



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΞΕΛΙΚΤΙΚΟΙ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΓΙΑ ΤΟΝ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟ
ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Διατριβή που υπεβλήθη
για την μερική ικανοποίηση των απαιτήσεων για την απόκτηση
Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης

υπό

Αποστολάκη Η. Χρυσή





Η διατριβή της Αποστολάκης Χρυσής, εγκρίνεται:

Ζοπουνίδης Κωνσταντίνος

Καθηγητής, Επιβλέπων

Δούμπος Μιχάλης

Επίκουρος Καθηγητής

Γρηγορούδης Ευάγγελος

Επίκουρος Καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο προσδιορισμός παραμέτρων που απαιτούνται για την πρακτική εφαρμογή πολυκριτήριων μεθόδων αξιολόγησης συχνά συναντά δυσκολίες, όταν οι αποφασίζοντες αδυνατούν να καθορίσουν τις παραμέτρους αυτές. Σκοπός της παρούσας διατριβής είναι η χρήση εξελικτικών αλγορίθμων βελτιστοποίησης σε πολυκριτήριες μεθόδους αξιολόγησης, προκειμένου να αντιμετωπιστεί η παραπάνω δυσκολία.

Τα απλά πολυκριτήρια μοντέλα όπως αυτό του σταθμισμένου μέσου, απαιτούν μόνο τον προσδιορισμό της βαρύτητας των κριτηρίων, για την εκτίμηση των οποίων έχουν προταθεί διάφορες πιθανοθεωρητικές προσεγγίσεις, καθώς και τεχνικές που βασίζονται στη θεωρία πληροφοριών. Σε άλλες όμως διαδεδομένες πολυκριτήριες διαδικασίες, όπως αυτές που βασίζονται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής, αντίστοιχες διαδικασίες δεν έχουν αναπτυχθεί. Σε αυτό έχει συμβάλει η πολύπλοκη μορφή των μοντέλων αυτών και το πλήθος των παραμέτρων που απαιτούν.

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται ο προσδιορισμός των παραμέτρων μοντέλων αξιολόγησης που βασίζονται στη μέθοδο Promethee. Στην προκειμένη περίπτωση οι παράμετροι αφορούν τα βάρη των κριτηρίων καθώς και τη μορφή των μερικών συναρτήσεων προτίμησης, οι οποίες προσδιορίζουν την αξιολόγηση των εναλλακτικών επιλογών στα επιμέρους κριτήρια της αξιολόγησης. Γενικά η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων αυτών είναι εξαιρετικά δύσκολη και δεν μπορεί να γίνει με παραδοσιακές αναλυτικές διαδικασίες. Για το σκοπό αυτό η παρούσα διατριβή έχει προσεγγίσει το παραπάνω πρόβλημα χρησιμοποιώντας εξελικτικούς αλγόριθμους και ειδικότερα τον αλγόριθμο της διαφορικής εξέλιξης (differential evolution) χρησιμοποιώντας κατάλληλα μέτρα αξιολόγησης των αναπτυσσόμενων υποδειγμάτων από τη θεωρία πληροφορίας.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο Συστημάτων Χρηματοοικονομικής Διοίκησης του τμήματος Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης του Πολυτεχνείου Κρήτης.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή Κωνσταντίνο Ζοπουνίδη και ιδιαιτέρως στον επίκουρο καθηγητή Μιχάλη Δούμπο, που μου έδωσαν την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον και πρωτότυπο θέμα της επιχειρησιακής έρευνας καθώς επίσης και για τη συνεχή υποστήριξη, την καθοδήγηση, επίβλεψη και την άψογη συνεργασία. Επίσης ευχαριστώ τον επίκουρο καθηγητή Ευάγγελο Γρηγορούδη που δέχτηκε να αξιολογήσει την παρούσα εργασία.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iv
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	v
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	vii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	vii
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	- 1 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ	- 3 -
2.1. Πιθανοθεωρητικές διαδικασίες	- 3 -
2.1.1. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με τον τρόπο κατάταξης - (ROC)	- 3 -
2.1.2. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με τη σχετική τους θέση στην κατάταξη - (RC)	- 4 -
2.1.3. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με την αντίστροφη θέση τους στην κατάταξη- (RR)	- 5 -
2.1.4. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με τη κατανομή της θέσης στην κατάταξη - (ROD)	- 5 -
2.2. Προσδιορισμός της σημαντικότητας των κριτηρίων ανάλογα με την πληροφορία που παρέχουν στην περιγραφή ενός συνόλου εναλλακτικών (Εντροπία)	- 6 -
2.2.1. Διαδικασία MDI (Minimum Discrimination Information).	- 7 -
2.3. Διαδικασία άμεσης εκτίμησης (direct assessment)	- 10 -
2.4. Έμμεση εκτίμηση με διμερές συγκρίσεις	- 10 -
2.5. Διαδικασία Simos (Μέθοδος των καρτών)	- 11 -
2.6. Μέθοδοι UTA	- 12 -
2.7. Περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων (Data Envelopment Analysis)	- 13 -
2.7.1. Simple Cross-Efficiency - SXEF	- 14 -
2.7.2. Aggressive Cross- Efficiency - AXEF	- 15 -
2.7.3. Ranked Efficiency - RCCR	- 15 -
Γενική Παρατήρηση	- 16 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ	- 17 -
3.1. PROMETHEE	- 17 -



3.2. ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ	- 21 -
3.2.1. Δομή πληθυσμού	- 22 -
3.2.2. Αρχικοποίηση	- 23 -
3.2.3. Μετάλλαξη	- 24 -
3.2.4. Διασταύρωση	- 25 -
3.2.5. Επιλογή	- 26 -
3.2.6. Παράμετροι	- 26 -
3.2.7. Διαδικασία διόρθωσης λύσεων	- 27 -
3.2.8. Αντικειμενική συνάρτηση (Fitness function)	- 29 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	- 34 -
4.1.1. Αξιολόγηση ομάδων μπέιζμπολ	- 34 -
4.1.2. Αξιολόγηση επιστημονικών περιοδικών	- 41 -
4.1.3. Αξιολόγηση τοποθεσιών για κατασκευή μετρό	- 48 -
4.1.4. Διαχείριση στερεών αποβλήτων	- 52 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	- 57 -
A. ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 59 -
B. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	- 61 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ A: Αξιολόγηση ομάδων μπέιζμπολ	- 62 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ B: Αξιολόγηση επιστημονικών περιοδικών- Αντικειμενική συνάρτηση I- AI περιοδικά (τεχνητής νοημοσύνης)	- 70 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Αξιολόγηση τοποθεσιών για κατασκευή μετρό - Αντικειμενική συνάρτηση I	- 86 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Διαχείριση στερεών αποβλήτων	- 94 -



ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Διαφορική εξέλιξη: παραγωγή διανύσματος κατά τη μετάλλαξη με προσθήκη του

$F(x_{r1,g} - x_{r2,g})$ στο διάνυσμα βάσης $x_{r0,g}$ (Price et al., 2005). _____ - 24 -

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Αρχικά δεδομένα μοντέλου ανά ομάδα και κριτήριο (Πηγή: Olson, 2001). _____ - 35 -

Πίνακας 2: Συσχετίσεις μεταξύ προτεινόμενου μοντέλου με αντικειμενική συνάρτηση 1 και μεθόδων SMART, PROMETHEE, CENTROID METHOD και πραγματικής κατάταξης. _____ - 36 -

Πίνακας 3: Συσχετίσεις μεταξύ προτεινόμενου μοντέλου με αντικειμενική συνάρτηση 2 και μεθόδων SMART, PROMETHEE, CENTROID METHOD και πραγματικής κατάταξης. _____ - 37 -

Πίνακας 4: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ) των ομάδων _____ - 38 -

Πίνακας 5: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας _____ - 39 -

Πίνακας 6: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και συντελεστών βαρύτητας που χρησιμοποίησε ο Olson στην SMART και Promethee. _____ - 40 -

Πίνακας 7: Δεδομένα εισόδου μοντέλου ανά περιοδικό και κριτήριο (Πηγή: Forgionne et al. 2002). _____ - 43 -

Πίνακας 8: Συσχετίσεις με τ του Kendal των δυο μεθοδολογιών ανά υποπερίπτωση και αντικειμενική συνάρτηση _____ - 44 -

Πίνακας 9: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ) _____ - 45 -

Πίνακας 10: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας _____ - 46 -

Πίνακας 11: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας _____ - 47 -

Πίνακας 12: Δεδομένα εισαγωγής μοντέλου ανά περιοχή και κριτήριο (Πηγή: Soofi & Retzer, 1992) _____ - 48 -

Πίνακας 13: Συσχετίσεις με τ του Kendal των δυο μεθοδολογιών _____ - 49 -

Πίνακας 14: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ) _____ - 50 -

Πίνακας 15: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας _____ - 50 -

Πίνακας 16: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας _____ - 51 -

Πίνακας 17: Δεδομένα εισαγωγής μοντέλου ανά περιοχή και κριτήριο (Πηγή: Sarkis, 2000) _____ - 52 -

Πίνακας 18: Συσχετίσεις με τ του Kendal για τις αντικειμενικές συναρτήσεις 1 και 2. _____ - 53 -

Πίνακας 19: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ) _____ - 54 -

Πίνακας 20: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας _____ - 54 -

Πίνακας 21: Μέση απόλυτη διαφορά των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας _____ - 55 -



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο χώρο της επιστήμης λήψης αποφάσεων, ένα από τα σημαντικότερα θέματα που απασχολούν τους αποφασίζοντες όταν έχουν να αντιμετωπίσουν προβλήματα με πολλαπλά και αντικρουόμενα κριτήρια είναι ο προσδιορισμός της σημαντικότητάς τους. Στην περίπτωση των απλών πολυκριτηρίων μοντέλων απαιτείται μόνο ο προσδιορισμός της βαρύτητας των κριτηρίων και υπάρχουν κάποιες πιθανοθεωρητικές προσεγγίσεις που μπορούν να λύσουν το προαναφερθέν πρόβλημα. Όταν όμως οι αποφασίζοντες καλούνται να χρησιμοποιήσουν μεθοδολογίες όπως αυτές των σχέσεων υπεροχής στις οποίες απαιτείται ο καθορισμός και άλλων παραμέτρων τότε η δυσκολία αυξάνεται διότι σε αυτές τις περιπτώσεις αντίστοιχες προσεγγιστικές μέθοδοι δεν έχουν αναπτυχθεί.

Στόχος της παρούσας διατριβής είναι η ανάπτυξη ενός υβριδικού μοντέλου πολυκριτηρίας αξιολόγησης που να μπορεί μέσω της χρήσης εξελικτικών αλγορίθμων να προσδιορίζει αυτόματα τις παραμέτρους εκείνες που απαιτεί η πολυκριτηρία μεθοδολογία που ενσωματώνει. Στην συγκεκριμένη εργασία η πολυκριτηρία μεθοδολογία που επιλέχθηκε είναι η Promethee, η οποία ανήκει στην οικογένεια των σχέσεων υπεροχής.

Η διάρθρωση της εργασίας έχει ως εξής:

Στο κεφάλαιο 2 που ακολουθεί γίνεται μια σύντομη αναφορά στις διαδικασίες υπολογισμού των παραμέτρων στις πολυκριτηρίες μεθόδους λήψης αποφάσεων.

Στο κεφάλαιο 3 αναλύεται η πολυκριτηρία μεθοδολογία που ενσωματώνει το υβριδικό μοντέλο της εργασίας. Συγκεκριμένα αναλύεται η πολυκριτηρία μέθοδος Promethee. Επιπλέον, παρουσιάζεται η διαδικασία υλοποίησης της διαφορικής εξέλιξης. Οι παράμετροι που απαιτεί το μοντέλο, η διαδικασία διόρθωσης των λύσεων που ακολουθεί το μοντέλο και τέλος οι δυο αντικειμενικές συναρτήσεις που εξετάζονται στην παρούσα εργασία.

Στο 4^ο κεφάλαιο, εξετάζεται το υβριδικό μοντέλο που δημιουργήθηκε μέσω δεδομένων που επιλέχθηκαν από διαφορετικούς χώρους ανά περίπτωση. Σε κάθε μια από τις περιπτώσεις παρατίθενται τα δεδομένα εισόδου στο μοντέλο και η αξιολόγηση του μοντέλου. Η αξιολόγηση γίνεται μέσω της συσχέτισης του αποτελέσματος του μοντέλου με το πραγματικό αποτέλεσμα του προβλήματος (όπου αυτό είναι διαθέσιμο) είτε με το αποτέλεσμα που έχουν δημοσιεύσει άλλοι ερευνητές του χώρου χρησιμοποιώντας τα ίδια δεδομένα με άλλες μεθοδολογίες. Το μοντέλο εξετάζεται για δυο διαφορετικές αντικειμενικές συναρτήσεις. Επιπρόσθετα για κάθε περίπτωση εξετάζεται και η ευαισθησία του μοντέλου.



Στο τελευταίο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την παρούσα διατριβή ενώ παράλληλα παρατίθενται προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΠΟΛΥΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΩΝ

Ο ακριβής καθορισμός των παραμέτρων όπως είναι οι συντελεστές στάθμισης (βάρη) των κριτηρίων μπορεί να γίνει άμεσα από τον αποφασίζοντα αλλά είναι ιδιαίτερα δύσκολος. Για το λόγο αυτό έχουν αναπτυχθεί διαδικασίες για την προσεγγιστική τους εκτίμηση. Οι συντελεστές στάθμισης (σημαντικότητας) των κριτηρίων στην περίπτωση ενός απλού πολυκριτηρίου μοντέλου όπως αυτό του σταθμισμένου μέσου, ουσιαστικά περιγράφουν τις παραχωρήσεις που ο αποφασίζοντας είναι διατεθειμένος να κάνει στα κριτήρια.

2.1. Πιθανοθεωρητικές διαδικασίες

Ο προσδιορισμός της σημαντικότητας των κριτηρίων μπορεί να γίνει με βάση την κατάταξη των κριτηρίων, είτε παραδείγματος χάριν ανάλογα με τον τρόπο που αυτά κατατάσσονται, είτε ανάλογα με τη σχετική τους θέση στην κατάταξη κλπ. Δηλαδή στις περιπτώσεις αυτές αναζητούνται τα βάρη των κριτηρίων από τα δεδομένα γνωρίζοντας μόνο την κατάταξή τους. Θεωρείται ότι τα βάρη ακολουθούν κάποια κατανομή, οπότε με αυτόν τον τρόπο γίνεται μια προσεγγιστική εκτίμησή τους.

2.1.1. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με τον τρόπο κατάταξης - (ROC)

Εάν είναι γνωστή μόνο η κατάταξη των κριτηρίων με βάση τη σημαντικότητά τους και θεωρηθεί ότι τα βάρη τους προκύπτουν από την ομοιόμορφη κατανομή έτσι ώστε

$w_{(1)}, w_{(2)}, \dots, w_{(n)} \geq 0$ και $\sum_i w_{(i)} = 1$, όπου $w_{(i)}$ είναι το βάρος του i -στου κατά σειρά σημαντικότητας κριτηρίου, τότε μπορεί να προσδιοριστεί η αναμενόμενη σημαντικότητά τους.

Έτσι όταν υπάρχουν R κλάσεις ισοδυναμίας στην κατάταξη των κριτηρίων, όπου κάθε κλάση περιλαμβάνει κριτήρια ίδιας σημαντικότητας, με την πρώτη κλάση να περιλαμβάνει τα υψηλής σημαντικότητας κριτήρια και την τελευταία τα λιγότερο σημαντικά κριτήρια, τότε η σημαντικότητα των κριτηρίων προσδιορίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$w_{(i)} = \frac{1}{R} \sum_{k=1}^R \frac{1}{r_k},$$



όπου $r_i = r_{i-1} + n_i$ είναι η σχετική θέση της κλάσης i στην κατάταξη και n_i είναι το πλήθος των κριτηρίων στην κλάση ισοδυναμίας i . Βάρη που προσδιορίζονται με τον παραπάνω τρόπο είναι γνωστά ως βάρη ROC (rank-order centroid). Τα βάρη αυτά εκφράζουν το βαρύκεντρο (κέντρο βάρους) που έχει καθοριστεί από την κατάταξη των εναλλακτικών. Η μέθοδος αυτή αναπτύχθηκε από τους Barron και Barret το 1996 (Barron et al., 1996; Jia, 1998).

2.1.2. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με τη σχετική τους θέση στην κατάταξη – (RC)

Έστω ότι οι συντελεστές σημαντικότητας $w_1, w_2, \dots, w_n$, κατανέμονται ομοιόμορφα στο διάστημα $[a, b]$, όπου $b > a \geq 0$. Εάν γίνει η κατάταξη των κριτηρίων με βάση τη σημαντικότητά τους, τότε θεωρώντας ότι δεν υπάρχουν κριτήρια ίδιας σημαντικότητας, το αναμενόμενο βάρος του i -στου κατά σειρά σημαντικότητας κριτηρίου δίνεται από τον τύπο $E[w_{(i)}] = \frac{n+1-i}{n+1}(b-a)$, ενώ το αναμενόμενο

άθροισμα των βαρών θα είναι $\sum E[w_{(k)}] = \frac{n}{2}(b-a)$ (David, 1991).

Κανονικοποιώντας τα βάρη έτσι ώστε να αθροίζουν στη μονάδα, το βάρος του i -στου κατά σειρά σημαντικότητας κριτηρίου είναι:

$$w_{(i)} = \frac{E[w_{(i)}]}{\sum_{k=1}^n E[w_{(k)}]} = \frac{n+1-i}{\frac{1}{2}n(n+1)}$$

Έτσι όταν υπάρχουν R κλάσεις ισοδυναμίας στην κατάταξη των κριτηρίων, το αναμενόμενο βάρος των κριτηρίων στην κλάση ισοδυναμίας i είναι:

$$w_{(i)} = \frac{R+1-i}{\sum_{i=1}^R (R+1-i)n_i}$$

Βάρη που προσδιορίζονται με τον παραπάνω τρόπο είναι γνωστά ως βάρη RS (rank sum) και είναι ποιο ισορροπημένα σε σχέση με τα βάρη ROC (Jia, 1998; Δούμπος 2007).



2.1.3. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με την αντιστροφή θέσης τους στην κατάταξη- (RR)

Έστω ότι οι συντελεστές σημαντικότητας $w_1, w_2, \dots, w_n$, κατανέμονται ομοιόμορφα στο διάστημα $[a, b]$, όπου $b > a \geq 0$.

Όταν υπάρχουν R κλάσεις ισοδυναμίας στην κατάταξη των κριτηρίων, το αναμενόμενο βάρος των κριτηρίων στην κλάση ισοδυναμίας i είναι:

$$w_{(i)} = \frac{\frac{1}{i}}{\sum_{k=1}^R \frac{1}{r_k}}$$

όπου $r_i = r_{i-1} + n_i$ είναι η σχετική θέση της κλάσης i στην κατάταξη και n_i είναι το πλήθος των κριτηρίων στην κλάση ισοδυναμίας i .

Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιεί την αντιστροφή της κατάταξης που κανονικοποιείται με τη διαίρεση κάθε όρου με το άθροισμα των αντιστροφών όρων σύμφωνα με τον παραπάνω τύπο (Roberts, 2002). Βάρη που προσδιορίζονται με τον παραπάνω τρόπο είναι γνωστά ως βάρη RR (rank reciprocal).

2.1.4. Προσδιορισμός σημαντικότητας κριτηρίων ανάλογα με τη κατανομή της θέσης στην κατάταξη - (ROD)

Εάν υποθέσουμε ότι όλα τα κριτήρια έχουν κάποια σημαντικότητα, αυτό σημαίνει ότι μπορούν να καταταχθούν ως εξής:

$$w_1^* = 100,$$

$$0 < w_2^* \leq 100,$$

$$0 < w_3^* \leq w_2^*, \text{ και γενικά}$$

$$0 < w_i^* \leq w_{i-1}^*, \text{ όπου } i \neq 1.$$

Εάν τώρα εξετάσουμε την περίπτωση μόνο δυο κριτηρίων τότε,

$$w_1^* = 100$$

$$w_2^* \sim U(0,100),$$

έτσι τα κανονικοποιημένα βάρη θα είναι (Roberts, 2002):



$$w_1 = \frac{100}{(100 + w_2^*)} \quad \text{και}$$

$$w_2 = \frac{w_2^*}{(100 + w_2^*)}$$

έτσι ώστε

$$E(w_1) = \int_0^{100} \frac{1}{(100 + w_2^*)} dw_2^* = [\log_e(100 + w_2^*)]_0^{100} = 0.693$$

2.2. Προσδιορισμός της σημαντικότητας των κριτηρίων ανάλογα με την πληροφορία που παρέχουν στην περιγραφή ενός συνόλου εναλλακτικών (Εντροπία)

Μια άλλη προσεγγιστική διαδικασία για τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας είναι αυτή της εντροπίας. Ο προσδιορισμός γίνεται βάσει της πληροφορίας που προσφέρουν τα κριτήρια στην περιγραφή ενός συνόλου εναλλακτικών. Σε αυτή την περίπτωση αναζητούνται τα βάρη των κριτηρίων από τα δεδομένα χωρίς την ύπαρξη άλλης πληροφορίας.

Εδώ η σημαντικότητα ενός κριτηρίου είναι συνάρτηση τόσο των προτιμήσεων του αποφασίζοντα όσο και της πληροφορίας που παρέχει το κριτήριο στην αξιολόγηση. Το ποιο διαδεδομένο μέτρο πληροφορίας είναι η εντροπία (Δούμπος, 2007, Zeleny, 1982). Θεωρώντας μια διακριτή τυχαία μεταβλητή X οι τιμές τις οποίες ανήκουν στο σύνολο $\{x_1, x_2, \dots, x_m\}$, η εντροπία ορίζεται ως εξής:

$$H(X) = -K \sum_{i=1}^m p(x_i) \ln p(x_i)$$

όπου $K > 0$, είναι η σταθερά που προσδιορίζει την κλίμακα της μέτρησης και $p(x_i) = \Pr(X = x_i)$, είναι η πιθανότητα η τυχαία μεταβλητή X να πάρει την τιμή x_i . Όσο μεγαλύτερη είναι η εντροπία, τόσο θεωρείται ότι αυξάνεται η αβεβαιότητα / τυχαιότητα για την τυχαία μεταβλητή X .

Η εντροπία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη μέτρηση της πληροφορίας που παρέχει κάθε κριτήριο για την αξιολόγηση των εναλλακτικών. Έτσι εάν m είναι το σύνολο των εναλλακτικών και η επίδοση στο κριτήριο x_j είναι $x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj}$, με $0 \leq x_{ij} \leq 1$, τότε η εντροπία του κριτηρίου x_j είναι:



$$H(x_j) = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m \frac{x_{ij}}{D_j} \ln \frac{x_{ij}}{D_j},$$

όπου $D_j = \sum_{i=1}^m x_{ij}$, δηλαδή είναι το άθροισμα των επιδόσεων.

Όσο μεγαλύτερη είναι η εντροπία του κριτηρίου x_j τόσο μικρότερη πληροφορία παρέχει στην περιγραφή και αξιολόγηση των εναλλακτικών. Η σημαντικότητα ενός κριτηρίου x_j ανάλογα με την πληροφορία που παρέχει υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο (Δούμπος, 2007, Zeleny, 1982):

$$\tilde{\lambda}_j = \frac{1}{n - H} [1 - H(x_j)]$$

όπου $H = \sum_{j=1}^n H(x_j)$ η συνολική εντροπία των κριτηρίων. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει καμία άλλη πληροφορία για την σημαντικότητα των κριτηρίων το παραπάνω μέτρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εκτίμηση των βαρών. Διαφορετικά γίνεται συνολική εκτίμηση λ_j για τη σημαντικότητα κάθε κριτηρίου x_j λαμβάνοντας υπόψη τόσο το βάρος που αποδίδει ο αποφασίζοντας όσο και την παραπάνω εκτίμηση για την πληροφορία που παρέχει το κριτήριο. Η συνολική εκτίμηση λ_j για τη σημαντικότητα κάθε κριτηρίου δίνεται από τον παρακάτω τύπο (Δούμπος, 2007; Zeleny, 1982):

$$\lambda_j = \frac{\tilde{\lambda}_j w_j}{\sum_{j=1}^n \tilde{\lambda}_j w_j}$$

2.2.1. Διαδικασία MDI (Minimum Discrimination Information).

Ένα πολυκριτήριο προσθετικό μοντέλο προσδιορίζεται από την παρακάτω προσθετική συνάρτηση:

$$V_b(x_i) = \sum_{j=1}^n w_j u_j(x_{ij}), i=1,2,\dots,m, \text{ όπου } w_j \text{ είναι μη-αρνητικά βάρη,}$$

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1,$$

$x_i = (x_{i,1}, x_{i,2}, \dots, x_{i,n})'$ είναι το διάνυσμα βαθμολογίας των εναλλακτικών και $u_j(x_{ij})$ είναι οι συναρτήσεις μερικών αξιών των εναλλακτικών.



Έστω ότι αρχικά υπάρχει ένα σύνολο τυχαίων αλλά γνωστών βαρών $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)'$ με το οποίο ο αποφασίζοντας αξιολογεί m εναλλακτικές. Η αξία κάθε εναλλακτικής χρησιμοποιώντας το σύνολο b δίνεται από την προσθετική συνάρτηση $V_b(x_i)$. Έτσι στο σύνολο b όταν για την κατάταξη $V_b(x_i)$ ισχύει $V_b(x_1) = \max\{V_b(x_i); i = 1, \dots, m\}$, η x_1 είναι η καλύτερη εναλλακτική.

Εάν x_c , με $c = 1, \dots, C$ υποδηλώνει την εναλλακτική που είναι αποδεκτή από τον αποφασίζοντα βασισμένη στο σύνολο b και x_r , με $r = C + 1, \dots, m$ υποδηλώνει τις μη – αποδεκτές εναλλακτικές, τότε ο αντικειμενικός σκοπός είναι να βρεθεί ένα σύνολο συντελεστών βαρύτητας που να είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο αρχικό και να κατατάσσει κάποιες μη – αποδεκτές εναλλακτικές τουλάχιστον τόσο καλά όσο τις αποδεκτές.

Για την «εγγύτητα» (closeness) δυο συνόλων συντελεστών βαρύτητας δεν υπάρχει καθολικά αποδεκτός ορισμός (Soofi & Retzer, 1992). Στη συνέχεια περιγράφεται ένα μέτρο που προτάθηκε από τον Kullback το οποίο έχει υιοθετηθεί από την θεωρία της πληροφορίας για την πιθανότητα διανυσμάτων. Σύμφωνα με τον Kullback η συνάρτηση διάκρισης της πληροφορίας μεταξύ οποιονδήποτε διανυσμάτων βαρών $w = (w_1, \dots, w_n)'$ και $b = (b_1, b_2, \dots, b_n)'$ καθορίζεται ως εξής:

$$I(w:b) = \sum_{j=1}^n w_j \log \left(\frac{w_j}{b_j} \right),$$

όπου $I(w:b)$ είναι ένα μέτρο βασισμένο στην εντροπία για τον προσδιορισμό της εγγύτητας (closeness) μεταξύ δυο διανυσμάτων w και b . Το μέτρο αυτό είναι επίσης γνωστό ως cross-entropy ή σχετική εντροπία (relative entropy) του w με το b (Soofi & Retzer, 1992). Το $I(w:b)$ δεν είναι συμμετρικό ως προς τα w και b . Το b ορίζεται ως διάνυσμα βάσης (αναφοράς) και πρέπει να είναι αυστηρά θετικό και $I(w:b) \geq 0$, με την ισότητα να ισχύει στη περίπτωση που τα w και b είναι πανομοιότυπα.

Η σχέση μεταξύ του μέτρου του Kullback, $I(w:b)$ και της Ευκλείδειας απόστασης (Euclidean measure of closeness) φαίνεται στον παρακάτω τύπο:

$$[2I(w:b)]^{1/2} \geq \sum_{j=1}^n |w_j - b_j| \geq \sum_{j=1}^n (w_j - b_j)^2$$

Στην περίπτωση που τα w_j και b_j είναι παρόμοια ισχύει η προσέγγιση δεύτερου βαθμού που δίνεται από τη σχέση:



$$I(w:b) \approx \frac{1}{2} \sum_{j=1}^n \frac{(w_j - b_j)^2}{w_j}$$

Η παραπάνω σχέση δίνει ένα μέτρο σχετικής εγγύτητας μεταξύ των δυο διανυσμάτων.

Ένα σύνολο από συντελεστές βαρύτητας που κατατάσσει τις εναλλακτικές x_r τουλάχιστον τόσο καλά όσο τις x_c πρέπει να ικανοποιεί την παρακάτω εξίσωση:

$$\sum_{j=1}^n w_j u_j(x_{cj}) - \sum_{j=1}^n w_j u_j(x_{rj}) = \delta(c, r)$$

όπου $\delta(c, r) \geq 0$ είναι η μεταβολή που κάνει τις εναλλακτικές x_r αποδεκτές. Η ισότητα ικανοποιείται μόνο όταν δεν υπάρχει αμοιβαία κυριαρχία της x_c έναντι της x_r σε όλες τις συνιστώσες δηλαδή $u_j(x_{rj}) < u_j(x_{cj})$ για τουλάχιστον ένα j . Η παραπάνω εξίσωση επιβάλλει και κάποιους περιορισμούς για τα βάρη w_j στη μορφή:

$$Aw = \delta, \text{ όπου}$$

$$\delta = (1, \delta_1, \dots, \delta_K)'$$

$$\delta_k = \delta(c, r) \text{ και}$$

$$A = [a_{kj}], \text{ με } k = 0, 1, \dots, K \text{ και } i = 0, 1, \dots, n$$

είναι ένας πίνακας περιορισμών, διαστάσεων $(1+K) \times n$ με $(1+K)$ σειρές. Όπου στην πρώτη σειρά $a_{0j} = 1$ και στην $k^{\text{τη}}$ $a_{kj} = u_j(x_{cj}) - u_j(x_{rj})$ για $k = 1, \dots, K$. Όταν $1+K < n$ υπάρχει ένα απεριόριστο σύνολο από βάρη τα οποία ικανοποιούν τους παραπάνω περιορισμούς.

Εάν $W = \{w: Aw = \delta\}$ είναι το πλήθος των συντελεστών βαρύτητας που κάνει τις εναλλακτικές x_r αποδεκτές για τον αποφασίζοντα, τότε η αρχή MDI (Minimum Discrimination Information) δηλώνει ότι το διάνυσμα w^* πρέπει να επιλεγεί από το

σύνολο W , έτσι ώστε να ελαχιστοποιεί τη συνάρτηση $I(w:b) = \sum_{j=1}^n w_j \log \left(\frac{w_j}{b_j} \right)$.

Κάθε ζεύγος εναλλακτικών που συγκρίνεται επιβάλλει έναν περιορισμό για τους συντελεστές βαρύτητας. Έτσι για R μη- αποδεκτές και C αποδεκτές εναλλακτικές θα δημιουργηθούν $RC = K$ περιορισμοί. Για το λόγο αυτό η διαδικασία MDI είναι ικανή να επιλύσει προβλήματα με $1+RC \leq n$ με ποιο συνηθισμένη και εύκολη την



περίπτωση της ισότητας. Το $\delta(c, r)$ είναι ο σταθμισμένος μέσος των $a_{kj}, j = 1, \dots, n$. Έτσι προκειμένου να υπάρξουν συντελεστές βαρύτητας σύμφωνα με τη διαδικασία MDI, για κάθε k , είναι απαραίτητο να ισχύει η ανισότητα $\min a_{kj} \leq \delta(c, r) \leq \max a_{kj}$. Τα βέλτιστα βάρη w^* της MDI δίνονται από την παρακάτω σχέση:

$$w^* = \exp(\lambda_0 + \lambda_1 \alpha_{1j} + \dots + \lambda_K \alpha_{Kj}) b_j = \frac{\exp(\lambda_1 \alpha_{1j} + \dots + \lambda_K \alpha_{Kj})}{\sum_{l=1}^n \exp(\lambda_1 \alpha_{1l} + \dots + \lambda_K \alpha_{Kl})} b_j, \text{ όπου}$$

λ_k με $k = 0, 1, \dots, K$ είναι οι πολλαπλασιαστές Lagrange που πρέπει να καθοριστούν προκειμένου να ικανοποιηθούν οι παραπάνω περιορισμοί. Το σύνολο w^* των συντελεστών βαρύτητας στη διαδικασία MDI είναι όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σύνολο b και για $RC = K$ οι μη- αποδεκτές εναλλακτικές R κατατάσσονται τουλάχιστον τόσο καλά όσο και οι C που είναι οι αποδεκτές εναλλακτικές (Soofi & Retzer, 1992).

Η διαδικασία MDI που περιγράφηκε παραπάνω είναι μια προσεγγιστική διαδικασία για τον προσδιορισμό της σημαντικότητας των κριτηρίων σύμφωνα με την πληροφορία που αυτά παρέχουν χρησιμοποιώντας ως μέτρο την εντροπία και την εγγύτητα δυο συνόλων.

2.3. Διαδικασία άμεσης εκτίμησης (direct assessment)

Ασφαλώς η εκτίμηση των συντελεστών στάθμισης μπορεί να γίνει άμεσα από τον αποφασίζοντα αλλά όπως προαναφέρθηκε είναι εξαιρετικά δύσκολο. Κρίνεται λοιπόν απαραίτητο σε αυτό το σημείο να αναφερθεί απλά ο τρόπος διεξαγωγής αυτής της διαδικασίας, ο οποίος έχει ως εξής: Ο αναλυτής ζητά από τον αποφασίζοντα να προσδιορίσει σε μια απόλυτη κλίμακα από το 1 έως το 10 τη σημαντικότητα των κριτηρίων, όπου 1 είναι το ελάχιστο σημαντικό και 10 το πλέον σημαντικό κριτήριο. Στη συνέχεια υπολογίζεται η σχετική σημαντικότητα των κριτηρίων, διαιρώντας κάθε απόλυτη βαθμολογία κριτηρίου με το άθροισμα έτσι ώστε το άθροισμα των συντελεστών βαρύτητας να αθροίζει στη μονάδα.

2.4. Έμμεση εκτίμηση με διμερές συγκρίσεις

Η εκτίμηση των συντελεστών βαρύτητας μπορεί να γίνει έμμεσα με τη βοήθεια διμερών συγκρίσεων μεταξύ των κριτηρίων. Στη διαδικασία αυτή ο αποφασίζοντας καλείται να συγκρίνει ανά δυο και σε όρους σημαντικότητας τα κριτήρια. Στο σύστημα που παράγεται ο αναλυτής αναζητά τα σχετικά βάρη που επαληθεύουν το



σύστημα. Διαδικασία αυτού του τύπου ήταν και η MDI που περιγράφηκε προηγούμενα.

Για την επίλυση του συστήματος επιστρατεύεται η τεχνική του προγραμματισμού στόχων του γραμμικού προγραμματισμού (goal programming) με την οποία ελαχιστοποιούνται οι απόλυτες αποκλίσεις (Σίσκος, 2008).

Εναλλακτικά η έμμεση εκτίμηση των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων μπορεί να γίνει μέσω της πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης. Για την επίλυση το μοντέλο χρησιμοποιεί τους περιοριστικούς όρους της στατιστικής εκτιμητικής των ελαχίστων τετραγώνων (Σίσκος, 2008).

2.5. Διαδικασία Simos (Μέθοδος των καρτών)

Μια άλλη διαδικασία είναι η μέθοδος των καρτών που προτάθηκε από τον Simos το 1990 (Figuiera et al. 2002). Η καινοτομία αυτής της μεθόδου έγκειται στη σύνδεση των κριτηρίων αξιολόγησης με ένα σύνολο καρτών. Ακολουθεί μια πρακτική διαδικασία για τη συλλογή πληροφορίας που αποτελείται από τα παρακάτω τρία στάδια:

- Δεδομένου ενός συνόλου n κριτηρίων αξιολόγησης, δίνονται στον χρήστη n κάρτες που στην κάθε μια από αυτές υπάρχει το όνομα ενός κριτηρίου και κάποια σχετική πληροφορία. Επιπλέον υπάρχουν στη διάθεσή του και κάποιες πανομοιότυπες λευκές κάρτες.
- Στη συνέχεια καλείται να κατατάξει τις κάρτες (κριτήρια) από τις λιγότερο σημαντικές στις πλέον σημαντικές. Σύμφωνα πάντα με την κρίση του εάν θεωρήσει ότι κάποιες κάρτες (κριτήρια) είναι εξίσου σημαντικά δηλαδή έχουν την ίδια βαρύτητα μπορεί να δημιουργήσει υποσύνολα.
- Τέλος καλείται να παρεμβάλει όπου θεωρεί απαραίτητο λευκές κάρτες προκειμένου να πολλαπλασιάσει την απόσταση μεταξύ των κλάσεων προκειμένου να δηλώσει την εγγύτητα της σημαντικότητας των διαδοχικών κλάσεων.

Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία υπολογισμού των συντελεστών βαρύτητας (Figuiera et al. 2002):

- Για κάθε κλάση καταγράφεται και υπολογίζεται το άθροισμα των καρτών (κριτηρίων) συμπεριλαμβανομένων και των κλάσεων των λευκών καρτών.
- Στη συνέχεια προσδιορίζεται η θέση (βάρος κατά τον Simos) κάθε κάρτας. Η λιγότερο σημαντική παίρνει τη θέση 1 και ούτω καθεξής.



- Καθορισμός των μη- κανονικοποιημένων βαρών (μέσο βάρος κατά τον Simos): υπολογίζεται ως το άθροισμα των θέσεων της κλάσης δια του αριθμού των καρτών της κλάσης.
- Καθορισμός των κανονικοποιημένων βαρών (σχετικό βάρος κατά τον Simos): τα μη- κανονικοποιημένα βάρη διαιρούνται με το άθροισμα των θέσεων (μη- συμπεριλαμβανομένων των λευκών καρτών). Στη συνέχεια γίνεται κανονικοποίηση και στρογγυλοποίηση στον πλησιέστερο ακέραιο.

Η μέθοδος των καρτών του Simos μετά την κανονικοποίηση των βαρών κάνει στρογγυλοποίηση στον πλησιέστερο ακέραιο κάτι που δημιουργεί πρόβλημα αφού το άθροισμα αρκετά συχνά δεν είναι 100. Το παραπάνω πρόβλημα διορθώθηκε με μια αναθεωρημένη έκδοση που προτάθηκε από τους Figuiera και Roy το 2002 και λειτουργεί μέσω του λογισμικού SRF (Figuiera et al. 2002). Η νέα αυτή έκδοση απαιτεί μια επιπλέον πληροφορία σχετική με το λόγο z μεταξύ των συντελεστών βαρύτητας του ποιο σημαντικού κριτηρίου προς το λιγότερο σημαντικό στην κατάταξη. Το λογισμικό SRF χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων στις μεθόδους τύπου ELECTRE.

2.6. Μέθοδοι UTA

Η μέθοδος UTA (Utilites Additives) η οποία αναπτύχθηκε το 1982 από τους Jacquet-Lagréze και Siskos έχει ως στόχο την εκτίμηση μίας προσθετικής συνάρτησης αξίας/ χρησιμότητας από μία προδιάταξη ενός συνόλου αναφοράς A (Jacquet & Siskos, 1982; Σίσκος 2008). Πρόκειται για μια διαδικασία κατά την οποία αναλύονται τα υπάρχοντα δεδομένα (σύνολο αναφοράς) προκειμένου να εντοπιστεί το υπόδειγμα, χρησιμοποιώντας ειδικές τεχνικές γραμμικού προγραμματισμού.

Το μοντέλο σύνθεσης (απόφασης) των κριτηρίων στη μέθοδο UTA είναι μια προσθετική συνάρτηση αξίας/χρησιμότητας ενός συνόλου εναλλακτικών οι οποίες διαμορφώνουν το σύνολο αναφοράς A και έχουν καταταχθεί από τον αποφασίζοντα από τις καλύτερες προς τις χειρότερες. Δεδομένου ενός συνόλου n κριτηρίων αξιολόγησης, η προσθετική συνάρτηση χρησιμότητας ορίζεται ως εξής:

$$V(x) = \sum_{j=1}^n u_j(x_j),$$

$$V(x_*) = 0$$

$$V(x^*) = 1$$



όπου $x_* = (x_{1*}, x_{2*}, \dots, x_{n*})$ και $x^* = (x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*)$ συμβολίζονται αντίστοιχα η λιγότερο και η περισσότερο προτιμητέα εναλλακτική και $u_j(x_j)$ είναι η συνάρτηση μερικής αξίας του κριτηρίου x_j οριζόμενη στο διάστημα $[0, w_j]$.

Αυτές οι διαδικασίες ανήκουν στην οικογένεια των αναλυτικών- συνθετικών προσεγγίσεων οι οποίες εντοπίζουν τον τρόπο με τον οποίο λαμβάνονται οι αποφάσεις μέσω της ανάλυσης της σχέσης μεταξύ των αποφάσεων και των επιδόσεων των εναλλακτικών δραστηριοτήτων στα κριτήρια αξιολόγησης. Ο καθορισμός των παραμέτρων του υποδείγματος σύνθεσης των κριτηρίων γίνεται μέσω της ανάλυσης προκειμένου το αναπτυσσόμενο υπόδειγμα να παράγει τις αποφάσεις του αποφασίζοντας με τον πλέον πιστό τρόπο (Δούμπος κ.α, 2004).

2.7. Περιβάλουσα ανάλυση δεδομένων (Data Envelopment Analysis)

Η περιβάλουσα ανάλυση δεδομένων (DEA) αναπτύχθηκε το 1978 από τους Charnes, Cooper και Rhodes. Η DEA αναπτύχθηκε προκειμένου να αξιολογήσει τη σχετική αποδοτικότητα συγκρίσιμων ομοιογενών μονάδων ενός οργανισμού (Charnes et.al, 1978). Με τη DEA γίνεται απευθείας αξιολόγηση χωρίς την εύρεση συντελεστών βαρύτητας για τα κριτήρια.

Η DEA χρησιμοποιεί ως εργαλείο το γραμμικό προγραμματισμό για τη μέτρηση της σχετικής αποδοτικότητας μονάδων λήψης αποφάσεων (DMUs- Decision Making Units) λαμβάνοντας ταυτόχρονα υπόψη τις πολλαπλές εισροές και εκροές. Ως εισροή θεωρούνται τα λειτουργικά δεδομένα της επιχείρησης (ανθρώπινο δυναμικό, πόρους, υλικοτεχνικά δεδομένα) και ως εκροή τα παραχθέντα αποτελέσματα. Έτσι, ως αποδοτικότητα ορίζεται ο λόγος του σταθμισμένου αθροίσματος των εκροών προς το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών (Ίσσαρης, 2004).

Η αξιολόγηση μιας εναλλακτικής σύμφωνα με μεθόδους τύπου DEA βασίζεται στο ακόλουθο μέτρο (Sarkis, 2000):

$$\max E_{ks} = \frac{\sum_y O_{sy} u_{ky}}{\sum_x I_{sx} u_{kx}}, \text{ όπου}$$

E_{ks} είναι το σκορ (βαθμός) αποδοτικότητας της εναλλακτικής s , χρησιμοποιώντας τα βάρη από της εναλλακτικής k

O_{sy} είναι η τιμή των κριτηρίων y προς μεγιστοποίηση (εκροή) για την εναλλακτική s



I_{sx} είναι η τιμή των κριτηρίων x προς ελαχιστοποίηση (εισροή) για την εναλλακτική s

u_{ky} το βάρος της εναλλακτικής k για τα κριτήρια μεγιστοποίησης y

u_{kx} το βάρος της εναλλακτικής k για τα κριτήρια ελαχιστοποίησης x

Η μέγιστη απόδοση E_{ks} ισούται με τη μονάδα.

