



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ

# Προτιμήσεις μετακινούμενων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς απέναντι στις ανέπαφες πληρωμές με τραπεζική κάρτα

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



**Φωτόπουλος Κωνσταντίνος**

Επιβλέπων Καθηγητής: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.  
Αθήνα, Οκτώβριος 2024

**Προτιμήσεις μετακινούμενων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς  
απέναντι στις ανέπαφες πληρωμές με τραπεζική κάρτα**  
Κωνσταντίνος Φωτόπουλος  
Επιβλέπων | Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π.

## Σύνοψη

---

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία **στοχεύει στην διερεύνηση των προτιμήσεων των μετακινούμενων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς απέναντι στις ανέπαφες πληρωμές με τραπεζική κάρτα.** Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω ενός ερωτηματολογίου με στοχευμένες ερωτήσεις, το οποίο συμπλήρωσαν 550 μετακινούμενοι. Στη συνέχεια, αναπτύχθηκαν μοντέλα διωνυμικής και πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, τα οποία έδειξαν ότι η πιθανότητα αποδοχής και χρήσης του νέου συστήματος επικύρωσης εισιτηρίων επηρεάζεται από την ευκολία, την εξοικείωση με τις ανέπαφες πληρωμές, τα δημογραφικά χαρακτηριστικά, τις συνήθειες και τις απόψεις των επιβατών για ένα μοντέρνο και ψηφιακό σύστημα μεταφορών. Καθώς μειώνονται οι δυσκολίες στην αγορά εισιτηρίων και διασφαλίζεται η ασφάλεια των πληρωμών, η προθυμία των επιβατών να αποδεχτούν το νέο σύστημα πληρωμής και επιβίβασης αυξάνεται. Ιδιαίτερα, όσοι αναζητούν πληροφορίες για το νέο σύστημα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να το υιοθετήσουν, αφού αναγνωρίζουν τα οφέλη του. Η πρόσβαση σε ενημέρωση και η εξοικείωση με τις ανέπαφες πληρωμές διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης τους, καθιστώντας τους πιο δεκτικούς στις νέες πρακτικές πληρωμής με τραπεζική κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι.

**Λέξεις-κλειδιά:** Ανέπαφες πληρωμές, τραπεζική κάρτα, Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, λογιστική παλινδρόμηση, διωνυμικό λογιστικό μοντέλο, πολυωνυμικό λογιστικό μοντέλο

**Preferences of Public Transport passengers  
towards contactless bank card payments**  
Konstantinos Fotopoulos

Supervisor | George Giannis, Professor, National Technical University of Athens

**Abstract**

---

This Diploma Thesis **aims to evaluate public transport passengers' preferences regarding contactless bank card payments**. Data collection was conducted through a questionnaire with focused questions, completed by 550 commuters. Subsequently, binary and multinomial logistic regression models were developed, which showed that the likelihood of acceptance and use of the new ticket validation system is influenced by convenience, familiarity with contactless payments, demographic characteristics, habits, and passenger's opinions on a modern and digital transport system. As the difficulties in purchasing tickets decrease and payment security is ensured, passengers are more likely to adopt the new payment and boarding system. In particular, those who seek information about the new system are more likely to embrace it, as they recognize its benefits. Access to information and familiarity with contactless payments play a critical role in strengthening their confidence, making them more open to new payment practices, such as using bank cards or digital wallets.

**Keywords:** Contactless payments, bank cards, public transport, logistic regression, binary logistic model, multinomial logistic model.

## Περίληψη

Σύμφωνα με τις πολλές σύγχρονες αλλαγές που έχουν συμβεί πρόσφατα στα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς, όπως οι εφαρμογές κινητού που παρέχουν πληροφορίες για διαδρομές, δρομολόγια και στάσεις, καθώς και η ενσωμάτωσή ηλεκτρικών λεωφορείων, η υιοθέτηση ενός μοντέλου επικύρωσης και αγοράς εισιτηρίων ανέπαφα είναι καθοριστικής σημασίας για τη συνεχιζόμενη ανάπτυξή τους. Αυτό είναι απαραίτητο για να καλύψουν τις ανάγκες μιας συνεχώς εξελισσόμενης κοινωνίας. Η παρούσα Διπλωματική Εργασία **στοχεύει στην διερεύνηση των προτιμήσεων των μετακινούμενων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς απέναντι στις ανέπαφες πληρωμές με τραπεζική κάρτα.**

Για την εκπλήρωση του στόχου, διεξήχθη εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση για τον εντοπισμό σχετικών ερευνών, που προσφέρουν μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με το σύστημα των ανέπαφων πληρωμών με τραπεζική κάρτα στα μέσα μαζικής μεταφοράς, καθώς και τις αντιδράσεις των μετακινούμενων ανάλογα με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους. Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω ενός **ερωτηματολογίου**. Μέσω μιας σειράς ερωτήσεων, καταγράφηκαν οι συνήθειες και οι απόψεις των επιβατών σχετικά με τους τρόπους μετακίνησης τους, αλλά και η ανταπόκριση τους σε πιθανές αλλαγές στον τρόπο επιβίβασης μέσα μεταφοράς.

Για τη στατιστική ανάλυση της ερώτησης σχετικά με την αποδοχή ενός μοντέλου ανέπαφων πληρωμών με τραπεζική κάρτα, χρησιμοποιήθηκε το **διωνυμικό λογιστικό πρότυπο**. Αντίστοιχα, για την ερώτηση σχετικά με το αν η ευκολότερη αγορά και πληρωμή εισιτηρίου αύξησε τη χρήση των μέσων μεταφοράς, εφαρμόστηκε το **πολυωνυμικό λογιστικό πρότυπο**. Τα μαθηματικά μοντέλα που προέκυψαν από αυτές τις αναλύσεις παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες:

Μεταβλητές	Προτίμηση και χρήση συστήματος πληρωμής εισιτηρίου μέσω τραπεζικής κάρτας		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός όρος 1	-0,707	0,065	-
Ηλικία	1,003	0,033	2,73
Οικογενειακή κατάσταση	0,522	0,048	1,69
Δυσκολία στην αγορά εισιτηρίου για τα MMM λόγω της μη δυνατότητας με τραπεζική κάρτα	-0,581	0,033	0,56
Ενδιαφέρον για πληροφορίες σχετικά με την πληρωμή κομίστρου με τραπεζική κάρτα	1,496	<0,01	4,46
Αναμονή πληροφοριών από την τράπεζα σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής κομίστρου με κάρτα	-0,801	<0,01	0,45
Δυνατότητα αγοράς εισιτηρίου χωρίς μετρητά/νομίσματα	0,824	<0,01	2,28
Θετική στάση απέναντι σε τεχνολογικές καινοτομίες όπως η ανέπαφη πληρωμή εισιτηρίων	1,333	<0,01	3,79

Πίνακας 6.1: Αποτελέσματα μοντέλου προτίμησης και χρήσης

Μεταβλητές	Επιλογή: θα χρησιμοποιούσα περισσότερο τα MMM			Επιλογή: θα χρησιμοποιούσα λιγότερο τα MMM		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός όρος:2	-0,381	0,308	-			
Σταθερός όρος:3				-0,561	0,362	-
Οικογενειακή κατάσταση				-0,939	0,026	0,391
Αριθμός εργαζομένων	0,488	0,037	1,63			
Δυσκολία στην αγορά εισιτηρίου για τα MMM λόγω πληρωμής εκ των προτέρων	0,471	0,045	1,60			
Ενδιαφέρον για πληροφορίες σχετικά με την πληρωμή κομίστρου με τραπεζική κάρτα	1,568	<0,01	4,80			
Ταχύτητα/ εξοικονόμηση χρόνου κατά την αγορά εισιτηρίου				-1,291	<0,01	0,275
Εύκολη αγορά εισιτηρίου χωρίς φυσικά/αυτόματα σημεία πώλησης ή λήξη χρονικής διάρκειας				-0,852	0,049	0,427
Αρνητική στάση απέναντι σε τεχνολογικές καινοτομίες όπως η ανέπαφη πληρωμή εισιτηρίων	-0,873	<0,01	0,42			

Πίνακας 6.2: Αποτελέσματα μοντέλων επιλογής χρήσης

Τα **κύρια συμπεράσματα** που προκύπτουν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- Τα άτομα που ενδιαφέρονται να λάβουν πληροφορίες για το νέο σύστημα πληρωμής είναι πιο πιθανό να προτιμήσουν και να υιοθετήσουν το νέο σύστημα, καθώς εκτιμούν τα θετικά του χαρακτηριστικά. Αυτό δείχνει ότι η ενημέρωση και η πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τις νέες μεθόδους πληρωμής και επιβίβασης με τραπεζική κάρτα παίζουν καθοριστικό ρόλο στην **αποδοχή του συστήματος**. Η πληροφόρηση ενισχύει την εμπιστοσύνη των χρηστών στην τεχνολογία, τους βοηθά να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματά της και τους καθιστά πιο ανοιχτούς σε νέες πρακτικές πληρωμών και επιβίβασης.
- Η στάση απέναντι στις τεχνολογικές καινοτομίες φαίνεται να επηρεάζει καθοριστικά την αποδοχή του νέου συστήματος πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Τα άτομα που δεν είναι διατεθειμένα να υιοθετήσουν τεχνολογικές καινοτομίες έχουν σημαντικά μεγαλύτερη πιθανότητα να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, επιλέγοντας τις παραδοσιακές τους συνήθειες. Αντίθετα, εκείνοι που δείχνουν ενδιαφέρον για τεχνολογικές καινοτομίες είναι πολύ πιο πιθανό να υιοθετήσουν σύγχρονα συστήματα πληρωμής, όπως η χρήση τραπεζικής κάρτας ή ψηφιακού πορτοφολιού, εκτιμώντας την ένταξη καινοτομιών στις καθημερινές τους μετακινήσεις.
- Τα άτομα ηλικίας 45 έως 54 ετών είναι 2,73 φορές πιο πιθανό να αποδεχτούν τη χρήση τραπεζικής κάρτας στα μέσα μαζικής μεταφοράς, σε σύγκριση με νεότερες ηλικίες. Αυτό υποδηλώνει ότι οι μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες εκτιμούν την ευκολία και την απλότητα της πληρωμής με τραπεζική κάρτα, καθώς είναι πιο εξοικειωμένοι με τη χρήση τραπεζικών καρτών στις καθημερινές τους συναλλαγές και λιγότερο πρόθυμοι να επιλέξουν παραδοσιακές μορφές πληρωμής όπως μετρητά/νομίσματα. Είναι πιο οικονομικά αυτόνομοι σε σύγκριση με τους νεότερους, με αυξημένη πιθανότητα να διαθέτουν τραπεζική κάρτα.
- Οι παντρεμένοι και όσοι ζουν με τον/την σύντροφό τους εμφανίζονται θετικοί απέναντι στο νέο σύστημα πληρωμών κομίστρου και επιβίβασης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στη θετική επιρροή του/της συζύγου/συντρόφου, που ενισχύει την άνεση και την εμπιστοσύνη στη χρήση νέων τεχνολογικών συστημάτων πληρωμής. Η αμοιβαία υποστήριξη μεταξύ ενός ζεύγους ενισχύει την προθυμία για υιοθέτηση της νέας διαδικασίας πληρωμής και επιβίβασης.
- Τα άτομα που εργάζονται σε μεσαίες έως μεγάλες επιχειρήσεις έχουν 63% μεγαλύτερη πιθανότητα να αυξήσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Πιθανώς, τα άτομα αυτά αναζητούν μεγαλύτερη ευκολία στις μετακινήσεις τους και είναι ανοιχτά σε τεχνολογικές καινοτομίες, όπως η πληρωμή με κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι. Η επαγγελματική τους δραστηριότητα μπορεί να απαιτεί συχνές και άμεσες μετακινήσεις, γεγονός που τους καθιστά πιο δεκτικούς σε λύσεις που προσφέρουν ταχύτητα και ευκολία.

- Τα άτομα που δεν αντιμετωπίζουν δυσκολία στην προπληρωμή του κομίστρου τείνουν να προτιμούν το νέο σύστημα πληρωμής κατά την επιβίβαση, καθώς αυτό προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία και ευκολία. Αυτό υποδηλώνει ότι η δυνατότητα πληρωμής τη στιγμή της επιβίβασης καλύπτει καλύτερα τις ανάγκες τους, μειώνοντας την ανάγκη για προγραμματισμό και προπληρωμή εισιτηρίων. Το νέο σύστημα διευκολύνει αυτούς τους χρήστες, προσφέροντας έναν πιο άμεσο και απλό τρόπο διαχείρισης των μετακινήσεων, γεγονός που ενισχύει την προτίμησή τους προς τα μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Όσοι έχουν συνηθίσει και δεν θεωρούν δύσκολο το τρέχον σύστημα αγοράς κομίστρου είναι πιο πιθανό να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς αν δεν πιστεύουν ότι το νέο σύστημα πληρωμής προσφέρει άνεση και ευκολία. Προτιμούν τα παραδοσιακά συστήματα πληρωμής, όπως οι αυτόματοι πωλητές και τα φυσικά σημεία πώλησης, τα οποία θεωρούν πιο οικεία και ασφαλή. Η αίσθηση ότι το υπάρχον σύστημα καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες τους, μειώνει την προθυμία τους να υιοθετήσουν νέες τεχνολογίες πληρωμής και επιβίβασης.
- Τα άτομα που νιώθουν την ανάγκη να λάβουν πληροφορίες από την τράπεζά τους για τις νέες μεθόδους πληρωμής έχουν σημαντικά μικρότερη πιθανότητα να αποδεχτούν το νέο σύστημα επιβίβασης. Αυτό υποδηλώνει ότι η ανάγκη για ασφάλεια στις συναλλαγές παίζει καθοριστικό ρόλο στην απόφασή τους. Οι χρήστες αυτοί ανησυχούν για την προστασία των προσωπικών δεδομένων και την αποφυγή κακόβουλων χρεώσεων, και η εμπιστοσύνη που αποκομίζουν από την τράπεζα είναι βασικός παράγοντας για την αποδοχή και τη χρήση του νέου συστήματος πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Άτομα που εκτιμούν τη δυνατότητα αγοράς εισιτηρίου χωρίς τη χρήση μετρητών είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν το σύστημα πληρωμής μέσω τραπεζικής κάρτας ή ψηφιακού πορτοφολιού. Αυτή η προτίμηση υποδηλώνει ότι θεωρούν την ανέπαφη πληρωμή πιο πρακτική και ευέλικτη, καθώς τους απαλλάσσει από την ανάγκη να έχουν φυσικό χρήμα μαζί τους, ενισχύοντας την πιθανότητα υιοθέτησής του από τους χρήστες που αναζητούν πιο μοντέρνες και άμεσες λύσεις πληρωμής.
- Τα άτομα που εκτιμούν την ταχύτητα και την εξοικονόμηση χρόνου στην αγορά εισιτηρίων έχουν μικρότερη πιθανότητα να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, γεγονός που υποδηλώνει ότι είναι πιο πιθανό να διατηρήσουν ή να αυξήσουν τη συχνότητα χρήσης τους. Επιπλέον, η άνεση και η ευκολία που προσφέρει η πληρωμή με κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι, ειδικά όταν δεν υπάρχουν φυσικά σημεία πώλησης ή αυτόματοι πωλητές, ενισχύουν την θετική στάση των επιβατών προς τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

