

**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ**  
Εργαστήριο Συστημάτων Υποστήριξης Αποφάσεων

Μεταπτυχιακή Διατριβή

---

**ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ**  
**ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ ΣΤΗΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ**  
**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΣΥΝΘΕΣΗΣ**  
**ΚΑΙ ΔΟΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ**

---

Υπό  
**ΦΩΤΕΙΝΗ ΚΑΛΑΦΑΤΗ**

Επιβλέπων Καθηγητής: **Νικόλαος Ματσατσίνης**

**Χανιά, 2017**

# Μεταπτυχιακή Διατριβή

ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΗ  
ΣΤΗΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΕ ΜΕΘΟΔΟΥΣ  
ΣΥΝΘΕΣΗΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗΣΗΣ ΤΩΝ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ

Φωτεινή Καλαφάτη

Εξεταστική Επιτροπή:

Ματσατσίνης Ν.,  
Καθηγητής  
(επιβλέπων)

Γρηγορούδης Ε.,  
Αναπληρωτής Καθηγητής

Τσαφάρakis Σ.,  
Επίκουρος Καθηγητής

## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Νικόλαο Ματσατσίνη, για την βοήθεια που μου πρόσφερε καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μου, αλλά και καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών, καθώς και για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αλλά και για τις ευκαιρίες που μου έχει προσφέρει.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους φίλους μου, για την πολύτιμη βοήθεια που μου έδωσαν καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού μου και την υποστήριξή τους.

Τέλος, ένα μεγάλο και ιδιαίτερο ευχαριστώ θέλω να δώσω στην οικογένειά μου και την οικογένεια του αδερφού μου, που με στήριξαν με κάθε τρόπο σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου, και μου έδιναν δύναμη και θάρρος να συνεχίσω, όσο δύσκολα και αν ήταν τα πράγματα.



# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	1
1.2 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ .....</b>	<b>2</b>
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	2
2.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ.....	2
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....</b>	<b>5</b>
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
3.2 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ.....	5
3.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ MARKECH.....	6
3.4 ΟΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΗΨΗ ΟΜΑΔΙΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ .....	8
3.4.1 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ ΝΑΙ.....	8
3.4.2 Ο ΚΑΝΟΝΑΣ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΨΗΦΙΑΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΡΙΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ (PAIRWISE COMPARISON MAJORITY RULE) .....	12
3.4.3 Ο ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΣ YAGER .....	13
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΕΔΟΛΟΓΙΑ .....</b>	<b>15</b>
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
4.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ .....	15
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΦΑΡΜΟΓΗ .....</b>	<b>18</b>
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
5.2 ΠΗΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	18
5.3 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΝΑΙ .....	18
5.3.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΝΑΙ .....	24
5.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΑ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΨΗΦΙΑΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΡΙΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ (PAIRWISE COMPARISON MAJORITY RULE) .....	28
5.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ YAGER.....	29

5.6	ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΜΑΡΚΑΣ (BRAND CHOICE MODEL) .....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>		<b>34</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>		<b>36</b>

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### 1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η ανάπτυξη και η εφαρμογή μεθόδων για τη διερεύνηση των δυνατοτήτων ομαδοποίησης με εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών από το χώρο της λήψης ομαδικών αποφάσεων, της δόμησης των προτιμήσεων και της τεχνητής νοημοσύνης. Επίσης θα μελετηθεί η ενσωμάτωση του εύρους των χρησιμότητων στην υπό ανάπτυξη μεθοδολογία ομαδοποίησης καθώς και για τον υπολογισμό των πιθανοτήτων με βάση τις οποίες ένας αποφασίζων θα επιλέξει μια εναλλακτική. Η υπό ανάπτυξη μεθοδολογία θα εφαρμοστεί σε δεδομένα από έρευνα της αγοράς.

### 1.2 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η υφιστάμενη κατάσταση, η οποία επικρατεί έως τώρα σχετικά με την ομαδοποίηση που δύναται να πραγματοποιηθεί με μεθόδους και τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί έως την παρούσα φάση στο χώρο της λήψης ομαδικών αποφάσεων, της δόμησης των προτιμήσεων και της τεχνητής νοημοσύνης. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο και παρατίθενται βασικές έννοιες της πολυκριτήριας ανάλυσης, επίσης παρουσιάζεται το σύστημα MARKEK, καθώς και ο αλγόριθμος NAI. Επιπλέον, αναλύεται ο αλγόριθμος NAI και οι εξισώσεις, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την υλοποίησή του στη Matlab, καθώς επίσης, αναλύεται ο αλγόριθμος Yager και ο κανόνας της πλειοψηφίας των συγκρίσεων ανά ζεύγη, οι οποίοι υλοποιούνται στο excel. Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε. Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και τα αποτελέσματα, τα οποία προέκυψαν από την εφαρμογή του αλγορίθμου NAI, του αλγορίθμου Yager και της αρχής του Condorcet. Τέλος, στο έκτο κεφάλαιο, αναφέρονται τα συμπεράσματα, τα οποία προκύπτουν από την παρούσα διατριβή και παρατίθενται προτάσεις για μελλοντική έρευνα.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

### 2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις μέρες μας, έχουν προκύψει διάφορες στρατηγικές εξαγωγής συμπερασμάτων. Με τη χρήση των παρόντων στρατηγικών δύναται να ευρεθεί μια λύση για την παροχή βοήθειας στον αναλυτή ώστε να λάβει μια απόφαση. Κατά την παρούσα διαδικασία, η ανάλυση δύναται να ακολουθήσει δύο κατευθύνσεις, οι οποίες είναι η προς τα εμπρός δηλαδή πηγαίνοντας από την αρχική κατάσταση προς την τελική και η προς τα πίσω δηλαδή από την τελική κατάσταση να μελετάτε προς την αρχική. Στη συνέχεια αναλύονται οι εφαρμογές των προαναφερθέντων διαδικασιών σε διάφορες έρευνες που έχουν υλοποιηθεί έως σήμερα. Σε αυτό το σημείο χρίζει αναγκαίο να σημειωθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις δύναται να χρησιμοποιηθούν και οι δύο στρατηγικές ταυτόχρονα. Η παρούσα μέθοδος είναι γνωστή, μέσα από την βιβλιογραφία, σαν αμφίδρομη συλλογιστική (bi-directional reasoning).

Ένας πρωταρχικός στόχος του Μάρκετινγκ είναι να περιγράψει το μοντέλο και να προβλέψει τη συμπεριφορά των καταναλωτών και τις προτιμήσεις τους όσον αφορά τις εναλλακτικές των προϊόντων που έχουν στη διάθεσή τους. Η πολυκριτήρια ανάλυση είναι ένα ισχυρό εργαλείο που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των προτιμήσεων των καταναλωτών με την βοήθεια πολλαπλών κριτηρίων. Με τη βοήθεια της θεωρίας των χρησιμοτήτων και των μοντέλων, τα οποία σχετίζονται με την ανάλυση της συμπεριφοράς των καταναλωτών δύναται να διερευνηθούν και να περιγραφτούν διαφορετικές διαδικασίες στη λήψη αποφάσεων των καταναλωτών.

### 2.2 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

Η μελέτη της συμπεριφοράς των καταναλωτών και η προσπάθεια να διαμορφώσει, ο καταναλωτής, τη διαδικασία λήψης είναι ένα μακροχρόνιο ενδιαφέρον στον τομέα του μάρκετινγκ.

Ο στόχος της παρούσας έρευνας της συμπεριφοράς των καταναλωτών ήταν να ανακαλυφθούν τα πρότυπα των καταναλωτών, δηλαδή με πιο τρόπο θα αντιδράσουν οι καταναλωτές απέναντι στις εναλλακτικές των προϊόντων που έχουν, αν θα αγοράσουν ή θα αγνοήσουν ένα προϊόν. Το βασικότερο είναι η προσπάθεια να δοθούν απαντήσεις σε δύο ερωτήσεις, οι οποίες σχετίζονται με το γιατί να συμβαίνουν αλλαγές στα μερίδια



αγοράς των προϊόντων, δηλαδή γιατί να υπάρχει μετατόπιση των καταναλωτών από τη μια μάρκα προϊόντος στην άλλη και με τον τρόπο μετατόπισης των καταναλωτών.

Τα μοντέλα, τα οποία βασίζονται στο εύρος των χρησιμοτήτων. Σύμφωνα, με το μοντέλο Pessemier η πιθανότητα  $P_{ij}(C)$ , για κάθε καταναλωτή  $i$  να επιλέξει την εναλλακτική  $j$  μεταξύ ενός συνόλου εναλλακτικών  $C$ , υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$P_{ij}(C) = \frac{U_{ij}^b}{\sum_{k \in C} U_{ij}^b} \quad (2.1)$$

όπου,

$U_{ij}$  : η χρησιμότητα που δίνει ο καταναλωτής για την επιλογή  $i$  της εναλλακτικής  $j$

$b$  : ολικές χρησιμότητες της πλέον προτιμώμενης από την λιγότερο προτιμώμενη επιλογή

$$b = U_{\max} - U_{\min} \quad (2.2)$$

Ο Μαρσατσίνης και ο Σίσκος προτείνουν τέσσερα μοντέλα σχετικά με την επιλογή των πελατών, τα οποία βασίζονται στην δυσκολία που έχει να αντιμετωπίσει ο καταναλωτής σχετικά με την επιλογή, την οποία έχει να πραγματοποιήσει ανάμεσα στις επιλογές των εναλλακτικών μέσω των ορισθέντων χρησιμοτήτων, μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης τιμής.

Το πρώτο μοντέλο σχετίζεται με το μοντέλο Pessemier όπου  $b = U_{\max} - U_{\min}$ . Το δεύτερο σχετίζεται με την κατανομή των χρησιμοτήτων. Το τρίτο μοντέλο (ονομάζεται Μέγιστες χρησιμότητες) και υποθέτει ότι οι καταναλωτές θα επιλέξουν τις εναλλακτικές, τις οποίες προσδοκούν να έχουν τη μέγιστη χρησιμότητα και με αυτό τον τρόπο απορρίπτουν όλα τα υπόλοιπα. Τέλος, το τέταρτο μοντέλο (ίσες πιθανότητες) χρησιμοποιείται όταν όλες οι χρησιμότητες έχουν πολύ μικρό εύρος και η τιμή του εύρους είναι μικρότερη από 0,1. Όταν υπάρχουν ίσες τιμές στις χρησιμότητες τότε αυτό δείχνει ότι ο καταναλωτής είναι σε θέση να επιλέξει μια εναλλακτική (ή υποσύνολο εναλλακτικών) και με αυτό τον τρόπο προκύπτει ότι οι πιθανότητες, να επιλέξει μια εναλλακτική από ένα σύνολο εναλλακτικών, είναι ίσες.

