

Ε. ΞΕΚΑΛΑΚΗ

Καθηγήτριας του Τμήματος Στατιστικής
του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών

ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ

ΑΘΗΝΑ, 2001

Π Ε Ρ Ι Ε Χ Ο Μ Ε Ν Α

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iii
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	ix
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	1
1.2 ΧΡΗΣΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΩΝ ΠΑΚΕΤΩΝ ΣΤΗΝ ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ	4
1.2.1 Μη Παραμετρικές Μέθοδοι με το Minitab	4
1.2.2 Μη Παραμετρικές Μέθοδοι με το SPSS	11
1.2.3 Μη Παραμετρικές Μέθοδοι με το SAS	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΜΕΡΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΒΑΣΙΣΜΕΝΟΙ ΣΤΗΝ ΔΙΩΝΥΜΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ	39
2.1 Ο ΔΙΩΝΥΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	40
2.2 Ο ΠΡΟΣΗΜΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ Ή ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΡΟΣΗΜΩΝ	70
2.3 ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ ΤΟΥ ΠΡΟΣΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ	86
2.3.1 Ο Ελεγχος McNemar για την Σημαντικότητα της Αλλαγής μιας Κατάστασης	86
2.3.2 Ο Ελεγχος των Cox και Stuart για την Υπαρξη Τάσης σε μια Ακολουθία Παρατηρήσεων	97

2.3.3 Ο Προσημικός Έλεγχος για τον Έλεγχο Υπαρξης Συσχέτισης	108
2.4 ΔΙΑΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΠΙΣΤΟΣΥΝΗΣ ΓΙΑ ΜΙΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ	119
2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΣΟΣΤΙΑΙΩΝ ΣΗΜΕΙΩΝ ΜΙΑΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ	130
2.5.1 Εκτίμηση Ποσοστιαίων Σημείων Μιας Κατανομής	152
2.6 ΟΡΙΑ ΑΝΟΧΗΣ	169
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	181

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΒΑΣΙΣΜΕΝΕΣ ΣΤΙΣ ΤΑΞΕΙΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ ΕΝΟΣ Ή ΔΥΟ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ	199
3.1 Ο ΕΛΕΓΧΟΣ WILCOXON ΓΙΑ ΕΝΑ ΔΕΙΓΜΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ Ή ΖΕΥΓΩΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ	203
3.1.1 Ο Έλεγχος των Προσημασμένων Τάξεων Μεγέθους του Wilcoxon για την διάμεσο ενός πληθυσμού	209
3.1.2 Ο Έλεγχος των προσημασμένων Τάξεων Μεγέθους του Wilcoxon για Δείγμα Ζευγών Παρατηρήσεων	236
3.1.3 Διάστημα Εμπιστοσύνης για την Παράμετρο Θέσης (Μέση τιμή ή Διάμεσο) Ενός Πληθυσμού ή την Διαφορά των Παραμέτρων Θέσης Δύο Πληθυσμών με Βάση Δείγμα Ζευγών Παρατηρήσεων	253
3.1.4 Γραφική Μέθοδος Κατασκευής Διαστήματος Εμπιστοσύνης	258

3.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ - Ο ΕΛΕΓΧΟΣ	
ΤΩΝ MANN - WHITNEY Ή ΤΟΥ WILCOXON	261
3.2.1. Διάστημα Εμπιστοσύνης για την Διαφορά των	
Παραμέτρων Θέσης (Μέσων Τιμών ή Διαμέσων)	
Δύο Πληθυσμών	287
3.2.2. Ο Ελεγχος Kruskal-Wallis	292
3.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΙΣΟΤΗΤΑΣ ΔΙΑΣΠΟΡΩΝ	304
3.3.1 Ελεγχος Ισότητας Διασπορών των Siegel-Tukey	304
3.3.2 Ελεγχος των Τετραγωνικών Τάξεων Μεγέθους	
για Ισότητα Διασπορών	311
3.4 ΜΕΤΡΑ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΤΑΞΗΣ ΜΕΓΕΘΟΥΣ	323
3.4.1 Ο Συντελεστής ρ του Spearman	326
3.4.2 Ο Συντελεστής Συσχέτισης τ του Kendall	340
3.4.3 Συντελεστής Μερικής Συσχέτισης του Kendall	355
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	373
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ	389
4.1 Ο χ^2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ	390
4.2 Ο ΕΛΕΓΧΟΣ KOLMOGOROV	422
4.2.1 Ζώνη Εμπιστοσύνης για την Συνάρτηση	
Κατανομής του Πληθυσμού	448
4.3 ΕΛΕΓΧΟΙ ΚΑΛΗΣ ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ	
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΕΣ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ	470
4.3.1 Ο Ελεγχος Κανονικότητας του Lilliefors	472
4.3.2 Ο Ελεγχος Lilliefors για την Εκθετική Κατανομή	491