## Περιεχόμενα

Σύνοψη .....	ii
Abstract .....	iii
Περίληψη .....	iv
<b>Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Γενική Ανασκόπηση .....</b>	<b>1</b>
1.1.2 Πλεονεκτήματα .....	1
1.1.3 Μειονεκτήματα και ανοιχτά ζητήματα .....	2
<b>1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3 Μεθοδολογία .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας .....</b>	<b>4</b>
<b>Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Εισαγωγή .....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Παρεμφερείς Έρευνες και Μεθοδολογίες .....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Ανέπαφες Πληρωμές με έξυπνη κάρτα .....	6
2.2.2 Έρευνες και αποτελέσματα .....	7
<b>Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό Υπόβαθρο .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Εισαγωγή .....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Μαθηματικά Πρότυπα .....</b>	<b>10</b>
3.2.1 Γραμμική Παλινδρόμηση .....	10
3.2.2 Πιθανοτική Ανάλυση .....	10
3.2.3 Λογιστική Παλινδρόμηση .....	11
3.2.4 Σύνοψη .....	11
<b>3.3 Λογιστική Παλινδρόμηση .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου .....</b>	<b>12</b>
<b>Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1 Εισαγωγή .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2 Συλλογή στοιχείων .....</b>	<b>15</b>
4.2.1 Το ερωτηματολόγιο .....	15
4.2.2 Δομή Ερωτηματολογίου .....	15
<b>4.3 Επεξεργασία Στοιχείων .....</b>	<b>16</b>
4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων .....	16
<b>4.4 Συγκεντρωτικά Στοιχεία .....</b>	<b>17</b>
<b>Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή της μεθοδολογίας της έρευνας και αποτελέσματα .....</b>	<b>23</b>
<b>5.1 Εισαγωγή .....</b>	<b>23</b>

<b>5.2 Στατιστικό πρότυπο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης</b> .....	23
5.2.1 Εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα R-Studio .....	23
5.2.2 Ο Κώδικας.....	25
5.2.3 Συνάρτηση χρησιμότητας .....	28
5.2.4 Στατιστικός έλεγχος μοντέλου.....	30
5.2.5 Αποτελέσματα .....	30
<b>5.3 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης</b> .....	32
5.3.1 Ο Κώδικας.....	32
5.3.2 Συνάρτηση Χρησιμότητας .....	33
5.3.3 Στατιστικός έλεγχος μοντέλου.....	35
5.3.4 Αποτελέσματα .....	36
<b>Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα</b> .....	38
6.1 Σύνοψη .....	38
6.2 Συμπεράσματα .....	39
6.3 Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων .....	41
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα .....	42
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	44
<b>Παράρτημα</b> .....	46



# Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

---

## 1.1 Γενική Ανασκόπηση

Στη σημερινή εποχή, η άνοδος των ανέπαφων πληρωμών έχει αλλάξει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο πραγματοποιούνται οι συναλλαγές. Η ευκολία, η ταχύτητα και η ασφάλεια που προσφέρουν έχουν οδηγήσει σε ραγδαία υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας παγκοσμίως, ειδικά σε περιόδους όπου η μείωση της φυσικής επαφής είναι επιθυμητή, όπως κατά τη διάρκεια της πανδημίας. Οι **ανέπαφες πληρωμές** έχουν ήδη βρει εφαρμογή σε διάφορους τομείς, από τις καθημερινές αγορές μέχρι τις υπηρεσίες ψυχαγωγίας. Η ενσωμάτωσή τους στα **μέσα μαζικής μεταφοράς** αποτελεί το επόμενο βήμα προς την ψηφιοποίηση των αστικών υποδομών, όπου η **ανάγκη** για ταχύτητα και ευκολία είναι απαραίτητη, η ενσωμάτωση των ανέπαφων πληρωμών μέσω τραπεζικών καρτών αναδεικνύεται ως σημαντική καινοτομία.

Το υπάρχον σύστημα αυτόματης συλλογής κομίστρων (Automatic Fare Collection - AFC) χρησιμοποιεί πλήρως ενσωματωμένα συστήματα ειδικών ανέπαφων καρτών για την είσοδο στα μέσα μεταφοράς. Αυτά τα συστήματα χρησιμοποιούν ανέπαφες κάρτες ως μέσο επικύρωσης κομίστρου. Οι πιστωτικές, χρεωστικές και προπληρωμένες κάρτες χρησιμοποιούνται συχνά για την αγορά ειδικών καρτών κομίστρου ή για την επαναφόρτιση και προσθήκη αξίας σε μια ανέπαφη κάρτα κομίστρου μέσω αυτόματων μηχανημάτων ή ειδικών σημείων εξυπηρέτησης με υπαλλήλους. Στη συνέχεια, η ανέπαφη κάρτα χρησιμοποιείται για την επικύρωση του κομίστρου κατά την επιβίβαση σε λεωφορείο ή την είσοδο σε πύλη. Η τεχνολογική πρόοδος και οι αλλαγές στον τρόπο πληρωμής πρέπει να συμβαδίζουν με τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Κατ' αυτόν τον τρόπο, η χρήση τραπεζικής κάρτας για απευθείας επιβίβαση ή είσοδο σε πύλες στα διάφορα μέσα μεταφοράς κρίνεται αναγκαία.

Η αγορά και επικύρωση εισιτηρίου με τραπεζική κάρτα στα μέσα μαζικής μεταφοράς γίνεται μέσω της τεχνολογίας ανέπαφων πληρωμών. Στο σημείο ή την πύλη εισόδου, υπάρχει ένας σαρωτής (σημείο πληρωμής/POS) που δέχεται ανέπαφες πληρωμές, ο επιβάτης πλησιάζει την κάρτα ή τη συσκευή στον σαρωτή, ο οποίος μέσω τεχνολογίας ραδιοσυχνότητας (RFID) ή τεχνολογία επικοινωνίας κοντινού πεδίου (Near Field Communication/NFC) διαβάζει τα στοιχεία της κάρτας. **Η συναλλαγή πραγματοποιείται αυτόματα και γρήγορα.** Το σύστημα ελέγχει εάν η κάρτα είναι έγκυρη, εάν υπάρχουν διαθέσιμα χρήματα και αν η συναλλαγή είναι ασφαλής. Χρησιμοποιείται κρυπτογράφηση για την προστασία των δεδομένων της συναλλαγής. Μόλις η πληρωμή εγκριθεί, η πύλη ανοίγει και ο επιβάτης μπορεί να εισέλθει. Η πληρωμή του κομίστρου είτε αφαιρείται άμεσα από τον λογαριασμό του επιβάτη είτε προστίθεται στη λίστα των ημερήσιων συναλλαγών που εκκαθαρίζονται αργότερα. (Transit Open Payments Resources, 2012)

### 1.1.2 Πλεονεκτήματα

Τραπεζικοί οργανισμοί και οργανισμοί χρηματοοικονομικών υπηρεσιών θα αναλάβουν την επίβλεψη και διευθέτηση των συναλλαγών των δημόσιων συγκοινωνιών συμβάλλοντας στην μείωση των σχετικών δαπανών. Επιπλέον η πληρωμή του κομίστρου θα πραγματοποιείται με έναν πιο οικείο τρόπο, που διασφαλίζει την ασφάλεια και προσφέρει υποστήριξη στους επιβάτες. Οι επιβάτες μπορούν να χρησιμοποιήσουν τις υπάρχουσες τραπεζικές κάρτες

ανέπαφων πληρωμών, εξαλείφοντας το κόστος για δημιουργία νέων μαγνητικών καρτών και εισιτηρίων. Σκοπό των ανέπαφων πληρωμών με τραπεζική κάρτα αποτελεί η διευκόλυνση της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς και η δημιουργία ενός ελκυστικού τρόπου μεταφοράς. Τα **πλεονεκτήματα** συνδυάζονται για να βελτιώσουν την **εμπειρία των επιβατών** και να αποφέρουν **οικονομικά οφέλη** στους φορείς δημόσιων μεταφορών. (Smart Card Alliance Transportation Council, 2011)

### 1.1.3 Μειονεκτήματα και ανοιχτά ζητήματα

**Σημαντικό ζήτημα** στην ομαλή ένταξη του νέου συστήματος πληρωμών και επικύρωσης αποτελεί η **αποδοχή** από τους μετακινούμενους. Το νέο σύστημα πληρωμών με τραπεζικές κάρτες εξαρτάται από την εξοικείωση του πληθυσμού με την τεχνολογία, την πρόσβαση σε τραπεζικές υπηρεσίες και από τα διάφορα δημογραφικά χαρακτηριστικά. Είναι απαραίτητο να υπάρχει μέριμνα για τις ευάλωτες ομάδες πληθυσμού που ενδέχεται να μην μπορούν να την υιοθετήσουν άμεσα, προκειμένου να διασφαλιστεί η καθολική πρόσβαση στις δημόσιες συγκοινωνίες. Επιπροσθέτως οι επιβάτες μπορεί να εμφανίζονται διστακτικοί απέναντι στη χρήση της τραπεζικής κάρτας τους για την επικύρωση εισιτηρίων στα μέσα μαζικής μεταφοράς, καθώς οι ανησυχίες γύρω από την ασφάλεια των προσωπικών τους δεδομένων και των οικονομικών τους συναλλαγών είναι υπαρκτές. Οι καταναλωτές συχνά ανησυχούν για την πιθανότητα κλοπής στοιχείων ή ανεξουσιοδοτητών χρεώσεων, ειδικά όταν χρησιμοποιούν ανέπαφες πληρωμές σε δημόσιους χώρους (Lacmanović et al, 2010). Ωστόσο, με την εξέλιξη της τεχνολογίας και την ενίσχυση των συστημάτων κρυπτογράφησης, οι ανέπαφες συναλλαγές γίνονται όλο και πιο ασφαλείς, καθιστώντας τον κίνδυνο εξαιρετικά χαμηλό. Παρά τους αρχικούς προβληματισμούς, οι επιβάτες θα πρέπει να ενημερώνονται για τις προφυλάξεις που λαμβάνονται από τις τράπεζες και τους παρόχους συστημάτων πληρωμών, ώστε να αισθάνονται μεγαλύτερη εμπιστοσύνη στην καθημερινή τους χρήση.

Τα υφιστάμενα συστήματα επικύρωσης (AFC) επιτρέπουν την άμεση διαδικασία επικύρωσης ή χρέωσης ενός προπληρωμένου μέσου στα σημεία εισόδου, χωρίς την ανάγκη σύνδεσης στο διαδίκτυο. Η επικύρωση των τραπεζικών καρτών πρέπει να είναι άμεση και αξιόπιστη, ακολουθώντας τον παραδοσιακό τρόπο. Οι συναλλαγές διεξάγονται εκτός σύνδεσης, με την επικύρωση να πραγματοποιείται μέσω βάσεων δεδομένων, γεγονός που ενέχει έναν βαθμό κινδύνου και πιθανότητα επιβάρυνσης του φορέα σε περιπτώσεις απάτης. Συγκεκριμένα στις δημόσιες συγκοινωνίες του Σικάγου (Chicago Transit Authority) η διαδικασία πληρωμής με τραπεζική κάρτα γίνεται μέσω του συστήματος Ventra, το οποίο χρησιμοποιεί προ-εξουσιοδότηση για να επιταχύνει τις συναλλαγές. Όταν ο επιβάτης αγγίξει την κάρτα στον αναγνώστη, γίνεται μια προσωρινή δέσμευση έως πέντε δολάρια για να επιβεβαιωθεί ότι υπάρχουν επαρκή κεφάλαια για να καλυφθεί το αντίτιμο. Αφού υπολογιστεί το αντίτιμο (λαμβάνοντας υπόψη παράγοντες όπως δωρεάν μεταφορές και ειδικές τιμές), το ποσό που θα χρεωθεί θα είναι το πραγματικό αντίτιμο και θα καταχωρηθεί στον λογαριασμό του μετακινούμενου μέχρι το τέλος της ημέρας. (Ventra Chicago, 2024).

## 1.2 Στόχος της Διπλωματικής Εργασίας

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτελεί η **διερεύνηση των προτιμήσεων των μετακινούμενων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς απέναντι στις ανέπαφες πληρωμές με τραπεζική κάρτα**, καθώς και ο προσδιορισμός των παραγόντων που

επηρεάζουν αυτή την αποδοχή. Επιπλέον, θα διερευνηθούν και οι βασικές προκλήσεις και τα προβλήματα που έχουν αναφερθεί από τους επιβάτες σχετικά με τη μελλοντική χρήση αυτού του συστήματος. Πιο συγκεκριμένα, θα εξεταστούν οι **κύριες αιτίες** που οδηγούν τους επιβάτες να προτιμήσουν ή να μην προτιμήσουν το σύστημα ανέπαφων πληρωμών, καθώς και ο ρόλος που διαδραματίζουν τα **δημογραφικά χαρακτηριστικά**, όπως η ηλικία, το φύλο, το εισόδημα και το επίπεδο εκπαίδευσης, στην αποδοχή αυτών των πληρωμών.

Για τον σκοπό αυτό, θα αναπτυχθούν **μοντέλα στατιστικής ανάλυσης**, προκειμένου να εντοπιστεί η επιρροή παραγόντων όπως ο τρόπος πληρωμής, η εμπειρία χρήσης και τα δημογραφικά χαρακτηριστικά των επιβατών πάνω στην αποδοχή του συγκεκριμένου τρόπου πληρωμής στα MMM στην Αθήνα.