Έστω  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$  είναι το σύνολο των εναλλακτικών και  $J = \{1, 2, \dots, k\}$  το σύνολο των πελατών. Με την εφαρμογή ενός μοντέλου επιλογής εναλλακτικής με χρήση των χρησιμοτήτων σύμφωνα με το πως τις αποδίδουν οι καταναλωτές για κάθε εναλλακτική, δύναται να υπολογιστεί η πιθανότητα επιλογής της κάθε εναλλακτικής ανάλογα με τις τιμές που έχει προσδώσει ο κάθε αποφασίζων. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η κατασκευή ενός διάνυσματος, το οποίο δημιουργείται σύμφωνα με τις πιθανότητες του εκάστοτε αποφασίζων. Το παρόν διάνυσμα είναι το εξής:

$$[P_j(a_1), P_j(a_2), \dots, P_j(a_m)]^T$$

Η συνολική πιθανότητα επιλογής της κάθε εναλλακτικής υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$S_i = \sum_{j=1}^k P_j(a_1) \quad (2.3)$$

Τέλος, τα υψηλότερα μερίδια της κάθε εναλλακτικής υπολογίζονται ως εξής:

$$MS(a_1) = 100 * \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i \%} \quad (2.4)$$

Με αυτό τον τρόπο δύναται να υπολογιστούν τα μερίδια αγοράς του κάθε προϊόντος αν είναι γνωστές οι τιμές των χρησιμοτήτων, οι οποίες έχουν δοθεί από τους καταναλωτές. Το ουσιαστικό πρόβλημα είναι πως μπορεί να αποσπαστεί μερίδιο τις αγοράς, δηλαδή ουσιαστικά να μεταβληθούν οι τιμές των χρησιμοτήτων των καταναλωτών και έπειτα να βρεθεί το καταλληλότερο μοντέλο επιλογής προϊόντων ώστε να εφαρμοστεί.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

### 3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφαλαίο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο που χρίζει απαραίτητο για την ανάλυση της μεθοδολογίας και την κατανόηση των αποτελεσμάτων της παρούσας διατριβής. Αρχικά θα αναλυθεί η έννοια της πολυκριτήριας ανάλυσης, έπειτα η μέθοδος Markez και τέλος ο αλγόριθμος NAI, ο αλγόριθμος Yager και ο κανόνας της πλειοψηφίας των συγκρίσεων ανά ζεύγη.

### 3.2 ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

Η αδυναμία των υπαρχόντων μοντέλων να αντιμετωπίσουν τα πολυδιάστατα πραγματικά προβλήματα των επιχειρήσεων, με χρήση ενός μόνο κριτηρίου, οδήγησε στην ανάπτυξη της Πολυκριτήριας Ανάλυσης Αποφάσεων (Multiple Criteria Decision Making). (Ματσατσίνης Ν., 2010). Τα πολυκριτήρια προβλήματα, λόγω της παρουσίας πολλαπλών και αντικρουόμενων μεταξύ τους κριτηρίων αξιολόγησης των εναλλακτικών αποφάσεων, είναι προβλήματα με χαμηλό βαθμό δόμησης. Λόγω της δυσκολίας να εφαρμοσθεί η θεωρία με ένα και μοναδικό μοντέλο, σε κάθε περίπτωση λήψης απόφασης, οδήγησε στην ανάπτυξη εναλλακτικών μοντέλων.

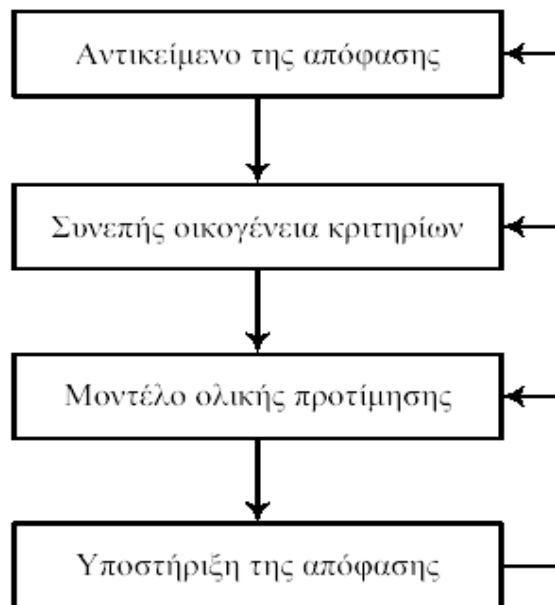
Οι βασικοί στόχοι της πολυκριτήριας λήψης αποφάσεων είναι (Ματσατσίνης Ν., 2010):

- Να καθορισθούν οι συνθήκες που πρέπει να ικανοποιούνται ώστε να υφίσταται το σύστημα αξιών.
- Να υποστηρίξει τον αποφασίζοντα ώστε να ανακαλύπτει μέσα από μια διαδικασία ένα σύστημα αξιών και να παίρνει τη σωστή απόφαση.

Σύμφωνα με τις ιδιαιτερότητες, τις οποίες παρουσιάζουν τα πολυκριτήρια προβλήματα, η πολυκριτήρια ανάλυση έχει ορίσει τρεις βασικούς στόχους, οι οποίοι είναι οι εξής:

1. Η ανάλυση ανταγωνιστικής φύσης των κριτηρίων
2. Η μοντελοποίηση των προτιμήσεων του αποφασίζοντος και
3. Ο εντοπισμός ικανοποιητικών λύσεων

Όσον αφορά τους παραπάνω τρεις στόχους, ο Roy το 1996 πρότεινε ένα γενικό μεθοδολογικό πλαίσιο, το οποίο ακολουθείτε στην πολυκριτήρια ανάλυση. Το παρόν πλαίσιο αποτελείται από τέσσερα διαδοχικά και αλληλοεπιδρώντα στάδια, τα οποία παρουσιάζονται στο Σχήμα 3.1.

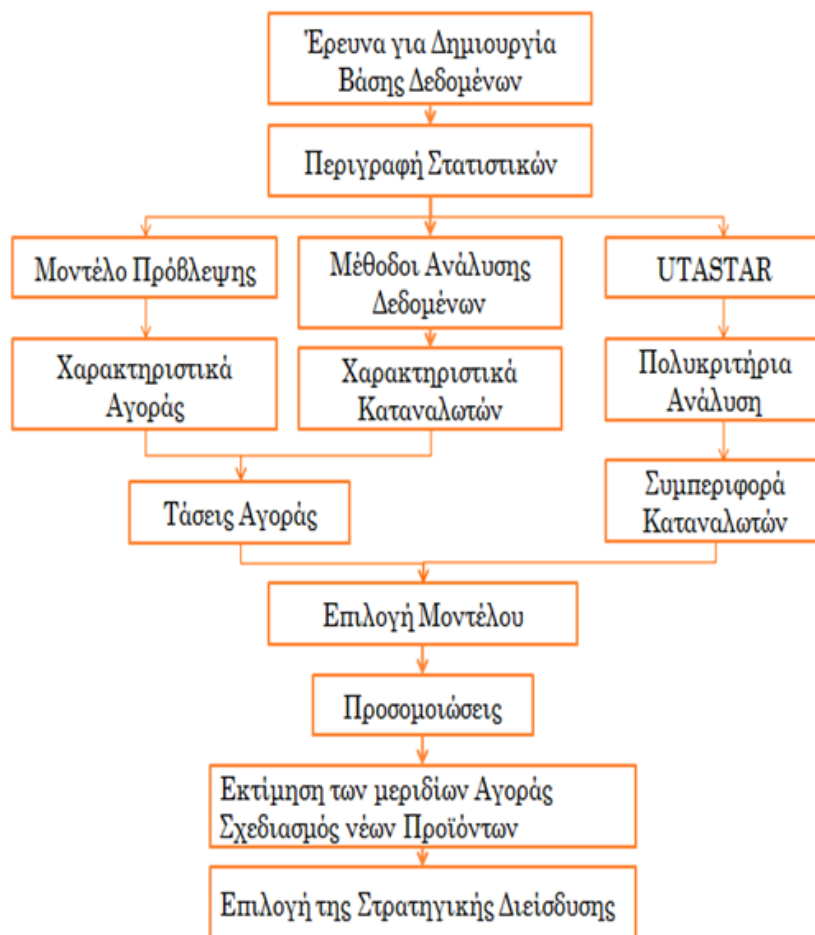


Σχήμα 3. 1: Μεθοδολογικό πλαίσιο πολυκριτήριας ανάλυσης

- Αντικείμενο της απόφασης: Σχετίζεται με τον προσδιορισμό του συνόλου των εναλλακτικών ενεργειών και ορίζεται από τον αποφασίζοντα η προβληματική της ανάλυσης. Τα είδη της προβληματικής ανάλυσης είναι τα εξής:
  - Προβληματική α-επιλογή
  - Προβληματική β-ταξινόμηση
  - Προβληματική γ-κατάταξη
  - Προβληματική δ-περιγραφή
- Συνεπής οικογένεια κριτηρίων: είναι το σύνολο των κριτηρίων, το οποίο πρέπει να συγκεκριμένες ιδιότητες, οι οποίες σχετίζονται με τη μονοτονία, την επάρκεια και τον μη πλεονασμό.
- Μοντέλο ολικής προτίμησης: στο παρόν στάδιο πραγματοποιείται η σύνθεση των κριτηρίων σύμφωνα με ένα μοντέλο ολικής προτίμησης, σύμφωνα με το οποίο λαμβάνεται υπόψη η επιλεγείσα προβληματική και με βάση αυτή συγκρίνονται όλες οι εναλλακτικές ενέργειες.
- Υποστήριξη της απόφασης: πραγματοποιείται η επεξεργασία και η εφαρμογή διαφόρων σεναρίων και αναζητούνται λύσεις στα ερωτήματα που θέτει ο αποφασίζοντας.

### 3.3 Η ΜΕΘΟΔΟΣ MARKEX

Μια νέα μέθοδος, για την ανάπτυξη νέων προϊόντων και ένα έξυπνο ΣΥΑ (Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων), ονομάζεται MARKEX, η οποία είναι μια εφαρμογή της παρούσας μεθοδολογίας. Όσον αφορά το σύστημα MARKEX δύναται να υποστηρίξει τους φορείς σχετικά με τη λήψη μιας απόφασης στα διάφορα στάδια της ανάπτυξης ενός προϊόντος. Οι βάσεις δεδομένων του συστήματος περιέχει τα αποτελέσματα της έρευνας, τα οποία σχετίζονται με τους καταναλωτές, καθώς επίσης και τα οικονομικά στοιχεία των επιχειρήσεων, οι οποίες συμμετέχουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Το βασικό μοντέλο, το οποίο περιλαμβάνει το σύστημα είναι ότι δύναται να πραγματοποιηθεί στατιστική ανάλυση, ανάλυση προτιμήσεων και τέλος, τα μοντέλα εκτίμησης των μεριδίων αγοράς για το σχεδιασμό των νέων προϊόντων. (Σχήμα 3.2)



Σχήμα 3. 2: Διαγραμματική απεικόνιση του MARKEX

Ο Σίσκος και ο Ματσατσίνης (1993) πρότειναν μια πρωτότυπη μεθοδολογία που σχετίζεται με τις προτιμήσεις των καταναλωτών και βοηθάει τις επιχειρήσεις σχετικά με την σχεδίαση νέων προϊόντων. Κατά τη διάρκεια της έρευνας αγοράς, κάθε καταναλωτής αξιολογεί τα προϊόντα, τα οποία συμμετέχουν στην έρευνα, σύμφωνα με