4.3.3	Ο Έλεγχος των Shapiro-Wilk για την Κανονική Κατανομή	499
4.4	ΕΛΕΓΧΟΙ ΤΥΧΑΙΟΤΗΤΑΣ	513
4.4.1	Έλεγχος Σημείων Πρώτων Διαφορών των Moore και Wallis	515
4.4.2	Ο Έλεγχος των Ροών	520
	ΑΣΚΗΣΕΙΣ	528

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΙΣΟΤΗΤΑ ΔΥΟ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ	547
5.1 Ο ΕΛΕΓΧΟΣ SMIRNOV	548
5.2 Ο ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ CRAMÉR-VON MISES	565
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	573

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΕΛΕΓΧΟΙ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΙΣΟΤΗΤΑ ΚΑΤΑΝΟΜΩΝ ΒΑΣΙΖΟΜΕΝΟΙ ΣΕ ΠΕΡΙΣΣΟΤΕΡΑ ΑΠΟ ΔΥΟ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	574
6.1 Ο ΕΛΕΓΧΟΣ BIRNBAUM-HALL	575
6.2 Ο ΜΟΝΟΠΛΕΥΡΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ SMIRNOV ΓΙΑ k ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	582
6.3 Ο ΑΜΦΙΠΛΕΥΡΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ SMIRNOV ΓΙΑ k ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΑ ΔΕΙΓΜΑΤΑ	592
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	603

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ	606
7.1 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΡΑΜΜΙΚΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	608
7.1.1 Η Μέθοδος των Ελαχίστων Τετραγώνων	609
7.1.2 Η Μέθοδος Παλινδρόμησης του Theil	622
7.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΟΝΟΤΟΝΗΣ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ	638
7.2.1 Εκτίμηση της Καμπύλης Παλινδρόμησης της Μεταβλητής Y Πάνω στη Μεταβλητή X	647
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	658
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8: ΑΠΑΡΙΘΜΗΣΗ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ	666
8.1 ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ	666
8.1.1 Ο χ^2 Ελεγχος για Υπαρξη Διαφορών σε Πιθανότητες ή στις Αναλογίες Εκπροσώπησης r Πληθυσμών σε c Κατηγορίες	668
8.1.2 Ο χ^2 Ελεγχος Ανεξαρτησίας	672
8.1.3 Ο χ^2 Ελεγχος με Γνωστά Αθροίσματα Γραμμών και Στηλών	688
8.2 2×2 ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΥΝΑΦΕΙΑΣ – ΜΙΑ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΥΣΑ ΕΙΔΙΚΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ	696
8.2.1 Ελεγχος χ^2 για Διαφορές σε Πιθανότητες ή σε Αναλογίες (Περίπτωση Ανεξαρτήτων Δειγμάτων)	698
8.2.2 Ο χ^2 Ελεγχος Ανεξαρτησίας (Περίπτωση Ενός και Μοναδικού Δείγματος)	710

