

Σύγκριση Μεθόδων Αξιολόγησης Προμηθευτών

Διπλωματική Εργασία για το
Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών στη
Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα

Φαράσογλου Ελένη

Υπό την επίβλεψη του Καθηγητή
Σφακιανάκη Μ.

Πειραιάς, 2013

Περιεχόμενα

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
Γενικά.....	4
Σκοπός και δομή εργασίας	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ	5
1.1 Κατηγορηματική Μέθοδος (Categorical Method)	5
1.2 Μέθοδος με Βαρύτητες (Weighted Method).....	6
1.3 Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP)	8
1.3.1 Λειτουργία μεθόδου AHP	10
1.3.2 Ιστορικά Στοιχεία	12
1.3.3 Το μαθηματικό μοντέλο της μεθόδου	12
1.3.4 Κατανόηση της μεθόδου	13
1.3.5 Αρχές και Αξιώματα που διέπουν την AHP	16
1.3.6 Τρόπος Μέτρησης με Αναλογικές Κλίμακες στην AHP.....	17
1.3.7 Τρόπος Στάθμισης κριτηρίων και Εναλλακτικών Επιλογών	20
1.3.8 Εφαρμογές της μεθόδου AHP	21
1.4 Ανάλυση Φακέλου Δεδομένων (DEA)	27
1.4.1 Μέτρηση σχετικής αποδοτικότητας	28
1.4.2 Μαθηματική διατύπωση του μοντέλου της DEA.....	29
1.4.3 Γραφική αναπαράσταση της μεθόδου	31
1.4.4 Διαδικασία μεθόδου DEA	34
1.4.5 Πλεονεκτήματα της προσέγγισης DEA.....	35
1.4.6 Περιορισμοί της DEA.....	36
1.5 Θεωρία Χρησιμότητας Πολλαπλών Χαρακτηριστικών (MAUT).....	36
1.6 Cost Ratio	37
1.7 Ολικό Κόστος Ιδιοκτησίας (Total Cost of Ownership - TCO).....	38
1.8 Μοντέλο επιλογής προμηθευτών βάσει περιβαλλοντικής απόδοσης.....	40
1.9 Μοντέλο επιλογής πολλαπλών χαρακτηριστικών (MSM)	41
1.10 Προγραμματισμός πολλαπλών στόχων (MOP).....	42
1.11 Σύστημα αξιολόγησης της απόδοσης πολλαπλών κριτηρίων (SMAVE).....	42
1.12 Προσέγγιση μέγιστου - ελάχιστου (max - min approach).....	43
1.13 Σύστημα Αξιολόγησης και Επιλογής Πιθανών Προμηθευτών (SESOPS).....	43
1.14 Principal Components Analysis	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	49
2.1 DEA.....	49
2.2 Μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού.....	53
2.2.1 Γραμμικός Προγραμματισμός	53
2.2.2 Ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός	54
2.2.4 Ακέραιος μη γραμμικού προγραμματισμός.....	54
2.2.5 Προγραμματισμός Στόχου	55
2.2.6 Προγραμματισμός Πολλαπλών Στόχων	55
2.3 Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP).....	55
2.4 Case based reasoning (CBR)	57
2.5 Analytic Network Process (ANP)	57
2.6 Θεωρία ασαφών συνόλων	58
2.7 Απλή τεχνική βαθμολογία πολλαπλών χαρακτηριστικών (SMART)	59
2.8 Κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτών.....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ	69
3.1 Σκοπός της έρευνας.....	69
3.2 Επιλογή μεταβλητών ερωτηματολογίου και δείγματος.....	69
3.3 Προφίλ δείγματος.....	74
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	74
4.1 Περιγραφική στατιστική.....	74
4.2 Στατιστική Ανάλυση με τη μέθοδο AHP	79
4.2.1 Υπολογισμός Σημαντικότητας Κριτηρίων με τη μέθοδο AHP	79
4.2.2 Υπολογισμός Σημαντικότητας Υπό-Κριτηρίων με τη μέθοδο AHP	84
4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων περιγραφικής στατιστικής και μεθόδου AHP.....	88
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συμπεράσματα και επεκτάσεις.....	90
5.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων	90
5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις.....	92
Βιβλιογραφία.....	93
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	104

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γενικά

Η λήψη της απόφασης του κατάλληλου προμηθευτή είναι μία διαδικασία περίπλοκη αλλά και κρίσιμη για τις επιχειρήσεις και αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό ερώτημα που έχει απασχολήσει έντονα και μακροχρόνια την επιστημονική κοινότητα. Παρόλο που έχουν αναπτυχθεί πολλές σχετικές μεθοδολογίες, οι περισσότερες επιχειρήσεις επιλέγουν απλούστερους τρόπους οι οποίοι όμως δεν εξασφαλίζουν το βέλτιστο αποτέλεσμα και την αντικειμενικότητα.

Σκοπός και δομή εργασίας

Η εφαρμογή και χρήση μεθόδου αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτή από τις επιχειρήσεις αποτελεί ένα πολυπαραγοντικό θέμα προς μελέτη. Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στη σύγκριση των μεθόδων πολυκριτηριακής αξιολόγησης των υποψήφιων προμηθευτών και την απεικόνιση των αποτελεσμάτων των δύο πιο ευρέως διαδεδομένων μεθόδων απόδοσης βαρών στα κριτήρια επιλογής. Για την επίτευξη εξαγωγής των παραπάνω συμπερασμάτων, διενεργήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση των υπάρχουσών μεθοδολογιών, των εφαρμογών τους και των επεκτάσεων τους και διενεργήθηκε έρευνα με ερωτηματολόγιο στον κλάδο των Super Market.

Στόχος της έρευνας ήταν η προσομείωση μίας ομάδας λήψης απόφασης λίγων ατόμων όπως είναι τα στελέχη μίας επιχείρησης, για τον προσδιορισμό των βαρών των κριτηρίων στην επιλογή προμηθευτή προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας με χρήση των δύο σημαντικότερων μεθοδολογιών με απώτερο σκοπό τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των μεθόδων.

Το ερωτηματολόγιο της έρευνας μορφοποιήθηκε βάση της διαθέσιμης βιβλιογραφίας ώστε να επικεντρώνεται στα σημαντικά και επίκαιρα σημεία και να καλύπτει το μεγαλύτερο εύρος των χρησιμοποιούμενων κριτηρίων. Οι απαντήσεις αναλύθηκαν με περιγραφική στατιστική συχνοτήτων και τη μέθοδο AHP.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται αναλυτική περιγραφή των μεθόδων επιλογής προμηθευτή, της βιβλιογραφικής ανασκόπησης που χρησιμοποιήθηκε και του τρόπου σχεδιασμού και διεξαγωγής της έρευνας. Επίσης, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της έρευνας και οι προχωρημένες αναλύσεις για τον υπολογισμό των βαρών των κριτηρίων, με χρήση του μοντέλων AHP. Τέλος, γίνεται μία σύνοψη των συμπερασμάτων της έρευνας και προτάσεων για μελλοντικές επεκτάσεις της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΩΝ

1.1 Κατηγορηματική Μέθοδος (Categorical Method)

Σε αυτή τη μέθοδο, τα χαρακτηριστικά των προμηθευτών αξιολογούνται και συνήθως κατηγοριοποιούνται ως “καλά”, “ικανοποιητικά”, “αδιάφορα” και “μη ικανοποιητικά”. Καθώς η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται κυρίως στην εμπειρία και την ικανότητα του αγοραστή (Timmerman, 1986), καταρτίζονται ειδικοί πίνακες αντιστοίχισης κάθε χαρακτηριστικού απόδοσης του προμηθευτή με την ανάλογη βαθμολογία του. Συνήθως αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται από το Τμήμα Προμηθειών με τη συμμετοχή των υπευθύνων των πωλήσεων. Ο πίνακας αυτός θα πρέπει να διατηρείται επικαιροποιημένος με την τρέχουσα αξιολόγηση των προμηθευτών για τη σωστή λήψη αποφάσεων. Οι υπεύθυνοι πωλήσεων, ποιοτικού ελέγχου και παραγωγής παραθέτουν την άποψη τους σχετικά με την απόδοση του προμηθευτή σε σημαντικά θέματα για το τμήμα τους, καταθέτοντας περιοδικά τις βαθμολογίες τους, για κάθε έναν από τους υποψήφιους προμηθευτές. Τέλος, ο αγοραστής συγκεντρώνει τις βαθμολογίες και ορίζει το τελικό σκορ του κάθε προμηθευτή.

Το βασικό πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η αξιολόγηση γίνεται συστηματικά. Όμως, τα μειονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι σημαντικά επισκιάζοντας τα πλεονεκτήματα. Η μέθοδος δεν στηρίζεται σε αντικειμενικά κριτήρια, με αποτέλεσμα σπάνια να οδηγεί σε βελτίωση της κατάστασης, καθώς

τείνει να υιοθετεί την υποκειμενική άποψη των στελεχών. Ένα επίσης πολύ σημαντικό μειονέκτημα είναι ότι όλα τα κριτήρια αξιολόγησης έχουν τον ίδιο συντελεστή βαρύτητας (Nydick et al., 1992).

1.2 Μέθοδος με Βαρύτητες (Weighted Method)

Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην Categorical Method αλλά χωρίς το σοβαρό πρόβλημα της υποκειμενικότητας της προηγούμενης μεθόδου. Η διαφορά βρίσκεται στους πίνακες με την αξιολόγηση του κάθε προμηθευτή, όπου για κάθε χαρακτηριστικό υπάρχει κι ένας συντελεστής βαρύτητας ο οποίος καθορίζεται από τον αγοραστή. Η μέθοδος αυτή έχει καθιερωθεί ως ένα από τα πλέον εύχρηστα και ευρέως διαδεδομένα μοντέλα επιλογής προμηθευτή.

Συγκεκριμένα στη μέθοδο αυτή, χρησιμοποιείται ένας αριθμός κριτηρίων επιλογής στα οποία έχουν αποδοθεί διάφοροι συντελεστές βαρύτητας που συνήθως καθορίζονται υποκειμενικά από τον αγοραστή. Για κάθε προμηθευτή υπολογίζεται μία βαθμολογία, αθροίζοντας την απόδοσή του σε κάθε κριτήριο, πολλαπλασιασμένη με την αντίστοιχη βαρύτητα (Weber et al., 1991). Ο προμηθευτής με την υψηλότερη σταθμισμένη συνολική βαθμολογία επιλέγεται ως ο καταλληλότερος μεταξύ των υποψηφίων.

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής, συμπεριλαμβάνεται το γεγονός ότι δίνει σχετικά αντιπροσωπευτική εικόνα της συνολικής απόδοσης των διάφορων προμηθευτών και επιτρέπει στους υπεύθυνους προμηθειών να είναι πιο αντικειμενικοί στην κρίση τους. Επίσης, η μέθοδος δίνει τη δυνατότητα στον αγοραστή να καθορίσει περισσότερα κριτήρια και να προσαρμόσει τους συντελεστές βαρύτητας ανάλογα με τις ιδιαίτερες ανάγκες που έχει η επιχείρηση. Το μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι στη δυσκολία που παρουσιάζεται στον ακριβή ορισμό και στην αντιπροσωπευτική ποσοτικοποίηση των αποδόσεων των προμηθευτών σε ποιοτικά κριτήρια (Kasilingam, 1998).

Παράδειγμα

Έστω ότι μια επιχείρηση που θέλει να αξιολογήσει τους υποψήφιους προμηθευτές της για να καταλήξει στην επιλογή ενός με τον οποίο θα συνεργαστεί, αποφασίζει ότι θα χρησιμοποιήσει 4 κριτήρια: Ποιότητα-Τιμή-Εξυπηρέτηση-Διανομή. Ο συντελεστής βαρύτητας του κάθε κριτηρίου έχει υπολογιστεί ανάλογα με τη σχετική σημαντικότητά του σύμφωνα με τον αγοραστή βαθμολογώντας από το 0 για το πιο ασήμαντο κριτήριο, έως 1 για το πιο σημαντικό κριτήριο. Επιπλέον, θεωρούμε πως οι υποψήφιοι προμηθευτές που αποτελούν εναλλακτικές επιλογές για την επιχείρηση είναι 4 (Προμηθευτής 1, Προμηθευτής 2, Προμηθευτής 3, Προμηθευτής 4).

Ο πίνακας παρακάτω μας παρουσιάζει τις βαθμολογίες του κάθε προμηθευτή για κάθε κριτήριο καθώς και τους αντίστοιχους συντελεστές βαρύτητας για κάθε κριτήριο:

	Συντ. Βαρύτητα ς	Προμηθευτή ς 1	Προμηθευτή ς 2	Προμηθευτή ς 3	Προμηθευτή ς 4
Ποιότητα	0,45	0,48	0,55	0,47	0,33
Τιμή	0,30	0,24	0,27	0,35	0,33
Εξυπηρέτη ση	0,14	0,12	0,09	0,012	0,22
Διανομή	0,11	0,16	0,09	0,06	0,11

Πίνακας 1. Βαθμολογίες κάθε προμηθευτή για κάθε κριτήριο στη Weighted Method

Η βαθμολογία του Προμηθευτή 1 υπολογίζεται ως εξής:

$$\text{Προμηθευτής 1} = (0,45 \cdot 0,48) + (0,30 \cdot 0,24) + (0,14 \cdot 0,12) + (0,11 \cdot 0,16) = 0,32$$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται και οι τελικές βαθμολογίες των υπολοίπων:

Προμηθευτής 1	0,32
Προμηθευτής 2	0,35
Προμηθευτής 3	0,34
Προμηθευτής 4	0,29

Πίνακας 2. Τελικές βαθμολογίες προμηθευτών στη Weighted Method

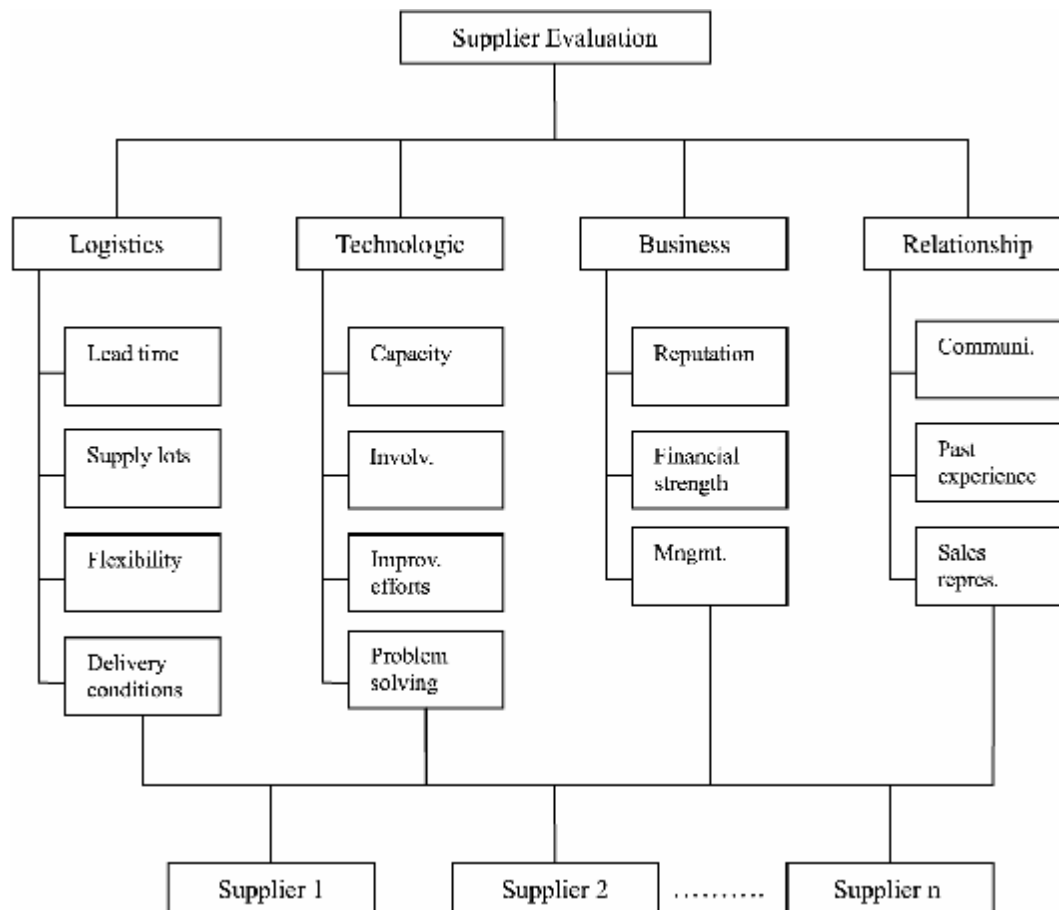
Σύμφωνα με τους παραπάνω υπολογισμούς, ο προμηθευτής που συγκεντρώνει την μεγαλύτερη σταθμισμένη βαθμολογία είναι ο Προμηθευτής 2, ο οποίος και επιλέγεται από την επιχείρηση.

1.3 Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP)

Το μοντέλο της Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process - AHP), είναι ένα από τα πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα λήψης αποφάσεων, σε περιπτώσεις πολλαπλών κριτηρίων. Είναι χρήσιμο για την εκτίμηση της βαρύτητας των διαφόρων κριτηρίων καθώς και για τη μέτρηση υποκειμενικών παραγόντων.

Ένα από τα πλεονεκτήματα του είναι ότι χειρίζεται αποτελεσματικά και με απλό τρόπο πολλά κριτήρια αξιολόγησης προμηθευτών, τόσο ποσοτικά, όσο και ποιοτικά. Δεν περιέχει εξειδικευμένα μαθηματικά, αλλά περιλαμβάνει τις αρχές της ανάλυσης (decomposition), της σύγκρισης ζευγών (pair-wise comparisons) και τη σύνθεση ανυσμάτων προτεραιότητας (priority vector synthesis) (Kahraman *et al.*, 2003, Kasilingam, 1998).

Το πρώτο βήμα του συστήματος AHP είναι η ανάπτυξη της αξιολόγησης των προμηθευτών σε ένα ιεραρχικό μοντέλο τεσσάρων επιπέδων. Παράδειγμα τέτοιου μοντέλου παρουσιάζεται στο Σχήμα.



Ο κύριος στόχος του συστήματος, δηλαδή η αξιολόγηση των προμηθευτών, βρίσκεται στο 1^ο επίπεδο που είναι και το ανώτερο στην ιεραρχία. Τα κριτήρια αξιολόγησής τους βρίσκονται στο 2^ο επίπεδο και τα υπο-κριτήρια, τα οποία χαρακτηρίζουν τα κριτήρια, στο 3^ο επίπεδο. Τέλος, στο 4^ο επίπεδο βρίσκονται οι προμηθευτές που αξιολογούνται.

Το επόμενο βήμα είναι ο καθορισμός της σχετικής βαρύτητας του κάθε κριτηρίου στο 2^ο επίπεδο και οι αντίστοιχες των υπό-κριτηρίων στο 3^ο επίπεδο. Στο βήμα αυτό, γίνεται και η βαθμολόγηση των προμηθευτών σε κάθε υπό-κριτήριο που εξετάζεται. Αυτή διενεργείται μέσω της σύγκρισης ζευγών (pair-wise comparison) με μια κλίμακα από 1 έως 10 συνήθως. Στο τρίτο βήμα, γίνεται ο υπολογισμός της σχετικής βαρύτητας των κριτηρίων και υπό-κριτηρίων με τη μέθοδο του χαρακτηριστικού ανύσματος (eigenvector method).

Στο τελευταίο βήμα, γίνεται ο συνδυασμός των συντελεστών βαρύτητας του τελευταίου επιπέδου με το αμέσως υπερκείμενό του και ούτω καθεξής, μέχρι το 1^ο επίπεδο, δίνοντας την τελική βαθμολογία για τον κάθε προμηθευτή, για κάθε κριτήριο, βάσει της οποίας μπορεί να επιλεγεί ο πιο κατάλληλος στο 1^ο επίπεδο (Cebi et al., 2003, Kasilingam, 1998).

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένα αριθμητικό παράδειγμα της χρήσης του συστήματος AHP. Σκοπός του είναι η αξιολόγηση τριών προμηθευτών Α, Β και Γ (που βρίσκονται στο χαμηλότερο επίπεδο) με βάση τα κριτήρια τιμή, παράδοση και ποιότητα (2^ο επίπεδο). Στο 3^ο επίπεδο βρίσκονται τα υπό-κριτήρια χρόνος παράδοσης και μεταβλητότητα χρόνου παράδοσης (για το κριτήριο της παράδοσης) και αριθμός ελαττωματικών και κόστος επισκευής (για το κριτήριο της ποιότητας).

1.3.1 Λειτουργία μεθόδου AHP

Η μέθοδος αυτή προτάθηκε και αναλύθηκε από τον Thomas Saaty το 1990. Αποτελεί μία πολύ σημαντική μέθοδο επίλυσης προβλημάτων επιλογής, όπου τα δεδομένα ταξινομούνται σε μια συγκεκριμένη ιεραρχία η οποία οδηγεί στην ορθή λήψη αποφάσεων.

Η AHP χρησιμοποιείται σε ένα μεγάλο εύρος προβλημάτων όπως:

- Στην επιλογή μεταξύ εναλλακτικών λύσεων όταν υπάρχουν πολλαπλοί στόχοι
- Στη κατανομή πόρων όταν βρίσκονται σε ανεπαρκή ποσότητα (scarce resources)
- Στις προβλέψεις

Η μέθοδος αυτή έχει ως βασική λειτουργία της το να ταξινομεί τις εναλλακτικές λύσεις και τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για να αξιολογηθούν οι λύσεις αυτές.

Σε πρώτη φάση, η AHP αξιολογεί τα κριτήρια που έχουν τεθεί με σκοπό να βαθμολογηθεί η σημαντικότητα τους και ο βαθμός συμβολής τους στην επίτευξη του

στόχου, δηλαδή στην ορθολογική λήψη απόφασης, λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των διαθέσιμων στοιχείων. Κατόπιν, αξιολογούνται όλα τα πιθανά εναλλακτικά σενάρια για κάθε ένα από αυτά τα κριτήρια. Η μέθοδος βασίζεται σε μια σειρά συγκρίσεων των κριτηρίων ανά ζεύγη με σκοπό να καθοριστεί η μεταξύ τους σχέση και να προσδιοριστούν οι προτεραιότητες. Το πλεονέκτημα της μεθόδου σε αυτή τη φάση της είναι ότι τα κριτήρια με τα οποία γίνονται οι συγκρίσεις και προκύπτει η τελική ιεράρχηση, δεν είναι απαραίτητο να είναι σαφώς καθορισμένα. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτής της ιδιότητας της μεθόδου είναι ότι επιτρέπει τη χρήση ως κριτήριο ακόμα και ποιοτικών ή μη μετρήσιμων παραγόντων, όπως είναι η εμπειρία και η υποκειμενική κρίση της διοίκησης. Μετά το τέλος του αλγορίθμου της μεθόδου, οι παράγοντες που έχουν την υψηλότερη βαθμολογία ή τους υψηλότερους συντελεστές βαρύτητας θεωρούνται και οι πιο σημαντικοί στη λήψη της απόφασης. Ενδεικτικά παρακάτω παρατίθεται παράδειγμα με τον τρόπο βαθμολόγησης των κριτηρίων κατά τη μέθοδο AHP.

Κριτήριο 1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Κριτήριο 2
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Πίνακας 3. Κλίμακα αξιολόγησης κριτηρίων στη μέθοδο AHP

Για τη σύγκριση δύο παραγόντων, οι παράγοντες που θέλουμε να εξετάσουμε τοποθετούνται στα άκρα της κλίμακας αξιολόγησης. Έτσι επιτυγχάνεται διπλή λειτουργία. Πρώτον, εξάγεται το συμπέρασμα για το ποιος από τους δύο παράγοντες είναι πιο σημαντικός και δεύτερον, βοηθάει στην κατανόηση του κατά πόσο υπερτερεί ο ένας παράγοντας έναντι του άλλου. Για τη διευκόλυνση της συγκριτικής αξιολόγησης μεταξύ των παραγόντων, υπάρχει μία επιπλέον κλίμακα όπου χαρακτηρίζει αυτή η σχέση των παραγόντων ως εξής:

1	Ίση	Οι παράγοντες συνεισφέρουν εξίσου στην επίτευξη του στόχου
3	Μέτρια	Ο ένας παράγοντας ευνοείται ελαφρά έναντι του άλλου
5	Ισχυρή	Ο ένας παράγοντας ευνοείται αρκετά έναντι του άλλου
7	Πολύ Ισχυρή	Υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις ότι ο ένας παράγοντας υπερισχύει του άλλου
9	Απόλυτη	Υπάρχουν πολύ ισχυρές ενδείξεις ότι ο ένας παράγοντας υπερισχύει του άλλου

Πίνακας 4. Πίνακας κλίμακας βαθμολόγησης σημαντικότητας στη μέθοδο AHP

Όταν στην εναλλακτική i , συγκρινόμενη με την εναλλακτική j , αποδίδεται μία τιμή n τότε στην j αποδίδεται η τιμή $1/n$.

1.3.2 Ιστορικά Στοιχεία

Από τα τέλη του 1960, ο Thomas L. Saaty, κατείχε σημαντική θέση σε διάφορα ερευνητικά προγράμματα του Υπουργείου Εξωτερικών των Η.Π.Α., σε θέματα όπλων και εξοπλισμών. Ο Saaty ήταν σε θέση να μπορεί να προσλάβει τους καλύτερους των καλύτερων ειδικών σε θέματα θεωρίας παιγνίων και επιστήμονες οικονομολόγους όπως, οι Gerard Debreu, John Harsanyi και Reinhard Selten, οι οποίοι και κέρδισαν βραβείο Nobel εκείνη την περίοδο. Το πρόβλημα όμως του Saaty ήταν ότι οι λύσεις που προτεινόταν από τους συνεργάτες του βασίζονταν πάνω σε γενικά και αφηρημένα μοντέλα, που αδυνατούσαν να προσαρμοστούν σε κάποιο πραγματικό πρόβλημα με αποτέλεσμα καμία να μην μπορεί να αντεπεξέλθει στις απαιτήσεις των προβλημάτων που έπρεπε να λυθούν.

Ο Saaty, μετά από χρόνια, όσο ασκούσε πλέον τα καθήκοντα του ως καθηγητής στο Wharton Business School, στην Πενσυλβανία, εξακολουθούσε να προβληματίζεται για την εύρεση ενός τρόπου επίλυσης σύνθετων προβλημάτων κάτω από συνθήκες που απαιτούσαν καθορισμό προτεραιοτήτων στην ορθή λήψη αποφάσεων. Έτσι οδηγήθηκε σε μια νέα μέθοδο, την Διαδικασία Αναλυτικής Ιεράρχησης η οποία αν και απλή, είναι εξαιρετικά ισχυρή μέθοδος για να αντιμετωπίσει οποιοδήποτε πρόβλημα λήψης αποφάσεων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης της AHP σε δύσκολες συνθήκες λήψης απόφασης είναι η Αμερικάνικη Εταιρία Δοκιμών και Υλικών A.S.T.M. (American Society for Testing and Materials), όπου χρησιμοποιείται εκτενώς.

1.3.3 Το μαθηματικό μοντέλο της μεθόδου

Η μέθοδος βασίζεται σε τρία κοινά αποδεκτά στάδια (Froman and Gass, 1999). Αυτά είναι τα εξής:

1. Δεδομένου ότι $i = 1, \dots, m$ αποτελούν τα κριτήρια της απόφασης, πρέπει να υπολογιστούν οι αντίστοιχες βαρύτητες τους, w_i
2. Για κάθε κριτήριο i , θα πρέπει να συγκριθούν οι εναλλακτικές επιλογές j , όπου $j = 1, \dots, n$ και να καθοριστούν οι βαρύτητες τους (w_{ij}) σε σχέση με το κριτήριο i .
3. Τέλος θα πρέπει να καθοριστούν οι τελικές ή ολικές βαρύτητες των εναλλακτικών επιλογών W_j σε σχέση με όλα τα κριτήρια μέσω της διανυσματικής εξίσωσης $W_j = w_{1j}w_1 + w_{2j}w_2 + \dots + w_{mj}w_m$

Οι εναλλακτικές επιλογές στη συνέχεια κατηγοριοποιούνται μέσω του διανύσματος W_j που προκύπτει, με την επικρατέστερη επιλογή να έχει την μεγαλύτερη τιμή W_j .

Το βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν όλες οι μέθοδοι λήψης απόφασης ή αξιολόγησης, είναι το ότι δεν είναι αντικειμενικές κατά τη διαδικασία υπολογισμού της βαρύτητας των κριτηρίων απόφασης καθώς επίσης και των δυνητικών ή εναλλακτικών επιλογών. Η διαφορά της AHP από τις υπόλοιπες είναι ότι ακόμα και κάτω από δύσκολες συνθήκες διατηρεί την αντικειμενικότητα της και φυσικά την ισχύ της ως εργαλείο απόφασης.

1.3.4 Κατανόηση της μεθόδου

Η μέθοδος AHP είναι η πλέον αποδεκτή μέθοδος ανά τον κόσμο στη λήψη αποφάσεων. Ειδικά γι' αυτή τη μέθοδο έχουν αναπτυχθεί ειδικά λογισμικά πακέτα όπου εφαρμόζονται όλες οι παραλλαγές της, με κάθε πιθανό συνδυασμό. Τα εξειδικευμένα όμως αυτά προγράμματα αποτελούν για τους περισσότερους χρήστες τους ένα "Μαύρο Κουτί", όπου ο χρήστης καλείται να δώσει τα απαραίτητα στοιχεία, να υποδείξει και το είδος της απόφασης που χρειάζεται να εξαχθεί από το σύστημα και απλά συγκεντρώνει τα αποτελέσματα μετά το πέρας του αλγορίθμου.

Το υπόβαθρο λειτουργίας της μεθόδου AHP συνοψίζεται στις τρεις παρακάτω λειτουργίες κατά τους Forman και Gass (1999):

1. Η Πολυπλοκότητα της Δόμησης (Structuring Complexity)
2. Η Μέτρηση σε αναλογική Κλίμακα (Measuring in a Ratio Scale), και

3. Η σύνθεση (Synthesizing)

Με τον όρο Structuring Complexity αναφερόμαστε στο σημαντικότερο πρόβλημα που προσπάθησε ο Saaty να λύσει για αρκετές δεκαετίες, την πολυπλοκότητα που εμφανίζουν οι περισσότερες καταστάσεις λήψης απόφασης. Η λύση ήταν η Ιεραρχική Δόμηση της πολυπλοκότητας σε ομοιογενείς ομάδες παραγόντων. Βέβαια και άλλοι ερευνητές πριν τον Saaty κατανόησαν αυτού του είδους την συμπεριφορά και προσπάθησαν να την εντάξουν στις θεωρίες τους χωρίς όμως τις υπόλοιπες δύο λειτουργίες, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να κατανοήσουν σε τί χρησιμεύει κάτι τέτοιο.