τα κριτήρια, τα οποία έχουν ορισθεί. Τέλος, ο κάθε καταναλωτής καλείται να ταξινομήσει τα προϊόντα με βάση την προτίμησή του. Προκειμένου να επιτευχθεί η παρούσα συλλογή δεδομένων, απαιτείται ένα ειδικό ερωτηματολόγιο. Αρχικά πραγματοποιείται στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας. Έπειτα, με τη χρήση κατάλληλων μοντέλων πραγματοποιείται ανάλυση των δεδομένων προκειμένου να καθοριστούν τα χαρακτηριστικά των καταναλωτών. Η μέθοδος UTASTAR εφαρμόζεται στις πολυκριτήριες επιλογές των καταναλωτών προκειμένου να καθοριστούν τα κριτήρια επιλογής για κάθε μια από αυτές. Η χρήση των μοντέλων επιλογής προϊόντος δίνει τη δυνατότητα προσομοίωσης της αγοράς και τον υπολογισμό των μεριδίων αγοράς των ανταγωνιστικών προϊόντων, τα οποία λαμβάνουν μέρος στην έρευνα. Το επόμενο βήμα αφορά τον σχεδιασμό του νέου προϊόντος με τη χρήση της πολυκριτήριας εκτίμησης. Αυτό ακολουθείται από την εφαρμογή διαφόρων σεναρίων. Έπειτα την εισαγωγή του νέου προϊόντος στο σύστημα, υπολογίζονται εκ νέου τα μερίδια αγοράς με τη χρήση μοντέλου που είναι επιλέγεται από τον χρήστη είτε από το ίδιο το σύστημα. Τέλος, με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμογής των διαφόρων σεναρίων, λαμβάνεται η απόφαση της καταλληλότερης στρατηγικής διείσδυσης του νέου προϊόντος στην αγορά.

### **3.4 ΟΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΛΗΨΗ ΟΜΑΔΙΚΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι τρεις τεχνικές, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν στην πορεία της μελέτης της παρούσας διατριβής για την εξαγωγή πολύτιμων αποτελεσμάτων και κατά συνέπεια συμπερασμάτων. Αρχικά παρουσιάζεται ο αλγόριθμος NAI και οι μαθηματικές εξισώσεις, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίησή του στη Matlab, έπεται ο κανόνας της πλειοψηφίας των συγκρίσεων ανά ζεύγη (pairwise comparison majority rules) και τέλος παρουσιάζεται ο αλγόριθμος Yager.

#### **3.4.1 Ο αλγόριθμος NAI**

Ξεκινώντας με ατομικές και αριθμητικές κατατάξεις των εναλλακτικών, ο προτεινόμενος αλγόριθμος προσπαθεί να αυξήσει τις πιθανότητες επίτευξης ομοφωνίας, οι αποφασίζοντες οφείλουν να:

- Επιδεικνύουν κάποια ευελιξία όσον αφορά την προσωπική τους εκτίμηση των προτιμήσεων και
- Έχουν την ικανότητα να αναγνωρίζουν τις ανταλλάξιμες ή διαπραγματεύσιμες εναλλακτικές.

Ο αλγόριθμος NAI (Yen J. and Bui Tung X., 1999) βοηθάει τους αποφασίζοντες ώστε να μετρήσουν την ευελιξία τους, σχετικά με την ατομική τους εκτίμηση στις προτιμήσεις, εξετάζοντας την κατανομή των προτιμήσεών τους μεταξύ των εναλλακτικών. Η αριθμητική κατάταξη των εναλλακτικών είναι μια συνάρτηση δύο παραγόντων, οι οποίοι είναι οι εξής:

1. Ο συνολικός αριθμός των εναλλακτικών που εκτιμώνται

2. Η κατανομή της μερικής διαφοράς μεταξύ των εναλλακτικών είναι σπανίως ομοιόμορφη

Ο αλγόριθμος NAI χαρακτηρίζεται από τρεις λειτουργίες, οι οποίες είναι η διαστολή, η συστολή και η διατομή. Όσον αφορά τη λειτουργία της διαστολής γίνεται προσπάθεια εντοπισμού των πιθανών περιοχών του συμβιβασμού. Στην πράξη, αυτό σημαίνει, ότι ένας αποφασίζοντας αρχικά κατατάσσει τις εναλλακτικές με βάση τις προτιμήσεις του. Συνεπώς η πρώτη επιλογή του είναι εκείνη, η οποία θα επέλεγε εν τέλει. Πάντως εκτός της περίπτωσης που η επιλεγείσα εναλλακτική υπερέχει προφανώς των ισοδύναμων της, δεν υπάρχει κανένας λόγος γιατί η επόμενη καταταγείσα εναλλακτική να μην μπορεί να μελετηθεί ως μια συγκρίσιμη αποδεκτή λύση. Το ίδιο μπορεί να ισχύει και για όλες τις επόμενες εναλλακτικές.

Ο αλγόριθμος NAI κάνει χρήση δυο διαφορετικών τεχνικών προκειμένου να πραγματοποιήσει την ομαδοποίηση των καταταγμένων εναλλακτικών, οι οποίες είναι:

- Το προτιμώμενο σύνολο εναλλακτικών και
- Το λιγότερο προτιμώμενο σύνολο εναλλακτικών

Με αυτό τον τρόπο προκύπτουν πολύ μικρές διαφορές στις προτιμήσεις μεταξύ των εναλλακτικών με αποτέλεσμα να μη δύναται να διαχωριστούν από τους αποφασίζοντες. Συνεπώς, γίνεται ευκολότερη η διαπραγμάτευση με τον αποφασίζοντα. Άρα, η ομαδοποίηση των εναλλακτικών, των οποίων οι τιμές των εκτιμήσεων είναι πολύ κοντινές, αντιστοιχεί στην διερεύνηση (διαστολή) του διαστήματος προτίμησης των αποφασιζόντων από μια καλή εναλλακτική σε ένα σύνολο προτιμώμενων εναλλακτικών.

Όσον αφορά τη δεύτερη φάση του αλγορίθμου, τη λειτουργία συστολής (contraction) έχοντας δεδομένο ένα υποσύνολο συγκρίσιμων ικανοποιητικών εναλλακτικών, το οποίο έχει προκύψει από τη λειτουργία της διαστολής, η οποία περιγράφηκε προηγουμένως, η παρούσα λειτουργία αναγνωρίζει τις εναλλακτικές, οι οποίες διαθέτουν μια ισχυρότερη κατανομή προτιμήσεων έναντι των άλλων.

Τέλος, τρίτη λειτουργία, η οποία είναι η διατομή παράγει μια συλλογική λύση ή λύσεις, τις οποίες αποδέχονται όλα τα μέλη των αποφασιζόντων. Η ομοφωνία έχει επιτευχθεί εφόσον υπάρχει τουλάχιστον μια εναλλακτική, η οποία εμφανίζεται σε κάθε υποσύνολο των αποφασιζόντων στο οποίο υπάρχουν οι πλέον προτιμώμενες εναλλακτικές.

Ουσιαστικά προκύπτει μια συλλογική απόφαση, η οποία να μην μπορεί να μην είναι ομόφωνη αλλά στην ουσία να είναι αποδεκτή από όλους. Στην περίπτωση όμως που η λειτουργία της διατομής δεν δύναται να αναγνωρίσει μια συλλογική λύση, τότε αυτό μπορεί να είναι μια ένδειξη ότι η αναζήτηση ομοφωνίας θα πρέπει να αντικατασταθεί από κάποιας μορφής άρση των συγκρούσεων. (Ματσατσίνης, 2010)

Στη συνέχεια θα αναπτυχθούν οι εξισώσεις, οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη του αλγορίθμου NAI στο περιβάλλον της Matlab προκειμένου να προκύψουν τα απαραίτητα αποτελέσματα για την ομαδοποίηση των πελατών.

Σύμφωνα με τον αλγόριθμο NAI γίνεται κατανοητό ότι η κατανομή των προτιμήσεων μεταξύ των εναλλακτικών εκφράζει το βαθμό συσχέτισης μεταξύ των εναλλακτικών επιλογών. Οι εναλλακτικές εκφράζονται με αριθμητικές (cardinal) προτιμήσεις και πραγματοποιείται μια φθίνουσα ταξινόμηση με βάση τη σημαντικότητα κάθε εναλλακτικής. Συνεπώς:

$r_i$ : η σχετική προτίμηση της πλέον προτιμώμενης εναλλακτικής και

$r_n$ : η σχετική προτίμηση της λιγότερο προτιμώμενης εναλλακτικής.

Συνεπώς προκύπτει ένα διάνυσμα  $r_i$  όπου αποτελείται από τα  $R_i$ , τα οποία είναι η συνολική προτίμηση που ο αποφασίζων δίνει για κάθε εναλλακτική  $i$ .

Ο δείκτης προτίμησης των εναλλακτικών συμβολίζεται με  $SI_{i,j}$  για κάθε αποφασίζοντα  $j$  και υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$SI_{i,j} = \left(\frac{1}{j}\right) * M \quad (3.1)$$

όπου,

$$M = \left(\frac{1}{j-1}\right) * M_k \quad (3.2)$$

$$M_k = \left[ \frac{\frac{R_k}{k}}{\frac{R_j - R_k}{j-k}} \right] \quad (3.3)$$

με  $j = 2, \dots, n$  και  $k = 1, 2, \dots, j-1$

Το  $M_k$  είναι ο λόγος της συνολικής προτίμησης ανά εναλλακτική αποδιδόμενης στις καλύτερες εναλλακτικές προς των υπολοίπων εναλλακτικών. Όπου  $M$  είναι το μέσο όρο των  $M_k$ . Ο δείκτης δόμησης τοποθετεί τον μέσο όρο των  $M_k$  σε μια βάση ανά εναλλακτική και η τιμή του είναι μια συνάρτηση του πλήθους των εναλλακτικών  $j$ , καθώς επίσης και η κατανομή των προτιμήσεων του αποφασίζοντα.

Ο δείκτης  $SI_{i,j}$  παίρνει τιμές μεταξύ  $\frac{1}{j}$  και  $\infty$ , το οποίο δείχνει ότι ο αποφασίζων είναι πλήρως αδιάφορος για τις παρούσες εναλλακτικές. Αυτό σημαίνει ότι κυριαρχεί η μέγιστη ‘έλλειψη ισορροπίας’ μεταξύ της κατανομής των προτιμήσεων. Αν η τιμή του δείκτη δόμησης προσεγγίζει την τιμή  $\frac{1}{j}$  τότε υπάρχει η πιθανότητα ο αποφασίζων αν διαπραγματευτεί την επιλογή του με τους υπόλοιπους αποφασίζοντες. Στην περίπτωση όμως που η τιμή του  $SI_{i,j}$  μεγαλώνει τότε αντίστοιχα δυσχεραίνει και η δυνατότητα ευελιξίας του αποφασίζοντα για διαπραγμάτευση της επιλογής του. Συνεπώς, θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα όσον αφορά την ανάλυση της κατάστασης στην περίπτωση που η τιμή του  $SI_{i,j}$  μεγαλώνει και ο αποφασίζων έχει ισχυρή προτίμηση για ένα μικρό υποσύνολο εναλλακτικών προκειμένου να επιτευχθεί η ομοφωνία.