Το παραπάνω πρόβλημα είναι μη γραμμικό οπότε μετατρέπεται σε γραμμικό με την παρακάτω μοντελοποίηση (Charnes et al., 1978; Sarkis et al., 2000):

$$\max E_{kk} = \sum_y O_{ky} u_{ky} ,$$

$$\text{υπό τους περιορισμούς} \quad E_{ks} \leq 1 \quad \forall \text{ εναλλακτική } s ,$$

$$\sum_x I_{kx} u_{kx} = 1 ,$$

$$u_{kx} , u_{ky} \geq 0$$

Ο Stewart το 1996 συνέδεσε τους παραδοσιακούς στόχους της DEA με την πολυκριτήρια ανάλυση. Η DEA προέρχονται από περιπτώσεις όπως προαναφέρθηκε όπου ο στόχος ήταν να αξιολογηθεί σχετική αποδοτικότητα μιας μονάδας λήψης αποφάσεων DMU, ενώ η πολυκριτήρια ανάλυση από περιπτώσεις που ο στόχος ήταν η κατάταξη ή η επιλογή από ένα σύνολο εναλλακτικών με αντικρουόμενα κριτήρια. Ο Stewart συνέδεσε τους παραδοσιακούς αυτούς στόχους θεωρώντας ως εκροές τα κριτήρια προς μεγιστοποίηση (κέρδος) και ως εισροές τα κριτήρια προς ελαχιστοποίηση (κόστος). Ακολούθησαν αρκετοί άλλοι ερευνητές που υιοθέτησαν αυτή τη μεθοδολογία όπως οι Doyle et al (1993), Khouja (1995), Sarkis (2000).

Στην εργασία του ο Sarkis δημιούργησε κάποιες παραλλαγές της DEA προκειμένου να δείξει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εργαλείο σε πολυκριτήρια προβλήματα και να είναι ανταγωνιστικές με μεθοδολογίες κατάταξης που ανήκουν στην οικογένεια των πολυκριτήριων μοντέλων αποφάσεων. Στη συνέχεια παρουσιάζονται επιγραμματικά οι παραλλαγές της DEA.

2.7.1. Simple Cross-Efficiency - SXEF

Η SXEF δεν είναι τίποτα άλλο από τον βαθμό αποδοτικότητας υπολογισμένο για μια εναλλακτική s που ισούται με το γινόμενο των βέλτιστων βαρών της εναλλακτικής k υπολογισμένα από το μοντέλο CCR επί το λόγο εισρών προς εκρών της



εναλλακτικής s (Sarkis, 2000). Ο βαθμός cross- efficiency (δια-αποδοτικότητας) υπολογίζεται για κάθε εναλλακτική ώστε να παραχθεί η μέση SXEF τιμή.

2.7.2. Aggressive Cross- Efficiency - AXEF

Η AXEF είναι ο βαθμός αποδοτικότητας της εναλλακτικής s ίσος με το γινόμενο των βέλτιστων βαρών της εναλλακτικής k υπολογισμένα από τη scaled aggressive formulation των Doyle και Green (1993) επί το λόγο εισροών προς εκροών της εναλλακτικής s . Ο βαθμός cross- efficiency (δια-αποδοτικότητας) υπολογίζεται για κάθε εναλλακτική ώστε να παραχθεί η μέση AXEF τιμή. Η παραπάνω διατύπωση των Doyle και Green δίνεται μαθηματικά ως εξής :

$$\begin{aligned} \min \sum_y (u_{ky} \sum_{s \neq k} O_{sy}) , \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \quad \sum_x (u_{kx} \sum_{s \neq k} I_{sx}) = 1 , \\ \sum_y O_{ky} u_{ky} - E_{kk} \sum_x I_{kx} u_{kx} = 0 , \\ E_{ks} \leq 1 \quad \forall \text{ εναλλακτική } s \neq k , \\ u_{kx}, u_{ky} \geq 0 \end{aligned}$$

Ενώ η διατύπωση που προτείνεται από τον Sarkis είναι η εξής:

$$\min \sum_y \frac{u_{ky} \sum_{s \neq k} O_{sy}}{n-1} ,$$

όπου n είναι το πλήθος των εναλλακτικών.

2.7.3. Ranked Efficiency - RCCR

Η RCCR είναι ο βαθμός αποδοτικότητας υπολογισμένη από το απλοποιημένο CCR μοντέλο που προτάθηκε από τους Andersen και Petersen το 1993 και δίδεται μαθηματικά από το ακόλουθο γραμμικό πρόγραμμα:

$$\begin{aligned} \max E_{kk} = \sum_y O_{ky} u_{ky} , \\ \text{υπό τους περιορισμούς} \quad E_{ks} \leq 1 \quad \forall \text{ εναλλακτική } s \neq k , \\ \sum_x I_{kx} u_{kx} = 1 , \end{aligned}$$



$$u_{kx}, u_{ky} \geq 0.$$

Γενική Παρατήρηση

Όλες οι παραπάνω διαδικασίες αναζητούν τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων χωρίς την αναζήτηση και άλλων παραμέτρων. Για τη χρήση της μεθόδου PROMETHEE η οποία παρουσιάζεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο είναι απαραίτητος ο προσδιορισμός τόσο των συντελεστών βαρύτητας όσο και άλλων παραμέτρων όπως είναι το κατώφλι αδιαφορίας και το κατώφλι προτίμησης. Η μέθοδος PROMETHEE χρησιμοποιεί την έννοια του γενικευμένου κριτηρίου για τη μοντελοποίηση της αξίας που αποδίδει ο αποφασίζοντας μέσω μιας συνάρτησης προτίμησης. Ο Σίσκος (2008) υποστηρίζει ότι η χρήση γενικευμένων κριτηρίων χωρίς την συμβολή του αποφασίζοντα για τον καθορισμό των κατωφλίων είναι διαδικασία παρακινδυνευμένη και αυθαίρετη. Επιπρόσθετα παρατηρεί ότι ο προσδιορισμός των βαρών πρέπει να εναρμονιστεί με την πραγματική σημασία τους που δεν είναι άλλη από αυτήν των παραχωρήσεων μεταξύ των κριτηρίων.

Στην παρούσα διατριβή έγινε μια προσπάθεια αυτόματου (χωρίς την συμβολή του αποφασίζοντα) υπολογισμού των παραμέτρων που απαιτεί η μέθοδος PROMETHEE χρησιμοποιώντας τόσο τον αλγόριθμο της διαφορικής εξέλιξης όσο και τη γνώση της προγενέστερης πληροφορίας.

Ουσιαστικά δημιουργήθηκε ένα υβριδικό μοντέλο που χρησιμοποιεί τη μέθοδο PROMETHEE για την αξιολόγηση των εναλλακτικών και τον αλγόριθμο διαφορικής εξέλιξης για τον καθορισμό των παραμέτρων της αξιολόγησης.

Αυτά τα μοντέλα πλεονεκτούν διότι δεν απαιτούν πληροφορίες από τους αποφασίζοντες και τους αναλυτές. Έτσι σε αντίθεση με την θέση του Σίσκου που θεωρεί τον άμεσο καθορισμό των κατωφλίων παρακινδυνευμένο, δηλαδή υποστηρίζει μια διαδικασία της μορφής:

δεδομένα-αποφασίζοντας (προσδιορισμός των παραμέτρων)-**μοντέλο-αποφασίζοντας - απόφαση**

η διαδικασία που προτείνεται σε αυτή την εργασία είναι της μορφής:

δεδομένα-μοντέλο-αποφασίζοντας (σύγκλιση λύσεων μοντέλου με το σύστημα αξιών του αποφασίζοντα)- **απόφαση**.

Στο επόμενο κεφάλαιο που αποτελεί τη μεθοδολογία έρευνας αρχικά αναλύεται τόσο η μέθοδος PROMETHEE όσο και η φιλοσοφία του αλγόριθμου της διαφορικής εξέλιξης, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται η μεθοδολογία της παρούσας διατριβής.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1. PROMETHEE

Οι μέθοδοι της οικογένειας PROMETHEE (**P**reference **R**anking **O**rganization **M**ETHod for **E**nrichment **E**valuation) ανήκουν στην κατηγορία των μεθόδων σχέσεων υπεροχής. Στόχος των μεθόδων σχέσεων υπεροχής είναι η ανάπτυξη ενός μεθοδολογικού πλαισίου που να επιτρέπει την πραγματοποίηση διμερών συγκρίσεων μεταξύ των εναλλακτικών δραστηριοτήτων (Δούμπος, 2007).

Οι μέθοδοι PROMETHEE εισήχθηκαν από τους Brans, Vinche και Marescal και περιλαμβάνουν δυο φάσεις (Brans et al., 1986). Τη φάση της ανάπτυξης και τη φάση της εκμετάλλευσης της σχέσης υπεροχής. Η πρώτη φάση βασίζεται στον προσδιορισμό του δείκτη προτίμησης (preference index) $P(x_i, x_j)$, για κάθε ζεύγος εναλλακτικών δραστηριοτήτων x_i και x_j , ενώ στη δεύτερη φάση προσδιορίζονται η ροή εισόδου (entering flow), η ροή εξόδου (leaving flow) και η καθαρή ροή (net flow).

Ο δείκτης προτίμησης εκφράζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$P(x_i, x_j) = \sum_{k=1}^n w_k p_k(x_{ik}, x_{jk}),$$

όπου $p_k(x_{ik}, x_{jk})$ είναι ο μερικός δείκτης προτίμησης για το κριτήριο x_k , ο οποίος ορίζεται συναρτήσει της διαφοράς $(x_{ik} - x_{jk})$ των επιδόσεων των εναλλακτικών στο κριτήριο x_k . Δηλαδή ως εξής:

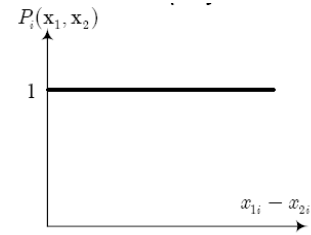
$$p_k(x_{ik}, x_{jk}) = \begin{cases} 0 & , \text{ εάλν } x_{ik} < x_{jk} \\ h_k(x_{ik}, x_{jk}), & , \text{ εάλν } x_{ik} \geq x_{jk} \end{cases}$$

Για τη μορφή της συνάρτησης h_k έχουν προταθεί έξι γενικευμένα κριτήρια (generalized criteria, Brans et al., 1986).

- ☛ Σύννηθες κριτήριο (usual criterion): στην περίπτωση αυτή υπάρχει αδιαφορία μεταξύ των δυο εναλλακτικών x_i και x_j στο κριτήριο x_k εάν και μόνο εάν $x_{ik} - x_{jk} = 0$, διαφορετικά εάν $x_{ik} > x_{jk}$ τότε υπάρχει σαφής προτίμηση της x_i έναντι της x_j . Οπότε:

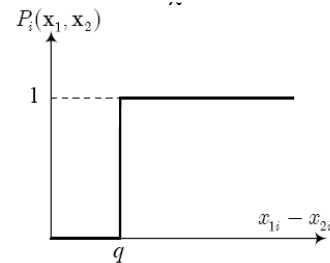


$$h_k(x_{ik}, x_{jk}) = \begin{cases} 0, & \text{εάν } x_{ik} = x_{jk} \\ 1, & \text{εάν } x_{ik} > x_{jk} \end{cases}$$



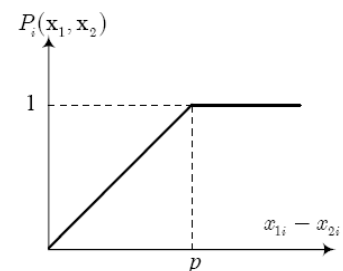
- ☞ Σχεδόν κριτήριο (quasi criterion): Σε αυτό το κριτήριο θεωρείται ότι υπάρχει αδιαφορία μεταξύ των δυο εναλλακτικών x_i, x_j στο κριτήριο x_k , όταν η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ δεν υπερβαίνει ένα κατώφλι αδιαφορίας q_k , διαφορετικά υπάρχει σαφής προτίμηση της x_i έναντι της x_j :

$$h_k(x_{ik}, x_{jk}) = \begin{cases} 0, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} \leq p_k \\ 1, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$



- ☞ Κριτήριο γραμμικής προτίμησης (criterion with linear preference): Σε αυτή την περίπτωση εφόσον η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ δεν υπερβαίνει ένα κατώφλι προτίμησης p_k τότε ο βαθμός προτίμησης για την εναλλακτική x_i αυξάνει γραμμικά συναρτήσει της διαφοράς $x_{ik} - x_{jk}$. Όταν η διαφορά υπερβεί το κατώφλι προτίμησης τότε υπάρχει σαφής προτίμηση της x_i έναντι της x_j .

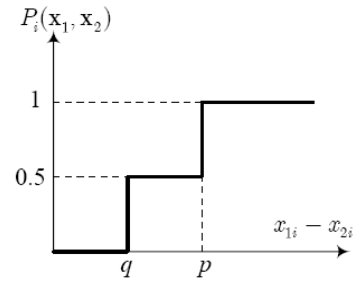
$$h_k(x_{ik}, x_{jk}) = \begin{cases} \frac{x_{ik} - x_{jk}}{p_k}, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} \leq p_k \\ 1, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$



- ☞ Κριτήριο επιπέδου (level criterion): Σε αυτό το κριτήριο χρησιμοποιούνται το κατώφλι αδιαφορίας και το κατώφλι προτίμησης. Εάν $q_k < x_{ik} - x_{jk} \leq p_k$, τότε υπάρχει ελαφρά προτίμηση για την εναλλακτική x_i .

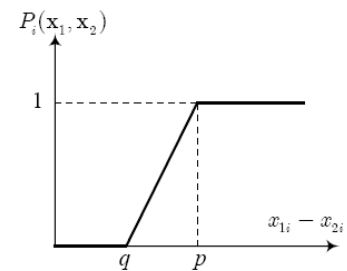


$$h_k(x_{ik}, x_{jk}) = \begin{cases} 0 & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} \leq q_k \\ 0.5, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} \in (q_k, p_k] \\ 1, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$



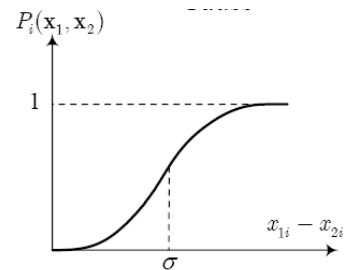
- ☞ Κριτήριο γραμμικής προτίμησης και περιοχής αδιαφορίας (criterion with linear preference and indifference area): Σε αυτό το κριτήριο θεωρείται ότι ο βαθμός προτίμησης αυξάνει γραμμικά από το μηδέν στο ένα, όταν η διαφορά $x_{ik} - x_{jk}$ βρίσκεται μεταξύ του ορίου αδιαφορίας και προτίμησης:

$$h_k(x_{ik}, x_{jk}) = \begin{cases} 0, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} \leq q_k \\ \frac{x_{ik} - x_{jk} - p_k}{p_k - q_k}, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} \in (q_k, p_k] \\ 1, & \text{εάν } x_{ik} - x_{jk} > p_k \end{cases}$$



- ☞ Κριτήριο Gauss (Gaussian criterion): Στο κριτήριο αυτό ο βαθμός προτίμησης περιγράφεται από μια συνεχή συνάρτηση ως εξής:

$$h_k(x_{ik}, x_{jk}) = 1 - \exp\left[-\frac{(x_{ik} - x_{jk})^2}{2\sigma^2}\right]$$



Όπου σ είναι η παράμετρος που καθορίζει το σημείο καμπής της συνάρτησης.

Επομένως αφού καθοριστεί η συνάρτηση h_k είναι δυνατός ο προσδιορισμός του δείκτη προτίμησης για κάθε ζευγάρι εναλλακτικών. Ο δείκτης προτίμησης παίρνει τιμές μεταξύ $[0, 1]$, έτσι ώστε:

$$P(x_i, x_j) = 0 \Rightarrow \text{αδιαφορία μεταξύ της } x_i \text{ και } x_j$$

$$P(x_i, x_j) \approx 0 \Rightarrow \text{οριακή προτίμηση της } x_i \text{ έναντι της } x_j.$$

$$P(x_i, x_j) \approx 1 \Rightarrow \text{ισχυρή προτίμηση της } x_i \text{ έναντι της } x_j.$$

$$P(x_i, x_j) = 1 \Rightarrow \text{απόλυτη προτίμηση της } x_i \text{ έναντι της } x_j.$$



Στη δεύτερη φάση, δηλαδή στη φάση της εκμετάλλευσης της σχέσης υπεροχής, όπως προαναφέρθηκε προσδιορίζονται η ροή εισόδου $\phi^-(x_i) = \sum_j P(x_j, x_i)$, η ροή εξόδου $\phi^+(x_i) = \sum_j P(x_i, x_j)$ και η καθαρή ροή $\phi(x_i) = \phi^+(x_i) - \phi^-(x_i)$. Η ροή εξόδου $\phi^+(x_i)$ δείχνει την υπεροχή της εναλλακτικής x_i έναντι των υπόλοιπων εναλλακτικών, ενώ η ροή εισόδου $\phi^-(x_i)$ αναπαριστά την υπεροχή όλων των υπόλοιπων εναλλακτικών έναντι της x_i . Είναι προφανές λοιπόν ότι εφόσον η καθαρή ροή είναι το άθροισμα της ροής εισόδου και της ροής εξόδου, ότι αποτελεί ένα συνολικό μέγεθος αξιολόγησης της εναλλακτικής x_i έναντι όλων των άλλων εναλλακτικών.

Στην οικογένεια των μεθόδων PROMETHEE ανήκουν μεταξύ άλλων η PROMETHEE I και η PROMETHEE II. Στην PROMETHEE I με βάση τις παραπάνω ροές αναπτύσσονται δυο κατατάξεις η Z_1 και η Z_2 . Η κατάταξη Z_1 αναπτύσσεται βάσει των ροών εισόδου ως εξής:

$$Z_1 \begin{cases} x_i \succ x_j \Leftrightarrow \phi^-(x_i) < \phi^-(x_j) \\ x_i \sim x_j \Leftrightarrow \phi^-(x_i) = \phi^-(x_j) \end{cases}'$$

ενώ η Z_2 αναπτύσσεται βάσει των ροών εξόδου

$$Z_2 \begin{cases} x_i \succ x_j \Leftrightarrow \phi^+(x_i) > \phi^+(x_j) \\ x_i \sim x_j \Leftrightarrow \phi^+(x_i) = \phi^+(x_j) \end{cases}'$$

οπότε η τελική κατάταξη Z προκύπτει ως τομή των δυο κατατάξεων Z_1 και η Z_2 . Αντίθετα στην PROMETHEE II αναπτύσσεται μόνο μια κατάταξη J των εναλλακτικών με βάση τις καθαρές τους ροές.

$$x_i \succ x_j \Leftrightarrow \phi(x_i) > \phi(x_j)$$

$$x_i \sim x_j \Leftrightarrow \phi(x_i) = \phi(x_j)$$

Στα απλά πολυκριτήρια μοντέλα όπως αυτό του σταθμισμένου μέσου, απαιτείται μόνο ο προσδιορισμός της βαρύτητας των κριτηρίων, για την εκτίμηση των οποίων έχουν προταθεί διάφορες πιθανοθεωρητικές προσεγγίσεις, καθώς και τεχνικές που βασίζονται στη θεωρία πληροφοριών. Σε μεθόδους που βασίζονται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής, δεν έχουν αναπτυχθεί αντίστοιχες διαδικασίες.

Όπως έγινε αντιληπτό από την παραπάνω ανάλυση της οικογένειας μεθόδων PROMETHEE στο πρώτο στάδιο προκειμένου να αναπτυχθεί η σχέση υπεροχής είναι



απαραίτητο να ληφθούν πληροφορίες από τον αποφασίζοντα έτσι ώστε να καθοριστούν οι παράμετροι των συναρτήσεων. Συνήθως οι συντελεστές βαρύτητας καθώς και τα κατώφλια αδιαφορίας και προτίμησης καθορίζονται από τον αποφασίζοντα, διαδικασία εξαιρετικά δύσκολη. Στην παρούσα διατριβή στόχος είναι ο προσδιορισμός των παραμέτρων μοντέλων αξιολόγησης που βασίζονται στη μέθοδο Promethee με τη χρήση εξελικτικών αλγορίθμων βελτιστοποίησης προκειμένου να αντιμετωπιστεί η παραπάνω δυσκολία.

Οι παράμετροι αφορούν τα βάρη των κριτηρίων καθώς και τη μορφή των μερικών συναρτήσεων προτίμησης, οι οποίες προσδιορίζουν την αξιολόγηση των εναλλακτικών επιλογών στα επιμέρους κριτήρια της αξιολόγησης. Γενικά η διαδικασία προσδιορισμού των στοιχείων αυτών είναι εξαιρετικά δύσκολη και δεν μπορεί να γίνει με παραδοσιακές αναλυτικές διαδικασίες. Για το σκοπό αυτό η παρούσα διατριβή έχει προσεγγίσει το παραπάνω πρόβλημα χρησιμοποιώντας εξελικτικούς αλγόριθμους και ειδικότερα τον αλγόριθμο της διαφορικής εξέλιξης (differential evolution) χρησιμοποιώντας κατάλληλα μέτρα αξιολόγησης των αναπτυσσόμενων υποδειγμάτων από τη θεωρία πληροφορίας.

Προτού λοιπόν αναλυθεί ο αλγόριθμος της παρούσας διατριβής κρίνεται απαραίτητο σε αυτό το σημείο να παρουσιαστεί ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης. Γενικά ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης επιλέχθηκε διότι είναι μια καλή διαδικασία για προβλήματα συνεχούς βελτιστοποίησης. Ενώ για παράδειγμα οι γενετικοί αλγόριθμοι τα καταφέρνουν καλύτερα σε προβλήματα ακέραιων μεταβλητών απόφασης. Επιπρόσθετα η διαφορική εξέλιξη (differential evolution) είναι απλή στην υλοποίηση.

3.2. ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ

Η διαφορική εξέλιξη (DE- differential evolution) είναι ένας αλγόριθμος βελτιστοποίησης και ένα από τα ισχυρότερα εργαλεία για ολική βελτιστοποίηση (global optimization, Feoktistov, 2006). Ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης πρωτοεισήχθη από τους Kenneth Price και Rainer Storn το 1995 (Price et al., 2005). Ανήκει στην οικογένεια των εξελικτικών αλγορίθμων όπως και οι γενετικοί αλγόριθμοι, οι εξελικτικές στρατηγικές, ο εξελικτικός προγραμματισμός, ενώ πρόσφατα με την εισαγωγή νέων μεθόδων βελτιστοποίησης συμπεριλαμβανομένης και της διαφορικής εξέλιξης οι αλγόριθμοι αυτοί απέκτησαν ένα νέο όνομα αυτό της τεχνητής εξέλιξης (artificial evolution, Feoktistov, 2006).

Όπως όλοι οι εξελικτικοί αλγόριθμοι, η διαφορική εξέλιξη είναι ένας μεθευρετικός αλγόριθμος βελτιστοποίησης βασισμένος στον πληθυσμό και προσεγγίζει το σημείο εκκίνησης του προβλήματος με δειγματοληψία πολλαπλών τυχαία επιλεγμένων αρχικών σημείων της αντικειμενικής συνάρτησης. Οι αλγόριθμοι αυτοί εφαρμόζονται



με επιτυχία σε περιπτώσεις που οι παραδοσιακές μέθοδοι δεν δίνουν καλά αποτελέσματα. Είναι εμπνευσμένοι από την θεωρία της εξέλιξης του Δαρβίνου και έτσι βασίζονται στην προσομοίωση της φυσικής διαδικασίας εξέλιξης. Προκαθορισμένα όρια στις παραμέτρους καθορίζουν το χώρο από τον οποίο επιλέγονται τα NP διανύσματα του αρχικού πληθυσμού. Κάθε διάνυσμα έχει δείκτη από 0 έως NP-1. Όπως και στις άλλες μεθόδους που βασίζονται στον πληθυσμό, η διαφορική εξέλιξη παράγει νέα σημεία που είναι διαταραχές (perturbations) των υπαρχόντων σημείων. Η διαφορική εξέλιξη διαταράσσει τα διανύσματα με μια βαθμωτή διαφορά δυο τυχαία επιλεγμένων διανυσμάτων του πληθυσμού. Έτσι προκειμένου να δημιουργήσει ένα δοκιμαστικό διάνυσμα u_0 , ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης, προσθέτει την τυχαία βαθμωτή διαφορά σε ένα τρίτο τυχαία επιλεγμένο διάνυσμα του πληθυσμού (εικόνα 1). Στη συνέχεια το δοκιμαστικό διάνυσμα που δημιουργήθηκε ανταγωνίζεται με το διάνυσμα που έχει τον ίδιο δείκτη από το παρόντα πληθυσμό. Από τα δυο διανύσματα, για την επόμενη γενιά, επιλέγεται εκείνο με την καλύτερη τιμή στην αντικειμενική συνάρτηση. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου ανταγωνιστούν όλα τα NP διανύσματα του παρόντος πληθυσμού με τα αντίστοιχα τυχαία δοκιμαστικά διανύσματα. Αφού ελεγχθεί και το τελευταίο ζευγάρι τα νέα NP διανύσματα, αυτά δηλαδή που επιλέχθηκαν μετά τις συγκρίσεις, γίνονται οι γονείς για την επόμενη γενιά στον κύκλο της εξέλιξης (Price et al., 2005).

Η διαφορική εξέλιξη (DE) καθορίζεται από τις παρακάτω συνιστώσες:

- τον πληθυσμό
- την αρχικοποίηση δια μέσω του πληθυσμού
- την τυχαιότητα του βασικού διανύσματος χρησιμοποιώντας μια διαφορά βασισμένη στη διαδικασία της μετάλλαξης
- τον εμπλουτισμό της ποικιλίας
- την επιλογή

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης εποπτικά:

3.2.1. Δομή πληθυσμού

Ο τρέχων πληθυσμός συμβολίζεται με P_x και αποτελείται από τα διανύσματα $x_{i,g}$ που έχουν γίνει δεκτά είτε ως αρχικά σημεία είτε μετά από σύγκριση με άλλα διανύσματα:

$$P_{x,g} = (x_{i,g}), i = 0, 1, \dots, NP - 1, g = 0, 1, \dots, g_{\max}$$



$$x_{i,g} = (x_{j,i,g}), i = 0, 1, \dots, D-1.$$

Ο δείκτης $g = 0, 1, \dots, g_{\max}$ υποδεικνύει τη γενιά στην οποία ανήκει το διάνυσμα. Επιπλέον κάθε διάνυσμα ορίζεται με ένα δείκτη πληθυσμού i , ο οποίος κυμαίνεται από 0 έως $NP-1$. Οι παράμετροι μεταξύ των διανυσμάτων έχουν δείκτη j που κυμαίνεται από 0 έως $D-1$. Άρα η παράμετρος NP καθορίζει το μέγεθος του πληθυσμού, ενώ D είναι η διάσταση του προβλήματος (πλήθος μεταβλητών απόφασης).

Μόλις τοποθετηθούν οι αρχικές τιμές, ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης μεταλλάσσει τυχαία επιλεγμένα διανύσματα για να παράξει έναν ενδιαμέσο πληθυσμό $P_{v,g}$ από τα NP διανύσματα μετά τη μετάλλαξη $v_{i,g}$. Η διαδικασία αυτή παρουσιάζεται στην παράγραφο 3.2.3.

$$P_{x,g} = (v_{i,g}), i = 0, 1, \dots, NP-1, g = 0, 1, \dots, g_{\max}$$

$$v_{i,g} = (v_{j,i,g}), i = 0, 1, \dots, D-1.$$

Κάθε διάνυσμα του τρέχοντος πληθυσμού στη συνέχεια επανασυνδυάζεται με το «μεταλλαγμένο» (mutant) για να παράξει ένα δοκιμαστικό πληθυσμό P_u από NP δοκιμαστικά διανύσματα $u_{i,g}$, διαδικασία που παρουσιάζεται στην παράγραφο 3.2.4.

$$P_{u,g} = (u_{i,g}), i = 0, 1, \dots, NP-1, g = 0, 1, \dots, g_{\max}$$

$$u_{i,g} = (u_{j,i,g}), i = 0, 1, \dots, D-1.$$

Κατά τη διάρκεια του ανασυνδυασμού, τα δοκιμαστικά διανύσματα επαναγράφουν τον πληθυσμό μετάλλαξης (Price et al., 2005).

3.2.2. Αρχικοποίηση

Πριν την αρχικοποίηση του πληθυσμού, πρέπει να καθοριστούν τα άνω και κάτω όρια για κάθε παράμετρο. Αυτές οι $2D$ τιμές μπορούν να συλλεχθούν σε D -διάστατα αρχικά διανύσματα b_L και b_U . Οι δείκτες L και U υποδηλώνουν το κάτω και άνω όριο αντίστοιχα. Αφού οριστούν τα όρια αρχικοποίησης, μια γεννήτρια τυχαίων αριθμών προσδιορίζει μια τιμή για κάθε παράμετρο κάθε διανύσματος στο προκαθορισμένο διάστημα. Για παράδειγμα η αρχική τιμή ($g = 0$) της j^{th} παραμέτρου από την i^{th} διανύσματος είναι:

$$x_{j,i,0} = rand_j(0,1)(b_{j,U} - b_{j,L}) + b_{j,L}$$



Η γεννήτρια τυχαίων αριθμών $rand_j(0,1)$ επιστρέφει ένα ομοιόμορφα κατανομημένο σύνολο τυχαίων αριθμών μεταξύ $[0,1)$ δηλαδή $0 \leq rand_j(0,1) < 1$. Ο δείκτης j υποδηλώνει ότι μια νέα τυχαία τιμή παράγεται για κάθε παράμετρο (Price et al., 2005).

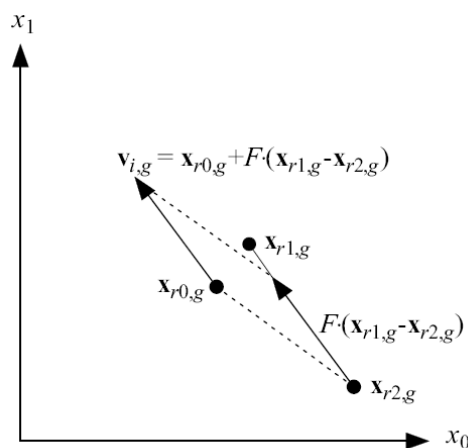
Η διαφορική εξέλιξη μπορεί να αρχικοποιηθεί είτε με μία ομοιόμορφη είτε με μια μη-ομοιόμορφη κατανομή. Η απόφαση εξαρτάται από το πόσο καλά είναι γνωστή η περιοχή του βέλτιστου. Εάν η περιοχή είναι γνωστή, τότε η Γκαουσιανή κατανομή μπορεί να αποδειχτεί κάπως γρηγορότερη, αν και μπορεί επίσης να αυξήσει την πιθανότητα πρόωρης σύγκλισης του αλγορίθμου. Γενικά προτιμάται η ομοιόμορφη κατανομή ακόμη και όταν δεν είναι γνωστή η περιοχή του βέλτιστου.

3.2.3. Μετάλλαξη

Αφού γίνει η αρχικοποίηση, η διαφορική εξέλιξη μεταλλάσσει και διασταυρώνει τον πληθυσμό για να παράξει έναν πληθυσμό από NP δοκιμαστικά διανύσματα. Συγκεκριμένα η διαφορική μετάλλαξη προσθέτει ένα βαθμωτό τυχαία επιλεγμένο διάνυσμα διαφοράς σε ένα τρίτο διάνυσμα. Η παρακάτω εξίσωση δείχνει πως συνδυάζει τα τρία τυχαία επιλεγμένα διανύσματα για να παράξει το διάνυσμα μετάλλαξης $v_{i,g}$:

$$v_{i,g} = x_{r0,g} + F(x_{r1,g} - x_{r2,g})$$

Ο παράγοντας $F \in (0,1+)$ είναι θετικός πραγματικός αριθμός και ελέγχει τον ρυθμό με τον οποίο εξελίσσεται ο πληθυσμός. Ενώ δεν υπάρχει άνω όριο για το F , καλές τιμές για τον παράγοντα αυτό συνήθως είναι μικρότερες από τη μονάδα.



Εικόνα 1: Διαφορική εξέλιξη: παραγωγή διανύσματος κατά τη μετάλλαξη με προσθήκη του

$F(x_{r1,g} - x_{r2,g})$ στο διάνυσμα βάση $x_{r0,g}$ (Price et al., 2005).



Ο δείκτης r_0 του διανύσματος βάση μπορεί να καθοριστεί με διάφορους τρόπους αλλά το πιο σημαντικό είναι ότι θεωρείται τυχαία επιλεγμένος και διαφορετικός από αυτόν του διανύσματος στόχου i . Οι δείκτες των διανυσμάτων διαφοράς r_1 και r_2 είναι τυχαία επιλεγμένοι ανά μετάλλαξη και διαφορετικοί από τους άλλους ακόμη και από αυτούς των διανυσμάτων βάσης και στόχου (Price et al., 2005).

Υπάρχουν και εναλλακτικές στρατηγικές μετάλλαξης (Storn, 1996):

- ☛ Στρατηγική (σχέδιο) DE/rand/1; $u = x_1 + F(x_2 - x_3)$
- ☛ Στρατηγική (σχέδιο) DE/rand/2; $u = x_5 + F(x_1 + x_2 - x_3 - x_4)$
- ☛ Στρατηγική (σχέδιο) DE/best/1; $u = x_{best} + F(x_1 - x_2)$
- ☛ Στρατηγική (σχέδιο) DE/best/2; $u = x_{best} + F(x_1 + x_2 - x_3 - x_4)$
- ☛ Στρατηγική DE/rand-to best/1; $u = x_{ind} + \lambda(x_{best} - x_{ind}) + F(x_2 - x_3)$

Η στρατηγική που ακολουθήθηκε στην παρούσα διατριβή είναι η στρατηγική DE/rand-to best/1, με $\lambda = F$. Η συγκεκριμένη στρατηγική επιλέχθηκε πειραματικά και ήταν εκείνη που έγινε τα καλύτερα αποτελέσματα στην αντικειμενική συνάρτηση.

3.2.4. Διασταύρωση

Προκειμένου να ολοκληρωθεί η στρατηγική αναζήτησης της διαφορικής μετάλλαξης, ο αλγόριθμός της, εφαρμόζει επιπλέον εκθετική διασταύρωση. Διαδικασία κατά την οποία κατασκευάζονται δοκιμαστικά διανύσματα, πέρα από τις τιμές των παραμέτρων, τα οποία αντιγράφονται από δυο διαφορετικά διανύσματα. Συγκεκριμένα ο αλγόριθμος DE διασταυρώνει κάθε διάνυσμα με ένα διάνυσμα μετάλλαξης.

$$u_{i,g} = u_{j,i,g} = \begin{cases} v_{j,i,g} & \text{εάν } rand_j(0,1) \leq Cr \text{ ή } j = j_{rand} \\ x_{j,i,g} & \text{διαφορετικά} \end{cases},$$

όπου $Cr \in [0,1]$ είναι η πιθανότητα διασταύρωσης η οποία καθορίζεται από τον χρήστη και ελέγχει το τμήμα (κομμάτι) των τιμών των παραμέτρων που αντιγράφεται από το διάνυσμα μετάλλαξης (mutant). Έτσι για να καθοριστεί η πηγή που θα συμβάλει στη συγκεκριμένη παράμετρο, η εκθετική διασταύρωση συγκρίνει την πιθανότητα Cr έναν ομοιόμορφα κατανομημένο τυχαίο αριθμό $rand_j(0,1)$. Εάν ο τυχαίος αριθμός είναι μικρότερος από την πιθανότητα Cr , τότε η δοκιμαστική



παράμετρος επιλέγεται από το διάνυσμα της μετάλλαξης $v_{i,g}$, την πρώτη φορά που ο τυχαίος αριθμός είναι μεγαλύτερος από την πιθανότητα Cr η τρέχουσα και όλες οι επόμενες παράμετροι αντιγράφονται από το διάνυσμα $x_{i,g}$. Επιπλέον η δοκιμαστική παράμετρος με τον τυχαία επιλεγμένο δείκτη j_{rand} λαμβάνεται από το διάνυσμα της μετάλλαξης προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το δοκιμαστικό διάνυσμα δεν θα είναι πανομοιότυπο του $x_{i,g}$. Εξαιτίας αυτής της επιπλέον απαίτησης η πιθανότητα διασταύρωσης Cr προσεγγίζει μόνο την πραγματική πιθανότητα p_{cr} που μια δοκιμαστική παράμετρος θα κληρονομούσε από το διάνυσμα μετάλλαξης (Price et al., 2005).

3.2.5. Επιλογή

Εάν το δοκιμαστικό διάνυσμα $u_{i,g}$ έχει στην αντικειμενική συνάρτηση καλύτερη αξία από αυτή του διανύσματος στόχου $x_{i,g}$ αντικαθιστά το διάνυσμα στόχο στην επόμενη γενιά διαφορετικά διατηρεί τη θέση του στην γενιά για τουλάχιστον μια ακόμη γενιά. Ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης υπερτερεί των άλλων εξελικτικών αλγορίθμων αφού συγκρίνοντας κάθε δοκιμαστικό διάνυσμα με το διάνυσμα στόχο από το οποίο κληρονομεί τις παραμέτρους, μπορεί και ενσωματώνει καλύτερα τόσο την διασταύρωση όσο και την επιλογή σε σχέση με τους άλλους εξελικτικούς αλγορίθμους.

$$x_{i,g+1} = \begin{cases} u_{i,g} & \text{εάν } f(u_{i,g}) \leq f(x_{i,g}) \\ x_{i,g} & \text{διαφορετικά} \end{cases}$$

Αφού εγκατασταθεί η νέα γενιά η διαδικασία της μετάλλαξης, διασταύρωσης και επιλογής επαναλαμβάνεται μέχρι τον εντοπισμού του βέλτιστου ή την ικανοποίηση ενός προκαθορισμένου κριτηρίου τερματισμού π.χ. όταν ο αριθμός των γενεών φτάσει έναν προκαθορισμένο μέγιστο αριθμό g_{max} (Price et al., 2005).

3.2.6. Παράμετροι

Οι παράμετροι που πρέπει να καθοριστούν στη μέθοδο PROMETHEE είναι οι συντελεστές βαρύτητας και οι παράμετροι των συναρτήσεων προτίμησης. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η γενικευμένη συνάρτηση του Gauss, η οποία απαιτεί την παράμετρο σ . Η αρχικοποίηση γίνεται κατά τυχαίο τρόπο έτσι ώστε τα βάρη να αθροίζουν στη μονάδα. Η παράμετρος σ καθορίζεται έτσι ώστε να είναι ανάμεσα στην ελάχιστη και τη μέγιστη διαφορά των εναλλακτικών ανά δύο.



Κατά τη διαδικασία εξέλιξης, λύσεις που δεν πληρούν τις παραπάνω προϋποθέσεις διορθώνονται ώστε να γίνουν εφικτές.

3.2.7. Διαδικασία διόρθωσης λύσεων

Στην πλειοψηφία τους τα πραγματικά προβλήματα βελτιστοποίησης απαιτούν όχι μόνο την εύρεση μιας βέλτιστης λύσης αλλά ταυτόχρονα η λύση αυτή πρέπει να ικανοποιεί και έναν ή περισσότερους περιορισμούς. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους ένα πρόβλημα βελτιστοποίησης τίθεται υπό περιορισμούς. Μια γενική διατύπωση περιορισμών είναι η ακόλουθη (Price et al., 2005):

Εύρεση του $x = (x_0, x_1, \dots, x_{D-1})^T, x \in \mathbb{R}^D$

που ελαχιστοποιεί την $f(x)$

Υπό τους περιορισμούς:

Περιορισμοί ανισότητας: $\gamma_m(x) \leq 0; m = 1, 2, \dots, M$

Περιορισμοί ισότητας: $\phi_n(x) = 0; n = 1, 2, \dots, N$

Περιορισμοί ορίων: $x_{j,L} \leq x_j \leq x_{j,U}; j = 0, 1, \dots, D-1$

Οι περιορισμοί συχνά κάνουν την βελτιστοποίηση της διαφορικής εξέλιξης δυσκολότερη γιατί δημιουργούν απαγορευμένες ζώνες στην αντικειμενική συνάρτηση που περιορίζουν την ελεύθερη μεταβολή των διανυσμάτων. Συχνά οι περιορισμοί διαιρούν τον χώρο αναζήτησης σε διάφορες διασκορπισμένες περιοχές. Από την άλλη πλευρά οι περιορισμοί μπορούν να μειώσουν τα τοπικά ελάχιστα που διαφορετικά θα παγίδευαν τα διανύσματα και έτσι αποτρέπουν την πρόωρη σύγκλιση του αλγόριθμου της διαφορικής εξέλιξης.

Οι περιορισμοί ορίων είναι πολύ συνηθισμένοι επειδή συχνά οι παράμετροι σχετίζονται με φυσικές συνιστώσες ή μετρήσεις που έχουν φυσικά όρια για παράδειγμα μια μέτρηση μήκους δεν μπορεί να έχει αρνητική τιμή.

Υπάρχουν δυο γενικές τεχνικές για το χειρισμό των παραμέτρων που βγαίνουν εκτός ορίων. Μέθοδοι επαναφοράς (resetting schemes) που τροποποιούν τις τιμές των παραμέτρων που βγαίνουν εκτός ορίων έτσι ώστε να ικανοποιούν όλους τους περιορισμούς και οι μέθοδοι ποινικής ρήτρας (penalty methods) που οδηγούν τις λύσεις από περιορισμένες περιοχές διαμέσου ενεργειών που βασίζονται στο κριτήριο της αντικειμενικής συνάρτησης. Η πιο απλή μέθοδος ποινικής ρήτρας είναι η brick wall penalty. Στη μέθοδο αυτή αν κάποια δοκιμαστική τιμή υπερβεί το όριο, τότε οι τιμές της αντικειμενικής συνάρτησης των παραβαινόντων διανυσμάτων θέτονται



τόσο ψηλά ώστε εγγυημένα δεν μπορούν να επιλεγούν. Εάν η βέλτιστη λύση βρίσκεται κοντά στα όρια τότε αυτή η μέθοδος προχωρεί πολύ αργά και ίσως είναι απίθανο να παράξει μια λύση με παραμέτρους εντός των ορίων.

Αντίθετα με την μέθοδο brick wall penalty, η μέθοδος adaptive penalty αυξάνει την τιμή της αντικειμενικής συνάρτησης με μια ποσότητα που εξαρτάται από τον αριθμό των παραβιάσεων των ορίων του δοκιμαστικού διανύσματος. Για παράδειγμα, η αντικειμενική συνάρτηση προσαυξάνεται με μια ποινή κάθε φορά που μια παράμετρος περνάει ένα όριο. Ένα εναλλακτικό σχέδιο επιβάλλει μια επιπλέον ποινή που εξαρτάται όχι μόνο από τον αριθμό των παραβιάσεων αλλά και από το μέγεθός τους.

Οι μέθοδοι ποινικής ρήτρας δεν επαναφέρουν τις παραμέτρους που είναι εκτός ορίων. Εάν τα όρια υπερβαίνονται εύκολα, τότε σπάνια τα διανύσματα θα ικανοποιούν όλους τους περιορισμούς ορίων και η διαδικασία θα είναι εξαιρετικά αργή. Οι μέθοδοι επαναφοράς (resetting methods) μετατρέπουν τις τιμές των παραμέτρων που βρίσκονται εκτός ορίων σε επιτρεπόμενες τιμές. Η πιο αμερόληπτη προσέγγιση, είναι η τυχαία επαναφορά (random reinitialization), η οποία αντικαθιστά μία παράμετρο που υπερβαίνει τα όρια με μια τυχαία εφικτή τιμή. Επειδή αλλάζει ριζικά την τιμή της παραμέτρου, η μέθοδος αυτή μπορεί να διασπάσει την πρόοδο έναντι των λύσεων που βρίσκονται κοντά στα όρια.