Τελικός στόχος είναι τα συμπεράσματα που θα εξαχθούν από αυτή τη Διπλωματική Εργασία να είναι χρήσιμα για τους υπεύθυνους των δημόσιων συγκοινωνιών και τους φορείς χάραξης πολιτικής, ώστε να προωθήσουν την υιοθέτηση των ανέπαφων πληρωμών με τον πιο αποτελεσματικό τρόπο, βελτιώνοντας την εμπειρία των επιβατών και ενισχύοντας την αποτελεσματικότητα του συστήματος μεταφορών.

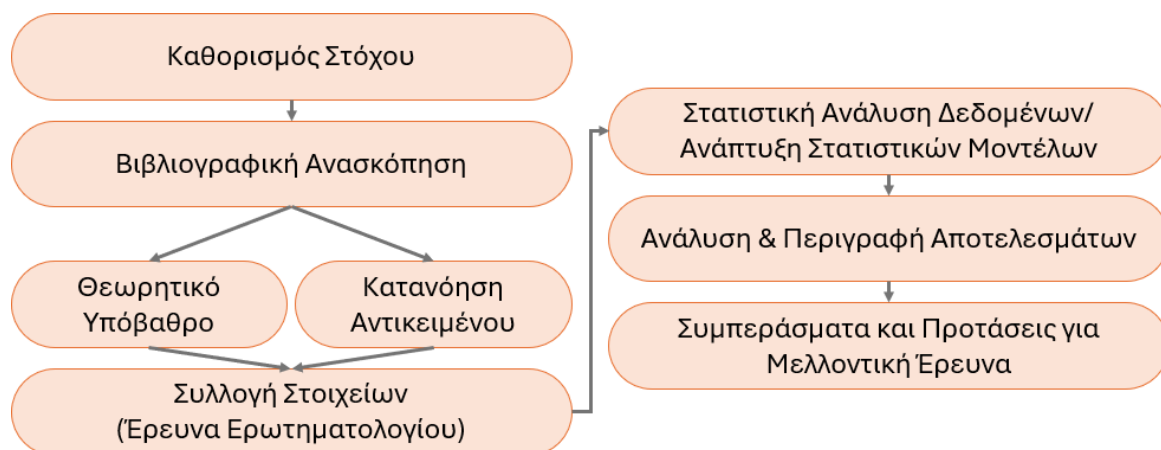
### **1.3 Μεθοδολογία**

Σε αυτή την υποενότητα, παρουσιάζεται συνοπτικά η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας, με σκοπό την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου.

Αρχικά, καθορίστηκε το αντικείμενο της έρευνας καθώς και οι επιδιωκόμενοι στόχοι. Για την εκπλήρωση αυτών, διεξήχθη εκτενής **βιβλιογραφική ανασκόπηση** για τον εντοπισμό σχετικών ερευνών, που προσφέρουν μια ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με το σύστημα των ανέπαφων πληρωμών με τραπεζική κάρτα στα μέσα μαζικής μεταφοράς, καθώς και τις αντιδράσεις των μετακινούμενων ανάλογα με τα δημογραφικά χαρακτηριστικά τους.

Η συλλογή των απαραίτητων στοιχείων πραγματοποιήθηκε μέσω ενός **ερωτηματολογίου**. Μέσω μιας σειράς κατανοητών ερωτήσεων, καταγράφηκαν οι συνήθειες και οι απόψεις των επιβατών σχετικά με τους τρόπους μετακίνησης τους, αλλά και η ανταπόκριση τους σε πιθανές αλλαγές στον τρόπο επιβίβασης στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Συνολικά, **συγκεντρώθηκαν 550 ερωτηματολόγια** από επιβάτες με ποικιλία δημογραφικών χαρακτηριστικών. Η συλλογή έγινε μέσω της πλατφόρμας Pollfish, που επιτρέπει τη διεξαγωγή διαδικτυακών ερευνών και τη συλλογή δεδομένων από χρήστες κινητών και διαδικτυακών εφαρμογών. Με την ολοκλήρωση της συλλογής, τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προγράμματος ανάλυσης δεδομένων R Studio. Αναπτύχθηκαν στατιστικά μοντέλα, χρησιμοποιώντας **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (binary logistic regression) και **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (multinomial logistic regression) για την ανίχνευση των μεταβλητών που επηρεάζουν την απόφαση αποδοχής ή μη των ανέπαφων πληρωμών.

Η διαδικασία **αξιολόγησης και ερμηνείας** των αποτελεσμάτων ακολούθησε, οδηγώντας στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την επιρροή των διαφόρων παραμέτρων στην πρόθεση αποδοχής των ανέπαφων πληρωμών. Τα ευρήματα αυτά αξιοποιήθηκαν για την **κατάρτιση προτάσεων** σχετικά με την εφαρμογή του συστήματος, καθώς και για την **προώθηση περαιτέρω ερευνών** στον συγκεκριμένο τομέα.



Εικόνα 1.1: Διάγραμμα ροής των σταδίων εκπόνησης της Διπλωματικής Εργασίας

#### 1.4 Δομή της Διπλωματικής Εργασίας

Στο **εισαγωγικό κεφάλαιο 1**, παρουσιάζεται το γενικό πλαίσιο των ανέπαφων πληρωμών στα μέσα μαζικής μεταφοράς, εστιάζοντας στην λειτουργία και στην τεχνολογία, στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του συστήματος. Παράλληλα, προσδιορίζονται τα ερευνητικά ερωτήματα και ο στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας. Ακολουθεί μια συνοπτική αναφορά στη μεθοδολογία που υιοθετήθηκε, στο τρόπο ανάλυσης και επεξεργασίας των δεδομένων καθώς και στη δομή της εργασίας.

Στο **κεφάλαιο 2**, παρουσιάζονται τα ευρήματα από την **βιβλιογραφική ανασκόπηση** σχετικών επιστημονικών περιοδικών, ακαδημαϊκών δημοσιεύσεων και συναφούς ερευνητικής βιβλιογραφίας, τόσο σε διεθνές όσο και σε εγχώριο επίπεδο, με σκοπό την κατανόηση των παραμέτρων που επηρεάζουν την αποδοχή των ανέπαφων πληρωμών από τους μετακινούμενους. Η ανάλυση αυτών των ερευνών συμβάλλει στην επιστημονική βάση της παρούσας εργασίας.

Το **κεφάλαιο 3** αποτελεί το **θεωρητικό υπόβαθρο** της έρευνας και αναλύει τη λογική της μεθοδολογίας και παρουσιάζονται τα στατιστικά μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση των δεδομένων στο περιβάλλον της γλώσσας του στατιστικού προγραμματισμού R.

Στο **κεφάλαιο 4** περιγράφεται αναλυτικά η **δομή του ερωτηματολογίου** που χρησιμοποιήθηκε ως βάση για την άντληση των δεδομένων, ενώ παρουσιάζονται και σχολιάζονται τα αποτελέσματα με τη χρήση γραφημάτων και διαγραμμάτων. Επιπλέον, περιλαμβάνεται η διαδικασία κωδικοποίησης των δεδομένων και η προετοιμασία τους για ανάλυση στο πρόγραμμα R.

Το **κεφάλαιο 5** επικεντρώνεται στην **ανάλυση των στατιστικών μοντέλων** που προέκυψαν από τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν. Παρουσιάζονται τα μαθηματικά μοντέλα, καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση των δεδομένων, δηλαδή παρουσιάζεται συνοπτικά η συμπεριφορά των επιβατών.

Στο **κεφάλαιο 6**, συνοψίζονται τα **βασικά συμπεράσματα** της Διπλωματικής Εργασίας και αναδεικνύεται η σημασία τους για το αντικείμενο της μελέτης. Παράλληλα, διατυπώνονται

προτάσεις για τη βελτίωση του συστήματος ανέπαφων πληρωμών με τραπεζική κάρτα στα μέσα μεταφοράς με στόχο την καθολική αποδοχή του και τη συνέχιση της έρευνας στον συγκεκριμένο τομέα.

Στο τέλος της εργασίας, παρουσιάζονται οι **βιβλιογραφικές αναφορές** και τα παραρτήματα, ακολουθώντας τους κοινώς αποδεκτούς κανόνες και κατευθυντήριες γραμμές που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως για την ορθή αναφορά και τεκμηρίωση πηγών σε ακαδημαϊκές εργασίες και δημοσιεύσεις.

## Κεφάλαιο 2: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

---

### 2.1 Εισαγωγή

Η **βιβλιογραφική ανασκόπηση** αποτελεί θεμέλιο για την κατανόηση του αντικείμενου, του ακριβή στόχου και την μεθοδολογία για την επίτευξη του σε κάθε ακαδημαϊκή εργασία. Στο παρόν κεφάλαιο, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ερευνών που έχουν στενή σύνδεση με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας, αναφορικά με την χρήση ανέπαφων πληρωμών μέσω έξυπνων καρτών στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Η παρούσα ανασκόπηση αποτελεί βάση για την επόμενη φάση της έρευνας και προσφέρει πλαίσιο κατανόησης για την προσέγγιση των δεδομένων που θα ακολουθήσουν στη συνέχεια της εργασίας.

### 2.2 Παρεμφερείς Έρευνες και Μεθοδολογίες

Η χρήση ανέπαφων πληρωμών έχει αναδειχθεί ως μία από τις πιο σύγχρονες και βολικές μεθόδους συναλλαγών για υπηρεσίες και προϊόντα παγκοσμίως. Είναι επιτακτική ανάγκη τα μέσα μαζικής μεταφοράς να συμβαδίζουν με τις εξελίξεις της κοινωνίας και να λειτουργούν με γνώμονα τις ανάγκες των επιβατών. Η ενσωμάτωση των ανέπαφων πληρωμών με έξυπνη κάρτα στα μέσα μεταφοράς είναι ζωτικής σημασίας για να καταστούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς μια πιο ελκυστική και πρακτική επιλογή για τις καθημερινές μετακινήσεις. Η βιβλιογραφική ανασκόπηση παρουσιάζει τα πλεονεκτήματα, τα προβλήματα του συστήματος των ανέπαφων πληρωμών και επιπλέον σημειώνονται οι αντιδράσεις των επιβατών.

#### 2.2.1 Ανέπαφες Πληρωμές με έξυπνη κάρτα

Οι ανέπαφες πληρωμές περιλαμβάνουν **έξυπνες κάρτες** που βασίζονται στην τεχνολογία επικοινωνίας κοντινού πεδίου (NFC) (Henry et al., 2015), κωδικούς Quick Response (QR) (Jenkins & Orhoff, 2016) και πληρωμές που βασίζονται σε εφαρμογές για κινητά, όπως Apple pay, Google pay (Julia Kagan, 2020).

Τα συστήματα ανέπαφων πληρωμών με έξυπνη κάρτα κλειστού κυκλώματος (closed-loop) στα μέσα μαζικής μεταφοράς έχουν εδραιωθεί σε αρκετές μεγάλες πόλεις παγκοσμίως, όπως στο Λονδίνο (**Oyster Card**) και στο Παρίσι (**NaviGo**) (A.Soehnchen et al., 2022). Οι συναλλαγές με έξυπνες κάρτες πραγματοποιούνται μόνο εντός ενός συγκεκριμένου δικτύου, δηλαδή το αντίστοιχο δίκτυο μέσω μαζικής μεταφοράς (FIRST DATA CORPORATION, 2010). Τα συστήματα ανοιχτού κυκλώματος (open-loop) προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως η ευκολία χρήσης, καθώς επιτρέπουν στους χρήστες να χρησιμοποιούν την ίδια κάρτα για πολλαπλές υπηρεσίες και αγορές. Επιπλέον, είναι διαλειτουργικά, γεγονός που σημαίνει ότι γίνονται δεκτά σε διάφορες τοποθεσίες και συστήματα πέρα από τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτό οδηγεί σε **μείωση κόστους**, καθώς μειώνονται οι ανάγκες διαχείρισης ειδικών καρτών και συστημάτων. Επιπροσθέτως, οι συναλλαγές χωρίς μετρητά ωφελούν τις υπηρεσίες μεταφορών, καθώς ο κίνδυνος ασφάλειας για τους υπαλλήλους και εργαζόμενους άλλων υπηρεσιών διαχείρισης μετρητών μειώνεται σημαντικά (A.Soehnchen et al., 2022, P.T. Blythe 2004, Hiroyuki Iseki et al. 2008).

Πλεονεκτήματα της ένταξης των έξυπνων καρτών στα μέσα μεταφορών αναφέρουν οι T. Chira-Chavala & B. Coifman (1996), έπειτα από πειραματικές δοκιμές σε γραμμές

λεωφορείων στο Λος Άντζελες. Σημειώνουν ότι το σύστημα ανέπαφων πληρωμών με την χρήση έξυπνων καρτών **συλλέγει αυτόματα δεδομένα** για τη λειτουργία, τα έσοδα, τον επιβατικό φόρτο. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να συλλέγονται πιο οικονομικά και αξιόπιστα από τις παραδοσιακές μεθόδους, προσφέροντας υψηλής ποιότητας δεδομένα επιβατών εντός μιας πόλης. Αυτό αυξάνει την εμπιστοσύνη και βελτιώνει τη χρησιμότητα των δεδομένων στη λήψη καθοριστικών αποφάσεων. Επιπλέον σημειώνεται ότι το σύστημα παρέχει νέα δεδομένα για τον σχεδιασμό και προγραμματισμό των μεταφορών. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής, το σύστημα ανέπαφων πληρωμών παρείχε **λεπτομερή στοιχεία** χρήσης λεωφορείων, όπως χρήστες ανά τοποθεσία και χρόνο, προφίλ φόρτωσης, στατιστικά απόδοσης και μέση ταχύτητα. Χωρίς αυτό το σύστημα, το κόστος συλλογής των δεδομένων θα ήταν πολύ υψηλό.

