθετικό μοντέλο (2.3.4) - (2.3.5) και λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες (2.3.3), η αξία κάθε εναλλακτικής  $a \in A$ , μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$U'(g(a)) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i(a)) + \sigma(a) \quad \forall a \in A \quad (2.3.6)$$

Όπου  $\sigma(a)$  είναι ένα πιθανό σφάλμα σε σχέση με την  $U'(g(a))$ .

Επίσης, για την εκτίμηση των απαραίτητων συναρτήσεων μερικών αξιών, οι οποίες αποτελούν κατά τμήματα γραμμικές συναρτήσεις, συστήνεται η χρήση της γραμμικής παρεμβολής. Για κάθε κριτήριο  $g$ , το διάστημα  $[g_{i*}, g_i^*]$  χωρίζεται σε  $(a_i - 1)$  ίσα υποδιαστήματα, και συνεπώς το τελικό σημείο  $g_i^j$  κάθε υποδιαστήματος δίνεται από τον τύπο:

$$g_i^j = g_{i*} + \frac{j-1}{a_i-1} (g_i^* - g_{i*}) \quad \forall j = 1, 2, \dots, a_i. \quad (2.3.7)$$

Η μερική αξία για κάθε εναλλακτική  $a$  προσεγγίζεται με τη βοήθεια γραμμικής παρεμβολής. Συνεπώς για κάθε:

$$g_i(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}], \text{ έχουμε:}$$

$$u_i(g_i(a)) = u_i(g_i^j) + \frac{g_i(a) - g_i^j}{g_i^{j+1} - g_i^j} (u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)) \quad (2.3.8)$$

Το σύνολο αναφοράς των εναλλακτικών  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  αναδιατάσσεται έτσι ώστε η εναλλακτική επιλογή  $a_1$  να είναι η κεφαλή της κατάταξης και η εναλλακτική  $a_m$ , η ουρά αυτής. Με δεδομένο ότι η κατάταξη αυτή έχει τη μορφή μιας προδιάταξης  $R$ , για το κάθε ζευγάρι διαδοχικών εναλλακτικών  $(a_k, a_{k+1})$  ισχύει:

$$a_k > a_{k+1} \text{ (προτίμηση της } a_k \text{ έναντι της } a_{k+1})$$

ή

$$a_k \sim a_{k+1} \text{ (αδιαφορία μεταξύ των } a_k \text{ και } a_{k+1})$$

Έτσι έστω ότι διαφορά στην αξία των εναλλακτικών:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = U'(g(a_k)) - U'(g(a_{k+1})) \quad (2.3.9)$$

τότε, θα έχουμε μία από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta \text{ εάν } a_k > a_{k+1} \quad \text{ή} \quad (2.3.10)$$

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 \text{ εάν } a_k \sim a_{k+1}$$

όπου ως  $\delta$  ορίζεται ένας μικρός θετικός αριθμός που διαχωρίζει σημαντικά δύο διαδοχικές ισοδύναμες κλάσεις της  $R$ .

Τώρα, λαμβάνοντας υπόψη και την υπόθεση σχετικά με τη μονοτονία των προτιμήσεων, οι αξίες  $u_i(g_i)$  πρέπει να ικανοποιούν ένα σύνολο περιορισμών, οι οποίοι είναι οι εξής:

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i, \forall j = 1, 2, \dots, a_{i-1}, \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3.11)$$

Όπου ως  $s_i > 0$  ορίζονται τα κατώφλια αδιαφορίας που ορίζονται για το κάθε κριτήριο  $g_i$ . Τα συγκεκριμένα κατώφλια δεν είναι απαραίτητα να χρησιμοποιούνται σε κάθε περίπτωση εφαρμογής της μεθόδου UTA, αλλά είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την αποφυγή φαινομένων όπου για τις μερικές χρησιμότητες έχουμε  $u_i(g_i^{j+1}) = u_i(g_i^j)$  ενώ  $g_i^{j+1} > g_i^j$ .

Οι περιθώριες συναρτήσεις αξίας υπολογίζονται τελικά μέσω ενός γραμμικού προγράμματος. Στο γραμμικό αυτό πρόγραμμα τους περιορισμούς αποτελούν οι σχέσεις (2.3.4), (2.3.5), (2.3.10) και (2.3.11), ενώ η αντικειμενική του συνάρτηση είναι το συνολικό προκαλούμενο σφάλμα  $\sigma(a)$ , το οποίο προσπαθούμε να ελαχιστοποιήσουμε. Συνεπώς έχουμε ότι:

$$[min]F = \sum_{a \in A} \sigma(a)$$

Υπό τους περιορισμούς:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta \text{ εάν } a_k > a_{k+1} \forall k$$

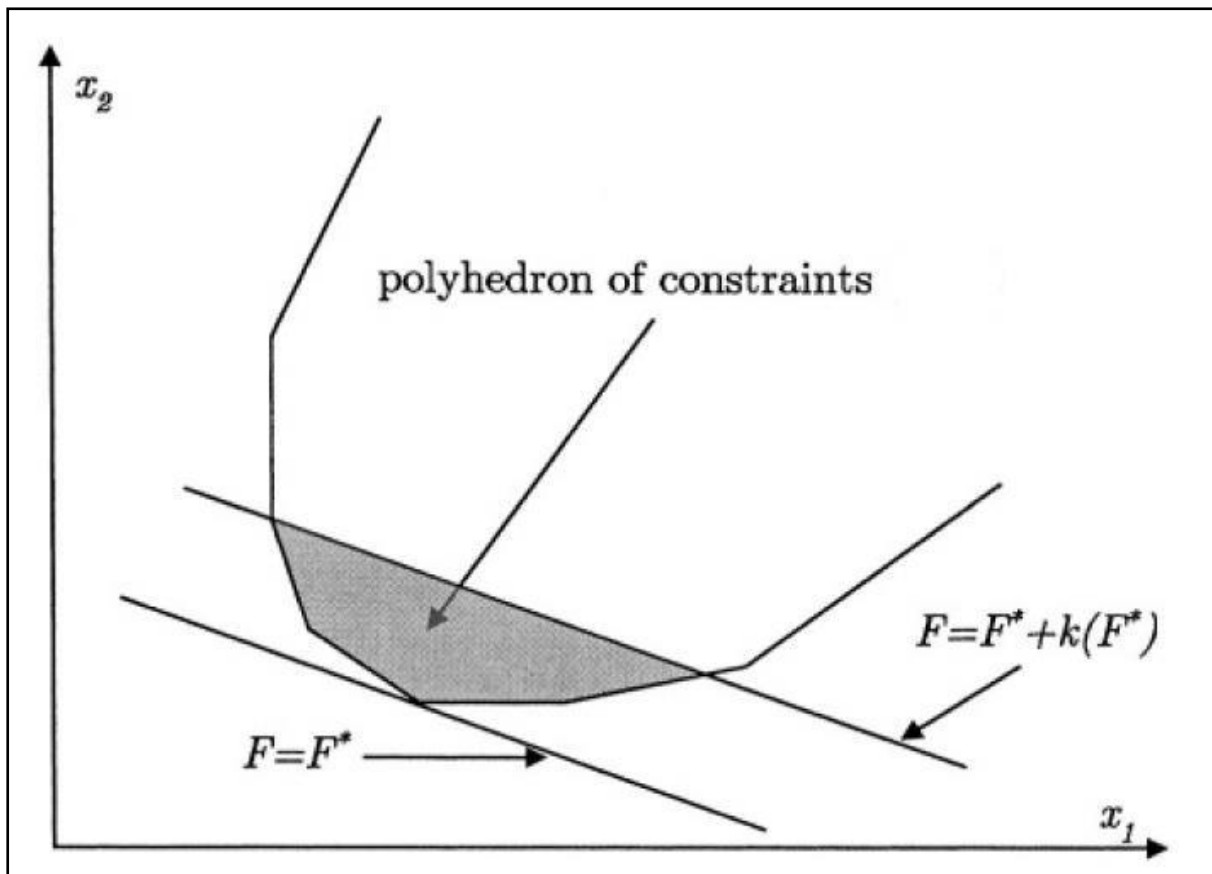
$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 \text{ εάν } a_k \sim a_{k+1} \forall k$$

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad \forall i, j$$

$$\sum_{i=1}^n u_i(g_i) = 1$$

$$u_i(g_{i_*}) = 0, u_i(g_i^j) \geq 0, \sigma(a) \geq 0 \quad \forall a \in A, \forall i, j \quad (2.3.12)$$

Η ανάλυση ευστάθειας των αποτελεσμάτων του γραμμικού προγράμματος (2.3.12) αντιμετωπίζεται ως ένα πρόβλημα ανάλυσης μεταβελτιστοποίησης. Εάν η βέλτιστη λύση μας δώσει  $F = 0$ , τότε το υπερπολύεδρο που ορίζεται από τις λύσεις που ικανοποιούν τους περιορισμούς για τα  $u_i(g_i)$  δεν είναι κενό, αλλά υπάρχουν πολλαπλές συναρτήσεις αξίας/χρησιμότητας που συνάδουν με την προδιάταξη  $R$ . Επιπρόσθετα, ακόμα και στην περίπτωση που πάρουμε βέλτιστη τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης διαφορετική της μηδενικής, θα υπάρχουν διαφορετικές λύσεις, οι οποίες θα είναι λιγότερο καλές για την  $F$ , αλλά δύνανται να βελτιώσουν άλλα εναλλακτικά κριτήρια βελτιστοποίησης, όπως είναι για παράδειγμα ο συντελεστής συσχέτισης του Kendall.



Εικόνα 4: Ανάλυση ευστάθειας μεθόδου UTA (4)



Όπως γίνεται αντιληπτό και από την Εικόνα 4: Ανάλυση ευστάθειας μεθόδου UTA Εικόνα 4, ο χώρος των μεταβέλτιστων λύσεων καθορίζεται από το υπερπολύεδρο που ορίζεται από:

$$F \leq F^* + k(F^*) \quad (2.3.13)$$

και όλους τους περιορισμούς του γ.π. (2.3.12)

όπου  $k(F^*)$  είναι ένα μη αρνητικό κατώφλι, που ορίζεται ως ένα μικρό ποσοστό του σφάλματος  $F^*$ .

Για την εξέταση των λύσεων-κορυφών του προαναφερθέντος πολυέδρου (2.3.13) υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός αλγορίθμων, όπως μέθοδοι κλάδου και φράγματος (branch and bound), η μέθοδος της αντίστροφης simplex (reverse simplex) και η μέθοδος Manas/Nedoma. Οι Jacquet-Siskos (7), στην αρχική μορφή της μεθόδου UTA, προτείνουν τη διερεύνηση του πολυέδρου (2.3.13), μέσω μιας ευρετικής μεθόδου αναζήτησης (ημι)βέλτιστων λύσεων, επιλύοντας τα ακόλουθα δύο γραμμικά προγράμματα:

$$[\min] u_i(g_i^*) \text{ στο πολύεδρο (2.3.13)}$$

και

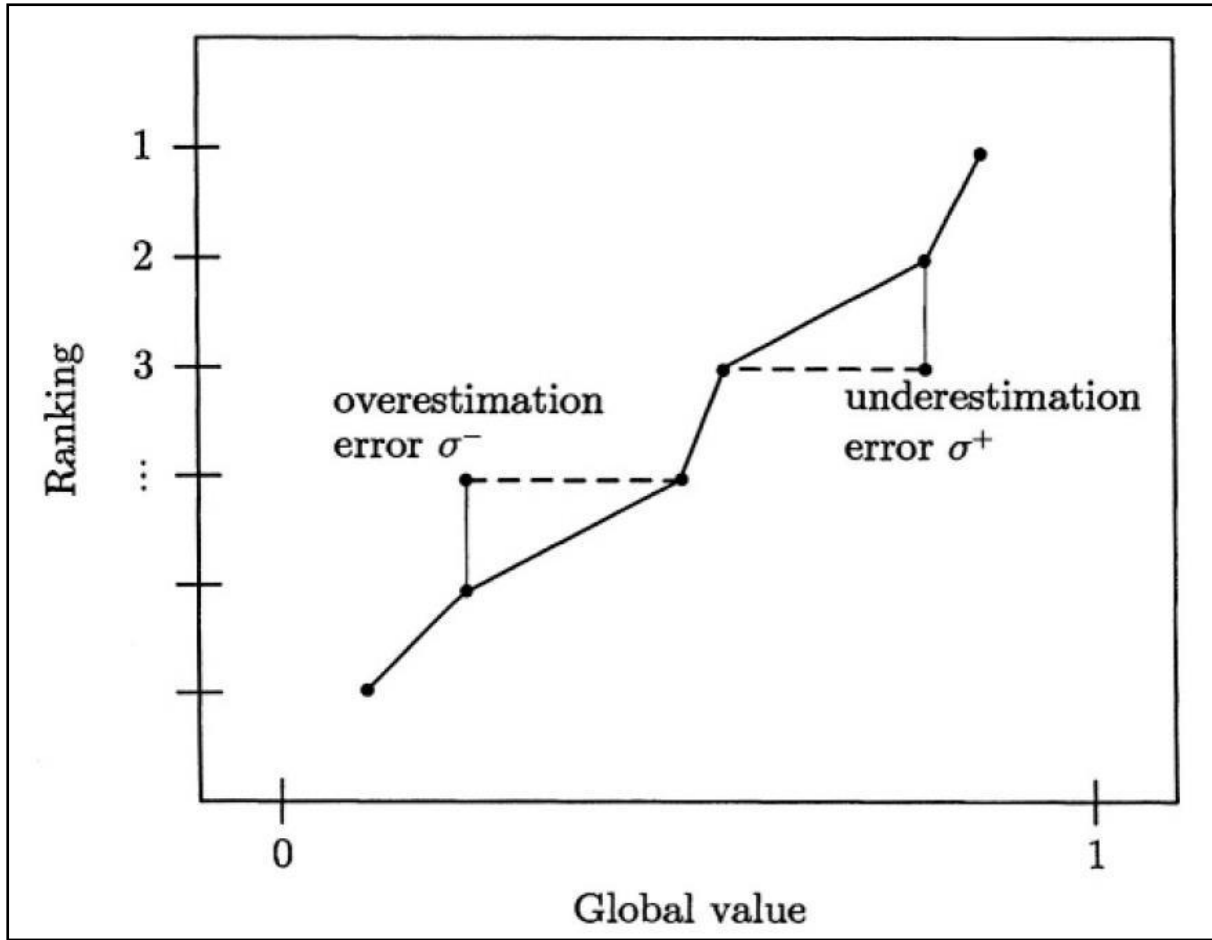
$$(2.3.14)$$

$$[\max] u_i(g_i^*) \text{ στο πολύεδρο (2.3.13)}$$

Στη συνέχεια υπολογίζεται η μέση τιμή των λύσεων των δύο γραμμικών προγραμμάτων και η οποία θεωρείται ως τελική λύση του προβλήματος. Εξαιτίας της κυρτότητας που παρουσιάζει το υπερπολύεδρο και αυτή η λύση είναι (ημι)βέλτιστη, ενώ σε περίπτωση που υπάρχει αστάθεια, οι λύσεις των γ.π. (2.3.14) εμφανίζουν μεγάλη απόκλιση μεταξύ τους και η υπολογιζόμενη μέση λύση είναι λιγότερο αντιπροσωπευτική. Σε κάθε περίπτωση, όλες αυτές οι επιμέρους λύσεις υποδεικνύουν τη διακύμανση των βαρών των κριτηρίων  $g_i$ , και συνεπώς δίνουν μια εικόνα της σημαντικότητας αυτών των κριτηρίων στο σύστημα αξιών/προτιμήσεων του αποφασίζοντος.

### 2.3.3 Η μέθοδος Utastar

Η μέθοδος UTASTAR προτάθηκε από τους Siskos and Yannacopoulos (2) και αποτελεί μια εξέλιξη της πρωτότυπης μεθόδου UTA. Στην μέθοδο UTA (7), λοιπόν, για κάθε μία εναλλακτική  $a \in A$  ορίζεται ένα μοναδικό σφάλμα  $\sigma(a)$ , η οποία όμως δεν είναι επαρκής για την ελαχιστοποίηση της ολικής διασποράς των σημείων στη μονότονη καμπύλη της Εικόνα 3: Η μερική συνάρτηση αξίας του κριτηρίου  $i$  Εικόνα 3. Το πρόβλημα, αφορά κυρίως τα σημεία που βρίσκονται δεξιά της καμπύλης, από τα οποία θα ήταν προτιμότερο να αφαιρεθεί ένα μέρος της αξίας τους, χωρίς όμως ταυτόχρονα να αυξηθούν οι αξίες των υπολοίπων.



Εικόνα 5: Καμπύλη μονότονης παλινδρόμησης

Στη μέθοδο UTASTAR, εισάγεται μια διπλή θετική συνάρτηση σφάλματος, συνεπώς ο τύπος (2.3.1) παίρνει την εξής μορφή:

$$U'(g(a)) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i(a)) - \sigma^+(a) + \sigma^-(a) \quad \forall a \in A \quad (2.3.15)$$

όπου  $\sigma^+(a)$  και  $\sigma^-(a)$  είναι τα σφάλματα υποεκτίμησης και υπερεκτίμησης αντίστοιχα.

Μια άλλη σημαντική τροποποίηση πάνω στη μέθοδο UTA αφορά τους περιορισμούς μονοτονίας των κριτηρίων, οι οποίοι πλέον μοντελοποιούνται μέσω του μετασχηματισμού των μεταβλητών ως εξής:

$$w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \text{ και } j = 1, 2, \dots, a_i - 1 \quad (2.3.16)$$

.

Με τον τρόπο αυτό, καθίσταται εφικτή η αντικατάσταση των συνθηκών μονοτονίας (2.3.11), απλώς με περιορισμούς μη αρνητικότητας των μεταβλητών  $w_{ij}$ .