Στη συνέχεια αναλύονται τα βήματα του αλγορίθμου, τα οποία είναι τα εξής:

Βήμα 1<sup>ο</sup> : Η λειτουργία της συστολής (expansion operation)



Έστω  $n$  ένα σύνολο προδιαταγμένων εναλλακτικών. Ο στόχος της λειτουργίας της διαστολής είναι να καθοριστούν τα υποσύνολα των προτιμώμενων εναλλακτικών. Τα παρόντα υποσύνολα θα αποτελούνται από τις  $p_i^*$  καλύτερες εναλλακτικές, δηλαδή εκείνες που βρίσκονται στην πρώτη θέση της κατάταξης, οι οποίες είναι και οι προτιμώμενες από τις  $n - p_i^*$  εναπομείναντες εναλλακτικές. Η διαδικασία υπολογισμού του  $p_i^*$  προτιμώμενων εναλλακτικών αναλύεται στη συνέχεια:

- Ορίζονται τα  $n-1$  υποσύνολα εναλλακτικών και η διαδικασία είναι η εξής, αρχικά το πρώτο υποσύνολο αποτελείται από τις πρώτες δύο εναλλακτικές, το δεύτερο αποτελείται από τις τρεις πρώτες εναλλακτικές και το  $n-1$  υποσύνολο είναι ολόκληρο το σύνολο ( $j=n$ ). Όπου  $j$  είναι το πλήθος των εναλλακτικών για κάθε υποσύνολο.
- Για κάθε ένα υποσύνολο χωριστά υπολογίζεται ο δείκτης δόμησης του υποσυνόλου των πρώτων προτιμήσεων,  $j$ , του  $SI_{i,j}$  για τον αποφασίζοντα  $i$  ( $j=2, \dots, n$ ) και  $SI_{i,j} = \{ SI_{i,2}, \dots, SI_{i,n} \}$ .
- Επιλέγεται το προτιμώμενο υποσύνολο,  $p_i^*$ , το οποίο είναι εκείνο με την μικρότερη τιμή του δείκτη  $SI_{i,j}$ , δηλαδή,  $SI_{i,p_i^*} = \min \{ SI_{i,j} \}$ .

Ο λόγος, ο οποίος επιλέγεται η μικρότερη τιμή του  $SI_{i,j}$  και ορίζεται σε αυτό το σημείο το σημείο αποκοπής είναι διότι υπάρχει μια πιο ομοιόμορφη κατανομή των προτιμήσεων μεταξύ των εναλλακτικών. Με αυτόν τον τρόπο επιλέγοντας το υποσύνολο  $p_i^*$ , το οποίο έχει την ελάχιστη τιμή  $SI_{i,j}$ , ως σημείο αποκοπής, θεωρείται ότι ο αποφασίζων  $i$  έχει περισσότερο ή λιγότερο καταναίμει τις προτιμήσεις του μεταξύ των εναλλακτικών.

Βήμα 2<sup>ο</sup> : Η λειτουργία της συστολής (contraction)

Η λειτουργία της συστολής έχει σαν στόχο να ανακαλυφθούν τα υποσύνολα, τα οποία ανήκουν στα πλέον προτιμώμενα υποσύνολα από τα προτιμώμενα σύνολα. Έστω  $p_i^*$  το σύνολο των προτιμώμενων εναλλακτικών, πραγματοποιείται η εύρεση ενός δεύτερου σημείου αποκοπής, το οποίο δύναται να υπολογιστεί με τα ακόλουθα βήματα:

- Ορίζεται ένα  $p_i^*-1$  υποσύνολα εναλλακτικών επιλογών αλλά μελετώντας από κάτω προς τα πάνω (bottom-up). Το πρώτο υποσύνολο αποτελείται από  $p_i^*$  εναλλακτικές και μελετώντας το από κάτω προς τα πάνω αφαιρούμε την πρώτη επιλογή. Με αντίστοιχο τρόπο δημιουργούνται και τα υπόλοιπα υποσύνολα εναλλακτικών επιλογών. Γενικά ισχύει ότι για να δημιουργηθεί ένα υποσύνολο  $p_i^* - 1$  θα πρέπει να περιέχει μόνο μια εναλλακτική, η οποία θα είναι εκείνη που βρίσκεται ακριβώς πάνω από το σημείο αποκοπής.
- Πραγματοποιείται ο υπολογισμός του αριθμητικού μέσου  $r_{i,m^*}$  των αριθμητικών προτιμήσεων (cardinal) για κάθε υποσύνολο  $m^*$  ( $m^*=1, \dots, p_i^*-1$ ), το οποίο αντιστοιχεί στο πρώτο έως το  $p_i^* - 1$  από κάτω υποσύνολο.
- Για κάθε υποσύνολο υπολογίζεται ο δείκτης λόγου προτίμησης,  $C_{i,m^*}$ , από την εξίσωση που έπεται:

$$C_{i,m^*} = \frac{r_{i,m^*}}{r_{i,m^*}} \quad (3.4)$$

όπου,

$r_{i,m^*}$ : αριθμητική προτίμηση (cardinal preference) της εναλλακτικής  $m^*$

Η παρούσα εναλλακτική είναι η τελευταία καλύτερη εναλλακτική, η οποία ορίζεται από ένα σημείο αποκοπής, το οποίο διαχωρίζει το κάτω από τις από πάνω εναλλακτικές. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι αριθμητικές προτιμήσεις κανονικοποιούνται εκ νέου στο προτιμώμενο σύνολο  $p_i^*$  ώστε το άθροισμά τους να ισούται με μονάδα.

- Τέλος, επιλέγεται το δεύτερο σημείο αποκοπής  $m_i^*$  για τη μεγιστοποίηση του δείκτη προτίμησης  $C_{i,m^*}$ , δηλαδή ( $\max \{ C_{i,m^*} \}$ ),

όπου,  $m^* = 1, 2, 3, \dots, p_i^* - 1$ .

Συνεπώς οι εναλλακτικές, οι οποίες βρίσκονται πάνω από το δεύτερο σημείο αποκοπής θεωρούνται οι περισσότερες προτιμώμενες. Θεωρώντας ότι ο αποφασίζων δεν έχει την πρόθεση να αφήσει τις παρούσες εναλλακτικές εκτός. Στην περίπτωση που υπάρχει πλήρη αδιαφορία από τον αποφασίζοντα όλα τα  $C_{i,m^*} = 1$  άρα είναι μέγιστα και συνεπώς θα πρέπει να τεθεί  $m^* = p_i^*$ .

Βήμα 3<sup>ο</sup> : Η λειτουργία της διατομής (intersection operation)

Στο τελευταίο στάδιο αφότου έχουν προκύψει όλα τα υποσύνολα  $p^*$  των προτιμώμενων εναλλακτικών, δύναται να εκτελεστεί η λειτουργία της διατομής. Με την παρούσα λειτουργία αναγνωρίζονται όλες οι πιθανές ομόφωνες λύσεις που μπορεί να υπάρχουν. Η παρούσα λειτουργία θα μπορούσε να εφαρμοστεί και στις λιγότερο προτιμώμενες εναλλακτικές. Με αυτόν τον τρόπο θα προκύψει ένα σύνολο εναλλακτικών επιλογών υποκείμενων σε τελικές διαπραγματεύσεις.

Στη συνέχεια αναλύονται άλλοι δυο μέθοδοι, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και οι οποίοι βοηθάνε στην διαδικασία λήψης μιας απόφασης.

### 3.4.2 Ο κανόνας της πλειοψηφίας των συγκρίσεων ανά ζεύγη (Pairwise comparison majority rule)

Αρχικά θα αναλυθεί ο κανόνας της πλειοψηφίας των συγκρίσεων ανά ζεύγη (pairwise comparison majority rule). Η μέθοδος του Condorcet έχει ως βάση τη σύγκριση ανά ζεύγη. Αυτό σημαίνει ότι η εναλλακτική, η οποία λαμβάνει τη μέγιστη τελική τιμή σε σύγκριση με τις υπόλοιπες εναλλακτικές είναι και η προτιμώμενη. Ο υπολογισμός της παρούσας τιμής γίνεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$\text{Max} = \left[ \sum_{d=1}^m \sum_{i=1}^n \sum_{a_i > a_k} O_{a_j a_k d} \right] \quad (3.5)$$

### 3.4.3 Ο αλγόριθμος Yager

Στη συνέχεια αναλύεται ο αλγόριθμος Yager (2001), ο οποίος σχετίζεται με το πρόβλημα της σύνθεσης των προτιμήσεων πολλαπλών πρακτόρων για ένα σύνολο πιθανών εναλλακτικών. Ο παρόν αλγόριθμος το μόνο που απαιτεί είναι η κατάταξη των εναλλακτικών επιλογών όπως δίνεται από κάθε πελάτη. Δηλαδή, μια εναλλακτική A προτιμάται έναντι της B. Με αυτή την ελάχιστη πληροφόρηση δύναται να δημιουργηθεί μια ομάδα, η οποία θα έχει την ομόφωνη κατάταξη των εναλλακτικών.

Ο αλγόριθμος Yager ακολουθεί τα ακόλουθα βήματα:

- Κατασκευή και αναδιοργάνωση των διανυσμάτων προτίμησης.
- Καθορισμός της σειράς ανάγνωσης.
- Κατασκευή της ενιαίας συναινετικής διάταξης.

Αρχικά διαμορφώνεται το σύνολο των εναλλακτικών,  $X_n$  για τους αποφασίζοντες  $D=\{D_1, D_2, \dots, D_m\}$ . Στη συνέχεια κάθε αποφασίζων  $D_j$  ( $j=1,2,\dots,m$ ) κατατάσσει τις εναλλακτικές επιλογές σύμφωνα με τις προτιμήσεις του.

$$P_{j=1,2,\dots,m} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}$$

όπου,

$P_j(i)$ : η διάταξη των εναλλακτικών,  $n$ , του αποφασίζοντα,  $j$ .

Επιπλέον θεωρούνται γνωστές οι σημαντικότητες των πρακτόρων, δηλαδή ποιος πράκτορας θεωρείται πιο σημαντικός έναντι των υπολοίπων. Συνεπώς με αυτόν τον τρόπο κατατάσσονται και οι πράκτορες. Γενικά θεωρείται ότι η ιεράρχηση των πρακτόρων έχει γίνει κατά τον παρακάτω τρόπο:

$$D_1 > D_2 > \dots > D_m$$

Η παραπάνω ανίσωση δείχνει ότι ο πελάτης  $D_j$  είναι πιο σημαντικός από τον  $D_i$  για κάθε  $i > j$ . Στην παρούσα διάταξη παρατηρείται ότι ο πελάτης  $D_1$  είναι σημαντικότερος από όλους όσους έπονται αυτού και αντίστοιχα για τους υπόλοιπους πελάτες.