Η μέθοδος Bounce-back αντικαθιστά το διάνυσμα που έχει υπερβεί ένα ή περισσότερα όρια με ένα διάνυσμα που ικανοποιεί όλους τους περιορισμούς. Σε αντίθεση με τη μέθοδο της τυχαίας επαναφοράς (random reinitialization) η στρατηγική της Bounce-back λαμβάνει υπόψη την πρόοδο προς το βέλτιστο με το να επιλέγει τιμές για την παράμετρο που κυμαίνεται μεταξύ της βασικής τιμής της παραμέτρου και του ορίου. Το διάνυσμα βάση x_{r0} είναι ένα διάνυσμα στην διαδικασία μετάλλαξης της διαφορικής εξέλιξης DE στο οποίο προστίθεται το τυχαίο διαφορικό διάνυσμα. Καθώς ο πληθυσμός κινείται προς τα όρια, η μέθοδος Bounce-back παράγει διανύσματα που θα τοποθετούνται ακόμη πλησιέστερα στα όρια.

Μια απλή αλλά ακόμη αποτελεσματική ντετερμινιστική παραλλαγή του Bounce-back επαναφέρει μια παράμετρο που βρίσκεται έξω των ορίων στο μέσο σημείο μεταξύ του ορίου και του διανύσματος βάση δηλαδή $u_{j,i,g} = (x_{j,r0,g} + x_{j,U})/2$ όταν παραβιάζεται το άνω όριο. Πρέπει να αποφεύγονται ρυθμίσεις στις τιμές των παραμέτρων ίσες με τα όρια που παραβιάζονται διότι μειώνεται η ποικιλομορφία του πληθυσμού.

Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιείται η μέθοδος Bounce-back. Οι συντελεστές βαρύτητας δεν πρέπει να παίρνουν αρνητικές τιμές καθώς επίσης και οι τιμές που



λαμβάνει η παράμετρος σ δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλες. Εάν η μέγιστη διαφορά των εναλλακτικών ανά ζεύγη είναι x τότε το $\sigma < x$.

3.2.8. Αντικειμενική συνάρτηση (Fitness function)

Στην παρούσα διατριβή έχουν εξεταστεί δυο αντικειμενικές συναρτήσεις οι οποίες παρουσιάζονται στη συνέχεια:

Αντικειμενική συνάρτηση 1

Η αντικειμενική συνάρτηση 1 που υιοθετείται στην παρούσα διατριβή είναι η maxEntScores. Ουσιαστικά γίνεται προσπάθεια τα σκορ να είναι όσο το δυνατό ίδια δηλαδή να υπάρχει μια ποιο ισορροπημένη αξιολόγηση.

Σύμφωνα με τον Edwin Jaynes μεγιστοποιώντας την εντροπία της κατανομής πιθανότητας υποκείμενης σε κάποιους περιορισμούς, εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη (επίπεδη) κατανομή πιθανότητας. Με αυτόν τον τρόπο η εκτίμηση γίνεται αμερόληπτη. Οι ομοιόμορφες (επίπεδες) κατανομές θεωρούνται ελάχιστα μεροληπτικές (Jaynes, 1957). Η ίδια αρχή εφαρμόζεται για τον υπολογισμό κατανομής των συντελεστών βαρύτητας (Jessor, 1999) και είναι μέθοδος που προτείνεται για την εκτίμηση των συντελεστών βαρύτητας προκειμένου η επιλογή απόφασης να είναι αμερόληπτη (Jessor, 2004).

Η εντροπία ενός αυθαίρετου διανύσματος Z , δίνεται από τον τύπο:

$$H(Z) = \ln\left(\sum_i z_i\right) - \sum_i z_i \ln(z_i) / \sum_i z_i ,$$

Η παραπάνω εξίσωση παίρνει τη μορφή:

$$H(Z) = -\sum_i z_i \ln(z_i)$$

στις περιπτώσεις που οι πιθανότητες και οι συντελεστές βαρύτητας αθροίζουν στη μονάδα. Η πιο συχνή εφαρμογή αυτής της μεθόδου στην πολυκριτήρια μοντελοποίηση είναι η άμεση παραγωγή συντελεστών βαρύτητας (Jessor, 2004). Οι πληροφορίες προτίμησης που μπορεί να είναι διαθέσιμες, καθορίζουν τους περιορισμούς μαζί ασφαλώς με τον περιορισμό $\sum_j w_j = 1$.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται δυο μέθοδοι οι οποίες χρησιμοποιούν την έννοια της μεγιστοποίησης εντροπίας της κατανομής πιθανότητας προκειμένου να εξάγουν αμερόληπτα αποτελέσματα. Αυτές είναι η maxEntWeights και η maxEntScores.

Η μοντελοποίηση της μεθόδου maxEntWeights έχει τη μορφή:



$$\max H(W) = -\sum_j w_j \ln(w_j)$$

υπό τους περιορισμούς:

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_i \geq \varepsilon, \forall i$$

$$w_i \geq aw_k,$$

$$w_i = bw_k$$

$$\sum_j w_j u_j(x_{ij}) \geq c \sum_j w_j u_j(x_{kj})$$

$$\sum_j w_j u_j(x_{ij}) = d \sum_j w_j u_j(x_{kj})$$

Ο περιορισμός $w_i \geq \varepsilon, \forall i$ είναι προαιρετικός, και εξασφαλίζει ότι όλα τα βάρη είναι διαφορετικά από το μηδέν. Οι περιορισμοί $w_i \geq aw_k$ και $w_i = bw_k$ κωδικοποιούν τα αποτελέσματα των διμερών συγκρίσεων των συντελεστών βαρύτητας ενώ οι δυο τελευταίοι περιορισμοί κωδικοποιούν τα αποτελέσματα των διμερών συγκρίσεων (ζεύγη) των εναλλακτικών. Οι παράμετροι a , b , c και d δίνονται από τον αποφασίζοντα προκειμένου να εκφράσουν το σύστημα προτιμήσεων που ακολουθεί. Ασφαλώς μπορεί ο αποφασίζοντας να επιβάλει όσους περιορισμούς επιθυμεί πέραν αυτών που παρουσιάζονται παραπάνω.

Στη μέθοδο αυτή όταν δεν υπάρχουν πληροφορίες προτίμησης το αποτέλεσμα είναι μια ομοιόμορφη κατανομή βαρών. Υπολογίζοντας λοιπόν τα βάρη κατ' αυτό τον τρόπο μπορεί να γίνει η αξιολόγηση των εναλλακτικών και έτσι καθίσταται δυνατή η λήψη απόφασης.

Εάν ο σκοπός του προβλήματος είναι η εύρεση συντελεστών βαρύτητας που πλησιάζουν τις προτιμήσεις του αποφασίζοντα, τότε η χρήση της `maxEntWeights` είναι δικαιολογημένη. Στην περίπτωση όμως που το πρόβλημα απόφασης είναι για παράδειγμα η επιλογή ενός υποψηφίου (Jessor, 2004), ο σκοπός είναι η όσο το δυνατόν αμερόληπτη επιλογή. Έτσι έχει νόημα η ελάχιστη διάκριση μεταξύ των υποψηφίων παρά μεταξύ των συντελεστών βαρύτητας άρα είναι σημαντική η μεγιστοποίηση της $H(Y)$. Αυτή η μέθοδος ονομάζεται `maxEntScores`. Η μοντελοποίηση της είναι ακριβώς ίδια με τη μέθοδο `maxEntWeights` με τη διαφορά ότι το $H(Y)$ αντικαθιστά το $H(W)$. Η αντικειμενική συνάρτηση είναι η εξής (Jessor, 2004):



$$\max H(Y) = \ln\left(\sum_i \sum_j w_j u_j(x_{ij})\right) - \sum_i \left[\sum_j w_j u_j(x_{ij}) \times \ln\left(\sum_j w_j u_j(x_{ij})\right) \right] / \sum_i \sum_j w_j u_j(x_{ij})$$

υπό τους ίδιους περιορισμούς όπως και πριν. Στην πράξη βέβαια είναι λίγο απίθανο ένας αποφασίζοντας να μη δώσει πληροφορίες προτίμησης. Σε κάθε περίπτωση η μέθοδος maxEntScores θα δώσει ποιο αμερόληπτα αποτελέσματα σε σχέση με την maxEntWeights.

Τα αποτελέσματα που επιτυγχάνονται με τη χρήση της maxEntScores εξαρτώνται τόσο από τον αριθμό των κριτηρίων όσο και από τον αριθμό των εναλλακτικών. Όταν ο αριθμός των κριτηρίων είναι μεγάλος σε σχέση με τον αριθμό των εναλλακτικών, μπορούν να ενσωματωθούν πληροφορίες υπό περιορισμούς χωρίς να γίνονται διακρίσεις μεταξύ των εναλλακτικών λύσεων. Εάν ο αριθμός των εναλλακτικών είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό των κριτηρίων, ακόμη και χωρίς ενσωμάτωση πληροφοριών κρίσης του αποφασίζοντα θα προκληθεί μια κατάταξη προτίμησης μεταξύ των εναλλακτικών. Η επίδραση οφείλεται βασικά στους διαφορετικούς βαθμούς ελευθερίας, το ακριβές σημείο που αντιστοιχεί στους μηδέν βαθμούς κατάστασης ελευθερίας δύσκολα καθορίζεται εκ των προτέρων στην περίπτωση που οι περιορισμοί κρίσης του αποφασίζοντα εκφράζονται ως ανισότητες και όχι ως ισότητες. Αυτοί οι δύο τύποι προβλημάτων ονομάζονται Short list και Long List.

Αντικειμενική συνάρτηση 2

Η αντικειμενική συνάρτηση 2 που υιοθετείται στην παρούσα διατριβή έχει την ίδια φιλοσοφία με την αντικειμενική συνάρτηση 1 που παρουσιάστηκε προηγουμένως με τη διαφορά ότι λαμβάνει επιπλέον υπόψη της το μέτρο Shannon- Spearman που θα παρουσιαστεί στη συνέχεια.

Οι Zhou et al. (2006) προκειμένου να αξιολογήσουν πολυκριτήριες προσθετικές μεθόδους χρησιμοποίησαν ως μέτρο την «απώλεια της πληροφορίας» υπολογίζοντας την απόκλιση μεταξύ δυο τμημάτων πληροφορίας X και I . Όπου X είναι ο πίνακας των εναλλακτικών ενώ I είναι η βαθμολογία των εναλλακτικών. Στη συνέχεια παρουσιάζονται τρεις τρόποι αποτίμησης της πληροφορίας. Με τη βοήθεια της εντροπίας του Shannon, με τη σύγκριση των σειρών κατάταξης και με την πληροφορία που δίνουν οι συντελεστές βαρύτητας.

Η εντροπία του Shannon είναι ένα μέτρο που βασίζεται στη θεωρία της πιθανότητας. Προκειμένου να συγκριθούν οι πληροφορίες των πινάκων απόφασης X και I αρχικά κανονικοποιούνται σύμφωνα με τις παρακάτω σχέσεις (Zhou et al. 2006, Zeleny, 1982):



$$p_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^m X_{ij}}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

$$p_k = \frac{I_k}{\sum_{k=1}^m I_k}, k = 1, 2, \dots, m$$

Η απόκλιση της πληροφορίας σύμφωνα με την εντροπία του Shannon δίνεται από τις σχέσεις:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij}, j = 1, 2, \dots, n$$

$$e = -\frac{1}{\ln m} \sum_{k=1}^m p_k \ln p_k$$

Σύμφωνα με τον Zeleny (1982) αποδεικνύεται ότι $0 \leq e_j$ και $e \leq 1$. Όσο μεγαλύτερες είναι οι τιμές e_j ή e τόσο μικρότερη είναι η απόκλιση των εναλλακτικών.

Ένας άλλος τρόπος εξόρυξης πληροφορίας είναι και η σύγκριση των σειρών κατάταξης σχετικά με το X και I . Για παράδειγμα εάν V_i και V_j έχει τα ίδια στοιχεία με διαφορετική σειρά, η πληροφορία που λαμβάνεται από αυτά είναι διαφορετική παρόλο που τα μέτρα εντροπίας τους είναι ίδια. Αυτό το είδος της πληροφορίας που μπορεί να μετρηθεί με τον συντελεστή συσχέτισης της κατάταξης Spearman. Χρησιμοποιείται για τον καθορισμό των συντελεστών βαρύτητας των πολυκριτηρίων προβλημάτων.

Τέλος πληροφορίες μπορούν να ληφθούν όπως προαναφέρθηκε και από τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων. Η πληροφορία από τους συντελεστές βαρύτητας των κριτηρίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξωγενής και εκφράζει την προτίμηση των αποφασιζόντων.

Έτσι οι Zhou et al. (2006) δημιούργησαν ένα μέτρο απώλειας της πληροφορίας συνδυάζοντας όλους τους προαναφερθέντες τρόπους εξόρυξης πληροφορίας προκειμένου να συγκρίνουν μεταξύ τους διάφορες προσθετικές μεθόδους. Το πρώτο μέτρο δίνεται από τον τύπο:

$$d = \left| \sum_{j=1}^n w_j (1 - e_j) r_{sj} - (1 - e) r_s \right|,$$

όπου r_{sj} είναι ο συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ του κριτηρίου j και μιας αυθαίρετης κατάταξης των εναλλακτικών.



r_s είναι ο συντελεστής συσχέτισης Spearman μεταξύ της βαθμολογίας και της αυθαίρετης κατάταξης των εναλλακτικών.

Δεδομένου ότι είναι βασισμένο στις έννοιες της εντροπίας του Shannon και στο συντελεστή συσχέτισης της κατάταξης Spearman, το d εκφράζεται ως μέτρο Shannon- Spearman. Η παραπάνω εξίσωση είναι ένα απόλυτο μέτρο διαφοράς της απώλειας πληροφοριών.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο παρουσιάστηκε αναλυτικά η μεθοδολογία που προτείνεται στην παρούσα διατριβή. Προκειμένου να γίνει αξιολόγηση του υβριδικού μοντέλου (εξελικτικού αλγορίθμου με πολυκριτήρια μέθοδο PROMETHEE) καθώς και σύγκρισή του με άλλες μεθόδους, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από διαφορετικούς χώρους που συλλέχθηκαν από προηγούμενες δημοσιευμένες έρευνες.

4.1.1. Αξιολόγηση ομάδων μπίιζμπολ

Είναι εξαιρετικά δύσκολη η εύρεση δεδομένων σε πραγματικά προβλήματα για τα οποία να υπάρχει καταγεγραμμένο γνωστό αποτέλεσμα αξιολόγησης. Ο λόγος για τον οποίο επιλέχτηκαν τα δεδομένα από το χώρο του αθλητισμού είναι ακριβώς επειδή υπάρχουν καταγεγραμμένα στοιχεία για ένα μεγάλο αριθμό κριτηρίων. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν το επαγγελματικό πρωτάθλημα μπίιζμπολ των ΗΠΑ. Συγκεκριμένα τα δεδομένα αφορούν στοιχεία για το έτος 1906 από τις οκτώ ομάδες μπίιζμπολ που έλαβαν μέρος στο πρωτάθλημα εκείνης της χρονιάς τα οποία σχετίζονται με πέντε κριτήρια που περιγράφουν τις δυνατότητες των ομάδων. Τα δεδομένα προέρχονται από την εργασία του Olson (2001).

Η αξιολόγηση των ομάδων μπίιζμπολ συμπεριλαμβάνει τις επιδόσεις τους στην επίθεση, στην άμυνα και στις ρίψεις. Η επίδοση στην επίθεση εκφράζεται με το μέσο όρο των κτυπημάτων (batting) αλλά συμπεριλαμβάνει και τις μετρήσεις power και spread. Η μέτρηση power ισοδυναμεί με τον αριθμό των home run (προώθηση του batter σε όλες τις βάσεις του γηπέδου και επιστροφή του στην αρχική θέση- home plate, πριν η μπάλα επιστρέψει), ενώ η μέτρηση spread ισοδυναμεί με τον αριθμό των κλεμμένων βάσεων. Η υπεράσπιση γηπέδου (fielding) μετριέται με το λόγο των επιτυχημένων ενεργειών υπεράσπισης προς τον αριθμό των αλλαγών. Τέλος η αποτελεσματικότητα των ρίψεων μετριέται με τον αριθμό των κερδισμένων runs προς τις εννιά περιόδους (innings), δηλαδή με τη μέση τιμή των κερδισμένων runs-ERA (earned run average). Μια περίοδος (inning) τελειώνει όταν και οι δυο ομάδες έχουν βρεθεί στην επίθεση.

Η επίδοση των ομάδων μπορεί να μετρηθεί και με άλλα κριτήρια ενώ είναι βέβαιο ότι εξαρτάται και από άλλους παράγοντες όπως η συνεργασία της ομάδας και το management. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα παραπάνω πέντε κριτήρια. Στον πίνακα 1 παρουσιάζονται οι ομάδες μπίιζμπολ με τα κριτήρια τα οποία αυτές αξιολογούνται καθώς και οι αντίστοιχες τιμές τους που χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα εισαγωγής στο μοντέλο αξιολόγησης. Τα τέσσερα πρώτα κριτήρια είναι προς μεγιστοποίηση ενώ το τελευταίο προς ελαχιστοποίηση.



Πίνακας 1: Αρχικά δεδομένα μοντέλου ανά ομάδα και κριτήριο (Πηγή: Olson,2001).

	<i>Hitting</i>	<i>Power</i>	<i>Speed</i>	<i>Fielding</i>	<i>Pittching</i>
Chicago	0.262	20	283	0.969	1.75
New York	0.255	15	288	0.963	2.49
Pittsburgh	0.261	12	162	0.964	2.21
Philadelphia	0.241	12	180	0.956	2.58
Brooklyn	0.236	25	175	0.955	3.13
Cincinnati	0.238	16	170	0.959	2.69
St. Louis	0.235	10	110	0.957	3.04
Boston	0.226	16	93	0.947	3.14

Ο έλεγχος της ακρίβειας της προτεινόμενης πολυκριτήριας μεθόδου γίνεται συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της κατάταξης που δίνει η μέθοδος με τα πραγματικά αποτελέσματα του πρωταθλήματος εκείνης της χρονιάς. Επιπλέον γίνεται συσχέτιση της προτεινόμενης μεθόδου και με άλλες πολυκριτήριες μεθόδους όπως την SMART, PROMETHEE II και CENTROID METHOD που έχουν αναλυθεί από τον Olson (2001) ο οποίος χρησιμοποίησε τα ίδια δεδομένα.

Στους πίνακες 2 και 3 παρουσιάζεται η συσχέτιση των παραλλαγών του προτεινόμενου υβριδικού μοντέλου τόσο με την πραγματική κατάταξη των ομάδων σύμφωνα με τα γνωστά αποτελέσματα εκείνης της χρονιάς, όσο και με τις κατατάξεις άλλων μεθόδων.

Ο υπολογισμός της γραμμικής συσχέτισης έγινε σύμφωνα με τον δείκτη τ του Kendall. Ο συντελεστής τ του Kendall είναι ένα μη-παραμετρικό μέτρο εκτίμησης του βαθμού αντιστοιχίας των κατατάξεων. Ο συντελεστής εξαρτάται από τις διαφορές που έχουν οι δυο κατατάξεις και τις μετατροπές που θα γινόντουσαν αν έπρεπε να γίνουν ταυτόσημες. Ο συντελεστής υπολογίζεται βάσει της σχέσης (1):

$$\tau = \sum_{j,k}^{j,k} \frac{\text{sign}(S_j - S_k) \text{sign}(L_j - L_k)}{\frac{1}{2}n(n-1)} \quad (1)$$

Αν οι δυο κατατάξεις ταυτίζονται τότε ο συντελεστής ισούται με 1, ενώ αν η σχέση είναι πλήρως αντίθετη τότε η τιμή είναι -1. Οι τιμές που λαμβάνει ο συντελεστής είναι μεταξύ -1 και 1. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή τόσο ισχυρότερη είναι η ταύτιση των δύο κατατάξεων που συγκρίνονται. Στην περίπτωση που οι κατατάξεις είναι ανεξάρτητες τότε ο συντελεστής ισούται με μηδέν. Επιπρόσθετα υπολογίζεται το επίπεδο σημαντικότητας. Όταν αυτό είναι μικρότερο του 0,05 τότε ο συντελεστής συσχέτισης παρουσιάζεται στους πίνακες με ένα αστεράκι και αυτό σημαίνει ότι έγινε έλεγχος υποθέσεων και η υπόθεση (ότι στο συγκεκριμένο ζεύγος δεν υπάρχει συσχέτιση) απορρίπτεται άρα υπάρχει συσχέτιση μεταξύ κάθε ζεύγους, σε επίπεδο



εμπιστοσύνης 95%. Όταν ο συντελεστής συσχέτισης έχει δυο αστεράκια αυτό σημαίνει ότι υπάρχει συσχέτιση μεταξύ κάθε ζεύγους, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%.

Πίνακας 2: Συσχετίσεις μεταξύ προτεινόμενου μοντέλου με αντικειμενική συνάρτηση 1 και μεθόδων SMART, PROMETHEE, CENTROID METHOD και πραγματικής κατάταξης.

No	Παράμετροι			Μέθοδοι SMART_PROMETHEE_ CENTROID METHOD	Πραγματική κατάταξη
	F	CR	NP		
τ του Kendall					
1	0.6	0.6	5D	0.429	0.571(*)
2	0.7	0.6	5D	0.429	0.571(*)
3	0.8	0.6	5D	0.429	0.571(*)
4	0.6	0.2	5D	0.429	0.571(*)
5	0.7	0.2	5D	0.429	0.571(*)
6	0.8	0.2	5D	0.429	0.571(*)
7	0.6	0.4	5D	0.429	0.571(*)
8	0.7	0.4	5D	0.429	0.571(*)
9	0.8	0.4	5D	0.429	0.571(*)
10	0.6	0.6	D	0.500	0.643(*)
11	0.7	0.6	D	0.429	0.571(*)
12	0.8	0.6	D	0.500	0.643(*)
13	0.6	0.2	D	0.429	0.571(*)
14	0.7	0.2	D	0.429	0.571(*)
15	0.8	0.2	D	0.429	0.571(*)
16	0.6	0.4	D	0.429	0.571(*)
17	0.7	0.4	D	0.429	0.571(*)
18	0.8	0.4	D	0.429	0.571(*)
19	0.6	0.6	10D	0.429	0.571(*)
20	0.7	0.6	10D	0.429	0.571(*)
21	0.8	0.6	10D	0.429	0.571(*)
22	0.6	0.2	10D	0.429	0.571(*)
23	0.7	0.2	10D	0.429	0.571(*)
24	0.8	0.2	10D	0.429	0.571(*)
25	0.6	0.4	10D	0.429	0.571(*)
26	0.7	0.4	10D	0.429	0.571(*)
27	0.8	0.4	10D	0.429	0.571(*)
28	Μέθοδοι SMART_PROMETHEE_ CENTROID METHOD			1	0.857(**)
29	Πραγματική κατάταξη			0.857(**)	1

** Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.01

* Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.05

Ο πίνακας 2 αφορά σε αποτελέσματα των επιδόσεων των οκτώ ομάδων στα πέντε κριτήρια με την αντικειμενική συνάρτηση 1 (fitnees 1), ενώ ο πίνακας 3 παρουσιάζει τα αποτελέσματα με την αντικειμενική συνάρτηση 2 (fitnees 2).

Στην περίπτωση που το μοντέλο χρησιμοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση 1 (fitness 1) ο μέγιστος συντελεστής συσχέτισης ισούται με 0,643(*), ενώ η υπεροχή της μεθόδου με χρήση της αντικειμενικής συνάρτησης 2 (fitness 2) είναι προφανής αφού ο συντελεστής συσχέτισης είναι 0,929 (**).



Πίνακας 3: Συσχετίσεις μεταξύ προτεινόμενου μοντέλου με αντικειμενική συνάρτηση 2 και μεθόδων SMART, PROMETHEE, CENTROID METHOD και πραγματικής κατάταξης.

No	Παράμετροι			Μέθοδοι SMART_PROMETHEE_ CENTROID METHOD	Πραγματική κατάταξη
	F	CR	NP		
τ του Kendall					
1	0.6	0.6	5D	0.929(**)	0.929(**)
2	0.7	0.6	5D	0.929(**)	0.929(**)
3	0.8	0.6	5D	0.929(**)	0.929(**)
4	0.6	0.2	5D	0.929(**)	0.929(**)
5	0.7	0.2	5D	0.929(**)	0.929(**)
6	0.8	0.2	5D	0.929(**)	0.929(**)
7	0.6	0.4	5D	0.929(**)	0.929(**)
8	0.7	0.4	5D	0.929(**)	0.929(**)
9	0.8	0.4	5D	0.929(**)	0.929(**)
10	0.6	0.6	D	0.929(**)	0.929(**)
11	0.7	0.6	D	0.929(**)	0.929(**)
12	0.8	0.6	D	0.929(**)	0.929(**)
13	0.6	0.2	D	0.929(**)	0.929(**)
14	0.7	0.2	D	0.929(**)	0.929(**)
15	0.8	0.2	D	0.929(**)	0.929(**)
16	0.6	0.4	D	0.929(**)	0.929(**)
17	0.7	0.4	D	0.929(**)	0.929(**)
18	0.8	0.4	D	0.929(**)	0.929(**)
19	0.6	0.6	10D	0.929(**)	0.929(**)
20	0.7	0.6	10D	0.929(**)	0.929(**)
21	0.8	0.6	10D	0.929(**)	0.929(**)
22	0.6	0.2	10D	0.929(**)	0.929(**)
23	0.7	0.2	10D	0.929(**)	0.929(**)
24	0.8	0.2	10D	0.929(**)	0.929(**)
25	0.6	0.4	10D	0.929(**)	0.929(**)
26	0.7	0.4	10D	0.929(**)	0.929(**)
27	0.8	0.4	10D	0.929(**)	0.929(**)
28	Μέθοδοι SMART_PROMETHEE_ CENTROID METHOD			1	0.857(**)
29	Πραγματική κατάταξη			0.857(**)	1

** . Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.01

Είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι για τον υπολογισμό των συντελεστών βαρύτητας στις μεθόδους SMART, PROMETHEE II και CENTROID METHOD, ο Olson (2001) προκειμένου να διαμορφώσει τις παραμέτρους των μοντέλων χρησιμοποίησε δεδομένα των προηγούμενων πέντε ετών και με παλινδρόμηση υπολόγισε τις παραμέτρους όπως π.χ. τα αρχικά βάρη, που χρησιμοποίησε στη συνέχεια για το έτος 1906. Στην προτεινόμενη μεθοδολογία τα βάρη επιλέγονται με την διαδικασία που έχει αναλυθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο χωρίς τη χρήση ιστορικών στοιχείων των προηγούμενων ετών. Υπό αυτή την έννοια μπορεί η παρούσα ανάλυση να θεωρηθεί αμερόληπτη.



Στη συνέχεια εξετάστηκε η ευαισθησία των αποτελεσμάτων του μοντέλου τόσο για την αντικειμενική συνάρτηση 1 όσο και για την 2. Ένα μέτρο για αυτήν την εκτίμηση μπορεί να θεωρηθεί η μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των σκορ των εναλλακτικών. Στον πίνακα 4 δίνονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα.

Πίνακας 4: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ) των ομάδων

No	Παράμετροι			Αντικειμενική συνάρτηση 1	Αντικειμενική συνάρτηση 2
	F	CR	NP		
μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων					
1	0.6	0.6	5D	0.000	0.045
2	0.7	0.6	5D	0.000	0.051
3	0.8	0.6	5D	0.000	0.050
4	0.6	0.2	5D	0.000	0.046
5	0.7	0.2	5D	0.000	0.050
6	0.8	0.2	5D	0.000	0.052
7	0.6	0.4	5D	0.000	0.046
8	0.7	0.4	5D	0.000	0.049
9	0.8	0.4	5D	0.000	0.052
10	0.6	0.6	D	0.040	0.046
11	0.7	0.6	D	0.023	0.050
12	0.8	0.6	D	0.029	0.054
13	0.6	0.2	D	0.005	0.050
14	0.7	0.2	D	0.014	0.051
15	0.8	0.2	D	0.002	0.050
16	0.6	0.4	D	0.020	0.048
17	0.7	0.4	D	0.023	0.051
18	0.8	0.4	D	0.019	0.052
19	0.6	0.6	10D	0.000	0.044
20	0.7	0.6	10D	0.000	0.046
21	0.8	0.6	10D	0.000	0.052
22	0.6	0.2	10D	0.000	0.048
23	0.7	0.2	10D	0.000	0.053
24	0.8	0.2	10D	0.000	0.051
25	0.6	0.4	10D	0.000	0.048
26	0.7	0.4	10D	0.000	0.049
27	0.8	0.4	10D	0.000	0.050

Μπορεί εύκολα να διακρίνει κανείς σε αυτόν τον πίνακα (4) ότι η αντικειμενική συνάρτηση 1 παρουσιάζει μεγαλύτερη ευστάθεια, με κάποια μικρή διακύμανση μόνο στις περιπτώσεις που ο αλγόριθμος για την παράμετρο NP λαμβάνει τιμή D.

Προκειμένου να εμπλουτιστούν οι πληροφορίες για την ευαισθησία του μοντέλου ανάλογα με την αντικειμενική συνάρτηση που χρησιμοποιείται κρίθηκε αναγκαίος και ο υπολογισμός της μέσης τιμής των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας (Πίνακας 5). Ομοίως και εδώ παρατηρείται διακύμανση για την αντικειμενική συνάρτηση 1 μόνο όταν η παράμετρος NP λαμβάνει την τιμή D.

**Πίνακας 5:** Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας

No	Παράμετροι			Αντικειμενική συνάρτηση 1	Αντικειμενική συνάρτηση 2
	F	CR	NP		
μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας					
1	0.6	0.6	5D	0.000	0.114
2	0.7	0.6	5D	0.000	0.125
3	0.8	0.6	5D	0.000	0.129
4	0.6	0.2	5D	0.000	0.116
5	0.7	0.2	5D	0.000	0.121
6	0.8	0.2	5D	0.000	0.130
7	0.6	0.4	5D	0.000	0.120
8	0.7	0.4	5D	0.000	0.119
9	0.8	0.4	5D	0.000	0.131
10	0.6	0.6	D	0.032	0.109
11	0.7	0.6	D	0.005	0.128
12	0.8	0.6	D	0.000	0.134
13	0.6	0.2	D	0.012	0.123
14	0.7	0.2	D	0.004	0.127
15	0.8	0.2	D	0.003	0.127
16	0.6	0.4	D	0.011	0.120
17	0.7	0.4	D	0.001	0.135
18	0.8	0.4	D	0.000	0.127
19	0.6	0.6	10D	0.000	0.115
20	0.7	0.6	10D	0.000	0.115
21	0.8	0.6	10D	0.000	0.129
22	0.6	0.2	10D	0.000	0.121
23	0.7	0.2	10D	0.000	0.139
24	0.8	0.2	10D	0.000	0.137
25	0.6	0.4	10D	0.000	0.126
26	0.7	0.4	10D	0.000	0.124
27	0.8	0.4	10D	0.000	0.126

Επιπρόσθετα υπολογίστηκε η μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων συντελεστών βαρύτητας και των πραγματικών υπονοώντας εδώ τους συντελεστές που χρησιμοποιήθηκαν στις προηγούμενες μεθόδους. Οι απόλυτες διαφορές δίδονται στον πίνακα 6. Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται ως μέτρο διασποράς μεταξύ των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας. Όπως διακρίνεται στην περίπτωση της αντικειμενικής συνάρτησης 1 ο συντελεστής είναι μεγάλος (0.283). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μοντέλο ενώ σε αυτήν την περίπτωση παρουσίασε μεγαλύτερη ευστάθεια, παράλληλα έλαβε ακραίες τιμές δηλαδή έλαβε ως μηδενικούς τρεις συντελεστές βαρύτητας και σύγκλινε σε λάθος αποτέλεσμα. Σε αυτόν τον λόγο οφείλεται πιθανόν και η όχι τόσο καλή συσχέτιση που παρουσίασε το μοντέλο στην αντικειμενική συνάρτηση 1 σε σχέση με την 2 τόσο με την πραγματική κατάταξη όσο και με τις κατατάξεις άλλων μεθοδολογιών (Πίνακες 2 και 3). Έτσι παρόλο που η αντικειμενική συνάρτηση 2 παρουσιάζει μεγαλύτερη μεταβλητότητα είναι πιο σύμφωνη (σχεδόν ταυτόσημη) με την πραγματική κατάταξη και τα αποτελέσματα του Olson (2001).



Πίνακας 6: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και συντελεστών βαρύτητας που χρησιμοποίησε ο Olson στην SMART και Promethee.

No	Παράμετροι			Αντικειμενική συνάρτηση 1	Αντικειμενική συνάρτηση 2
	F	CR	NP		
μέση απόλυτη απόκλιση					
1	0.6	0.6	5D	0.283	0.067
2	0.7	0.6	5D	0.283	0.073
3	0.8	0.6	5D	0.283	0.065
4	0.6	0.2	5D	0.283	0.066
5	0.7	0.2	5D	0.283	0.053
6	0.8	0.2	5D	0.283	0.067
7	0.6	0.4	5D	0.283	0.061
8	0.7	0.4	5D	0.283	0.070
9	0.8	0.4	5D	0.283	0.063
10	0.6	0.6	D	0.273	0.078
11	0.7	0.6	D	0.283	0.068
12	0.8	0.6	D	0.283	0.068
13	0.6	0.2	D	0.280	0.056
14	0.7	0.2	D	0.283	0.064
15	0.8	0.2	D	0.283	0.073
16	0.6	0.4	D	0.281	0.068
17	0.7	0.4	D	0.283	0.070
18	0.8	0.4	D	0.283	0.074
19	0.6	0.6	10D	0.283	0.058
20	0.7	0.6	10D	0.283	0.057
21	0.8	0.6	10D	0.283	0.056
22	0.6	0.2	10D	0.283	0.060
23	0.7	0.2	10D	0.283	0.070
24	0.8	0.2	10D	0.283	0.060
25	0.6	0.4	10D	0.283	0.060
26	0.7	0.4	10D	0.283	0.052
27	0.8	0.4	10D	0.283	0.060

Στον πίνακα 6 παρουσιάστηκε η διασπορά μεταξύ των εκτιμώμενων συντελεστών βαρύτητας και των συντελεστών βαρύτητας που χρησιμοποίησε ο Olson στις μεθόδους SMART και Promethee. Αντίστοιχα αποτελέσματα (πίνακες A-4 και A-8 του παραρτήματος Α) εξάγονται και στην περίπτωση των συντελεστών βαρύτητας που χρησιμοποίησε ο Olson στη μέθοδο Centroid, τους οποίους υπολόγισε με διαφορετικό τρόπο λαμβάνοντας υπόψη τις ακραίες τιμές (Olson, 2001).

Επίσης η μέση τιμή, η μέση τυπική απόκλιση των σκορ των εναλλακτικών και των συντελεστών βαρύτητας καθώς και η μέση απόλυτη απόκλιση μεταξύ των εκτιμώμενων συντελεστών βαρύτητας και των συντελεστών βαρύτητας που έχουν χρησιμοποιηθεί σε άλλες μεθοδολογίες δίνονται στο παράρτημα Α (Πίνακες A-1, A-3, A-4, A-5, A-7 και A-8). Επιπλέον στο παράρτημα Α δίνεται οι λεπτομερείς πίνακες των συσχετίσεων με το επίπεδο σημαντικότητας για τις 2 αντικειμενικές συναρτήσεις (Πίνακες A-2 και A-6).



4.1.2. Αξιολόγηση επιστημονικών περιοδικών

Η δεύτερη περιπτωσιολογική μελέτη αφορά την αξιολόγηση επιστημονικών περιοδικών στο χώρο της επιστήμης λήψης αποφάσεων. Υπάρχουν πολλά κριτήρια που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση επιστημονικών περιοδικών. Σύμφωνα με τους Forgionne et al. (2002) αυτά μπορούν να ομαδοποιηθούν και να ενσωματωθούν στα παρακάτω πέντε κριτήρια. Την αποτελεσματικότητα (efficiency), την εστίαση (focus), την επίδραση (impact), το πεδίο/φάσμα (scope) και την εκλεκτικότητα (selectivity).

Η πηγή των πρωτογενών δεδομένων είναι οι συντελεστές των παραπάνω κριτηρίων από την προαναφερθείσα μελέτη οι οποίοι ενσωματώνουν όπως επεξηγείται στη συνέχεια και άλλους παράγοντες.

Η πρόοδος (εξέλιξη) στηρίζεται στην ατομική ή ομαδική δημιουργία νέας γνώσης και στην προσπάθεια εφαρμογής της καινοτομίας στους σχετικούς τομείς. Ο έγκαιρος καθορισμός και διάδοση της γνώσης είναι πολύ σημαντικός παράγοντας. Με το κριτήριο της αποτελεσματικότητας το περιοδικό αξιολογείται για την έγκαιρη διαδικασία αξιολόγησης και έκδοση των άρθρων. Η αποτελεσματικότητα ενός περιοδικού μπορεί να μετρηθεί μέσω παραγόντων όπως είναι ο μέσος αριθμός πωλούμενων αντιτύπων ανά χρόνο, οι αναφορές που λαμβάνουν οι συγγραφείς από τους κριτές και τον εκδότη, τη συχνότητα διάθεσης του περιοδικού, τη διαθεσιμότητα του περιοδικού σε ηλεκτρονική μορφή μέσω διαδικτύου καθώς και από τον μέσο όρο του χρόνου που απαιτείται για την ολοκλήρωση της κρίσης ενός άρθρου.

Με το κριτήριο focus το περιοδικό κρίνεται για τον βαθμό εστίασης (εξειδίκευσης) σε ένα πεδίο. Υπάρχουν πολλές πηγές πληροφόρησης και γνώσης αλλά οι ερευνητές και επαγγελματίες κάθε χώρου αναζητούν πληροφόρηση από έγκυρα περιοδικά που δημοσιεύουν ειδικευμένη γνώση στον τομέα τους.

Με το κριτήριο επίδραση (impact) το περιοδικό αξιολογείται για τη συνεισφορά του στη γνώση. Το περιοδικό κρίνεται από το εύρος που το περιεχόμενό του επιδρά και εμπνέει νέα γνώση. Το κριτήριο συνυπολογίζει παράγοντες όπως τις ετεροαναφορές (citations), την παρουσία δεικτών (index) και το μέγεθος των άρθρων (manuscript length). Σχετικά με το μέγεθος των άρθρων υπάρχουν εκείνοι που υποστηρίζουν ότι πρέπει να υπάρχει περιορισμός διότι με τον τρόπο αυτό οι ερευνητές είναι πιο συνοπτικοί και συγκεκριμένοι ενώ δεν λείπουν και αυτοί που υποστηρίζουν ότι έτσι θυσιάζεται η λεπτομερής γνώση.

Με το κριτήριο στόχος (scope), το περιοδικό αξιολογείται για τον χώρο στον οποίο ανήκουν οι αναγνώστες στους οποίους απευθύνεται (ερευνητές εφαρμογών ή



βασικής έρευνας, επαγγελματίες, διευθυντές, ιδιωτικές επιχειρήσεις κλπ). Παράγοντες που επηρεάζουν αυτό το κριτήριο είναι η συγγένεια του χώρου των αναγνωστών με τους σπόνσορες του περιοδικού (ακαδημαϊκός, επαγγελματικός ή άλλων οργανώσεων), ο χώρος των αναγνωστών που στοχεύει το περιοδικό, ο τύπος/είδος των κειμένων που δημοσιεύσει το περιοδικό (σύντομα άρθρα, άρθρα, τεχνικές εκθέσεις, σχόλια κλπ) και το επιλεγμένο από το περιοδικό εύρος διανομής του περιοδικού (σε τοπικό, εθνικό ή διεθνές επίπεδο).

Τέλος με το κριτήριο της επιλεκτικότητας, το περιοδικό κρίνεται για τον τρόπο με τον οποίο επιλέγει τα άρθρα που δημοσιεύει, δηλαδή στην διάκριση της σημαντικής γνώσης προκειμένου να μειωθεί η άκαρπη έρευνα. Σε αυτό το κριτήριο ενσωματώνονται παράγοντες όπως ο συνολικός αριθμός των άρθρων που γίνονται δεκτά και ο αντίστοιχος συνολικός αριθμός των άρθρων που υποβάλλονται στο ίδιο χρονικό διάστημα. Επίσης τα ονόματα και ο χώρος στον οποίο ανήκει η ομάδα των συγγραφέων, οι κρίσεις των εξωτερικών κριτών είτε το άρθρο γίνεται είτε όχι αποδεκτό, ο ελάχιστος αριθμός των εξωτερικών κριτών που απαιτείται προκειμένου να γίνει το άρθρο αποδεκτό, ο τρέχων μέσος όρος των βελτιώσεων που χρειάζεται ένα άρθρο για να εκδοθεί και τέλος η διαδικασία της κρίσης, δηλαδή αν τα ονόματα των συγγραφέων είναι γνωστά στους κριτές ή όχι.

Υπάρχουν αρκετές μελέτες που αξιολογούν επιστημονικά περιοδικά (Nord et.al., 1995; Holsapple et al., 1995; Eom et.al., 1993; Forgionne et.al., 2001) μεταξύ αυτών αξιολογή είναι και η μελέτη της ομάδας του Forgionne (2002), η οποία αξιολόγησε 20 περιοδικά συστημάτων υποστήριξης λήψης αποφάσεων (DMSS) συλλέγοντας στοιχεία για τα παραπάνω πέντε κριτήρια. Στην αξιολόγηση χρησιμοποίησαν τη δημοφιλή αναλυτική ιεραρχική διαδικασία (AHP) δίνοντας ίσα βάρη σε όλα τα κριτήρια. Είναι γνωστό ότι με την μέθοδο AHP το εξερχόμενο αποτέλεσμα είναι μια κατάταξη (σειρά) και ότι οι απόλυτες τιμές δεν δίνουν καμία επιπλέον πληροφορία.

Στην παρούσα μελέτη τα περιοδικά χωρίζονται σε δύο κατηγορίες σύμφωνα με το πεδίο στο οποίο εντάσσονται. Οι δυο κατηγορίες είναι περιοδικά που τείνουν στην τεχνητή νοημοσύνη και περιοδικά που τείνουν προς τα συστήματα λήψης αποφάσεων. Οι κατηγορίες των περιοδικών ΑΙ (τεχνητής νοημοσύνης) και των περιοδικών DSS (συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων) εξετάζονται ως δυο ξεχωριστές υποπεριπτώσεις.

Τα δεδομένα των δυο υποπεριπτώσεων παρουσιάζονται στον πίνακα 7 ενώ επισημαίνεται σε αυτό το σημείο ότι τα δεδομένα είναι ταυτόσημα με αυτά που χρησιμοποίησε η ομάδα του Forgionne (2002). Για το λόγο αυτό η σύγκριση των δύο διαφορετικών μεθοδολογιών που ακολουθήθηκαν είναι εφικτή.

