



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

Συστηματική ανασκόπηση και Μετα-ανάλυση της ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου

Διπλωματική εργασία

Κατερίνα Κατταβενάκη

Επιβλέποντες:
Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.,
Ιωάννα Παγώνη, Συνεργάτιδα-Ερευνήτρια Ε.Μ.Π.
Μάρτιος 2023

Ευχαριστίες

Ένα μεγάλο ευχαριστώ, στην κυρία Ιωάννα Παγώνη, ερευνήτρια ΕΜΠ, για την συνεχή βοήθεια της, τις συμβουλές και τις υποδείξεις της σε όλα τα στάδια της Διπλωματικής Εργασίας. Θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου για το ενδιαφέρον και το χρόνο που αφιέρωσε για την ολοκλήρωση της εργασίας, καθώς και για τα ενθαρρυντικά της λόγια και την άμεση ανταπόκρισή της σε κάθε προβληματισμό μου.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον κ. Γιώργο Γιαννή, Καθηγητή της Σχολής Πολιτικών μηχανικών ΕΜΠ, για την εμπιστοσύνη και την πολύτιμη καθοδήγησή του κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας μου, καθώς και για τις γνώσεις που μου προσέφερε μέσα από την διδασκαλία του, καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Θέλω επίσης να ευχαριστήσω από καρδιάς την οικογένειά μου και τους φίλους μου που στάθηκαν δίπλα μου από την αρχή έως το τέλος των φοιτητικών μου χρόνων. Ιδιαίτερα θέλω να ευχαριστήσω τον πατέρα μου, Βασίλη, που πάντα με συμβουλεύει και με κατευθύνει και που μου μετέδωσε την αγάπη του για τα αεροδρόμια, την μητέρα μου, Αγγελική, που πάντα μου συμπαραστέκεται και με ενθαρρύνει και την αδερφή μου, Ισμήνη, που πάντα είναι δίπλα μου και μου φτιάχνει τη διάθεση.

Συστηματική ανασκόπηση και Μετα-ανάλυση της ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου

Κατερίνα Κατταβενάκη

Επιβλέποντες: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.,

Ιωάννα Παγώνη, Συνεργάτιδα-Ερευνήτρια Ε.Μ.Π.

Σύνοψη

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση των καθοριστικών παραγόντων στους οποίους αποδίδεται η μεταβλητότητα στις παρατηρήσεις της βιβλιογραφίας στην ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου (ticket price elasticity of demand), αξιοποιώντας τις τεχνικές της συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης. Συγκεντρώθηκαν συνολικά 258 παρατηρήσεις της ελαστικότητας της ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου από 44 μελέτες που έχουν διεξαχθεί διεθνώς από το 1974 έως το 2020. Συνθέτοντας τα ευρήματα των μελετών αυτών, αναπτύχθηκαν μοντέλα μετα-παλινδρόμησης και συγκεκριμένα ένα μοντέλο σταθερών (fixed-effects model) και ένα τυχαίων επιδράσεων (random-effects model), με σύγκριση των οποίων καθορίστηκε το βέλτιστο ερμηνευτικό μοντέλο. Οι ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου, σχετίζονται με διάφορα γεω-οικονομικά (απόσταση πτήσεως, κατηγορία επιβατών, περιοχή κάλυψης κ.α.) και περιγραφικά χαρακτηριστικά (έτος δημοσίευσης, είδος δημοσίευσης, μεθοδολογία κ.α.) κάθε επιμέρους εκτίμησης των μελετών του δείγματος. Τα αποτελέσματα της έρευνας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες στην αεροπορική βιομηχανία καθώς η συμπεριφορά των καταναλωτών και ιδιαίτερα η αντίδρασή τους σε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου, ενδιαφέρει πολύ τα αεροδρόμια, τις αεροπορικές εταιρίες και τις αρχές πολιτικής αεροπορίας.

Λέξεις κλειδιά: αεροπορική ζήτηση, αερομεταφορές, ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή, τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου, μετα-ανάλυση, συστηματική ανασκόπηση

Systematic review and Meta-analysis of the ticket price elasticity for air-travel demand

Katerina Kattavenaki

Supervisors: George Yannis, Professor N.T.U.A.,

Ioanna Pagoni, Research Associate N.T.U.A.

Abstract

The aim of this thesis is to systematically review the literature related to the estimation of air ticket price elasticity and conduct a meta-analysis to examine the determinants to which the variation of its estimates is attributed. A total number of 258 estimates of air ticket price elasticity of demand were collected from 44 studies conducted internationally from 1974 to 2020. Meta-regression models were developed, including fixed-effects and random-effects models. The independent variables of the meta-regression are related to various geo-economic (coverage area, flight distance, passenger category, etc.) and study-descriptive characteristics (data time period, publication type, etc.) of each individual sample estimate of the reviewed studies. The results of this thesis provide useful insights into the variation of the estimated ticket price elasticities of air-travel demand and can be of great interest to several aviation stakeholders such as airports, airlines and civil aviation authorities.

Keywords: air-travel demand, air transport, price elasticity of demand, airline ticket price, fare, meta-analysis, systematic review

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση των καθοριστικών παραγόντων** στους οποίους αποδίδεται η μεταβλητότητα στις παρατηρήσεις της βιβλιογραφίας στην **τιμή της ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου (ticket price elasticity of demand)**, αξιοποιώντας τις τεχνικές της συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης.

Για τη **συλλογή στοιχείων** διεξάχθηκε συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας με εφαρμογή του πρωτοκόλλου PRISMA Statement 2020, χρησιμοποιώντας τη μηχανή αναζήτησης Scopus, με τη βοήθεια του εργαλείου σύνθετης αναζήτησης. Συνολικά, συγκεντρώθηκαν 258 παρατηρήσεις ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου από 44 μελέτες που έχουν διεξαχθεί διεθνώς από το 1974 έως το 2020.

Πραγματοποιήθηκε μια **περιγραφική στατιστική ανάλυση** των δεδομένων κατά την οποία παράχθηκαν συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το σύνολο του δείγματος ανά κατηγορία ζήτησης και συγκρίθηκαν τόσο μεταξύ τους όσο και με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Η μέση τιμή όλων των παρατηρήσεων της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου (Price_Elasticity) του δείγματος εκτιμήθηκε -0,97.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, αναζητήθηκε το βέλτιστο μοντέλο **μετα-παλινδρόμησης** (meta-regression) που περιγράφει τη σχετική σημασία διαφόρων μεταβλητών με την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου, δηλαδή την ελαστικότητα ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου. Οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου, αφορούν διάφορα γεω-οικονομικά (απόσταση διαδρομής, κατηγορία ναύλου κ.α.) και περιγραφικά χαρακτηριστικά (έτος διεξαγωγής της έρευνας, μεθοδολογία έρευνας κ.α.) κάθε επιμέρους παρατήρησης στη βάση δεδομένων. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον γλώσσας προγραμματισμού R, **ένα μοντέλο σταθερών (fixed-effects model) και ένα τυχαίων επιδράσεων (random-effects model)**. Συγκρίνοντας τα δύο μοντέλα, καθορίστηκε βέλτιστο το Μοντέλο 1 (μοντέλο τυχαίων επιδράσεων), από το οποίο παράχθηκαν χρήσιμα **συμπεράσματα** σχετικά με το στόχο της παρούσας εργασίας.

Τέλος, για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας της μετα-ανάλυσης και της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων, εξετάστηκαν το Σφάλμα δημοσίευσης και η Ετερογένεια μεταξύ των μελετών του δείγματος.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου περιγράφονται στον Πίνακα 6.1, και τα αποτελέσματα των δύο μοντέλων με τους διάφορους διαγνωστικούς ελέγχους που εκτελέστηκαν, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.

Πίνακας 6.1: Ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων

Μεταβλητές	Είδος	Περιγραφή
Dataset_Year	Συνεχής μεταβλητή	Μέσο έτος από την περίοδο συλλογής των δεδομένων της έρευνας
Conference	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα δημοσιεύθηκε σε συνέδριο
North_America	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά της Βόρειας Αμερικής
Short-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης <500 μιλίων
Medium-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης 500-1500 μιλίων
Long-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης >1500 μιλίων
Short-term	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αποτελεί βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα
Economy	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά κατηγορία economy class επιβατών
Airport-pair	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε επίπεδο airport-pair σύνδεσης
INC	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή το εισόδημα
Frequency	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή τη συχνότητα πτήσεως
SE_reported	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν στο μοντέλο ζήτησης αναφέρεται το Standard Error
Daily	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τον υπολογισμό της ζήτησης χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια δεδομένα αεροπορικής κίνησης
Linear	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τη ζήτηση χρησιμοποιήθηκε μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης
IV	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν Instrumental variables για την αντιμετώπιση της ενδογένειας

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας Μετα-παλινδρόμησης

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μοντέλο 1: Random-effects		Μοντέλο 2: Fixed-effects	
	Συντελεστής (sd.error)	p-value	Συντελεστής (sd.error)	p-value
(Intercept)	-25.065 (10.493)	0.0169 *		
Dataset_Year	0.012 (0.005)	0.0239 *	-0.008 (0.016)	0.6356
Conference	0.568 (0.269)	0.0346 *		
North_America	-0.322 (0.155)	0.0377 *	0.339 (0.400)	0.3973
Short-haul	0.346 (0.145)	0.0167 *	0.720 (0.217)	0.0011 **
Medium-haul	0.297 (0.159)	0.0624 .	0.558 (0.214)	0.0098 **
Long-haul	0.440 (0.162)	0.0065 **	0.664 (0.229)	0.0042 **
Short-term	0.535 (0.146)	0.0003 ***	0.545 (0.160)	0.0008 ***
Economy	-0.688 (0.127)	5.6e-08***	-0.665 (0.144)	7.1e-06 ***
Airport-pair	-0.394 (0.174)	0.0238 *	-0.844 (0.378)	0.0265 *
INC	0.353 (0.130)	0.0067 **	0.243 (0.168)	0.1505
Frequency	0.744 (0.167)	8.9e-06***	0.675 (0.541)	0.2137
SE_reported	0.439 (0.171)	0.0104 *		
Daily	0.639 (0.296)	0.0311 *		
Linear	0.391 (0.139)	0.0049 **	0.387 (0.167)	0.0214 *
IV	-1.152 (0.143)	7.6e-16***	-1.349 (0.194)	5.4e-11***
Προσαρμογή μοντέλου				
R ² :	0.410		0.340	
Adjusted R ² :	0.374		0.160	
F-statistic			8.67438, p-value: 2.9884e-13	
Chisq:	133.082, p-value: < 2.22e-16			
Διαγνωστικές δοκιμές				
Breusch-Godfrey/Wooldridge test:	p-value = 0.827		p-value = 0.6269	
Homogeneity Q-test:	21.963 (p-value= 0.9968)			
Breusch-Pagan test:	23.677 (p-value = 0.07079)			
Hausman test:	p-value = 0.1544			

[1]Κωδ. σημαντικότητας: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1

Τα σημαντικότερα συμπεράσματα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας συνοψίζονται παρακάτω ως εξής:

- Από την δοκιμή Hausman, βέλτιστο ερμηνευτικό μοντέλο για την παρούσα Μέτα-ανάλυση αποδείχθηκε το **μοντέλο τυχαίων επιδράσεων** (Μοντέλο 1: Random-effects model).
- Η μέση τιμή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου εκτιμήθηκε -0,97, ενώ σε αντίστοιχη έρευνα των Brons et al. (2002) όπου συγκεντρώθηκαν έρευνες 20 ετών παλαιότερες, η μέση τιμή εκτιμήθηκε -1,146. Αυτό σημαίνει ότι με την **πάροδο του χρόνου** οι καταναλωτές φαίνεται να είναι **λιγότερο ευαίσθητοι** σε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου.
- Όταν πρόκειται για κατηγορία επιβατών economy class, οι ερευνητές κατέγραψαν πιο αρνητικά αποτελέσματα, που σημαίνει ότι οι **ταξιδιώτες αναψυχής** είναι **περισσότερο ευαίσθητοι** στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι στοχεύουν στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας που τους προσφέρουν τα αεροπορικά ταξίδια και περιορίζουν τις κινήσεις τους γύρω από ένα συγκεκριμένο προϋπολογισμό.
- Όσον αφορά στην **γεωγραφική περιοχή κάλυψης** μιας έρευνας, αποδείχθηκε ότι γενικά, η ζήτηση που αφορά την αγορά της Βόρειας Αμερικής έχει την τάση να είναι πιο ελαστική σε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με των υπόλοιπων περιοχών του κόσμου. Ωστόσο, όταν εξετάζονται ξεχωριστά οι πτήσεις ανάλογα με την απόσταση που καλύπτουν, διαπιστώθηκε ότι όταν πρόκειται **αποκλειστικά και μόνο για πτήσεις σύντομης διαδρομής (short-haul)**, οι καταναλωτές της Βόρειας Αμερικής είναι οριακά **λιγότερο ευαίσθητοι** στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με τους καταναλωτές του υπόλοιπου κόσμου. Από την άλλη, όταν πρόκειται **αποκλειστικά για πτήσεις μακρινής διαδρομής (long-haul)**, οι καταναλωτές της Βόρειας Αμερικής είναι **περισσότερο ευαίσθητοι** στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με αυτούς του υπόλοιπου κόσμου.
- Η θεωρητικά προβλεπόμενη μείωση της ευαισθησίας των καταναλωτών στην τιμή με αύξηση της **απόστασης πτήσεως** λόγω της σχετικής έλλειψης εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης, δεν είναι απόλυτα σωστή θεώρηση, καθώς όσο μεγαλώνει η απόσταση πτήσεως, τόσο μεγαλύτερο είναι και το μερίδιο του διαθέσιμου εισοδήματος του καταναλωτή που απαιτείται, γεγονός που προκαλεί τελικά μεγαλύτερη ευαισθησία.
- Ορισμένες ανεξάρτητες μεταβλητές που αφορούν **περιγραφικά χαρακτηριστικά** κάθε επιμέρους έρευνας του δείγματος, όπως το είδος δημοσίευσης (Conference), ο χρονικός ορίζοντας (Short-term), το επίπεδο συλλογής δεδομένων (Airport_pair), το είδος των δεδομένων ζήτησης (Daily), η μορφή του μοντέλου (Linear), οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο (INC, Frequency), η

αντιμετώπιση ή μη της Ενδογένειας με χρήση βοηθητικών μεταβλητών (IV), η καταγραφή του τυπικού σφάλματος (SE_reported) και το μέσο έτος της περιόδου συλλογής των δεδομένων (Dataset_Year), αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές, δηλαδή αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες στους οποίους αποδίδεται μέρος της μεταβλητότητας των παρατηρήσεων στη βιβλιογραφία.

- Όταν σε ένα μοντέλο ζήτησης, για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας, χρησιμοποιείται η **μέθοδος των βοηθητικών μεταβλητών (Instrumental variables)**, οι τιμές ελαστικότητας υπολογίζονται **αρκετά πιο αρνητικές** σε σχέση με όταν είτε χρησιμοποιείται κάποια άλλη μέθοδος για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας, είτε δεν υφίσταται ή υφίσταται αλλά αμελείται τελείως το πρόβλημα αυτό. Επομένως, για την καλύτερη πρόβλεψη της ελαστικότητας καλό είναι να μην αμελείται το πρόβλημα της ενδογένειας αλλά να αντιμετωπίζεται, ιδανικά με τη μέθοδο των βοηθητικών μεταβλητών.
- Ο **χρονικός ορίζοντας** αποδείχθηκε επίσης καθοριστικός παράγοντας στην τιμή ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου. **Βραχυπρόθεσμα** (Short-term) οι τιμές ελαστικότητας της ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου καταγράφονται **λιγότερο αρνητικές** σε σχέση με μακροπρόθεσμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα οι καταναλωτές δεν προλαβαίνουν να προσαρμοστούν στις αλλαγές των τιμών του εισιτηρίου και στις υποκατάστατες επιλογές μετακίνησης, με αποτέλεσμα η ζήτηση να είναι πιο ανελαστική.
- Σε σχέση με άλλα **είδη δημοσίευσης** (επιστημονικό άρθρο, working paper), οι έρευνες που δημοσιοποιούνται σε συνέδρια (Conference), σημειώνουν λιγότερο αρνητικές τιμές ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου. Επίσης, η μεταβλητή βρέθηκε στατιστικά σημαντική που δείχνει ότι το είδος δημοσίευσης επηρεάζει τα αποτελέσματα της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου.
- Όταν ένας ερευνητής, συμπεριλαμβάνει στο μοντέλο ζήτησης τη **συχνότητα των πτήσεων** ως ανεξάρτητη μεταβλητή, καταγράφονται **λιγότερο αρνητικές** τιμές ελαστικότητας ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Το ίδιο ισχύει και για όταν συμπεριλαμβάνουν ως ανεξάρτητη μεταβλητή κάποιο μέγεθος που αντιπροσωπεύει το **εισόδημα του καταναλωτή**. Όταν τα αποτελέσματα της μελέτης πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς αυτή τη μεροληψία. Ακόμη, κατά τη δημιουργία μιας νέας μελέτης, οι μεταβλητές αυτές καλό είναι να μην παραλείπονται.
- Η μορφή του μοντέλου παλινδρόμησης (Γραμμική, Λογαριθμική κ.α.) που επιλέγει ένας ερευνητής για την πρόβλεψη της επιβατικής κίνησης των αερομεταφορών, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στα αποτελέσματα της ελαστικότητας ζήτησης

του αεροπορικού εισιτηρίου. Όταν για τη ζήτηση χρησιμοποιείται **μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης**, τα αποτελέσματα προκύπτουν **λιγότερο αρνητικά** σε σχέση με άλλες μορφές μοντέλων ζήτησης.

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1 Γενική ανασκόπηση	1
1.2 Στόχος Διπλωματικής	2
1.3 Μεθοδολογία.....	2
1.4 Δομή Διπλωματικής	3
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	5
2.1 Ελαστικότητα Ζήτησης ως προς την Τιμή (Price elasticity of demand).....	5
2.2 Ελαστικότητα αεροπορικής ζήτησης ως προς την τιμή του εισιτηρίου (Price elasticity of air- travel demand).....	6
2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου	6
2.4 Συναφείς Μετα-αναλύσεις και Μεθοδολογίες.....	8
3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	10
3.1 Συστηματική Ανασκόπηση.....	10
3.2 Μεθοδολογία PRISMA	10
3.3 Μετα-Ανάλυση	11
3.4 Ετερογένεια των Μελετών.....	13
3.5 Σφάλμα Δημοσίευσης (Publication bias)	14
3.6 Μαθηματική διαδικασία	15
3.6.1 Ανάλυση με Πάνελ Δεδομένα (Panel data analysis)	15
3.6.2 Μοντέλο Σταθερών Επιδράσεων (Fixed effects model)	16
3.6.3 Μοντέλο Τυχαίων Επιδράσεων (Random effects model).....	16
3.6.4 Διαγνωστικοί Έλεγχοι Προσαρμογής Μοντέλου	17
3.6.5 Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου	18
4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ	20
4.1 Συλλογή Στοιχείων	20
4.2 Ανεξάρτητες Μεταβλητές.....	23
4.3 Περιγραφική Στατιστική Ανάλυση	28
4.4 Συσχέτιση Μεταβλητών	35

5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	38
5.1 Εισαγωγή.....	38
5.2 Ετερογένεια: Forest plot, Q-test.....	38
5.3 Σφάλμα δημοσίευσης: Διάγραμμα «χωνί» (Funnel plot)	40
5.4 Μετα-Παλινδρόμηση (Meta-regression)	41
5.4.1 Ανεξάρτητες Μεταβλητές του Μοντέλου	41
5.4.2 Μοντέλο Τυχαίων Επιδράσεων (Random-effects model)	43
5.4.3 Μοντέλο Σταθερών Επιδράσεων (Fixed-effects model)	44
5.5 Σύνοψη και Ερμηνεία Αποτελεσμάτων	47
5.6 Ανάλυση Ευαισθησίας	51
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	56
6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων.....	56
6.2 Συνολικά Συμπεράσματα	58
6.3 Προτάσεις Αξιοποίησης των Αποτελεσμάτων	60
6.4 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα	60
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	62
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	66

Ευρετήριο Γραφημάτων

Γράφημα 4.1: Διάγραμμα Ροής (PRISMA 2020).....	22
Γράφημα 4.2: Κατανομή παρατηρήσεων ανά μέσο έτος δεδομένων (Dataset_Year)..	28
Γράφημα 4.3: Τιμές ελαστικότητας ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης σε χρονολογική σειρά	30
Γράφημα 4.4: Ιστόγραμμα ελαστικότητας ζήτησης της τιμής του αεροπορικού εισιτηρίου ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης	31
Γράφημα 4.5: Ιστόγραμμα ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή για (α) business class και (β) economy class επιβάτες	32
Γράφημα 4.6: (α) Ιστόγραμμα 'short-term' τιμών ελαστικότητας, (β) Ιστόγραμμα 'long-term' τιμών ελαστικότητας.....	33
Γράφημα 4.7: Ιστόγραμμα ελαστικότητας ζήτησης με βάση την τιμή του εισιτηρίου για (α) short-haul αγορά, (β) medium-haul αγορά, (γ) long-haul αγορά.....	35
Γράφημα 4.8: Κορυφαίες 20 μεταβλητές με τη μεγαλύτερη συσχέτιση με την μεταβλητή y	36
Γράφημα 4.9: Κορυφαία 40 ισχυρά συσχετιζόμενα ζευγάρια μεταβλητών.....	36
Γράφημα 4.10: Χρωματιστός χάρτης θερμότητας συσχέτισης	37
Γράφημα 5.1: Διάγραμμα τύπου 'forest plot'	39
Γράφημα 5.2: Διάγραμμα χωνί της Μετα-ανάλυσης (Funnel plot).....	40
Γράφημα 5.3: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων.....	51
Γράφημα 5.4: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανάλογα με τη χρήση ή μη βοηθητικών μεταβλητών (instrumental variables) για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας στο μοντέλο ζήτησης.	52
Γράφημα 5.5: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά είδος δημοσίευσης.	52
Γράφημα 5.6: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης.	53
Γράφημα 5.7: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης αποκλειστικά για πτήσεις σύντομης διαδρομής (short-haul).	53
Γράφημα 5.8: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης αποκλειστικά για πτήσεις μακρινής διαδρομής (long-haul)	54

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 2.1: Συγκεντρωτικός πίνακας Βιβλιογραφίας.....	9
Πίνακας 4.1: Απόσπασμα τελικής βάσης δεδομένων.....	25
Πίνακας 4.2: Ανεξάρτητες/Επεξηγηματικές μεταβλητές	26
Πίνακας 4.3: Περιγραφική στατιστική εξαρτημένης μεταβλητής y	28
Πίνακας 4.4: Περιγραφική στατιστική του συνολικού δείγματος της μετα-ανάλυσης (44 έρευνες).....	29
Πίνακας 4.5: Περιγραφική στατιστική για τις μεταβλητές της κατηγορίας Γεωγραφικής Περιοχής κάλυψης.....	30
Πίνακας 5.1: Ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων.....	42
Πίνακας 5.2: Αποτελέσματα Μοντέλου 1: Μοντέλο Τυχαίων επιδράσεων (Random-effects).....	43
Πίνακας 5.3: Αποτελέσματα Μοντέλου 2: Μοντέλο Σταθερών επιδράσεων (Fixed-effects)	44
Πίνακας 5.4: Σταθερές αι του Μοντέλου Σταθερών επιδράσεων (Μοντέλο 2).....	46
Πίνακας 5.5: Σύνοψη Αποτελεσμάτων Μοντέλου 1 και 2.....	47
Πίνακας 6.1: Ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων.....	57
Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας Μετα-παλινδρόμησης	57

Κατάλογος Ακρωνυμίων

ΑΕΠ	<i>Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν</i>
GDP	<i>Gross Domestic Product (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν)</i>
IV	<i>Instrumental variables (Βοηθητικές μεταβλητές)</i>
OLS	<i>Ordinary least squares (Μέθοδος ελάχιστων τετραγώνων)</i>
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analyses</i>
WLS	<i>Weighted Least Squares (Σταθμική μέθοδος ελάχιστων τετραγώνων)</i>

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενική ανασκόπηση

Από τα τέλη του εικοστού αιώνα μέχρι σήμερα, οι αερομεταφορές αποτελούν μια τεράστια βιομηχανία, η οποία έχει δεχθεί εντυπωσιακές αλλαγές. Η αυξανόμενη ζήτηση, η αποκρατικοποίηση των αεροδρομίων, το φαινόμενο της παγκοσμιοποίησης, η δημιουργία αεροπορικών συμμαχιών και οι τεχνολογικές εξελίξεις αποτελούν τάσεις που διαμόρφωσαν την **αεροπορική βιομηχανία** όπως την γνωρίζουμε σήμερα.

Λόγω της συνεχόμενης αύξησης της επιβατικής κίνησης, η αεροπορική βιομηχανία συγκεντρώνει **μεγάλο επενδυτικό ενδιαφέρον**. Το 2019 η επιβατική κίνηση στην Ευρωπαϊκή Ένωση ξεπέρασε το 1 δισεκατομμύριο, σημειώνοντας 47% αύξηση από το 2008 (Eurostat, 2020). Με την έξαρση του COVID-19 το 2020 η κίνηση μειώθηκε κατά 73% δημιουργώντας μεγάλο πλήγμα στην βιομηχανία. Παρόμοιες **αυξομειώσεις στην επιβατική κίνηση** έχουν παρατηρηθεί και στο παρελθόν. Γεγονότα όπως τρομοκρατικές επιθέσεις (9/11), έξαρση πανδημιών (Γρίπη H1N1) ή μεγάλες αθλητικές διοργανώσεις (Παγκόσμιο κύπελλο ποδοσφαίρου, Ολυμπιακοί Αγώνες), επηρεάζουν σημαντικά τη ζήτηση. Η πρόβλεψη της ζήτησης και οι παράγοντες που την επηρεάζουν έχει απασχολήσει αρκετά τους ερευνητές, γεγονός που φανερώνεται από την μεγάλη πληθώρα ερευνών που έχουν διεξαχθεί σε χώρες από όλο τον κόσμο.

Με την απελευθέρωση της αγοράς και την δημιουργία αεροπορικών συμμαχιών ο ανταγωνισμός αυξήθηκε, γεγονός που επέφερε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει, κατά πόσο η τιμή του επηρεάζει τη ζήτηση. Η ευαισθησία των καταναλωτών στην τιμή του εισιτηρίου εκφράζεται από την **ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου (ticket price elasticity of demand)**. Το μέγεθος αυτό είναι πολύ χρήσιμο για τις αρχές πολιτικής αεροπορίας, οι οποίες ασκούν καθήκοντα ρυθμιστικής αρχής της οικονομικής δραστηριότητας στον χώρο των αερομεταφορών και της προστασίας του περιβάλλοντος από δραστηριότητες της ίδιας.

Ωστόσο, όπως αναφέρεται από τους Brons et al. (2002), ο υπολογισμός της ελαστικότητας της ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου παρουσιάζει δυσκολίες καθώς πολλές φορές δεν υπάρχουν εύκολα διαθέσιμες πληροφορίες για την επιβατική κίνηση και τις τιμές των εισιτηρίων. Εναλλακτικά, η έρευνα είναι δυνατόν να διεξαχθεί με τη διαδικασία της **μετα-ανάλυσης**, δηλαδή με τη σύνθεση πολλών υφιστάμενων μελετών από διαφορετικούς ερευνητές που υπολογίζουν το μέγεθος της συγκεκριμένης ελαστικότητας.

1.2 Στόχος Διπλωματικής

Παρατηρώντας τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας, φαίνεται να υπάρχει μεγάλη μεταβλητότητα στις εκτιμήσεις της ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η **διερεύνηση των καθοριστικών παραγόντων** στους οποίους αποδίδεται αυτή η **μεταβλητότητα**, αξιοποιώντας τις τεχνικές της συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης.

Συνθέτοντας τα ευρήματα υφιστάμενων μελετών, αναζητήθηκε το βέλτιστο μοντέλο **μετα-παλινδρόμησης** (meta-regression) που περιγράφει τη σχετική σημασία διαφόρων μεταβλητών με την ελαστικότητα της τιμής του εισιτηρίου. Οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου που επιλέχθηκαν, αφορούν διάφορα γεω-οικονομικά (απόσταση πτήσεως, κατηγορία επιβατών κ.α.) και περιγραφικά χαρακτηριστικά (έτος διεξαγωγής της έρευνας, μεθοδολογία έρευνας κ.α.) κάθε επιμέρους παρατήρησης στη βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε κατά την συστηματική ανασκόπηση.

Η μετα-παλινδρόμηση συνοδεύεται από μια **περιγραφική στατιστική ανάλυση** κατά την οποία εξάγονται συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το σύνολο του δείγματος ανά κατηγορία επιβατών και μπορούν να συγκριθούν τόσο μεταξύ τους όσο και με τα αντίστοιχα αποτελέσματα προηγούμενων μετα-αναλύσεων επί του θέματος (Brons et al., 2002; Kucherenko and Dybvik, 2019).

1.3 Μεθοδολογία

Στην συγκεκριμένη ενότητα παρατίθεται συνοπτικά η **μεθοδολογία** που ακολουθήθηκε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας.

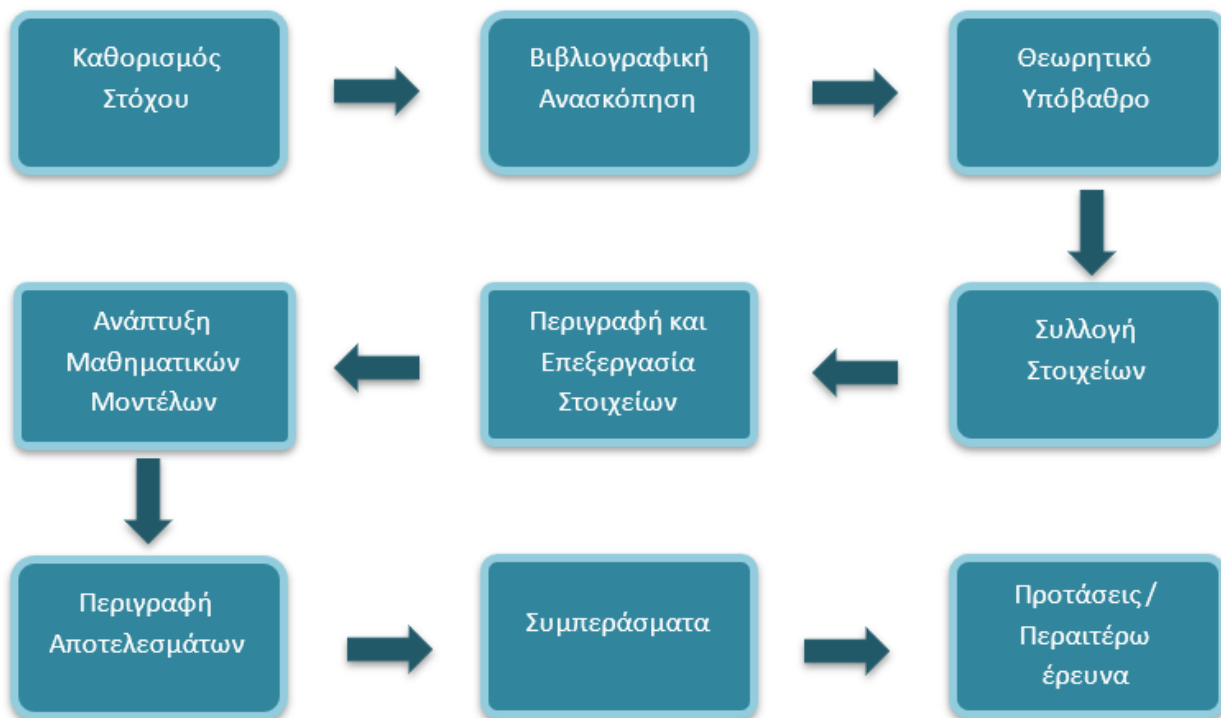
Αρχικό βήμα αποτέλεσε ο **καθορισμός του στόχου** της εργασίας σε συνδυασμό με την διατύπωση του επιστημονικού ερωτήματος που θα ερευνηθεί. Στη συνέχεια, ακολούθησε η **βιβλιογραφική ανασκόπηση** σε διεθνή βιβλιογραφία, με σκοπό την εύρεση δημοσιευμένων ερευνών με παρεμφερές αντικείμενο και ως προς τον στόχο της εργασίας και ως προς τη μεθοδολογία της ανάλυσης που θα ακολουθήσει. Μελετώντας την υπάρχουσα βιβλιογραφία επί του θέματος, συγκεντρώθηκαν οι απαραίτητες πληροφορίες για την διεξαγωγή της έρευνας με τη μεθοδολογία της μετα-ανάλυσης.