Η αποδοτικότητα των υπηρεσιών ενισχύεται επίσης από την **εξοικονόμηση κόστους συντήρησης** των συστημάτων έξυπνων καρτών, σε σχέση με την προηγούμενη τεχνολογία. Κατά μέσο όρο, οι αναγνώστες καρτών με μαγνητική ταινία χρειάζονται συντήρηση μετά από κάθε 20.000 κάρτες που επεξεργάζονται. Η αναλογία συντήρησης αυτής της παλαιότερης τεχνολογίας είναι περίπου δώδεκα έως δεκαπέντε τοις εκατό των πόρων των φορέων μετακίνησης, σε σύγκριση με μόλις οκτώ τοις εκατό για την τεχνολογία έξυπνων καρτών. Επιπλέον, το κόστος διανομής των πλαστικών καρτών από τις οικονομικές εξοικονομήσεις όσο και περιβαλλοντικές πλησιάζει το κόστος εκτύπωσης και έκδοσης αναλώσιμων χάρτινων εισιτηρίων. Παρόλα αυτά σχεδόν κάθε σύστημα πληρωμής εισιτηρίων με έξυπνες κάρτες αντιμετωπίζει αρχικά προβλήματα εφαρμογής. Ενώ είναι επιθυμητό να ελαχιστοποιηθούν οι δημόσιοι δαπάνες για την υλοποίηση, είναι δύσκολο να προβλέψουμε το κόστος για την εφαρμογή τους. (International Association of Public Transport 2001, Australian Tourism & Transport Forum 2010).

Οι A. Soehnchen et al. ανέλυσαν κάποια από τα **προβλήματα** που οι υπεύθυνοι για τα μέσα μαζικής μεταφοράς οφείλουν να ξεπεράσουν. Οι φορείς που θα εισάγουν συστήματα ανέπαφων πληρωμών ανοιχτού κυκλώματος είναι αναγκαίο να διαχειριστούν ταυτόχρονα τα συστήματα κλειστού και ανοιχτού κυκλώματος για κάποιο χρονικό διάστημα. Να εξασφαλίσουν ότι οι επιβάτες θα πληρώνουν δίκαια και σωστά μετά την αλλαγή του παραδοσιακού τρόπου πληρωμής. Επιπλέον, είναι απαραίτητο να βρεθούν λύσεις για την πρόσβαση στις δημόσιες συγκοινωνίες για άτομα που δεν έχουν ανέπαφη κάρτα, όπως παιδιά ή άτομα που δεν πληρούν τις προϋποθέσεις για τραπεζικές υπηρεσίες.

### 2.2.2 Έρευνες και αποτελέσματα

Η **θεωρία υιοθέτησης** των καινοτομιών (Rogers, 2003) υπογραμμίζει ότι οι επιτυχημένες καινοτομίες οφείλουν να προσφέρουν σχετικά πλεονεκτήματα στους χρήστες, πρέπει να είναι συμβατές με τις υπάρχουσες συνήθειες, δεν πρέπει να είναι πολύπλοκες και μπορούν εύκολα να εξεταστούν και να παρατηρηθούν. Οι καθημερινές συνήθειες διαφέρουν σε μεγάλο βαθμό ανάλογα με την τοποθεσία και τον πληθυσμό, δημιουργώντας διαφορετικά μοτίβα μετακινήσεων και απαιτώντας διαφορετικές προσεγγίσεις που μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά των μετακινούμενων (Puhe, 2014). Οι ανέπαφες πληρωμές με την χρήση έξυπνων καρτών στα μέσα μαζικής μεταφοράς αποτελεί μια καινοτομία για τους επιβάτες και τους αρμόδιους φορείς, οι οποίοι οφείλουν να διασφαλίσουν την ομαλή και ασφαλή ένταξη του συστήματος στα μέσα μεταφοράς.

Έρευνες σημειώνουν ότι η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα των έξυπνων καρτών είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή τους από τους επιβάτες. Οι έξυπνες κάρτες προσφέρουν **αυξημένη ευκολία και ταχύτητα** κατά τη διάρκεια της επιβίβασης, μειώνοντας το χρόνο αναμονής και τις ουρές (Chen & Purnamasari, 2019). Η δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο βελτιώνει την **εμπειρία του χρήστη** (Li et al., 2018). Μελέτες αναφέρουν ότι οι επιβάτες προτιμούν συστήματα που είναι εύκολα κατανοητά και λειτουργούν χωρίς πολύπλοκες διαδικασίες (Park & Kim, 2018). Επιπλέον, οι κοινωνικοί και οικονομικοί παράγοντες επηρεάζουν την αποδοχή των έξυπνων καρτών από τους επιβάτες. Οι έρευνες αποδεικνύουν ότι οι νέοι και οι επιβάτες με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο είναι πιο πιθανό να προτιμήσουν το σύστημα των ανέπαφων πληρωμών. Επιπροσθέτως, οι επιβάτες με υψηλότερα εισοδήματα είναι πιο πιθανό να εκτιμήσουν τις πρόσθετες λειτουργίες και τα οφέλη του συστήματος (Molin et al., 2016). Η ανάλυση των ερευνών δείχνει ότι οι κοινωνικές και οικονομικές συνθήκες επηρεάζουν τις επιλογές πληρωμής, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για πολιτικές που προωθούν την ευρύτερη χρήση των έξυπνων καρτών, προσαρμοσμένες στις τοπικές ανάγκες και συνήθειες των επιβατών.

Στην Ταϊβάν πραγματοποιήθηκε έρευνα με ερωτηματολόγιο για την εξέταση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή και προτίμηση των έξυπνων καρτών από τους επιβάτες. Η έρευνα διερευνά την υιοθέτηση των έξυπνων καρτών στις αστικές συγκοινωνίες, λαμβάνοντας υπόψη ποιοτικούς και ποσοτικούς παράγοντες για την πρόβλεψη των ποσοστών αποδοχής. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η ευκολία χρήσης, η συμβατότητα, η σωστή προώθηση και ο αντιλαμβανόμενος κίνδυνος για τα προσωπικά δεδομένα είναι καθοριστικοί παράγοντες για την πρόθεση χρήσης των επιβατών. Η ανάλυση αποκαλύπτει ότι το κόστος των εισιτηρίων, οι εκπτώσεις και η διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων επηρεάζουν θετικά την υιοθέτηση των έξυπνων καρτών. Επιπλέον, σημειώνεται ότι οι εταιρείες οφείλουν να διασφαλίσουν την **προστασία των δεδομένων** και να προσφέρουν εκπτώσεις εισιτηρίων στους συχνούς χρήστες καρτών (Yung-Hsiang Cheng & Sz-Fan Chen, 2016).

Διεθνείς έρευνες αναδεικνύουν ποικίλους παράγοντες που επηρεάζουν τις προτιμήσεις πληρωμής των επιβατών δημόσιων μεταφορών σε διαφορετικές πόλεις. Στο Λονδίνο, η Transport for London (TfL) διαπίστωσε ότι οι άντρες και οι επιβάτες ηλικίας 18-24 ετών, καθώς και τα οικονομικά ανώτερα νοικοκυριά, προτιμούν τις έξυπνες κάρτες για την πληρωμή εισιτηρίων. Επιπλέον, οι επιβάτες που χρησιμοποιούν συχνά πιστωτικές, χρεωστικές ή προπληρωμένες κάρτες έδειξαν προτίμηση για τις έξυπνες κάρτες. Η έρευνα της Chicago Transit Authority (CTA) στο Σικάγο έδειξε ότι το υφιστάμενο σύστημα πληρωμής προτιμάται περισσότερο από τις έξυπνες κάρτες, με τους επιβάτες κάτω των 45 ετών να προτιμούν τις έξυπνες κάρτες και τους άνω των 65 ετών, τους επαγγελματίες ταξιδιώτες και όσους χρησιμοποιούν μετρητά να προτιμούν τα παραδοσιακά μέσα πληρωμής. Οι επιβάτες από μεγαλύτερα νοικοκυριά και οι χρήστες των τρένων της CTA έδειξαν επίσης προτίμηση για τις ανέπαφες έξυπνες κάρτες (Brakewood & Kocur, 2011).

Οι Mogaji & Nguyen (2024) παρατήρησαν και κατέγραψαν, έπειτα από επιτόπια έρευνα στην αναπτυσσόμενη πόλη του Λάγος της Νιγηρίας, που συμμετείχαν ογδόντα επτά επιβάτες, τέσσερις κατηγορίες επιβατών. Έντεκα επιβάτες (12,6%) με μηδενική συμμετοχή αποφεύγουν τις ψηφιακές τεχνολογίες και επιλέγουν τη χρήση δημόσιας συγκοινωνίας που δέχεται μετρητά. Οι λόγοι περιλαμβάνουν την έλλειψη ενδιαφέροντος, εξοικείωσης ή άνεσης με την τεχνολογία. Σαράντα επτά επιβάτες (54%) με μερική συμμετοχή προτιμούν την επαφή με τους υπεύθυνους πωλήσεων εισιτηρίων αντί για αυτόματες ή ψηφιακές επιλογές και είναι πρόθυμοι



να χρησιμοποιήσουν έξυπνες κάρτες μόνο με τη βοήθεια των πωλητών. Επιπλέον, είκοσι επιβάτες (23,1%) με επιλεκτική συμμετοχή προτιμούν την ανθρώπινη επαφή με τους υπεύθυνους πωλήσεων, ενώ η επιλογή τους να χρησιμοποιούν την εφαρμογή είναι κυρίως ως εναλλακτική λύση ή για να ελέγχουν το ιστορικό των ταξιδιών τους. Τέλος, μόνο εννέα επιβάτες (10,3%) με πλήρη συμμετοχή εκτελούν τις συναλλαγές τους αποκλειστικά μέσω ψηφιακών τεχνολογιών, όπως εφαρμογές κινητού ή κωδικούς Quick Response (QR). Ειδικότερα, αναφέρεται ότι άτομα με υψηλότερη εκπαίδευση και εξοικείωση με την τεχνολογία υποστηρίζουν ενθουσιωδώς αυτή την τεχνολογία, μοιράζονται θετικές εμπειρίες και ενθαρρύνουν τους γύρω τους να την υιοθετήσουν. Αντίθετα, άτομα με χαμηλό μορφωτικό επίπεδο ή ηλικιωμένοι λαμβάνουν τις απαραίτητες πληροφορίες από άτομα του στενού τους κύκλου και εκφράζουν θετικές εμπειρίες αλλά και ανησυχίες για λειτουργικές δυσκολίες.

Στη Μανίλα των Φιλιππίνων, η έρευνα των Yung Lu et al. (2018) έδειξε αυξημένη χρήση έξυπνων καρτών στη γραμμή τρένου Light Rail Transit 1 (LRT-1), αν και πολλοί επιβάτες συνεχίζουν να χρησιμοποιούν εισιτήρια μονής διαδρομής λόγω της "οικονομίας των μικρών ποσοτήτων" (tingi-tingi, sachet economy). Αυτή η οικονομική κουλτούρα οδηγεί τους καταναλωτές να αγοράζουν αγαθά και υπηρεσίες σε μικρές ποσότητες για να διαχειριστούν καλύτερα τον περιορισμένο προϋπολογισμό τους. Οι επιβάτες είναι κυρίως νεαρής ηλικίας (18-40 ετών), γυναίκες (62,7%) και ανήκουν στη χαμηλή έως μεσαία εισοδηματική κατηγορία (73,8%). Οι χρήστες της έξυπνης κάρτας (Beer™) έχουν θετική άποψη για την υπηρεσία, ενώ οι χρήστες των εισιτηρίων μιας διαδρομής πιστεύουν ότι αυτά αυξάνουν την αποτελεσματικότητα του ταξιδιού και θεωρούν την έξυπνη κάρτα ως ακριβότερη επιλογή.

### **2.3 Σύνοψη**

Σύμφωνα με τη **διεθνή βιβλιογραφία** οι ενσωμάτωση ανέπαφων πληρωμών με τη χρήση έξυπνης κάρτας για την είσοδο των επιβατών στα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι αναγκαία. Κύριοι στόχοι τα μέσα μεταφοράς να εναρμονιστούν με τις ανάγκες και την εξέλιξη της κοινωνίας και να δημιουργήσουν έναν εύκολο ελκυστικό τρόπο μεταφοράς για τους επιβάτες. Η χρήση των μέσων θα διευκολυνθεί, καθώς **το σύστημα ανέπαφων πληρωμών προσφέρει ευκολία στις μετακινήσεις, μείωση δαπανών** και ευκολία στην συλλογή δεδομένων για την περαιτέρω προσαρμογή των μέσων στα πρότυπα της εκάστοτε κοινωνίας. Τα εμπόδια που καλούνται να ξεπεράσουν οι αρμόδιοι φορείς περιλαμβάνουν τη διαχείριση των συστημάτων κλειστού και ανοιχτού κυκλώματος παράλληλα και τη διασφάλιση δίκαιης και σωστής πληρωμής από τους επιβάτες, καθώς είναι δύσκολο να προβλεφθεί το συνολικό κόστος αυτής της εξέλιξης. Οι ανέπαφες κάρτες μπορεί να μην είναι προσβάσιμες σε όλους τους επιβάτες, ειδικά σε εκείνους με χαμηλό εισόδημα ή περιορισμένη πρόσβαση σε τραπεζικές υπηρεσίες.

Ένα από τα σημαντικότερα **εμπόδια** στις ανέπαφες πληρωμές με έξυπνες κάρτες στα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι **το κόστος υλοποίησης και συντήρησης**. Η ανάπτυξη και εγκατάσταση του συστήματος των ανέπαφων πληρωμών απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε εξοπλισμό και υποδομές, ενώ η συνεχής συντήρηση και υποστήριξή του αυξάνει το λειτουργικό κόστος. Επιπλέον, η διαθεσιμότητα των αναγκαίων υποδομών σε απομακρυσμένες αστικές περιοχές μπορεί να είναι περιορισμένη, επηρεάζοντας την καθολική πρόσβαση στο σύστημα. Είναι σημαντικό οι αρμόδιοι φορείς να παρακολουθούν στενά την μετάβαση αυτή και να παρέχουν σωστή ενημέρωση και υποστήριξη σε όλες τις ομάδες πληθυσμού, προκειμένου να αποφευχθούν δυνητικά εμπόδια και να επιτευχθεί ισότιμη πρόσβαση στις υπηρεσίες μεταφοράς.