Για παράδειγμα, ο Simon το 1972 διατύπωσε την άποψη πάνω στο θέμα λέγοντας ότι το φαινόμενο της ιεραρχίας, πέραν του στρατού, παρατηρείται στις επιχειρήσεις απλά μελετώντας τα οργανογράμματα τους. Τέλος, λίγο πιο παλιά, το 1960, ο Whyte επισήμανε την σπουδαιότητα της ιεράρχησης λέγοντας ότι είναι η πιο ισχυρή μέθοδος που χρησιμοποιείται από τον άνθρωπο.

Η δεύτερη λειτουργία είναι η μέτρηση σε αναλογική κλίμακα. Για να αναλυθεί αυτός ο όρος θα πρέπει πρώτα να δοθούν οι ορισμοί των κλιμάκων. Παρακάτω, σύμφωνα με τον Stevens (1946), παρουσιάζονται οι τέσσερις κλίμακες:

- Η Ονομαστική (Nominal),
- Η Βαθμωτή (Ordinal),
- Η Διαστηματική (Interval) και
- Η Αναλογική (Ratio)

Η κατηγοριοποίηση και η σειρά των κλιμάκων δεν είναι τυχαία καθώς ισχύει ένας κανόνας, βάσει του οποίου βρίσκονται σε αυτή τη σειρά. Όπως βλέπουμε τις κλίμακες από πάνω προς τα κάτω όποια μέθοδος βρίσκεται κάτω εμπεριέχει τις ιδιότητες όλων των παραπάνω μεθόδων πλέον τις ιδιότητες που η ίδια έχει.

Επομένως η Αναλογική Κλίμακα πέραν των δικών της ιδιοτήτων εμπεριέχει τις ιδιότητες που έχουν και οι τρεις παραπάνω κλίμακες. Έτσι, λοιπόν, ο Saaty διαπίστωσε ότι στη μέθοδο που ήθελε να δημιουργήσει θα έπρεπε να δηλωθεί αυτή η

αναλογικότητα, η οποία όμως θα έπρεπε να υποστηρίζεται από την ύπαρξη μιας μαθηματικά σωστής και βασισμένης σε αξιώματα μεθόδου για την υλοποίηση της. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη χρήση από τον Saaty τις συγκρίσεις ανά ζεύγη των ιεραρχικών παραγόντων. Με τον τρόπο αυτό παράγονται τα αναλογικά μέτρα κλίμακας, δηλαδή οι βαρύτητες.

Κάθε μεθοδολογία που βασίζεται στην ιεραρχία θα πρέπει να χρησιμοποιεί αναλογικές προτεραιότητες για τα στοιχεία του κατωτάτου επιπέδου της ιεραρχίας. Αυτό είναι αναγκαίο διότι οι προτεραιότητες (βαρύτητες) των στοιχείων σε κάθε επίπεδο της ιεραρχίας καθορίζονται πολλαπλασιάζοντας τι προτεραιότητες του συγκεκριμένου επιπέδου με αυτές ενός επιπέδου ψηλότερα (Forman and Gass, 1999). Λόγω του ότι το γινόμενο δύο διαστηματικών μέτρων μαθηματικά δεν έχει κάποιο νόημα, οι αναλογικές κλίμακες αποδεικνύονται πολύ χρήσιμες για τον εν λόγω πολλαπλασιασμό. Πέρα όμως από το καθαρά μαθηματικό και λογικό κομμάτι της μεθόδου η παραπάνω ιδιότητα της τη βοηθά, όχι μόνο στην εξεύρεση των εναλλακτικών σχεδίων δράσης αλλά και σε προβλήματα που έχουν σχέση με προβλέψεις και με κατανομή πόρων.

Η τρίτη και τελευταία λειτουργία της μεθόδου είναι η σύνθεση. Λαμβάνοντας υπόψη τη πρώτη λέξη της μεθόδου το “Αναλυτική” καταλαβαίνουμε ότι η μέθοδος φτάνει σε βάθος την έρευνα για πιθανά στοιχεία που θα επηρεάσουν την τελική απόφαση. Στη πραγματικότητα αυτό που κάνει η μέθοδος είναι να απλοποιεί όσο περισσότερο γίνεται τις οντότητες που εισάγονται στο σύστημα της με σκοπό να τις διαχωρίσει στα μέρη που την απαρτίζουν. Αυτό όμως που κάνει τη μέθοδο ακόμα πιο ισχυρή είναι και η μοναδική ικανότητα της να συνθέτει και να συνδυάζει μεμονωμένα στοιχεία με σκοπό την δημιουργία ενός συνόλου ή μιας οντότητας. Οι σύνθετες αποφάσεις, οι προβλέψεις και η κατανομή των πόρων αποτελούν πεδία εφαρμογών στα οποία εμπεριέχονται πολλές μεταβλητές και πολλά στοιχεία, τα οποία δεν είναι εύκολο ο ανθρώπινος νους εμπειρικά και διαισθητικά να τα συνθέσει. Η ικανότητα της αυτή είναι τόσο καλά δομημένη και ισχυρή που αυτή τη στιγμή δεν υπάρχει ούτε παρόμοια μέθοδος που να είναι σε θέση να αναπαράγει αυτό που κάνει η AHP.

1.3.5 Αρχές και Αξιώματα που διέπουν την AHP

Η μέθοδος AHP εμπεριέχει τρεις βασικές αρχές. (Saaty, 1994b) Αυτές είναι:

1. Αποδόμηση (Decomposition)
2. Συγκριτικές Κρίσεις (Comparative Judgments)
3. Ιεραρχική Αποδόμηση ή Σύνθεση Προτεραιοτήτων (Hierarchic Composition or Synthesis of Priorities)

Η πρώτη Αρχή ή Αρχή της Αποδόμησης επιτρέπει στην AHP την επεξεργασία ενός εξαιρετικά σύνθετου προβλήματος από τον αλγόριθμο της και να αναλυθεί αυτό το πρόβλημα στα δομικά συστατικά του και αυτά με τη σειρά τους να δομηθούν σε μια ιεραρχία όπου θα υπάρχουν κατηγορίες και υποκατηγορίες και ούτω καθεξής.

Η Αρχή των Συγκριτικών Κρίσεων δίνει τη δυνατότητα στη μέθοδο να πραγματοποιεί συγκρίσεις ανά ζεύγη για όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των στοιχείων μιας ομάδας ή υποομάδας σε σχέση πάντα με τα περιεχόμενα στοιχεία του αμέσως προηγούμενου επιπέδου της ιεραρχίας. Εδώ στην ουσία εξάγονται οι “τοπικές” βαρύτητες των στοιχείων μιας ομάδας.

Τέλος, η Αρχή της Ιεραρχικής Αποδόμησης ή Αρχή της Σύνθεσης Προτεραιοτήτων δίνει στη μέθοδο την ικανότητα τον φυσικό και μαθηματικό πολλαπλασιασμό των “τοπικών” τιμών βαρύτητας, που εξήχθησαν από την προηγούμενη αρχή, με την ολική ή global βαρύτητα του ανώτερου επιπέδου. Με αυτό τον τρόπο παράγονται οι ολικές βαρύτητες σε ολόκληρη την ιεραρχία.

Σε αυτό το σημείο και αφού έχουν αναλυθεί πλήρως οι Αρχές που διέπουν την AHP, θα περάσουμε στα αξιώματα της μεθόδου. Όσον αφορά στα αξιώματα πάνω στα οποία η AHP στηρίζεται, αυτά είναι τα εξής σύμφωνα με τους Forman and Gass, 1999 και τους Pogarcic et al, 2008:

1. Αξίωμα της Αμοιβαιότητας (Reciprocal Axiom)
2. Αξίωμα της Ομοιογένειας (Homogeneity Axiom)
3. Αξίωμα της Σύνθεσης (Synthesis Axiom)

Το Αξίωμα της Αμοιβαιότητας υπονοεί ότι αν $P_C(A,B)$ είναι μία σύγκριση ανά ζεύγη των στοιχείων A και B σε σχέση με το στοιχείο C του ανωτέρου επιπέδου, παριστάνοντας το πόσες φορές περισσότερο το στοιχείο A κατέχει μια ιδιότητα σε σχέση με το στοιχείο B , τότε θα πρέπει να ισχύει ότι $P_C(B, A) = 1 / (P_C(A,B))$. Για παράδειγμα, αν το A είναι πέντε φορές μεγαλύτερο από το B , τότε το B είναι το ένα πέμπτο του μεγέθους του A .

Συνεχίζοντας με το Αξίωμα της Ομοιογένειας, έχουμε ότι τα στοιχεία που υπόκεινται σε σύγκριση δε θα πρέπει να διαφέρουν κατά πολύ όσον αφορά στις ιδιότητες πάνω στις οποίες γίνεται η σύγκριση. Μία παραβίαση αυτού του Αξιώματος μπορεί να επιφέρει μεγάλο πρόβλημα στο αποτέλεσμα της κρίσης που εξάγεται από τις εκάστοτε συγκρίσεις. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ομάδων από οντότητες με παρόμοια και εύκολα συγκρίσιμα χαρακτηριστικά.

Το Αξίωμα της Σύνθεσης αναφέρει ότι οι βαρύτητες των στοιχείων σε μια ιεραρχία δεν εξαρτώνται από τα στοιχεία των κατωτέρων επιπέδων. Αυτό το Αξίωμα είναι απαραίτητο για να μπορέσει να εφαρμοστεί η Αρχή της Ιεραρχικής Σύνθεσης.

Αυτό το τρίτο Αξίωμα της σύνθεσης, απαιτεί προσεκτική εξέταση καθώς έχει παρατηρηθεί να παραβιάζεται συχνά. Σε προβλήματα επιλογής είναι δυνατόν η επιλογή των εναλλακτικών να εξαρτάται από στοιχεία υψηλότερου επιπέδου, ενώ ταυτόχρονα η σημαντικότητα των στοιχείων αυτών να εξαρτάται ταυτόχρονα από τις εναλλακτικές. Όταν υπάρχει τέτοιου είδους εξάρτηση, το αξίωμα της σύνθεσης δεν είναι εφαρμόσιμο.

1.3.6 Τρόπος Μέτρησης με Αναλογικές Κλίμακες στην AHP

Σε προηγούμενη ενότητα της ανάλυσης της μεθόδου AHP αναφέρθηκε ότι η Αναλογική Κλίμακα μέτρησης είναι η πιο ολοκληρωμένη. Σε αυτή την ενότητα θα αναλυθεί το γιατί και το πώς παράγονται αναλογικά μέτρα για αντικειμενικές και υποκειμενικές πληροφορίες.

Ο τρόπος σύγκρισης που προσφέρεται μέσω της μεθόδου AHP είναι ο πλέον προηγμένος που υπάρχει. Η σύγκριση των δεδομένων σε ζεύγη έχει ως άμεσο

αποτέλεσμα την παραγωγή αδιάστατων αναλογικών προτεραιοτήτων. Μετά από αυτό το βήμα ο χρήστης της μεθόδου ερωτάται για την εκτίμηση του σχετικά την σημαντικότητα, προτίμηση ή πιθανότητα πάνω στις προηγούμενες συγκρίσεις. Πέραν του πλεονεκτήματος της παραγωγής αδιάστατων αναλογικών προτεραιοτήτων σε περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει κλίμακα, οι σχετικές εκτιμήσεις τείνουν να είναι πιο ακριβείς από τις απόλυτες εκτιμήσεις (Martin, 1973).

Για την πλήρη κατανόηση αυτού που μόλις περιγράφηκε αρκεί ένα απλό παράδειγμα. Έχουμε 1 επεξεργαστή για ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αυτός ο επεξεργαστής έχει δυνατότητα 15 GigaFlops υπολογιστικής ισχύος. Αυτό μπορεί να μετρηθεί με πιστοποιημένες μεθόδους για να επιβεβαιωθεί αυτή η εκτίμηση. Αν όμως συγκριθεί άμεσα με έναν επεξεργαστή που έχει δυνατότητα 45 GigaFlops υπολογιστικής ισχύος τότε μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι ο δεύτερος επεξεργαστής έχει 3 φορές παραπάνω σχετική δυνατότητα υπολογιστικής ισχύος. Αυτό είναι ο ορισμός της σχετικής εκτίμησης, όπου είναι πιο ακριβής από την απόλυτη μέτρηση.

Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω τα αποτελέσματα της AHP είναι αναλογικά. Όμως υπάρχει μία διαφωνία για το αν όντως κάτω από όλες τις περιπτώσεις ισχύει κάτι τέτοιο. Για παράδειγμα με την διαστηματική κλίμακα τα δεδομένα μας ακολουθούν μια εξίσωση της μορφής $y=ax + b$ ενώ στην αναλογική κλίμακα είναι της μορφής $y=ax$. Η απουσία του b είναι που εγείρει το θέμα της καθολικότητας της ισχύος της αναλογικότητας. Όμως η έλλειψη είναι που δημιουργεί το “καθαρό μηδέν” σύμφωνα με τους Forman και Gass (1999). Έτσι λοιπόν το ερώτημα που έπεται είναι το γιατί δεν υπάρχει στις συγκρίσεις μας η επιλογή του μηδέν. Γιατί πολύ απλά οι συγκρίσεις είναι σχετικές και όχι απόλυτες.

Για να γίνει περισσότερο κατανοητή η έννοια της αναλογικής κλίμακας εξετάζεται το εξής παράδειγμα. Έστω ότι ζητείται να βρεθεί το σχετικό βάρος του αντικείμενου i σε σχέση με το αντικείμενο j . Τα δύο αυτά αντικείμενα είτε θα έχουν το ίδιο βάρος (δηλαδή ο λόγος των βαρών τους θα είναι 1) είτε το αντικείμενο i θα είναι x φορές πιο βαρύ από το αντικείμενο j . Αντιστρόφως, το αντικείμενο j θα είναι $1/x$ φορές πιο βαρύ από το αντικείμενο i . Σε αυτό το σημείο ορίζεται ως a_{ij} το αποτέλεσμα αυτής της σύγκρισης. (Δεν υπάρχει κάτι που να οριοθετεί την τιμή του x αλλά λόγω του αξιώματος της ομογένειας, δεν θα πρέπει τα στοιχεία που συγκρίνονται μεταξύ τους να είναι τελείως διαφορετικά και ασυσχέιστα).

Για N τέτοια αντικείμενα, ο παρατηρητής θα εξήγαγε παρόμοια αποτελέσματα από τις συγκρίσεις και έτσι θα προέκυπτε ένας πίνακας ζευγωτών συγκρίσεων $A = (a_{ij})$, στον οποίον θα ισχύει ότι $a_{ii} = 1$ και $a_{ij} = 1/a_{ji}$. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι αρκεί να συμπληρωθούν μόνο τα $N(N-1)/2$ στοιχεία του πίνακα που βρίσκονται πάνω από την διαγώνιο, λόγω της συμμετρικής ιδιότητας του πίνακα. Για τον πίνακα A , η AHP χρησιμοποιεί το κανονικοποιημένο χαρακτηριστικό διάνυσμα (eigenvector) (Saaty, 1980). Λόγω του ότι ήδη κάθε μία σύγκριση ανά ζεύγη αποτελεί μια αναλογία, οι προκύπτουσες προτεραιότητες θα είναι επίσης αναλογικές. Ο Forman (1990) διενήργησε πειράματα τα οποία απέδειξαν ότι οι προκύπτουσες αναλογικές βαρύτητες είναι πιο ακριβείς απ' ό,τι οι μεμονωμένες συγκρίσεις.

Βέβαια, η πρωταρχική κλίμακα αξιολόγησης όπως αυτή προτάθηκε από τον ίδιο τον εμπνευστή της μεθόδου, Saaty, αποτελούνταν από φραστικές συγκρίσεις ανά ζεύγη, όπως αυτές αναφέρονται χαρακτηριστικά στο παρακάτω πίνακα. Οι λέξεις που χρησιμοποιήθηκαν αρχικά ήταν “Ίσο”, “Ασθενές”, “Δυνατό”, “Πολύ Δυνατό” και “Απόλυτο”. Αργότερα δοθήκαν και επικράτησαν οι παραπάνω φράσεις. Έτσι αυτές οι φράσεις αποδόθηκαν στους αριθμούς βαθμολογίας 1,3,5,7,9 αντίστοιχα. Οι ενδιάμεσες βαθμολογίες 2,4,6 και 8 χρησιμοποιούνται για ενδιάμεσες καταστάσεις. Η θεμελιώδης αυτή φραστική κλίμακα είναι βαθμωτή λόγω του ότι τα διαστήματα που υπάρχουν μεταξύ των φράσεων δεν είναι απαραίτητα ίσα. Αυτό για παράδειγμα σημαίνει ότι η απόσταση από το “δυνατό” στο “πολύ δυνατό” να είναι πολύ μικρότερη απ' ό,τι η απόσταση από το “πολύ δυνατό” στο “απόλυτο”.

Παρά το γεγονός όμως ότι αυτή η βαθμωτή κλίμακα που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή των κρίσεων αποτελεί ένα βαθμωτό μέτρο, η εμπειρική έρευνα του Saaty έδειξε ότι το κύριο χαρακτηριστικό διάνυσμα που προκύπτει από ένα πίνακα φραστικών συγκρίσεων συχνά δίνει προτεραιότητες που προσεγγίζουν τις πραγματικές προτεραιότητες που παράγονται από αναλογικές συγκρίσεις μετρήσιμων στοιχείων όπως το μήκος ή η φωτεινότητα. Αυτό συμβαίνει διότι όπως ο Saaty (1980), απέδειξε μαθηματικά, ο υπολογισμός του χαρακτηριστικού διανύσματος έχει μια εξομαλυντική επίδραση. Έτσι, αν υπάρχει αρκετή ποικιλία και πλεονάζοντα στοιχεία στην ιεραρχία, τα λάθη κατά την κρίση, όπως αυτά που υπεισέρχονται όταν χρησιμοποιείται η βαθμωτή κλίμακα, μειώνονται δραστικά.

Επιπλέον μπορεί να δειχθεί ότι για ένα πίνακα ζευγωτών συγκρίσεων $A=(a_{ij})$, αν είναι συνεπής (consistent), που σημαίνει ότι $a_{ij}=a_{ik}a_{kj}$, τότε οι συνιστώσες του χαρακτηριστικού διανύσματος δίνουν τις πραγματικές και αληθινές προτεραιότητες των στοιχείων που συγκρίνονται. (Mirkin, 1979, Saaty, 1980) Αν πάλι δεν υπάρχει συνέπεια στον πίνακα ζευγωτών συγκρίσεων, η ανάλυση των λαθών δείχνει ότι το χαρακτηριστικό διάνυσμα δίνει βαρύτητες οι οποίες εξακολουθούν να είναι κοντά στις πραγματικές τιμές με αποδεκτή ακρίβεια, υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι ο λήπτης των αποφάσεων δεν διενεργεί τυχαίες συγκρίσεις (Saaty, 1980).

1.3.7 Τρόπος Στάθμισης κριτηρίων και Εναλλακτικών Επιλογών

Με τη μέθοδο AHP δίνονται τρεις επιλογές εξαγωγής συμπερασμάτων όσον αφορά στον καθορισμό της σχετικής σημαντικότητας μεταξύ διαφόρων κριτηρίων ή εναλλακτικών επιλογών. Αυτές οι τρεις επιλογές είναι οι ακόλουθες:

1. Λεκτικά
2. Αριθμητικά
3. Γραφικά

Οι συγκρίσεις φυσικά γίνονται πάντα σε ζεύγη. Έτσι, για παράδειγμα, κατά την σύγκριση δύο κριτηρίων όπως το κόστος και η επίδοση, κατά την λεκτική τεχνική, ένα πιθανό αποτέλεσμα μιας τέτοιας σύγκρισης θα μπορούσε να εκφραστεί με το ότι “η επίδοση είναι αρκετά πιο σημαντική από το κόστος”. Κατά την αριθμητική τεχνική όμως θα μπορούσε αυτή η σύγκριση να απαντηθεί με το ότι “η επίδοση είναι 2,5 φορές πιο σημαντική από το κόστος”. Τέλος, ακολουθώντας την γραφική τεχνική, η απάντηση στην συγκεκριμένη σύγκριση θα αποτελούταν από δύο μπάρες, με το λόγο των υψών τους να δίνει 2,5.

Μερικοί ερευνητές έχουν αμφισβητήσει την ικανότητα των ανθρώπων που λαμβάνουν αποφάσεις όσον αφορά στη διεξαγωγή εποικοδομητικών συμπερασμάτων κατά την σύγκριση των κριτηρίων πάνω στα οποία βασίζεται μια απόφαση. Παρόλα

αυτά η μακροχρόνια χρήση της μεθόδου έχει δείξει ότι οι λήπτες αποφάσεων δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα κατά την σύγκριση κριτηρίων (Forman and Gass, 1999). Πάντως μέχρι στιγμής δεν έχει υπάρξει θέμα από όσους χρησιμοποίησαν τη μέθοδο όσον αφορά την ευκολία εξαγωγής δεδομένων. Είτε με την αριθμητική, είτε με την γραφική μέθοδο δεν έχουν υπάρξει ουσιαστικά προβλήματα, γιατί έτσι ποσοτικοποιείται άμεσα το μέγεθος της σύγκρισης. Πάνω σε αυτή την ικανότητα του ανθρώπινου νου να διεξάγει συγκρίσεις τέτοιου είδους βασίζεται η μέθοδος AHP και από αυτό αντλεί τη δύναμή της.

1.3.8 Εφαρμογές της μεθόδου AHP

Η μέθοδος AHP όπως έχει αναφερθεί πολλές φορές στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, χρησιμοποιείται σχεδόν σε όλο τον κόσμο από το σύνολο των επιχειρήσεων σε προβλήματα λήψης αποφάσεων. Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας θα γίνει μια γρήγορη αναφορά των σημαντικότερων περιπτώσεων επιτυχούς εφαρμογής της AHP.

Θα ξεκινήσουμε την ανάλυση με **προβλήματα αξιολόγησης και προτεραιότητας**. Αυτή η χρήση της μεθόδου μας ενδιαφέρει περισσότερο την παρούσα εργασία. Σε τέτοιου είδους προβλήματα αυτό που ενδιαφέρει περισσότερο είναι να γίνεται γνωστό ποια από τις εναλλακτικές λύσεις κατέχει τη μεγαλύτερη προτεραιότητα, συγκριτικά πάντα με τις υπόλοιπες, καθώς επίσης και τι απόσταση έχει από τις άλλες.

Σε γενικές γραμμές, μια αξιολόγηση συνεπάγεται την διαμόρφωση μιας εκτίμησης ή την διεξαγωγή μιας μέτρησης. Η διαμόρφωση προτεραιοτήτων αφορά στην σύγκριση δύο αντικειμένων ενώ η αξιολόγηση αφορά κάτι πιο γενικό, μια εκτίμηση η οποία προϋποθέτει την ανάλυση πολλών διαστάσεων ενός προβλήματος. Λόγω όμως του ότι η αξιολόγηση πραγματοποιείται μέσω της σύγκρισης με κάποιο στάνταρ ή με κάποια άλλα δεδομένα, μπορεί να λεχθεί ότι η αξιολόγηση γίνεται μέσω της θέσπισης προτεραιοτήτων. Εδώ παρατίθενται παραδείγματα εφαρμογής της AHP.

Πανεπιστήμιο Santiago στην Χιλή. Το 1991 το πανεπιστήμιο αιτήθηκε την κυβερνητική χρηματοδότηση δέκα έργων με αρνητικό όμως αποτέλεσμα. Οι προτάσεις για χρηματοδότηση που κατέθεσε δεν εγκρίθηκαν και ως εκ τούτου, το

πανεπιστήμιο στην προσπάθειά του να βρει κάποιον τρόπο για την κατάθεση εύστοχων αιτήσεων οι οποίες θα είχαν μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας, εφάρμοσε την μέθοδο AHP με σκοπό την ανάπτυξη των ερευνητικών αυτών προτάσεων. Το μοντέλο χρησιμοποιήθηκε για να κατατάξει τις προτάσεις σύμφωνα με την πιθανότητα επιτυχίας βασιζόμενο στο ποια κριτήρια θεωρεί η κυβέρνηση ως πιο σημαντικά προς αυτήν την κατεύθυνση. Το αποτέλεσμα της μεθόδου έδωσε μια κατάταξη με βάση τα κριτήρια αυτά και στη συνέχεια με τη βοήθεια συμβούλου επιλέχθηκαν και τροποποιήθηκαν οι τρεις επικρατέστερες προτάσεις, επιτυγχάνοντας και οι τρεις την έγκριση χρηματοδότησης (Forman and Gass, 1999).

Fulcrum Ingenieria Ltd. Στην Χιλή. Η εν λόγω επιχείρηση χρησιμοποίησε την μέθοδο AHP για να αξιολογήσει την περιβαλλοντική επίδραση των έργων αυτοκινητοδρόμου, καθώς και για την κατάταξη και επιλογή έργων σύμφωνα με το ποσοστό ρύπανσης που αυτά τα έργα προκαλούν. Σε ένα έργο κατασκευής αυτοκινητόδρομου, η Fulcrum χώρισε το έργο σε τομείς των 100 μέτρων και για τον κάθε ένα τομέα ξεχωριστά αξιολόγησε την επίδραση στο φυσικό περιβάλλον μαζί με τις επιπτώσεις του κάθε τομέα του έργου στον άνθρωπο, ώστε να μπορέσει να χαράξει την βέλτιστη διαδρομή (Forman and Gass, 1999).

Παρακάτω θα αναφερθούν περιπτώσεις **προβλημάτων επιλογής**. Σε αυτά τα προβλήματα είναι απαραίτητη η λήψη μιας απόφασης σχετικά με το ποια εναλλακτική επιλογή είναι η καταλληλότερη προς εφαρμογή μεταξύ πολλών λύσεων. Το περιβάλλον στο οποίο γίνεται η λήψη μιας τέτοιας απόφασης είναι συνήθως πολυκριτηριακό και τυπικές περιπτώσεις τέτοιων προβλημάτων αποτελούν η επιλογή προϊόντος, η επιλογή προμηθευτή, η επιλογή για την διαμόρφωση της δομής μιας επιχείρησης, η απόφαση για το ποιες πολιτικές θα πρέπει να ακολουθήσει ένας οργανισμός.

Xerox Corporation. Η επιχείρηση έχει χρησιμοποιήσει τη μέθοδο AHP σε πάνω από 50 προβλήματα αποφάσεων. Αυτά τα προβλήματα περιείχαν αποφάσεις του τμήματος έρευνας και ανάπτυξης περί της σύνθεσης του χαρτοφυλακίου των προϊόντων της επιχείρησης, την εφαρμογή διάφορων τεχνολογικών επενδύσεων και την επιλογή των σχεδίων των προϊόντων. Η μέθοδος βοήθησε επίσης την επιχείρηση στη λήψη αποφάσεων σχετικών με το μάρκετινγκ, όπως η επιλογή στόχευσης της αγοράς, η

εναρμόνιση των προϊόντων με την αγορά και η δόμηση των απαιτήσεων των πελατών.

British Columbia Ferries. Η μέθοδος εφαρμόστηκε για την επιλογή προϊόντων, προμηθευτών και συμβούλων. Ο διευθυντής αγορών, σχεδιασμού και τεχνικής υποστήριξης χρησιμοποίησε την AHP σε διάφορες εφαρμογές όπως για παράδειγμα τον καθορισμό της καλύτερης πηγής για καύσιμα (καθότι τα καύσιμα αποτελούν τη μεγαλύτερη πηγή κόστους για τέτοιου είδους επιχειρήσεις), την επιλογή συνεργάτη για νομικά και χρηματοοικονομικά θέματα καθώς και για τον σχεδιασμό πλοίων, τη επιλογή προμηθευτών ηλεκτρονικών παιχνιδιών για τα πλοία της επιχείρησης και την αξιολόγηση διάφορων προσφορών προϊόντων.

Edgewood Research Development and Engineering Center (ERDEC). Η επιχείρηση μαζί με την υπηρεσία άμυνας χημικού και βιολογικού πολέμου του αμερικανικού στρατού χρησιμοποίησαν την μέθοδο AHP για να επιλέξουν τη δομή της νέας διοικητικής δομής της ERDEC. Εξετάστηκαν διάφορα σενάρια δομών με ήδη υπάρχον δυναμικό όπως και με άλλο εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό από την αγορά εργασίας καθώς και διάφορα είδη ιεραρχίας της διοικητικής οργάνωσης (Heitz and Miller, 2005).

NASA. Εδώ η μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή του καταλληλότερου συστήματος προώθησης για την σεληνιακό όχημα Lunar Lander. Δεκατρείς (13) διαφορετικές συνθέσεις της σεληνακάτου συγκρίθηκαν σε σχέση με ένα όχημα αναφοράς, με σκοπό να εξεταστεί η επίδραση των διάφορων συνδυασμών προώθησης και τρόπου εισόδου του καυσίμου στις παραμέτρους της αποστολής και του οχήματος (Moreland and Sanders, 1993).

Η ανάλυση θα συνεχιστεί με **προβλήματα κατανομής πόρων**. Ίσως ένας από τους σημαντικότερους τομείς και δραστηριότητες μιας επιχείρησης. Η κατανομή πόρων απασχολεί τους μάνατζερ από την αρχή ύπαρξης των επιχειρήσεων. Είναι σχετικά εύκολο για μια επιχείρηση να καθορίσει το ύψος των απαιτούμενων πόρων αλλά το πώς θα τους διανείμει σωστά και αποτελεσματικά έρχεται να το απαντήσει η AHP. Η κατανομή των πόρων αποτελεί μια από τις σημαντικότερες αποφάσεις της οργανωσιακής συμπεριφοράς. Λόγω του ότι υπάρχουν πολλές προοπτικές αντίληψης των πραγμάτων, πολλοί αντικειμενικοί στόχοι προς επίτευξη και πολλές εναλλακτικές

επιλογές κατανομής των πόρων, μια διαδικασία σαν την AHP κρίνεται ιδιαίτερα απαραίτητη για να μετρήσει και να συνθέσει τις συχνά αντικρουόμενες αντικειμενικές και υποκειμενικές πληροφορίες.

Έτσι ένας οργανισμός θα πρέπει να είναι σε θέση να:

- Αναγνωρίζει τις εναλλακτικές επιλογές στον σχεδιασμό
- Αναγνωρίζει και να δομήσει τους εταιρικούς στόχους σε αντικειμενικούς στόχους, υπό-στόχους και ούτω καθεξής.
- Μετρήσει (σε μια αναλογική κλίμακα) πόσο καλά η κάθε εναλλακτική επιλογή συνεισφέρει σε κάθε ένα από τα κατώτερα επίπεδα των στόχων
- Εντοπίσει τον βέλτιστο συνδυασμό των εναλλακτικών σύμφωνα με τους περιορισμούς που τίθενται σε επίπεδο προϋπολογισμού, περιβαλλοντικών και οργανωτικών παραγόντων.