Έπειτα, για την **συλλογή στοιχείων** διεξάχθηκε συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας με εφαρμογή του πρωτοκόλλου PRISMA Statement 2020. Αυτό επιτεύχθηκε, χρησιμοποιώντας τη μηχανή αναζήτησης Scopus, με τη βοήθεια του εργαλείου **σύνθετης αναζήτησης**. Η τελική βάση δεδομένων, συμπληρώθηκε σε υπολογιστικό φύλλο excel, από στοιχεία που αντλήθηκαν μέσα από τις έρευνες που προέκυψαν από τη συστηματική ανασκόπηση και εμπλουτίστηκαν με αυτές που βρέθηκαν στις αναφορές των συναφών μετα-αναλύσεων (Brons et al., 2002; Kucherenko and Dybvik, 2019).

Επόμενο βήμα αποτέλεσε η **περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων** και η **ανάπτυξη των κατάλληλων οικονομετρικών μοντέλων**, σε περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού R. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν ένα μοντέλο σταθερών επιδράσεων (fixed-effects model) και ένα μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (random-effects model), από τα οποία παράχθηκαν χρήσιμα **αποτελέσματα** σχετικά με το στόχο της παρούσας εργασίας που καθορίστηκε στο ξεκίνημα της έρευνας.

Τέλος, με την κατάλληλη ανάλυση των αποτελεσμάτων εκπληρώθηκε η **εξαγωγή διαφόρων συμπερασμάτων** καθώς και **προτάσεων για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων και για περαιτέρω έρευνα**.

Όλα τα βήματα της μεθοδολογίας παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα ροής (Γράφημα 1.1):



Γράφημα 1.1: Διάγραμμα ροής της μεθοδολογίας της Διπλωματικής Εργασίας

1.4 Δομή Διπλωματικής

Η δομή της διπλωματικής εργασίας και τα επιμέρους κεφάλαια που την απαρτίζουν, συνοψίζονται ως εξής:

Το τρέχον **κεφάλαιο 1**, αποτελείται από μια γενική ανασκόπηση του θέματος, και από μια συνοπτική παρουσίαση του στόχου και της μεθοδολογίας που καθορίστηκε.

Το **κεφάλαιο 2**, παρέχει μια βιβλιογραφική ανασκόπηση όπου αναφέρονται στοιχεία από συναφείς μετα-αναλύσεις με παρεμφερές θέμα.

Το **κεφάλαιο 3**, αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο στηρίχθηκε η ανάλυση των δεδομένων της εργασίας. Περιλαμβάνει τις στατιστικές μεθόδους και τους ελέγχους που απαιτούνται για την εκπόνηση της εργασίας.

Το **κεφάλαιο 4**, περιγράφει βήμα-βήμα τη διαδικασία της συλλογής των στοιχείων της έρευνας και διαμόρφωσης της βάσης δεδομένων. Επιπλέον, περιέχει την περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων στο λογισμικό R-studio, και τους συγκεντρωτικούς πίνακες και τα διαγράμματα που δημιουργήθηκαν μέσω αυτής.

Στο **κεφάλαιο 5**, παρατίθενται αναλυτικά η εφαρμογή της μεθόδου ανάλυσης που επιλέχθηκε, η διαδικασία ανάπτυξης των βέλτιστων μοντέλων μετα-παλινδρόμησης καθώς και τα αποτελέσματα αυτών με την ερμηνεία τους.

Στο **κεφάλαιο 6**, συνοψίζοντας τα αποτελέσματα παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν ως προς το επιστημονικό ερώτημα που καθορίστηκε στα πρώτα στάδια της παρούσας μετα-ανάλυσης. Ακόμη, παρουσιάζονται προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων και για περαιτέρω έρευνα.

Μετά το πέρας του 6^{ου} κεφαλαίου, καταγράφονται οι βιβλιογραφικές αναφορές που αξιοποιήθηκαν κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας και τα παραρτήματα με τα αποτελέσματα των μοντέλων που αναπτύχθηκαν στην R.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Ελαστικότητα Ζήτησης ως προς την Τιμή (Price elasticity of demand)

Ελαστικότητα Ζήτησης ως προς την Τιμή (Price Elasticity of Demand), ορίζεται ο λόγος της ποσοστιαίας μεταβολής της ζητούμενης ποσότητας προς την ποσοστιαία μεταβολή της τιμής του. Μαθηματικά εκφράζεται από την σχέση:

$$E_D = \frac{\Delta Q\%}{\Delta P\%}$$

όπου

$\Delta Q\%$ = η ποσοστιαία μεταβολή της ζητούμενης ποσότητας

$\Delta P\%$ = η ποσοστιαία μεταβολή της τιμής

Σύμφωνα με τον νόμο της ζήτησης, όταν η τιμή ενός αγαθού μειώνεται ή αυξάνεται, τότε με σταθερούς όλους τους άλλους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση (*ceteris paribus*), η ζητούμενη ποσότητά του αυξάνεται ή αντίστοιχα μειώνεται. Η Ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή αντιπροσωπεύει την αντίδραση της ζήτησης λόγω αλλαγών στην τιμή. Η ζήτηση ενός αγαθού μπορεί να χαρακτηριστεί ως:

- **Ελαστική ζήτηση**, όταν η απόλυτη ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή είναι μεγαλύτερη από την μονάδα ($|E_D| > 1$). Αυτό σημαίνει ότι η ζήτηση της ποσότητας του είναι ευαίσθητη σε αλλαγές στην τιμή του, και μάλιστα η ποσοστιαία μεταβολή της ποσότητας είναι μεγαλύτερη από την ποσοστιαία μεταβολή της τιμής του.
- **Ανελαστική ζήτηση**, όταν η απόλυτη ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή είναι μικρότερη από την μονάδα ($|E_D| < 1$) και επομένως, η ζήτηση της ποσότητας του δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη σε αλλαγές στην τιμή του.
- **Μοναδιαίας ελαστικότητας**, όταν η απόλυτη ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή ισούται την μονάδα ($|E_D| = 1$). Σε αυτή την περίπτωση, η ποσοστιαία μεταβολή της τιμής προκαλεί ισόποση ποσοστιαία μεταβολή της ζητούμενης ποσότητας.

Γενικά, η ελαστικότητα της ζήτησης ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Αγαθά και υπηρεσίες που θεωρούνται **αναγκαία** παρουσιάζουν ανελαστική ζήτηση και δεν επηρεάζονται σημαντικά από αλλαγές στην τιμή τους. Από την άλλη, αγαθά και υπηρεσίες που θεωρούνται **πολυτελή**, έχουν ελαστική ζήτηση η οποία επηρεάζεται από τις αλλαγές στην τιμή τους.

2.2 Ελαστικότητα αεροπορικής ζήτησης ως προς την τιμή του εισιτηρίου (Price elasticity of air-travel demand)

Η **Ελαστικότητα της αεροπορικής ζήτησης**, είναι ένα μέγεθος που έχει συζητηθεί από πολλούς ερευνητές στο παρελθόν. Οι σημαντικότερες ελαστικότητες για την ζήτηση των αεροπορικών κινήσεων είναι **ως προς την τιμή του εισιτηρίου (price elasticity)** και ως προς το εισόδημα του καταναλωτή (income elasticity). Η ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου, χρησιμοποιείται συχνά σε αποφάσεις της **πολιτικής αεροπορίας** όπως για παράδειγμα η αύξηση στα τέλη αεροδρομίων ή στους φόρους εκπομπών (International Air Transport Association, 2008). Σε περίπτωση που οι καταναλωτές είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε αλλαγές στην τιμή του εισιτηρίου, πολιτικές που συνεπάγονται αύξηση της τιμής, θα έχουν ως επίπτωση τη μείωση της αεροπορικής κίνησης. Αντίθετα, σε περίπτωση που η ζήτηση δεν επηρεάζεται από αλλαγές στην τιμή του εισιτηρίου, περιβαλλοντικές πολιτικές που έχουν σκοπό τον περιορισμό των κινήσεων των αεροπορικών εταιριών δεν θα είναι αποτελεσματικές καθώς αυτές μπορούν να μεταφέρουν τους φόρους στην τιμή του εισιτηρίου χωρίς αυτό να επιφέρει κάποιο πλήγμα στις κρατήσεις τους (Brons et al., 2020).

Η εκτίμηση της ελαστικότητας ως προς την τιμή είναι αρκετά δύσκολη στις αερομεταφορές, λόγω προβλημάτων με τη διαθεσιμότητα δεδομένων στις τιμές των εισιτηρίων, την επιβατική κίνηση κ.λπ. Για το λόγο αυτό, οι ερευνητές καταφεύγουν στην εφαρμογή της μεθόδου της μετα-ανάλυσης, η οποία στην ουσία αποτελεί μια σύνθεση διαφόρων μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο παρελθόν. Χρησιμοποιώντας έρευνες στην υπάρχουσα βιβλιογραφία, είναι εφικτό να βρεθούν οι κοινοί παράγοντες στους οποίους αποδίδονται οι διαφορές στις εκτιμήσεις της ελαστικότητας (Brons et al., 2002).

2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου

Η ελαστικότητα της ζήτησης ως προς την τιμή ενός αγαθού ή μιας υπηρεσίας, εξαρτάται από την δυνατότητα επιλογής εναλλακτικών αγαθών ή υπηρεσιών. Όταν υπάρχουν διαθέσιμες πολλές εναλλακτικές επιλογές, η ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή είναι υψηλότερη. Αντίθετα, όταν δεν υπάρχει δυνατότητα εναλλακτικής επιλογής, η ζήτηση γίνεται ανελαστική. Το ίδιο ισχύει και για την αεροπορική ζήτηση, όταν οι καταναλωτές έχουν διαθέσιμες εναλλακτικές επιλογές μετακίνησης, η ζήτηση γίνεται ελαστική. Για το λόγο αυτό, πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την πιθανότητα ύπαρξης υποκατάστατων επιλογών μετακίνησης επηρεάζουν έμμεσα και την ελαστικότητα αεροπορικής ζήτησης ως προς την τιμή του εισιτηρίου (Brons et al., 2002).

Η πιθανότητα αντικατάστασης της μετακίνησης με αεροπλάνο εξαρτάται από γεωγραφικούς, οικονομικούς και δημογραφικούς παράγοντες. Όταν για τη σύνδεση δύο πόλεων υπάρχει η δυνατότητα επιλογής μετακίνησης με τρένο ή λεωφορείο αντί για αεροπλάνο, τότε οι καταναλωτές ίσως προτιμήσουν τη φθηνότερη επιλογή, ειδικά αν η

εξυπηρέτηση και η άνεση που παρέχουν είναι κοντά με αυτές του αεροπλάνου. Όταν τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής, όπως θάλασσες και αδιαπέραστα βουνά δεν επιτρέπουν εναλλακτικό τρόπο μετακίνησης τότε προφανώς ο καταναλωτής θα αναγκαστεί να διαφύγει στη μετακίνηση με αεροπλάνο (Kucherenko and Dybvik, 2019). Η απόσταση του ταξιδιού είναι εξίσου καθοριστική καθώς σε μακρινές διαδρομές και υπερατλαντικά ταξίδια οι επιλογές είναι περιορισμένες και επομένως η ζήτηση είναι ανελαστική.

Για συγκεκριμένα κομμάτια της αγοράς, υπάρχουν εναλλακτικές ακόμη και για την επιλογή της αεροπορικής εταιρίας. Όταν η αγορά είναι ομοιογενής, υπάρχει τέλειος ανταγωνισμός μεταξύ των αεροπορικών εταιριών που εξυπηρετούν την ίδια διαδρομή και συνεπώς υψηλή ελαστικότητα ζήτησης (Brons et al., 2002). Όταν όμως υπάρχει ποικιλία στις τιμές, τις υπηρεσίες και τις ανέσεις που προσφέρουν οι αεροπορικές εταιρίες, οι πιθανότητες αντικατάστασης είναι μικρότερες. Ανταγωνισμός υπάρχει επίσης ανάμεσα σε διαφορετικούς προορισμούς με παρόμοιες παροχές στον καταναλωτή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, αλλαγές στην τιμή του ενός προορισμού θα φέρουν σημαντικές αλλαγές στη ζήτηση. Κάποιες φορές η επιλογή της μη μετακίνησης μπορεί να θεωρηθεί ως υποκατάστατο της μετακίνησης με αεροπλάνο. Όταν οι τιμές είναι τόσο υψηλές για κάποιο προορισμό ώστε να ξεπερνούν την χρησιμότητά του, οι καταναλωτές ίσως ψάξουν τρόπους να αποφύγουν τελείως την μετακίνηση όπως αλλαγή δουλειάς, ακύρωση ταξιδιού αναψυχής κ.α. (Kucherenko and Dybvik, 2019).

Εκτός από τη γεωγραφική τοποθεσία και την απόσταση, ο χρονικός ορίζοντας συνδέεται επίσης με το βαθμό αντικατάστασης μιας αεροπορικής μετακίνησης. Όπως είναι αναμενόμενο, οι καταναλωτές δεν προλαβαίνουν να εξοικειωθούν με τις εναλλακτικές επιλογές που έχουν σε μικρό χρονικό διάστημα. Με την πάροδο του χρόνου προσαρμόζονται καλύτερα στις αλλαγές της τιμής του εισιτηρίου και στις υποκατάστατες επιλογές, με αποτέλεσμα η ζήτηση να γίνεται πιο ελαστική.

Σημαντικό παράγοντα για την ελαστικότητα ως προς την τιμή αποτελεί και ο σκοπός ταξιδιού. Γενικά οι επιβάτες που ταξιδεύουν για λόγους αναψυχής συμπεριφέρονται πολύ διαφορετικά από αυτούς που ταξιδεύουν για επαγγελματικούς λόγους. Οι ταξιδιώτες αναψυχής στοχεύουν στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας ή ικανοποίησης που αποκτούν από τα αεροπορικά ταξίδια και περιορίζουν τις κινήσεις τους γύρω από ένα συγκεκριμένο προϋπολογισμό (Brons et al., 2002). Σε σχέση με τους ταξιδιώτες με σκοπό την εργασία, οι ταξιδιώτες αναψυχής είναι πιο ευαίσθητοι σε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου και τείνουν να έχουν υψηλότερες (σε απόλυτη τιμή) τιμές ελαστικότητας.

Οι διαφορετικές τιμές ελαστικότητας της αεροπορικής ζήτησης ως προς την τιμή του εισιτηρίου οφείλονται εν μέρει σε κάποια περιγραφικά χαρακτηριστικά της κάθε μελέτης, όπως τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν, η μεθοδολογία, οι ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου, η χρονική περίοδος των δεδομένων και η αγορά στην οποία αναφέρεται η ζήτηση. Κάποιες μελέτες ελέγχουν για προβλήματα ενδογένειας κάποιες άλλες όχι

(Kucherenko and Dybvik, 2019). Όλα αυτά τα περιγραφικά χαρακτηριστικά είναι επίσης καθοριστικοί παράγοντες που επηρεάζουν τις τιμές ελαστικότητας.

2.4 Συναφείς Μετα-αναλύσεις και Μεθοδολογίες

Η πρώτη μετα-ανάλυση που διεξάχθηκε αποκλειστικά για την ελαστικότητα της αεροπορικής ζήτησης ως προς την τιμή του εισιτηρίου ήταν από τους **Brons et al. (2002)**. Στην έρευνά τους, συμπεριλήφθηκαν 37 μελέτες αεροπορικής ζήτησης από το 1974 έως το 2000 και συγκεντρώθηκαν συνολικά 204 τιμές ελαστικότητας, με μέση τιμή -1.146. Ως ανεξάρτητες μεταβλητές ορίστηκαν το Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν (ΑΕΠ), το έτος συλλογής δεδομένων, η απόσταση, ο χρονικός ορίζοντας, η τοποθεσία, η μέθοδος της ανάλυσης και η κατηγορία ναύλου. Με σκοπό την εξέταση της επιρροής των μεταβλητών αυτών στην τιμή της ελαστικότητας, πραγματοποίησαν μια περιγραφική στατιστική ανάλυση σε συνδυασμό με μια μετα-παλινδρόμηση.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι μακροπρόθεσμα (long-run) οι καταναλωτές αποδεικνύονται πιο ευαίσθητοι στην τιμή του εισιτηρίου. Επίσης, όπως άλλωστε ήταν αναμενόμενο, οι 'business class' επιβάτες είναι λιγότερο ευαίσθητοι στις αλλαγές της τιμής σε σχέση με τους 'economy class' επιβάτες. Ενδιαφέρον ήταν το γεγονός ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι Ευρωπαίοι επιβάτες, παρόλο που έχουν πολλές περισσότερες εναλλακτικές επιλογές (τρένο, λεωφορείο) από τους Αμερικανούς και Αυστραλούς επιβάτες, δεν είναι περισσότερο ευαίσθητοι στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου από αυτούς.

Οι **Kucherenko και Dybvik (2019)** στην διπλωματική τους εργασία, πραγματοποίησαν μια μεταγενέστερη μετα-ανάλυση επί του θέματος. Συλλέχθηκαν συνολικά 443 παρατηρήσεις από 68 έρευνες που καλύπτουν την περίοδο από το 1946 έως το 2016. Σε αυτή την έρευνα, δημιουργήθηκε ένα μοντέλο μόνο για 'economy class' επιβάτες (leisure model) και ένα μοντέλο για 'business' και 'economy class' επιβάτες μαζί (aggregated model). Η μέση τιμή της ελαστικότητας που εκτιμήθηκε ήταν -1.081 και -0.789 για κάθε μοντέλο αντίστοιχα. Τα μοντέλα της μετα-παλινδρόμησης παράχθηκαν με χρήση της μεθόδου των Ordinary Least Squares (OLS). Η κατηγορία ναύλου, η τοποθεσία, ο χρονικός ορίζοντας, το έτος συλλογής δεδομένων και ο εκτιμητής συντελεστών αποδείχθηκαν οι κρισιμότερες μεταβλητές.

Η μέση τιμή ελαστικότητας διαφέρει αρκετά στις δύο έρευνες. Στην μελέτη του 2002 η αεροπορική ζήτηση είναι ελαστική ($|ε| > 1$) ως προς την τιμή του εισιτηρίου, ενώ στην μελέτη του 2019 είναι ανελαστική ($|ε| < 1$). Το γεγονός αυτό ίσως να οφείλεται στα **νέα δεδομένα** που άλλαξαν την αεροπορική βιομηχανία από το 2000 μέχρι το 2016.

Μια από τις βασικές προϋποθέσεις της μεθόδου OLS, είναι η εξασφάλιση της ανεξαρτησίας μεταξύ των διαφορετικών παρατηρήσεων. Τα δεδομένα μιας μετα-ανάλυσης περιέχουν παρατηρήσεις που προέρχονται από την ίδια έρευνα, και συνεπώς

έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά. Επομένως, δεν μπορούμε να πούμε ότι αυτές οι παρατηρήσεις είναι τελείως ανεξάρτητες μεταξύ τους. Δεδομένου ότι στην πρόσφατη μελέτη (2019) εφαρμόστηκε η μέθοδος OLS η οποία δεν είναι κατάλληλη για τα ‘pooled’ δεδομένα της μετα-ανάλυσης, υπάρχει **ανάγκη για περαιτέρω έρευνα**, που θα συμπεριλαμβάνει δεδομένα μετά το 2000 και θα επιτρέπει την αντιστοίχιση βαρών σε διαφορετικές μελέτες με βάση τη συνεισφορά τους σε αριθμό παρατηρήσεων, για τον έλεγχο της μη ανεξαρτησίας στη μετα-ανάλυση. Τα πλέον κατάλληλα μοντέλα που προτείνονται και θα εφαρμοσθούν σε αυτή τη μετα-παλινδρόμηση (meta-regression) είναι τα μοντέλα σταθερών επιδράσεων (fixed-effects models) και τα μοντέλα τυχαίων επιδράσεων (random-effects models).

Στον Πίνακα 2.1 που ακολουθεί, συγκεντρώθηκαν συνοπτικά τα χαρακτηριστικά των δύο μετα-αναλύσεων που μελετήθηκαν κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, καθώς επίσης επισημαίνονται οι αδυναμίες τους και ο λόγος για τον οποίο υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω έρευνα επί του θέματος.

Πίνακας 2.1: Συγκεντρωτικός πίνακας Βιβλιογραφίας

Μετα-ανάλυση	Δείγμα έρευνας	Αποτελέσματα	Ελλείψεις / Περαιτέρω έρευνα
Brons et al. (2002)	<ul style="list-style-type: none"> 37 έρευνες από το 1974 έως το 2000 Συνολικά: 204 παρατηρήσεις 	<ul style="list-style-type: none"> Μέση τιμή ελαστικότητας: -1.146 Κρισιμότερες μεταβλητές: <ul style="list-style-type: none"> ΑΕΠ (GDP) Έτος συλλογής δεδομένων Απόσταση Χρονικός ορίζοντας Τοποθεσία Μέθοδος της ανάλυσης Κατηγορία ναύλου 	<ul style="list-style-type: none"> Βασίζεται σε δεδομένα πριν από το 2000. Ανάγκη για περαιτέρω έρευνα που θα περιλαμβάνει δεδομένα μετά το 2000, ώστε να εξεταστούν οι νέες τάσεις που επήλθαν στην αεροπορική βιομηχανία τα τελευταία χρόνια.
Kucherenko and Dybvik (2019)	<ul style="list-style-type: none"> 68 έρευνες από το 1946 έως το 2016 Συνολικά: 443 παρατηρήσεις 	<ul style="list-style-type: none"> Μέση τιμή ελαστικότητας: -1.081 (leisure model) -0.789 (aggregated model) Κρισιμότερες μεταβλητές: <ul style="list-style-type: none"> Κατηγορία ναύλου Τοποθεσία Χρονικός ορίζοντας Έτος συλλογής δεδομένων Εκτιμητής συντελεστών 	<ul style="list-style-type: none"> Η μέθοδος OLS δεν είναι κατάλληλη για τα ‘pooled’ δεδομένα της μετα-ανάλυσης. Ανάγκη για περαιτέρω έρευνα που θα επιτρέπει την αντιστοίχιση βαρών σε διαφορετικές μελέτες με βάση τη συνεισφορά τους σε αριθμό παρατηρήσεων, με σκοπό τον έλεγχο της μη ανεξαρτησίας στη μετα-ανάλυση.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1 Συστηματική Ανασκόπηση

Η συστηματική ανασκόπηση αποτελεί μια ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με μια συγκεκριμένη επιστημονική υπόθεση και αποβλέπει στην αναγνώριση, την εκτίμηση και την επιλογή των καλύτερα μεθοδολογικά σχεδιασμένων μελετών. Σε ορισμένες περιπτώσεις, η συστηματική ανασκόπηση και η μετα-ανάλυση χρησιμοποιούνται λανθασμένα ως ταυτόσημες έννοιες (Γαλάνης, 2009). **Στην πραγματικότητα, η μετα-ανάλυση είναι μια ποσοτική συστηματική ανασκόπηση.** Συγκεκριμένα, πρόκειται για μια μαθηματική διαδικασία που συνδυάζει στατιστικά τα αποτελέσματα των μελετών που επιλέχθηκαν έπειτα από τη συστηματική ανασκόπηση. Η διεξαγωγή και η συγγραφή μιας συστηματικής ανασκόπησης/μετα-ανάλυσης βασίζεται σε επιστημονικές αρχές και διαμορφωμένους κανόνες (Πατελάρου και Μπροκαλάκη, 2010).

Το πρώτο βήμα μιας συστηματικής ανασκόπησης αποτελεί η **διατύπωση ενός ερευνητικού ερωτήματος**, του οποίου η απάντηση θα δοθεί με αναζήτηση σε υφιστάμενες μελέτες της βιβλιογραφίας. Στη συνέχεια, ορίζονται **κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού**, με την εφαρμογή των οποίων θα ξεχωρίσουν οι έρευνες που περιέχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για να συμπεριληφθούν στην μετα-ανάλυση. Τα κριτήρια ένταξης και αποκλεισμού πρέπει να εφαρμοσθούν σε έρευνες σχετικές με το κρίσιμο επιστημονικό ερώτημα. Η αναζήτηση στη βιβλιογραφία για τέτοιες έρευνες θα ξεκινήσει από μηχανές αναζήτησης στο διαδίκτυο, με τη βοήθεια του εργαλείου της **σύνθετης αναζήτησης** (Advanced search) αφού επιλεγθούν οι κατάλληλες λέξεις-κλειδιά.

3.2 Μεθοδολογία PRISMA

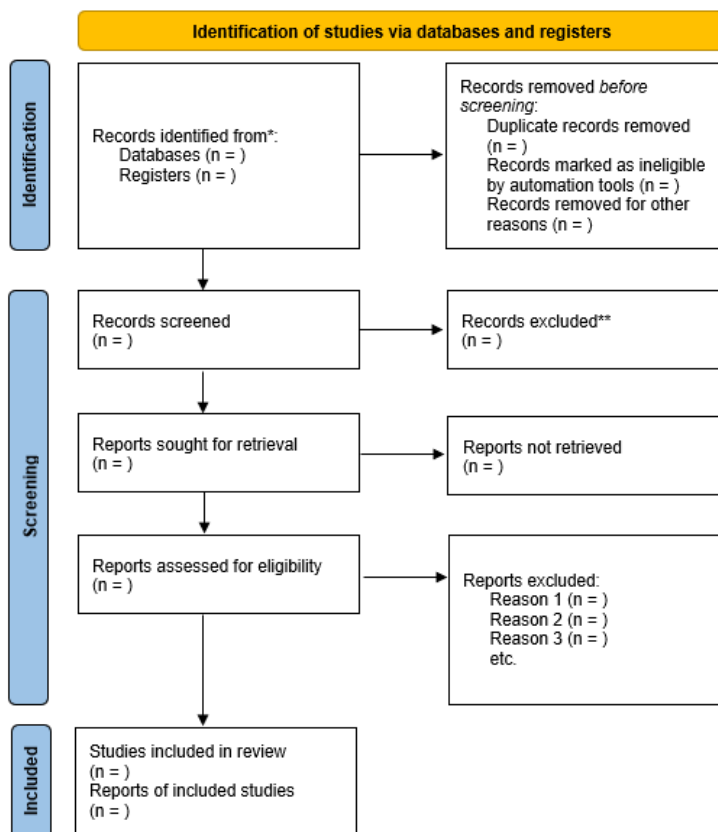
Η στρατηγική και τα ακριβή βήματα που ακολουθεί ένας συγγραφέας σε μια συστηματική ανασκόπηση/μετα-ανάλυση πρέπει να είναι ξεκάθαρα ώστε η έρευνα να μπορεί να αξιοποιηθεί και να επαναληφθεί από μελλοντικούς ερευνητές. Το PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) αποτελεί το πιο **γνωστό πρωτόκολλο για τη διεξαγωγή μιας συστηματικής ανασκόπησης**, το οποίο προτείνει έναν τυποποιημένο τρόπο για να εξασφαλιστεί μια ξεκάθαρη και ολοκληρωμένη διαδικασία ανασκόπησης.

Το **PRISMA Statement**, κυκλοφόρησε αρχικά το 2009 και αναβαθμίστηκε το 2020 έπειτα από την προσθήκη νέων οδηγιών. Το PRISMA 2020 αποτελείται από μια λίστα 27 πεδίων προς συμπλήρωση (τίτλος, περίληψη, αποτελέσματα κ.α.), μια αναλυτικότερη εκδοχή της λίστας με περισσότερες λεπτομέρειες για κάθε πεδίο, μια περιληπτική εκδοχή και ένα διάγραμμα ροής. Το **διάγραμμα ροής** του PRISMA 2020 (Εικόνα 3.1) απεικονίζει τη ροή των πληροφοριών μέσα από τις διάφορες φάσεις μιας συστηματικής ανασκόπησης,

χαρτογραφεί τον αριθμό των μελετών που συγκεντρώθηκαν, συμπεριλήφθηκαν και εξαιρέθηκαν, καθώς και τους λόγους για τους αποκλεισμούς.

Βασικός σκοπός του PRISMA είναι να βοηθήσει τους συγγραφείς στη βελτίωση των συστηματικών ανασκοπήσεων και μετα-αναλύσεων. Επίσης, δίνει τη δυνατότητα αξιολόγησης των μεθόδων που χρησιμοποιήθηκαν και συνεπώς **συνεισφέρει στην αξιοπιστία των ευρημάτων** (Page et al., 2021).

PRISMA 2020 flow diagram for new systematic reviews which included searches of databases and registers only



*Consider, if feasible to do so, reporting the number of records identified from each database or register searched (rather than the total number across all databases/registers).

**If automation tools were used, indicate how many records were excluded by a human and how many were excluded by automation tools.

Εικόνα 3.1: Διάγραμμα ροής PRISMA 2020

3.3 Μετα-Ανάλυση

Η **Μετα-Ανάλυση** είναι μια στατιστική ανάλυση που συνδυάζει τα αποτελέσματα πολλών επιστημονικών μελετών που σχετίζονται με το ίδιο επιστημονικό ερώτημα. Πρόκειται για ένα πολύ **διαδομένο στατιστικό εργαλείο** που εφαρμόζεται συχνά σε έρευνες στον

τομέα της ψυχολογίας και γενικότερα της ιατρικής. Στα μέσα του '90, η μετα-ανάλυση ξεκίνησε να εμφανίζεται και σε έρευνες στον τομέα των μεταφορών.

Η μετα-ανάλυση αποτελείται από τα εξής **πέντε βήματα** (Cooper, 1998):

1. Διατύπωση προβλήματος
2. Συλλογή δεδομένων (με αναζήτηση στη βιβλιογραφία)
3. Εκτίμηση δεδομένων (αξιολόγηση και κωδικοποίηση της βιβλιογραφίας)
4. Ανάλυση και ερμηνεία αποτελεσμάτων
5. Δημοσιοποίηση αποτελεσμάτων στο κοινό

Όπως η συστηματική ανασκόπηση έτσι και η μετα-ανάλυση ξεκινάει με την **διατύπωση ενός επιστημονικού προβλήματος**. Ανάλογα με τον τρόπο που θα επιλυθεί το πρόβλημα, γίνεται και ο καθορισμός της y εξαρτημένης μεταβλητής και των x ανεξάρτητων μεταβλητών που την επηρεάζουν. Στη συνέχεια ακολουθεί η διαδικασία που περιεγράφηκε στο κεφάλαιο της συστηματικής ανασκόπησης, όπου τελευταίο της βήμα αποτελεί ο καθορισμός των κατάλληλων μελετών που πρόκειται να συμπεριληφθούν στη μετα-ανάλυση. Τα αποτελέσματα των μελετών αυτών αποτελούν τη **βάση δεδομένων**, δηλαδή το «δείγμα» των παρατηρήσεων της έρευνας.

Ουσιαστικά, η συστηματική ανασκόπηση και η μετα-ανάλυση αποτελούν το πρώτο και το δεύτερο βήμα, αντίστοιχα, μιας **διαδικασίας συνδυασμού** των αποτελεσμάτων ενός αριθμού μελετών αναφορικά με μια συγκεκριμένη επιστημονική υπόθεση, με σκοπό τον υπολογισμό με μεγαλύτερη ακρίβεια και εγκυρότητα—σε σχέση με κάθε επιμέρους μελέτη χωριστά—ενός συγκεντρωτικού αποτελέσματος, το οποίο εκτιμά ουσιαστικά τη σχέση μεταξύ προσδιοριστή και έκβασης (Γαλάνης, 2009).

Το δεύτερο βήμα, δηλαδή η μετα-ανάλυση, αποτελεί προέκταση της συστηματικής βιβλιογραφικής ανασκόπησης και στοχεύει στην διερεύνηση των ποικίλων παραμέτρων που συναντώνται στη βιβλιογραφία καθώς και στην ποσοτικοποίηση του **βαθμού επιρροής** τους στο αποτέλεσμα της έρευνας. Αυτό καθώς και ο υπολογισμός ενός συγκεντρωτικού αποτελέσματος θα προκύψουν από τη **στατιστική ανάλυση των δεδομένων**. Η μετα-ανάλυση διακρίνεται από την συστηματική ανασκόπηση με την ύπαρξη της στατιστικής ανάλυσης καθώς στη δεύτερη, γίνεται απλή καταγραφή των διαφορετικών αποτελεσμάτων στη βιβλιογραφία χωρίς την εξαγωγή κάποιου συγκεντρωτικού αποτελέσματος.