Συνεπώς ο αλγόριθμος της πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR αποτελείται συνοπτικά από τα εξής βήματα:

**Βήμα 1:** Η ολική αξία των εναλλακτικών  $U(g(a_k))$ ,  $k = 1, 2, \dots, m$ , εκφράζεται αρχικά συναρτήσει των περιθωριακών αξιών (marginal utilities)  $u_i(g_i)$  και στη συνέχεια των μεταβλητών  $w_{ij}$ , όπως ορίζεται από την εξίσωση (2.3.16), μέσω των ακόλουθων σχέσεων:

$$\begin{aligned} u_i(g_i^1) &= 0 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \\ u_i(g_i^j) &= \sum_{t=1}^{j-1} w_{it} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \text{ και } j = 2, 3, \dots, a_i - 1 \end{aligned} \quad (2.3.17)$$

**Βήμα 2:** Εισάγονται δύο συναρτήσεις σφάλματος  $\sigma^+(a)$  και  $\sigma^-(a)$  στο σύνολο  $A$ , γράφοντας για κάθε ζεύγος, διαδοχικών στην προδιάταξη, εναλλακτικών τις αναλυτικές εκφράσεις:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = U(g(a_k)) - \sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k) - U(g(a_{k+1})) + \sigma^+(a_{k+1}) - \sigma^-(a_{k+1}) \quad (2.3.18)$$

**Βήμα 3:** Σχηματίζεται, προς επίλυση, το εξής γραμμικό πρόγραμμα:

$$[min]z = \sum_{k=1}^m \sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) \geq \delta \quad \text{εάν } a_k > a_{k+1} \quad \forall k$$

$$\Delta(a_k, a_{k+1}) = 0 \quad \text{εάν } a_k \sim a_{k+1} \quad \forall k$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} = 1$$

$$w_{ij} \geq 0, \sigma^+(a_k) \geq 0, \sigma^-(a_k) \geq 0 \quad \forall i, j, k \quad (2.3.19)$$

όπου  $\delta$ , όπως και στην περίπτωση της UTA, ένας μικρός θετικός αριθμός.

**Βήμα 4:** Ελέγχεται η ύπαρξη πολλαπλών βέλτιστων ή (ημι)βέλτιστων λύσεων (έλεγχος ευστάθειας) στο γραμμικό πρόγραμμα (2.3.19). Σε περίπτωση που η λύση δεν είναι μοναδική, υπολογίζεται η μέση

συνάρτηση προσθετικής αξίας μεταξύ των κοντινών βέλτιστων λύσεων, οι οποίες μεγιστοποιούν τις ακόλουθες αντικειμενικές συναρτήσεις:

$$u_i(g_i^*) = \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} \quad \forall i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3.20)$$

στο υπερπολύεδρο των περιορισμών του γραμμικού προγράμματος (2.3.19), εισάγοντας και τον ακόλουθο νέο περιορισμό:

$$\sum_{k=1}^m (\sigma^+(a_k) + \sigma^-(a_k)) \leq z^* + \varepsilon \quad (2.3.21)$$

όπου  $z^*$  είναι η βέλτιστη τιμή (σφάλμα) της αντικειμενικής συνάρτησης του γ.π. του βήματος 3 και  $\varepsilon$  είναι ένας πολύ μικρός θετικός αριθμός ή μηδέν.

Οι Siskos και Yannacopoulos (2) απέδειξαν, μέσω ενός συνόλου πειραματικών δεδομένων, ότι η UTASTAR δίνει καλύτερα αποτελέσματα από τον πρωτότυπο αλγόριθμο UTA.

## 2.4 Συσταδοποίηση της αγοράς (clustering)

Είναι γνωστό ότι κάθε άνθρωπος είναι μοναδικός, και με μοναδικές προσωπικές ανάγκες και απόψεις. Συνεπώς, κάθε φορά που πραγματοποιείται κάποια έρευνα προτιμήσεων σε ένα σύνολο από καταναλωτές, προκύπτουν σχεδόν τόσα διαφορετικά προφίλ, όσα και οι καταναλωτές που συμμετείχαν στην έρευνα. Όμως, όταν μελετάται η δημιουργία προϊόντων μαζικής παραγωγής, θα πρέπει να καταστεί δυνατή η δημιουργία ενός βιώσιμου, από οικονομοτεχνικής άποψης, αριθμού προϊόντων, ο οποίος να μπορεί να καλύψει το σύνολο των καταναλωτών. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό μέσω της διαδικασίας της συσταδοποίησης, δηλαδή της δημιουργίας συστάδων που αποτελούνται από καταναλωτές με παρόμοιες ανάγκες και οι οποίοι αποτελούν δυνητικούς αγοραστές του ίδιου προϊόντος.

Η διαδικασία της συσταδοποίησης εισήχθη αρχικά στον τομέα της ανθρωπολογίας από τους Driver και Kroeber το 1932 (8) και στη συνέχεια στην ψυχολογία από τους Joseph Zublin το 1938 (9) και Robert Tryon το 1939 (10). Επίσης η χρήση της έγινε διάσημη από τον Cattell στις αρχές του 1943 (11) για τη συσταδοποίηση θεωρητικών χαρακτηριστικών στον τομέα της ανάλυσης προσωπικότητας. Έπειτα, η χρήση της επεκτάθηκε με τις κατάλληλες προσαρμογές σε όλα τα επιστημονικά πεδία, από τη βιολογία, την ιατρική και την πληροφορική, μέχρι το μάρκετινγκ, τα οικονομικά και τις ανθρωπιστικές επιστήμες.

Για την υλοποίηση της διαδικασίας της συσταδοποίησης, όταν ο αριθμός των προς κατηγοριοποίηση οντοτήτων είναι σχετικά μικρός, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και κάποια εμπειρική μεθοδολογία η οποία θα προσφέρει για τον αποφασίζοντα τα απαραίτητα αποτελέσματα σε λογικό χρόνο. Για την

περίπτωση όμως, που απαιτείται η επίλυση προβλημάτων μεγάλου μεγέθους, έχουν αναπτυχθεί ένα σύνολο από αλγορίθμους οι οποίοι βοηθούν στη δημιουργία συστάδων. Ταυτόχρονα, έχουν αναπτυχθεί διάφοροι τρόποι μέτρησης της «ποιότητας» της συσταδοποίησης για να εξασφαλιστεί ότι το αποτέλεσμα θα είναι σύμφωνο με τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα.

Παραδείγματα ευρέως διαδεδομένων αλγορίθμων συσταδοποίησης είναι: K-means (12), Mean shift (13), Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise(DBSCAN) (14).

## 2.5 Ανάλυση συμπεριφοράς καταναλωτή

### 2.5.1 Μοντέλα προσωπικής επιλογής καταναλωτή

Συχνά, στον τομέα του μάρκετινγκ, υπάρχει η ανάγκη να μοντελοποιηθεί η λογική με την οποία κάθε καταναλωτής πρόκειται να επιλέξει ένα προϊόν. Αυτό υλοποιείται με τη χρήση των μοντέλων προσωπικής επιλογής καταναλωτή, μέσω μαθηματικών συναρτήσεων (15).

Με τη χρήση των συναρτήσεων αυτών, γίνεται ανάλυση του τρόπου, με τον οποίο ένας καταναλωτής επεξεργάζεται τη διαθέσιμη πληροφορία, προκειμένου να επιλέξει ένα συγκεκριμένο προϊόν έναντι ενός συνόλου από ανταγωνιστικά προϊόντα. Χρησιμοποιείται η θεωρία, ότι ο υποψήφιος αγοραστής ακολουθεί μια διαδικασία αξιολόγησης των διαθέσιμων εναλλακτικών προϊόντων βάσει ενός συνόλου κριτηρίων, και επιλέγει αυτό που θα του προσφέρει τα μέγιστα οφέλη. Για την πραγματοποίηση της αξιολόγησης αυτής, η χρησιμοποιούμενη συνάρτηση λαμβάνει υπόψη τόσο τα χαρακτηριστικά των προϊόντων όσο και τις ατομικές προτιμήσεις του καταναλωτή, επομένως πρόκειται για μια πολυκριτήρια συνάρτηση, η οποία είναι αποτέλεσμα των πολυκριτήριων μεθοδολογιών που παρουσιάστηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Έξοδος της, είναι η αξία κάποιου προϊόντος για τον εξεταζόμενο καταναλωτή. Να σημειωθεί ότι συνθέτει με αντισταθμιστικό τρόπο τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, βάσει του τρόπου που ο αγοραστής τα αντιλαμβάνεται και τα αξιολογεί.

Μια τέτοια συνάρτηση μπορεί να γραφτεί στην ακόλουθη γενική μορφή:

$$U_{ij} = F_i(X_{ijk} \times B_{ik} \times C_i) + e_{ij}$$

όπου:

$i$ : 1,2, ...,  $I$  καταναλωτές

$j$ : 1,2, ...,  $n$  προϊόντα

$k$ : 1,2, ...,  $m$  χαρακτηριστικά προϊόντος (κριτήρια)

$U_{ij}$ : η αξία του προϊόντος  $j$  για τον καταναλωτή  $i$

$F_i$ : συνάρτηση που προσομοιώνει τον καταναλωτή  $i$

$X_{ijk}$ : η αξία του χαρακτηριστικού  $k$  του προϊόντος  $j$  για τον καταναλωτή  $i$

$B_i$ : η σημαντικότητα του χαρακτηριστικού  $k$  για τον καταναλωτή  $i$

$e_{ij}$ : σφάλμα στη μέτρηση της χρησιμότητας το οποίο ακολουθεί μια συγκεκριμένη κατανομή

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται ορισμένα από τα μοντέλα προσωπικής επιλογής καταναλωτή.

Πίνακας 1: Μοντέλα προσωπικής επιλογής καταναλωτή (1)

Μοντέλα προσωπικής επιλογή καταναλωτή	Μαθηματικός Τύπος
Luce (1959; 1977)	$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}}{\sum_{k \in C} U_{ik}}$
Lesourne (1977)	$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}^2}{\sum_{k \in C} U_{ik}^2}$
Πολυωνυμικό Μοντέλο McFadden-1 (1970, 1976, 1978; 1980; 1991)	$P_{ij}(C) = \frac{e^{U_{ij}}}{\sum_{k \in C} e^{U_k}}$
Μικρής Ενίσχυσης McFadden-2	$P_{ij}(C) = \frac{e^{2U_{ij}}}{\sum_{k \in C} e^{2U_{ik}}}$
Εύρους Χρησιμότητων-1	$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}^{U_{max} - U_{min}}}{\sum_{k \in C} U_{ik}^{U_{max} - U_{min}}}$
Εύρους Χρησιμότητων-2	$P_{ij}(C) = \frac{e^{2(U_{i,max} - U_{i,min})}}{\sum_{k \in C} e^{2(U_{i,max} - U_{i,min})}}$
Μεγίστων Χρησιμότητων	$P_{i,j}(j C) = \begin{cases} \frac{1}{m} & \text{όταν } U_{i,max} \geq U_{i,j} \geq U_{i,max} - \varepsilon_i \\ 0, & \text{αλλιώς} \end{cases}$
Ίσων Πιθανοτήτων	$P_j = \frac{1}{m} \text{ όταν } U_{i,max} - U_{i,min} \leq 0.1$

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 3.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις αρχικές υποθέσεις και τον πρωτότυπο σχεδιασμό, το σύστημα που θα κατασκευαστεί θα πρέπει να έχει τις εξής προδιαγραφές:

- Να παρέχει τη δυνατότητα εισαγωγής ερευνητικών δεδομένων που έχουν αντληθεί από τους καταναλωτές
- Να διαθέτει λειτουργία δημιουργίας προφίλ καταναλωτών
- Να παρέχει τη δυνατότητα δημιουργίας συστάδων καταναλωτών
- Να δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας σεναρίων μεταβολών της αγοράς (προσθαφαίρεση προϊόντων-μεταβολή χαρακτηριστικών)
- Να υπολογίζει τα μερίδια αγοράς των προϊόντων κάθε δημιουργούμενου σεναρίου
- Να παρουσιάζει τα αποτελέσματα με τη χρήση μοντέρνων και διαδραστικών οπτικών μεθόδων παρουσίασης (διαδραστικά γραφήματα)
- Να είναι φιλικό προς το χρήστη.

Εξετάζοντας τα παραπάνω προτείνεται η χρήση της μεθοδολογίας MARKEK (1) και η οποία θα αναλυθεί στην επόμενη παράγραφο. Ταυτόχρονα θα αναλυθεί η αρχιτεκτονική του συστήματος υποστήριξης αποφάσεων πάνω στο οποίο θα εφαρμοστεί.

## 3.2 Πολυκριτήριο σύστημα αποφάσεων με τη μεθοδολογία MARKEK

### 3.2.1 Εισαγωγή

Η μεθοδολογία MARKEK προτάθηκε από τους Matsatsinis-Siskos το 1999 (1). Ο στόχος τους είναι η εφαρμογή της σε ένα έξυπνο σύστημα υποστήριξης αποφάσεων το οποίο θα δρα ως σύμβουλος για τους ανθρώπους που δραστηριοποιούνται στον τομέα του μάρκετινγκ, ώστε να κατανοήσουν καλύτερα την αγορά και να αντεπεξέλθουν σωστά ακόμα και σε περίπτωση ελλιπούς εμπειρίας στο κομμάτι αυτό.

### 3.2.2 Βάσεις δεδομένων εισαγωγής

Προκειμένου να γίνει εφαρμογή της μεθοδολογίας MARKEK, απαιτείται εισαγωγή δεδομένων σε σχέση με την εξεταζόμενη αγορά. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από έρευνες αγοράς και περιλαμβάνουν, για κάθε συμμετέχοντα καταναλωτή, στα πρότυπα της μεθοδολογίας UTASTAR:

1. Την αξιολόγηση των ανταγωνιζόμενων, στην εξεταζόμενη αγορά, προϊόντων σε ένα σύνολο κριτηρίων
2. Την προδιάταξη των προϊόντων σε σειρά προτίμησης

Επιπρόσθετα, απαιτείται η εισαγωγή κάποιων τεχνικών δεδομένων που συνδέονται με την υλοποίηση της μεθοδολογίας UTASTAR, όπως τα χαρακτηριστικά των κριτηρίων και η οριακή διαφορά στην προκύπτουσα αξία δύο διαδοχικών στην προδιάταξη εναλλακτικών προϊόντων.

Η εισαγωγή των δεδομένων αυτών στο σύστημα γίνεται μέσω:

- Φιλικά σχεδιασμένων προς το χρήστη σελίδων με πίνακες εισαγωγής δεδομένων
- Ανεβάσματος (upload) αρχείου μορφής .xls ή .xlsx

### 3.2.3 Εφαρμογή της πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR

Εφόσον έχει γίνει η εισαγωγή των δεδομένων στο σύστημα, επόμενο βήμα κατά τη μεθοδολογία MARKECH, αποτελεί η εφαρμογή της πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR, για κάθε έναν καταναλωτή. Μέσω αυτής καταφέρνουμε να αποκτήσουμε για κάθε συμμετέχοντα τα εξής δεδομένα:

- Τις περιθωριακές αξίες/χρησιμότητες (Marginal Utilities) ( $w_{ij}$ ) για κάθε, εκτός της πρώτης, οριακή τιμή  $j$  των διαστημάτων για κάθε κριτήριο  $i$
- Τις προσθετικές αξίες/χρησιμότητες (Additive Utilities) ( $u_i(j)$ ) για κάθε οριακή τιμή  $j$  των διαστημάτων για κάθε κριτήριο  $i$
- Τα βάρη  $W_i$  για κάθε κριτήριο  $i$  (μέσα και μέγιστα βάρη στην περίπτωση που πραγματοποιείται μεταβελτιστοποίηση της λύσης)
- Τις ολικές αξίες/χρησιμότητες (Global Utilities)  $U_m$  για κάθε εναλλακτική  $m$

Όλα τα δεδομένα της λύσης αποθηκεύονται στη βάση δεδομένων καθώς και αυτά της μεταβελτιστοποίησής της, σε περίπτωση που αυτή πραγματοποιείται.

### 3.2.4 Συσταδοποίηση (clustering) των καταναλωτών

Η μεθοδολογία MARKECH και συνεπώς και το σύστημα, δίνουν στο χρήστη τη δυνατότητα δημιουργίας συστάδων (clusters) των συμμετεχόντων στην έρευνα καταναλωτών. Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται με τη βοήθεια ενός ειδικού μενού, το οποίο κάνει χρήση των βαρών  $W_i$ , των κριτηρίων, με επιλογή ανάμεσα σε μέσα ή μέγιστα βάρη. Αυτά έχουν προκύψει από την επεξεργασία των προσθετικών χρησιμοτήτων  $u_i(j)$ , που είναι αποτέλεσμα της UTASTAR. Έτσι, ο χρήστης επιλέγοντας ελάχιστο, μέγιστο ή καθόλου κατώφλι, ανάλογα με τη σημαντικότητα, για την τιμή του βάρους σε κάθε κριτήριο, έχει τη δυνατότητα να δει πόσοι από τους καταναλωτές έχουν τις αντίστοιχες προτιμήσεις και, αν το θέλει, να κατασκευάσει μία συστάδα (cluster) με τα χαρακτηριστικά αυτά.

Σε σχέση με την επιλογή σημαντικότητας των κριτηρίων πρέπει να σημειωθούν τα εξής:

- Εάν κάποιο κριτήριο επιλεγεί ως σημαντικό, το κατώφλι του βάρους που επιλέγεται, θεωρείται ως ελάχιστο
- Εάν κάποιο κριτήριο επιλεγεί ως μη σημαντικό, το κατώφλι του βάρους που επιλέγεται, θεωρείται ως μέγιστο
- Εάν κάποιο κριτήριο επιλεγεί ως αδιάφορο, δε θεωρείται κάποιο κατώφλι για το συγκεκριμένο κριτήριο.



Επιπρόσθετα, παρέχεται και ένα ακόμη ειδικό εργαλείο, μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να δει με γραφικό τρόπο, το πλήθος των καταναλωτών, των οποίων τα βάρη στα κριτήρια βρίσκονται εντός ενός ορισμένου εύρους που ορίζεται από τον ίδιο το χειριστή.

