



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΚΤΙΚΗ

Διπλωματική Εργασία

**ΑΠΟ ΤΗ ΜΟΝΟΜΕΤΑΒΛΗΤΗ ΑΝΑΛΥΣΗ, ΣΤΑ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ
ΔΙΚΤΥΑ
ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΕΤΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ**

του

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΔΗ

Επιβλέπων Καθηγητής : Ευστράτιος Λιβάνης

Υποβλήθηκε ως απαιτούμενο για την απόκτηση του Μεταπτυχιακού Διπλώματος
στην Εφαρμοσμένη Λογιστική και Ελεγκτική

Οκτώβριος 2019

Αφιέρωσεις

Στη σύζυγό μου, Ζωή, και τα παιδιά μας Γεώργιο, Δέσποινα και Ιωάννη.

Ευχαριστίες

Στο πλαίσιο της περάτωσης του εν λόγω μεταπτυχιακού προγράμματος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το διδακτικό προσωπικό του Πανεπιστημιακού Ιδρύματος για την άοκνη προσπάθεια που κατέβαλε, επιδεικνύοντας αμέριστο ενδιαφέρον καθ' όλη τη διάρκειά του. Ιδιαίτερα, αποτέλεσε τιμή μου η αποδοχή εκ μέρους του κ. Ευστρατίου Λιβάνη, να αναλάβει την καθοδήγησή μου για τη σύνταξη της διπλωματικής εργασίας. Υπό την επίβλεψη και τις συμβουλές του ολοκληρώθηκε η παρούσα μελέτη, προσδίδοντάς μου πολύτιμες γνώσεις και κυρίως μεταδίδοντας το ήθος και τη στάση που πρέπει να διέπει ένα Δάσκαλο. Ειλικρινά σας ευχαριστώ.

Περίληψη

Οι αντικειμενικοί σκοποί της παρούσας διπλωματικής εργασίας, ήταν η εξέταση της αποτελεσματικότητας τριών γνωστών και ευρέως χρησιμοποιούμενων μοντέλων πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας, η συγκριτική τους αξιολόγηση, η εξαγωγή συμπερασμάτων περί του βαθμού αξιοπιστίας ενός εκάστου και τέλος η υποβολή ανάλογων προτάσεων επί των εξαχθέντων συμπερασμάτων.

Ως εκ τούτου, πραγματοποιήθηκε εμπειρική ανάλυση σε δείγμα 81 πτωχευμένων και 81 μη πτωχευμένων εταιριών των Η.Π.Α (από τη βάση δεδομένων Compustat), επί του οποίου (δείγματος) εφαρμόστηκαν τα παρακάτω μοντέλα :

1. Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση (MDA) Altman Z-SCORE (1968).
2. Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Logit).
3. Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ANN).

Εν κατακλείδι από τα ανωτέρω, το Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας παρουσιάστηκε ως το πιο αποτελεσματικό ως προς την πρόβλεψη της εταιρικής αποτυχίας κατά το χρόνο ακριβώς προ της πτώχευσης (t) όσο και κατά το αμέσως προηγούμενο έτος ($t-1$), με αμέσως επόμενο την Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση (MDA) και ακολούθως τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ANN).

Λέξεις Κλειδιά : Μοντέλο πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας, Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση, Logit, ANN

Abstract

The main objectives of the current study were the examination of the effectiveness of three well known and used corporate bankruptcy prediction models, the comparative assessment of them, the outcome of conclusions regarding their degree of reliability and finally submitting proposals for the conclusions drawn.

Hence, an empirical analysis was held, in a sample of 81 bankrupt and 81 healthy U.S.A companies (through Compustat database), on which have been implemented the following models :

1. Multivariate Discriminant Analysis (MDA) Altman Z-SCORE (1968).
2. Logistic Regression (Logit).
3. Artificial Neural Networks (ANN).

In conclusion, from the above models the Logistic Regression proved to be the most efficient, regarding the bankruptcy prediction at the time before it occurred (t), as well as the year before that (t-1), followed by the Multivariate Discriminant Analysis and finally the Artificial Neural Networks.

Keywords : Bankruptcy Prediction Models, Multivariate Discriminant Analysis, Logistic Regression, Artificial Neural Networks

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Εισαγωγικά	1
1.2 Ερευνητικά Ερωτήματα	3
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΕΤΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ	4
2.1 Εισαγωγικά	4
2.2 Τα Πρώιμα Χρόνια-Οι Πρώτες Προσεγγίσεις (Από το 1932 Μέχρι το 1965)	5
2.2.1 Fitzpatrick (1932)	5
2.2.2 Smith και Winakor (1935)	5
2.2.3 Merwin (1942)	6
2.2.4 Chudson (1945)	6
2.2.5 Jackendoff (1962)	6
2.3 Παραμετρικά Μοντέλα	6
2.3.1 Μονομεταβλητά Μοντέλα (Univariate Discriminant Analysis-UDA)	6
2.3.1.1 Beaver (1966)	7
2.3.1.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Μονομεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης	8
2.3.2 Πολυμεταβλητά Μοντέλα (Multivariate Discriminant Analysis-MDA)	9
2.3.2.1 Altman (1968)	10
2.3.2.2 Altman, Haldeman and Narayanan (1977)	12
2.3.2.3 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Διακριτικής Ανάλυσης	13
2.3.3 Υποδείγματα Πιθανότητας	14
2.3.3.1 Γραμμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Linear Probability Model)	14
2.3.3.1.1 Meyer και Pifer (1970)	15
2.3.3.2 Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Logistic Regression Probability Model-Logit)	16
2.3.3.2.1 Ohlson (1980)	16
2.3.3.3 Κανονικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Probit Model)	18
2.3.3.3.1 Zmijewski (1984)	18
2.3.3.4 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Υποδειγμάτων Πιθανότητας	19
2.4 Μη Παραμετρικά Μοντέλα	20
2.4.1 Μοντέλα Κινδύνου (Hazard Models)	20
2.4.1.1. Shumway (2001)	22
2.4.2 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks-ANN)	23
2.4.2.1 Odom και Sharda (1990)	24
2.4.2.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Υποδειγμάτων Νευρωνικών Δικτύων	25
2.4.3 Δέντρα Αποφάσεων (Decision Trees-DT)	26
2.4.4 Μηχανές Διανουσμάτων Υποστήριξης (Support Vector Machines-SVM)	28

2.5	Σύνοψη	29
3.	ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	30
3.1	Διαμόρφωση Δείγματος	30
3.2	Μέθοδοι - Υποδείγματα Πρόβλεψης	37
3.2.1	Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση	37
3.2.2	Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας	38
3.2.3	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα	38
4.	ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	39
4.1	Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση	39
4.1.1	Ανεξάρτητες Μεταβλητές	39
4.1.2	Σύνοψη	46
4.1.3	Z-Score Επιχειρήσεων	46
4.1.3.1	Z-Score Πτωχευμένων Επιχειρήσεων	47
4.1.3.2	Z-Score Υγιών Επιχειρήσεων	49
4.1.3.3	Σύνοψη Z-Score - Ταξινόμησης Επιχειρήσεων	50
4.2	Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας	54
4.3	Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα	58
4.4	Σύνοψη Ταξινόμησης Επιχειρήσεων Βάσει των Τριών Υποδειγμάτων	62
4.5	Περιορισμοί Έρευνας	64
4.5.1	Αξιοπιστία Οικονομικών Καταστάσεων	64
4.5.2	Επιχειρηματικό Περιβάλλον και Εξωγενείς Παράγοντες	64
4.5.3	Επιλογή Δείγματος	65
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	66

Κατάλογος Πινάκων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 - ΠΤΩΧΕΥΣΕΙΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ ΠΟΥ ΠΡΟΚΑΛΕΣΑΝ ΣΟΚ ΣΤΗ ΔΙΕΘΝΗ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ	1
ΠΙΝΑΚΑΣ 2 - ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ BEAVER	7
ΠΙΝΑΚΑΣ 3 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ UNIVARIATE DISCRIMINANT ANALYSIS MODELS	9
ΠΙΝΑΚΑΣ 4 - ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ALTMAN	11
ΠΙΝΑΚΑΣ 5 - ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ZETA	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 6 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MULTIVARIATE DISCRIMINANT ANALYSIS MODELS	13
ΠΙΝΑΚΑΣ 7 - ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ OHLSON	17
ΠΙΝΑΚΑΣ 8 - ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ZIMJEWSKI	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 9 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ...	19
ΠΙΝΑΚΑΣ 10 - ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ SHUMWAY	22
ΠΙΝΑΚΑΣ 11 - ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΑΙ ΝΕΥΡΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	25
ΠΙΝΑΚΑΣ 12 - ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS MODELS	26
ΠΙΝΑΚΑΣ 13 - ΤΕΛΙΚΟ ΔΕΙΓΜΑ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	31
ΠΙΝΑΚΑΣ 14 - ΣΥΝΟΨΗ ΜΕΤΑΒΟΛΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ALTMAN ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΕΜΠΕΙΡΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ	46
ΠΙΝΑΚΑΣ 15 - Z-SCORE ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	47
ΠΙΝΑΚΑΣ 16 - Z-SCORE ΥΓΙΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	49
ΠΙΝΑΚΑΣ 17 - ΣΥΝΟΨΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	51
ΠΙΝΑΚΑΣ 18 - ΣΥΝΟΨΗ Z-SCORE ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	53
ΠΙΝΑΚΑΣ 19 - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ LOGIT (T= -1)	54
ΠΙΝΑΚΑΣ 20 - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ LOGIT (T= 0)	55
ΠΙΝΑΚΑΣ 21 - ΣΥΝΟΨΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ	56
ΠΙΝΑΚΑΣ 22 - ΣΥΝΟΨΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	60
ΠΙΝΑΚΑΣ 23 - ΣΥΝΟΨΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	62

Κατάλογος Διαγραμμάτων

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1 - ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ 3 ΕΠΙΠΕΔΩΝ	24
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 - ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΔΕΝΤΡΟΥ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ	27
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3 - ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΜΗΧΑΝΗΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΡΟ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΜΕΤΑ (ΔΕΞΙΑ) ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ	28
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4 - ΧΡΟΝΙΚΟΣ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ	35
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5 - ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗ- ΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΑΝΑ SIC	36
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6 - WC/ΤΑ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ .	41
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 7 - RE/ΤΑ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	42
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 8 - EBIT/ΤΑ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	43
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 9 - BVE/BVTD ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗ- ΣΕΩΝ	44
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 10 - S/ΤΑ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ...	45
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 11 - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ	52
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 12 - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗ- ΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟΥ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ	57
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 13 - ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ/ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΕΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (T= -1)	58
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 14 - ΕΜΠΕΙΡΙΚΟ ΣΦΑΛΜΑ/ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΕΤΟΣ ΑΝΑΦΟΡΑΣ (T= 0)	59
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 15 - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΩΝ (ΑΡΙΣΤΕΡΑ) ΚΑΙ ΥΓΙΩΝ (ΔΕΞΙΑ) ΕΠΙΧΕΙΡΗ- ΣΕΩΝ ΒΑΣΕΙ ΤΕΧΝΗΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ	61
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 16 - ΣΥΝΟΛΙΚΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ	63

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Πάντα εκκαλύπτων ο χρόνος εις το φως άγει (Ο χρόνος αποκαλύπτει τα πάντα και τα φέρνει στο φως, Σοφοκλής, 496-406 π.Χ., αρχαίος τραγικός)

1.1 Εισαγωγικά

Έχουν αναφερθεί πολλάκις στο απώτερο και στο πρόσφατο παρελθόν, πλειάδα περιπτώσεων εταιριών των οποίων η έως πρότινος διαδεδομένη ευρωστία και προοπτικές κατέρρευσαν, πιάνοντας εξ απήνης εργαζόμενους, μετόχους και πιστωτές, οδηγώντας τους εν τέλει στην πτώχευση. Χαρακτηριστικά παραδείγματα που προκάλεσαν σοκ στο επενδυτικό και όχι μόνο κοινό, καταδεικνύοντας ότι κανείς δεν είναι πολύ μεγάλος για να “πέσει”, αποτέλεσαν :

Πίνακας 1 - Πτωχεύσεις Εταιριών που Προκάλεσαν Σοκ στη Διεθνή Κοινότητα

Επωνυμία	Κατηγορία Εταιρίας	Ενεργητικό σε δισ \$	Έτος Πτώχευσης
Texaco	Βιομηχανία Πετρελαιοειδών	35	1987
Financial Corp. of America	Χρηματοπιστωτική	34	1989
Pacific Gas and Electric Co.	Βιομηχανία Ηλεκτρισμού και Φυσικού Αερίου	36	2001
Enron Corp.	Παροχής Ηλεκτρικής Ενέργειας	66	2001
Conesco, Inc.	Χρηματοοικονομική και Ασφαλιστική	62	2002
WorldCom, Inc.	Τηλεπικοινωνιών	104	2002
Refco	Διαπραγμάτευσης Παραγώγων και Εμπορευμάτων	33	2005
Thornburg Mortgage	Τράπεζα Στεγαστικών Δανείων	37	2007
Washington Mutual	Τράπεζα Στεγαστικών Δανείων	328	2008
Lehman Brothers Holdings, Inc.	Τράπεζα Επενδύσεων	639	2008
Chrysler	Αυτοκινητοβιομηχανία	39	2009

Επωνυμία	Κατηγορία Εταιρίας	Ενεργητικό σε δισ \$	Έτος Πτώχευσης
CIT Group	Χρηματοπιστωτική	71	2009
General Motors	Αυτοκινητοβιομηχανία	82	2009
MF Global	Χρηματιστηριακή	41	2011
Energy Future Holdings	Παροχής Ηλεκτρικής Ενέργειας	41	2014

Επιπρόσθετα, από την εκ των υστέρων διερεύνηση ανάλογων περιπτώσεων, διαπιστώθηκε ότι διαψεύστηκαν ακόμη και οι εξωτερικοί ελεγκτές, όσον αφορά στην εκτίμηση που είχαν εκφράσει στις εκθέσεις τους, σχετικά με τη συνεχιζόμενη δραστηριότητα των ελεγχθεισών εταιριών. Υπό το πρίσμα αυτό δημιουργήθηκε η αδήριτη ανάγκη δημιουργίας μηχανισμών, ο οποίοι :

- Θα εξασφάλιζαν την ορθή αποτύπωση των οικονομικών δεδομένων και προοπτικών των εταιριών και την ακριβοδίκαιη παρουσίαση των οικονομικών τους καταστάσεων, ώστε να αποτραπεί, κατά το δυνατό, το φαινόμενο του “Τιτανικού” των εταιριών, ήτοι το πλοίο να βουλιάζει και η ορχήστρα να συνεχίζει να παίζει αμέριμνα (όπου ορχήστρα : η διοίκηση και ο εξωτερικός έλεγχος).
- Θα παρείχαν τη δυνατότητα πρόβλεψης τις περαιτέρω πορείας των εταιριών, ήτοι της πλήρωσης των προϋποθέσεων για τη συνεχιζόμενη δραστηριότητά τους στο άμεσο μέλλον.

Για την πρώτη περίπτωση τέθηκαν κανόνες και οριοθετήθηκαν ευθύνες τόσο της διοίκησης, όσο και των εξωτερικών ελεγκτών αναφορικά με τις εκθέσεις που δημοσιεύονται επί των οικονομικών καταστάσεων [μέσω της υιοθέτησης-εφαρμογής των Διεθνών Λογιστικών Προτύπων (ΔΛΠ) και των Διεθνών Προτύπων Ελέγχου (ΔΠΕ) αντίστοιχα). Για τη δεύτερη, αναπτύχθηκαν πολυάριθμα μοντέλα και τεχνικές από την επιστημονική κοινότητα, επί σκοπώ της πρόβλεψης της εταιρικής αποτυχίας, μεταξύ των οποίων επιλέχθηκαν ευρέως διαδεδομένα και χρησιμοποιούμενα μοντέλα προς συγκριτική αξιολόγηση. Τέτοιου είδους μοντέλα ανέπτυξαν π.χ. οι Beaver (1966), Altman (1968), Altman, Haldeman and Narayanan (1977), Ohlson (1980), Zmijewski (1984), Shumway (2001), Odom και Sharda (1990) καθώς και πολλοί άλλοι.

1.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής και σε συνέχεια των ανωτέρω, κλήθηκαν να απαντηθούν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα :

- Ποια είναι τα κυριότερα μοντέλα πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας που έχει αναπτύξει η επιστημονική κοινότητα;
- Από τα παραπάνω μοντέλα, ποιων η σταχυολόγηση προκρίνεται και γιατί;
- Ποιο θα είναι το δείγμα προς εξέταση;
- Ποια είναι η αποτελεσματικότητα ως προς την προβλεπτική ικανότητα των εν λόγω μοντέλων;
- Κατά τη συγκριτική τους αξιολόγηση, ποιο υπερέχει εξ αυτών;
- Ποια είναι τα τελικά συμπεράσματα από την ανωτέρω διαδικασία και τι προτάσεις προς περαιτέρω διερεύνηση ανακύπτουν;

Προς εκπλήρωση των ανωτέρω η παρούσα εργασία δομείται σε 5 κεφάλαια :

- Στο πρώτο, η εισαγωγή.
- Στο δεύτερο γίνεται μια βιβλιογραφική επισκόπηση ορισμένων βασικών μοντέλων πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας, που έχουν αναπτυχθεί από την επιστημονική κοινότητα.
- Στο τρίτο αναλύονται τα δεδομένα και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκαν, επί των επιλεγθέντων μοντέλων.
- Στο τέταρτο παρατίθενται τα ευρήματα από την εμπειρική ανάλυση.
- Στο πέμπτο αξιολογούνται τα εξαχθέντα αποτελέσματα και παρουσιάζονται οι ανάλογες προτάσεις προς περαιτέρω διερεύνηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ ΕΤΑΙΡΙΚΗΣ ΑΠΟΤΥΧΙΑΣ

2.1 Εισαγωγικά

Αναφορές σχετικά με την πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων, απαντώνται στη βιβλιογραφία από τις αρχές της δεκαετίας του 1930. Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1960, οι μελετητές ενεργούσαν κατά βάση απλή ανάλυση δεικτών ή αναλογιών χωρίς, όμως, στατιστικές προσεγγίσεις ή τη χρήση υποδειγμάτων. Επρόκειτο για αρχικές έρευνες και μελέτες, που οδήγησαν όμως στη δημιουργία των πρώτων στατιστικών υποδειγμάτων στον τομέα της πρόβλεψης της εταιρικής αποτυχίας, με πρωτοεμφανιζόμενο αυτό του Beaver (1966).

Τα σχετικά μοντέλα που αναπτύχθηκαν εκ τότε είναι πολυάριθμα, με διαφορετικό αριθμό και είδος μεταβλητών που το καθένα λαμβάνει υπόψη. Επί παραδείγματι, το αρχικό μοντέλο του Altman (1980) αποτέλεσε πολυμεταβλητή διακριτική ανάλυση 5 παραγόντων, βασισμένο σε επιχειρήσεις του κατασκευαστικού κλάδου, ενώ της Wang (2004) λογαριθμικό υπόδειγμα πιθανότητας 8 παραγόντων, με εφαρμογή επί διαδικτυακών επιχειρήσεων (internet firms). Η διακριτική ανάλυση αποτέλεσε ιδιαίτερα προσφιλή μέθοδο επί σειρά ετών, ενώ τα τελευταία χρόνια, με την έκρηξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών, γεννήθηκαν νέα βασιζόμενα σε διαφορετικές μεθόδους, όπως Υποδείγματα Πιθανότητας (Γραμμικά, Λογαριθμικά, Κανονικά), Υποδείγματα Κινδύνου, Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα, Δέντρα Αποφάσεων, Προσεγγιστικά Σύνολα, Μηχανική Μάθηση, Ασαφή Λογική, Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης κ.α.

Τα μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης δύναται να διακριθούν σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη αφορά σε υποδείγματα της ακαδημαϊκής βιβλιογραφίας, τα οποία αποτελούν και τα γενικά μοντέλα πρόβλεψης, όπως Λογιστικό-Κανονικό-Γραμμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας, Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση, Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα. Η δεύτερη αφορά σε υποδείγματα που έχουν διαμορφωθεί από τη χρήση δεδομένων αναπτυγμένων χωρών. Τέτοιου είδους μοντέλα ανέπτυξαν π.χ. οι Beaver (1966), Altman (1968), Altman, Haldeman and Narayanan (1977), Ohlson (1980), Zmijewski (1984), Shumway (2001), Odom και Sharda (1990).

Για την ανάπτυξη των υποδειγμάτων πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας χρησιμοποιούνται δύο κατηγοριών τεχνικές α) παραμετρικές και β) μη παραμετρικές. Οι παραμετρικές περιλαμβάνουν στατιστικές και οικονομετρικές μεθόδους, ενώ οι μη παραμετρικές διακρίνονται από αυξημένη ευελιξία καθώς δεν υπόκεινται σε περιοριστικές στατιστικές υποθέσεις. Στο παρόν κεφάλαιο γίνεται μια απλή παράθεση-ιστορική παρουσίαση ορισμένων βασικών μόνο μοντέλων που αναπτύχθηκαν τα τελευταία έτη, καθώς το πλήθος αυτών δεν επιτρέπει την ανάπτυξη ενός εκάστου.

2.2. Τα Πρώιμα Χρόνια-Οι Πρώτες Προσεγγίσεις (Από το 1932 Μέχρι το 1965)

2.2.1 Fitzpatrick (1932)

Ήταν ο πρώτος που μελέτησε τους χρηματοοικονομικούς δείκτες 19 πτωχευμένων και 19 μη πτωχευμένων εταιριών, οι οποίες επιλέχθηκαν έτσι ώστε να φέρουν παρόμοια χαρακτηριστικά, ήτοι να προέρχονται από τον ίδιο κλάδο. Στη σχετική του εργασία συνέκρινε 13 χρηματοοικονομικούς δείκτες επί σειρά 3 ετών και διαπίστωσε ότι υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των πτωχευμένων και των μη πτωχευμένων εταιριών, με σαφή δυσμέμεια σε βάρος των πτωχευμένων. Συμπερασματικά κατέληξε ότι οι πιο σημαντικοί αριθμοδείκτες ήταν α) Καθαρά Κέρδη/Καθαρή Θέση και β) Καθαρή Θέση/Σύνολο Υποχρεώσεων ενώ για τις επιχειρήσεις με υψηλές μακροπρόθεσμες υποχρεώσεις, θα έπρεπε να δοθεί λιγότερη σημασία στους Αριθμοδείκτες Γενικής και Άμεσης ρευστότητας.

2.2.2 Smith και Winakor (1935)

Ήταν οι πρώτοι που μελέτησαν τους χρηματοοικονομικούς δείκτες ανά ζεύγη και των οποίων η έρευνα αφορούσε σε 183 πτωχευμένες εταιρίες. Διαπίστωσαν ότι ο δείκτης Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού ήταν πολύ σημαντικότερος κατά την πρόβλεψη των οικονομικών προβλημάτων, από ότι ο δείκτης Διαθέσιμα/Σύνολο Ενεργητικού, καθώς και ότι ο δείκτης Κυκλοφορούν Ενεργητικό/Σύνολο Ενεργητικού κινούνταν πτωτικά καθώς η επιχείρηση πλησίαζε στην πτώχευση.

2.2.3 Merwin (1942)

Μελέτησε 1.000 μικρές επιχειρήσεις από πέντε διαφορετικούς κλάδους, για το χρονικό διάστημα από το 1926 έως το 1936, και παρατήρησε ότι οι πτωχευμένες εταιρίες παρουσίαζαν σημάδια αδυναμίας έως και 5 χρόνια πριν την πτώχευση. Επιπλέον συμπέρανε ότι τρεις ήταν οι σημαντικοί δείκτες που συνέτειναν στην πρόβλεψη της αποτυχίας : α) Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού, β) Κυκλοφορούν Ενεργητικό/Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις και γ) Καθαρή Θέση/Σύνολο Υποχρεώσεων.

2.2.4 Chudson (1945)

Διερεύνησε την ύπαρξη ή μη, προτύπων-μοτίβων στη χρηματοοικονομική διάρθρωση των επιχειρήσεων, μελετώντας στοιχεία των ισολογισμών της περιόδου 1931-1937, ανάμεσα σε εταιρίες διαφορετικού μεγέθους, κερδοφόρες και ζημιογόνες, διαφορετικών κλάδων, αλλά και του ίδιου κλάδου. Το αποτέλεσμα της έρευνάς του ήταν η μη ύπαρξη μοτίβων για το σύνολο αυτών, αλλά για επιμέρους υποσύνολα όπως εντός συγκεκριμένου κλάδου δραστηριότητας, μεγέθους και κερδών. Παρότι η έρευνα του Chudson δεν αποσκοπούσε στην πρόβλεψη της πτώχευσης, τα αποτελέσματά της ήταν σημαντικά για την περαιτέρω εξέλιξη των μοντέλων πρόβλεψης της πτώχευσης.

2.2.5 Jackendoff (1962)

Σύγκρινε δείκτες κερδοφόρων επιχειρήσεων με τους αντίστοιχους ζημιογόνων επιχειρήσεων. Μεταξύ άλλων συμπέρανε πως οι κερδοφόρες επιχειρήσεις είχαν μεγαλύτερες τιμές στους δείκτες της Γενικής Ρευστότητας και του Κεφαλαίου Κίνησης/Σύνολο του Ενεργητικού και χαμηλότερες στους δείκτες Δανειακής Επιβάρυνσης.

2.3 Παραμετρικά Μοντέλα

2.3.1 Μονομεταβλητά Μοντέλα (Univariate Discriminant Analysis-UDA)

Η μονομεταβλητή ανάλυση αποτελεί την πιο απλή μορφή εκ των ποσοτικών στατιστικών μεθόδων. Ενεργείται μέσω της εξέτασης μιας μοναδικής μεταβλητής και των αντίστοιχων

γνωρισμάτων του αντικειμένου μελέτης στο οποίο και θα εφαρμοστεί. Σύμφωνα με την εν λόγω μέθοδο, υφίστανται ορισμένοι χρηματοοικονομικοί δείκτες, οι οποίοι διαχωρίζουν τις επιχειρήσεις σε υγιείς και πτωχευμένες.

2.3.1.1 Beaver (1966)

Ο Beaver ουσιαστικά αποτέλεσε τον πρώτο δημιουργό μοντέλου πρόβλεψης πτώχευσης. Η προσέγγιση στην ανάλυση που διεξήγαγε ήταν μονομεταβλητή, δηλαδή εξετάζε τη συμπεριφορά ενός εκάστου δείκτη, χωρίς να εξετάζει τυχόν συσχετίσεις μεταξύ τους. Χρησιμοποιώντας δείγμα 158 επιχειρήσεων (79 πτωχευμένων και 79 μη πτωχευμένων), 38 διαφορετικών κλάδων, για τη χρονική περίοδο 1954-1964, τις χώρισε ανά ζεύγη, με σκοπό να ερευνήσει την προβλεπτική ικανότητα χρηματοοικονομικών δεικτών και να αποδείξει πως τα εν λόγω δεδομένα, δύναται να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη σημαντικών γεγονότων στην πορεία μίας επιχείρησης, όπως είναι η πτώχευση. Το κάθε ζεύγος περιλάμβανε δύο εταιρίες του ίδιου κλάδου και μεγέθους, εκ των οποίων η μια ήταν πτωχευμένη και η ετέρα μη. Πτωχευμένες θεωρήθηκαν οι επιχειρήσεις στις οποίες : α) είχε εκδοθεί δικαστική απόφαση πτώχευσης, β) παρουσίαζαν αδυναμία αποπληρωμής ομολογιακών δανείων, γ) εξέδιδαν ακάλυπτες επιταγές, δ) δεν είχαν προβεί στην καταβολή μερισμάτων στους προνομιούχους μετόχους τους. Εν συνεχεία καθόρισε 30 χρηματοοικονομικούς δείκτες, η επιλογή των οποίων στηρίχθηκε στα παρακάτω : α) τη συχνότητα που εμφανίζονταν στη βιβλιογραφία, β) τη συνέπεια και ποιότητα των αποτελεσμάτων τους σε προηγούμενες έρευνες και γ) στη συσχέτιση με τις ταμειακές ροές. Ύστερα διαχώρισε τους 30 αριθμοδείκτες σε 6 ομάδες και επέλεξε έναν από κάθε μία ομάδα με βάση τη χαμηλότερη συχνότητα εμφάνισης σφαλμάτων.