Η πραγματοποίηση μετα-ανάλυσης αφορά την περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων που προκύπτουν από την βιβλιογραφική ανασκόπηση. Περαιτέρω ανάλυση περιλαμβάνει την εκτίμηση των σχετικών προτύπων μετα-παλινδρόμησης (meta-regression models) που μπορούν να εκτιμηθούν με τη χρήση μοντέλων σταθερών επιδράσεων (fixed-effects models), μοντέλων τυχαίων επιδράσεων (random-effects models) και άλλων προτύπων/μοντέλων παλινδρόμησης (Πατελάρου και Μπροκαλάκη, 2010). Εκτός από την επιλογή **στατιστικής μεθόδου** που θα ακολουθήσουν οι ερευνητές,

είναι σημαντικό να δώσουν ιδιαίτερη προσοχή και σε άλλα προβλήματα που προκύπτουν όταν διεξάγεται μια μετα-ανάλυση. Ο **έλεγχος ετερογένειας** και το **σφάλμα δημοσίευσης** αποτελούν παραδείγματα μεθοδολογικών ζητημάτων που μπορεί να οδηγήσουν στη μείωση της αξιοπιστίας της μετα-ανάλυσης και της εγκυρότητας του τελικού συγκεντρωτικού αποτελέσματος.

Τελευταία βήματα της μετα-ανάλυσης, όπως και σε κάθε άλλη στατιστική ανάλυση, είναι η **ερμηνεία των αποτελεσμάτων** και η δημοσιοποίησή τους στο κοινό. Είναι απαραίτητο, η **συγγραφή της μετα-ανάλυσης** να γίνει αναλυτικά και κάθε βήμα της να παρουσιάζεται λεπτομερώς ώστε οι αναγνώστες να μπορούν εύκολα να αναγνωρίσουν τις δυνατότητες και τις αδυναμίες της τεχνικής αυτής.

3.4 Ετερογένεια των Μελετών

Η μέτα-ανάλυση επιλέγεται από τους ερευνητές με στόχο την εξαγωγή ενός συγκεντρωτικού αποτελέσματος χρησιμοποιώντας ως δεδομένα τα ευρήματα ενός αριθμού μελετών που απαντούν στο ίδιο επιστημονικό ερώτημα. Για την **εξασφάλιση ενός αξιόπιστου αποτελέσματος**, είναι σημαντικό οι επιμέρους έρευνες που χρησιμοποιούνται, να είναι ομοιογενείς μεταξύ τους. Η **«στατιστική» ετερογένεια** αναφέρεται στην ποικιλομορφία του μεγέθους αποτελέσματος που εξετάζουμε και αποτελεί πρόβλημα όταν είναι μεγαλύτερη από όση δικαιολογείται σε τυχαίο φαινόμενο.

Η **ανίχνευση της ετερογένειας** μπορεί να γίνει με τη βοήθεια ενός διαγράμματος «δάσους» (forest plot), το οποίο απεικονίζει για κάθε έρευνα της μετα-ανάλυσης, όλες τις τιμές του μεγέθους αποτελέσματος που καταγράφονται σε κάθε μια από αυτές. Το γράφημα αυτό, δείχνει σε τι βαθμό αλληλεπικαλύπτονται μεταξύ τους, αποτελέσματα διαφορετικών μελετών. Αποτελέσματα που απέχουν αρκετά από τις υπόλοιπες τιμές και συνεπώς δεν επικαλύπτονται με άλλων ερευνών θεωρούνται ετερογενή και λιγότερο αξιόπιστα. Ωστόσο, όπως άλλωστε και για κάθε άλλο γράφημα, η ερμηνεία του **«forest plot»** δεν είναι πάντα αξιόπιστη. Η αξιολόγηση της ομοιογένειας μπορεί να γίνει επίσης με τη βοήθεια του **στατιστικού ελέγχου Q test** (Cochran's Q statistic). Όταν το p-value προκύπτει <0.05 (για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%), απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και συνεπώς υπάρχει σημαντική ετερογένεια μεταξύ των μελετών.

Η εκτίμηση της ετερογένειας μεταξύ των μελετών αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για την **επιλογή της κατάλληλης μαθηματικής μεθόδου**. Όπως είπαμε, η μετα-παλινδρόμηση συνήθως διεξάγεται με τη χρήση μοντέλων σταθερών επιδράσεων (fixed-effects) ή μοντέλων τυχαίων επιδράσεων (random-effects). Γενικά, τα μοντέλα σταθερών και τυχαίων επιδράσεων διαφέρουν στις υποθέσεις τους σχετικά με τη μεταβλητότητα των αποτελεσμάτων των διάφορων μελετών του δείγματος.

Στο **μοντέλο σταθερών επιδράσεων**, γίνεται η υπόθεση ότι το αποτέλεσμα του προσδιοριστή είναι σταθερό στις διάφορες μελέτες (fixed average effect size) και ότι η

μεταβλητότητα του αποτελέσματος που παρουσιάζεται από μελέτη σε μελέτη αποδίδεται σε τυχαία μεταβλητότητα που παρουσιάζει η κάθε μελέτη εξαιτίας του γεγονότος ότι λαμβάνεται ένα «δείγμα» από τον πληθυσμό-πηγή. Αντίθετα, στο **μοντέλο τυχαίων επιδράσεων** ισχύει η υπόθεση ότι η μεταβλητότητα του αποτελέσματος του προσδιοριστή οφείλεται τόσο στη μεταβλητότητα που παρουσιάζει η κάθε μελέτη εξαιτίας του ότι χρησιμοποιούνται «δείγματα» και όχι πληθυσμοί-πηγή, όσο και στη μεταβλητότητα μεταξύ των διαφόρων μελετών. Τα αποτελέσματα της κάθε μελέτης που περιλαμβάνεται στη μετα-ανάλυση αντιπροσωπεύουν ένα μοναδικό μέγεθος αποτελέσματος ανά μελέτη που ποικίλλει γύρω από ένα μέσο μέγεθος του πληθυσμού. Λόγω αυτής της παραδοχής, οι μελέτες με περισσότερες παρατηρήσεις λαμβάνουν αναλογικά μικρότερη βαρύτητα, ενώ μελέτες με λιγότερες παρατηρήσεις λαμβάνουν αναλογικά μεγαλύτερη βαρύτητα.

Παρόλο που οι υποθέσεις κάθε μοντέλου διαφέρουν, πολλές φορές οδηγούν σε παρεμφερή αποτελέσματα. Όταν υπάρχει ομοιογένεια, η επιλογή του μοντέλου δεν επηρεάζει τα αποτελέσματα. Αντίθετα, σε περίπτωση **ύπαρξης ετερογένειας**, το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (random-effects) κρίνεται καταλληλότερο καθώς αποδίδει ίσο μερίδιο επιρροής σε κάθε μελέτη στο τελικό αποτέλεσμα της μετα-ανάλυσης. Έτσι, μικρότερες έρευνες έχουν μεγαλύτερη επιρροή στο τελικό συγκεντρωτικό αποτέλεσμα σε σχέση με το μοντέλο σταθερών επιδράσεων (fixed-effects). Εάν διαπιστωθεί πολύ υψηλός βαθμός ετερογένειας, τότε ίσως είναι απαγορευτικό να συνδυαστούν οι μελέτες για την διεξαγωγή της μετα-ανάλυσης.

3.5 Σφάλμα Δημοσίευσης (Publication bias)

Το **Σφάλμα δημοσίευσης** ή Publication bias είναι ένα πρόβλημα που συναντάται συχνά στις μετα-αναλύσεις. Αποτελεί ένα φαινόμενο που βασίζεται στο γεγονός ότι γενικά, μελέτες με στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα έχουν μεγαλύτερες **πιθανότητες δημοσίευσης** από τις αντίστοιχες μελέτες με μη στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα. Άλλωστε, δεν είναι τυχαίο ότι, οι έρευνες με «αποθαρρυντικά» αποτελέσματα είναι σπάνιες και δυσεύρετες σε σχέση με έρευνες που παρέχουν κοινώς αποδεκτά αποτελέσματα. Ενδέχεται, η μετα-ανάλυση να περιλαμβάνει τόσο μεγάλο όγκο «θετικών» μελετών ώστε να υπο-αντιπροσωπεύονται οι «αρνητικές» μελέτες. Το γεγονός αυτό επηρεάζει σημαντικά την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων μιας μετα-ανάλυσης, καθώς οι έρευνες αποτελούν το δείγμα της και η επιλογή τους είναι σημαντικό να μη γίνεται μεροληπτικά. Για το λόγο αυτό, ο ερευνητής που διεξάγει μια μετα-ανάλυση είναι απαραίτητο να ανιχνεύει το σφάλμα δημοσίευσης και να το αντιμετωπίζει ώστε να εξασφαλίσει ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα που θα οδηγήσει σε έγκυρα αποτελέσματα.

Για την αποφυγή πιθανού ζητήματος καλό είναι, το δείγμα της μετα-ανάλυσης να περιέχει **μελέτες διαφορετικών κατηγοριών** όπως επιστημονικά άρθρα, παρουσιάσεις διαλέξεων, working papers και μη δημοσιευμένες μελέτες. Η ποικιλία του δείγματος αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την πρόληψη έναντι του σφάλματος δημοσίευσης, ωστόσο δεν εξασφαλίζει την εξάλειψή του. Επιπλέον, η αναζήτηση για μη δημοσιευμένες μελέτες

είναι αρκετά χρονοβόρα και παρακινδυνευμένη καθώς πολλές φορές το γεγονός ότι κρίθηκαν ακατάλληλες για δημοσίευση μπορεί να κρύβει μεθοδολογικά ζητήματα ή ανεπαρκή στοιχεία.

Η εκτίμηση ή μη του σφάλματος δημοσίευσης μπορεί να γίνει εύκολα με τη βοήθεια ενός «**funnel plot**». Πρόκειται ουσιαστικά για ένα διάγραμμα σκέδασης (scatter plot) που περιλαμβάνει το μέγεθος του αποτελέσματος που μας ενδιαφέρει στον οριζόντιο άξονα και κάποιο μέτρο ακρίβειας (μέγεθος του δείγματος, τυπικό σφάλμα κ.α.) στον κατακόρυφο άξονα. Το διάγραμμα σκέδασης θα πρέπει να θυμίζει **διάγραμμα χωνί** με τις περισσότερες παρατηρήσεις να συγκεντρώνονται στη βάση, οι οποίες προέρχονται από έρευνες με μικρότερο μέγεθος ακρίβειας και λιγότερες να συγκεντρώνονται στην κορυφή, οι οποίες προέρχονται από έρευνες με μεγαλύτερη ακρίβεια και μέγεθος αποτελέσματος που πλησιάζει τον μέσο όρο. Μεγάλα κενά ή ασυμμετρία στο διάγραμμα υποδεικνύουν την ύπαρξη σφάλματος δημοσίευσης. Σε αυτή την περίπτωση, είναι στο χέρι του ερευνητή να αξιολογήσει τη σοβαρότητα του σφάλματος και να αναζητήσει τα αίτια της μη συμμετρίας. Αντίθετα σε περίπτωση συμμετρικού διαγράμματος η ύπαρξη σφάλματος δημοσίευσης είναι αδύνατη.

3.6 Μαθηματική διαδικασία

3.6.1 Ανάλυση με Πάνελ Δεδομένα (Panel data analysis)

Η φύση του επιστημονικού ερωτήματος και το είδος των δεδομένων της μετα-ανάλυσης, αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή της κατάλληλης μαθηματικής μεθόδου. Η στατιστική ανάλυση μιας μετα-ανάλυσης, συνήθως πραγματοποιείται με τη βοήθεια μιας παλινδρόμησης, που ονομάζεται **μετα-παλινδρόμηση (meta-regression)**, σε περιβάλλον κάποιας γλώσσας προγραμματισμού.

Τα δεδομένα της μετα-ανάλυσης είναι συνήθως **δεδομένα πάνελ (panel data)**. Τα δεδομένα πάνελ, γνωστά και ως διαστρωματικά δεδομένα χρονολογικών σειρών, αποτελούν δεδομένα για N διαστρωματικές μονάδες (χώρες, περιφέρειες, νοικοκυριά, ή έρευνες στην περίπτωση της μετα-ανάλυσης) και T χρονολογικές σειρές (έτη, τρίμηνα, μήνες κ.ο.κ).

Στην περίπτωση της μετα-ανάλυσης τα δεδομένα πάνελ προκύπτουν καθώς ο ερευνητής εντοπίζει και συλλέγει δεδομένα από διαφορετικές έρευνες (διαστρωματικές μονάδες), αλλά εντός μια έρευνας μπορεί να καταγράψει πολλές διαφορετικές τιμές του μεγέθους αποτελέσματος (effect size). Για παράδειγμα, στην περίπτωση της παρούσας εργασίας, μπορεί ο ίδιος ερευνητής να έχει καταγράψει διαφορετικές τιμές της ελαστικότητας ως προς το αεροπορικό εισιτήριο. Ακριβώς επειδή ανήκουν στην ίδια έρευνα, οι τιμές αυτές μπορεί να έχουν κάποια κοινά χαρακτηριστικά (δεδομένα, μέθοδος ανάλυσης κ.τ.λ). Επομένως, υπάρχει πιθανότητα αυτοσυσχέτισης των αποτελεσμάτων που προέρχονται από την ίδια έρευνα. Συνεπώς, παραβιάζεται μια από τις θεμελιώδεις υποθέσεις της μεθόδου των ελάχιστων τετραγώνων (OLS) και για το λόγο αυτό, αποφεύγεται σε μια

μετα-ανάλυση. Στην περίπτωση αυτή, τα καλύτερα μοντέλα που προτείνονται για τη μετα-παλινδρόμηση (meta-regression) είναι τα **μοντέλα σταθερών επιδράσεων (fixed-effects models)** και τα **μοντέλα τυχαίων επιδράσεων (random-effects models)**.

3.6.2 Μοντέλο Σταθερών Επιδράσεων (Fixed effects model)

Το **Μοντέλο Σταθερών Επιδράσεων (Fixed effects model)**, εκφράζεται μαθηματικά από τη σχέση:

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta'X_{it} + u_{it} \quad [3.1]$$

όπου εάν $i=1,2,\dots, N$, οι διατρωματικές μονάδες και $t=1,2,\dots,T$, οι χρονικές περίοδοι, τότε:

- Y_{it} = η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής
- X_{it} = η τιμή της ανεξάρτητης ερμηνευτικής μεταβλητής
- α_i = οι επιδράσεις που επηρεάζουν την εξαρτημένη μεταβλητή και οι οποίες δεν μεταβάλλονται χρονικά
- u_{it} = ο όρος σφάλματος

Ένα μοντέλο σταθερών επιδράσεων, έχει ως βασική υπόθεση ότι όλες οι καταχωρήσεις ανάμεσα στις διατρωματικές μονάδες (οντότητες) μπορούν να διαφέρουν, αλλά παραμένουν σταθερές με την πάροδο του χρόνου. Για κάθε διατρωματική μονάδα, η σταθερά α_i αποτυπώνει τις **ιδιαιτερότητες** κάθε μονάδας που είναι σταθερές στο χρόνο (fixed effects). Επίσης, η σταθερά α_i , θεωρείται ότι συσχετίζεται με τις μεταβλητές X_{it} .

3.6.3 Μοντέλο Τυχαίων Επιδράσεων (Random effects model)

Το **Μοντέλο Τυχαίων Επιδράσεων (Random effects model)**, εκφράζεται μαθηματικά από τη σχέση:

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \alpha + \beta'X_{it} + \alpha_i + u_{it} , \\ &= \alpha + \beta'X_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad [3.2]$$

$$\text{όπου } \varepsilon_{it} = \alpha_i + u_{it} \quad [3.3]$$

και εάν $i=1,2,\dots, N$, οι διατρωματικές μονάδες και $t=1,2,\dots,T$, οι χρονικές περίοδοι, τότε:

- Y_{it} = η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής
- X_{it} = η τιμή της ανεξάρτητης ερμηνευτικής μεταβλητής
- α = σταθερά
- ε_{it} = ο όρος σφάλματος ιδιοσυγκρασίας, τα οποία αλλάζουν με το χρόνο t αλλά και με τις διατρωματικές μονάδες i

Στον όρο σφάλματος συμπεριλαμβάνονται πλέον και οι επιδράσεις a_i των διαστρωματικών μονάδων, οι οποίες αντιμετωπίζονται ως τυχαίες μεταβλητές. Σε αντίθεση με το μοντέλο σταθερών επιδράσεων, στο μοντέλο τυχαίων επιδράσεων εκτιμάται μια και μοναδική σταθερά η οποία είναι κοινή για όλες τις οντότητες i . Βασική υπόθεση αυτού του μοντέλου είναι ότι οι απαραίτητες επιδράσεις a_i είναι ανεξάρτητες από όλες τις ερμηνευτικές μεταβλητές X_{it} σε όλες τις χρονικές στιγμές.

3.6.4 Διαγνωστικοί Έλεγχοι Προσαρμογής Μοντέλου

Hausman test:

Η **δοκιμή Hausman** (Hausman test), πρόκειται για μια στατιστική δοκιμή, απαραίτητη για την επιλογή του καταλληλότερου μοντέλου μεταξύ σταθερών και τυχαίων επιδράσεων. Η μηδενική υπόθεση (H_0) της δοκιμής αυτής είναι ότι ισχύει η βασική υπόθεση των μοντέλων τυχαίων επιδράσεων, δηλαδή ότι οι όροι σφάλματος μεταξύ των οντοτήτων u_i δεν συσχετίζονται με τις ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου. Σε περίπτωση που κατά την εκτέλεση της δοκιμής Hausman, το p -value προκύπτει <0.05 (για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%), τότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και καταλληλότερο μοντέλο κρίνεται το μοντέλο σταθερών επιδράσεων.

Hausman test:

H_0 : Επιλογή μοντέλου Τυχαίων επιδράσεων (p -value >0.05)

H_1 : Επιλογή μοντέλου Σταθερών επιδράσεων (p -value <0.05)

Σειριακή συσχέτιση (serial correlation):

Οι έλεγχοι σειριακής συσχέτισης εφαρμόζονται σε δεδομένα πάνελ με μεγάλες χρονοσειρές και δεν αποτελούν πρόβλημα σε πάνελ με πολύ λίγα έτη. Ο έλεγχος Breusch-Godfrey είναι ένας έλεγχος για αυτοσυσχέτιση στα σφάλματα ενός μοντέλου παλινδρόμησης. Σε περίπτωση ύπαρξης σειριακής συσχέτισης, ενδέχεται να εξαχθούν λανθασμένα συμπεράσματα σε άλλους διαγνωστικούς ελέγχους και εσφαλμένες εκτιμήσεις των παραμέτρων του μοντέλου. Η μηδενική υπόθεση (H_0) της δοκιμής αυτής είναι ότι το μοντέλο δεν παρουσιάζει σειριακή συσχέτιση και απορρίπτεται όταν p -value <0.05 .

Breusch-Godfrey/Wooldridge test:

H_0 : Το μοντέλο δεν παρουσιάζει σειριακή συσχέτιση (p -value >0.05)

H_1 : Το μοντέλο παρουσιάζει σειριακή συσχέτιση (p -value <0.05)

Ετεροσκεδαστικότητα (Heteroskedasticity):

Η ετεροσκεδαστικότητα αναφέρεται στην περίπτωση στην οποία σε διαφορετικές παρατηρήσεις της ανεξάρτητης μεταβλητής X_t , η διακύμανση του διαταρακτικού όρου ϵ_t δεν είναι σταθερή. Η ετεροσκεδαστικότητα έχει ως αποτέλεσμα λανθασμένη εκτίμηση στον έλεγχο του Student, στον έλεγχο F και στα διαστήματα εμπιστοσύνης διότι όλοι οι

συγκεκριμένοι έλεγχοι εξαρτώνται από τη διακύμανση του διαταρακτικού όρου. Επιπλέον, οδηγεί σε ανακριβείς εκτιμητές ορισμένων συντελεστών του μοντέλου. Η μηδενική υπόθεση (H_0) της δοκιμής αυτής είναι ότι δεν ανιχνεύεται ετεροσκεδαστικότητα.

Breusch-Pagan test:

H_0 : Ομοσκεδαστικότητα στο μοντέλο ($p\text{-value} > 0.05$)

H_1 : Ετεροσκεδαστικότητα στο μοντέλο ($p\text{-value} < 0.05$)

3.6.5 Κριτήρια Αποδοχής Μοντέλου

Εκτός από τους διαγνωστικούς ελέγχους προσαρμογής, είναι σημαντικό, για να θεωρηθεί ένα μοντέλο αποδεκτό να αξιολογηθεί με βάση κάποια συγκεκριμένα κριτήρια που παρουσιάζονται στην παρούσα ενότητα.

Πρόσημα και τιμές συντελεστών β_i :

Οι συντελεστές β_i των ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου θα πρέπει να έχουν πρόσημο που να είναι δυνατό να ερμηνευτεί με λογικό τρόπο. Θετικό πρόσημο συντελεστή σημαίνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής παράλληλα με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντίθετα, αρνητικό πρόσημο σημαίνει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Η τιμή του συντελεστή θα πρέπει και αυτή να ερμηνεύεται λογικά δεδομένου ότι, αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής (x_i) κατά μία μονάδα επιφέρει αύξηση της εξαρτημένης κατά β_i μονάδες.

Έλεγχος της F (F-statistic):

Ο έλεγχος της F, είναι μια μέθοδος με την οποία ελέγχουμε αν το μοντέλο παλινδρόμησης μπορεί να εξηγήσει ένα σημαντικό μέρος της μεταβλητότητας της εξαρτημένης μεταβλητής. Η μηδενική υπόθεση (H_0) της δοκιμής αυτής είναι ότι οι συντελεστές β_i είναι ίσοι με μηδέν. Αν ισχύει η μηδενική υπόθεση και όλοι οι συντελεστές είναι 0, τότε το μοντέλο της παλινδρόμησης δεν είναι ικανό να προβλέψει ή να περιγράψει. Επομένως για την αποδοχή του μοντέλου πρέπει ο έλεγχος της F να δίνει $p\text{-value} < 0.05$ ώστε να απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση.

Έλεγχος t-test (κριτήριο t της κατανομής student):

Αξιολογεί την στατιστική εμπιστοσύνη του γραμμικού μοντέλου. Με τον δείκτη t προσδιορίζεται η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών, καθορίζονται δηλαδή ποιες μεταβλητές θα συμπεριληφθούν στο τελικό μοντέλο. Ο συντελεστής t εκφράζεται με τη σχέση:

$$t_{\text{stat}} = \frac{\beta_i}{s.e.} \quad [3.5]$$

Όπου s.e. το τυπικό λάθος (standard error)

Βάσει της σχέσης αυτής, όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα τόσο αυξάνεται ο συντελεστής t_{stat} και συνεπώς αυξάνεται η επάρκεια (efficiency). Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του t_{stat} ,

τόσο μεγαλύτερη είναι η επιρροή της συγκεκριμένης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα. Οι κρίσιμες τιμές του συντελεστή t , παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1 και εξαρτώνται από το επίπεδο εμπιστοσύνης που ορίζεται (συνήθως 95%).

Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t κατανομής Student

Βαθμός ελευθερίας	Επίπεδο εμπιστοσύνης				
	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995
80	1,296	1,671	2,000	2,39	2,66
120	1,289	1,658	1,98	2,358	2,617
∞	1,282	1,645	1,96	2,326	2,576

Τιμή σημαντικότητας p-value ανεξάρτητων μεταβλητών:

Κάθε t -statistic έχει και μια τιμή p -value. Η τιμή σημαντικότητας (p -value) ορίζεται ως η πιθανότητα της απόκτησης ενός αποτελέσματος ίσου ή "πιο ακραίου" από ό,τι ήταν στην πραγματικότητα παρατηρήσιμο, όταν η μηδενική υπόθεση είναι αληθής. Η τιμή σημαντικότητας χρησιμοποιείται ευρέως για τον έλεγχο στατιστικών υποθέσεων. Όσο μικρότερη η τιμή του p -value, τόσο περισσότερες είναι οι αποδείξεις για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης H_0 έναντι της εναλλακτικής H_1 .

Εάν το p -value είναι $< \alpha$, όπου α το επίπεδο σημαντικότητας τότε απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση H_0 . Επομένως όταν το p -value είναι < 0.05 , αυτό σημαίνει ότι για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, η ανεξάρτητη μεταβλητή επηρεάζει την εξαρτημένη και είναι επιθυμητό να συμπεριληφθεί στο τελικό μοντέλο. Γενικά, όσο πιο μικρή η τιμή του p -value, τόσο πιο στατιστικά σημαντική είναι η μεταβλητή του μοντέλου.

Συντελεστής προσαρμογής R^2 :

Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 αποτελεί κριτήριο καλής προσαρμογής του μοντέλου. Εκφράζεται μαθηματικά από τη σχέση:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad [3.4]$$

Όπου:

n : αριθμός παρατηρήσεων

y : παρατηρηθείσες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Y

\bar{y} : μέση τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής Y

\hat{y} : εκτιμηθείσα τιμή της μεταβλητής Y για δεδομένη τιμή της μεταβλητής X

Ο συντελεστής αυτός εκφράζει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την μεταβλητή X . Γενικά, λαμβάνει τιμές από 0 έως 1, και όσο πιο κοντά βρίσκεται στη μονάδα, τόσο πιο ισχυρή γίνεται η γραμμική σχέση εξάρτησης των μεταβλητών Y και X . Ο συντελεστής R^2 έχει συγκριτική αξία, δηλαδή δεν υπάρχει συγκεκριμένη τιμή του που είναι αποδεκτή ή απορριπτή, αλλά μεταξύ δύο ή περισσότερων μοντέλων επιλέγεται ως καταλληλότερο εκείνο με τη μεγαλύτερη τιμή του συντελεστή R^2 .

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 Συλλογή Στοιχείων

Το αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής ουσιαστικά αποτελεί μια συγκριτική διαδικασία επαναξιολόγησης των τιμών της ελαστικότητας της ζήτησης με βάση την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου (price elasticity of air-travel demand), που έχουν υπολογιστεί σε μελέτες στο παρελθόν. Το **σύνολο των παρατηρήσεων αντλήθηκε από υφιστάμενες έρευνες** στη βιβλιογραφία όπου οι ερευνητές έχουν υπολογίσει μια ή περισσότερες τιμές της ελαστικότητας του αεροπορικού εισιτηρίου. Η αναζήτηση για τις κατάλληλες μελέτες έγινε με τη διαδικασία της **συστηματικής ανασκόπησης** και ακολουθώντας το πρωτόκολλο της **μεθοδολογίας PRISMA**.

Για τη διεξαγωγή της συγκεκριμένης συστηματικής ανασκόπησης χρησιμοποιήθηκε η μηχανή αναζήτησης Scopus, με χρήση του εργαλείου της σύνθετης αναζήτησης. Επιλέχθηκαν **λέξεις-κλειδιά** όπως «αεροπορική ζήτηση», «ελαστικότητα», «μοντέλο παλινδρόμησης» κ.α. και με τη λειτουργία **TITLE-ABS-KEY()**, τα αποτελέσματα έδωσαν έρευνες που περιέχουν τις λέξεις αυτές στον τίτλο, στην περίληψη ή στις λέξεις-κλειδιά τους. Με τη λειτουργία του **OR()** εκφράζεται η επιθυμία ύπαρξης τουλάχιστον μιας από τις λέξεις αυτές, ενώ με τη λειτουργία **AND()** διαχωρίζονται οι διαφορετικές ομάδες λέξεων ώστε η αναζήτηση να γίνει ακόμη πιο συγκεκριμένη. Έτσι, η αναζήτηση αυτή οδηγεί σε έρευνες που περιέχουν στον τίτλο, την περίληψη ή στις λέξεις-κλειδιά τους **τουλάχιστον** μια από τις λέξεις-κλειδιά «αεροπορική ζήτηση», «επιβατική ζήτηση», «ζήτηση αεροπορικής εταιρίας», «ζήτηση αεροδρομίου» **και τουλάχιστον** μιας από τις λέξεις-κλειδιά «μοντέλο», «παλινδρόμηση», «ελαστικότητα» **και τουλάχιστον** μιας από τις λέξεις-κλειδιά «εισιτήριο», «τιμή» ή «αεροπορικό κόμιστρο»:

```
TITLE-ABS-KEY ( "air travel demand" OR "passenger demand" OR "airline demand" OR
"aviation demand" OR "airport demand" )
AND TITLE-ABS-KEY ( model OR regression OR elasticity )
AND TITLE-ABS-KEY ( ticket OR price OR airfare )
```

Η αναζήτηση αυτή οδήγησε σε 192 αποτελέσματα. Από τη Θεματική Ενότητα (Subject Area) των αποτελεσμάτων, εύκολα αφαιρέθηκαν τέσσερις (4) έρευνες: μια από την ενότητα της Φαρμακευτικής, μια από τις Επιστήμες Υλικών, μια από την ενότητα της Χημείας και μια από την ενότητα Φυσικής και Αστρονομίας. Επομένως, η ολοκληρωμένη σύνθετη αναζήτηση που έδωσε τα **189 αποτελέσματα** στα οποία προχώρησε η συστηματική ανασκόπηση είναι η εξής:

```
TITLE-ABS-KEY ( "air travel demand" OR "passenger demand" OR "airline demand"
OR "aviation demand" OR "airport demand" )
AND TITLE-ABS-KEY ( model OR regression OR elasticity ) AND TITLE-ABS-
KEY ( ticket OR price OR airfare ) AND ( EXCLUDE ( SUBJAREA , "PHAR" ) OR EXCLUDE ( SUBJ
AREA , "MATE" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "CHEM" ) OR EXCLUDE ( SUBJAREA , "PHYS" ) )
```

Για να γίνει πιο εύκολη η διαδικασία της ανασκόπησης, ακολούθησε η **εξαγωγή κάποιων βασικών χαρακτηριστικών** από αυτές τις 189 έρευνες, όπως τίτλος, συγγραφείς, γλώσσα, ιστότοπος, περίληψη κ.τ.λ., σε ένα υπολογιστικό φύλλο excel (Εικόνα 4.1).