Northeast Fisheries Science Center (NEFSC). Το εν λόγω κέντρο είναι ένας κυβερνητικός οργανισμός που διενεργεί ερευνητικές αποστολές στις βορειοανατολικές ακτές της Αμερικής. Η μέθοδος AHP χρησιμοποιήθηκε με σκοπό να αξιολογήσει και να κατηγοριοποιήσει τις ήδη υπάρχουσες αποστολές ώστε να εξασφαλίσει την επαρκή υποστήριξη εκείνων, των οποίων η εκτέλεση θεωρείται ζωτικής σημασίας ως προς το όραμα και την αποστολή του οργανισμού. Αφού οι αποστολές κατηγοριοποιήθηκαν και σταθμίστηκαν με βαρύτητες που εξήχθησαν από την AHP, στη συνέχεια εισήχθησαν σε ένα μοντέλο βελτιστοποίησης με βάση το οποίο έγινε η κατανομή των πόρων του προϋπολογισμού. Έτσι η μέθοδος βοήθησε τα διοικητικά στελέχη να συνδέσουν ποσοτικά στοιχεία όπως οι πόροι του προϋπολογισμού με τις ποιοτικές εκτιμήσεις τους σχετικά με το ποιες αποστολές θα έπρεπε να προχωρήσουν (Forman and Gass, 1999).

Korea Telecommunication Authority (KTA). Στον οργανισμό τηλεπικοινωνιών της Κορέας, η AHP χρησιμοποιήθηκε για να καθορίσει τις προτεραιότητες, να εκτιμήσει τους απαραίτητους πόρους και να οδηγήσει τελικά σε μια επιτυχημένη κατανομή των πόρων αυτών της επιχείρησης. Η διαδικασία χωρίστηκε σε δύο κύρια στάδια. Στο πρώτο, δημιουργήθηκε ένα ιεραρχικό μοντέλο έξι επιπέδων απαρτιζόμενο από όλους

τους σχετικούς παράγοντες και αναγνωρίστηκαν όλες οι κρίσιμες κατηγορίες κάθε επιπέδου καθώς και οι σχέσεις μεταξύ τους. Κατά το δεύτερο στάδιο, σαράντα (40) στελέχη της επιχείρησης από το τμήμα έρευνας και ανάπτυξης και άλλα σχετικά τμήματα με αυτό, βοήθησαν στην εξαγωγή των πινάκων προτεραιοτήτων (priority matrix) για κάθε επίπεδο (Suh et al., 1994).

Οι βασικές λειτουργίες της μεθόδου AHP (δόμηση πολυπλοκότητας, μέτρηση σε αναλογική κλίμακα, σύνθεση), βρίσκουν επίσης εφαρμογή στην διαχείριση της ποιότητας καθώς και της διαχείριση της ολικής ποιότητας (total quality management). Η ποιότητα είναι πολυδιάστατη, καθώς τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται για να την αξιολογήσουν είναι και ποσοτικά αλλά και ποιοτικά. Η AHP έχει την τρόπο να συνθέσει τέτοιου είδους ποιοτικά και ποσοτικά κριτήρια.

Lartobe Steel Company. Η επιχείρηση χρησιμοποιεί την μέθοδο AHP στο συνεχές πρόγραμμα βελτίωσης της ποιότητάς της. Με την βοήθεια πληροφόρησης από τους ειδικούς της επιχείρησης, στήθηκε ένα ιεραρχικό μοντέλο πάνω στην AHP με σκοπό να εστιάσει στις περιοχές όπου χρειαζόταν επέμβαση για να βελτιωθεί η ποιότητα της παραγωγής του τελικού προϊόντος. Ο στόχος ήταν να αυξηθεί η απόδοση κατά την μετατροπή της πρώτης ύλης (ingot) σε μπιγιέτα (billet). Η μέθοδος βοήθησε στην αλληλοσυσχέτιση των παραγόντων που επιδρούν στην απόδοση της παραγωγής και το αποτέλεσμα ήταν η σημαντική βελτίωση των δεικτών απόδοσης. Επιπροσθέτως, το μοντέλο χρησίμευσε και ως εργαλείο μάθησης, διότι έδωσε έμφαση στην ομαδική εργασία, παρείχε δόμηση στις ομαδικές αποφάσεις και τέλος αποτέλεσε την απαραίτητη πλατφόρμα πάνω στην οποία θα μπορούσαν να γίνονται συνεχείς συζητήσεις και αλλαγές για την περαιτέρω βελτίωση της παραγωγικής δυνατότητας (Forman and Gass, 1999).

Η σύγκριση και η μέτρηση διάφορων σημαντικών διαδικασιών μιας επιχείρησης με τις αντίστοιχες διαδικασίες άλλων ομοειδών επιχειρήσεων (benchmarking) αποτελεί ενέργεια που μπορεί να δώσει το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στον οργανισμό που αποφασίζει να προβεί σε αυτήν την μέτρηση (Eyrich, 1991). Η σύγκριση αυτή πρέπει πάντα να γίνεται με τις καλύτερες και πιο επιτυχημένες ανταγωνιστικές επιχειρήσεις ώστε το αποτέλεσμα της μέτρησης να μπορεί πραγματικά να βοηθήσει την επιχείρηση να διατηρήσει ή να αποκτήσει το ανταγωνιστικό της πλεονέκτημα.

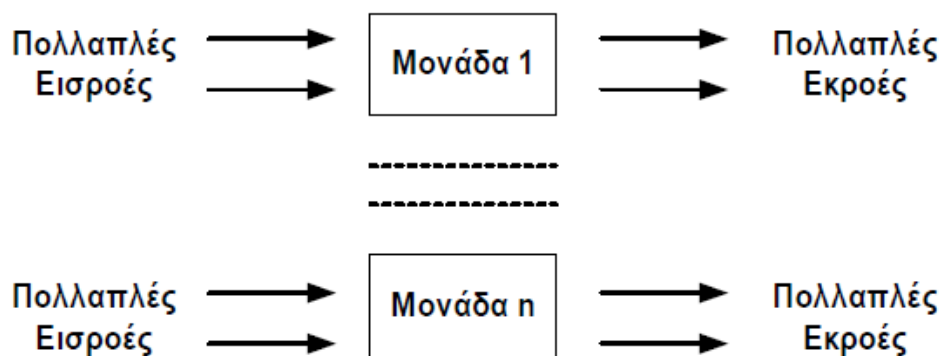
IBM Rochester, Minnesota. Η ομάδα CIM (Computer Intergated Manufacturing) της IBM χρησιμοποίησε την μέθοδο AHP για να αξιολογήσει την διαδικασία CIM που χρησιμοποιεί στην παραγωγή της σε σχέση με τις διαδικασίες άλλων φημισμένων και μεγάλων επιχειρήσεων παραγωγής ηλεκτρονικών υπολογιστών στον κόσμο. Αυτή η προσπάθεια οδήγησε στην επιτυχημένη έκβαση του project AS400 της IBM και επιπλέον η επιχείρηση κέρδισε το βραβείο Malcom Baldrige (Eyrich, 1991).

Οι αποφάσεις που σχετίζονται με την δημόσια πολιτική είναι εξαιρετικά πολύπλοκες, όχι μόνο επειδή εμπεριέχουν αντικρουόμενους στόχους αλλά γιατί έχουν επίδραση σε πολλούς οικονομικούς τομείς και πολλές φορές σε επικαλυπτόμενες περιοχές αρμοδιοτήτων. Οι παραδοσιακοί διάλογοι γύρω από τέτοιου είδους θέματα συνήθως εστιάζουν στις διάφορες εναλλακτικές επιλογές αλλά όχι στους στόχους προς επίτευξη. Η δομή της AHP επιτρέπει στους υποστηρικτές των αντικρουόμενων στόχων να καταλάβουν καλύτερα ο ένας τον άλλον και έτσι να βρεθεί μια win-win λύση.

Alaska Department of Fish and Game. Ο οργανισμός αυτός στην Αλάσκα εφάρμοσε την μέθοδο AHP για να πάρει κάποιες αποφάσεις σχετικά με τις ενέργειες που θα έπρεπε να παρθούν σχετικά με το σπορ του ψαρέματος του σολομού στον ποταμό Kenai. Η διαχείριση του ψαρέματος αποτελεί δύσκολο εγχείρημα διότι εμπλέκονται διαφορετικές ομάδες με διαφορετικές επιθυμίες και συμφέροντα. Έτσι για την καλύτερη υποστήριξη του σπορ αυτού, έχουν αναπτυχθεί από επιχειρηματίες, ιδιώτες και κράτος καταλύματα και εγκαταστάσεις στην περιοχή, αποκομίζοντας οφέλη από την προσέλευση ατόμων. Από την άλλη πρέπει να αναλογιστεί κανείς και τους μόνιμους κάτοικους της περιοχής καθώς και την πανίδα της περιοχής που πλήττεται από την αθρόα προσέλευση ψαράδων. Έτσι δημιουργήθηκε ένα μοντέλο AHP το οποίο έλαβε υπόψη του 15 διαφορετικές συνεντεύξεις ατόμων από όλες τις εμπλεκόμενες ομάδες και για μια σειρά 10 διαφορετικών κατηγοριών ενδιαφέροντος. Παρά τις διαφορές ανάμεσα στις εμπλεκόμενες ομάδες, η μελέτη κατέδειξε μερικές αποφάσεις γενικότερης αποδοχής που θα μπορούσαν να παρθούν χωρίς τη δημιουργία σημαντικών προβλημάτων (Forman and Gass, 1999).

1.4 Ανάλυση Φακέλου Δεδομένων (DEA)

Ο Farrell, οι Charnes, Cooper και Rhodes (1978) θεμελίωσαν την πολύ διαδεδομένη πλέον «Περιβάλλουσα Ανάλυση Δεδομένων – Data Envelopment Analysis – DEA», εισάγοντας μια νέα τεχνική αξιολόγησης της αποδοτικότητας των διάφορων επιχειρήσεων. Η τεχνική αυτή είναι μια μη παραμετρική μέθοδος, βασιζόμενη σε μοντέλα γραμμικού προγραμματισμού, η οποία επιτυγχάνει να εκτιμήσει ποσοτικά την μέγιστη τιμή της σχετικής αποδοτικότητας των παραγωγικών μονάδων. Η DEA υποθέτει την ύπαρξη ενός συνόλου μονάδων παραγωγής, των Μονάδων Απόφασης (Decision Making Units - DMUs), όπως τράπεζες, σχολεία, νοσοκομεία, επιχειρήσεις κ.λπ. οι οποίες λειτουργούν σε ένα ενιαίο πλαίσιο, είναι συγκρίσιμες, ομοιογενείς και καταναλώνουν τις ίδιες πολλαπλές εισροές και παράγουν τις ίδιες πολλαπλές εκροές, όπως δείχνει το σχήμα:

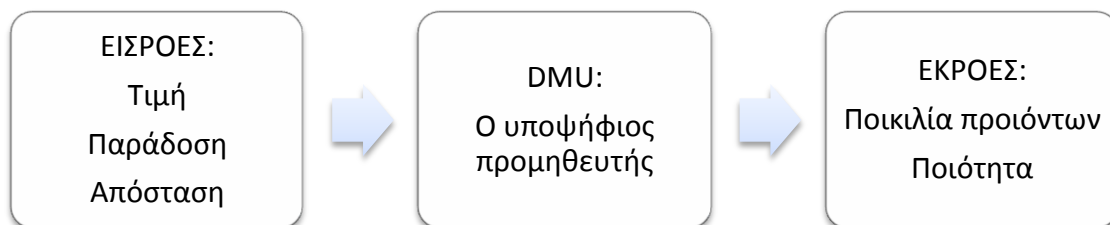


Διάγραμμα Εισροών/Εκροών της DEA

Τόσο οι εισροές όσο και οι εκροές είναι ποικιλόμορφες, μετρήσιμες σε διαφορετικές συνήθως κλίμακες μέτρησης και οριζόμενες αναλόγως της φύσης του προβλήματος και της διαθεσιμότητας των δεδομένων. Οι εισροές αποτελούν «αγαθά» προς εξοικονόμηση (μικρότερα επίπεδα κατανάλωσης είναι περισσότερο επιθυμητά), οι δε εκροές «αγαθά» προς μεγιστοποίηση (μεγαλύτερα επίπεδα παραγωγής είναι περισσότερο επιθυμητά). Η ύπαρξη πολλαπλών εισροών και εκροών καθιστά τις συγκρίσεις των μονάδων δύσκολες, δεδομένου ότι μια μονάδα είναι δυνατόν να

υπερέχει άλλων σε μερικές μόνο εισροές ή εκροές, αλλά ταυτοχρόνως να υστερεί σε άλλες.

Το DEA μετρά τη σχετική απόδοση μιας DMU σε σύγκριση με μια άλλη DMU. Το σκορ απόδοσης μιας DMU, ορίζεται γενικά ως το σταθμισμένο άθροισμα των εκροών διαιρεμένο με το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών, μετά την απόδοση συντελεστών βαρύτητας σ1 αυτές. Οι εισροές είναι οι κύριοι πόροι που χρησιμοποιεί η αγοράστρια επιχείρηση όταν συναλλάσσεται με τους προμηθευτές. Οι εκροές είναι τα κυριότερα μέτρα απόδοσης του προμηθευτή (Liu et al., 2000). Ένα παράδειγμα απλοποιημένου μοντέλου DEA, για ένα προμηθευτή, παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2: Απλοποιημένο Μοντέλο DEA για έναν υποψήφιο προμηθευτή

1.4.1 Μέτρηση σχετικής αποδοτικότητας

Η προσέγγιση της DEA στο ζήτημα της απόφασης για το αν ένας προμηθευτής (DMU) είναι μη αποδοτικός, βασίζεται στο "χτίσιμο" ενός σύνθετου Προμηθευτή, που είναι γραμμικός συνδυασμός των εισόδων και εξόδων άλλων Προμηθευτών. Η παραδοχή της γραμμικότητας ισοδυναμεί με την παραδοχή ότι εάν δύο εκδοχές παραγωγής έχουν παρατηρηθεί στην πράξη, τότε κάθε πρόγραμμα παραγωγής που είναι γραμμικός συνδυασμός των δύο (όπου η καθεμία συμμετέχει με κάποιο βάρος), είναι επίσης εφικτό (Banker, Morey 1986). Ο αντικειμενικός σκοπός είναι (για την περίπτωση της αξιολόγησης προμηθευτή), η εύρεση του ελαχίστου επιπέδου εισροών που απαιτούνται για ένα υποψήφιο προμηθευτή που λειτουργεί σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, ώστε να παραχθεί ένα καθορισμένο επίπεδο εκροών. Η αποδοτικότητα

για οποιαδήποτε προμηθευτή υπολογίζεται σχηματίζοντας το λόγο του αθροίσματος των εξόδων, σε καθεμιά από τις οποίες έχει αντιστοιχηθεί ένα βάρος, προς το άθροισμα των εισόδων, στις οποίες επίσης έχουν αντιστοιχηθεί βάρη, τα οποία είναι μεταβλητές και όχι καθοριζόμενα από τον αποφασίζοντα.

Η σχέση που ορίζει την αποδοτικότητα (Charnes et al, 1978) είναι:

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m N_i X_{ij}} \quad (1)$$

οπού:

i είναι η υποσημείωση των εισόδων ($i = 1, 2, \dots, m$)

j είναι η υποσημείωση των DMUs ($j=1, 2, \dots, n$)

r είναι η υποσημείωση των εξόδων ($r= 1, 2, \dots, s$)

X_{ij} είναι η i είσοδος της j DMU

Y_{rj} είναι η r έξοδος της j DMU

s είναι ο αριθμός των εξόδων

m είναι ο αριθμός των εισόδων

n είναι ο αριθμός των Μονάδων

1.4.2 Μαθηματική διατύπωση του μοντέλου της DEA

Η σχετική αποδοτικότητα ενός συγκεκριμένου υποψήφιου προμηθευτή (που στο εξής θα ονομάζουμε DMU₀) προκύπτει με την μεγιστοποίηση του τύπου (1). Αυτή θα γίνει υπό περιορισμούς (ένας για κάθε προμηθευτή) ότι ο λόγος αποδοτικότητας του κάθε Προμηθευτή είναι μικρότερος ή ίσος με ένα. Άρα θα υπάρχουν $s+m$ μεταβλητές και τόσοι περιορισμοί, όσες και οι Προμηθευτές, έστω n .

Ο μαθηματικός τύπος της μεθόδου για την εκτίμηση της αποδοτικότητας της DMU₀ συνοψίζεται λοιπόν ως εξής (Charnes et al, 1978):

$$\max \frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{r0}}{\sum_{i=1}^m N_i X_{i0}} \quad (2)$$

υ.π.

$$\frac{\sum_{r=1}^s U_r Y_{rj}}{\sum_{i=1}^m N_i X_{ij}} \leq 1,$$

$$j = 1, \dots, n$$

$$U_r \geq 0, r = 1, \dots, s$$

$$N_i \geq 0, i = 1, \dots, m$$

οπού:

i είναι η υποσημείωση των εισόδων (i= 1,2,...,m)

j είναι η υποσημείωση των DMUs (j = 1,2,...,n)

r είναι η υποσημείωση των εξόδων (r=1,2,...,s)

ο είναι η υπό εξέταση Μονάδα

X_{ij} είναι η i είσοδος της j Μονάδας (DMU)

Y_{rj} είναι η r έξοδος της j Μονάδας

s είναι ο αριθμός των εξόδων

m είναι ο αριθμός των εισόδων

n είναι ο αριθμός των Μονάδων

Η DEA μας δίνει μια εκτίμηση για το πόσο αποδοτική είναι κάθε προμηθευτής, με βάση τις πραγματικές εισροές που χρησιμοποιεί για να παράξει τις αντίστοιχες ποσότητες των εκροών της, χωρίς να χρειάζεται ακριβής γνώση της σχέσης μεταξύ εισόδων και εξόδων.

Τα βάρη U_r και N_i δεν καθορίζονται από τον αποφασίζοντα. Αντίθετα, υπολογίζονται από τη μέθοδο ως οι τιμές που πρέπει να αντιστοιχηθούν σε κάθε είσοδο και έξοδο,

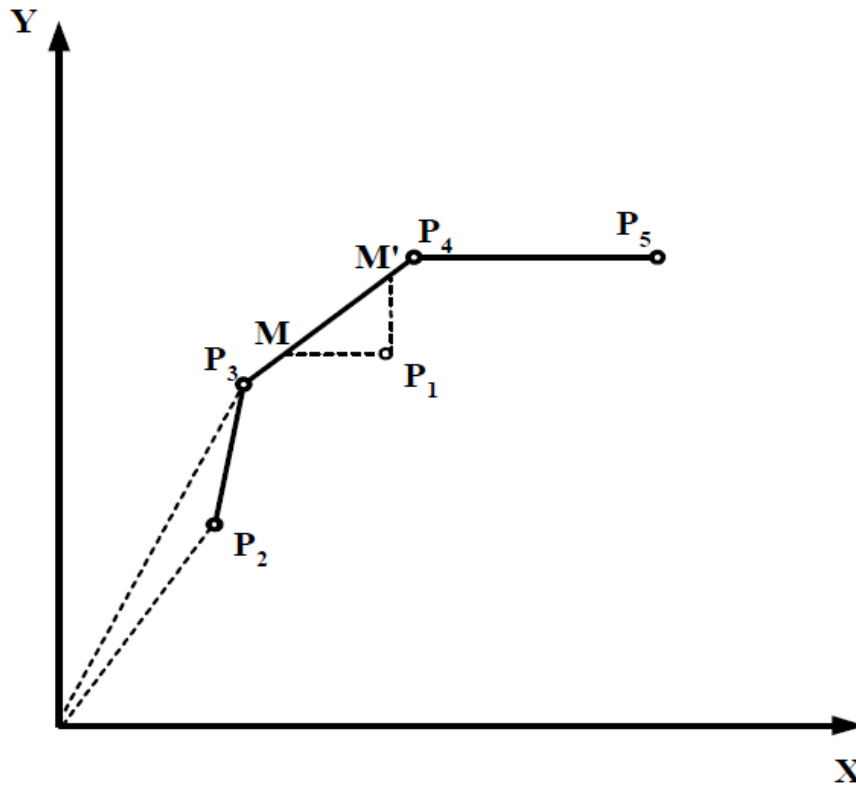
ώστε να μεγιστοποιηθεί ο λόγος της αποδοτικότητας του υποψήφιου προμηθευτή που αξιολογείται. Αυτό σημαίνει ότι η λύση που προκύπτει είναι το σύνολο των τιμών των U_i και N_i που δίνουν στην υπό εξέταση προμηθευτή το μέγιστο δυνατό λόγο αποδοτικότητας, ενώ παράλληλα ο λόγος αποδοτικότητας με τις συγκεκριμένες τιμές δεν ξεπερνά το 1 για τον συγκεκριμένο προμηθευτή καθώς και για οποιαδήποτε άλλον στο ίδιο σύνολο.

Οι βέλτιστες τιμές των U_i και N_i διαφέρουν λοιπόν για τους διάφορες υποψήφιους προμηθευτές, αφού αποτελούν τη λύση της (2), που βέβαια διαφέρει ως προς τους συντελεστές στον κάθε έναν. Καθώς ο προμηθευτής που αξιολογείται περιλαμβάνεται στους περιορισμούς, συμπεραίνουμε ότι υπάρχει πάντα λύση στη (2), με την τιμή της να κυμαίνεται μεταξύ 0 και 1. Ο προμηθευτής θεωρείται αποδοτικός μόνο αν η τιμή της είναι 1. Αν πάρει τιμή μικρότερη του 1, τότε υπάρχει κάποιο υποσύνολο του συνόλου των υπό εξέταση προμηθευτών, σε σχέση με το οποίο αυτός κρίνεται μη αποδοτικός.

Για να χαρακτηρίσει η DEA έναν προμηθευτή σαν μη αποδοτικό, θα πρέπει να μην υπάρχει κανένας συνδυασμός βαρών τέτοιος ώστε να ικανοποιούνται οι συνθήκες αποδοτικότητας. Οποιαδήποτε άλλη επιλογή βαρών από αυτή που έχει κάνει η μέθοδος απλά θα χειροτερεύσει ακόμα περισσότερο την επίδοση του.

1.4.3 Γραφική αναπαράσταση της μεθόδου

Για να περιγραφεί η μέθοδος γραφικά, θα χρησιμοποιηθεί ένα απλό πρόβλημα που αφορά την αξιολόγηση πέντε προμηθευτών που έχουν από μία είσοδο και από μια έξοδο.



Γεωμετρική Αναπαράσταση της DEA

Στο παραπάνω Σχήμα απεικονίζονται οι Μονάδες P1, P2, P3, P4 και P5. Στο πρόβλημα της αποτίμησης των προμηθευτών, η προσέγγιση της DEA στηρίζεται στη δημιουργία ενός "μετώπου" αποδοτικών προμηθευτών, που ονομάζεται αποδοτικό όριο. Στο παράδειγμα μας το μέτωπο αυτό ορίζεται από την τεθλασμένη γραμμή που διέρχεται από τα σημεία P2, P3, P4 και P5. Οι προμηθευτές που αποτελούν τα σημεία καμπής του ορίου, καθώς και κάθε άλλος προμηθευτής που βρίσκεται πάνω στα ευθύγραμμα τμήματα που συνδέουν τα σημεία καμπής μεταξύ τους, ονομάζονται τεχνικά αποδοτικοί (υπό κάποιες προϋποθέσεις, όπως θα δούμε παρακάτω).

Ο όρος "τεχνική αποδοτικότητα" έχει την έννοια της αδυναμίας μείωσης της εισόδου, χωρίς μείωση εξόδου (ή αντίστροφα, αδυναμία αύξησης της εξόδου χωρίς αύξηση της εισόδου).

Ορισμός: Κάποια DMU εμφανίζει τεχνική μη αποδοτικότητα στην παρατηρούμενη συμπεριφορά της, εάν τα αποτελέσματα δείχνουν ότι κάποια απ' τις εισόδους ή εξόδους της, μπορεί να βελτιωθεί χωρίς να χειροτερέψει κάποια άλλη είσοδος ή έξοδος της (Charnes, Cooper and Thrall, 1986).

Αν σχεδιάσουμε τα παράλληλα προς τους άξονες ευθύγραμμα τμήματα που ξεκινούν από το P1 και καταλήγουν στο τμήμα του αποδοτικού ορίου που ορίζεται από τις P3 και P4, μπορούμε να ορίσουμε στα σημεία αυτά δύο υποθετικούς προμηθευτές M και M' που αποτελούν γραμμικές συνθέσεις των P3 και P4 (η παραδοχή της γραμμικότητας αποτελεί θεμέλιο λίθο της DEA, όπως αναλύσαμε στην προηγούμενη ενότητα). Μπορούμε εύκολα να δούμε ότι ο P1 υστερεί σε σχέση με τον M, γιατί ο M παράγει την ίδια έξοδο με τον P1 καταναλώνοντας λιγότερη είσοδο. Αντίστοιχα ο M' παράγει μεγαλύτερη έξοδο από τον P1, καταναλώνοντας την ίδια είσοδο. Για αυτούς τους λόγους, ο προμηθευτής P1 κρίνεται από τη DEA τεχνικά μη αποδοτικός.

Πρέπει ωστόσο να πούμε ότι το γεγονός πως ένας προμηθευτής που βρίσκεται πάνω στο αποδοτικό όριο, δεν σημαίνει απαραίτητα ότι είναι αποδοτικός. Για παράδειγμα, ο P5 (καθώς και κάθε άλλος προμηθευτής που τυχόν βρισκόταν πάνω στο τμήμα P4P5), έχει έξοδο ίση με αυτή του P4, αλλά μεγαλύτερη είσοδο. Άρα, ο P5 αν και βρίσκεται πάνω στο αποδοτικό όριο (δηλαδή έχει δείκτη αποδοτικότητας 100% σύμφωνα με τη DEA), δεν είναι αποδοτικός. Οι περιπτώσεις αυτές, εξετάζονται από τη DEA με έλεγχο των μεταβλητών απόκλισης των εισόδων και εξόδων. Λεπτομερής ανάλυση των κριτηρίων αποδοτικότητας γίνεται στις επόμενες ενότητες, που αφορούν τα μοντέλα της μεθόδου.

Μια άλλη μορφή αποδοτικότητας η οποία μπορεί επίσης να γίνει αντικείμενο ανάλυσης από τη DEA, είναι η αποδοτικότητα κλίμακας. Για να γίνει αυτή περισσότερο κατανοητή, θα θεωρήσουμε την ημιευθεία που ξεκινά από την αρχή των αξόνων και διέρχεται από το σημείο P2. Η κλίση της ισούται με $Y2/X2$. Όσο μετακινούμαστε από το P2 στο P3, η κλίση αυξάνεται μέχρι που φτάνει στην τιμή $Y3/X3$. Τούτο σημαίνει ότι η παραγόμενη έξοδος ανά μονάδα καταναλισκόμενης εισόδου αυξάνει στην περιοχή του αποδοτικού ορίου από το P2 στο P3, ή αλλιώς ότι έχουμε αυξανόμενες αποδόσεις στην κλίμακα.

Αντίθετα στην περιοχή του αποδοτικού ορίου από το P3 στο P4, η κλίση μειώνεται μέχρι που φτάνει στην τιμή $Y4/X4$ και άρα έχουμε μειούμενες αποδόσεις στην κλίμακα. Αυτοί οι χαρακτηρισμοί έχουν νόημα μόνο για μετατοπίσεις σε σημεία πάνω στο αποδοτικό όριο. Η ιδέα των αποδόσεων στην κλίμακα δεν εφαρμόζεται σε σημεία όπως το P1, όπου υπάρχει και τεχνική μη αποδοτικότητα (Στόγιας, 1991).

Ορισμός: Μια άλλη μορφή αποδοτικότητας αποτελεί η αποδοτικότητα κλίμακας, η οποία διαφέρει από την προηγούμενη στο γεγονός ότι απαιτεί την μεταβολή κάποιας εισόδου, για να επιφέρει αύξηση (ή μείωση) μιας εξόδου και έτσι να εξαλειφθεί η μη αποδοτικότητα. Για να εξακριβώσουμε λοιπόν τη μη αποδοτικότητα κλίμακας, πρέπει ν' αποδώσουμε σε όλες τις εισόδους και εξόδους κάποια βάρη, ώστε να μπορούμε μ' αυτόν τον τρόπο να διαπιστώσουμε αν υπάρχουν τέτοιες αποδόσεις κλίμακας. Η αποδοτικότητα κλίμακας εξετάζει λοιπόν, ποιο πρέπει να είναι το κατάλληλο σύνολο εισόδων, με δεδομένο, τα βάρη των εισόδων (Charnes, Cooper and Thrall, 1986).

1.4.4 Διαδικασία μεθόδου DEA

Η διαδικασία του συστήματος DEA, περιλαμβάνει ορισμένα βήματα. Στο πρώτο βήμα, αναγνωρίζονται οι παράγοντες/ κριτήρια, βάσει των οποίων θα μετρηθεί η απόδοση των προμηθευτών. Η βαρύτητα των κριτηρίων καθορίζεται και υπολογίζονται τα σκορ απόδοσης των προμηθευτών.

Στο δεύτερο βήμα, διενεργείται η ανά δύο σύγκριση της απόδοσης (cross-efficiency), όπου η καλύτερη συνολικά βαρύτητα κάποιου προμηθευτή, χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της βαρύτητας των εισροών και εκροών του καθενός από τους άλλους προμηθευτές. Δημιουργείται έτσι μια μήτρα cross - αποδόσεων.

Στο τρίτο βήμα, γίνεται η διαμόρφωση της φιλικής (benevolent) και επιθετικής (aggressive) cross - απόδοσης, για να περιοριστεί η αμφιβολία ότι για κάποιο συγκεκριμένο προμηθευτή, κάποια επιλογή βαρύτητας μπορεί να οδηγεί σε μικρότερη cross - απόδοση, ενώ με μια άλλη επιλογή βαρύτητας σε μεγαλύτερη, έναντι άλλων προμηθευτών.

Στο τέταρτο βήμα, χρησιμοποιείται ο δείκτης Maverick (Maverick Index) για να μετρηθεί εάν κάποιος προμηθευτής δεν έχει πραγματικά την απαιτούμενη απόδοση, αλλά στατιστικά παρουσιάζει ότι την έχει (false positive).

Τέλος, στο πέμπτο βήμα διεξάγεται ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis) για να εντοπιστεί η άριστη επιλογή μεταξύ των ομοιογενών ομάδων των περιπτώσεων, που βασίζονται σε επιλεγμένα χαρακτηριστικά, βάσει και ενός αλγορίθμου ο οποίος ξεκινά για κάθε περίπτωση με μια ομάδα και συνδυάζει τις ομάδες μέχρι να καταλήξει μόνο σε μια (Braglia *et al.*, 2000).