Πίνακας 2 - Μεταβλητές Υποδείγματος Beaver

	Μεταβλητή	Περιγραφή
X₁	CF/TD	Ταμειακές Ροές/Σύνολο Υποχρεώσεων
X₂	NI/TA	Καθαρά Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού
X₃	TD/TA	Σύνολο Υποχρεώσεων/Σύνολο Ενεργητικού
X₄	WC/TA	Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού

X ₅	CA/CL	Κυκλοφορούν Ενεργητικό/Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις			
X ₆	NCI	(Διαθέσιμα	+	Απαιτήσεις	- Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις)/Λειτουργικές Δαπάνες

Η επιλογή τους στηρίχθηκε σε τέσσερεις παραδοχές :

- Μεγαλύτερο κυκλοφορούν ενεργητικό, μικρότερη η πιθανότητα πτώχευσης.
- Μεγαλύτερα τα άμεσα ρευστοποιήσιμα στοιχεία του ενεργητικού, μικρότερη η πιθανότητα πτώχευσης.
- Μεγαλύτερο το ύψος των υποχρεώσεων, μεγαλύτερη η πιθανότητα πτώχευσης.
- Μεγαλύτερα τα Λειτουργικά Έξοδα, μεγαλύτερη η πιθανότητα πτώχευσης.

Στη συνέχεια ο Beaver συνέκρινε τους μέσους όρους των αριθμοδεικτών των πτωχευμένων και υγιών επιχειρήσεων, ώστε να διαπιστώσει τις διαφορές ανάμεσα στις δύο ομάδες του δείγματος. Κατόπιν υλοποίησε τον έλεγχο της διχοτόμου μεταβλητής ταξινόμησης, δηλαδή δημιούργησε ένα μοντέλο το οποίο χαρακτήριζε μια επιχείρηση σε πτωχευμένη ή μη, ανάλογα με το αποτέλεσμα κάθε αριθμοδείκτη μεμονωμένα, συγκρίνοντάς το με μία τιμή αναφοράς (cut off point) που ελαχιστοποιούσε το ποσοστό λάθους πρόβλεψης.

Αν και θεωρήθηκε εύκολο στη χρήση με υψηλά ποσοστά προβλεπτικής ικανότητας, το μοντέλο του Beaver επικρίθηκε, καθότι δε λάμβανε υπόψη τη συσχέτιση που μπορεί να υπήρχε ανάμεσα στους αριθμοδείκτες, θεωρούσε ότι υφίστατο μια γραμμική σχέση μεταξύ αριθμοδεικτών και της πτώχευσης και επιπρόσθετα διότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την πορεία μιας επιχείρησης είναι πολλοί και άρα δεν μπορεί να προβλεφθεί η πτώχευση της από έναν μόνο αριθμοδείκτη. Παρόλο την κριτική, η έρευνά του αποτέλεσε τη βάση για την περαιτέρω ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης.

2.3.1.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Μονομεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης

Συνοψίζοντας τη μέθοδο της μονομεταβλητής διακριτικής ανάλυσης θα μπορούσε να σημειωθεί ότι παρουσιάζει τα παρακάτω θετικά αλλά και αρνητικά χαρακτηριστικά :

Πίνακας 3 - Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Univariate Discriminant Analysis Models

Πλεονεκτήματα	α) πολύ απλή β) δεν χρειάζεται εξειδικευμένες γνώσεις για την εφαρμογή της
Μειονεκτήματα	α) έχει έντονο το στοιχείο της υποκειμενικότητας β) αδυνατεί να εξετάσει για τυχόν συσχετίσεις μεταξύ των δεικτών γ) με τη μελέτη ενός δείκτη κάθε φορά δεν είναι δυνατόν να εξεταστεί ολόκληρη η εικόνα μίας επιχείρησης δ) αποκλείει δείκτες οι οποίοι αρχικά μπορεί να φαίνονται ασήμαντοι ενώ στην πραγματικότητα δεν είναι ε) τα αποτελέσματα μεταξύ των δεικτών για μία συγκεκριμένη επιχείρηση μπορεί να παρουσιάζουν ασυνέπεια και να είναι αντιφατικά στ) υποθέτει πως υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ της πτώχευσης και των χρηματοοικονομικών αριθμοδεικτών

2.3.2 Πολυμεταβλητά Μοντέλα (Multivariate Discriminant Analysis-MDA)

Η διακριτική ανάλυση είναι μια στατιστική τεχνική ταξινόμησης των αντικειμένων της έρευνας, σε μια από αρκετές προκαθορισμένες ομάδες, οι οποίες είναι αμοιβαία αποκλειόμενες μεταξύ τους και εξαρτώνται από τα επί μέρους χαρακτηριστικά των αντικειμένων. Χρησιμοποιείται δηλαδή για την ταξινόμηση παρατηρήσεων, όπου η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνει ποιοτική τιμή (π.χ. πτωχευμένη ή μη πτωχευμένη επιχείρηση). Η συνάρτηση της διακριτικής ανάλυσης στη γενική της μορφή, συνίσταται από την εξαρτημένη μεταβλητή Z_i για κάθε επιχείρηση i (η οποία αποτελεί το σκορ), τους συντελεστές διαχωρισμού $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ και τις ανεξάρτητες μεταβλητές X_i που αντιπροσωπεύουν τους δείκτες πρόβλεψης της κάθε επιχείρησης. Μαθηματικά απεικονίζεται ως εξής :

$$Z_i = \alpha_1 * X_1 + \alpha_2 * X_2 + \dots + \alpha_n * X_n$$

Αποτέλεσμα της παραπάνω διαδικασίας είναι η ταξινόμηση μια επιχείρησης σε πτωχευμένη ή μη, ανάλογα με το αν το σκορ της είναι μικρότερο ή μεγαλύτερο από το Z^* (άριστο σημείο ταξινόμησης). Οι συνηθέστερες παραλλαγές της διακριτικής ανάλυσης

είναι η Γραμμική Διακριτική Ανάλυση (Linear Discriminant Analysis, LDA) και η Τετραγωνική Διακριτική Ανάλυση (Quadratic Discriminant Analysis). Η Γραμμική Διακριτική Ανάλυση, μια μέθοδος επίλυσης προβλημάτων ταξινόμησης στη βιολογία, την ψυχολογία και την οικονομία, επινόησης Fisher το 1935, είναι η δημοφιλέστερη παραλλαγή της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης και έχει την παρακάτω μορφή :

$$Z_i = \alpha_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + \dots + a_n * X_n$$

όπου α_0 είναι ένας σταθερός όρος.

Σημαντική διαφορά μεταξύ της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης και της γραμμικής διακριτικής ανάλυσης, είναι ότι η πρώτη παρέχει δείκτη πτώχευσης (βάσει του οποίου ταξινομείται η επιχείρηση σε πτωχευμένη ή μη), ενώ η δεύτερη πιθανότητα πτώχευσης. Επιπλέον, η γραμμική διακριτική ανάλυση προϋποθέτει ότι οι μήτρες διασποράς των ομάδων του δείγματος είναι ίσες και ως εκ τούτου δεν είναι κατάλληλη σε περίπτωση που οι πίνακες διακύμανσης-συνδιακύμανσης των ομάδων δεν είναι ίσοι.

Πολυάριθμες έρευνες και μελέτες που έχουν διεξαχθεί βασιζόμενες στην πολυμεταβλητή διακριτική ανάλυση είναι μεταξύ άλλων των Lin, Liang και Chu (2010), Andrés, Landajo και Lorca (2012), Zhou, Lai, και Yen (2014), Khademolqorani, Hamadani, και Rafiei (2015), Jardin (2015), Iturriaga και Sanz (2015), Yu, Miche, Séverin και Lendasse (2015), Albert, Barreda, Yoshimasa, Dipendra, και Sandra (2017), Hassan, Zainuddin και Nordin, (2017), Klieštik, Vrbka, και Rowland (2018), Gyimah και Boachie (2018).

2.3.2.1 Altman (1968)

Ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε τη μέθοδο της Πολυμεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης για την πρόβλεψη της πτώχευσης των εταιριών. Ο Altman επέλεξε ως δείγμα 66 επιχειρήσεις, 33 υγιείς και 33 πτωχευμένες, για το χρονικό διάστημα από το 1946 έως το 1965, των οποίων το ενεργητικό ήταν από 700 χιλιάδες δολάρια έως 25,9 εκατομμύρια δολάρια. Καθότι η ομάδα των πτωχευμένων επιχειρήσεων δεν ήταν εντελώς ομοιογενής (λόγω του διαφορετικού κλάδου δραστηριότητας και του μεγάλου εύρους του μεγέθους του ενεργητικού τους), ο Altman προσπάθησε να επιλέξει την ομάδα των μη πτωχευμένων επιχειρήσεων, έτσι ώστε σε μία πτωχευμένη να αντιστοιχεί μία υγιής, που επιλέχθηκε από

μια τυχαία στρωματοποιημένη βάση κατά κλάδο δραστηριότητας και κατά μέγεθος. Το ενεργητικό της δεύτερης ομάδας είχε εύρος από 1 εκατομμύριο έως 25 εκατομμύρια. Στην έρευνά του απέκλεισε τόσο τις πολύ μικρές επιχειρήσεις, λόγω έλλειψης στοιχείων, όσο και τις πολύ μεγάλες διότι πτώχευαν σπάνια.

Στη συνέχεια επέλεξε τους 22 σημαντικότερους δείκτες και τους ταξινόμησε σε 5 πέντε κατηγορίες. Οι κατηγορίες αυτές ήταν α) η Ρευστότητα (Liquidity), β) η Αποδοτικότητα (Profitability), γ) η Μόχλευση (Leverage), δ) η Φερεγγυότητα (Solvency) και ε) η Δραστηριότητα (Activity). Από την αρχική λίστα των 22 αριθμοδεικτών τελικά επιλέχθηκαν 5.

Πίνακας 4 - Μεταβλητές Υποδείγματος Altman

	Μεταβλητή	Περιγραφή
X₁	WC/TA	Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού
X₂	RE/TA	Παρακρατηθέντα Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού
X₃	EBIT/TA	Κέρδη προ Φόρων και Τόκων/Σύνολο Ενεργητικού
X₄	MVE/BVTD	Αγοραία Αξία Μετοχικού Κεφαλαίου/Λογιστική Αξία Συνολικών Υποχρεώσεων
X₅	S/TA	Πωλήσεις/Σύνολο Ενεργητικού

Το τελικό μοντέλο του Altman Z - Score είχε την παρακάτω μορφή :

$$Z = 0,012 * X_1 + 0,014 * X_2 + 0,033 * X_3 + 0,006 * X_4 + 0,999 * X_5$$

Ελέγχοντας τα αποτελέσματα του μοντέλου του, διαπίστωσε πως οι επιχειρήσεις που παρουσίαζαν Z-score μεγαλύτερο του 2,99 δεν κινδύνευαν με πτώχευση, όσες είχαν Z-score μικρότερο του 1,81 κινδύνευαν με άμεση πτώχευση, ενώ για αυτές που είχαν ενδιάμεσες τιμές (1,81<Z< 2,99), δεν μπορούσαν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα καθώς βρίσκονταν στην γκρι περιοχή και υφίστατο υψηλή πιθανότητα σφάλματος. Τα ποσοστά επιτυχούς ταξινόμησης των εταιρειών ήταν 95% ακρίβεια για πρόβλεψη ενός έτους, 72% ακρίβεια για πρόβλεψη δύο ετών, ενώ η προβλεπτική ικανότητα του συγκεκριμένου μοντέλου μειώνονταν σημαντικά μετά το δεύτερο έτος (48%, 29%, 36% διαδοχικά για τα έτη τρία έως πέντε), οπότε και δε λογίζεται κατάλληλο για διάστημα πρόγνωσης πέραν των δύο ετών. Επιπροσθέτως, έκανε και δύο ιδιαίτερα σημαντικές παρατηρήσεις σχετικά με τους δείκτες σε μονομεταβλητή βάση. Διαπίστωσε πως όλοι οι

δείκτες του μοντέλου δείχνουν μια τάση επιδείνωσης καθώς πλησιάζει η πτώχευση και ότι η πιο σοβαρή αλλαγή στην πλειοψηφία των δεικτών αυτών, συνέβη μεταξύ του τρίτου και του δεύτερου χρόνου πριν από την πτώχευση.

Ο Altman (2000) επανεκτιμώντας τους συντελεστές του υποδείγματός του, αντικατέστησε στη μεταβλητή X_4 την Αγοραία Αξία των Ιδίων Κεφαλαίων με τη Λογιστική τους αξία, προκειμένου να γίνει το μοντέλο εφαρμόσιμο και σε επιχειρήσεις του ιδιωτικού τομέα, των οποίων οι μετοχές δε διαπραγματεύονταν σε χρηματιστήριο. Η αναθεωρημένη μορφή του υποδείγματος είχε την παρακάτω μορφή :

$$Z = 0,717 * X_1 + 0,847 * X_2 + 3,107 * X_3 + 0,420 * X_4 + 0,998 * X_5$$

Η γκρι περιοχή ήταν $1,23 < Z < 2,90$.

Στην ίδια μελέτη του 2000, ο Altman παρουσίασε μια άλλη εκδοχή του μοντέλου για να έχει εφαρμογή στις μη βιομηχανικές επιχειρήσεις. Στο συγκεκριμένο μοντέλο δεν υπήρχε η μεταβλητή X_5 ενώ είχαν αλλάξει και οι συντελεστές των μεταβλητών. Η μορφή του ήταν η παρακάτω :

$$Z = 6,56 * X_1 + 3,26 * X_2 + 6,72 * X_3 + 1,05 * X_4$$

Η γκρι περιοχή ήταν $1,10 < Z < 2,60$.

2.3.2.2 Altman, Haldeman and Narayanan (1977)

Παρουσίασαν ένα νέο μοντέλο πρόβλεψης πτώχευσης των επιχειρήσεων που βασίζονταν στην Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση, το οποίο αφορούσε βιομηχανικές επιχειρήσεις και επιχειρήσεις του κλάδου του λιανεμπορίου, το μοντέλο ZETA. Ως δείγμα χρησιμοποιήθηκαν 53 πτωχευμένες επιχειρήσεις και 58 υγιείς, οι οποίες κατανεμήθηκαν σε βιομηχανικές και εταιρίες του λιανεμπορίου. Τα κριτήρια επιλογής των πτωχευμένων επιχειρήσεων ήταν α) να υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τη μελέτη τους β) να μην έχουν συμμετάσχει σε κάποια απάτη και γ) να έχουν περιουσιακά στοιχεία τουλάχιστον 20 εκατομμύρια δολάρια. Οι 27 αριθμοδείκτες που επιλέχθηκαν ταξινομήθηκαν σε πέντε κατηγορίες : α) αποδοτικότητα, β) μόχλευσης, γ) κεφαλαιοποίησης, δ) ρευστότητας και ε)

μεταβλητότητας των κερδών. Από την αρχική λίστα των 27 αριθμοδεικτών τελικά επιλέχθηκαν 7.

Από τη σύγκριση των μοντέλων Z-Score και ZETA διαπιστώνεται ότι το ZETA είχε πολύ μεγαλύτερη προβλεπτική ικανότητα. Ειδικότερα τα ποσοστά επιτυχούς ταξινόμησης των πτωχευμένων εταιρειών ήταν 96%, 85%, 74,5%, 68% και 70% για πρόβλεψη ενός, δύο, τριών, τεσσάρων και πέντε ετών προ της πτώχευσης, σε αντίστιξη με το Z-Score όπου για τα ίδια έτη τα ποσοστά κινούνταν στο 94%, 72%, 48%, 29% και 36% αντίστοιχα.

Πίνακας 5 - Μεταβλητές Υποδείγματος ZETA

Μεταβλητή	Περιγραφή
X ₁ EBIT/TA	Κέρδη προ Φόρων και Τόκων/Σύνολο Ενεργητικού
X ₂ SOE	Σταθερότητα Κερδών ¹
X ₃ EBIT/TIP	$\log(\text{Κέρδη προ Φόρων και Τόκων/Χρηματοοικονομικά Έξοδα})^2$
X ₄ RE/TA	Παρακρατηθέντα Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού
X ₅ CA/CL	Κυκλοφορούν Ενεργητικό/Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις
X ₆ CE/TC	Μέση Αγοραία Αξία Μετοχικού Κεφαλαίου/Συνολικά Κεφάλαια ³
X ₇ RS	Προσαρμοσμένο Μέγεθος Ενεργητικού

¹ υπολογίζεται από το τυπικό σφάλμα της εκτίμησης της τάσης της μεταβλητής X₁ από πέντε έως δέκα έτη

² αποτελεί το δείκτη κάλυψης τόκων έχοντας υποστεί λογαριθμικό μετασχηματισμό, ώστε να βελτιωθεί η κανονικότητα και η ομοιογένεια του

³ υπολογίζεται από τη μέση αγοραία αξία του μετοχικού κεφαλαίου της τελευταίας 5ετίας

2.3.2.3 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Διακριτικής Ανάλυσης

Συνοψίζοντας τη μέθοδο της διακριτικής ανάλυσης θα μπορούσε να σημειωθεί ότι παρουσιάζει τα παρακάτω θετικά αλλά και αρνητικά χαρακτηριστικά :

Πίνακας 6 - Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Multivariate Discriminant Analysis Models

Πλεονεκτήματα α) η ανάλυση για όλους τους δείκτες γίνεται ταυτόχρονα

β) η συνάρτηση εξάγει μόνο μία τιμή, γεγονός που κάνει ευκολότερη την ανάλυση των αποτελεσμάτων, εξαλείφοντας την υποκειμενικότητα του

εκάστοτε ερευνητή

γ) γίνεται ανάλυση σε ολόκληρη την χρηματοοικονομική κατάσταση μίας εταιρείας

δ) δυνατότητα εξέτασης πολλαπλών χαρακτηριστικών της επιχείρησης

Μειονεκτήματα α) δεν γίνεται γνωστή η συμμετοχή-συνεισφορά της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής (δείκτης)

β) δεν κάνει πρόβλεψη με συγκεκριμένα ποσοστά κινδύνου για κάθε μία εταιρεία, αλλά ταξινόμηση

γ) υποθέτει ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές στις δύο ομάδες επιχειρήσεων έχουν διαφορετικούς μέσους αλλά ίσους πίνακες διακύμανσης-συνδιακύμανσης.

δ) Ο υπολογισμός, επίσης, της στατιστικής σημαντικότητας των αποτελεσμάτων είναι μια διαδικασία ιδιαίτερα πολύπλοκη και απαιτητική.

ε) υποθέτει ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές ακολουθούν την πολυμεταβλητή κανονική κατανομή και ότι υπάρχει πολυσυγγραμμικότητα μεταξύ τους

2.3.3 Υποδείγματα Πιθανότητας

Τα ανωτέρω μειονεκτήματα ώθησαν την επιστημονική κοινότητα σε αναζήτηση περαιτέρω μεθόδων αναφορικά με την πρόβλεψη της εταιρικής αποτυχίας, όπως αυτή μέσω των μοντέλων πιθανότητας. Αυτό που διακρίνει τα μονομεταβλητά-πολυμεταβλητά μοντέλα από τα υποδείγματα πιθανότητας, είναι ότι στα πρώτα υπολογίζεται ένας δείκτης ή ένα σκορ, ενώ στα δεύτερα μία πιθανότητα πτώχευσης.

2.3.3.1 Γραμμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Linear Probability Model-LPM)

Το γραμμικό υπόδειγμα πιθανότητας θεωρείται μία παραλλαγή του υποδείματος του Altman. Ανήκει στην κατηγορία των υποδειγμάτων ποιοτικής επιλογής και είναι μια περίπτωση παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων. Το υπόδειγμα αυτό υποθέτει ότι η πιθανότητα να ανήκει μια επιχείρηση σε μια συγκεκριμένη ομάδα, είναι γραμμική συνάρτηση των χαρακτηριστικών της. Ο όρος LPM δηλώνει ένα μοντέλο παλινδρόμησης,

στο οποίο η εξαρτημένη μεταβλητή P_i είναι δίτομη (binary). Λαμβάνει την τιμή 0 αν η επιχείρηση είναι πτωχευμένη και την τιμή 1 αν είναι υγιής. Η μέθοδος θεωρεί ότι η μεταβλητή P_i η οποία αντιπροσωπεύει τη συμμετοχή της εταιρίας i σε μια από τις προκαθορισμένες ομάδες (αποτυχημένες ή μη), αποτελεί ένα γραμμικό συνδυασμό των n χαρακτηριστικών της υπό εξέταση επιχείρησης. Μαθηματικά, η σχέση αυτή απεικονίζεται ως εξής :

$$P_i = \alpha_0 + \alpha_1 * X_{i1} + \alpha_2 * X_{i2} + \dots + \alpha_n * X_{in} + \varepsilon_i$$

όπου $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$ αποτελούν τις εκτιμήσεις της παλινδρόμησης των ελαχίστων τετραγώνων, $X_{i1}, X_{i2}, \dots, X_{in}$ είναι οι ανεξάρτητες μεταβλητές, δηλαδή οι αριθμοδείκτες της i επιχείρησης και ε_i τυχαία μεταβλητή για την οποία ισχύει $E(\varepsilon_i) = 0$. Είναι υποκατάστατο όλων των μεταβλητών που μπορεί να επηρεάζουν την P_i και για κάποιο λόγο δεν έχουν συμπεριληφθεί στην εξίσωση. Ονομάζεται και στοχαστικός ή διαταρακτικός όρος.

2.3.3.1.1 Meyer και Pifer (1970)

Ήταν οι πρώτοι που χρησιμοποίησαν το γραμμικό υπόδειγμα πιθανότητας για την πρόβλεψη της πτώχευσης στον τραπεζικό κλάδο. Το δείγμα που χρησιμοποίησαν περιλάμβανε 60 εμπορικές τράπεζες για το χρονικό διάστημα 1948 έως 1965, ισομερώς καταμερισμένες σε πτωχευμένες και μη. Τα κριτήρια επιλογής των πτωχευμένων τραπεζών ήταν α) να ήταν ενεργές για τουλάχιστον 6 έτη και να υπήρχαν επαρκή στοιχεία για τη μελέτη τους και β) να υπήρχαν συγκρίσιμες με αυτές αντίστοιχες υγιείς. Εν συνεχεία, εφάρμοσαν τη μέθοδο “stepwise regression”, κατά την οποία κάθε μεταβλητή, που κρίνεται ικανή σε κάθε βήμα να εισαχθεί στο μοντέλο, είναι εκείνη η οποία σε συνδυασμό με τις προηγούμενες μεταβλητές, ελαχιστοποιούν το άθροισμα των τετραγώνων των καταλοίπων και ικανοποιεί μια προκαθορισμένη ελάχιστη τιμή. Στη συνέχεια εφάρμοσαν δέκα μοντέλα, πέντε για ένα έτος πριν την πτώχευση και πέντε για δύο έτη πριν την πτώχευση, ενώ το κάθε μοντέλο περιείχε από πέντε έως εννιά μεταβλητές.

2.3.3.2 Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Logistic Regression Probability Model-Logit)

Το υπόδειγμα Logit ανήκει στα υποδείγματα ποιοτικής επιλογής, και εδράζεται στη σωρευτική λογιστική συνάρτηση πιθανότητας. Βάσει αυτού, η πιθανότητα πτώχευσης ορίζεται μαθηματικά ως εξής :

$$P_i = f(Z_i) = f(a + b_j X_{ij}) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}}$$

όπου P_i η πιθανότητα αποτυχίας της επιχείρησης i δεδομένων των χαρακτηριστικών της X_{ij} , a ένας σταθερός συντελεστής, b_j ο συντελεστής παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών, που εκτιμώνται από τα δεδομένα του δείγματος και εκφράζει το μέγεθος της συνεισφοράς της κάθε μεταβλητής, X_{ij} τιμές χαρακτηριστικού j , δηλαδή χρηματοοικονομικοί αριθμοδείκτες της επιχείρησης i , και e 2,71828 (η βάση των φυσικών λογαρίθμων). Στο εν λόγω υπόδειγμα η εξαρτημένη μεταβλητή είναι εκφρασμένη σαν λογάριθμος της πιθανότητας ότι θα επέλθει ή όχι η πτώχευση, ενώ όσο η τιμή της πλησιάζει προς τη μονάδα υπάρχει πιθανότητα επιβίωσης, ενώ όσο πλησιάζει προς το μηδέν υπάρχει κίνδυνος πτώχευσης. Η πιθανότητα P_i στη συνέχεια συγκρίνεται με ένα όριο, ώστε να κατατάξει την επιχείρηση στην ομάδα των υγιών ή των πτωχευμένων.

Σημαντικός αριθμός ερευνών και μελετών έχουν διεξαχθεί βασιζόμενες στο Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας. Μεταξύ άλλων των Jardin (2010), Kasgari, Divsalar, Javid και Ebrahimian (2013), Wang, Ma και Yang (2014), Tserng, Chen, Huang, Lei, και Tran (2014), Khademolqorani, Hamadani, και Rafiei (2015), Jardin (2015), Iturriaga και Sanz (2015), Albert, Barreda, Yoshimasa, Dipendra και Sandra (2017), Hassan, Zainuddin και Nordin (2017), Valášková, Klieštík και Kováčová (2018), Valaskova, Kliestik, Svabova και Adamko (2018).

2.3.3.2.1 Ohlson (1980)

Προκειμένου να υπερκεραστούν οι περιοριστικές στατιστικές απαιτήσεις του μοντέλου του Altman, δημιούργησε το δικό του μοντέλο προβάλλοντας επιπλέον ενστάσεις, τόσο επί της ερμηνείας του Z-score, όσο και επί του μη αξιόπιστου ταιριάσματος των εταιριών σε πτωχευμένες και μη. Χρησιμοποίησε ως δείγμα 2.058 υγιείς και 105 πτωχευμένες βιομηχανικές επιχειρήσεις, της χρονικής περιόδου 1970-1976, οι οποίες ήταν εισηγμένες

στο χρηματιστήριο και για τις οποίες υπήρχαν διαθέσιμα στοιχεία των οικονομικών τους καταστάσεων, τουλάχιστον 3 χρόνια πριν από την πτώχευση.

Έχοντας ασκήσει κριτική επί της μεθόδου της πολυμεταβλητής διακριτικής ανάλυσης, προέβη στη μέθοδο της λογιστικής παλινδρόμησης ή άλλως στο λογαριθμικό υπόδειγμα πιθανότητας, για την ανάπτυξη επί της ουσίας 3 μοντέλων : το πρώτο προέβλεπε ότι η πτώχευση θα συνέβαινε εντός ενός έτους, το δεύτερο εντός δύο ετών και το τρίτο εντός ενός ή δύο ετών. Στο υπόψη υπόδειγμα λήφθηκαν υπόψη 9 αριθμοδείκτες.