## Κεφάλαιο 3: Θεωρητικό Υπόβαθρο

---

### 3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο αναλύεται το **θεωρητικό πλαίσιο** που υποστηρίζει τη Διπλωματική Εργασία. Πιο συγκεκριμένα, θα εξεταστούν οι μέθοδοι ανάλυσης που εφαρμόστηκαν για την επεξεργασία των δεδομένων, η **διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (binary logistic regression) και η **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση** (multinomial logistic regression). Επιπλέον, θα αναλυθούν τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση αυτών των μεθόδων, καθώς και η στρατηγική συλλογής των δεδομένων, με στόχο τη διασφάλιση της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας των ευρημάτων της έρευνας.

### 3.2 Μαθηματικά Πρότυπα

Ο τομέας της στατιστικής που αναλύει τη σχέση μεταξύ δύο ή περισσότερων μεταβλητών για την πρόβλεψη μιας από αυτές ονομάζεται **ανάλυση παλινδρόμησης** (regression analysis). Η **εξαρτημένη μεταβλητή** αναφέρεται στην μεταβλητή της οποίας η τιμή πρόκειται να προβλεφθεί, ενώ η **ανεξάρτητη μεταβλητή** είναι εκείνη που χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης. Η ανεξάρτητη μεταβλητή θεωρείται ότι καθορίζεται από την εξαρτημένη. Η δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου αποτελεί μια στατιστική διαδικασία που βοηθά στην ανάπτυξη εξισώσεων, περιγράφοντας τη σχέση μεταξύ των ανεξάρτητων και της εξαρτημένης μεταβλητής.

#### 3.2.1 Γραμμική Παλινδρόμηση

Η **γραμμική παλινδρόμηση** (linear regression) αναλύει τη σχέση μεταξύ ενός γεγονότος και των παραγόντων που το επηρεάζουν, καταλήγοντας σε ένα γραμμικό μαθηματικό μοντέλο. Βασισμένο σε αυτό το μοντέλο, υπολογίζεται η πιθανότητα εκδήλωσης του γεγονότος (προβλεπτικό μοντέλο πιθανότητας).

Η εκτίμηση των παραμέτρων στη γραμμική παλινδρόμηση γίνεται μέσω της **μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων**, που αποσκοπεί στο να ελαχιστοποιήσει το άθροισμα των τετραγώνων των διαφορών ανάμεσα στις παρατηρούμενες και τις προβλεπόμενες τιμές.

Μία σημαντική προϋπόθεση του μοντέλου είναι ότι η εξαρτημένη μεταβλητή πρέπει να είναι συνεχής και να ακολουθεί **κανονική κατανομή**. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, η εξαρτημένη μεταβλητή (χρήση συστήματος που επιτρέπει την πληρωμή με ανέπαφη τραπεζική κάρτα κατά την επιβίβαση) έχει διακριτές τιμές (ναι, όχι), γεγονός που καθιστά ακατάλληλο το μοντέλο της γραμμικής παλινδρόμησης.

#### 3.2.2 Πιθανοτική Ανάλυση

Το μοντέλο της **πιθανοτικής ανάλυσης** (probit analysis) είναι κατάλληλο όταν η εξαρτημένη μεταβλητή μπορεί να έχει διακριτές ή συνεχείς τιμές. Ο υπολογισμός της συνάρτησης χρησιμότητας και της πιθανότητας ακολουθεί μια γραμμική σχέση, παρόμοια με τη γραμμική παλινδρόμηση. Για την εφαρμογή της πιθανοτικής ανάλυσης, οι **ανεξάρτητες μεταβλητές** πρέπει να **μετασχηματιστούν** σε πιθανότητες που κυμαίνονται από 0 έως 1, διατηρώντας

ωστόσο την επιρροή τους στην εξαρτημένη μεταβλητή. Ωστόσο, λόγω της πολυπλοκότητας της μεθόδου, αποφασίστηκε να μην χρησιμοποιηθεί στην παρούσα Διπλωματική Εργασία.

### 3.2.3 Λογιστική Παλινδρόμηση

Σε αντίθεση με τη γραμμική παλινδρόμηση, όπου η εξαρτημένη μεταβλητή είναι συνεχής, η **λογιστική παλινδρόμηση** (logistic regression) εφαρμόζεται όταν η εξαρτημένη μεταβλητή είναι **διακριτή** (π.χ., η για χρήση ενός νέου συστήματος πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς). Η λογιστική παλινδρόμηση δημιουργεί ένα **μαθηματικό μοντέλο πρόβλεψης** της πιθανότητας επιλογής ενός συγκεκριμένου σεναρίου (Pindyck & Rubinfeld, 1991), αποκαλύπτοντας την κατεύθυνση και την ένταση της επιρροής των ανεξάρτητων μεταβλητών στην απόφαση. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται συχνά σε μελέτες συγκοινωνιών για την εκτίμηση του πώς διάφορα χαρακτηριστικά επηρεάζουν την επιλογή ενός συγκεκριμένου αποτελέσματος.

### 3.2.4 Σύνοψη

Με βάση τα παραπάνω και λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες και τους στόχους της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Η **γραμμική παλινδρόμηση** δεν είναι κατάλληλη για αυτή την εργασία, καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή δεν είναι συνεχής.
- Αν και η **πιθανοτική ανάλυση** πληροί τις γενικές προϋποθέσεις, απορρίπτεται λόγω της πολυπλοκότητας και του χρόνου που απαιτεί.
- Συνεπώς, επιλέχθηκε η **λογιστική παλινδρόμηση** για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, με στόχο την ανάπτυξη ενός μαθηματικού μοντέλου πρόβλεψης της επιλογής του κοινού.

## 3.3 Λογιστική Παλινδρόμηση

Το μοντέλο της λογιστικής παλινδρόμησης μπορεί να εφαρμοστεί τόσο στην ανάπτυξη του **διωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης** (binary model), όπου υπάρχουν δύο πιθανά ενδεχόμενα, όσο και για την ανάπτυξη **πολυωνυμικού μοντέλου πρόβλεψης** (multinomial model), όπου υπάρχουν περισσότερες εναλλακτικές επιλογές. Η μέθοδος λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο και στις δύο περιπτώσεις. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία θα εξεταστεί το μοντέλο διωνυμικής και πολυωνυμικής παλινδρόμησης.

Με το διωνυμικό μοντέλο αναλύεται η ερώτηση: «Πόσο πιθανό θα ήταν να χρησιμοποιήσετε ένα σύστημα που σας επιτρέπει να πληρώνετε το κόμιστρό σας με τον παραπάνω τρόπο;» (ανέπαφη χρήση κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού), με τις πιθανές απαντήσεις να είναι «ναι» ή «όχι». Η **συνάρτηση χρησιμότητας** της λογιστικής παλινδρόμησης δίνεται από τη σχέση:

$$U_i = \alpha_0 + \alpha_1\chi_1 + \alpha_2\chi_2 + \dots + \alpha_n\chi_n$$

όπου:

- $U_i$  είναι η χρησιμότητα της εναλλακτικής  $i$ .

- $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_n$  είναι οι συντελεστές που εκφράζουν την επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών.
- $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$  είναι οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών (π.χ. δημογραφικά χαρακτηριστικά).

Η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός  $i$  δίνεται από τη σχέση:

$$P_i = \frac{e^{\beta_i}}{1 + e^{\beta_i}}$$

Εύκολα κατανοείται ότι η πιθανότητα να μην πραγματοποιηθεί το γεγονός  $i$  δίνεται από τη σχέση  $1 - P_i$ , όπου  $P_i$  είναι η πιθανότητα να πραγματοποιηθεί το γεγονός. Μια άλλη έννοια που αξίζει να αναλυθεί, και έχει χρησιμοποιηθεί σε αυτή τη Διπλωματική Εργασία, είναι αυτή του λόγου πιθανοτήτων (odds ratio). Ο **λόγος πιθανοτήτων** είναι ένα κλάσμα στον αριθμητή του οποίου βρίσκεται η πιθανότητα να συμβεί το γεγονός ( $P$ ) και στον παρονομαστή η πιθανότητα να μην συμβεί ( $1 - P$ ). Ο τύπος που τον περιγράφει είναι  $P/(1 - P)$ . Αυτός ο λόγος χρησιμοποιείται κυρίως στη λογαριθμική του μορφή ως  $\ln(P/(1 - P))$ , γνωστός ως λογάριθμος του λόγου πιθανοτήτων (log odds). Αν πάρουμε για παράδειγμα έναν αγώνα σκακιού, όπου οι πιθανότητες να κερδίσει ένας παίκτης είναι 50%, τότε η πιθανότητα νίκης είναι  $P = 0.5$  και η πιθανότητα να μην κερδίσει είναι  $1 - P = 0.5$ . Σε αυτή την περίπτωση, ο λόγος πιθανοτήτων είναι  $0.5/0.5 = 1$ . Γενικά:

$$\text{logit}(P) = \log_e \frac{P}{1 - P} = \beta_0 + \beta_1 \chi_1 + \dots + \beta_n \chi_n$$

- Όταν odds > 1 οι πιθανότητες αυξάνονται
- Όταν odds < 1 οι πιθανότητες μειώνονται

### 3.4 Κριτήρια αποδοχής μοντέλου

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρουσιάζονται τα κριτήρια, με τα οποία πραγματοποιείται η αξιολόγηση ενός μαθηματικού προτύπου μετά τη διαμόρφωσή του.

#### ➤ Λογική ερμηνεία των προσήμων των συντελεστών

Θετικό πρόσημο του συντελεστή  $\beta_i$  συνεπάγεται αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Αντιθέτως, αρνητικό πρόσημο υποδηλώνει μείωση της εξαρτημένης μεταβλητής με την αύξηση της ανεξάρτητης. Επιπλέον, θα πρέπει να **ερμηνεύεται λογικά** και η τιμή του συντελεστή, καθώς αύξηση της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά μία μονάδα οδηγεί σε αύξηση της εξαρτημένης μεταβλητής κατά  $\beta_i$  μονάδες.

#### ➤ Στατιστική σημαντικότητα

Η στατιστική σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών σε ένα μοντέλο αξιολογείται μέσω του **ελέγχου t-test**, γνωστού και ως κριτήριο  $t$  κατανομής Student. Ο δείκτης  $t$  καθορίζει ποιες μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντικές και επομένως θα συμπεριληφθούν στο τελικό μαθηματικό πρότυπο. Ο συντελεστής  $t$  υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$t_{stat} = \frac{\beta_i}{s.e}$$

Όπου: s.e, το τυπικό σφάλμα ( standard error)

Από τη σχέση αυτή γίνεται σαφές ότι όσο μειώνεται το τυπικό σφάλμα (standard error), τόσο αυξάνεται η τιμή του συντελεστή t-stat. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της επάρκειας (efficiency) του προτύπου. Με άλλα λόγια, όσο μεγαλύτερη είναι η απόλυτη τιμή του συντελεστή t, τόσο ισχυρότερη είναι η επίδραση της συγκεκριμένης ανεξάρτητης μεταβλητής στο τελικό αποτέλεσμα του μοντέλου. Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ένας πίνακας με τις κρίσιμες τιμές του συντελεστή t για κάθε επίπεδο εμπιστοσύνης, που καθορίζει αν η επίδραση της μεταβλητής είναι στατιστικά σημαντική επίδραση της μεταβλητής είναι στατιστικά σημαντική.

Βαθμοί Ελευθερίας	Επίπεδο Εμπιστοσύνης				
	0.900	0.950	0.975	0.990	0.995
80	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Πίνακας 3.1: Κρίσιμες τιμές του συντελεστή t της Κατανομής Student

Για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, η κρίσιμη τιμή t είναι 1,7. Αυτό σημαίνει ότι για να συμπεριληφθεί μια μεταβλητή στο μοντέλο, ο συντελεστής t θα πρέπει να έχει απόλυτη τιμή μεγαλύτερη από 1,7 ώστε να θεωρείται στατιστικά σημαντικός. Στα **μοντέλα λογιστικής παλινδρόμησης**, ισχύουν οι ίδιες αρχές όπως και στα μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιείται το Wald test αντί του t-test. Το Wald test ορίζεται και λειτουργεί παρόμοια με το t-test, επομένως για επίπεδο εμπιστοσύνης 95%, η τιμή του Wald πρέπει να ξεπερνά το 1,7 για τις μεταβλητές που περιλαμβάνονται στο μοντέλο.

➤ Συντελεστής προσαρμογής  $R^2$  Hosmer-Lemeshow test

Ο **συντελεστής προσαρμογής  $R^2$**  χρησιμοποιείται για την εκτίμηση της ποιότητας του μοντέλου, καθώς λειτουργεί ως δείκτης για το πόσο καλά τα δεδομένα ταιριάζουν στο γραμμικό μοντέλο. Ορίζεται με την ακόλουθη σχέση:

$$R^2 = \frac{SSR}{SST}$$

Όπου:

$$SSR = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2 = \beta^2 \sum_{i=1}^n (x_i - x)^2$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

Ο συντελεστής  $R^2$  δείχνει το ποσοστό της μεταβλητότητας της μεταβλητής Y που εξηγείται από την ανεξάρτητη μεταβλητή X, λαμβάνοντας τιμές από 0 έως 1. Όσο πιο κοντά είναι η τιμή του  $R^2$  στη μονάδα, τόσο ισχυρότερη είναι η γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών Y και X. Γενικά, τιμές του  $R^2$  πάνω από 0,2 θεωρούνται αποδεκτές, ενώ σπάνια ξεπερνούν το 0,45.

Για την αξιολόγηση μοντέλων **λογιστικής παλινδρόμησης** χρησιμοποιείται και ο **έλεγχος Hosmer-Lemeshow** (Hosmer & Lemeshow, 2000), ο οποίος θεωρείται πιο αξιόπιστος από

τον  $R^2$  λόγω πιθανής μη γραμμικότητας στις αναλύσεις. Σε πολλές περιπτώσεις, ορίζεται μια συγκεκριμένη τιμή που πρέπει να υπερβεί ο έλεγχος, με το επίπεδο εμπιστοσύνης 95% να καθορίζει την τιμή αυτή στο 0,05.

➤ Συσχέτιση παραμέτρων

Στο πλαίσιο της λογιστικής παλινδρόμησης, οι ανεξάρτητες μεταβλητές θα πρέπει να είναι ανεξάρτητες μεταξύ τους, χωρίς **συσχέτιση** (correlation). Όταν δύο μεταβλητές έχουν συσχέτιση μεγαλύτερη από 0.4, αυτό μπορεί να δυσχεράνει την ακριβή εκτίμηση της επιρροής τους στο μοντέλο.