1	Title	Authors	Author(s)	Year	Source	titl DOI	Link	Publisher	Language	Document	Abstract
2	Collaborative airline revenue sharing game with grey demand data	Olgun M.C	552742868	2022	Central Eu	10.1007/s1	https://w	Springer S	English	Article	Airline alliances provide m
3	A joint optimisation model for charger locating and electric bus charging scheduling	Hu H., Du	1573218313	2022	Transport	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	The continuous improvem
4	Ticket Allocation Optimization of Fuxing Train Based on Overcrowding Control: An En	Wang Y., S	550413377	2022	Sustainabi	10.3390/s	https://w	MDPI	English	Article	At the peak of passenger fl
5	Consumer behaviour analysis based on income and price elasticities: The case of the	Ventura R.	572185146	2022	Case Stud	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	Understanding consumer t
6	Joint Optimization of Ticket Pricing Strategy and Train Stop Plan for High-Speed Railw	Qin J., Li	X.830114140	2022	Mathemat	10.3390/m	https://w	MDPI	English	Article	In this study, we examin
7	An auction framework for assessing the tendering of subsidised routes in air transp	Kinene A.,	572111873	2022	Transport	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	Governments offer subsid
8	Airline OR Innovations Soar During COVID-19 Recovery	Garrow L.	780151543	2022	Operation	10.1007/s	https://w	Springer It	English	Article	The Airline Group of the In
9	Design and Management of Multi-functional Exclusive Lane for the Integrated Servic	Xie Z., Jin	573292296	2022	KSCE Jouri	10.1007/s	https://w	Springer V	English	Article	Priority to emergency vehi
10	A ridesharing simulation model that considers dynamic supply-demand interactions	Yao R., Bel	572083976	2022	Journal of	10.1080/1	https://w	Taylor and	English	Article	This paper presents a new
11	Optimisation of Airline Dynamic Multileg Capacity Control Problem considering Com	Bian Q., Sc	571934442	2022	Journal of	10.1155/2	https://w	Hindawi Li	English	Article	This paper develops an op
12	A grid-based evolutionary spatial algorithm for airline service design in multi-airport	Cattaneo	1562689791	2022	Transport	10.1016/j	https://w	Elsevier B.	English	Conferenc	This paper proposes an int
13	Airport pricing and regulation under passenger demand uncertainty	Liu W.-J.,	574356359	2022	Transport	10.1080/2	https://w	Taylor and	English	Article	This paper addresses the a
14	Integrated line planning and train timetabling through price-based cross-resolution	Zhang Y.,	F571886735	2022	Transport	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	Railway line planning and
15	The impact of intercity economic complementarity on HSR volume in the context of	Hu X., Wai	572046499	2022	Journal of	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	Driven by the regional int
16	The effect of the European Emissions Trading System (EU ETS) on aviation demand: A	Oesigma	562702509	2022	Energy Po	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	To regulate the rising env
17	Connecting passenger loyalty to preferences in the urban passenger transport: Tren	De Miguel	233963993	2021	Research i	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	Taxi service and private-hi
18	Estimating the Reduction in Future Fleet-Level CO2 Emissions From Sustainable Avia	Jain S., Ch	572130285	2021	Frontiers i	10.3389/f	https://w	Frontiers I	English	Article	With rising concerns over c
19	Spatial pricing in ride-sourcing markets under a congestion charge	Li S., Yang	558444599	2021	Transport	10.1016/j	https://w	Elsevier Lt	English	Article	This paper studies the opti
20	The forecasting of air transport passenger demands in Turkey by using novel meta-h	Korkmaz E	571895238	2021	Concurrer	10.1002/c	https://w	John Wile	English	Article	The imbalance between m
21	Updating national air passenger demand from traffic counts: The case of a second	Russo F.,	F358114010	2021	Sustainabi	10.3390/s	https://w	MDPI AG	English	Article	Demand models allow to e
22	Sustainability of airlines in India with Covid-19: Challenges ahead and possible way-	Agrawal A	572189225	2021	Journal of	10.1057/s	https://w	Palgrave N	English	Article	Coronavirus outbreak has l
23	Competitive revenue management models with loyal and fully flexible customers	Kumar R.,	571959477	2021	Journal of	10.1057/s	https://w	Palgrave N	English	Article	Developing practical mode
24	Application of the markup pricing method as an alternative to the non-cost-based m	Del Fiaco	1572227147	2021	Gestao e F	10.1590/1	https://w	Brazilian I	English	Article	The experience of develop
25	Research on heterogeneity of road passenger travel behavior considering demand in	Ji X., Liu	D.352480169	2021	Beijing Jia	10.11860/j	https://w	Journal N	Chinese	Article	Based on online ticketing c
26	THE DETERMINANTS OF AIR PASSENGER TRANSPORT DEMAND IN BRICS COUNTRIES: A	Baikgaki C	560114431	2021	Internatio	10.34109/i	https://w	Social Scie	English	Article	The study examined the fa
27	Urban Air Mobility: Airport Ground Access Demand Estimation	Rimjha M.	572095419	2021	AIAA Avia	10.2514/6	https://w	American	English	Conferenc	This study aims to estimat
28	Analysis of Factors Affecting Air Travel Demand During the COVID Pandemic	DeLauro R.	853568519	2021	AIAA Avia	10.2514/6	https://w	American	English	Conferenc	Air travel demand dynam
29	A SYSTEMATIC ANALYSIS OF EFFECTS OF AIRPORT EXPANSION CONSIDERING AIRLINE	Gong Z., Z	1574513194	2021	Proceedings	of the 2.	https://w	Hong Kon	English	Conferenc	This study investigates the
30	Forecasting railway ticket dynamic price with Google Trends open data	Stavinova	572115894	2021	Procedia	10.1016/j	https://w	Elsevier B.	English	Conferenc	Dynamic pricing is a moder
31	Optimal Differential Pricing for Intercity High-Speed Railway Services with Time-Dep	Su H., Pen	568285512	2021	Mathemat	10.1155/2	https://w	Hindawi Lt	English	Article	Differential pricing of train

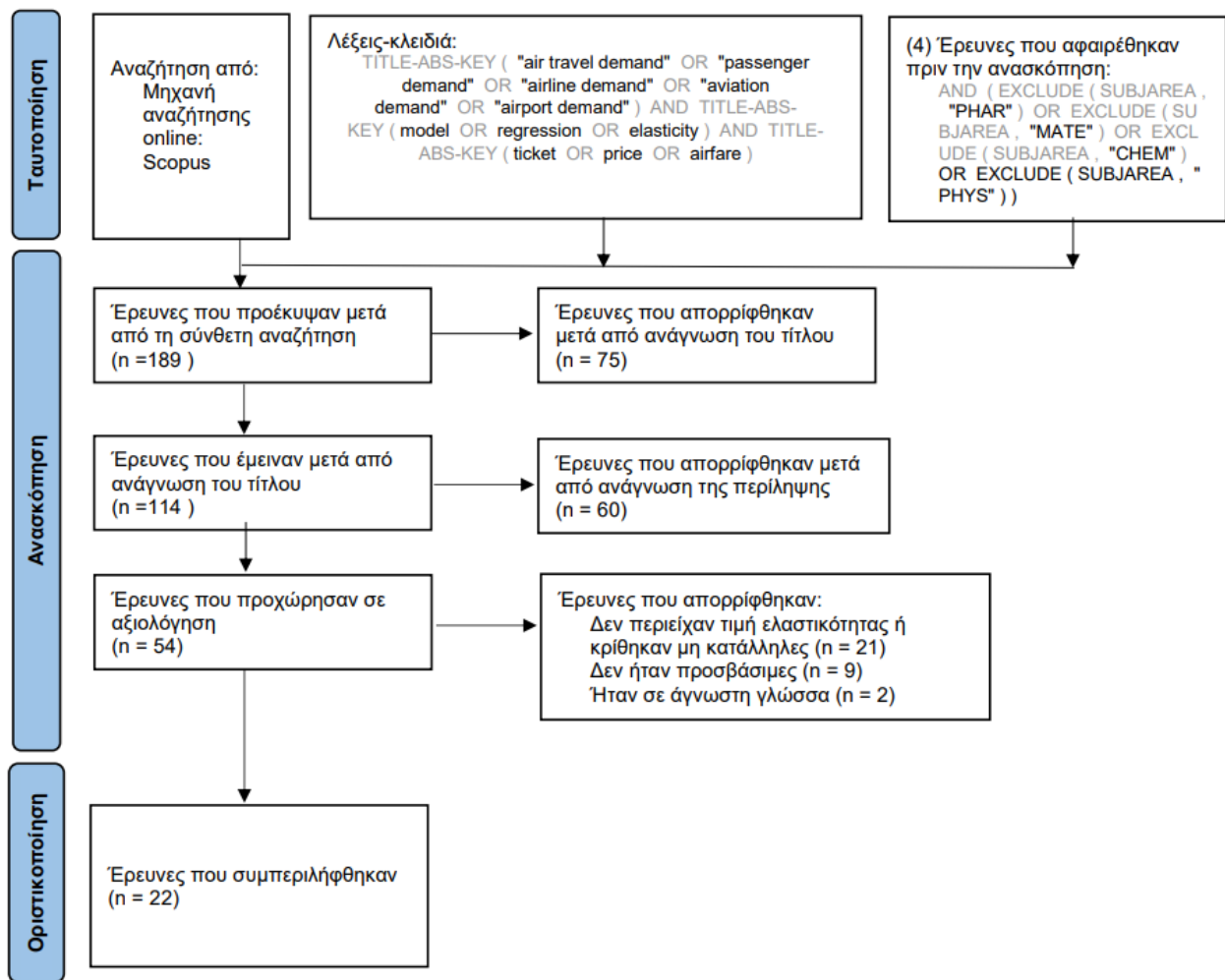
Εικόνα 4.1: Υπολογιστικό φύλλο excel με τα αποτελέσματα της σύνθετης αναζήτησης (απόσπασμα)

Στη συνέχεια, ακολούθησε **προσεκτική έρευνα** στις μελέτες που περιλαμβάνονται στο excel για αυτές που περιέχουν τα **απαραίτητα στοιχεία** που χρειάζονται για να συμπεριληφθούν στην μετα-ανάλυση. Στόχος είναι η συλλογή ερευνών που περιέχουν τουλάχιστον μια τιμή ελαστικότητας (price elasticity) και επαρκείς πληροφορίες για τον τρόπο που ο ερευνητής κατέληξε στο συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Για τον διαχωρισμό τους από μη σχετικές έρευνες ή έρευνες με ελλιπή στοιχεία πραγματοποιήθηκε η διαδικασία της ανασκόπησης σε δύο κύριες φάσεις:

- 1) Επισκόπηση του τίτλου
- 2) Επισκόπηση της περίληψης
- 3) Πλήρη ανάγνωση

Σε πρώτη φάση, **απορρίπτονται οι μη κατάλληλες έρευνες** μετά από απλή ανάγνωση του τίτλου. Σε δεύτερη φάση, ο διαχωρισμός συνεχίζεται με ανάγνωση της περίληψης μόνο των μελετών που πέρασαν την πρώτη φάση. Από τις έρευνες που πέρασαν και τη δεύτερη φάση έγινε η οριστικοποίηση του τελικού δείγματος που θα συμπεριληφθεί στη μετα-ανάλυση έπειτα από πλήρη ανάγνωση τους.

Αναλυτικά, ξεκινώντας από τον τίτλο αφαιρέθηκαν 75 έρευνες που δεν ανταποκρίνονται στο επιστημονικό ερώτημα της παρούσας εργασίας. Στη συνέχεια, αφαιρέθηκαν επιπλέον 60 έρευνες που κρίθηκαν μη κατάλληλες, έπειτα από ανάγνωση της περίληψης. Έτσι, παρέμειναν 54 έρευνες, από τις οποίες σε 9 δεν υπήρχε πρόσβαση, 2 δεν ήταν διαθέσιμες στην αγγλική γλώσσα και 21 είτε δεν περιείχαν τελικά τιμές ελαστικότητας είτε κρίθηκαν μη κατάλληλες. Όλη η διαδικασία που ακολουθήθηκε, περιγράφεται στο Γράφημα 4.1 με το **διάγραμμα ροής τύπου PRISMA**.

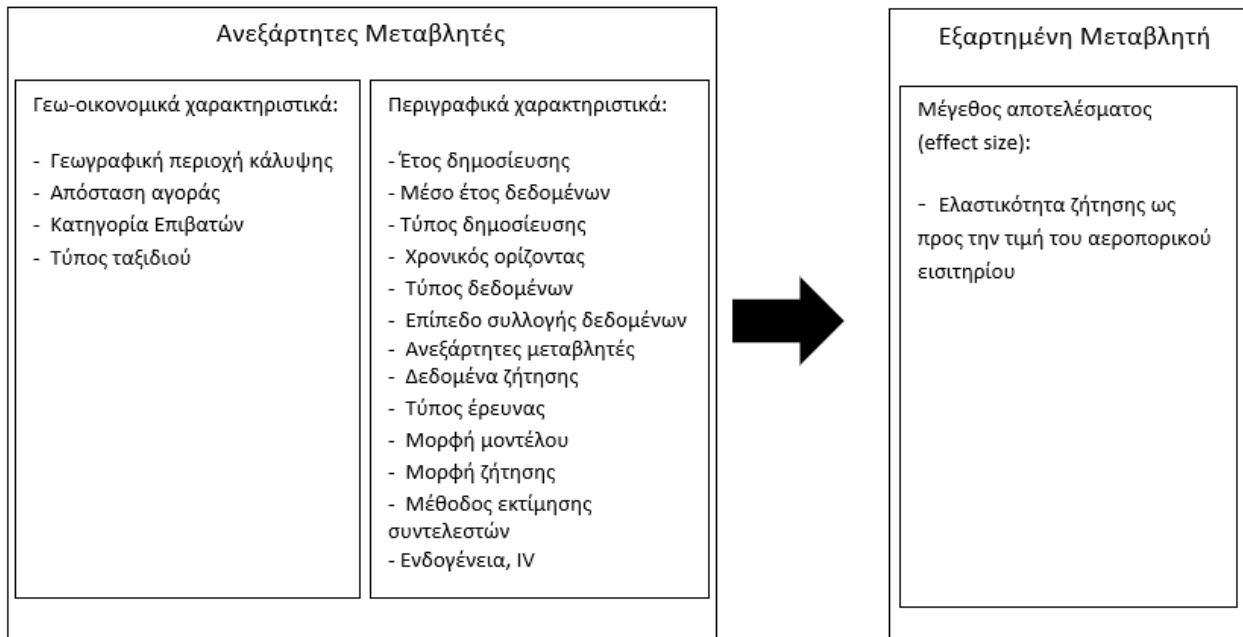


Γράφημα 4.1: Διάγραμμα Ροής (PRISMA 2020)

Για να **εμπλουτιστεί το δείγμα** των παρατηρήσεων, χρησιμοποιήθηκαν και έρευνες από τις **αναφορές** στις παλαιότερες μετα-αναλύσεις επί του θέματος (Brons et al., 2002; Kucherenko and Dybnik, 2019). Τελικά, συγκεντρώθηκαν **44 έρευνες** με συνολικά **258 παρατηρήσεις** της ελαστικότητας ζήτησης της τιμής του αεροπορικού εισιτηρίου (price elasticity).

Από κάθε έρευνα, εκτός από τις τιμές ελαστικότητας καταγράφηκαν στη βάση δεδομένων και πληροφορίες σχετικές με τα γεωγραφικά, οικονομικά, δημογραφικά καθώς και άλλα περιγραφικά χαρακτηριστικά της που θα αποτελέσουν τις **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου και παρουσιάζονται αναλυτικά σε επόμενη ενότητα.

4.2 Ανεξάρτητες Μεταβλητές



Εικόνα 4.2: Ανεξάρτητες Μεταβλητές

Ένα από τα πρώτα βήματα της μετα-ανάλυσης, υπήρξε ο καθορισμός της ελαστικότητας της αεροπορικής ζήτησης με βάση την τιμή του εισιτηρίου (price elasticity of air-travel demand) ως εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου της μετα-παλινδρόμησης. Οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου, όπως απεικονίζεται στην Εικόνα 4.2, αφορούν είτε κάποια γεω-οικονομικά χαρακτηριστικά της ζήτησης, είτε περιγραφικά χαρακτηριστικά της κάθε έρευνας.

Εκτός από τις μεταβλητές «**Publication_Year**» (έτος έκδοσης της έρευνας) και «**Dataset_Year**» (μέσο έτος της περιόδου συλλογής των δεδομένων στοργυλοποιημένο προς τα πάνω) που είναι συνεχείς μεταβλητές, οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι **ψευδομεταβλητές** (dummy variables). Οι μεταβλητές αυτές είναι δίτιμες, παίρνουν δηλαδή τιμή 0 ή 1, η οποία δείχνει σε ποια **κατηγορία ή επίπεδο** μιας κατηγορικής μεταβλητής ανήκει η συγκεκριμένη παρατήρηση. Όταν μια κατηγορική μεταβλητή του μοντέλου παλινδρόμησης διακρίνεται σε n κατηγορίες, τότε ορίζονται $n-1$ ψευδομεταβλητές. Η κατηγορία που «μένει» **εκτός βάσης δεδομένων**, ονομάζεται **κατηγορία αναφοράς**, και αποτελεί μια ελεγχόμενη ομάδα που είναι χρήσιμη για τη σύγκριση με άλλα επίπεδα, καθώς και για την ερμηνεία και έλεγχο των αποτελεσμάτων.

Μερικές κατηγορικές μεταβλητές που αφορούν τα **γεω-οικονομικά χαρακτηριστικά της ζήτησης** είναι η «Γεωγραφική περιοχή κάλυψης» (Geographical scope), η «Απόσταση αγοράς» (Distance market), η «Κατηγορία Επιβατών» (Fare class) και ο «Τύπος Ταξιδιού» (Route). Η μεταβλητή «**Γεωγραφική περιοχή κάλυψης**» απαρτίζεται από τις κατηγορίες: Βόρεια Αμερική, Ευρώπη, Αυστραλία/Νέα Ζηλανδία και Ασία. Παρατηρήσεις που δεν ανήκουν σε καμία από αυτές τις κατηγορίες, όταν δηλαδή και οι τέσσερις

ψευδομεταβλητές παίρνουν τιμή 0, ανήκουν στην κατηγορία αναφοράς (Other_location) και αφορούν τη ζήτηση άλλων περιοχών του κόσμου.

Η «**Απόσταση αγοράς**» είναι μια κατηγορική μεταβλητή που χωρίστηκε σε τρία επίπεδα: Σύντομης διαδρομής (short-haul) , Μεσαίας διαδρομής (medium-haul) και Μακρινής διαδρομής (long-haul). Πολλοί ερευνητές και συγκεκριμένα σε περιπτώσεις που αφορούν την αγορά της Βόρειας Αμερικής, χωρίζουν τις κατηγορίες αυτές ανάλογα με τα μίλια της απόστασης. Δηλαδή πτήσεις απόστασης μικρότερης των 500 μιλίων, χαρακτηρίζονται σύντομης διαδρομής (short-haul). Πτήσεις απόστασης 500-1500 μιλίων χαρακτηρίζονται μεσαίας και αντίστοιχα πτήσεις απόστασης μεγαλύτερης των 1500 μιλίων, μακρινής διαδρομής. Σε περιπτώσεις που ο μελετητής δεν κατηγοριοποιεί την απόσταση της αγοράς ή δεν αναφέρει την ακριβή απόστασή της αλλά δίνει τις τοποθεσίες προέλευσης και προορισμού, είναι δυνατός ο υπολογισμός της μέσης απόστασης και συνεπώς η έμμεση κατάταξη στις κατηγορίες που ορίστηκαν.

Οι περισσότεροι μελετητές παρέχουν πληροφορίες για τον τύπο ταξιδιού και την κατηγορία ναύλου της αγοράς. Η μεταβλητή «**Τύπος ταξιδιού**» χωρίζεται σε: Διεθνείς πτήσεις (International), Εγχώριες πτήσεις (Domestic) και Άγνωστος τύπος ταξιδιού (Not_defined_route). Η «**Κατηγορία Επιβατών**» αντίστοιχα σε: Business class και Economy class, με κατηγορία αναφοράς την περίπτωση αγορών που αφορούν επιβάτες και των δύο κατηγοριών (Aggregated).

Ο «**Τύπος δημοσίευσης**» (επιστημονικό άρθρο/συνέδριο/working paper), η «**Μορφή μοντέλου**» (Log/Linear/Other) και ο «**Τύπος δεδομένων**» (Time-series/Cross-section/Pooled-panel), αποτελούν παραδείγματα ανεξάρτητων μεταβλητών που αφορούν **περιγραφικά χαρακτηριστικά** για την διεξαγωγή της έρευνας. Τα «**Δεδομένα Ζήτησης**» (Demand Data) μπορεί να είναι: Ετήσια (Annual), Εξαμηνιαία (Quarterly), Μηνιαία (Monthly) ή Ημερήσια (Daily). Μια ακόμη μεταβλητή που αφορά τα δεδομένα της έρευνας είναι το «**Επίπεδο συλλογής δεδομένων**» και χωρίζεται σε: Εθνικό επίπεδο (National_level), Μητροπολιτικό σύστημα πολλαπλών αεροδρομίων (MAS), Σύνδεση πόλεων (City-pair) και Σύνδεση αεροδρομίων (Airport-pair).

Ο «**Χρονικός Ορίζοντας**» (Time Horizon) αφορά την τιμή της ελαστικότητας η οποία μπορεί να θεωρείται από τον ερευνητή βραχυπρόθεσμο (Short-term) ή μακροπρόθεσμο (Long-term) αποτέλεσμα. Αυτό, δεν είναι δυνατό να εκτιμηθεί, επομένως πρέπει να αναφέρεται από τον ερευνητή της αυθεντικής έρευνας. Η διάκριση αθροιστικών (Data_aggregated) και εξατομικευμένων (Disaggregated) ερευνών γίνεται με τη βοήθεια της κατηγορικής μεταβλητής «**Τύπος έρευνας**» (Study Type), με την πρώτη να αποτελεί κατηγορία αναφοράς.

Παρατηρώντας τις 44 έρευνες που συμμετέχουν στη μετα-ανάλυση, είναι γεγονός ότι τα μοντέλα ζήτησης που δημιούργησαν οι ερευνητές διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Προκειμένου να εξεταστεί η επιρροή της ύπαρξης κάποιων συγκεκριμένων μεταβλητών που χρησιμοποιούνται συχνά από τους ερευνητές στα

μοντέλα ζήτησης, δημιουργήθηκαν μερικές ψευδομεταβλητές (**INC, Frequency, POP, GDP** κ.α.) που δηλώνουν για παράδειγμα την ύπαρξη του Εισοδήματος ή της Συχνότητας πτήσεων στο μοντέλο ζήτησης. Επιπλέον, πολλοί ερευνητές χρησιμοποιούν μοντέλα δυναμικής μορφής προσθέτοντας lagged μεταβλητές στο μοντέλο. Ο διαχωρισμός στατικών (Static) και δυναμικών (Dynamic) μοντέλων, καθορίζεται με την κατηγορική μεταβλητή «**Μορφή ζήτησης**» (Demand form). Μεγάλη ποικιλομορφία παρουσιάζεται επίσης στην «**Μέθοδο εκτίμησης συντελεστών**» (Estimation method) και είναι αρκετά ενδιαφέρον να εξεταστεί εάν η επιλογή της επηρεάζει τα αποτελέσματα.

Η Ενδογένεια αποτελεί ένα συχνό φαινόμενο που συμβαίνει σε ένα μοντέλο όταν υπάρχει ανεπιθύμητη συσχέτιση των μεταβλητών με το σφάλμα και αντιμετωπίζεται συχνά με τη μέθοδο των βοηθητικών μεταβλητών (instrumental variables). Η μεταβλητή «**Endogeneity_treated**», παίρνει τιμή 1 σε περιπτώσεις που ο ερευνητής αντιμετωπίζει στην έρευνα του το πρόβλημα της ενδογένειας. Όταν για την αντιμετώπιση της ενδογένειας χρησιμοποιείται η μέθοδος των βοηθητικών μεταβλητών, η μεταβλητή «**IV**» παίρνει την τιμή 1.

Πίνακας 4.1: Απόσπασμα τελικής βάσης δεδομένων

Studies	Paper	Authors	Price_Elasticity	Publication	Dataset_a	Conference	Working_paper	North_America	Europe	AusNZ	Asia	Short.haul	Medium.haul
1.1	Addressing Hous	Gosling G.D., Ballard	-0.782	2019	1995	0	0	1	0	0	0	0	0
1.2	Addressing Hous	Gosling G.D., Ballard	-0.849	2019	2000	0	0	1	0	0	0	0	0
1.3	Addressing Hous	Gosling G.D., Ballard	-1.185	2019	2000	0	0	1	0	0	0	0	0
2.1	Intermodal com	Gundelfinger-Casar J	-0.255103	2017	2010	0	0	0	1	0	0	0	1
2.2	Intermodal com	Gundelfinger-Casar J	-0.836692	2017	2010	0	0	0	1	0	0	0	1
3.1	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.24	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
3.2	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.58	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
3.3	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.18	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
3.4	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.33	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
3.5	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.13	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
3.6	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.31	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
3.7	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.21	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
3.8	The Determinan	Dargay and Hanly	-0.32	2001	1994	1	0	0	1	0	0	0	0
4.1	Elasticities of de	NenadNjegovan	-0.7	2006	1999	0	0	0	1	0	0	0	1
5.1	An Airline-Based	Castelli, Pesenti, Ukc	-1.058	2003	2001	0	0	0	1	0	0	0	0
5.2	An Airline-Based	Castelli, Pesenti, Ukc	-0.746	2003	2001	0	0	0	1	0	0	0	1
5.3	An Airline-Based	Castelli, Pesenti, Ukc	-0.821	2003	2001	0	0	0	1	0	0	0	1
5.4	An Airline-Based	Castelli, Pesenti, Ukc	-0.866	2003	2001	0	0	0	1	0	0	0	1
5.5	An Airline-Based	Castelli, Pesenti, Ukc	-0.868	2003	2001	0	0	0	1	0	0	0	1
5.6	An Airline-Based	Castelli, Pesenti, Ukc	-0.884	2003	2001	0	0	0	1	0	0	0	1
5.7	An Airline-Based	Castelli, Pesenti, Ukc	-1.103	2003	2001	0	0	0	1	0	0	0	1

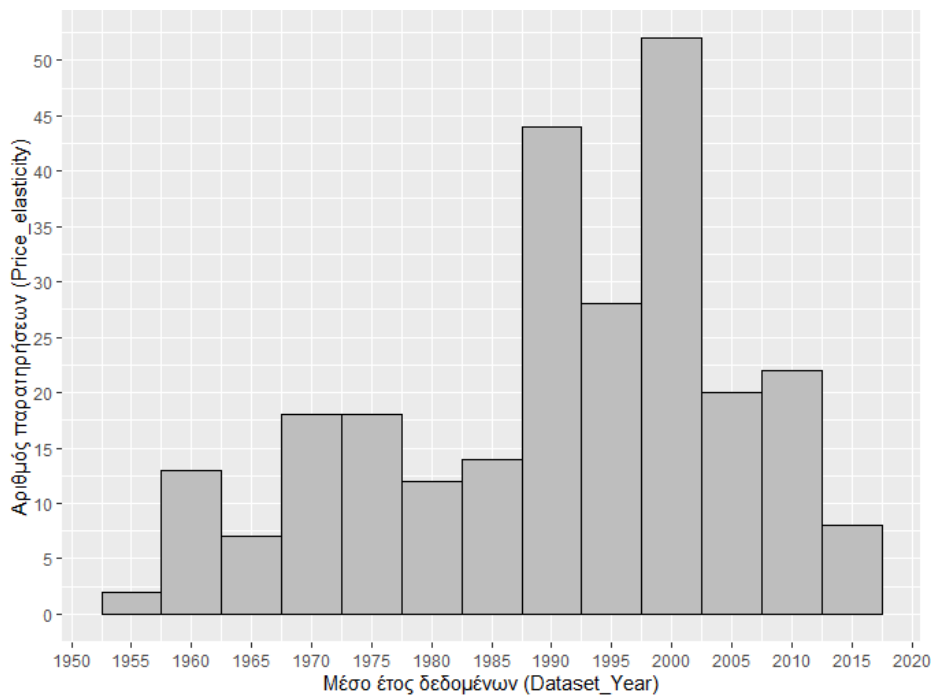
Η τελική βάση δεδομένων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.1, συμπληρώθηκε σε υπολογιστικό φύλλο excel και αποτελείται από 59 στήλες και 258 γραμμές. Η κωδικοποίηση των **55 ανεξάρτητων μεταβλητών**, αλλά και των κατηγοριών αναφοράς που όπως προαναφέρθηκε δεν περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων, παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 4.2 που ακολουθεί.

Πίνακας 4.2: Ανεξάρτητες/Επεξηγηματικές μεταβλητές

Μεταβλητές	Είδος	Περιγραφή
Publication_Year	Συνεχής μεταβλητή	Έτος δημοσίευσης της έρευνας
Dataset_Year	Συνεχής μεταβλητή	Μέσο έτος από την περίοδο συλλογής των δεδομένων της έρευνας
Τύπος δημοσίευσης:		
Conference	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα δημοσιεύθηκε σε συνέδριο
Working_paper	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα είναι working paper
Journal	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν η έρευνα είναι επιστημονικό άρθρο
Γεωγραφική περιοχή κάλυψης :		
North_America	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά της Βόρειας Αμερικής
Europe	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά της Ευρώπης
AusNZ	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά της Αυστραλίας ή Νέα Ζηλανδίας
Asia	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά της Ασίας
Other_location	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά κάποιας άλλης περιοχής
Απόσταση αγοράς:		
Short-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης <500 μιλίων
Medium-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης 500-1500 μιλίων
Long-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης >1500 μιλίων
Unknown_distance	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν η απόσταση πτήσεως δεν προσδιορίζεται
Χρονικός ορίζοντας:		
Short-term	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα
Long-term	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά μακροπρόθεσμο αποτέλεσμα
Unknown_timehorizon	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν ο χρονικός ορίζοντας της ελαστικότητας δεν προσδιορίζεται
Τύπος δεδομένων :		
Time-series	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης υπολογίσθηκε με ανάλυση χρονοσειρών
Cross-sectional	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης υπολογίσθηκε με συγχρονικά δεδομένα
Pooled_panel	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης υπολογίσθηκε με pooled/panel δεδομένα
Κατηγορία Επιβατών:		
Business	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά business class επιβάτες
Economy	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά economy class επιβάτες
Aggregated	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά business και economy class επιβάτες
Τύπος ταξιδιού:		
International	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά διεθνή πτήση
Domestic	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά εγχώρια πτήση
Not_defined_route	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν ο συγγραφέας δεν διευκρινίζει το είδος της πτήσης
Int_and_dom	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά και διεθνείς και εγχώριες πτήσεις
Επίπεδο συλλογής δεδομένων:		
National	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε εθνικό επίπεδο
MAS	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε επίπεδο μητροπολιτικών συστημάτων πολλαπλών αεροδρομίων
City-pair	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε επίπεδο city-pair σύνδεσης
Airport-pair	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε επίπεδο airport-pair σύνδεσης
Airline_level	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε επίπεδο αεροπορικής εταιρίας (airline level)
Ανεξάρτητες μεταβλητές μοντέλου ζήτησης:		
GDP	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή το ΑΕΠ (Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν)

INC	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή το εισόδημα
POP	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή τον πληθυσμό
Frequency	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή τη συχνότητα πτήσεως
Fare	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή την τιμή του εισιτηρίου
Yield	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή την απόδοση της αεροπορικής εταιρείας
Oil	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή την τιμή του Crude oil
HUB	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή HUB (Κομβικό αεροδρόμιο)
Delay	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή την καθυστέρηση
LCC	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή LCC (Αεροπορικές εταιρίες χαμηλού κόστους)
SUB	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή το κόστος κάποιου εναλλακτικού τρόπου μετακίνησης
SE_reported	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν στο μοντέλο ζήτησης αναφέρεται το Standard Error
<i>Δεδομένα Ζήτησης:</i>		
Annual	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν ετήσια δεδομένα αεροπορικής κίνησης
Quarterly	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν τριμηνιαία δεδομένα αεροπορικής κίνησης
Monthly	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν μηνιαία δεδομένα αεροπορικής κίνησης
Daily	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια δεδομένα αεροπορικής κίνησης
Unknown_collect	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν η συχνότητα συλλογής των δεδομένων είναι άγνωστη
<i>Τύπος έρευνας:</i>		
Disaggregated	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν εξατομικευμένα δεδομένα
Data_aggregated	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν αθροιστικά δεδομένα
<i>Μορφή μοντέλου:</i>		
Log	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τη ζήτηση χρησιμοποιήθηκε log/double μοντέλο παλινδρόμησης
Linear	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τη ζήτηση χρησιμοποιήθηκε μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης
Other_form	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε άλλο μοντέλο
<i>Μεθοδος εκτίμησης συντελεστών:</i>		
FE	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε Fixed effects μέθοδος στο μοντέλο ζήτησης
MLE	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε τεχνική Maximum-likelihood
OLS	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε Ordinary least squares μέθοδος
WLS	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε Weighted least squares μέθοδος
2SLS	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε Two-stage least squares μέθοδος
2SGMM	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε Two-step feasible efficient generalized method of moments estimator
LIML	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε τεχνική Limited-information maximum likelihood
Other_method	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν χρησιμοποιήθηκε άλλη μέθοδος
<i>Μορφή ζήτησης:</i>		
Dynamic	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ζήτηση έχει στατική μορφή
Static	Κατηγορία αναφοράς	=1 εάν η ζήτηση έχει δυναμική μορφή (περιέχει Lagged variables)
<i>Ενδογένεια:</i>		
Endogeneity_treated	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν ο συγγραφέας έχει αντιμετωπίσει το πρόβλημα της ενδογένειας στη μελέτη του
IV	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν Instrumental variables

4.3 Περιγραφική Στατιστική Ανάλυση



Γράφημα 4.2: Κατανομή παρατηρήσεων ανά μέσο έτος δεδομένων (Dataset_Year)

Η βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε, περιέχει αρκετές πληροφορίες οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν και να ερμηνευθούν πριν τη διαδικασία της μετα-παλινδρόμησης. Στο Γράφημα 4.2, απεικονίζεται η κατανομή των παρατηρήσεων της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου ανά μέσο έτος δεδομένων. Φαίνεται ότι, το μεγαλύτερο ποσοστό των παρατηρήσεων αφορά δεδομένα ζήτησης με μέσο έτος γύρω στο 1990-2000.

Πίνακας 4.3: Περιγραφική στατιστική εξαρτημένης μεταβλητής y

Ελαστικότητα ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου	
Αριθμός παρατηρήσεων	258
Μέση τιμή	-0.97
Διάμεσος	-0.87
Τυπική απόκλιση	0.72
Ελάχιστη τιμή	-4.77
Μέγιστη τιμή	0.47

Συνολικά, συλλέχθηκαν 44 έρευνες που δημοσιεύθηκαν από το 1974 μέχρι το 2020, με 258 τιμές ελαστικότητας (price elasticities) και μέσο όρο **-0,97** (Πίνακας 4.3). Σε αντίστοιχη έρευνα των Brons et al. (2002), όπου συγκεντρώθηκαν έρευνες από το 1974 έως το 2000, ο μέσος όρος ήταν **-1,146**. Συγκρίνοντας τις τιμές αυτές, φαίνεται ότι τα αποτελέσματα των νεότερων ερευνών από το 2000 μέχρι το 2020, έφεραν αύξηση (πιο κοντά στο 0) της ελαστικότητας κατά περίπου 18%. Συνεπώς, παρόλο που η ζήτηση παραμένει κοντά στο 1, επηρεάζεται σε μικρότερο βαθμό από τις αλλαγές της τιμής εισιτηρίου σε σχέση με είκοσι χρόνια πριν. Στον Πίνακα 4.4 που ακολουθεί, παρουσιάζονται περιγραφικά στοιχεία για τις 44 έρευνες του δείγματος.