8.2.3 Ο χ^2 Έλεγχος Ανεξαρτησίας - Ο Έλεγχος McNemar (Περίπτωση Δύο Συσχετισμένων Δειγμάτων)	722
8.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΠΟΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΜΕΣΟ c ΠΛΗΘΥΣΜΩΝ	733
ΑΣΚΗΣΕΙΣ	744
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	755
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	761
Πίνακες	
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΟΡΩΝ	806
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΑΓΓΛΙΚΩΝ ΟΡΩΝ	809
ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΩΝ	
ΤΕΧΝΙΚΩΝ	812

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στόχος του βιβλίου αυτού είναι να καλλιεργήσει στον αναγνώστη την *ελεύθερη κατανομών* ή *μη παραμετρική* στατιστική σκέψη στην μεθοδολογική αντιμετώπιση στατιστικών προβλημάτων με την παρουσίαση σε αρκετή λεπτομέρεια και έκταση μιας σταχυολόγησης τεχνικών βασισμένων στην αξιοποίηση των διαφόρων πλευρών των δεδομένων. Η επιλογή των τεχνικών που παρουσιάζονται έχει γίνει με σκοπό να προσανατολίσει τον αναγνώστη στους τρόπους με τους οποίους μπορεί να σκεφθεί προκειμένου να αντιμετωπίσει κατηγορίες προβλημάτων παρουσιάζοντας ενδεικτικά τεχνικές τυπικές των περιπτώσεων αυτών και όχι να δώσει μία διεξοδική παρουσίαση της υπάρχουσας μη παραμετρικής μεθοδολογίας.

Οι μη παραμετρικές τεχνικές αποτελούν μοναδικά κατάλληλο εργαλείο τόσο για τους στατιστικούς όσο και τους μη στατιστικούς χρήστες της στατιστικής γιατί επιτρέπουν την ανάλυση στοιχείων με απλή αλλά και ταυτόχρονα πληροφοριακή ανάλυση των στοιχείων. Τα εργαλεία της μαθηματικής στατιστικής που είναι θεμελιώδους σημασίας για την ανάπτυξη της μη παραμετρικής στατιστικής είναι γνωστά στην βιβλιογραφία ως *τεχνικές ελεύθερες κατανομών* ή ως *μη παραμετρικές τεχνικές*. Ο πρώτος όρος συνδέεται με το γεγονός ότι το κυριότερο πλεονέκτημα των τεχνικών αυτών είναι ότι δεν προϋποθέτουν γνώση της μορφής της κατανομής του πληθυσμού από τον οποίο έχουν προέλθει τα υπό μελέτη στοιχεία (για παράδειγμα, από έναν κανονικό πληθυσμό). Η δεύτερη ονομασία συνδέεται με το άλλο από τα κυριότερα πλεονεκτήματα των τεχνικών αυτών που αναφέρεται στο γεγονός ότι εφαρμόζονται όχι σ' αυτές καθ' εαυτές τις τιμές των

μεταβλητών, αλλά στις τάξεις μεγέθους τους. Ένα άλλο πλεονέκτημα, πέρα από την απλότητα των υπολογισμών που απαιτούν, αποτελεί η χρησιμότητά τους στην περίπτωση μικρών δειγμάτων, πράγμα που προσφέρεται στον ερευνητή που επιλέγει δεδομένα για πιλοτική μελέτη αλλά και στον ερευνητή του οποίου τα δείγματα είναι κατ' ανάγκη μικρά λόγω ακριβώς της φύσης των δεδομένων που συλλέγει (όπως, για παράδειγμα, στην περίπτωση δειγμάτων ατόμων που πάσχουν από μία σπάνια μορφή πνευματικής ασθένειας ή δειγμάτων βιολογικών καλλιιεργειών).