➤ Μέγιστη πιθανοφάνεια

Η **μέθοδος της μέγιστης πιθανοφάνειας** (Likelihood Ratio Test - LRT) χρησιμεύει ως κριτήριο για την αξιολόγηση της στατιστικής εμπιστοσύνης των μεταβλητών ενός μοντέλου. Στόχος είναι η επίτευξη υψηλής πιθανοφάνειας, κάτι που επιτυγχάνεται όταν ο λογάριθμος των συναρτήσεων πιθανοφάνειας  $L$  είναι όσο το δυνατόν μικρότερος. Μοντέλα με πολλές μεταβλητές είναι πιο σύνθετα, και απαιτείται ένα κριτήριο για να κριθεί εάν η μείωση του λογάριθμου πιθανοφάνειας αντισταθμίζεται από την αύξηση της πολυπλοκότητας του μοντέλου.

Αυτό το κριτήριο είναι το κριτήριο λόγου πιθανοφάνειας (LRT), το οποίο δίνεται από τη σχέση:

$$LRT = -2(L_{(b)} - L_{(0)}) > \chi^2_{b,0,05}$$

Όπου:

- $L_{(0)}$ , ο λογάριθμος πιθανοφάνειας χωρίς τις μεταβλητές
- $L_{(b)}$ , ο λογάριθμος πιθανοφάνειας του μοντέλου με τις μεταβλητές
- Η τιμή του κριτηρίου  $\chi^2$  για  $b$  βαθμούς ελευθερίας σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

Αν ισχύει η παραπάνω ανισότητα, τότε το μοντέλο με τις μεταβλητές είναι **στατιστικά προτιμότερο** από το μοντέλο χωρίς τις μεταβλητές.

➤ Κριτήριο Πληροφορίας του Ακάικε (AIC)

Το Akaike Information Criterion (AIC) είναι ένας **δείκτης** που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της σχετικής **ποιότητας** διαφορετικών στατιστικών μοντέλων για ένα συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων. Όταν υπάρχει ένα σύνολο μοντέλων που προσπαθούν να ερμηνεύσουν τα ίδια δεδομένα, το AIC υπολογίζει την ποιότητα κάθε μοντέλου σε σχέση με τα υπόλοιπα. Έτσι, το AIC προσφέρει ένα εργαλείο επιλογής του καταλληλότερου μοντέλου, παρέχοντας έναν τρόπο για την εκτίμηση του πόσο καλά ένα μοντέλο περιγράφει τα δεδομένα, λαμβάνοντας υπόψη την πολυπλοκότητά του. Μικρότερες τιμές AIC υποδηλώνουν καλύτερη προσαρμογή του μοντέλου, αλλά χωρίς υπερβολική πολυπλοκότητα.

## Κεφάλαιο 4: Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων

---

### 4.1 Εισαγωγή

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία έχει ως στόχο να **αναλύσει και να καθορίσει τις προτιμήσεις** των κατοίκων, κυρίως της Αττικής, σχετικά με τη **δυνατότητα μελλοντικής επιβίβασης στα μέσα μαζικής μεταφοράς μέσω ανέπαφης τραπεζικής κάρτας** στα μηχανήματα επικύρωσης, αντικαθιστώντας το παραδοσιακό μαγνητικό εισιτήριο. Παράλληλα, εξετάζονται οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή και διάθεση των επιβατών να υιοθετήσουν ένα τέτοιο σύστημα στα μέσα μαζικής μεταφοράς.

Για τη διεξαγωγή της έρευνας, δημιουργήθηκε ένα **ερωτηματολόγιο**, ειδικά διαμορφωμένο για να καλύπτει τις ανάγκες της έρευνας. Οι ερωτήσεις βασίζονται σε στοιχεία που, όπως έχει παρατηρηθεί από σχετικές έρευνες στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στη συμπεριφορά των μετακινούμενων όσον αφορά την υιοθέτηση νέων συστημάτων. Τα δεδομένα που προέκυψαν από τις ερωτήσεις του ερωτηματολογίου υποβλήθηκαν σε στατιστική επεξεργασία για να εκτιμηθεί η σημασία τους. Το πλήρες ερωτηματολόγιο παρατίθεται στο τέλος της εργασίας, στο παράρτημα.

### 4.2 Συλλογή στοιχείων

#### 4.2.1 Το ερωτηματολόγιο

Το **ερωτηματολόγιο** περιλαμβάνει 14 δημογραφικές ερωτήσεις και 20 ερωτήσεις που έχουν σχεδιαστεί για να συλλέξουν πληροφορίες σχετικά με τις συνήθειες μετακίνησης, τους τρόπους μεταφοράς, τους προβληματισμούς και τις προτιμήσεις των επιβατών όσον αφορά τα μέσα μαζικής μεταφοράς και τις μεθόδους πληρωμής. Ο μέσος χρόνος ολοκλήρωσης του ερωτηματολογίου δεν ξεπερνούσε τα 5 λεπτά, ενώ κάθε ερώτηση ήταν διατυπωμένη με σαφήνεια. Συνολικά, συγκεντρώθηκαν **550 ερωτηματολόγια**, τα οποία συμπληρώθηκαν ηλεκτρονικά, προσφέροντας ένα σημαντικό και αντιπροσωπευτικό δείγμα του γενικού πληθυσμού.

#### 4.2.2 Δομή Ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο είναι δομημένο σε υποκατηγορίες που καλύπτουν διαφορετικές πτυχές της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς και εξετάζουν τις προοπτικές για ανέπαφες πληρωμές μέσω τραπεζικής κάρτας ως τρόπο επιβίβασης. Αρχικά, περιλαμβάνονται τα **δημογραφικά στοιχεία** των συμμετεχόντων, όπως ηλικία, φύλο και οικογενειακή κατάσταση, τα οποία, σύμφωνα με σχετικές έρευνες, παίζουν καθοριστικό ρόλο στην υιοθέτηση νέων συστημάτων. Στη συνέχεια, αναλύονται οι **συνήθειες χρήσης** των δημόσιων συγκοινωνιών, περιγράφοντας πόσο συχνά και για ποιους λόγους χρησιμοποιούνται, προκειμένου να σχηματιστεί ένα αρχικό προφίλ των επιβατών. Ακολουθεί η εστίαση στο **υφιστάμενο σύστημα** πληρωμών, εξετάζοντας τις τρέχουσες μεθόδους αγοράς εισιτηρίων και τις προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιβάτες. Έπειτα, αξιολογείται η διάθεση των συμμετεχόντων να υιοθετήσουν ανέπαφες πληρωμές και η επιθυμία τους για ενημέρωση σχετικά με αυτές τις τεχνολογίες. Αναφέρονται επίσης τα πλεονεκτήματα και οι

προβληματισμοί που σχετίζονται με τη χρήση τους, με έμφαση στα θέματα ασφάλειας προσωπικών δεδομένων και στη χρήση τραπεζικών καρτών. Τέλος, εξετάζεται η στάση και η συμπεριφορά των επιβατών απέναντι στις τεχνολογικές εξελίξεις και καταγράφονται τα μέσα πληρωμής που ήδη διαθέτουν, διαμορφώνοντας μια συνολική εικόνα της σχέσης τους με τα μέσα μεταφοράς και τις τεχνολογίες πληρωμών.

### 4.3 Επεξεργασία Στοιχείων

#### 4.3.1 Κωδικοποίηση δεδομένων

Με δεδομένο ότι θα χρησιμοποιηθεί το **πρόγραμμα R-Studio** για τη στατιστική ανάλυση μέσω πολυωνυμικής και διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, προχωρήσαμε στην κωδικοποίηση των δεδομένων σε αριθμητική μορφή για την καλύτερη επεξεργασία τους από το πρόγραμμα. Δημιουργήθηκε ένας **πίνακας Excel** (Master Table), ο οποίος περιλαμβάνει όλες τις απαντήσεις των ερωτηθέντων, καθώς και άλλα δεδομένα, όπως η διάρκεια ολοκλήρωσης του ερωτηματολογίου.

Στην εικόνα 4.1 παρατίθεται ένα τμήμα του πίνακα που χρησιμοποιήθηκε ως βάση για την ανάλυση στο R Studio. Η εικόνα δεν απεικονίζει όλα τα δεδομένα λόγω περιορισμένου χώρου, αλλά είναι ενδεικτική για να δείξει τη διαδικασία κωδικοποίησης και τη μεταφορά των απαντήσεων από τους ερωτηθέντες.

Number of Children	Education	Career	Spoken Language	Number of Employees	Q1	LIVE	WHERE	USE	WHY	TRANS	Q7.1
prefer_not_to_say	university	other	el	prefer_not_to_say	0	1	3	0	0	1	2
zero	university	security	el	hundrendone_to_twohundrendsifty	0	2	2	3	2	0	0
two	postgraduate	finance_and_insurance	en,el	prefer_not_to_say	0	1	1	3	3	0	0
zero	vocational_technical_college	information_services_and_i	en,el	do_not_work	0	1	1	2	4	0	0
one	university	arts_entertainment_or_recre	en,el	two_to_five	0	1	3	0	0	1	2
one	university	other	en,el	one	0	1	1	3	4	0	0
zero	high_school	retail	el	two_to_five	0	1	1	1	0	0	2
zero	university	construction	el	fivehundrendsone_to_thousand	0	2	2	2	2	0	0
two	university	education	el	twentysix_to_fifty	0	1	1	2	2	0	0
two	high_school	personal_services	el	one	0	1	2	2	2	0	0
one	university	finance_and_insurance	en,el	two_to_five	0	1	1	2	2	0	0
zero	high_school	hotel_and_food_services	en,el	six_to_ten	0	2	1	5	0	3	2
two	university	government_and_public_ac	en,el	fiftyone_to_hundrend	0	1	1	3	3	0	0
one	middle_school	construction	en,el	two_to_five	0	1	2	4	1	0	0
zero	vocational_technical_college	other	en,el	do_not_work	0	1	3	0	0	3	2
zero	university	other	el	do_not_work	0	1	2	3	3	0	0
zero	university	other	en,el	prefer_not_to_say	0	1	2	1	0	0	2
prefer_not_to_say	high_school	other	el	do_not_work	0	1	1	3	3	0	0
zero	high_school	manufacturing_computer_e	el	do_not_work	0	2	3	0	0	5	2
two	university	education	en,el	one	0	1	1	2	1	0	0
zero	middle_school	other	el	do_not_work	0	1	1	1	0	0	2
zero	university	information_other	en,el	hundrendone_to_twohundrendsifty	0	1	1	2	2	0	0
zero	high_school	other	en,el	prefer_not_to_say	0	1	1	2	4	0	0
zero	high_school	other	en,el	prefer_not_to_say	0	1	1	3	1	0	0
zero	high school	marketing sales	en,el	eleven_to_twentfive	0	2	1	2	1	0	0

Εικόνα 4.1: Απόσπασμα του αρχείου Excel που χρησιμοποιήθηκε στο πρόγραμμα R

Η πρώτη γραμμή περιέχει τις στήλες με τα στοιχεία και ονόματα των δημογραφικών ερωτήσεων ,δηλαδή εισοδηματική κατάσταση (income), ομιλούμενες γλώσσες (spoken languages), ρόλος στην επιχείρηση (organization role) και αριθμό εργαζομένων ( number of employees). Επιπλέον υπάρχουν ερωτήσεις που συμβάλλουν σχετικά με τη συχνότητα και τους λόγους χρήσης ή μη των μέσων μεταφοράς.

Για παράδειγμα:

- Q2: Που κατοικείτε;



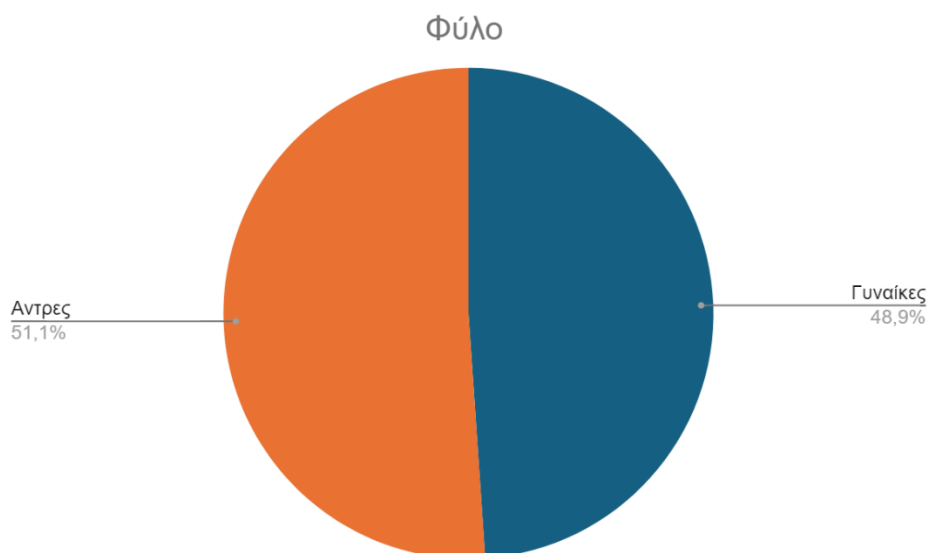
- Q3: Προς ποια κατεύθυνση χρησιμοποιείτε πιο συχνά τα μέσα;
- Q4: Πόσο συχνά χρησιμοποιείτε τα μέσα τους τελευταίους 12 μήνες;
- Q5: Ποιος είναι ο κύριος λόγος της μετακίνησης σας;
- Q6: Ποιο συγκεκριμένο μέσο μεταφοράς χρησιμοποιεί αν δεν μετακινείστε με τα μέσα μεταφοράς;
- Q7.1-Q7.7: Αυτές οι ερωτήσεις προσπαθούν να προσδιορίσουν τους λόγους για τους οποίους κάποιος δεν χρησιμοποιεί τα μέσα μεταφοράς, επιτρέποντας την επιλογή έως 3 λόγων από μια λίστα με 7 επιλογές (όπως η πολυπλοκότητα της αγοράς εισιτηρίων, οι καθυστερήσεις, η έλλειψη στάσεων κοντά, κλπ.).