Πίνακας 4.4: Περιγραφική στατιστική του συνολικού δείγματος της μετα-ανάλυσης (44 έρευνες)

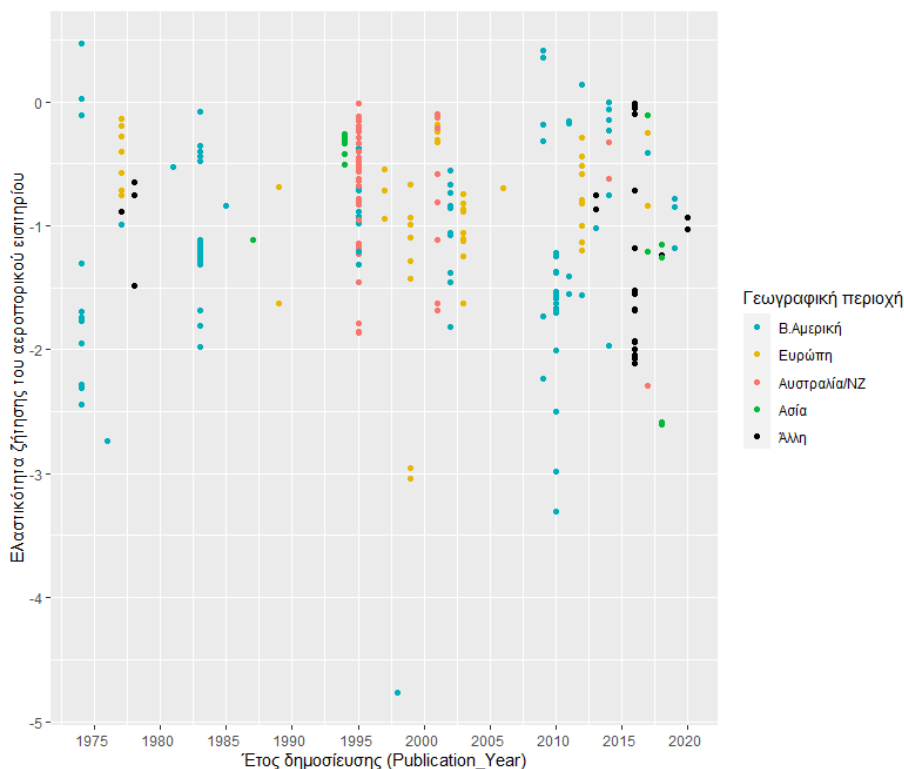
A/A	Συγγραφείς	Έτος δημοσίευσης	Αριθμός παρατηρήσεων	Μέση τιμή	Τυπική Απόκλιση	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή
1	Gosling and Ballard	2019	3	-0.94	0.22	-1.19	-0.78
2	Gundelfinger-Casar and Coto-Millán	2017	2	-0.55	0.41	-0.84	-0.26
3	Dargay and Hanly	2001	8	-0.29	0.14	-0.58	-0.13
4	Nenad Njegovan	2006	1	-0.7	NA	-0.7	-0.7
5	Castelli et al.	2003	10	-1.03	0.26	-1.62	-0.75
6	Carlsson	1999	8	-1.55	0.92	-3.04	-0.67
7	Jorge-Calderon	1997	3	-0.74	0.20	-0.95	-0.54
8	Cohas et al.	1995	11	-0.79	0.27	-1.2	-0.29
9	Australlian BTCE	1995	39	-0.64	0.49	-1.86	-0.01
10	Rolim et al.	2016	16	-1.25	0.87	-2.11	-0.01
11	Hamal	2014	2	-0.47	0.21	-0.62	-0.33
12	Alperovich and Machnes	1994	9	-0.33	0.08	-0.51	-0.26
13	Straszheim	1978	3	-0.96	0.46	-1.49	-0.65
14	Baikgaki and Daw	2013	2	-0.81	0.08	-0.86	-0.75
15	Megersa Abate	2016	1	-0.72	NA	-0.72	-0.72
16	Berry and Jia	2010	13	-1.62	0.16	-2.01	-1.37
17	Michael Abrahams	1983	11	-0.84	0.69	-1.98	-0.08
18	Marques Junior et al.	2018	1	-1.24	NA	-1.24	-1.24
19	Agarwal and Talley	1985	1	-0.84	NA	-0.84	-0.84
20	Oum and Gillen	1983	20	-1.20	0.06	-1.32	-1.12
21	Jung and Fuji	1976	1	-2.74	NA	-2.74	-2.74
22	Haitovsky et al.	1987	1	-1.11	NA	-1.11	-1.11
23	Brown and Watkins	1974	11	-1.37	1.03	-2.44	0.47
24	Mutti and Murai	1977	10	-0.52	0.3	-0.99	-0.14
25	Ippolito	1981	1	-0.52	NA	-0.52	-0.52
26	Fridstrom and Thune-Larsen	1989	2	-1.16	0.66	-1.63	-0.69
27	Yang et al.	2017	1	-1.21	NA	-1.21	-1.21
28	Wang et al.	2018	4	-1.90	0.80	-2.60	-1.15
29	Ventura et al.	2020	2	-0.98	0.07	-1.03	-0.93
30	Molloy et al.	2012	4	-0.46	0.13	-0.58	-0.29
31	Kopsch	2012	6	-0.92	0.23	-1.20	-0.58
32	Hsiao and Hansen	2011	4	-0.82	0.76	-1.55	-0.16
33	Ghobrial and Kanafani	1995	2	-1.26	0.07	-1.31	-1.21
34	Davendralingam and Crossley	2009	6	-0.61	1.11	-2.23	0.41
35	Chi et al.	2010	6	-2.14	0.91	-3.30	-1.22
36	Mumbower et al.	2014	2	-1.36	0.86	-1.97	-0.75
37	Cazanova et al.	2014	4	-0.11	0.1	-0.23	0
38	Bhadra	2002	11	-1.03	0.38	-1.82	-0.56
39	Battersby and Oczkowski	2001	8	-0.78	0.64	-1.68	-0.1
40	Melville	1998	1	-4.77	NA	-4.77	-4.77
41	Hazledine	2017	2	-1.35	1.32	-2.29	-0.41
42	Hakim and Merkert	2017	1	-0.11	NA	-0.11	-0.11
43	Elwakil et al.	2013	2	-1.02	0	-1.02	-1.01
44	Chi and Baek	2012	2	-0.71	1.2	-1.56	0.14

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα της ελαστικότητας σε **διαφορετικές συνθήκες ζήτησης**, δίνονται σημαντικά στοιχεία για τη συμπεριφορά της. Ακόμη, με τη δημιουργία των **κατάλληλων γραφημάτων** είναι δυνατή η απεικόνιση της διακύμανσης των αποτελεσμάτων.

Πίνακας 4.5: Περιγραφική στατιστική για τις μεταβλητές της κατηγορίας Γεωγραφικής Περιοχής Κάλυψης

Τοποθεσία	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Αριθμός παρατηρήσεων
Β. Αμερική	-1.15	0.78	114
Ευρώπη	-0.81	0.58	52
Αυστραλία/Νέα Ζηλανδία	-0.69	0.55	50
Ασία	-0.81	0.8	16
Άλλη	-1.12	0.71	26

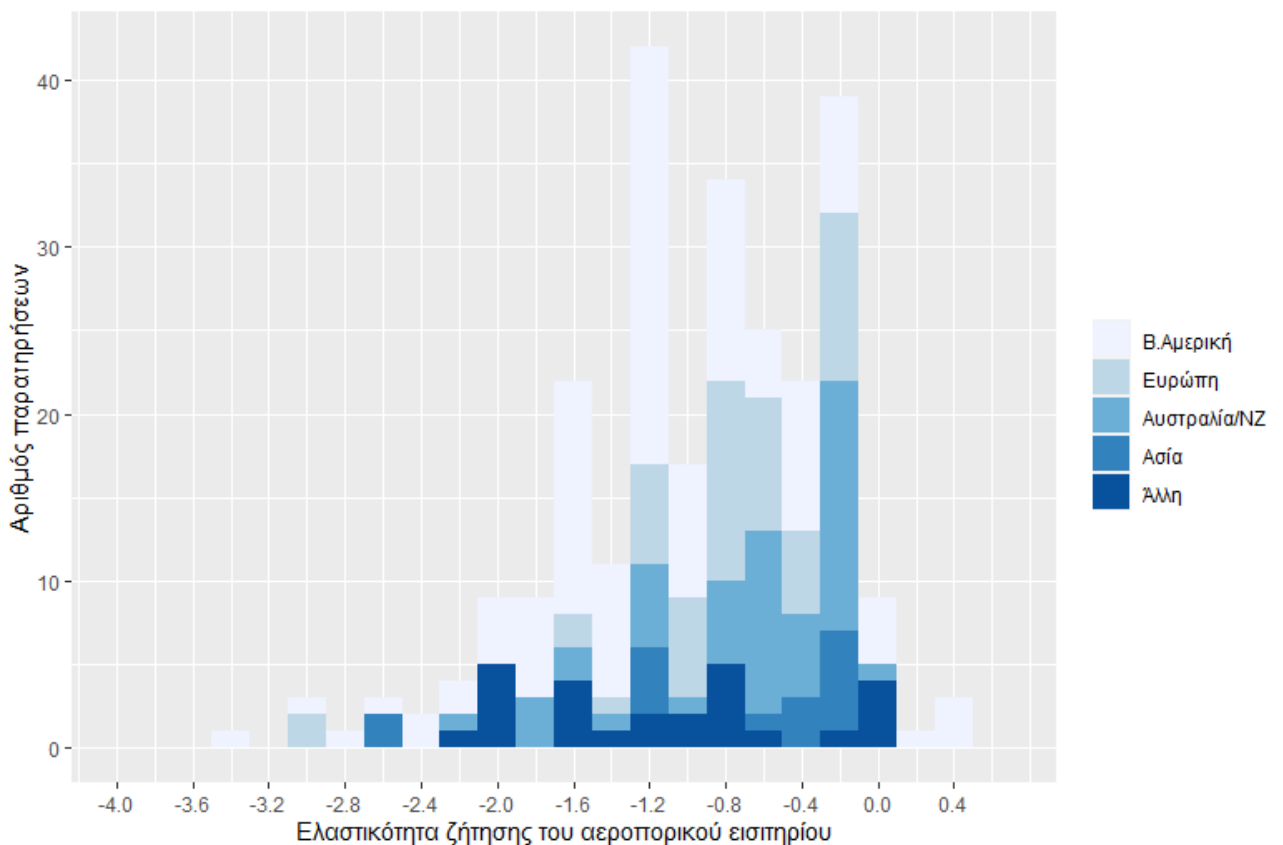
Όπως φαίνεται στον Πίνακα 4.5, η πλειοψηφία των παρατηρήσεων του δείγματος ανήκει σε έρευνες που αφορούν την αγορά της Βόρειας Αμερικής, με 114 από τις 258 παρατηρήσεις. Ακολουθούν αρκετά κοντά η Ευρώπη με 52 παρατηρήσεις και η Αυστραλία με τη Νέα Ζηλανδία με 50 παρατηρήσεις. Οι λιγότερες παρατηρήσεις που συγκεντρώθηκαν αφορούν την αγορά της Ασίας (16 παρατηρήσεις), ενώ οι υπόλοιπες (26 παρατηρήσεις) αφορούν άλλες περιοχές του κόσμου (Βραζιλία, Νότια Αφρική κ.α.). Η Βόρεια Αμερική αποτελεί την **πιο μελετημένη περιοχή** στη βιβλιογραφία, με τις παλαιότερες έρευνες του δείγματος να ανήκουν σε αυτή (1974) και τις Ευρωπαϊκές να κάνουν την εμφάνισή τους λίγο αργότερα (1977). Στο Γράφημα 4.3 παρουσιάζεται η κατά χρονολογική σειρά αντιστοίχιση των τιμών ελαστικότητας στις Γεωγραφικές περιοχές που καθορίστηκαν. Αξίζει να σημειωθεί, ότι οι περισσότερες θετικές τιμές ελαστικότητας ανήκουν στην αγορά της Β. Αμερικής.



Γράφημα 4.3: Τιμές ελαστικότητας ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης σε χρονολογική σειρά

Συγκεντρώνοντας τα αποτελέσματα σε ένα ιστόγραμμα για **όλες τις γεωγραφικές περιοχές κάλυψης** διακρίνονται οι διαφορές στην κατανομή των παρατηρήσεων ανά περιοχή. Στο Γράφημα 4.4, φαίνεται ότι η Ευρώπη, η Αυστραλία/Νέα Ζηλανδία και η Ασία, ακολουθούν παρόμοιο μοτίβο, με την πλειοψηφία των παρατηρήσεών τους να συγκεντρώνεται στο διάστημα μεταξύ των τιμών -0,3 με -0,1. Για τη Βόρεια Αμερική ο μεγαλύτερος αριθμός παρατηρήσεων συγκεντρώνεται μεταξύ -1,3 με -1,1.

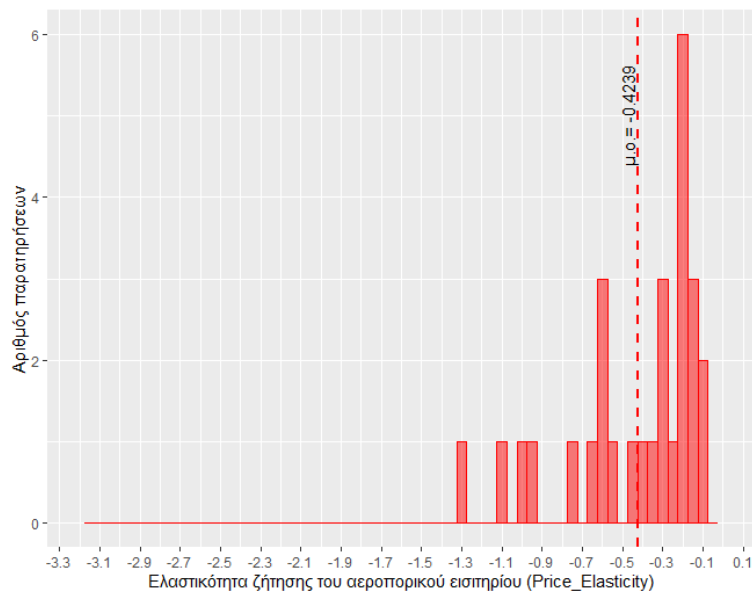
Ανάλογες διαφορές σημειώνονται και στις μέσες τιμές ελαστικότητας ανά περιοχή (Πίνακας 4.5). Η Ευρώπη και η Ασία βρίσκονται αρκετά κοντά με μέση τιμή ελαστικότητας -0,808 και -0,813 αντίστοιχα. Για την Αυστραλία/Νέα Ζηλανδία η ζήτηση δείχνει να είναι ακόμη πιο ανελαστική με μέση τιμή ελαστικότητας -0,69. Αντίθετα, η ζήτηση της Βόρειας Αμερικής και των υπόλοιπων περιοχών του κόσμου ('Other Location') είναι ελαστική, με μέση τιμή ελαστικότητας -1,148 και -1,125 αντίστοιχα.



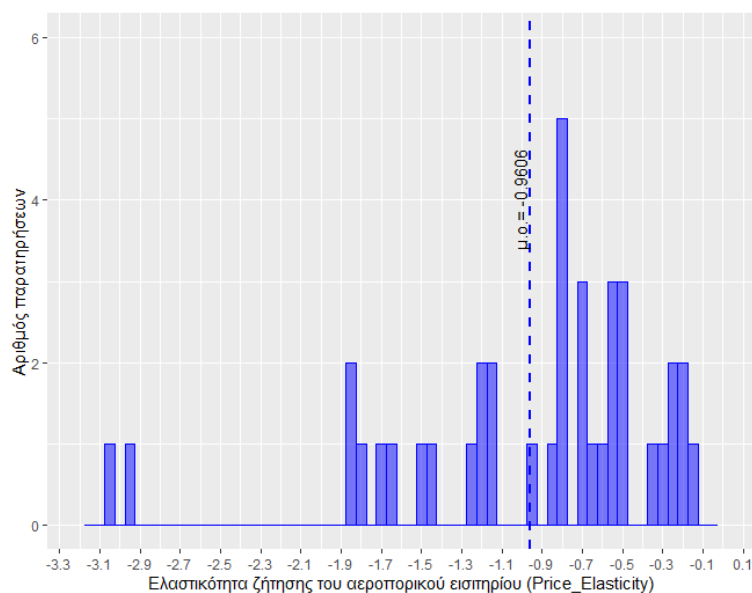
Γράφημα 4.4: Ιστόγραμμα ελαστικότητας ζήτησης της τιμής του αεροπορικού εισιτηρίου ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης

Όταν η ζήτηση αφορά μόνο business class επιβάτες, η μέση τιμή της ελαστικότητας είναι -0,424, ενώ η αντίστοιχη μέση τιμή για economy class επιβάτες είναι -0,961. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι business class επιβάτες, συνήθως ταξιδεύουν για επαγγελματικούς λόγους και είναι λιγότερο ευαίσθητοι στην τιμή του εισιτηρίου και περισσότερο στην ώρα της πτήσης, γεγονός που δεν τους δίνει πολλές εναλλακτικές επιλογές. Επίσης, δεν πληρώνουν οι ίδιοι για τα ταξίδια τους, αλλά τα έξοδα τους

καλύπτονται από τους εργοδότες τους. Αντίθετα, οι ταξιδιώτες αναψυχής είναι περισσότερο ευαίσθητοι στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου, καθώς στοχεύουν στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας που τους προσφέρουν τα αεροπορικά ταξίδια και περιορίζουν τις κινήσεις τους γύρω από ένα συγκεκριμένο προϋπολογισμό. Η διαφορά στις τιμές ελαστικότητας των business και economy class επιβατών γίνεται αντιληπτή και συγκρίνοντας τα Γραφήματα 4.5 (α) και (β). Συμπερασματικά, όταν πρόκειται για ταξίδια αναψυχής οι καταναλωτές είναι **περισσότερο ευαίσθητοι στην τιμή** του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με όταν πρόκειται για επαγγελματικά ταξίδια.



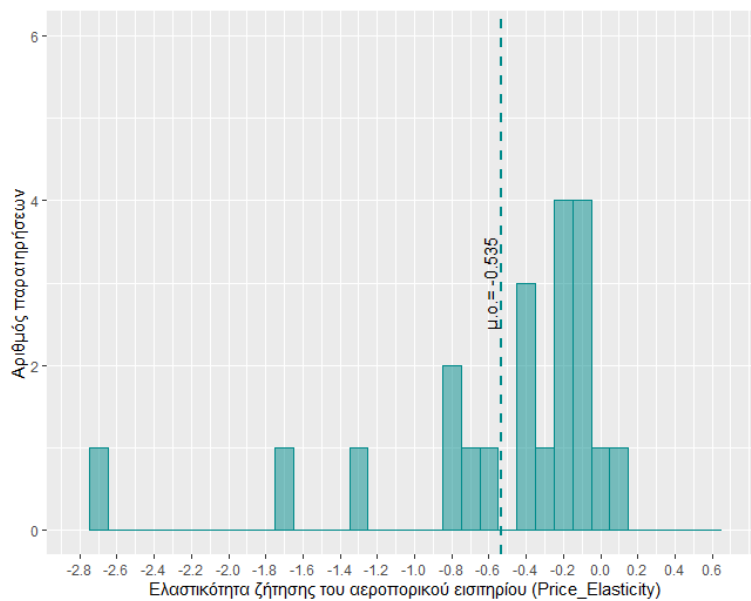
(α)



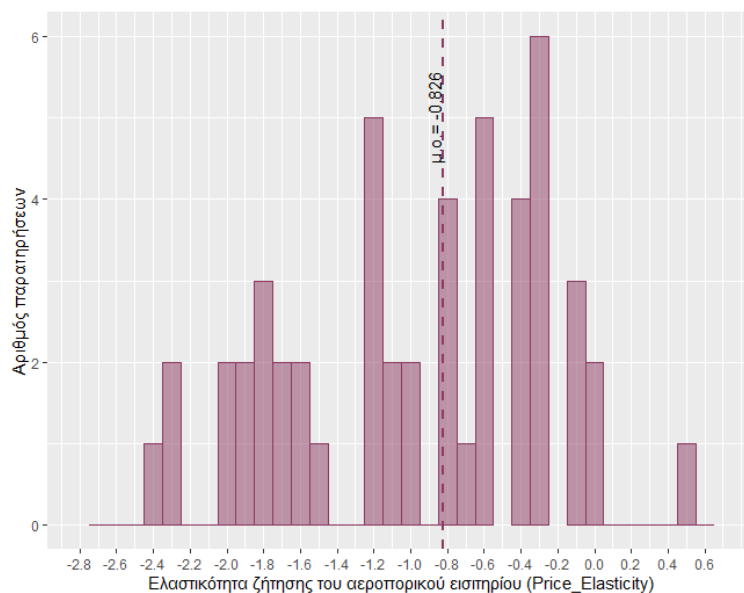
(β)

Γράφημα 4.5: Ιστόγραμμα ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή για (α) business class και (β) economy class επιβάτες

Παρόμοιες διαφορές παρατηρούνται στις τιμές ελαστικότητας ανάλογα με τον χρονικό ορίζοντα που ορίζει ο ίδιος ο ερευνητής στη μελέτη του. Τα μακροπρόθεσμα 'long-term' αποτελέσματα ελαστικότητας δεν λαμβάνουν υπόψη μόνο τις άμεσες οικονομικές επιπτώσεις στην αλλαγή της τιμής του εισιτηρίου αλλά λαμβάνουν επίσης τις **προσαρμογές της αγοράς** στα νέα δεδομένα και τις νέες τάσεις ζήτησης. Μακροπρόθεσμα, οι καταναλωτές και οι εταιρίες προσαρμόζονται καλύτερα στις αλλαγές των τιμών σε σχέση με βραχυπρόθεσμα. Όπως φαίνεται και στα Γραφήματα 4.6 (α) και 4.6 (β), μακροπρόθεσμα η ζήτηση (-0,826) έχει την τάση να είναι πιο ελαστική σε σχέση με βραχυπρόθεσμα (-0,535).



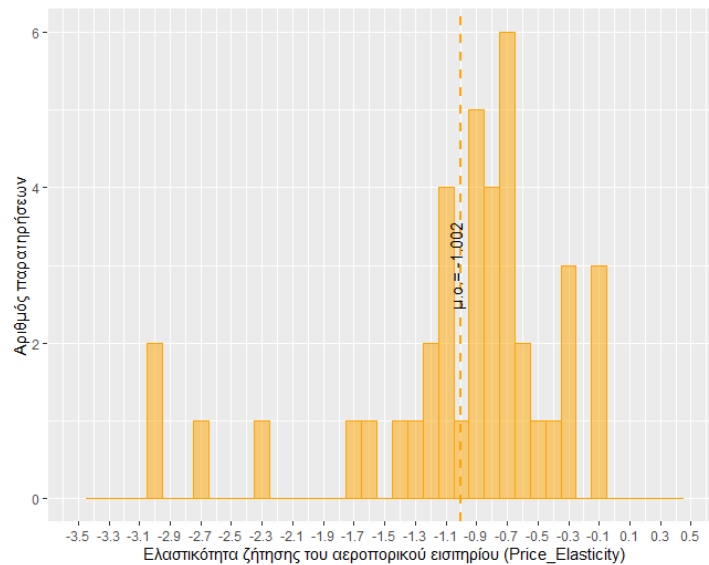
(α)



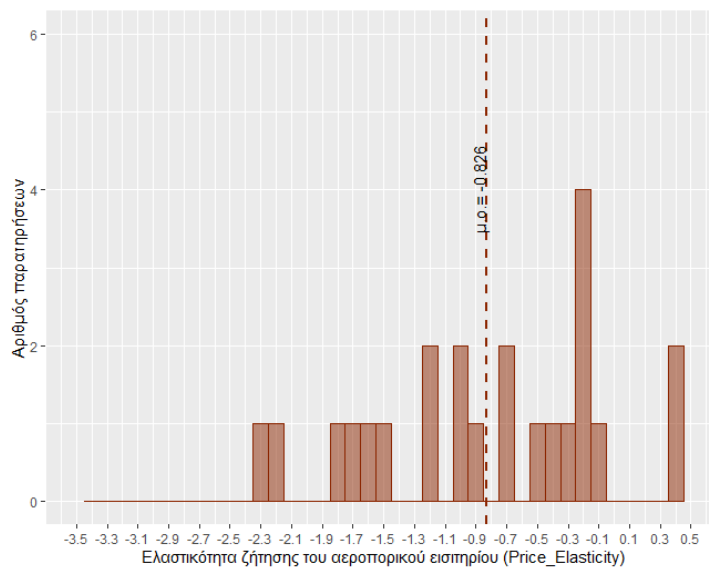
(β)

Γράφημα 4.6: (α) Ιστόγραμμα 'short-term' τιμών ελαστικότητας, (β) Ιστόγραμμα 'long-term' τιμών ελαστικότητας

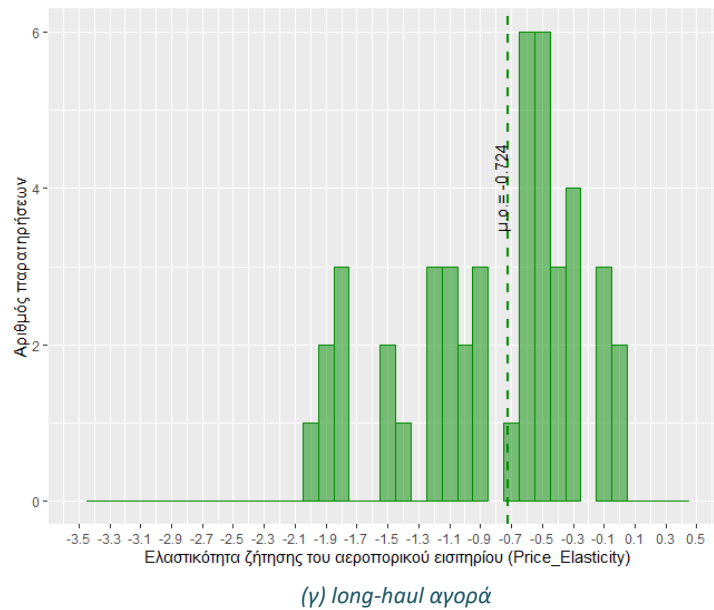
Οι μέσες τιμές ελαστικότητας διαφοροποιούνται επίσης, ανάλογα με την απόσταση της αγοράς (distance market). Στο Γράφημα 4.7 αποτυπώνεται ιστόγραμμα για τις τρεις κατηγορίες απόστασης που καθορίστηκαν. Οι πτήσεις μακρινής ‘long-haul’ διαδρομής (-0.724) αντιστοιχούν σε λιγότερο αρνητικές τιμές ελαστικότητας σε σχέση με τις πτήσεις σύντομης ‘short-haul’ διαδρομής (-1.002). Γενικά, όσο αυξάνεται η απόσταση, **μικραίνει η επιρροή της τιμής** του εισιτηρίου στη ζήτηση. Αυτό μπορεί να οφείλεται στην έλλειψη **εναλλακτικών επιλογών μετακίνησης** για πτήσεις μεγαλύτερης απόστασης.



(α) short-haul market



(β) medium-haul market



Γράφημα 4.7: Ιστόγραμμα ελαστικότητας ζήτησης με βάση την τιμή του εισιτηρίου για (α) short-haul αγορά, (β) medium-haul αγορά, (γ) long-haul αγορά

4.4 Συσχέτιση Μεταβλητών

Για την δημιουργία ενός έμπιστου μοντέλου παλινδρόμησης, είναι απαραίτητος ο **έλεγχος συσχέτισης (correlation)**. Γενικά, οι ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου πρέπει να είναι καλά συσχετισμένες με την εξαρτημένη μεταβλητή (Price_Elasticity), αλλά να μην συσχετίζονται πολύ μεταξύ τους. Αν κάποιες ανεξάρτητες μεταβλητές συσχετίζονται μεταξύ τους, τότε ενδέχεται οι συντελεστές της παλινδρόμησης που αφορούν αυτές τις μεταβλητές να μην αντανακλούν επακριβώς την εξάρτηση της y από τις συσχετιζόμενες.

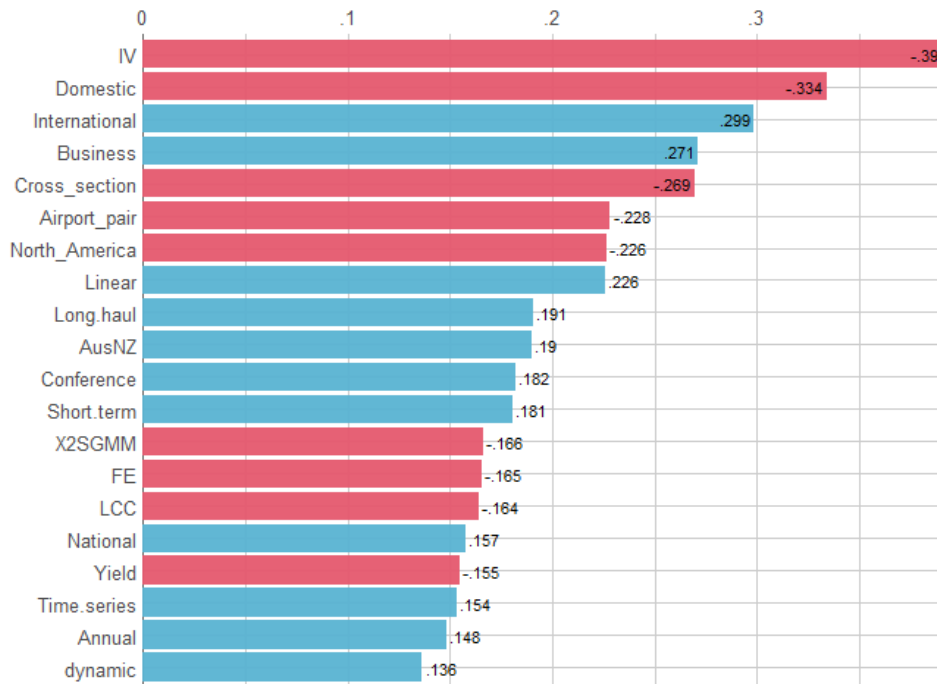
Η εξέταση της συσχέτισης εκτελείται με τη βοήθεια του **συντελεστή συσχέτισης Pearson**, ο οποίος συμβολίζεται με το γράμμα r και δηλώνει:

- μηδενική συσχέτιση, όταν $r=0$
- μικρή συσχέτιση, όταν $r= \pm 0.1$
- μέτρια συσχέτιση, όταν $r= \pm 0.3$
- ισχυρή συσχέτιση, όταν $r= \pm 0.5$

Στο Γράφημα 4.8, παρουσιάζονται οι κορυφαίες 20 μεταβλητές που σημειώνουν τη μεγαλύτερη συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου (Price_Elasticity).

Οι κορυφαίοι 40 συνδυασμοί μεταβλητών που σημειώνουν ισχυρή συσχέτιση ($|r|>.5$) μεταξύ τους παρουσιάζονται στο Γράφημα 4.9 που ακολουθεί. Τέλος, στο Γράφημα 4.10 απεικονίζεται η συσχέτιση των 55 ανεξάρτητων μεταβλητών, σε μορφή χρωματιστού χάρτη θερμότητας.