1.4.5 Πλεονεκτήματα της προσέγγισης DEA

Γενικά, όπως δείχνει το μεγάλο εύρος εφαρμογών της, η DEA μπορεί να λειτουργήσει ως ένα πολύ ισχυρό εργαλείο, όταν βέβαια χρησιμοποιείται με το σωστό τρόπο. Μερικοί από τους λόγους για τους οποίους η μέθοδος αυτή είναι τόσο χρήσιμη στο χώρο της διοίκησης είναι και οι ακόλουθοι (Cooper, Seiford and Tone, 2000):

- Η DEA μπορεί να συμπεριλάβει πολλαπλά δεδομένα εισόδου και εξόδου κατά την αξιολόγηση της απόδοσης μιας μονάδας.
- Δεν χρειάζεται κάποια ιδιαίτερη μορφή συσχέτισης μεταξύ των δεδομένων εισόδου/εξόδου.
- Οι μονάδες συγκρίνονται απευθείας με ένα σύνολο ανταγωνιστικών ομοειδών μονάδων.
- Τα δεδομένα εισόδου/εξόδου μπορεί να μετρούνται με διαφορετικές μονάδες. Για παράδειγμα, μια λειτουργική μονάδα (DMU) μπορεί να μετριέται σε αντικείμενα προϊόντος, ενώ μια άλλη σε χρηματικές μονάδες χωρίς να απαιτείται καμία εκ των πρότερων σχέση μεταξύ τους.

1.4.6 Περιορισμοί της DEA

Τα ίδια χαρακτηριστικά τα οποία κάνουν την DEA ισχυρό εργαλείο είναι αυτά που μπορεί να δημιουργήσουν και προβλήματα κατά την εφαρμογή της μεθόδου. Ένας, λοιπόν, αναλυτής θα πρέπει να έχει υπόψη του αυτούς τους περιορισμούς όποτε επιλέγει τη χρήση της DEA για την επίλυση ενός προβλήματος (Cooper, Seiford and Tone, 2000).

- Καθώς η DEA είναι μια μέθοδος ακραίου σημείου, σφάλματα μέτρησης και θόρυβος μπορούν να υπεισέλθουν στη διαδικασία και να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα.
- Η DEA είναι καλή μέθοδος στην εκτίμηση της σχετικής αποτελεσματικότητας μιας μονάδας (DMU) αλλά συγκλίνει δύσκολα σε μια ακριβή εκτίμηση της απόλυτης αποτελεσματικότητας. Με άλλα λόγια, μπορεί να δώσει αξιόπιστη περιγραφή για το πόσο καλά τα καταφέρνει μια μονάδα σε σχέση με τους ανταγωνιστές της, αλλά δεν μπορεί να συγκρίνει την απόδοση της μονάδας αυτής όσον αφορά μια θεωρητικά μέγιστη απόδοση.
- Επειδή η DEA είναι μια μη παραμετρική τεχνική, η πραγματοποίηση τεστ στατιστικών υποθέσεων είναι δύσκολη και σ' αυτό τον τομέα έχει στραφεί το ερευνητικό ενδιαφέρον.

1.5 Θεωρία Χρησιμότητας Πολλαπλών Χαρακτηριστικών (MAUT)

Παρόμοια ιεραρχική δομή με του συστήματος AHP, χρησιμοποιείται και στο μοντέλο της Θεωρίας Χρησιμότητας Πολλαπλών Χαρακτηριστικών (Multiple Attribute Utility Theory - MAUT), το οποίο παρουσιάστηκε από τον Min (1994) και μπορεί να εφαρμοστεί για την αξιολόγηση προμηθευτών από το εξωτερικό. Το σύστημα MAUT, εφαρμόζεται για την επίλυση πολύπλοκων προβλημάτων που περιλαμβάνουν πολλούς ποσοτικούς και ποιοτικούς παράγοντες, οι οποίοι μπορεί να είναι αλληλοεξαρτώμενοι και οι οποίοι επηρεάζουν την επιλογή προμηθευτή.

Τα κριτήρια και υπο-κριτήρια αξιολόγησης των προμηθευτών του εξωτερικού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο μοντέλο MAUT, διαμορφώνοντας ανάλογη ιεραρχική δομή (2^ο και 3^ο επίπεδο) με αυτή του συστήματος AHP. Στο 4^ο επίπεδο βρίσκονται οι προμηθευτές από διάφορες χώρες. Αφού διεξαχθούν ενέργειες παρόμοιες των τριών πρώτων βημάτων του συστήματος AHP, καθορίζεται η συνάρτηση χρησιμότητας (utility function) του αγοραστή, αναπτύσσοντας τις σχέσεις μεταξύ των υπο-κριτηρίων και των σκορ χρησιμότητας.

Υπολογίζεται το συνολικό σκορ χρησιμότητας για κάθε προμηθευτή, ταξινομούνται οι εναλλακτικές προτάσεις προμήθειας βάσει αυτού και διενεργείται ανάλυση ευαισθησίας (sensitivity analysis). Ο καθορισμός της βαρύτητας μπορεί να γίνει με τη βοήθεια προγραμμάτων H/Y όπως το Logical Decision Program (Min, 1994).

1.6 Cost Ratio

Η μέθοδος cost-ratio (δείκτες κόστους) συνδέει όλα τα κόστη αγοράς με την χρηματική αξία των αγαθών που αγοράζονται από τους προμηθευτές (Timmerman, 1986). Όσο πιο μεγάλο το ποσοστό κόστους στην τιμή, τόσο μικρότερη βαθμολογία συγκεντρώνει ο υποψήφιος προμηθευτής. Οι επιλογές των κοστών που θα συμπεριληφθούν στην αξιολόγηση εξαρτάται από τα προϊόντα. Η μέθοδος βασίζεται στην ανάλυση κόστους όπου λαμβάνει υπόψη της αριθμοδείκτες κόστους για την ποιότητα, ποσότητα, διανομή, εξυπηρέτηση και τιμή, όπου μετριέται το κόστος κάθε παράγοντα ως ποσοστό της συνολικής αγοράς από τον προμηθευτή.

Το θετικό αυτής της μεθόδου είναι η ευελιξία της, με αποτέλεσμα να μπορούν να την υιοθετήσουν πολλές επιχειρήσεις. Μειονέκτημα όμως αποτελεί το γεγονός ότι είναι πολύπλοκη και αυτό συνεπάγεται την ανάγκη για ένα ανεπτυγμένο κοστολογικό σύστημα από την επιχείρηση.

1.7 Ολικό Κόστος Ιδιοκτησίας (Total Cost of Ownership - TCO)

Η μεθοδολογία TCO ποσοτικοποιεί όλα τα κόστη που σχετίζονται με την αγοραστική διαδικασία καθ' όλη την διάρκεια της αλυσίδας αξίας της επιχείρησης (Degraene και Roodhooft, 1999). Καθορίζεται το κόστος της αγοράς και της μετέπειτα χρήσης ενός αγαθού που πρόκειται να αγοραστεί. Η προσέγγιση αυτή, εκτός από την τιμή, λαμβάνει υπόψη της και άλλα κόστη του προϊόντος όπως κόστη επισκευής, ποιότητας, διανομής, διοίκησης, συντήρησης κτλ. (Ellram, 1994, 1995). Αυτό γίνεται χάρη στην χρήση της Κοστολόγησης Δραστηριοτήτων (Activity Based Costing – ABC), που μας επιτρέπει να αναλύσουμε τις δραστηριότητες και να καθορίσουμε τους οδηγούς κόστους από αυτές.

Το πρώτο βήμα της μεθοδολογίας TCO είναι να ορίσει όλες τις δραστηριότητες που σχετίζονται με τις αγορές. Στη συνέχεια τα κόστη ορίζονται για κάθε διαφορετική διαδικασία και αναγνωρίζονται οι παράγοντες οι οποίοι ανεβάζουν το κόστος κάθε μιας (οδηγοί κόστους – cost drivers). Τέλος, θα πρέπει να αναγνωριστούν ποιες δραστηριότητες δημιουργούνται στην οργάνωση των αγορών από κάθε προμηθευτή. Αυτή η προσέγγιση δίνει την δυνατότητα στην επιχείρηση να έχει ουσιαστικές μειώσεις κόστους και την ίδια στιγμή επιτρέπει την σύγκριση μεταξύ των διαφόρων πολιτικών αγοράς.

Η επιλογή του προμηθευτή επηρεάζει το αναμενόμενο κόστος των πρώτων υλών (ERMC), το αναμενόμενο κόστος των αποθεμάτων (ERIC), το κόστος προετοιμασίας της γραμμής παραγωγής (SC), το αναμενόμενο κόστος δυναμικότητας (ECC), το κόστος των μεταφορικών (TC) και συνεπώς το ολικό κόστος (ETC). Για το λόγο αυτό, αντί της τιμής, το ολικό κόστος θα πρέπει να αποτελεί κριτήριο για την επιλογή των προμηθευτών (Kreng et al., 2004).

Σκοπός του συστήματος αυτού, είναι να εξετάσει την επίδραση στο ολικό κόστος του αγοραστή, η προμήθεια υλικών από διαφορετικούς προμηθευτές, οι οποίοι διαφέρουν στην τιμή μονάδος που προσφέρουν, το χρόνο παράδοσης και τη μεταβλητότητα. Οι Kreng και Wang (2004) σε άρθρο τους παρουσιάζουν τη μεθοδολογία του TCO. Αρχικά, σχεδιάζεται η συνάρτηση του αναμενόμενου ολικού κόστους η οποία είναι το άθροισμα:

$$ETC = ERMC + ERIC + SC + ECC + TC$$

Εν συνεχεία, σχεδιάζονται τα μαθηματικά μοντέλα ERMIC, ERIC, SC, ECC και TC. Το ERMIC μειώνεται με τη μείωση της τιμής της μονάδος προϊόντος. Όσον αφορά το ERIC, η άριστη ποσότητα παραγγελίας (EOQ) αυξάνεται όταν η τιμή μειώνεται, γεγονός που οδηγεί στη μείωση του κόστους παραγγελίας και του κόστους από την έλλειψη αποθεμάτων. Από την άλλη, το κόστος διατήρησης αποθεμάτων ασφαλείας και το κόστος έλλειψης αποθεμάτων, μειώνεται με τη μείωση του αναμενόμενου χρόνου παράδοσης και της μεταβλητότητας. Όταν η τιμή μειώνεται, η EOQ αυξάνει με συνέπεια τη μείωση του κόστους προετοιμασίας της παραγωγής. Η μείωση του αναμενόμενου χρόνου παράδοσης, οδηγεί σε επιμήκυνση του αναμενόμενου χρόνου παραγωγής, η οποία συμβάλει στη μείωση του κόστους δυναμικότητας. Η μείωση του αναμενόμενου χρόνου παράδοσης, οδηγεί και στην επιμήκυνση του διαθέσιμου χρόνου αναμονής της μεταφοράς των υλικών (LTT). Τέλος, σχεδιάζεται το μοντέλο του άριστου αναμενόμενου ολικού κόστους (OETC), το οποίο είναι αυτό όπου το ETC είναι το ελάχιστο (Kreng *et al.*, 2004).

Οι Ghodsyrou και O' Brien (2001) στην εργασία τους, προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν την τιμή του προμηθευμένου υλικού, το κόστος παραγγελίας και το κόστος διατήρησης, στοιχεία το άθροισμα των οποίων αποτελεί το ολικό ετήσιο κόστος προμήθειας. Αυτό γίνεται υπό περιορισμούς όπως είναι οι δαπάνες που προτίθεται να κάνει ο αγοραστής, η ποιότητα, οι υπηρεσίες κλπ. Το τελικό μοντέλο που προκύπτει για το ολικό ετήσιο κόστος προμήθειας (TAPC) συνίσταται από:

$$TAPC = \text{ετήσιο κόστος παραγγελίας} + \text{ετήσιο κόστος διατήρησης} + \text{κόστος προμήθειας}$$

Υπό τους περιορισμούς στη δυναμικότητα των προμηθευτών, τη ζήτηση από την πλευρά του αγοραστή και την ποιότητα που αυτός επιθυμεί, η επιχείρηση πρέπει να επιλέξει τον προμηθευτή για τον οποίο ελαχιστοποιείται το TAPC. Στην αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτή, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η προσέγγιση της κοστολόγησης κατά δραστηριότητα (Activity Based Costing - ABC), όπως παρουσιάζουν οι Roodhooft και Konings (1996).

1.8 Μοντέλο επιλογής προμηθευτών βάσει περιβαλλοντικής απόδοσης

Διάφοροι περιβαλλοντικοί παράγοντες, αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία και πρέπει να ληφθούν υπόψη από τη διοίκηση μιας επιχείρησης. Οι πιέσεις από την κοινωνία και τις κυβερνήσεις για την εφαρμογή πρακτικών που συμβάλουν στην προστασία του περιβάλλοντος, αυξάνονται συνεχώς. Ένας πιθανόν αποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης της περιβαλλοντικής πολιτικής μιας επιχείρησης είναι η τελευταία να συνδυαστεί στενά και με τις δραστηριότητες της λειτουργίας των προμηθειών (Humphreys et al., 2003).

Ένα μοντέλο αξιολόγησης προμηθευτών, που στηρίζεται σε περιβαλλοντικά **κριτήρια**, παρουσιάζεται από τους Humphreys, Wong και Chan (2003). Η διαδικασία αξιολόγησης υποστηρίζεται από ένα σύστημα βασισμένο στη γνώση (Knowledge Based System), ειδικά σχεδιασμένο για τη μέτρηση της περιβαλλοντικής απόδοσης, το ECOQUEST.

Η περιβαλλοντική πολιτική των επιχειρήσεων μπορεί να είναι "προβλεπτική" (proactive), δηλαδή σταθερή στο χρόνο, που λαμβάνει υπόψη περιβαλλοντικούς παράγοντες ως τμήμα της διοίκησης με βάση την ποιότητα ή "αντίδρασης" (reactive), δηλαδή πολιτική εστίασης στο κόστος για συμμόρφωση από περιβαλλοντικές πιέσεις που προκύπτουν, με εκ των υστέρων ενέργειες. Τα βήματα του συστήματος αυτού είναι:

- Η ανάλυση της proactive ή reactive περιβαλλοντικής πολιτικής των προμηθευτών.
- Ο έλεγχος της περιβαλλοντικής απόδοσης των προμηθευτών ως προς τις νομικές απαιτήσεις.
- Η ανάλυση των ποσοτικών περιβαλλοντικών κριτηρίων των προμηθευτών.
- Η σύγκριση των ποσοτικών περιβαλλοντικών κριτηρίων των προμηθευτών.
- Η αναγνώριση και απόδοση συντελεστών βαρύτητας στα ποιοτικά περιβαλλοντικά κριτήρια των proactive προμηθευτών.

- Η ανάλυση των ποιοτικών περιβαλλοντικών κριτηρίων των proactive προμηθευτών.
- Κατάταξη των προμηθευτών βάσει του τελικού σταθμισμένου σκορ τους και πρόταση επιλογής του καταλληλότερου (Humphreys et al., 2003).

1.9 Μοντέλο επιλογής πολλαπλών χαρακτηριστικών (MSM)

Το σύστημα επιλογής προμηθευτών βάσει πολλαπλών χαρακτηριστικών (Multi - attribute Selection Model - MSM) περιγράφηκε από τον Lubben το 1988. Αποτελεί ένα μαθηματικό μοντέλο που παρέχει μια μέθοδο αναλυτικής προσαρμογής των δυνατοτήτων των προμηθευτών στις ανάγκες της επιχείρησης, επιτρέπει τη σύγκριση των προμηθευτών και συμβάλει στην αξιολόγηση της πιθανότητας βελτίωσης της απόδοσής τους. Το MSM εφαρμόζεται με τα εξής στάδια:

- ανάπτυξη κριτηρίων για προεπιλογή προμηθευτών,
- επιλογή των χαρακτηριστικών που θα χρησιμοποιηθούν στο MSM,
- ανάπτυξη των κριτηρίων του MSM,
- καθορισμός της αναλογικής αξίας των χαρακτηριστικών και
- κατασκευή της φόρμας αξιολόγησης του MSM των προμηθευτών

(Lubben, 1988, Barla, 2003).

1.10 Προγραμματισμός πολλαπλών στόχων (MOP)

Ένα μοντέλο που υποστηρίζει τις αποφάσεις επιλογής προμηθευτών είναι και προγραμματισμός πολλαπλών στόχων (Multi Objective Programming - MOP). Το μοντέλο διαμορφώνεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε παράλληλα να καθορίζει τον άριστο αριθμό προμηθευτών που απαιτούνται, καθώς και το μερίδιο του καθενός, για κάθε εγκατάσταση της επιχείρησης, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται το ολικό κόστος της προμήθειας, να καλυτερεύει η ποιότητα, να διασφαλίζεται η έγκαιρη παράδοση των υλικών, με ικανοποίηση και των περιορισμών της δυναμικότητας και της ζήτησης (Dahel, 2003).

1.11 Σύστημα αξιολόγησης της απόδοσης πολλαπλών κριτηρίων (SMAVE)

Ένα κριτήριο για την επιλογή ανάθεσης ή μη εργασίας σε κάποιο προμηθευτή, αποτελεί και η πρότερη απόδοσή του. Ένα σύστημα που μετρά την απόδοση αυτή είναι το σύστημα αξιολόγησης της απόδοσης βάσει πολλαπλών κριτηρίων (multi criteria performance evaluation system - SMAVE). Το SMAVE, δηλαδή το πρόγραμμα H/Y που εφαρμόζει το σύστημα αυτό, επιτρέπει τη δυναμική και μόνιμη αξιολόγηση της απόδοσης των προμηθευτών, παρέχοντας ένα σκορ απόδοσης που χρησιμοποιείται ως βάση για την ανάθεση ή όχι εργασίας. Το σύστημα για την αξιολόγηση της απόδοσης, λαμβάνει υπόψη τις δυνατότητες της διοίκησης, την ύπαρξη συστήματος διασφάλισης της ποιότητας και την απόδοση στην εργασία (τεχνικές ικανότητες, ασφάλεια, εξωτερικές επιδράσεις). Όπως και το MOP, το SMAVE μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τον υπολογισμό του μεριδίου που θα ανατεθεί στον κάθε προμηθευτή, σε συνδυασμό με ένα μοντέλο κατανομής εργασίας, Gas de Lisboa (GDI) (Oliveira et al., 2002).

1.12 Προσέγγιση μέγιστου - ελάχιστου (max - min approach)

Ένα σύστημα που λαμβάνει υπόψη τη μεταβλητότητα της απόδοσης (performance variability) του προμηθευτή, δηλαδή την μεταβλητότητα της αποδοτικότητάς του όταν αξιολογείται σε σχέση με ένα σύνολο στόχων, καθορισμένων από τον αγοραστή κατά την αξιολόγησή του, περιγράφεται από τους Talluri και Narasimhan (2003). Το σύστημα αυτό ονομάζεται προσέγγιση μέγιστου - ελάχιστου (max - min approach).

Η λογική του συστήματος είναι να μεγιστοποιήσει και να ελαχιστοποιήσει την απόδοση των προμηθευτών, ξεχωριστά, σε σχέση με τους στόχους που έχει θέσει ο αγοραστής. Ο συνδυασμός των μοντέλων μεγιστοποίησης και ελαχιστοποίησης, παρέχει δύο μέτρα απόδοσης για κάθε προμηθευτή. Ενώ το μοντέλο μεγιστοποίησης αναγνωρίζει τις περιοχές που αυτός υπερέχει, το -μοντέλο ελαχιστοποίησης αναγνωρίζει τις περιοχές όπου αυτός παρουσιάζει φτωχή απόδοση. Τα δύο αυτά μέτρα, συνδυαζόμενα, χρησιμοποιούνται για την κατανόηση της απόδοσης ενός προμηθευτή. Η τελική απόφαση επιλογής μεταξύ των εναλλακτικών πηγών προμήθειας, γίνεται κατόπιν της ομαδοποίησής τους σε γκρουπ, ανάλογα του συνδυασμού της μέγιστης και ελάχιστης αποδοτικότητάς τους (Talluri et al., 2003).

1.13 Σύστημα Αξιολόγησης και Επιλογής Πιθανών Προμηθευτών (SESOPS)

Η διαδικασία αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτών, μπορεί να μοντελοποιηθεί με την εφαρμογή ενός πρότυπου "ειδικού" συστήματος (expert system), του Συστήματος Αξιολόγησης και Επιλογής Πιθανών Προμηθευτών (System for Evaluation and Selection of Potential Suppliers - SESOPS). Το σύστημα αυτό, στηρίζεται στη χρήση ενός ειδικού συστήματος, του VP - Expert.

Το SESOPS, χρησιμοποιεί διάφορα επίπεδα χαρακτηριστικών για να καθορίσει ευρύτερους παράγοντες αξιολόγησης της ποιότητας του προϊόντος, της παραγωγής,

της απόδοσης, καθώς και γενικότερους παράγοντες. Αυτοί οι παράγοντες συνδυαζόμενοι, παρέχουν μια συνολική αξιολόγηση της καταλληλότητας των προμηθευτών. Στο σύστημα καταχωρούνται στοιχεία (εισροές) από τον χρήστη (προμηθευτής), που αφορούν τη βάση αξιολόγησής του (το είδος του προϊόντος που θα προμηθεύσει) και στοιχεία επί των τεσσάρων κατηγοριών παραγόντων που προαναφέρθηκαν, με τη χρήση ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής. Το σύστημα τέλος, δίνει την συνολική βαθμολογία και την τελική αξιολόγηση του προμηθευτή ως "επιθυμητό", "μέτριο" ή "μη επιθυμητό", για το συγκεκριμένο τύπο προϊόντος (Vokurka *et al.*, 1996).

1.14 Principal Components Analysis

Η μέθοδος της Ανάλυσης Κυρίων Συνιστωσών (principal component analysis ή PCA) είναι μια προσέγγιση που στηρίζεται σε τεχνικές στατιστικής και αποτελεί για τους αγοραστές ένα χρήσιμο εργαλείο για την επιλογή απόφασης σε περιπτώσεις πολλαπλών προμηθευτών και αντισταθμίσεων κριτηρίων όπως η τιμή, διανομή, αξιοπιστία και ποιότητα (Petroni και Braglia, 2000). Η τεχνική που ακολουθείται είναι τεχνική «μείωσης των πληροφοριών», έτσι ώστε να χρησιμοποιηθούν μόνο οι πιο στατιστικά σημαντικές συνιστώσες του πολυδιάστατου δείγματος στην λήψη της απόφασης. Στην πραγματικότητα, η τεχνική Ανάλυσης Κυρίων Συνιστωσών υπολογίζει γραμμικούς συνδυασμούς μεταξύ των μεταβλητών.

Γενικά, αυτή η μεθοδολογία είναι σχετικά εύκολη στην χρησιμοποίησή της, μιας και είναι διαθέσιμη ως μέθοδος από το 1901, όταν ο Karl Pearson την εμπνεύστηκε. Έχει αποδειχτεί με την πάροδο του χρόνου ότι είναι μια αξιόπιστη μέθοδος που μπορεί να αξιοποιηθεί και να χειριστεί τα συγκρουόμενα χαρακτηριστικά στην επιλογή προμηθευτών καθώς και να αντισταθμίσει τα κύρια κριτήρια επιλογής προμηθευτή χωρίς την χρησιμοποίηση συντελεστών βαρύτητας.

Παράδειγμα

Το παρακάτω παράδειγμα προέρχεται από την μελέτη των Petroni και Braglia το 2000, πάνω στην επιλογή προμηθευτή μιας μεσαίας επιχείρησης που παρασκεύαζε μηχανήματα εμφιάλωσης. Η μέθοδος PCA εφαρμόστηκε στην αξιολόγηση των υποψήφιων προμηθευτών για ένα πολύ σημαντικό εξάρτημα των μηχανημάτων εμφιάλωσης.

Ο παρακάτω πίνακας μας παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά των προμηθευτών, όπως αξιολογήθηκαν από τους αγοραστές (η έρευνα έγινε πάνω σε 23 προμηθευτές αλλά οι συντάκτες παρουσίασαν για λόγους συντομίας τους 10 πρώτους):

Προμηθευτής	Διοικητική Ικανότητα	Παραγωγική Δυνατότητα	Τεχνολογική Ικανότητα	Τιμή	Ποιότητα	Συμβιβασμός στη Διανομή
1	0,622	0,261	0,667	0,958	0,100	0,122
2	0,500	0,333	0,571	1,000	0,200	0,200
3	0,737	0,429	0,400	0,935	0,133	0,167
4	0,683	0,286	0,444	0,983	0,182	1,000
5	0,452	0,353	0,400	0,958	0,400	0,040
6	0,509	1,000	0,800	0,975	0,167	0,032
7	1,000	0,500	0,571	0,943	0,333	0,179
8	0,778	0,667	0,571	0,983	1,000	0,093
9	0,596	0,176	0,444	0,920	0,167	0,060
10	0,528	0,545	1,000	1,000	0,222	0,049

Οι αγοραστές όρισαν 6 δείκτες για τα χαρακτηριστικά των προμηθευτών:

d1= τιμή προϊόντος / τεχνολογική ικανότητα

d2= τιμή προϊόντος / ικανότητα διοίκησης

d3= ποιότητα / ικανότητα διοίκησης

d4= ποιότητα / τεχνολογική ικανότητα

d5= συμμόρφωση στην διανομή / παραγωγική ικανότητα

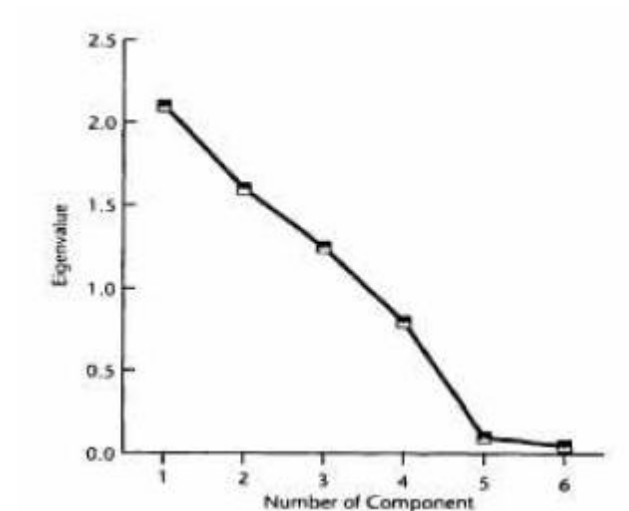
d6= συμμόρφωση στην διανομή / ικανότητα διοίκησης

Ο αγοραστής θα διαλέξει τον προμηθευτή που παρέχει τον καλύτερο συνδυασμό των παραπάνω δεικτών. Σε στατιστικούς όρους, αυτοί οι προμηθευτές αποτελούν ακραίες παρατηρήσεις και ξεχωρίζουν από τις υπόλοιπες πληροφορίες.

Η PCA μπορεί να εντοπίσει αυτούς τους προμηθευτές παρά την σημαντικότητα που έχει υποδείξει ο αγοραστής για κάθε κριτήριο αξιολόγησης. Η συγκεκριμένη μέθοδος μπορεί λοιπόν να εντοπίσει της κύριες συνιστώσες που είναι διαφορετικοί γραμμικοί συνδυασμοί για τις μεταβλητές αξιολόγησης, έτσι ώστε αυτές να πολλαπλασιαστούν με τις ιδιοτιμές τους ώστε να έχουμε ένα «ζυγισμένο» μέτρο για όλες τις μεταβλητές. Το πρώτο βήμα στην PCA αποτελεί ο έλεγχος εάν οι μεταβλητές έχουν αρκετό επίπεδο συσχέτισης. Ο παρακάτω πίνακας μας δείχνει τα αποτελέσματα ανάλυσης του πίνακα συσχέτισης και του Ελέγχου Σφαιρικότητας του Bartlett. Ο έλεγχος σφαιρικότητας του Bartlett είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για να ελέγξουμε την μηδενική υπόθεση ότι ο πίνακας συσχετίσεων είναι μοναδιαίος πίνακας. Αν δεν απορριφθεί η μηδενική υπόθεση, σημαίνει πως οι εξαρτώμενες μεταβλητές δεν συσχετίζονται.. Στην περίπτωση μας η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται για $\alpha=0.01\%$.

	d1	d2	d3	d4	d5	d6
d1	1,000	-0,192	0,253	-0,203	-0,278	-0,104
d2	-0,192	1,000	-0,096	0,198	0,222	-0,071
d3	0,253	-0,096	1,000	0,704	-0,236	-0,121
d4	-0,203	0,198	0,704	1,000	-0,018	-0,032
d5	-0,278	0,222	-0,236	-0,018	1,000	0,500
d6	-0,104	-0,071	-0,121	-0,032	0,900	1,000

Μια εμπειροτεχνική μέθοδος για να καθορίσουμε τον αριθμό των κυρίων συνιστωσών που θα επιλέξουμε, είναι το κριτήριο της «ιδιοτιμής μεγαλύτερης του 1». Στην παρούσα ανάλυση, 3 συνιστώσες είναι μια εφικτή λύση (αφού όλες οι εναπομένουσες συνιστώσες έχουν ιδιοτιμές μικρότερες του 1). Το συμπέρασμα αυτό το βγάλαμε κοιτώντας το διάγραμμα ιδιοτιμών (eigenvalue scree plot)



Εικόνα 3.1. PCA: Eigenvalue scree plot

Η συνιστώσες 1,2 και 3 ερμηνεύουν περίπου το 83% της συνολικής διακύμανσης των μεταβλητών. Το ποσοστό της διακύμανσης κάθε συνιστώσας αντιπροσωπεύει την σχετική σημαντικότητα της:

Weights of the rotated component			
Component	Total	% Διακύμανση	% Σωρευτική
1	1,913	31,885	31,885
2	1,710	28,508	60,393
3	1,377	22,949	83,342

Table 1. Συνολική Διακύμανση που ερμηνεύεται από τις συνιστώσες

Οι συντάκτες της εργασίας επέλεξαν την μέθοδο “Varimax” για να κάνουν αναστροφή του πίνακα συνιστωσών. Η αναστροφή του πίνακα συνιστωσών γίνεται για την όσο το δυνατόν καλύτερη ερμηνεία τους. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τα αποτελέσματα και οδηγεί τον αγοραστή στο συμπέρασμα ότι η συνιστώσα 1 επικεντρώνεται κυρίως σε θέματα συμμόρφωσης στην διανομή, η συνιστώσα 2 σε θέματα ποιότητας και η συνιστώσα 3 σε θέματα τιμής.

Variable	Component		
	1	2	3
d6	0,987		

d5	0,946		0,247
d4	0,115	0,923	0,256
d3		0,918	0,282
d2			0,778
d1	0,171		0,749

Table 2. PCA: Κύριες Συνιστώσες (Φορτία μικρότερα του 0,1 παραλείπονται)

Κάθε μεταβλητή (d1, d2, d3, d4, d5 και d6), αποκτά έναν συντελεστή w_i ($i=1$ μέχρι 6) που προκύπτει από τον πολλαπλασιασμό των φορτίων της κάθε συνιστώσας με το ποσοστό διακύμανσης που ερμηνεύεται από κάθε συνιστώσα. Ο συντελεστής w_1 υπολογίζεται ως εξής:

$$w_1 = 0.171 * 0.31885 + 0 * 0.28508 + 0.749 * 0.22949 = 0.2264$$

Με τον ίδιο τρόπο υπολογίζονται και οι υπόλοιποι συντελεστές. Ο κάθε συντελεστής στη συνέχεια πολλαπλασιάζεται με την τιμή της αντίστοιχης μεταβλητής του κάθε προμηθευτή (d1, d2, d3, d4, d5 και d6) και έτσι έχουμε την τελική βαθμολογία για τον καθένα. Σύμφωνα με τα τελικά αποτελέσματα, η κατάταξη των προμηθευτών έχει ως εξής:

Βαθμολογία	Προμηθευτής
2,292	4
1,658	5
1,639	8
1,356	2
1,209	9
1,091	3
1,013	7
0,937	10
0,915	1
0,857	6

Table 3. Τελική βαθμολογία προμηθευτών

Συνοψίζοντας, ο προμηθευτής 4 έχει την καλύτερη βαθμολογία ως προς τις 3 κύριες συνιστώσες που εντοπίστηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Με την αυξανόμενη σημαντικότητα του τομέα των προμηθειών, οι αποφάσεις που σχετίζονται με αυτόν γίνονται ολοένα και πιο κρίσιμες. Καθώς οι επιχειρήσεις εξαρτώνται με τους προμηθευτές τους, οι άμεσες ή έμμεσες επιπτώσεις της λήψης πρόχειρων αποφάσεων γίνονται πιο σοβαρές.