### 3.2.5 Δημιουργία σεναρίων

Το πολυκριτήριο σύστημα που εφαρμόζει τη μέθοδο MARKEK, για να βοηθήσει στην εξέταση διαφορετικών υποθέσεων, εισάγει τη δυνατότητα της δημιουργίας διαφορετικών σεναρίων. Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα μέσα από ένα εύχρηστο μενού να δει τον αντίκτυπο που θα έχουν στα μερίδια αγοράς, οι εξής αλλαγές στη σύνθεση των προϊόντων:

- Προσθήκη ή Αφαίρεση ενός ή περισσότερων προϊόντων
- Μεταβολή στα χαρακτηριστικά ενός ή περισσότερων προϊόντων

Εισάγοντας τις αλλαγές στη σύνθεση, το σύστημα χρησιμοποιώντας τα προφίλ των χρηστών που βρίσκονται αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων προβαίνει στον υπολογισμό των νέων ολικών αξιών/χρησιμοτήτων (Global Utilities) των διαφορετικών προϊόντων, ξεχωριστά για κάθε καταναλωτή.

Στο σύστημα μπορούν να δημιουργηθούν σενάρια με δύο διαφορετικούς τρόπους:

- Μονά σενάρια

Με αυτήν την επιλογή δημιουργείται ένα μοναδικό σενάριο με βάση τις επιλογές του χειριστή

- Πολλαπλά σενάρια

Με τη χρήση αυτής της επιλογής ο χρήστης του συστήματος μπορεί να κατασκευάσει σενάρια με μαζικό τρόπο, επιλέγοντας πολλαπλές τιμές προσομοίωσης στην αξιολόγηση των εναλλακτικών στα κριτήρια.

Για τον υπολογισμό των νέων ολικών αξιών των εναλλακτικών προϊόντων, στην περίπτωση αλλαγών στις πολυκριτήριες τιμές αξιολόγησής τους, όταν πρόκειται για προϊόντα που υπάρχουν στην αρχική έρευνα αγοράς, η MARKEK λειτουργεί ως εξής:

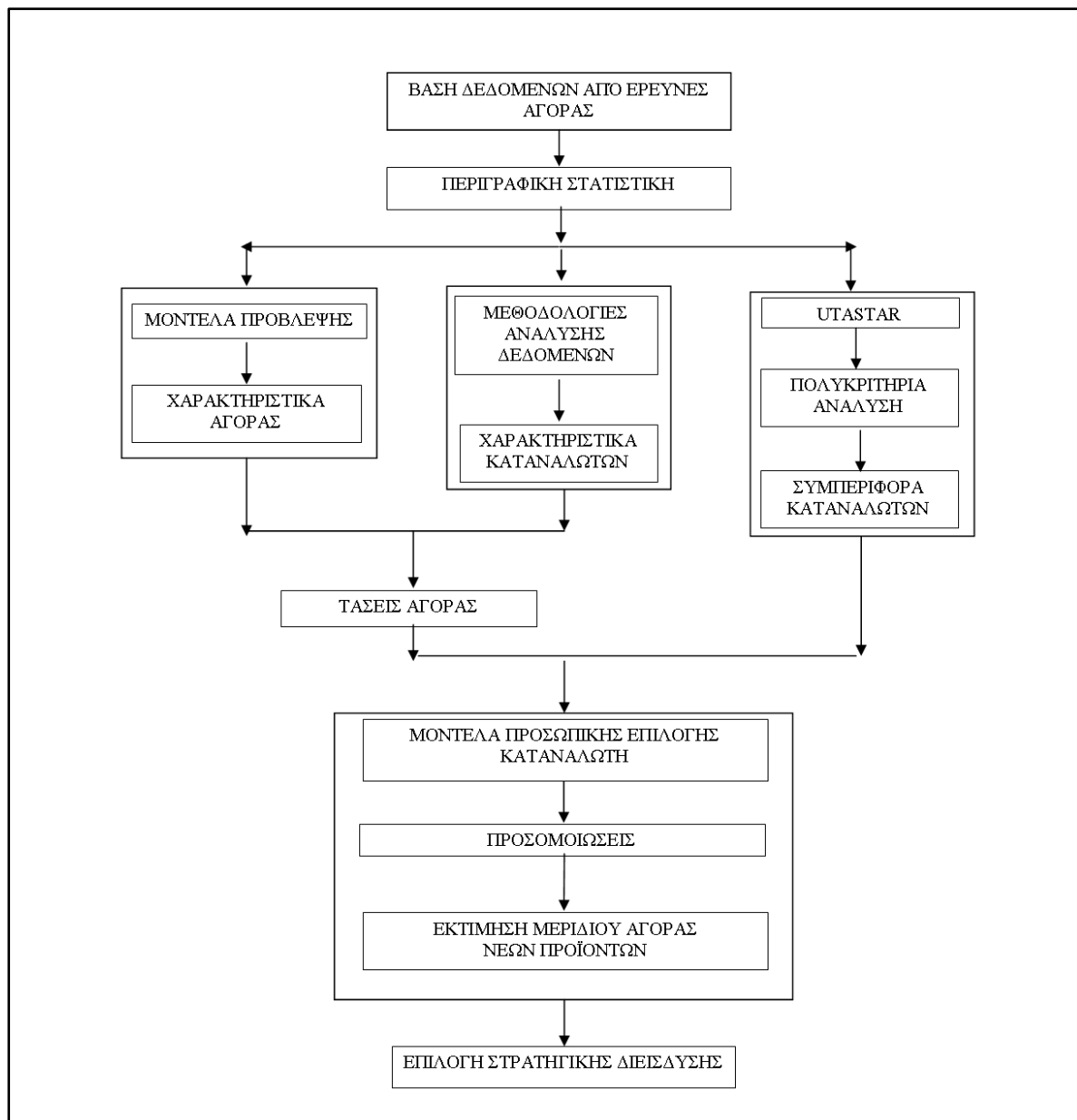
1. Ανατρέχει στον πολυκριτήριο πίνακα αξιολόγησης του κάθε καταναλωτή στη βάση δεδομένων
2. Αντικαθιστά τις νέες τιμές στα αντίστοιχα κελιά που ζητήθηκε να μεταβληθούν
3. Υπολογίζει τις νέες χρησιμότητες με βάση τις περιθωριακές χρησιμότητες (Marginal Utilities) του κάθε καταναλωτή

Στην περίπτωση που υπάρχει κάποιο νέο προϊόν, εφόσον δεν υπάρχουν εκ των προτέρων τιμές αξιολόγησης στα κριτήρια, οι ολικές χρησιμότητες για κάθε καταναλωτή, υπολογίζονται μέσω των περιθωριακών χρησιμοτήτων του αυτού και των πολυκριτήριων τιμών αξιολόγησης που δόθηκαν κατά τη δημιουργία του προϊόντος, μέσω του ειδικού μενού.

### 3.2.6 Εφαρμογή μοντέλων προσωπικής επιλογής καταναλωτή

Κατά τη διαδικασία της προσομοίωσης της αγοράς και του υπολογισμού των μεριδίων των ανταγωνιζόμενων προϊόντων, η μεθοδολογία MARKEX προτείνει τη χρήση των μοντέλων προσωπικής επιλογής καταναλωτή. Η εφαρμογή των μοντέλων αυτών μέσα στο σύστημα δύναται να γίνει τόσο για την υπάρχουσα αγορά που προκύπτει από τα ερευνητικά δεδομένα, όσο και για καθένα από τα σενάρια που δημιουργεί ο χρήστης, όπως αυτά περιγράφονται στην παράγραφο 3.2.5, ενώ υπάρχει η δυνατότητα για προσομοίωση είτε ολόκληρης της αγοράς, είτε κάθε συστάδας ξεχωριστά.

Για την παρουσίαση των μεριδίων αγοράς των προϊόντων σε κάθε σενάριο, το σύστημα χρησιμοποιεί τόσο γραφήματα με δυνατότητες διαδραστικότητας, όσο και πίνακες.



Εικόνα 6: Διάγραμμα ροής μεθοδολογίας MARKEX (1)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 4.1 Εισαγωγή

Για την ανάπτυξη του συστήματος υποστήριξης αποφάσεων επιλέχθηκε το διαδικτυακό περιβάλλον. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του συγκεκριμένου τρόπου λειτουργίας μιας εφαρμογής έναντι μιας εφαρμογής που λειτουργεί εντός ενός Η/Υ, είναι ότι δεν απαιτείται η εγκατάσταση, στο εκάστοτε τερματικό, μιας σειράς συστημάτων όπως ο πυρήνας, το περιβάλλον διεπαφής χρήστη (GUI), η βάση δεδομένων καθώς και το πρόγραμμα που τη διαχειρίζεται. Αντίθετα, ο υποψήφιος χρήστης χρειάζεται

μόνον κάποιον σύγχρονο φυλλομετρητή (browser) τον οποίον συνήθως ήδη διαθέτει ενώ είναι ευκολότερη η επέκταση και σε άλλες συσκευές όπως smartphones και tablets.

Για την ανάπτυξη του διαδικτυακού συστήματος χρησιμοποιήθηκαν οι γλώσσες προγραμματισμού Python και Javascript, οι γλώσσες περιεχομένου HTML και CSS καθώς και το Django Framework.

## 4.2 Ανάπτυξη πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR σε Python

### 4.2.1 Εισαγωγή στην Python

Η Python (16) είναι μια γλώσσα προγραμματισμού άμεσης εκτέλεσης του κώδικα (interpreted), υψηλού επιπέδου (high-level), με αντικειμενοστραφή προγραμματισμό (Object-Oriented-Programming), με δυναμικά χαρακτηριστικά και κατασκευασμένη για γενική χρήση. Οι υψηλού επιπέδου δομές δεδομένων (data-structures) σε συνδυασμό με τη δυναμική πληκτρολόγηση καθώς και το δυναμικό δέσιμο των διαφόρων τμημάτων του κώδικα, την κάνουν ιδιαίτερα ελκυστική στην ταχεία ανάπτυξη εφαρμογών καθώς και στην κατασκευή προγραμμάτων για εύκολη ένωση άλλων τμημάτων μεταξύ τους. Διαθέτει επίσης μια απλή, και εύκολη στην εκμάθησή της, σύνταξη η οποία δίνει έμφαση στην ευκολία διαβάσματος του κώδικα και μειώνει αρκετά το κόστος διατήρησής του. Επιπρόσθετα, υποστηρίζει μια σειρά από βιβλιοθήκες και πακέτα, για κάθε σκοπό και με ελεύθερη χρήση ενώ ο μεταγλωτιστής της υποστηρίζει όλες τις κύριες πλατφόρμες πληροφοριακών συστημάτων.

### 4.2.2 Ανάπτυξη UTASTAR

Για το τμήμα της εφαρμογής της πολυκριτήριας μεθοδολογίας UTASTAR σε κάθε καταναλωτή της έρευνας αγοράς, όπως περιγράφηκε στην παράγραφο 3.2.3 επιλέχθηκε η ανάπτυξη της μεθοδολογίας σε γλώσσα Python 3.6. Σε όλη την έκταση του κώδικα χρησιμοποιήθηκαν οι βασικές δομές δεδομένων της γλώσσας Python, όπως lists και dictionaries ενώ στο τμήμα της επίλυσης των γραμμικών προγραμμάτων, χρησιμοποιήθηκε ο γραμμικός επιλυτής linprog (17) της βιβλιοθήκης SciPy, κάνοντας χρήση της μεθοδολογίας “Simplex”.

## 4.3 Ανάπτυξη διαδικτυακού συστήματος σε Django web framework

### 4.3.1 Εισαγωγή στο Django Framework

Το Django (18) είναι ένα υψηλού επιπέδου (high-level) Web Framework ανεπτυγμένο σε γλώσσα Python το οποίο αποτελείται από ένα σύνολο στοιχείων που βοηθούν στη γρήγορη ανάπτυξη διαδικτυακών εφαρμογών χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτερες γνώσεις από τον προγραμματιστή. Τα πλεονεκτήματα της χρήσης του στην κατασκευή διαδικτυακών εφαρμογών, έχουν ως εξής:

- Δωρεάν και ανοικτού κώδικα (open source)

Μπορεί ο οποιοσδήποτε να το χρησιμοποιήσει και να το προσαρμόσει στις ανάγκες του

- **Εξαιρετικά γρήγορο**

Είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να βοηθάει στο να καταφέρνουν οι εφαρμογές να περνούν από τον σχεδιασμό στην πράξη με τον ταχύτερα δυνατό τρόπο

- **Ασφαλές**

Κατά την ανάπτυξή του, η ασφάλεια έχει ληφθεί πολύ σοβαρά υπόψη ώστε να βοηθάει στην αποφυγή πολλών κοινών προβλημάτων ασφαλείας

- **Πλήρες**

Περιλαμβάνει μια σειρά από έξτρα παροχές που βοηθούν στην διαχείριση κοινών εργασιών ανάπτυξης διαδικτυακών εφαρμογών όπως διαχείριση χρηστών, διαχείριση περιεχομένου, διαχείριση βάσεων δεδομένων

- **Χωρίς όρια**

Χρησιμοποιείται από ορισμένους από τους πιο πολυσύχναστους ιστοτόπους χάρη στην ταχύτητα και την ευελιξία προσαρμογής του

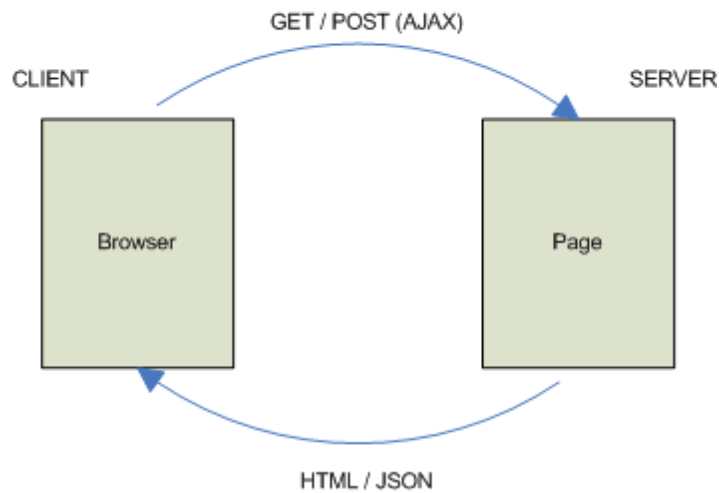
- **Εξαιρετικά προσαρμόσιμο**

Έχει χρησιμοποιηθεί για πολλών ειδών εφαρμογές, όπως συστήματα διαχείρισης περιεχομένου, κοινωνικά δίκτυα ή επιστημονικές πλατφόρμες.

#### 4.3.2 Αρχιτεκτονική Django Framework

Όλες οι διαδικτυακές εφαρμογές για να λειτουργήσουν χρησιμοποιούν το πρότυπο πελάτη-παρόχου (client-server). Αυτό σημαίνει ότι ο browser, είτε με τη χρήση URLs, είτε με τις μεθοδολογίες POST και GET, στέλνει αιτήματα σε κάποιον server προκειμένου να λάβει πίσω, από αυτόν, κάποια ανταπόκριση. Τα αιτήματα αυτά μπορεί να έχουν να κάνουν απλώς με την προβολή κάποιας σελίδας, ή να ζητούν από το server πληροφορίες που βρίσκονται σε κάποια βάση δεδομένων, ή ακόμα και τη λήψη κάποιου αρχείου. Επιπρόσθετα, ο browser μέσω των μεθόδων POST και GET μπορεί να αποστέλλει πληροφορίες τις οποίες να ζητά να εγγραφούν σε κάποια βάση δεδομένων ή να αποστέλλει ακόμα και αρχεία (File Upload). Οι ανταποκρίσεις που ο server στέλνει πίσω στον browser μπορεί αντίστοιχα να είναι απλώς αρχεία HTML, CSS και Javascript για προβολή κάποιας σελίδας, άλλα αρχεία που βρίσκονται μέσα στο server (File Download), πληροφορίες που είναι αποθηκευμένες μέσα σε κάποια βάση δεδομένων, ή απλώς ένα μήνυμα που έχει να κάνει με την επιτυχία ή όχι στην υλοποίηση ενός αιτήματος. Το django λοιπόν, περιλαμβάνει μια σειρά από εργαλεία, τα οποία βοηθούν στην δημιουργία και αποστολή των αιτημάτων, στην επεξεργασία τους και στην επιστροφή της ανταπόκρισης.

#### Client/Server communication



Εικόνα 7: Αρχιτεκτονική προτύπου Client-Server (19)

Για τη πραγματοποίηση των παραπάνω, το django χρησιμοποιεί για κάθε εφαρμογή τα ακόλουθα αρχεία που ορίζουν τη συμπεριφορά της εφαρμογής:

- **urls.py**

Για κάθε αίτημα που λαμβάνει ο server μέσω κάποιου URL, πρέπει με κάποιο τρόπο να μπορεί να αναγνωρίζει πώς πρέπει να ανταποκριθεί. Το αρχείο αυτό λοιπόν, με τη λήψη του URL αιτήματος, δρομολογεί την εκτέλεση των αντίστοιχων εργασιών που είναι προγραμματισμένο να υλοποιηθούν. Συνεπώς, αποτελεί ένα χάρτη της διαδρομής των αιτημάτων.

- **views.py**

Για κάθε διαφορετικό αίτημα που λαμβάνεται από το server, ορίζεται και η εκτέλεση συγκεκριμένων διαδικασιών. Μέσα σε αυτό το αρχείο λοιπόν, ορίζονται οι, κατά το django “views”, οι οποίες περιλαμβάνουν το μοναδικό σύνολο των εντολών που πρέπει να υλοποιηθούν στη λήψη κάθε μοναδικού αιτήματος. Όπως ήδη αναφέρθηκε, το ποιο από τα views που υπάρχουν στο αρχείο θα τρέξει ορίζεται μέσα από το “urls.py”.