**Πίνακας 7:** Δεδομένα εισόδου μοντέλου ανά περιοδικό και κριτήριο (Πηγή: Forgionne et.al.2002).

		<i>Efficiency</i>	<i>Focus</i>	<i>Impact</i>	<i>Scope</i>	<i>Selectivity</i>
<i>AI περιοδικά</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>	0.083368	0.173353	0.228783	0.097696	0.113556
	<i>MIS Quarterly</i>	0.096929	0.079676	0.163777	0.103186	0.104101
	<i>Information Processing and Management</i>	0.104076	0.075119	0.120847	0.117444	0.097376
	<i>IEEE Transactions on Engineering Management</i>	0.100918	0.121902	0.068584	0.109679	0.100872
	<i>IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics</i>	0.117308	0.111123	0.059472	0.121930	0.074705
	<i>Journal of Management Information Systems</i>	0.085000	0.173353	0.092069	0.085445	0.096544
	<i>Computing Surveys</i>	0.090314	0.055562	0.073414	0.090740	0.113058
	<i>ACM Transactions on Information Systems</i>	0.096349	0.075119	0.077769	0.069488	0.111593
	<i>Computer</i>	0.129022	0.055562	0.056398	0.100203	0.091351
	<i>Journal of the ACM</i>	0.096716	0.079231	0.058887	0.104189	0.096844
<i>DSS περιοδικά</i>	<i>Expert Systems with Applications</i>	0.095852	0.066911	0.262612	0.094696	0.102342
	<i>MIS Quarterly</i>	0.122474	0.124931	0.072651	0.111327	0.095454
	<i>Information Processing and Management</i>	0.096841	0.187729	0.059624	0.092440	0.109226
	<i>IEEE Transactions on Engineering Management</i>	0.091642	0.137046	0.084289	0.111327	0.091057
	<i>IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics</i>	0.086889	0.144381	0.111844	0.094665	0.103302
	<i>Journal of Management Information Systems</i>	0.100791	0.074469	0.103337	0.108180	0.101492
	<i>Computing Surveys</i>	0.101906	0.066911	0.083177	0.094696	0.118419
	<i>ACM Transactions on Information Systems</i>	0.112836	0.063243	0.073327	0.100457	0.087189
	<i>Computer</i>	0.087920	0.066911	0.059624	0.105534	0.105926
	<i>Journal of the ACM</i>	0.102849	0.067467	0.089515	0.086678	0.085592

Ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης εφαρμόστηκε με δύο αντικειμενικές συναρτήσεις σε 27 παραλλαγές όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Στον πίνακα 8 δίνονται οι συσχετίσεις των κατατάξεων που έδωσαν οι παραλλαγές του εξελικτικού αλγόριθμου με την κατάταξη της μελέτης της ομάδας του Forgione. Επειδή τα αποτελέσματα είναι οι κατατάξεις των περιοδικών για το λόγο αυτό και εδώ για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης συσχέτισης τ του Kendal.

Και σε αυτή την περίπτωση είναι εμφανής η υπεροχή της δεύτερης αντικειμενικής συνάρτησης και στις δυο υποπεριπτώσεις αξιολόγησης περιοδικών. Συγκεκριμένα για τα περιοδικά της τεχνητής νοημοσύνης η μέγιστη συσχέτιση που παρουσιάζει το εξεταζόμενο μοντέλο με την αντικειμενική συνάρτηση 2 είναι 0,733 (**) ενώ για τα περιοδικά των συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων για την ίδια αντικειμενική



συνάρτηση ο συντελεστής συσχέτισης φτάνει την τιμή 0.911 σε επίπεδο εμπιστοσύνης 99%.

Πίνακας 8: Συσχετίσεις με τ του Kendal των δυο μεθοδολογιών ανά υποπερίπτωση και αντικειμενική συνάρτηση

No	Παράμετροι			FORGIONNE Περιοδικά AI		FORGIONNE Περιοδικά DSS	
	F	CR	NP	FITNESS 1	FITNESS 2	FITNESS 1	FITNESS 2
1	0.6	0.6	5D	0.2889	0.644**	0.4220	0.867**
2	0.7	0.6	5D	0.2889	0.600*	0.4220	0.867**
3	0.8	0.6	5D	0.2889	0.600*	0.4220	0.733**
4	0.6	0.2	5D	0.2444	0.689**	0.4220	0.822**
5	0.7	0.2	5D	0.2444	0.644**	0.4220	0.822**
6	0.8	0.2	5D	0.2444	0.689**	0.4220	0.822**
7	0.6	0.4	5D	0.2889	0.644**	0.4220	0.822**
8	0.7	0.4	5D	0.2444	0.600*	0.4220	0.911**
9	0.8	0.4	5D	0.2889	0.689**	0.4220	0.822**
10	0.6	0.6	D	0.2444	0.556*	0.4670	0.867**
11	0.7	0.6	D	0.2889	0.689**	0.4670	0.822**
12	0.8	0.6	D	0.2889	0.733**	0.4670	0.867**
13	0.6	0.2	D	0.2444	0.600*	0.4670	0.778**
14	0.7	0.2	D	0.2444	0.600*	0.4670	0.867**
15	0.8	0.2	D	0.2444	0.556*	0.4220	0.822**
16	0.6	0.4	D	0.2000	0.689**	0.511*	0.778**
17	0.7	0.4	D	0.2444	0.600*	0.4220	0.822**
18	0.8	0.4	D	0.2889	0.600*	0.4220	0.822**
19	0.6	0.6	10D	0.2889	0.600*	0.4220	0.867**
20	0.7	0.6	10D	0.2889	0.644**	0.4220	0.822**
21	0.8	0.6	10D	0.2444	0.600*	0.4220	0.822**
22	0.6	0.2	10D	0.2444	0.644**	0.4220	0.822**
23	0.7	0.2	10D	0.2444	0.733**	0.4220	0.867**
24	0.8	0.2	10D	0.2444	0.556*	0.4220	0.733**
25	0.6	0.4	10D	0.2444	0.644**	0.4220	0.867**
26	0.7	0.4	10D	0.2889	0.644**	0.4220	0.778**
27	0.8	0.4	10D	0.2444	0.644**	0.4220	0.822**
28	Forgionne AI			1	1	-	
29	Forgionne DSS			-		1	1

** Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.01

* Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.05

Οι λεπτομερείς πίνακες των συσχετίσεων δίνονται στο παράρτημα Β (Πίνακες Β-2, Β-6, Β-10 και Β-14).



Στον πίνακα 9 δίνεται η μέση τιμή της τυπικής απόκλισης των βαθμολογιών (σκορ) των περιοδικών για τις αντικειμενικές συναρτήσεις 1 και 2. Παρατηρείται και εδώ διακύμανση στις τιμές όταν η παράμετρος NP λάβει την τιμή D για την αντικειμενική συνάρτηση 1 όπως και στην περίπτωση αξιολόγησης των ομάδων μπίιζμπολ. Αναλυτικοί πίνακες παρέχονται στο παράρτημα Β (Πίνακες Β-1, Β-5, Β-9 και Β-13).

Πίνακας 9: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ)

No	Παράμετροι			FORGIONNE I Περιοδικά ΑΙ		FORGIONNE II Περιοδικά DSS	
	F	CR	NP	FITNESS 1	FITNESS 2	FITNESS 1	FITNESS 2
<i>Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των σκορ</i>							
1	0.6	0.6	5D	0.0091	0.0826	0.0094	0.0935
2	0.7	0.6	5D	0.0064	0.0817	0.0099	0.0969
3	0.8	0.6	5D	0.0046	0.0925	0.0111	0.0973
4	0.6	0.2	5D	0.0008	0.0766	0.0099	0.0954
5	0.7	0.2	5D	0.0030	0.0795	0.0119	0.0980
6	0.8	0.2	5D	0.0012	0.0886	0.0124	0.1044
7	0.6	0.4	5D	0.0053	0.0724	0.0101	0.0947
8	0.7	0.4	5D	0.0027	0.0824	0.0091	0.0934
9	0.8	0.4	5D	0.0027	0.0906	0.0108	0.1040
10	0.6	0.6	D	0.0152	0.0831	0.0186	0.0971
11	0.7	0.6	D	0.0139	0.0865	0.0145	0.0927
12	0.8	0.6	D	0.0123	0.0895	0.0119	0.1066
13	0.6	0.2	D	0.0105	0.0795	0.0157	0.0931
14	0.7	0.2	D	0.0095	0.0791	0.0128	0.1053
15	0.8	0.2	D	0.0081	0.0836	0.0114	0.1009
16	0.6	0.4	D	0.0144	0.0833	0.0162	0.0912
17	0.7	0.4	D	0.0119	0.0828	0.0122	0.0955
18	0.8	0.4	D	0.0101	0.0875	0.0107	0.0996
19	0.6	0.6	10D	0.0073	0.0744	0.0086	0.0904
20	0.7	0.6	10D	0.0059	0.0829	0.0097	0.0951
21	0.8	0.6	10D	0.0000	0.0842	0.0108	0.1034
22	0.6	0.2	10D	0.0006	0.0814	0.0119	0.0960
23	0.7	0.2	10D	0.0007	0.0812	0.0122	0.1033
24	0.8	0.2	10D	0.0009	0.0832	0.0130	0.0990
25	0.6	0.4	10D	0.0001	0.0797	0.0091	0.0878
26	0.7	0.4	10D	0.0027	0.0832	0.0096	0.1003
27	0.8	0.4	10D	0.0001	0.0852	0.0105	0.1005

Ο πίνακας 10 παρουσιάζει τη μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας. Ομοίως και εδώ απορρέουν τα ίδια συμπεράσματα όπως και στην περίπτωση της μέσης τιμής των τυπικών αποκλίσεων των σκορ. Οι αντίστοιχοι αναλυτικοί πίνακες παρουσιάζονται στο παράρτημα Β (Πίνακες Β-3, Β-7, Β-11 και Β-15).

**Πίνακας 10:** Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας

No	Παράμετροι			FORGIONNE I Περιοδικά AI		FORGIONNE II Περιοδικά DSS	
	F	CR	NP	FITNESS 1	FITNESS 2	FITNESS 1	FITNESS 2
<i>Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας</i>							
1	0.6	0.6	5D	0.0036	0.1131	0.0040	0.1212
2	0.7	0.6	5D	0.0025	0.1201	0.0042	0.1277
3	0.8	0.6	5D	0.0018	0.1341	0.0048	0.1294
4	0.6	0.2	5D	0.0010	0.1086	0.0042	0.1243
5	0.7	0.2	5D	0.0015	0.1072	0.0048	0.1295
6	0.8	0.2	5D	0.0011	0.1266	0.0053	0.1327
7	0.6	0.4	5D	0.0021	0.1031	0.0042	0.1213
8	0.7	0.4	5D	0.0011	0.1133	0.0040	0.1229
9	0.8	0.4	5D	0.0011	0.1233	0.0046	0.1332
10	0.6	0.6	D	0.0149	0.1236	0.0152	0.1279
11	0.7	0.6	D	0.0082	0.1248	0.0101	0.1202
12	0.8	0.6	D	0.0051	0.1282	0.0072	0.1352
13	0.6	0.2	D	0.0107	0.1204	0.0122	0.1181
14	0.7	0.2	D	0.0069	0.1173	0.0088	0.1369
15	0.8	0.2	D	0.0048	0.1191	0.0065	0.1315
16	0.6	0.4	D	0.0146	0.1223	0.0131	0.1173
17	0.7	0.4	D	0.0076	0.1230	0.0068	0.1251
18	0.8	0.4	D	0.0046	0.1287	0.0050	0.1293
19	0.6	0.6	10D	0.0029	0.1126	0.0036	0.1148
20	0.7	0.6	10D	0.0023	0.1192	0.0041	0.1206
21	0.8	0.6	10D	0.0000	0.1240	0.0044	0.1331
22	0.6	0.2	10D	0.0007	0.1167	0.0049	0.1291
23	0.7	0.2	10D	0.0007	0.1154	0.0053	0.1336
24	0.8	0.2	10D	0.0008	0.1192	0.0056	0.1288
25	0.6	0.4	10D	0.0001	0.1143	0.0040	0.1141
26	0.7	0.4	10D	0.0011	0.1228	0.0042	0.1298
27	0.8	0.4	10D	0.0001	0.1236	0.0046	0.1334

Στον πίνακα 11 δίδεται η μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων συντελεστών βαρύτητας από το εξεταζόμενο μοντέλο, με τους συντελεστές βαρύτητας που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία της ομάδας του Forgionne (2002). Εδώ παρατηρείται ότι στην περίπτωση των περιοδικών συστημάτων λήψης αποφάσεων (DSS), οι συντελεστές βαρύτητας που παρήγαγε το μοντέλο ήταν ποιο κοντά με αυτές των Forgionne et al., σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές για τα περιοδικά της τεχνητής νοημοσύνης (AI), όπου παρουσιάστηκε μεγαλύτερη απόκλιση (Πίνακες B-4, B-8, B-12 και B-16).



Εντούτοις όσον αφορά την ευστάθεια του μοντέλου ομοίως με την περίπτωση αξιολόγησης των ομάδων μπίτζμπολ, η αντικειμενική συνάρτηση 1 παρόλο που παρουσιάζει μεγαλύτερη ευστάθεια σε σχέση με την αντικειμενική συνάρτηση 2 συγκλίνει σε λάθος αποτέλεσμα.

Πίνακας 11: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας

No	Παράμετροι			FORGIONE I Περιοδικά ΑΙ		FORGIONE II Περιοδικά DSS	
	F	CR	NP	FITNESS 1	FITNESS 2	FITNESS 1	FITNESS 2
<i>Μέση απόλυτη απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας</i>							
1	0.6	0.6	5D	0.1237	0.1547	0.0547	0.0677
2	0.7	0.6	5D	0.1241	0.1515	0.0547	0.0686
3	0.8	0.6	5D	0.1243	0.1508	0.0546	0.0694
4	0.6	0.2	5D	0.1244	0.1483	0.0547	0.0707
5	0.7	0.2	5D	0.1243	0.1530	0.0545	0.0681
6	0.8	0.2	5D	0.1245	0.1492	0.0546	0.0742
7	0.6	0.4	5D	0.1242	0.1521	0.0547	0.0674
8	0.7	0.4	5D	0.1244	0.1533	0.0547	0.0728
9	0.8	0.4	5D	0.1244	0.1548	0.0546	0.0655
10	0.6	0.6	D	0.1199	0.1538	0.0505	0.0672
11	0.7	0.6	D	0.1226	0.1476	0.0535	0.0701
12	0.8	0.6	D	0.1230	0.1485	0.0542	0.0668
13	0.6	0.2	D	0.1215	0.1501	0.0503	0.0683
14	0.7	0.2	D	0.1232	0.1497	0.0532	0.0719
15	0.8	0.2	D	0.1240	0.1548	0.0546	0.0666
16	0.6	0.4	D	0.1212	0.1470	0.0509	0.0729
17	0.7	0.4	D	0.1224	0.1522	0.0544	0.0702
18	0.8	0.4	D	0.1238	0.1511	0.0546	0.0693
19	0.6	0.6	10D	0.1241	0.1513	0.0547	0.0710
20	0.7	0.6	10D	0.1242	0.1507	0.0547	0.0673
21	0.8	0.6	10D	0.1244	0.1513	0.0547	0.0672
22	0.6	0.2	10D	0.1244	0.1504	0.0543	0.0672
23	0.7	0.2	10D	0.1244	0.1476	0.0544	0.0722
24	0.8	0.2	10D	0.1245	0.1545	0.0545	0.0695
25	0.6	0.4	10D	0.1244	0.1519	0.0548	0.0717
26	0.7	0.4	10D	0.1244	0.1489	0.0547	0.0699
27	0.8	0.4	10D	0.1244	0.1518	0.0548	0.0686



4.1.3. Αξιολόγηση τοποθεσιών για κατασκευή μετρό

Στην περίπτωση επιλογής κατάλληλης τοποθεσίας για την κατασκευή μετρό τα δεδομένα δίδονται στον πίνακα 12, ανά υποψήφια περιοχή και κριτήριο με τα οποία αυτές αξιολογούνται. Τα δεδομένα αυτά προέρχονται από την εργασία των Soofi και Retzer (1992), οι οποίοι χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο πολυκριτήριας προσθετικής συνάρτησης στο οποίο εφάρμοσαν ένα κριτήριο βασισμένο στην εντροπία για την αξιολόγηση ενός συνόλου εναλλακτικών λύσεων που αφορούσαν το ίδιο πρόβλημα. Όλα τα κριτήρια του πίνακα 12 είναι προς ελαχιστοποίηση.

Πίνακας 12: Δεδομένα εισαγωγής μοντέλου ανά περιοχή και κριτήριο (Πηγή: Soofi & Retzer, 1992)

	<i>Climate/terrain</i>	<i>Housing</i>	<i>Health care/ environment</i>	<i>Lack of Crime</i>	<i>Transportation</i>	<i>Education</i>	<i>Arts</i>	<i>Recreation</i>	<i>Economics</i>
<i>Albuquerque, NM</i>	30	218	60	299	21	79	68	52	128
<i>Providence, RI</i>	87	253	34	189	64	6	46	76	206
<i>St. Paul, MN</i>	320	264	11	151	57	82	10	87	114
<i>Charlotte, NC</i>	38	116	139	270	34	70	73	255	133
<i>Milwaukee, WI</i>	263	282	17	124	94	68	21	40	224
<i>Portland, OR</i>	16	275	76	305	39	55	55	55	273
<i>Columbus, OH</i>	134	185	62	226	142	111	41	103	203
<i>Orlando, FL</i>	275	193	184	320	43	94	118	42	21
<i>Birmingham, AL</i>	65	86	72	237	106	149	81	256	245
<i>Fort Worth, TX</i>	186	174	132	285	130	241	42	68	40
<i>Sacramento, CA</i>	103	271	135	286	86	166	70	72	176

Στον πίνακα 13 εμφανίζεται η συσχέτιση της κατάταξης που δίνει ως αποτέλεσμα το εξεταζόμενο μοντέλο για τις αντικειμενικές συναρτήσεις 1 και 2 με την κατάταξη της μεθόδου που εφάρμοσαν οι Soofi και Retzer (1992).

Όπως και με τις προηγούμενες εξεταζόμενες περιπτώσεις η αντικειμενική συνάρτηση 2 δίνει καλύτερα αποτελέσματα με συντελεστή συσχέτισης που φτάνει έως 0.818. Οι αντίστοιχοι αναλυτικοί πίνακες δίδονται στο παράρτημα Γ (Πίνακες Γ-2 και Γ-6).

Πίνακας 13: Συσχετίσεις με τ του Kendal των δυο μεθοδολογιών

No	Παράμετροι			Κατάταξη Soofi & Retzer	
	F	CR	NP	FITNESS 1	FITNESS 2
<i>Kendall's tau_b correlation coefficient</i>					
1	0.6	0.6	5D	0.4182	0.782**
2	0.7	0.6	5D	0.4182	0.782**
3	0.8	0.6	5D	0.4545	0.782**
4	0.6	0.2	5D	0.4545	0.782**
5	0.7	0.2	5D	0.491*	0.782**
6	0.8	0.2	5D	0.491*	0.782**
7	0.6	0.4	5D	0.4545	0.782**
8	0.7	0.4	5D	0.491*	0.782**
9	0.8	0.4	5D	0.4545	0.745**
10	0.6	0.6	D	0.491*	0.745**
11	0.7	0.6	D	0.4182	0.782**
12	0.8	0.6	D	0.4182	0.782**
13	0.6	0.2	D	0.3818	0.818**
14	0.7	0.2	D	0.491*	0.782**
15	0.8	0.2	D	0.491*	0.745**
16	0.6	0.4	D	0.491*	0.782**
17	0.7	0.4	D	0.4545	0.709**
18	0.8	0.4	D	0.4545	0.745**
19	0.6	0.6	10D	0.4182	0.782**
20	0.7	0.6	10D	0.4545	0.782**
21	0.8	0.6	10D	0.4545	0.782**
22	0.6	0.2	10D	0.491*	0.673**
23	0.7	0.2	10D	0.491*	0.745**
24	0.8	0.2	10D	0.491*	0.745**
25	0.6	0.4	10D	0.4545	0.782**
26	0.7	0.4	10D	0.4545	0.782**
27	0.8	0.4	10D	0.491*	0.782**
28	Soofi & Retzer Rank			1	1

** . Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.01

* Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.05

Οι πίνακες 14 και 15 παρουσιάζουν την μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των σκορ και των συντελεστών βαρύτητας αντίστοιχα για τις αντικειμενικές συναρτήσεις 1 και 2. Και εδώ τα αποτελέσματα συμφωνούν με τις προηγούμενες περιπτώσεις.



Πίνακας 14: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ)

No	Παράμετροι			Fitness 1	Fitness 2
	F	CR	NP	μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων	
1	0.6	0.6	5D	0.008	0.096
2	0.7	0.6	5D	0.008	0.094
3	0.8	0.6	5D	0.008	0.099
4	0.6	0.2	5D	0.009	0.088
5	0.7	0.2	5D	0.009	0.090
6	0.8	0.2	5D	0.009	0.084
7	0.6	0.4	5D	0.008	0.092
8	0.7	0.4	5D	0.007	0.096
9	0.8	0.4	5D	0.008	0.095
10	0.6	0.6	D	0.011	0.103
11	0.7	0.6	D	0.009	0.095
12	0.8	0.6	D	0.009	0.113
13	0.6	0.2	D	0.012	0.092
14	0.7	0.2	D	0.013	0.099
15	0.8	0.2	D	0.013	0.105
16	0.6	0.4	D	0.011	0.101
17	0.7	0.4	D	0.010	0.099
18	0.8	0.4	D	0.011	0.093
19	0.6	0.6	10D	0.008	0.093
20	0.7	0.6	10D	0.007	0.102
21	0.8	0.6	10D	0.006	0.110
22	0.6	0.2	10D	0.006	0.081
23	0.7	0.2	10D	0.006	0.088
24	0.8	0.2	10D	0.008	0.094
25	0.6	0.4	10D	0.006	0.086
26	0.7	0.4	10D	0.006	0.092
27	0.8	0.4	10D	0.005	0.097

Πίνακας 15: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας

No	Παράμετροι			Fitness 1	Fitness 2
	F	CR	NP	μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων	
1	0.6	0.6	5D	0.008	0.093
2	0.7	0.6	5D	0.008	0.090
3	0.8	0.6	5D	0.007	0.096
4	0.6	0.2	5D	0.014	0.086
5	0.7	0.2	5D	0.014	0.088
6	0.8	0.2	5D	0.015	0.088
7	0.6	0.4	5D	0.007	0.088
8	0.7	0.4	5D	0.007	0.093
9	0.8	0.4	5D	0.007	0.093
10	0.6	0.6	D	0.029	0.095
11	0.7	0.6	D	0.015	0.093
12	0.8	0.6	D	0.012	0.109
13	0.6	0.2	D	0.026	0.089
14	0.7	0.2	D	0.025	0.095
15	0.8	0.2	D	0.026	0.102
16	0.6	0.4	D	0.026	0.096
17	0.7	0.4	D	0.019	0.101
18	0.8	0.4	D	0.018	0.092
19	0.6	0.6	10D	0.007	0.087
20	0.7	0.6	10D	0.006	0.098
21	0.8	0.6	10D	0.006	0.101
22	0.6	0.2	10D	0.009	0.080
23	0.7	0.2	10D	0.010	0.086
24	0.8	0.2	10D	0.012	0.094
25	0.6	0.4	10D	0.006	0.083
26	0.7	0.4	10D	0.006	0.090
27	0.8	0.4	10D	0.005	0.091

Ο πίνακας 16 παρουσιάζει τη μέση απόλυτη απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας. Είναι εμφανές ότι οι εκτιμώμενες τιμές των συντελεστών βαρύτητας που παρήγαγε το εξεταζόμενο μοντέλο τόσο για την αντικειμενική συνάρτηση 1 όσο και για την 2 πλησιάζουν σε μεγάλο βαθμό τους συντελεστές βαρύτητας που χρησιμοποίησαν οι Soofi και Retzer (1992).

**Πίνακας 16:** Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας

No	Παράμετροι			Αντικειμενική συνάρτηση 1	Αντικειμενική συνάρτηση 2
	F	CR	NP		
Μέση απόλυτη απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας					
1	0.6	0.6	5D	0.089	0.067
2	0.7	0.6	5D	0.091	0.070
3	0.8	0.6	5D	0.092	0.069
4	0.6	0.2	5D	0.086	0.067
5	0.7	0.2	5D	0.086	0.067
6	0.8	0.2	5D	0.085	0.070
7	0.6	0.4	5D	0.092	0.067
8	0.7	0.4	5D	0.092	0.069
9	0.8	0.4	5D	0.092	0.066
10	0.6	0.6	D	0.076	0.061
11	0.7	0.6	D	0.086	0.065
12	0.8	0.6	D	0.088	0.066
13	0.6	0.2	D	0.071	0.065
14	0.7	0.2	D	0.073	0.065
15	0.8	0.2	D	0.075	0.060
16	0.6	0.4	D	0.074	0.062
17	0.7	0.4	D	0.082	0.063
18	0.8	0.4	D	0.085	0.068
19	0.6	0.6	10D	0.090	0.068
20	0.7	0.6	10D	0.092	0.067
21	0.8	0.6	10D	0.093	0.069
22	0.6	0.2	10D	0.090	0.068
23	0.7	0.2	10D	0.089	0.068
24	0.8	0.2	10D	0.089	0.068
25	0.6	0.4	10D	0.093	0.068
26	0.7	0.4	10D	0.093	0.070
27	0.8	0.4	10D	0.094	0.067

Στο παράρτημα Γ δίδονται όλοι οι αναλυτικοί πίνακες που σχετίζονται με την αξιολόγηση τοποθεσιών για κατασκευή μετρό.



4.1.4. Διαχείριση στερεών αποβλήτων

Αρκετοί ερευνητές έχουν χρησιμοποιήσει στο παρελθόν πολυκριτήριες μεθόδους σε περιβαλλοντικά προβλήματα (Hokeman et al 1997; Salminen, 1998; Sarkis, 2000; Beynon et al. 2008; Nicolic et al., 2009). Τα περιβαλλοντικά δεδομένα που χρησιμοποιούνται εδώ σχετίζονται με το πρόβλημα διαχείρισης στερεών αποβλήτων. Στόχος ήταν η αξιολόγηση του εξεταζόμενου μοντέλου με δεδομένα που έχουν χρησιμοποιηθεί και από άλλους ερευνητές προκειμένου να υπάρχει ένα μέτρο εκτίμησης των αποτελεσμάτων.

Στον πίνακα 17 παρουσιάζονται τα δεδομένα εισόδου του εξεταζόμενου μοντέλου τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί και από τους Hokkanen, Salminen και Sarki σε άλλες πολυκριτήριες μεθοδολογίες όπως την ELECTRE, SMART, DEA κλπ.

Πίνακας 17: Δεδομένα εισαγωγής μοντέλου ανά περιοχή και κριτήριο (Πηγή :Sarkis, 2000)

	<i>Cost</i>	<i>Global effects</i>	<i>Health effects</i>	<i>Acidificative releases</i>	<i>Surface water releases</i>	<i>Technical feasibility</i>	<i>Employees</i>	<i>Resource recovery</i>
1	656	552,678,100	609	1,190	670	5	14	13,900
2	786	539,113,200	575	1,190	682	4	18	23,600
3	912	480,565,400	670	1,222	594	4	24	39,767
4	589	559,780,715	411	1,191	443	9	10	13,900
5	706	532,286,214	325	1,191	404	7	14	23,600
6	834	470,613,514	500	1,226	384	6.5	18	40,667
7	580	560,987,877	398	1,191	420	9	10	13,900
8	682	532,224,858	314	1,191	393	7	14	23,600
9	838	466,586,058	501	1,229	373	6.5	22	41,747
10	579	561,555,877	373	1,191	405	9	9	13,900
11	688	532,302,258	292	1,191	370	7	13	23,600
12	838	465,356,158	499	1,230	361	6.5	17	42,467
13	595	560,500,215	500	1,191	538	9	12	13,900
14	709	532,974,014	402	1,191	489	7	17	23,600
15	849	474,137,314	648	1,226	538	6.5	20	40,667
16	604	560,500,215	500	1,191	538	9	12	13,900
17	736	532,974,014	402	1,191	489	7	17	23,600
18	871	474,137,314	648	1,226	538	6.5	20	40,667
19	579	568,674,539	495	1,193	558	9	7	13,900
20	695	536,936,873	424	1,195	535	6	18	23,600
21	827	457,184,239	651	1,237	513	7	16	45,167
22	982	457,206,173	651	1,239	513	7	16	45,167



Τα πέντε πρώτα κριτήρια προς ελαχιστοποίηση και τα τελευταία τρία είναι προς μεγιστοποίηση.

Στον πίνακα 18 παρουσιάζονται οι συσχετίσεις των κατατάξεων που έδωσαν οι παραλλαγές του εξεταζόμενου μοντέλου με κάποιες παραλλαγές της Περιβάλλουσας Ανάλυσης Δεδομένων (DEA) που δημιουργήθηκαν από τον Sarkis (2000). Οι παραλλαγές αυτές έχουν παρουσιαστεί αναλυτικά στο κεφάλαιο 3. Είναι σημαντικό να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι στη μέθοδο DEA η αξιολόγηση γίνεται απευθείας χωρίς την εύρεση συντελεστών βαρύτητας για τα κριτήρια.

Πίνακας 18: Συσχετίσεις με τ του Kendal για τις αντικειμενικές συναρτήσεις 1 και 2.

No	Παράμετροι			Fitness 1			Fitness 2		
	F	CR	NP	SXEF	AXEF	RCCR	SXEF	AXEF	RCCR
Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των σκορ									
1	0.6	0.6	5D	0.2380	0.680(**)	0.2990	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
2	0.7	0.6	5D	0.2380	0.680(**)	0.2990	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
3	0.8	0.6	5D	0.2210	0.680(**)	0.316(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
4	0.6	0.2	5D	0.2290	0.654(**)	0.342(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
5	0.7	0.2	5D	0.2210	0.662(**)	0.351(*)	0.498(**)	0.385(*)	0.2810
6	0.8	0.2	5D	0.2290	0.654(**)	0.342(*)	0.489(**)	0.377(*)	0.2900
7	0.6	0.4	5D	0.2210	0.680(**)	0.316(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
8	0.7	0.4	5D	0.2120	0.671(**)	0.325(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
9	0.8	0.4	5D	0.2120	0.671(**)	0.325(*)	0.472(**)	0.359(*)	0.2900
10	0.6	0.6	D	0.2380	0.662(**)	0.368(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
11	0.7	0.6	D	0.2210	0.662(**)	0.351(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
12	0.8	0.6	D	0.2030	0.662(**)	0.333(*)	0.498(**)	0.385(*)	0.2810
13	0.6	0.2	D	0.2550	0.662(**)	0.385(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
14	0.7	0.2	D	0.2380	0.662(**)	0.368(*)	0.489(**)	0.377(*)	0.2900
15	0.8	0.2	D	0.2290	0.671(**)	0.377(*)	0.489(**)	0.377(*)	0.2900
16	0.6	0.4	D	0.2380	0.662(**)	0.368(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
17	0.7	0.4	D	0.2210	0.662(**)	0.351(*)	0.489(**)	0.377(*)	0.2900
18	0.8	0.4	D	0.2290	0.654(**)	0.342(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
19	0.6	0.6	10D	0.2380	0.680(**)	0.2990	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
20	0.7	0.6	10D	0.2380	0.680(**)	0.2990	0.489(**)	0.377(*)	0.2900
21	0.8	0.6	10D	0.2380	0.680(**)	0.2990	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
22	0.6	0.2	10D	0.2290	0.654(**)	0.342(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
23	0.7	0.2	10D	0.2210	0.662(**)	0.351(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
24	0.8	0.2	10D	0.2210	0.662(**)	0.351(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
25	0.6	0.4	10D	0.2210	0.680(**)	0.316(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
26	0.7	0.4	10D	0.2210	0.680(**)	0.316(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
27	0.8	0.4	10D	0.2120	0.671(**)	0.325(*)	0.481(**)	0.368(*)	0.2990
28	SXEF			1	0.2810	0.1260	1	0.2810	0.1260
29	AXEF			0.2810	1	0.359(*)	0.2810	1	0.359(*)
30	RCCR			0.1260	0.359(*)	1	0.1260	0.359(*)	1

** Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.01

* Συσχέτιση σημαντική σε επίπεδο 0.05



Πίνακας 19: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των βαθμολογιών (σκορ)

No	Παράμετροι			Fitness 1	Fitness 2
	F	CR	NP	μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων	
1	0.6	0.6	5D	0.001	0.045
2	0.7	0.6	5D	0.001	0.060
3	0.8	0.6	5D	0.001	0.053
4	0.6	0.2	5D	0.003	0.065
5	0.7	0.2	5D	0.004	0.048
6	0.8	0.2	5D	0.004	0.058
7	0.6	0.4	5D	0.001	0.041
8	0.7	0.4	5D	0.002	0.053
9	0.8	0.4	5D	0.002	0.053
10	0.6	0.6	D	0.007	0.049
11	0.7	0.6	D	0.004	0.052
12	0.8	0.6	D	0.004	0.059
13	0.6	0.2	D	0.006	0.075
14	0.7	0.2	D	0.006	0.054
15	0.8	0.2	D	0.007	0.061
16	0.6	0.4	D	0.007	0.048
17	0.7	0.4	D	0.005	0.049
18	0.8	0.4	D	0.005	0.061
19	0.6	0.6	10D	0.000	0.045
20	0.7	0.6	10D	0.000	0.052
21	0.8	0.6	10D	0.001	0.053
22	0.6	0.2	10D	0.003	0.052
23	0.7	0.2	10D	0.003	0.054
24	0.8	0.2	10D	0.004	0.051
25	0.6	0.4	10D	0.001	0.047
26	0.7	0.4	10D	0.002	0.053
27	0.8	0.4	10D	0.002	0.055

Πίνακας 20: Μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των συντελεστών βαρύτητας

No	Παράμετροι			Fitness 1	Fitness 2
	F	CR	NP	μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων	
1	0.6	0.6	5D	0.002	0.072
2	0.7	0.6	5D	0.001	0.087
3	0.8	0.6	5D	0.003	0.087
4	0.6	0.2	5D	0.020	0.084
5	0.7	0.2	5D	0.020	0.085
6	0.8	0.2	5D	0.022	0.087
7	0.6	0.4	5D	0.004	0.075
8	0.7	0.4	5D	0.006	0.083
9	0.8	0.4	5D	0.008	0.086
10	0.6	0.6	D	0.045	0.080
11	0.7	0.6	D	0.024	0.086
12	0.8	0.6	D	0.021	0.087
13	0.6	0.2	D	0.034	0.090
14	0.7	0.2	D	0.034	0.088
15	0.8	0.2	D	0.033	0.091
16	0.6	0.4	D	0.041	0.081
17	0.7	0.4	D	0.035	0.085
18	0.8	0.4	D	0.036	0.090
19	0.6	0.6	10D	0.001	0.077
20	0.7	0.6	10D	0.001	0.081
21	0.8	0.6	10D	0.002	0.086
22	0.6	0.2	10D	0.017	0.081
23	0.7	0.2	10D	0.017	0.087
24	0.8	0.2	10D	0.018	0.085
25	0.6	0.4	10D	0.003	0.074
26	0.7	0.4	10D	0.004	0.084
27	0.8	0.4	10D	0.007	0.087

Η περίπτωση της παραλλαγής SXEF της περιβάλλουσας ανάλυσης φαίνεται να συμφωνεί απόλυτα με όλες τις προαναφερθείσες περιπτώσεις δηλαδή η αντικειμενική συνάρτηση 2 δίνει καλύτερα αποτελέσματα από την αντικειμενική συνάρτηση 1.

Αντίθετα στην περίπτωση των AXEF και RCCR το συμπέρασμα αυτό ανατρέπεται. Το γεγονός ότι η AXEF με την RCCR συμφωνούν μεταξύ τους φαίνεται στον πίνακα 18 αφού υπάρχει στατιστική συσχέτιση μεταξύ τους σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Αυτό δεν είναι και τόσο ανησυχητικό αφού σύμφωνα με την μελέτη του Sarkis το μοντέλο SXEF παρουσιάζει σημαντική συσχέτιση και με άλλες πολυκριτήριες μεθόδους όπως είναι η ELECTRE 3 ασφαλώς με χρήση ίδιων δεδομένων.



Από την άλλη όμως τα αποτελέσματα της AXEF σύμφωνα πάντα με την μελέτη του Sarkis έχουν σημαντική στατιστική συσχέτιση με πολυκριτήριες μεθόδους όπως η PROMETHEE και η SMART στα ίδια πάντα δεδομένα.

Οι πίνακες 19 και 20 παρουσιάζουν την μέση τιμή των τυπικών αποκλίσεων των σκορ και των συντελεστών βαρύτητας αντίστοιχα για τις αντικειμενικές συναρτήσεις 1 και 2. Οι αντίστοιχοι αναλυτικοί πίνακες παρουσιάζονται στο παράρτημα Δ (Πίνακες Δ-2, Δ-6, Δ-4 και Δ-9). Και εδώ φαίνεται τα αποτελέσματα να συμφωνούν με τις προηγούμενες περιπτώσεις.

Αντίθετα τα αποτελέσματα του πίνακα 21 ο οποίος δίνει την μέση απόλυτη απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας δεν συμφωνεί με τις προηγούμενες περιπτώσεις, καθώς η εκτίμηση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 1 έχει πολύ μεγάλη απόκλιση από τους συντελεστές βαρύτητας που δίδονται στη μελέτη του Sarkis (2000).

Πίνακας 21: Μέση απόλυτη διαφορά των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας

No	Παράμετροι			Αντικειμενική συνάρτηση 1	Αντικειμενική συνάρτηση 2
	F	CR	NP		
Μέση απόλυτη απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας					
1	0.6	0.6	5D	0.173	0.091
2	0.7	0.6	5D	0.172	0.092
3	0.8	0.6	5D	0.172	0.090
4	0.6	0.2	5D	0.146	0.091
5	0.7	0.2	5D	0.147	0.092
6	0.8	0.2	5D	0.148	0.089
7	0.6	0.4	5D	0.171	0.096
8	0.7	0.4	5D	0.171	0.093
9	0.8	0.4	5D	0.169	0.099
10	0.6	0.6	D	0.128	0.089
11	0.7	0.6	D	0.161	0.097
12	0.8	0.6	D	0.164	0.085
13	0.6	0.2	D	0.125	0.089
14	0.7	0.2	D	0.126	0.088
15	0.8	0.2	D	0.126	0.089
16	0.6	0.4	D	0.127	0.096
17	0.7	0.4	D	0.139	0.091
18	0.8	0.4	D	0.139	0.091
19	0.6	0.6	10D	0.172	0.092
20	0.7	0.6	10D	0.172	0.093
21	0.8	0.6	10D	0.172	0.093
22	0.6	0.2	10D	0.155	0.095
23	0.7	0.2	10D	0.156	0.095
24	0.8	0.2	10D	0.156	0.093
25	0.6	0.4	10D	0.172	0.094
26	0.7	0.4	10D	0.172	0.096
27	0.8	0.4	10D	0.170	0.092



Όπως έχει αναφερθεί προηγούμενα για τη μέθοδο DEA δεν χρησιμοποιήθηκαν συντελεστές βαρύτητας στα κριτήρια. Στη μελέτη του Sarkis (2000) προκειμένου να γίνει σύγκριση των παραλλαγών της DEA με άλλες πολυκριτήριες μεθόδους δόθηκαν οι συντελεστές βαρύτητας για όλα τα κριτήρια. Οι συντελεστές είχαν εκτιμηθεί από 113 αποφασίζοντες. Με τους εν λόγω συντελεστές υπολογίστηκε η μέση απόλυτη διαφορά των εκτιμώμενων συντελεστών βαρύτητας που παρήγαγε το εξεταζόμενο μοντέλο για τις αντικειμενικές συναρτήσεις 1 και 2. Οι αναλυτικοί πίνακες δίδονται στο παράρτημα Δ (Πίνακες Δ-5 και Δ-10).

Συνοψίζοντας από τα αποτελέσματα στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το εξεταζόμενο μοντέλο φαίνεται να δίνει καλύτερα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιεί την αντικειμενική συνάρτηση 2.

Παρόλο που η ευαισθησία της αντικειμενικής συνάρτησης 1 φαίνεται να είναι καλύτερη αναλογικά της αντικειμενικής συνάρτησης 2, οι διαφοροποιήσεις που παρουσιάζει σε σχέση με τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών είναι μεγαλύτερες. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δίνει ακραίες τιμές στους συντελεστές βαρύτητας σε αντίθεση με την αντικειμενική συνάρτηση 2 που ενώ υπάρχει μεγαλύτερη διακύμανση τα αποτελέσματα είναι σύμφωνα είτε με τα πραγματικά όπου αυτά είναι γνωστά είτε με αποτελέσματα άλλων συγγραφέων.

Επιπρόσθετα το μοντέλο δεν παρουσιάζει διαφοροποιήσεις συναρτήσεων των παραμέτρων F, CR και NP με μοναδική εξαίρεση μια πολύ μικρή διακύμανση που παρατηρείται στην περίπτωση της αντικειμενικής συνάρτησης 1 όταν η παράμετρος NP λαμβάνει την τιμή D.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα απλά πολυκριτήρια μοντέλα όπως αυτό του σταθμισμένου μέσου, απαιτούν μόνο τον προσδιορισμό των συντελεστών βαρύτητας των κριτηρίων, για την εκτίμηση των οποίων έχουν προταθεί διάφορες πιθανοθεωρητικές προσεγγίσεις, καθώς και τεχνικές που βασίζονται στη θεωρία πληροφοριών. Σε άλλες όμως διαδεδομένες πολυκριτήριες διαδικασίες, όπως αυτές που βασίζονται στη θεωρία των σχέσεων υπεροχής, αντίστοιχες διαδικασίες δεν έχουν αναπτυχθεί. Σε αυτό έχει συμβάλει η πολύπλοκη μορφή των μοντέλων αυτών και το πλήθος των παραμέτρων που απαιτούν.

Στην παρούσα διατριβή ο προσδιορισμός των παραμέτρων που απαιτούνται για την πρακτική εφαρμογή πολυκριτήριων μεθόδων αξιολόγησης και συγκεκριμένα για την μέθοδο Promethee, έγινε με τη χρήση εξελικτικών αλγορίθμων βελτιστοποίησης και ειδικότερα με τον αλγόριθμο της διαφορικής εξέλιξης (differential evolution). Έτσι δημιουργήθηκε ένα υβριδικό μοντέλο το οποίο μπορεί να υποβοηθήσει σημαντικά τους αποφασίζοντες στην αξιολόγηση εναλλακτικών που οδηγούν σε λήψη αποφάσεων.

Ο λόγος που επιλέχθηκε η διαφορική εξέλιξη οφείλεται στην πολυπλοκότητα των 2 αντικειμενικών συναρτήσεων που εξετάστηκαν, η οποία καθιστά δύσκολη τη χρήση αναλυτικών διαδικασιών.

Έγινε εφαρμογή σε δεδομένα προηγούμενων εργασιών με στόχο να γίνει μια αντιπαράθεση της διαδικασίας με προηγούμενες έρευνες και να αξιολογηθεί η συμπεριφορά των 2 αντικειμενικών συναρτήσεων για την επίλυση του μοντέλου.

Τα αποτελέσματα παρουσίασαν σημαντικές ομοιότητες σε σχέση με προηγούμενες έρευνες. Η αντικειμενική συνάρτηση που υπέρηχε ήταν η δεύτερη η οποία εκτός από το ότι εξέταζε τα σκορ των εναλλακτικών μέσω της εντροπίας των αποτελεσμάτων κάτι που έκανε και η πρώτη αντικειμενική συνάρτηση, επιπρόσθετα ενσωμάτωνε την πληροφορία που παρείχαν τα κριτήρια. Ουσιαστικά εξέταζε τις επιμέρους κατατάξεις των κριτηρίων σε σχέση με το τελικό αποτέλεσμα των σκορ των εναλλακτικών.