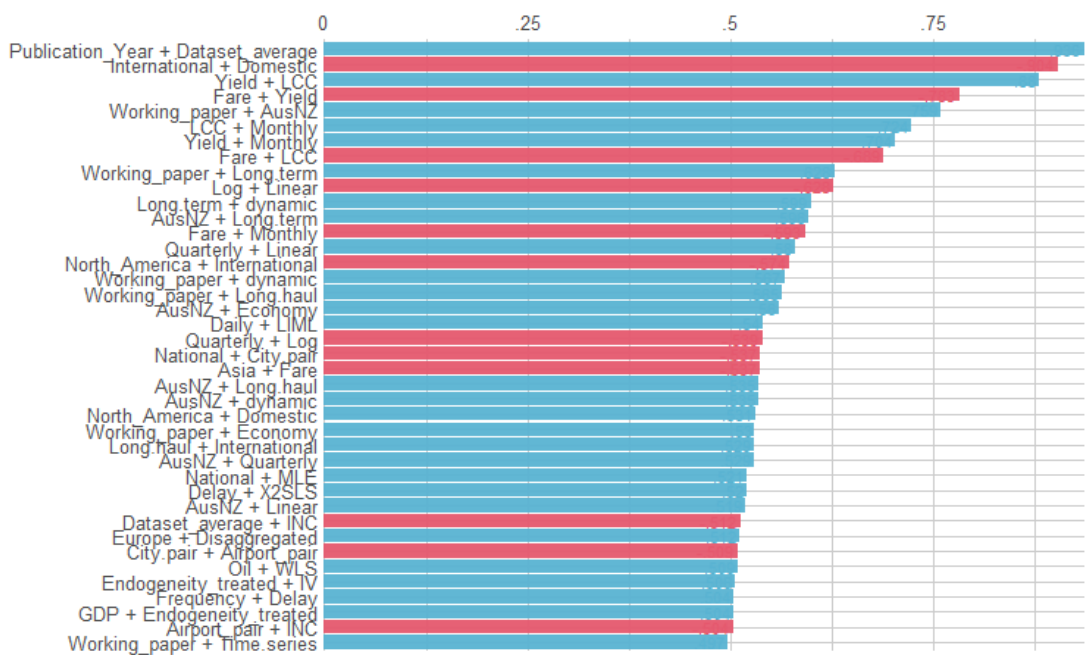
Correlations of Price_Elasticity
 20 largest correlation variables (original & dummy)



Γράφημα 4.8: Κορυφαίες 20 μεταβλητές με τη μεγαλύτερη συσχέτιση με την μεταβλητή y

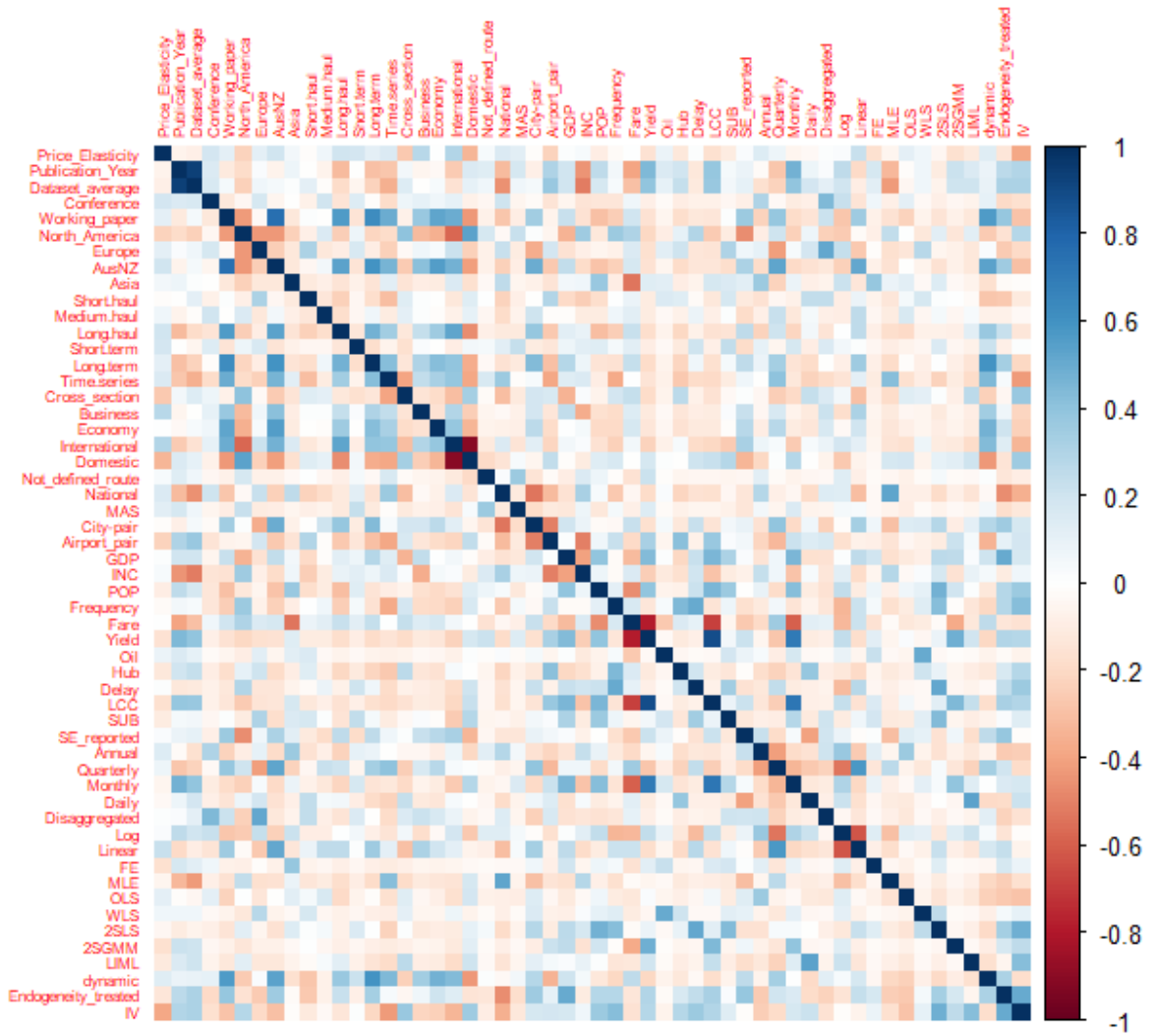
Ranked Cross-Correlations

40 most relevant



Correlations with p-value < 0.05

Γράφημα 4.9: Κορυφαία 40 ισχυρά συσχετιζόμενα ζευγάρια μεταβλητών



Γράφημα 4.10: Χρωματιστός χάρτης θερμότητας συσχέτισης

5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 Εισαγωγή

Μετά την ολοκλήρωση της περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης, σειρά έχει η διαδικασία της **μετα-παλινδρόμησης**. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν κατά τη συστηματική ανασκόπηση και ακολουθώντας τη μεθοδολογία που επιλέχθηκε έπειτα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, θα πραγματοποιηθεί στατιστική επεξεργασία των δεδομένων με σκοπό την αναζήτηση του **βέλτιστου μοντέλου**, που εκπληρώνει το στόχο της παρούσας εργασίας.

Αρχικά, θα εξεταστούν η Ετερογένεια μεταξύ των μελετών και το Σφάλμα δημοσίευσης, που αφορούν την αξιολόγηση του δείγματος των μελετών που συμμετέχουν στη συγκεκριμένη μετα-ανάλυση. Στη συνέχεια θα αναπτυχθούν ένα μοντέλο σταθερών επιδράσεων και ένα μοντέλο τυχαίων επιδράσεων, τα οποία μετά θα συγκριθούν μεταξύ τους με βάση τις κατάλληλες δοκιμές που αναφέρθηκαν στο θεωρητικό υπόβαθρο της εργασίας. Αφού κριθεί το βέλτιστο μοντέλο εκ των δύο, η έρευνα θα προχωρήσει στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων και συνεπώς στην αξιολόγηση των **καθοριστικών παραγόντων** στους οποίους αποδίδεται η μεταβλητότητα της τιμής της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου στο δείγμα της μετα-ανάλυσης.

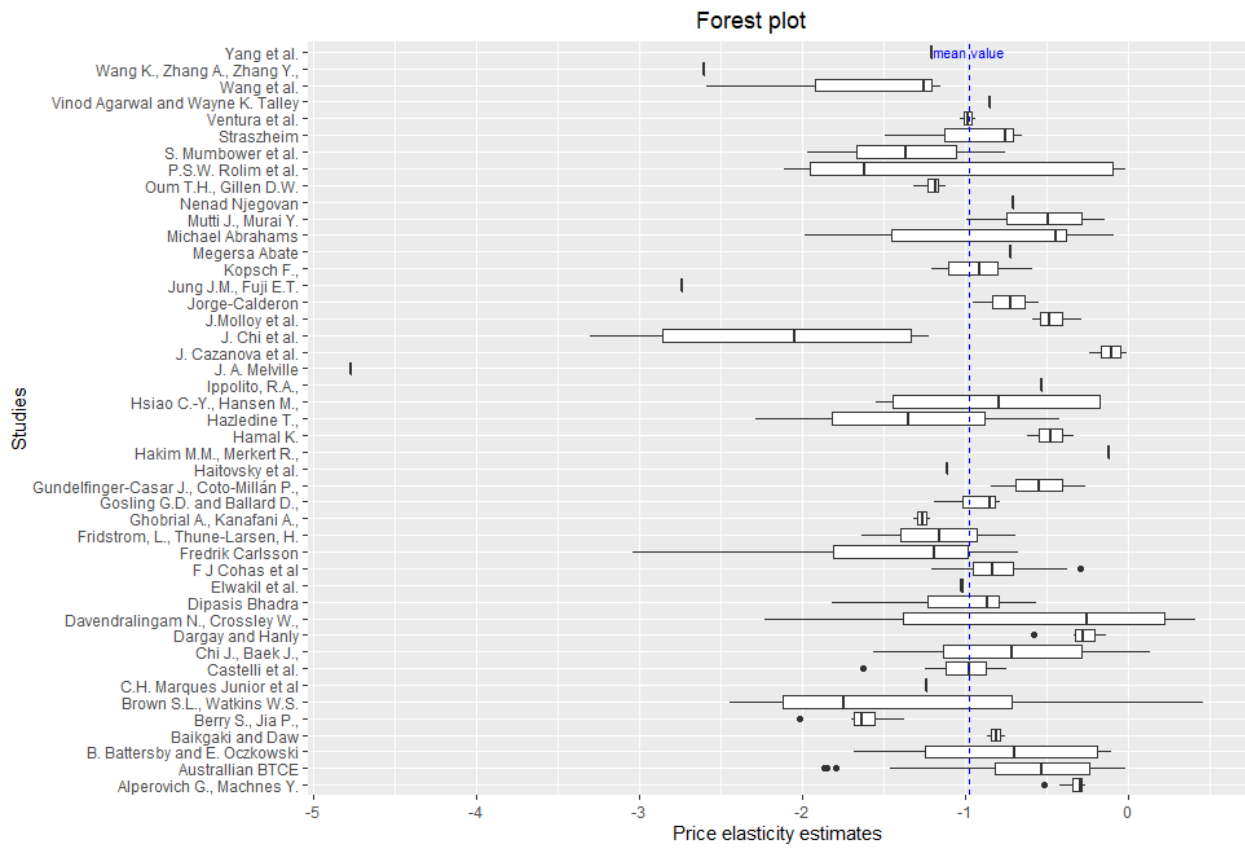
Η **ερμηνεία των αποτελεσμάτων** θα πραγματοποιηθεί από την εξήγηση της σχέσης των κρίσιμων ανεξάρτητων μεταβλητών του μοντέλου με την εξαρτημένη μεταβλητή (Price_elasticity), η οποία εκφράζεται μέσω των συντελεστών τους. Επίσης, για την καλύτερη **κατανόηση της επιρροής** των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εξαρτημένη, θα αναπτυχθούν τα κατάλληλα **διαγράμματα ευαισθησίας**. Έτσι, θα παραχθούν ορισμένα συμπεράσματα, τα οποία είναι σημαντικό να εξεταστεί εάν επαληθεύουν τα αποτελέσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας.

5.2 Ετερογένεια: Forest plot, Q-test

Ο **έλεγχος για την ύπαρξη ετερογένειας** πραγματοποιήθηκε οπτικά με αξιολόγηση του διαγράμματος forest plot και στατιστικά με τη βοήθεια του Q test στην R.

Στο Γράφημα 5.1 φαίνεται το **διάγραμμα τύπου «forest plot»**, το οποίο απεικονίζει την διακύμανση των τιμών της ελαστικότητας (Price elasticity estimates) για τις 44 έρευνες που συμμετέχουν στη μετα-ανάλυση. Οι μελέτες φαίνεται να αλληλεπικαλύπτονται μεταξύ τους, με εξαίρεση την μελέτη της J. Melville (1998), η οποία κατέγραψε τιμή ελαστικότητας -4.77 για την «city-pair» σύνδεση τεσσάρων χωρών της περιοχής της Καραϊβικής με την Νέα Υόρκη (για τα έτη 1980-1992). Επομένως η συμπερίληψη της μελέτης αυτής στο δείγμα της μετα-ανάλυσης ίσως προκαλέσει πρόβλημα ετερογένειας. Ωστόσο, επειδή η επιλογή της οπτικής επισκόπησης του «forest plot» δεν είναι απόλυτα αξιόπιστη, ο

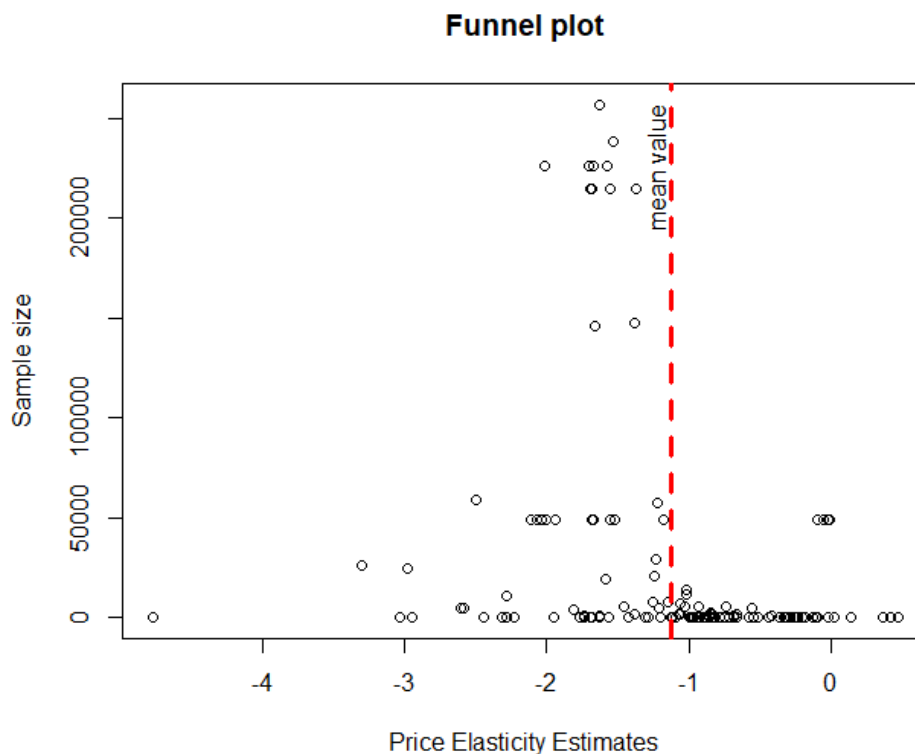
έλεγχος της ετερογένειας προχώρησε με το Q-test κατά την στατιστική ανάλυση, χωρίς την αφαίρεση κάποιας μελέτης. Τα αποτελέσματα του Q-test παρουσιάζονται σε επόμενη ενότητα που ακολουθεί.



Γράφημα 5.1: Διάγραμμα τύπου 'forest plot'

5.3 Σφάλμα δημοσίευσης: Διάγραμμα «χωνί» (Funnel plot)

Το σφάλμα δημοσίευσης, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, προκαλείται **όταν οι ερευνητές επιλέγουν μεροληπτικά τα αποτελέσματα που θα δημοσιεύσουν**. Έτσι, δημιουργείται η ανησυχία, το δείγμα της έρευνας της Μετα-ανάλυσης να μην είναι αντιπροσωπευτικό και τα αποτελέσματά της να είναι **μη αξιόπιστα**. Στο Γράφημα 5.2 παρουσιάζεται το διάγραμμα «χωνί» της έρευνας (funnel plot), όπου ο οριζόντιος άξονας δείχνει τις παρατηρήσεις των τιμών ελαστικότητας (price elasticities) των ερευνών και ο κατακόρυφος άξονας δείχνει το μέγεθος του δείγματος (sample size) που αντιστοιχεί για κάθε παρατήρηση.



Γράφημα 5.2: Διάγραμμα χωνί της Μετα-ανάλυσης (Funnel plot)

Επειδή στο διάγραμμα χωνί είναι υποχρεωτική η καταγραφή του μεγέθους του δείγματος, πολλές έρευνες που συγκεντρώθηκαν από την συστηματική ανασκόπηση δεν ήταν δυνατό να συμπεριληφθούν, καθώς δεν περιείχαν καταγεγραμμένο το μέγεθος του δείγματος. Επομένως, στο διάγραμμα απεικονίζονται παρατηρήσεις από 32 έρευνες και **υπολείπονται οι παρατηρήσεις από 12 έρευνες**, το μέγεθος των οποίων είναι άγνωστο.

Από το Γράφημα 5.2, παρατηρούμε ότι, το διάγραμμα μοιάζει στη μορφή σαν χωνί και δεν παρουσιάζει ιδιαίτερο πρόβλημα ασυμμετρίας ως προς τη μέση τιμή, γεγονός που σημαίνει ότι **δεν είναι οπτικά εμφανής η ύπαρξη σφάλματος δημοσίευσης**. Ωστόσο, φαίνεται να υπάρχουν μερικά κενά, γεγονός που υποδηλώνει ότι λείπουν κάποιες έρευνες. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, οι παρατηρήσεις που απέχουν αρκετά από τη μέση

τιμή ελαστικότητας ζήτησης, είναι αυτές που έχουν μικρότερα μεγέθη δείγματος και ως αποτέλεσμα μικρότερη ακρίβεια. Είναι φανερό, ότι **οι τιμές ελαστικότητας είναι στην πλειοψηφία αρνητικές** με ελάχιστες να ξεπερνούν το μηδέν, εκ των οποίων όλες έχουν χαμηλό δείκτη ακριβείας καθώς βρίσκονται στη βάση του διαγράμματος. Είναι πιθανό, οι μελετητές να αποφεύγουν την δημοσίευση θετικών τιμών ελαστικότητας, διότι θετικές τιμές δείχνουν αύξηση της ζήτησης με αύξηση του αεροπορικού εισιτηρίου, κάτι το οποίο θεωρείται αντιφατικό. Στην πραγματικότητα όμως, κάτι τέτοιο είναι απόλυτα φυσιολογικό και πολύ πιθανό να υπάρχει αύξηση της ζήτησης με αύξηση του αεροπορικού εισιτηρίου, όταν πρόκειται για περιόδους αιχμής κάποιου προορισμού για παράδειγμα λόγω μεγάλης αθλητικής διοργάνωσης που ελκύει μεγάλο όγκο τουριστών.

5.4 Μετα-Παλινδρόμηση (Meta-regression)

5.4.1 Ανεξάρτητες Μεταβλητές του Μοντέλου

Κατά τη συλλογή στοιχείων, από κάθε έρευνα συγκρατήσαμε πληροφορίες για κάποια γεω-οικονομικά χαρακτηριστικά της ζήτησης και κάποια περιγραφικά χαρακτηριστικά της κάθε έρευνας. Έτσι, όπως παρουσιάζεται αναλυτικά στην ενότητα 4.2, δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων της μετα-ανάλυσης, η οποία εκτός από τις παρατηρήσεις της εξαρτημένης μεταβλητής, περιέχει και έναν μεγάλο αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών, οι οποίες είναι **υποψήφιος** να συμπεριληφθούν στο μοντέλο της μετα-παλινδρόμησης.

Με σκοπό την **επιλογή των κατάλληλων ανεξάρτητων μεταβλητών** από τη βάση δεδομένων ώστε να μορφώσουν ένα μοντέλο με μεγάλη ερμηνευτική δύναμη και αξιόπιστα αποτελέσματα, εκτελέστηκε ένας σημαντικός αριθμός δοκιμών, ο οποίος ξεκίνησε με τη μέθοδο της **Προς τα πίσω εξαγωγής (Backward search)**, στην οποία αρχικά εισάγονται στο μοντέλο όλες οι μεταβλητές και στη συνέχεια απομακρύνονται μία προς μία διαδοχικά.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι καλά συσχετισμένες με την εξαρτημένη μεταβλητή, αλλά να μην συσχετίζονται πολύ μεταξύ τους. Επομένως, με βάση το Διάγραμμα 4.9 του προηγούμενου κεφαλαίου, έγινε προσεκτικός έλεγχος να μην υπάρχουν στο μοντέλο ταυτόχρονα και οι δύο μεταβλητές από τους συνδυασμούς που σημειώνουν ισχυρή συσχέτιση. Δηλαδή για παράδειγμα, οι μεταβλητές *Publication_Year* και *Dataset_Year* συσχετίζονται ισχυρά μεταξύ τους ($r > 0.75$) και επομένως αφαιρέθηκε από το μοντέλο η μεταβλητή *Publication_Year*. Αντίστοιχα, το ίδιο έπρεπε να γίνει και για το ζευγάρι μεταβλητών *International* και *Domestic*, οπότε αφαιρέθηκε η μεταβλητή *International* από το μοντέλο.

Στόχος μετά από κάθε εξαγωγή μιας μεταβλητής, ήταν να παραμείνουν στο μοντέλο μεταβλητές που να χαρακτηρίζονται **στατιστικά σημαντικές** ($p\text{-value} < 0.05$). Για κάθε δοκιμή κατά την Προς τα πίσω εξαγωγή, εκτελέστηκαν οι **διαγνωστικοί έλεγχοι** που παρουσιάστηκαν στην ενότητα 3.6.4, και από τα μοντέλα που περνούσαν όλους τους ελέγχους, η επιλογή του καλύτερου κρίθηκε αξιολογώντας τα κριτήρια αποδοχής που

παρουσιάσθηκαν στην ενότητα 3.6.5, δηλαδή τον συντελεστή προσδιορισμού R^2 , τη στατιστική σημαντικότητα των μεταβλητών (μέσω του p-value), τον έλεγχο F καθώς και τη λογική πίσω από τα πρόσημα των συντελεστών β_i . Γενικά, είναι επιθυμητό οι τιμές R^2 να βρίσκονται όσο πιο κοντά στη μονάδα γίνεται, καθώς αυτό υποδεικνύει τόσο καλύτερη προσαρμογή του μοντέλου. Παράλληλα, δεδομένου ότι, το θετικό πρόσημο ενός συντελεστή β_i υποδηλώνει αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής και αντίθετα, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει μείωση της εξαρτημένης με κάθε αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής, ελέγχεται εάν οι συντελεστές β_i ερμηνεύονται λογικά ως προς το πρόσημό τους.

Ακολουθώντας αυτά τα κριτήρια, προέκυψαν μετά από πολλές δοκιμές οι κρισιμότερες ανεξάρτητες μεταβλητές που συμπεριλαμβάνονται στα δύο μοντέλα και παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1.

Πίνακας 5.1: Ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων

Μεταβλητές	Είδος	Περιγραφή
Dataset_Year	Συνεχής μεταβλητή	Μέσο έτος από την περίοδο συλλογής των δεδομένων της έρευνας
Conference	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα δημοσιεύθηκε σε συνέδριο
North_America	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά της Βόρειας Αμερικής
Short-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης <500 μιλίων
Medium-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης 500-1500 μιλίων
Long-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης >1500 μιλίων
Short-term	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα
Economy	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά economy class επιβάτες
Airport-pair	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε επίπεδο airport-pair σύνδεσης
INC	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή το εισόδημα
Frequency	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή τη συχνότητα πτήσεων
SE_reported	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν στο μοντέλο ζήτησης αναφέρεται το Standard Error
Daily	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τον υπολογισμό της ζήτησης χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια δεδομένα αεροπορικής κίνησης
Linear	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τη ζήτηση χρησιμοποιήθηκε μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης
IV	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν Instrumental variables για την αντιμετώπιση της ενδογένειας

5.4.2 Μοντέλο Τυχαίων Επιδράσεων (Random-effects model)

Πίνακας 5.2: Αποτελέσματα Μοντέλου 1: Μοντέλο Τυχαίων Επιδράσεων (Random-effects)

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Συντελεστής	Τυπικό σφάλμα	t-value	Pr(> t)
(Intercept)	-25.065	10.493	-2.389	0.0169 *
Dataset_Year	0.012	0.005	2.259	0.0239 *
Conference	0.568	0.269	2.112	0.0346 *
North_America	-0.322	0.155	-2.077	0.0377 *
Short-haul	0.346	0.145	2.392	0.0167 *
Medium-haul	0.297	0.159	1.863	0.0624 .
Long-haul	0.440	0.162	2.720	0.0065 **
Short-term	0.535	0.146	3.652	0.0003 ***
Economy	-0.688	0.127	-5.432	5.58e-08***
Airport-pair	-0.394	0.174	-2.259	0.0238 *
INC	0.353	0.130	2.712	0.0067 **
Frequency	0.744	0.167	4.443	8.86e-06***
SE_reported	0.439	0.171	2.561	0.0104 *
Daily	0.639	0.296	2.155	0.0311 *
Linear	0.391	0.139	2.813	0.0049 **
IV	-1.152	0.143	-8.062	7.52e-16***
Προσαρμογή μοντέλου				
R ² :	0.410			
Adjusted R ² :	0.374			
Chisq:	133.082 on 15 DF, p-value: < 2.22e-16			
Διαγνωστικές δοκιμές				
Breusch-Pagan test:	23.677 (p-value = 0.07079)			
Breusch-Godfrey/Wooldridge test:	p-value = 0.827			
Homogeneity Q-test:	21.963 (p-value= 0.9968)			

[1] Κωδ. σημαντικότητας: 0 '****' 0.001 '***' 0.01 '**' 0.05 '.' 0.1 '.' 1

Στον Πίνακα 5.2, καταγράφονται οι συντελεστές, τα τυπικά σφάλματα και τα p-value για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή. Από τα αποτελέσματα του πίνακα προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- ✓ Τα αποτελέσματα των p-value δείχνουν ότι όλες οι μεταβλητές του Μοντέλου 1 είναι **στατιστικά σημαντικές (<0.05)**.
- ✓ Η δοκιμή Chisq αξιολογεί την συνολική προσαρμογή του μοντέλου. Το p-value προέκυψε <2.22e-16 (<0.05), το οποίο υποδεικνύει την **καλή συνολική προσαρμογή** του Μοντέλου 1.
- ✓ Από τη δοκιμή Breusch-Pagan, προκύπτει τιμή p-value= 0.0708>0.05 και επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση, γεγονός που σημαίνει ότι **δεν ανιχνεύεται ετεροσκεδαστικότητα στο μοντέλο**.

- ✓ Από τη δοκιμή Breusch-Godfrey/Wooldridge, προκύπτει τιμή p-value = 0.827 > 0.05 και επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση ότι **το μοντέλο δεν παρουσιάζει σειριακή συσχέτιση**.
- ✓ Η τιμή p-value που αντιστοιχεί στο Q-statistic προκύπτει p-value = 0.9968 > 0.05, που σημαίνει ότι **το μοντέλο δεν παρουσιάζει σημάδια ετερογένειας**.

5.4.3 Μοντέλο Σταθερών Επιδράσεων (Fixed-effects model)

Πίνακας 5.3 Αποτελέσματα Μοντέλου 2: Μοντέλο Σταθερών Επιδράσεων (Fixed-effects)

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Συντελεστής	Τυπικό σφάλμα	t-value	Pr(> t)
Dataset_Year	-0.008	0.016	-0.475	0.6356
North_America	0.339	0.400	0.848	0.3973
Short-haul	0.720	0.217	3.321	0.0011 **
Medium-haul	0.558	0.214	2.608	0.0098 **
Long-haul	0.664	0.229	2.897	0.0042 **
Short-term	0.545	0.160	3.397	0.0008 ***
Economy	-0.665	0.144	-4.611	7.10e-06 ***
Airport-pair	-0.844	0.378	-2.234	0.0265 *
INC	0.243	0.168	1.443	0.1505
Frequency	0.675	0.541	1.247	0.2137
Linear	0.387	0.167	2.319	0.0214 *
IV	-1.349	0.194	-6.936	5.35e-11***
Προσαρμογή μοντέλου				
R ² :	0.340			
Adjusted R ² :	0.160			
F-test:	8.67438 on 12 and 202 DF, p-value: 2.9884e-13			
Διαγνωστικές δοκιμές				
Breusch-Pagan test:	23.677 (p-value = 0.07079)			
Breusch-Godfrey/Wooldridge test:	p-value = 0.6269			

[1] Κωδ. σημαντικότητας: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.3 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:

- ✓ Οι μεταβλητές Conference και SE_reported, Daily έχουν απομακρυνθεί από το Μοντέλο 2. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι πρόκειται για **χρονικά αναλλοίωτες μεταβλητές**, οι οποίες είναι αλληλένδετες με τις σταθερές επιδράσεις και δεν είναι δυνατό να αξιοποιηθούν σε ένα μοντέλο σταθερών επιδράσεων.

- ✓ Σε αντίθεση με το Μοντέλο 1, μερικές μεταβλητές και συγκεκριμένα οι μεταβλητές Dataset_Year, North_America, INC, Frequency δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Η ύπαρξη τους στο μοντέλο μπορεί να βελτιώνει την τιμή R^2 , ωστόσο δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ερμηνεία του μοντέλου.
- ✓ Σε αντίθεση με το Μοντέλο 1, στο Μοντέλο 2 οι μεταβλητές Dataset_Year και North_America εκτός από ότι προκύπτουν στατιστικά **μη σημαντικές**, έχουν και αρνητικό πρόσημο.
- ✓ Η τιμή p-value που αντιστοιχεί στο F-statistic προκύπτει $p\text{-value} = 2.9884e-13 < 0.05$ που σημαίνει ότι **το μοντέλο είναι καλό**. Η δοκιμή F εξασφαλίζει ότι οι συντελεστές του μοντέλου είναι διαφορετικοί του μηδέν.
- ✓ Από τη δοκιμή Breusch-Pagan, προκύπτει τιμή $p\text{-value} = 0.0708 > 0.05$ και επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση, γεγονός που σημαίνει ότι **δεν ανιχνεύεται ετεροσκεδαστικότητα στο μοντέλο**.
- ✓ Από τη δοκιμή Breusch-Godfrey/Wooldridge, προκύπτει τιμή $p\text{-value} = 0.6269 > 0.05$ και επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση ότι **το μοντέλο δεν παρουσιάζει σειριακή συσχέτιση**.
- ✓ Το Μοντέλο 2 έχει μικρότερη τιμή προσαρμοσμένου συντελεστή R^2 από το Μοντέλο 1 ($0.160 < 0.374$). Αυτό σημαίνει ότι η προσαρμογή του Μοντέλου 1 είναι καλύτερη από αυτή του Μοντέλου 2.

Στον Πίνακα 5.4 που ακολουθεί καταγράφονται οι σταθερές επιδράσεις α_i για το Μοντέλο 2. Από αυτές, εκφράζεται η ατομική ιδιαιτερότητα κάθε μελέτης που συμμετέχει στην Μετα-Ανάλυση.

Πίνακας 5.4: Σταθερές α_i του Μοντέλου Σταθερών επιδράσεων (Μοντέλο 2)

A/A	Συγγραφείς	Fixed-effects (α_i)
1	Gosling and Ballard	13.829
2	Gundelfinger-Casar and Coto-Millán	14.173
3	Dargay and Hanly	14.968
4	Nenad Njegovan	14.357
5	Castelli et al.	14.482
6	Carlsson	14.096
7	Jorge-Calderon	14.733
8	Cohas et al.	13.214
9	Australlian BTCE	14.051
10	Rolim et al.	15.950
11	Hamal	14.898
12	Alperovich and Machnes	14.635
13	Straszheim	13.667
14	Baikgaki and Daw	14.373
15	Megersa Abate	15.763
16	Berry and Jia	14.943
17	Michael Abrahams	13.384
18	Marques Junior et al.	14.189
19	Agarwal and Talley	13.117
20	Oum and Gillen	13.341
21	Jung and Fuji	10.816
22	Haitovsky et al.	13.818
23	Brown and Watkins	12.704
24	Mutti and Murai	13.663
25	Ippolito	13.520
26	Fridstrom and Thune-Larsen	14.363
27	Yang, Liu and Ye	14.240
28	Wang, Zhang A. amd Zhang Y.	14.922
29	Ventura et al.	14.490
30	Molloy et al.	14.481
31	Kopsch	14.347
32	Hsiao and Hansen	13.957
33	Ghobrial and Kanafani	14.085
34	Davendralingam and Crossley	13.847
35	Chi et al.	14.009
36	Mumbower et al.	14.209
37	Cazanova et al.	14.127
38	Bhadra	14.440
39	Battersby and Oczkowski	13.809
40	Melville	11.252
41	Hazledine	13.268
42	Hakim and Merkert	14.529
43	Elwakil et al.	13.809
44	Chi and Baek	13.822

5.5 Σύνοψη και Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

Στον Πίνακα 5.5 που ακολουθεί, συνοψίζονται τα αποτελέσματα των δυο μοντέλων που αναπτύχθηκαν.