Παρατηρείται ότι, εκτός από τις απαντήσεις των δημογραφικών ερωτήσεων που έχουν **κωδικοποιηθεί** συνοπτικά στα αγγλικά, υπάρχουν επίσης ερωτήσεις που έχουν κωδικοποιηθεί με αριθμούς. Αυτές ανήκουν σε δύο κατηγορίες: πρώτον, αυτές που έχουν συγκεκριμένες απαντήσεις, όπως Ναι = 2, Όχι = 1 και 0, που σημαίνει ότι η ερώτηση δεν έχει απαντηθεί, και δεύτερον, αυτές που επιτρέπουν να επιλέξετε ανάμεσα σε έναν αριθμό επιλογών( π.χ Q7.1-Q7.7).

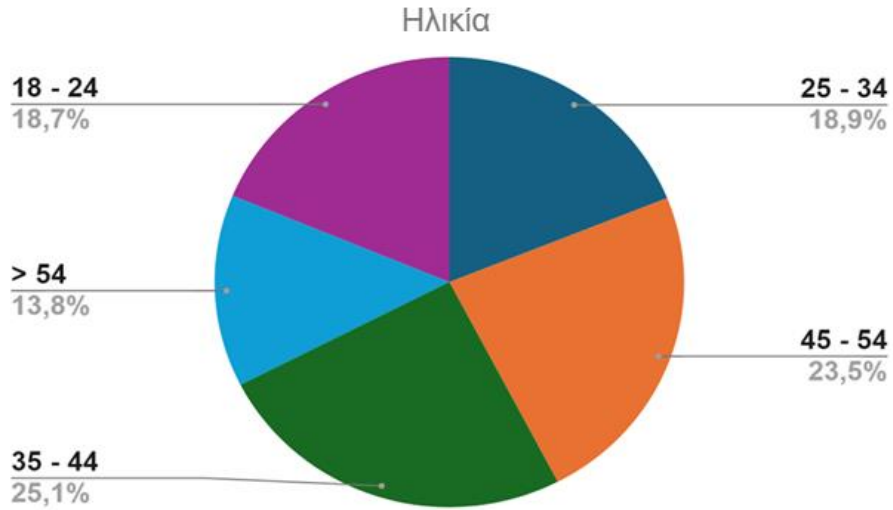
#### **4.4 Συγκεντρωτικά Στοιχεία**

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται συνοπτικά τα **πιο σημαντικά** και ενδιαφέροντα **στατιστικά στοιχεία** κυρίως με τη μορφή διαγραμμάτων πίτας , που αφορούν το δείγμα της έρευνας και τις απαντήσεις σχετικά με την αποδοχή των ανέπαφων πληρωμών με τραπεζική κάρτα κατά την επιβίβαση των επιβατών.

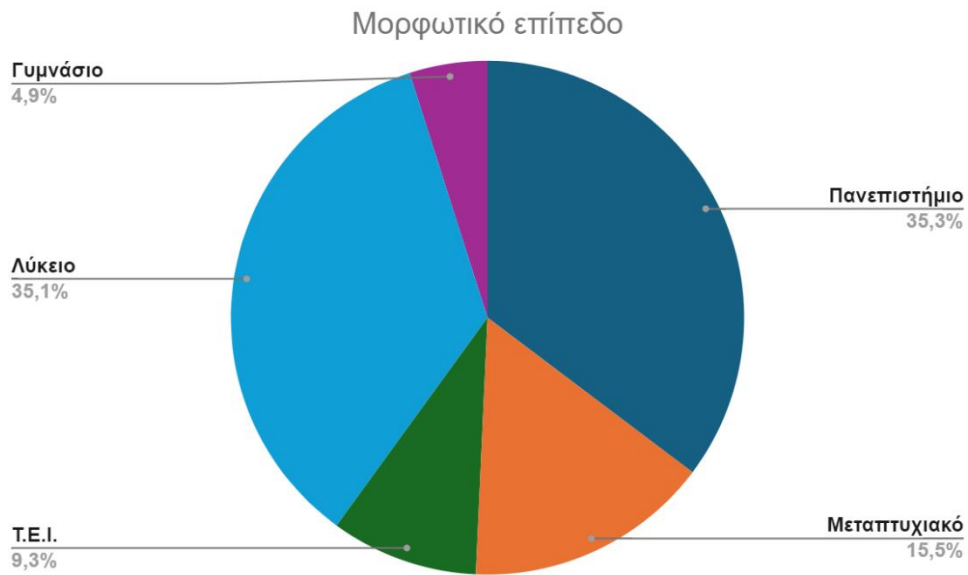
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η ποσοστιαία κατανομή του δείγματος:



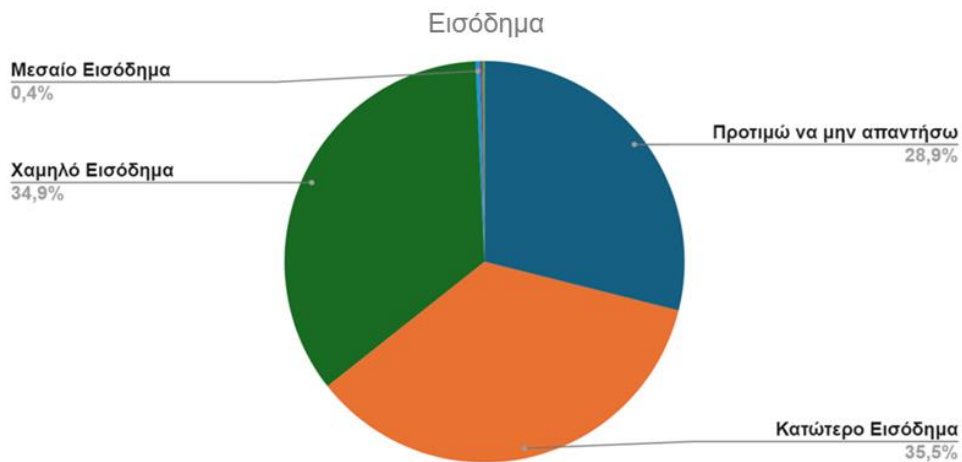
Διάγραμμα 4.1: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά φύλο



Διάγραμμα 4.2: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά ηλικία

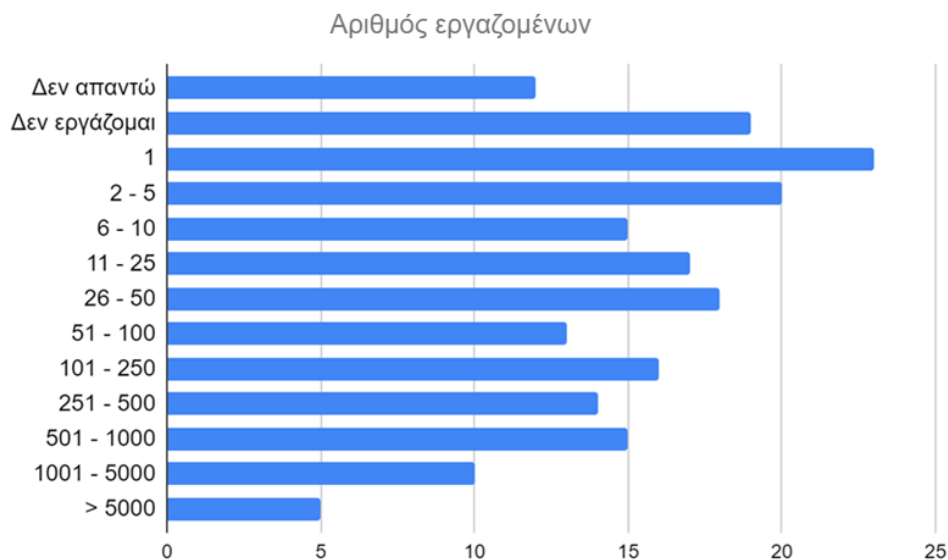


Διάγραμμα 4.3: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά μορφωτικό επίπεδο



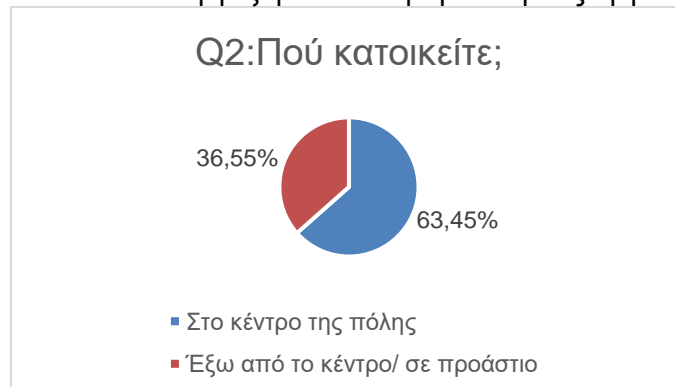
Διάγραμμα 4.4: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά εισόδημα

Από την ανάλυση των δεδομένων παρατηρείται ότι η **πλειοψηφία** των ατόμων κατοικεί στην **Αττική**, με μικρότερο ποσοστό στην Κεντρική Μακεδονία, ενώ ένα μέρος δεν δήλωσε τον τόπο κατοικίας. Το φύλο είναι σχεδόν ισορροπημένο, με ελαφρώς περισσότερους άντρες. Όσον αφορά την ηλικία, οι κατηγορίες 35-44 και 45-54 κυριαρχούν, ακολουθούμενες από τις ηλικίες 25-34 και 18-24, ενώ οι άνω των 54 ετών εκπροσωπούνται λιγότερο. Στο μορφωτικό επίπεδο, η **πλειοψηφία έχει πανεπιστημιακή εκπαίδευση ή μεταπτυχιακό**, με σημαντικό ποσοστό αποφοίτων λυκείου και λίγους που σταμάτησαν στο απολυτήριο γυμνασίου. Από τα δεδομένα του διαγράμματος εισοδήματος παρατηρούμε ότι η **πλειοψηφία** του δείγματος ανήκει στη χαμηλή και ακόμα **χαμηλότερη εισοδηματική τάξη**, γεγονός που δείχνει ότι το μεγαλύτερο μέρος του δείγματος βρίσκεται σε χαμηλά οικονομικά στρώματα. Μόλις ένα μικρό ποσοστό ανήκει στη μεσαία και υψηλή(μόνο ένας ερωτηθέντας) εισοδηματική κατηγορία, γεγονός που την καθιστά σχεδόν ανύπαρκτη. Επιπλέον, ένα σημαντικό ποσοστό επέλεξε να μην απαντήσει, υποδεικνύοντας πιθανή απροθυμία ή δυσφορία στη δημοσιοποίηση οικονομικών στοιχείων.



Διάγραμμα 4.5: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά εισόδημα

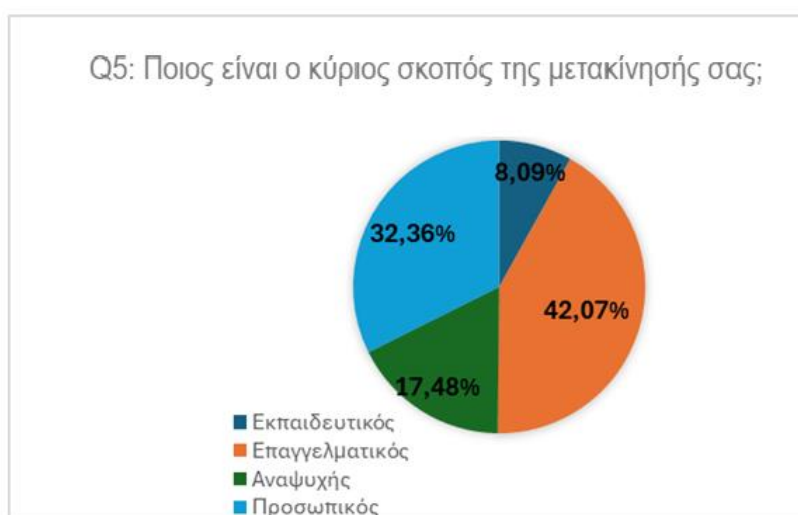
Από τα δεδομένα παρατηρείται ότι πολλοί συμμετέχοντες είναι **φοιτητές**, καθώς δηλώνουν πως δεν εργάζονται. Όσοι εργάζονται αναφέρονται σε μικρότερες επιχειρήσεις ή ομάδες καθώς οι περισσότερες απαντήσεις σχετίζονται με επιχειρήσεις μικρού μεγέθους. Υπάρχει, ωστόσο, ένα σημαντικό ποσοστό εργαζομένων σε μεγαλύτερους οργανισμούς.