Ο αλγόριθμος Yager (2001) είναι ο ακόλουθος:

Βήμα 1<sup>ο</sup>: Δημιουργείται το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών  $S=X$

Βήμα 2<sup>ο</sup>: Αρχικοποιείται η λίστα της κοινής διάταξης προτίμησης  $P$ :  $P = \emptyset$

Βήμα 3<sup>ο</sup>: Τίθεται:  $k=1$ ,  $i = j$  και  $j = n$

Βήμα 4<sup>ο</sup>: Πραγματοποιείται η εύρεση του  $u$  τέτοιο ώστε να ισχύει  $L(k) = D_u$ . Δηλαδή γίνεται η κατάταξη των αποφασιζόντων και εντοπίζεται εκείνος, ο οποίος βρίσκεται στην ισχυρότερη θέση της λίστας  $L$ . Ξεκινάει η μελέτη των αποφασιζόντων από τον πιο ισχυρό και συνεχίζει με τους υπόλοιπους κατά σειρά.

Βήμα 5<sup>ο</sup>: Γίνεται ανάκτηση της  $P_u(i)$ . Δηλαδή, ξεκινάει από την εύρεση της λιγότερο προτιμώμενης εναλλακτικής του πιο σημαντικού αποφασίζοντα.

Βήμα 6<sup>ο</sup>: Αν  $P_u(i) \in S$  τότε πηγαινε στο Βήμα 9. Στο παρόν σημείο του αλγορίθμου ελέγχεται αν η εναλλακτική, η οποία μελετάτε υπάρχει ήδη στη λίστα.

Βήμα 7<sup>ο</sup>: Αν  $P_u(i) \in S$  τότε:

1.  $P(j) = P_u(i)$
2.  $j = j - 1$
3. Διαγράφεται η εναλλακτική  $P_u(i)$  από το σύνολο  $S$ . Τοποθετείται η  $P_u(i)$  στη θέση  $j$  της λίστας  $P$ .

Βήμα 8<sup>ο</sup>: Αν  $j = 0$  τότε περατώνει ο αλγόριθμος.

Βήμα 9<sup>ο</sup>: Αν  $k \neq m$  τότε  $k = k + 1$ . Στο παρόν σημείο ελέγχεται ο αριθμός των αποφασιζόντων.

Αν  $k = m$  τότε  $k=1$  και  $i = i-1$ . Τελευταίος αποφασίζων.

Βήμα 10<sup>ο</sup>: Πήγαινε στο Βήμα 4.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα προηγούμενα κεφάλαια παρουσιάστηκε το θεωρητικό υπόβαθρο και όλοι οι μέθοδοι για λήψη ομαδικών αποφάσεων καθώς και οι μαθηματικές εξισώσεις, στις οποίες θα βασιστεί η ανάπτυξη της προτεινόμενης μεθοδολογίας της παρούσας διατριβής.

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται πιο συγκεκριμένα το πρόβλημα, το οποίο τίθεται προς επίλυση, καθώς και ο τρόπος επίλυσής του.

### 4.2 ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Το πρόβλημα προς επίλυση, το οποίο τίθεται είναι η ομαδοποίηση των ατόμων – καταναλωτών έπειτα από την εφαρμογή των μεθόδων για λήψη ομαδικών αποφάσεων. Ουσιαστικά θα πραγματοποιηθεί ανάπτυξη και εφαρμογή μεθόδων για τη διερεύνηση των δυνατοτήτων ομαδοποίησης με βάση την ανάλυση της συμπεριφοράς των αποφασιζόντων με εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών από το χώρο της πολυκριτήριας ανάλυσης στην λήψη ομαδικών αποφάσεων, της σύνθεσης των προτιμήσεων των αποφασιζόντων για επίλυση του προβλήματος της λήψης ομαδικών αποφάσεων σε συστήματα ευφύων πρακτόρων.

Για την επίλυση του παραπάνω προβλήματος ακολουθείται η μεθοδολογία, η οποία περιγράφεται στην συνέχεια. Από την ανάλυση που έγινε στις προηγούμενες ενότητες γίνεται κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας των μεθόδων, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν για την επίτευξη του στόχου της διατριβής. Στη συνέχεια αναλύονται τα βήματα, τα οποία ακολουθούνται για την υλοποίηση της μεθοδολογίας.

#### **Βήμα 1<sup>ο</sup>:**

Αρχικά επιλέχθηκαν τα δεδομένα, στα οποία θα εφαρμοστεί η μέθοδος της αναλυτικής – συνθετικής προσέγγισης, UTASTAR, από την οποία θα παρθούν πληροφορίες σχετικά με τις προτιμήσεις, τις μερικές και ολικές χρησιμότητες, οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την ομαδοποίηση των ατόμων – καταναλωτών. Τα αποτελέσματα της μεθόδου παίρνονται για κάθε έναν πελάτη χωριστά, υλοποιώντας επαναλαμβανόμενα την UTASTAR για κάθε έναν, καθώς δέχεται ως είσοδο μόνο έναν πελάτη.

## Βήμα 2<sup>ο</sup>:

Με τη χρήση των αποτελεσμάτων της UTASTAR θα εφαρμοστούν ορισμένοι μέθοδοι για τη λήψη ομαδικών αποφάσεων (NAI, Yager, Condorcet, Pessemier). Το κοινό στοιχείο και για τις τρεις μεθόδους (NAI, Yager, Condorcet) λήψης ομαδικών αποφάσεων είναι ότι δέχονται ως είσοδο την κατάταξη των εναλλακτικών από τους αποφασίζοντες. Η κάθε μια μέθοδος επιστρέφει, με διαφορετική διαδικασία, όπως αυτή περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3.4, τη συναινετική τελική απόφαση. Επιλέχθηκαν οι παραπάνω μέθοδοι διότι αρχικά στόχος ήταν να υλοποιηθεί ο αλγόριθμος NAI σε περιβάλλον της Matlab και στη συνέχεια οι υπόλοιπες μεθοδολογίες έχουν ως κοινό την είσοδο, την κατάταξη των αποφασιζόντων, και με απλή εφαρμογή στο excel δύναται να παρθούν τα αποτελέσματα για το πλήθος των αποφασιζόντων, 29 αποφασίζοντες.

Οι προτιμήσεις (preferences) ταξινομούνται σαν μέθοδοι προσανατολισμένες στο περιεχόμενο (content - oriented) και μπορούν να αποθηκευτούν σε βάση ομαδικών μοντέλων. Υπάρχουν τουλάχιστον τρεις λόγοι που αιτιολογούν την ανάγκη να έχουμε περισσότερες από μια τεχνικές ομαδικής απόφασης (Ματσατσίνης, 2010):

- Υπάρχουν δυο διαφορετικές μορφές των αποτελεσμάτων εξόδου που συνηθώς βρίσκονται στην πολυκριτήρια λήψη αποφάσεων (MCDM) με απλούς χρήστες. Η πρώτη μορφή αποτελεσμάτων είναι ο πίνακας των σχέσεων υπεροχής και η δεύτερη μορφή είναι ένα διάνυσμα της ποιοτικής ή διάταξης (ordinal) ή αριθμητικής – ποσοτικής (cardinal) κατάταξης των προτιμήσεων. Ο αλγόριθμος θα πρέπει να υποστηρίζει και τους δύο τύπους αποτελεσμάτων.
- Δεν δύναται καμία από τις πιο γνωστές τεχνικές σύνθεσης των προτιμήσεων να ικανοποιεί και τις πέντε συνθήκες, οι οποίες αναφέρονται στο θεώρημα της αδυνατότητας του Arrow (1963). Επιλέγεται να συνδυαστούν τρεις μέθοδοι (NAI, Yager, Condorcet) ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μια προσπάθεια μείωσης των επιπτώσεων της έλλειψης μιας τέλει τεχνικής.
- Ο συνδυασμός των τεχνικών απόφασης, στην παρούσα διατριβή θα πραγματοποιηθεί συνδυασμός τριών τεχνικών, μπορεί να αυξήσει τις ευκαιρίες να φθάσουμε σε ομοφωνία ή μπορούν τουλάχιστον να αποτελέσουν μια καλύτερη βάση για συμφωνία και διαπραγμάτευση.

Οι τεχνικές σύνθεσης των προτιμήσεων, οι οποίες αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3.4 και εφαρμόζονται στη συνέχεια, υλοποιούνται χρησιμοποιώντας τους ακόλουθους ορισμούς:

- $n$ : ο αριθμός των εναλλακτικών επιλογών
- $m$ : ο αριθμός των αποφασιζόντων
- $a_i$ : η εναλλακτική επιλογή ( $i = 1, 2, \dots, n$ )
- $d_j$ : ο αποφασίζων ( $j = 1, 2, \dots, m$ )
- $r_{aid}$ : η αριθμητική – ποσοτική (cardinal) κατάταξη της εναλλακτικής επιλογής  $a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) από τον αποφασίζοντα  $d_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ )

$\sum r_{ai} = 1$ : ισχύει για κάθε αποφασίζοντα  $d$

$c_{aid}$ : η βαθμωτή – ποιοτική (ordinal) κατάταξη των εναλλακτικών  $a_i$  ( $i= 1, 2, \dots, n$ ) από τον αποφασίζοντα  $d_j$  ( $j= 1, 2, \dots, m$ )

$O_{ai akd}$ : η σχέση υπεροχής όπου:

- αν είναι ίσο με μονάδα τότε αποτελεί ένδειξη ότι η  $a_i$  υπερέχει της  $a_k$  ( $I, k = 1, 2, \dots, n$ ) σύμφωνα με τον αποφασίζοντα  $d_j$  ( $j = 1, 2, \dots, m$ )
- αν είναι ίσο με μηδέν τότε δεν υπάρχει σχέση υπεροχής

Κατά αυτόν τον τρόπο, με την υλοποίηση των τριών μεθόδων (NAI, Yager και Condorcet) δύναται να προταθεί μια εναλλακτική με πιο ασφαλή τρόπο και πιθανότητα ομοφωνίας.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## ΕΦΑΡΜΟΓΗ

### 5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η λογική της υλοποίησης σε MATLAB του αλγορίθμου ΝΑΙ καθώς και τα δεδομένα, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την εύρεση της προτιμώμενης εναλλακτικής με την εφαρμογή των μεθόδων που αναλύθηκαν στο κεφάλαιο 3 και παρατίθενται τα αποτελέσματα και η διάταξη του κάθε πελάτη.

### 5.2 ΠΗΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα δεδομένα εισόδου που επιλέχθηκαν για την εφαρμογή και των τριών μεθόδων πάρθηκαν από έρευνα, την οποία είχαν πραγματοποιήσει οι Siskos, Matsatsinis, Baourakis (2001).

Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκαν τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι διότι χρειάζονται οι κατατάξεις των αποφασίζοντων σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους στις εναλλακτικές, κάτι το οποίο δεν είναι εύκολα διαθέσιμο από τους οργανισμούς.

Τα δεδομένα αποτελούνταν από 29 αποφασίζοντες, 6 εναλλακτικές (προϊόντα λαδιού) και 6 κριτήρια. (πίνακας 5.1)

Πίνακας 5. 1: Χαρακτηριστικά δεδομένων

Εναλλακτικές (Προϊόντα)	Κωδικοποίηση εναλλακτικών	Κριτήρια
Carapelli	1	Χρώμα
Hediard	2	Γνώμη
Jarre d'OR	3	Άρωμα
Kolymvari	4	Συσκευασία
Lerida	5	Τιμή
Puget	6	Γεύση

### 5.3 ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΝΑΙ

Η υλοποίηση του αλγορίθμου ΝΑΙ πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον Matlab. Για τις ανάγκες της έρευνας πέραν του αλγορίθμου ΝΑΙ εφαρμόστηκαν επιπλέον



μέθοδοι (ο κανόνας της πλειοψηφίας των συγκρίσεων ανά ζεύγη και ο αλγόριθμος Yager).