Πίνακας 7 - Μεταβλητές Υποδείγματος Ohlson

Μεταβλητή	Περιγραφή
X ₁ RS	Προσαρμοσμένο Μέγεθος Ενεργητικού
X ₂ TL/TA	Συνολικές Υποχρεώσεις/Σύνολο Ενεργητικού
X ₃ WC/TA	Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού
X ₄ CL/CA	Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις/Κυκλοφορούν Ενεργητικό
X ₅ OENEG	1 εάν Συνολικές Υποχρεώσεις > Σύνολο Ενεργητικού ή 0 εάν Συνολικές Υποχρεώσεις < Σύνολο Ενεργητικού
X ₆ NI/TA	Καθαρά Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού
X ₇ FU/TL	Κεφάλαια Αυτοχρηματοδότησης/Συνολικές Υποχρεώσεις
X ₈ INTWO	1 εάν τα Καθαρά Κέρδη < 0 τα τελευταία δύο χρόνια ή 0 εάν τα Καθαρά Κέρδη > 0 τα τελευταία δύο χρόνια
X ₉ CHIN	(KK _t - KK _{t-1}) / (KK _t + KK _{t-1}) όπου KK _t είναι τα καθαρά κέρδη της t περιόδου

Το τελικό μοντέλο του Ohlson O - Score είχε την παρακάτω μορφή :

$$y_i = -1,32 - 0,407 * X_1 + 6,03 * X_2 - 1,43 * X_3 + 0,0757 * X_4 - 2,37 * X_5 - 1,83 * X_6 + 0,285 * X_7 - 1,72 * X_8 - 0,521 * X_9$$

Για την αξιολόγηση της πιθανότητας πτώχευσης μιας εταιρίας, το κατά τα παραπάνω O-score ερμηνεύεται ως εξής : $P = (1 + \exp\{-y_i\})^{-1}$. Ως διαχωριστικός συντελεστής πιθανότητας (cut off point) καθορίστηκε το 0.5. Εφόσον ο συντελεστής πιθανότητας πλησιάζει προς το μηδέν, η πιθανότητα πτώχευσης της επιχείρησης αυξάνει, ενώ όσο πλησιάζει προς το ένα η πιθανότητα πτώχευσης μειώνεται. Τα ποσοστά επιτυχούς

πρόβλεψης ήταν 96,12%, για το πρώτο μοντέλο, 95,55% για το δεύτερο και 92,84% για το τρίτο.

2.3.3.3 Κανονικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Probit Model)

Τα υποδείγματα Probit είναι συναφή με τα μοντέλα Logit, με τη διαφορά ότι στα πρώτα χρησιμοποιείται η κανονική αθροιστική συνάρτηση πυκνότητας της κανονικής κατανομής, για την εύρεση της πιθανότητας πτώχευσης και όχι η λογαριθμική. Βάσει αυτού η πιθανότητα πτώχευσης ορίζεται μαθηματικά ως εξής :

$$P_i = f(Z) = f(a + bg_j) = \int_{-\infty}^{a+bg_j} \frac{1}{(2\pi)^{\frac{1}{2}}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

όπου P_i η πιθανότητα αποτυχίας της επιχείρησης i , a ένας σταθερός συντελεστής, b ο συντελεστής των ανεξάρτητων μεταβλητών και εκφράζει το μέγεθος της συνεισφοράς της κάθε μεταβλητής, g_j οι ανεξάρτητες μεταβλητές (χρηματοοικονομικοί αριθμοδείκτες) της επιχείρησης i , π 3,14159 και e 2,71828 (η βάση των φυσικών λογαρίθμων).

2.3.3.3.1 Zmijewski (1984)

Ήταν ο πρώτος που εφάρμοσε το Κανονικό Υπόδειγμα Πιθανότητας για την πρόβλεψη της πτώχευσης. Στην μελέτη του εξέτασε δύο μεροληψίες. Η πρώτη αφορούσε στη χρησιμοποίηση δειγμάτων με υψηλό ποσοστό πτωχευμένων εταιριών, ενώ στην πραγματικότητα η συχνότητα εμφάνισης προβληματικών εταιριών ήταν μικρότερη. Η δεύτερη αφορούσε στη χρησιμοποίηση προκατειλημμένου δείγματος. Το συνολικό δείγμα που λήφθηκε υπόψη αποτελούνταν από 1.600 υγιείς επιχειρήσεις και 81 πτωχευμένες, για την περίοδο 1972-1978, το οποίο χώρισε σε δύο υποσύνολα. Το πρώτο το ονόμασε “δείγμα εκτίμησης” και περιείχε 800 μη πτωχευμένες επιχειρήσεις και 40 πτωχευμένες, το οποίο το χώρισε σε έξι επιμέρους υποσύνολα, βάσει των αναλογιών πτωχευμένες : υγιείς, 1:1 (40 πτωχευμένες : 40 υγιείς), 1:2,5 (40 πτωχευμένες : 100 υγιείς), 1:5 (40 πτωχευμένες : 200 υγιείς), 1:10 (40 πτωχευμένες : 400 υγιείς), 1:15 (40 πτωχευμένες : 600 υγιείς), 1:20 (40 πτωχευμένες : 800 υγιείς). Το δεύτερο το ονόμασε “δείγμα πρόβλεψης” και αποτελούνταν από 800 υγιείς επιχειρήσεις και 41 πτωχευμένες. Στο υπόψη υπόδειγμα λήφθηκαν υπόψη 3 αριθμοδείκτες.

Πίνακας 8 - Μεταβλητές Υποδείγματος Zmijewski

Μεταβλητή		Περιγραφή
X ₁	NI/TA	Καθαρά Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού
X ₂	TL/TA	Συνολικές Υποχρεώσεις/Σύνολο Ενεργητικού
X ₃	CA/CL	Κυκλοφορούν Ενεργητικό/Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις

Το τελικό μοντέλο του Zmijewski είχε την παρακάτω μορφή :

$$b^* = -4,803 - 3,599 * X_1 + 5,406 * X_2 - 0,1 * X_3$$

Η κριτική τιμή βάσει της οποίας πραγματοποιείται η ταξινόμηση των επιχειρήσεων είναι 0,5. Αν το b^* πλησιάζει προς το μηδέν αυξάνει η πιθανότητα επιβίωσης της επιχείρησης, ενώ όσο πλησιάζει προς το ένα αυξάνει η πιθανότητα πτώχευσης. Τα συνολικά ποσοστά επιτυχούς πρόβλεψης για το μοντέλο του Zmijewski ήταν 72,2%, 71,7%, 72%, 72%, 71,9%, 71,9% και 71,7% για το πρώτο, δεύτερο, τρίτο, τέταρτο, πέμπτο, έκτο και έβδομο έτος αντίστοιχα.

2.3.3.4 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Υποδειγμάτων Πιθανότητας

Συνοψίζοντας τις μεθόδους των υποδειγμάτων πιθανότητας θα μπορούσε να σημειωθεί ότι παρουσιάζουν τα παρακάτω θετικά αλλά και αρνητικά χαρακτηριστικά :

Πίνακας 9 - Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Υποδειγμάτων Πιθανότητας

Πλεονεκτήματα	α) η ανάλυση γίνεται ταυτόχρονα για όλους τους δείκτες και επιτρέπουν την παρακολούθηση των συσχετίσεων και τάσεων μεταξύ αυτών, αλλά και της συμμετοχής-συνεισφοράς του καθενός ατομικά
	β) η τελική τιμή για κάθε επιχείρηση έχει τη μορφή πιθανότητας και τα αποτελέσματα τους περιορίζονται μεταξύ του μηδενός και του ένα
	γ) γίνεται ανάλυση σε ολόκληρη την χρηματοοικονομική κατάσταση μίας εταιρείας
	δ) δεν χρησιμοποιούνται υποθέσεις σχετικά με τις μεταβλητές και τη γραμμικότητά τους
	ε) τόσο οι ανεξάρτητες μεταβλητές όσο και τα κατάλοιπα της

παλινδρόμησης δεν είναι απαραίτητο να κατανέμονται κανονικά.

Μειονεκτήματα	α) οι ομάδες θεωρούνται διακριτές, μη επικαλυπτόμενες και αναγνωρίσιμες
	β) είναι αρκετά «ευαίσθητα» στην πολυσυγγραμμικότητα και σε ακραίες τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών
	γ) αν και υπολογίζουν πιθανότητες, τελικά κάνουν ταξινόμηση και όχι πρόβλεψη

2.4 Μη Παραμετρικά Μοντέλα

Στη σύγχρονη πλέον εποχή, οι ερευνητές πρέπει να αναλύσουν, να εξετάσουν και να στηριχθούν σε ένα μεγάλο όγκο δεδομένων και πληροφοριών, καθώς η λήψη χρηματοοικονομικών αποφάσεων χαρακτηρίζεται από πολυπλοκότητα και έντονη αβεβαιότητα, επηρεαζόμενη από πολυάριθμες ποσοτικές και ποιοτικές μεταβλητές. Μια τέτοια χρηματοοικονομική απόφαση που καλούνται να αντιμετωπίσουν οι ερευνητές, αποτελεί και η εκτίμηση του κινδύνου πτώχευσης μιας εταιρίας και γενικά η πρόβλεψη της εταιρικής αποτυχίας. Η φύση των στοιχείων και των δεδομένων των επιχειρήσεων, τόσο των υγιών όσο και αυτών που αντιμετωπίζουν οικονομικά προβλήματα, είναι τέτοια που καθιστά απαραίτητη την εφαρμογή νέων τεχνικών, που θα δύναται να συγκεράνουν στατιστικές τεχνικές, με ποιοτικού χαρακτήρα μεταβλητές. Τα ανωτέρω αναφερόμενα παραμετρικά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την πρόγνωση της πτώχευσης, δεν περιλαμβάνουν ποιοτικές μεταβλητές. Ως εκ τούτου και με την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών, αναπτύχθηκαν νεότερα υποδείγματα στον τομέα της πρόβλεψης της εταιρικής αποτυχίας, όπως μοντέλα κινδύνου, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, δέντρα αποφάσεων, μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης, ασαφή σύνολα, υποδείγματα προσεγγιστικών συνόλων, συστήματα υποστήριξης αποφάσεων, περιβάλλουσα ανάλυση δεδομένων.

2.4.1. Μοντέλα Κινδύνου (Hazard Models)

Ο Shumway στη μελέτη που δημοσίευσε το 2001, χαρακτήρισε τα ως τότε χρησιμοποιούμενα μοντέλα πρόβλεψης πτώχευσης ως στατικά και ακατάλληλα, προτείνοντας τα υποδείγματα κινδύνου ως περισσότερο κατάλληλα από τα πρώτα. Χαρακτηριστικά αναφέρει (p.101) :

*“Most researchers have estimated single-period classification models, **which I refer to as static models**, with multiple-period bankruptcy data. By ignoring the fact that firms change through time, static models produce bankruptcy probabilities that are biased and inconsistent estimates of the probabilities that they approximate. Test statistics that are based on static models give incorrect inferences.”*

*“**I propose a hazard model** that is simple to estimate, consistent, and accurate. **Static models are inappropriate** for forecasting bankruptcy because of the nature of bankruptcy data. I argue that hazard models are more appropriate than single-period models for forecasting bankruptcy.”*

Τα στατικά μοντέλα εκ του γεγονότος ότι αναφέρονται σε μία συγκεκριμένη χρονική στιγμή, δε λαμβάνουν υπόψη τις αλλαγές των επιχειρήσεων με την πάροδο του χρόνου και ως εκ τούτου παρέχουν πιθανότητα πτώχευσης που είναι προκατειλημμένη και η εκτίμηση τους γίνεται κατά προσέγγιση. Κατά το Shumway (pp. 102-103), τα μοντέλα κινδύνου παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

- Τα στατικά μοντέλα αποτυγχάνουν να ελέγχουν κάθε περίοδο στην οποία μια επιχείρηση βρίσκεται σε κίνδυνο. Όταν οι περίοδοι δειγματοληψίας είναι μεγάλες, είναι σημαντικό να ελέγχεται το γεγονός ότι ορισμένες επιχειρήσεις πτωχεύουν μετά από πολλά χρόνια που βρίσκονταν σε κίνδυνο, ενώ άλλες πτωχεύουν κατά τον πρώτο χρόνο λειτουργίας τους. Τα στατικά μοντέλα δεν προσαρμόζονται κατά την περίοδο που μια επιχείρηση βρίσκεται σε κίνδυνο, ενώ τα μοντέλα κινδύνου προσαρμόζονται αυτόματα.
- Τα μοντέλα κινδύνου ενσωματώνουν χρονικά μεταβαλλόμενους παράγοντες ή επεξηγηματικές μεταβλητές που αλλάζουν με το χρόνο. Αν μια επιχείρηση χειροτερεύσει προ της πτώχευσης, είναι σημαντικό να επιτρέπεται στα χρηματοοικονομικά της δεδομένα να αποκαλύπτουν τη μεταβολή της κατάστασής της. Σε αντίθεση με τα στατικά μοντέλα, τα μοντέλα κινδύνου μπορούν να ενσωματώσουν μακροοικονομικές μεταβλητές, που είναι ίδιες για όλες τις επιχειρήσεις σε δεδομένη χρονική στιγμή.
- Τα μοντέλα κινδύνου δύναται να παράγουν περισσότερο αποτελεσματικές, εκτός δείγματος, προβλέψεις, χρησιμοποιώντας περισσότερα δεδομένα. Μπορούν να θεωρηθούν ως δυαδικά μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης, τα οποία περιλαμβάνουν το έτος κάθε επιχείρησης ως ξεχωριστή παρατήρηση. Λαμβάνοντας υπόψη ότι οι επιχειρήσεις που περιέχονται σε κάθε δείγμα, περιλαμβάνουν οικονομικά δεδομένα κατά μέσο όρο δέκα

ετών, ως εκ τούτου υφίστανται, αντίστοιχα, δεκαπλάσια διαθέσιμα δεδομένα προς αξιολόγηση στα μοντέλα κινδύνου, σε σύγκριση με τα στατικά μοντέλα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ακριβέστερη εκτίμηση των παραμέτρων και εξαγωγή ανώτερων προβλέψεων.

2.4.1.1 Shumway (2001)

Στη μελέτη του χρησιμοποίησε χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες που είχαν χρησιμοποιήσει ο Altman (1968) και ο Zmijewski (1984), υποστηρίζοντας ότι οι μισές από αυτές τις μεταβλητές στατιστικά δεν ήταν χρήσιμες στην πρόβλεψη της πτώχευσης. Ως δείγμα έλαβε 300 πτωχευμένες εταιρίες της χρονικής περιόδου 1962-1992. Τελικά κατέληξε σε ένα μοντέλο το οποίο συνδύαζε λογιστικούς χρηματοοικονομικούς αριθμοδείκτες και μεταβλητές προσαρμοσμένες στην αγορά. Σύμφωνα με το εν λόγω υπόδειγμα, η εξαρτημένη μεταβλητή είναι ο χρόνος κατά τον οποίο η επιχείρηση θα παραμείνει υγιής και οι ανεξάρτητες μεταβλητές αποτελούνται από δεδομένα λογιστικής και αγοραίας βάσης.

Πίνακας 10 - Μεταβλητές Υποδείγματος Shumway

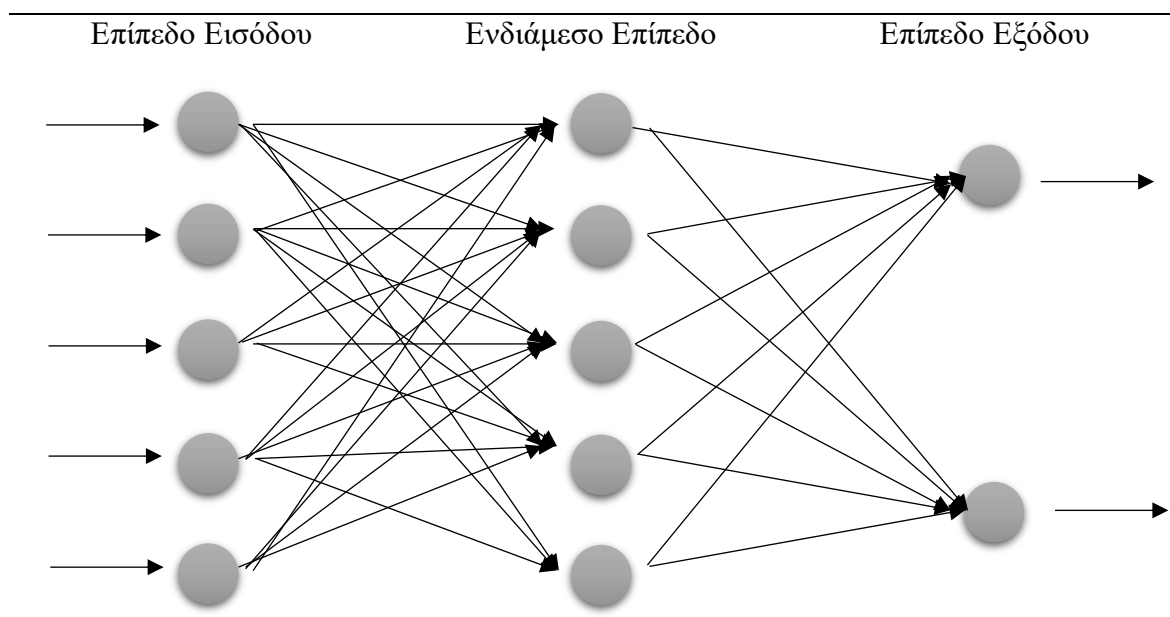
	Μεταβλητή	Περιγραφή
X₁	WC/TA	Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού
X₂	RE/TA	Παρακρατηθέντα Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού
X₃	EBIT/TA	Κέρδη προ Φόρων και Τόκων/Σύνολο Ενεργητικού
X₄	MVE/TL	Αγοραία Αξία Ιδίων Κεφαλαίων/Συνολικές Υποχρεώσεις
X₅	S/TA	Πωλήσεις/Σύνολο Ενεργητικού
X₆	NI/TA	Καθαρά Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού
X₇	TL/TA	Συνολικές Υποχρεώσεις/Σύνολο Ενεργητικού
X₈	CA/CL	Κυκλοφορούν Ενεργητικό/Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις
X₉	SG	Ιδιοσυγκρασιακή Τυπική Απόκλιση της Υπολειμματικής Απόδοσης των Μετοχών
X₁₀	r	Υπερβάλλον Ποσοστό Απόδοσης
X₁₁	RS	Προσαρμοσμένο Μέγεθος Ενεργητικού

2.4.2 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (Artificial Neural Networks-ANN)

Τα νευρωνικά δίκτυα αποτελούν ιδιαίτερα διαδεδομένη μέθοδο πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας, απότοκα του χώρου της τεχνητής νοημοσύνης. Βασικό σκοπό έχουν την κατανόηση των ανθρώπινων διαδικασιών σκέψης, ώστε να γίνει εφικτή η παραμετροποίηση, ο προγραμματισμός και εν τέλει η μοντελοποίησή τους σε ηλεκτρονικό υπολογιστή, ο οποίος θα προβαίνει στην επίλυση των ίδιων προβλημάτων, με τον τρόπο που προβαίνει και ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Η τυπική δομή ενός νευρωνικού δικτύου αποτελείται από ένα επίπεδο εισόδου, του οποίου οι κόμβοι αντιστοιχούν σε ένα μοναδικό χαρακτηριστικό, κρυφά ενδιάμεσα επίπεδα επεξεργασίας (hidden layers), των οποίων οι κόμβοι λαμβάνουν δεδομένα από το επίπεδο εισόδου ή το προγενέστερο κρυφό ενδιάμεσο επίπεδο επεξεργασίας και ένα επίπεδο εξόδου των οποίων οι κόμβοι είναι ισάριθμοι με τα επίπεδα ταξινόμησης που έχουν προκαθορισθεί.

Κάθε κόμβος λειτουργεί ανεξάρτητα από τους άλλους, δέχεται δεδομένα από τους προγενέστερους, εκτελεί μια προκαθορισμένη επεξεργασία και παράγει μία μόνο έξοδο. Όλοι, όμως, οι κόμβοι συνδέονται μεταξύ τους με συνδέσεις οι οποίες και πολλαπλασιάζονται κατά τη διαδικασία εκμάθησης του νευρωνικού δικτύου και οι οποίες φέρουν προκαθορισμένους συντελεστές υπολογισμού, ή άλλως βάρη. Στα εν λόγω μοντέλα, η διαδικασία αυτή έχει ως αποτέλεσμα να απαιτείται ένα δείγμα εκμάθησης, ώστε μέσω ενός μεγάλου αριθμού επαναλήψεων επί αυτού, να διαμορφώνεται ένα βέλτιστο γενικευμένο μοντέλο. Η συνηθέστερη μέθοδος εκμάθησης είναι αυτή της ανάδρασης (back propagation), κατά την οποία το αποτέλεσμα που προκύπτει συγκρίνεται με γνωστές ισχύουσες τιμές. Ύστερα από κάθε σύγκριση, τα βάρη προσαρμόζονται ανάλογα και υπολογίζεται νέο αποτέλεσμα. Εν τέλει, μετά από αρκετές επαναλήψεις διαμορφώνεται το συγκεκριμένο νευρωνικό δίκτυο.

Το διάγραμμα 1 παρουσιάζει ένα τυπικό νευρωνικό δίκτυο τριών επιπέδων, αποτελούμενο από το επίπεδο εισόδου 5 κόμβων, ένα κρυφό επίπεδο 5 κόμβων και το επίπεδο εξόδου δύο κόμβων.



Διάγραμμα 1 - Απεικόνιση Νευρωνικού Δικτύου 3 Επιπέδων

Πολυάριθμες έρευνες και μελέτες που έχουν διεξαχθεί βασιζόμενες στα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα είναι μεταξύ άλλων των Kasgari, Divsalar, Javid και Ebrahimiyan (2013), Yeh, Chi και Lin (2014), Liang, Tsai και Wu (2015), Khademolqorani, Hamadani, και Rafiei (2015), Jardin (2015), Iturriaga και Sanz (2015), Yu, Miche, Séverin και Lendasse (2015), Hosaka (2018), Alexandropoulos, Aridas, Kotsiantis και Vrahatis (2019).

2.4.2.1 Odom και Sharda (1990)

Πρωτοπόρησαν στην εφαρμογή των νευρωνικών δικτύων στην πρόβλεψη της πτώχευσης, συγκρίνοντας το μοντέλο του Altman (1968) με ένα υπόδειγμα νευρωνικών δικτύων. Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν από 129 επιχειρήσεις, εκ των οποίων οι 64 ήταν υγιείς και οι 65 πτωχευμένες, για τη χρονική περίοδο από το 1975 έως το 1982. Το όλο δείγμα κατανεμήθηκε σε δύο υποσύνολα : το πρώτο το οποίο αποτέλεσε το δείγμα εκπαίδευσης απαρτιζόνταν από 38 πτωχευμένες και 36 υγιείς επιχειρήσεις, το δεύτερο το οποίο αποτέλεσε το δείγμα ελέγχου απαρτιζόνταν από 27 πτωχευμένες και 28 υγιείς επιχειρήσεις. Τα δεδομένα που λήφθηκαν υπόψη από τις πτωχευμένες επιχειρήσεις, αντλήθηκαν από τις τελευταίες οικονομικές καταστάσεις που είχαν δημοσιευθεί προ της πτώχευσης. Το νευρωνικό δίκτυο που εφαρμόστηκε αποτελούνταν από ένα επίπεδο

εισόδου πέντε κόμβων, ένα για κάθε αριθμοδείκτη του υποδείγματος του Altman, από ένα ενδιάμεσο επίπεδο πέντε κόμβων και από ένα επίπεδο εξόδου ενός κόμβου το οποίο παρείχε δύο τιμές : 0 για την πτώχευση και 1 για τη πτώχευση.

Εταιρίες με τιμές μεγαλύτερες του 0,5 ταξινομούνταν ως μη πτωχευμένες και με τιμές μικρότερες του 0,5 ως πτωχευμένες. Πραγματοποιήθηκαν περισσότερες από τις 191.400 επαναλήψεις στο δείγμα εκπαίδευσης μέσω του προγράμματος Neuroshell, οι οποίες διήρκησαν 24 ώρες. Τα αποτελέσματα από το δείγμα εκπαίδευσης όσον αφορά τόσο τις 36 μη πτωχευμένες επιχειρήσεις όσο και τις 38 πτωχευμένες, ήταν 100% σωστή ταξινόμηση.

Τα αποτελέσματα από το δείγμα ελέγχου τόσο μέσω του υποδείγματος του νευρωνικού δικτύου όσο και μέσω της διακριτικής ανάλυσης είχαν όπως παρακάτω :

Πίνακας 11 - Σύγκριση Διακριτικής Ανάλυσης και Νευρωνικού Δικτύου

Αναλογία Δείγματος Εκπαίδευσης		50/50		80/20		90/10	
	Πραγματικά	ΠΤ 27	ΜΠΤ 28	ΠΤ 27	ΜΠΤ 28	ΠΤ 27	ΜΠΤ 28
Μοντέλο	Πρόβλεψη						
Νευρωνικό Δίκτυο	ΠΤ	22 (81,48)	5 (18,51)	21 (77,78)	6 (22,22)	21 (77,78)	6 (22,22)
	ΜΠΤ	5 (17,86)	23 (82,14)	6 (21,43)	22 (78,57)	4 (14,29)	24 (85,71)
Διακριτική Ανάλυση	ΠΤ	16 (59,26)	11 (40,74)	19 (70,37)	8 (29,63)	16 (52,96)	11 (40,74)
	ΜΠΤ	3 (10,71)	25 (89,29)	4 (14,29)	24 (85,71)	6 (21,43)	22 (78,57)

ΠΤ = Πτωχευμένη, ΜΠΤ = Μη Πτωχευμένη, % εντός παρένθεσης

2.4.2.2 Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Υποδειγμάτων Νευρωνικών Δικτύων

Συνοψίζοντας τις μεθόδους των υποδειγμάτων νευρωνικών δικτύων θα μπορούσε να σημειωθεί ότι παρουσιάζουν τα παρακάτω θετικά αλλά και αρνητικά χαρακτηριστικά :

Πίνακας 12 - Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Artificial Neural Networks Models

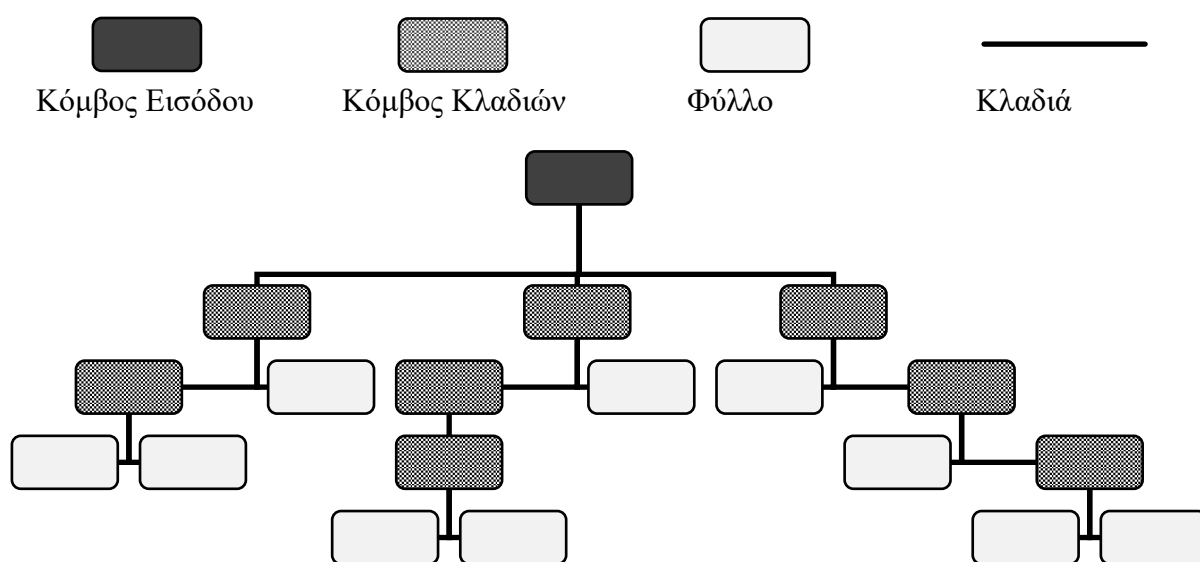
Πλεονεκτήματα	<p>α) είναι μη παραμετρικά και δεν βασίζονται σε συγκεκριμένες υποθέσεις, όπως η κατανομή που ακολουθούν οι μεταβλητές, κ.ά. Αυτό τα καθιστά θεωρητικά πιο αξιόπιστα από αντίστοιχα μοντέλα που θα έχουν παραβιάσει τις υποθέσεις τους</p> <p>β) η χρήση μη γραμμικής προσέγγισης προσφέρει διευρυμένες δυνατότητες για επεξεργασία πολύπλοκων δεδομένων, ακόμα και όταν έχουν μεγάλη συσχέτιση</p> <p>γ) είναι ευέλικτα και προσαρμόζονται σε μεταβαλλόμενες συνθήκες</p>
Μειονεκτήματα	<p>α) επηρεάζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από παροδικές-σύντομες οικονομικές τάσεις και οικονομικούς κύκλους</p> <p>β) η ανάπτυξη και συντήρηση τους έχει αρκετά υψηλό κόστος</p> <p>γ) ο όγκος των δεδομένων τους διευρύνεται σύντομα</p> <p>δ) αναγκαιότητα ύπαρξης μεγάλου πλήθους δεδομένων, προκειμένου να εκπαιδευτεί ένα νευρωνικό σύστημα</p> <p>ε) Δυσκολία στη χρήση καθώς η εφαρμογή του προϋποθέτει καλή κατανόηση της σύνθετης δομής των δικτύων</p> <p>στ) υπάρχει έλλειψη διαφάνειας</p>

2.4.3 Δέντρα Αποφάσεων (Decision Trees-DT)

Ονομάζονται Δέντρα Αποφάσεων διότι η δομή τους διαμορφώνεται ως δέντρο του οποίου τα κλαδιά μορφοποιούνται βάσει των ανεξάρτητων μεταβλητών που έχουν επιλεγθεί. Για να σχηματιστεί ένα δέντρο η διαδικασία η οποία ακολουθείται είναι από πάνω προς τα κάτω. Εν πρώτοις επιλέγονται οι ανεξάρτητες μεταβλητές, βάσει των οποίων γίνεται η διάκριση, ώστε εν τέλει να είναι δυνατή η βέλτιστη ταξινόμηση του δείγματος. Η αρχή γίνεται με την πρώτη μεταβλητή όπου δημιουργούνται δύο (ή περισσότερα) κλαδιά με βάση την κριτική τιμή της και η διαδικασία επαναλαμβάνεται για το σύνολο των υπόλοιπων μεταβλητών. Η όλη διαδικασία ονομάζεται αναδρομικός διαμερισμός. Στη συνέχεια γίνεται ο διαχωρισμός του δείγματος ακολουθώντας τα κλαδιά μέσα στο δέντρο.