Επιπλέον δεν παρουσιάστηκαν διαφοροποιήσεις συναρτήσεων των παραμέτρων F , CR και NP με μοναδική εξαίρεση μια πολύ μικρή διακύμανση που παρατηρήθηκε στην περίπτωση της αντικειμενικής συνάρτησης 1 όταν η παράμετρος NP λάμβανε την τιμή D .

Η χρήση του αλγόριθμου της διαφορικής εξέλιξης όπως αναδείχτηκε από τα παραπάνω συμπεράσματα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στην ανάπτυξη πολυκριτήριων μοντέλων λήψης αποφάσεων.



Προτάσεις για μελλοντική έρευνα που απορρέουν από την παρούσα διατριβή είναι οι εξής:

- ➡ Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να επεκταθεί και σε άλλες πολυκριτήριες μεθόδους όπως για παράδειγμα στην ELECTRE.
- ➡ Την επέκταση των εφαρμογών σε άλλα πεδία καθώς και την ανάλυση της αποτελεσματικότητας της προτεινόμενης μεθοδολογίας σε τεχνητά δεδομένα μέσω προσομοίωσης Monte Carlo.
- ➡ Επίσης θα μπορούσε ο αλγόριθμος της διαφορικής εξέλιξης που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία να αντικατασταθεί από άλλο εξελικτικό αλγόριθμο όπως για παράδειγμα από έναν γενετικό αλγόριθμο.
- ➡ Τέλος τα προβλήματα που εξετάσθηκαν αντιμετωπίστηκαν ως προβλήματα της προβληματικής γ δηλαδή ως προβλήματα κατάταξης. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε θα μπορούσε να επεκταθεί και σε προβλήματα προβληματικής α και β δηλαδή επιλογής και ταξινόμησης.



A. ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Barron, F.H. and Barret, B.E. (1996). Decision quality using ranked attribute weights. *Management Science* 42, pp. 1515-1525.
- Beynon. M.J. and Wells, P., (2008). The learn improvement of the chemical emissions of motor vehicles based on preference ranking: A PROMETHEE uncertainty analysis. *Omega* 36, pp. 384-394.
- Brans, J.P., Vinche, Ph. and Marescal, B.,(1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research* 24, pp. 228-238.
- Charnes, A., Cooper, W.W. and Rhodes, E., (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2, pp. 429-444.
- David, H.A., (1991). Order Statistics, New York: John Wiley.
- Doyle, J.R. and Green, R.H., (1993). Data envelopment analysis and multiple criteria decision making. *OMEGA* 21, pp. 713-715.
- Eom, S.B. and Lee, S.M., (1993). The intellectual structure of Decision support systems (1971-1989). *Decision Support Systems* 10 pp.19-35.
- Feoktistov, V., (2006). Differential Evolution: In Search of Solutions. *Springer Science, ISBN 10: 0-387-36895-7; ISBN 13: 978-0-387-36895-5*.
- Figueira, J. and Roy, B., (2002). Determining the weights of criteria in the ELECTRE type methods with a revised Simo's procedure. *European Journal of Operational Research* 139, pp. 317-326.
- Forgionne, G. A. and Rajiv, K., (2001), A multiple criteria assessment of decision technology system journal quality. *Information & Management* 38, pp. 421-435.
- Forgionne, G. A., Rajiv K., and Darniet J., (2002), An AHP analysis of quality in AI and DSS journals, *Omega, The International journal Of Management Science*, Vol 30, Issue 3, pp 171-183, USA.
- Jacquet-Lagr  ze, E. and Siskos, Y., (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision making: The UTA Method. *European Journal of Operational Research*, Vol. 10, No 2, pp. 151-164.
- Jaynes,E.T., (1957). Information theory and statistical mechanics. *Physics Review* 106, pp. 620-630, 108, pp. 171-190.
- Jessop, A., (1999). Entropy in multiattribute problems. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis* 8, pp. 61-70.
- Jessop, A., (2004). Minimally biased weight determination in personnel selection. *Journal of Operational Research* 153, pp. 433-444.
- Jia J., Fischer, G.W. and Dyer, J.S., (1998). Attribute Weighting methods and Decision Quality in the Precence of Response Error: AA simulation study. *Journal of Behavioral*



- Decision Making*, Vol. 11, pp. 85-105.
- Hokkanen, J. and Salminen, P. (1997). Choosing a solid waste management system using multicriteria decision analysis. *Journal of Multi-Criteria Analysis* 6, pp. 216-226.
- Holsapple, C.W., Johnson, L.E., Manakyan, H., and Tanner, J., (1995). An empirical assessment and categorization of journals relevant to DSS research. *Decision Support Systems* 14 pp. 359-367.
- Khouja, M., (1995). The use of data envelopment analysis for technology selection. *Computers and Industrial Engineering* 28, pp. 123-132.
- Nicolic, D., Jovanovic, I., Mihalovic, I. And Zivkovic, Z., (2009). Multi-criteria ranking of copper concentrates according to their quality- An element of environmental management in the vicinity of copper- Smelting complex in Bor, Serbia. *Journal of Environmental Managment. Article in press.*
- Nord J. H. and Nord G.D. (1995). MIS research: Journal status assessment and analysis. *Information & Management* 29 pp. 29-42.
- Olson, D.L. (2001). Comparison of three multicriteria methods to predict known outcomes. *European Journal of Operational Research* 130, pp. 576-587.
- Price, K.V., Storn, R.M. and Lampinen A.J. (2005). Differential Evolution: A Practical Approach to Global Optimization. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Natural Computing series, Editors: G. Rozemberg, ISBN 10: 3-540-20950-6; ISBN 13: 978-3-540-20950-8.*
- Roberts, R. and Goodwin, P., (2002). Weight Approximations in Multi-attribute Decision Models. *Journal of Multi-criteria Decision Analysis* 11, pp. 291-303.
- Salminen, P., Hokkanen, J., and Lahdelma, R., (1998). Comparing multicriteria methods in the context of environmental problems. *Theory and Decision* 31, pp. 485-496.
- Sarkis, J., (2000). A comparative analysis of DEA as a discrete alternative multiple criteria decision tool. *European Journal of Operational Research* 123, pp. 543-557.
- Storn R., (1996). On the usage of differential evolution for function optimization. *Biennial Conference of the North American Fuzzy Information Processing Society*, pp. 519-523, Berkeley, New York.
- Soofi, E. S. and Retzer, J.J., (1992). Adjustment of importance weights in multiattribute value models by minimum discrimination information, *European Journal of Operational Research* 60, North-Holland.
- Zeleny, M. (1982). Multiple Criteria Decision Making. New York: McGraw-Hill.
- Zhou, P., Ang, B.W. and Poh, K.L., (2006). Comparing aggregating methods for constructing the composite environmental index: An objective measure. *Ecological Economics* 59, pp.305-311.



B. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δούμπος Μ. και Ζοπουνίδης Κ., (2004). Λήψη αποφάσεων με πολλαπλά κριτήρια: Μια εισαγωγή στις βασικές έννοιες, μεθοδολογία και εφαρμογές. Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων: Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις και Εφαρμογές. *Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών*, Αθήνα.
- Δούμπος Μ., (2007). Πολυκριτήρια Συστήματα Αποφάσεων. Σημειώσεις Μεταπτυχιακού μαθήματος. Τμήμα Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης. *Πολυτεχνείο Κρήτης*, Χανιά.
- Ίσσαρης, (2004). Ένα σύστημα υποστήριξης αποφάσεων για την εκτίμηση και τη βελτίωση της απόδοσης των συμβάσεων έργου μιας ιδιωτικής επιχείρησης με τη μέθοδο DEA. Πολυκριτήρια Ανάλυση Αποφάσεων: Μεθοδολογικές Προσεγγίσεις και Εφαρμογές. *Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών*, Αθήνα.
- Σίσκος, (2008). ΜΟΝΤΕΛΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ. Μεθοδολογία Επιχειρησιακής Έρευνας, Θεωρία Πολυκριτήριας Ανάλυσης, Εφαρμογές σε Επιχειρήσεις και Οργανισμούς. *Εκδόσεις Νέων Τεχνολογιών*, Αθήνα.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α: Αξιολόγηση ομάδων μπάιζμπολ**Αντικειμενική συνάρτηση 1**

Πίνακας Α- 1: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 1

No	Παράμετροι			mean scores								std scores								average std scores
	F	CR	NP	Chica go	New York	Pittsb ugh	Phil adel phia	Bro okly n	Cinc inna ti	St. Louis	Bost on	Chic ago	New York	Pitts bu gh	Phil adel phia	Bro okly n	Cinc inna ti	St. Louis	Bost on	
1	0.6	0.6	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.7	0.6	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.8	0.6	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.6	0.2	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.7	0.2	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.8	0.2	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.6	0.4	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.7	0.4	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.8	0.4	5D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.6	0.6	D	0.929	0.587	0.526	0.355	0.662	0.579	0.282	0.257	0.036	0.020	0.016	0.012	0.008	0.039	0.018	0.040	0.024
11	0.7	0.6	D	0.937	0.590	0.526	0.359	0.662	0.591	0.291	0.261	0.021	0.011	0.007	0.007	0.002	0.023	0.003	0.023	0.012
12	0.8	0.6	D	0.935	0.589	0.526	0.358	0.662	0.588	0.292	0.258	0.027	0.015	0.009	0.009	0.000	0.030	0.000	0.029	0.015
13	0.6	0.2	D	0.941	0.592	0.527	0.359	0.664	0.594	0.288	0.267	0.001	0.002	0.005	0.003	0.005	0.004	0.008	0.005	0.004
14	0.7	0.2	D	0.940	0.591	0.527	0.359	0.662	0.594	0.291	0.264	0.012	0.007	0.004	0.004	0.002	0.014	0.003	0.014	0.007
15	0.8	0.2	D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.291	0.265	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001
16	0.6	0.4	D	0.938	0.590	0.526	0.358	0.664	0.592	0.288	0.265	0.017	0.009	0.007	0.006	0.005	0.019	0.008	0.020	0.012
17	0.7	0.4	D	0.937	0.590	0.526	0.359	0.662	0.591	0.292	0.261	0.021	0.011	0.007	0.007	0.001	0.023	0.001	0.023	0.012
18	0.8	0.4	D	0.939	0.591	0.527	0.359	0.662	0.593	0.292	0.262	0.017	0.009	0.006	0.006	0.000	0.019	0.000	0.019	0.010
19	0.6	0.6	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.7	0.6	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.8	0.6	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.6	0.2	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.7	0.2	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.8	0.2	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.6	0.4	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.7	0.4	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.8	0.4	10D	0.941	0.592	0.528	0.360	0.662	0.595	0.292	0.264	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

- 63 -



Πίνακας Α-3: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 1

No	Παράμετροι			mean Weights					std Weights					average
	F	CR	NP	Hitting	Power	Speed	Fielding	Pittching	Hitting	Power	Speed	Fielding	Pittching	
1	0.6	0.6	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	0.7	0.6	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.8	0.6	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	0.6	0.2	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	0.7	0.2	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	0.8	0.2	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.6	0.4	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.7	0.4	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.8	0.4	5D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.6	0.6	D	0.021	0.418	0.000	0.556	0.004	0.057	0.011	0.003	0.070	0.019	0.032
11	0.7	0.6	D	0.001	0.412	0.000	0.587	0.000	0.009	0.004	0.000	0.012	0.000	0.005
12	0.8	0.6	D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
13	0.6	0.2	D	0.006	0.416	0.000	0.577	0.001	0.022	0.008	0.001	0.027	0.003	0.012
14	0.7	0.2	D	0.000	0.412	0.000	0.586	0.001	0.000	0.004	0.000	0.009	0.006	0.004
15	0.8	0.2	D	0.001	0.412	0.000	0.587	0.000	0.005	0.003	0.000	0.007	0.000	0.003
16	0.6	0.4	D	0.005	0.416	0.000	0.578	0.000	0.019	0.010	0.000	0.026	0.001	0.011
17	0.7	0.4	D	0.000	0.412	0.000	0.588	0.000	0.000	0.002	0.000	0.002	0.000	0.001
18	0.8	0.4	D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000
19	0.6	0.6	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.7	0.6	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.8	0.6	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.6	0.2	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
23	0.7	0.2	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24	0.8	0.2	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
25	0.6	0.4	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.7	0.4	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
27	0.8	0.4	10D	0.000	0.411	0.000	0.589	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

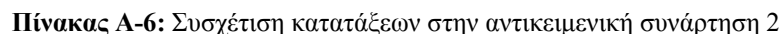
Πίνακας Α-4: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 1).

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας Smart & Promethee					Μέση απόλυτη απόκλιση	Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας Centroid					Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.314	0.099	0.087	0.193	0.307						0.4567	0.09	0.04	0.1567	0.2567	
No	Παράμετροι			a1-w1 Weights						No	Παράμετροι			a1-w1 Weights					
	F	CR	NP	Hitti ng	Pow er	Spe ed	Fiel ding	Pitt chin g			F	CR	NP	Hitti ng	Pow er	Spe ed	Fieldi ng	Pittc hing	
1	0.6	0.6	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	1	0.6	0.6	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
2	0.7	0.6	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	2	0.7	0.6	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
3	0.8	0.6	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	3	0.8	0.6	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
4	0.6	0.2	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	4	0.6	0.2	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
5	0.7	0.2	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	5	0.7	0.2	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
6	0.8	0.2	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	6	0.8	0.2	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
7	0.6	0.4	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	7	0.6	0.4	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
8	0.7	0.4	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	8	0.7	0.4	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
9	0.8	0.4	5D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	9	0.8	0.4	5D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
10	0.6	0.6	D	0.293	0.319	0.087	0.363	0.303	0.273	10	0.6	0.6	D	0.436	0.328	0.040	0.399	0.253	0.291
11	0.7	0.6	D	0.313	0.313	0.087	0.394	0.307	0.283	11	0.7	0.6	D	0.456	0.322	0.040	0.430	0.257	0.301
12	0.8	0.6	D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	12	0.8	0.6	D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
13	0.6	0.2	D	0.308	0.317	0.087	0.384	0.306	0.280	13	0.6	0.2	D	0.451	0.326	0.040	0.420	0.256	0.299
14	0.7	0.2	D	0.314	0.313	0.087	0.393	0.306	0.283	14	0.7	0.2	D	0.457	0.322	0.040	0.430	0.256	0.301
15	0.8	0.2	D	0.313	0.313	0.087	0.394	0.307	0.283	15	0.8	0.2	D	0.456	0.322	0.040	0.431	0.257	0.301
16	0.6	0.4	D	0.309	0.317	0.087	0.385	0.307	0.281	16	0.6	0.4	D	0.451	0.326	0.040	0.421	0.256	0.299
17	0.7	0.4	D	0.314	0.313	0.087	0.395	0.307	0.283	17	0.7	0.4	D	0.457	0.322	0.040	0.432	0.257	0.301
18	0.8	0.4	D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	18	0.8	0.4	D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
19	0.6	0.6	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	19	0.6	0.6	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
20	0.7	0.6	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	20	0.7	0.6	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
21	0.8	0.6	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	21	0.8	0.6	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
22	0.6	0.2	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	22	0.6	0.2	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
23	0.7	0.2	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	23	0.7	0.2	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
24	0.8	0.2	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	24	0.8	0.2	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
25	0.6	0.4	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	25	0.6	0.4	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
26	0.7	0.4	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	26	0.7	0.4	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301
27	0.8	0.4	10D	0.314	0.312	0.087	0.396	0.307	0.283	27	0.8	0.4	10D	0.457	0.321	0.040	0.432	0.257	0.301

Αντικειμενική συνάρτηση 2

Πίνακας Α-5: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 2

No	Παράμετροι			mean scores								std scores								average std scores
	F	CR	NP	Chica go	New York	Pittsb ugh	Phil adel phia	Bro okly n	Cinc inna ti	St. Louis	Bost on	Chic ago	New York	Pitt sbu gh	Phil adel phia	Bro okly n	Cinc inna ti	St. Louis	Bost on	
1	0.6	0.6	5D	0.966	0.718	0.642	0.380	0.306	0.369	0.171	0.026	0.017	0.083	0.085	0.035	0.050	0.032	0.043	0.015	0.045
2	0.7	0.6	5D	0.965	0.726	0.639	0.384	0.310	0.372	0.168	0.027	0.018	0.085	0.107	0.043	0.058	0.037	0.046	0.015	0.051
3	0.8	0.6	5D	0.973	0.737	0.669	0.397	0.306	0.380	0.187	0.022	0.018	0.087	0.099	0.046	0.051	0.036	0.047	0.015	0.050
4	0.6	0.2	5D	0.968	0.723	0.646	0.377	0.300	0.369	0.175	0.026	0.020	0.083	0.080	0.035	0.051	0.032	0.048	0.017	0.046
5	0.7	0.2	5D	0.959	0.696	0.647	0.375	0.301	0.361	0.158	0.032	0.023	0.089	0.093	0.042	0.052	0.035	0.048	0.016	0.050
6	0.8	0.2	5D	0.966	0.719	0.643	0.388	0.303	0.375	0.175	0.025	0.021	0.094	0.092	0.042	0.058	0.038	0.052	0.018	0.052
7	0.6	0.4	5D	0.967	0.725	0.656	0.378	0.298	0.369	0.179	0.025	0.019	0.078	0.088	0.039	0.041	0.035	0.048	0.017	0.046
8	0.7	0.4	5D	0.966	0.732	0.650	0.390	0.310	0.372	0.174	0.025	0.021	0.083	0.102	0.043	0.045	0.035	0.048	0.016	0.049
9	0.8	0.4	5D	0.969	0.727	0.663	0.397	0.301	0.377	0.177	0.024	0.020	0.093	0.097	0.047	0.052	0.036	0.049	0.018	0.052
10	0.6	0.6	D	0.962	0.720	0.619	0.377	0.309	0.366	0.161	0.029	0.021	0.083	0.086	0.037	0.055	0.028	0.043	0.016	0.046
11	0.7	0.6	D	0.967	0.728	0.648	0.386	0.306	0.371	0.177	0.025	0.022	0.085	0.102	0.045	0.044	0.034	0.050	0.017	0.050
12	0.8	0.6	D	0.965	0.720	0.642	0.388	0.303	0.373	0.168	0.027	0.024	0.085	0.119	0.044	0.056	0.038	0.051	0.017	0.054
13	0.6	0.2	D	0.966	0.701	0.649	0.382	0.295	0.370	0.168	0.027	0.021	0.093	0.087	0.047	0.048	0.037	0.048	0.018	0.050
14	0.7	0.2	D	0.964	0.716	0.645	0.391	0.300	0.373	0.163	0.029	0.021	0.092	0.097	0.044	0.054	0.032	0.049	0.017	0.051
15	0.8	0.2	D	0.967	0.740	0.649	0.385	0.312	0.369	0.174	0.026	0.021	0.084	0.103	0.041	0.052	0.035	0.046	0.016	0.050
16	0.6	0.4	D	0.964	0.714	0.633	0.382	0.301	0.368	0.169	0.027	0.020	0.084	0.093	0.041	0.049	0.035	0.045	0.015	0.048
17	0.7	0.4	D	0.966	0.743	0.659	0.383	0.307	0.375	0.180	0.024	0.021	0.085	0.108	0.038	0.057	0.039	0.049	0.015	0.051
18	0.8	0.4	D	0.967	0.727	0.641	0.397	0.309	0.374	0.172	0.025	0.024	0.096	0.102	0.044	0.052	0.033	0.051	0.017	0.052
19	0.6	0.6	10D	0.969	0.716	0.656	0.382	0.295	0.372	0.179	0.025	0.019	0.075	0.089	0.031	0.046	0.031	0.045	0.015	0.044
20	0.7	0.6	10D	0.970	0.717	0.664	0.391	0.297	0.376	0.179	0.024	0.019	0.074	0.096	0.040	0.045	0.033	0.045	0.014	0.046
21	0.8	0.6	10D	0.970	0.718	0.667	0.399	0.295	0.379	0.180	0.023	0.021	0.081	0.102	0.052	0.054	0.038	0.053	0.019	0.052
22	0.6	0.2	10D	0.960	0.707	0.640	0.375	0.301	0.360	0.161	0.031	0.022	0.083	0.096	0.040	0.049	0.033	0.047	0.017	0.048
23	0.7	0.2	10D	0.967	0.734	0.649	0.385	0.309	0.371	0.177	0.024	0.023	0.092	0.108	0.042	0.057	0.034	0.051	0.017	0.053
24	0.8	0.2	10D	0.966	0.722	0.656	0.382	0.304	0.366	0.175	0.026	0.020	0.089	0.106	0.043	0.052	0.036	0.046	0.016	0.051
25	0.6	0.4	10D	0.965	0.717	0.653	0.374	0.300	0.365	0.173	0.027	0.021	0.084	0.103	0.031	0.050	0.032	0.049	0.017	0.048
26	0.7	0.4	10D	0.966	0.706	0.659	0.389	0.292	0.374	0.174	0.026	0.022	0.076	0.103	0.041	0.051	0.034	0.052	0.016	0.049
27	0.8	0.4	10D	0.968	0.727	0.667	0.395	0.303	0.372	0.182	0.023	0.020	0.083	0.100	0.042	0.052	0.033	0.051	0.015	0.050



- 67 -



Πίνακας Α-7: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 2

No	Παράμετροι			mean Weights					std Weights					average
	F	CR	NP	Hitting	Power	Speed	Fielding	Pittching	Hitting	Power	Speed	Fielding	Pittching	
1	0.6	0.6	5D	0.271	0.075	0.255	0.155	0.245	0.137	0.042	0.151	0.101	0.137	0.114
2	0.7	0.6	5D	0.269	0.077	0.269	0.149	0.237	0.156	0.042	0.182	0.101	0.143	0.125
3	0.8	0.6	5D	0.303	0.059	0.250	0.164	0.224	0.185	0.041	0.161	0.102	0.154	0.129
4	0.6	0.2	5D	0.276	0.072	0.251	0.165	0.236	0.136	0.047	0.135	0.115	0.150	0.116
5	0.7	0.2	5D	0.293	0.092	0.219	0.122	0.273	0.149	0.050	0.151	0.103	0.154	0.121
6	0.8	0.2	5D	0.262	0.071	0.254	0.161	0.252	0.151	0.050	0.173	0.125	0.152	0.130
7	0.6	0.4	5D	0.282	0.072	0.239	0.169	0.238	0.165	0.048	0.124	0.120	0.144	0.120
8	0.7	0.4	5D	0.292	0.072	0.262	0.145	0.229	0.158	0.046	0.159	0.092	0.142	0.119
9	0.8	0.4	5D	0.294	0.068	0.243	0.148	0.247	0.177	0.048	0.162	0.111	0.159	0.131
10	0.6	0.6	D	0.246	0.083	0.281	0.140	0.250	0.115	0.046	0.151	0.101	0.130	0.109
11	0.7	0.6	D	0.281	0.070	0.256	0.157	0.237	0.182	0.049	0.152	0.111	0.148	0.128
12	0.8	0.6	D	0.266	0.076	0.257	0.143	0.258	0.180	0.048	0.179	0.114	0.151	0.134
13	0.6	0.2	D	0.260	0.077	0.226	0.160	0.277	0.147	0.051	0.156	0.109	0.150	0.123
14	0.7	0.2	D	0.264	0.083	0.248	0.132	0.273	0.154	0.050	0.164	0.104	0.162	0.127
15	0.8	0.2	D	0.310	0.072	0.269	0.141	0.207	0.174	0.045	0.166	0.109	0.141	0.127
16	0.6	0.4	D	0.256	0.077	0.258	0.148	0.262	0.162	0.045	0.151	0.102	0.141	0.120
17	0.7	0.4	D	0.293	0.071	0.261	0.161	0.214	0.178	0.046	0.179	0.126	0.148	0.135
18	0.8	0.4	D	0.273	0.069	0.271	0.140	0.246	0.145	0.051	0.179	0.110	0.152	0.127
19	0.6	0.6	10D	0.272	0.070	0.232	0.175	0.253	0.153	0.043	0.138	0.111	0.132	0.115
20	0.7	0.6	10D	0.283	0.067	0.229	0.162	0.259	0.157	0.040	0.147	0.100	0.132	0.115
21	0.8	0.6	10D	0.291	0.064	0.228	0.160	0.257	0.174	0.049	0.162	0.118	0.144	0.129
22	0.6	0.2	10D	0.271	0.090	0.236	0.132	0.271	0.152	0.049	0.154	0.103	0.146	0.121
23	0.7	0.2	10D	0.286	0.070	0.261	0.163	0.220	0.174	0.052	0.181	0.130	0.156	0.139
24	0.8	0.2	10D	0.309	0.075	0.238	0.142	0.236	0.191	0.045	0.183	0.108	0.156	0.137
25	0.6	0.4	10D	0.285	0.078	0.237	0.155	0.245	0.159	0.047	0.169	0.110	0.145	0.126
26	0.7	0.4	10D	0.275	0.075	0.217	0.160	0.274	0.159	0.048	0.155	0.120	0.138	0.124
27	0.8	0.4	10D	0.313	0.067	0.236	0.148	0.236	0.158	0.043	0.168	0.118	0.142	0.126



Πίνακας Α-8: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 2).

Αντικειμενική συνάρτηση 2				Συντελεστές βαρύτητας Smart & Promethee					Μέση απόλυτη απόκλιση	Αντικειμενική συνάρτηση 2				Συντελεστές βαρύτητας Centroid					Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.314	0.099	0.087	0.193	0.307						0.4567	0.09	0.04	0.1567	0.2567	
No	Παράμετροι			a1-w1 Weights						No	Παράμετροι			a1-w1 Weights					
	F	CR	NP	Hitti ng	Pow er	Spe ed	Fiel ding	Pitt chin g	F		CR	NP	Hitti ng	Pow er	Spe ed	Fieldi ng	Pittc hing		
1	0.6	0.6	5D	0.043	0.024	0.168	0.038	0.062	0.067	1	0.6	0.6	5D	0.186	0.015	0.215	0.002	0.012	0.086
2	0.7	0.6	5D	0.045	0.022	0.182	0.044	0.070	0.073	2	0.7	0.6	5D	0.188	0.013	0.229	0.008	0.020	0.092
3	0.8	0.6	5D	0.011	0.040	0.163	0.029	0.083	0.065	3	0.8	0.6	5D	0.153	0.031	0.210	0.007	0.033	0.087
4	0.6	0.2	5D	0.038	0.027	0.164	0.028	0.071	0.066	4	0.6	0.2	5D	0.181	0.018	0.211	0.008	0.021	0.088
5	0.7	0.2	5D	0.021	0.007	0.132	0.071	0.034	0.053	5	0.7	0.2	5D	0.164	0.002	0.179	0.034	0.017	0.079
6	0.8	0.2	5D	0.052	0.028	0.167	0.032	0.055	0.067	6	0.8	0.2	5D	0.195	0.019	0.214	0.004	0.004	0.087
7	0.6	0.4	5D	0.032	0.027	0.152	0.024	0.069	0.061	7	0.6	0.4	5D	0.175	0.018	0.199	0.013	0.019	0.085
8	0.7	0.4	5D	0.022	0.027	0.175	0.048	0.078	0.070	8	0.7	0.4	5D	0.165	0.018	0.222	0.012	0.028	0.089
9	0.8	0.4	5D	0.020	0.031	0.156	0.045	0.060	0.063	9	0.8	0.4	5D	0.163	0.022	0.203	0.009	0.010	0.081
10	0.6	0.6	D	0.068	0.016	0.194	0.053	0.057	0.078	10	0.6	0.6	D	0.211	0.007	0.241	0.017	0.007	0.096
11	0.7	0.6	D	0.033	0.029	0.169	0.036	0.070	0.068	11	0.7	0.6	D	0.176	0.020	0.216	0.000	0.020	0.086
12	0.8	0.6	D	0.048	0.023	0.170	0.050	0.049	0.068	12	0.8	0.6	D	0.191	0.014	0.217	0.014	0.001	0.087
13	0.6	0.2	D	0.054	0.022	0.139	0.033	0.030	0.056	13	0.6	0.2	D	0.196	0.013	0.186	0.003	0.021	0.084
14	0.7	0.2	D	0.050	0.016	0.161	0.061	0.034	0.064	14	0.7	0.2	D	0.193	0.007	0.208	0.024	0.017	0.090
15	0.8	0.2	D	0.004	0.027	0.182	0.052	0.100	0.073	15	0.8	0.2	D	0.146	0.018	0.229	0.016	0.049	0.092
16	0.6	0.4	D	0.058	0.022	0.171	0.045	0.045	0.068	16	0.6	0.4	D	0.200	0.013	0.218	0.009	0.005	0.089
17	0.7	0.4	D	0.021	0.028	0.174	0.032	0.093	0.070	17	0.7	0.4	D	0.164	0.019	0.221	0.004	0.043	0.090
18	0.8	0.4	D	0.041	0.030	0.184	0.053	0.061	0.074	18	0.8	0.4	D	0.184	0.021	0.231	0.017	0.010	0.093
19	0.6	0.6	10D	0.042	0.029	0.145	0.018	0.054	0.058	19	0.6	0.6	10D	0.185	0.020	0.192	0.018	0.004	0.084
20	0.7	0.6	10D	0.031	0.032	0.142	0.031	0.048	0.057	20	0.7	0.6	10D	0.173	0.023	0.189	0.006	0.002	0.079
21	0.8	0.6	10D	0.023	0.035	0.141	0.033	0.050	0.056	21	0.8	0.6	10D	0.166	0.026	0.188	0.004	0.000	0.077
22	0.6	0.2	10D	0.043	0.009	0.149	0.061	0.036	0.060	22	0.6	0.2	10D	0.186	0.000	0.196	0.025	0.014	0.084
23	0.7	0.2	10D	0.028	0.029	0.174	0.030	0.087	0.070	23	0.7	0.2	10D	0.170	0.020	0.221	0.006	0.037	0.091
24	0.8	0.2	10D	0.005	0.024	0.151	0.051	0.071	0.060	24	0.8	0.2	10D	0.148	0.015	0.198	0.015	0.020	0.079
25	0.6	0.4	10D	0.029	0.021	0.150	0.038	0.062	0.060	25	0.6	0.4	10D	0.171	0.012	0.197	0.001	0.012	0.079
26	0.7	0.4	10D	0.039	0.024	0.130	0.033	0.033	0.052	26	0.7	0.4	10D	0.181	0.015	0.177	0.003	0.017	0.079
27	0.8	0.4	10D	0.001	0.032	0.149	0.045	0.071	0.060	27	0.8	0.4	10D	0.144	0.023	0.196	0.008	0.021	0.078

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Αξιολόγηση επιστημονικών περιοδικών- Αντικειμενική συνάρτηση 1- ΑΙ περιοδικά (τεχνητής νοημοσύνης)**Πίνακας Β - 1:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σکور) στην αντικειμενική συνάρτηση 1 - (Περιοδικά τεχνητής νοημοσύνης)

No	Παράμετροι			mean scores										std scores										average
	F	CR	N P	Expert Systems with Applications	MIS Quarterly	Information Processing and IEEE	Transactionson	IEEE Transactionson	Journal of Management	Computing Surveys	ACM Transactions on	Computer	Journal of the ACM	Expert Systems with Applications	MIS Quarterly	Information Processing and Management	IEEE Transactionson Engineering	IEEE Transactionson Systems Man	Journal of Management Information	Computing Surveys	ACM Transactions on Information	Computer	Journal of the ACM	
1	0.6	0.6	5D	0.637	0.562	0.587	0.646	0.508	0.487	0.502	0.537	0.600	0.507	0.006	0.011	0.008	0.016	0.010	0.008	0.004	0.014	0.003	0.012	0.009
2	0.7	0.6	5D	0.639	0.564	0.589	0.649	0.510	0.488	0.503	0.540	0.600	0.509	0.004	0.008	0.006	0.011	0.007	0.006	0.002	0.010	0.002	0.008	0.006
3	0.8	0.6	5D	0.639	0.565	0.590	0.651	0.511	0.489	0.503	0.541	0.601	0.511	0.003	0.006	0.004	0.008	0.005	0.004	0.002	0.007	0.001	0.006	0.005
4	0.6	0.2	5D	0.640	0.566	0.591	0.652	0.511	0.490	0.504	0.542	0.601	0.512	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
5	0.7	0.2	5D	0.640	0.566	0.590	0.652	0.511	0.490	0.503	0.541	0.601	0.511	0.002	0.004	0.003	0.005	0.003	0.003	0.001	0.004	0.001	0.004	0.003
6	0.8	0.2	5D	0.640	0.566	0.590	0.652	0.511	0.490	0.503	0.542	0.601	0.512	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
7	0.6	0.4	5D	0.639	0.565	0.589	0.650	0.510	0.489	0.503	0.540	0.601	0.510	0.003	0.006	0.005	0.009	0.006	0.005	0.002	0.008	0.001	0.007	0.005
8	0.7	0.4	5D	0.639	0.566	0.590	0.652	0.511	0.490	0.503	0.542	0.601	0.511	0.002	0.003	0.002	0.005	0.003	0.002	0.001	0.004	0.001	0.004	0.003
9	0.8	0.4	5D	0.639	0.566	0.590	0.652	0.511	0.490	0.503	0.542	0.601	0.511	0.002	0.003	0.003	0.005	0.003	0.002	0.001	0.004	0.001	0.004	0.003
10	0.6	0.6	D	0.637	0.561	0.585	0.638	0.501	0.481	0.505	0.523	0.599	0.504	0.010	0.018	0.018	0.022	0.015	0.010	0.014	0.020	0.006	0.018	0.015
11	0.7	0.6	D	0.634	0.558	0.582	0.638	0.502	0.482	0.501	0.528	0.598	0.502	0.010	0.017	0.015	0.022	0.014	0.012	0.009	0.018	0.005	0.018	0.014
12	0.8	0.6	D	0.635	0.557	0.583	0.638	0.503	0.483	0.500	0.530	0.599	0.502	0.008	0.015	0.012	0.022	0.013	0.011	0.005	0.018	0.003	0.016	0.012
13	0.6	0.2	D	0.640	0.566	0.591	0.648	0.509	0.487	0.507	0.534	0.600	0.511	0.008	0.011	0.012	0.015	0.010	0.008	0.010	0.015	0.005	0.012	0.011
14	0.7	0.2	D	0.639	0.565	0.589	0.648	0.508	0.487	0.504	0.536	0.600	0.509	0.007	0.011	0.010	0.015	0.009	0.008	0.007	0.013	0.005	0.012	0.009
15	0.8	0.2	D	0.638	0.564	0.588	0.648	0.509	0.488	0.503	0.538	0.600	0.509	0.005	0.009	0.009	0.013	0.008	0.007	0.005	0.011	0.004	0.010	0.008
16	0.6	0.4	D	0.636	0.561	0.585	0.640	0.503	0.482	0.503	0.527	0.598	0.505	0.011	0.017	0.017	0.021	0.013	0.011	0.013	0.019	0.006	0.017	0.014
17	0.7	0.4	D	0.637	0.560	0.587	0.642	0.505	0.485	0.504	0.532	0.599	0.505	0.008	0.014	0.012	0.020	0.012	0.010	0.007	0.017	0.003	0.015	0.012
18	0.8	0.4	D	0.637	0.561	0.586	0.645	0.507	0.486	0.502	0.535	0.600	0.506	0.006	0.012	0.010	0.017	0.011	0.009	0.004	0.015	0.003	0.013	0.010
19	0.6	0.6	10D	0.638	0.563	0.588	0.648	0.509	0.488	0.503	0.539	0.600	0.509	0.005	0.009	0.007	0.013	0.008	0.007	0.003	0.011	0.002	0.010	0.007
20	0.7	0.6	10D	0.639	0.564	0.589	0.650	0.510	0.489	0.503	0.540	0.600	0.510	0.004	0.007	0.005	0.010	0.006	0.005	0.002	0.009	0.002	0.008	0.006
21	0.8	0.6	10D	0.640	0.566	0.590	0.652	0.512	0.490	0.503	0.542	0.601	0.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.6	0.2	10D	0.640	0.566	0.591	0.652	0.511	0.490	0.503	0.542	0.601	0.512	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
23	0.7	0.2	10D	0.640	0.566	0.591	0.652	0.511	0.490	0.503	0.542	0.601	0.512	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
24	0.8	0.2	10D	0.640	0.566	0.591	0.652	0.511	0.490	0.503	0.542	0.601	0.512	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
25	0.6	0.4	10D	0.640	0.566	0.590	0.652	0.512	0.490	0.503	0.542	0.601	0.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.7	0.4	10D	0.639	0.566	0.590	0.652	0.511	0.490	0.503	0.542	0.601	0.511	0.002	0.003	0.002	0.005	0.003	0.002	0.001	0.004	0.001	0.004	0.003
27	0.8	0.4	10D	0.640	0.566	0.590	0.652	0.512	0.490	0.503	0.542	0.601	0.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000



Πίνακας Β - 2: Συσχέτιση κατατάξεων στην αντικειμενική συνάρτηση 1 - (Περιοδικά τεχνητής νοημοσύνης)

No	Παράμετροι				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	Forgi onne
	F	CR	NP	τ του Kendall																												
1	0.6	0.6	5D	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889	
2	0.7	0.6	5D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889	
3	0.8	0.6	5D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889	
4	0.6	0.2	5D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.24444
5	0.7	0.2	5D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.24444
6	0.8	0.2	5D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.24444
7	0.6	0.4	5D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889
8	0.7	0.4	5D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.24444
9	0.8	0.4	5D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.28889
10	0.6	0.6	D	867**	867**	867**	911**	911**	911**	867**	911**	867**	1.000**	867**	867**	911**	911**	911**	956**	911**	867**	867**	867**	911**	911**	911**	911**	911**	911**	867**	911**	0.24444
11	0.7	0.6	D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889	
12	0.8	0.6	D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889	
13	0.6	0.2	D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.24444
14	0.7	0.2	D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.24444
15	0.8	0.2	D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	0.24444
16	0.6	0.4	D	911**	911**	911**	956**	956**	956**	911**	956**	911**	956**	911**	911**	956**	956**	956**	911**	956**	911**	911**	911**	911**	956**	956**	956**	956**	956**	911**	956**	0.2
17	0.7	0.4	D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	0.24444
18	0.8	0.4	D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	911**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	0.28889
19	0.6	0.6	10D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889
20	0.7	0.6	10D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.28889
21	0.8	0.6	10D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.24444
22	0.6	0.2	10D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.24444
23	0.7	0.2	10D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	0.24444
24	0.8	0.2	10D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	0.24444
25	0.6	0.4	10D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	0.24444
26	0.7	0.4	10D	1.000**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	867**	1.000**	1.000**	956**	956**	956**	911**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	0.28889
27	0.8	0.4	10D	956**	956**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	0.24444
28	Forgionne	0.28889	0.28889	0.28889	0.24444	0.24444	0.24444	0.28889	0.24444	0.28889	0.24444	0.28889	0.28889	0.24444	0.24444	0.24444	0.24444	0.2	0.24444	0.28889	0.28889	0.28889	0.28889	0.24444	0.24444	0.24444	0.24444	0.24444	0.28889	0.24444	1	
Επίπεδο σημαντικότητας 0.01																																
1	0.6	0.6	5D	0	0	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0.00049	0	0	0.00012	0.00012	0.00012	0.00025	0.00012	0	0	0	0	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0.24493	
2	0.7	0.6	5D	0	0	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0.00049	0	0	0.00012	0.00012	0.00012	0.00025	0.00012	0	0	0	0	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0.24493	
3	0.8	0.6	5D	0	0	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0.00049																				


Πίνακας Β - 3: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 1- (Περιοδικά τεχνητής νοημοσύνης)

No	Παράμετροι			mean Weights					std Weights					average
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.317	0.175	0.000	0.116	0.393	0.004	0.001	0.000	0.005	0.008	0.004
2	0.7	0.6	5D	0.316	0.175	0.000	0.115	0.394	0.003	0.001	0.000	0.004	0.006	0.003
3	0.8	0.6	5D	0.316	0.175	0.000	0.114	0.395	0.002	0.000	0.000	0.003	0.004	0.002
4	0.6	0.2	5D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001
5	0.7	0.2	5D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.395	0.002	0.001	0.000	0.002	0.003	0.002
6	0.8	0.2	5D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.001	0.000	0.002	0.001	0.001
7	0.6	0.4	5D	0.316	0.175	0.000	0.115	0.395	0.002	0.000	0.000	0.003	0.005	0.002
8	0.7	0.4	5D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001
9	0.8	0.4	5D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.000	0.000	0.002	0.002	0.001
10	0.6	0.6	D	0.311	0.167	0.002	0.132	0.389	0.018	0.012	0.007	0.026	0.012	0.015
11	0.7	0.6	D	0.318	0.173	0.000	0.120	0.389	0.011	0.005	0.000	0.014	0.011	0.008
12	0.8	0.6	D	0.319	0.174	0.000	0.118	0.389	0.006	0.001	0.000	0.008	0.011	0.005
13	0.6	0.2	D	0.310	0.169	0.000	0.126	0.394	0.014	0.009	0.001	0.022	0.007	0.011
14	0.7	0.2	D	0.314	0.173	0.001	0.119	0.394	0.009	0.005	0.001	0.011	0.008	0.007
15	0.8	0.2	D	0.316	0.174	0.000	0.116	0.394	0.006	0.004	0.001	0.008	0.006	0.005
16	0.6	0.4	D	0.313	0.170	0.002	0.126	0.390	0.018	0.011	0.007	0.026	0.012	0.015
17	0.7	0.4	D	0.315	0.172	0.000	0.122	0.391	0.009	0.006	0.000	0.012	0.010	0.008
18	0.8	0.4	D	0.317	0.174	0.000	0.116	0.392	0.005	0.002	0.000	0.007	0.009	0.005
19	0.6	0.6	10D	0.316	0.175	0.000	0.115	0.394	0.003	0.001	0.000	0.004	0.007	0.003
20	0.7	0.6	10D	0.316	0.175	0.000	0.115	0.395	0.002	0.000	0.000	0.003	0.005	0.002
21	0.8	0.6	10D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
22	0.6	0.2	10D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.001	0.000	0.001	0.000	0.001
23	0.7	0.2	10D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001
24	0.8	0.2	10D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001
25	0.6	0.4	10D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
26	0.7	0.4	10D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.001	0.000	0.000	0.001	0.002	0.001
27	0.8	0.4	10D	0.315	0.175	0.000	0.114	0.396	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Πίνακας Β - 4: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 1 – ΑΙ περιοδικά)

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας <i>Forgionne</i>					Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
No	Παράμετροι			a1-w1 <i>Weights</i>					
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.117	0.025	0.200	0.084	0.193	0.124
2	0.7	0.6	5D	0.116	0.025	0.200	0.085	0.194	0.124
3	0.8	0.6	5D	0.116	0.025	0.200	0.086	0.195	0.124
4	0.6	0.2	5D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
5	0.7	0.2	5D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.195	0.124
6	0.8	0.2	5D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
7	0.6	0.4	5D	0.116	0.025	0.200	0.085	0.195	0.124
8	0.7	0.4	5D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
9	0.8	0.4	5D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
10	0.6	0.6	D	0.111	0.033	0.198	0.068	0.189	0.120
11	0.7	0.6	D	0.118	0.027	0.200	0.080	0.189	0.123
12	0.8	0.6	D	0.119	0.026	0.200	0.082	0.189	0.123
13	0.6	0.2	D	0.110	0.031	0.200	0.074	0.194	0.122
14	0.7	0.2	D	0.114	0.027	0.199	0.081	0.194	0.123
15	0.8	0.2	D	0.116	0.026	0.200	0.084	0.194	0.124
16	0.6	0.4	D	0.113	0.030	0.198	0.074	0.190	0.121
17	0.7	0.4	D	0.115	0.028	0.200	0.078	0.191	0.122
18	0.8	0.4	D	0.117	0.026	0.200	0.084	0.192	0.124
19	0.6	0.6	10D	0.116	0.025	0.200	0.085	0.194	0.124
20	0.7	0.6	10D	0.116	0.025	0.200	0.085	0.195	0.124
21	0.8	0.6	10D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
22	0.6	0.2	10D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
23	0.7	0.2	10D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
24	0.8	0.2	10D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
25	0.6	0.4	10D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
26	0.7	0.4	10D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124
27	0.8	0.4	10D	0.115	0.025	0.200	0.086	0.196	0.124