Αρχικά πάρθηκαν τα αποτελέσματα από την Utastar για 29 πελάτες τα οποία σχετίζονταν με τις χρησιμότητες και τα βάρη για κάθε εναλλακτική που απέδιδαν οι αποφασίζοντες. Ο λόγος, ο οποίος χρησιμοποιήθηκαν 29 πελάτες είναι διότι για αυτούς τους πελάτες ήταν διαθέσιμα τα αποτελέσματα από την Utastar, τα οποία παρουσιάζονται αναλυτικότερα στη συνέχεια. Στη συνέχεια, επιλέχθηκε ως είσοδος το φύλλο του excel με τα δεδομένα των χρησιμοτήτων σε συνδυασμό με την κατάταξη των εναλλακτικών που έδινε κάθε αποφασίζοντας και ορίστηκαν ως είσοδοι. Στη πρώτη γραμμή του πίνακα είναι οι εναλλακτικές, τα προϊόντα, και στην πρώτη στήλη οι αποφασίζοντες, users, όπως φαίνεται και στον πίνακα 5.2 που ακολουθεί.

Πίνακας 5. 2: Είσοδος του Αλγορίθμου NAI (χρησιμότητες)

	CARAPELLI	HEDIARD	JARRE d'OR	KOLYMVARI	LERIDA	PUGET
user1	0,575	0,625	0,7875	0,475	0,525	0,8375
user2	0,354135	0,475	0,30413534	0,254135338	0,404135	0,525
user3	0,9	0,75	0,85	0,932978723	0,669231	0,95
user4	0,388722	0,222556	0,27255639	0,322556391	0	0,438722
user5	0,9	0,75	0,85	0,95	0,8	1
user6	0,15	0,05	0,2	0,1	0	0,25
user7	0,75	0,95	0,6	0,7	0,65	1
user8	0,53312	0,468817	0,41881701	0,252576809	0,302577	0,58312
user9	0,5	0,383333	0,28333333	0,45	0,333333	0,55
user10	0,688593	0,571927	0,62192671	0,521926714	0,471927	0,738593
user11	0,377528	0,577528	0,16179775	0,42752809	0,477528	0,527528
user12	0,37305	0,67695	0,32304965	0,423049645	0,27305	0,62695
user13	0,716667	1	0,51666667	0,566666667	0,666667	0,516667
user14	0,370349	0,945349	0,37034884	0,520348837	0,470349	0,895349
user15	0,6	0,9	0,55	0,95	0,45	0,5
user16	0,3	1	0,65	0,6	0,7	0,95
user17	0,566667	0,9	0,61666667	0,85	0,666667	0,95
user18	0,253125	0,403125	0,303125	0,546875	0,353125	0,596875
user19	0,35	0,7	0,4	0,65	0,6	0,75
user20	0,275	0,175	0,225	0,675	0	0,725
user21	0	0,562234	0,36223404	0,412234043	0,362234	0,512234
user22	0,475	0,737234	0,68723404	0,787234043	0,525	1
user23	0,425	0,666755	0,71675532	0,475	0,525	0,766755
user24	0,45	0,8	0,5	0,7	0,55	0,75
user25	0,559211	0,609211	0,34894737	0,509210526	0,298947	0,659211
user26	0,65	0,35	0,7	0,75	0,3	1
user27	0,682671	0,582671	0,35819907	0,632670963	0,408199	0,732671
user28	0,720503	0,670503	0,46243386	0,512433862	0,670503	0,770503
user29	0,715833	0,815833	0,71583333	0,332916667	0,382917	0,765833

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας 5.3, με τις κατατάξεις των εναλλακτικών του κάθε αποφασίζοντα, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε και αυτός ως είσοδος στον αλγόριθμο ΝΑΙ.

Πίνακας 5. 3: Κατατάξεις εναλλακτικών για κάθε αποφασίζοντα

Πελάτες	Εναλλακτικές/ κριτήρια	Κατάταξη
user1	CARAPELLI	4
	LERIDA	5
	KOLYMVARI	6
	HEDIARD	3
	JARRE d'OR	2
	PUGET	1
user2	CARAPELLI	4
	LERIDA	3
	KOLYMVARI	6
	HEDIARD	2
	JARRE d'OR	5
	PUGET	1
user3	CARAPELLI	2
	LERIDA	6
	KOLYMVARI	4
	HEDIARD	5
	JARRE d'OR	3
	PUGET	1
user4	CARAPELLI	2
	LERIDA	6
	KOLYMVARI	3
	HEDIARD	5
	JARRE d'OR	4
	PUGET	1
user5	CARAPELLI	3
	LERIDA	5
	KOLYMVARI	2
	HEDIARD	6
	JARRE d'OR	4
	PUGET	1
user6	CARAPELLI	3
	LERIDA	6
	KOLYMVARI	4
	HEDIARD	5
	JARRE d'OR	2
	PUGET	1
user7	CARAPELLI	3
	LERIDA	5
	KOLYMVARI	4
	HEDIARD	2

	JARRE d'OR	6
	PUGET	1
user8	CARAPELLI	2
	LERIDA	5
	KOLYMOVARI	6
	HEDIARD	3
	JARRE d'OR	4
	PUGET	1
	CARAPELLI	2
user9	LERIDA	5
	KOLYMOVARI	3
	HEDIARD	4
	JARRE d'OR	6
	PUGET	1
	CARAPELLI	2
user10	LERIDA	6
	KOLYMOVARI	5
	HEDIARD	4
	JARRE d'OR	3
	PUGET	1
	CARAPELLI	5
user11	LERIDA	3
	KOLYMOVARI	4
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	6
	PUGET	2
	CARAPELLI	4
user12	LERIDA	6
	KOLYMOVARI	3
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	5
	PUGET	2
	CARAPELLI	2
user13	LERIDA	3
	KOLYMOVARI	5
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	4
	PUGET	6
	CARAPELLI	6
user14	LERIDA	4
	KOLYMOVARI	3
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	5
	PUGET	2
	CARAPELLI	3
user15	LERIDA	6

	KOLYMVARI	1
	HEDIARD	2
	JARRE d'OR	4
	PUGET	5
user16	CARAPELLI	6
	LERIDA	3
	KOLYMVARI	5
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	4
	PUGET	2
user17	CARAPELLI	6
	LERIDA	4
	KOLYMVARI	3
	HEDIARD	2
	JARRE d'OR	5
	PUGET	1
user18	CARAPELLI	6
	LERIDA	4
	KOLYMVARI	2
	HEDIARD	3
	JARRE d'OR	5
	PUGET	1
user19	CARAPELLI	6
	LERIDA	4
	KOLYMVARI	3
	HEDIARD	2
	JARRE d'OR	5
	PUGET	1
user20	CARAPELLI	3
	LERIDA	6
	KOLYMVARI	2
	HEDIARD	5
	JARRE d'OR	4
	PUGET	1
user21	CARAPELLI	6
	LERIDA	3
	KOLYMVARI	4
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	5
	PUGET	2
user22	CARAPELLI	6
	LERIDA	5
	KOLYMVARI	2
	HEDIARD	3
	JARRE d'OR	4
	PUGET	1

<b>user23</b>	CARAPELLI	6
	LERIDA	4
	KOLYMVARI	5
	HEDIARD	3
	JARRE d'OR	2
	PUGET	1
<b>user24</b>	CARAPELLI	6
	LERIDA	4
	KOLYMVARI	3
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	5
	PUGET	2
<b>user25</b>	CARAPELLI	3
	LERIDA	6
	KOLYMVARI	4
	HEDIARD	2
	JARRE d'OR	5
	PUGET	1
<b>user26</b>	CARAPELLI	4
	LERIDA	6
	KOLYMVARI	2
	HEDIARD	5
	JARRE d'OR	3
	PUGET	1
<b>user27</b>	CARAPELLI	2
	LERIDA	5
	KOLYMVARI	3
	HEDIARD	4
	JARRE d'OR	6
	PUGET	1
<b>user28</b>	CARAPELLI	2
	LERIDA	3
	KOLYMVARI	5
	HEDIARD	4
	JARRE d'OR	6
	PUGET	1
<b>user29</b>	CARAPELLI	4
	LERIDA	5
	KOLYMVARI	6
	HEDIARD	1
	JARRE d'OR	3
	PUGET	2

Η εισαγωγή των δεδομένων (πίνακας 5.2 και 5.3) στη Matlab πραγματοποιήθηκε με την εντολή `xlsread`. Δημιουργήθηκαν δύο διαφορετικοί πίνακες, ο ένας συμπεριλάμβανε τις χρησιμότητες και ο άλλος τις κατατάξεις των εναλλακτικών για κάθε αποφασίζοντα.

Έπειτα, υλοποιήθηκαν οι εξισώσεις του αλγορίθμου NAI όπως εκείνες περιγράφηκαν στο κεφάλαιο 3.4.1 με τους ανάλογους περιορισμούς, ώστε να πραγματοποιείται η λειτουργία της συστολής και της διαστολής.

### 5.3.1 Αποτελέσματα αλγορίθμου NAI

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την υλοποίηση και την εφαρμογή του αλγορίθμου NAI στη Matlab.

Το πρώτο στάδιο του αλγορίθμου NAI είναι η λειτουργία της διαστολής, έπεται η λειτουργία της συστολής και τελευταίο στάδιο είναι η λειτουργία της διατομής, όπως έχουν αναλυθεί και στο κεφάλαιο 3.4.1.

Αρχικά, έχει καθοριστεί το σύνολο των εναλλακτικών επιλογών (προϊόντα) που πρέπει να επιλέξουν οι αποφασίζοντες (καταναλωτές). Στα πλαίσια αυτά, αρχικά εκφράζουν τις προτιμήσεις τους κατατάσσοντας το σύνολο των εναλλακτικών από την πλέον έως την λιγότερο προτιμώμενη επιλογή.

#### Βήμα 1: Η λειτουργία διαστολής (expansion operation)

Πίνακας 5. 4: Οι εναλλακτικές από το σημείο αποκοπής και πάνω

user1	6	3	2	1	5
user2	6	2	5	1	3
user3	6	4	1	3	2
user4	6	1	4	3	
user5	6	4	1	3	5
user6	6	3	1	4	
user7	6	2	1	4	5
user8	6	1	2	3	5
user9	6	1	4	2	5
user10	6	1	3	2	4
user11	2	6	5	4	1
user12	2	6	4	1	3
user13	2	1	5	4	3
user14	2	6	4	5	1
user15	4	2	1	3	6
user16	2	6	5	3	4
user17	6	2	4	5	3
user18	6	4	2	5	3
user19	6	2	4	5	3
user20	6				
user21	2	6	4	3	

user22	6	4	2	3	5
user23	6	3	2	5	4
user24	2	6	4	5	3
user25	6	2	1	4	3
user26	6	4	3	1	2
user27	6	1	4	2	5
user28	6	1	2	5	4
user29	2	6	1	3	5

Στον πίνακα 5.4 δύναται να παρατηρηθούν τα αποτελέσματα του αλγορίθμου ΝΑΙ για την λειτουργία της διαστολής (κεφάλαιο 3.4.1). Σύμφωνα με το σημείο αποκοπής ο αλγόριθμος μας επιστρέφει όλες τις εναλλακτικές, οι οποίες βρίσκονται πάνω από το σημείο αποκοπής όπως φαίνεται στον πίνακα 5.4. Οι εναλλακτικές, οι οποίες είναι με **bold** σημειωμένες, είναι εκείνες όπου βρίσκονται στο σημείο αποκοπής και επιλέγονται όλες όσες βρίσκονται πάνω από αυτές στην κατάταξη, την οποία έδωσε αρχικά ο κάθε αποφασίζων.