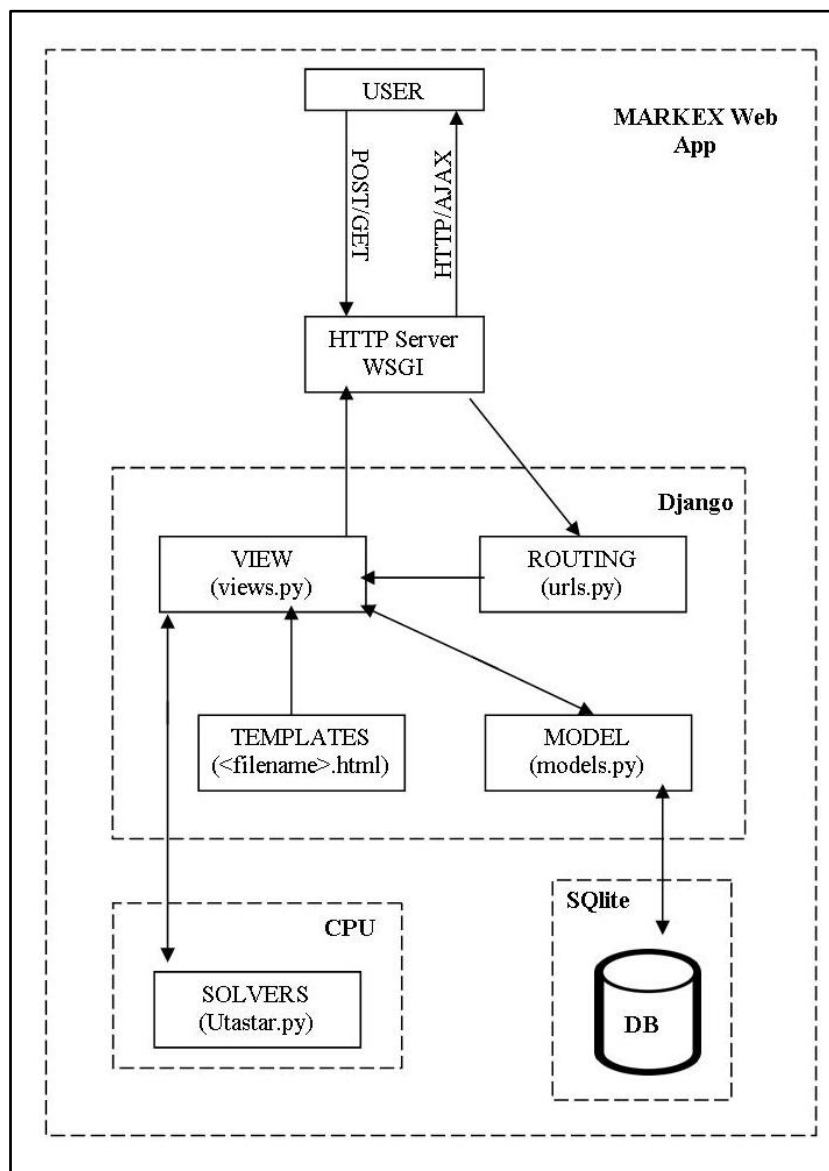
- **models.py**

Το django δίνει τη δυνατότητα της απευθείας διαχείρισης κάποιας βάσης δεδομένων μέσα από εντολές python που δίνονται στα views. Σε μια βάση, οι πίνακες (tables) της βάσης δεδομένων, τα χαρακτηριστικά (attributes) τους, οι τύποι των χαρακτηριστικών, καθώς και οι σχέσεις που τα συνδέουν μεταξύ τους αποτελούν την αρχιτεκτονική της. Η αρχιτεκτονική αυτή λοιπόν, περιγράφεται μέσα στο αρχείο αυτό, με τη χρήση αντικειμένων python (python objects).

- **Templates**

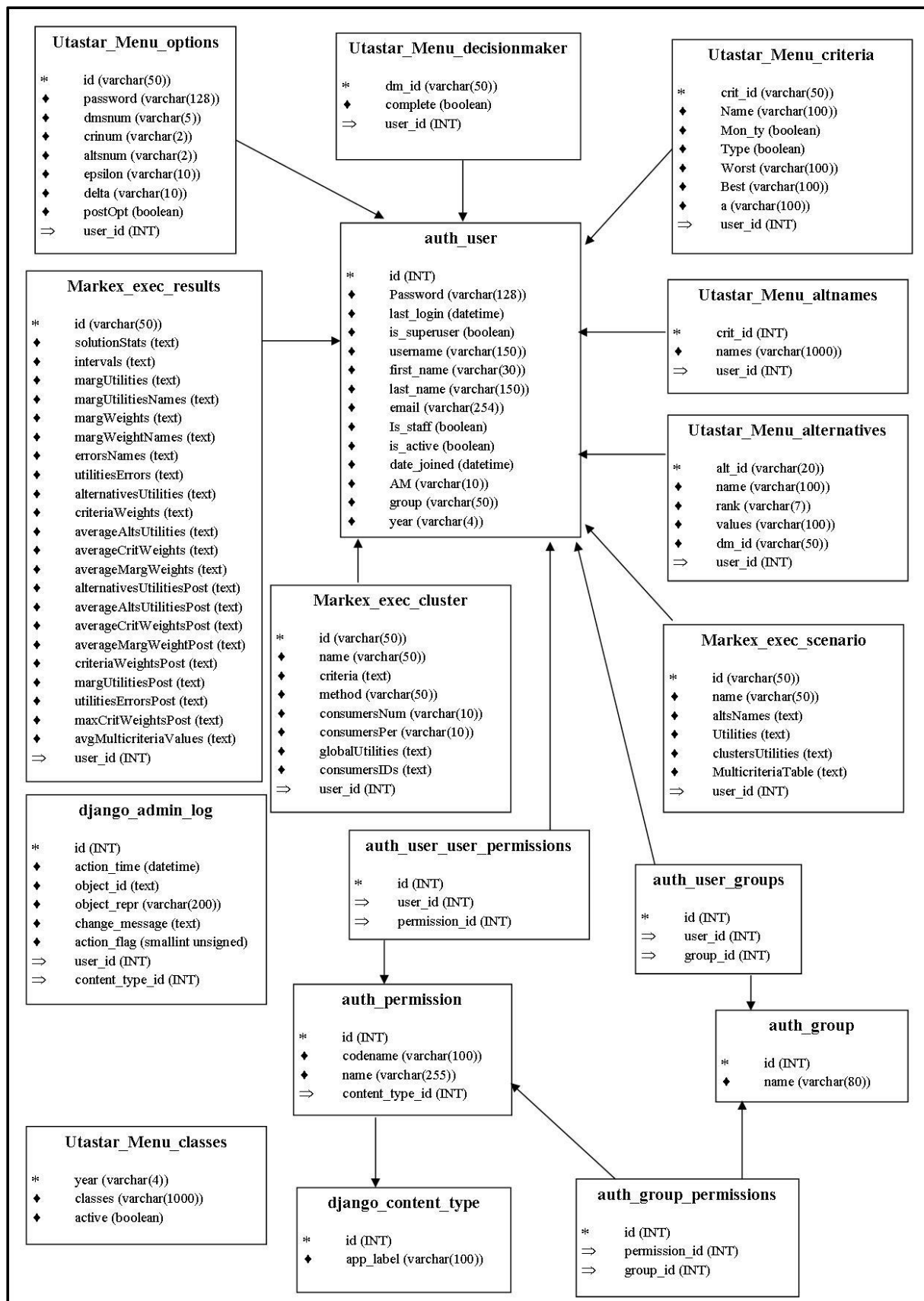
Πρόκειται για φάκελο που περιέχει αρχεία που ορίζουν τα πρότυπα προβολής του περιεχομένου στον browser (για παράδειγμα αρχεία HTML). Μέσω της δυνατότητας που

δίνεται από το django για χρήση γλώσσας template εντός των αρχείων, τα views μπορούν να δημιουργούν με δυναμικό τρόπο HTML περιεχόμενο, όπως για παράδειγμα προβάλλοντας πληροφορίες που προέρχονται από τη βάση δεδομένων της εφαρμογής.



Εικόνα 8: Αρχιτεκτονική συστήματος Web

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες λειτουργίας του συστήματος είναι τύπου SQLite. Η αρχιτεκτονική της αποτυπώνεται στην Εικόνα 9



Εικόνα 9: Αρχιτεκτονική βάσης δεδομένων συστήματος

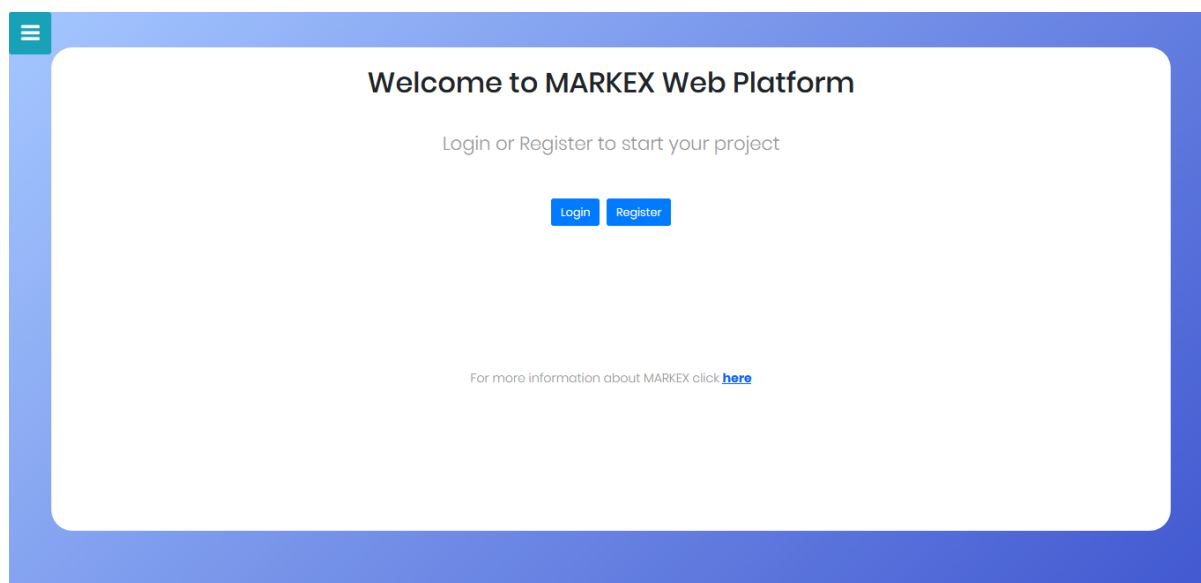


## 4.4 Κατασκευή γραφημάτων

Για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων των προσομοιώσεων χρησιμοποιήθηκαν γραφήματα τα οποία σχεδιάστηκαν με τη βοήθεια της βιβλιοθήκης chart.js (20) σε γλώσσα javascript. Πρόκειται για μια δωρεάν βιβλιοθήκη σχεδίασης γραφημάτων ανοικτού κώδικα, η οποία περιέχει όλων των ειδών τα γραφήματα. Χαρακτηρίζονται από μοντέρνα σχεδίαση ενώ δίνεται η δυνατότητα για παραμετροποίηση σε όλα τα στοιχεία που μπορεί να χρειαστεί και ο πιο απαιτητικός developer. Τα γραφήματα που δημιουργούνται μέσω της chart.js μπορούν να μεταβάλλονται με δυναμικό τρόπο με χρήση της γλώσσας javascript μέσω ενός ιδιαίτερα λεπτομερούς και ποιοτικού API.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 5.1 Εισαγωγή



Εικόνα 10: Αρχική σελίδα συστήματος

Η κατασκευή του συστήματος έχει γίνει με τρόπο ώστε η λειτουργία του να είναι απλή και ξεκούραστη για το χρήστη, ενώ η εμφάνισή του πληροί τα σύγχρονα πρότυπα. Το κεντρικό μενού αναπτύσσεται στην αριστερή πλευρά των σελίδων όταν ο χρήστης πατάει πάνω στο ειδικό κουμπί στο πάνω αριστερό άκρο της σελίδας (Εικόνα 11), ώστε να μην καταναλώνει ζωτικό χώρο από την οθόνη όταν δε χρησιμοποιείται.

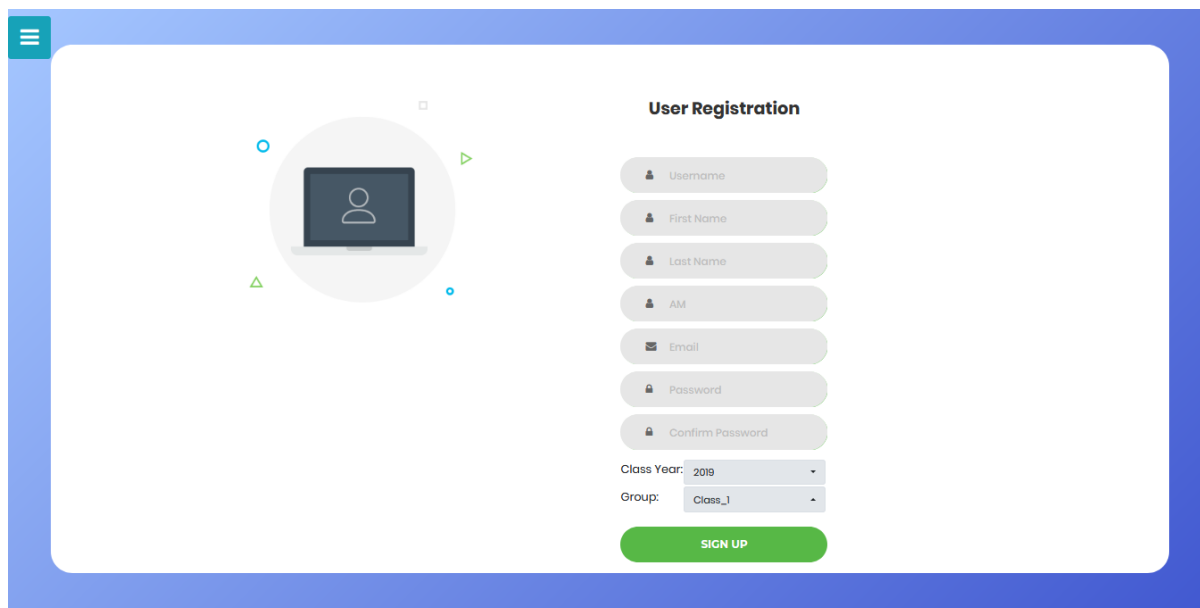


Εικόνα 11: Αναπτυσσόμενο μενού του συστήματος

## 5.2 Χρήστες (Users)

### 5.2.1 Εισαγωγή

Προκειμένου να κάνει κάποιος χρήση του αναπτυχθέντος συστήματος υποστήριξης αποφάσεων θα πρέπει πρώτα να πραγματοποιήσει εγγραφή μέσω της σελίδας εγγραφής. Εξαιτίας του ότι το σύστημα δημιουργήθηκε και για εκπαιδευτικούς σκοπούς όπου απαιτούνται χρήστες με διαφορετικά δικαιώματα, δημιουργήθηκαν δύο τύποι χρήστη, ο απλός χρήστης και ο διαχειριστής (administrator).

The image shows a user registration form within a blue-bordered container. On the left, there is a circular graphic with a laptop icon and a person silhouette. To the right, the form is titled "User Registration". It contains several input fields: "Username", "First Name", "Last Name", "AM", "Email", "Password", and "Confirm Password". Below these are two dropdown menus for "Class Year" (set to 2019) and "Group" (set to Class\_1). A green "SIGN UP" button is at the bottom right of the form area.

Εικόνα 12: Σελίδα εγγραφής χρήστη

Για τη δημιουργία λογαριασμού απαιτείται η εισαγωγή των εξής δεδομένων:

**Username:** Το όνομα χρήστη του νέου λογαριασμού

**First Name:** Το όνομα του νέου χρήστη

**Last Name:** Το επώνυμο του νέου χρήστη

**AM:** Ο ακαδημαϊκός αριθμός μητρώου του νέου χρήστη

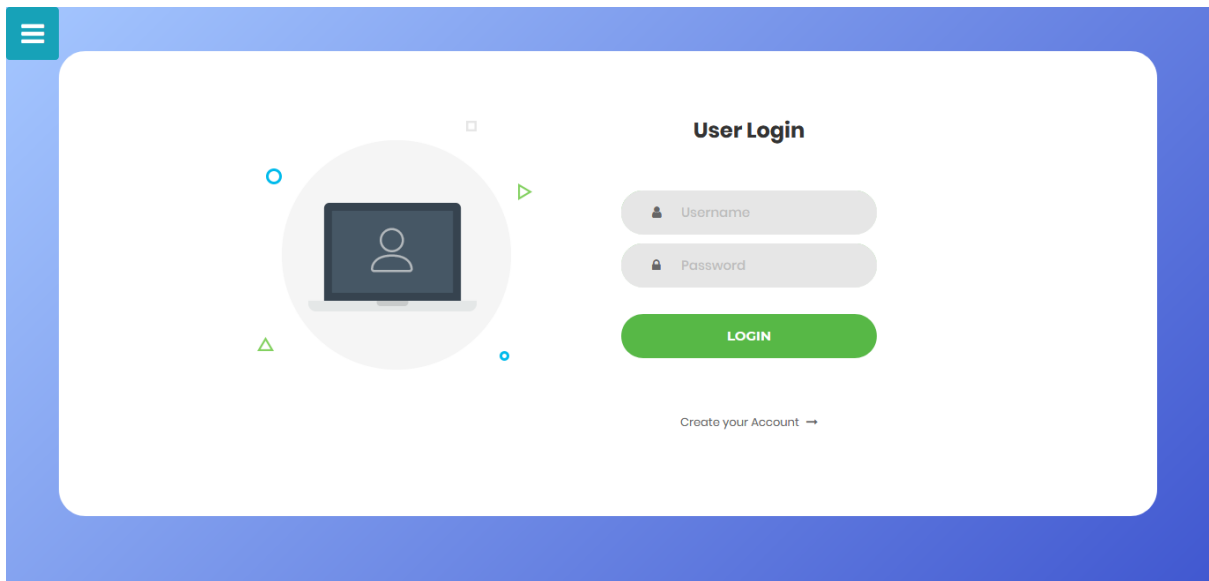
**E-mail:** Η διεύθυνση email του νέου χρήστη

**Password:** Ο κωδικός πρόσβασης του νέου λογαριασμού

**Class Year:** Το έτος εγγραφής στο σύστημα

**Group:** Το τμήμα συμμετοχής του χρήστη (συνήθως εργαστηριακή ομάδα)

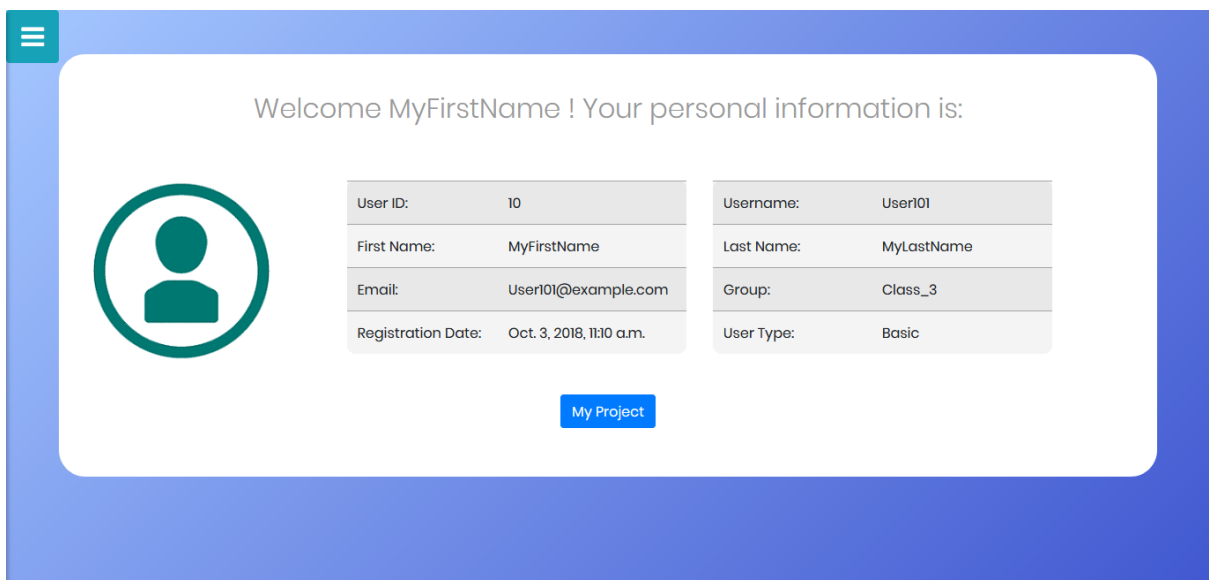
Το πεδίο τιμών που λαμβάνουν τα δύο τελευταία πεδία είναι προεπιλεγμένες από τον διαχειριστή μέσω ειδικού μενού.