Το βιβλίο αυτό έχει σχεδιασθεί για να αποτελέσει διδακτικό εγχειρίδιο τόσο για φοιτητές των οποίων το αντικείμενο σπουδών είναι η Στατιστική όσο και για φοιτητές που σπουδάζουν άλλες επιστήμες και χρησιμοποιούν την Στατιστική. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί ως βοήθημα ενός εισαγωγικού μαθήματος μεταπτυχιακού επιπέδου για φοιτητές, οι οποίοι έχουν τις βασικές γνώσεις στατιστικής συμπερασματολογίας (Εκτιμητική, Ελέγχους Υποθέσεων, Εισαγωγή στην Γραμμική Παλινδρόμηση). Ελπίζεται, ότι πέρα από την χρησιμότητα του βιβλίου αυτού ως εγχειριδίου, αυτό θα αποτελέσει ένα χρήσιμο εργαλείο για τον εφαρμοσμένο ερευνητή σε διάφορες περιοχές εφαρμογής της Στατιστικής, περιλαμβανομένης της Διοίκησης των Επιχειρήσεων, των Οικονομικών Επιστημών, των Κοινωνικών Επιστημών γενικότερα, αλλά και στις επιστήμες της Ιατρικής, της Ψυχολογίας και της Βιολογίας. Ο λόγος στον οποίο αυτό οφείλεται είναι ότι οι διάφορες τεχνικές παρουσιάζονται σύμφωνα με τον ερευνητικό σχεδιασμό για τον οποίο είναι κατάλληλες. Κατά την παρουσίαση μίας τεχνικής, περιγράφεται το είδος των δεδομένων στα οποία είναι εφαρμόσιμη, αναπτύσσεται η λογική πάνω στην οποία στηρίζεται ο σχεδιασμός της τεχνικής, δίνονται αποδείξεις της σχετικής

με τον έλεγχο θεωρίας, εξηγείται ο υπολογισμός της τιμής των στατιστικών συναρτήσεων ελέγχου και δίνονται παραδείγματα εφαρμογής της σε διάφορες περιοχές της επιστημονικής έρευνας. Γίνεται επίσης προσπάθεια σύγκρισης των διαφόρων τεχνικών με τα παραμετρικά ανάλογά τους, αν τέτοια υπάρχουν, και με άλλες μη παραμετρικές τεχνικές που λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο.

Η προσέγγιση που έχει ακολουθηθεί στοχεύει να βοηθήσει τον αναγνώστη να αποκτήσει ένα βασικό επίπεδο κατανόησης των εννοιών και της θεωρίας που είναι σημαντικές στην Μη Παραμετρική Στατιστική χωρίς να θυσιάζει την διαισθητική φύση που χαρακτηρίζει τόσο την πρακτική όσο και την έρευνα στην περιοχή αυτή της Στατιστικής.

Το βιβλίο έχει βασισθεί στις διαλέξεις μαθημάτων που η συγγραφέας δίδαξε στα πανεπιστήμια Trinity College – Dublin (1979-1980), Missouri (1980-1982) και Iowa των ΗΠΑ (1982-1983) καθώς και στο πανεπιστήμιο της Κρήτης (1983-1986), στην ΑΣΟΕΕ (1986-1989) και στο Οικονομικό Πανεπιστήμιο Αθηνών (για σειρά ετών από το 1989). Μέρος των διαλέξεων αυτών εδόθησαν στους φοιτητές του Οικονομικού Πανεπιστημίου με μορφή πανεπιστημιακών παραδόσεων το 1989. Μία προκαταρκτική μορφή αυτού του κειμένου είχε επίσης χρησιμοποιηθεί ως βάση του μαθήματος που η συγγραφέας δίδαξε στο Πανεπιστήμιο της Κρήτης. Οι πανεπιστημιακές αυτές παραδόσεις, στην συνέχεια, αποτέλεσαν τον πυρήνα του αντίστοιχου κεφαλαίου που περιελήφθη στο βιβλίο των Ι. Πανάρετου και Ε. Ξεκαλάκη, «Εισαγωγή στην Στατιστική Σκέψη (Συμπλήρωμα)», που εκδόθηκε για πρώτη φορά το 1994 για εξυπηρέτηση των φοιτητών των Τμημάτων Διοίκησης των Επιχειρήσεων και Οικονομικής Επιστήμης του Οικονομικού Πανεπιστημίου Αθηνών κυρίως, αλλά και για τους

φοιτητές του Τμήματος Στατιστικής σε συνδυασμό με πρόσθετη ύλη παραδόσεων (Ε. Ξεκαλάκη, «Μη Παραμετρική Στατιστική» Πανεπιστημιακές Παραδόσεις, 1993), η οποία αποτέλεσε την βάση του εγχειριδίου Ε. Ξεκαλάκη «Ειδικά Θέματα Μη Παραμετρικής Στατιστικής», 1994.