Τα δέντρα αποφάσεων αποθηκεύουν καθορισμένους κανόνες ταξινόμησης στους κόμβους των κλαδιών, προκειμένου να ομαδοποιήσουν όμοια δείγματα στους κόμβους των φύλλων. Η όλη διαδικασία αποτελεί μια εποπτευόμενη μάθηση, βασισμένη σε έναν

συγκεκριμένο αλγόριθμο. Τα κύρια χαρακτηριστικά των εν λόγω δέντρων αποφάσεων είναι α) κόμβοι κλαδιών : περιέχουν κανόνες απόφασης ή διάσπασης ώστε να ταξινομήσουν τα εισαχθέντα αντικείμενα βάσει των χαρακτηριστικών τους, β) κλαδιά : περιέχουν κανόνες σύγκρισης της τιμής που λαμβάνει κάποιο χαρακτηριστικό και γ) φύλλα στα οποίο γίνεται η ταξινόμηση.



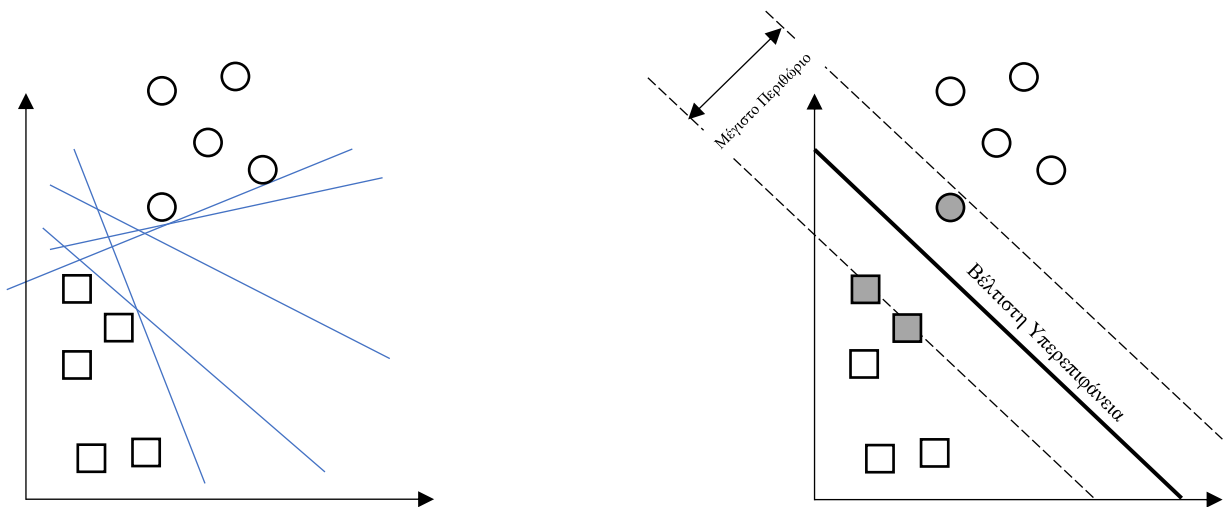
Διάγραμμα 2 - Απεικόνιση Δέντρου Αποφάσεων

Στην περίπτωση της πρόβλεψης της πτώχευσης, κατά τη δημιουργία ενός δέντρου αποφάσεων, το επιλεχθέν δείγμα εκμάθησης καταχωρείται στον κόμβο εισόδου, ο οποίος δεν είναι ομοιογενής (περιέχει πτωχευμένες και μη επιχειρήσεις). Στη συνέχεια βάσει των κανόνων απόφασης και των κριτικών τιμών που έχουν καθοριστεί, γίνεται ο διαχωρισμός των επιχειρήσεων δημιουργώντας συνήθως δύο νέους κόμβους, οι οποίοι είναι περισσότερο ομοιογενείς, στο αμέσως κατώτερο επίπεδο του δέντρου. Ένας διαχωρισμός θεωρείται ομοιογενής όταν δύο κόμβοι περιλαμβάνουν ο καθένας επιχειρήσεις της ίδιας κατηγορίας. Καθώς η διαδικασία συνεχίζεται δημιουργείται ένα πολύπλοκο δέντρο αποφάσεων στο οποίο κάθε φύλλο θα περιλαμβάνει μόνο μια επιχείρηση του δείγματος εκμάθησης. Πρωτοπόροι στην πρόβλεψη της πτώχευσης των επιχειρήσεων μέσω δέντρου απόφασης ήταν οι Marais, Patell και Wolfson (1984).

Σημαντικός αριθμός ερευνών και μελετών έχουν διεξαχθεί βασιζόμενες στα Δέντρα Αποφάσεων. Μεταξύ άλλων των Gepp, Kumar και Bhattacharya (2010), Tsai και Cheng (2012), Kristóf και Virág (2012), Yeh, Chi και Lin (2014), Tsai, Hsu και Yen (2014), Liang, Tsai και Wu (2015), Khademolqorani, Hamadani και Rafiei (2015).

2.4.4 Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης (Support Vector Machines-SVM)

Οι μηχανές Διανύσματος Υποστήριξης μέσω ενός ειδικού αλγορίθμου, δημιουργούν μία βέλτιστη υπερεπιφάνεια και θέτουν ένα μέγιστο περιθώριο, ώστε να διαχωρίσουν κατάλληλα τα δεδομένα, στη μέγιστη απόσταση μεταξύ της υπερεπιφάνειας και των εγγύτερων σημείων εκπαίδευσης καθώς και να καθορίσουν τους όρους των μη γραμμικών τάξεων. Η υπερεπιφάνεια δεν είναι υποχρεωτικά γραμμική, αλλά επιλέγεται εκείνη που μεγιστοποιεί την απόσταση μεταξύ των δύο ομάδων. Οι βασικές έννοιες που αφορούν τα εν λόγω υποδείγματα είναι : α) το Διάνυσμα Υποστήριξης (Support vector) και β) η συνάρτηση πυρήνα (Kernel function). Η συνάρτηση πυρήνα βοηθά στο μετασχηματισμό του χώρου, ώστε να επιλεγθεί η βέλτιστη υπερεπιφάνεια η οποία διαχωρίζει το χώρο με τα λιγότερα δυνατά λάθη και μεγιστοποιεί την απόσταση ανάμεσα στις δύο ομάδες. Η πιο διαδεδομένη συνάρτηση πυρήνα για την πρόβλεψη πτώχευσης εταιριών είναι αυτή της ακτινωτής βάσης. Τα διανύσματα υποστήριξης ορίζονται ως παρατηρήσεις ή τα σημεία που βρίσκονται πιο κοντά στη διαμορφωμένη υπερεπιφάνεια.



**Διάγραμμα 3 - Απεικόνιση Μηχανής Διανυσμάτων Υποστήριξης
Προ (αριστερά) και Μετά (δεξιά) Ταξινόμησης**

Πολυάριθμες έρευνες και μελέτες που έχουν διεξαχθεί βασιζόμενες στις Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης είναι μεταξύ άλλων των Kim (2011), Yeh, Chi και Lin (2014), Yu, Miche, Séverin και Lendasse (2014), Tsai, Hsu και Yen (2014), Virág και Nyitrai (2014), Iturriaga και Sanz (2015), Liang, Tsai και Wu (2015).

2.5 Σύνοψη

Τα παραπάνω αναφερόμενα μοντέλα αποτελούν ένα πολύ μικρό μέρος των πολυάριθμων υποδειγμάτων που έχουν αναπτυχθεί από την επιστημονική κοινότητα, καθένα εκ των οποίων διαθέτει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκαν τρεις μέθοδοι πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας, ήτοι :

- Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση,
- Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας και
- Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα,

για την πρακτική εφαρμογή και την εξαγωγή των ανάλογων συμπερασμάτων, ενώ η επιλογή τους στηρίχθηκε στο γεγονός ότι αποτελούν τις περισσότερο διαδεδομένες μεθόδους στην ερευνητική βιβλιογραφία. Χαρακτηριστικά όπως αναφέρεται στη μελέτη των Alaka, Oyedele, Owolabi, Kumar, Ajayi, Akinade και Bilal (2018, p.165),

*“As a result, the two most popular statistical tools as noted by Balcaen and Ooghe (2006) in their comprehensive review of BPMs were reviewed: **multiple discriminant analysis (MDA) and Logistic regression (LR)**. Also covered in this review are the **most popular and promising artificial intelligence (AI) tools as advocated by Aziz and Dar (2006) in their comprehensive review, and Min, Lee, and Han (2006) among others: **artificial neural network (ANN)**...”***

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΔΕΔΟΜΕΝΑ - ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Βασικός σκοπός της παρούσας διπλωματικής αποτελεί η εξέταση της αποτελεσματικότητας τριών γνωστών και ευρέως χρησιμοποιούμενων μεθόδων πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας, η συγκριτική τους αξιολόγηση και η εξαγωγή συμπερασμάτων περί του βαθμού αξιοπιστίας ενός εκάστου. Ως εκ τούτου, πραγματοποιήθηκε εμπειρική ανάλυση σε δείγμα πτωχευμένων και μη εταιριών των Η.Π.Α, επί του οποίου (δείγματος) εφαρμόστηκαν τα μοντέλα της Πολυμεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης, του Λογαριθμικού Υποδείγματος Πιθανότητας και των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων

3.1 Διαμόρφωση Δείγματος

Τα χρηματοοικονομικά δεδομένα που λήφθηκαν υπόψη στην παρούσα μελέτη, αφορούσαν σε υγιείς και πτωχευμένες επιχειρήσεις κατά τη χρονική περίοδο από το 2002 έως το 2015. Υπό τον όρο “πτωχευμένες” νοούνται εκείνες οι εταιρίες, οι οποίες κατά τα ανωτέρω χρονικό διάστημα, είχαν υποβάλλει αίτημα υπαγωγής στο κεφάλαιο 7 ή 11 του αμερικάνικου πτωχευτικού κώδικα, ενώ “υγιείς” εκείνες που παρέμεναν ενεργές το αντίστοιχο διάστημα. Η άντληση των παραπάνω δεδομένων έγινε από τη διπλωματική εργασία του Gloubos D.G (2016), σύμφωνα με τον οποίο χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων της COMPUSTAT καθώς και αναφορές 10-K από την ιστοσελίδα της U.S. Securities and Exchange Commission (<http://www.sec.gov/edgar/searchedgar/webusers.htm>). Το σύνολο των αρχικά διαθέσιμων προς επιλογή πτωχευμένων επιχειρήσεων ανέρχονταν σε 188, ενώ των υγιών πέραν των 2.000. Στο τελικό δείγμα περιλήφθηκαν 162 επιχειρήσεις, εκ των οποίων 81 πτωχευμένες και 81 υγιείς. Οι λοιπές 107 πτωχευμένες δε συμπεριλήφθηκαν λόγω ελλειπόντων χρηματοοικονομικών στοιχείων που ήταν απαραίτητα, βάσει των απαιτήσεων των υποδειγμάτων πρόβλεψης. Η επιλογή των υγιών επιχειρήσεων βασίστηκε στα εξής κριτήρια : α) να είναι ισάριθμες με τις πτωχευμένες, β) να υπάρχουν τα απαραίτητα χρηματοοικονομικά δεδομένα βάσει των απαιτήσεων των υποδειγμάτων πρόβλεψης, γ) να έχουν συναφή επιχειρηματική κατηγοριοποίηση και δ) να έχουν συναφές μέγεθος (ή σύνολο υποχρεώσεων).

Αναφορικά με την εφαρμογή των ανωτέρω κριτηρίων επί των υγιών επιχειρήσεων αναφέρονται τα παρακάτω :

- Ισάριθμες σε σχέση με τις πτωχευμένες : η εφαρμογή του εν λόγω κριτηρίου βασίστηκε στην αντίστοιχη επιλογή του δείγματος που διαμορφώθηκε κατά τη μοντελοποίηση της Πολυμεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης του Altman (1968, p.593) όπου χαρακτηριστικά αναφέρεται “*Sample Selection. The initial sample is composed of sixty-six corporations with thirty-three firms in each of the two groups.*”.
- Ύπαρξη απαραίτητων χρηματοοικονομικών δεδομένων : για κάθε αντιστοιχιζόμενη πτωχευμένη εταιρία αναζητούνταν μια υγιή, για την οποία υπήρχαν τα απαιτούμενα δεδομένα μέχρι και δύο τουλάχιστον έτη προ της πτώχευσης. Πέραν αυτής της περιόδου (δηλαδή τρία και πλέον έτη) τα αντίστοιχα χρηματοοικονομικά στοιχεία δε θεωρήθηκαν αναγκαία εκ των ουκ άνευ, καθότι όπως ορίζεται στο μοντέλο του Altman (1968, p.604) το υπόδειγμα καθίσταται αναξιόπιστο “*It is obvious that the accuracy of the model falls off consistentlyThe most logical reason for this occurrence is that after the second year, the discriminant model becomes unreliable in its predictive ability...*”
- Να έχουν συναφή επιχειρηματική κατηγοριοποίηση και μέγεθος : για κάθε αντιστοιχιζόμενη πτωχευμένη εταιρία αναζητούνταν μια υγιή ίδιας ή παρόμοιας επιχειρηματικής κατηγοριοποίησης και **μεγέθους (σύνολο ενεργητικού)**¹, καθότι όπως ορίζεται στο μοντέλο του Altman (1968, p.593) “*Recognizing that this group is not completely homogeneous, due to industry and size differences, a careful selection of non-bankrupt firms was attempted. Group 2 consisted of a paired sample of manufacturing firms chosen on a stratified random basis. The firms are stratified by industry and by size...*”

Το τελικό δείγμα όπως αυτό διαμορφώθηκε μετά την εφαρμογή των παραπάνω κριτηρίων και στο οποίο διακρίνονται οι πτωχευμένες εταιρίες (Ομάδα 1) και οι υγιείς (Ομάδα 2) έχει όπως παρακάτω :

¹ Το μέγεθος των υγιών επιχειρήσεων, υπολογίστηκε από το μέσο όρο του συνόλου του ενεργητικού τους κατά τα έτη 2002-2015, ενώ των πτωχευμένων κατά τα 2 έτη προ της πτώχευσης. Όπου δεν ήταν δυνατή η αντιστοίχιση βάσει αυτών, χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος του συνόλου των Υποχρεώσεων.

Πίνακας 13 - Τελικό Δείγμα Πτωχευμένων και Μη Επιχειρήσεων

α/α	Πτωχευμένες (Ομάδα 1)			Υγιείς (Ομάδα 2)	
	Έτος 0	Επωνυμία	Μέσο Ενεργητικό (\$)	Επωνυμία	Μέσο Ενεργητικό (\$)
1	2014	OILSANDS QUEST INC	173,1920	ABRAXAS PETROLEUM	211,8390
2	2010	TXCO RESOURCES INC	486,8499	CONTANGO OIL & GAS CO	592,2659
3	2010	ALLEGRO BIODIESEL	0,8710	UNITED GUARDIAN INC	11,7070
4	2003	SHEFFIELD	1,5150	PEREGRINE	22,9970
5	2009	EDEN BIOSCIENCE	5,2560	INSITE VISION INC	32,2460
6	2009	GENAERA CORP	8,4360	DISCOVERY LABORATORIES	32,8890
7	2012	IBIS TECHNOLOGY	9,7630	EMISPHERE TECHNOLOGIES	36,2920
8	2011	BIOPURE CORP	9,9770	STEMCELLS INC	41,2300
9	2006	CYGNUS INC	12,6700	AKORN INC	63,5380
10	2009	LARGE SCALE	12,7950	MERIDIAN BIOSCIENCE INC	69,3220
11	2007	ARMSTRONG	26,4000	CERUS CORP	78,2090
12	2009	NORTHFIELD	29,9850	AXT INC	87,5400
13	2010	NEOSE	36,2390	BALLANTYNE STRONG INC	92,0310
14	2011	ELECTROGLAS INC	43,3610	GERON CORP	99,8010
15	2010	CONCORD CAMERA	70,6020	PDF SOLUTIONS INC	179,3510
16	2013	MAXYGEN INC	83,2210	INSTEEL INDUSTRIES	198,8460
17	2012	CAGLE'S INC	90,3130	EMCORE CORP	213,2430
18	2005	TL ADMINISTRATION	97,1770	INTEVAC INC	215,4130
19	2005	COLD METAL	99,2980	LUMINEX CORP	217,2910
20	2006	ABLE LABORATORIES	104,2910	CULP INC	218,1530
21	2006	AUSPEX SYSTEMS INC	105,0590	DREW INDUSTRIES INC	306,7810
22	2010	THREE-FIVE SYSTEMS	111,8010	CAMBREX CORP	341,0718
23	2014	SAVIENT	119,2060	WINNEBAGO INDUSTRIES	366,5100
24	2010	NATIONAL RV	135,5240	QUAKER CHEMICAL CORP	385,4390
25	2004	ASTROPOWER INC	168,1370	ALBANY MOLECULAR	386,6538
26	2010	OSCIENT	174,0330	SILICON GRAPHICS INTL CORP	406,7698
27	2008	FEDDERS CORP	181,3600	PERRY ELLIS	480,3999
28	2005	TROPICAL	214,2790	SPECTRUM	504,9548
29	2006	BMC INDUSTRIES INC	247,3590	STANDEX INTERNATIONAL	523,0339
30	2004	CONE MILLS CORP	318,2620	STANDARD MOTOR PRODS	615,5229
31	2011	FAIRCHILD CORP	357,3540	SEMTECH CORP	659,9429
32	2009	CARAUSTAR	381,7500	WAUSAU PAPER CORP	710,8499
33	2012	ENERGY CONVERSION	388,4778	LA-Z-BOY INC	720,3708
34	2012	EVERGREEN SOLAR	424,4700	TREDEGAR CORP	784,4780
35	2009	FOAMEX	430,5	UNIVERSAL FOREST PRODS	816,0188
36	2013	MILACRON INC	602,8999	PHOTRONICS INC	817,8540
37	2014	FURNITURE BRANDS	618,4409	SANDERSON FARMS INC	841,6199
38	2010	FLEETWOOD	625,5708	OXFORD INDUSTRIES INC	910,2720
39	2011	CHAMPION	645,0088	ENTEGRIS INC	1.035,2410
40	2009	INTERSTATE	958,3569	FLOWERS FOODS INC	1.351,4419
41	2008	DURA AUTOMOTIVE	1.049,4939	DONALDSON CO INC	1.548,6218
42	2009	HAYES LEMMERZ INTL	1.096,2000	AMERICAN AXLE & MFG	2.247,7000

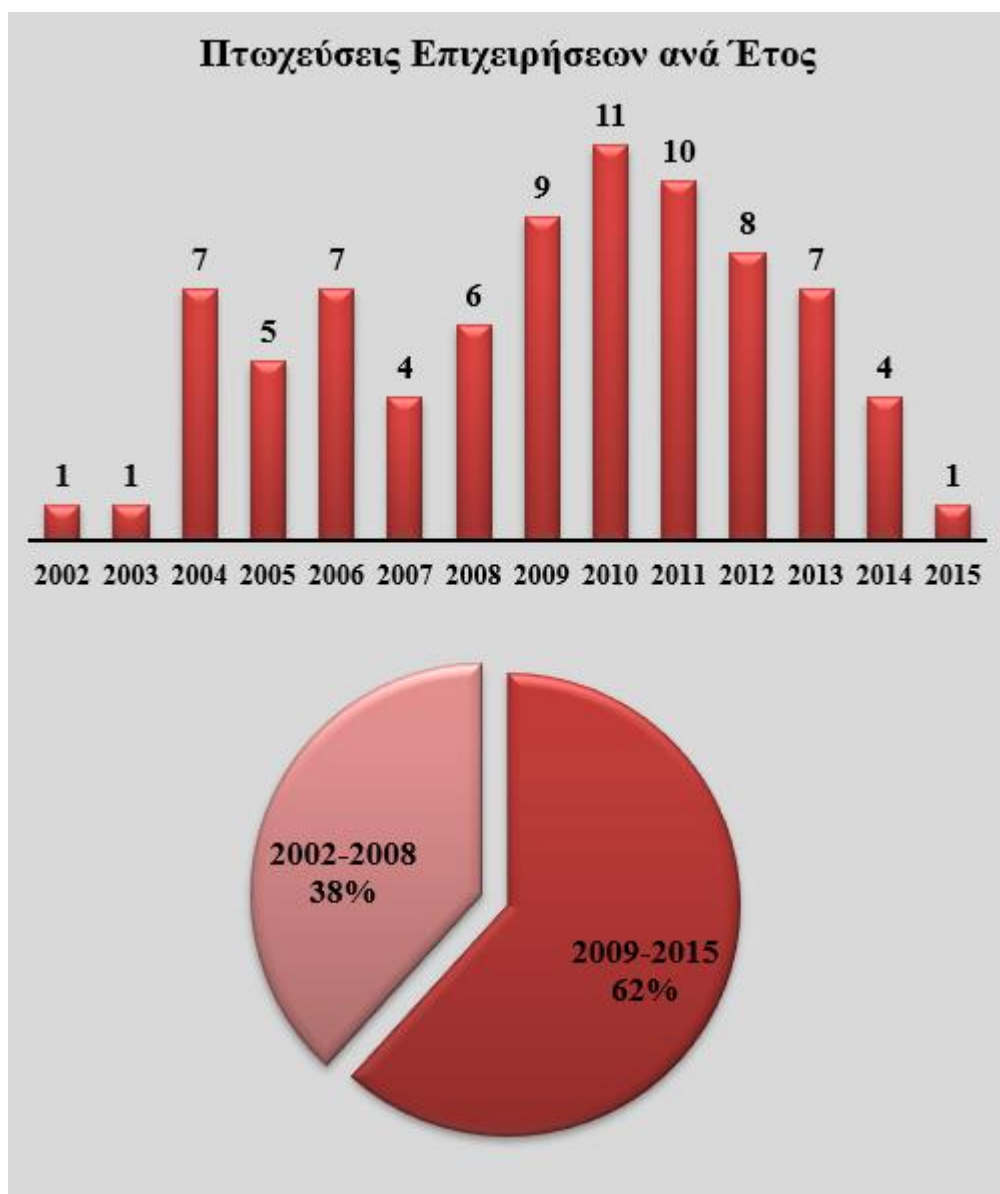
α/α	Πτωχευμένες (Ομάδα 1)		
	Έτος 0	Επωνυμία	Μέσο Ενεργητικό (\$)
43	2015	EXIDE TECHNOLOGIES	2.032,7878
44	2004	BETHLEHEM STEEL	3.878,7000
45	2004	NUCENTRIX	75,0690
46	2013	FROZEN FOOD	123,6390
47	2013	LODGENET	272,0918
48	2007	FLYI INC	677,6580
49	2012	TRICO MARINE	1.076,2590
50	2008	ENESCO GROUP INC	130,1910
51	2013	CENTRAL EUROPEAN	1.767,5520
52	2004	FLEMING COMPANIES	3.654,6931
53	2006	GADZOOKS INC	76,2200
54	2011	PENN TRAFFIC CO	193,7140
55	2008	BOMBAY CO INC	238,1170
56	2011	GOTTSCHALKS INC	331,9939
57	2006	ULTIMATE	336,2268
58	2014	COLDWATER CREEK	345,9080
59	2010	BUILDING MATERIALS	539,7148
60	2012	GREAT ATLANTIC &	2.644,8491
61	2010	NEXCEN BRANDS INC	102,6440
62	2007	PRICE	961,2319
63	2004	TENERA INC	3,5360
64	2008	SPATIALIGHT INC	6,2460
65	2002	GENERAL MAGIC INC	15,3450
66	2005	COMMERCE ONE INC	29,2480
67	2004	ELSINORE CORP	34,0960
68	2013	VERSO	34,2630
69	2006	AMERICA ONLINE LTN	37,7240
70	2005	DATATEC SYSTEMS	64,7270
71	2012	SOAPSTONE	95,2370
72	2011	MEDICAL STAFFNG	96,3650
73	2007	EPRESENCE INC	100,7790
74	2012	VIA NET WORKS INC	120,4530
75	2010	MIDWAY GAMES INC	181,2200
76	2008	FRONTLINE CAPITAL	191,0500
77	2011	JACKSON HEWITT TAX	346,4238
78	2013	THQ INC	392,7939
79	2011	MOVIE GALLERY INC	663,3250
80	2009	BEARINGPOINT INC	1.654,9150
81	2011	ALLIED DEFENSE	100,6290

Υγιείς (Ομάδα 2)	
Επωνυμία	Μέσο Ενεργητικό (\$)
JARDEN CORP	3.882,6001
BALL CORP	4.132,3984
AK STEEL HOLDING CORP	5.399,6992
HAWAIIAN HOLDINGS INC	2,8440
FRP HOLDINGS INC	275,7048
PENDRELL CORP	351,9939
KIRBY CORP	3.653,1279
CABLEVISION SYSTEMS CORP	10.488,2500
ALLIANCE ONE INTL INC	1.904,1240
WORLD FUEL SERVICES CORP	4.739,2734
SYSCO CORP	5.468,5195
DESTINATION XL GROUP INC	272,7419
VILLAGE SUPER MARKET	386,1899
HAVERTY FURNITURE	469,7539
TRANS WORLD	817,7578
FASTENAL CO	1.304,1489
CHICOS FAS INC	1.580,6279
BON TON STORES INC	2.067,6311
WHOLE FOODS MARKET INC	3.986,5400
CEVA INC	186,6080
RESEARCH FRONTIERS INC	3,2520
SMITH MICRO SOFTWARE INC	9,2570
VERSAR INC	21,2730
TRAVELZOO INC	43,7000
HEALTHSTREAM INC	52,7970
AWARE INC	56,3830
FALCONSTOR SOFTWARE INC	63,9740
MONARCH CASINO & RESORT	118,3390
NIC INC	145,1400
ULTIMATE SOFTWARE GROUP	147,2570
BROADVISION INC	195,0820
KFORCE INC	339,8250
CARRIAGE SERVICES INC	619,2979
ACI WORLDWIDE INC	664,6418
ARC DOCUMENT SOLUTIONS	725,9309
PTC INC	786,6228
TOWERS WATSON & CO	1.626,3188
NETFLIX INC	3.069,1960
SIMON WORLDWIDE INC	11,2900

Πτωχευμένες (Ομάδα 1)		Υγιείς (Ομάδα 2)	
€	ΜΕΣΗ ΤΙΜΗ	424,4869	982,0477
	ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	0,8710	2,8440
	ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΙΜΗ	3.878,7000	10.488,2500
	ΔΙΑΜΕΣΟΣ	168,1370	385,4390
	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ	713,9155	1.649,7142
	ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ	168,18%	167,99%