Εικόνα 13: Σελίδα σύνδεσης χρήστη

### 5.2.2 Βασικός χρήστης

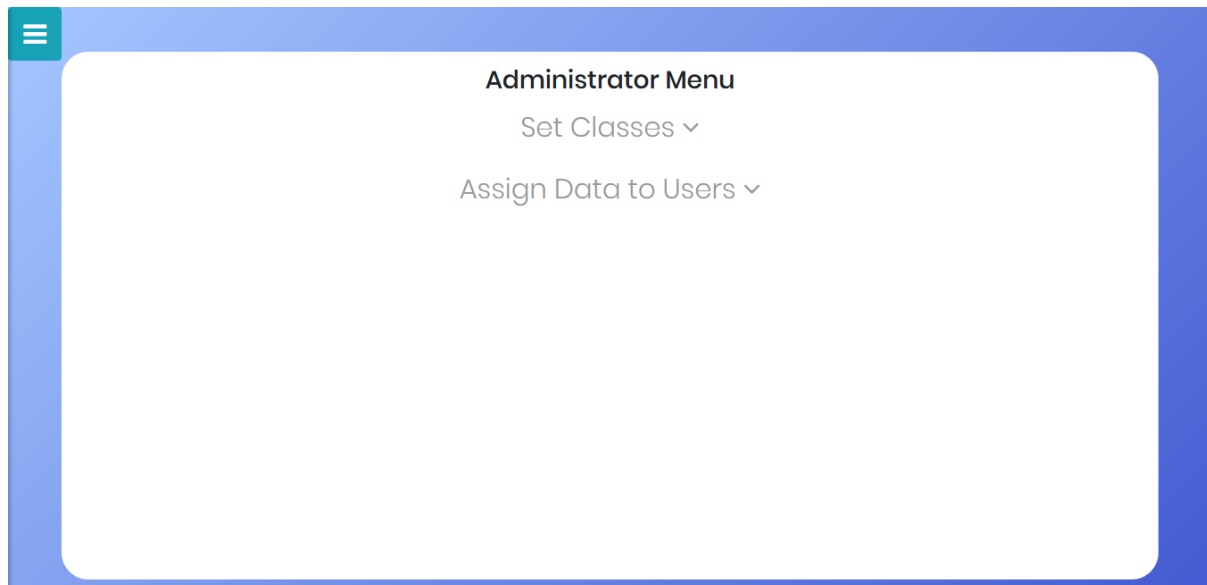
Οι χρήστες του συστήματος με δικαιώματα βασικού χρήστη έχουν πλήρη δικαιώματα χρήσης του συστήματος υποστήριξης αποφάσεων, δηλαδή όλα τα βήματα από την εισαγωγή των δεδομένων έως και τη δημιουργία των σεναρίων και των προσομοιώσεων.



Εικόνα 14: Παράδειγμα σελίδας προφίλ βασικού χρήστη

### 5.2.3 Διαχειριστής (Administrator)

Οι χρήστες που διαθέτουν μεταξύ των άλλων και δικαιώματα διαχειριστή, έχουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε ένα ακόμα μενού που ονομάζεται, «Μενού Διαχειριστή» (Administrator Menu). Από εκεί ο χρήστης μπορεί να διαχειριστεί τις ομάδες των χρηστών (Εικόνα 16, Εικόνα 17), καθώς και να εισάγει μαζικά στη βάση δεδομένων των βασικών χρηστών τα δεδομένα των ερευνών αγοράς που θα χρησιμοποιήσουν (Εικόνα 18).



Εικόνα 15: Μενού Διαχειριστή

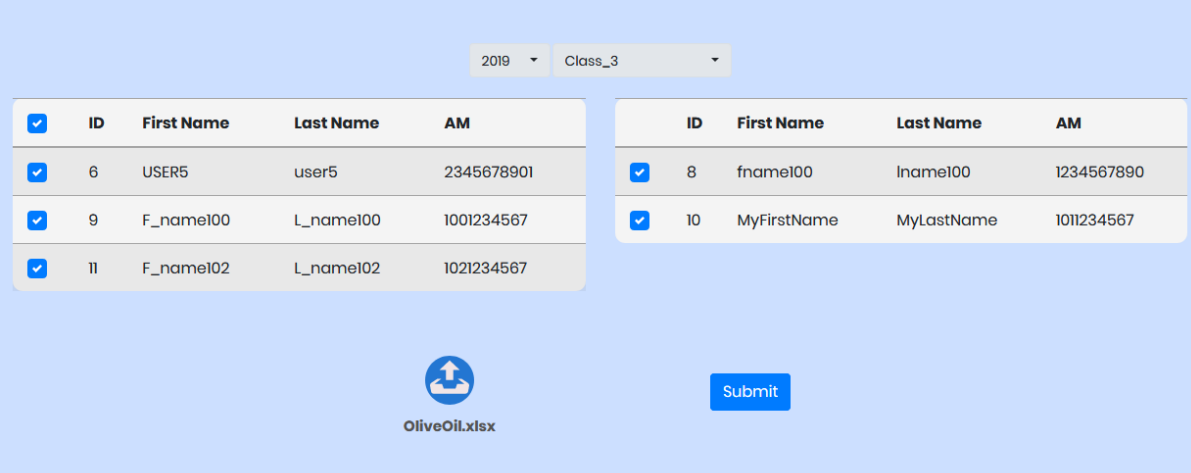
The image displays the "Set Classes" form within the Administrator Menu. At the top, there is a "Year:" dropdown menu set to "2019" and a "Manage" button with a plus icon. Below this, there are four input fields arranged in a 2x2 grid, labeled "Class 1:", "Class 2:", "Class 3:", and "Class 4:". The first three fields contain the text "Class\_1", "Class\_2", and "Class\_3" respectively, while the fourth is empty. To the left of the first column of fields is a minus sign icon, and to the right of the second column is a plus sign icon. At the bottom of the form are two buttons: "Reset" and "Save".

Εικόνα 16: Μενού ορισμού τμημάτων ανά έτος

The image shows the "Set Years" form. It has a grey background. At the top, the title "Set Years" is centered. On the left and right sides, there are minus and plus icons respectively. The form contains four input fields arranged in a 2x2 grid, labeled "Year 1:", "Year 2:", "Year 3:", and "Year 4:". The first three fields contain the years "2015", "2016", and "2017" respectively, while the fourth is empty. Each field has a small colored square to its left: red for Year 1, red for Year 2, red for Year 3, and green for Year 4. At the bottom of the form are two buttons: "Reset" and "Save".

Εικόνα 17: Μενού ορισμού ετών


Το έτος το οποίο ο χρήστης ορίζει ως ενεργό (πράσινο) (Εικόνα 17) είναι αυτό που εμφανίζεται, μαζί με τα τμήματα που περιλαμβάνει, στη φόρμα εγγραφής όπως φαίνεται και στην Εικόνα 12.



2019 Class\_3

<input checked="" type="checkbox"/>	ID	First Name	Last Name	AM
<input checked="" type="checkbox"/>	6	USER5	user5	2345678901
<input checked="" type="checkbox"/>	9	F_name100	L_name100	1001234567
<input checked="" type="checkbox"/>	11	F_name102	L_name102	1021234567

<input checked="" type="checkbox"/>	ID	First Name	Last Name	AM
<input checked="" type="checkbox"/>	8	fname100	lname100	1234567890
<input checked="" type="checkbox"/>	10	MyFirstName	MyLastName	1011234567

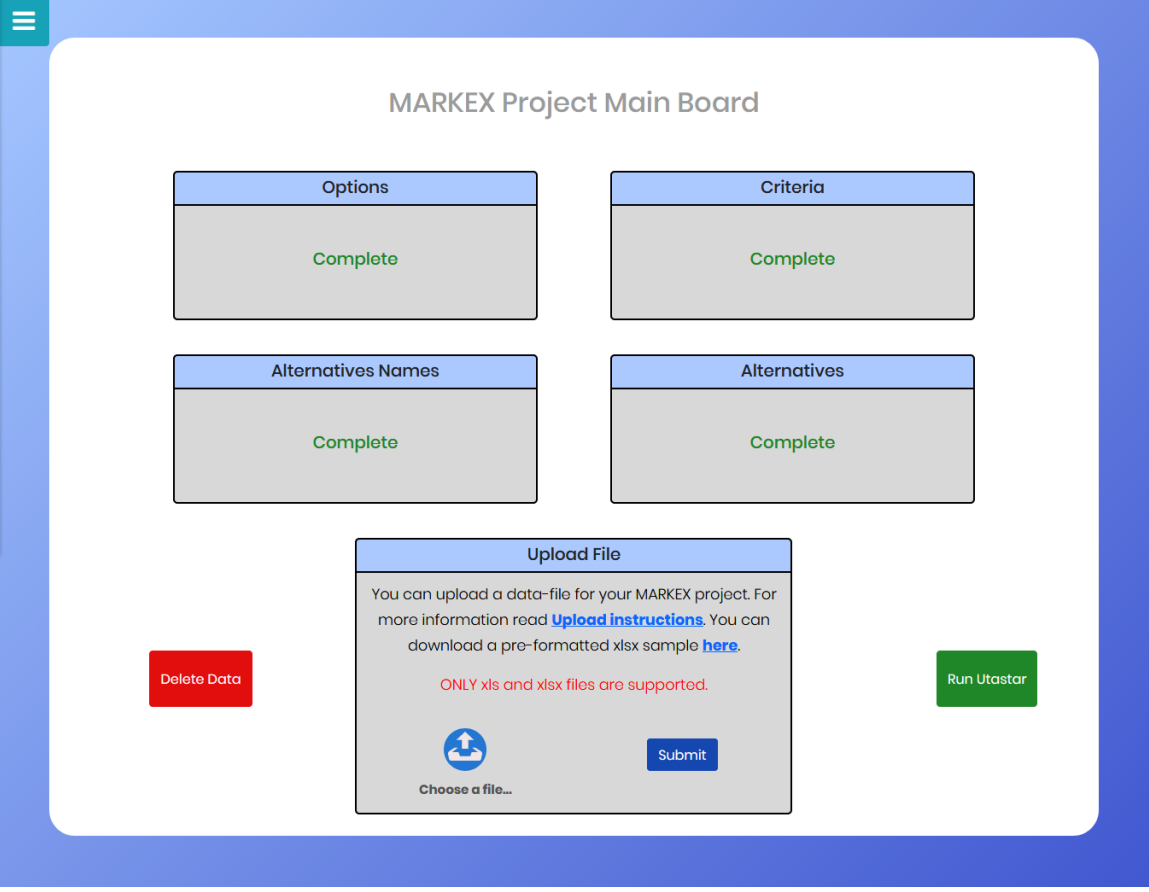
 OliveOil.xlsx

Εικόνα 18: Μενού καταχώρησης δεδομένων σε τμήμα

## 5.3 Εισαγωγή δεδομένων

### 5.3.1 Εισαγωγή

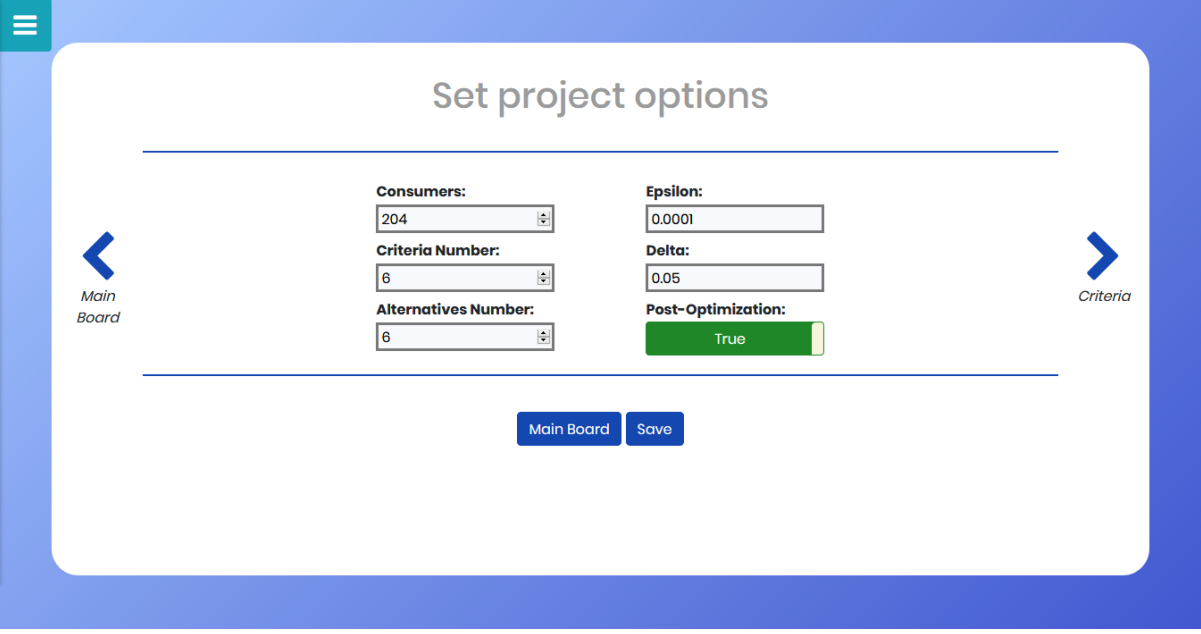
Για την εισαγωγή των δεδομένων από τις έρευνες αγοράς στη βάση του συστήματος δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικές μέθοδοι. Η μία είναι μέσω ενός Guided User Interface που χρησιμοποιεί φόρμες εισαγωγής δεδομένων, τα οποία η εφαρμογή αποθηκεύει στη βάση, και η άλλη είναι μέσω του ανεβάσματος ενός αρχείου, το οποίο η εφαρμογή διαβάζει και στη συνέχεια αποθηκεύει τις πληροφορίες στη βάση. Επιπρόσθετα, δημιουργήθηκε μια σελίδα με λογική πίνακα ελέγχου, για γρήγορη πρόσβαση στα δεδομένα της έρευνας (Εικόνα 19).



The dashboard, titled "MARKEX Project Main Board", features a central grid of four status boxes: "Options", "Criteria", "Alternatives Names", and "Alternatives", each displaying "Complete" in green. To the left is a red "Delete Data" button. To the right is a green "Run Utastar" button. In the center is an "Upload File" section with instructions, a note that only .xls and .xlsx files are supported, a file upload icon, a "Choose a file..." label, and a "Submit" button.

Εικόνα 19: Πίνακας ελέγχου (dashboard)

### 5.3.2 Με φόρμες εισαγωγής



The "Set project options" form is flanked by "Main Board" and "Criteria" navigation arrows. It contains six input fields: "Consumers" (204), "Criteria Number" (6), "Alternatives Number" (6), "Epsilon" (0.0001), "Delta" (0.05), and "Post-Optimization" (True). A "Save" button is at the bottom right, and a "Main Board" button is at the bottom center.