Αντικειμενική συνάρτηση 2- ΑΙ περιοδικά (τεχνητής νοημοσύνης)**Πίνακας Β - 5:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 2 - (Περιοδικά τεχνητής νοημοσύνης)

No	Παράμετροι			mean scores										std scores										average
	F	CR	N P	Expert Systems with Application.	MIS Quarterly	Information Processing and	IEEE Transactionson	IEEE Transactionson	Journal of Management	Computing Surveys	ACM Transactions on	Computer	Journal of the ACM	Expert Systems With Applications	MIS Quarterly	Information Processing and Management	IEEE Transactionson Engineering	IEEE Transactionson Systems_Man	Journal of Management Information	Computing Surveys	ACM Transactions on Information	Computer	Journal of the ACM	
1	0.6	0.6	5D	0.901	0.462	0.348	0.333	0.277	0.486	0.145	0.168	0.141	0.171	0.049	0.137	0.112	0.082	0.081	0.183	0.060	0.058	0.038	0.027	0.083
2	0.7	0.6	5D	0.897	0.450	0.336	0.337	0.283	0.479	0.143	0.167	0.140	0.174	0.053	0.123	0.083	0.089	0.093	0.189	0.059	0.056	0.040	0.030	0.082
3	0.8	0.6	5D	0.900	0.445	0.336	0.340	0.284	0.490	0.148	0.168	0.142	0.176	0.054	0.139	0.097	0.106	0.104	0.224	0.061	0.062	0.046	0.031	0.092
4	0.6	0.2	5D	0.895	0.472	0.352	0.324	0.275	0.454	0.151	0.165	0.140	0.169	0.057	0.111	0.095	0.075	0.074	0.166	0.057	0.056	0.048	0.028	0.077
5	0.7	0.2	5D	0.899	0.456	0.345	0.335	0.279	0.489	0.146	0.170	0.136	0.170	0.049	0.123	0.105	0.079	0.086	0.166	0.059	0.061	0.036	0.031	0.080
6	0.8	0.2	5D	0.895	0.461	0.341	0.330	0.278	0.460	0.148	0.169	0.141	0.175	0.065	0.116	0.080	0.101	0.101	0.207	0.060	0.061	0.054	0.040	0.089
7	0.6	0.4	5D	0.896	0.463	0.339	0.316	0.269	0.445	0.143	0.163	0.144	0.167	0.051	0.103	0.084	0.082	0.077	0.165	0.047	0.043	0.044	0.029	0.072
8	0.7	0.4	5D	0.899	0.469	0.353	0.335	0.286	0.473	0.142	0.160	0.143	0.178	0.049	0.126	0.100	0.091	0.089	0.187	0.055	0.055	0.038	0.033	0.082
9	0.8	0.4	5D	0.902	0.465	0.353	0.341	0.281	0.489	0.150	0.179	0.138	0.173	0.056	0.129	0.105	0.101	0.104	0.204	0.066	0.067	0.043	0.031	0.091
10	0.6	0.6	D	0.900	0.433	0.327	0.347	0.293	0.504	0.137	0.163	0.142	0.176	0.048	0.128	0.093	0.098	0.097	0.207	0.048	0.048	0.037	0.028	0.083
11	0.7	0.6	D	0.898	0.469	0.353	0.334	0.283	0.456	0.153	0.167	0.141	0.179	0.054	0.126	0.100	0.095	0.099	0.198	0.057	0.058	0.042	0.037	0.086
12	0.8	0.6	D	0.895	0.467	0.347	0.321	0.267	0.444	0.153	0.175	0.144	0.171	0.056	0.122	0.091	0.099	0.102	0.209	0.068	0.067	0.046	0.035	0.089
13	0.6	0.2	D	0.903	0.429	0.325	0.350	0.291	0.502	0.144	0.165	0.131	0.177	0.050	0.112	0.079	0.090	0.085	0.199	0.054	0.056	0.043	0.027	0.080
14	0.7	0.2	D	0.889	0.451	0.339	0.334	0.291	0.465	0.139	0.160	0.141	0.171	0.063	0.104	0.078	0.087	0.075	0.194	0.053	0.056	0.051	0.032	0.079
15	0.8	0.2	D	0.897	0.434	0.322	0.340	0.286	0.491	0.135	0.165	0.136	0.171	0.062	0.116	0.080	0.088	0.097	0.191	0.066	0.063	0.044	0.029	0.084
16	0.6	0.4	D	0.894	0.473	0.354	0.325	0.280	0.438	0.150	0.159	0.146	0.178	0.053	0.122	0.096	0.085	0.088	0.196	0.058	0.064	0.041	0.028	0.083
17	0.7	0.4	D	0.898	0.440	0.330	0.346	0.297	0.490	0.140	0.162	0.138	0.176	0.052	0.127	0.083	0.087	0.090	0.201	0.059	0.060	0.040	0.029	0.083
18	0.8	0.4	D	0.900	0.452	0.342	0.346	0.295	0.476	0.145	0.164	0.139	0.181	0.051	0.119	0.089	0.108	0.098	0.221	0.052	0.056	0.045	0.036	0.088
19	0.6	0.6	10D	0.894	0.450	0.339	0.331	0.288	0.465	0.140	0.154	0.143	0.174	0.040	0.112	0.078	0.084	0.083	0.191	0.048	0.047	0.034	0.027	0.074
20	0.7	0.6	10D	0.895	0.451	0.346	0.333	0.283	0.474	0.146	0.165	0.143	0.174	0.055	0.121	0.097	0.087	0.082	0.203	0.051	0.060	0.045	0.028	0.083
21	0.8	0.6	10D	0.890	0.453	0.344	0.332	0.287	0.465	0.141	0.161	0.144	0.172	0.051	0.127	0.099	0.089	0.087	0.212	0.053	0.054	0.042	0.028	0.084
22	0.6	0.2	10D	0.902	0.451	0.333	0.332	0.272	0.469	0.149	0.169	0.136	0.173	0.063	0.111	0.081	0.083	0.092	0.187	0.062	0.060	0.045	0.029	0.081
23	0.7	0.2	10D	0.894	0.466	0.342	0.317	0.262	0.434	0.151	0.171	0.145	0.170	0.059	0.108	0.090	0.083	0.094	0.185	0.059	0.063	0.039	0.031	0.081
24	0.8	0.2	10D	0.895	0.433	0.328	0.341	0.292	0.495	0.134	0.163	0.138	0.171	0.058	0.108	0.078	0.100	0.099	0.194	0.059	0.061	0.043	0.033	0.083
25	0.6	0.4	10D	0.908	0.463	0.348	0.338	0.274	0.492	0.154	0.175	0.131	0.176	0.049	0.118	0.095	0.083	0.084	0.187	0.056	0.056	0.039	0.032	0.080
26	0.7	0.4	10D	0.897	0.458	0.347	0.329	0.282	0.460	0.150	0.159	0.144	0.176	0.053	0.119	0.091	0.088	0.089	0.210	0.052	0.060	0.042	0.029	0.083
27	0.8	0.4	10D	0.899	0.459	0.339	0.330	0.274	0.465	0.147	0.170	0.143	0.173	0.053	0.125	0.085	0.101	0.104	0.205	0.055	0.052	0.040	0.031	0.085



Πίνακας Β - 6: Συσχέτιση κατατάξεων στην αντικειμενική συνάρτηση 2 - (Περιοδικά τεχνητής νοημοσύνης)

No	Παράμετροι	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	Forgione
	F	CR	NP	τ του Kendall																									
1	0.6	0.6	5D		1.956**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	644**
2	0.7	0.6	5D	956**		1.1000**	911**	956**	911**	867**	911**	911**	956**	911**	867**	1.000**	911**	956**	911**	1.000**	1.000**	911**	956**	867**	956**	956**	956**	956**	600*
3	0.8	0.6	5D	956**	1.000**		1.911**	956**	911**	867**	911**	911**	956**	911**	867**	1.000**	911**	956**	911**	1.000**	1.000**	911**	956**	867**	956**	956**	956**	956**	600*
4	0.6	0.2	5D	956**	911**	911**		1.956**	1.000**	956**	911**	911**	867**	1.000**	956**	911**	867**	1.000**	911**	911**	911**	956**	911**	956**	956**	867**	956**	956**	689**
5	0.7	0.2	5D	1.000**	956**	956**	956**		1.956**	911**	956**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	911**	1.000**	1.000**	644**
6	0.8	0.2	5D	956**	911**	911**	1.000**	956**		1.956**	911**	911**	867**	1.000**	956**	911**	911**	867**	1.000**	911**	911**	911**	956**	956**	956**	867**	956**	956**	689**
7	0.6	0.4	5D	911**	867**	867**	956**	911**	956**		1.956**	867**	911**	956**	911**	867**	956**	911**	956**	867**	867**	956**	911**	956**	911**	911**	911**	911**	644**
8	0.7	0.4	5D	956**	911**	911**	911**	956**	911**	956**		1.911**	956**	911**	867**	911**	1.000**	956**	911**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	867**	956**	956**	956**	600*
9	0.8	0.4	5D	956**	911**	911**	911**	956**	911**	867**	911**	956**		1.867**	911**	956**	867**	911**	911**	911**	956**	911**	956**	956**	867**	956**	956**	956**	689**
10	0.6	0.6	D	911**	956**	956**	867**	911**	867**	911**	956**	867**		1.867**	822**	956**	956**	1.000**	867**	956**	956**	956**	911**	956**	911**	822**	1.000**	911**	556*
11	0.7	0.6	D	956**	911**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	867**		1.956**	911**	911**	867**	1.000**	911**	911**	911**	956**	911**	956**	956**	867**	956**	956**	689**
12	0.8	0.6	D	911**	867**	867**	956**	911**	956**	911**	867**	956**	822**	956**		1.867**	867**	867**	911**	867**	911**	1.000**	822**	911**	911**	911**	911**	911**	733**
13	0.6	0.2	D	956**	1.000**	1.000**	911**	956**	911**	867**	911**	911**	956**	911**	867**		1.911**	956**	911**	1.000**	1.000**	911**	956**	911**	956**	867**	956**	956**	600*
14	0.7	0.2	D	956**	911**	911**	911**	956**	911**	956**	1.000**	911**	956**	911**	867**	911**		1.956**	911**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	867**	956**	956**	956**	600*
15	0.8	0.2	D	911**	956**	956**	867**	911**	867**	911**	956**	867**	1.000**	867**	822**	956**	956**		1.867**	956**	956**	911**	822**	911**	956**	956**	956**	956**	556*
16	0.6	0.4	D	956**	911**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	911**	911**	867**		1.911**	911**	867**												
17	0.7	0.4	D	956**	1.000**	1.000**	911**	956**	911**	867**	911**	911**	956**	911**	867**	1.000**	911**	956**											
18	0.8	0.4	D	956**	1.000**	1.000**	911**	956**	911**	867**	911**	911**	956**	911**	867**	1.000**	911**	956**	911**										
19	0.6	0.6	10D	956**	911**	911**	911**	956**	911**	956**	1.000**	911**	956**	911**	867**	911**	956**	911**	911**										
20	0.7	0.6	10D	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	956**									
21	0.8	0.6	10D	956**	911**	911**	911**	956**	911**	956**	1.000**	911**	956**	911**	867**	911**	1.000**	956**	911**	911**									
22	0.6	0.2	10D	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	911**	956**	956**	956**	956**										
23	0.7	0.2	10D	911**	867**	867**	956**	911**	956**	911**	867**	956**	822**	956**		1.911**	956**	956**	956**	956**									
24	0.8	0.2	10D	911**	956**	956**	867**	911**	867**	911**	956**	867**	1.000**	867**	822**	956**	956**	1.000**	867**	956**	956**								
25	0.6	0.4	10D	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	911**	956**	956**	956**	956**										
26	0.7	0.4	10D	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	911**	956**	956**	956**	956**	956**									
27	0.8	0.4	10D	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	911**	956**	911**	956**	956**	956**	956**	956**									
28	Forgione	644**	600*	600*	689**	644**	689**	644**	600*	689**	556*	689**	733**	600*	600*	556*	689**	600*	600*	600*	644**	600*	644**	733**	556*	644**	644**	644**	1
Επίπεδο σημαντικότητας 0.01																													
1	0.6	0.6	5D		0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0.00025	0.00012	0.00012	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0.00025	0.00025	0	0	0	0.00949
2	0.7	0.6	5D	0.00012		0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0	0.00025	0.00012	0.00025	0	0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.01574
3	0.8	0.6	5D	0.00012	0.00012	0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0	0.00025	0.00012	0.00025	0	0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.01574
4	0.6	0.2	5D	0.00012	0.00025	0.00025	0	0.00012	0	0.00012	0.00025	0.00025	0.00049	0	0.00012	0.00025	0.00025	0.00049	0	0.00025	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.00556
5	0.7	0.2	5D	0	0.00012	0.00012	0	0.00012	0.00025	0.00012	0.00012	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0.00025	0.00025	0	0	0	0.00949
6	0.8	0.2	5D	0.00012	0.00025	0.00025	0	0.00012	0.00025	0.00025	0.00049	0	0.00012	0.00025	0.00049	0	0.00025	0.00025	0.00049	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.00556	
7	0.6	0.4	5D	0.00025	0.00049	0.00049	0.00012	0.00025	0.00012	0	0.00012	0.00049	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00049	0.00012	0.00025	0.00012	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00949
8	0.7	0.4	5D	0.00012	0.00025	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00025	0	0.00012	0.00025	0.00025	0.00025	0	0.00012	0	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.01574
9	0.8	0.4	5D	0.00012	0.00025	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00025	0	0.00049	0.00025	0.00012	0.00025	0.00025	0.00049	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.00556
10	0.6	0.6	D	0.00025	0.00012	0.00012	0.00049	0.00025	0.00049	0.00025	0.00012	0.00049	0	0.00049	0.00094	0.00012	0.00012	0	0.00049	0.00012	0.00012	0.00012	0.00025	0.00012	0.00025	0.00025	0.00025	0.00235	
11	0.7	0.6	D	0.00012	0.00025	0.00025	0	0.00012	0	0.00012	0.00025	0.00025	0.00049	0	0.00012	0.00025	0.00025	0.00049	0	0.00025	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.00556
12	0.8	0.6	D	0.00025	0.00049	0.00049	0.00012	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00012	0	0.00049	0.00094	0.00012	0	0.00049	0.00094	0.00012	0.00049	0.00049	0.00025	0.00049	0.00025	0	0.00094	0.00025	0.00316
13	0.6	0.2	D	0.00012	0	0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0	0.00025	0.00012	0.00025	0	0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.01574
14	0.7	0.2	D	0.00012	0.00025	0.00025	0.00025	0.00012	0.00025	0.00012	0	0.00025	0.00012	0.00025	0.00049	0.00025	0	0.00012	0.00025	0.00025	0.00025	0	0.00012	0	0.00012	0.00049	0.00012	0.00012	0.01574
15	0.8	0.2	D	0.00025	0.00012	0.00012	0.00049</																						


Πίνακας Β - 7: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 2- (Περιοδικά τεχνητής νοημοσύνης)

No	Παράμετροι			mean Weights					std Weights					average
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.061	0.340	0.446	0.085	0.067	0.052	0.221	0.188	0.058	0.046	0.113
2	0.7	0.6	5D	0.061	0.346	0.433	0.087	0.073	0.055	0.226	0.191	0.067	0.061	0.120
3	0.8	0.6	5D	0.059	0.352	0.426	0.091	0.073	0.052	0.266	0.225	0.065	0.063	0.134
4	0.6	0.2	5D	0.059	0.311	0.459	0.098	0.072	0.059	0.191	0.157	0.071	0.065	0.109
5	0.7	0.2	5D	0.058	0.347	0.436	0.090	0.069	0.047	0.199	0.168	0.071	0.051	0.107
6	0.8	0.2	5D	0.061	0.323	0.450	0.092	0.074	0.065	0.236	0.188	0.074	0.070	0.127
7	0.6	0.4	5D	0.065	0.308	0.473	0.086	0.069	0.057	0.193	0.156	0.060	0.049	0.103
8	0.7	0.4	5D	0.056	0.329	0.454	0.100	0.062	0.044	0.223	0.183	0.066	0.051	0.113
9	0.8	0.4	5D	0.060	0.339	0.448	0.081	0.071	0.053	0.238	0.201	0.068	0.057	0.123
10	0.6	0.6	D	0.060	0.376	0.409	0.087	0.068	0.045	0.246	0.206	0.072	0.048	0.124
11	0.7	0.6	D	0.053	0.312	0.457	0.103	0.075	0.047	0.238	0.193	0.088	0.059	0.125
12	0.8	0.6	D	0.064	0.299	0.472	0.086	0.079	0.055	0.241	0.201	0.068	0.076	0.128
13	0.6	0.2	D	0.049	0.377	0.398	0.099	0.077	0.048	0.229	0.190	0.073	0.062	0.120
14	0.7	0.2	D	0.065	0.336	0.438	0.096	0.065	0.064	0.214	0.174	0.072	0.062	0.117
15	0.8	0.2	D	0.063	0.366	0.421	0.081	0.068	0.057	0.221	0.182	0.064	0.072	0.119
16	0.6	0.4	D	0.054	0.295	0.473	0.110	0.068	0.044	0.231	0.193	0.082	0.062	0.122
17	0.7	0.4	D	0.058	0.362	0.418	0.096	0.065	0.050	0.234	0.197	0.071	0.063	0.123
18	0.8	0.4	D	0.054	0.341	0.437	0.100	0.069	0.047	0.253	0.209	0.078	0.057	0.129
19	0.6	0.6	10D	0.058	0.332	0.446	0.102	0.061	0.041	0.222	0.189	0.061	0.050	0.113
20	0.7	0.6	10D	0.059	0.331	0.445	0.098	0.066	0.050	0.230	0.194	0.070	0.051	0.119
21	0.8	0.6	10D	0.064	0.328	0.450	0.097	0.061	0.048	0.245	0.202	0.072	0.053	0.124
22	0.6	0.2	10D	0.054	0.335	0.441	0.090	0.080	0.059	0.214	0.174	0.069	0.068	0.117
23	0.7	0.2	10D	0.063	0.295	0.474	0.087	0.081	0.048	0.210	0.163	0.092	0.063	0.115
24	0.8	0.2	10D	0.063	0.370	0.416	0.088	0.063	0.056	0.222	0.188	0.069	0.062	0.119
25	0.6	0.4	10D	0.049	0.348	0.432	0.091	0.080	0.047	0.218	0.183	0.063	0.061	0.114
26	0.7	0.4	10D	0.055	0.317	0.456	0.107	0.066	0.053	0.234	0.192	0.076	0.059	0.123
27	0.8	0.4	10D	0.062	0.327	0.453	0.083	0.076	0.052	0.242	0.203	0.066	0.055	0.124

Πίνακας Β - 8: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 2- ΑΙ περιοδικά).

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας <i>Forgionne</i>					Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
No	Παράμετροι			a1-w1 <i>Weights</i>					
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.139	0.140	0.246	0.115	0.133	0.155
2	0.7	0.6	5D	0.139	0.146	0.233	0.113	0.127	0.151
3	0.8	0.6	5D	0.141	0.152	0.226	0.109	0.127	0.151
4	0.6	0.2	5D	0.141	0.111	0.259	0.102	0.128	0.148
5	0.7	0.2	5D	0.142	0.147	0.236	0.110	0.131	0.153
6	0.8	0.2	5D	0.139	0.123	0.250	0.108	0.126	0.149
7	0.6	0.4	5D	0.135	0.108	0.273	0.114	0.131	0.152
8	0.7	0.4	5D	0.144	0.129	0.254	0.100	0.138	0.153
9	0.8	0.4	5D	0.140	0.139	0.248	0.119	0.129	0.155
10	0.6	0.6	D	0.140	0.176	0.209	0.113	0.132	0.154
11	0.7	0.6	D	0.147	0.112	0.257	0.097	0.125	0.148
12	0.8	0.6	D	0.136	0.099	0.272	0.114	0.121	0.149
13	0.6	0.2	D	0.151	0.177	0.198	0.101	0.123	0.150
14	0.7	0.2	D	0.135	0.136	0.238	0.104	0.135	0.150
15	0.8	0.2	D	0.137	0.166	0.221	0.119	0.132	0.155
16	0.6	0.4	D	0.146	0.095	0.273	0.090	0.132	0.147
17	0.7	0.4	D	0.142	0.162	0.218	0.104	0.135	0.152
18	0.8	0.4	D	0.146	0.141	0.237	0.100	0.131	0.151
19	0.6	0.6	10D	0.142	0.132	0.246	0.098	0.139	0.151
20	0.7	0.6	10D	0.141	0.131	0.245	0.102	0.134	0.151
21	0.8	0.6	10D	0.136	0.128	0.250	0.103	0.139	0.151
22	0.6	0.2	10D	0.146	0.135	0.241	0.110	0.120	0.150
23	0.7	0.2	10D	0.137	0.095	0.274	0.113	0.119	0.148
24	0.8	0.2	10D	0.137	0.170	0.216	0.112	0.137	0.154
25	0.6	0.4	10D	0.151	0.148	0.232	0.109	0.120	0.152
26	0.7	0.4	10D	0.145	0.117	0.256	0.093	0.134	0.149
27	0.8	0.4	10D	0.138	0.127	0.253	0.117	0.124	0.152


ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β: Αξιολόγηση επιστημονικών περιοδικών- Αντικ. συνάρτηση 1- DSS περιοδικά (συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)

Πίνακας Β - 9: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σکور) στην αντικειμενική συνάρτηση 1- (Περιοδικά συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)

No	Παράμετροι			mean scores										std scores												average
	F	CR	N P	Operations Research	Management Science	Journal of Decision	Interfaces	Decision Sciences	OMEGA	Information and	IIE Transactions	International Transactions	Journal of the Operational	Operations Research	Management Science	Journal of Decision Systems	Interfaces	Decision Sciences	OMEGA	Information and Management	IIE Transactions	International Transactions in	Journal of the Operational Research			
1	0.6	0.6	5D	0.505	0.591	0.470	0.450	0.474	0.592	0.564	0.418	0.352	0.365	0.003	0.013	0.008	0.008	0.010	0.015	0.011	0.001	0.010	0.014	0.009		
2	0.7	0.6	5D	0.505	0.591	0.471	0.451	0.475	0.592	0.564	0.419	0.353	0.366	0.004	0.014	0.009	0.009	0.011	0.016	0.012	0.001	0.010	0.015	0.010		
3	0.8	0.6	5D	0.506	0.594	0.472	0.452	0.476	0.595	0.566	0.419	0.354	0.368	0.004	0.016	0.010	0.010	0.012	0.018	0.013	0.001	0.011	0.017	0.011		
4	0.6	0.2	5D	0.505	0.591	0.470	0.451	0.475	0.593	0.564	0.419	0.353	0.366	0.004	0.014	0.008	0.009	0.011	0.016	0.011	0.001	0.010	0.015	0.010		
5	0.7	0.2	5D	0.507	0.595	0.473	0.454	0.478	0.597	0.567	0.419	0.356	0.370	0.005	0.017	0.009	0.011	0.013	0.020	0.013	0.001	0.012	0.017	0.012		
6	0.8	0.2	5D	0.507	0.596	0.474	0.454	0.479	0.598	0.569	0.419	0.356	0.371	0.005	0.017	0.010	0.011	0.014	0.020	0.014	0.002	0.013	0.018	0.012		
7	0.6	0.4	5D	0.506	0.592	0.471	0.451	0.475	0.593	0.565	0.419	0.353	0.366	0.004	0.014	0.008	0.009	0.011	0.016	0.012	0.001	0.010	0.015	0.010		
8	0.7	0.4	5D	0.505	0.590	0.470	0.450	0.474	0.591	0.563	0.419	0.352	0.365	0.003	0.013	0.008	0.008	0.010	0.015	0.011	0.001	0.009	0.014	0.009		
9	0.8	0.4	5D	0.506	0.593	0.472	0.452	0.476	0.594	0.565	0.419	0.354	0.367	0.004	0.015	0.009	0.010	0.012	0.017	0.012	0.001	0.011	0.016	0.011		
10	0.6	0.6	D	0.500	0.596	0.472	0.454	0.473	0.589	0.559	0.414	0.345	0.362	0.013	0.019	0.022	0.015	0.020	0.021	0.021	0.013	0.018	0.023	0.019		
11	0.7	0.6	D	0.504	0.594	0.472	0.451	0.473	0.591	0.563	0.418	0.352	0.365	0.009	0.018	0.014	0.012	0.018	0.021	0.016	0.008	0.012	0.017	0.014		
12	0.8	0.6	D	0.505	0.592	0.471	0.450	0.473	0.590	0.563	0.418	0.352	0.364	0.007	0.015	0.011	0.009	0.015	0.017	0.014	0.006	0.011	0.015	0.012		
13	0.6	0.2	D	0.501	0.597	0.472	0.455	0.475	0.593	0.558	0.416	0.348	0.366	0.011	0.019	0.013	0.013	0.017	0.020	0.019	0.010	0.016	0.019	0.016		
14	0.7	0.2	D	0.504	0.596	0.473	0.454	0.476	0.594	0.565	0.419	0.353	0.368	0.007	0.018	0.012	0.011	0.012	0.019	0.016	0.004	0.012	0.018	0.013		
15	0.8	0.2	D	0.506	0.593	0.471	0.452	0.475	0.594	0.566	0.419	0.354	0.367	0.006	0.015	0.009	0.009	0.011	0.018	0.014	0.004	0.012	0.016	0.011		
16	0.6	0.4	D	0.502	0.595	0.472	0.453	0.472	0.589	0.559	0.416	0.348	0.363	0.011	0.018	0.016	0.012	0.021	0.023	0.019	0.011	0.013	0.019	0.016		
17	0.7	0.4	D	0.507	0.596	0.473	0.454	0.478	0.597	0.568	0.419	0.355	0.370	0.005	0.017	0.011	0.011	0.014	0.018	0.015	0.002	0.012	0.017	0.012		
18	0.8	0.4	D	0.506	0.592	0.472	0.452	0.476	0.594	0.565	0.418	0.353	0.367	0.004	0.014	0.009	0.009	0.013	0.017	0.012	0.001	0.011	0.016	0.011		
19	0.6	0.6	10D	0.505	0.589	0.470	0.450	0.473	0.590	0.563	0.418	0.351	0.364	0.003	0.012	0.007	0.008	0.010	0.014	0.010	0.001	0.009	0.013	0.009		
20	0.7	0.6	10D	0.505	0.591	0.471	0.451	0.475	0.592	0.564	0.418	0.352	0.365	0.004	0.013	0.008	0.008	0.011	0.016	0.011	0.001	0.010	0.014	0.010		
21	0.8	0.6	10D	0.506	0.593	0.472	0.452	0.476	0.594	0.566	0.419	0.354	0.367	0.004	0.015	0.009	0.009	0.012	0.017	0.013	0.001	0.011	0.016	0.011		
22	0.6	0.2	10D	0.506	0.595	0.473	0.454	0.478	0.597	0.567	0.418	0.356	0.370	0.005	0.017	0.009	0.011	0.013	0.020	0.013	0.002	0.012	0.018	0.012		
23	0.7	0.2	10D	0.507	0.596	0.474	0.454	0.479	0.599	0.568	0.419	0.356	0.371	0.004	0.017	0.010	0.011	0.013	0.020	0.014	0.002	0.012	0.018	0.012		
24	0.8	0.2	10D	0.508	0.600	0.476	0.457	0.482	0.603	0.572	0.419	0.360	0.375	0.005	0.018	0.011	0.011	0.014	0.021	0.015	0.001	0.014	0.019	0.013		
25	0.6	0.4	10D	0.505	0.590	0.470	0.450	0.474	0.591	0.563	0.418	0.352	0.365	0.003	0.013	0.008	0.008	0.010	0.015	0.011	0.001	0.009	0.014	0.009		
26	0.7	0.4	10D	0.505	0.591	0.471	0.451	0.474	0.592	0.564	0.419	0.352	0.365	0.003	0.014	0.008	0.008	0.010	0.016	0.011	0.001	0.010	0.014	0.010		
27	0.8	0.4	10D	0.506	0.592	0.471	0.451	0.476	0.594	0.565	0.419	0.353	0.367	0.004	0.015	0.009	0.009	0.012	0.017	0.013	0.001	0.011	0.016	0.011		

Πίνακας Β - 10: Σύσχετιση κατατάξεων στην αντικειμενική συνάρτηση 1 - (Περιοδικά συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)

[illegible]

**Πίνακας Β - 11:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 1- (Περιοδικά συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)

No	Παράμετροι			mean Weights					std Weights					average
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.264	0.104	0.232	0.160	0.240	0.003	0.003	0.008	0.002	0.004	0.004
2	0.7	0.6	5D	0.264	0.104	0.232	0.159	0.241	0.003	0.003	0.009	0.002	0.004	0.004
3	0.8	0.6	5D	0.265	0.104	0.230	0.159	0.241	0.004	0.003	0.010	0.002	0.005	0.005
4	0.6	0.2	5D	0.264	0.104	0.232	0.160	0.241	0.003	0.003	0.008	0.002	0.004	0.004
5	0.7	0.2	5D	0.265	0.104	0.230	0.159	0.242	0.004	0.004	0.010	0.002	0.005	0.005
6	0.8	0.2	5D	0.265	0.105	0.229	0.159	0.242	0.004	0.004	0.011	0.003	0.006	0.005
7	0.6	0.4	5D	0.264	0.104	0.232	0.159	0.241	0.004	0.003	0.009	0.002	0.004	0.004
8	0.7	0.4	5D	0.264	0.104	0.232	0.160	0.240	0.003	0.003	0.008	0.002	0.004	0.004
9	0.8	0.4	5D	0.265	0.104	0.231	0.159	0.241	0.004	0.004	0.009	0.002	0.004	0.005
10	0.6	0.6	D	0.264	0.113	0.226	0.161	0.236	0.012	0.022	0.016	0.012	0.014	0.015
11	0.7	0.6	D	0.265	0.106	0.229	0.160	0.240	0.006	0.017	0.015	0.004	0.008	0.010
12	0.8	0.6	D	0.264	0.105	0.231	0.160	0.240	0.005	0.011	0.012	0.003	0.006	0.007
13	0.6	0.2	D	0.265	0.113	0.227	0.162	0.234	0.009	0.017	0.015	0.008	0.012	0.012
14	0.7	0.2	D	0.266	0.107	0.228	0.160	0.239	0.008	0.009	0.013	0.006	0.008	0.009
15	0.8	0.2	D	0.265	0.103	0.230	0.160	0.241	0.006	0.006	0.010	0.004	0.006	0.006
16	0.6	0.4	D	0.264	0.111	0.228	0.162	0.235	0.009	0.020	0.017	0.007	0.012	0.013
17	0.7	0.4	D	0.266	0.104	0.229	0.160	0.242	0.005	0.006	0.011	0.003	0.008	0.007
18	0.8	0.4	D	0.264	0.104	0.231	0.159	0.241	0.003	0.005	0.009	0.003	0.005	0.005
19	0.6	0.6	10D	0.264	0.103	0.233	0.160	0.240	0.003	0.003	0.007	0.002	0.003	0.004
20	0.7	0.6	10D	0.264	0.104	0.232	0.159	0.241	0.003	0.003	0.008	0.002	0.004	0.004
21	0.8	0.6	10D	0.265	0.104	0.231	0.159	0.241	0.004	0.003	0.009	0.002	0.004	0.004
22	0.6	0.2	10D	0.265	0.105	0.230	0.159	0.241	0.004	0.004	0.010	0.002	0.005	0.005
23	0.7	0.2	10D	0.266	0.105	0.229	0.159	0.242	0.004	0.004	0.011	0.002	0.005	0.005
24	0.8	0.2	10D	0.266	0.106	0.226	0.158	0.244	0.005	0.004	0.011	0.003	0.006	0.006
25	0.6	0.4	10D	0.264	0.104	0.232	0.159	0.240	0.003	0.003	0.008	0.002	0.004	0.004
26	0.7	0.4	10D	0.264	0.104	0.232	0.159	0.241	0.004	0.003	0.009	0.002	0.004	0.004
27	0.8	0.4	10D	0.265	0.104	0.231	0.159	0.241	0.004	0.003	0.009	0.002	0.005	0.005

Πίνακας Β - 12: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 1 -DSS περιοδικά).

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας <i>Forgionne</i>					Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
No	Παράμετροι			a1-w1 <i>Weights</i>					
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.064	0.096	0.032	0.040	0.040	0.055
2	0.7	0.6	5D	0.064	0.096	0.032	0.041	0.041	0.055
3	0.8	0.6	5D	0.065	0.096	0.030	0.041	0.041	0.055
4	0.6	0.2	5D	0.064	0.096	0.032	0.040	0.041	0.055
5	0.7	0.2	5D	0.065	0.096	0.030	0.041	0.042	0.054
6	0.8	0.2	5D	0.065	0.095	0.029	0.041	0.042	0.055
7	0.6	0.4	5D	0.064	0.096	0.032	0.041	0.041	0.055
8	0.7	0.4	5D	0.064	0.096	0.032	0.040	0.040	0.055
9	0.8	0.4	5D	0.065	0.096	0.031	0.041	0.041	0.055
10	0.6	0.6	D	0.064	0.087	0.026	0.039	0.036	0.051
11	0.7	0.6	D	0.065	0.094	0.029	0.040	0.040	0.053
12	0.8	0.6	D	0.064	0.095	0.031	0.040	0.040	0.054
13	0.6	0.2	D	0.065	0.087	0.027	0.038	0.034	0.050
14	0.7	0.2	D	0.066	0.093	0.028	0.040	0.039	0.053
15	0.8	0.2	D	0.065	0.097	0.030	0.040	0.041	0.055
16	0.6	0.4	D	0.064	0.089	0.028	0.038	0.035	0.051
17	0.7	0.4	D	0.066	0.096	0.029	0.040	0.042	0.054
18	0.8	0.4	D	0.064	0.096	0.031	0.041	0.041	0.055
19	0.6	0.6	10D	0.064	0.097	0.033	0.040	0.040	0.055
20	0.7	0.6	10D	0.064	0.096	0.032	0.041	0.041	0.055
21	0.8	0.6	10D	0.065	0.096	0.031	0.041	0.041	0.055
22	0.6	0.2	10D	0.065	0.095	0.030	0.041	0.041	0.054
23	0.7	0.2	10D	0.066	0.095	0.029	0.041	0.042	0.054
24	0.8	0.2	10D	0.066	0.094	0.026	0.042	0.044	0.054
25	0.6	0.4	10D	0.064	0.096	0.032	0.041	0.040	0.055
26	0.7	0.4	10D	0.064	0.096	0.032	0.041	0.041	0.055
27	0.8	0.4	10D	0.065	0.096	0.031	0.041	0.041	0.055


Αντικειμενική συνάρτηση 2- DSS περιοδικά (συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)
Πίνακας Β - 13: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 2 - (Περιοδικά συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)

No	Παράμετροι			mean scores										std scores												average
	F	CR	N P	Operations Research	Management Science	Journal of Decision Interfaces	Decision Sciences	OMEGA	Information and IIE Transactions	International Transactions in	Journal of the Operational	Operations Research	Management Science	Journal of Decision Interfaces	Decision Sciences	OMEGA	Information and Management IIE Transactions	International Transactions in Operational	Journal of the Operational Research							
1	0.6	0.6	5D	0.431	0.481	0.471	0.395	0.362	0.299	0.266	0.184	0.226	0.067	0.145	0.152	0.149	0.137	0.091	0.057	0.085	0.052	0.073	0.035	0.093		
2	0.7	0.6	5D	0.431	0.478	0.473	0.400	0.367	0.303	0.268	0.181	0.229	0.066	0.156	0.116	0.159	0.136	0.097	0.057	0.092	0.054	0.069	0.033	0.097		
3	0.8	0.6	5D	0.387	0.504	0.517	0.421	0.388	0.303	0.260	0.187	0.225	0.071	0.150	0.111	0.156	0.126	0.091	0.061	0.095	0.058	0.083	0.040	0.097		
4	0.6	0.2	5D	0.412	0.488	0.501	0.410	0.393	0.305	0.275	0.177	0.223	0.074	0.143	0.112	0.144	0.122	0.098	0.058	0.101	0.059	0.076	0.042	0.095		
5	0.7	0.2	5D	0.423	0.476	0.491	0.390	0.381	0.297	0.279	0.176	0.223	0.071	0.154	0.112	0.159	0.124	0.099	0.056	0.104	0.057	0.077	0.037	0.098		
6	0.8	0.2	5D	0.430	0.468	0.496	0.390	0.389	0.299	0.280	0.170	0.219	0.075	0.163	0.126	0.162	0.140	0.106	0.052	0.101	0.062	0.083	0.048	0.104		
7	0.6	0.4	5D	0.427	0.477	0.493	0.394	0.381	0.296	0.282	0.174	0.228	0.067	0.148	0.103	0.164	0.128	0.102	0.049	0.085	0.054	0.074	0.039	0.095		
8	0.7	0.4	5D	0.455	0.468	0.445	0.385	0.350	0.300	0.256	0.185	0.220	0.072	0.153	0.105	0.159	0.123	0.094	0.059	0.073	0.052	0.075	0.041	0.093		
9	0.8	0.4	5D	0.436	0.477	0.482	0.409	0.382	0.315	0.283	0.175	0.245	0.062	0.169	0.127	0.171	0.147	0.109	0.055	0.098	0.060	0.071	0.034	0.104		
10	0.6	0.6	D	0.438	0.477	0.470	0.394	0.368	0.305	0.272	0.180	0.231	0.068	0.152	0.115	0.163	0.124	0.098	0.054	0.088	0.059	0.077	0.041	0.097		
11	0.7	0.6	D	0.418	0.485	0.491	0.406	0.381	0.301	0.269	0.181	0.225	0.070	0.142	0.113	0.147	0.122	0.092	0.051	0.088	0.058	0.074	0.039	0.093		
12	0.8	0.6	D	0.435	0.480	0.477	0.415	0.378	0.320	0.274	0.180	0.249	0.063	0.170	0.126	0.170	0.154	0.104	0.068	0.094	0.060	0.081	0.039	0.107		
13	0.6	0.2	D	0.408	0.494	0.506	0.416	0.397	0.305	0.277	0.178	0.229	0.069	0.136	0.114	0.137	0.133	0.096	0.056	0.087	0.054	0.076	0.041	0.093		
14	0.7	0.2	D	0.447	0.481	0.454	0.390	0.360	0.303	0.258	0.187	0.219	0.076	0.167	0.121	0.171	0.145	0.111	0.062	0.093	0.060	0.079	0.043	0.105		
15	0.8	0.2	D	0.434	0.471	0.493	0.388	0.387	0.305	0.292	0.172	0.231	0.073	0.138	0.111	0.158	0.132	0.104	0.064	0.103	0.062	0.087	0.049	0.101		
16	0.6	0.4	D	0.410	0.485	0.501	0.410	0.389	0.300	0.265	0.178	0.222	0.070	0.144	0.106	0.145	0.124	0.096	0.053	0.085	0.052	0.071	0.037	0.091		
17	0.7	0.4	D	0.443	0.469	0.470	0.394	0.370	0.304	0.271	0.177	0.231	0.066	0.157	0.100	0.170	0.129	0.101	0.056	0.082	0.048	0.075	0.037	0.096		
18	0.8	0.4	D	0.426	0.479	0.481	0.385	0.370	0.290	0.272	0.181	0.214	0.074	0.163	0.115	0.162	0.129	0.101	0.056	0.089	0.056	0.084	0.043	0.100		
19	0.6	0.6	10D	0.421	0.489	0.483	0.414	0.379	0.303	0.261	0.183	0.226	0.067	0.142	0.107	0.138	0.139	0.090	0.060	0.072	0.045	0.076	0.035	0.090		
20	0.7	0.6	10D	0.422	0.486	0.489	0.420	0.383	0.313	0.272	0.180	0.242	0.062	0.142	0.112	0.150	0.142	0.095	0.061	0.084	0.054	0.077	0.034	0.095		
21	0.8	0.6	10D	0.421	0.490	0.494	0.418	0.391	0.312	0.277	0.178	0.239	0.066	0.153	0.116	0.168	0.146	0.118	0.061	0.095	0.060	0.077	0.040	0.103		
22	0.6	0.2	10D	0.443	0.467	0.480	0.380	0.378	0.301	0.287	0.173	0.226	0.072	0.150	0.107	0.150	0.122	0.091	0.057	0.099	0.055	0.083	0.043	0.096		
23	0.7	0.2	10D	0.434	0.494	0.463	0.409	0.371	0.308	0.254	0.192	0.220	0.077	0.157	0.113	0.163	0.138	0.108	0.064	0.082	0.063	0.092	0.052	0.103		
24	0.8	0.2	10D	0.393	0.486	0.529	0.398	0.396	0.289	0.282	0.172	0.218	0.072	0.156	0.116	0.163	0.131	0.102	0.056	0.095	0.059	0.073	0.039	0.099		
25	0.6	0.4	10D	0.432	0.476	0.474	0.406	0.370	0.309	0.261	0.181	0.232	0.066	0.140	0.101	0.141	0.123	0.085	0.057	0.074	0.048	0.073	0.036	0.088		
26	0.7	0.4	10D	0.430	0.466	0.485	0.366	0.367	0.287	0.279	0.176	0.209	0.077	0.157	0.108	0.176	0.126	0.109	0.055	0.100	0.058	0.076	0.038	0.100		
27	0.8	0.4	10D	0.412	0.478	0.508	0.403	0.387	0.301	0.276	0.175	0.234	0.065	0.164	0.113	0.174	0.125	0.101	0.055	0.096	0.060	0.078	0.038	0.100		



Πίνακας Β - 14: Συσχέτιση κατατάξεων στην αντικειμενική συνάρτηση 2 - (Περιοδικά συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)