## Βήμα 2: Η λειτουργία συστολής

Πίνακας 5. 5: Οι εναλλακτικές από τον δείκτη προτίμησης και κάτω

user1			2	1	5	4
user2	6	2	5	1	3	4
user3	6	4	1	3	2	5
user4	6	1	4	3	2	5
user5	6	4	1	3	5	2
user6	6	3	1	4	2	5
user7	6	2	1	4	5	3
user8	6	1	2	3	5	4
user9	6	1	4	2	5	3
user10	6	1	3	2	4	5
user11	2	6	5	4	1	3
user12	2	6	4	1	3	5
user13	2	1	5	4	3	6
user14		6	4	5	1	3
user15	4	2	1	3	6	5
user16	2	6	5	3	4	1
user17	6	2	4	5	3	1
user18	6	4	2	5	3	1
user19	6	2	4	5	3	1
user20	6	4	1	3	2	5
user21	2	6	4	3	5	1
user22	6	4	2	3	5	1
user23	6	3	2	5	4	1
user24	2	6	4	5	3	1
user25	6	2	1	4	3	5

<b>user26</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>user27</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>3</b>
<b>user28</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>user29</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

Στον πίνακα 5.5 παρατηρούνται τα αποτελέσματα όπως εκείνα προέκυψαν έπειτα από την εφαρμογή της λειτουργίας της συστολής αλλά και της διαστολής. Στην πρώτη στήλη, κατά πλειοψηφία, οι **bold** εναλλακτικές είναι εκείνες, οι οποίες προέκυψαν σύμφωνα με τον δείκτη προτίμησης. Για τους αποφασίζοντες 1 και 14 παρατηρείται ότι ο δείκτης προτίμησης είναι στην τρίτη και δεύτερη εναλλακτική, αντίστοιχα. Επιπρόσθετα, στην πέμπτη στήλη, κατά πλειοψηφία και πάλι, δύναται να παρατηρηθούν οι εναλλακτικές εκείνες που έχουν σημειωθεί σύμφωνα με το σημείο αποκοπής, στο στάδιο της λειτουργίας της διαστολής. Για τους αποφασίζοντες 4, 6, 21 παρατηρείται ότι ο δείκτης προτίμησης ορίζεται στην τέταρτη εναλλακτική και αυτό φαίνεται στην τέταρτη στήλη του πίνακα 5.4.

Ένα σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει, στο παρόν στάδιο για τον αποφασίζον 20, είναι ότι το σημείο αποκοπής και ο δείκτης προτίμησης ταυτίζονται, συνεπώς αυτό δείχνει ότι είναι ένας αδιάλλακτος αποφασίζων.

Όλες οι εναλλακτικές, οι οποίες βρίσκονται ενδιάμεσα σε εκείνες που έχουν επιλεγεί από το σημείο αποκοπής και το δείκτη προτίμησης, δύναται να μελετηθούν στο τελευταίο στάδιο (λειτουργία της διατομής).

### **Βήμα 3: Η λειτουργία της διατομής (intersection operation)**

Με την εφαρμογή του αλγορίθμου να στα δεδομένα, στους 29 χρήστες και τις χρησιμότητές τους, προέκυψαν τα ακόλουθα αποτελέσματα (πίνακας 5.6):

*Πίνακας 5. 6: Αποτελέσματα του αλγορίθμου ΝΑΙ*

<b>Καταναλωτές</b>	<b>1η επιλογή</b>	<b>2η επιλογή</b>
1	2	1
2	2	5
3	4	1
4	1	4
5	4	1
6	3	1
7	2	1
8	1	2
9	1	4
10	1	3
11	6	5
12	6	4
13	1	5
14	4	5
15	2	1
16	6	5



17	2	4
18	4	2
19	2	4
20	6	
21	6	4
22	4	2
23	3	2
24	6	4
25	2	1
26	4	3
27	1	4
28	1	2
29	6	1

Στον πίνακα 5.6 απεικονίζονται τα αποτελέσματα του αλγορίθμου NAI. Στην πρώτη στήλη του πίνακα είναι οι καταναλωτές, στην δεύτερη στήλη η πρώτη επιλογή προϊόντος και στην τρίτη στήλη του πίνακα είναι η δεύτερη επιλογή προϊόντος για κάθε καταναλωτή όπως αυτές προκύπτουν έπειτα από την εφαρμογή του αλγορίθμου NAI στο περιβάλλον της Matlab. Επιλέχθηκε να μελετηθεί μόνο η πρώτη και η δεύτερη εναλλακτική για κάθε αποφασίζων, όπως αυτές προκύπτουν από τα δύο προηγούμενα στάδια (λειτουργία διαστολής και συστολής), καθώς έχουν καταταχθεί σύμφωνα με τις προτιμήσεις του κάθε αποφασίζων. Επιπλέον, παρατηρείται ότι δύναται να προκύψει τελική προτεινόμενη απόφαση, καθώς η πρώτη επιλογή και η δεύτερη, ταυτίζονται στην πλειοψηφία των αποφασιζόντων. Το παρόν συμπέρασμα παρουσιάζεται αναλυτικότερα στον πίνακα 5.8.

Στη συνέχεια παρατίθεται ο πίνακας 5.7 των χρησιμοτήτων των αντίστοιχων επιλογών με βάση τον πίνακα 5.6.

*Πίνακας 5. 7: Χρησιμότητες των επιλογών*

<b>Καταναλωτές</b>	<b>1<sup>η</sup> επιλογή</b>	<b>2<sup>η</sup> επιλογή</b>
1	0,205882	0,163399
2	0,205047	0,174456
3	0,184667	0,17814
4	0,236289	-
5	0,180952	0,171429
6	0,266667	-
7	0,204301	0,16129
8	0,208329	0,183201
9	0,2	0,18
10	0,190488	0,172046
11	0,206919	0,187307
12	0,23254	0,156912
13	0,179916	0,167364
14	0,250651	0,145671

15	0,227848	0,151899
16	0,22619	0,166667
17	0,197802	0,186813
18	0,222646	0,164122
19	0,202899	0,188406
20	0,349398	-
21	0,231657	-
22	0,186916	0,175044
23	0,200476	0,186491
24	0,2	0,186667
25	0,204109	0,187357
26	0,2	0,186667
27	0,200958	0,18624
28	0,189263	0,176129
29	0,205363	0,191955

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, τα οποία παρουσιάζονται στον πίνακα 5.6 εξάχθηκαν ορισμένα πολύτιμα συμπεράσματα σχετικά με τη συχνότητα επιλογής των εναλλακτικών που μελετήθηκαν (πίνακας 5.8).

Πίνακας 5. 8: Συχνότητα επιλογής των εναλλακτικών

1 <sup>η</sup> επιλογή	Συχνότητα επιλογής	Μέσος Όρος	2 <sup>η</sup> επιλογή	Συχνότητα επιλογής	Μέσος Όρος
<b>Carapelli</b>	<b>7</b>	<b>0,241379</b>	<b>Carapelli</b>	<b>9</b>	<b>0,310345</b>
Hediard	7	0,241379	Hediard	5	0,172414
Jarre d'OR	2	0,068966	Jarre d'OR	2	0,068966
Kolymvari	7	0,241379	Kolymvari	8	0,275862
Lerida	0	0	Lerida	5	0,172414
Puget	6	0,206897	Puget	0	0

Με βάση τον πίνακα 5.8 συμπεραίνεται ότι η εναλλακτική 1, δηλαδή το προϊόν Carapelli, προτείνεται ως καταλληλότερη λύση για τους αποφασίζοντες.

## 5.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΚΑΝΟΝΑ ΤΗΣ ΠΛΕΙΟΨΗΦΙΑΣ ΤΩΝ ΣΥΓΚΡΙΣΕΩΝ ΑΝΑ ΖΕΥΓΗ (pairwise comparison majority rule)

Στην παρούσα μέθοδο χρησιμοποιήθηκε η κατάταξη των καταναλωτών, από τη προτιμώμενη στη λιγότερη προτιμώμενη εναλλακτική, με στόχο την ομόφωνη επιλογή μιας εναλλακτικής. Η εφαρμογή της μεθόδου πραγματοποιήθηκε με τον τρόπο, τον οποίο περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3.4.2.

Τα αποτελέσματα της μεθόδου, έπειτα από την υλοποίηση του στο excel, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (πίνακας 5.9).

Πίνακας 5. 9: Αποτελέσματα της μεθόδου Condorcet

	Σχέσεις Υπεροχής						
Εναλλακτική	Carapelli	Hediard	Jarre d'OR	Kolymvari	Lerida	Puget	Άθροισμα Σχέσεων
<b>Carapelli</b>	-	19	28	26	26	27	<b>126 ← max</b>
Hediard	10	-	18	16	13	19	76
Jarre d'OR	1	11	-	13	11	16	52
Kolymvari	3	13	16	-	13	18	63
Lerida	3	16	18	16	-	19	72
Puget	2	10	13	11	10	-	46

Στον παραπάνω πίνακα (πίνακας 5.9) παρατηρείται ότι η προτιμώμενη εναλλακτική είναι η 1 δηλαδή το προϊόν Carapelli καθώς λαμβάνει την πλειοψηφία των ‘ψήφων’, παίρνοντας 126 ‘ψήφους’.

## 5.5 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ YAGER

Σύμφωνα με τον αλγόριθμο του Yager χρησιμοποιήθηκαν οι κατατάξεις των αποφασιζόντων, από τη προτιμώμενη στη λιγότερη προτιμώμενη εναλλακτική. Στη συνέχεια με την υλοποίηση στο excel και την εφαρμογή του αλγορίθμου όπως εκείνη περιεγράφηκε στο κεφάλαιο 3.4.3 πάρθηκαν τα αποτελέσματα του πίνακα 5.10.