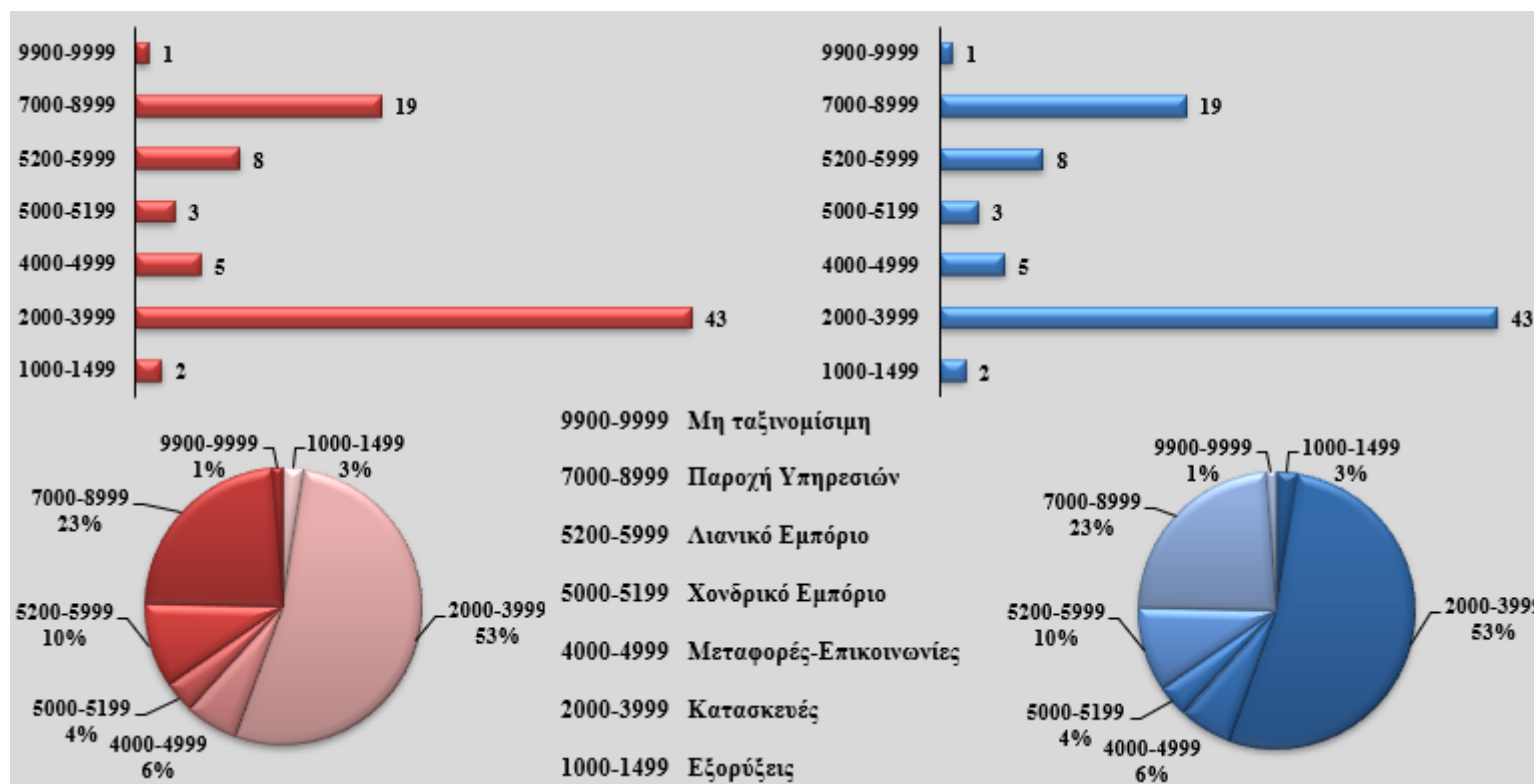
Ως “Έτος 0” ή άλλως “ $t = 0$ ” στον ανωτέρω πίνακα 13, νοείται το έτος κατά το οποίο η κάθε επιχείρηση πτώχευσε, ενώ το έτος προ αυτού θα αναφέρεται ως “Έτος - 1” ή άλλως “ $t = -1$ ”. Σε κάθε γραμμή του πίνακα διακρίνονται, πέραν του “Έτους 0”, η επωνυμία μιας εκάστης πτωχευμένης επιχείρησης, το μέγεθος αυτής (μέσο όρος Ενεργητικού) και τα αντίστοιχα στοιχεία των “ταιριασμένων” με αυτές υγιών. Από τα παραπάνω στοιχεία φαίνεται ότι η μέση τιμή Ενεργητικού της Ομάδας 1 είναι περί των 42.000.000\$ και της Ομάδας 2 των 98.000.000\$. Το εύρος του Ενεργητικού της Ομάδας 1 κυμαίνεται από τα 87.000\$ έως τα 388.000.000\$ και της Ομάδας 2 από τα 285.000\$ έως τα 1.050.000.000\$. Η Διάμεσος αποτελεί την τιμή κάτω από την οποία βρίσκεται το 50% των παρατηρήσεων του δείγματος. Στην Ομάδα 1 οι μισές επιχειρήσεις έχουν Μέσο Ενεργητικό κάτω από 17.000.000 \$ ενώ στην Ομάδα 2 κάτω από 38.000.000\$. Η Τυπική Απόκλιση υποδεικνύει κατά πόσο τα δεδομένα αποκλίνουν από τη Μέση Τιμή (μέσος όρος του αθροίσματος των τετραγώνων των διαφορών του Μέσου Ενεργητικού από τη Μέση Τιμή). Εφόσον η Τυπική Απόκλιση διαιρεθεί με τη Μέση Τιμή, προκύπτει ο Συντελεστής Μεταβλητότητας, ο οποίος αποτελεί μέτρο σχετικής διασποράς των τιμών του δείγματος. Ο Συντελεστής Μεταβλητότητας της Ομάδας 1 είναι 168,18% και της Ομάδας 2 167,99%.

Η Ομάδα 1 έχει την παρακάτω διάρθρωση :



Διάγραμμα 4 - Χρονικός Διαχωρισμός Πτωχευμένων Επιχειρήσεων Δείγματος

Από το σύνολο των 81 πτωχευμένων επιχειρήσεων οι 50 ανευρίσκονται στην τελευταία 10ετία (62%) και οι 31 από το έτος 2002 έως και το 2008 (38%).



Διάγραμμα 5 - Διαχωρισμός Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων Δείγματος ανά SIC

Αναφορικά με το είδος της επιχειρηματικής δραστηριότητας των πτωχευμένων επιχειρήσεων, οι 43 ανήκουν στον κατασκευαστικό κλάδο (53%), οι 19 στην παροχή υπηρεσιών (23%), οι 8 στο λιανικό εμπόριο (10%), οι 5 στις μεταφορές-επικοινωνίες (6%), οι 3 στο χονδρικό εμπόριο (4%), 2 στα στις εξορύξεις (3%) και 1 σε μη ταξινομήσιμη κατηγορία (1%). Την αυτή διάρθρωση έχει και η ομάδα 2 (υγιείς).

3.2 Μέθοδοι - Υποδείγματα Πρόβλεψης

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, κατά την παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε εμπειρική ανάλυση σε δείγμα επιχειρήσεων, επί του οποίου (δείγματος) εφαρμόστηκαν οι μέθοδοι της Πολυμεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης, του Λογαριθμικού Υποδείγματος Πιθανότητας και των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.

3.2.1 Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση

Για την εν λόγω μέθοδο επιλέχθηκε η εφαρμογή του υποδείγματος του Altman, όπως αυτό αρχικά διατυπώθηκε (1968, p.594), καθότι αποτελεί ένα από τα γνωστότερα και ευρέως χρησιμοποιούμενα μοντέλα, κυρίως λόγω του ότι οι μεταβλητές του δύναται να υπολογιστούν σχετικά εύκολα μέσω των χρηματοοικονομικών καταστάσεων. Η μόνη διαφορά επί της αρχικής εξίσωσης, ήτοι :

$$Z = 0,012 * X_1 + 0,014 * X_2 + 0,033 * X_3 + 0,006 * X_4 + 0,999 * X_5$$

είναι ότι χρησιμοποιήθηκε η εκδοχή του, όπως διαμορφώθηκε με την πάροδο των ετών και χαρακτηριστικά παρουσιάζεται από τον Altman (2000, p.13), με ανάλογη αναπροσαρμογή των ανεξάρτητων μεταβλητών ήτοι :

$$Z = 1,2 * X_1 + 1,4 * X_2 + 3,3 * X_3 + 0,6 * X_4 + 1,0 * X_5$$

Περίληπτικά αναφέρεται ότι οι παραπάνω ανεξάρτητες μεταβλητές παρουσιάστηκαν στον πίνακα 4. Παράλληλα, η ταξινόμηση των επιχειρήσεων στηρίχθηκε στο εξαχθέν Z-score μιας εκάστης εξ αυτών, σύμφωνα με τις καθορισμένες ζώνες του υποδείγματος : Z μεγαλύτερο του 2,99 υποδεικνύει υγιή, Z μικρότερο του 1,81 υποδεικνύει πτωχευμένη, ενώ για αυτές που είχαν ενδιάμεσες τιμές ($1,81 \leq Z \leq 2,99$), δεν μπορούσαν να εξαχθούν ασφαλή συμπεράσματα καθώς βρίσκονταν στην γκρι περιοχή και υφίστατο υψηλή πιθανότητα σφάλματος.

3.2.2 Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας

Για την εν λόγω μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές όπως αναφέρθηκαν ανωτέρω στο υπόδειγμα της Πολυμεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης, προκειμένου να εξεταστεί η προβλεπτική ικανότητα της μεθόδου επί τη βάση των αυτών δεδομένων, αλλά με την προσέγγιση της λογαριθμικής ανάλυσης. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό IBM SPSS Statistics V.25.

3.2.3 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Για την εν λόγω μέθοδο χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές όπως αναφέρθηκαν ανωτέρω στο υπόδειγμα της Πολυμεταβλητής Διακριτικής Ανάλυσης, προκειμένου να εξεταστεί η προβλεπτική ικανότητα της μεθόδου επί τη βάση των αυτών δεδομένων, αλλά με την προσέγγιση των τεχνητών νευρωνικών δικτύων. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό BrSim2005 (Ζαπράνης Α, 2005).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

4.1 Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση

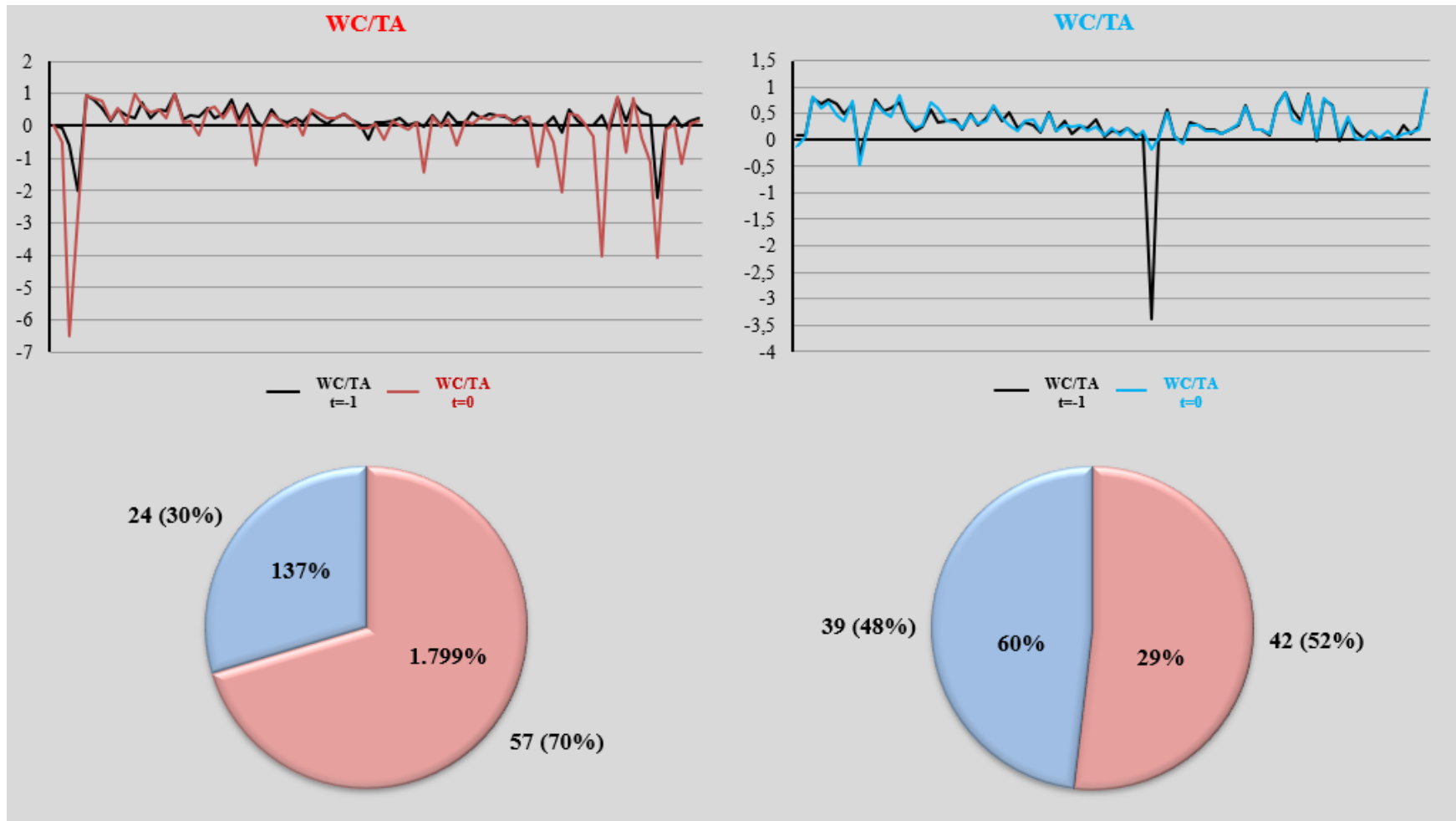
4.1.1 Ανεξάρτητες Μεταβλητές

Ακολουθώντας το μοντέλο του Altman υπολογίστηκαν για κάθε μία εκ των 162 επιχειρήσεων οι παρακάτω ανεξάρτητες μεταβλητές :

- $X_1 = \text{Κεφάλαιο Κίνησης/Σύνολο Ενεργητικού (WC/TA)}$: Το Κεφάλαιο Κίνησης αποτελεί τη διαφορά του Κυκλοφορούντος Ενεργητικού (Αποθέματα, Απαιτήσεις, Χρεόγραφα, Διαθέσιμα) μείον τις Βραχυπρόθεσμες Υποχρεώσεις. Συνήθως, μια επιχείρηση η οποία αντιμετωπίζει συνεχόμενες λειτουργικές ζημίες, θα εμφανίζει και μειούμενο Κεφάλαιο Κίνησης σε σχέση με το Σύνολο του Ενεργητικού της. Συνεπώς η μείωση του εν λόγω πηλίκου κατά τη διάρκεια των ετών, σηματοδοτεί δυνητικά μια δυσοίωση εξέλιξη.
- $X_2 = \text{Παρακρατηθέντα Κέρδη/Σύνολο Ενεργητικού (RE/TA)}$: Ο εν λόγω δείκτης αποτυπώνει τη σωρευτική κερδοφορία μιας επιχείρησης. Επιπλέον λαμβάνει εμμέσως υπόψιν την ηλικία της, καθόσον μια σχετικά νέα επιχείρηση είναι πιθανό να εμφανίσει μικρή τιμή RE/TA επειδή δε θα έχει προλάβει να δημιουργήσει σωρευτική κερδοφορία. Επιπρόσθετα, αναδεικνύει τη μόγλευση και την ανάπτυξη μιας επιχείρησης, καθώς μια υψηλή τιμή του δείκτη φανερώνει ότι η επιχείρηση δύναται να χρηματοδοτεί τις ανάγκες της από τα παρακρατηθέντα κέρδη παρά από δανεισμό. Συνεπώς η μείωση του εν λόγω πηλίκου κατά τη διάρκεια των ετών, σηματοδοτεί δυνητικά μια δυσοίωση εξέλιξη.
- $X_3 = \text{Κέρδη Προ Φόρων και Τόκων/Σύνολο Ενεργητικού (EBIT/TA)}$: Ο εν λόγω δείκτης αποτελεί στην ουσία το μέτρο της πραγματικής παραγωγικότητας της επιχείρησης, καθώς η ίδια η ύπαρξή της βασίζεται στην ικανότητά της να παράγει κέρδη. Επιπλέον, φανερώνει την ικανότητα της διοίκησης ως προς τη διαχείριση των στοιχείων του ενεργητικού της, με τρόπο που να επιφέρει κερδοφορία στην οντότητα. Συνεπώς η μείωση του εν λόγω πηλίκου κατά τη διάρκεια των ετών, σηματοδοτεί δυνητικά μια δυσοίωση εξέλιξη.

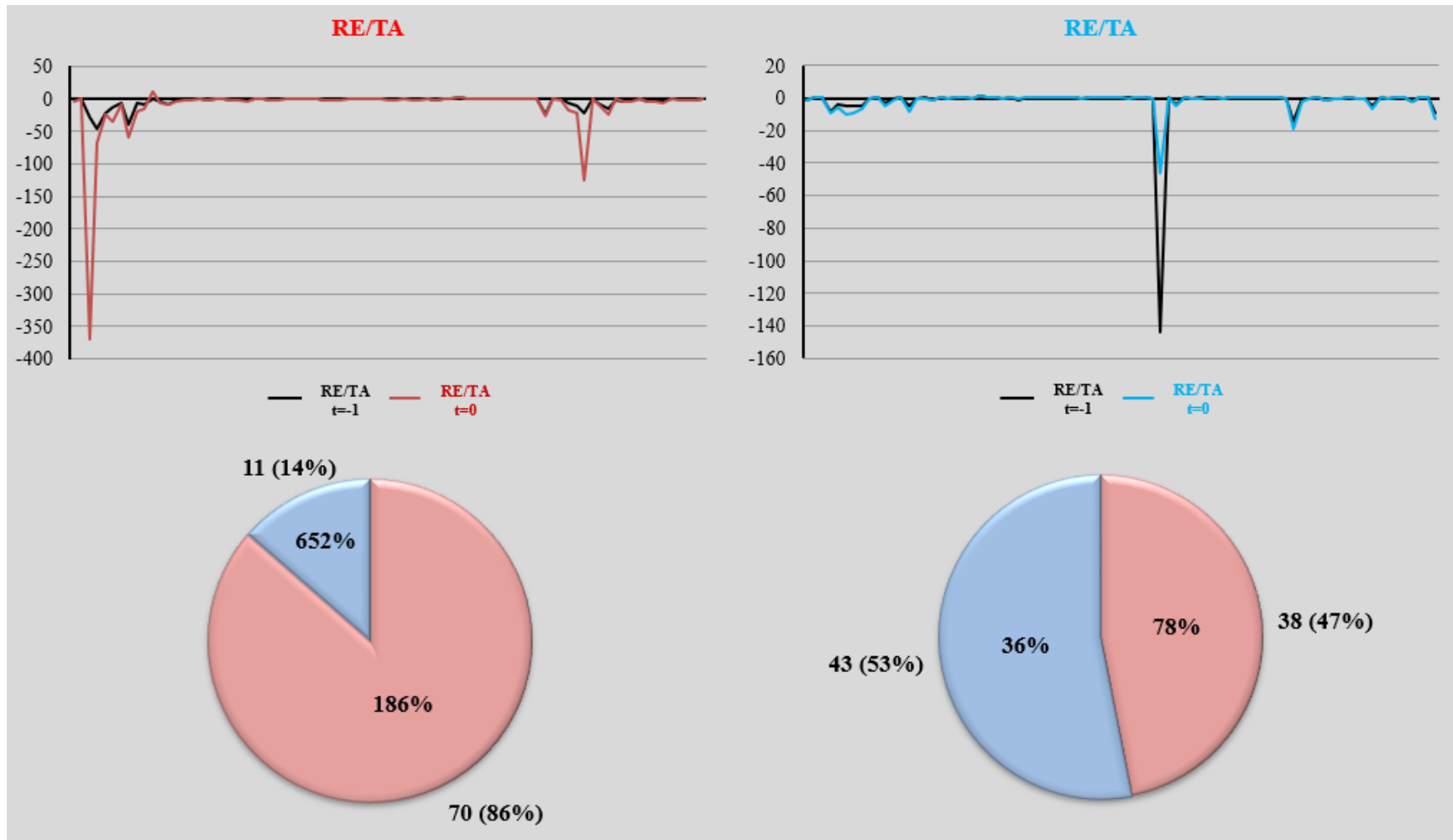
- $X_4 = \text{Λογιστική Αξία Μετοχικού Κεφαλαίου/Λογιστική Αξία Συνολικών Υποχρεώσεων (BVE/BVTD)}$: Ο εν λόγω δείκτης παρουσιάζει πόσο δύνανται να απομειωθούν τα περιουσιακά στοιχεία της επιχείρησης, πριν το σύνολο των υποχρεώσεων τα υπερβεί, καθιστώντας την επιχείρηση αναξιόπιστη. Συνεπώς η μείωση του εν λόγω πηλίκου κατά τη διάρκεια των ετών, σηματοδοτεί δυνητικά μια δυσοίωση εξέλιξη.
- $X_5 = \text{Πωλήσεις/Σύνολο Ενεργητικού (S/TA)}$: Ο εν λόγω δείκτης αναδεικνύει την ικανότητα της διοίκησης να αντιμετωπίζει τους ανταγωνιστές της επιχείρησης καθώς αποτυπώνει τη σχέση μεταξύ των στοιχείων του ενεργητικού με τις πωλήσεις, δηλαδή την αποτελεσματική τους διαχείριση κατά τρόπο που να συμβάλει στην αύξηση των πωλήσεων της οντότητας. Συνεπώς η μείωση του εν λόγω πηλίκου κατά τη διάρκεια των ετών, σηματοδοτεί δυνητικά μια δυσοίωση εξέλιξη.

Στα επόμενα διαγράμματα αποτυπώνονται οι παραπάνω πέντε δείκτες, διακριτά για τις 81 πτωχευμένες και 81 υγιείς επιχειρήσεις. Στον οριζόντιο άξονα κάθε διαγράμματος τύπου γραμμής, περιλαμβάνονται οι επιχειρήσεις (έχει τιμές από 1-81) και στον κάθετο η τιμή του δείκτη μιας εκάστης εξ αυτών. Καθότι μελετήθηκαν 2 έτη αναφοράς ($t = -1$ και $t = 0$), προέκυψαν από δύο γραφήματα για τις πτωχευμένες και από δυο για τις υγιείς, σε καθένα από τα πέντε διαγράμματα. Με κόκκινο αποτυπώνεται το διάγραμμα για το έτος αναφοράς $t = 0$ για τις πτωχευμένες, με μπλε το διάγραμμα για το έτος αναφοράς $t = 0$ για τις υγιείς και με μαύρο για το έτος αναφοράς $t = -1$, τόσο για τις υγιείς όσο και για τις πτωχευμένες. Κάτωθι αυτών και σε διάγραμμα τύπο δακτυλίου, αποτυπώνεται η αύξηση (με μπλε) ή η μείωση (με κόκκινο) των εν λόγω δεικτών σε ποσοστό επί τοις εκατό, αμφότερα για τις πτωχευμένες και τις υγιείς.



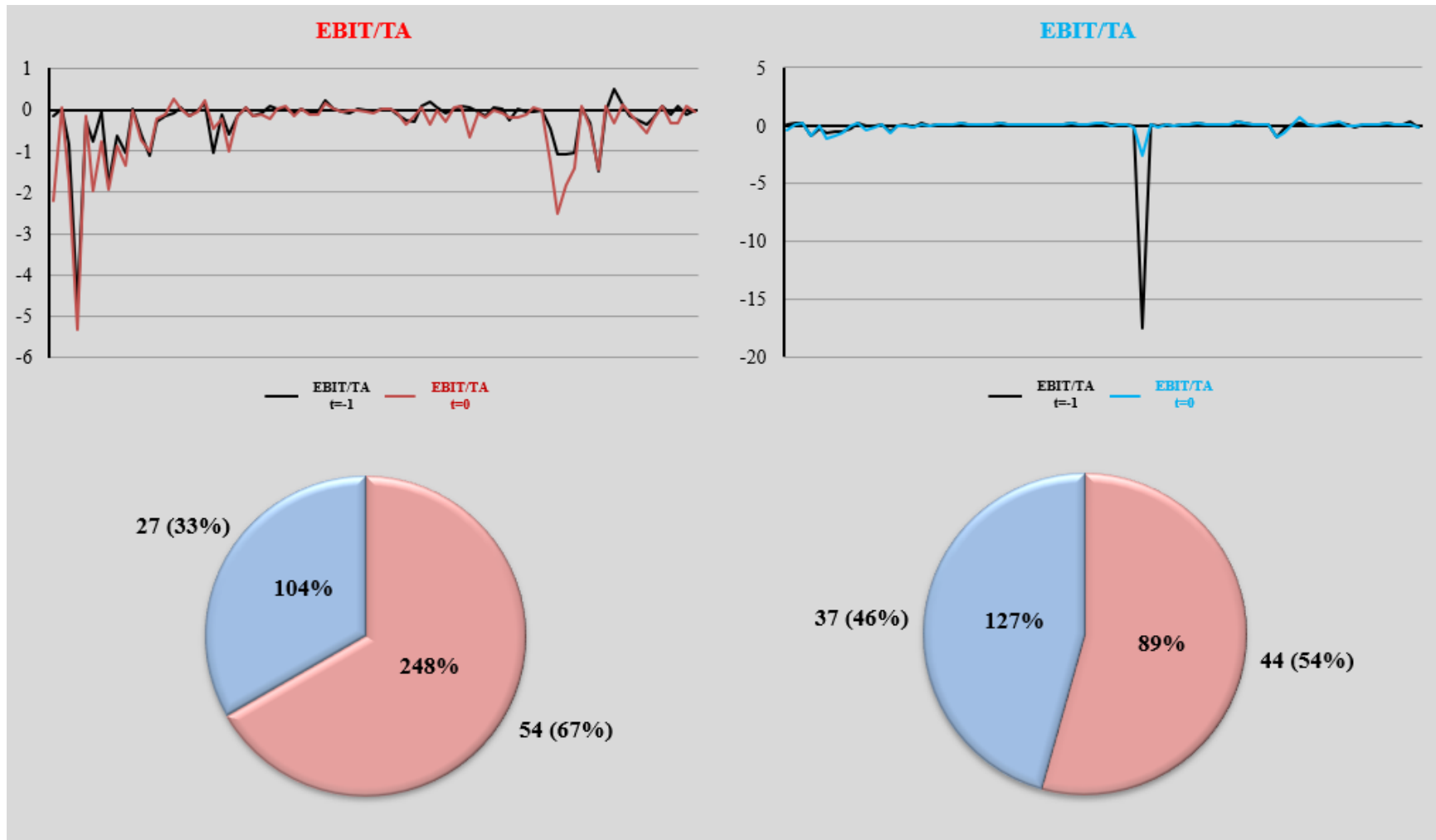
Διάγραμμα 6 - WC/TA Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων

Παρατηρείται ότι στις πτωχευμένες, οι 57 εξ αυτών (70%) παρουσίασαν μείωση του δείκτη με μέση τιμή 1.799% και οι 24 (30%) αύξηση με μέση τιμή 137% ενώ στις υγιείς 42 (52%) είχαν μείωση με μέση τιμή 29% και 39 (48%) αύξηση με μέση τιμή 60%.