No	Παράμετροι	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	Forgione	
		F	CR	NP	τ του Kendall																									
1	0.6 0.6 5D	1.000**	867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	867**	1.000**	911**	956**	867**	
2	0.7 0.6 5D	1.000**	1.867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	867**	1.000**	911**	956**	867**	
3	0.8 0.6 5D	867**	867**	1.911**	911**	911**	911**	911**	822**	911**	867**	911**	867**	956**	867**	911**	956**	911**	911**	867**	911**	911**	867**	1.000**	867**	1.000**	911**	956**	911**	
4	0.6 0.2 5D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
5	0.7 0.2 5D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
6	0.8 0.2 5D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
7	0.6 0.4 5D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
8	0.7 0.4 5D	956**	956**	822**	911**	911**	911**	911**	1.911**	956**	911**	956**	867**	956**	911**	867**	911**	911**	956**	911**	911**	911**	911**	956**	822**	956**	867**	911**	911**	
9	0.8 0.4 5D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
10	0.6 0.6 D	1.000**	1.000**	867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.956**	1.000**	911**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	1.000**	867**	1.000**	911**	956**	867**	
11	0.7 0.6 D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
12	0.8 0.6 D	1.000**	1.000**	867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.911**	911**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	
13	0.6 0.2 D	911**	911**	956**	956**	956**	956**	956**	867**	956**	911**	956**	911**	1.911**	911**	956**	1.000**	956**	956**	911**	956**	956**	956**	911**	956**	911**	911**	956**	778**	
14	0.7 0.2 D	1.000**	1.000**	867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	1.956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	1.000**	867**	1.000**	911**	956**	867**	
15	0.8 0.2 D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
16	0.6 0.4 D	911**	911**	956**	956**	956**	956**	956**	867**	956**	911**	956**	911**	1.000**	911**	956**	1.956**	956**	911**	956**	956**	956**	956**	911**	956**	911**	911**	956**	778**	
17	0.7 0.4 D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
18	0.8 0.4 D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
19	0.6 0.6 10D	1.000**	1.000**	867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.956**	956**	956**	956**	1.000**	867**	1.000**	911**	956**	867**	
20	0.7 0.6 10D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
21	0.8 0.6 10D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
22	0.6 0.2 10D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	822**	
23	0.7 0.2 10D	1.000**	1.000**	867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	956**	1.000**	867**	1.000**	911**	956**	
24	0.8 0.2 10D	867**	867**	1.000**	911**	911**	911**	911**	822**	911**	867**	911**	867**	956**	867**	911**	956**	911**	911**	867**	911**	911**	867**	911**	911**	867**	1.867**	867**	911**	733**
25	0.6 0.4 10D	1.000**	1.000**	867**	956**	956**	956**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	911**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	867**	1.911**	956**	867**		
26	0.7 0.4 10D	911**	911**	867**	956**	956**	956**	956**	867**	956**	911**	956**	911**	911**	911**	956**	911**	956**	956**	911**	867**	911**	867**	911**	1.956**	1.956**	778**			
27	0.8 0.4 10D	956**	956**	911**	1.000**	1.000**	1.000**	1.000**	911**	1.000**	956**	1.000**	956**	956**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	956**	1.000**	1.000**	956**	911**	956**	956**	1.822**		
28	Forgione	867**	867**	733**	822**	822**	822**	822**	911**	822**	867**	822**	867**	778**	867**	822**	778**	822**	822**	867**	822**	822**	822**	867**	733**	867**	778**	822**	1	
Επίπεδο σημαντικότητας 0.01																														
1	0.6 0.6 5D	0	0	0.00049	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0.00025	0	0.00012	0.00025	0.00012	0.00012	0	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00049	0	0.00025	0.00012	0.00049	
2	0.7 0.6 5D	0	0	0	0.00049	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0.00025	0	0.00012	0.00025	0.00012	0.00012	0	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00049	0	0.00025	0.00012	0.00049
3	0.8 0.6 5D	0.00049	0.00049	0	0	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00025	0.00049	0.00025	0.00049	0.00012	0.00049	0.00025	0.00012	0.00025	0.00025	0.00049	0.00025	0.00025	0.00025	0.00049	0	0.00049	0.00049	0.00025	0.000316	
4	0.6 0.2 5D	0.00012	0.00012	0.00025	0	0	0	0	0	0.00025	0	0.00012	0	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0	0.00012	0	0	0	0.00012	0.00025	0.00012	0.00012	0	0.00094
5	0.7 0.2 5D	0.00012	0.00012	0.00025	0	0	0	0	0	0.00025	0	0.00012	0	0.00012	0.00012	0.00012	0	0.00012	0	0	0.00012	0	0	0	0.00012					

**Πίνακας Β - 15:** Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 2- (Περιοδικά συστημάτων υποστήριξης αποφάσεων)

No	Παράμετροι			mean Weights					std Weights					average
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.115	0.299	0.270	0.163	0.153	0.087	0.139	0.154	0.111	0.115	0.121
2	0.7	0.6	5D	0.107	0.301	0.271	0.165	0.157	0.085	0.151	0.163	0.116	0.123	0.128
3	0.8	0.6	5D	0.119	0.346	0.227	0.164	0.143	0.104	0.137	0.160	0.117	0.130	0.129
4	0.6	0.2	5D	0.111	0.325	0.252	0.150	0.162	0.095	0.139	0.147	0.107	0.133	0.124
5	0.7	0.2	5D	0.115	0.311	0.259	0.145	0.170	0.092	0.151	0.161	0.107	0.137	0.130
6	0.8	0.2	5D	0.108	0.318	0.268	0.137	0.170	0.091	0.159	0.170	0.106	0.137	0.133
7	0.6	0.4	5D	0.109	0.307	0.261	0.148	0.174	0.082	0.143	0.163	0.100	0.117	0.121
8	0.7	0.4	5D	0.114	0.280	0.301	0.163	0.140	0.096	0.146	0.159	0.112	0.102	0.123
9	0.8	0.4	5D	0.093	0.297	0.267	0.170	0.173	0.080	0.167	0.174	0.115	0.131	0.133
10	0.6	0.6	D	0.110	0.291	0.277	0.162	0.161	0.105	0.147	0.161	0.107	0.120	0.128
11	0.7	0.6	D	0.110	0.317	0.258	0.158	0.156	0.094	0.137	0.148	0.105	0.118	0.120
12	0.8	0.6	D	0.091	0.298	0.269	0.181	0.161	0.087	0.159	0.177	0.126	0.127	0.135
13	0.6	0.2	D	0.108	0.327	0.244	0.155	0.166	0.086	0.127	0.147	0.112	0.118	0.118
14	0.7	0.2	D	0.123	0.289	0.291	0.158	0.140	0.106	0.162	0.175	0.114	0.127	0.137
15	0.8	0.2	D	0.110	0.303	0.264	0.141	0.183	0.102	0.142	0.148	0.126	0.139	0.131
16	0.6	0.4	D	0.108	0.331	0.252	0.157	0.153	0.089	0.135	0.152	0.095	0.116	0.117
17	0.7	0.4	D	0.101	0.295	0.281	0.163	0.160	0.086	0.155	0.167	0.107	0.109	0.125
18	0.8	0.4	D	0.125	0.306	0.267	0.141	0.161	0.106	0.151	0.169	0.102	0.119	0.129
19	0.6	0.6	10D	0.107	0.314	0.264	0.168	0.148	0.080	0.133	0.149	0.114	0.098	0.115
20	0.7	0.6	10D	0.094	0.311	0.257	0.178	0.159	0.081	0.140	0.147	0.120	0.114	0.121
21	0.8	0.6	10D	0.100	0.313	0.255	0.166	0.165	0.095	0.159	0.160	0.120	0.131	0.133
22	0.6	0.2	10D	0.113	0.293	0.275	0.141	0.178	0.102	0.138	0.160	0.112	0.133	0.129
23	0.7	0.2	10D	0.119	0.300	0.280	0.168	0.132	0.115	0.148	0.168	0.121	0.116	0.134
24	0.8	0.2	10D	0.119	0.345	0.229	0.131	0.176	0.095	0.148	0.165	0.108	0.128	0.129
25	0.6	0.4	10D	0.101	0.306	0.273	0.173	0.147	0.079	0.133	0.150	0.108	0.100	0.114
26	0.7	0.4	10D	0.130	0.305	0.269	0.125	0.170	0.094	0.151	0.172	0.099	0.133	0.130
27	0.8	0.4	10D	0.105	0.325	0.246	0.156	0.168	0.102	0.156	0.171	0.107	0.130	0.133


Πίνακας Β - 16: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 2- DSS περιοδικά)

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας <i>Forgionne</i>					Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
No	Παράμετροι			a1-w1 <i>Weights</i>					
	F	CR	NP	Efficiency	Focus	Impact	Scope	Selectivity	
1	0.6	0.6	5D	0.085	0.099	0.070	0.037	0.047	0.068
2	0.7	0.6	5D	0.093	0.101	0.071	0.035	0.043	0.069
3	0.8	0.6	5D	0.081	0.146	0.027	0.036	0.057	0.069
4	0.6	0.2	5D	0.089	0.125	0.052	0.050	0.038	0.071
5	0.7	0.2	5D	0.085	0.111	0.059	0.055	0.030	0.068
6	0.8	0.2	5D	0.092	0.118	0.068	0.063	0.030	0.074
7	0.6	0.4	5D	0.091	0.107	0.061	0.052	0.026	0.067
8	0.7	0.4	5D	0.086	0.080	0.101	0.037	0.060	0.073
9	0.8	0.4	5D	0.107	0.097	0.067	0.030	0.027	0.066
10	0.6	0.6	D	0.090	0.091	0.077	0.038	0.039	0.067
11	0.7	0.6	D	0.090	0.117	0.058	0.042	0.044	0.070
12	0.8	0.6	D	0.109	0.098	0.069	0.019	0.039	0.067
13	0.6	0.2	D	0.092	0.127	0.044	0.045	0.034	0.068
14	0.7	0.2	D	0.077	0.089	0.091	0.042	0.060	0.072
15	0.8	0.2	D	0.090	0.103	0.064	0.059	0.017	0.067
16	0.6	0.4	D	0.092	0.131	0.052	0.043	0.047	0.073
17	0.7	0.4	D	0.099	0.095	0.081	0.037	0.040	0.070
18	0.8	0.4	D	0.075	0.106	0.067	0.059	0.039	0.069
19	0.6	0.6	10D	0.093	0.114	0.064	0.032	0.052	0.071
20	0.7	0.6	10D	0.106	0.111	0.057	0.022	0.041	0.067
21	0.8	0.6	10D	0.100	0.113	0.055	0.034	0.035	0.067
22	0.6	0.2	10D	0.087	0.093	0.075	0.059	0.022	0.067
23	0.7	0.2	10D	0.081	0.100	0.080	0.032	0.068	0.072
24	0.8	0.2	10D	0.081	0.145	0.029	0.069	0.024	0.069
25	0.6	0.4	10D	0.099	0.106	0.073	0.027	0.053	0.072
26	0.7	0.4	10D	0.070	0.105	0.069	0.075	0.030	0.070
27	0.8	0.4	10D	0.095	0.125	0.046	0.044	0.032	0.069

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ: Αξιολόγηση τοποθεσιών για κατασκευή μετρό - Αντικειμενική συνάρτηση 1

Πίνακας Γ - 1: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 1

No	Παράμετροι			mean scores											std scores												average
	F	CR	NP	Albuquerque, NM	Providence, RI	St. Paul, MN	Charlotte, NC	Milwaukee, WI	Portland, OR	Columbus, OH	Orlando, FL	Birmingham, AL	Fort Worth, TX	Sacramento, CA	Albuquerque, NM	Providence, RI	St. Paul, MN	Charlotte, NC	Milwaukee, WI	Portland, OR	Columbus, OH	Orlando, FL	Birmingham, AL	Fort Worth, TX	Sacramento, CA		
1	0.6	0.6	5D	0.611	0.574	0.532	0.520	0.533	0.518	0.542	0.522	0.532	0.554	0.467	0.006	0.015	0.008	0.010	0.006	0.002	0.009	0.008	0.007	0.006	0.012	0.008	
2	0.7	0.6	5D	0.613	0.577	0.534	0.523	0.535	0.519	0.544	0.524	0.533	0.555	0.469	0.005	0.014	0.008	0.009	0.006	0.002	0.009	0.008	0.007	0.006	0.012	0.008	
3	0.8	0.6	5D	0.613	0.578	0.535	0.524	0.535	0.519	0.545	0.525	0.533	0.555	0.470	0.006	0.014	0.008	0.010	0.006	0.002	0.009	0.008	0.006	0.006	0.011	0.008	
4	0.6	0.2	5D	0.616	0.586	0.535	0.530	0.536	0.519	0.550	0.525	0.532	0.559	0.475	0.007	0.013	0.009	0.009	0.007	0.008	0.010	0.009	0.007	0.008	0.010	0.009	
5	0.7	0.2	5D	0.616	0.586	0.538	0.530	0.537	0.520	0.551	0.526	0.532	0.559	0.475	0.007	0.011	0.010	0.008	0.007	0.008	0.010	0.008	0.007	0.008	0.009	0.009	
6	0.8	0.2	5D	0.618	0.588	0.539	0.532	0.537	0.522	0.553	0.527	0.533	0.559	0.475	0.008	0.012	0.009	0.009	0.008	0.009	0.009	0.010	0.007	0.008	0.010	0.009	
7	0.6	0.4	5D	0.614	0.581	0.537	0.526	0.535	0.520	0.547	0.526	0.534	0.557	0.472	0.006	0.013	0.008	0.009	0.006	0.004	0.009	0.008	0.006	0.006	0.010	0.008	
8	0.7	0.4	5D	0.615	0.583	0.537	0.527	0.537	0.520	0.548	0.527	0.534	0.557	0.474	0.005	0.012	0.008	0.009	0.006	0.004	0.009	0.008	0.005	0.006	0.010	0.007	
9	0.8	0.4	5D	0.615	0.583	0.538	0.527	0.537	0.520	0.549	0.528	0.534	0.557	0.474	0.006	0.013	0.009	0.009	0.006	0.005	0.010	0.009	0.006	0.006	0.010	0.008	
10	0.6	0.6	D	0.607	0.573	0.525	0.522	0.529	0.512	0.540	0.516	0.520	0.552	0.462	0.009	0.013	0.014	0.011	0.008	0.013	0.013	0.011	0.013	0.009	0.011	0.011	
11	0.7	0.6	D	0.609	0.571	0.529	0.519	0.532	0.516	0.540	0.519	0.528	0.552	0.464	0.007	0.014	0.010	0.010	0.007	0.006	0.010	0.009	0.008	0.007	0.012	0.009	
12	0.8	0.6	D	0.611	0.574	0.532	0.521	0.533	0.518	0.542	0.522	0.530	0.554	0.466	0.007	0.015	0.010	0.010	0.007	0.005	0.010	0.010	0.007	0.007	0.012	0.009	
13	0.6	0.2	D	0.611	0.582	0.527	0.530	0.530	0.513	0.546	0.519	0.519	0.556	0.467	0.010	0.015	0.014	0.013	0.009	0.013	0.014	0.011	0.013	0.011	0.013	0.012	
14	0.7	0.2	D	0.612	0.580	0.529	0.528	0.531	0.515	0.545	0.518	0.521	0.556	0.467	0.011	0.015	0.014	0.014	0.009	0.015	0.014	0.012	0.013	0.012	0.012	0.013	
15	0.8	0.2	D	0.612	0.581	0.532	0.528	0.532	0.516	0.547	0.520	0.522	0.555	0.466	0.012	0.015	0.016	0.012	0.010	0.014	0.015	0.014	0.012	0.013	0.013	0.013	
16	0.6	0.4	D	0.606	0.573	0.522	0.521	0.529	0.511	0.539	0.514	0.518	0.551	0.461	0.009	0.014	0.013	0.011	0.008	0.012	0.012	0.011	0.011	0.009	0.012	0.011	
17	0.7	0.4	D	0.609	0.574	0.528	0.521	0.531	0.515	0.542	0.520	0.526	0.554	0.464	0.008	0.014	0.011	0.010	0.008	0.009	0.012	0.010	0.010	0.009	0.012	0.010	
18	0.8	0.4	D	0.610	0.575	0.530	0.522	0.532	0.515	0.543	0.521	0.527	0.553	0.465	0.009	0.016	0.012	0.012	0.009	0.011	0.013	0.012	0.009	0.009	0.013	0.011	
19	0.6	0.6	10D	0.612	0.576	0.534	0.523	0.534	0.519	0.543	0.524	0.533	0.555	0.469	0.005	0.014	0.008	0.009	0.006	0.002	0.009	0.008	0.007	0.006	0.012	0.008	
20	0.7	0.6	10D	0.614	0.581	0.536	0.525	0.536	0.520	0.546	0.526	0.535	0.557	0.473	0.005	0.012	0.007	0.008	0.005	0.002	0.007	0.007	0.006	0.005	0.010	0.007	
21	0.8	0.6	10D	0.615	0.583	0.538	0.527	0.537	0.520	0.548	0.528	0.536	0.557	0.474	0.004	0.011	0.006	0.007	0.005	0.002	0.007	0.007	0.005	0.005	0.009	0.006	
22	0.6	0.2	10D	0.617	0.586	0.538	0.531	0.537	0.520	0.551	0.528	0.535	0.560	0.476	0.005	0.008	0.007	0.007	0.005	0.006	0.007	0.007	0.005	0.006	0.007	0.006	
23	0.7	0.2	10D	0.618	0.587	0.540	0.531	0.537	0.521	0.552	0.529	0.534	0.560	0.477	0.005	0.008	0.008	0.007	0.006	0.005	0.007	0.007	0.005	0.006	0.006	0.006	
24	0.8	0.2	10D	0.618	0.587	0.540	0.531	0.537	0.521	0.552	0.530	0.534	0.559	0.476	0.006	0.010	0.009	0.007	0.007	0.008	0.009	0.008	0.006	0.007	0.008	0.008	
25	0.6	0.4	10D	0.616	0.584	0.539	0.528	0.537	0.520	0.549	0.528	0.536	0.558	0.475	0.004	0.010	0.006	0.007	0.005	0.003	0.007	0.006	0.004	0.005	0.008	0.006	
26	0.7	0.4	10D	0.616	0.585	0.539	0.529	0.537	0.520	0.550	0.529	0.536	0.558	0.476	0.005	0.010	0.006	0.007	0.004	0.004	0.007	0.006	0.004	0.004	0.008	0.006	
27	0.8	0.4	10D	0.617	0.587	0.540	0.530	0.538	0.520	0.551	0.529	0.537	0.559	0.477	0.004	0.008	0.005	0.006	0.004	0.003	0.005	0.005	0.004	0.004	0.006	0.005	



- 87 -



Πίνακας Γ - 3: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 1

No	Παράμετροι			mean Weights									std Weights									average
	F	CR	NP	Climate/ terrain	Housing	Health care/ environment	Lack of Crime	Transportati on	Education	Arts	Recreation	Economics	Climate/ terrain	Housing	Health care/ environment	Lack of Crime	Transportati on	Education	Arts	Recreation	Economics	
1	0.6	0.6	5D	0.077	0.336	0.000	0.112	0.114	0.006	0.068	0.286	0.001	0.004	0.005	0.000	0.014	0.011	0.007	0.017	0.008	0.003	0.008
2	0.7	0.6	5D	0.076	0.335	0.000	0.115	0.116	0.005	0.065	0.287	0.001	0.003	0.006	0.000	0.015	0.010	0.006	0.017	0.008	0.002	0.008
3	0.8	0.6	5D	0.076	0.334	0.000	0.117	0.118	0.004	0.062	0.288	0.001	0.004	0.006	0.000	0.014	0.010	0.005	0.016	0.007	0.001	0.007
4	0.6	0.2	5D	0.084	0.318	0.001	0.119	0.109	0.010	0.061	0.283	0.013	0.014	0.018	0.002	0.019	0.013	0.011	0.020	0.013	0.015	0.014
5	0.7	0.2	5D	0.081	0.320	0.002	0.119	0.111	0.011	0.061	0.283	0.013	0.013	0.015	0.002	0.020	0.014	0.012	0.023	0.011	0.012	0.014
6	0.8	0.2	5D	0.082	0.318	0.002	0.116	0.110	0.015	0.063	0.282	0.013	0.013	0.016	0.003	0.024	0.013	0.013	0.026	0.013	0.012	0.015
7	0.6	0.4	5D	0.076	0.333	0.000	0.117	0.118	0.004	0.062	0.289	0.002	0.005	0.006	0.000	0.013	0.010	0.006	0.016	0.007	0.002	0.007
8	0.7	0.4	5D	0.077	0.330	0.000	0.121	0.120	0.003	0.058	0.290	0.002	0.005	0.006	0.001	0.012	0.009	0.005	0.015	0.007	0.003	0.007
9	0.8	0.4	5D	0.076	0.329	0.001	0.121	0.119	0.004	0.057	0.290	0.003	0.006	0.008	0.001	0.012	0.010	0.006	0.015	0.007	0.004	0.007
10	0.6	0.6	D	0.096	0.305	0.000	0.108	0.085	0.030	0.079	0.262	0.035	0.028	0.038	0.001	0.032	0.032	0.033	0.031	0.029	0.039	0.029
11	0.7	0.6	D	0.082	0.329	0.000	0.110	0.105	0.012	0.072	0.280	0.009	0.012	0.015	0.000	0.021	0.019	0.019	0.022	0.014	0.015	0.015
12	0.8	0.6	D	0.078	0.332	0.000	0.112	0.111	0.008	0.068	0.285	0.005	0.009	0.010	0.001	0.019	0.016	0.014	0.020	0.010	0.008	0.012
13	0.6	0.2	D	0.104	0.289	0.002	0.110	0.080	0.038	0.075	0.254	0.048	0.025	0.033	0.002	0.033	0.027	0.028	0.031	0.024	0.031	0.026
14	0.7	0.2	D	0.100	0.295	0.003	0.109	0.085	0.032	0.076	0.259	0.040	0.025	0.033	0.004	0.035	0.023	0.023	0.036	0.022	0.029	0.025
15	0.8	0.2	D	0.095	0.301	0.004	0.106	0.087	0.035	0.077	0.261	0.036	0.025	0.030	0.006	0.033	0.026	0.028	0.032	0.024	0.027	0.026
16	0.6	0.4	D	0.102	0.299	0.000	0.111	0.082	0.031	0.076	0.259	0.039	0.026	0.032	0.001	0.034	0.026	0.028	0.032	0.024	0.031	0.026
17	0.7	0.4	D	0.086	0.321	0.001	0.109	0.098	0.019	0.073	0.275	0.018	0.018	0.021	0.001	0.026	0.021	0.021	0.026	0.018	0.020	0.019
18	0.8	0.4	D	0.084	0.323	0.001	0.115	0.103	0.014	0.066	0.279	0.014	0.016	0.016	0.001	0.028	0.020	0.019	0.030	0.015	0.015	0.018
19	0.6	0.6	10D	0.076	0.335	0.000	0.114	0.116	0.005	0.065	0.287	0.001	0.004	0.005	0.000	0.014	0.011	0.006	0.016	0.008	0.003	0.007
20	0.7	0.6	10D	0.075	0.333	0.000	0.119	0.119	0.003	0.060	0.290	0.001	0.003	0.005	0.000	0.012	0.009	0.006	0.014	0.007	0.002	0.006
21	0.8	0.6	10D	0.075	0.332	0.000	0.122	0.121	0.002	0.057	0.290	0.001	0.003	0.005	0.000	0.011	0.008	0.005	0.013	0.006	0.002	0.006
22	0.6	0.2	10D	0.078	0.325	0.001	0.121	0.117	0.005	0.058	0.287	0.007	0.009	0.011	0.002	0.012	0.008	0.005	0.014	0.008	0.008	0.009
23	0.7	0.2	10D	0.078	0.323	0.001	0.118	0.115	0.008	0.060	0.287	0.009	0.010	0.010	0.001	0.014	0.012	0.010	0.017	0.009	0.008	0.010
24	0.8	0.2	10D	0.077	0.324	0.002	0.118	0.117	0.009	0.058	0.288	0.007	0.011	0.012	0.003	0.019	0.010	0.009	0.022	0.010	0.008	0.012
25	0.6	0.4	10D	0.074	0.332	0.000	0.121	0.121	0.003	0.057	0.291	0.001	0.004	0.005	0.000	0.012	0.008	0.005	0.013	0.006	0.001	0.006
26	0.7	0.4	10D	0.075	0.331	0.000	0.122	0.122	0.002	0.056	0.291	0.001	0.004	0.005	0.000	0.011	0.007	0.004	0.013	0.005	0.002	0.006
27	0.8	0.4	10D	0.075	0.330	0.000	0.123	0.122	0.002	0.054	0.291	0.002	0.005	0.006	0.001	0.010	0.006	0.003	0.011	0.005	0.002	0.005



Πίνακας Γ - 4: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 1).

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας Soofi									Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
No	Παράμετροι			a1-w1 Weights									
	F	CR	NP	Climate/terrain	Housing	Health care/ environment	Lack of Crime	Transp o-rtation	Educa- tion	Arts	Recreat ion	Econo- mics	
1	0.6	0.6	5D	0.033	0.226	0.110	0.002	0.004	0.104	0.042	0.176	0.109	0.089
2	0.7	0.6	5D	0.034	0.225	0.110	0.005	0.006	0.105	0.045	0.177	0.109	0.091
3	0.8	0.6	5D	0.034	0.224	0.110	0.007	0.008	0.106	0.048	0.178	0.109	0.092
4	0.6	0.2	5D	0.026	0.208	0.109	0.009	0.001	0.100	0.049	0.173	0.097	0.086
5	0.7	0.2	5D	0.029	0.210	0.108	0.009	0.001	0.099	0.049	0.173	0.097	0.086
6	0.8	0.2	5D	0.028	0.208	0.108	0.006	0.000	0.095	0.047	0.172	0.097	0.085
7	0.6	0.4	5D	0.034	0.223	0.110	0.007	0.008	0.106	0.048	0.179	0.108	0.092
8	0.7	0.4	5D	0.033	0.220	0.110	0.011	0.010	0.107	0.052	0.180	0.108	0.092
9	0.8	0.4	5D	0.034	0.219	0.109	0.011	0.009	0.106	0.053	0.180	0.107	0.092
10	0.6	0.6	D	0.014	0.195	0.110	0.002	0.025	0.080	0.031	0.152	0.075	0.076
11	0.7	0.6	D	0.028	0.219	0.110	0.000	0.005	0.098	0.038	0.170	0.101	0.086
12	0.8	0.6	D	0.032	0.222	0.110	0.002	0.001	0.102	0.042	0.175	0.105	0.088
13	0.6	0.2	D	0.006	0.179	0.108	0.000	0.030	0.072	0.035	0.144	0.062	0.071
14	0.7	0.2	D	0.010	0.185	0.107	0.001	0.025	0.078	0.034	0.149	0.070	0.073
15	0.8	0.2	D	0.015	0.191	0.106	0.004	0.023	0.075	0.033	0.151	0.074	0.075
16	0.6	0.4	D	0.008	0.189	0.110	0.001	0.028	0.079	0.034	0.149	0.071	0.074
17	0.7	0.4	D	0.024	0.211	0.109	0.001	0.012	0.091	0.037	0.165	0.092	0.082
18	0.8	0.4	D	0.026	0.213	0.109	0.005	0.007	0.096	0.044	0.169	0.096	0.085
19	0.6	0.6	10D	0.034	0.225	0.110	0.004	0.006	0.105	0.045	0.177	0.109	0.090
20	0.7	0.6	10D	0.035	0.223	0.110	0.009	0.009	0.107	0.050	0.180	0.109	0.092
21	0.8	0.6	10D	0.035	0.222	0.110	0.012	0.011	0.108	0.053	0.180	0.109	0.093
22	0.6	0.2	10D	0.032	0.215	0.109	0.011	0.007	0.105	0.052	0.177	0.103	0.090
23	0.7	0.2	10D	0.032	0.213	0.109	0.008	0.005	0.102	0.050	0.177	0.101	0.089
24	0.8	0.2	10D	0.033	0.214	0.108	0.008	0.007	0.101	0.052	0.178	0.103	0.089
25	0.6	0.4	10D	0.036	0.222	0.110	0.011	0.011	0.107	0.053	0.181	0.109	0.093
26	0.7	0.4	10D	0.035	0.221	0.110	0.012	0.012	0.108	0.054	0.181	0.109	0.093
27	0.8	0.4	10D	0.035	0.220	0.110	0.013	0.012	0.108	0.056	0.181	0.108	0.094



Αντικειμενική συνάρτηση 2

Πίνακας Γ - 5: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 2

No	Παράμετροι			mean scores										std scores												average
	F	CR	NP	Albuquerque, NM	Providence, RI	St. Paul, MN	Charlotte, NC	Milwaukee, WI	Portland, OR	Columbus, OH	Orlando, FL	Birmingham, AL	Fort Worth, TX	Sacramento, CA	Albuquerque, NM	Providence, RI	St. Paul, MN	Charlotte, NC	Milwaukee, WI	Portland, OR	Columbus, OH	Orlando, FL	Birmingham, AL	Fort Worth, TX	Sacramento, CA	
1	0.6	0.6	5D	0.613	0.740	0.757	0.506	0.726	0.565	0.477	0.360	0.425	0.269	0.332	0.119	0.057	0.074	0.112	0.102	0.114	0.105	0.156	0.083	0.072	0.057	0.096
2	0.7	0.6	5D	0.601	0.739	0.762	0.509	0.730	0.554	0.476	0.346	0.437	0.266	0.332	0.129	0.062	0.061	0.110	0.095	0.123	0.105	0.158	0.075	0.066	0.049	0.094
3	0.8	0.6	5D	0.605	0.733	0.750	0.510	0.724	0.558	0.467	0.351	0.425	0.271	0.333	0.129	0.067	0.074	0.119	0.104	0.123	0.113	0.157	0.080	0.072	0.051	0.099
4	0.6	0.2	5D	0.606	0.735	0.748	0.506	0.717	0.561	0.461	0.356	0.413	0.269	0.320	0.111	0.057	0.074	0.105	0.094	0.108	0.099	0.147	0.072	0.063	0.044	0.088
5	0.7	0.2	5D	0.605	0.737	0.764	0.488	0.737	0.560	0.476	0.337	0.424	0.277	0.325	0.120	0.058	0.065	0.108	0.092	0.110	0.106	0.144	0.076	0.063	0.044	0.090
6	0.8	0.2	5D	0.610	0.748	0.756	0.503	0.731	0.569	0.475	0.338	0.427	0.268	0.322	0.100	0.062	0.071	0.089	0.080	0.103	0.103	0.127	0.080	0.062	0.046	0.084
7	0.6	0.4	5D	0.623	0.743	0.758	0.516	0.719	0.578	0.470	0.360	0.423	0.270	0.336	0.114	0.056	0.073	0.117	0.108	0.107	0.103	0.154	0.068	0.063	0.048	0.092
8	0.7	0.4	5D	0.605	0.740	0.757	0.503	0.728	0.560	0.468	0.357	0.422	0.268	0.331	0.124	0.058	0.069	0.116	0.099	0.117	0.097	0.156	0.072	0.083	0.066	0.096
9	0.8	0.4	5D	0.604	0.736	0.766	0.498	0.739	0.562	0.476	0.336	0.427	0.279	0.335	0.128	0.066	0.068	0.116	0.096	0.120	0.103	0.155	0.073	0.076	0.049	0.095
10	0.6	0.6	D	0.614	0.736	0.767	0.498	0.732	0.571	0.479	0.340	0.426	0.293	0.347	0.128	0.057	0.071	0.123	0.106	0.120	0.110	0.168	0.085	0.093	0.071	0.103
11	0.7	0.6	D	0.614	0.739	0.758	0.508	0.722	0.565	0.472	0.351	0.421	0.281	0.337	0.116	0.058	0.072	0.119	0.106	0.110	0.110	0.161	0.080	0.067	0.050	0.095
12	0.8	0.6	D	0.621	0.737	0.765	0.509	0.729	0.573	0.474	0.361	0.426	0.286	0.352	0.146	0.074	0.081	0.142	0.120	0.138	0.127	0.178	0.081	0.090	0.065	0.113
13	0.6	0.2	D	0.624	0.744	0.742	0.512	0.717	0.589	0.460	0.358	0.412	0.272	0.332	0.102	0.059	0.077	0.109	0.105	0.095	0.108	0.137	0.091	0.073	0.061	0.092
14	0.7	0.2	D	0.598	0.732	0.761	0.489	0.729	0.551	0.468	0.338	0.417	0.282	0.325	0.130	0.065	0.081	0.121	0.108	0.126	0.108	0.148	0.080	0.067	0.051	0.099
15	0.8	0.2	D	0.610	0.741	0.757	0.491	0.732	0.573	0.488	0.335	0.418	0.296	0.337	0.121	0.060	0.085	0.126	0.107	0.118	0.122	0.164	0.092	0.095	0.065	0.105
16	0.6	0.4	D	0.610	0.739	0.768	0.487	0.738	0.567	0.481	0.352	0.412	0.290	0.340	0.118	0.061	0.067	0.123	0.097	0.112	0.111	0.163	0.086	0.097	0.082	0.101
17	0.7	0.4	D	0.597	0.741	0.768	0.486	0.744	0.555	0.492	0.331	0.429	0.287	0.331	0.124	0.061	0.073	0.113	0.098	0.119	0.110	0.156	0.081	0.089	0.061	0.099
18	0.8	0.4	D	0.615	0.746	0.766	0.494	0.736	0.565	0.487	0.329	0.437	0.280	0.334	0.119	0.059	0.070	0.113	0.094	0.116	0.100	0.153	0.082	0.067	0.049	0.093
19	0.6	0.6	10D	0.598	0.731	0.770	0.492	0.731	0.547	0.473	0.337	0.430	0.278	0.329	0.117	0.055	0.066	0.115	0.100	0.111	0.105	0.142	0.073	0.077	0.061	0.093
20	0.7	0.6	10D	0.603	0.750	0.769	0.493	0.748	0.563	0.492	0.354	0.424	0.282	0.344	0.126	0.065	0.068	0.123	0.100	0.125	0.109	0.166	0.076	0.095	0.075	0.102
21	0.8	0.6	10D	0.622	0.740	0.753	0.525	0.716	0.576	0.458	0.380	0.423	0.269	0.348	0.140	0.064	0.082	0.134	0.128	0.126	0.129	0.170	0.084	0.081	0.071	0.110
22	0.6	0.2	10D	0.596	0.750	0.766	0.482	0.750	0.558	0.493	0.316	0.434	0.278	0.319	0.097	0.054	0.072	0.091	0.079	0.103	0.085	0.125	0.072	0.062	0.045	0.081
23	0.7	0.2	10D	0.588	0.736	0.760	0.487	0.737	0.537	0.479	0.324	0.432	0.275	0.318	0.117	0.054	0.072	0.115	0.098	0.115	0.084	0.138	0.065	0.059	0.046	0.088
24	0.8	0.2	10D	0.618	0.742	0.774	0.483	0.742	0.566	0.482	0.338	0.428	0.282	0.337	0.119	0.060	0.070	0.109	0.090	0.114	0.106	0.138	0.079	0.083	0.061	0.094
25	0.6	0.4	10D	0.592	0.741	0.766	0.490	0.738	0.550	0.479	0.332	0.427	0.272	0.320	0.119	0.055	0.061	0.112	0.085	0.118	0.090	0.129	0.063	0.060	0.051	0.086
26	0.7	0.4	10D	0.625	0.744	0.759	0.509	0.722	0.579	0.460	0.364	0.414	0.273	0.333	0.116	0.056	0.066	0.112	0.100	0.109	0.108	0.146	0.071	0.066	0.064	0.092
27	0.8	0.4	10D	0.618	0.737	0.749	0.512	0.718	0.575	0.463	0.353	0.411	0.274	0.335	0.121	0.059	0.078	0.121	0.110	0.118	0.110	0.154	0.074	0.067	0.052	0.097



- 91 -



Πίνακας Γ - 7: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 2

No	Παράμετροι			mean Weights									std Weights									average
	F	CR	NP	Climate/ terrain	Housing	Health care/ environment	Lack of Crime	Transportati on	Education	Arts	Recreation	Economics	Climate/ terrain	Housing	Health care/ environment	Lack of Crime	Transportati on	Education	Arts	Recreation	Economics	
1	0.6	0.6	5D	0.041	0.039	0.194	0.190	0.162	0.202	0.091	0.043	0.036	0.036	0.030	0.160	0.141	0.152	0.144	0.082	0.064	0.032	0.093
2	0.7	0.6	5D	0.043	0.040	0.190	0.216	0.168	0.185	0.087	0.037	0.035	0.038	0.030	0.145	0.163	0.157	0.131	0.087	0.030	0.031	0.090
3	0.8	0.6	5D	0.047	0.037	0.187	0.212	0.169	0.187	0.082	0.040	0.039	0.039	0.029	0.166	0.156	0.159	0.146	0.094	0.040	0.037	0.096
4	0.6	0.2	5D	0.046	0.039	0.191	0.197	0.166	0.190	0.083	0.045	0.041	0.041	0.038	0.139	0.137	0.136	0.128	0.075	0.042	0.034	0.086
5	0.7	0.2	5D	0.045	0.034	0.220	0.198	0.159	0.172	0.089	0.043	0.041	0.038	0.027	0.159	0.138	0.151	0.125	0.082	0.041	0.035	0.088
6	0.8	0.2	5D	0.046	0.036	0.217	0.188	0.157	0.197	0.085	0.038	0.035	0.040	0.032	0.160	0.128	0.135	0.144	0.082	0.036	0.033	0.088
7	0.6	0.4	5D	0.046	0.034	0.197	0.179	0.173	0.197	0.096	0.038	0.039	0.033	0.028	0.140	0.141	0.152	0.142	0.089	0.034	0.034	0.088
8	0.7	0.4	5D	0.044	0.037	0.189	0.213	0.171	0.184	0.078	0.047	0.036	0.036	0.030	0.143	0.150	0.144	0.133	0.083	0.088	0.029	0.093
9	0.8	0.4	5D	0.045	0.034	0.198	0.205	0.170	0.170	0.105	0.041	0.032	0.044	0.030	0.143	0.146	0.155	0.144	0.115	0.033	0.028	0.093
10	0.6	0.6	D	0.051	0.034	0.195	0.201	0.173	0.151	0.110	0.052	0.033	0.049	0.024	0.125	0.146	0.157	0.130	0.104	0.094	0.027	0.095
11	0.7	0.6	D	0.050	0.033	0.194	0.194	0.170	0.181	0.095	0.041	0.042	0.049	0.027	0.148	0.154	0.150	0.147	0.091	0.034	0.040	0.093
12	0.8	0.6	D	0.046	0.033	0.191	0.198	0.184	0.167	0.095	0.051	0.035	0.041	0.029	0.179	0.177	0.186	0.179	0.092	0.072	0.030	0.109
13	0.6	0.2	D	0.054	0.034	0.189	0.181	0.174	0.194	0.088	0.052	0.035	0.049	0.034	0.142	0.123	0.151	0.114	0.076	0.080	0.031	0.089
14	0.7	0.2	D	0.048	0.036	0.198	0.216	0.167	0.155	0.091	0.049	0.040	0.047	0.036	0.159	0.156	0.152	0.127	0.092	0.048	0.040	0.095
15	0.8	0.2	D	0.053	0.039	0.201	0.181	0.153	0.175	0.113	0.054	0.030	0.049	0.034	0.159	0.149	0.160	0.143	0.123	0.077	0.025	0.102
16	0.6	0.4	D	0.041	0.034	0.195	0.192	0.161	0.176	0.106	0.057	0.037	0.031	0.029	0.143	0.133	0.161	0.141	0.082	0.110	0.034	0.096
17	0.7	0.4	D	0.048	0.035	0.210	0.199	0.140	0.179	0.104	0.044	0.040	0.044	0.030	0.162	0.157	0.147	0.154	0.112	0.070	0.036	0.101
18	0.8	0.4	D	0.049	0.033	0.231	0.190	0.156	0.174	0.090	0.042	0.036	0.042	0.036	0.162	0.145	0.150	0.140	0.085	0.036	0.033	0.092
19	0.6	0.6	10D	0.042	0.040	0.207	0.216	0.176	0.151	0.090	0.041	0.037	0.031	0.034	0.137	0.134	0.146	0.121	0.076	0.069	0.032	0.087
20	0.7	0.6	10D	0.042	0.032	0.188	0.213	0.148	0.196	0.090	0.056	0.034	0.036	0.031	0.135	0.151	0.155	0.161	0.087	0.091	0.033	0.098
21	0.8	0.6	10D	0.047	0.035	0.170	0.206	0.193	0.184	0.078	0.050	0.037	0.052	0.028	0.152	0.162	0.181	0.139	0.078	0.084	0.035	0.101
22	0.6	0.2	10D	0.044	0.036	0.235	0.198	0.128	0.191	0.088	0.043	0.037	0.038	0.034	0.134	0.125	0.111	0.131	0.079	0.035	0.035	0.080
23	0.7	0.2	10D	0.047	0.040	0.214	0.219	0.143	0.177	0.082	0.037	0.042	0.042	0.034	0.144	0.152	0.122	0.139	0.069	0.033	0.037	0.086
24	0.8	0.2	10D	0.043	0.031	0.229	0.193	0.168	0.161	0.091	0.050	0.035	0.038	0.028	0.156	0.157	0.149	0.117	0.098	0.070	0.033	0.094
25	0.6	0.4	10D	0.043	0.038	0.204	0.214	0.155	0.180	0.092	0.039	0.036	0.036	0.034	0.146	0.145	0.135	0.120	0.078	0.030	0.028	0.083
26	0.7	0.4	10D	0.044	0.031	0.208	0.184	0.185	0.181	0.078	0.046	0.041	0.041	0.029	0.143	0.141	0.157	0.126	0.067	0.071	0.037	0.090
27	0.8	0.4	10D	0.050	0.034	0.190	0.192	0.176	0.189	0.090	0.046	0.034	0.040	0.026	0.150	0.152	0.158	0.137	0.093	0.039	0.026	0.091



Πίνακας Γ - 8: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 2).