2.1 DEA

Η μέθοδος DEA είναι μια προσέγγιση, η οποία εστιάζει κυρίως στην αποτελεσματικότητα του συστήματος. Αυτή η προσέγγιση, θεωρεί τους προμηθευτές και τις διαδικασίες τους ως ένα σύστημα, στο οποίο η εκροή (όφελος) αναγνωρίζεται ως το σταθμισμένο άθροισμα των επιμέρους εκροών (π.χ. απόδοση στη παράδοση, την ποιότητα, κ.λπ.) από τους προμηθευτές και αντίστοιχα οι εισροές είναι το σταθμισμένο άθροισμα των εισροών (κόστος). Χρησιμοποιώντας τις εκροές και τις εισροές, η αποτελεσματικότητα του συστήματος είναι εύκολο να καθοριστεί. Χρησιμοποιώντας τη μέθοδο DEA, πολλοί ερευνητές έχουν προτείνει τρόπους για το πως μπορεί να βρεθούν τα βέλτιστα βάρη για τη μεγιστοποίηση των βαθμολογιών των επιδόσεων των προμηθευτών (αποδοτικότητα). Η μέθοδος χρησιμοποιείται στη συνέχεια για να ταξινομηθούν οι προμηθευτές σε αποτελεσματικούς και αναποτελεσματικούς (Agarwal et al., 2011).

$$\text{Αποδοτικότητα} = \frac{\text{Σταθμισμένο άθροισμα Εκροών}}{\text{Σταθμισμένο άθροισμα Εισροών}}$$

Δεκατέσσερα από τα εβδομήντα οχτώ άρθρα (17,95%) χρησιμοποιούν DEA στη διαδικασία επιλογής προμηθευτών. Βασιζόμενοι στη μελέτη των Baker και Talluri (1997), οι Braglia και Petroni (2000) εφάρμοσαν την DEA για να μετρήσουν την αποδοτικότητα εναλλακτικών προμηθευτών. Προτάθηκαν εννέα κριτήρια αξιολόγησης για την μέτρηση του βαθμού του κάθε προμηθευτή. Για να αποφευχθεί η πιθανότητα να επιλεγεί ένας υποδεέστερος ή ένας «false positive» προμηθευτής, μετρήθηκαν επίσης το *Maverick* και το *Cross-efficiency index*.

Οι Liu et al. (2000) πρότειναν ένα απλοποιημένο μοντέλο DEA για να αξιολογήσουν τη συνολική αποδοτικότητα των προμηθευτών σε συνάρτηση τριών κριτηρίων ως εισροή και δύο κριτηρίων ως εκροή. Το μοντέλο στοχεύει στην επιλογή προμηθευτή που έχει μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων ώστε να μειωθεί ο συνολικός αριθμός των προμηθευτών.

Οι Forker και Mendez (2001) εφάρμοσαν την DEA για τη μέτρηση της σχετικής απόδοσης των προμηθευτών. Για κάθε προμηθευτή, υπολογίζεται ένας βαθμός συγκριτικής αποδοτικότητας ως το μέγιστο ποσοστό μίας εισροής σε πολλαπλές εκροές. Αυτές οι εκροές έχουν βασιστεί σε κρίσιμους παράγοντες της Διοίκησης Ποιότητας. Παρόμοια με τους Braglia και Petroni (2000), υπολογίζονται και οι διασταυρούμενες αποδοτικότητες των προμηθευτών για να βρεθούν οι πιο συμφέροντες.

Οι Narasimhan et al. (2001) εφάρμοσαν τη μέθοδο της DEA για να αξιολογήσουν εναλλακτικούς προμηθευτές σε μία πολυεθνική εταιρεία τηλεπικοινωνιών. Για την εφαρμογή της μεθόδου έλαβαν υπόψη έντεκα κριτήρια αξιολόγησης εκ των οποίων τα έξι αποτελούσαν εισροές σχετικά με τις δυνατότητες των προμηθευτών και τα υπόλοιπα πέντε εκροές για την απόδοση τους. Βασιζόμενοι στη βαθμολογία τους για την απόδοση, οι προμηθευτές ταξινομήθηκαν σε τέσσερις κατηγορίες: υψηλές επιδόσεις και καλή απόδοση, υψηλές επιδόσεις και κακή απόδοση, χαμηλές επιδόσεις και καλή απόδοση, και χαμηλές επιδόσεις και κακή απόδοση.

Οι Talluri και Baker (2002) χρησιμοποίησαν μία προσέγγιση τριών φάσεων για το σχεδιασμό της εφοδιαστικής αλυσίδας. Στη Φάση 1 της μεθόδου αξιολογήθηκαν μεμονωμένα όλοι όσοι λαμβάνουν μέρος στη διαδικασία της προμήθειας περιλαμβάνοντας προμηθευτές, κατασκευαστές και διανομείς. Οι συγγραφείς

χρησιμοποίησαν έξι κριτήρια αξιολόγησης που προτάθηκαν από προγενέστερες αντίστοιχες μελέτες από τα οποία τα δύο ήταν εισροές και τα τέσσερα εκροές. Βασιζόμενοι στη βαθμολογία απόδοσης της Φάσης 1 και τον βέλτιστο αριθμό προμηθευτών, κατέληξαν με τη Φάση 2 στη βέλτιστη διαδρομή των υλικών από τους επιλεγμένους προμηθευτές στους κατασκευαστές και στις αποθήκες.

Στη μελέτη του ο Garfamy (2006) χρησιμοποίησε τη μέθοδο DEA για τη μέτρηση της συνολικής απόδοσης των προμηθευτών βασιζόμενος στη θεωρία της μεθόδου «Total Cost of Ownership». Ο προμηθευτής που παρέχει μία μονάδα εκροής κοστίζοντας τα λιγότερα χρήματα, θεωρούνταν και ο πιο αποτελεσματικός.

Οι Ross et al. (2006) εφήρμοσαν την DEA για την αξιολόγηση της απόδοσης των προμηθευτών σε σχέση με τα χαρακτηριστικά τόσο του προμηθευτή, όσο και του αγοραστή. Διενεργήθηκαν τρεις αναλύσεις ευαισθησίας. Η πρώτη ανάλυση αφορούσε στον υπολογισμό της επίδοσης των προμηθευτών χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα βάρη και τα όρια των κριτηρίων που θέτει η ομάδα αξιολόγησης. Η δεύτερη ανάλυση λάμβανε υπόψη τις προτιμήσεις της ομάδας αξιολόγησης για την επίδοση των προμηθευτών καθώς η τρίτη ανάλυση λάμβανε υπόψη τις προτιμήσεις του αγοραστή για την επίδοση των προμηθευτών.

Ο Saen (2006) ανέπτυξε το μοντέλο DEA για την αξιολόγηση των προμηθευτών τεχνολογίας σε σχέση με τρεις παράγοντες, ο ένας εκ των οποίων ήταν ποιοτικός. Επίσης, δημιουργήθηκε μία 5-βάθμια κλίμακα για τη βαθμολόγηση των προμηθευτών στον ποιοτικό παράγοντα.

Ο Seydel (2006) χρησιμοποίησε το μοντέλο DEA για την αντιμετώπιση του προβλήματος επιλογής προμηθευτή. Σε αντίθεση με τις παραπάνω προσεγγίσεις, δε έλαβε υπόψη εισροή στο μοντέλο. Αναπτύχθηκε κλίμακα επτά βαθμών για την αξιολόγηση των ποιοτικών κριτηρίων. Ο συγγραφέας υποστηρίζει ότι στη προτεινόμενη μέθοδο DEA απαιτείται λιγότερη εμπλοκή των φορέων λήψης αποφάσεων από τη μέθοδο SMART.

Οι Talluri et al. (2006) παρουσίασαν την λεγόμενη προσέγγιση DEA περιορισμένης ευκαιρίας (chance-constrained) για την αξιολόγηση της απόδοσης των προμηθευτών με παρουσία στοχαστικών μέτρων απόδοσης. Η τιμή θεωρήθηκε ως εισροή, ενώ η

ποιότητα και η παράδοση χρησιμοποιήθηκαν ως εκροές. Ο μοντέλο συγκρίθηκε με το ντετερμινιστικό DEA για να επισημανθεί η χρησιμότητα του.

Ο Saen (2007a), παρουσίασε το λεγόμενο ασαφή DEA για την αξιολόγηση την απόδοση των προμηθευτών με την παρουσία του τόσο ποσοτικών όσο και ποιοτικών παραγόντων. Ο συγγραφέας θεωρεί ότι η φήμη του προμηθευτή (SR), που είναι μία από τις εκροές του μοντέλου, δεν θα μπορούσε να ποσοτικοποιηθεί με ακρίβεια. Το προτεινόμενο μοντέλο επιτρέπει τους φορείς λήψης αποφάσεων να έχουν μια πλήρη ιεράρχηση των προμηθευτών σε SR. Εκτός αυτού, το προτεινόμενο μοντέλο θα μπορούσε να χειριστεί ασαφή δεδομένα με τη μορφή των οριοθετημένων δεδομένων.

Οι Wu et al. (2007) παρουσίασαν το λεγόμενο ανεπτυγμένο ασαφή DEA για την επιλογή προμηθευτή. Το προτεινόμενο μοντέλο είναι σε θέση να χειριστεί ασαφή δεδομένα και επιτρέπει την αύξηση της διακριτικής εξουσία (δηλαδή, να γίνεται διάκριση των αποτελεσματικών προμηθευτών από εκείνους με χαμηλές αποδόσεις). Επίσης, αναπτύχθηκε ένα σύστημα βασισμένο στο διαδίκτυο που επιτρέπει στους εν δυνάμει αγοραστές την αξιολόγηση και την επιλογή των προμηθευτών.

Ο Kao (2010) πρότεινε τη μέθοδο DEA με κοινά βάρη για την κατάταξη των εναλλακτικών λύσεων και επικεντρώνονται στη μέτρηση της σχετικής απόστασης από της κάθε εναλλακτικής λύσης από την ιδανική ή καλύτερη εναλλακτική λύση ως προς κάθε κριτήριο και αντίστοιχα την σχετική απόστασή από την χειρότερη εναλλακτική λύση. Στην περίπτωση που δύο επιλογές έχουν την ίδια απόσταση από την ιδανική εναλλακτική λύση, τότε εκείνη με τη μεγαλύτερη απόσταση από τη χειρότερη εναλλακτική, επιλέγεται ως η καλύτερη επιλογή εκ των δύο και ως εκ τούτου κατατάσσεται σε υψηλότερη θέση.

Οι Songhori et al. (2011) παρουσίασαν ένα δομημένο πλαίσιο για τη λήψη της καλύτερης απόφασης στην επιλογή των προμηθευτών χρησιμοποιώντας DEA. Το προτεινόμενο μοντέλο είχε δύο ξεχωριστές αλλά αλληλοεξαρτώμενες φάσεις, οι οποίες είναι η φάση της επιλογής και η φάση της ανάθεσης.

2.2 Μοντέλα Γραμμικού Προγραμματισμού

2.2.1 Γραμμικός Προγραμματισμός

Οι Talluri και Narasimhan (2003) είναι η πρώτη ομάδα ερευνητών, οι οποίοι τόνισαν τη σημασία και τις επιπτώσεις της διακύμανσης των επιδόσεων στην αξιολόγηση των διαφόρων προμηθευτών. Οι ερευνητές είδαν τη διαδικασία ως ένα σύστημα στο οποίο ο κύριος στόχος ήταν να ελαχιστοποιηθούν οι εισροές, όπως το κόστος και να μεγιστοποιηθούν οι εκροές, όπως η ποιότητα, οι επιδόσεις παράδοσης, κλπ. Οι ερευνητές προτείνουν δύο γραμμικά μοντέλα προγραμματισμού (LP), έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να προσδιοριστούν οι ομάδες ομοίων προμηθευτών, τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα διακριτών επιλογών στην τελική αξιολόγηση.

Έπειτα, οι Talluri και Narasimhan (2005) σχεδίασαν ένα γραμμικό μοντέλο προγραμματισμού για να βοηθήσει στη λήψη αποφάσεων των αγοραστών να επιλέγουν και να αξιολογούν διαφορετικούς προμηθευτές. Το μοντέλο βασίζεται σε ποσοτικά μέτρα για την επιλογή των εναλλακτικών προμηθευτών λαμβάνοντας υπόψη τα πλεονεκτήματα των υπαρχόντων προμηθευτών και για την εξάλειψη των προμηθευτών με χαμηλές επιδόσεις. Το μοντέλο εφαρμόστηκε στην περίπτωση μίας μεγάλης, πολυεθνικής εταιρείας τηλεπικοινωνιών. Οι ερευνητές συνέκριναν περαιτέρω την αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου μοντέλου σε σχέση με τα παραδοσιακά και το μοντέλο της εξελιγμένης DEA.

Ο Ng (2008) ανέπτυξε ένα μοντέλο σταθμισμένου γραμμικού προγραμματισμού (WLP) για την επιλογή προμηθευτή, χρησιμοποιώντας την υποκειμενική μαθηματική συνάρτηση για να μεγιστοποιήσει το σκορ προμηθευτή. Ο ερευνητής προτείνει μία τεχνική μετασχηματισμού, η οποία εξαλείφει την ανάγκη της βελτιστοποίησης για την επίλυση του σταθμισμένου γραμμικού προγραμματισμού.

2.2.2 Ακέραιος γραμμικός προγραμματισμός

Ο Talluri (2002) πρότεινε ένα γραμμικό μοντέλο δυαδικού ακέραιου προγραμματισμού για την αξιολόγηση των προσφορών των εναλλακτικών προμηθευτών. Ο ερευνητής πρότεινε τη χρήση βαθμολογίας στις εναλλακτικές προσφορές με σκοπό την επιλογή του καταλληλότερου συνόλου προσφορών, που πληρούν τις απαιτήσεις της ζήτησης. Επίσης, προτείνει τέσσερις παραλλαγές του μοντέλου για να βοηθήσει τον αγοραστή στη λήψη αποτελεσματικών αποφάσεων σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Οι Hong et al. (2005) ανέπτυξαν ένα μοντέλο που βασίζεται σε μεικτό ακέραιο γραμμικό προγραμματισμό (MILP) για την επιλογή προμηθευτή, το οποίο όχι μόνο μεγιστοποιεί τα έσοδα αλλά επίσης βοηθά στην κάλυψη των αναγκών του πελάτη. Ο κύριος στόχος ήταν να βρεθεί ο βέλτιστος αριθμός των προμηθευτών και της ποσότητας της προμήθειας, προκειμένου να μεγιστοποιηθούν τα έσοδά λαμβάνοντας υπόψη την μεταβλητότητα στην κάλυψη των απαιτήσεων των πελατών και την επίδοση των προμηθευτών.

Οι Rajan et al. (2010) πρότειναν ένα μοντέλο επιλογής προμηθευτή, που βασίζεται στον ακέραιο γραμμικό προγραμματισμό (ILP), για περιπτώσεις ποικιλίας προϊόντων ή σε περιβάλλοντα πολλαπλών προμηθευτών. Το προτεινόμενο μοντέλο εγκρίθηκε για τους χονδρεμπόρους εξοπλισμού γεωργίας.

2.2.4 Ακέραιος μη γραμμικού προγραμματισμός

Οι Ghodsypour και O'Brien (2001) χρησιμοποίησαν την έννοια του μικτού ακέραιου μη-γραμμικού προγραμματισμού και πρότειναν ένα μοντέλο για την επίλυση του προβλήματος επιλογής προμηθευτή. Το μοντέλο σχεδιάστηκε για την εύρεση του βέλτιστου αριθμού προμηθευτών και ποσότητας παραγγελίας για τον κάθε προμηθευτή, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το συνολικό ετήσιο κόστος προμήθειας. Το άρθρο των ερευνητών χωρίζεται σε δύο ομάδες, για μονό και πολλαπλό στόχο.

2.2.5 Προγραμματισμός Στόχου

Οι Karpak et al. (2001) αποτελούν την πρώτη ομάδα ερευνητών που πρότεινε το μοντέλο του προγραμματισμού στόχου (GP) για την αξιολόγηση των προμηθευτών. Η ποιότητα, το κόστος και οι επιδόσεις παράδοσης ήταν οι τρεις στόχοι που είχαν καθοριστεί. Το μοντέλο αποσκοπούσε στο να ανακαλύψει τη βέλτιστη ποσότητα των προμηθευόμενων προϊόντων (κατόπιν παραγγελίας), υπό τους περιορισμούς της ζήτησης και της προσφοράς.

2.2.6 Προγραμματισμός Πολλαπλών Στόχων

Οι Narasimhan et al. (2006) ανέπτυξαν ένα μοντέλο προγραμματισμού πολλαπλών στόχων για την επίλυση του προβλήματος της επιλογής προμηθευτή και της βέλτιστης ποσότητας παραγγελίας. Τα πέντε κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση των επιδόσεων των προμηθευτών ήταν το ελάχιστο μέγεθος της παραγγελίας, η μέγιστη διαθέσιμη ποσότητα προμήθειας, η οικονομική προσφορά, η ποιότητα και η παράδοση.

Οι Wadhwa και Ravindran (2007) πρότειναν ένα άλλο μοντέλο πολυκριτηριακού προγραμματισμού για την επίλυση του προβλήματος, όπου υπάρχουν τρεις μεταβλητές προς ελαχιστοποίηση: η τιμή, ο χρόνος, και τα απορριπτέα προϊόντα. Επίσης, χρησιμοποίησαν τρεις προσεγγίσεις, τον σταθμισμένο στόχο, τον προγραμματισμό στόχου και τον προγραμματισμό συμβιβασμού για να συγκρίνουν τις λύσεις μεταξύ τους.

2.3 Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης (AHP)

Οι Akarte et al. (2001) προσδιόρισαν δεκαοκτώ κριτήρια για την επιλογή του προμηθευτή τα οποία ταξινομούνται σε τέσσερις ομάδες: ικανότητα στην ποιότητα, ικανότητα στην ανάπτυξη, κατασκευαστική ικανότητα, και το κόστος και την

παράδοση. Οι ερευνητές ανέπτυξαν το μοντέλο σε λογισμικό σύστημα βασισμένο στο διαδίκτυο. Οι Muralidharan et al. (2002) ανέπτυξαν ένα μοντέλο πέντε βημάτων, στο οποίο ενσωματώθηκαν εννέα κριτήρια αξιολόγησης για τη διαβάθμιση και επιλογή των προμηθευτών. Στελέχη διαφορετικών τμημάτων, όπως τον έλεγχο ποιότητας, την αγορά, και τα καταστήματα συμμετέχουν στη διαδικασία επιλογής. Ο Chan (2003) ανέπτυξε ένα μοντέλο βασισμένο στην AHP, το οποίο διευκολύνει την επιλογή των προμηθευτών. Οι Chan και Chan (2004) χρησιμοποίησαν την ιεραρχία AHP για τον ίδιο σκοπό. Στο μοντέλο τους, το οποίο αποτελούνταν από έξι κριτήρια αξιολόγησης και 20 υπό-κριτήρια, πραγματοποιούνταν υπολογισμοί των διαφορετικών σχετικών σημαντικοτήτων βάση των απαιτήσεων του πελάτη. Οι Liu και Hai (2005) χρησιμοποίησαν παρόμοια προσέγγιση με εκείνη που πρότειναν οι Chan και Chan (2004) με διαφορά τη χρήση της μεθόδου Noguchi για την κατάταξη. Η μέθοδος αυτή βοήθησε τη διοίκηση στην ψήφιση και τον καθορισμό της σειράς κριτηρίων, αντί τη χρήση των βαρών.

Οι Chan et al. (2007) πρότειναν τη μέθοδο AHP βάση πολλαπλών κριτηρίων λήψης αποφάσεων προσέγγιση του προμηθευτή την επιλογή και την αξιολόγησή τους έγινε με βάση 14 διαφορετικά κριτήρια. Το μοντέλο που πρότειναν εκτός από το ότι παρέχει ένα πλαίσιο για την επιλογή του κατάλληλου προμηθευτή, δίνει και κάποιες λεπτομέρειες σχετικά με τον τρόπο ανάπτυξης στρατηγικής του οργανισμού για τους προμηθευτές της. Οι Hou και Su (2007) ανέπτυξαν ένα σύστημα για τον προσδιορισμό των κατάλληλων προμηθευτών των διάφορων εξαρτημάτων σε περιβάλλοντα μαζικής παραγωγής. Η μέθοδός τους χρησιμοποιεί μία δυναμική προσέγγιση για την αξιολόγηση της θέσης των προϊόντων στην αγορά και των κατευθύνσεων ανάπτυξης.

Οι Chan και Chan (2010) πρότειναν ένα μοντέλο που βασίζεται στην AHP για την επίλυση του προβλήματος της αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτή λαμβάνοντας ως παράδειγμα τη βιομηχανία της μόδας. Το άρθρο αυτό εστιάζει κυρίως στη γρήγορη ανταποκρισιμότητα της στρατηγικής που συμβαίνει σε μεγάλο βαθμό από τη βιομηχανία της ένδυσης. Οι ερευνητές χώρισαν τα κριτήρια σε δύο μεγάλες ομάδες κριτηρίων: κριτήρια επιδόσεων και κριτήρια βασισμένα στη στρατηγική της εταιρείας. Εντοπίστηκε ένα σύνολο είκοσι εννέα κριτηρίων εκ των οποίων τα δεκαεννέα ανήκουν στην ομάδα των επιδόσεων ενώ τα υπόλοιπα δέκα ανήκουν στη

δεύτερη κατηγορία, που εξετάζουν εάν η εταιρεία έχει στρατηγική σχέση με τον προμηθευτή. Οι Kumar και Roy (2011) πρότειναν ένα μοντέλο βάσει της AHP λαμβάνοντας ως παράδειγμα τη βιομηχανία μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Στο άρθρο παρουσιάζεται ένα μοντέλο τριών βημάτων για τον υπολογισμό των αποδόσεων των υποψήφιων προμηθευτών ώστε να επιλεγεί ο καταλληλότερος. Το προτεινόμενο μοντέλο επαληθεύτηκε από τους ερευνητές λαμβάνοντας δεδομένα από μια πολυεθνική μεταποιητική εταιρεία.

2.4 Case based reasoning (CBR)

Οι Choy και Lee (2002) πρότειναν ένα γενικό μοντέλο CBR ενσωματώνοντας τη διαχείριση σχέσεων με τον πελάτη (CRM) και τη διοίκηση της εφοδιαστικής αλυσίδας (SCM), για τον προσδιορισμό των κατάλληλων προμηθευτών προϊόντων, υπηρεσιών και διανομής. Τα διαφορετικά κριτήρια αξιολόγησης έχουν κατηγοριοποιηθεί ως εξής: σύστημα ποιότητας, τεχνική ικανότητα, και οργανωτικά χαρακτηριστικά. Το μοντέλο εφαρμόστηκε για εταιρεία παραγωγής καταναλωτικών προϊόντων, η οποία διατηρούσε μια βάση δεδομένων προμηθευτών του παρελθόντος και των ιδιοτήτων τους. Η επιλογή του προμηθευτή έγινε βάσει του ποσοστού εκπλήρωσης των προκαθορισμένων προδιαγραφών. Οι Choy et al. (2002), Choy και Lee (2003), Choy et al. (2003a), Choy et al. (2003b), Choy et al. (2004), Choy et al. (2005) εφάρμοσαν, επίσης, το μοντέλο CBR για την επίλυση του προβλήματος της επιλογής προμηθευτή. Αυτή η προσέγγιση ήταν παρόμοια με το εκείνη που προτείνεται από τους Choy και Lee (2002), συμπεριλαμβανομένου του πλαισίου για την επιλογή προμηθευτή.

2.5 Analytic Network Process (ANP)

Οι Sarkis και Talluri (2002) εισήγαγαν ένα δυναμικό μοντέλο στρατηγικής λήψης αποφάσεων βασισμένο στο μοντέλο ANP (Saaty, 1996) για να βοηθήσει τους φορείς λήψης αποφάσεων να επιλέξουν τους καλύτερους προμηθευτές για την επιχείρησή τους, λαμβάνοντας δεδομένα από όλα τα διοικητικά επίπεδα, από τα ανώτατα στρατηγικά έως τα λειτουργικά, σε κάθε δυναμικό συνεχώς μεταβαλλόμενο

περιβάλλον. Οι συγγραφείς προσδιόρισαν και εφάρμοσαν επτά κριτήρια αξιολόγησης για την επιλογή των προμηθευτών. Ο Bayazit (2006) πρότεινε μια μεθοδολογία βάση της ANP, η οποία περιλαμβάνει ανατροφοδότηση και αλληλεξαρτώμενες σχέσεις για την αξιολόγηση και επιλογή του καλύτερου προμηθευτή για μια επιχείρηση. Ο ερευνητής προσδιόρισε δέκα κριτήρια αξιολόγησης, ταξινομημένα στις διάφορες ομάδες προμηθευτών ανάλογα με την απόδοση και την ικανότητα τους. Για την αποτύπωση των αλληλεξαρτήσεων μεταξύ όλων των κριτηρίων δημιουργήθηκε ένας πίνακας σύγκρισης. Οι Gencer και Gürpınar (2007) πρότειναν ένα μοντέλο με βάση της ANP για μια επιχείρηση ηλεκτρονικών για την αξιολόγηση και την επιλογή προμηθευτή σε σχέση με διάφορα κριτήρια αξιολόγησης. Το προτεινόμενο μοντέλο αποτελείται από σαράντα πέντε κριτήρια που κατατάσσονται σε τρεις κύριες ομάδες.

2.6 Θεωρία ασαφών συνόλων

Οι Chen et al. (2006) πρότειναν ένα μοντέλο ιεράρχησης βασισμένο στην θεωρία ασαφών συνόλων για το πρόβλημα επιλογής προμηθευτή. Οι ερευνητές πρότειναν λεκτικές μεταβλητές, εκφρασμένες σε τραπεζοειδή ή τριγωνικούς ασαφείς αριθμούς που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση των βαρών και το ποσοστό των κριτηρίων αξιολόγησης. Το προτεινόμενο μοντέλο έχει εφαρμοσθεί και επαληθευτεί σε μια εταιρεία κατασκευής προϊόντων υψηλής τεχνολογίας για την επιλογή των βασικών προμηθευτών εξαρτημάτων ενός νέου προϊόντος.

Οι Sarkar και Mohapatra (2006) ανέπτυξαν ένα συστηματικό πλαίσιο για τη μείωση του αριθμού των υποψηφίων προμηθευτών στην προκειμένου να διευκολυνθούν οι φορείς λήψης αποφάσεων στην επιλογή των καλύτερων προμηθευτών. Οι ερευνητές ισχυρίζονται ότι η ικανότητα και η απόδοση ήταν οι σημαντικότερες διαστάσεις στην επιλογή προμηθευτή. Επίσης, παρουσίασαν την μήτρα απόδοσης-ικανότητας για διευκόλυνση της οργάνωσης των προμηθευτών κατά φθίνουσα σειρά προτίμησης. Για την επαλήθευση του πλαισίου, εφαρμόστηκε σε μια υποθετική περίπτωση για να δείξει πώς οι δύο καλύτερες προμηθευτές επιλέχθηκαν βάσει τέσσερις παράγοντες επιδόσεων και δέκα ικανοτήτων.

Οι Florez-Lopez (2007) παρουσίασαν μια προσέγγιση για την εκτίμηση ενός δείκτη προτίμησης προμηθευτή θεωρώντας δεκατέσσερα παράγοντες αξιολόγησης, από τα ογδόντα τέσσερα χαρακτηριστικά που δυνητικά προσθέτουν αξία. Οι παράγοντες που επιλέχθηκαν, βασίστηκαν σε έρευνα που διεξήχθη μεταξύ των διευθυντών προμηθειών στις ΗΠΑ. Οι ερευνητές παρουσίασαν ένα μοντέλο δύο λεκτικών ασαφών συνόλων για να συνδυάσουν τις αριθμητικές και τις λεκτικές πληροφορίες. Οι Büyüközkan και Çifçi (2011) πρότειναν ένα νέο πλαίσιο που βασίζεται στη θεωρία ασαφών συνόλων για την επίλυση του προβλήματος λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων με ελλιπή σχέσεις. Οι ερευνητές πρότειναν ένα πλαίσιο για βιώσιμη επιλογή προμηθευτή βάση ορισμένα κριτήρια, όπως η πίεση χρόνου και η έλλειψη εμπειρίας στο συγκεκριμένο αντικείμενο και επικεντρώθηκε στις ικανότητες και δυνατότητες του προμηθευτή στην επίτευξη των προϊόντων.

Οι Chang et al (2011) πρότειναν την ασαφή λήψη αποφάσεων με εργαστηριακή αξιολόγηση (DEMATEL) για να βρουν αποτελεσματικά τους παράγοντες αξιολόγησης για την επιλογή προμηθευτή. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στην πρακτική προσέγγιση για την εξεύρεση των βασικών παραγόντων για τη βελτίωση της απόδοσης της επιχείρησης μέσω διαφορετικών ερωτηματολογίων. Οι Jiang και Chan (2011) πρότειναν μια μεθοδολογία με την εφαρμογή της θεωρίας ασαφών συνόλων (FST), που βασίζεται σε είκοσι κριτήρια για την αξιολόγηση προμηθευτών. Χρησιμοποίησαν τη θεωρία Dempster Shafer (DST) για να συνδυάσουν τα δεδομένα κριτήρια για τον υπολογισμό των τελικών βαθμολογιών των προμηθευτών.

2.7 Απλή τεχνική βαθμολογία πολλαπλών χαρακτηριστικών (SMART)

Ο Barla (2003) πρότεινε ένα μοντέλο πέντε σταδίων επιλογής πολλαπλών χαρακτηριστικών (MSM) για την αξιολόγηση προμηθευτή στην περίπτωση μιας εταιρείας κατασκευής γυαλιού. Στο μοντέλο λαμβάνονται υπόψη επτά κριτήρια αξιολόγησης: η αξιοπιστία, η ικανότητα, η ποιότητα, η γεωγραφική θέση, η οικονομική κατάσταση, το επίπεδο των υπηρεσιών και η τιμή.