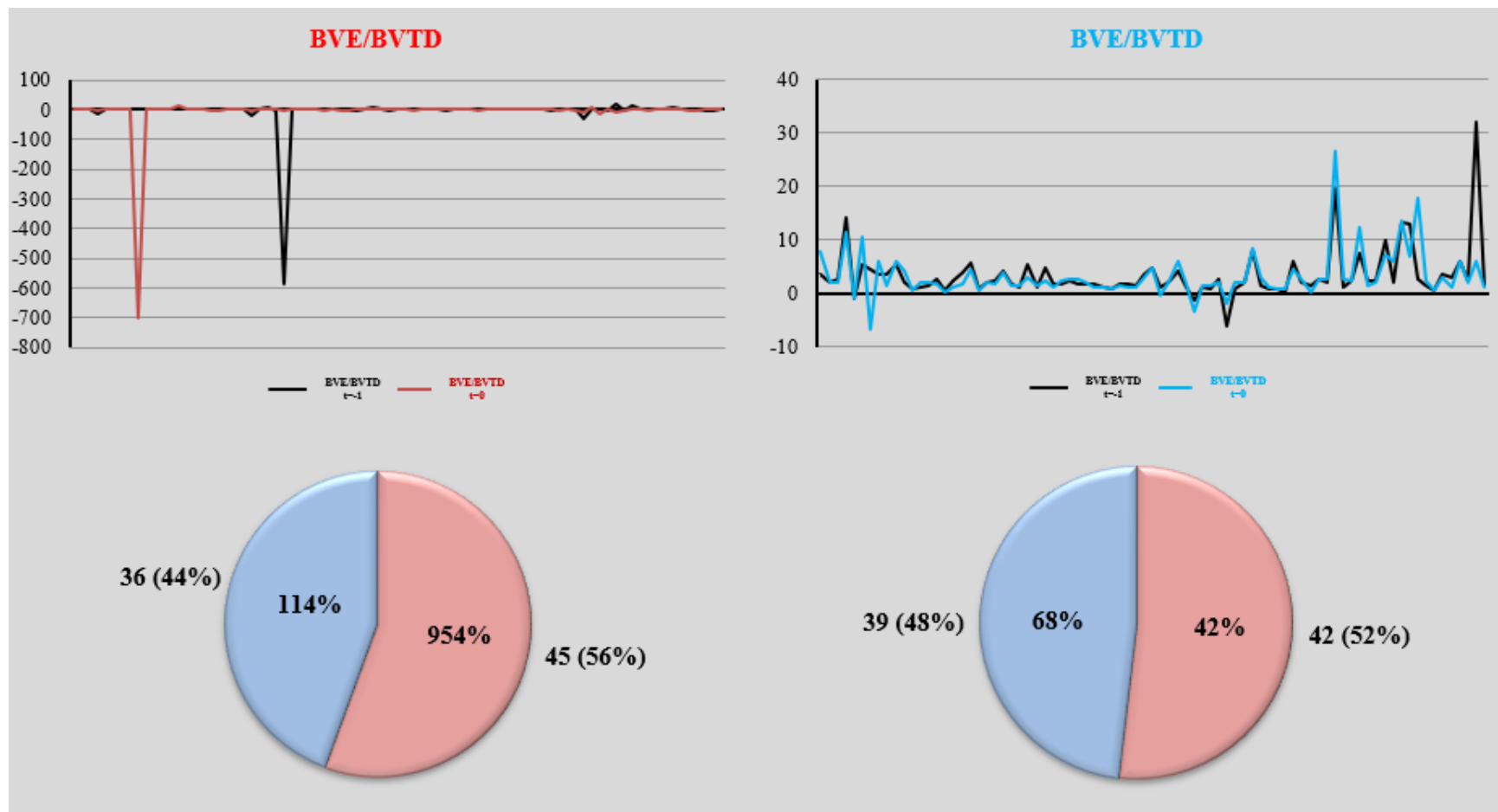
Διάγραμμα 7 - RE/TA Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων

Παρατηρείται ότι στις πτωχευμένες, οι 70 εξ αυτών (86%) παρουσίασαν μείωση του δείκτη με μέση τιμή 186% και οι 11 (14%) αύξηση με μέση τιμή 652% ενώ στις υγιείς 38 (47%) είχαν μείωση με μέση τιμή 78% και 43 (53%) αύξηση με μέση τιμή 36%.



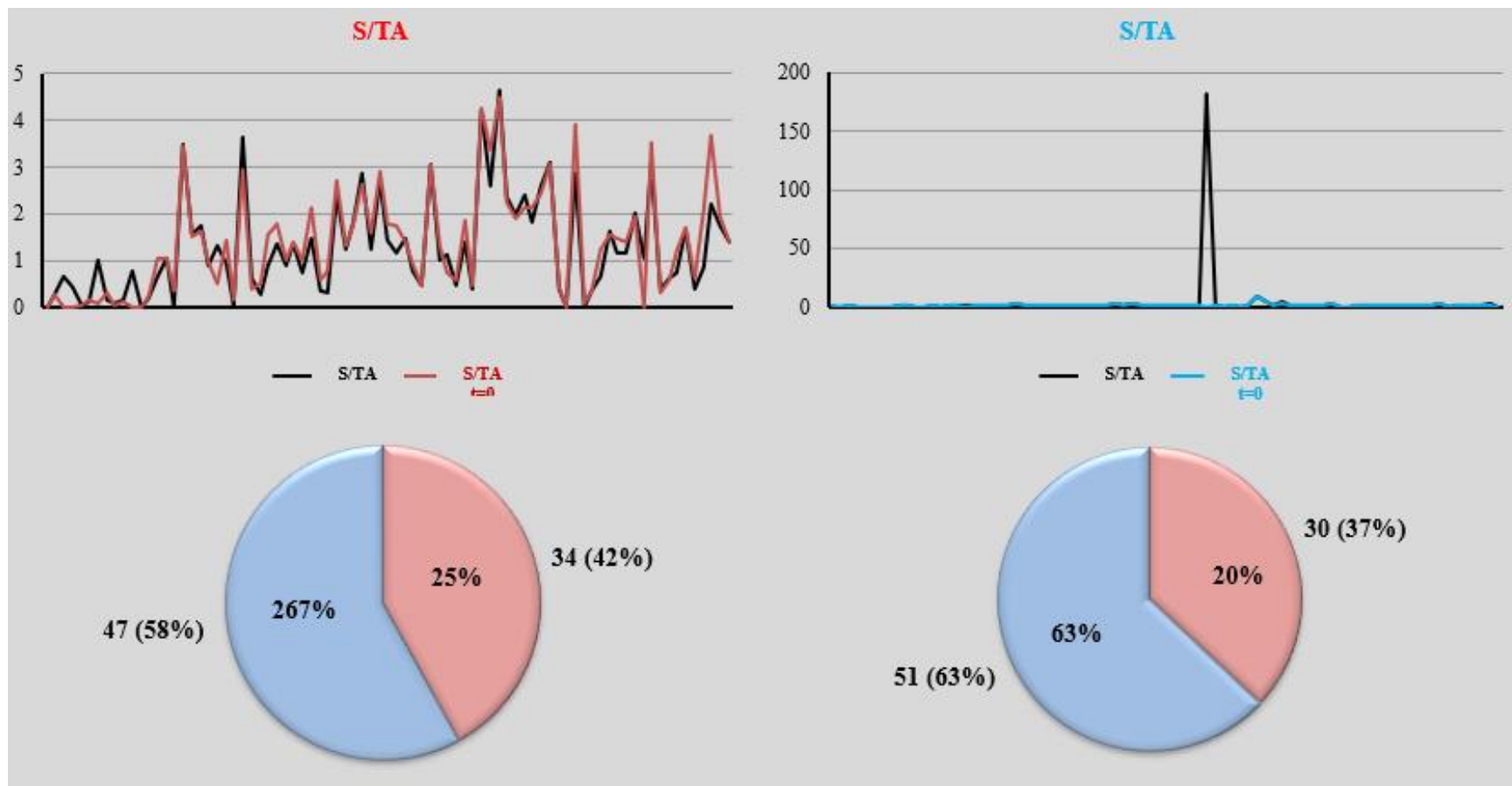
Διάγραμμα 8 - EBIT/TA Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων

Παρατηρείται ότι στις πτωχευμένες, οι 54 εξ αυτών (67%) παρουσίασαν μείωση του δείκτη με μέση τιμή 248% και οι 27 (33%) αύξηση με μέση τιμή 104% ενώ στις υγιείς 44 (54%) είχαν μείωση με μέση τιμή 89% και 37 (46%) αύξηση με μέση τιμή 127%.



Διάγραμμα 9 - BVE/BVTD Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων

Παρατηρείται ότι στις πτωχευμένες, οι 45 εξ αυτών (56%) παρουσίασαν μείωση του δείκτη με μέση τιμή 954% και οι 36 (44%) αύξηση με μέση τιμή 114% ενώ στις υγιείς 42 (52%) είχαν μείωση με μέση τιμή 42% και 39 (48%) αύξηση με μέση τιμή 68%.



Διάγραμμα 10 - S/TA Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων

Παρατηρείται ότι στις πτωχευμένες, οι 34 εξ αυτών (42%) παρουσίασαν μείωση του δείκτη με μέση τιμή 25% και οι 47 (58%) αύξηση με μέση τιμή 267% ενώ στις υγιείς 30 (37%) είχαν μείωση με μέση τιμή 20% και 51 (63%) αύξηση με μέση τιμή 63%.

4.1.2 Σύνοψη

Η μεταβολή των τιμών των ανωτέρω δεικτών του ληφθέντος δείγματος συνοψίζονται στον πίνακα 14. Γίνεται εμφανές ότι από το έτος αναφοράς $t = -1$ στο έτος $t = 0$, η πλειοψηφία των πτωχευμένων επιχειρήσεων παρουσίασαν μείωση στους τέσσερις από τους πέντε δείκτες και μόλις σε έναν αύξηση. Αντίστοιχα, η πλειοψηφία των υγιών επιχειρήσεων παρουσίασαν μείωση στους τρεις από τους πέντε δείκτες και σε δύο αύξηση. Στη συγκριτική αξιολόγηση των δεικτών που εμφάνισαν μείωση τόσο στις πτωχευμένες όσο και στις υγιείς, ήτοι WC/TA, EBIT/TA και BVE/BVTD, παρατηρείται ότι η ποσοστιαία μέση τιμή μείωσης στις πτωχευμένες επιχειρήσεις είναι κατά πολύ μεγαλύτερη από την αντίστοιχη στις υγιείς (1.799%, 248%, 954% έναντι 29%, 89%, 42) γεγονός που συνηγορεί στη δυσοίωση, εν τέλει, εξέλιξη των πτωχευμένων επιχειρήσεων.

**Πίνακας 14 - Σύνοψη Μεταβολών Δεικτών Υποδείγματος Altman
Δείγματος Εμπειρικής Ανάλυσης**

	Πτωχευμένες				Υγιείς			
	Μείωση (%)		Αύξηση (%)		Μείωση (%)		Αύξηση (%)	
	Ποσοστό Επιχειρήσεων	Μέση Τιμή	Ποσοστό Επιχειρήσεων	Μέση Τιμή	Ποσοστό Επιχειρήσεων	Μέση Τιμή	Ποσοστό Επιχειρήσεων	Μέση Τιμή
WC/TA	70	1.799	30	137	52	29	48	60
RE/TA	86	186	14	652	47	78	53	36
EBIT/TA	67	248	33	104	54	89	46	127
BVE/BVTD	56	954	44	114	52	42	48	68
S/TA	42	25	58	267	37	20	63	63

4.1.3 Z-Score Επιχειρήσεων

Υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με τον Altman (1968, p.606) :

*“...that all firms having a Z score of **greater than 2.99** clearly fall into the "non-bankrupt" sector, while those firms having a Z **below 1.81** are all **bankrupt**. The area **between 1.81 and 2.99** will be defined as the "zone of ignorance" or "**gray area**" because of the susceptibility to error classification.”, “The best critical value conveniently falls between 2.67-2.68 and therefore **2.675**, the midpoint of the interval, is chosen as the Z value that discriminates best between the bankrupt and non-bankrupt firms.”*

4.1.3.1 Z-Score Πτωχευμένων Επιχειρήσεων

Τα αποτελέσματα Z-Score των πτωχευμένων επιχειρήσεων βάσει του υποδείγματος του Altman και της ταξινόμησής τους συνοψίζονται στον πίνακα 15.

Πίνακας 15 - Z-Score Πτωχευμένων Επιχειρήσεων Βάσει Υποδείγματος Altman

α/α	Επωνυμία	Z-Score					
		t = -1			t = 0		
		<1,81	>1,81 <2,675	>2,675	<1,81	1,81-2,675	>2,675
1	OILSANDS QUEST INC	-1,187			-12,323		
2	TXCO RESOURCES INC	1,686			0,031		
3	ALLEGRO BIODIESEL CORP	-40,783			-532,428		
4	SHEFFIELD PHARMACEUTICALS	-89,501			-116,746		
5	EDEN BIOSCIENCE CORP	-29,314			-32,932		
6	GENAERA CORP	-18,130			-53,366		
7	IBIS TECHNOLOGY CORP	-6,022			-14,107		
8	BIOPURE CORP	-59,714			-86,625		
9	CYGNUS INC	-9,515			-452,903		
10	LARGE SCALE BIOLOGY CORP	-12,933			-22,760		
11	ARMSTRONG HOLDINGS INC	0,828					18,451
12	NORTHFIELD LABORATORIES INC	-6,152			-11,384		
13	NEOSE TECHNOLOGIES INC	-12,237			-12,071		
14	ELECTROGLAS INC	-1,199				2,314	
15	CONCORD CAMERA CORP	-0,107			-0,820		
16	MAXYGEN INC	0,241			0,617		
17	CAGLE'S INC			4,841			4,505
18	TL ADMINISTRATION CORP	-0,359			-3,270		
19	COLD METAL PRODUCTS INC		2,333		0,365		
20	ABLE LABORATORIES INC			3,844			4,571
21	AUSPEX SYSTEMS INC	-0,897			0,442		
22	THREE-FIVE SYSTEMS INC	0,937			-0,224		
23	SAVIENT PHARMACEUTICALS INC	-15,254			-8,991		
24	NATIONAL RV HOLDINGS INC			4,354			3,042
25	ASTROPOWER INC			4,883			3,630
26	OSCIENT PHARMACEUTICALS CORP	-2,650			-5,654		
27	FEDDERS CORP	-351,542			-0,707		
28	TROPICAL SPORTSWEAR INTL CP			3,112		2,485	
29	BMC INDUSTRIES INC		1,867		1,765		
30	CONE MILLS CORP		2,068			2,148	
31	FAIRCHILD CORP	0,879			0,656		
32	CARAUSTAR INDUSTRIES INC		1,879		0,100		
33	ENERGY CONVERSION DEV	-0,638			-1,654		
34	EVERGREEN SOLAR INC	0,082			-3,989		
35	FOAMEX INTERNATIONAL INC		1,910		1,791		
36	MILACRON INC	0,382			0,409		
37	FURNITURE BRANDS INTL INC		2,406			2,454	
38	FLEETWOOD ENTERPRISES INC			5,694			3,268
39	CHAMPION ENTERPRISES INC			2,796	1,404		
40	INTERSTATE BAKERIES CORP	1,548				2,135	
41	DURA AUTOMOTIVE SYS	0,459			-0,324		
42	HAYES LEMMERZ INTL INC	1,756			-0,364		
43	EXIDE TECHNOLOGIES		1,837		0,386		
44	BETHLEHEM STEEL CORP	-0,567			-1,227		
45	NUCENTRIX BROADBAND NETWORKS	-0,496			-2,744		
46	FROZEN FOOD EXPRESS INDS			2,835			3,067
47	LODGENET INTERACTIVE CORP	-0,992			-3,182		

48	FLYI INC			3,331		0,314	
49	TRICO MARINE SERVICES INC	0,987				0,951	
50	ENESCO GROUP INC			4,377			4,173
51	CENTRAL EUROPEAN DIST CORP	0,707				-1,873	
52	FLEMING COMPANIES INC			5,211			5,620
53	GADZOOKS INC			3,905		1,081	
54	PENN TRAFFIC CO			5,281			3,944
55	BOMBAY CO INC			2,938		1,959	
56	GOTTSCHALKS INC			3,402		2,525	
57	ULTIMATE ELECTRONICS INC			3,445			2,699
58	COLDWATER CREEK INC	1,570					2,993
59	BUILDING MATERIALS HLDG CP			3,517		2,003	
60	GREAT ATLANTIC & PAC TEA CO		2,079			2,076	
61	NEXCEN BRANDS INC	-33,346				-38,255	
62	PRICE COMMUNICATIONS CORP	1,480				1,544	
63	TENERA INC		1,861			-4,142	
64	SPATIALIGHT INC	-30,927				-38,204	
65	GENERAL MAGIC INC	-14,098				-32,668	
66	COMMERCE ONE INC	-33,391				-188,041	
67	ELSINORE CORP	0,874				1,500	
68	VERSO TECHNOLOGIES INC	-2,330				-21,918	
69	AMERICA ONLINE LTN AMR	-25,678				-43,118	
70	DATATEC SYSTEMS INC			7,765			4,279
71	SOAPSTONE NETWORKS INC	-0,063				-5,521	
72	MEDICAL STAFFNG NTWRK HLDGS			3,894		-2,116	
73	EPRESENCE INC	0,370				0,835	
74	VIA NET WORKS INC	-4,569				-5,616	
75	MIDWAY GAMES INC		1,993			-7,202	
76	FRONTLINE CAPITAL GROUP	-6,149				-11,544	
77	JACKSON HEWITT TAX SERVICE	1,348				-0,839	
78	THQ INC	1,167				-1,632	
79	MOVIE GALLERY INC	1,688				-1,066	
80	BEARINGPOINT INC	-0,731				0,417	
81	ALLIED DEFENSE GROUP INC		1,976			1,612	
Z-Score	Μέση Τιμή	-15,539	2,019	4,180	-29,972	2,233	4,942
	Ελάχιστο	-351,542	1,837	2,796	-532,428	1,959	2,699
	Μέγιστο	1,756	2,406	7,765	1,791	2,525	18,451
	Τυπική Απόκλιση	50,595	0,183	1,201	92,421	0,204	3,979
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ	51 (63%)			59 (73%)		
	ΓΚΡΙ ΠΕΡΙΟΧΗ		11 (14%)			9 (11%)	
	ΥΓΙΕΙΣ			19 (23%)			13 (16%)
	ΣΦΑΛΜΑ ΤΥΠΟΥ Ι			19 (23%)			13 (16%)

Παρατηρείται ότι από τις 81 πτωχευμένες επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς $t = -1$, το 63% ταξινομήθηκε ορθά (51), το 23% εσφαλμένα (19), ενώ το 14% εμφανίστηκε στην γκρι περιοχή (11). Αντίστοιχα κατά το έτος αναφοράς $t = 0$, το 73% ταξινομήθηκε ορθά (59), το 16% εσφαλμένα (13), ενώ το 11% εμφανίστηκε στην γκρι περιοχή (9).

4.1.3.2 Z-Score Υγιών Επιχειρήσεων

Τα αποτελέσματα Z-Score των υγιών επιχειρήσεων βάσει του υποδείγματος του Altman και της ταξινόμησής τους συνοψίζονται στον πίνακα 16.

Πίνακας 16 - Z-Score Υγιών Επιχειρήσεων Βάσει Υποδείγματος Altman

α/α	Επωνυμία	Z-Score					
		t = -1			t = 0		
		<1,81	>1,81 <2,675	>2,675	<1,81	1,81-2,675	>2,675
1	ABRAXAS PETROLEUM CORP/NV	1,435				2,565	
2	CONTANGO OIL & GAS CO			3,115			2,821
3	UNITED GUARDIAN INC			4,984			4,281
4	PEREGRINE PHARMACEUTICALS INC	-4,858			-7,966		
5	INSITE VISION INC	-5,445			-7,760		
6	DISCOVERY LABORATORIES INC	-4,493			-10,857		
7	EMISPHERE TECHNOLOGIES INC	-4,855			-19,369		
8	STEMCELLS INC	-5,694			-6,434		
9	AKORN INC	1,207			0,607		
10	MERIDIAN BIOSCIENCE INC			5,255			5,974
11	CERUS CORP	-1,597			-4,324		
12	AXT INC	0,217			-0,531		
13	BALLANTYNE STRONG INC			3,407			4,180
14	GERON CORP	-7,087			-11,941		
15	PDF SOLUTIONS INC		2,302		1,706		
16	INSTEEL INDUSTRIES		2,035			1,877	
17	EMCORE CORP	-0,021			-1,131		
18	INTEVAC INC			5,257			3,720
19	LUMINEX CORP			3,074			3,369
20	CULP INC			2,835			3,036
21	DREW INDUSTRIES INC			4,035			4,825
22	CAMBREX CORP		2,307			2,222	
23	WINNEBAGO INDUSTRIES			7,619			7,678
24	QUAKER CHEMICAL CORP			3,301			3,265
25	ALBANY MOLECULAR RESEARCH INC		2,257			2,499	
26	SILICON GRAPHICS INTL CORP			4,773			3,127
27	PERRY ELLIS INTERNATIONAL INC		2,671				2,837
28	SPECTRUM PHARMACEUTICALS INC			3,410		2,364	
29	STANDEX INTERNATIONAL CORP			3,608			3,532
30	STANDARD MOTOR PRODS			3,908			4,482
31	SEMTECH CORP			3,373			4,054
32	WAUSAU PAPER CORP			3,399			3,915
33	LA-Z-BOY INC			4,026			4,276
34	TREDEGAR CORP			3,630			3,036
35	UNIVERSAL FOREST PRODS INC			4,429			4,422
36	PHOTRONICS INC	1,365			1,698		
37	SANDERSON FARMS INC			5,691			5,137
38	OXFORD INDUSTRIES INC			3,477		2,596	
39	ENTEGRIS INC		2,431			2,019	
40	FLOWERS FOODS INC			4,725			4,732
41	DONALDSON CO INC			5,343			5,536
42	AMERICAN AXLE & MFG HOLDINGS		2,415		0,210		
43	JARDEN CORP		2,650				2,838
44	BALL CORP			4,730			4,913
45	AK STEEL HOLDING CORP	1,399			1,223		
46	HAWAIIAN HOLDINGS INC	-81,993			-75,355		
47	FRP HOLDINGS INC		2,043			2,257	
48	PENDRELL CORP	-4,734			-5,547		
49	KIRBY CORP			3,138			2,751

50	CABLEVISION SYSTEMS CORP	-3,735			-1,208		
51	ALLIANCE ONE INTL INC		2,129			2,576	
52	WORLD FUEL SERVICES CORP			11,542			10,753
53	SYSCO CORP			10,236			10,481
54	DESTINATION XL GROUP INC		2,395				3,462
55	VILLAGE SUPER MARKET			5,338			5,095
56	HAVERTY FURNITURE			3,460			3,603
57	TRANS WORLD ENTERTAINMENT CORP		2,561				2,960
58	FASTENAL CO			8,386			7,653
59	CHICOS FAS INC			4,106			4,724
60	BON TON STORES INC			3,178		2,472	
61	WHOLE FOODS MARKET INC			4,213			4,572
62	CEVA INC		2,094				2,736
63	RESEARCH FRONTIERS INC	-11,233			-13,189		
64	SMITH MICRO SOFTWARE INC	0,398			-1,599		
65	VERSAR INC			3,002			2,865
66	TRAVELZOO INC			7,710			13,390
67	HEALTHSTREAM INC	0,623			0,419		
68	AWARE INC		2,008		1,689		
69	FALCONSTOR SOFTWARE INC			5,993			5,077
70	MONARCH CASINO & RESORT INC			3,127			5,954
71	NIC INC			10,169			10,951
72	ULTIMATE SOFTWARE GROUP INC			8,647			4,796
73	BROADVISION INC	-5,279				2,512	
74	KFORCE INC			4,432			4,574
75	CARRIAGE SERVICES INC	0,473			0,669		
76	ACI WORLDWIDE INC			3,437			3,461
77	ARC DOCUMENT SOLUTIONS INC			3,681		2,615	
78	PTC INC		2,262			2,537	
79	TOWERS WATSON & CO			3,347			3,175
80	NETFLIX INC			22,959			5,471
81	SIMON WORLDWIDE INC	-11,231			-16,410		
Z-Score	Μέση Τιμή	-6,597	2,304	5,261	-7,626	2,393	4,855
	Ελάχιστο	-81,993	2,008	2,835	-75,355	1,877	2,736
	Μέγιστο	1,435	2,671	22,959	1,706	2,615	13,390
	Τυπική Απόκλιση	16,885	0,210	3,429	15,675	0,225	2,373
ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ	22 (27%)			23 (28%)		
	ΓΚΡΙ ΠΕΡΙΟΧΗ		15 (19%)			13 (16%)	
	ΥΓΙΕΙΣ			44 (54%)			45 (56%)
	ΣΦΑΛΜΑ ΤΥΠΟΥ	22 (27%)			23 (28%)		

Παρατηρείται ότι από τις 81 υγιείς επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς $t = -1$, το 54% ταξινομήθηκε ορθά (44), το 27% εσφαλμένα (22), ενώ το 19% εμφανίστηκε στην γκρι περιοχή (15). Αντίστοιχα κατά το έτος αναφοράς $t = 0$, το 56% ταξινομήθηκε ορθά (45), το 28% εσφαλμένα (23), ενώ το 16% εμφανίστηκε στην γκρι περιοχή (13).

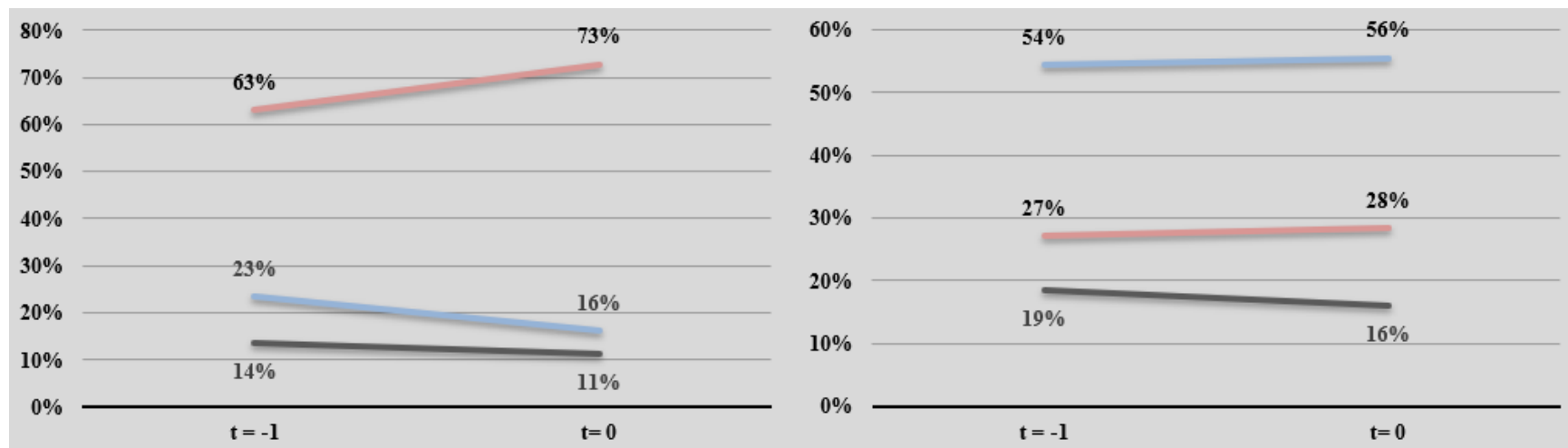
4.1.3.3 Σύνοψη Z-Score - Ταξινόμησης Επιχειρήσεων

Η σύνοψη της ταξινόμησης αμφοτέρων των υγιών και των πτωχευμένων επιχειρήσεων βάσει του υποδείγματος του Altman, συνοψίζονται στον πίνακα 17.