Η παρούσα έκδοση αποτελεί βελτίωση των προηγούμενων αυτών εκδόσεων με προσθήκες νέων θεμάτων, αλλά και με αλλαγές στην παρουσίαση των διαφόρων τεχνικών για την καλύτερη κατανόησή τους από τον αναγνώστη. Εδώ δίνεται έμφαση στα παραδείγματα, που επιτρέπουν στον φοιτητή την καλύτερη κατανόηση των τεχνικών που συχνά, χωρίς το κατάλληλο παράδειγμα, δεν θα ήταν εύκολη. Ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του βιβλίου είναι ότι για τα παραδείγματα παρέχονται αναλυτικές λύσεις που συνοδεύονται επίσης και από λύσεις με τα πιο γνωστά στατιστικά πακέτα (MINITAB, SPSS και SAS). Θα ήταν χρήσιμο να τονισθεί στο σημείο αυτό ότι, μερικές φορές, οι λύσεις που παρέχονται από τα εν λόγω στατιστικά πακέτα, παρουσιάζουν διαφορές και μεταξύ τους αλλά και με τις αναλυτικές λύσεις των παραδειγμάτων, όσον αφορά τον υπολογισμό του κρίσιμου επιπέδου, γεγονός που ενδέχεται να προκαλέσει κάποια σύγχυση στους χρήστες. Οι διαφορές αυτές μπορεί να οφείλονται άλλοτε στο ότι τα στατιστικά πακέτα έχουν σχεδιασθεί για την επίλυση προβλημάτων της συγκεκριμένης μορφής σε διαφορετική θεωρητική βάση (π.χ. με άλλη τεχνική παρόμοιας φύσης) και άλλοτε στο ότι οι διάφοροι αλγόριθμοι για τον υπολογισμό των κρίσιμων επιπέδων των ελέγχων στηρίζονται σε διαφορετικές προσεγγίσεις των κατανομών των εμπλεκόμενων στατιστικών συναρτήσεων.

Η ύλη του βιβλίου είναι δομημένη σε 8 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται μία εισαγωγή στην βασική λογική που διέπει τις μη

παραμετρικές τεχνικές και παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που οι τεχνικές αυτές έχουν σε σύγκριση με αντίστοιχες παραμετρικές τεχνικές. Γίνεται επίσης μία εισαγωγή στην χρήση των στατιστικών πακέτων MINITAB, SPSS και SAS με τα οποία λύνονται τα παραδείγματα του βιβλίου. Στο κεφάλαιο 2 αναπτύσσονται έλεγχοι υποθέσεων βασισμένοι στην διωνυμική κατανομή καθώς και μέθοδοι εκτίμησης της πιθανότητας ενός ενδεχομένου και των ποσοστιαίων σημείων μίας κατανομής και εξετάζεται η περίπτωση των ορίων ανοχής. Το κεφάλαιο 3 αναφέρεται σε μη παραμετρικές μεθόδους που βασίζονται στις τάξεις μεγέθους των παρατηρήσεων και καλύπτει τις περιπτώσεις ενός ή και δύο δειγμάτων. Έλεγχοι κατανομών, περιλαμβανομένων και ελέγχων τυχαιότητας, εξετάζονται στο κεφάλαιο 4. Η περίπτωση των ελέγχων υποθέσεων για ισότητα δύο κατανομών αντιμετωπίζεται στο κεφάλαιο 5, ενώ έλεγχοι αναφερόμενοι σε περισσότερα από δύο ανεξάρτητα δείγματα εξετάζονται στο κεφάλαιο 6. Το κεφάλαιο 7 εστιάζεται σε μη παραμετρικές μεθόδους γραμμικής παλινδρόμησης και μονότονης παλινδρόμησης. Τέλος, στο κεφάλαιο 8 εξετάζονται μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων ταξινομημένων σε πίνακες συναφείας.