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας Soofi									Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	
No	Παράμετροι			a1-w1 Weights									
	F	CR	NP	Climate/ terrain	Housing	Health care/ environ ment	Lack of Crime	Transp o- rtation	Educa- tion	Arts	Recreat ion	Econo- mics	
1	0.6	0.6	5D	0.069	0.071	0.084	0.080	0.052	0.092	0.019	0.067	0.074	0.067
2	0.7	0.6	5D	0.067	0.070	0.080	0.106	0.058	0.075	0.023	0.073	0.075	0.070
3	0.8	0.6	5D	0.063	0.073	0.077	0.102	0.059	0.077	0.028	0.070	0.071	0.069
4	0.6	0.2	5D	0.064	0.071	0.081	0.087	0.056	0.080	0.027	0.065	0.069	0.067
5	0.7	0.2	5D	0.065	0.076	0.110	0.088	0.049	0.062	0.021	0.067	0.069	0.067
6	0.8	0.2	5D	0.064	0.074	0.107	0.078	0.047	0.087	0.025	0.072	0.075	0.070
7	0.6	0.4	5D	0.064	0.076	0.087	0.069	0.063	0.087	0.014	0.072	0.071	0.067
8	0.7	0.4	5D	0.066	0.073	0.079	0.103	0.061	0.074	0.032	0.063	0.074	0.069
9	0.8	0.4	5D	0.065	0.076	0.088	0.095	0.060	0.060	0.005	0.069	0.078	0.066
10	0.6	0.6	D	0.059	0.076	0.085	0.091	0.063	0.041	0.000	0.058	0.077	0.061
11	0.7	0.6	D	0.060	0.077	0.084	0.084	0.060	0.071	0.015	0.069	0.068	0.065
12	0.8	0.6	D	0.064	0.077	0.081	0.088	0.074	0.057	0.015	0.059	0.075	0.066
13	0.6	0.2	D	0.056	0.076	0.079	0.071	0.064	0.084	0.022	0.058	0.075	0.065
14	0.7	0.2	D	0.062	0.074	0.088	0.106	0.057	0.045	0.019	0.061	0.070	0.065
15	0.8	0.2	D	0.057	0.071	0.091	0.071	0.043	0.065	0.003	0.056	0.080	0.060
16	0.6	0.4	D	0.069	0.076	0.085	0.082	0.051	0.066	0.004	0.053	0.073	0.062
17	0.7	0.4	D	0.062	0.075	0.100	0.089	0.030	0.069	0.006	0.066	0.070	0.063
18	0.8	0.4	D	0.061	0.077	0.121	0.080	0.046	0.064	0.020	0.068	0.074	0.068
19	0.6	0.6	10D	0.068	0.070	0.097	0.106	0.066	0.041	0.020	0.069	0.073	0.068
20	0.7	0.6	10D	0.068	0.078	0.078	0.103	0.038	0.086	0.020	0.054	0.076	0.067
21	0.8	0.6	10D	0.063	0.075	0.060	0.096	0.083	0.074	0.032	0.060	0.073	0.069
22	0.6	0.2	10D	0.066	0.074	0.125	0.088	0.018	0.081	0.022	0.067	0.073	0.068
23	0.7	0.2	10D	0.063	0.070	0.104	0.109	0.033	0.067	0.028	0.073	0.068	0.068
24	0.8	0.2	10D	0.067	0.079	0.119	0.083	0.058	0.051	0.019	0.060	0.075	0.068
25	0.6	0.4	10D	0.067	0.072	0.094	0.104	0.045	0.070	0.018	0.071	0.074	0.068
26	0.7	0.4	10D	0.066	0.079	0.098	0.074	0.075	0.071	0.032	0.064	0.069	0.070
27	0.8	0.4	10D	0.060	0.076	0.080	0.082	0.066	0.079	0.020	0.064	0.076	0.067

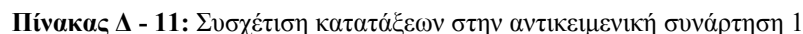
**ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Δ: Διαχείριση στερεών αποβλήτων****Αντικειμενική συνάρτηση 1**

Πίνακας Δ - 9: Μέση τιμή των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 1

No	Παράμετροι			mean scores																						average
	F	CR	NP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	0.6	0.6	5D	0.511	0.500	0.506	0.531	0.553	0.554	0.533	0.569	0.557	0.530	0.563	0.547	0.529	0.557	0.539	0.522	0.540	0.523	0.502	0.539	0.545	0.485	0.533
2	0.7	0.6	5D	0.511	0.500	0.506	0.531	0.553	0.554	0.533	0.569	0.557	0.530	0.563	0.546	0.529	0.557	0.539	0.522	0.540	0.523	0.502	0.539	0.545	0.485	0.533
3	0.8	0.6	5D	0.511	0.500	0.507	0.531	0.553	0.553	0.533	0.569	0.557	0.530	0.563	0.546	0.529	0.557	0.539	0.522	0.539	0.522	0.501	0.539	0.545	0.485	0.533
4	0.6	0.2	5D	0.503	0.498	0.509	0.529	0.551	0.549	0.532	0.568	0.556	0.528	0.561	0.543	0.528	0.554	0.535	0.521	0.536	0.518	0.499	0.539	0.544	0.481	0.531
5	0.7	0.2	5D	0.503	0.498	0.509	0.528	0.551	0.549	0.531	0.569	0.555	0.528	0.562	0.543	0.527	0.554	0.535	0.520	0.535	0.518	0.500	0.539	0.545	0.481	0.531
6	0.8	0.2	5D	0.504	0.498	0.509	0.529	0.551	0.548	0.531	0.568	0.556	0.528	0.561	0.543	0.528	0.554	0.535	0.521	0.536	0.518	0.499	0.539	0.544	0.480	0.531
7	0.6	0.4	5D	0.511	0.499	0.508	0.531	0.554	0.553	0.533	0.570	0.557	0.530	0.564	0.546	0.529	0.556	0.538	0.523	0.539	0.521	0.500	0.537	0.545	0.485	0.533
8	0.7	0.4	5D	0.512	0.499	0.508	0.531	0.554	0.552	0.533	0.570	0.556	0.530	0.564	0.546	0.529	0.556	0.538	0.523	0.538	0.521	0.500	0.538	0.545	0.485	0.533
9	0.8	0.4	5D	0.511	0.498	0.508	0.531	0.554	0.552	0.533	0.570	0.557	0.530	0.564	0.546	0.529	0.555	0.537	0.523	0.538	0.521	0.500	0.537	0.545	0.484	0.533
10	0.6	0.6	D	0.494	0.496	0.510	0.525	0.546	0.544	0.529	0.566	0.556	0.526	0.557	0.537	0.526	0.551	0.532	0.519	0.533	0.515	0.498	0.541	0.544	0.477	0.528
11	0.7	0.6	D	0.508	0.498	0.509	0.530	0.552	0.551	0.532	0.569	0.556	0.529	0.562	0.544	0.528	0.554	0.536	0.522	0.537	0.519	0.499	0.538	0.545	0.483	0.532
12	0.8	0.6	D	0.510	0.498	0.508	0.530	0.553	0.551	0.532	0.569	0.556	0.529	0.563	0.546	0.529	0.555	0.537	0.522	0.537	0.520	0.500	0.538	0.545	0.483	0.532
13	0.6	0.2	D	0.491	0.495	0.510	0.524	0.544	0.542	0.529	0.565	0.557	0.525	0.556	0.535	0.526	0.551	0.530	0.518	0.533	0.513	0.496	0.541	0.542	0.475	0.527
14	0.7	0.2	D	0.494	0.497	0.509	0.526	0.548	0.544	0.530	0.566	0.556	0.526	0.559	0.539	0.526	0.553	0.532	0.519	0.534	0.515	0.498	0.542	0.544	0.477	0.529
15	0.8	0.2	D	0.494	0.498	0.509	0.526	0.549	0.545	0.530	0.568	0.556	0.526	0.560	0.540	0.526	0.553	0.533	0.519	0.535	0.516	0.499	0.542	0.544	0.477	0.529
16	0.6	0.4	D	0.494	0.497	0.510	0.526	0.547	0.545	0.530	0.566	0.556	0.526	0.558	0.538	0.527	0.552	0.533	0.519	0.534	0.516	0.498	0.539	0.543	0.477	0.529
17	0.7	0.4	D	0.500	0.498	0.509	0.528	0.551	0.548	0.531	0.568	0.555	0.528	0.561	0.542	0.527	0.553	0.535	0.520	0.535	0.517	0.500	0.540	0.544	0.480	0.531
18	0.8	0.4	D	0.500	0.498	0.509	0.528	0.551	0.548	0.531	0.568	0.555	0.527	0.561	0.543	0.527	0.553	0.535	0.520	0.535	0.517	0.500	0.540	0.545	0.480	0.530
19	0.6	0.6	10D	0.511	0.501	0.506	0.531	0.553	0.554	0.533	0.569	0.557	0.531	0.563	0.547	0.529	0.557	0.539	0.522	0.540	0.523	0.502	0.539	0.545	0.485	0.534
20	0.7	0.6	10D	0.511	0.501	0.506	0.531	0.553	0.554	0.533	0.569	0.558	0.531	0.563	0.547	0.529	0.557	0.540	0.522	0.540	0.523	0.502	0.539	0.545	0.485	0.534
21	0.8	0.6	10D	0.511	0.500	0.507	0.531	0.553	0.554	0.533	0.569	0.557	0.530	0.563	0.547	0.529	0.557	0.539	0.522	0.540	0.523	0.502	0.539	0.545	0.485	0.533
22	0.6	0.2	10D	0.506	0.498	0.509	0.529	0.552	0.549	0.532	0.569	0.556	0.528	0.562	0.543	0.528	0.554	0.535	0.522	0.536	0.519	0.499	0.538	0.544	0.482	0.531
23	0.7	0.2	10D	0.506	0.498	0.509	0.530	0.553	0.550	0.532	0.569	0.556	0.529	0.563	0.544	0.528	0.554	0.536	0.522	0.537	0.519	0.499	0.538	0.545	0.483	0.532
24	0.8	0.2	10D	0.506	0.498	0.509	0.530	0.553	0.550	0.532	0.569	0.556	0.529	0.563	0.544	0.528	0.555	0.536	0.522	0.537	0.520	0.499	0.539	0.545	0.483	0.532
25	0.6	0.4	10D	0.511	0.499	0.508	0.531	0.554	0.553	0.533	0.570	0.557	0.530	0.564	0.546	0.529	0.556	0.538	0.523	0.539	0.522	0.500	0.538	0.545	0.485	0.533
26	0.7	0.4	10D	0.511	0.500	0.508	0.531	0.554	0.553	0.533	0.570	0.557	0.530	0.564	0.546	0.529	0.556	0.538	0.523	0.539	0.522	0.501	0.538	0.545	0.485	0.533
27	0.8	0.4	10D	0.511	0.499	0.508	0.531	0.554	0.553	0.533	0.570	0.557	0.530	0.564	0.546	0.529	0.556	0.538	0.523	0.539	0.521	0.500	0.538	0.545	0.485	0.533

Πίνακας Δ - 10: Τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σکور) στην αντικειμενική συνάρτηση 1

No	Παράμετροι			std scores																						average
	F	CR	NP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	0.6	0.6	5D	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
2	0.7	0.6	5D	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.001
3	0.8	0.6	5D	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
4	0.6	0.2	5D	0.007	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004	0.003
5	0.7	0.2	5D	0.006	0.004	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.003	0.003	0.004	0.004
6	0.8	0.2	5D	0.006	0.005	0.005	0.004	0.006	0.005	0.003	0.005	0.003	0.004	0.006	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.006	0.005	0.004	0.003	0.003	0.006	0.004
7	0.6	0.4	5D	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001
8	0.7	0.4	5D	0.002	0.002	0.003	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
9	0.8	0.4	5D	0.003	0.003	0.003	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.003	0.002
10	0.6	0.6	D	0.014	0.006	0.003	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.004	0.005	0.008	0.009	0.004	0.007	0.007	0.005	0.009	0.008	0.005	0.004	0.003	0.009	0.007
11	0.7	0.6	D	0.007	0.003	0.002	0.003	0.005	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.004	0.002	0.004	0.004	0.003	0.005	0.004	0.003	0.002	0.002	0.005	0.004
12	0.8	0.6	D	0.006	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.002	0.004	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	0.004	0.003	0.003	0.006	0.005	0.003	0.002	0.002	0.004	0.004
13	0.6	0.2	D	0.010	0.006	0.005	0.006	0.008	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.008	0.009	0.005	0.006	0.007	0.005	0.007	0.007	0.006	0.004	0.004	0.007	0.006
14	0.7	0.2	D	0.010	0.006	0.005	0.005	0.008	0.006	0.004	0.006	0.004	0.005	0.008	0.006	0.004	0.006	0.005	0.005	0.008	0.007	0.006	0.003	0.003	0.008	0.006
15	0.8	0.2	D	0.011	0.006	0.006	0.006	0.009	0.007	0.005	0.006	0.004	0.006	0.008	0.006	0.006	0.007	0.006	0.007	0.010	0.008	0.007	0.004	0.005	0.008	0.007
16	0.6	0.4	D	0.012	0.005	0.006	0.006	0.010	0.007	0.005	0.008	0.005	0.005	0.009	0.008	0.005	0.007	0.006	0.006	0.010	0.007	0.009	0.011	0.003	0.010	0.007
17	0.7	0.4	D	0.010	0.004	0.004	0.005	0.007	0.006	0.004	0.005	0.003	0.004	0.006	0.005	0.004	0.006	0.005	0.005	0.008	0.007	0.004	0.004	0.003	0.007	0.005
18	0.8	0.4	D	0.012	0.004	0.003	0.004	0.005	0.006	0.004	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.003	0.004	0.004	0.004	0.006	0.005	0.005	0.004	0.003	0.006	0.005
19	0.6	0.6	10D	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.7	0.6	10D	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
21	0.8	0.6	10D	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
22	0.6	0.2	10D	0.005	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.002	0.003	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004	0.003
23	0.7	0.2	10D	0.005	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.004	0.004	0.002	0.003	0.004	0.003
24	0.8	0.2	10D	0.006	0.004	0.004	0.003	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.005	0.004	0.004	0.002	0.002	0.004	0.004
25	0.6	0.4	10D	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001
26	0.7	0.4	10D	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002
27	0.8	0.4	10D	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002



- 96 -



Πίνακας Δ - 12: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 1

No	Παράμετροι			mean Weights								std Weights								average
	F	CR	NP	Cost	Global effects	Health effects	Acidificative releases	Surface water releases	Technical feasibility	Employees	Resource recovery	Cost	Global effects	Health effects	Acidificative releases	Surface water releases	Technical feasibility	Employees	Resource recovery	
1	0.6	0.6	5D	0.185	0.460	0.000	0.309	0.000	0.015	0.031	0.000	0.006	0.004	0.000	0.001	0.000	0.005	0.003	0.000	0.002
2	0.7	0.6	5D	0.183	0.459	0.000	0.309	0.000	0.016	0.032	0.000	0.003	0.002	0.000	0.001	0.000	0.002	0.002	0.000	0.001
3	0.8	0.6	5D	0.185	0.457	0.000	0.308	0.000	0.015	0.033	0.002	0.005	0.004	0.000	0.003	0.000	0.004	0.004	0.003	0.003
4	0.6	0.2	5D	0.194	0.370	0.000	0.293	0.000	0.019	0.048	0.076	0.016	0.055	0.000	0.013	0.000	0.010	0.014	0.051	0.020
5	0.7	0.2	5D	0.197	0.372	0.000	0.295	0.000	0.015	0.042	0.079	0.015	0.052	0.000	0.013	0.000	0.010	0.018	0.047	0.020
6	0.8	0.2	5D	0.199	0.379	0.000	0.292	0.000	0.014	0.046	0.070	0.022	0.055	0.001	0.020	0.000	0.010	0.018	0.047	0.022
7	0.6	0.4	5D	0.183	0.455	0.000	0.308	0.000	0.015	0.034	0.004	0.007	0.007	0.000	0.004	0.000	0.005	0.005	0.006	0.004
8	0.7	0.4	5D	0.186	0.454	0.000	0.308	0.000	0.013	0.033	0.007	0.009	0.011	0.000	0.006	0.000	0.006	0.007	0.010	0.006
9	0.8	0.4	5D	0.187	0.448	0.000	0.305	0.000	0.013	0.035	0.010	0.010	0.017	0.000	0.008	0.000	0.007	0.009	0.013	0.008
10	0.6	0.6	D	0.204	0.295	0.000	0.275	0.000	0.025	0.068	0.132	0.036	0.124	0.000	0.032	0.000	0.022	0.035	0.111	0.045
11	0.7	0.6	D	0.191	0.421	0.000	0.300	0.000	0.015	0.040	0.033	0.021	0.064	0.000	0.017	0.000	0.012	0.018	0.058	0.024
12	0.8	0.6	D	0.192	0.431	0.000	0.302	0.000	0.012	0.035	0.028	0.018	0.058	0.000	0.015	0.000	0.009	0.014	0.051	0.021
13	0.6	0.2	D	0.204	0.279	0.001	0.268	0.000	0.030	0.080	0.139	0.030	0.080	0.001	0.027	0.001	0.020	0.035	0.077	0.034
14	0.7	0.2	D	0.206	0.291	0.001	0.276	0.001	0.022	0.063	0.141	0.032	0.090	0.001	0.029	0.001	0.016	0.027	0.080	0.034
15	0.8	0.2	D	0.204	0.291	0.001	0.278	0.001	0.022	0.060	0.142	0.032	0.081	0.001	0.028	0.001	0.017	0.030	0.077	0.033
16	0.6	0.4	D	0.200	0.293	0.000	0.278	0.000	0.027	0.064	0.137	0.036	0.114	0.000	0.031	0.000	0.018	0.027	0.103	0.041
17	0.7	0.4	D	0.199	0.344	0.000	0.290	0.000	0.018	0.047	0.102	0.031	0.101	0.000	0.025	0.000	0.014	0.020	0.092	0.035
18	0.8	0.4	D	0.201	0.346	0.000	0.289	0.000	0.016	0.046	0.101	0.023	0.109	0.000	0.022	0.001	0.012	0.019	0.099	0.036
19	0.6	0.6	10D	0.184	0.459	0.000	0.309	0.000	0.016	0.032	0.000	0.003	0.002	0.000	0.001	0.000	0.003	0.002	0.000	0.001
20	0.7	0.6	10D	0.183	0.459	0.000	0.309	0.000	0.016	0.032	0.000	0.002	0.001	0.000	0.001	0.000	0.002	0.001	0.000	0.001
21	0.8	0.6	10D	0.184	0.458	0.000	0.309	0.000	0.016	0.032	0.001	0.004	0.003	0.000	0.002	0.000	0.003	0.003	0.002	0.002
22	0.6	0.2	10D	0.190	0.399	0.000	0.297	0.000	0.017	0.045	0.051	0.017	0.044	0.000	0.014	0.000	0.009	0.014	0.039	0.017
23	0.7	0.2	10D	0.191	0.404	0.000	0.299	0.000	0.015	0.040	0.050	0.016	0.041	0.000	0.013	0.000	0.010	0.017	0.037	0.017
24	0.8	0.2	10D	0.191	0.402	0.000	0.299	0.000	0.016	0.041	0.051	0.018	0.045	0.000	0.015	0.000	0.010	0.015	0.040	0.018
25	0.6	0.4	10D	0.183	0.458	0.000	0.309	0.000	0.015	0.034	0.002	0.006	0.005	0.000	0.003	0.000	0.004	0.005	0.002	0.003
26	0.7	0.4	10D	0.184	0.457	0.000	0.308	0.000	0.015	0.033	0.003	0.007	0.006	0.000	0.004	0.000	0.005	0.005	0.003	0.004
27	0.8	0.4	10D	0.186	0.450	0.000	0.307	0.000	0.014	0.034	0.009	0.009	0.014	0.000	0.006	0.000	0.007	0.009	0.011	0.007



Πίνακας Δ - 13: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 1).

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας από μελέτη Sarkis(2000)								Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.27	0.016	0.096	0.047	0.09	0.26	0.05	0.14	
No	Παράμετροι			a1-w1 Weights								
	F	CR	NP	Cost	Global effects	Health effects	Acidificat ive releases	Surface water releases	Technical feasibilit y	Employe es	Resource recovery	
1	0.6	0.6	5D	0.085	0.444	0.096	0.262	0.090	0.245	0.019	0.140	0.173
2	0.7	0.6	5D	0.087	0.443	0.096	0.262	0.090	0.244	0.018	0.140	0.172
3	0.8	0.6	5D	0.085	0.441	0.096	0.261	0.090	0.245	0.017	0.138	0.172
4	0.6	0.2	5D	0.076	0.354	0.096	0.246	0.090	0.241	0.002	0.064	0.146
5	0.7	0.2	5D	0.073	0.356	0.096	0.248	0.090	0.245	0.008	0.061	0.147
6	0.8	0.2	5D	0.071	0.363	0.096	0.245	0.090	0.246	0.004	0.070	0.148
7	0.6	0.4	5D	0.087	0.439	0.096	0.261	0.090	0.245	0.016	0.136	0.171
8	0.7	0.4	5D	0.084	0.438	0.096	0.261	0.090	0.247	0.017	0.133	0.171
9	0.8	0.4	5D	0.083	0.432	0.096	0.258	0.090	0.247	0.015	0.130	0.169
10	0.6	0.6	D	0.066	0.279	0.096	0.228	0.090	0.235	0.018	0.008	0.128
11	0.7	0.6	D	0.079	0.405	0.096	0.253	0.090	0.245	0.010	0.107	0.161
12	0.8	0.6	D	0.078	0.415	0.096	0.255	0.090	0.248	0.015	0.112	0.164
13	0.6	0.2	D	0.066	0.263	0.095	0.221	0.090	0.230	0.030	0.001	0.125
14	0.7	0.2	D	0.064	0.275	0.095	0.229	0.089	0.238	0.013	0.001	0.126
15	0.8	0.2	D	0.066	0.275	0.095	0.231	0.089	0.238	0.010	0.002	0.126
16	0.6	0.4	D	0.070	0.277	0.096	0.231	0.090	0.233	0.014	0.003	0.127
17	0.7	0.4	D	0.071	0.328	0.096	0.243	0.090	0.242	0.003	0.038	0.139
18	0.8	0.4	D	0.069	0.330	0.096	0.242	0.090	0.244	0.004	0.039	0.139
19	0.6	0.6	10D	0.086	0.443	0.096	0.262	0.090	0.244	0.018	0.140	0.172
20	0.7	0.6	10D	0.087	0.443	0.096	0.262	0.090	0.244	0.018	0.140	0.172
21	0.8	0.6	10D	0.086	0.442	0.096	0.262	0.090	0.244	0.018	0.139	0.172
22	0.6	0.2	10D	0.080	0.383	0.096	0.250	0.090	0.243	0.005	0.089	0.155
23	0.7	0.2	10D	0.079	0.388	0.096	0.252	0.090	0.245	0.010	0.090	0.156
24	0.8	0.2	10D	0.079	0.386	0.096	0.252	0.090	0.244	0.009	0.089	0.156
25	0.6	0.4	10D	0.087	0.442	0.096	0.262	0.090	0.245	0.016	0.138	0.172
26	0.7	0.4	10D	0.086	0.441	0.096	0.261	0.090	0.245	0.017	0.137	0.172
27	0.8	0.4	10D	0.084	0.434	0.096	0.260	0.090	0.246	0.016	0.131	0.170



Αντικειμενική συνάρτηση 2

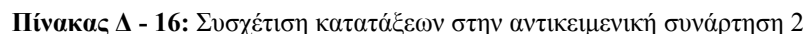
Πίνακας Δ - 14: Μέση τιμή των βαθμολογιών (σκορ) στην αντικειμενική συνάρτηση 2

No	Παράμετροι			mean scores																						average
	F	CR	NP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	0.6	0.6	5D	0.223	0.298	0.546	0.413	0.521	0.709	0.422	0.531	0.752	0.425	0.535	0.728	0.375	0.496	0.632	0.374	0.491	0.629	0.322	0.452	0.680	0.653	0.509
2	0.7	0.6	5D	0.229	0.305	0.550	0.408	0.517	0.707	0.418	0.527	0.754	0.419	0.530	0.725	0.373	0.495	0.632	0.371	0.490	0.629	0.314	0.454	0.675	0.649	0.508
3	0.8	0.6	5D	0.228	0.308	0.551	0.412	0.522	0.708	0.420	0.531	0.752	0.421	0.534	0.725	0.380	0.503	0.638	0.378	0.498	0.635	0.322	0.458	0.682	0.655	0.512
4	0.6	0.2	5D	0.222	0.295	0.538	0.424	0.523	0.705	0.433	0.532	0.746	0.436	0.537	0.723	0.387	0.498	0.629	0.386	0.494	0.626	0.334	0.446	0.677	0.653	0.511
5	0.7	0.2	5D	0.214	0.284	0.538	0.420	0.528	0.718	0.431	0.538	0.761	0.435	0.544	0.739	0.376	0.498	0.631	0.375	0.493	0.628	0.324	0.454	0.678	0.652	0.512
6	0.8	0.2	5D	0.221	0.289	0.535	0.426	0.524	0.713	0.436	0.535	0.750	0.439	0.540	0.734	0.387	0.497	0.636	0.385	0.492	0.632	0.340	0.449	0.690	0.660	0.514
7	0.6	0.4	5D	0.227	0.305	0.561	0.401	0.517	0.717	0.411	0.527	0.762	0.413	0.531	0.736	0.364	0.493	0.639	0.362	0.488	0.635	0.307	0.454	0.681	0.652	0.508
8	0.7	0.4	5D	0.224	0.304	0.554	0.406	0.518	0.707	0.415	0.528	0.753	0.417	0.532	0.725	0.371	0.496	0.633	0.370	0.492	0.629	0.314	0.450	0.679	0.653	0.508
9	0.8	0.4	5D	0.222	0.310	0.565	0.404	0.530	0.718	0.414	0.539	0.766	0.415	0.543	0.735	0.363	0.504	0.637	0.362	0.500	0.634	0.299	0.459	0.672	0.651	0.511
10	0.6	0.6	D	0.224	0.292	0.540	0.427	0.525	0.712	0.437	0.535	0.755	0.439	0.538	0.727	0.389	0.501	0.634	0.387	0.497	0.630	0.334	0.456	0.673	0.648	0.514
11	0.7	0.6	D	0.226	0.309	0.559	0.409	0.525	0.714	0.419	0.534	0.757	0.420	0.538	0.731	0.371	0.500	0.637	0.369	0.496	0.634	0.313	0.454	0.678	0.654	0.511
12	0.8	0.6	D	0.219	0.291	0.533	0.431	0.525	0.703	0.440	0.534	0.747	0.442	0.537	0.718	0.396	0.503	0.630	0.394	0.500	0.627	0.339	0.452	0.671	0.648	0.513
13	0.6	0.2	D	0.232	0.305	0.547	0.422	0.526	0.704	0.432	0.536	0.747	0.433	0.540	0.720	0.387	0.503	0.630	0.385	0.498	0.625	0.333	0.458	0.674	0.642	0.513
14	0.7	0.2	D	0.218	0.291	0.539	0.421	0.526	0.710	0.430	0.536	0.753	0.433	0.540	0.728	0.380	0.498	0.630	0.379	0.494	0.626	0.327	0.453	0.674	0.648	0.511
15	0.8	0.2	D	0.234	0.307	0.551	0.417	0.518	0.704	0.426	0.528	0.751	0.426	0.529	0.718	0.389	0.503	0.640	0.388	0.498	0.636	0.331	0.457	0.681	0.653	0.513
16	0.6	0.4	D	0.224	0.304	0.557	0.411	0.523	0.714	0.421	0.532	0.759	0.422	0.536	0.732	0.375	0.500	0.639	0.373	0.496	0.636	0.318	0.458	0.682	0.655	0.512
17	0.7	0.4	D	0.219	0.297	0.545	0.414	0.531	0.716	0.424	0.540	0.758	0.428	0.546	0.734	0.372	0.502	0.633	0.371	0.498	0.630	0.318	0.458	0.673	0.649	0.512
18	0.8	0.4	D	0.227	0.311	0.548	0.409	0.522	0.703	0.418	0.531	0.747	0.420	0.534	0.720	0.375	0.501	0.631	0.373	0.497	0.628	0.320	0.458	0.673	0.649	0.509
19	0.6	0.6	10D	0.225	0.301	0.549	0.413	0.519	0.709	0.421	0.529	0.750	0.423	0.533	0.725	0.377	0.496	0.634	0.376	0.493	0.631	0.322	0.452	0.676	0.652	0.509
20	0.7	0.6	10D	0.217	0.296	0.544	0.419	0.532	0.714	0.429	0.542	0.757	0.432	0.547	0.732	0.377	0.504	0.630	0.376	0.500	0.628	0.321	0.453	0.677	0.656	0.513
21	0.8	0.6	10D	0.229	0.302	0.553	0.410	0.515	0.713	0.418	0.525	0.757	0.419	0.527	0.730	0.375	0.495	0.642	0.374	0.490	0.639	0.318	0.452	0.684	0.659	0.510
22	0.6	0.2	10D	0.227	0.299	0.555	0.416	0.523	0.718	0.426	0.533	0.758	0.428	0.537	0.735	0.378	0.497	0.640	0.376	0.493	0.637	0.325	0.452	0.684	0.656	0.513
23	0.7	0.2	10D	0.224	0.296	0.551	0.415	0.524	0.718	0.426	0.534	0.761	0.428	0.539	0.736	0.376	0.497	0.637	0.374	0.493	0.634	0.319	0.451	0.683	0.657	0.512
24	0.8	0.2	10D	0.225	0.302	0.552	0.411	0.525	0.717	0.420	0.535	0.762	0.422	0.539	0.733	0.373	0.502	0.640	0.372	0.498	0.636	0.316	0.458	0.680	0.656	0.512
25	0.6	0.4	10D	0.220	0.294	0.549	0.416	0.522	0.714	0.426	0.532	0.759	0.428	0.536	0.733	0.380	0.497	0.638	0.379	0.493	0.635	0.324	0.453	0.683	0.659	0.512
26	0.7	0.4	10D	0.229	0.309	0.558	0.413	0.524	0.715	0.423	0.534	0.764	0.423	0.536	0.733	0.379	0.505	0.643	0.378	0.500	0.640	0.320	0.464	0.682	0.655	0.515
27	0.8	0.4	10D	0.227	0.301	0.551	0.417	0.527	0.713	0.426	0.536	0.757	0.428	0.540	0.730	0.381	0.504	0.636	0.379	0.500	0.633	0.323	0.458	0.678	0.652	0.514



Πίνακας Δ - 15: Τυπική απόκλιση των βαθμολογιών (σکور) στην αντικειμενική συνάρτηση 2

No	Παράμετροι			std scores																						average
	F	CR	NP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	0.6	0.6	5D	0.039	0.062	0.074	0.061	0.038	0.033	0.064	0.039	0.037	0.069	0.045	0.036	0.054	0.026	0.035	0.054	0.026	0.034	0.069	0.031	0.031	0.027	0.045
2	0.7	0.6	5D	0.046	0.075	0.105	0.091	0.040	0.042	0.092	0.041	0.051	0.097	0.049	0.047	0.087	0.032	0.046	0.087	0.033	0.045	0.108	0.040	0.036	0.035	0.060
3	0.8	0.6	5D	0.043	0.073	0.091	0.072	0.039	0.040	0.074	0.040	0.046	0.079	0.047	0.043	0.068	0.029	0.045	0.068	0.031	0.044	0.086	0.039	0.041	0.034	0.053
4	0.6	0.2	5D	0.049	0.073	0.103	0.094	0.042	0.057	0.094	0.043	0.064	0.097	0.050	0.061	0.096	0.033	0.057	0.096	0.034	0.057	0.108	0.043	0.042	0.039	0.065
5	0.7	0.2	5D	0.039	0.068	0.078	0.067	0.038	0.034	0.069	0.040	0.040	0.073	0.048	0.037	0.062	0.027	0.037	0.062	0.028	0.037	0.073	0.036	0.033	0.035	0.048
6	0.8	0.2	5D	0.042	0.073	0.089	0.083	0.044	0.042	0.084	0.045	0.049	0.086	0.051	0.046	0.082	0.035	0.041	0.082	0.036	0.041	0.094	0.043	0.039	0.037	0.058
7	0.6	0.4	5D	0.038	0.057	0.060	0.050	0.038	0.030	0.052	0.040	0.032	0.055	0.047	0.033	0.049	0.027	0.033	0.049	0.028	0.033	0.059	0.033	0.032	0.032	0.041
8	0.7	0.4	5D	0.038	0.066	0.088	0.071	0.039	0.045	0.072	0.041	0.053	0.076	0.048	0.049	0.067	0.030	0.046	0.067	0.031	0.046	0.083	0.042	0.035	0.035	0.053
9	0.8	0.4	5D	0.045	0.071	0.083	0.067	0.046	0.042	0.070	0.047	0.045	0.075	0.056	0.048	0.063	0.031	0.043	0.063	0.032	0.042	0.082	0.043	0.040	0.038	0.053
10	0.6	0.6	D	0.042	0.065	0.079	0.068	0.038	0.034	0.069	0.039	0.039	0.073	0.047	0.041	0.066	0.029	0.038	0.067	0.031	0.038	0.077	0.038	0.035	0.030	0.049
11	0.7	0.6	D	0.043	0.072	0.094	0.072	0.039	0.035	0.073	0.040	0.041	0.078	0.049	0.040	0.066	0.025	0.041	0.066	0.026	0.040	0.085	0.041	0.037	0.035	0.052
12	0.8	0.6	D	0.038	0.066	0.095	0.087	0.037	0.050	0.087	0.039	0.057	0.089	0.046	0.054	0.092	0.029	0.041	0.092	0.030	0.041	0.105	0.042	0.037	0.034	0.059
13	0.6	0.2	D	0.051	0.073	0.116	0.105	0.053	0.065	0.106	0.055	0.075	0.111	0.063	0.070	0.102	0.041	0.075	0.101	0.042	0.075	0.117	0.039	0.057	0.056	0.075
14	0.7	0.2	D	0.045	0.068	0.092	0.074	0.040	0.040	0.076	0.042	0.043	0.080	0.050	0.044	0.073	0.028	0.047	0.073	0.030	0.046	0.085	0.035	0.039	0.033	0.054
15	0.8	0.2	D	0.046	0.074	0.105	0.088	0.039	0.047	0.089	0.041	0.055	0.093	0.050	0.051	0.084	0.031	0.055	0.084	0.032	0.054	0.103	0.047	0.043	0.039	0.061
16	0.6	0.4	D	0.037	0.060	0.074	0.065	0.039	0.033	0.066	0.041	0.037	0.070	0.049	0.038	0.062	0.029	0.037	0.063	0.029	0.037	0.079	0.035	0.035	0.033	0.048
17	0.7	0.4	D	0.035	0.067	0.078	0.070	0.039	0.032	0.072	0.040	0.038	0.076	0.047	0.036	0.066	0.030	0.037	0.066	0.031	0.037	0.082	0.036	0.034	0.033	0.049
18	0.8	0.4	D	0.043	0.070	0.099	0.093	0.038	0.047	0.093	0.040	0.052	0.096	0.048	0.052	0.094	0.026	0.047	0.094	0.026	0.048	0.107	0.037	0.043	0.045	0.061
19	0.6	0.6	10D	0.034	0.060	0.073	0.062	0.031	0.035	0.063	0.032	0.038	0.066	0.039	0.037	0.063	0.022	0.037	0.063	0.023	0.037	0.077	0.029	0.036	0.034	0.045
20	0.7	0.6	10D	0.037	0.058	0.079	0.068	0.040	0.046	0.069	0.041	0.055	0.072	0.048	0.049	0.068	0.030	0.046	0.068	0.031	0.046	0.081	0.040	0.033	0.030	0.052
21	0.8	0.6	10D	0.039	0.072	0.089	0.078	0.038	0.033	0.080	0.039	0.036	0.084	0.047	0.039	0.074	0.030	0.037	0.075	0.032	0.037	0.087	0.036	0.038	0.037	0.053
22	0.6	0.2	10D	0.039	0.058	0.084	0.071	0.041	0.041	0.073	0.042	0.048	0.077	0.049	0.042	0.066	0.031	0.046	0.066	0.032	0.045	0.078	0.039	0.034	0.034	0.052
23	0.7	0.2	10D	0.042	0.072	0.083	0.076	0.042	0.048	0.077	0.044	0.050	0.081	0.052	0.053	0.073	0.027	0.038	0.073	0.028	0.038	0.082	0.037	0.036	0.031	0.054
24	0.8	0.2	10D	0.046	0.071	0.085	0.067	0.044	0.036	0.068	0.045	0.042	0.073	0.054	0.041	0.061	0.030	0.045	0.061	0.032	0.044	0.074	0.042	0.038	0.036	0.051
25	0.6	0.4	10D	0.037	0.064	0.074	0.067	0.037	0.034	0.068	0.038	0.036	0.072	0.045	0.037	0.062	0.025	0.038	0.062	0.026	0.038	0.071	0.033	0.030	0.031	0.047
26	0.7	0.4	10D	0.041	0.076	0.091	0.070	0.042	0.036	0.072	0.043	0.042	0.078	0.052	0.041	0.062	0.032	0.040	0.062	0.034	0.040	0.083	0.044	0.041	0.036	0.053
27	0.8	0.4	10D	0.042	0.070	0.086	0.076	0.044	0.045	0.078	0.045	0.052	0.083	0.053	0.050	0.070	0.032	0.041	0.070	0.033	0.041	0.088	0.040	0.034	0.036	0.055



- 101 -



Πίνακας Δ - 17: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση των συντελεστών βαρύτητας στην αντικειμενική συνάρτηση 2

No	Παράμετροι			mean Weights								std Weights								average
	F	CR	NP	Cost	Global effects	Health effects	Acidificative releases	Surface water releases	Technical feasibility	Employees	Resource recovery	Cost	Global effects	Health effects	Acidificative releases	Surface water releases	Technical feasibility	Employees	Resource recovery	
1	0.6	0.6	5D	0.068	0.227	0.085	0.045	0.104	0.127	0.117	0.226	0.041	0.103	0.053	0.034	0.077	0.085	0.090	0.094	0.072
2	0.7	0.6	5D	0.068	0.230	0.081	0.046	0.103	0.125	0.134	0.214	0.048	0.126	0.062	0.033	0.072	0.119	0.121	0.117	0.087
3	0.8	0.6	5D	0.064	0.221	0.079	0.046	0.097	0.138	0.129	0.227	0.052	0.124	0.066	0.033	0.084	0.104	0.116	0.118	0.087
4	0.6	0.2	5D	0.057	0.226	0.079	0.057	0.107	0.143	0.111	0.220	0.049	0.103	0.063	0.046	0.074	0.129	0.095	0.115	0.084
5	0.7	0.2	5D	0.063	0.208	0.088	0.041	0.128	0.127	0.114	0.231	0.052	0.113	0.066	0.039	0.089	0.096	0.101	0.123	0.085
6	0.8	0.2	5D	0.071	0.225	0.073	0.049	0.113	0.141	0.092	0.236	0.048	0.132	0.054	0.037	0.086	0.123	0.090	0.128	0.087
7	0.6	0.4	5D	0.069	0.226	0.079	0.048	0.112	0.110	0.129	0.227	0.049	0.105	0.056	0.036	0.082	0.082	0.087	0.104	0.075
8	0.7	0.4	5D	0.059	0.224	0.084	0.050	0.103	0.125	0.131	0.223	0.044	0.122	0.063	0.040	0.078	0.101	0.104	0.111	0.083
9	0.8	0.4	5D	0.051	0.226	0.082	0.049	0.125	0.112	0.143	0.210	0.046	0.118	0.066	0.037	0.093	0.099	0.120	0.111	0.086
10	0.6	0.6	D	0.061	0.220	0.080	0.047	0.113	0.142	0.125	0.210	0.048	0.115	0.054	0.029	0.080	0.102	0.104	0.111	0.080
11	0.7	0.6	D	0.057	0.215	0.076	0.059	0.113	0.120	0.125	0.236	0.041	0.113	0.054	0.039	0.077	0.102	0.135	0.124	0.086
12	0.8	0.6	D	0.055	0.218	0.088	0.043	0.101	0.162	0.131	0.205	0.041	0.115	0.063	0.033	0.085	0.130	0.112	0.119	0.087
13	0.6	0.2	D	0.079	0.210	0.081	0.047	0.106	0.127	0.124	0.226	0.067	0.114	0.075	0.042	0.076	0.118	0.115	0.118	0.090
14	0.7	0.2	D	0.062	0.203	0.093	0.042	0.106	0.138	0.120	0.235	0.048	0.122	0.069	0.036	0.085	0.111	0.108	0.123	0.088
15	0.8	0.2	D	0.069	0.208	0.073	0.043	0.093	0.149	0.142	0.223	0.051	0.120	0.074	0.041	0.071	0.117	0.134	0.124	0.091
16	0.6	0.4	D	0.061	0.215	0.075	0.051	0.117	0.124	0.129	0.228	0.043	0.107	0.056	0.038	0.078	0.097	0.104	0.122	0.081
17	0.7	0.4	D	0.058	0.218	0.095	0.046	0.113	0.125	0.118	0.225	0.044	0.125	0.061	0.035	0.078	0.095	0.107	0.132	0.085
18	0.8	0.4	D	0.058	0.216	0.089	0.056	0.093	0.129	0.124	0.235	0.046	0.127	0.071	0.042	0.082	0.122	0.105	0.123	0.090
19	0.6	0.6	10D	0.055	0.230	0.086	0.057	0.098	0.134	0.118	0.222	0.040	0.107	0.064	0.038	0.071	0.094	0.096	0.103	0.077
20	0.7	0.6	10D	0.053	0.221	0.083	0.050	0.121	0.132	0.120	0.220	0.043	0.120	0.060	0.039	0.084	0.101	0.085	0.112	0.081
21	0.8	0.6	10D	0.062	0.238	0.072	0.050	0.102	0.134	0.126	0.215	0.048	0.119	0.058	0.039	0.073	0.113	0.107	0.128	0.086
22	0.6	0.2	10D	0.066	0.241	0.074	0.054	0.116	0.123	0.113	0.213	0.054	0.114	0.059	0.038	0.080	0.098	0.090	0.114	0.081
23	0.7	0.2	10D	0.062	0.242	0.075	0.048	0.123	0.125	0.120	0.205	0.041	0.121	0.066	0.042	0.102	0.110	0.097	0.119	0.087
24	0.8	0.2	10D	0.059	0.226	0.082	0.045	0.113	0.129	0.132	0.214	0.052	0.123	0.062	0.040	0.081	0.090	0.104	0.126	0.085
25	0.6	0.4	10D	0.059	0.217	0.074	0.048	0.119	0.134	0.125	0.225	0.039	0.108	0.052	0.035	0.078	0.088	0.083	0.109	0.074
26	0.7	0.4	10D	0.068	0.205	0.064	0.046	0.123	0.127	0.140	0.228	0.049	0.113	0.053	0.035	0.084	0.098	0.127	0.116	0.084
27	0.8	0.4	10D	0.062	0.233	0.082	0.048	0.114	0.128	0.127	0.206	0.045	0.122	0.057	0.037	0.089	0.103	0.117	0.127	0.087

Πίνακας Δ - 18: Μέση απόλυτη απόκλιση των εκτιμώμενων και των πραγματικών συντελεστών βαρύτητας (αντικειμενική συνάρτηση 2).

Αντικειμενική συνάρτηση 1				Συντελεστές βαρύτητας από μελέτη Sarkis(2000)								Μέση απόλυτη απόκλιση
				0.27	0.016	0.096	0.047	0.09	0.26	0.05	0.14	
No	Παράμετροι			a1-w1 Weights								
	F	CR	NP	Cost	Global effects	Health effects	Acidificat ive releases	Surface water releases	Technical feasibilit y	Employe es	Resource recovery	
1	0.6	0.6	5D	0.202	0.211	0.011	0.002	0.014	0.133	0.067	0.086	0.091
2	0.7	0.6	5D	0.202	0.214	0.015	0.001	0.013	0.135	0.084	0.074	0.092
3	0.8	0.6	5D	0.206	0.205	0.017	0.001	0.007	0.122	0.079	0.087	0.090
4	0.6	0.2	5D	0.213	0.210	0.017	0.010	0.017	0.117	0.061	0.080	0.091
5	0.7	0.2	5D	0.207	0.192	0.008	0.006	0.038	0.133	0.064	0.091	0.092
6	0.8	0.2	5D	0.199	0.209	0.023	0.002	0.023	0.119	0.042	0.096	0.089
7	0.6	0.4	5D	0.201	0.210	0.017	0.001	0.022	0.150	0.079	0.087	0.096
8	0.7	0.4	5D	0.211	0.208	0.012	0.003	0.013	0.135	0.081	0.083	0.093
9	0.8	0.4	5D	0.219	0.210	0.014	0.002	0.035	0.148	0.093	0.070	0.099
10	0.6	0.6	D	0.209	0.204	0.016	0.000	0.023	0.118	0.075	0.070	0.089
11	0.7	0.6	D	0.213	0.199	0.020	0.012	0.023	0.140	0.075	0.096	0.097
12	0.8	0.6	D	0.215	0.202	0.008	0.004	0.011	0.098	0.081	0.065	0.085
13	0.6	0.2	D	0.191	0.194	0.015	0.000	0.016	0.133	0.074	0.086	0.089
14	0.7	0.2	D	0.208	0.187	0.003	0.005	0.016	0.122	0.070	0.095	0.088
15	0.8	0.2	D	0.201	0.192	0.023	0.004	0.003	0.111	0.092	0.083	0.089
16	0.6	0.4	D	0.209	0.199	0.021	0.004	0.027	0.136	0.079	0.088	0.096
17	0.7	0.4	D	0.212	0.202	0.001	0.001	0.023	0.135	0.068	0.085	0.091
18	0.8	0.4	D	0.212	0.200	0.007	0.009	0.003	0.131	0.074	0.095	0.091
19	0.6	0.6	10D	0.215	0.214	0.010	0.010	0.008	0.126	0.068	0.082	0.092
20	0.7	0.6	10D	0.217	0.205	0.013	0.003	0.031	0.128	0.070	0.080	0.093
21	0.8	0.6	10D	0.208	0.222	0.024	0.003	0.012	0.126	0.076	0.075	0.093
22	0.6	0.2	10D	0.204	0.225	0.022	0.007	0.026	0.137	0.063	0.073	0.095
23	0.7	0.2	10D	0.208	0.226	0.021	0.001	0.033	0.135	0.070	0.065	0.095
24	0.8	0.2	10D	0.211	0.210	0.014	0.002	0.023	0.131	0.082	0.074	0.093
25	0.6	0.4	10D	0.211	0.201	0.022	0.001	0.029	0.126	0.075	0.085	0.094
26	0.7	0.4	10D	0.202	0.189	0.032	0.001	0.033	0.133	0.090	0.088	0.096
27	0.8	0.4	10D	0.208	0.217	0.014	0.001	0.024	0.132	0.077	0.066	0.092