Πίνακας 17 - Σύνοψη Ταξινόμησης Επιχειρήσεων Βάσει Υποδείγματος Altman

		ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ		
		ΟΡΘΗ	ΓΚΡΙ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΣΦΑΛΜΕΝΗ
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (81)	51 (63%)	11 (14%)	19 (23%)
t = 0		59 (73%)	9 (11%)	13 (16%)
ΣΥΝΟΛΑ		68%	12%	20%
t = -1	ΥΓΙΕΙΣ (81)	44 (54%)	15 (19%)	22 (27%)
t = 0		45 (56%)	13 (16%)	23 (28%)
ΣΥΝΟΛΑ		55%	17%	28%
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (81)	51 (63%)	11 (14%)	19 (23%)
	ΥΓΙΕΙΣ (81)	44 (54%)	15 (19%)	22 (27%)
	ΣΥΝΟΛΑ	95 (59%)	26 (16%)	41 (25%)
t = 0	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (81)	59 (73%)	9 (11%)	13 (16%)
	ΥΓΙΕΙΣ (81)	45 (56%)	13 (16%)	23 (28%)
	ΣΥΝΟΛΑ	104 (64%)	22 (14%)	36 (22%)

Παρατηρείται ότι για το σύνολο των ετών αναφοράς, οι πτωχευμένες είχαν ορθή ταξινόμηση σε ποσοστό 68%, σε γκρι περιοχή 12% και ασφαλή ταξινόμηση 20%. Αντίστοιχα οι υγιείς είχαν ορθή ταξινόμηση σε ποσοστό 55%, σε γκρι περιοχή 17% και ασφαλή ταξινόμηση 28%. Εν τω συνόλω από τις 162 επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς $t = -1$, το 59% ταξινομήθηκε ορθά (95), το 25% ασφαλή (41), ενώ το 16% εμφανίστηκε στην γκρι περιοχή (26). Αντίστοιχα κατά το έτος αναφοράς $t = 0$, το 64% ταξινομήθηκε ορθά (104), το 22% ασφαλή (36), ενώ το 14% εμφανίστηκε στην γκρι περιοχή (22). Τα ανωτέρω αποτυπώνονται στα ακόλουθα διαγράμματα.



Διάγραμμα 11 - Ταξινόμηση Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων Βάσει Υποδείγματος Altman

Κατά το διαρρέυσαν χρονικό διάστημα σημειώθηκε αύξηση της ορθής ταξινόμησης των πτωχευμένων επιχειρήσεων κατά 10 ποσοστιαίες μονάδες από το 63% στο 73% (περί 16% αύξηση), μείωση της εσφαλμένης ταξινόμησης κατά 7 ποσοστιαίες μονάδες από 23% στο 16% (περί 30% μείωση) και μείωση της ταξινόμησης στην γκρι περιοχή κατά 3 ποσοστιαίες μονάδες από 14% στο 11% (περί 21% μείωση), γεγονός-τάση που αναδεικνύει, σε πρώτη ανάγνωση, **την ορθότητα** της προβλεπτικής λογικής του εν λόγω μοντέλου. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα σημειώθηκε αύξηση της ορθής ταξινόμησης των υγιών επιχειρήσεων κατά 2 ποσοστιαίες μονάδες από 54% στο 56% (περί 4% αύξηση), αύξηση της εσφαλμένης ταξινόμησης κατά 1 ποσοστιαία μονάδα από 27% στο 28% (περί 4% αύξηση) και μείωση της ταξινόμησης στην γκρι περιοχή κατά 3 ποσοστιαίες μονάδες από 19% στο 16% (περί 16% μείωση), γεγονός-τάση που δεν αναδεικνύει, με μια πρώτη ματιά, **την ορθότητα** της προβλεπτικής λογικής του εν λόγω μοντέλου καθώς κανείς θα περίμενε να παρουσιάσει σημαντική αύξηση της ορθής ταξινόμησης των υγιών επιχειρήσεων και μείωση της εσφαλμένης με την πάροδο των ετών.

Για την ερμηνεία των ανωτέρω μεταβολών των ταξινομήσεων από το έτος αναφοράς $t = -1$ στο έτος αναφοράς $t = 0$, αναλύθηκαν τα συγκεντρωτικά Z-Score αμφοτέρων των επιχειρήσεων τα οποία είχαν όπως παρακάτω :

Πίνακας 18 - Σύνοψη Z-Score Επιχειρήσεων Βάσει Υποδείγματος Altman

		Z-Score					
		$t = -1$			$t = 0$		
		<1,81	>1,81 <2,675	>2,675	<1,81	>1,81 <2,675	>2,675
Z-Score Πτωχευμένων	Μέση Τιμή	-15,539	2,019	4,180	-29,972	2,233	4,942
	Ελάχιστο	-351,542	1,837	2,796	-532,428	1,959	2,699
	Μέγιστο	1,756	2,406	7,765	1,791	2,525	18,451
	Τυπική Απόκλιση	50,595	0,183	1,201	92,421	0,204	3,979
Ταξινόμηση		51	11	19	59	9	13
Z-Score Υγιών	Μέση Τιμή	-6,597	2,304	5,261	-7,626	2,393	4,855
	Ελάχιστο	-81,993	2,008	2,835	-75,355	1,877	2,736
	Μέγιστο	1,435	2,671	22,959	1,706	2,615	13,390
	Τυπική Απόκλιση	16,885	0,210	3,429	15,675	0,225	2,373
Ταξινόμηση		22	15	44	23	13	45

- Πτωχευμένες επιχειρήσεις

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η πλειοψηφία των πτωχευμένων επιχειρήσεων, από το έτος αναφοράς $t = -1$ στο $t = 0$, παρουσίασαν **σημαντική μείωση** στους **τέσσερις** από τους πέντε δείκτες και μόλις σε **έναν** **σημαντική αύξηση** (όπως φαίνεται στον πίνακα 14), γίνεται αντιληπτός ο λόγος της αντίστοιχης αύξησης των ταξινομημένων ως πτωχευμένες (από 51 σε 59, ήτοι περί 16%), η μείωση των ταξινομημένων ως υγιών (από 19 σε 13, ήτοι περί 32%) καθώς και η μείωση στην γκρι περιοχή (από 11 σε 9, ήτοι περί 18%).

- Υγιείς επιχειρήσεις

Λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι η πλειοψηφία των υγιών επιχειρήσεων, από το έτος αναφοράς $t = -1$ στο $t = 0$, παρουσίασαν **σχετικά σημαντική μείωση** στους **τρεις** από τους πέντε δείκτες και σε **δύο** **σχετική αύξηση** (όπως φαίνεται στον πίνακα 14), γίνεται αντιληπτός ο λόγος της αντίστοιχης αύξησης των ταξινομημένων ως υγιών (από 44 σε 45, ήτοι περί 2%), η αύξηση των ταξινομημένων ως πτωχευμένων (από 22 σε 23, ήτοι περί 5%) καθώς και η μείωση στην γκρι περιοχή (από 15 σε 13, ήτοι περί 13%).

4.2 Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας

Από την εφαρμογή του Λογαριθμικού Υποδείγματος Πιθανότητας κατά το έτος αναφοράς $t = -1$ προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα :

Πίνακας 19 - Ταξινόμηση Επιχειρήσεων Βάσει Υποδείγματος Logit ($t = -1$)

Classification Table ^a					
Observed	Κατάσταση	Predicted		Percentage Correct	
		Πτωχευμένη	Υγιής		
Step 1	Κατάσταση	Πτωχευμένη	55	26	67,9
		Υγιής	23	58	71,6
Overall Percentage					69,8

a. The cut value is ,500

Variables in the Equation							
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	WC/TA[-1]	1,559	,757	4,242	1	,039	4,756
	RET/TA[-1]	,081	,075	1,168	1	,280	1,085
	EBIT/TA[-1]	1,312	,840	2,438	1	,118	3,713
	MV/BV[-1]	,179	,064	7,873	1	,005	1,196
	REV/TA[-1]	,237	,069	11,983	1	,001	1,268
	Constant	-,890	,328	7,382	1	,007	,410

a. Variable(s) entered on step 1: WC/TA[-1] , RET/TA[-1] , EBIT/TA[-1] , MV/BV[-1] , REV/TA[-1] .

Παρατηρείται ότι από τις 81 πτωχευμένες επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς $t = -1$, το 67,9% ταξινομήθηκε ορθά (55), ενώ το 32,1% εσφαλμένα (26). Αντίστοιχα από τις 81 υγιείς επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς $t = -1$, το 71,6% ταξινομήθηκε ορθά (58), ενώ το 28,4% εσφαλμένα (26).

Από την εφαρμογή του Λογαριθμικού Υποδείγματος Πιθανότητας κατά το έτος αναφοράς $t = 0$ προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα :

Πίνακας 20 - Ταξινόμηση Επιχειρήσεων Βάσει Υποδείγματος Logit (t = 0)

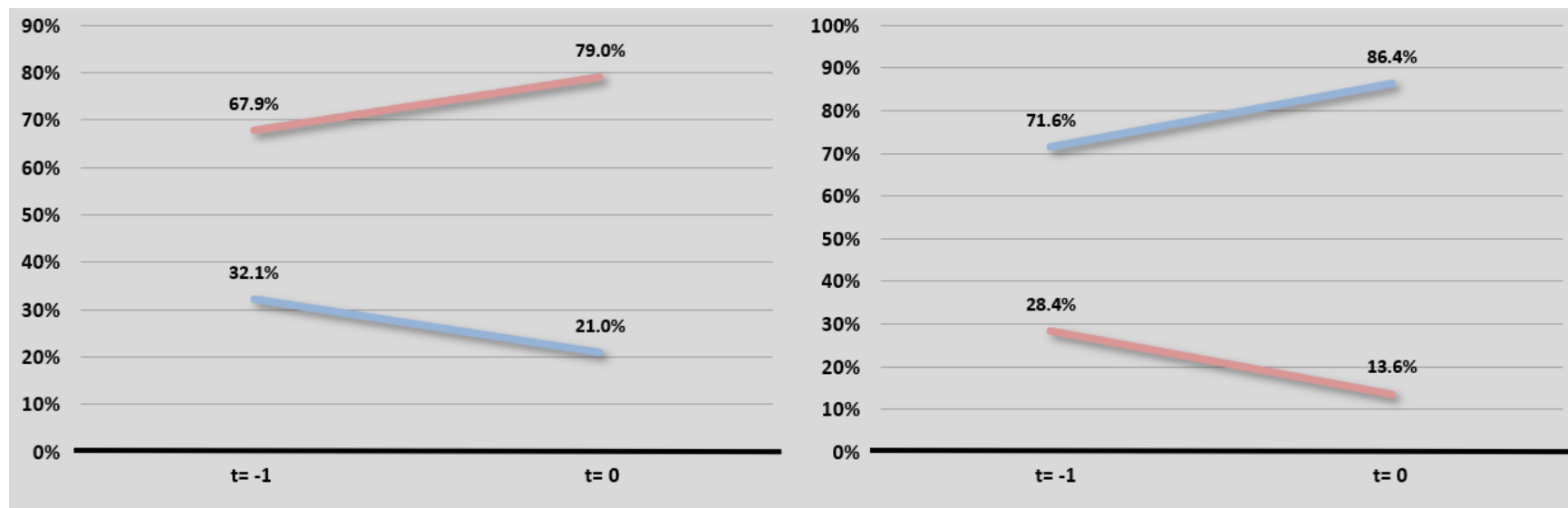
Classification Table^a							
Observed	Κατάσταση	Predicted		Percentage Correct			
		Πτωχευμένη	Υγιής				
Step 1	Κατάσταση	Πτωχευμένη	64	17	79,0		
		Υγιής	11	70	86,4		
Overall Percentage					82,7		
a. The cut value is ,500							
Variables in the Equation							
		B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)
Step 1 ^a	WC/TA[0]	1,170	,538	4,730	1	,030	3,223
	RET/TA[0]	-,021	,021	,974	1	,324	,980
	EBIT/TA[0]	2,183	,683	10,211	1	,001	8,871
	MV/BV[0]	,272	,088	9,448	1	,002	1,312
	REV/TA[0]	-,248	,178	1,937	1	,164	,781
	Constant	-,095	,366	,068	1	,795	,909
a. Variable(s) entered on step 1: WC/TA[0] , RET/TA[0] , EBIT/TA[0] , MV/BV[0] , REV/TA[0] .							

Παρατηρείται ότι από τις 81 πτωχευμένες επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς t = 0, το 79% ταξινομήθηκαν ορθά (64), ενώ το 21% εσφαλμένα (17). Αντίστοιχα από τις 81 υγιείς επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς t = 0, το 86,4% ταξινομήθηκε ορθά (70), ενώ το 13,6% εσφαλμένα (11).

**Πίνακας 21 - Σύνοψη Ταξινόμησης Επιχειρήσεων
Βάσει Λογαριθμικού Υποδείγματος Πιθανότητας**

		ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	
		ΟΡΘΗ	ΕΣΦΑΛΜΕΝΗ
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (81)	55 (67,9%)	26 (32,1%)
t = 0		64 (79%)	17 (21%)
ΣΥΝΟΛΑ		73,5%	26,5%
t = -1	ΥΓΙΕΙΣ (81)	58 (71,6%)	23 (28,4%)
t = 0		70 (86,4%)	11 (13,6%)
ΣΥΝΟΛΑ		79%	21%
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (81)	55 (67,9%)	26 (32,1%)
	ΥΓΙΕΙΣ (81)	58 (71,6%)	23 (28,4%)
	ΣΥΝΟΛΑ	113 (69,8%)	49 (30,2%)
t = 0	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (81)	64 (79%)	17 (21%)
	ΥΓΙΕΙΣ (81)	70 (86,4%)	11 (13,6%)
	ΣΥΝΟΛΑ	134 (82,7%)	28 (17,3%)

Παρατηρείται ότι για το σύνολο των ετών αναφοράς, οι πτωχευμένες είχαν ορθή ταξινόμηση σε ποσοστό 73,5% και εσφαλμένη ταξινόμηση 26,5%. Αντίστοιχα οι υγιείς είχαν ορθή ταξινόμηση σε ποσοστό 79% και εσφαλμένη ταξινόμηση 21%. Εν τω συνόλω από τις 162 επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς $t = -1$, το 69,8% ταξινομήθηκε ορθά (113) και το 30,2% εσφαλμένα (49). Αντίστοιχα κατά το έτος αναφοράς $t = 0$, το 82,7% ταξινομήθηκε ορθά (134) και το 17,3% εσφαλμένα (28). Τα ανωτέρω αποτυπώνονται στα ακόλουθα διαγράμματα.



**Διάγραμμα 12 - Ταξινόμηση Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων
Βάσει Λογαριθμικού Υποδείγματος Πιθανότητας**

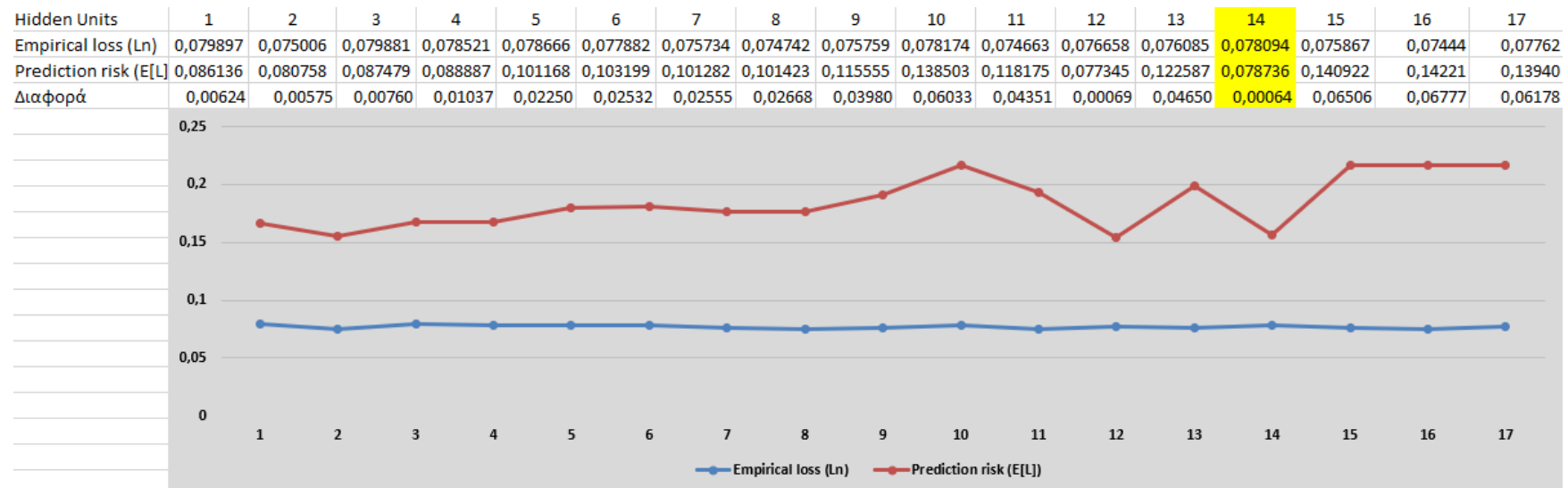
Κατά το διαρρέυσαν χρονικό διάστημα σημειώθηκε αύξηση της ορθής ταξινόμησης των πτωχευμένων επιχειρήσεων κατά 11 ποσοστιαίες μονάδες από το 67,9% στο 79% (περί 16% αύξηση) και μείωση της εσφαλμένης ταξινόμησης κατά 11 ποσοστιαίες μονάδες από το 32,1% στο 21% (περί 35% μείωση), γεγονός-τάση που αναδεικνύει, σε πρώτη ανάγνωση, **την ορθότητα** της προβλεπτικής λογικής του εν λόγω μοντέλου. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα σημειώθηκε αύξηση της ορθής ταξινόμησης των υγιών επιχειρήσεων κατά 15 ποσοστιαίες μονάδες από το 71,6% στο 86,4% (περί 21% αύξηση) και μείωση της εσφαλμένης ταξινόμησης κατά 15 ποσοστιαίες μονάδες από το 28,4% στο 13,6% (περί 52% μείωση), γεγονός-τάση που αναδεικνύει, με μια πρώτη ματιά, **την ορθότητα** της προβλεπτικής λογικής του εν λόγω μοντέλου.

4.3 Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα

Για την εφαρμογή των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων, το επιλεχθέν δείγμα διαχωρίστηκε περαιτέρω όπως παρακάτω :

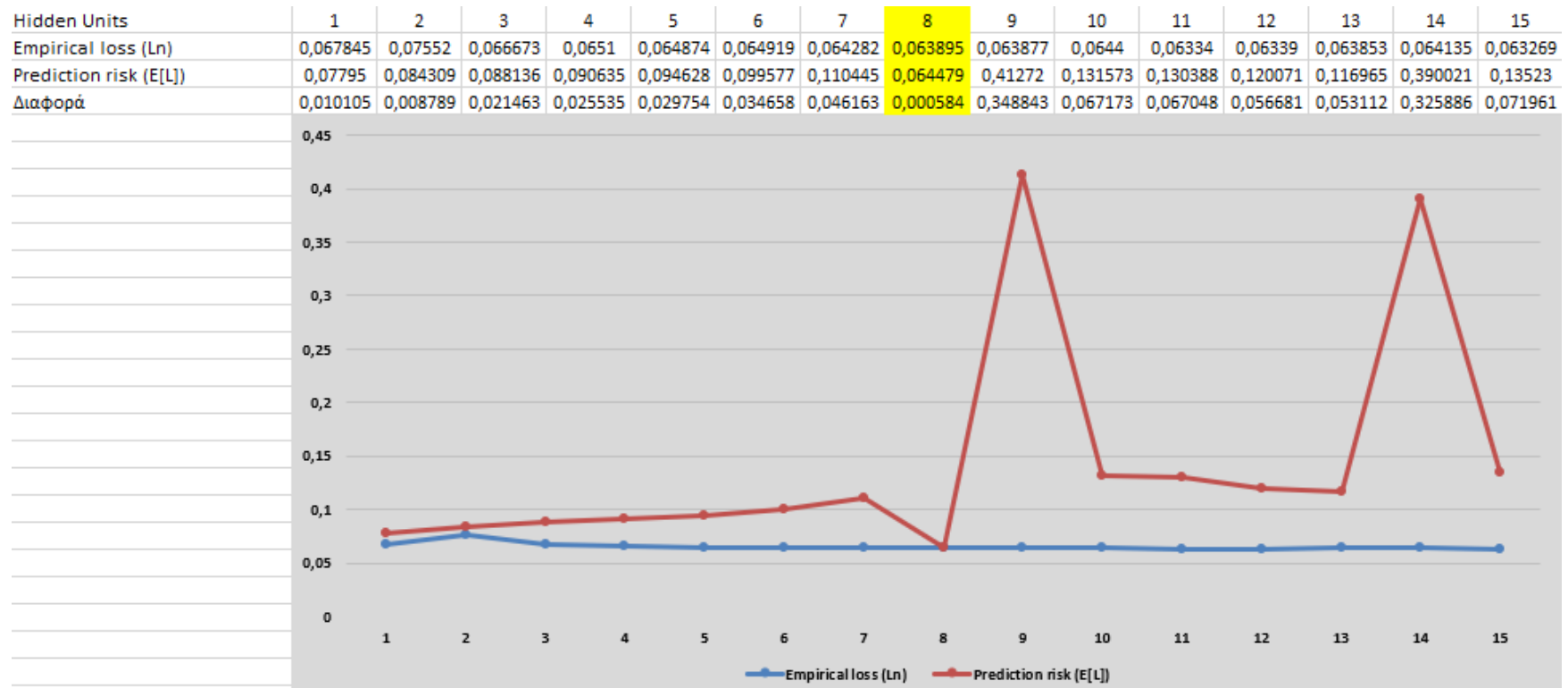
Για έκαστο εκ των ετών αναφοράς ($t = -1$ και $t = 0$), οι 81 πωχευμένες επιχειρήσεις επιμερίστηκαν σε δύο υποσύνολα των 57 και 24 επιχειρήσεων (περίπου αναλογία 70% προς 30%). Το αυτό υλοποιήθηκε και για τις 81 αντίστοιχες υγιείς. Το πρώτο υποσύνολο των 57 επιχειρήσεων χρησιμοποιήθηκε ως δείγμα εκπαίδευσης του υποδείγματος ενώ το δεύτερο των 24 επιχειρήσεων, ως δείγμα ελέγχου της προβλεπτικής ικανότητας του μοντέλου, βάσει των συμπερασμάτων του υποδείγματος εκπαίδευσης.

Για το δείγμα εκπαίδευσης κατά το έτος αναφοράς ($t = -1$) επιλέχθηκαν 14 κρυφά επίπεδα, καθότι σε αυτά ελαχιστοποιούνταν η διαφορά μεταξύ εμπειρικού σφάλματος και κινδύνου πρόβλεψης.



**Διάγραμμα 13 - Εμπειρικό Σφάλμα / Κίνδυνος Πρόβλεψης Δείγματος Εκπαίδευσης
Κατά το Έτος Αναφοράς ($t = -1$)**

Για το δείγμα εκπαίδευσης κατά το έτος αναφοράς ($t=0$) επιλέχθηκαν 8 κρυφά επίπεδα, καθότι σε αυτά ελαχιστοποιούνταν η διαφορά μεταξύ εμπειρικού σφάλματος και κινδύνου πρόβλεψης.



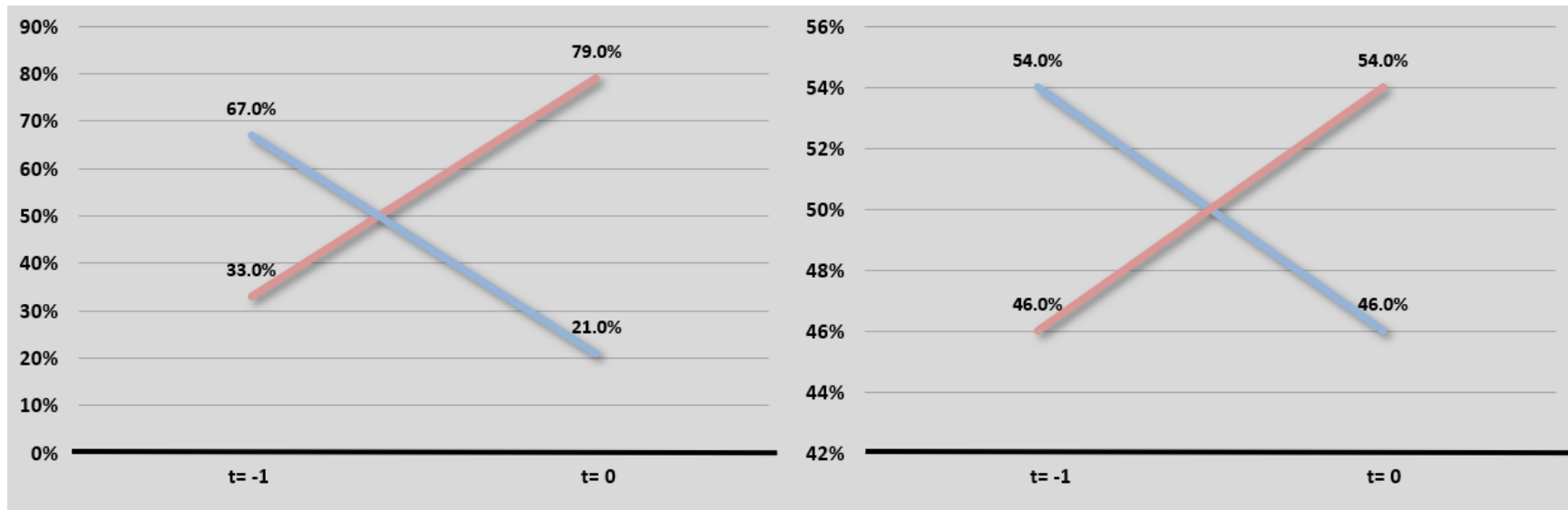
**Διάγραμμα 14 - Εμπειρικό Σφάλμα / Κίνδυνος Πρόβλεψης Δείγματος Εκπαίδευσης
Κατά το Έτος Αναφοράς ($t=0$)**

Μετά την εφαρμογή του μοντέλου, προέκυψαν τα παρακάτω αποτελέσματα :

**Πίνακας 22 - Σύνοψη Ταξινόμησης Επιχειρήσεων
Βάσει Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων**

		ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	
		ΟΡΘΗ	ΕΣΦΑΛΜΕΝΗ
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (24)	8 (33%)	16 (67%)
t = 0		19 (79%)	5 (21%)
ΣΥΝΟΛΑ		56,3%	43,7%
t = -1	ΥΓΙΕΙΣ (24)	13 (54%)	11 (46%)
t = 0		11 (46%)	13 (54%)
ΣΥΝΟΛΑ		50%	50%
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (24)	8 (33%)	16 (67%)
	ΥΓΙΕΙΣ (24)	13 (54%)	11 (46%)
	ΣΥΝΟΛΑ	21 (44%)	27 (56%)
t = 0	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ (24)	19 (79%)	5 (21%)
	ΥΓΙΕΙΣ (24)	11 (46%)	13 (54%)
	ΣΥΝΟΛΑ	30 (63%)	18 (37%)

Παρατηρείται ότι για το σύνολο των ετών αναφοράς, οι πτωχευμένες είχαν ορθή ταξινόμηση σε ποσοστό 56,3% και εσφαλμένη ταξινόμηση 43,7%. Αντίστοιχα οι υγιείς είχαν ορθή ταξινόμηση σε ποσοστό 50% και εσφαλμένη ταξινόμηση 50%. Εν τω συνόλω από τις 48 επιχειρήσεις, κατά το έτος αναφοράς $t = -1$, το 44% ταξινομήθηκε ορθά (21) και το 56% εσφαλμένα (27). Αντίστοιχα κατά το έτος αναφοράς $t = 0$, το 63% ταξινομήθηκε ορθά (30) και το 37% εσφαλμένα (18). Τα ανωτέρω αποτυπώνονται στα ακόλουθα διαγράμματα.