Πίνακας 5. 10: Αποτελέσματα του αλγορίθμου Yager

Επανάληψη	Στοιχείο	S	P
0	-	{1,2,3,4,5,6}	∅
1	4	{1,2,3,5,6}	{4}
2	4	{1,2,3,5,6}	{4}
3	2	{1,3,5,6}	{2,4}
4	2	{1,3,5,6}	{2,4}
5	3	{1,5,6}	{3,2,4}
6	3	{1,5,6}	{3,2,4}
7	3	{1,5,6}	{3,2,4}
8	2	{1,5,6}	{3,2,4}
9	2	{1,5,6}	{3,2,4}
10	2	{1,5,6}	{3,2,4}
11	5	{1,6}	{5,3,2,4}
12	4	{1,6}	{5,3,2,4}
13	2	{1,6}	{5,3,2,4}
14	6	{1}	{6,5,3,2,4}
15	3	{1}	{6,5,3,2,4}
16	6	{1}	{6,5,3,2,4}
17	6	{1}	{6,5,3,2,4}
18	6	{1}	{6,5,3,2,4}

19	6	{1}	{6,5,3,2,4}
20	3	{1}	{6,5,3,2,4}
21	6	{1}	{6,5,3,2,4}
22	6	{1}	{6,5,3,2,4}
23	6	{1}	{6,5,3,2,4}
24	6	{1}	{6,5,3,2,4}
25	3	{1}	{6,5,3,2,4}
26	4	{1}	{6,5,3,2,4}
27	2	{1}	{6,5,3,2,4}
28	2	{1}	{6,5,3,2,4}
29	4	{1}	{6,5,3,2,4}
30	5	{1}	{6,5,3,2,4}
31	3	{1}	{6,5,3,2,4}
32	6	{1}	{6,5,3,2,4}
33	6	{1}	{6,5,3,2,4}
34	5	{1}	{6,5,3,2,4}
35	6	{1}	{6,5,3,2,4}
36	5	{1}	{6,5,3,2,4}
37	5	{1}	{6,5,3,2,4}
38	5	{1}	{6,5,3,2,4}
39	6	{1}	{6,5,3,2,4}
40	3	{1}	{6,5,3,2,4}
41	6	{1}	{6,5,3,2,4}
42	3	{1}	{6,5,3,2,4}
43	4	{1}	{6,5,3,2,4}
44	6	{1}	{6,5,3,2,4}
45	3	{1}	{6,5,3,2,4}
46	4	{1}	{6,5,3,2,4}
47	4	{1}	{6,5,3,2,4}
48	4	{1}	{6,5,3,2,4}
49	6	{1}	{6,5,3,2,4}
50	3	{1}	{6,5,3,2,4}
51	5	{1}	{6,5,3,2,4}
52	4	{1}	{6,5,3,2,4}
53	4	{1}	{6,5,3,2,4}
54	6	{1}	{6,5,3,2,4}
55	6	{1}	{6,5,3,2,4}
56	5	{1}	{6,5,3,2,4}
57	3	{1}	{6,5,3,2,4}
58	5	{1}	{6,5,3,2,4}
59	6	{1}	{6,5,3,2,4}
60	6	{1}	{6,5,3,2,4}
61	4	{1}	{6,5,3,2,4}
62	3	{1}	{6,5,3,2,4}
63	2	{1}	{6,5,3,2,4}
64	4	{1}	{6,5,3,2,4}

65	4	{1}	{6,5,3,2,4}
66	6	{1}	{6,5,3,2,4}
67	3	{1}	{6,5,3,2,4}
68	5	{1}	{6,5,3,2,4}
69	4	{1}	{6,5,3,2,4}
70	3	{1}	{6,5,3,2,4}
71	5	{1}	{6,5,3,2,4}
72	3	{1}	{6,5,3,2,4}
73	1	$\emptyset$	{1,6,5,3,2,4}

Στον πίνακα 5.10 δύναται να παρατηρηθεί η εφαρμογή του αλγορίθμου Yager, καθώς επίσης και ότι ο αλγόριθμος περατώνει ύστερα από 73 επαναλήψεις και όλες οι εναλλακτικές έχουν επιλεγεί και παρουσιάζονται στον πίνακα 5.11.

Πίνακας 5. 11: Τελικό σύνολο επιλογών

<b>P</b>
1
6
5
3
2
4

Στον πίνακα 5.11 παρουσιάζεται το τελικό σύνολο επιλογών, το οποίο προέκυψε από τις χειρότερες επιλογές του κάθε αποφασίζοντα ξεκινώντας τη μελέτη από τον πιο ισχυρό στον πιο ανίσχυρο. Ως πιο ισχυρός θεωρήθηκε ο  $D_1 > D_2 > D_3 > \dots > D_{29}$ . Η υλοποίηση του αλγορίθμου πραγματοποιείται κατά αυτόν το τρόπο διότι δύναται να ειπωθεί ποιες από τις εναλλακτικές δεν είναι οι κατάλληλες και όχι να προταθεί κάποια συγκεκριμένη εναλλακτική. Συνεπώς, συμπεραίνεται ότι η εναλλακτική 1 (Carapelli) προτιμάται έναντι των υπολοίπων.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο σκοπός της παρούσας διατριβής επιτεύχθηκε. Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η ανάπτυξη και η εφαρμογή μεθόδων για τη διερεύνηση των δυνατοτήτων ομαδοποίησης με εφαρμογή μεθόδων και τεχνικών από το χώρο της λήψης ομαδικών αποφάσεων, της δόμησης των προτιμήσεων και της τεχνητής νοημοσύνης. Επίσης μελετήθηκε η ενσωμάτωση του εύρους των χρησιμοτήτων στην υπό ανάπτυξη μεθοδολογία ομαδοποίησης καθώς επίσης, πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός των πιθανοτήτων με βάση τις οποίες ένας αποφασίζων επιλέγει μια εναλλακτική.

Τα αποτελέσματα των μεθόδων παρουσιάζονται στον πίνακα 6.1. Έπεται ο σχολιασμός τους.

Πίνακας 6. 1: Αποτελέσματα μεθόδων

Αλγόριθμος NAI		Condorcet		Yager
Εναλλακτικές	πόσες φορές εμφανίζεται	Εναλλακτική	Άθροισμα Σχέσεων	P
CARAPELLI	16	CARAPELLI	126	CARAPELLI
HEDIARD	12	HEDIARD	76	HEDIARD
JARRE d'OR	4	JARRE d'OR	52	PUGET
KOLYMVARI	15	KOLYMVARI	63	LERIDA
LERIDA	5	LERIDA	72	JARRE d'OR
PUGET	6	PUGET	46	KOLYMVARI

Από τον πίνακα 6.1, συμπεραίνεται ότι το προϊόν που προτείνεται είναι το Carapelli.

Σύμφωνα με τον αλγόριθμο NAI, ο οποίος δέχεται ως είσοδο τις κατατάξεις και τις χρησιμότητες των εναλλακτικών, οι οποίες προέκυψαν από την Utastar παραλείπονται οι καλύτερες εναλλακτικές του κάθε καταναλωτή σύμφωνα με την διαδικασία, η οποία ακολουθήθηκε και περιεγράφηκε στο κεφάλαιο 4. Αντίστοιχα η αρχή του Condorcet βασίζεται στην κατάταξη των εναλλακτικών, από την καλύτερη προς τη χειρότερη, και πραγματοποιούνται συγκρίσεις ανά ζεύγη και δεν μελετώνται παράλληλα όλες οι εναλλακτικές. Αντίστοιχα, στον αλγόριθμο Yager, μελετώνται οι κατατάξεις των εναλλακτικών και μελετώνται οι εναλλακτικές, από την καλύτερη προς

την χειρότερη, ξεκινώντας από τον αποφασίζοντα που έχει μεγαλύτερη βαρύτητα ο λόγος του. Στην παρούσα περίπτωση ορίστηκε ο πρώτος, αυθαίρετα κάτι το οποίο επηρεάζει στο τελικό αποτέλεσμα διότι είναι μια τυχαία επιλογή. Θα πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι η επιλογή ήταν τυχαία.

Συνοψίζοντας, ο αλγόριθμος NAI βασίζεται στις κατατάξεις και τις χρησιμότητες των εναλλακτικών, η αρχή Condorcet στις κατατάξεις και σύγκριση ανά ζεύγη, ο αλγόριθμος Yager στις κατατάξεις των εναλλακτικών και μια τυχαία κατάταξη των αποφασιζόντων (θεωρώντας τον πρώτο ως πιο σημαντικό).

Υπάρχουν αρκετές προτάσεις για περαιτέρω έρευνα για το συγκεκριμένο πεδίο εφαρμογής, το οποίο σχετίζεται με την ομαδοποίηση διατάξεων προτίμησης βασιζόμενο στην πολυκριτήρια ανάλυση και σε μεθόδους σύνθεσης και δόμησης των προτιμήσεων. Ενδεικτικά ορισμένες προτάσεις είναι οι εξής:

1. Εφαρμογή επιπλέον τεχνικών σύνθεσης των προτιμήσεων για την υποστήριξη ομαδικών αποφάσεων σε ένα μεγαλύτερο εύρος δεδομένων.
2. Εφαρμογή των μεθόδων, οι οποίοι αναλύθηκαν στην διατριβή σε μεγαλύτερο εύρος δεδομένων.
3. Υλοποίηση της ομαδοποίησης των εναλλακτικών και την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων με την χρήση του προγράμματος Weka.

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Kotler P., 1988. Marketing Management: Analysis, Planning, Implementation and Control. Englewood Cliffs, NJ: Prentice – Hall.

Yen J. and Bui Tung X., 1999. The Negotiable Alternatives Identifier (NAI) for Negotiation Support – An Improved Algorithm. Applied Mathematics and Computation vol. 104, pp.259- 276.

Matsatsinis N., Samaras A., 2000. Brand choice model selection based on consumers' multicriteria preferences and experts' knowledge. Computers & Operation Research 27 on pp. 689-707.

Matsatsinis N., Siskos Y., 1999. MARKEK: An intelligent decision support system for product development decisions. European Journal of Operational Research vol. 113, no. 2, pp. 336-354.

Siskos Y., Grigoroudis E., Matsatsinis N., 2005. Uta methods. In: Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. vol. 78 of International Series in Operations Research & Management Science. Springer New York, pp. 297–334.

Siskos Y., Matsatsinis N., Baourakis G., 2001. Multicriteria analysis in agricultural marketing: The case of French olive oil market. European Journal of Operational Research, vol. 130, no. 2, pp. 315-331.

Siskos Y., Yanacopoulos D., 1985. Utastar - an ordinal regression method for building additive value functions. Investigacao Operational 5, pp. 39–53.

Δούμπος Μ., 2009. Πολυκριτήρια Συστήματα Αποφάσεων - Σημειώσεις Μαθήματος. Χανιά: Πολυτεχνείο Κρήτης.

Ματσατσίνης Ν., 2010. Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, pp. 195 and pp.303.

Ματσατσίνης Ν. 2010. Λήψη Αποφάσεων σε Συστήματα Πολλαπλών Πρακτόρων. Διαλέξεις Μαθήματος. Χανιά: Πολυτεχνείο Κρήτης.

Ματσατσίνης Ν., 1995. Ένα Έμπειρο Σύστημα Υποστήριξης Αποφάσεων Μάρκετινγκ: Μεθοδολογία Υποστήριξης και Ολοκληρωμένη Αρχιτεκτονική.

Παναγιώτου Ν., 2010. Συστήματα Αποφάσεων. Διαλέξεις Μαθήματος. Αθήνα: Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Σίσκος Ι., 2008. Μοντέλα Αποφάσεων: Αναλυτικά μοντέλα αποφάσεων. Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών, Αθήνα.

Σκιαδάς Χ., Μαρκάκη, Μ., 2001. Γενικές Αρχές Μάρκετινγκ & Ηλεκτρονικό Εμπόριο. Εκδόσεις Παπασωτηρίου, pp. 39-81.