Εικόνα 20: Φόρμα εισαγωγής πληροφοριών έρευνας και παραμέτρων UTASTAR

## Set criteria properties

Name	Monotonicity	Type	Worst	Best	$\alpha$
Influence	Increasing ↗	Qualitative	1	4	4
Color	Increasing ↗	Qualitative	1	3	3
Odour	Increasing ↗	Qualitative	1	3	3
Taste	Increasing ↗	Qualitative	1	3	3
Packaging	Increasing ↗	Qualitative	1	4	4
Price	Decreasing ↘	Quantitative	65	18	5

Main Board
Save

Options
Alternatives Names

Εικόνα 21: Φόρμα εισαγωγής πληροφοριών κριτηρίων

## Set Alternatives Names

Alternative 1:  
CARAPELLI

Alternative 3:  
KOLYMVARI

Alternative 5:  
JARRE\_dOR

Alternative 2:  
LERIDA

Alternative 4:  
HEDIARD

Alternative 6:  
PUGET

Main Board
Save

Criteria
Alternatives

Εικόνα 22: Φόρμα εισαγωγής ονομάτων προϊόντων



**Set Alternatives Properties and Ranking**

Alternative	Rank	Consumer 1	Consumer 2	Consumer 3	Consumer 4	Consumer 5	Consumer 6	Consumer 7	Consumer 8	Consumer 9	Consumer 10	Consumer 11	Consumer 12	Consumer 13	Score
PUGET	1	3	1	2	2	3	18								
JARRE_dIOR	2	3	2	3	3	2	37								
HEDIARD	3	3	2	3	2	2	48								
CARAPELLI	4	3	2	1	1	3	31								
LERIDA	5	3	2	2	3	1	65								
KOLYMVARI	6	1	2	1	1	3	20								

Buttons: Main Board, Save

Εικόνα 23: Φόρμα εισαγωγής αξιολόγησης προϊόντων και προδιάταξης

Στη φόρμα (Εικόνα 23) όπου γίνεται η εισαγωγή των πληροφοριών σχετικά με την αξιολόγηση των προϊόντων στα κριτήρια που έχουν οριστεί, γίνεται και η διάταξη των προϊόντων. Για να αλλάξει τη θέση κάποιου προϊόντος, ο χρήστης χρειάζεται απλά να κάνει κλικ πάνω του και να το σύρει στη θέση που επιθυμεί. Ακόμα, στην περίπτωση που πρέπει να οριστεί ισοτιμία μεταξύ δύο προϊόντων, κάνοντας κλικ πάνω στον αριθμό της θέσης του προϊόντος, αυτή γίνεται ίδια με του προηγούμενου στη διάταξη προϊόντος.

### 5.3.3 Με ανέβασμα αρχείου

Για τη διευκόλυνση των χρηστών της εφαρμογής, έχει δοθεί και η δυνατότητα για καταχώρηση των δεδομένων της έρευνας μέσω ανεβάσματος (upload) αρχείου. Το αρχείο μπορεί να είναι μορφής **xls** ή **xlsx**. Για να διαβαστεί επιτυχώς από το σύστημα, το αρχείο θα πρέπει μέσα να περιέχει υποχρεωτικά τέσσερα συγκεκριμένα φύλλα με τα εξής ονόματα:

#### 1. “Options”

Μέσα στο φύλλο αυτό γίνεται η καταχώρηση των πληροφοριών της έρευνας.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Consumers	204					
2	Criteria	6		Post-Optimization 0 for False, 1 for True			
3	Alternatives	6					
4	Epsilon	0,0001					
5	Delta	0,05					
6	Post-Optimization	1					
7							
8							
9							

Εικόνα 24: Παράδειγμα φύλλου "Options"

## 2. "Criteria"

Μέσα στο φύλλο αυτό γίνεται η καταχώρηση των πληροφοριών των κριτηρίων.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1		Mon/ty	Type	Worst	Best	a					
2	Influence	1	0	1	4	4		Mon/ty: 0 for Decreasing, 1 for Increasing Type: 0 for Qualitative, 1 for Quantitative			
3	Color	1	0	1	3	3					
4	Odour	1	0	1	3	3					
5	Taste	1	0	1	3	3					
6	Packaging	1	0	1	4	4					
7	Price	0	1	65	18	5					
8											
9											
10											

Εικόνα 25: Παράδειγμα φύλλου "Criteria"

## 3. "AlternativesNames"

Στο φύλλο αυτό καταχωρούνται τα ονόματα των εναλλακτικών προϊόντων.

	A	B	C
1	CARAPPELLI		
2	LERIDA		
3	KOLYMVARI		
4	HEDIARD		
5	JARRE d'OR		
6	PUGET		
7			
8			
9			

Εικόνα 26: Παράδειγμα φύλλου "AlternativesNames"

#### 4. “Answers”

Στο φύλλο αυτό γίνεται η καταχώρηση των απαντήσεων των ερωτώμενων στην έρευνα αγοράς με τη μορφή απαντήσεων ερωτηματολογίου. Δηλαδή αρχικά καταχωρούνται με τη σειρά οι αξιολογήσεις σε κάθε κριτήριο και για κάθε προϊόν, και στο τέλος η διάταξη που έκανε ο κάθε ερωτώμενος.

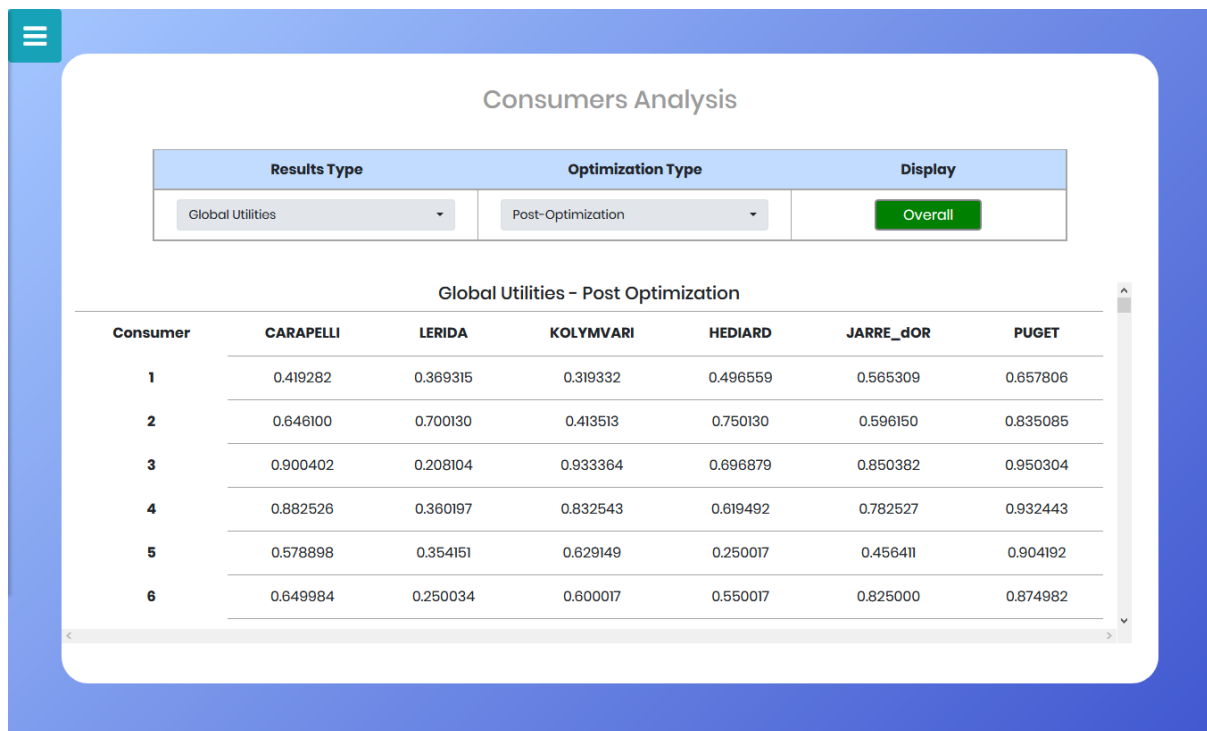
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC
1	Consumer/Question	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
2	1	3	2	1	1	3	31	3	2	2	3	1	65	1	2	1	1	3	20	3	2	3	2	2	48	3	2	3	
3	2	4	1	1	2	3	31	3	1	3	3	3	65	4	1	1	2	1	20	4	2	3	3	4	48	3	3	2	
4	3	3	2	3	3	4	31	3	1	2	1	1	65	3	2	2	2	2	20	4	3	3	3	3	48	3	2	1	
5	4	3	2	2	1	4	31	3	2	2	2	1	65	3	2	2	2	2	20	3	2	3	3	2	48	3	2	3	
6	5	3	1	2	2	3	31	2	1	2	2	2	65	4	2	1	1	2	20	2	1	1	1	2	48	2	2	2	
7	6	3	2	2	3	1	31	1	1	2	2	1	65	2	1	2	2	3	20	4	2	2	2	2	48	3	2	2	
8	7	3	1	1	1	2	31	3	2	2	3	4	65	3	1	3	2	1	20	3	1	1	3	3	48	1	3	2	
9	8	3	1	1	2	4	31	3	2	2	2	2	65	4	1	1	2	1	20	3	1	2	2	4	48	1	3	2	
10	9	1	3	2	2	3	31	3	2	2	2	1	65	3	1	2	2	3	20	2	2	3	3	4	48	3	2	2	
11	10	3	2	2	2	3	31	1	2	1	2	1	65	3	2	1	1	4	20	3	2	2	3	3	48	3	2	2	
12	11	2	1	1	1	2	31	2	2	2	3	4	65	2	2	1	1	2	20	2	3	3	3	2	48	2	1	1	
13	12	2	3	1	2	3	31	2	3	1	1	2	65	2	2	1	3	2	20	4	2	3	3	3	48	3	1	3	
14	13	3	2	1	2	3	31	3	2	2	3	2	65	4	2	2	2	2	20	3	2	3	3	4	48	2	2	2	
15	14	3	1	1	1	1	31	3	3	2	3	2	65	4	2	2	1	3	20	4	3	3	3	3	48	2	1	1	
16	15	3	1	1	2	3	31	3	2	2	3	3	65	2	2	1	3	3	20	4	2	3	3	3	48	4	2	2	
17	16	2	1	1	1	2	31	3	2	3	3	3	65	4	1	1	2	3	20	4	3	3	3	4	48	2	2	2	
18	17	3	1	1	2	3	31	3	3	3	3	1	65	4	2	2	2	3	20	3	3	2	2	3	48	2	2	1	
19	18	3	1	1	1	3	31	3	2	3	3	2	65	3	2	2	2	3	20	3	3	2	3	3	48	2	1	2	
20	19	3	1	1	1	1	31	4	3	3	3	2	65	3	2	2	2	3	20	3	3	2	3	2	48	2	1	2	
21	20	4	1	1	2	1	31	3	2	2	2	1	65	4	2	1	3	3	20	2	2	2	3	1	48	1	2	2	
22	21	2	1	1	1	1	31	2	1	2	1	1	65	3	1	1	2	2	20	3	1	3	3	1	48	3	3	2	
23	22	2	1	2	2	2	31	3	2	3	3	2	65	3	2	2	2	3	20	3	2	3	2	3	48	2	2	2	
24	23	1	1	1	2	2	31	4	2	2	3	3	65	2	2	1	2	2	20	2	2	3	3	1	48	3	3	3	
25	24	3	1	1	1	3	31	4	3	3	3	3	65	4	1	1	2	2	20	3	3	3	3	4	48	2	1	1	
26	25	3	1	1	1	4	31	4	2	2	2	2	65	3	2	2	1	1	20	2	2	3	3	4	48	1	2	1	
27	26	2	2	1	1	1	31	2	1	1	1	1	65	2	2	2	2	3	20	1	2	1	1	1	48	1	3	3	
28	27	2	2	2	2	3	31	2	2	1	1	1	65	2	2	1	1	1	20	3	2	3	3	3	48	2	1	2	
29	28	3	2	2	2	4	31	1	3	2	3	4	65	2	2	1	2	2	20	3	3	3	3	4	48	1	2	3	
30	29	2	3	2	2	3	31	2	3	2	3	3	65	2	3	1	1	1	20	4	3	3	3	4	48	2	1	2	
31	30	2	2	3	2	2	31	2	1	2	1	1	65	2	2	2	2	1	20	2	2	2	2	2	48	2	2	2	
32	31	2	3	2	2	4	31	2	1	3	1	1	65	2	3	2	2	2	20	3	3	2	2	4	48	2	3	3	
33	32	2	2	2	2	3	31	2	3	3	2	4	65	2	3	2	2	2	20	3	3	3	3	3	48	2	1	1	
34	33	2	2	2	3	3	31	2	2	3	3	1	65	2	2	1	3	3	20	2	2	3	3	3	48	2	3	2	
35	34	2	3	1	2	3	31	2	3	3	3	4	65	2	3	1	3	3	20	2	3	3	3	3	48	2	2	1	
36	35	3	1	2	3	3	31	3	1	1	1	2	65	1	2	1	1	2	20	3	2	2	2	2	3	48	3	2	2

Εικόνα 27: Παράδειγμα φύλλου "Answers"

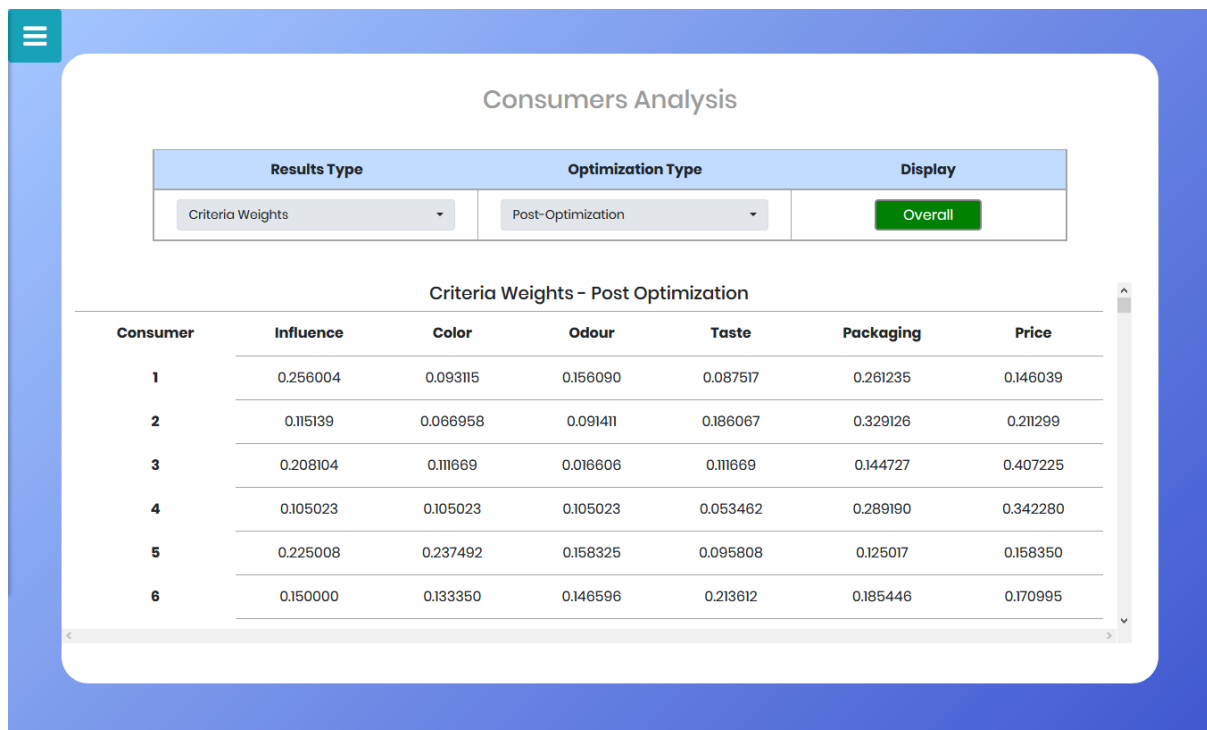
Για τη διευκόλυνση των χρηστών υπάρχει μέσα στην εφαρμογή διαθέσιμο αρχείο-παράδειγμα διαθέσιμο για λήψη

## 5.4 Ανάλυση δεδομένων καταναλωτών

Μέσα στη σελίδα της ανάλυσης των καταναλωτών, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δει πίνακες με αναλυτικά τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας UTASTAR, δηλαδή να δει το προφίλ όλων των καταναλωτών τόσο για την αρχική λύση όσο και για την περίπτωση της μεταβελτιστοποίησης εάν αυτή έχει επιλεγεί να πραγματοποιηθεί. Δύο παραδείγματα παρουσιάζονται στις εικόνες (Εικόνα 28 και Εικόνα 29).



Εικόνα 28: Παρουσίαση ολικής χρησιμότητας εναλλακτικών για κάθε καταναλωτή



Εικόνα 29: Παρουσίαση βαρών κριτηρίων για κάθε καταναλωτή

## 5.5 Συσταδοποίηση (Clustering)

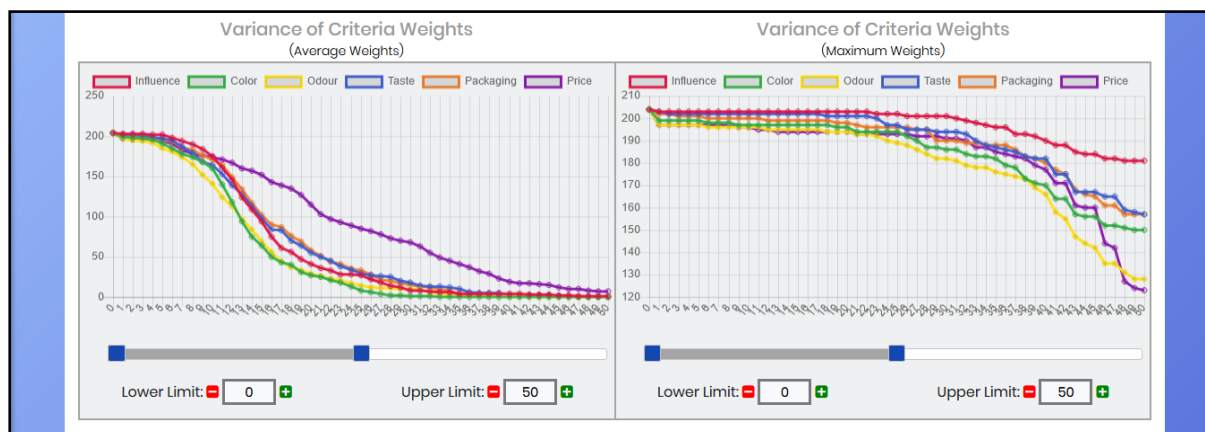
Μέσω της σελίδας Εικόνα 34 ανάλυσης των κριτηρίων και δημιουργίας συστάδων δίνονται στο χρήστη οι εξής δυνατότητες:

- Να κάνει ανάλυση της σημαντικότητας των κριτηρίων μέσω του ειδικού δυναμικού μενού (Εικόνα 30).