Οι Huang και Keska (2007) παρουσίασαν μια ολοκληρωμένη σειρά από 101 κριτήρια μέτρησης, τα οποία συγκέντρωσαν από τη βιβλιογραφία, για την επιλογή προμηθευτή. Οι ερευνητές αντί να χρησιμοποιήσουν όλα τα κριτήρια επέλεξαν κάποια από τα σχετικά κριτήρια και μετρήσεις για τη διαδικασία επιλογής προμηθευτή.

2.8 Κριτήρια αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτών

Παραδοσιακά, οι υπεύθυνοι των Προμηθειών προσπαθούσαν να επιτύχουν τη χαμηλότερη τιμή αγοράς από τους προμηθευτές (Swift, 1995). Οι πιέσεις όμως από τον ανταγωνισμό, η έμφαση στην ποιότητα και η μετάβαση στη Διοίκηση της Αλυσίδας Εφοδιασμού, ώθησε τις επιχειρήσεις σε ανάπτυξη στενότερων σχέσεων με λιγότερους προμηθευτές, τους οποίους έπρεπε να επιλέξουν προσεκτικά. Για το λόγο αυτό, οι υπεύθυνοι των Προμηθειών άρχισαν να λαμβάνουν υπόψη και άλλα κριτήρια κατά την αξιολόγηση και επιλογή των κατάλληλων προμηθευτών, εκτός της τιμής (Cebi et al., 2003).

Σύμφωνα με τους Ho William et al. (2008) οι οποίοι μελέτησαν 78 σχετικές έρευνες από το 2000 έως το 2008, το πιο δημοφιλές κριτήριο είναι η ποιότητα και ακολουθεί η διανομή, η τιμή/το κόστος, η κατασκευαστική ικανότητα, η εξυπηρέτηση, η διοίκηση, η χρησιμοποιούμενη τεχνολογία, η έρευνα και ανάπτυξη, η χρηματοπιστωτική ικανότητα, η ευελιξία, η φήμη, η σχέση, το ρίσκο και η ασφάλεια και το περιβάλλον.

Από τις 78 μελέτες που εξέτασαν οι Ho William et al. (2008), οι 68 (87,18%) λαμβάνουν υπόψη την ποιότητα του προμηθευτή στη διαδικασία επιλογής. Υπάρχει μία πληθώρα χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την ποιότητα και που μπορεί να βρει κανείς στις μελέτες ως κριτήρια επιλογής προμηθευτών. Μερικά από αυτά είναι "ο αριθμός αποδεκτών προϊόντων ανά εκατομμύριο", "η συμμόρφωση με τις προδιαγραφές", "η συνεχής βελτίωση της παραγωγής, η εφαρμογή Six Sigma ή το συνολικό πρόγραμμα διαχείρισης της ποιότητας", "οι διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες του συστήματος", "η τεκμηρίωση και ο αυτό-έλεγχος", "οι εσωτερικές επιθεωρήσεις και ο έλεγχος", "η ύπαρξη σύστημα διαχείρισης ποιότητας ISO", "το χαμηλό ποσοστό ελαττωματικών", "οι καθαρές απορρίψεις προϊόντων", "το σύστημα

ελέγχου μη συμμορφούμενων υλικών", "ο αριθμός των παρτίδων χωρίς να λάθη", "ο αριθμός του προσωπικού του τμήματος ποιότητας", "το ποσοστό των προϊόντων που δεν απορρίφθηκαν κατά την επιθεώρηση", "το ποσοστό τέλειων προϊόντων", "η ικανότητα ελέγχου των διαδικασιών", "η διασφάλιση ποιότητας της παραγωγής", "τα βραβεία ποιότητας", "οι πιστοποιήσεις ποιότητας", "η ποιότητα των δεδομένων και η υποβολή εκθέσεων", "το εγχειρίδιο ποιότητας", "η ποιότητα σχεδιασμού", "οι πρακτικές διαχείρισης ποιότητας και συστημάτων", "η αξιοπιστία της ποιότητας", "οι απορρίψεις εισερχόμενης ποιότητας", "οι απορρίψεις στη γραμμή παραγωγής", "οι απορρίψεις από τους πελάτες", "η αξιοπιστία στη ποιότητα των υπηρεσιών", "η εμπειρία στη ποιότητα υπηρεσιών", "η ποιότητα διανομής" και "η εκπαίδευση σε θέματα ποιότητας".

Το δεύτερο πιο δημοφιλές κριτήριο είναι η διανομή/παράδοση (64 μελέτες ή 82,05%). Το κριτήριο αυτό σχετίζεται με χαρακτηριστικά των προμηθευτών που περιλαμβάνουν "την καταλληλότητα της ημερομηνίας παράδοσης", "την συμφωνία με την ημερομηνία λήξης", "την απόσταση", "την θέση παράδοσης", "την συμμόρφωση παράδοσης", "τις συνθήκες παράδοσης", "τις καθυστερήσεις παράδοσης", "την αποδοτικότητα της διανομής", "τον χρόνο διανομής", "τα λάθη κατά τη διανομή", "τις επιδόσεις παράδοσης", "την αξιοπιστία των παραδόσεων", "τις γεωγραφικές συνθήκες", "την γεωγραφική θέση", "τις καθαρές καθυστερήσεις των παραδόσεων", "τον αριθμό των αποστολών που φθάνουν στην ώρα τους", "τον χρόνο από την παραγγελία έως τη παράδοση", "την έγκαιρη παράδοση", "το ποσοστό των παραγγελιών αποστέλλονται πριν από την προκαθορισμένη ημερομηνία", "το ποσοστό των παραγγελιών που αποστέλλονται κατά ή πριν από την τελική ημερομηνία αποστολής", "το ποσοστό των παραγγελιών που αποστέλλονται μετά την τελική ημερομηνία", "το χρόνο παράδοσης του δείγματος", "την φερεγγυότητα διανομής", και "το χρόνο αναμονής».

Το τρίτο πιο δημοφιλές κριτήριο επιλογής προμηθευτή στις 78 μελέτες που συμπεριέλαβαν στην έρευνα τους οι Ho William et al. (2008) είναι εκείνο της τιμής /κόστους (63 μελέτες ή 80,77%). Τα σχετικά με αυτό το κριτήριο χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν "σχέση της τιμής με τις τιμές της αγοράς", "ανταγωνιστικότητα του κόστους", "δυνατότητα μείωσης του κόστους", "προσπάθεια μείωσης του κόστους", "η απόδοση στη μείωση του κόστους", "άμεσο κόστος", "διακύμανση στις τιμές",

"έμμεσο κόστος συντονισμού", "κόστος εφοδιασμού", "κόστος παραγωγής", "κόστος ανά προϊόν", "κόστος παραγγελίας", "τιμή μονάδας" και "συνολικό κόστος της διανομής".

Βάση των παραπάνω, φαίνεται ότι η τιμή/κόστος δεν είναι τελικά το πιο ευρέως διαδεδομένο κριτήριο που υιοθετούν οι επιχειρήσεις για επιλογή προμηθευτών. Η παραδοσιακή προσέγγιση που χρησιμοποιεί ως μοναδικό κριτήριο τη χαμηλότερη προσφορά κόστους δεν φαίνεται να υποστηρίζεται πλέον και δεν είναι αρκετά ισχυρή στη σύγχρονη διαχείριση προμηθευτών.

Όπως προκύπτει από τη μελέτη της διεθνούς βιβλιογραφίας, τα πλέον συνήθη, τυπικά και ευρέως χρησιμοποιούμενα κριτήρια αξιολόγησης και άρα επιλογής των προμηθευτών είναι:

- το κόστος (cost), δηλαδή το συνολικό κόστος αγοράς ή η τιμή,
- η ποιότητα (quality), δηλαδή η παράδοση αξιόπιστων υλικών που να συμμορφώνονται στις προδιαγραφές,
- η αξιοπιστία στην παράδοση (delivery reliability), δηλαδή η ικανότητα και θέληση του προμηθευτή να εκτελέσει μια εντολή αγοράς στον προκαθορισμένο χρόνο και τόπο ή να αναπτύξει έγκαιρα ένα νέο εξάρτημα ή ακόμη και να ικανοποιεί τις συνθήκες του JIT,
- η εξυπηρέτηση μετά την πώληση (service), δηλαδή η εκπαίδευση ή η τεχνική υποστήριξη,
- η ευελιξία (flexibility), δηλαδή η ικανότητα και θέληση του προμηθευτή να προσαρμόζεται και να ικανοποιεί αλλαγές στις ποσοτικές, χρονικές ή ποιοτικές απαιτήσεις του αγοραστή και
- η καινοτομία (innovation), δηλαδή οι τεχνολογικές δυνατότητες του προμηθευτή, η προθυμία του να μεταδώσει τεχνικές γνώσεις στον αγοραστή ή η δυνατότητα και θέληση να συμμετέχει στο σχεδιασμό νέων προϊόντων

Διάφοροι συγγραφείς όπως η Ellram (1990) και οι Kannan και Tan (2003), επισημαίνουν ότι παρά την τάση να χρησιμοποιούνται κυρίως μετρήσιμα κριτήρια (απτά), όπως π.χ. το κόστος, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή και "απαλά" (soft) κριτήρια (μη απτά), όπως η διοικητική συμβατότητα, οι δυνατότητες του προμηθευτή, η προϊστορία του κλπ. Τα "απαλά" κριτήρια, τα οποία είναι δύσκολο

να μετρηθούν, έχουν ακόμη μεγαλύτερη βαρύτητα στις περιπτώσεις των στρατηγικών συμμαχιών, όπου οι επιχειρήσεις βασίζονται περισσότερο στους προμηθευτές τους και δεσμεύονται σε μια συνεργασία.

Ο Dickson (1966), όπως αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία (Vokurka et al., 1996, Dahel, 2003, Liu et al., 2000), υποστηρίζει ότι "από την βιβλιογραφία των Προμηθειών, είναι εύκολο να συντάξεις μια λίστα τουλάχιστον 50 διαφορετικών παραγόντων που παρουσιάζονται από διάφορους συγγραφείς ως σημαντικοί κατά την επιλογή των προμηθευτών". Ο Dickson, μείωσε τη λίστα αυτή σε 23 κριτήρια, ενώ το 1996 τα κατέταξε βάσει σημαντικότητας, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1 (Liu et al., 2000).

ΚΡΙΤΗΡΙΑ		ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ
1	Ποιότητα	Πολύ Υψηλή
2	Αξιοπιστία στις παραδόσεις	Υψηλή
3	Προϊστορία απόδοσης	
4	Εγγυήσεις και πολιτική αξιώσεων	
5	Εγκαταστάσεις παραγωγής και δυναμικότητα	
6	Τιμή	
7	Τεχνικές δυνατότητες	
8	Οικονομική κατάσταση	
9	Συμμόρφωση στις διαδικασίες	
10	Συστήματα επικοινωνίας	
11	Φήμη και θέση στον Κλάδο	
12	Πρόθεση για εργασία	
13	Διοίκηση και οργάνωση	
14	Έλεγχοι λειτουργίας (αποθεμάτων, ποιότητας)	
15	Τεχνική υποστήριξη (συντηρήσεις, επισκευές)	
16	Συμπεριφορά προς τον αγοραστή	
17	Εντύπωση που δίνει στις προσωπικές επαφές	
18	Δυνατότητες συσκευασίας των προϊόντων	
19	Αρχείο σχέσεων εργασίας	

20	Τοποθεσία	
21	Ποσότητα προηγούμενων εργασιών	
22	Παροχή εκπαίδευσης στον αγοραστή	
23	Ανταποδοτικές αγορές	Χαμηλή

Πίνακας 5: Κριτήρια επιλογής προμηθευτών κατά τον Dickson (Liu et al., 2000, Dickson, 1996)

Η Ellram (1990), αναγνώρισε ορισμένα κριτήρια ως περισσότερο υποκειμενικά μεταξύ των παραδοσιακών που ισχύουν στις περιπτώσεις των μακροχρόνιων συνεργασιών. Αυτά παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Παράγοντες	Κριτήρια
Οικονομικά Θέματα	<ul style="list-style-type: none"> • Οικονομική Απόδοση • Οικονομική Σταθερότητα
Κουλτούρα και Στρατηγική	<ul style="list-style-type: none"> • Αίσθημα Εμπιστοσύνης • Συμπεριφορά Διοίκησης • Συμβατότητα Στρατηγικής • Συμβατότητα με Διοίκηση • Συμβατότητα Λειτουργιών • Οργανωσιακή Δομή
Τεχνολογικά Θέματα	<ul style="list-style-type: none"> • Αξιολόγηση Εγκαταστάσεων παραγωγής • Αξιολόγηση μελλοντικών Παραγωγικών δυνατοτήτων • Δυνατότητα Σχεδιασμού • Ταχύτητα στην Ανάπτυξη Προϊόντος
Άλλοι Παράγοντες	<ul style="list-style-type: none"> • Ασφάλεια Προμηθευτή • Συστάσεις των εταίρων • Πελατολόγιο Προμηθευτή

Πίνακας 6: Κριτήρια επιλογής προμηθευτών για μακροχρόνια συνεργασία (Ellram, 1990)

Σε έρευνά τους οι Mummalaneni, Dubas και Chao (1996), χρησιμοποίησαν ως κριτήρια απόδοσης την έγκαιρη παράδοση, την ποιότητα, το κόστος, τον επαγγελματισμό, την ανταπόκριση στις ανάγκες του πελάτη και τη μακροχρόνια σχέση με τον αγοραστή. Οι Kahraman, Cebeci και Ulukan (2003), ομαδοποίησαν τα κριτήρια επιλογής σε τέσσερις κατηγορίες:

- Τα κριτήρια των προμηθευτών, όπως η οικονομική ευρωστία, η διοικητική σταθερότητα, οι τεχνικές δυνατότητες, η επάρκεια για υποστήριξη, το σύστημα ποιότητας και η απόσταση.
- Τα κριτήρια απόδοσης του προϊόντος, όπως η συμμόρφωση στις προδιαγραφές και η δυνατότητα των προμηθευτών στην ανάπτυξη προϊόντων.
- Τα κριτήρια των υπηρεσιών, όπως η υποστήριξη του πελάτη, η ικανοποίησή του, η παρακολούθηση της παραγγελίας και ο επαγγελματισμός.
- Τα κριτήρια κόστους, όπως η τιμή, το κόστος μεταφοράς, οι φόροι.

Σε τέσσερις κατηγορίες χώρισαν και οι Cebi και Bayraktar (2003) τα κριτήρια επιλογής που χρησιμοποίησαν στην έρευνά τους, ως εξής:

- Τα κριτήρια Logistics, όπως ο χρόνος παράδοσης, η ευελιξία, η παράδοση σε καλή κατάσταση.
- Τα τεχνολογικά κριτήρια, όπως συμμετοχή στο σχεδιασμό, ενέργειες βελτίωσης των προϊόντων και διεργασιών και η δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων.
- Τα επιχειρησιακά κριτήρια, όπως η φήμη, η θέση στον Κλάδο, η οικονομική ευρωστία, οι διοικητικές ικανότητες και η συμβατότητα.
- Τα κριτήρια των σχέσεων, όπως ευκολία στην επικοινωνία, η προηγούμενη εμπειρία και οι ικανότητες στις δημόσιες σχέσεις.

Τα κριτήρια επιλογής που παρουσιάζει ο Min (1994) σε άρθρο του και αφορούν την αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτή από το εξωτερικό είναι:

- Τα οικονομικά κριτήρια, όπως το κόστος, οι όροι πληρωμής, οι όροι παράδοσης.

- Η διασφάλιση της ποιότητας, όπως ο ποιοτικός του έλεγχος.
- Η ανάληψη του ρίσκου, που σχετίζεται με την πολιτική σταθερότητα, νομικές απαιτήσεις, τοπικές απεργίες εργαζομένων κ.λ.π.
- Η απόδοση των υπηρεσιών, όπως η έγκαιρη παράδοση, η τεχνική υποστήριξη.
- Οι σχέσεις με τον αγοραστή, όπως οι οικονομικές σχέσεις και η ικανότητα διαπραγμάτευσης.
- Τα εμπόδια στην επικοινωνία, όπως η διαφορά κουλτούρας, τα ηθικά πρότυπα και οι δυνατότητα EDI του προμηθευτή.
- Οι εμπορικοί περιορισμοί, όπως οι ταρίφες, οι δασμοί και το ανταποδοτικό εμπόριο.

Όσον αφορά την αξιολόγηση και επιλογή προμηθευτών βάσει της περιβαλλοντικής τους απόδοσης και βαρύτητας που δίνουν στην προστασία του περιβάλλοντος, οι Humphreys, Wong και Chan (2003), παρουσίασαν ένα μοντέλο επιλογής προμηθευτών βάσει περιβαλλοντικών κριτηρίων, οι κατηγορίες των οποίων φαίνονται και στον κάτωθι Πίνακα.

Ποσοτικά	
Στερεά απόβλητα Χημικά απόβλητα Εκπομπές αέριων ρύπων Διάθεση υγρών λυμάτων Κατανάλωση ενέργειας	Αποτέλεσμα στην μόλυνση
Χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών Χρήση φιλικής προς το περιβάλλον τεχν. Ανασχεδιασμός προϊόντος Εκπαίδευση προσωπικού Ανακύκλωση	Βελτιώσεις
Ποιοτικά	
Υποστήριξη ανώτ. Διοίκησης	

Συνεργασία σε θέματα Περιβάλλοντος Εκπαίδευση Ανταλλαγή πληροφοριών Υποστήριξη ανώτ. Διοίκησης	Διοικητικές Ικανότητες
Διατήρηση πελατείας «Πράσινο» μερίδιο αγοράς Σχέση με ενδιαφερόμενους	Οικολογική εικόνα επιχείρησης
Ανακύκλωση Επαναχρησιμοποίηση Ανακατασκευή Αποσυναρμολόγηση Διάθεση	Σχεδίαση για το περιβάλλον
Περιβαλλοντική πολιτική Περιβαλλοντικός σχεδιασμός Πιστοποίηση κατά ISO 14001	EMAS
Διαθέσιμη καθαρή τεχνολογία Χρήση φιλικών προς το περιβάλλον υλικών Ικανότητα μείωσης ρύπων Ικανότητα χειρισμού των επιστρεφόμενων	Περιβαλλοντικές Ικανότητες

Πίνακας 7: Περιβαλλοντολογικά κριτήρια επιλογής προμηθευτών (Humphreys et al., 2003)

Η χρήση των κριτηρίων αξιολόγησης και επιλογής προμηθευτών μπορεί να παρουσιάσει προβλήματα. Κάποια απ' τα κριτήρια πιθανόν να μην έχουν πρακτική σημασία, οι πληροφορίες να είναι δύσκολο να αποκτηθούν, να είναι περίπλοκη η ανάλυσή τους ή να μην υπάρχει επαρκής χρόνος για το σκοπό αυτό. Τα κριτήρια είναι δυνατόν να διαφέρουν, ανάλογα με τις κατηγορίες προϊόντων και τις διάφορες περιπτώσεις.

Συσχετίσεις μπορεί να υπάρχουν ανάμεσά τους οι οποίες να μην είναι προφανείς. Εξάλλου, διάφορα πρόσωπα συμμετέχουν στη διαδικασία επιλογής των προμηθευτών τα οποία μπορεί να ασκούν διαφορετικές επιρροές (Vokurka *et al.*, 1996).

Οι αποφάσεις για την επιλογή προμηθευτών, διαφέρουν ανάλογα με την περίπτωση της προμήθειας. Πιο συγκεκριμένα, ο Patton (1996) έδειξε ότι η προγνωστική ικανότητα των μοντέλων που χρησιμοποιούνται για την επιλογή προμηθευτών και η σχετική βαρύτητα που έχουν τα κριτήρια αξιολόγησης, διαφέρει σημαντικά, ανάλογα με τη φύση και την περίπτωση της επιλογής. Με άλλα λόγια, δεν υπάρχει γενική προσέγγιση για το πώς να αποδοθούν συντελεστές βαρύτητας στα διάφορα σχετικά κριτήρια, αφού αυτά εξαρτώνται από την επιχείρηση και την περίπτωση (Braglia *et al.*, 2000). Παρόλα ταύτα, ένα σημαντικό στοιχείο της όλης διαδικασίας επιλογής προμηθευτών αποτελεί και ο καθορισμός της σχετικής βαρύτητας του κάθε κριτηρίου (Ellram, 1990).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Σκοπός της έρευνας

Ο καθορισμός των βαρών των κριτηρίων που θα χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των υποψήφιων προμηθευτών είναι μείζονος σημασίας όταν στη διαδικασία αυτή συμμετέχουν στελέχη της επιχείρησης που έχουν διαφορετική οπτική γωνία, υποκειμενική κρίση και εμπειρίες. Σκοπός της έρευνας είναι η προσομοίωση μία ομάδας λήψης απόφασης για την επιλογή προμηθευτή αποτελούμενη από ανεξάρτητα στελέχη για τον καθορισμό της σημαντικότητας των κριτηρίων. Για το σκοπό αυτό, στην έρευνα συμμετείχαν μικρός αριθμός στελεχών διαφορετικών επιχειρήσεων του ίδιου κλάδου.

Οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την καθορισμό των βαρών των κριτηρίων είναι πολλές και η κάθε μία από αυτές λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικό αποτέλεσμα. Στην παρούσα έρευνα, το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε έτσι ώστε να διερευνηθούν τα βάρη των ίδιων κριτηρίων από τα ίδια στελέχη με δύο από τις δημοφιλέστερες μεθόδους ώστε να γίνει και σύγκριση των αποτελεσμάτων τους.

3.2 Επιλογή μεταβλητών ερωτηματολογίου και δείγματος

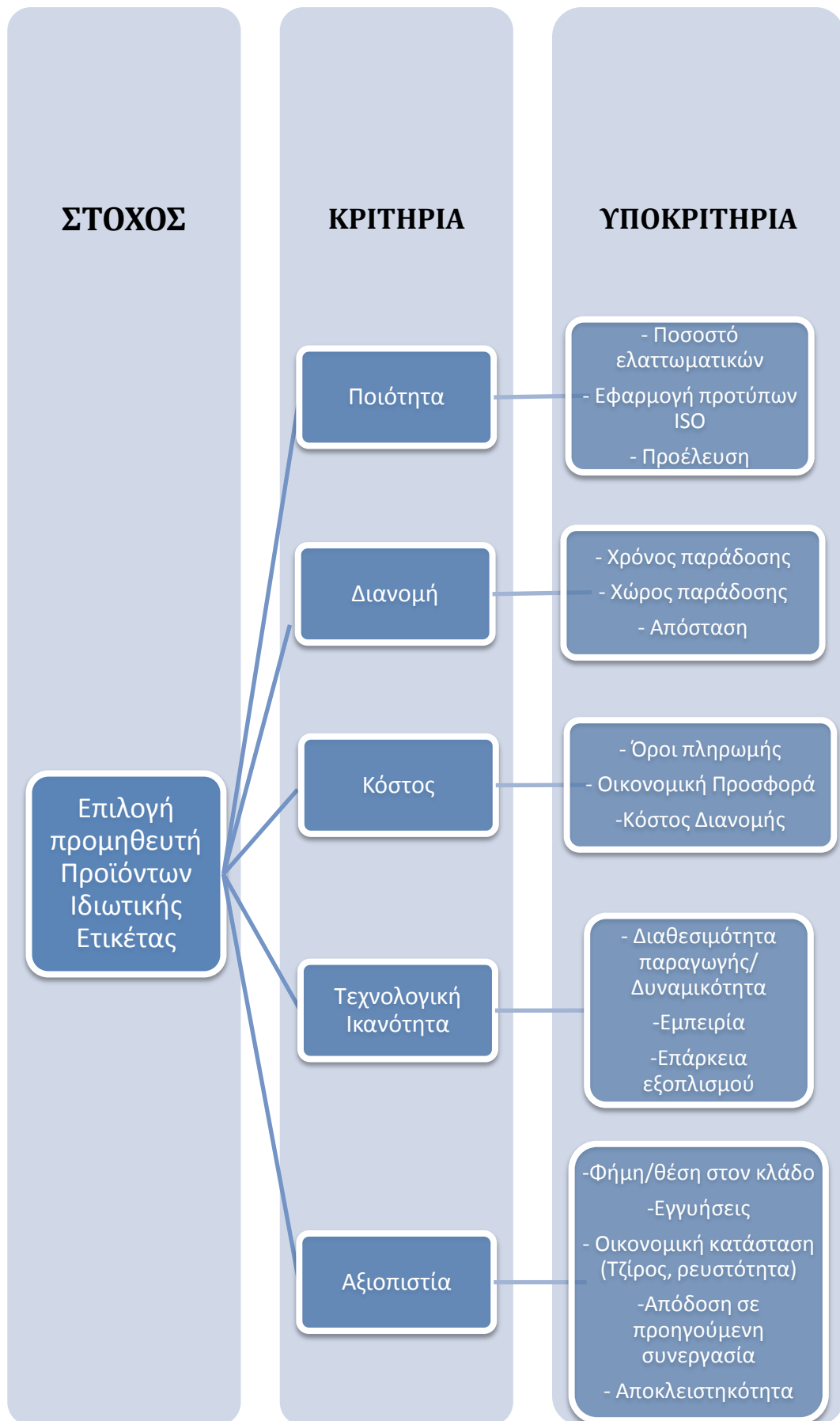
Μετά τη συγκεκριμενοποίηση των στόχων της έρευνας, ορίστηκε μια σειρά μεταβλητών. Ως αντικείμενο της έρευνας ορίστηκε ο προσδιορισμός της σχετικής σημαντικότητας των κριτηρίων που λαμβάνονται υπόψη από τα Super Market στη διαδικασία επιλογής των προμηθευτών για τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας καθώς και η σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των δύο δημοφιλέστερων μεθόδων υπολογισμού τους.

Η διερεύνηση των κριτηρίων επιλογής προμηθευτών από τα Super Market έγινε, με βάση τη βιβλιογραφία, στις κυριότερες διαστάσεις τους και το ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε ώστε να καλύπτει την πλειοψηφία των επί μέρους παραμέτρων. Έτσι, ορίστηκαν οι κυριότεροι άξονες επιλογής προμηθευτών, τα κριτήρια, τα οποία είναι τα εξής:

- Ποιότητα
- Διανομή
- Κόστος
- Τεχνολογική ικανότητα
- Αξιοπιστία

Για κάθε έναν από τους παραπάνω άξονες επιλογής προμηθευτή ορίστηκαν κυριότερες οι υπό- κατηγορίες κριτηρίων, τα υπό-κριτήρια.

Η δομή των κριτηρίων και των αντίστοιχων υπό-κριτηρίων τους φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



Σκοπός της έρευνας, εκτός από την απλή στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων, είναι και η σύγκριση των μεθόδων καθορισμού βαρύτητας στα συγκεκριμένα κριτήρια επιλογής.

Για το σκοπό αυτό το ερωτηματολόγιο χωρίζεται σε δύο κύρια μέρη. Στο πρώτο μέρος, περιέχονται ερωτήσεις κλειστού τύπου που αφορούν τα κριτήρια και τα αντίστοιχα υπό-κριτήρια τους όπου ο ερωτούμενος έχει την επιλογή να δηλώσει την απάντηση του σε μία 5-βάθμια κλίμακα σημαντικότητας (Πολύ- Αρκετά- Μέτρια- Λίγο- Καθόλου).

Στο δεύτερο μέρος, οι ερωτηθέντες καλούνται να εκφράσουν την άποψη για την σημαντικότητα των κριτηρίων και των αντίστοιχων υπό-κριτηρίων τους ακολουθώντας το μοντέλο της Διαδικασίας Αναλυτικής Ιεράρχησης (Analytic Hierarchy Process - AHP). Συγκεκριμένα, οι απαντήσεις δίδονται με ανά ζεύγη σύγκριση της σημαντικότητας των διαφόρων κριτηρίων και έπειτα των αντίστοιχων υπό-κριτηρίων. Για κάθε ζεύγος κριτηρίων επιλογής προμηθευτή για τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας από τα Super Market αξιολογείται η υπεροχή του ενός κριτηρίου έναντι του άλλου. Η αξιολόγηση της σημαντικότητας γίνεται βάσει των τιμών του παρακάτω πίνακα.

Τιμή	Σημαντικότητα του ενός κριτηρίου έναντι του άλλου
1	Ίση
3	Μικρή
5	Βασική ή μεγάλη
7	Πολύ ισχυρή/αποδεδειγμένη
9	Απόλυτη/Αδιαμφισβήτητη

Εάν, για παράδειγμα, το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1» θεωρείται ότι είναι εξ' ίσου σημαντικό με το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2» τότε στην μεταξύ τους σύγκριση σημειώνεται 1, όπως φαίνεται παρακάτω.

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2

Αντίστοιχα, εάν το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1» θεωρείται ότι είναι πολύ πιο σημαντικό από το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2» τότε στην μεταξύ τους σύγκριση σημειώνεται 5 προς τη μεριά του «ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ 1», όπως φαίνεται παρακάτω.

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2

Το ερωτηματολόγιο όπως διαμορφώθηκε και δόθηκε στις επιχειρήσεις Super Markets βρίσκεται στο ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.

Το δειγματοληπτικό πλαίσιο της έρευνας είναι οι επιχειρήσεις Super Markets που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα και εμπορεύονται προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας.

Το δείγμα της έρευνας επιλέχθηκε από την κλαδική μελέτη 2009 «Προϊόντα Ιδιωτικής Ετικέτας» της εταιρίας ICAP. Η ICAP είναι η μεγαλύτερη εταιρία οικονομικών πληροφοριών, εκδόσεων και συμβούλων επιχειρήσεων στην Ελλάδα, γεγονός που τεκμηριώνεται από το οικονομικό της μέγεθος, το κύρος της και τα μέχρι σήμερα επιτεύγματά της.

Το ερωτηματολόγιο στάλθηκε μέσω e-mail υπόψιν των Υπευθύνων Αγορών και Προμηθειών. Το ερωτηματολόγιο συνοδευόταν από επεξηγήσεις του σκοπού της έρευνας και του τρόπου συμπλήρωσης του ερωτηματολογίου για τη κάθε μεθοδολογία συμπλήρωσης του. Οι ερωτηθέντες είχαν τη δυνατότητα να επιλέξουν εάν θέλουν να ενημερωθούν με τα αποτελέσματα της έρευνας.

3.3 Προφίλ δείγματος

Απαντημένα ερωτηματολόγια απέστειλαν 4 επιχειρήσεις Super Market που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα.

Η ανταπόκριση στην έρευνα κρίνεται ικανοποιητική δεδομένου ότι κάποιες από τις επιχειρήσεις, είναι πιθανό να δίστασαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις που θα αποκάλυπταν την στρατηγική επιλογής προμηθευτών προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας παρά τη διαβεβαίωση για τη μη δημοσίευση των αποτελεσμάτων σε μορφή που να επιτρέπει τον προσδιορισμό φυσικών ή νομικών προσώπων.