**Διάγραμμα 15 - Ταξινόμηση Πτωχευμένων (Αριστερά) και Υγιών (Δεξιά) Επιχειρήσεων
Βάσει Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων**

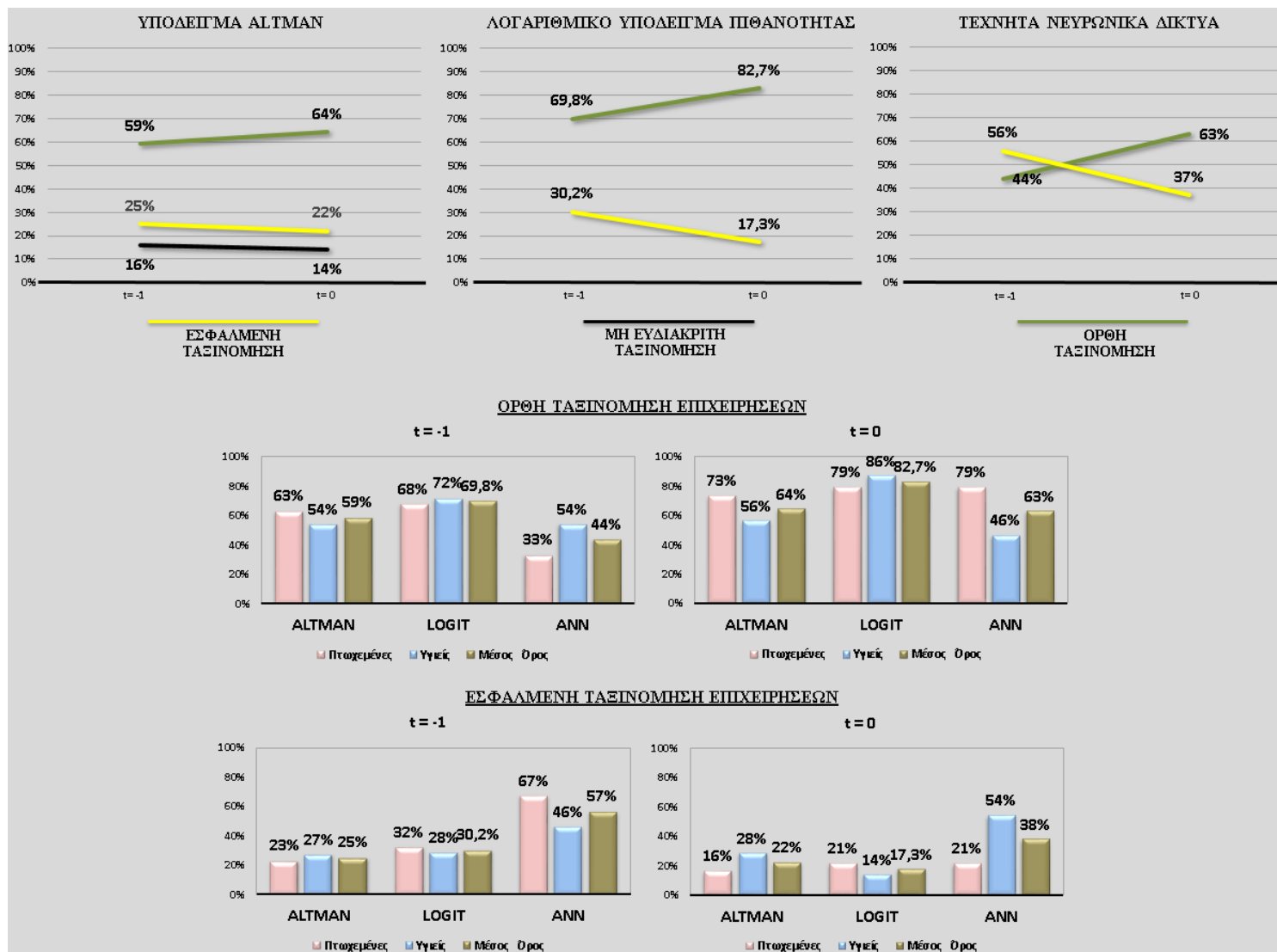
Κατά το διαρρεύσαν χρονικό διάστημα σημειώθηκε αύξηση της ορθής ταξινόμησης των πτωχευμένων επιχειρήσεων κατά 46 ποσοστιαίες μονάδες από το 33% στο 79% (περί 139% αύξηση) και μείωση της εσφαλμένης ταξινόμησης κατά 46 ποσοστιαίες μονάδες από το 67% στο 21% (περί 69% μείωση), γεγονός-τάση **που αναδεικνύει**, σε πρώτη ανάγνωση, **την ορθότητα** της προβλεπτικής λογικής του εν λόγω μοντέλου. Κατά το ίδιο χρονικό διάστημα σημειώθηκε μείωση της ορθής ταξινόμησης των υγιών επιχειρήσεων κατά 8 ποσοστιαίες μονάδες από το 54% στο 46% (περί 15% μείωση) και αύξηση της εσφαλμένης ταξινόμησης κατά 8 ποσοστιαίες μονάδες από το 46% στο 54% (περί 17% αύξηση), γεγονός-τάση **που δεν αναδεικνύει**, με μια πρώτη ματιά, **την ορθότητα** της προβλεπτικής λογικής του εν λόγω μοντέλου.

4.4 Σύνοψη Ταξινόμησης Επιχειρήσεων Βάσει των Τριών Υποδειγμάτων

Για την πληρέστερη κατανόηση της προβλεπτικής ικανότητας των τριών υποδειγμάτων, όπως αυτή εξήχθη στην παρούσα μελέτη, παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα η σύνοψη της ταξινόμησης των επιχειρήσεων βάσει αυτών, ενώ ακολούθως αποτυπώνονται τα εν λόγω δεδομένα σε διαγραμματική μορφή. Γίνεται φανερό πως μεταξύ των τριών μοντέλων, το Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας παρουσίασε τα μεγαλύτερα ποσοστά ορθής ταξινόμησης και αντίστοιχα τα μικρότερα ποσοστά εσφαλμένης ταξινόμησης για το σύνολο των ετών αναφοράς, ακολουθούμενο από το Υπόδειγμα του Altman και τέλος τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα.

Πίνακας 23 - Σύνοψη Ταξινόμησης Επιχειρήσεων

		ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΒΑΣΕΙ ΥΠΟΔΕΙΓΜΑΤΟΣ						
		ALTMAN			LOGIT		ANN	
		ΟΡΘΗ	ΓΚΡΙ ΠΕΡΙΟΧΗ	ΕΣΦΑΛΜΕΝΗ	ΟΡΘΗ	ΕΣΦΑΛΜΕΝΗ	ΟΡΘΗ	ΕΣΦΑΛΜΕΝΗ
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ	51 (63%)	11 (14%)	19 (23%)	55 (67,9%)	26 (32,1%)	8 (33%)	16 (67%)
t = 0		59 (73%)	9 (11%)	13 (16%)	64 (79%)	17 (21%)	19 (79%)	5 (21%)
ΣΥΝΟΛΑ		68%	12%	20%	73,5%	26,5%	56,3%	43,7%
t = -1	ΥΓΙΕΙΣ	44 (54%)	15 (19%)	22 (27%)	58 (71,6%)	23 (28,4%)	13 (54%)	11 (46%)
t = 0		45 (56%)	13 (16%)	23 (28%)	70 (86,4%)	11 (13,6%)	11 (46%)	13 (54%)
ΣΥΝΟΛΑ		55%	17%	28%	79%	21%	50%	50%
t = -1	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ	51 (63%)	11 (14%)	19 (23%)	55 (67,9%)	26 (32,1%)	8 (33%)	16 (67%)
	ΥΓΙΕΙΣ	44 (54%)	15 (19%)	22 (27%)	58 (71,6%)	23 (28,4%)	13 (54%)	11 (46%)
	ΣΥΝΟΛΑ	95 (59%)	26 (16%)	41 (25%)	113 (69,8%)	49 (30,2%)	21 (44%)	27 (56%)
t = 0	ΠΤΩΧΕΥΜΕΝΕΣ	59 (73%)	9 (11%)	13 (16%)	64 (79%)	17 (21%)	19 (79%)	5 (21%)
	ΥΓΙΕΙΣ	45 (56%)	13 (16%)	23 (28%)	70 (86,4%)	11 (13,6%)	11 (46%)	13 (54%)
	ΣΥΝΟΛΑ	104 (64%)	22 (14%)	36 (22%)	134 (82,7%)	28 (17,3%)	30 (63%)	18 (37%)



Διάγραμμα 16 - Συνολικά Ποσοστά Ταξινόμησης Επιχειρήσεων των Τριών Μοντέλων

4.5 Περιορισμοί Έρευνας

4.5.1 Αξιοπιστία Οικονομικών Καταστάσεων

Η αξιολόγηση της προβλεπτικής ικανότητας των τριών προς μελέτη μοντέλων, εδράζεται αμιγώς σε δεδομένα, όπως αυτά αποτυπώνονται στις δημοσιευμένες οικονομικές καταστάσεις των επιχειρήσεων του ληφθέντος δείγματος. Τα συγκεκριμένα οικονομικά δεδομένα τροφοδοτούν τις ανεξάρτητες μεταβλητές των εν λόγω υποδειγμάτων και καθορίζουν την απόδοση ενός εκάστου. Ως εκ τούτου πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι ενδεχόμενη παραποίηση των οικονομικών καταστάσεων (που έχει αποδειχτεί πολλακώς) επιδρά καθοριστικά στην επιτυχή ή μη ταξινόμηση των εξετασθέντων επιχειρήσεων.

4.5.2 Επιχειρηματικό Περιβάλλον και Εξωγενείς Παράγοντες

Το περιβάλλον στο οποίο δραστηριοποιούνται οι επιλεγθείσες οντότητες, δεν αποτελεί έναν “αποστειρωμένο” χώρο στον οποίο ενεργούν απρόσκοπτα, αμιγώς με επιχειρηματικά κριτήρια. Υφίστανται πολυάριθμοι εξωγενείς παράγοντες που, δυνητικά, μπορούν να οδηγήσουν μια επιχείρηση σε πτώχευση ή σε αναπάντεχη ανάπτυξη, γεγονός που δε θα ήταν δυνατό να εντοπιστεί από τα έως τότε οικονομικά τους δεδομένα. Τέτοιοι παράγοντες αποτελούν η απότομη μεταβολή του νομικού πλαισίου (π.χ. μια εταιρία που κατασκευάζει πλαστικά μιας χρήσης, με το νέο νομικό πλαίσιο κινδυνεύει να απαξιωθεί αν δεν προσαρμοστεί στα νέα δεδομένα), του φυσικού περιβάλλοντος (π.χ. μια φυσική καταστροφή όπως πυρκαγιά, πλημύρα μπορεί να οδηγήσει σε πτώχευση), των πολιτικών δεδομένων (π.χ. αλλαγή πολιτικής αναφορικά με την πράσινη ενέργεια δύναται να δώσει ώθηση σε επιχειρήσεις του εν λόγω κλάδου), της εξάρτησης της επιχείρησης από την πορεία άλλων επιχειρήσεων (π.χ. μια εταιρία προμηθεύεται πρώτες ύλες αποκλειστικά από έναν προμηθευτή, ο οποίος για δικούς του λόγους πτωχεύει) κ.α. Οι ανωτέρω παράγοντες δε θα ήταν δυνατό να αποτυπωθούν στις οικονομικές καταστάσεις και ως εκ τούτου να ληφθούν υπόψη κατά την αξιολόγηση του δείγματος.

4.5.3 Επιλογή Δείγματος

Αποτελεί ίσως το σημαντικότερο παράγοντα για την εξαγωγή κατάλληλων συμπερασμάτων. Η επιλογή του δείγματος είναι η πλέον ουσιαστική βάση, επί της οποίας ενεργούνται όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί των υποδειγμάτων πρόβλεψης. Ως εκ τούτου κατά τη διαμόρφωσή του θα πρέπει να εξετάζονται πολυάριθμοι παράγοντες που θα επιτρέπουν να χαρακτηριστεί το δείγμα ως αμερόληπτο. Το είδος της επιχειρηματικής δράσης (συνάφεια αντικειμένου), το μέγεθος των εταιριών, ο γεωγραφικός χώρος στον οποίο δραστηριοποιούνται/δραστηριοποιούνταν, η χρονική περίοδος κατά την οποία λειτουργούν/λειτουργήσαν κ.α. Από την άλλη μεριά η εφαρμογή αυτών των πολυάριθμων φίλτρων, οδηγεί σε σημαντικό περιορισμό του μεγέθους του δείγματος, καθιστώντας το "φτωχό" από στατιστικής άποψης. Ως εκ τούτου απαιτείται η εξεύρεση της χρυσής τομής μεταξύ αμεροληψίας και μεγέθους του επιλεγθέντος δείγματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η παρούσα μελέτη είχε τους κάτωθι αντικειμενικούς σκοπούς :

- Την εξέταση της αποτελεσματικότητας τριών γνωστών και ευρέως χρησιμοποιούμενων μοντέλων πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας,
- Τη συγκριτική τους αξιολόγηση,
- Την εξαγωγή συμπερασμάτων περί του βαθμού αξιοπιστίας ενός εκάστου,
- Την υποβολή ανάλογων προτάσεων επί των εξαχθέντων συμπερασμάτων.

Σε συνέχεια των ανωτέρω, κλήθηκαν να απαντηθούν τα εξής ερευνητικά ερωτήματα :

- Ποια είναι τα κυριότερα μοντέλα πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας που έχει αναπτύξει η επιστημονική κοινότητα;
- Από τα παραπάνω μοντέλα, ποιων η σταχυολόγηση προκρίνεται και γιατί;
- Ποιο θα είναι το δείγμα προς εξέταση;
- Ποια είναι η αποτελεσματικότητα ως προς την προβλεπτική ικανότητα των εν λόγω μοντέλων;
- Κατά τη συγκριτική τους αξιολόγηση, ποιο υπερέχει εξ αυτών;
- Ποια είναι τα τελικά συμπεράσματα από την ανωτέρω διαδικασία και τι προτάσεις προς περαιτέρω διερεύνηση ανακύπτουν;

Ως εκ τούτου, πραγματοποιήθηκε εμπειρική ανάλυση σε δείγμα 81 πτωχευμένων και 81 μη πτωχευμένων εταιριών των Η.Π.Α, επί του οποίου (δείγματος) εφαρμόστηκαν τα παρακάτω μοντέλα :

1. Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση (MDA) Altman Z-SCORE (1968).
2. Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας (Logit).
3. Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ANN).

Εν κατακλείδι από τα ανωτέρω, το Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας παρουσιάστηκε ως το πιο αποτελεσματικό ως προς την πρόβλεψη της εταιρικής αποτυχίας κατά το χρόνο ακριβώς προ της πτώχευσης (t) όσο και κατά το αμέσως προηγούμενο έτος ($t-1$), με αμέσως επόμενο την Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση (MDA) και ακολούθως τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ANN).

Συγκεκριμένα, κατά το έτος αναφορά ($t = -1$), το **Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας** ταξινόμησε ορθά τις επιχειρήσεις σε ποσοστό **70%** (68% τις πτωχευμένες και 72% τις υγιείς), το **Υπόδειγμα Altman** σε ποσοστό **59%** (63% τις πτωχευμένες και 54% τις υγιείς) ενώ τα **Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα** σε ποσοστό **44%** (33% τις πτωχευμένες και 54% τις υγιείς).

Κατά το έτος αναφορά ($t = 0$), το **Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας** ταξινόμησε ορθά τις επιχειρήσεις σε ποσοστό **83%** (79% τις πτωχευμένες και 86% τις υγιείς), το **Υπόδειγμα Altman** σε ποσοστό **64%** (73% τις πτωχευμένες και 56% τις υγιείς) ενώ τα **Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα** σε ποσοστό **63%** (79% τις πτωχευμένες και 46% τις υγιείς).

Παρατηρείται λοιπόν ότι κανένα εκ των τριών υποδειγμάτων δεν παρουσιάζει απόλυτη επιτυχία αναφορικά με την προβλεπτική του ικανότητα, που να το καθιστά αδιαμφισβήτητο έναντι των άλλων, όπως άλλωστε ήταν και αναμενόμενο. Παρόλα αυτά, διαπιστώνεται πως η ταξινόμηση τουλάχιστον των πτωχευμένων επιχειρήσεων βάσει των συγκεκριμένων μοντέλων, και ειδικότερα κατά το έτος αναφοράς $t = 0$, κινείται σε ικανοποιητικά επίπεδα προσδίδοντας σημαντική αξιοπιστία στα εξαχθέντα στοιχεία.

Στο πλαίσιο της παρούσας μελέτης, προτείνονται τα παρακάτω :

- Εφαρμογή επί του ληφθέντος δείγματος, έτερων υποδειγμάτων πρόβλεψης εταιρικής αποτυχίας όπως Συστήματα Συλλογιστικής των Περιπτώσεων (Case-Based Reasoning Systems), Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης (Support Vector Machines), Μοντέλα Κινδύνου (Hazard Models), Δέντρα Αποφάσεων (Decision Trees) και εξαγωγή ανάλογων συμπερασμάτων επί της προβλεπτικής τους απόδοσης.

- Επιλογή επί του ληφθέντος δείγματος, έτερων αριθμοδεικτών και εφαρμογή των τριών μεθόδων όπως χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη [Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση (MDA) Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας και τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ANN)] και εξαγωγή ανάλογων συμπερασμάτων επί της προβλεπτικής τους απόδοσης.
- Επιλογή ετέρου δείγματος, μεγαλύτερου εύρους ως προς τον αριθμό των επιχειρήσεων, και εφαρμογή των τριών μεθόδων όπως χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη [Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση (MDA) Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας και τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ANN)] και εξαγωγή ανάλογων συμπερασμάτων επί της προβλεπτικής τους απόδοσης.
- Επιλογή ετέρου δείγματος, που να περιλαμβάνει αποκλειστικά επιχειρήσεις του αυτού κλάδου, χρονικής διάρκειας, μεγέθους και γεωγραφικού χώρου δραστηριοποίησης (κατά το δυνατό αμερόληπτου), και εφαρμογή των τριών μεθόδων όπως χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη [Πολυμεταβλητή Διακριτική Ανάλυση (MDA) Λογαριθμικό Υπόδειγμα Πιθανότητας και τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα (ANN)] και εξαγωγή ανάλογων συμπερασμάτων επί της προβλεπτικής τους απόδοσης.

Βιβλιογραφικές Παραπομπές

Alaka, H.A., Oyedele L.O., Owolabi H.A., Kumar V., Ajayi S.O., Akinade O.O. and Bilal M. (2018), “**Systematic Review Of Bankruptcy Prediction Models: Towards A Framework For Tool Selection**”, Expert Systems With Applications, Vol. 94, pp. 164-184

Albert, A. Barreda, Yoshimasa, K., Dipendra, S. and Sandra, Z. (2017), “**Hospitality Bankruptcy In United States Of America: A Multiple Discriminant Analysis-Logit Model Comparison**”, Journal of Quality Assurance in Hospitality & Tourism, Vo. 18:1, pp. 86-106

Alexandropoulos S.A.N., Aridas C.K., Kotsiantis S.B., Vrahatis M.N. (2019), “**A Deep Dense Neural Network For Bankruptcy Prediction**”, EANN 2019, Communications in Computer and Information Science, Vol 1000. Springer, Cham

Altman, E.I. (1968), “**Financial Ratios, Discriminant Analysis And The Prediction Of Corporate Bankruptcy**”, The Journal of Finance, Vol. 23, pp. 589-609

Altman, E.I. (2000), “**Predicting Financial Distress Of Companies: Revisiting The Z-Score And Zeta**”

Altman, E.I., Haldeman, R.G., and Narayanan, P. (1977), “**ZETA Analysis: A New Model To Identify Bankruptcy Risk Of Corporations**”, Journal of Banking and Finance, Vol. 1, pp. 29-54

Andrés, J., Landajo, M., and Lorca, P. (2012), “**Bankruptcy Prediction Models Based On Multinorm Analysis: An Alternative To Accounting Ratios**”. Knowledge-Based Systems, Vol. 30, pp. 67-77

Beaver, W.H. (1966), “**Financial Ratios As Predictors Of Failures**”, Journal of Accounting Research, Vol. 4, pp. 71-111

Bellovary, J.L., Giacomino, E. and Akers, M.D. (2007) **“A Review Of Bankruptcy Prediction Studies: 1930 To Present”**, Journal of Financial Education, Vol. 33, pp. 1-42

Chudson, W.A. (1945), **“The Pattern Of Corporate Financial Structure: A Cross-Section View Of Manufacturing, Mining, Trade, And Construction, 1937”**, National Bureau of Economic Research, pp. 1-142

FitzPatrick, P.J. (1932), **“A Comparison Of The Ratios Of Successful Industrial Enterprises With Those Of Failed Companies”**, The Certified Public Accountant, October 1932, pp. 598-605, November 1932, pp. 656-662, December 1932, pp. 727-731

Gepp, A., Kumar, K. and Bhattacharya, S. (2010), **“Business Failure Prediction Using Decision Trees”**, Journal of Forecasting, Vol. 29, pp. 536-555

Gloubos D.G (2016), **“Estimating Corporate Failure As An Auditor’s Going Concern Evaluation Factor”**, Master Thesis, University of Macedonia

Gyimah, P. and Boachie K.W. (2018), **“Portability Of Multiple Discriminant Analysis Prediction Model Of Listed Firms: An Emerging Market Perspective”**, Research Journal of Finance and Accounting, Vol. 9, pp. 94-99

Hassan, E., Zainuddin, Z., and Nordin, S. (2017), **“A Review Of Financial Distress Prediction Models: Logistic Regression And Multivariate Discriminant Analysis”**, Indian-Pacific Journal of Accounting and Finance, Vol. 1(3), pp. 13-23

Hillegeist, S.A., Keating, E.K., Cram, D.P. and Lundstedt, K.G. (2004), **“Assessing The Probability of Bankruptcy”**, Review of Accounting Studies, Vol. 9, pp. 5-34

Hosaka, T. (2018), **“Bankruptcy Prediction Using Imaged Financial Ratios And Convolutional Neural Networks”**, Expert Systems With Applications, Vol. 117, pp. 287-299

Iturriaga, F.J.L and Sanz, I.P. (2015), “**Bankruptcy Visualization And Prediction Using Neural Networks: A Study Of U.S. Commercial Banks**”, Expert Systems With Applications, Vol. 42, pp. 2857-2869

Jackendoff, N. (1962), “**A Study Of Published Industry Financial And Operating Ratios**”, Temple University, Bureau of Economic and Business Research

Jardin, P. (2010) “**Predicting Bankruptcy Using Neural Networks And Other Classification Methods: The Influence Of Variable Selection Techniques On Model Accuracy**”, Neurocomputing, Vol. 73, pp. 2047-2060

Jardin, P. (2015), “**Bankruptcy Prediction Using Terminal Failure Processes**”, European Journal of Operational Research, Vol. 242, pp. 286-303

Kasgari, A.A., Divsalar, M., Javid, M.R. and Ebrahimian, S. J. (2013), “**Prediction Of Bankruptcy Iranian Corporations Through Artificial Neural Network And Probit-Based Analyses**”, Neural Computing and Applications, Vol. 23), pp. 927-936

Khademolqorani, S., Hamadani, A.Z. and Rafiei, F.M. (2015), “**A Hybrid Analysis Approach To Improve Financial Distress Forecasting: Empirical Evidence From Iran**”, Mathematical Problems in Engineering, Vol. 2015, Article ID 178197

Kim, S.Y. (2011), “**Prediction Of Hotel Bankruptcy Using Support Vector Machine, Artificial Neural Network, Logistic Regression, And Multivariate Discriminant Analysis**”, The Service Industries Journal, Vol. 31, pp. 441-468

Klieštík, T., Vrbka J. and Rowland, Z. (2018), “**Bankruptcy Prediction In Visegrad Group Countries Using Multiple Discriminant Analysis**”, Equilibrium, Vol. 3, pp.569-593

Kristóf, T., and Virág, M. (2012), “**Data Reduction And Univariate Splitting-Do They Together Provide Better Corporate Bankruptcy Prediction?**” Acta Oeconomica, Vol. 62, 205-228

Lee, S., and Choi, W. S. (2013), “**A Multi-Industry Bankruptcy Prediction Model Using Back-Propagation Neural Network And Multivariate Discriminant Analysis**” Expert Systems with Applications, Vol. 40, pp. 2941-2946

Liang, D., Tsai, C.F., and Wu, H. T. (2015), “**The Effect Of Feature Selection On Financial Distress Prediction**”, Knowledge-Based Systems, Vol. 73, pp. 289-297

Lin, F., Liang, D., and Chu, W. S. (2010), “**The Role Of Non-Financial Features Related To Corporate Governance In Business Crisis Prediction**”, Journal of Marine Science and Technology, Vol. 18, pp. 504-513

Marais, L.M., Patell, J.M. and Wolfson, M.A. (1984), “**The Experimental Design Of Classification Models: An Application Of Recursive Partitioning And Bootstrapping To Commercial Bank Loan Classifications**”, Journal of Accounting Research, Vol. 22, pp. 87-114

Merwin, C. (1942), “**Financing Small Corporations In Five Manufacturing Industries, 1926-1936**”, National Bureau of Economic Research

Meyer, P.A. and Pifer H.W. (1970), “**Prediction Of Bank Failures**”, The Journal of Finance, Vol. 25, pp. 853-868

Odom, M.D. and Sharda R. (1990). “**A Neural Network Model For Bankruptcy Prediction**”, 10.1109/IJCNN.1990.137710. IEEE International Conference on Neural Networks, Vol. 2, pp. 163-168

Ohlson, J.A. (1980), “**Financial Ratios And The Probabilistic Prediction Of Bankruptcy**”, Journal of Accounting Research, Vol. 18, pp. 109-131

Shumway, T., (2001), “**Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model**”, The Journal of Business, Vol. 4, pp. 101-124

Smith, R.F. and Winakor, A.H. (1935), “**Changes In Financial Structure Of Unsuccessful Industrial Corporations**”, Bureau of Business Research, Bulletin No. 51

Tsai, C.F. and Cheng, K.C. (2012), “**Simple Instance Selection For Bankruptcy Prediction**”, Knowledge-Based Systems, Vol. 27, pp. 333-342

Tsai, C.F., Hsu, Y.F., and Yen, D.C. (2014), “**A Comparative Study Of Classifier Ensembles For Bankruptcy Prediction**”, Applied Soft Computing, Vol. 24, pp. 977-984

Tserng, H.P., Chen, P.C., Huang, W.H., Lei, M.C., and Tran, Q. H. (2014), “**Prediction Of Default Probability For Construction Firms Using The Logit Model**”, Journal of Civil Engineering and Management, Vol. 20, pp. 247-255

Valášková, K., Klieštík, T. and Kováčová, M. (2018), “**Management Of Financial Risks In Slovak Enterprises Using Regression Analysis**”, Oeconomia Copernicana, Vol. 1, pp.105-121

Valaskova, K., Kliestik T., Svabova, L. and Adamko, P. (2018), “**Financial Risk Measurement And Prediction Modelling For Sustainable Development Of Business Entities Using Regression Analysis**”, Sustainability, Vol. 10, 2144

Virág, M., and Nyitrai, T. (2014), “**Is There A Trade-Off Between The Predictive Power And The Interpretability Of Bankruptcy Models? The Case Of The First Hungarian Bankruptcy Prediction Model**”, Acta Oeconomica, Vol. 64, pp. 419-440

Wang, B. (2004), “**Strategy Changes And Internet Firm Survival**”, Ph.D. Dissertation, University of Minnesota

Wang, G., Ma, J., and Yang, S. (2014), “**An Improved Boosting Based On Feature Selection For Corporate Bankruptcy Prediction**”, Expert Systems with Applications, Vol. 41, pp. 2353-2361

Yeh, C.C., Chi, D.J., and Lin, Y. R. (2014), “**Going-Concern Prediction Using Hybrid Random Forests And Rough Set Approach**”, Information Sciences, Vol. 254, pp. 98-110

Yu, Q., Miche, Y., Séverin, E., and Lendasse, A. (2014), “**Bankruptcy Prediction Using Extreme Learning Machine And Financial Expertise**”, Neurocomputing, Vol. 128, pp. 296-302

Ζαπράνης, Α. (2005), **Χρηματοοικονομική Και Νευρωνικά Συστήματα**, Εκδόσεις Κλειδάριθμος

Zmijewski, M.E. (1984), “**Methodological Issues Related To The Estimation Of Financial Distress Prediction Models**”, Journal of Accounting Research, Vol. 22, pp. 59-82

Zhou, L., Lai, K. K., and Yen, J. (2014), “**Bankruptcy Prediction Using SVM Models With A New Approach To Combine Features Selection And Parameter Optimisation**” International Journal of Systems Science, Vol. 45, pp. 241-253