Πίνακας 5.5: Σύνοψη Αποτελεσμάτων Μοντέλου 1 και 2

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μοντέλο 1: Random-effects		Μοντέλο 2: Fixed-effects	
	Συντελεστής (sd.error)	p-value	Συντελεστής (sd.error)	p-value
(Intercept)	-25.065 (10.493)	0.0169 *		
Dataset_Year	0.012 (0.005)	0.0239 *	-0.008 (0.016)	0.6356
Conference	0.568 (0.269)	0.0346 *		
North_America	-0.322 (0.155)	0.0377 *	0.339 (0.400)	0.3973
Short-haul	0.346 (0.145)	0.0167 *	0.720 (0.217)	0.0011 **
Medium-haul	0.297 (0.159)	0.0624 .	0.558 (0.214)	0.0098 **
Long-haul	0.440 (0.162)	0.0065 **	0.664 (0.229)	0.0042 **
Short-term	0.535 (0.146)	0.0003 ***	0.545 (0.160)	0.0008 ***
Economy	-0.688 (0.127)	5.6e-08***	-0.665 (0.144)	7.1e-06 ***
Airport-pair	-0.394 (0.174)	0.0238 *	-0.844 (0.378)	0.0265 *
INC	0.353 (0.130)	0.0067 **	0.243 (0.168)	0.1505
Frequency	0.744 (0.167)	8.9e-06***	0.675 (0.541)	0.2137
SE_reported	0.439 (0.171)	0.0104 *		
Daily	0.639 (0.296)	0.0311 *		
Linear	0.391 (0.139)	0.0049 **	0.387 (0.167)	0.0214 *
IV	-1.152 (0.143)	7.6e-16***	-1.349 (0.194)	5.4e-11***
Προσαρμογή μοντέλου				
R ² :	0.410		0.340	
Adjusted R ² :	0.374		0.160	
F-statistic			8.67438, p-value: 2.9884e-13	
Chisq:	133.082, p-value: < 2.22e-16			
Διαγνωστικές δοκιμές				
Breusch-Godfrey/Wooldridge test:	p-value = 0.827		p-value = 0.6269	
Homogeneity Q-test:	21.963 (p-value= 0.9968)			
Breusch-Pagan test:	23.677 (p-value = 0.07079)			
Hausman test:			p-value = 0.1544	

[1] Κωδ. σημαντικότητας: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 '' 1


```

Hausman Test

data: Price_Elasticity ~ Dataset_Year + Conference + North_America + ...
chisq = 16.873, df = 12, p-value = 0.1544
alternative hypothesis: one model is inconsistent

```

Εικόνα 5.1: Αποτελέσματα Hausman test στην R

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 5.1, από τα αποτελέσματα της **δοκιμής Hausman**, προκύπτει τιμή **p-value=0.1544 >0.05**. Επομένως, επαληθεύεται η μηδενική υπόθεση (H_0) της δοκιμής και καταλληλότερο μοντέλο κρίνεται το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων. Άλλωστε, το γεγονός ότι το Μοντέλο 1 είναι καλύτερο από το Μοντέλο 2, αποκαλύπτεται και από το ότι σημειώνεται μεγαλύτερη τιμή R^2 στο Μοντέλο 1, καθώς και από το ότι στο Μοντέλο 2 δεν αποδεικνύονται όλες οι μεταβλητές στατιστικά σημαντικές.

Συνεπώς, η εξαγωγή των ζητούμενων αποτελεσμάτων θα προκύψει από την ερμηνεία του βέλτιστου Μοντέλου 1. Παρατηρώντας τους συντελεστές του Μοντέλου 1 που καταγράφονται στον Πίνακα 5.5, προκύπτουν τα εξής ερμηνευτικά σχόλια:

- **Dataset_Year ($\beta_i= 0.012$):**

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής υποδηλώνει ότι όσο αυξάνεται το μέσο έτος δεδομένων μιας έρευνας, αυξάνεται και η τιμή της ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Συγκεκριμένα, αύξηση του μέσου έτους δεδομένων κατά 1 έτος, επιφέρει μικρή αύξηση της ελαστικότητας κατά +0.012. Η θετική αυτή σχέση ήταν αναμενόμενη, καθώς όπως είδαμε και συγκρίνοντας την μέση τιμή της ελαστικότητας του αεροπορικού εισιτηρίου της παρούσας εργασίας (-0.97) με την αντίστοιχη της μελέτης των Brons et al. (-1.15) που περιλαμβάνει έρευνες 20 ετών παλαιότερες, με την πάροδο του χρόνου οι καταναλωτές φαίνεται να είναι λιγότερο ευαίσθητοι σε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου.

- **Conference ($\beta_i= 0.568$):**

Ο συντελεστής της μεταβλητής αυτής υποδηλώνει ότι σε σχέση με άλλα είδη δημοσίευσης (επιστημονικό άρθρο, working paper), οι έρευνες που παρουσιάζονται σε συνέδρια, σημειώνουν μεγαλύτερες (λιγότερο αρνητικές) τιμές ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου κατά +0.568. Αυτό δείχνει ότι ίσως οι ερευνητές προτιμούν να παρουσιάζουν λιγότερο αρνητικά αποτελέσματα στα συνέδρια.

- **North_America ($\beta_i= -0.322$):**

Το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή δείχνει ότι σε έρευνες που αφορούν την αγορά της Βόρειας Αμερικής, σημειώνονται περισσότερο αρνητικές τιμές ελαστικότητας σε σχέση με την αγορά των υπόλοιπων περιοχών του κόσμου. Όπως είδαμε και κατά τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, όμοια αποτελέσματα για την

Γεωγραφική περιοχή κάλυψης βρέθηκαν και στην μετα-ανάλυση των Brons et al. (2002).

- **Short-haul ($\beta_i = 0.346$), Medium-haul ($\beta_i = 0.297$), Long-haul ($\beta_i = 0.440$):**
 Και οι τρεις μεταβλητές που αφορούν την απόσταση της αγοράς είναι στατιστικά σημαντικές. Το θετικό πρόσημο των συντελεστών ήταν αναμενόμενο, καθώς η μέση τιμή της ελαστικότητας του αεροπορικού εισιτηρίου για την κατηγορία αναφοράς (Unknown_dist), είναι περισσότερο αρνητική (-1,10) από τις αντίστοιχες κάθε άλλης αγοράς. Συγκρίνοντας τους συντελεστές, η μεταβλητή Long-haul έχει την μεγαλύτερη θετική επιρροή στην εξαρτημένη μεταβλητή και με τη λογική, θα περιμέναμε η μεταβλητή Medium-haul να είχε την αμέσως μεγαλύτερη επιρροή, κάτι που δε συμβαίνει. Η θεωρητικά προβλεπόμενη μείωση της ευαισθησίας των καταναλωτών στην τιμή με αύξηση της απόστασης πτήσεως λόγω της σχετικής έλλειψης εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης, δεν είναι απόλυτα σωστή θεώρηση, καθώς όσο μεγαλώνει η απόσταση πτήσεως, τόσο μεγαλύτερο είναι και το μερίδιο του διαθέσιμου εισοδήματος του καταναλωτή που απαιτείται, γεγονός που προκαλεί τελικά μεγαλύτερη ευαισθησία.
- **Short-term ($\beta_i = 0.535$):**
 Όπως ήταν αναμενόμενο σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, όταν οι ερευνητές χαρακτηρίζουν τις τιμές ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου που έχουν υπολογίσει ως βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα, καταγράφονται λιγότερο αρνητικές τιμές κατά 0.535. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι βραχυπρόθεσμα οι καταναλωτές δεν προλαβαίνουν να προσαρμοστούν στις αλλαγές των τιμών, με αποτέλεσμα η ζήτηση να είναι πιο ανελαστική.
- **Economy ($\beta_i = -0.688$):**
 Από το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή, συμπεραίνεται ότι για κατηγορία επιβατών economy class, οι ερευνητές καταγράφουν περισσότερο αρνητικά αποτελέσματα. Κάτι τέτοιο ήταν αναμενόμενο και λογικό, καθώς όταν πρόκειται για ταξίδια αναψυχής, οι καταναλωτές θεωρούνται περισσότερο ευαίσθητοι στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου, αφού στοχεύουν στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας που τους προσφέρουν τα αεροπορικά ταξίδια και περιορίζουν τις κινήσεις τους γύρω από ένα συγκεκριμένο προϋπολογισμό.
- **Airport_pair ($\beta_i = -0.394$):**
 Το αρνητικό πρόσημο του συντελεστή, υποδηλώνει ότι όταν τα δεδομένα της ζήτησης μιας έρευνας συλλέγονται σε επίπεδο airport-pair σύνδεσης (σύνδεση μεταξύ αεροδρομίων), οι τιμές της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου προκύπτουν πιο αρνητικές κατά -0.394 σε σχέση άλλα επίπεδα συλλογής δεδομένων (Εθνικό επίπεδο, Μητροπολιτικό σύστημα πολλαπλών αεροδρομίων, City-pair σύνδεση κ.α.).

- **INC ($\beta_i= 0.353$):**

Από το θετικό πρόσημο του συντελεστή, συμπεραίνεται ότι όταν στο μοντέλο ζήτησης περιλαμβάνεται ως ανεξάρτητη μεταβλητή το εισόδημα των καταναλωτών, οι τιμές της ελαστικότητας που υπολογίζονται είναι λιγότερο αρνητικές κατά +0.353.

- **Frequency ($\beta_i= 0.744$):**

Όμοια με το εισόδημα των καταναλωτών, όταν στο μοντέλο ζήτησης περιλαμβάνεται ως ανεξάρτητη μεταβλητή η συχνότητα των πτήσεων, οι τιμές της ελαστικότητας που υπολογίζονται είναι λιγότερο αρνητικές.

- **SE_reported ($\beta_i= 0.439$):**

Το θετικό πρόσημο του συντελεστή, υποδεικνύει ότι όταν οι ερευνητές υπολογίζουν και αναφέρουν στην έρευνά τους το τυπικό σφάλμα (Standard Error) των αποτελεσμάτων τους, καταγράφονται λιγότερο αρνητικές παρατηρήσεις ελαστικότητας. Στην όμοια μετα-ανάλυση των Kucherenko and Dybvik (2019), ο συντελεστής της συγκεκριμένης μεταβλητής που προέκυψε είχε αρνητικό πρόσημο. Επομένως, το θετικό πρόσημο είναι κάτι που δεν ήταν αναμενόμενο και χρήζει περαιτέρω διερεύνηση.

- **Daily ($\beta_i= 0.639$):**

Το θετικό πρόσημο του συντελεστή, υποδεικνύει ότι όταν οι ερευνητές υπολογίζουν τη ζήτηση χρησιμοποιώντας ημερήσια δεδομένα αεροπορικής κίνησης, καταγράφουν λιγότερο αρνητικές παρατηρήσεις σε σχέση με όταν χρησιμοποιούν άλλα δεδομένα κίνησης (μηνιαία, εξαμηνιαία, ετήσια κ.ο.κ).

- **Linear ($\beta_i= 0.391$):**

Το θετικό πρόσημο της μεταβλητής, υποδεικνύει ότι όταν για τη ζήτηση χρησιμοποιείται μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης, τα αποτελέσματα που καταγράφονται είναι λιγότερο αρνητικά κατά +0.391 σε σχέση με άλλες μορφές μοντέλων ζήτησης.

- **IV ($\beta_i= -1.152$):**

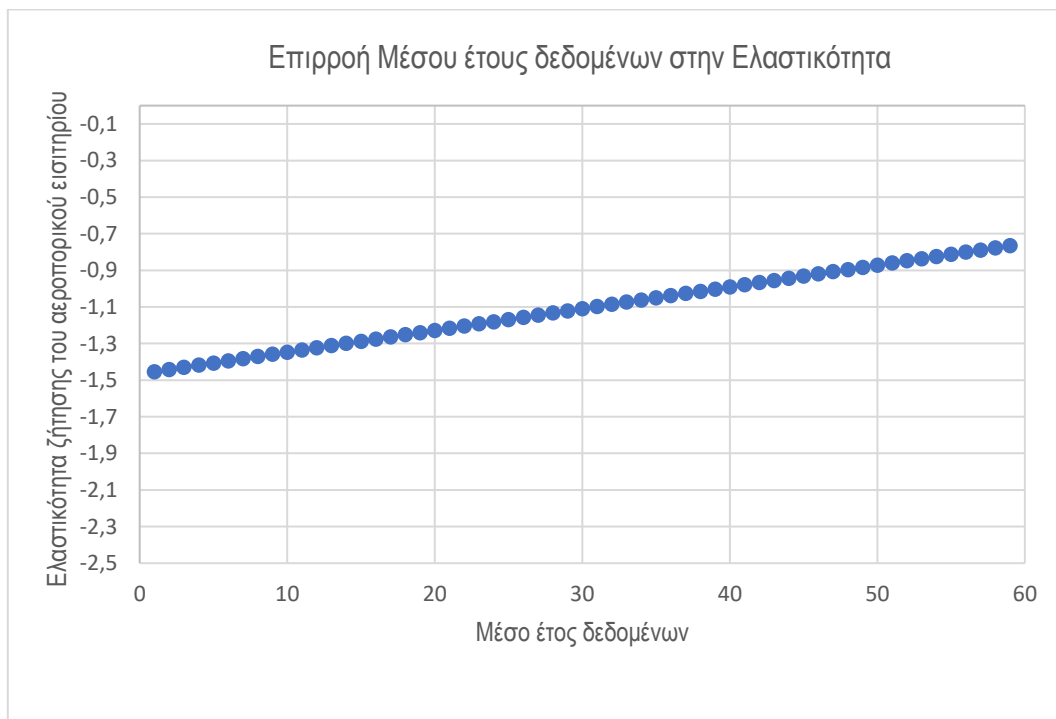
Η Ενδογένεια αποτελεί ένα συχνό φαινόμενο που συμβαίνει σε ένα μοντέλο όταν υπάρχει ανεπιθύμητη συσχέτιση των μεταβλητών με το σφάλμα. Από το αρνητικό πρόσημο της μεταβλητής IV, συμπεραίνεται ότι σε έρευνες που χρησιμοποιούνται βοηθητικές μεταβλητές (Instrumental variables) για την αντιμετώπιση της ενδογένειας, οι τιμές της ελαστικότητας προκύπτουν περισσότερο αρνητικές κατά -1.152.

5.6 Ανάλυση Ευαισθησίας

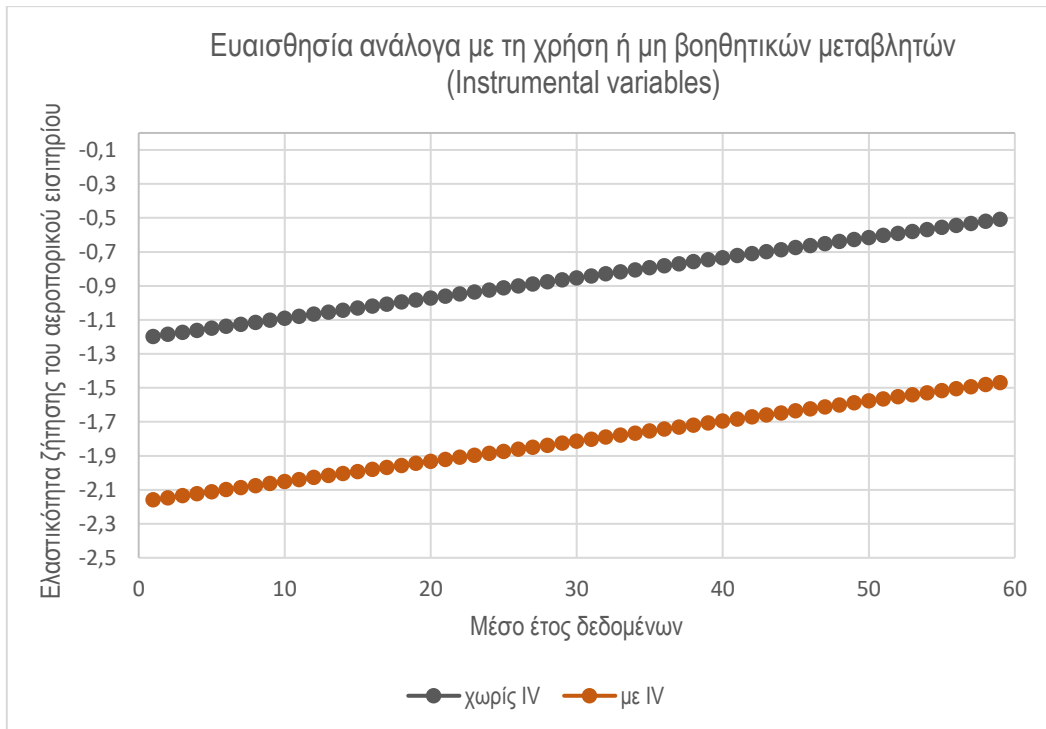
Στην παρούσα ενότητα, δημιουργήθηκαν έξι **διαγράμματα ευαισθησίας** με στόχο την καλύτερη **κατανόηση της επιρροής** μιας ανεξάρτητης μεταβλητής στην εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή στην ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου όπως προβλέπεται από το μοντέλο τυχαίων επιδράσεων (Μοντέλο 1) που επιλέχθηκε ως βέλτιστο σε προηγούμενη ενότητα. Στον οριζόντιο άξονα των διαγραμμάτων τοποθετήθηκε η μοναδική συνεχής μεταβλητή του μοντέλου, το μέσο έτος δεδομένων (Dataset_year). Έτσι, στα γραφήματα απεικονίζεται η **ευαισθησία** της εξαρτημένης μεταβλητής, καθώς αυξάνεται το μέσο έτος δεδομένων ζήτησης, με τις υπόλοιπες μεταβλητές να παραμένουν σταθερές.

Όπως φαίνεται στο Γράφημα 5.3, η ελαστικότητα ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου, με την πάροδο του χρόνου αποκτά όλο και λιγότερο αρνητικές τιμές, δηλαδή η ζήτηση γίνεται όλο και πιο ανελαστική σε αλλαγές στην τιμή του εισιτηρίου. Το γεγονός αυτό, διαπιστώθηκε και από το θετικό πρόσημο του συντελεστή της μεταβλητής Dataset_Year στο μοντέλο (+0.012).

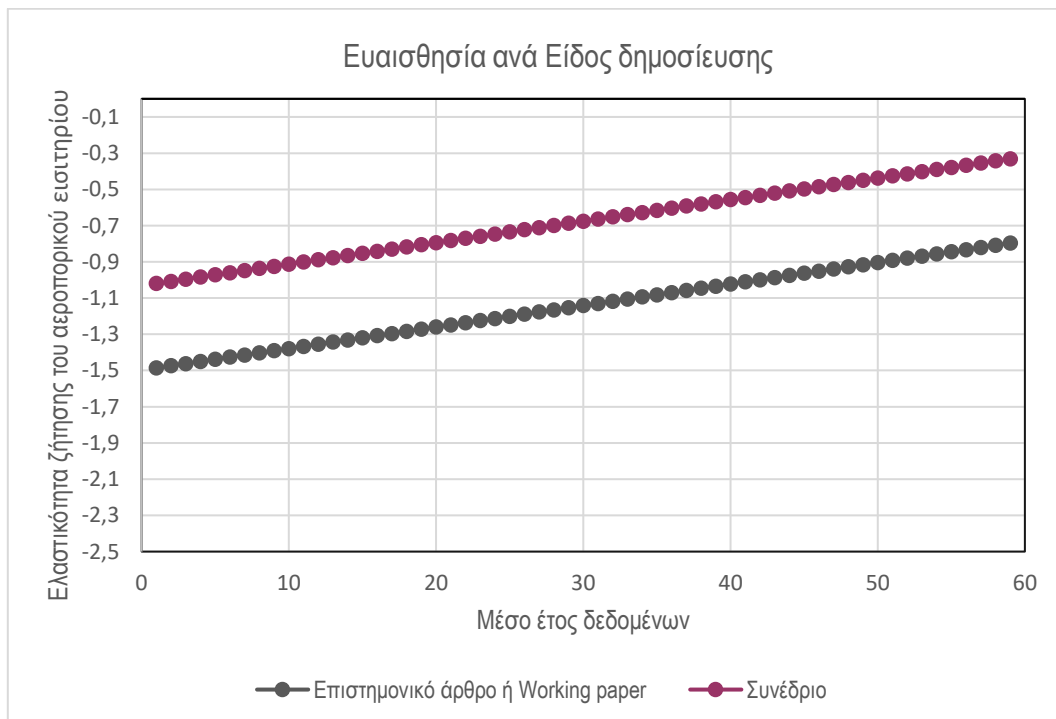
Στα Γραφήματα 5.4-5.8, αξιοποιώντας μερικές ψευδομεταβλητές του μοντέλου (IV, Conference, North_America, Short-haul, Long-haul), εξετάζεται ξανά η ευαισθησία αυτή για τις διαφορετικές κατηγορίες που ήταν δυνατό ανά περίπτωση.



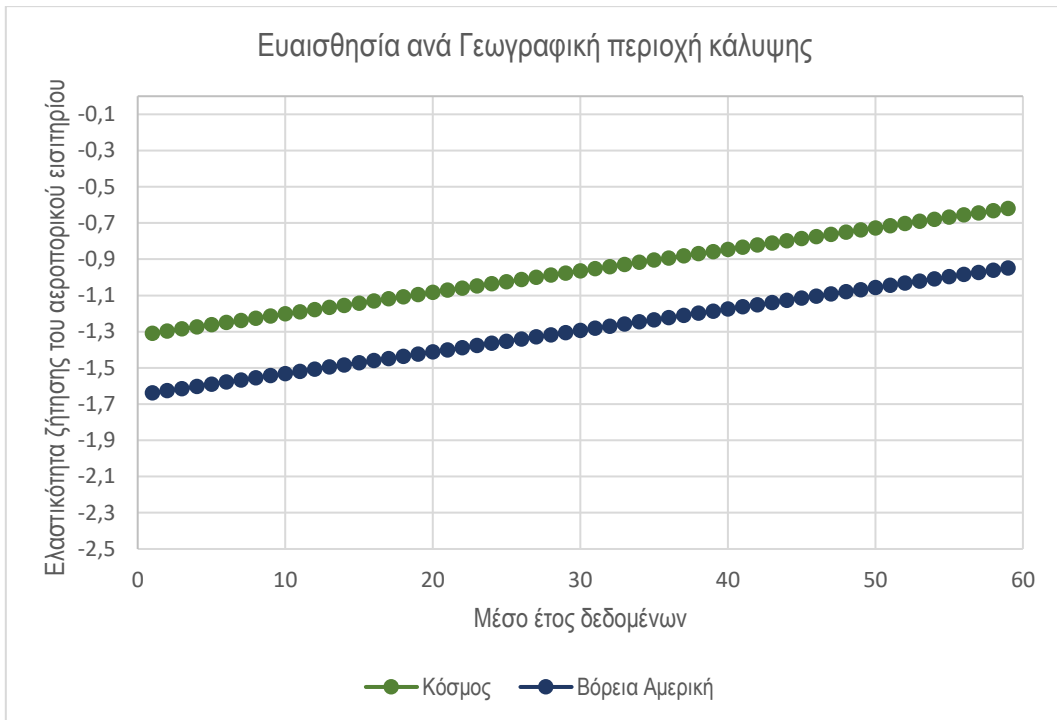
Γράφημα 5.3: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων.



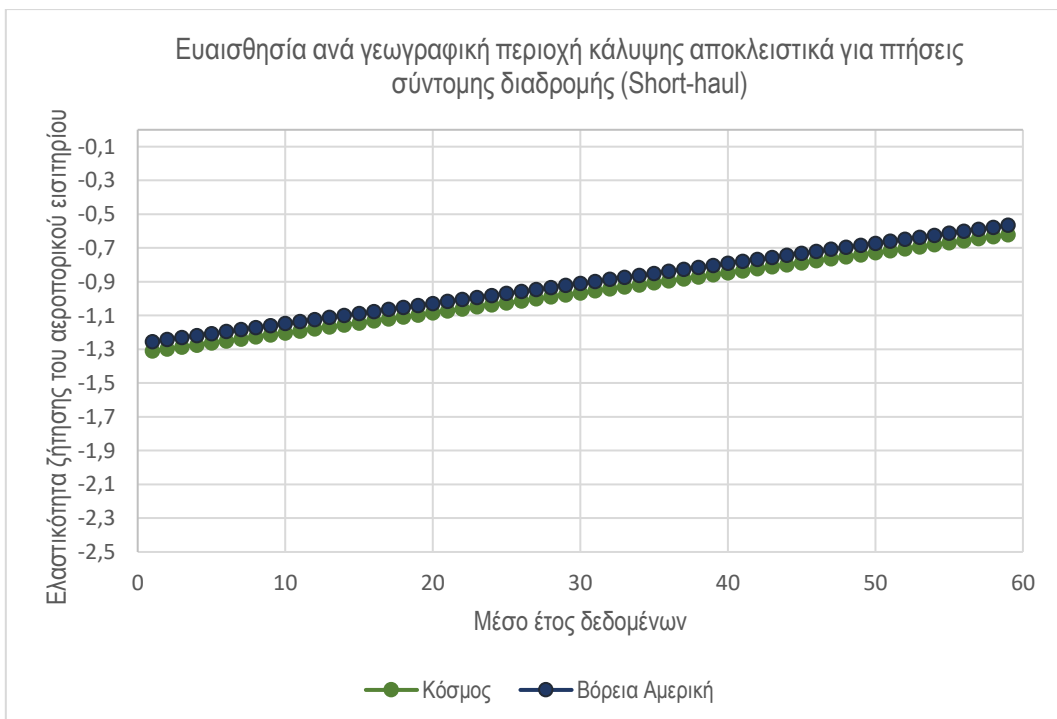
Γράφημα 5.4: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανάλογα με τη χρήση ή μη βοηθητικών μεταβλητών (instrumental variables) για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας στο μοντέλο ζήτησης.



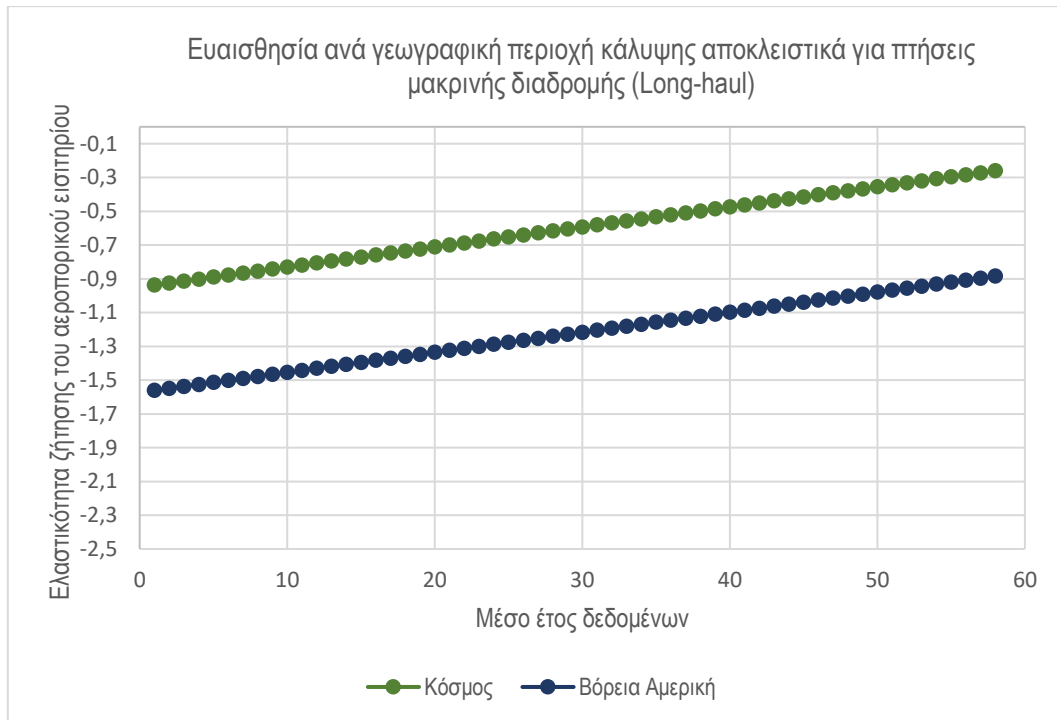
Γράφημα 5.5: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά είδος δημοσίευσης.



Γράφημα 5.6: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης.



Γράφημα 5.7: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης αποκλειστικά για πτήσεις σύντομης διαδρομής (short-haul).



Γράφημα 5.8: Μεταβολή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου με την αύξηση του Μέσου έτους δεδομένων ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης αποκλειστικά για πτήσεις μακρινής διαδρομής (long-haul)

Στο Γράφημα 5.4, παρουσιάζεται η ευαισθησία ανάλογα με το εάν χρησιμοποιήθηκαν **βοηθητικές μεταβλητές** (Instrumental variables) για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας. Όταν ο ερευνητής αντιμετωπίζει το πρόβλημα της Ενδογένειας στο μοντέλο του και συγκεκριμένα με χρήση βοηθητικών μεταβλητών, οι τιμές της ελαστικότητας προκύπτουν αρκετά πιο αρνητικές. Αυτό σημαίνει, ότι η ζήτηση αποδεικνύεται πιο ελαστική, σε σχέση με όταν ο ερευνητής είτε χρησιμοποιεί κάποια άλλη μέθοδο για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας είτε δεν υφίσταται ή αν υφίσταται αμελείται τελείως.

Το Γράφημα 5.5 δείχνει πως διαφέρουν οι τιμές της ελαστικότητας με την πάροδο του χρόνου, ανά είδος δημοσίευσης. Όπως φαίνεται, τα αποτελέσματα που προέρχονται από έρευνες που προορίζονται να δημοσιοποιηθούν σε **συνέδρια**, έχουν την τάση να παίρνουν λιγότερο αρνητικές τιμές, σε σχέση με όσα προέρχονται από επιστημονικά άρθρα ή «Working papers».

Στο Γράφημα 5.6, περιγράφεται ο διαχωρισμός των αποτελεσμάτων ανάλογα τη **γεωγραφική περιοχή** που καλύπτουν, και συγκεκριμένα μεταξύ της περιοχής της Βόρειας Αμερικής και του υπόλοιπου κόσμου. Γενικά, παρατηρείται ότι οι τιμές που αφορούν την αγορά της Βόρειας Αμερικής είναι πιο αρνητικές από αυτές του υπόλοιπου κόσμου. Αυτό υποδεικνύει ότι, στη Βόρεια Αμερική οι καταναλωτές είναι περισσότερο ευαίσθητοι στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Η κατηγοριοποίηση αυτή ανά γεωγραφική περιοχή κάλυψης (Κόσμος έναντι Βόρειας Αμερικής), εξετάστηκε στα Γραφήματα 5.5 και 5.6, αποκλειστικά για πτήσεις σύντομης διαδρομής (Short-haul) και μακρινής διαδρομής (Long-haul), αντίστοιχα.

Στο Γράφημα 5.7, που αφορά αποκλειστικά την short-haul αγορά, φαίνεται ότι οι τιμές ελαστικότητας είναι οριακά πιο θετικές για την αγορά της Βόρειας Αμερικής. Αντίθετα, στο Γράφημα 5.8, φαίνεται ότι για πτήσεις που ανήκουν αποκλειστικά στη long-haul αγορά, τα αποτελέσματα είναι ανάλογα με αυτά του Γραφήματος 5.6, δηλαδή στην Βόρεια Αμερική αντιστοιχούν πιο αρνητικές τιμές σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο. Συμπεραίνοντας, διαπιστώνεται ότι όταν πρόκειται για **πτήσεις σύντομης διαδρομής** (short-haul), οι καταναλωτές της Βόρειας Αμερικής είναι οριακά λιγότερο ευαίσθητοι στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με τους καταναλωτές του υπόλοιπου κόσμου. Από την άλλη, όταν πρόκειται για **πτήσεις μακρινής διαδρομής** (long-haul), οι καταναλωτές της Βόρειας Αμερικής είναι εμφανώς περισσότερο ευαίσθητοι στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με αυτούς του υπόλοιπου κόσμου.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη Αποτελεσμάτων

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **διερεύνηση των καθοριστικών παραγόντων** στους οποίους αποδίδεται η μεταβλητότητα στις παρατηρήσεις της βιβλιογραφίας στην **τιμή της ελαστικότητας ζήτησης ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου (ticket price elasticity of demand)**, αξιοποιώντας τις τεχνικές της συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης.

Για τη **συλλογή στοιχείων** διεξάχθηκε συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας με εφαρμογή του πρωτοκόλλου PRISMA Statement 2020, χρησιμοποιώντας τη μηχανή αναζήτησης Scopus, με τη βοήθεια του εργαλείου σύνθετης αναζήτησης. Συνολικά, συγκεντρώθηκαν 258 παρατηρήσεις ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου από 44 μελέτες που έχουν διεξαχθεί διεθνώς από το 1974 έως το 2020.

Πραγματοποιήθηκε μια **περιγραφική στατιστική ανάλυση** των δεδομένων κατά την οποία παράχθηκαν συγκεντρωτικά αποτελέσματα για το σύνολο του δείγματος ανά κατηγορία ζήτησης και συγκρίθηκαν τόσο μεταξύ τους όσο και με τα αντίστοιχα αποτελέσματα της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Η μέση τιμή όλων των παρατηρήσεων της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου (Price_Elasticity) του δείγματος εκτιμήθηκε -0,97.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, αναζητήθηκε το βέλτιστο μοντέλο **μετα-παλινδρόμησης (meta-regression)** που περιγράφει τη σχετική σημασία διαφόρων μεταβλητών με την εξαρτημένη μεταβλητή του μοντέλου, δηλαδή την ελαστικότητα ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου. Οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** του μοντέλου, αφορούν διάφορα γεω-οικονομικά (απόσταση διαδρομής, κατηγορία ναύλου κ.α.) και περιγραφικά χαρακτηριστικά (έτος διεξαγωγής της έρευνας, μεθοδολογία έρευνας κ.α.) κάθε επιμέρους παρατήρησης στη βάση δεδομένων. Συγκεκριμένα, αναπτύχθηκαν σε περιβάλλον γλώσσας προγραμματισμού R, **ένα μοντέλο σταθερών (fixed-effects model) και ένα τυχαίων επιδράσεων (random-effects model)**. Συγκρίνοντας τα δύο μοντέλα, καθορίστηκε βέλτιστο το Μοντέλο 1 (μοντέλο τυχαίων επιδράσεων), από το οποίο παράχθηκαν χρήσιμα **συμπεράσματα** σχετικά με το στόχο της παρούσας εργασίας.