Τα απαντημένα ερωτηματολόγια προήλθαν από τους Υπευθύνους Αγορών των παρακάτω αλυσίδων Super Market:

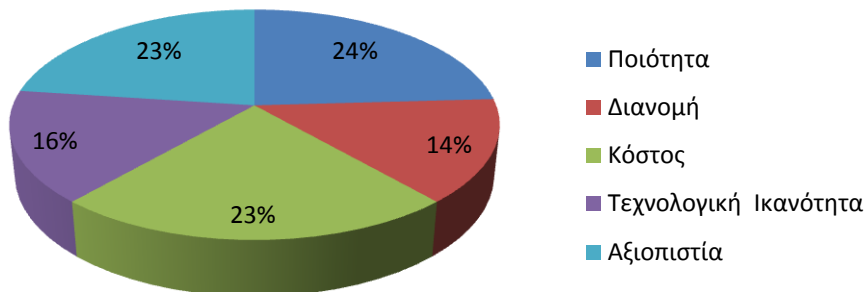
- ΒΕΡΟΠΟΥΛΟΙ ΑΦΟΙ ΑΕΒΕ
- ΜΑΚΡΟ ΚΑΣ & ΚΑΡΥ ΧΟΝΔΡΕΜΠΟΡΙΚΗ ΑΕ
- ΜΕΤΡΟ ΑΕ & ΒΕ
- ΣΚΛΑΒΕΝΙΤΗΣ Ι. & Σ. ΑΕΕ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1 Περιγραφική στατιστική

Στην πρώτη ερώτηση του ερωτηματολογίου που αφορά τη σημαντικότητα των κύριων αξόνων κριτηρίων επιλογής προμηθευτή από τα Super Market για τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας, τα στελέχη χαρακτήρισαν ομόφωνα στην Ποιότητα σαν «Πολύ» σημαντικό κριτήριο αποδίδοντας της την υψηλότερη σημαντικότητα αλλά με μικρή διαφορά ως προς τα υπόλοιπα κριτήρια. Στο Σχήμα 5.1 απεικονίζονται τα ποσοστά των ερωτηθέντων ανάλογα με τις απαντήσεις που έδωσαν σε αυτή την ερώτηση.

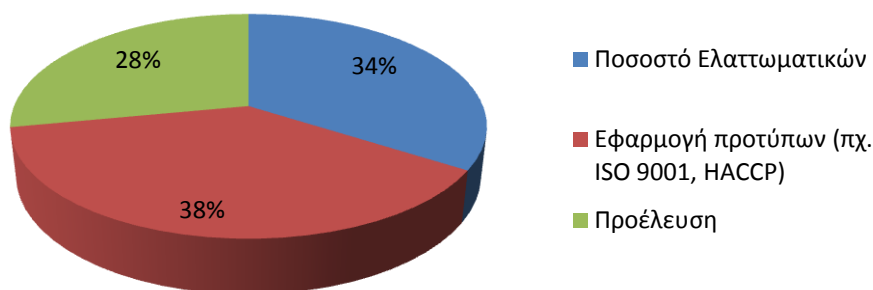
Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω κριτήρια για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;



Εικόνα 5. 1. Κατανομή σημαντικότητας κριτηρίων επιλογής προμηθευτή

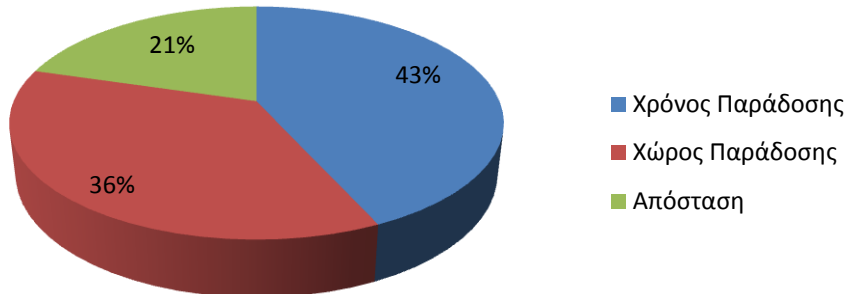
Στις ερωτήσεις σχετικά με τη σημαντικότητα των υποκριτηρίων σε σχέση με το κριτήριο στο οποίο ανήκουν, οι απαντήσεις των ερωτηθέντων διαμόρφωσαν τη σημαντικότητα που φαίνεται στα παρακάτω σχήματα.

Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Ποιότητας» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;



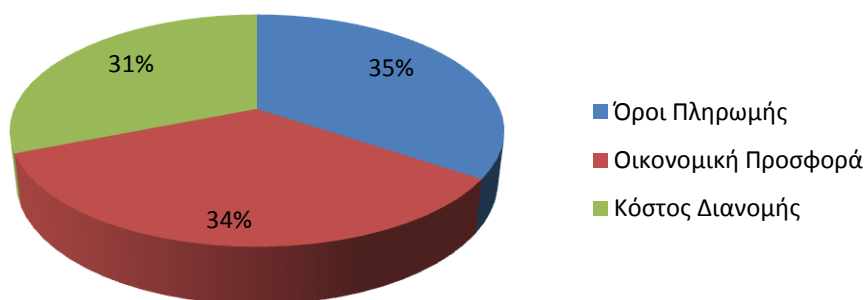
Εικόνα 5.2 Κατανομή σημαντικότητας υπό-κριτηρίων Ποιότητας για την επιλογή προμηθευτή

Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Διανομής» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;



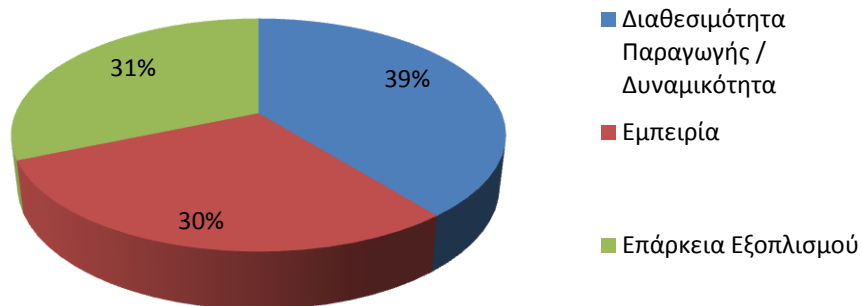
Εικόνα 5.3 Κατανομή σημαντικότητας υπό-κριτηρίων Διανομής για την επιλογή προμηθευτή

Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο του «Κόστους» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;



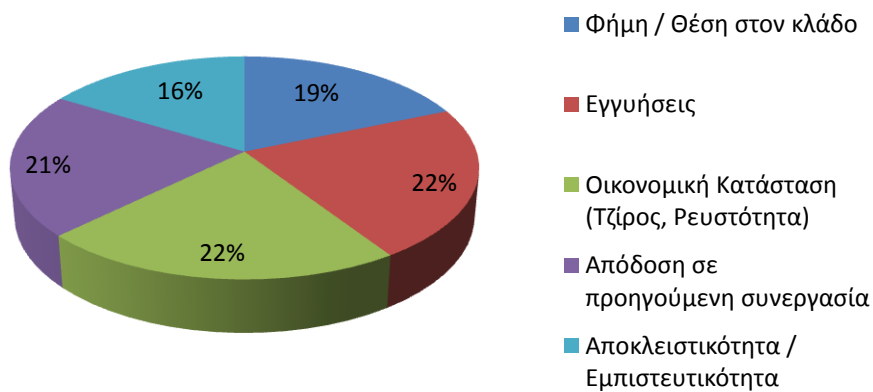
Εικόνα 5.4 Κατανομή σημαντικότητας υπό-κριτηρίων Κόστους για την επιλογή προμηθευτή

Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Τεχνολογικής Ικανότητας» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας



Εικόνα 5.5 Κατανομή σημαντικότητας υπό-κριτηρίων Τεχνολογικής Ικανότητας για την επιλογή προμηθευτή

Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Αξιοπιστίας» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας



Εικόνα 5.6 Κατανομή σημαντικότητας υπό-κριτηρίων Αξιοπιστίας για την επιλογή προμηθευτή

Από τη βαρύτητα των κριτηρίων και των υποκριτηρίων υπολογίστηκε η βαρύτητα του κάθε υποκριτηρίου σε σχέση με το σύνολο των υποκριτηρίων για τη συνολική απόφαση της επιλογής προμηθευτή.

Συγκεκριμένα, θεωρώντας τα βάρη Κριτηρίου 1 ίσο με W_1 και τα σχετικά βάρη των αντίστοιχων υποκριτηρίων X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 τότε τα βάρη του κάθε υποκριτηρίου A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 σε σχέση με τον αντικειμενικό στόχο που είναι η επιλογή του προμηθευτή υπολογίζονται ως $X_i W_1$. Συγκεκριμένα ισχύει ότι:

$$\text{Επιλογή Προμηθευτή} = (X_1 A_1 + X_2 A_2 + X_3 A_3 + X_4 A_4 + X_5 A_5) W_1$$

$$\text{Επιλογή Προμηθευτή} = (X_1 W_1) A_1 + (X_2 W_1) A_2 + (X_3 W_1) A_3 + (X_4 W_1) A_4 + (X_5 W_1) A_5$$

Στο παρακάτω διάγραμμα φαίνονται τα υπολογισθέντα βάρη των υπό-κριτηρίων



Τα πιο σημαντικά κριτήρια φαίνεται να είναι η εφαρμογή προτύπων ποιότητας και το ποσοστό των ελαττωματικών. Ενώ λιγότερη σημασία για την επιλογή του προμηθευτή φαίνεται να έχει η απόσταση.

4.2 Στατιστική Ανάλυση με τη μέθοδο AHP

4.2.1 Υπολογισμός Σημαντικότητας Κριτηρίων με τη μέθοδο AHP

Για την ανάλυση των αποτελεσμάτων με τη μέθοδο AHP θεωρούμε τα μεγέθη:

k : ο αριθμός των συμμετεχόντων

n : ο αριθμός των κριτηρίων

a_{kif} : βαθμός του κάθε συμμετέχοντα για το κάθε κριτήριο.

Για παράδειγμα, εάν ο Συμμετέχων Z δηλώσει ότι το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1» είναι πολύ πιο σημαντικό από το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2» έχει σημειώσει στην μεταξύ τους σύγκριση βαθμό «5» προς τη μεριά του «ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ 1» :

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2

Για το παραπάνω παράδειγμα διαμορφώνονται οι παρακάτω τιμές:

$$a_{Z12} = 5$$

$$a_{Z21} = 1/5$$

Για κάθε συμμετέχοντα δημιουργείται πίνακας matrix $n \times n$ δηλαδή με αριθμό στήλων ίσο με τον αριθμό των γραμμών ίσο με τον αριθμό των κριτηρίων. Το περιεχόμενο του πίνακα είναι οι τιμές a_{kif} για κάθε συνδιασμό κριτηρίων.

Για την ανάλυση των απαντήσεων των ερωτηθέντων με τη μέθοδο AHP υπολογίστηκε ο Γεωμετρικός Μέσος μεταξύ των πινάκων matrix του κάθε συμμετέχοντα, σύμφωνα με τον παρακάτω τύπο:

$$b_{ij} = (a_{1ij} \cdot a_{2ij} \cdots a_{kij})^{\frac{1}{k}}$$

Από τον υπολογισμό του Γεωμετρικού μέσου δημιουργείται ο παρακάτω πίνακας matrix $n \times n$, ως εξής:

	Consolidated							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	6,3	2,2	4,8	1,5	1,0	1,0	1,0
2	1/6	1	0,2	0,5	0,3	1,0	1,0	1,0
3	4/9	4 4/5	1	2,4	0,8	1,0	1,0	1,0
4	1/5	2 1/7	2/5	1	0,3	1,0	1,0	1,0
5	2/3	3 7/8	1 1/3	3 5/7	1	1,0	1,0	1,0
6	1	1	1	1	1	1	1,0	1,0
7	1	1	1	1	1	1	1	1,0
8	1	1	1	1	1	1	1	1

Σύμφωνα με την μεθοδολογία AHP έπειτα υπολογίζεται το σύνολο $\Sigma(b_{if})$ του γεωμετρικού μέσου ανά κριτήριο, δηλαδή το σύνολο ανά στήλη του παραπάνω πίνακα.

Η κανονικοποίηση του πίνακα περιλαμβάνει τη διαίρεση του κάθε στοιχείου του παραπάνω πίνακα με το άθροισμα $\Sigma(b_{if})$ των στοιχείων της στήλης που ανήκει.

Τα βάρη για κάθε κριτήριο υπολογίζονται ως το σύνολο των τιμών της κάθε σειράς διά το πλήθος των κριτηρίων.

$$X_1 = \begin{bmatrix} \frac{\Sigma \text{Σειρά1}}{n} \\ \frac{\Sigma \text{Σειρά2}}{n} \\ \frac{\Sigma \text{Σειρά3}}{n} \\ \frac{\Sigma \text{Σειρά4}}{n} \\ \frac{\Sigma \text{Σειρά5}}{n} \end{bmatrix}$$

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο κανονικοποιημένος πίνακας N και η εκτίμηση των βαρών X_1 .

Normalization		1	2	3	4	5	6	7	8	
		normalized matrix								1st
1	KPI1	0,40	0,35	0,43	0,39	0,40	0,00	0,00	0,00	39%
2	KPI2	0,06	0,06	0,04	0,04	0,07	0,00	0,00	0,00	5%
3	KPI3	0,18	0,26	0,19	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	21%
4	KPI4	0,08	0,12	0,08	0,08	0,07	0,00	0,00	0,00	9%
5	KPI5	0,27	0,21	0,25	0,30	0,26	0,00	0,00	0,00	26%
6	KPI6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%
7	KPI7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%
8	KPI8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0%

Για την εκτίμηση των επιμέρους βαρών των κριτηρίων ο παραπάνω πίνακας υψώνεται στο τετράγωνο και η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως η διαφορά του $X_{k+1}-X_k$ να είναι ένας πολύ μικρός αριθμός.

Μετά την 6^η επανάληψη της κανονικοποίησης του πίνακα το αποτέλεσμα θεωρείται ικανοποιητικό και λαμβάνουμε το τελικό αποτέλεσμα εκτίμησης των βαρών των κριτηρίων επιλογής προμηθευτή.

Ο πίνακας μετά και την τελευταία επανάληψη φαίνεται παρακάτω:

Matrix	ΠΟΙΟΤΗΤΑ	ΔΙΑΝΟΜΗ	ΚΟΣΤΟΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	0	0	0	normalized principal Eigenvector
ΠΟΙΟΤΗΤΑ	1	6 2/7	2 1/4	4 4/5	1 1/2	1	1	1	40,2%
ΔΙΑΝΟΜΗ	1/6	1	1/5	1/2	1/4	1	1	1	5,8%
ΚΟΣΤΟΣ	4/9	4 4/5	1	2 3/7	3/4	1	1	1	19,4%
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ	1/5	2 1/7	2/5	1	1/4	1	1	1	8,2%
ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ	2/3	3 7/8	1 1/3	3 5/7	1	1	1	1	26,4%
0	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1	1	1	1	

Η παρέκκλιση από τη συνέπεια υπολογίζεται με τη διαφορά $\lambda_{\max} - n$ διαιρούμενη με $n-1$. Σημειώνεται ότι $\lambda_{\max} \geq n$ ισχύει πάντα. Η απόκλιση από τη συνέπεια

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

καλείται δείκτης συνέπειας (*consistency index (C.I.)*).

Ο δείκτης συνέπειας ενός τυχαία παραγόμενου A_n -πίνακα με διαβάθμιση από το 1 έως 9 όπως όρισε ο Saaty στην ομόνομη κλίμακα Saaty καλείται *τυχαίος δείκτης (random index (R.I.))*.

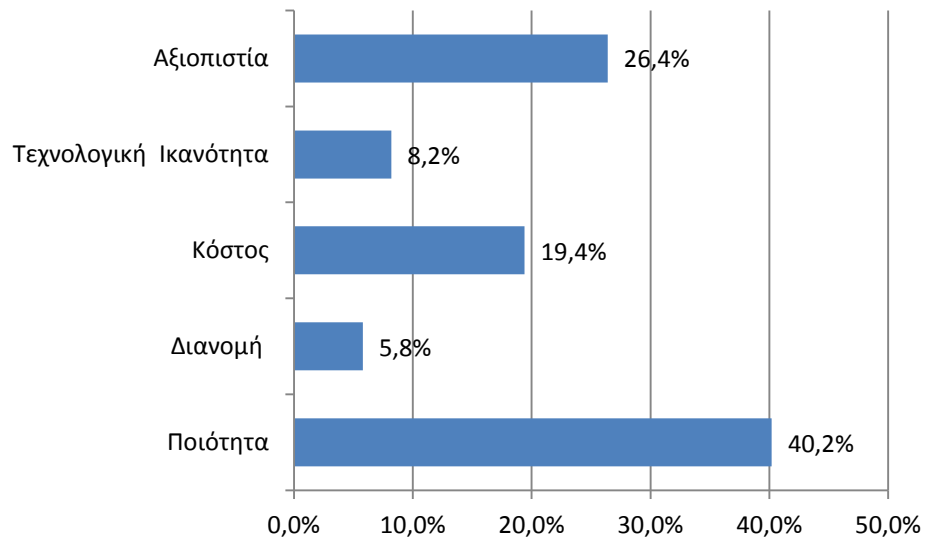
Ο λόγος του C.I. προς τον μέσο R.I. για τον πίνακα ίδιας τάξης καλείται *λόγος συνέπειας -consistency ratio (C.R.)*. Αν ο λόγος συνέπειας C.R. είναι μεγαλύτερος από 0,10, τότε ο πίνακας θεωρείται ασυνεπής και ο αποφασίζων πρέπει να αναθεωρήσει τις εισόδους του πίνακα (Saaty, 1980).

Από τον υπολογισμό της σημαντικότητας των κριτηρίων με τη μέθοδο AHP προέκυψαν οι παρακάτω τιμές οι οποίες είναι εντός των αποδεκτών ορίων.

$$\lambda = 5,061$$

$$CR = 1,4 \%$$

Συγκεντρωτικά, η απόδοση βαρών ανά κριτήριο διαμορφώνεται ως εξής:



4.2.2 Υπολογισμός Σημαντικότητας Υπό-Κριτηρίων με τη μέθοδο AHP

Με την εφαρμογή της μεθοδολογίας που περιγράφεται στο κεφάλαιο 5.2.1 υπολογίστηκαν και τα βάρη των υπο-κριτηρίων σε σχέση με το ολικό κριτήριο στο οποίο ανήκουν.

Έτσι στους παρακάτω πίνακες φαίνεται ο πίνακας μετά και την τελευταία απαραίτητη επανάληψη κανονικοποίησης.

Matrix	Ποσοστό Ελλατωματικών	Εφαρμογή προτύπων ISO	Προέλευση							normalized principal Eigenvector
Ποσοστό Ελλατωματικών	1	3/8	4	1	1	1	1	1		26,3%
Εφαρμογή προτύπων ISO	2 2/3	1	4 1/3	1	1	1	1	1		61,8%
Προέλευση	1/4	1/4	1	1	1	1	1	1		11,9%
	1	1	1	1	1	1	1	1		
	1	1	1	1	1	1	1	1		
	1	1	1	1	1	1	1	1		
	1	1	1	1	1	1	1	1		
	1	1	1	1	1	1	1	1		

Εικόνα 5.7 Κανονικοποιημένος Πίνακας εκτίμησης βαρών υπό-κριτηρίων Ποιότητας

Matrix	Όροι πληρωμής	Οικονομική προσφορά	Κόστος Διανομής							normalized principal Eigenvector
Όροι πληρωμής	1	2	4 1/2	1	1	1	1	1	1	58,1%
Οικονομική προσφορά	1/2	1	1 3/5	1	1	1	1	1	1	27,6%
Κόστος Διανομής	2/9	5/8	1	1	1	1	1	1	1	14,3%
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Εικόνα5.8 Κανονικοποιημένος Πίνακας εκτίμησης βαρών υπό-κριτηρίων Κόστους

Matrix	Δυναμικότητα	Εμπειρία	Επάρκεια Εξοπλισμού							normalized principal Eigenvector
Δυναμικότητα	1	2/5	1/2	1	1	1	1	1	1	18,6%
Εμπειρία	2 1/2	1	6/7	1	1	1	1	1	1	39,1%
Επάρκεια Εξοπλισμού	2	1 1/6	1	1	1	1	1	1	1	42,2%
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Εικόνα5.9 Κανονικοποιημένος Πίνακας εκτίμησης βαρών υπό-κριτηρίων Τεχνολογικής Ικανότητας

Matrix	Χρόνοι Παράδοσης	Χώρος Παράδοσης	Απόσταση							normalized principal Eigenvector
Χρόνοι Παράδοσης	1	6 2/7	6 6/7	1	1	1	1	1	1	76,6%
Χώρος Παράδοσης	1/6	1	1 3/8	1	1	1	1	1	1	12,5%
Απόσταση	1/7	3/4	1	1	1	1	1	1	1	10,9%
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Εικόνα 5.10 Κανονικοποιημένος Πίνακας εκτίμησης βαρών υπό-κριτηρίων Διανομής

Matrix	Φήμη/Θέση στον κλάδο	Εγγυήσεις	Οικονομική κατάσταση	προηγούμενη συνεργασία	ηα/Εμπιστευι κότητα	0	0	0	normalized principal Eigenvector
Φήμη/Θέση στον κλάδο	1	1/5	1/6	6/7	1	1	1	1	8,6%
Εγγυήσεις	5	1	1/4	1/2	6/7	1	1	1	13,2%
Οικονομική κατάσταση	6	4 1/5	1	3 5/7	5 1/2	1	1	1	52,1%
Απόδοση σε προηγούμενη	1 1/6	2	1/4	1	4 7/8	1	1	1	17,3%
Αποκλειστικότητα/Εμπιστευι	1	1 1/6	1/6	1/5	1	1	1	1	8,7%
0	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1	1	1	1	
0	1	1	1	1	1	1	1	1	

Εικόνα 5.11 Κανονικοποιημένος Πίνακας εκτίμησης βαρών υπό-κριτηρίων Αξιοπιστίας

Θεωρώντας τα βάρη Κριτηρίου 1 ίσο με W_1 και τα σχετικά βάρη των αντίστοιχων υποκριτηρίων X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 τότε τα βάρη του κάθε υποκριτηρίου A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 σε σχέση με τον αντικειμενικό στόχο που είναι η επιλογή του προμηθευτή υπολογίζονται ως $X_i W_1$. Συγκεκριμένα ισχύει ότι:

$$\text{Επιλογή Προμηθευτή} = (X_1 A_1 + X_2 A_2 + X_3 A_3 + X_4 A_4 + X_5 A_5) W_1$$

$$\text{Επιλογή Προμηθευτή} = (X_1 W_1) A_1 + (X_2 W_1) A_2 + (X_3 W_1) A_3 + (X_4 W_1) A_4 + (X_5 W_1) A_5$$

Συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα απόδοσης βαρών για τη διαδικασία επιλογής προμηθευτή προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας με την μέθοδο της Ιεραρχικής Ανάλυσης Αποφάσεων φαίνονται στο παρακάτω διάγραμμα.



Τα πιο σημαντικά κριτήρια φαίνεται να είναι η εφαρμογή προτύπων ποιότητας και το ποσοστό των ελαττωματικών. Ενώ λιγότερη σημασία για την επιλογή του προμηθευτή φαίνεται να έχει η απόσταση.

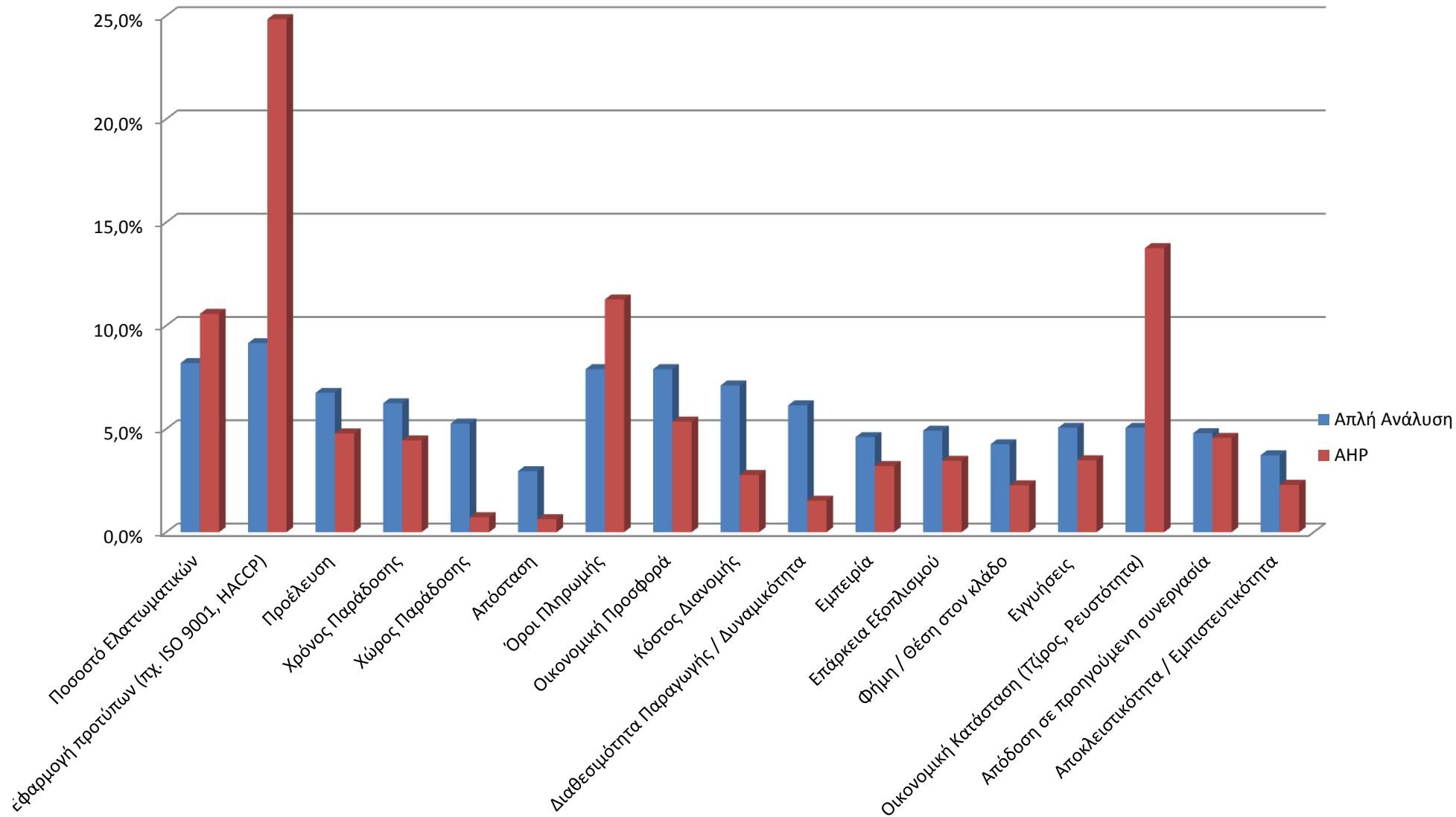
4.3 Σύγκριση αποτελεσμάτων περιγραφικής στατιστικής και μεθόδου AHP

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο μεθοδολογιών ανάλυσης της έρευνας παρατηρείται σύγκλιση ως προς την ταξινόμηση των κριτηρίων βάσει της σημαντικότητάς τους. Αντιθέτως, παρατηρείται σημαντική απόκλιση των βαρών.

Και οι δύο μέθοδοι συμφωνούν ως προς τις ακραίες περιπτώσεις, δηλαδή ως προς το περισσότερο και το λιγότερο σημαντικό κριτήριο, όμως εμφανίζουν διαφορές στα ενδιάμεσα κριτήρια.

Τέλος, τα εκτιμώμενα βάρη από την περιγραφική στατιστική ανάλυση παρουσιάζουν έντονη ομοιομορφία και μικρή διακύμανση. Αντίθετα, τα βάρη της μεθόδου AHP παρουσιάζουν έντονη διακύμανση.

Στο Διάγραμμα που ακολουθεί φαίνονται συγκριτικά τα βάρη που αποδόθηκαν από την ανάλυση των δύο μεθόδων αναλυτικά.



Axis Title

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συμπεράσματα και επεκτάσεις

5.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Το πρόβλημα της λήψης αποφάσεων στα πλαίσια μίας επιχειρηματικής στρατηγικής αποτελεί πολύ σημαντικό θέμα παγκοσμίως. Η απόφαση της επιλογής των καταλληλότερων προμηθευτών οι οποίοι με τα προϊόντα τους αντιπροσωπεύουν και την εισαγωγική εταιρεία είναι κρίσιμη για την συνολική απόδοση της επιχείρησης και ταυτόχρονα ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα που έχει να αντιμετωπίσει. Η πληθώρα επιλογών καθώς και τα αλληλοσυγκρουόμενα κριτήρια επιλογής (όπως είναι η οικονομική προσφορά και η ποιότητα) καθιστούν την επιλογή του προμηθευτή ιδιαίτερα αβέβαιη και πολύπλοκη διαδικασία.

Επιπρόσθετα των παραπάνω ιδιαιτεροτήτων της απόφασης επιλογής προμηθευτή είναι το γεγονός ότι την απόφαση καλούνται να λάβουν μία ομάδα διοικητικών στελεχών της κάθε επιχείρησης η οποία συνήθως είναι ολιγομελής με αποτέλεσμα να μην εξασφαλίζεται επαρκής πολυφωνία και η απόφαση να περιέχει σφάλματα υποκειμενικότητας. Ειδικότερα, στην Ελλάδα όπου η πλειοψηφία των επιχειρήσεων ανήκουν στην κατηγορία των μικρομεσαίων επιχειρήσεων με απασχόληση 2,9 μέσο όρο ατόμων, η απόφαση της επιλογής προμηθευτή λαμβάνεται συνήθως από πολύ μικρές ή μονοπρόσωπες ομάδες.

Κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας της επιλογής προμηθευτή είναι η επιλογή της καταλληλούς μεθόδου. Η επιστημονική κοινότητα μέσα από μακροχρόνιες έρευνες έχει αναπτύξει μία μακρά λίστα μεθοδολογιών όπου η κάθε μία έχει προτερήματα και περιορισμούς. Το ουσιαστικότερο στοιχείο διαφοροποίησης των μεθοδολογιών είναι ο τρόπος απόδοσης σημαντικότητας (βαρών) στα διάφορα κριτήρια.

Το βασικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν όλες οι μέθοδοι λήψης απόφασης ή αξιολόγησης, είναι το ότι δεν είναι αντικειμενικές κατά τη διαδικασία υπολογισμού της βαρύτητας των κριτηρίων απόφασης. Η επικρατέστερες μέθοδοι απόδοσης σημαντικότητας στα κριτήρια επιλογής κατάλληλου προμηθευτή είναι είτε η απευθείας απόδοση βαρών διαισθητικά είτε η απλή στατιστική ανάλυση απόδοσης βαθμού σημαντικότητας σε κάθε ένα από τα κριτήρια και υποκριτήρια. Οι παραπάνω

μέθοδοι, όμως, δεν εξασφαλίζουν επαρκώς την αντικειμενικότητα του αποτελέσματος.