Criterion	Average Weight	Significance Level	Consumers Number (Average Weights)	Consumers Percentage (Average Weights)	Consumers Number (Maximum Weights)	Consumers Percentage (Maximum Weights)
Influence	0.161	<input type="checkbox"/> 0.161 <input checked="" type="checkbox"/>	75	36.76%	203	99.51%
Color	0.134	<input type="checkbox"/> 0.134 <input checked="" type="checkbox"/>	82	40.20%	197	96.57%
Odour	0.135	<input type="checkbox"/> 0.135 <input checked="" type="checkbox"/>	87	42.65%	195	95.59%
Taste	0.166	<input type="checkbox"/> 0.166 <input checked="" type="checkbox"/>	84	41.18%	202	99.02%
Packaging	0.168	<input type="checkbox"/> 0.168 <input checked="" type="checkbox"/>	87	42.65%	199	97.55%
Price	0.237	<input type="checkbox"/> 0.237 <input checked="" type="checkbox"/>	91	44.61%	193	94.61%

Εικόνα 30: Μενού ανάλυσης σημαντικότητας κριτηρίων

- Να κάνει ανάλυση της διασποράς των βαρών των κριτηρίων των καταναλωτών μέσω δυναμικού μενού γραφικής απεικόνισης (Εικόνα 31).



Εικόνα 31: Μενού ανάλυσης διασποράς των βαρών των κριτηρίων των καταναλωτών

- Να δημιουργήσει συστάδες με βάση τα χαρακτηριστικά που ο ίδιος επιθυμεί να έχουν οι καταναλωτές μέσα σε αυτές μέσω χρήσης ειδικού δυναμικού μενού (Εικόνα 32). Όταν κάνει την επιλογή των χαρακτηριστικών, πατώντας στο κουμπί “Create Cluster” εμφανίζεται το pop-up μενού για τη δημιουργία της συστάδας (Εικόνα 33).

Consumers Clustering based on Criteria Significance Combinations									
Criterion	Average Weight	Significance Level		Role in Cluster			Consumers Number	Consumers Percentage	
Influence	0.161	-	0.161	+	Significant	Non Significant	Indifferent	Average Weights: 61	Average Weights: 29.90%
Color	0.134	-	0.122	+	Significant	Non Significant	Indifferent		
Odour	0.135	-	0.135	+	Significant	Non Significant	Indifferent		
Taste	0.166	-	0.316	+	Significant	Non Significant	Indifferent	Maximum Weights: 8	Maximum Weights: 3.92%
Packaging	0.168	-	0.142	+	Significant	Non Significant	Indifferent		
Price	0.237	-	0.244	+	Significant	Non Significant	Indifferent		
<div>Create Cluster</div>									

Εικόνα 32: Μενού επιλογής χαρακτηριστικών συστάδας

Odour	0.135		0.135		Significant	Non Significant	Indifferent	61	29.90%
Taste	0.166		0.316		Significant	Non Significant	Indifferent		
Packaging	0.168		0.142		Significant	Non Significant	Indifferent		
Price								Maximum Weights: 8	Maximum Weights: 3.92%

New Cluster Data

Cluster Name	Criteria	Analysis Method	Consumers Number
	Color (0.122, Significant)	Average Weights	61 (29.90%)
	Taste (0.316, Non Significant)		
	Packaging (0.142, Significant)		

Create

Close

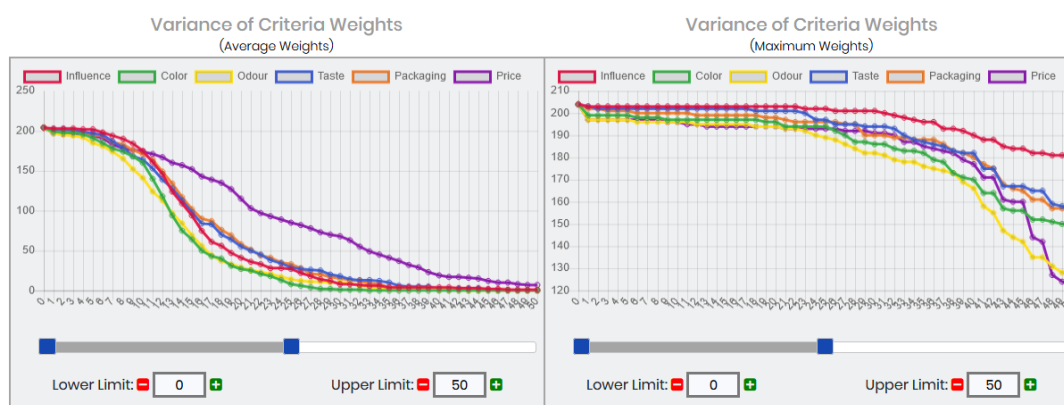
Cluster-2	Price (0.237, Non Significant)	Maximum Weights	11 (5.39%)
-----------	--------------------------------	-----------------	------------

Εικόνα 33: Μενού δημιουργίας συστάδας

## Criteria Analysis and Market Clustering

### Criteria Significance Analysis

Criterion	Average Weight	Significance Level	Consumers Number (Average Weights)	Consumers Percentage (Average Weights)	Consumers Number (Maximum Weights)	Consumers Percentage (Maximum Weights)
Influence	0.161	<input type="checkbox"/> 0.161 <input checked="" type="checkbox"/>	75	36.76%	203	99.51%
Color	0.134	<input type="checkbox"/> 0.134 <input checked="" type="checkbox"/>	82	40.20%	197	96.57%
Odour	0.135	<input type="checkbox"/> 0.135 <input checked="" type="checkbox"/>	87	42.65%	195	95.59%
Taste	0.166	<input type="checkbox"/> 0.166 <input checked="" type="checkbox"/>	84	41.18%	202	99.02%
Packaging	0.168	<input type="checkbox"/> 0.168 <input checked="" type="checkbox"/>	87	42.65%	199	97.55%
Price	0.237	<input type="checkbox"/> 0.237 <input checked="" type="checkbox"/>	91	44.61%	193	94.61%



### Consumers Clustering based on Criteria Significance Combinations

Criterion	Average Weight	Significance Level	Role in Cluster			Consumers Number	Consumers Percentage
Influence	0.161	<input type="checkbox"/> 0.161 <input checked="" type="checkbox"/>	Significant	Non Significant	Indifferent	Average Weights: 204	Average Weights: 100.00%
Color	0.134	<input type="checkbox"/> 0.134 <input checked="" type="checkbox"/>	Significant	Non Significant	Indifferent		
Odour	0.135	<input type="checkbox"/> 0.135 <input checked="" type="checkbox"/>	Significant	Non Significant	Indifferent		
Taste	0.166	<input type="checkbox"/> 0.166 <input checked="" type="checkbox"/>	Significant	Non Significant	Indifferent		
Packaging	0.168	<input type="checkbox"/> 0.168 <input checked="" type="checkbox"/>	Significant	Non Significant	Indifferent		
Price	0.237	<input type="checkbox"/> 0.237 <input checked="" type="checkbox"/>	Significant	Non Significant	Indifferent	Maximum Weights: 204	Maximum Weights: 100.00%

Create Cluster

### Created Clusters

Cluster Name	Criteria	Analysis Method	Consumers Number	Actions
Cluster-1	Color (0.134, Non Significant)	Average Weights	26 (12.75%)	
	Packaging (0.168, Non Significant)			
	Price (0.237, Non Significant)			
Cluster-2	Price (0.237, Non Significant)	Maximum Weights	11 (5.39%)	

Εικόνα 34: Σελίδα ανάλυσης κριτηρίων και δημιουργίας συστάδων

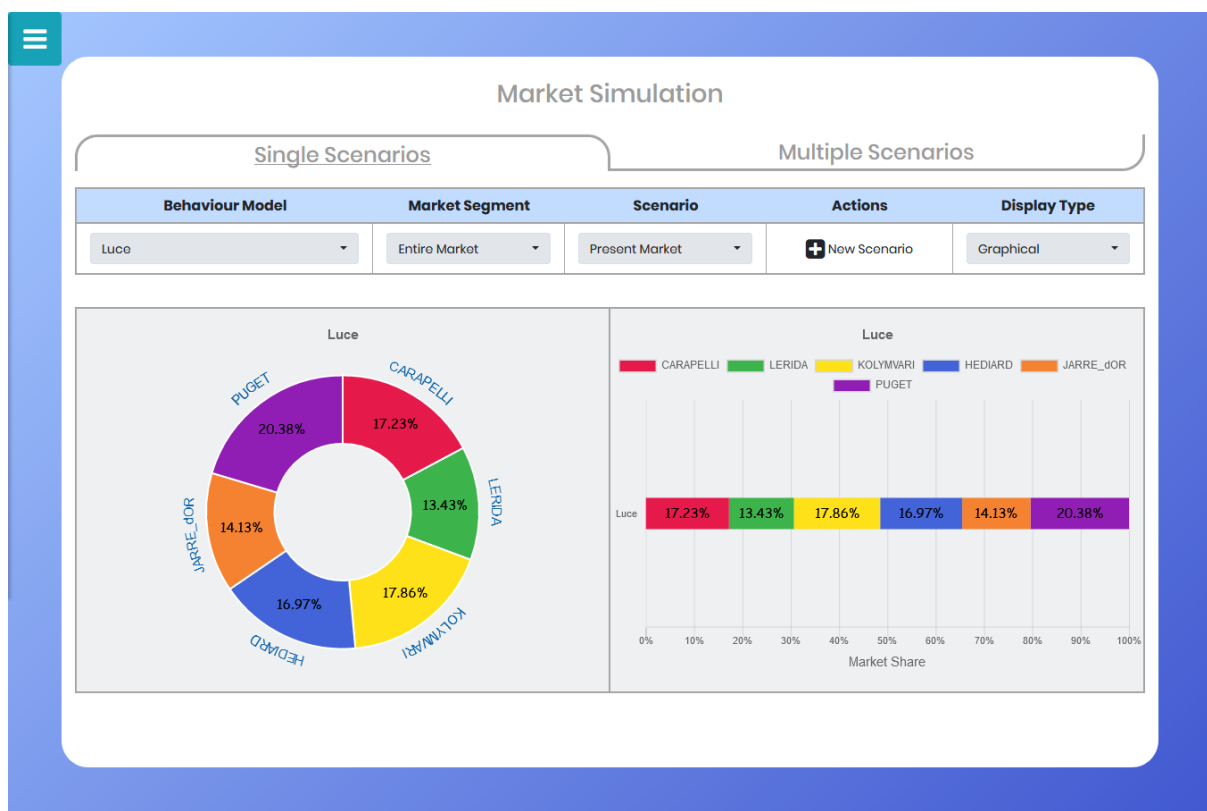
## 5.6 Προσομοίωση της αγοράς

### 5.6.1 Εισαγωγή

Το σύστημα, προκειμένου να μπορέσει να εξυπηρετήσει τις ανάγκες, τόσο για την μελέτη πολύ συγκεκριμένων συνθηκών στη σύνθεση της αγοράς, όσο και την ταυτόχρονη μελέτη και σύγκριση πολλών σεναρίων, δίνει στην σελίδα της προσομοίωσης της αγοράς τη δυνατότητα για δημιουργία τόσο μεμονωμένων όσο και πολλαπλών σεναρίων.

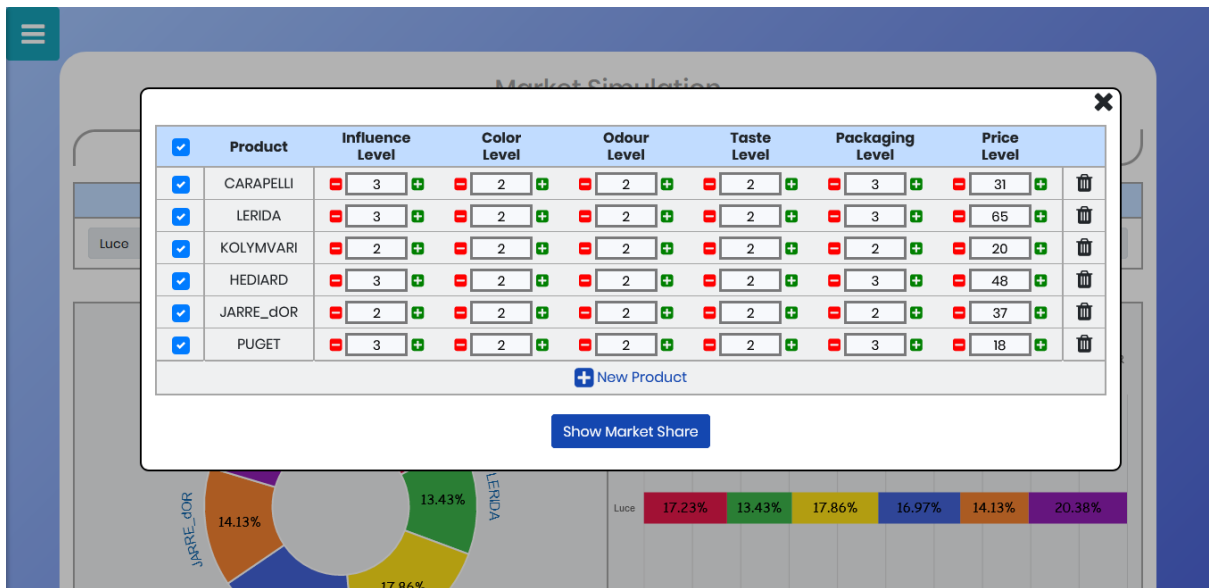
### 5.6.2 Μεμονωμένα σενάρια

Στην καρτέλα αυτή (Εικόνα 35), ο χρήστης χρησιμοποιώντας τον πίνακα (Εικόνα 36) με τις μέσες τιμές, αξιολόγησης των προϊόντων, όλων των καταναλωτών, μπορεί να μεταβάλει αυτές τις τιμές, καθώς και να προσθέσει ή να αφαιρέσει προϊόντα προκειμένου να υπολογιστούν τα μερίδια αγοράς των προϊόντων με τα νέα δεδομένα. Ο υπολογισμός των μεριδίων αγοράς μπορεί να γίνει για όλα τα διαφορετικά μοντέλα προσωπικής επιλογής καταναλωτή καθώς και για όλες τις διαφορετικές συστάδες που δημιουργήθηκαν στο βήμα της συσταδοποίησης. Τέλος, ο αποφασίζων έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύσει όποια από τα σενάρια επιθυμεί.



Εικόνα 35: Καρτέλα δημιουργίας μεμονωμένων σεναρίων





Εικόνα 36: Πίνακας επιλογής τιμών αξιολόγησης των προϊόντων

The screenshot shows the 'New Product Data' form, which allows users to create a new product. The form includes fields for Product Name, Influence Level, Color Level, Odour Level, Taste Level, Packaging Level, and Price Level. Below the form are 'Create' and 'Close' buttons, and a 'Show Market Share' button.

Product Name	Influence Level	Color Level	Odour Level	Taste Level	Packaging Level	Price Level
	3	2	2	2	3	31

Εικόνα 37: Μενού δημιουργίας νέου προϊόντος

### 5.6.3 Πολλαπλά σενάρια

Μεταβαίνοντας στην καρτέλα των πολλαπλών σεναρίων (Εικόνα 38), ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει με μία μόνο εντολή πολλαπλά σενάρια. Και σε αυτήν την περίπτωση δίνεται η επιλογή για αλλαγή οποιασδήποτε από τις αξιολογήσεις των προϊόντων, όμως υπάρχει και ένα πρόσθετο. Για κάποιο από τα προϊόντα (Εικόνα 39), μπορεί να επιλεγεί σε ένα ή περισσότερα κριτήρια να δοθούν πολλαπλές τιμές βαθμολογίας (Εικόνα 40), πάντα μέσα στο σύνολο τιμών του κριτηρίου. Για κάθε συνδυασμό τιμών ξεχωριστά, δημιουργείται αυτόματα και ένα σενάριο, για το οποίο υπολογίζονται τα

μερίδια αγοράς όλων των προϊόντων με βάση τα μοντέλα προσωπικής επιλογής καταναλωτή και για οποιοδήποτε τμήμα της αγοράς.

Σαν βάση για τους υπολογισμούς πρέπει να χρησιμοποιηθεί είτε η αρχική αγορά είτε κάποιο από τα αποθηκευμένα μεμονωμένα σενάρια.

Behaviour Model	Market Segment	Actions	Scenarios Display	Display Type
Luce	Entire Market	<input type="checkbox"/> Simple Scenarios <input type="checkbox"/> Complex Scenarios	Single	Graphical

Εικόνα 38: Καρτέλα πολλαπλών σεναρίων

Product	Influence Level	Color Level	Odour Level	Taste Level	Packaging Level	Price Level
CARAPPELLI	3	2	2	2	3	31
LERIDA	3	2	2	2	3	65
KOLYMVARI	2	2	2	2	2	20
HEDIARD	3	2	2	2	3	48
JARRE_dOR	2	2	2	2	2	37
PUGET	3	2	2	2	3	18

Εικόνα 39: Πολυκριτήριο πίνακας αξιολογήσεων προϊόντων

Criterion	Range	Mon/ty	Value (From)	Value (To)	Step
<input type="checkbox"/> Influence	[1,2,3,4]	Increasing	1	4	1
<input checked="" type="checkbox"/> Color	[1,2,3]	Increasing	1	3	1
<input type="checkbox"/> Odour	[1,2,3]	Increasing	1	3	1
<input type="checkbox"/> Taste	[1,2,3]	Increasing	1	3	1
<input type="checkbox"/> Packaging	[1,2,3,4]	Increasing	1	4	1
<input checked="" type="checkbox"/> Price	[18 - 65]	Decreasing	30	60	15

Calculate

Εικόνα 40: Πίνακας επιλογής κριτηρίων και τιμών που θα εξεταστούν

Για παράδειγμα, λαμβάνοντας υπόψη τις επιλογές που έγιναν στα μενού όπως παρουσιάζονται στις εικόνες Εικόνα 39 και Εικόνα 40 έχουμε τα εξής:

Για το προϊόν LERIDA επιλέχθηκε να γίνει προσομοίωση για τους συνδυασμούς των κριτηρίων Color και Price, στα διαστήματα [1,3] με βήμα 1 και [30,60] με βήμα 15, αντίστοιχα. Συνεπώς στις τιμές {1,2,3} και {30,45,60}, αντίστοιχα.