Τέλος, για την εξασφάλιση της αξιοπιστίας της μετα-ανάλυσης και της εγκυρότητας των αποτελεσμάτων, εξετάστηκαν το Σφάλμα δημοσίευσης και η Ετερογένεια μεταξύ των μελετών του δείγματος.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές του μοντέλου περιγράφονται στον Πίνακα 6.1, και τα αποτελέσματα των δύο μοντέλων με τους διάφορους διαγνωστικούς ελέγχους που εκτελέστηκαν, παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2.

Πίνακας 6.1: Ανεξάρτητες μεταβλητές των μοντέλων

Μεταβλητές	Είδος	Περιγραφή
Dataset_Year	Συνεχής μεταβλητή	Μέσο έτος από την περίοδο συλλογής των δεδομένων της έρευνας
Conference	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα δημοσιεύθηκε σε συνέδριο
North_America	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η έρευνα καλύπτει την αγορά της Βόρειας Αμερικής
Short-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης <500 μιλίων
Medium-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης 500-1500 μιλίων
Long-haul	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αναφέρεται σε πτήσεις απόστασης >1500 μιλίων
Short-term	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αποτελεί βραχυπρόθεσμο αποτέλεσμα
Economy	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν η ελαστικότητα αφορά κατηγορία economy class επιβατών
Airport-pair	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν τα δεδομένα ζήτησης συλλέχθηκαν σε επίπεδο airport-pair σύνδεσης
INC	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή το εισόδημα
Frequency	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν το μοντέλο ζήτησης έχει ανεξάρτητη μεταβλητή τη συχνότητα πτήσεως
SE_reported	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν στο μοντέλο ζήτησης αναφέρεται το Standard Error
Daily	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τον υπολογισμό της ζήτησης χρησιμοποιήθηκαν ημερήσια δεδομένα αεροπορικής κίνησης
Linear	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν για τη ζήτηση χρησιμοποιήθηκε μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης
IV	Ψευδομεταβλητή	=1 εάν χρησιμοποιήθηκαν Instrumental variables για την αντιμετώπιση της ενδογένειας

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας Μετα-παλινδρόμησης

Ανεξάρτητες μεταβλητές	Μοντέλο 1: Random-effects		Μοντέλο 2: Fixed-effects	
	Συντελεστής (sd.error)	p-value	Συντελεστής (sd.error)	p-value
(Intercept)	-25.065 (10.493)	0.0169 *		
Dataset_Year	0.012 (0.005)	0.0239 *	-0.008 (0.016)	0.6356
Conference	0.568 (0.269)	0.0346 *		
North_America	-0.322 (0.155)	0.0377 *	0.339 (0.400)	0.3973
Short-haul	0.346 (0.145)	0.0167 *	0.720 (0.217)	0.0011 **
Medium-haul	0.297 (0.159)	0.0624 .	0.558 (0.214)	0.0098 **
Long-haul	0.440 (0.162)	0.0065 **	0.664 (0.229)	0.0042 **
Short-term	0.535 (0.146)	0.0003 ***	0.545 (0.160)	0.0008 ***
Economy	-0.688 (0.127)	5.6e-08 ***	-0.665 (0.144)	7.1e-06 ***
Airport-pair	-0.394 (0.174)	0.0238 *	-0.844 (0.378)	0.0265 *
INC	0.353 (0.130)	0.0067 **	0.243 (0.168)	0.1505
Frequency	0.744 (0.167)	8.9e-06***	0.675 (0.541)	0.2137
SE_reported	0.439 (0.171)	0.0104 *		
Daily	0.639 (0.296)	0.0311 *		
Linear	0.391 (0.139)	0.0049 **	0.387 (0.167)	0.0214 *
IV	-1.152 (0.143)	7.6e-16***	-1.349 (0.194)	5.4e-11***
Προσαρμογή μοντέλου				
R ² :	0.410		0.340	
Adjusted R ² :	0.374		0.160	
F-statistic			8.67438, p-value: 2.9884e-13	
Chisq:	133.082, p-value: < 2.22e-16			
Διαγνωστικές δοκιμές				
Breusch-Godfrey/Wooldridge test:	p-value = 0.827		p-value = 0.6269	
Homogeneity Q-test:	21.963 (p-value= 0.9968)			
Breusch-Pagan test:	23.677 (p-value = 0.07079)			
Hausman test:	p-value = 0.1544			

[1] Κωδ. σημαντικότητας: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

6.2 Συνολικά Συμπεράσματα

Σε αυτή την ενότητα, παρουσιάζονται τα σημαντικότερα συμπεράσματα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, τα οποία προέκυψαν με την κατάλληλη ερμηνεία των αποτελεσμάτων της στατιστικής ανάλυσης και απαντούν στα ερωτήματα που τέθηκαν με τον καθορισμό του στόχου της εργασίας. Τα συμπεράσματα αυτά συνοψίζονται παρακάτω ως εξής:

- Από την δοκιμή Hausman, βέλτιστο ερμηνευτικό μοντέλο για την παρούσα Μετα-ανάλυση αποδείχθηκε το **μοντέλο τυχαίων επιδράσεων** (Μοντέλο 1: Random-effects model).
- Η μέση τιμή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου εκτιμήθηκε $-0,97$, ενώ σε αντίστοιχη έρευνα των Brons et al. (2002) όπου συγκεντρώθηκαν έρευνες 20 ετών παλαιότερες, η μέση τιμή εκτιμήθηκε $-1,146$. Αυτό σημαίνει ότι με την **πάροδο του χρόνου** οι καταναλωτές φαίνεται να είναι **λιγότερο ευαίσθητοι** σε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου.
- Όταν πρόκειται για κατηγορία επιβατών economy class, οι ερευνητές κατέγραψαν πιο αρνητικά αποτελέσματα, που σημαίνει ότι οι **ταξιδιώτες αναψυχής** είναι **περισσότερο ευαίσθητοι** στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι στοχεύουν στη μεγιστοποίηση της χρησιμότητας που τους προσφέρουν τα αεροπορικά ταξίδια και περιορίζουν τις κινήσεις τους γύρω από ένα συγκεκριμένο προϋπολογισμό.
- Όσον αφορά στην **γεωγραφική περιοχή κάλυψης** μιας έρευνας, αποδείχθηκε ότι γενικά, η ζήτηση που αφορά την αγορά της Βόρειας Αμερικής έχει την τάση να είναι πιο ελαστική σε αλλαγές στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με των υπόλοιπων περιοχών του κόσμου. Ωστόσο, όταν εξετάζονται ξεχωριστά οι πτήσεις ανάλογα με την απόσταση που καλύπτουν, διαπιστώθηκε ότι όταν πρόκειται **αποκλειστικά και μόνο για πτήσεις σύντομης διαδρομής (short-haul)**, οι καταναλωτές της Βόρειας Αμερικής είναι οριακά **λιγότερο ευαίσθητοι** στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με τους καταναλωτές του υπόλοιπου κόσμου. Από την άλλη, όταν πρόκειται **αποκλειστικά για πτήσεις μακρινής διαδρομής (long-haul)**, οι καταναλωτές της Βόρειας Αμερικής είναι **περισσότερο ευαίσθητοι** στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου σε σχέση με αυτούς του υπόλοιπου κόσμου.
- Η θεωρητικά προβλεπόμενη μείωση της ευαισθησίας των καταναλωτών στην τιμή με αύξηση της **απόστασης πτήσεως** λόγω της σχετικής έλλειψης εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης, δεν είναι απόλυτα σωστή θεώρηση, καθώς όσο μεγαλώνει η απόσταση πτήσεως, τόσο μεγαλύτερο είναι και το μερίδιο του διαθέσιμου εισοδήματος του καταναλωτή που απαιτείται, γεγονός που προκαλεί τελικά μεγαλύτερη ευαισθησία.

- Ορισμένες ανεξάρτητες μεταβλητές που αφορούν **περιγραφικά χαρακτηριστικά** κάθε επιμέρους έρευνας του δείγματος, όπως το είδος δημοσίευσης (Conference), ο χρονικός ορίζοντας (Short-term), το επίπεδο συλλογής δεδομένων (Airport_pair), το είδος των δεδομένων ζήτησης (Daily), η μορφή του μοντέλου (Linear), οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο (INC, Frequency), η αντιμετώπιση ή μη της Ενδογένειας με χρήση βοηθητικών μεταβλητών (IV), η καταγραφή του τυπικού σφάλματος (SE_reported) και το μέσο έτος της περιόδου συλλογής των δεδομένων (Dataset_Year), αποδείχθηκαν στατιστικά σημαντικές, δηλαδή αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες στους οποίους αποδίδεται μέρος της μεταβλητότητας των παρατηρήσεων στη βιβλιογραφία.
- Όταν σε ένα μοντέλο ζήτησης, για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας, χρησιμοποιείται η **μέθοδος των βοηθητικών μεταβλητών (Instrumental variables)**, οι τιμές ελαστικότητας υπολογίζονται **αρκετά πιο αρνητικές** σε σχέση με όταν είτε χρησιμοποιείται κάποια άλλη μέθοδος για την αντιμετώπιση της Ενδογένειας, είτε δεν υφίσταται ή υφίσταται αλλά αμελείται τελείως το πρόβλημα αυτό. Επομένως, για την καλύτερη πρόβλεψη της ελαστικότητας καλό είναι να μην αμελείται το πρόβλημα της ενδογένειας αλλά να αντιμετωπίζεται ιδανικά με τη μέθοδο των βοηθητικών μεταβλητών.
- Ο **χρονικός ορίζοντας** αποδείχθηκε επίσης καθοριστικός παράγοντας στην τιμή ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου. **Βραχυπρόθεσμα** (Short-term) οι τιμές ελαστικότητας της ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου καταγράφονται **λιγότερο αρνητικές** σε σχέση με μακροπρόθεσμα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι σε βραχυπρόθεσμο χρονικό διάστημα οι καταναλωτές δεν προλαβαίνουν να προσαρμοστούν στις αλλαγές των τιμών του εισιτηρίου και στις υποκατάστατες επιλογές μετακίνησης, με αποτέλεσμα η ζήτηση να είναι πιο ανελαστική.
- Σε σχέση με άλλα **είδη δημοσίευσης** (επιστημονικό άρθρο, working paper), οι έρευνες που δημοσιοποιούνται σε συνέδρια (Conference), σημειώνουν λιγότερο αρνητικές τιμές ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου. Επίσης, η μεταβλητή βρέθηκε στατιστικά σημαντική που δείχνει ότι το είδος δημοσίευσης επηρεάζει τα αποτελέσματα της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου.
- Όταν ένας ερευνητής, συμπεριλαμβάνει στο μοντέλο ζήτησης τη **συχνότητα των πτήσεων** ως ανεξάρτητη μεταβλητή, καταγράφονται **λιγότερο αρνητικές** τιμές ελαστικότητας ως προς την τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου. Το ίδιο ισχύει και για όταν συμπεριλαμβάνουν ως ανεξάρτητη μεταβλητή κάποιο μέγεθος που αντιπροσωπεύει το **εισόδημα του καταναλωτή**. Όταν τα αποτελέσματα της μελέτης πρόκειται να χρησιμοποιηθούν, είναι σημαντικό να γνωρίζει κανείς αυτή τη

μεροληψία. Ακόμη, κατά τη δημιουργία μιας νέας μελέτης, οι μεταβλητές αυτές καλό είναι να μην παραλείπονται.

- Η μορφή του μοντέλου παλινδρόμησης (Γραμμική, Λογαριθμική κ.α.) που επιλέγει ένας ερευνητής για την πρόβλεψη της επιβατικής κίνησης των αερομεταφορών, αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στα αποτελέσματα της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου. Όταν για τη ζήτηση χρησιμοποιείται **μοντέλο γραμμικής παλινδρόμησης**, τα αποτελέσματα προκύπτουν **λιγότερο αρνητικά** σε σχέση με άλλες μορφές μοντέλων ζήτησης.

6.3 Προτάσεις Αξιοποίησης των Αποτελεσμάτων

- Αξιοποίηση του μοντέλου, για την **πρόβλεψη** της αναμενόμενης τιμής της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον, υπό συγκεκριμένες συνθήκες.
- Αξιοποίηση χρήσιμων πληροφοριών σχετικά με την ευαισθησία των καταναλωτών στην τιμή του αεροπορικού εισιτηρίου, από τις **αρχές πολιτικής αεροπορίας**, στην εξέταση της αποτελεσματικότητας της εφαρμογής μιας νέας πολιτικής (περιβαλλοντικής, οργανωτικής, οικονομικής κ.λπ.) υπό συγκεκριμένες συνθήκες.
- Αξιοποίηση των καθοριστικών παραγόντων που προκαλούν αυτή τη μεταβλητότητα της ελαστικότητας ζήτησης της τιμής του αεροπορικού εισιτηρίου στη βιβλιογραφία, τόσο από **επιστήμονες** που ενδιαφέρονται να διεξάγουν μια έρευνα επί του θέματος, όσο και από **αναγνώστες** που ενδιαφέρονται να εξηγήσουν ή να αξιολογήσουν τα ευρήματα μιας τέτοιας έρευνας.

6.4 Προτάσεις για Περαιτέρω Έρευνα

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία, όπως περιγράφεται αναλυτικά στο Θεωρητικό Υπόβαθρο, διεξάχθηκε εφαρμόζοντας τη μεθοδολογία της μετα-ανάλυσης, δηλαδή με τη σύνθεση πολλών υφιστάμενων μελετών επί του θέματος που εξετάζεται. Συγκεκριμένα, συγκεντρώθηκαν 44 έρευνες, από τις οποίες οι 22 βρέθηκαν μετά από συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας βάσει πρωτοκόλλου PRISMA 2020, και οι άλλες 22 βρέθηκαν στις αναφορές των υφιστάμενων μετα-αναλύσεων επί του θέματος. Λόγω μη πρόσβασης σε άλλες μηχανές αναζήτησης όπως για παράδειγμα το Web of Science, η σύνθετη αναζήτηση της συστηματικής ανασκόπησης εκτελέσθηκε χρησιμοποιώντας μόνο τη μηχανή αναζήτησης Scopus. Προτείνεται λοιπόν, η επέκταση της συστηματικής ανασκόπησης με **επανάληψη της σύνθετης αναζήτησης και σε άλλες μηχανές αναζήτησης στο διαδίκτυο**, ώστε να εμπλουτιστεί το δείγμα της έρευνας με περισσότερες παρατηρήσεις.

Λόγω της φύσης των δεδομένων της μετα-ανάλυσης (δεδομένα πάνελ), η μετα-παλινδρόμηση αναπτύχθηκε με μοντέλα σταθερών (fixed-effects models) και τυχαίων επιδράσεων (random-effects models). Για περαιτέρω έρευνα, συνιστάται η εφαρμογή της **Σταθμικής Μεθόδου Ελάχιστων Τετραγώνων (WLS)**, η οποία επιτρέπει την απόδοση βαρών (στάθμιση) στις διάφορες μελέτες **με βάση την ακρίβεια** και τον αριθμό των εκτιμήσεων στη μελέτη, ώστε οι εκτιμήσεις με μεγαλύτερη ακρίβεια να έχουν μεγαλύτερη βαρύτητα, δεδομένου ότι αυτές είναι πιο αντιπροσωπευτικές για τον πληθυσμό. Η ακρίβεια μπορεί να εκφρασθεί με κάποιο μέγεθος όπως το μέγεθος του δείγματος ή του τυπικού σφάλματος. Η μέθοδος WLS, δεν ήταν δυνατό να διεξαχθεί για το σύνολο του δείγματος της παρούσας εργασίας, αφού όπως είδαμε κατά τον έλεγχο του σφάλματος δημοσίευσης, 12 έρευνες δεν περιείχαν πληροφορίες για το μέγεθος του δείγματος τους.

Μια τελευταία πρόταση για επέκταση της έρευνας, είναι η ανάπτυξη **διαφορετικών μοντέλων για κάθε κατηγορία επιβατών** (Economy class model, Business class model, Aggregated model). Θα ήταν ενδιαφέρον να δούμε πως διαφέρουν τα μοντέλα ανά κατηγορία επιβατών ως προς τους καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την τιμή της ελαστικότητας ζήτησης του αεροπορικού εισιτηρίου.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Kucherenko, A., & Dybvik, J. S. (2019). Price elasticity of demand in air passenger transport markets: A meta-analysis (Master's thesis, Høgskolen i Molde-Vitenskapelig høgskole i logistikk).
2. Croissant, Y., & Millo, G. (2008). Panel data econometrics in R: The plm package. *Journal of statistical software*, 27(2), 1-43.
3. Gallet, C. A., & Doucouliagos, H. (2014). The income elasticity of air travel: A meta-analysis. *Annals of Tourism Research*, 49, 141-155.
4. Park, H. M. (2010). Practical guides to panel data analysis. International University of Japan. http://www.iuj.ac.jp/faculty/kucc625/writing/panel_guidelines.pdf.
5. Israel, H., & Richter, R. R. (2011). A guide to understanding meta-analysis. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 41(7), 496-504.
6. InterVISTAS Consulting Inc. (2007). Estimating Air Travel Demand Elasticities.
7. Harrer, M., Cuijpers, P., Furukawa, T. A., & Ebert, D. D. (2021). Doing meta-analysis with R: A hands-on guide. CRC press. https://bookdown.org/MathiasHarrer/Doing_Meta_Analysis_in_R/.
8. Brons, M., Pels, E., Nijkamp, P., & Rietveld, P. (2002). Price elasticities of demand for passenger air travel: a meta-analysis. *Journal of Air Transport Management*, 8(3), 165-175.
9. Pagoni I., Baburajan V., Kouniadi D., Polydoropoulou A., de Abreu e Silva J. (2021). A Meta-Analysis of Value of Time for Autonomous Driving.
10. Prisma Statement, 2020. <https://www.prisma-statement.org/>
11. Torres-Reyna, O. (2010). Getting started in fixed/random effects models using R. Data & Statistical Services. Princeton University. https://rstudiopubsstatic.s3.amazonaws.com/372492_3e05f38dd3f248e89cdedd317d603b9a.html#454_serial_correlation_testing
12. Αυγερινού, Ε. (2018). Μοντέλα μετά-ανάλυσης και εφαρμογές στην επιδημιολογία (Doctoral dissertation, University of Piraeus (Greece)).
13. Αντωνίου, Α. (2021). Ανάλυση δεδομένων panel με χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R.
14. Αποστολή της Αρχής Πολιτικής Αεροπορίας. <https://hcaa.gov.gr/el/apostoli>
15. Πατελάρου, Ε., & Μπροκαλάκη, Η. (2010). Μεθοδολογία της συστηματικής ανασκόπησης και μετα-ανάλυσης. *Νοσηλευτική*, 49(2), 122-130.
16. Γαλάνης, Π. (2009). Συστηματική ανασκόπηση και μετα-ανάλυση. *Αρχεία ελληνικής ιατρικής*, 26(6), 826-841.

Λίστα μελετών που συμπεριλήφθηκαν στη μετα-ανάλυση:

1. Abate, M. (2016). Economic effects of air transport market liberalization in Africa. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 92, 326-337.
2. Abrahams, M. (1983). A service quality model of air travel demand: an empirical study. *Transportation Research Part A: General*, 17(5), 385-393.
3. AGARWAL, V., & Talley, W. K. (1985). The demand for international air passenger service provided by US air carriers. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, 63-70.
4. Alperovich, G., & Machnes, Y. (1994). The role of wealth in the demand for international air travel. *Journal of transport economics and policy*, 163-173.
5. Baikgaki, O. A. (2014). Determinants of domestic air passenger demand in the republic of South Africa (Doctoral dissertation).
6. Battersby, B., & Oczkowski, E. (2001). An econometric analysis of the demand for domestic air travel in Australia. *International Journal of Transport Economics/Rivista internazionale di economia dei trasporti*, 193-204.
7. Berry, S., & Jia, P. (2010). Tracing the woes: An empirical analysis of the airline industry. *American Economic Journal: Microeconomics*, 2(3), 1-43.
8. Bhadra, D. (2002). Demand for air travel in the United States: Bottom-up econometric estimation and implications for forecasts by origin-destination pairs. In *AIAA's Aircraft Technology, Integration, and Operations (ATIO) 2002 Technical Forum* (p. 5861).
9. Brown, S. L., & Watkins, W. S. (1968). The demand for air travel: a regression study of time-series and cross-sectional data in the US domestic market. *Highway Research Record*, (213).
10. Bureau of Transport and Communications Economics (1995). Demand elasticities for air travel to and from Australia. Working paper 20.
11. Carlsson F. (1999). Private vs. Business and Rail vs. Air Passengers: Willingness to pay for Transport Attributes. Working papers in Economics no 14
12. Castelli, L., Ukovich, W., & Pesenti, R. (2003, July). An airline-based multilevel analysis of airfare elasticity for passenger demand. In *The Conference Proceedings of the 2003 Air Transport Research Society (ATRS) World Conference*, Volume 2.
13. Cazanova, J., Ward, R. W., & Holland, S. (2014). Habit persistence in air passenger traffic destined for Florida. *Journal of Travel Research*, 53(5), 638-655.
14. Chi, J., & Baek, J. (2012). A dynamic demand analysis of the United States air-passenger service. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 48(4), 755-761.
15. Chi, J., Koo, W. W., & Lim, S. H. (2012, August). Demand analysis for air passenger service in US city-pair markets. In *Journal of the Transportation Research Forum* (Vol. 49, No. 1).
16. Cohas, F. J., Belobaba, P. P., & Simpson, R. W. (1995). Competitive fare and frequency effects in airport market share modeling. *Journal of Air Transport Management*, 2(1), 33-45.

17. Dargay, J., & Hanly, M. (2001, May). The determinants of the demand for international air travel to and from the UK. In 9th World Conference on Transport Research, Edinburgh, Scotland.
18. Davendralingam, N., & Crossley, W. (2009). Concurrent aircraft design and airline network design incorporating passenger demand models. In 9th AIAA Aviation Technology, Integration, and Operations Conference (ATIO) and Aircraft Noise and Emissions Reduction Symposium (ANERS) (p. 6971).
19. Elwakil, O. S., Windle, R. J., & Dresner, M. E. (2013). Transborder demand leakage and the US–Canadian air passenger market. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 57, 45-57.
20. Fridström, L., & Thune-Larsen, H. (1989). An econometric air travel demand model for the entire conventional domestic network: the case of Norway. *Transportation research part B: methodological*, 23(3), 213-223.
21. Ghobrial, A., & Kanafani, A. (1995). Quality-of-service model of intercity air-travel demand. *Journal of Transportation Engineering*, 121(2), 135-140.
22. Gosling, G. D., & Ballard, D. (2019). Addressing Household Income Distribution in Air Travel Demand Models: Case Study of the Baltimore–Washington Region. *Transportation Research Record*, 2673(1), 491-502.
23. Haitovsky, Y., Salomon, I., Silman, A. (1987). The economic impact of charter flights on tourism to Israel: an econometric approach. *Journal of Transport Economics and Policy*, 111–134.
24. Hakim, M. M., & Merkert, R. (2019). Econometric evidence on the determinants of air transport in South Asian countries. *Transport Policy*, 83, 120-126.
25. Hamal, K. (2012, September). Modelling air passenger movements through Australia's non-capital city airports'. In Australasian Transport Research Forum (ATRF), 35th, 2012, Perth, Western Australia, Australia.
26. Hazledine, T. (2017). An augmented gravity model for forecasting passenger air traffic on city-pair routes. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 51(3), 208-224.
27. Hsiao, C. Y., & Hansen, M. (2011). A passenger demand model for air transportation in a hub-and-spoke network. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 47(6), 1112-1125.
28. Intermodal competition between high-speed rail and air transport in Spain.
29. Ippolito, R. A. (1981). Estimating airline demand with quality of service variables. *Journal of Transport Economics and Policy*, 7-15.
30. Jorge-Calderón, J. D. (1997). A demand model for scheduled airline services on international European routes. *Journal of Air Transport Management*, 3(1), 23-35.
31. Jung, J.M., Fuji, E.T., 1976. The price elasticity of demand for air travel. *Journal of Transport Economics and Policy* 10, 257–262.
32. Junior, C. H. M., Eller, R. D. A. G., & Oliveira, A. V. (2018). Are passengers less willing to pay for flying turboprops? An empirical test of the “turbo aversion hypothesis”. *Journal of Air Transport Management*, 73, 58-66.
33. Kopsch, F. (2012). A demand model for domestic air travel in Sweden. *Journal of Air Transport Management*, 20, 46-48.

34. Melville, J.A. (1998). An empirical model of the demand for international air travel for the Caribbean region. *International Journal of Transport Economics* 25(3), 313–336.
35. Molloy, J., Melo, P. C., Graham, D. J., Majumdar, A., & Ochieng, W. Y. (2012). Role of air travel demand elasticities in reducing aviation's carbon dioxide emissions: Evidence for European airlines. *Transportation research record*, 2300(1), 31-41.
36. Mumbower, S., Garrow, L. A., & Higgins, M. J. (2014). Estimating flight-level price elasticities using online airline data: A first step toward integrating pricing, demand, and revenue optimization. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 66, 196-212.
37. Mutti, J., & Murai, Y. (1977). Airline travel on the North Atlantic: is profitability possible?. *Journal of Transport Economics and Policy*, 45-53.
38. Njegovan, N. (2006). Elasticities of demand for leisure air travel: A system modelling approach. *Journal of Air Transport Management*, 12(1), 33-39.
39. Oum, T. H., & Gillen, D. W. (1983). The structure of intercity travel demands in Canada: Theory tests and empirical results. *Transportation Research Part B: Methodological*, 17(3), 175-191.
40. Rolim, P. S., Bettini, H. F., & Oliveira, A. V. (2016). Estimating the impact of airport privatization on airline demand: A regression-based event study. *Journal of Air Transport Management*, 54, 31-41.
41. Straszheim, M. R. (1978). Airline demand functions in the North Atlantic and their pricing implications. *Journal of Transport Economics and Policy*, 179-195.
42. Ventura, R. V., Cabo, M., Caixeta, R., Fernandes, E., & Aprigliano Fernandes, V. (2020). Air transportation income and price elasticities in remote areas: the case of the Brazilian Amazon region. *Sustainability*, 12(15), 6039.
43. Wang, K., Zhang, A., & Zhang, Y. (2018). Key determinants of airline pricing and air travel demand in China and India: Policy, ownership, and LCC competition. *Transport Policy*, 63, 80-89.
44. Yang, T., Liu, M., & Ye, Y. (2017, July). Empirical estimation of civil aviation demand elasticity: The case of China Mainland. In 2017 4th International Conference on Industrial Economics System and Industrial Security Engineering (IEIS) (pp. 1-6). IEEE.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Παράρτημα Α: Αποτελέσματα Μοντέλου 1 (Μοντέλο Τυχαίων Επιδράσεων)

```

oneway (individual) effect Random Effect Model
(Swamy-Arora's transformation)

Call:
plm(formula = Price_Elasticity ~ Dataset_Year + Conference +
     North_America + Short.haul + Medium.haul + Long.haul + Short.term +
     Economy + Airport_pair + INC + Frequency + SE_reported +
     Daily + Linear + IV, data = dataPanel, model = "random")

Unbalanced Panel: n = 44, T = 1-39, N = 258

Effects:
              var std.dev share
idiosyncratic 0.2235  0.4728 0.641
individual    0.1253  0.3540 0.359
theta:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
 0.1995  0.5213  0.6265  0.5879  0.6833  0.7909

Residuals:
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
-1.7371 -0.1894  0.0688  0.0177  0.2464  1.5154

Coefficients:
              Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept) -25.0647080  10.4930691 -2.3887 0.0169085 *
Dataset_Year  0.0118764   0.0052572  2.2591 0.0238797 *
Conference    0.5683240   0.2690254  2.1125 0.0346411 *
North_America -0.3223371   0.1551550 -2.0775 0.0377539 *
Short.haul    0.3463268   0.1447724  2.3922 0.0167470 *
Medium.haul   0.2966409   0.1591967  1.8634 0.0624114 .
Long.haul     0.4404951   0.1619508  2.7199 0.0065295 **
Short.term    0.5345467   0.1463796  3.6518 0.0002604 ***
Economy       -0.6880274   0.1266685 -5.4317 5.581e-08 ***
Airport_pair  -0.3938807   0.1743199 -2.2595 0.0238506 *
INC           0.3526378   0.1300380  2.7118 0.0066918 **
Frequency     0.7441339   0.1674704  4.4434 8.856e-06 ***
SE_reported   0.4385945   0.1712340  2.5614 0.0104259 *
Daily         0.6385569   0.2962606  2.1554 0.0311314 *
Linear        0.3906334   0.1388658  2.8130 0.0049077 **
IV            -1.1520613   0.1429032 -8.0618 7.516e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of squares: 97.298
Residual sum of squares: 57.549
R-squared: 0.41046
Adj. R-squared: 0.37392
Chisq: 133.082 on 15 DF, p-value: < 2.22e-16

```

Παράρτημα Β: Διαγνωστικοί έλεγχοι Μοντέλου 1

```

studentized Breusch-Pagan test

data: random
BP = 23.677, df = 15, p-value = 0.07079

Breusch-Godfrey/wooldridge test for serial correlation in panel models

data: Price_Elasticity ~ Dataset_Year + Conference + North_America + ...
chisq = 0.047777, df = 1, p-value = 0.827
alternative hypothesis: serial correlation in idiosyncratic errors

              stat  p_value Heterogeneity
Qtest       21.96348 0.9968008          n.s
boot.REML   0.00000 0.7644902          n.s

```

Παράρτημα Γ: Αποτελέσματα Μοντέλου 2 (Μοντέλο Σταθερών Επιδράσεων)

```

oneway (individual) effect within Model

Call:
plm(formula = Price_Elasticity ~ Dataset_Year + Conference +
     North_America + Short.haul + Medium.haul + Long.haul + Short.term +
     Economy + Airport_pair + INC + Frequency + SE_reported +
     Daily + Linear + IV, data = dataPanel, model = "within")

Unbalanced Panel: n = 44, T = 1-39, N = 258

Residuals:
    Min.      1st Qu.      Median      3rd Qu.      Max.
-1.5884e+00 -1.5592e-01  2.8536e-16  1.7320e-01  1.5872e+00

Coefficients:
            Estimate Std. Error t-value Pr(>|t|)
Dataset_Year  -0.0076813  0.0161840  -0.4746  0.6355662
North_America  0.3390581  0.3997248   0.8482  0.3973146
Short.haul     0.7202177  0.2168937   3.3206  0.0010658 **
Medium.haul    0.5580386  0.2139797   2.6079  0.0097902 **
Long.haul      0.6634681  0.2290251   2.8969  0.0041838 **
Short.term     0.5435168  0.1600189   3.3966  0.0008216 ***
Economy        -0.6647461  0.1441634  -4.6111  7.100e-06 ***
Airport_pair   -0.8441282  0.3777783  -2.2345  0.0265489 *
INC            0.2427018  0.1681492   1.4434  0.1504647
Frequency      0.6749756  0.5411257   1.2474  0.2137117
Linear         0.3868438  0.1667897   2.3194  0.0213756 *
IV             -1.3489161  0.1944852  -6.9358  5.348e-11 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Total sum of Squares:    68.413
Residual sum of Squares: 45.148
R-Squared:               0.34007
Adj. R-Squared:         0.16038
F-statistic: 8.67438 on 12 and 202 DF, p-value: 2.9884e-13

```

Παράρτημα Δ: Διαγνωστικοί έλεγχοι Μοντέλου 2

```

studentized Breusch-Pagan test

data: fixed
BP = 23.677, df = 15, p-value = 0.07079

breusch-godfrey/wooldridge test for serial correlation in panel models

data: Price_Elasticity ~ Dataset_Year + Conference + North_America + ...
chisq = 0.23633, df = 1, p-value = 0.6269
alternative hypothesis: serial correlation in idiosyncratic errors

```

Παράρτημα ΣΤ: Διαγνωστικός έλεγχος Hausman

```

Hausman Test

data: Price_Elasticity ~ Dataset_Year + Conference + North_America + ...
chisq = 16.873, df = 12, p-value = 0.1544
alternative hypothesis: one model is inconsistent

```