Η διαφορά της AHP από τις υπόλοιπες μεθόδους είναι ότι βάσει των ερευνών που έχουν γίνει μπορεί ακόμα και κάτω από δύσκολες συνθήκες να διατηρεί την αντικειμενικότητα της και φυσικά την ισχύ της ως εργαλείο απόφασης.

Για την επιβεβαίωση ή διάψευση της παραπάνω πρότασης διενεργήθηκε έρευνα για τη σύγκριση των αποτελεσμάτων της AHP με αυτά της απλής στατιστικής ανάλυσης που επικρατεί.

Στην έρευνα συμμετείχαν Υπεύθυνοι προμηθειών των μεγαλύτερων αλυσίδων Super Market στην Ελλάδα και κλήθηκαν να αποδώσουν βάρη στα βασικότερα (σύμφωνα με τη βιβλιογραφία) κριτήρια επιλογής προμηθευτή για τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας, με την χρήση και των συγκρινόμενων μεθόδων (απλή στατιστική ανάλυση, AHP).

Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαίωσαν το συμπέρασμα της διαθέσιμης βιβλιογραφίας. Παρόλο που μεταξύ των αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων δεν υπήρξε σημαντική διαφορά στην ταξινόμηση των κριτηρίων και των υπό-κριτηρίων βάσει της σημαντικότητας τους, παρατηρήθηκε μεγάλη διαφοροποίηση στην απόδοση των βαρών.

Συγκεκριμένα, αναλύοντας τα αποτελέσματα μόνο σε επίπεδο βασικών κριτηρίων και οι δύο μέθοδοι ανεδείξαν την ίδια ταξινόμηση σημαντικότητας: 1^ο κριτήριο: Ποιότητα, 2^ο κριτήριο: Αξιοπιστία, 3^ο κριτήριο: Κόστος, 4^ο κριτήριο: Τεχνολογική Ικανότητα και 5^ο κριτήριο: Διανομή.

Σημειώθηκε όμως σημαντική διαφορά στην απόδοση των βαρών. Η Ποιότητα που είναι το πιο σημαντικό κριτήριο σύμφωνα με την ανάλυση και των δύο μεθοδολογιών, για την απλη στατιστική ανάλυση έχει βάρος 0,241 ενώ για την AHP έχει βάρος 0,401. Αντίστοιχα, η Αξιοπιστία για την απλη στατιστική ανάλυση έχει βάρος 0,229 ενώ για την AHP έχει βάρος 0,264. Στο Κόστος αποδόθηκε βάρος 0,229 για την απλη στατιστική ανάλυση και 0,194 για την AHP. Η Τεχνολογική Ικανότητα για την απλη στατιστική ανάλυση έχει βάρος 0,157 ενώ για την AHP έχει βάρος 0,082. Τέλος, η Διανομή για την απλη στατιστική ανάλυση έχει βάρος 0,145 ενώ για την AHP έχει βάρος 0,058.

Από τα παραπάνω αποτελέσματα είναι φανερό ότι η μέθοδος AHP αναδεικνύει τις διαφορές των βαρών μεταξύ των κριτηρίων διορθώνοντας σφάλματα υποκειμενικότητας. Αντίθετα η απλή στατιστική ανάλυση δίνοντας ομοιόμορφα αποτελέσματα δεν δίνει αρκετά αντιπροσωπευτική εικόνα της σχετικής σημαντικότητας των κριτηρίων, ενώ αποτελεί μία «εύκολη» λύση λόγω της απλότητας ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Το πλαίσιο των ερευνών που θα μπορούσαν να πραγματοποιηθούν για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου επιλογής προμηθευτή είναι ευρύ. Η καλύτερη μέθοδος για μία επιχείρηση δεν είναι κατ'ανάγκη και ιδανική επιλογή για μία άλλη.

Η έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί με συσχετίσεις πολιτιστικής και εταιρικής κουλτούρας των επιχειρήσεων. Από την συσχέτιση αυτή θα μπορούσαν, για παράδειγμα, να εξαχθούν συμπεράσματα για την διαφοροποίηση της ιδανικής μεθόδου μεταξύ πολυεθνικών και οικογενειακών επιχειρήσεων.

Επίσης, θα μπορούσαν να γίνουν συσχετίσεις των αποτελεσμάτων με το μέγεθος, τον κλάδο απασχόλησης και τη γεωγραφική θέση των επιχειρήσεων.

Οι έρευνα θα μπορούσε να επεκταθεί επίσης και ως προς το φάσμα των διάφορων μεθοδολογιών που συγκρίνονται. Στη βιβλιογραφία έχουν προταθεί πολλές μέθοδοι επιλογής προμηθευτή οι οποίες δεν έχουν εφαρμοσθεί αρκετά ώστε να υπάρξουν επαρκή δεδομένα για την αποτελεσματικότητά τους ή μη.

Ενδιαφέρον, θα είχαν τα αποτελέσματα έρευνας σχετικά με τη γνώση των επιχειρήσεων για τις διαθέσιμες μεθοδολογίες επιλογής προμηθευτή με συσχέτιση του μεγέθους και της γεωγραφικής θέσης τους. Είναι πιθανό ένα σημαντικό μέρος των εταιρειών να μην έχουν εξετάσει την εφαρμογή εναλλακτικών μεθόδων επιλογής προμηθευτή.

Βιβλιογραφία

Agarwal, P., Sahai, M., Mishra, V., Bag, M & Singh, V. (2011). A review of multi-criteria decision making techniques for supplier evaluation and selection. *International Journal of Industrial Engineering Computations* , 2(4), 801-810.

Akarte, M.M., Surendra, N.V., Ravi, B., & Rangaraj, N. (2001). Web based casting supplier evaluation using analytical hierarchy process. *Journal of the Operational Research Society*, 52 (5), 511–522.

Baker, R.C., & Talluri, S. (1997). A closer look at the use of DEA for technology selection. *Computers and Industrial Engineering*, 32 (1), 101–108.

Banker R.D., Morey R.C., (1986). Efficiency analysis for exogenously fixed inputs and outputs. *Ops. Res.*, 34, 513-521

Barla, S.B. (2003). A case study of supplier selection for lean supply by using a mathematical model. *Logistics Information Management*, 16 (6), 451–459.

Bayazit, O. (2006). Use of analytic network process in vendor selection decisions. *Benchmarking: An International Journal*, 13 (5), 566–579.

Braglia W., Petroni A. (2000) "A Quality Assurance-Oriented Methodology for Handling Trades-offs in Supplier Selection" *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*

Braglia, M., & Petroni, A. (2000). A quality assurance-oriented methodology for handling trade-offs in supplier selection. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 30 (2), 96–111.

Büyüközkan G., & Çifçi G. (2011). A novel fuzzy multi-criteria decision frame work for sustainable supplier selection with incomplete information. *Computers in Industry*, 62 (2), 164–174.

Cebi F., Bayraktar D. (2003) "An Integrated Approach for Supplier Selection" *Logistics Information Management*

Cebi, F., Bayraktar, D.,(2003). An integrated approach for supplier selection. *Logistics Information Management* 16 (6), 395–400.

Chan F.T.S., & Chan H.K. (2010). An AHP model for selection of suppliers in the fast changing fashion market. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 51, 1195–1207.

Chan, F.T.S. (2003). Interactive selection model for supplier selection process: An analytical hierarchy process approach. *International Journal Production Research*, 41 (15), 3549–3579.

Chan, F.T.S., & Chan, H.K. (2004). Development of the supplier selection model – A case study in the advanced technology industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B – Journal of Engineering Manufacture*, 218 (12), 1807–1824.

Chan, F.T.S., Chan, H.K., Ip, R.W.L., & Lau, H.C.W. (2007). A decision support system for supplier selection in the airline industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B – Journal of Engineering Manufacture*, 221 (4), 741–758.

Chang B., Chang C., & Wu C. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria. *Expert Systems with Applications*, 38, 1850–1858.

Charnes A, Cooper W and Rhodes E, (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research* 2

Charnes A, Cooper W and Thrall, (1986). Identifying and classifying Scale and Technical efficiencies and inefficiencies in observed data via DEA. *Operations Research Letters*.

Chen, C.T., Lin, C.T., & Huang, S.F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 102 (2), 289–301.

Choy, K.L., & Lee, W.B. (2002). A generic tool for the selection and management of supplier relationships in an outsourced manufacturing environment: The application of case based reasoning. *Logistics Information Management*, 15 (4), 235–253.

Choy, K.L., & Lee, W.B. (2003). A generic supplier management tool for outsourcing manufacturing. *Supply Chain Management: An International Journal*, 8 (2), 140–154.

Choy, K.L., Fan, K.K.H., & Lo, V. (2003a). Development of an intelligent customer–supplier relationship management system: The application of case-based reasoning. *Industrial Management and Data Systems*, 103 (4), 263–274.

Choy, K.L., Lee, W.B., & Lo, V. (2002). Development of a case based intelligent customer – Supplier relationship management system. *Expert Systems with Applications*, 23 (3), 281–297.

Choy, K.L., Lee, W.B., & Lo, V. (2003b). Design of a case based intelligent supplier relationship management system – The integration of supplier rating system and product coding system. *Expert Systems with Applications*, 25 (1), 87–100.

Choy, K.L., Lee, W.B., & Lo, V. (2004). An enterprise collaborative management system – A case study of supplier relationship management. *The Journal of Enterprise Information Management*, 17 (3), 191–207.

Choy, K.L., Lee, W.B., & Lo, V. (2005). A knowledge-based supplier intelligence retrieval system for outsource manufacturing. *Knowledge-Based Systems*, 18(1), 1-17.

Cooper, W.W., Seiford, L.M. and Tone, K., 2nd ed. 2000, *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text with Models, Applications, References and DEA-Solver Software*, Kluwer Academic Publishers, Boston.

Dahel, N.E. "Vendor selection and order quantity allocation in volume discount environments." *Supply Chain Management: An International Journal* 8, no. 4 (2003): 335-342

Degraeve and Roodhooft (1999), “Effectively Selecting Supplier using Total Cost of Ownership”, *The Journal of Supply Chain Management: A Global Review of Purchasing and Supply*

Ellram L.M. (1990) "The Supplier Selection Decision in Strategic Partnerships"
Journal of Purchasing and Materials Management

Eyrich, H.G., (1991), Benchmarking to become the best of breed, Manufacturing Systems Magazine

Farrell M. (1957), "The measurement of productive efficiency", Journal of Royal Statistics Society, Vol.120

Florez-Lopez, R. (2007). Strategic supplier selection in the added-value perspective: A CI approach. Information Sciences, 177 (5), 1169–1179.

Forker, L.B., & Mendez, D. (2001). An analytical method for benchmarking best peer suppliers. International Journal of Operations and Production Management, 21(1–2), 195–209.

Forman E.H. and Gass S.I., "The Analytical Hierarchy Process: An Symposium on the Analytic Hierarchy Process, Kobe, 12-14 August 1999, pp. 48-63.

Garfamy, R.M. (2006). A data envelopment analysis approach based on total cost of ownership for supplier selection. Journal of Enterprise Information Management, 19 (6), 662–678.

Gencer, C., & Gürpınar, D. (2007). Analytic network process in supplier selection: A case study in an electronic firm. Applied Mathematical Modeling, 31 (11), 2475–2486.

Ghodsypour S.H., & O'Brien, C. (1998), "A decision support system for supplier selection using an integrated Analytical Hierarchy Process and Linear Programming", Int. J. Production Economics 56-57

Ghodsypour, S.H., & O'Brien, C. (2001). The total cost of logistics in supplier selection, under conditions of multiple sourcing, multiple criteria and capacity constraint. International Journal of Production Economics, 73 (1), 15–27.

Heitz H.J., Miller, C.M., Selection of Best Reorganizational Arrangement for the Research and Technology Directorate Using the Expert Choice Decision Program, Report #ERDEC-SP-005, Aberdeen Proving Ground, Maryland 21010

Ho W., Xu X. & Dey P. K. (2008). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 202 (2010) 16–24

Hong, G.H., Park, S.C., Jang, D.S., & Rho, H.M. (2005). An effective supplier selection method for constructing a competitive supply-relationship. *Expert Systems with Applications*, 28 (4), 629–639.

Hou, J., & Su, D. (2007). EJB–MVC oriented supplier selection system for mass customization. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 18 (1), 54–71.

Huang, S.H., & Keska, H. (2007). Comprehensive and configurable metrics for supplier selection. *International Journal of Production Economics*, 105 (2), 510–523.

Humphreys P., McIvor R., Chan F. (2003) "Using Case-Based Reasoning to Evaluate Supplier Environmental Management Performance" *Expert Systems with Applications*

Humphreys P.K., Li W.L, Chan L.Y. (2004) "The Impact of Supplier Development on Buyer-Supplier Performance"

Humphreys P.K., Wong Y.K., Chan F.T.S. (2003) "Integrating Environmental Criteria Into the Supplier Selection Process" *Journal of Materials Processing Technology*

Humphreys P.K., Wong Y.K., Chan F.T.S. (2003) "Integrating Environmental Criteria Into the Supplier Selection Process" *Journal of Materials Processing Technology*

Jiang W., & Chan F.T.S. (2011). A new fuzzy dempster MCDM method and its application in supplier selection. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9854-9861.

Kahraman C, Cebeci U., Ulukan Z. (2003) "Multicriteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP" *Logistics Information Management*

Kahraman, C., Cebeci, U., Ulukan, Z., 2003. Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. *Logistics Information Management* 16 (6), 382–394.

Kannan V.R.& K.C.Tan (2003). 'Attitudes of U.S. and European Managers To Supplier Selection And Assessment And Implications For Business Performance', *Benchmarking*, 10 (5)

Kao, C. (2010). Ranking Alternatives in Multiple Criteria Decision Analysis Based on a Common-Weight DEA. *Proc. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh.*

Karpak, B., Kumcu, E., & Kasuganti, R.R. (2001). Purchasing materials in the supply chain: Managing a multi-objective task. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7 (3), 209–216.

Kasilingam R.G. (1998) "Logistics and Transportation Design and Planning" Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands

Kreng, V. B., Wang, I. C., (2004) "Supplier Management for Manufacturer - A Case Study of Flexible PCB," *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*

Kumar J., & Roy N. (2011). Analytic hierarchy process (AHP) for a power transmission industry to vendor selection decisions. *International Journal of Computer Applications*. 12(11), 26-30.

Liu, F.H.F., & Hai, H.L. (2005). The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier. *International Journal of Production Economics*, 97 (3), 308–317.

Liu, J., Ding, F.Y., & Lall, V. (2000). Using data envelopment analysis to compare suppliers for supplier selection and performance improvement. *Supply Chain Management: An International Journal*, 5 (3), 143–150.

Lubben R.T. (1988) "Just-In-Time Manufacturing: an aggressive manufacturing strategy", McGraw-Hill Inc, USA

Martin, J., (1973), *Design of Man-Computer Dialogues*, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ

Min, H. "International Supplier Selection: A Multi-Attribute Utility Approach. "International Journal of Physical Distribution and Logistics Management 24, no. 5 (1994): 24-33.

Mirkin, B.G., (1979), Group Choice, John Wiley & Sons, New York

Moreland J.R., Sanders, B.J., (1993), Lunar Lander and Return Propulsion System Trade Study: Methodology with Results, American Institute of Aeronautics and Astronautics 93-2606, AIAA/SAE/ASME/ASEE, 29th Joint Propulsion Conference

Mummalaneni, V., Dubas, K. M., and Chao, C. (1996). "Chinese Purchasing Managers' Preferences and Trade-offs in Supplier Selection and Performance Evaluation", *Industrial Marketing Management* 25, pp.115-124.

Muralidharan, C., Anantharaman, N., & Deshmukh, S.G. (2002). A multi-criteria group decision-making model for supplier rating. *Journal of Supply Chain Management*, 38 (4), 22–33.

Narasimhan, R., Talluri, S., & Mahapatra, S.K. (2006). Multiproduct, multi-criteria model for supplier selection with product life-cycle considerations. *Decision Sciences*, 37 (4), 577–603.

Narasimhan, R., Talluri, S., & Mendez, D. (2001). Supplier evaluation and rationalization via data envelopment analysis: An empirical examination. *Journal of Supply Chain Management*, 37 (3), 28–37.

Ng, W.L. (2008). An efficient and simple model for multiple criteria supplier selection problem. *European Journal of Operational Research*, 186 (3), 1059–1067.

Nydick and Hill (1992), "Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure", *International Journal of Purchasing and Materials Management*

Oliveira R.C., Lourenco J.C. (2002) "A Multicriteria Model for Assigning New Orders to Service Suppliers" *European Journal of Operational Research*

Patton W.W. (1996) "Use of Human Judgment Models in Industrial Buyer's Vendor Selection Decision" *Industrial Marketing Management*

Pogarcic I., Francic, M., Davidovic, V., (2008), Application of AHP Method in Traffic Planning, Business Dept, Study of Information Systems, Polytechnic of Rijeka

Rajan, A.J., Ganesh, K., & Narayanan, K.V. (2010). Application of Integer Linear Programming Model for Vendor Selection in a Two Stage Supply Chain. Proc. International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh.

Roodhooft F. and Konings J., “Vendor selection and evaluation An activity based costing approach”, Elsevier, European Journal of Operational Research, pp. 97-102, 1996

Ross, A., Buffa, F.P., Dröge, C., & Carrington, D. (2006). Supplier evaluation in a dyadic relationship: An action research approach. *Journal of Business Logistics*, 27 (2), 75–102.

Saaty, L., Thomas (2008), Decision making with the analytic hierarchy process, *Int. J. Services*, Vol. 1, No.1

Saaty, T., Vargas, L. (1984), Comparison of eigenvalue, logarithmic least squares and least squares methods in estimating ratios, *Mathematical Modeling* 5, pp.309-324

Saaty, T.L., (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill Book Co., New York

Saaty, T.L., (1994b), *Fundamentals of Decision Making*, RWS Publications, Pittsburg, PA

Saaty, T.L., (2008), Relative Measurement and its Generalization in Decision Making: Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors. *The Analytic Hierarchy/Network Process*, RACSAM, Vol. 102 (2), pp. 251-318

Saaty, T.L., Vargas, L.G., Whitaker, R., (2008), Addressing Criticisms of the Analytic Hierarchy Process

Saen, R.F. (2006). A decision model for selecting technology suppliers in the presence of nondiscretionary factors. *Applied Mathematics and Computation*, 181 (2), 1609–1615.

Sarkar, A., & Mohapatra, P.K.J. (2006). Evaluation of supplier capability and performance: A method for supply base reduction. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 12 (3), 148–163.

Sarkis, J., & Talluri, S. (2002). A model for strategic supplier selection. *Journal of Supply Chain Management*, 38 (1), 18–28.

Seydel, J. (2006). Data envelopment analysis for decision support. *Industrial Management and Data Systems*, 106 (1), 81–95.

Simon, H., (1972), *Theories of bounded rationality in Decision and Organization*, C. B. Radner and R. Radner (eds.), North Holland, Amsterdam, pp.161-167

Songhori, M.J., Tavana, M., Azadeh, A., & Khakbaz, M.H. (2011). A supplier selection and order allocation model with multiple transportation alternatives. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 52(1-4), 365–376.

Stevens, S.S., (1946), *On the Theory of Scales of Measurement*, *Science* 103, pp.677-680

Suh, C.K., Suh, E.H., Baek, K.C. (1994), *Prioritizing Telecommunications Technologies for Long Range R&D Planning to the Year 2006*, *IEEE Transactions on Engineering Management*, Vol 41, No3., pp. 264-274

Swift, C. O. (1995). Preferences for single sourcing and supplier selection criteria. *Journal of Business Research*, 32 (2): 105-111.

Tahriri, F., Osman, M.R., Ali, A., & Yusuff, R.M. (2008). A review of supplier selection methods in manufacturing industries. *Suranaree Journal of Science and Technology*, 15(3), 201-208.

Talluri S. , Narasimhan R. and Nair A., “Vendor performance with supply risk A chance-constrained DEA approach”, Elsevier, *International Journal of Production and Economics*, pp. 212-222, 2003

Talluri, S. (2002). A buyer–seller game model for selection and negotiation of purchasing bids. *European Journal of Operational Research*, 143 (1), 171–180.

Talluri, S., & Baker, R.C. (2002). A multi-phase mathematical programming approach for effective supply chain design. *European Journal of Operational Research*, 41 (3), 544–558.

Talluri, S., & Narasimhan, R. (2003). Vendor evaluation with performance variability: A max–min approach. *European Journal of Operational Research*, 146 (3), 543–552.

Talluri, S., & Narasimhan, R. (2004). A methodology for strategic sourcing. *European Journal of Operational Research*, 154 (1), 236–250.

Talluri, S., & Narasimhan, R. (2005). A note on “a methodology for supply base optimization”. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 52 (1), 130–139.

Talluri, S., & Sarkis, J. (2002). A model for performance monitoring of suppliers. *International Journal of Production Research*, 40 (16), 4257–4269.

Talluri, S., Narasimhan, R., & Nair, A. (2006). Vendor performance with supply risk: A chance-constrained DEA approach. *International Journal of Production Economics*, 100 (2), 212–222.

Timmerman (1986), “An Approach to Vendor Performance Evaluation”, *The Journal of Supply Chain Management*

Vokurka R.J., Choobineh J., Vadi L. (1996) "A Prototype Expert System for the Evaluation and Selection of Potential Suppliers" *International Journal of Operations and Production Management*

Vokurka R.J., Choobineh J., Vadi L. (1996) "A Prototype Expert System for the Evaluation and Selection of Potential Suppliers" *International Journal of Operations and Production Management*

Vokurka R.J., Choobineh J., Vadi L. (1996) "A Prototype Expert System for the Evaluation and Selection of Potential Suppliers" *International Journal of Operations and Production Management*

Wadhwa, V., & Ravindran, A.R. (2007). Vendor selection in outsourcing. *Computers and Operations Research*, 34 (12), 3725–3737.

Weber, C.A., Current, J.R. and Benton, W.C. (1991), “Supplier selection criteria and methods”. *European Journal of Operational Research*

Whyte, L.L., (1969), *Hierarchical Structures*, American Elsevier, New York

Wu, T., Shunk, D., Blackhurst, J., & Appalla, R. (2007). AIDEA: A methodology for supplier evaluation and selection in a supplier-based manufacturing environment. *International Journal of Manufacturing Technology and Management*, 11 (2), 174–192.

Στόγιας Γ., (1991). Διπλωματική εργασία, Πολυτεχνείο Κρήτης

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α. ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Σας ευχαριστώ, εκ των πρότερων, για τη συνεργασία σας στη διεξαγωγή της έρευνας για τον υπολογισμό της σημαντικότητας των συνηθέστερων κριτηρίων επιλογής προμηθευτή για τα προϊόντα ιδιωτικής ετικέτας από τις μεγαλύτερες αλυσίδες Super Market της εγχώριας αγοράς. Η έρευνα αυτή αποτελεί μέρος της διπλωματικής μου εργασίας στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος στη Διοίκηση Επιχειρήσεων – Ολική Ποιότητα (MBA-TQM) του Πανεπιστημίου Πειραιώς.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου γίνεται εξ' ολοκλήρου με τη διαδικασία των checkboxes. Για την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου επιλέξτε, κάνοντας click, τα πεδία που αντιπροσωπεύουν τις απαντήσεις που επιθυμείτε να δώσετε. Για την ακύρωση κάποιας δοθείσας απάντησης επανεπιλέξτε το πεδίο. Μετά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου αποθηκεύστε και στείλτε το αρχείο ως συνημμένο στην ηλεκτρονική διεύθυνση efarasoglou@gmail.com ή στο fax 210 7771803.

Οι πληροφορίες που θα παρέχετε με τη συμπλήρωση του παρόντος ερωτηματολογίου, αντιμετωπίζονται ως απόρρητες. Τα δεδομένα που συλλέγονται δεν διαβιβάζονται σε τρίτους, θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά και μόνο για τους επιστημονικούς σκοπούς της έρευνας και δεν θα δημοσιευτούν σε μορφή που να επιτρέπει τον προσδιορισμό της ταυτότητας φυσικών ή νομικών προσώπων.

Το ερωτηματολόγιο δεν θα σας απασχολήσει περισσότερο από 5 λεπτά για την συμπλήρωση του. Παρακαλείστε να απαντήσετε σε όλες τις ερωτήσεις καθώς η επιτυχία της έρευνας εξαρτάται άμεσα από την πληρότητα των δεδομένων.

Μπορείτε να λάβετε ενημέρωση με τα αποτελέσματα της έρευνας αρκεί να συμπληρώσετε το παρακάτω πεδίο :

<input type="checkbox"/>	Επιθυμώ να λάβω e-mail με συγκεντρωτικά τα αποτελέσματα της έρευνας.
--------------------------	---

Σκοπός της έρευνας είναι ο προσδιορισμός της σημαντικότητας διαφόρων κριτηρίων που συμμετέχουν στην επιλογή των προμηθευτών προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας. Ο υπολογισμός θα γίνει με τη χρήση δύο μεθόδων, με γραμμικό προγραμματισμό και με τη μέθοδο ΑΗΡ. Για το λόγο αυτό, κατά την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου καλείστε να αξιολογήσετε τα κριτήρια και τα αντίστοιχα υπό-κριτήρια τους με δύο διαφορετικούς τρόπους.

Για οποιαδήποτε απορία, μη διστάσετε να επικοινωνήσετε μαζί μου στην ηλεκτρονική διεύθυνση efarasoglou@gmail.com.

Φαράσογλου Έλενα

1^η ΜΕΘΟΔΟΣ

Πόσο σημαντικά θεωρείται τα παρακάτω κριτήρια για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;	Πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
Ποιότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Διανομή	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Κόστος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Τεχνολογική Ικανότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αξιοπιστία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Πόσο σημαντικά θεωρείται τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Ποιότητας» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;	Πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
Ποσοστό Ελαττωματικών	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Εφαρμογή προτύπων (πχ. ISO 9001, HACCP)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Προέλευση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Πόσο σημαντικά θεωρείται τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Διανομής» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;	Πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
Χρόνος Παράδοσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Χώρος Παράδοσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Απόσταση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Πόσο σημαντικά θεωρείται τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο του «Κόστους» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;	Πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
Όροι Πληρωμής	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Οικονομική Προσφορά	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Κόστος Διανομής	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Πόσο σημαντικά θεωρείται τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Τεχνολογικής Ικανότητας» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;	Πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
Διαθεσιμότητα Παραγωγής / Δυναμικότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Εμπειρία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Επάρκεια Εξοπλισμού	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Πόσο σημαντικά θεωρείται τα παρακάτω υπό-κριτήρια σε σχέση με το κριτήριο της «Αξιοπιστίας» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;	Πολύ	Αρκετά	Μέτρια	Λίγο	Καθόλου
Φήμη / Θέση στον κλάδο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Εγγυήσεις	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Οικονομική Κατάσταση (Τζίρος, Ρευστότητα)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Απόδοση σε προηγούμενη συνεργασία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Αποκλειστικότητα / Εμπιστευτικότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

2^η ΜΕΘΟΔΟΣ

Σε αυτή τη μέθοδο η αξιολόγηση των κριτηρίων θα γίνει με ανά ζεύγη σύγκρισή της σημαντικότητας τους. Για κάθε ζεύγος κριτηρίων επιλογής προμηθευτή θα αξιολογείται η υπεροχή του ενός έναντι του άλλου. Η αξιολόγηση θα γίνει βάση των τιμών του παρακάτω πίνακα.

Τιμή	Σημαντικότητα του ενός κριτηρίου έναντι του άλλου
1	Ίση
3	Μικρή
5	Βασική ή μεγάλη
7	Πολύ ισχυρή/αποδεδειγμένη
9	Απόλυτη/Αδιαμφισβήτητη

Παράδειγμα

Εάν το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1» θεωρείτε ότι είναι εξ' ίσου σημαντικό με το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2» τότε στην μεταξύ τους σύγκριση σημειώνετε 1, όπως φαίνεται παρακάτω.

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2

Αντίστοιχα, εάν το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1» θεωρείτε ότι είναι πολύ πιο σημαντικό από το «ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2» τότε στην μεταξύ τους σύγκριση σημειώνετε 5 προς τη μεριά του «ΚΡΙΤΗΡΙΟΥ 1», όπως φαίνεται παρακάτω.

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2

Πως συγκρίνετε τη σημαντικότητα των παρακάτω κριτηρίων για την επιλογή του προμηθευτή προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Ποιότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Διανομή
Ποιότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Κόστος
Ποιότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Τεχνολογική Ικανότητα
Ποιότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αξιοπιστία
Διανομή	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Κόστος
Διανομή	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Τεχνολογική Ικανότητα
Διανομή	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αξιοπιστία
Κόστος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Τεχνολογική Ικανότητα
Κόστος	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αξιοπιστία
Τεχνολογική Ικανότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αξιοπιστία

Πως συγκρίνετε τη σημαντικότητα των παρακάτω υπό-κριτηρίων σε σχέση με το κριτήριο της «Ποιότητας» για την επιλογή προμηθευτή προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Ποσοστό ελαττωματικών	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Εφαρμογή προτύπων ISO
Ποσοστό ελαττωματικών	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Προέλευση
Εφαρμογή προτύπων ISO	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Προέλευση

Πως συγκρίνετε τη σημαντικότητα των παρακάτω υπό-κριτηρίων σε σχέση με το κριτήριο της «Διανομής» για την επιλογή προμηθευτή προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Χρόνοι Παράδοσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Χώρος Παράδοσης
Χρόνοι Παράδοσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Απόσταση
Χώρος Παράδοσης	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Απόσταση

Πως συγκρίνετε τη σημαντικότητα των παρακάτω υπό-κριτηρίων σε σχέση με το κριτήριο του «**Κόστους**» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Όροι Πληρωμής	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Οικονομική Προσφορά
Όροι Πληρωμής	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Κόστος Διανομής
Οικονομική Προσφορά	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Κόστος Διανομής

Πως συγκρίνετε τη σημαντικότητα των παρακάτω υπό-κριτηρίων σε σχέση με το κριτήριο της «**Τεχνολογικής Ικανότητας**» για την επιλογή προμηθευτή προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Δυναμικότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Εμπειρία
Δυναμικότητα	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Επάρκεια Εξοπλισμού
Εμπειρία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Επάρκεια Εξοπλισμού

Πως συγκρίνετε τη σημαντικότητα των παρακάτω υπό-κριτηρίων σε σχέση με το κριτήριο της «**Αξιοπιστίας**» για την επιλογή προμηθευτή των προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας;

	9	7	5	3	1	3	5	7	9	
Φήμη/θέση στον κλάδο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Εγγυήσεις
Φήμη/θέση στον κλάδο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Οικονομική Κατάσταση
Φήμη/θέση στον κλάδο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Προηγούμενη συνεργασία
Φήμη/θέση στον κλάδο	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αποκλειστικότητα
Εγγυήσεις	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Οικονομική Κατάσταση
Εγγυήσεις	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Προηγούμενη συνεργασία
Εγγυήσεις	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αποκλειστικότητα
Οικονομική Κατάσταση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Προηγούμενη συνεργασία
Οικονομική Κατάσταση	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αποκλειστικότητα
Προηγούμενη συνεργασία	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Αποκλειστικότητα