Άρα, προκύπτουν οι ακόλουθοι 9 συνδυασμοί (Color,Price):

(1,30), (1,45), (1,60), (2,30), (2,45), (2,60), (3,30), (3,45), (3,60)

και υπολογίζονται με βάση αυτούς τα μερίδια αγοράς, όπως παρουσιάζεται στην Εικόνα 41.

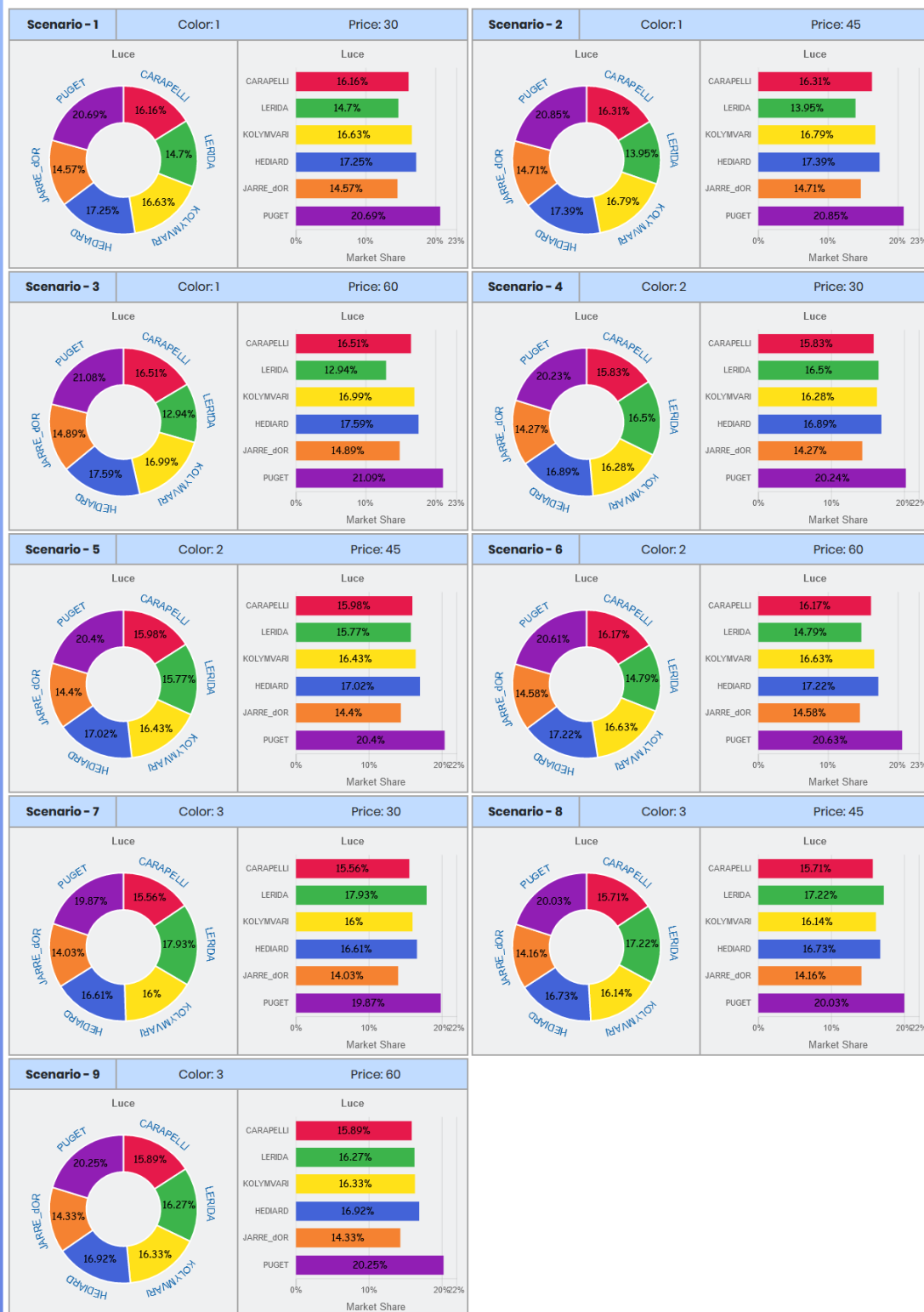
Για την προβολή των διαφορετικών σεναρίων που δημιουργούνται υπάρχουν δύο διαφορετικοί τρόποι:

- Μεμονωμένη προβολή (Εικόνα 41)

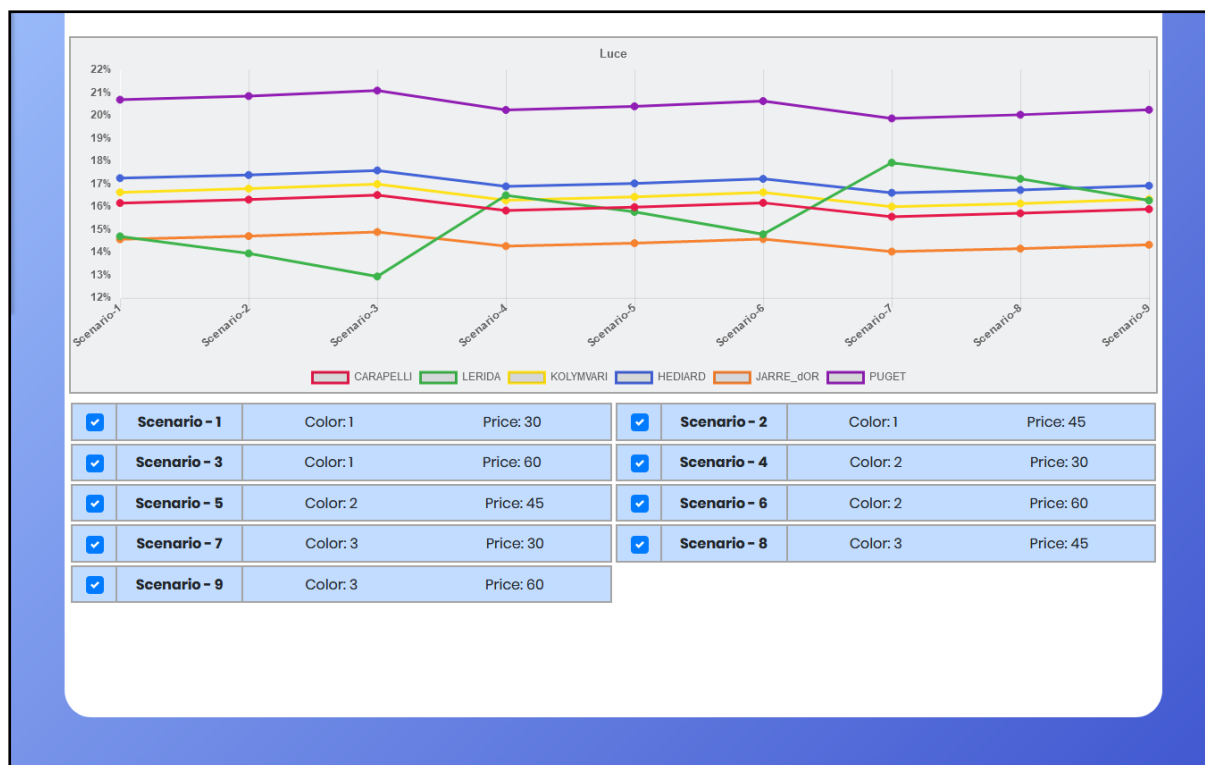
Εμφανίζεται το κάθε σενάριο χωριστά, μαζί με την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων.

- Μαζική προβολή (Εικόνα 42)

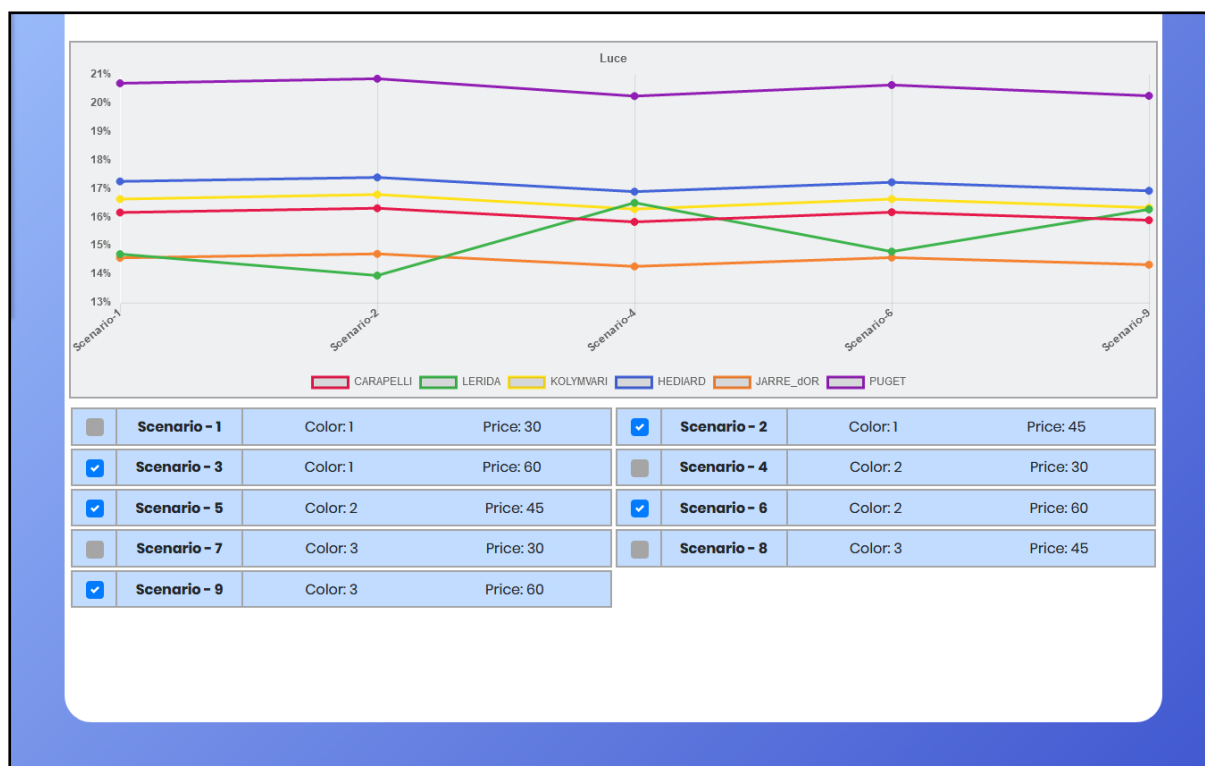
Εμφανίζονται τα όλα τα σενάρια σε κοινό γράφημα, ώστε να είναι εύκολη η μεταξύ τους σύγκριση. Στην προβολή αυτή υπάρχει η δυνατότητα επιλογής για το ποια από τα σενάρια θα εμφανίζονται στο γράφημα μέσω των σχετικών checkboxes (Εικόνα 43).



Εικόνα 41: Πολλαπλά σενάρια (μεμονωμένη προβολή)



Εικόνα 42: Μαζική προβολή σεναρίων (επιλογή όλων)



Εικόνα 43: Μαζική προβολή σεναρίων (επιλογή ορισμένων)

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### 6.1 Συμπεράσματα

Ο στόχος που τέθηκε για την παρούσα διπλωματική εργασία επετεύχθη. Αναπτύχθηκε ένα web σύστημα το οποίο υλοποιεί τη μεθοδολογία MARKEX, προσομοιώνοντας την αγορά, το οποίο είναι ταυτόχρονα γρήγορο, χρησιμοποιεί σύγχρονες μεθόδους παρουσίασης των αποτελεσμάτων ενώ είναι ιδιαίτερα φιλικό προς το χρήστη και έτοιμο να τεθεί σε πιλοτική λειτουργία, αφού προηγηθεί η εγκατάστασή του σε κάποιον από τους servers του Πολυτεχνείου Κρήτης.

### 6.2 Μελλοντικές προεκτάσεις συστήματος

Το σύστημα που δημιουργήθηκε μπορεί στο μέλλον να αναπτυχθεί περαιτέρω προκειμένου να παρέχει ακόμα περισσότερες δυνατότητες στους χρήστες του, απλούς και διαχειριστές.

Ενδεικτικά ορισμένες από αυτές είναι:

- Προσθήκη περισσότερων επιλογών στη διαχείριση των απλών χρηστών από το διαχειριστή.
- Επαναφορά/ανάκτηση κωδικού πρόσβασης χρήστη σε περίπτωση απώλειας.
- Σύστημα αποστολής αυτοματοποιημένων e-mail, για αποστολή των στοιχείων χρήστη κατά την εγγραφή του ή της επιλεγμένης στρατηγικής. Επιπρόσθετα για αποστολή μηνυμάτων στους χρήστες από τον διαχειριστή του συστήματος.
- Αυτόματη συσταδοποίηση, κάνοντας χρήση αλγορίθμων συσταδοποίησης.
- Οικονομοτεχνική μελέτη της εισαγωγής νέου προϊόντος ή της βελτίωσης κάποιου υπάρχοντος. Στην περίπτωση εισαγωγής ποσοτικών δεδομένων όπως είναι το κόστος ανάπτυξης ενός προϊόντος ή της εξέλιξης ενός υπάρχοντος, ταυτόχρονα με την προβλεπόμενη τιμή πώλησής του (συνήθως υπάρχει ήδη στα κριτήρια) και το συνολικό μέγεθος της αγοράς, μπορεί να γίνει εκτίμηση του οικονομικού αποτελέσματος που θα έχει το κάθε σενάριο που υλοποιείται.

## Βιβλιογραφία

1. **Nikolaos, F., Matsatsinis and Yannis, Siskos.** "MARKEK: An intelligent decision support system for product development decisions". *European Journal of Operational Research*. March 1999, Vol. 113, 2, pp. 336-354.
2. **Siskos and Yannacopoulos.** "Utastar - an ordinal regression method for building additive value functions.". 1985. pp. 39-53.
3. **Ματσατσίνης, Νικόλαος.** *Συστήματα Υποστήριξης Αποφάσεων*. σ.λ. : Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, 2010.
4. **Y. Siskos, E. Grigoroudis, and N. F. Matsatsinis.** "UTA Methods," in *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. New York : Springer-Verlag, 2005. pp. 297-334.
5. **R. L. Keeney, H. Raiffa, and D. W. Rajala.** "Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-Offs". σ.λ. : IEEE Trans. Syst. Man. Cybern., 1979. pp. 403-403. Vol. 9. No. 7.
6. **Fishburn, P. C.** "A Note on Recent Developments in Additive Utility Theories for Multiple-Factor Situations". σ.λ. : Oper. Res., Dec. 1966. pp. 1143-1148. Vol. 14. no. 6.
7. **Siskos, E. Jacquet-Lagrange and J.** "Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method". σ.λ. : Eur. J. Oper. Res., Jun. 1982. pp. 151-164. Vol. 10. no. 2.
8. **Driver, Harold E. and Kroeber, Alfred L.** "Quantitative Expression of Cultural Relationships". σ.λ. : University of California Publications in American Archaeology and Ethnology, 1932. pp. 211-256. Vol. Quantitative Expression of Cultural Relationships.
9. **Zubin, Joseph.** "A technique for measuring like-mindedness". *The Journal of Abnormal and Social Psychology*. 1938, 33, pp. 508-516.
10. **Tryon, Robert C.** *Cluster Analysis: Correlation Profile and Orthometric (factor) Analysis for the Isolation of Unities in Mind and Personality*. σ.λ. : Edwards Brothers, 1939.
11. **Cattell, R. B.** "The description of personality: Basic traits resolved into clusters". *Journal of Abnormal and Social Psychology*. 1943, 38, pp. 476-506.
12. **Lloyd, Stuart P.** "Least square quantization in PCM". *Bell Telephone Laboratories Paper*. 1957.
13. **Fukunaga, Keinosuke and Hostetler, Larry D.** "The Estimation of the Gradient of a Density Function, with Applications in Pattern Recognition". *IEEE Transactions on Information Theory*. January 1975, 21, pp. 32-40.
14. **Ling, R. F.** "On the theory and construction of k-clusters". *The Computer Journal*. 1972, 15, pp. 326-332.
15. **Tsafarakis, Stelios.** "Ανάπτυξη ευρετικού αλγορίθμου με χρήση πολλαπλών κριτηρίων για την επιλογή μοντέλων προσωπικής επιλογής καταναλωτή στο μάρκετινγκ σε προβλήματα ανάπτυξης νέων προϊόντων". Μεταπτυχιακή Διατριβή. Chania : Technical University of Crete, 2007. pp. 16-17.
16. Python. [Online] [Cited: 09 23, 2019.] <https://www.python.org/doc/essays/blurb/>.

17. *scipy.org*. [Online] [Cited: 09 25, 2019.]  
<https://docs.scipy.org/doc/scipy/reference/optimize.linprog-simplex.html>.
18. Django. *django project.com*. [Online] [Cited: 09 25, 2019.]  
<https://www.djangoproject.com/start/overview/>.
19. **Konstantina, G., Miteloudi.** *"Ανάπτυξη πολυκριτήριου συστήματος για τη λήψη ομαδικών αποφάσεων"*. Μεταπτυχιακή Εργασία. Chania : Technical University of Crete, 2017. p. 24.
20. chart.js. *chartjs.org*. [Online] [Cited: 09 25, 2019.] <https://www.chartjs.org>.