Στο τέλος κάθε κεφαλαίου, δίνεται μία σειρά ασκήσεων που καλύπτει τα θέματα που έχουν αναπτυχθεί. Ένα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό είναι ότι οι ασκήσεις που το βιβλίο περιέχει περιλαμβάνουν μία επιλογή προβλημάτων που έχουν τεθεί κατά καιρούς ως θέματα γραπτών εξετάσεων (εξαμήνου ή προόδου) στα διάφορα τμήματα των πανεπιστημίων του εσωτερικού ή του εξωτερικού στα οποία η συγγραφέας edίδαξε.

Η βιβλιογραφία αναφέρεται στις σημαντικότερες πηγές, στα ελληνικά και αγγλικά, στις οποίες μπορεί να ανατρέξει ο αναγνώστης

που ενδιαφέρεται να εμβαθύνει περισσότερο στα θέματα που παρουσιάζονται στο βιβλίο.

Για όλους τους στατιστικούς όρους που αναφέρονται στις μη παραμετρικές προσεγγίσεις και τεχνικές που αναπτύσσονται, δίνονται και οι αντίστοιχοι αγγλικοί όροι, ώστε να παρέχεται στον αναγνώστη η ευχέρεια να συμβουλευέται την αγγλική βιβλιογραφία στα αντίστοιχα θέματα. Σ' αυτό συνεισφέρει επίσης το ευρετήριο αγγλικών όρων που δίνεται, παράλληλα με το ευρετήριο των ελληνικών όρων, στο τέλος του βιβλίου.

Οι πίνακες που είναι απαραίτητοι για την εφαρμογή των μεθόδων που αναπτύσσονται στο βιβλίο περιέχονται στο παράρτημα.

Για την διευκόλυνση των χρηστών του βιβλίου που επιθυμούν να έχουν μια συνοπτική εικόνα του σώματος των τεχνικών που περιέχονται σ' αυτό, δίνεται στο τέλος του πίνακα, στον οποίο απαριθμούνται οι τεχνικές που αυτό περιέχει, σύμφωνα με το είδος των προβλημάτων για τα οποία είναι κατάλληλες.

Η συγγραφέας θα ήθελε να ευχαριστήσει όλους εκείνους, συναδέλφους και φοιτητές, που σε διάφορες χρονικές περιόδους και σε διαφορετικά πανεπιστήμια, επηρέασαν την σκέψη της με τα σχόλια και τις υποδείξεις τους και συνετέλεσαν στο να πάρει το βιβλίο την σημερινή του μορφή. Ιδιαίτερα, θα ήθελε να ευχαριστήσει τον διδάσκοντα του Τμήματος Στατιστικής Φ. Σταυρόπουλο για την επεξεργασία των λύσεων των παραδειγμάτων με τα πακέτα MINITAB και SPSS καθώς και για την σύντομη εισαγωγή στην χρήση τους, τον υποψήφιο διδάκτορα του Τμήματος Μ. Λιναρδάκη για την επεξεργασία των λύσεων των παραδειγμάτων με το πακέτο SAS καθώς και για την σύντομη εισαγωγή στην χρήση του και τον υποψήφιο διδάκτορα του Τμήματος Μ. Περάκη για την επιμέλεια της

ταξινόμησης των ασκήσεων του βιβλίου. Η συγγραφέας θα ήθελε επίσης να ευχαριστήσει την συνεργάτιδά της Α. Σμυρνάκη για την ευσυνείδητη και επιμελημένη εργασία της πληκτρολόγησης του κειμένου στις διάφορες μορφές του κατά τις διαφορετικές φάσεις της διαμόρφωσής του στην παρούσα μορφή του όπως, επίσης, και τον Β. Πανάρετο για την σχεδίαση και επιμέλεια του εξωφύλλου.

Ευδοκία Ξεκαλάκη

Οκτώβριος, 2001