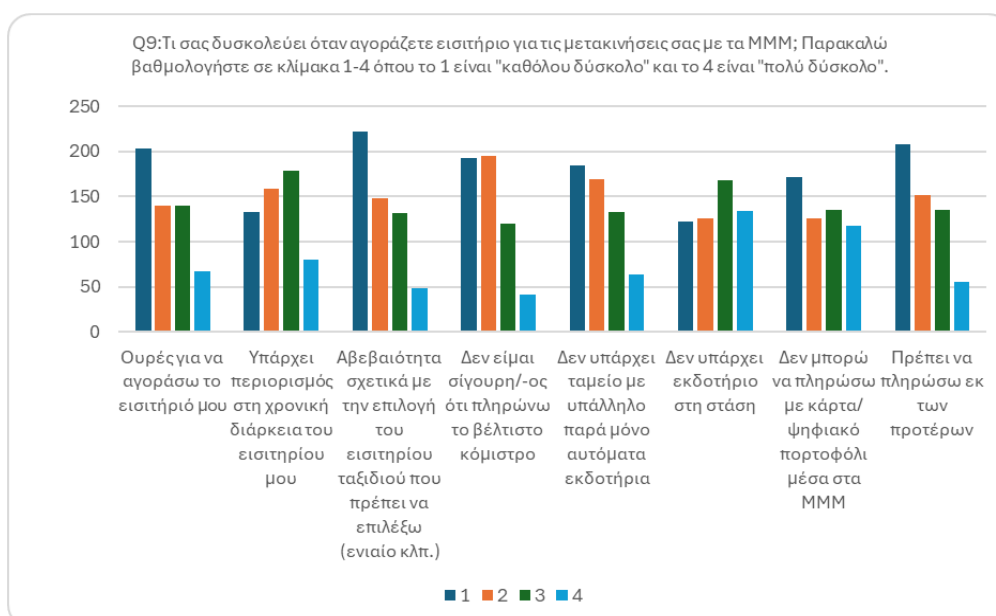
Διάγραμμα 4.6: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά τοποθεσία διαμονής (κέντρο ή προάστια)



Διάγραμμα 4.7: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά συχνότητα χρήσης

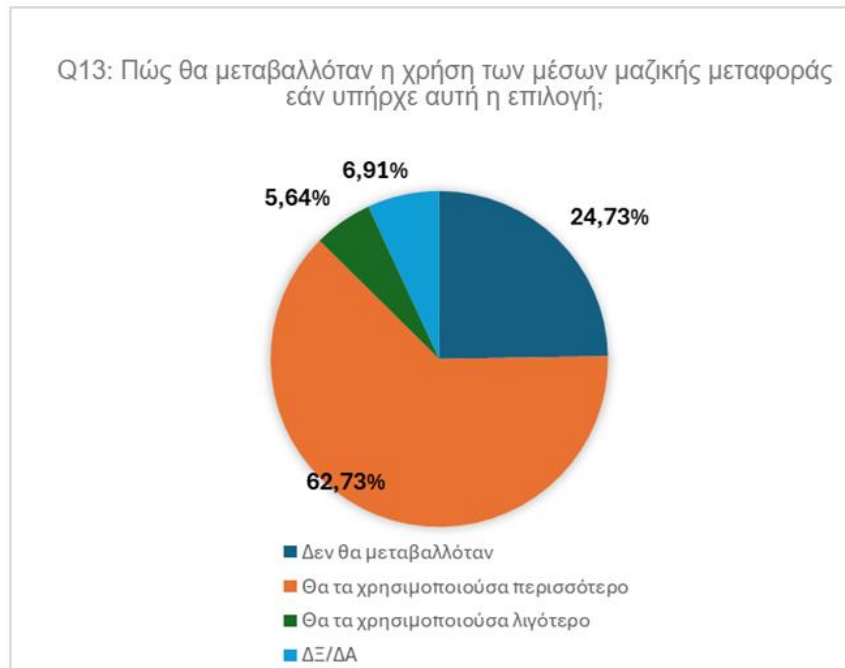


Διάγραμμα 4.8: Ποσοστιαία κατανομή του δείγματος ανά κύριο σκοπό μετακίνησης

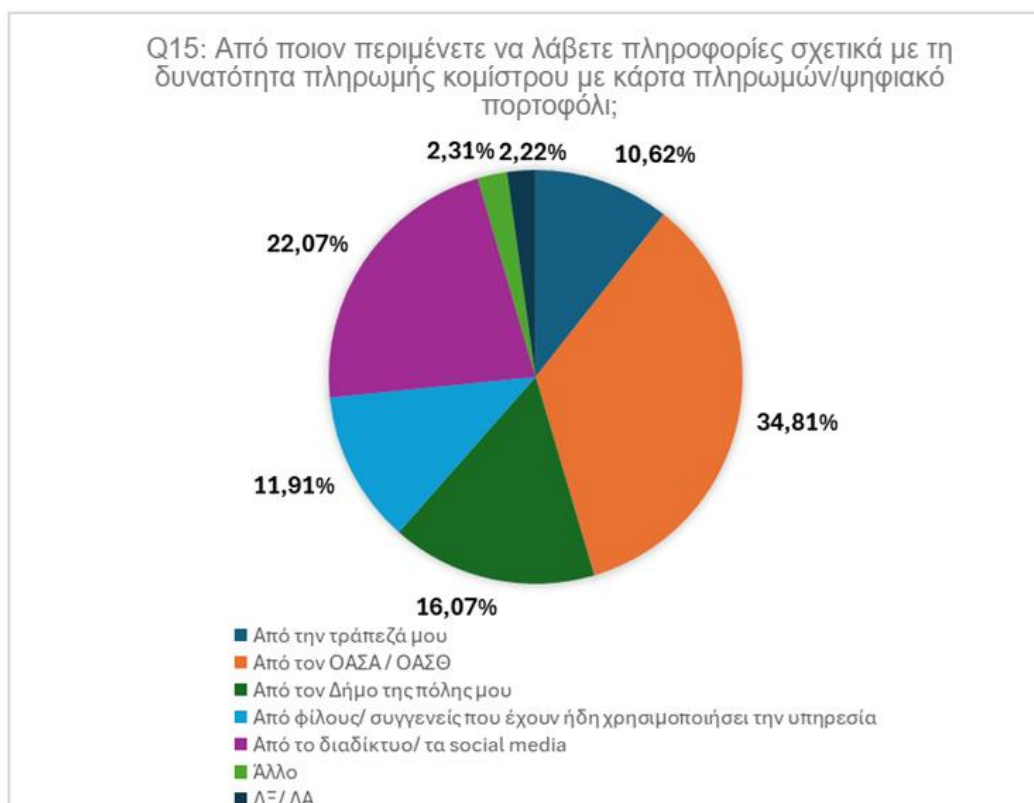


Διάγραμμα 4.9: Αξιολόγηση δυσκολιών στην αγορά εισιτηρίων για μετακινήσεις με MMM

Στο παραπάνω διάγραμμα σχετικά με τις δυσκολίες αγοράς εισιτηρίων, οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν διάφορους παράγοντες σε κλίμακα από 1 (καθόλου δύσκολο) έως 4 (πολύ δύσκολο). Η **μεγαλύτερη δυσκολία** εντοπίστηκε στους περιορισμούς που αφορούν τη χρονική διάρκεια του εισιτηρίου, στην απουσία εκδοτηρίου στη στάση και στην αδυναμία πληρωμής με κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι.

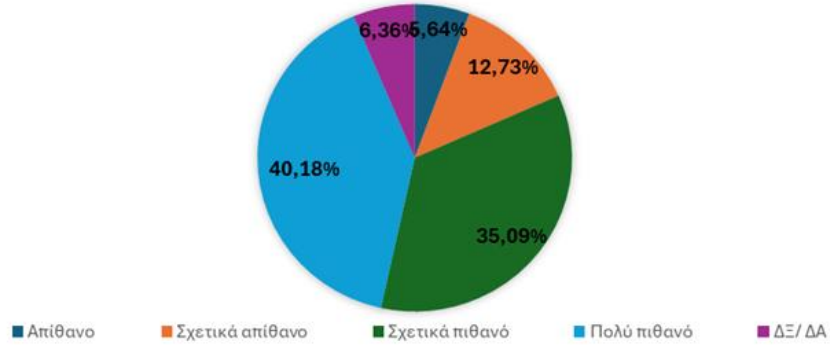


Διάγραμμα 4.10: Ποσοστιαίας κατανομής μεταβαλλόμενης προτίμησης χρήσης



Διάγραμμα 4.11: Διάγραμμα κατανομής ανά πηγή πληροφοριών για πληρωμή με κάρτα/ψηφιακό πορτοφόλι

Q19: Πόσο πιθανό θα ήταν να χρησιμοποιήσετε ένα σύστημα που σας επιτρέπει να πληρώνετε το κόμιστρό σας με τον παραπάνω τρόπο;



Διάγραμμα 4.12: Διάγραμμα κατανομής ανά επίπεδο πιθανότητας χρήσης

Q20: Ποια από τις ακόλουθες δηλώσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τον τρόπο σκέψης, τη στάση και τη συμπεριφορά σας σε σχέση με την επιβίβαση στα MMM με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι;



Διάγραμμα 4.13: Ποσοστιαία κατανομή προτιμήσεων για επιβίβαση στα MMM με κάρτα/ψηφιακό πορτοφόλι

Q21: Ποια από τα ακόλουθα μέσα πληρωμής διαθέτετε και χρησιμοποιείτε;



Διάγραμμα 4.14: Διάγραμμα κατανομής ανά μέσο πληρωμής

## Κεφάλαιο 5: Εφαρμογή της μεθοδολογίας της έρευνας και αποτελέσματα

---

### 5.1 Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται η **μεθοδολογική προσέγγιση** που ακολουθήθηκε για τη διεξαγωγή της έρευνας με ερωτηματολόγιο, καθώς και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από αυτή τη διαδικασία. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, μετά τη συλλογή και την επεξεργασία των δεδομένων στο Excel, προχώρησε η **στατιστική ανάλυση** με τη χρήση της μεθόδου λογιστικής παλινδρόμησης. Συγκεκριμένα, για την ερώτηση σχετικά με το αν θα αποδέχονταν οι ερωτηθέντες ένα τέτοιο σύστημα επιβίβασης και πληρωμής κομίστρου, εφαρμόστηκε το διωνυμικό λογιστικό πρότυπο. Αντίστοιχα, για την ερώτηση σχετικά με το αν θα μεταβαλλόταν η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς εάν υπήρχε η επιλογή επιβίβασης με ανέπαφη χρήση τραπεζικής κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού, χρησιμοποιήθηκε το πολυωνυμικό λογιστικό πρότυπο.

Στη συνέχεια, αναλύονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας και περιγράφεται η διαδικασία ανάπτυξης των κατάλληλων μοντέλων. Τέλος, μετά την επιλογή των ιδανικών μοντέλων, παρουσιάζονται τα **αποτελέσματα** της εφαρμογής των μεθοδολογιών, συνοδευόμενα από την **περιγραφή** και την **ερμηνεία** τους, με βάση το ευρύτερο πλαίσιο της έρευνας.

### 5.2 Στατιστικό πρότυπο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Η δημιουργία του μοντέλου της **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης** αφορά, όπως ήδη έχει αναφερθεί, την ερώτηση: "**Πόσο πιθανό θα ήταν να χρησιμοποιήσετε ένα σύστημα που σας επιτρέπει να πληρώνετε το κόμιστρό σας με τον παραπάνω τρόπο;**". Προφανώς, η ερώτηση αναφέρεται στον τρόπο πληρωμής με ανέπαφη τραπεζική κάρτα κατά την επιβίβαση του μετακινούμενου. Η διαδικασία κατασκευής αυτού του μοντέλου είναι σχετικά απλή σε σύγκριση με την πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση που αναλύεται στο υποκεφάλαιο 5.3, καθώς περιλαμβάνει μόνο δύο κατηγορίες απαντήσεων (ναι ή όχι).

#### 5.2.1 Εισαγωγή δεδομένων στο πρόγραμμα R-Studio

Αρχικά, δημιουργείται το script, το οποίο αποτελεί το περιβάλλον συγγραφής του **κώδικα**, μέσω της επιλογής File -> New File -> R Script. Στη συνέχεια, χρησιμοποιείται η εντολή `read_excel` για την εισαγωγή του αρχείου που περιέχει τα κωδικοποιημένα δεδομένα του ερωτηματολογίου, προκειμένου να ξεκινήσει η επεξεργασία τους. Έπειτα με την εντολή `RDATA=DT_MasterTable2` ορίζουμε τα δεδομένα μας ως `RDATA` για πιο εύκολη επεξεργασία και ανάγνωση.

```
> library(readxl)
> DT_MasterTable2 <- read_excel("C:/Users/user/Desktop/Διπλωματική/DT-MasterTable2.xlsx")
> view(DT_MasterTable2)
> RDATA=DT_MasterTable2
```

Εικόνα 5.1: Εισαγωγή και προετοιμασία των δεδομένων στο περιβάλλον του RStudio

Q7.4	Q7.5	Q7.6	Q7.7	Q8.1	Q8.2	Q8.3	Q8.4	Q8.5	Q8.6	DIFF.1	DIFF.2	DIFF.3	DIFF.4	DIFF.5	DIFF.6
0	0	0	0	2	1	2	2	2	2	3	2	3	2	3	3
0	0	0	0	2	2	1	2	2	2	3	3	2	3	2	2
0	0	0	0	2	1	2	2	2	2	4	2	4	1	3	3
0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	3	4	2	3	3	4
2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	2	4	1	2	1	1
1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	1	1	2	2	3	1
0	0	0	0	2	2	2	1	2	2	4	4	2	2	3	4
0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	2	1	1	3	2	1
0	0	0	0	1	2	2	2	2	2	3	3	1	1	4	4
1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	3	4	4	4	4	4
1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	3	3	2	1	3
2	2	2	1	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	1	1
2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	2	1
0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	3	2	4	4	4	4
0	0	0	0	2	1	2	2	2	2	1	3	2	1	1	2
0	0	0	0	1	1	2	2	2	2	4	2	2	2	2	4
0	0	0	0	2	1	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2
0	0	0	0	2	1	1	2	2	2	3	2	1	2	1	2

Εικόνα 5.2: Μορφή του αρχείου δεδομένων στο RStudio

The screenshot shows the RStudio interface. The top pane displays a data table with columns MS, NOC, EDU, ES, CRR, Race, INC, SL, OR, and NOE. The bottom pane shows the R console output for a generalized linear model fit using the glm function. The model formula is  $Q19\_binary \sim DIFF.7 + Q20.1 + AGE + MS + Q15.1 + INFO + Q17.3$ . The output includes the call to the function, the formula used, the coefficients table, significance codes, and deviance statistics.

```

> model=glm(Q19_binary ~ DIFF.7 + Q20.1 + AGE + MS + Q15.1 + INFO + Q17.3, data = RDATA, family = binomial)
> summary(model)

Call:
glm(formula = Q19_binary ~ DIFF.7 + Q20.1 + AGE + MS + Q15.1 +
      INFO + Q17.3, family = binomial, data = RDATA)

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -0.7065     0.3833  -1.843  0.06532 .
DIFF.763    -0.5811     0.2729  -2.130  0.03321 *
Q20.11      1.3328     0.2634   5.059 4.20e-07 ***
AGE40       0.4178     0.2782   1.502  0.13320
AGE41      1.0025     0.4698   2.134  0.03286 *
MS26       0.5221     0.2641   1.976  0.04811 *
Q15.11     -0.8010     0.3031  -2.642  0.00823 ***
INFO81     1.4961     0.2621   5.708 1.15e-08 ***
Q17.31     0.8238     0.2635   3.127  0.00177 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 509.82  on 514  degrees of freedom
Residual deviance: 392.91  on 506  degrees of freedom
AIC: 410.91

Number of Fisher Scoring iterations: 5

```

Εικόνα 5.3: Τελική μορφή μοντέλου στο RStudio

Για την ανάπτυξη της τελικής μορφής του μοντέλου, ήταν απαραίτητη η **επεξεργασία των δεδομένων**, η οποία επεξηγείται παρακάτω. Η διαδικασία αυτή περιλάμβανε τον καθαρισμό των δεδομένων, την αντιμετώπιση ελλειψών τιμών και την κατηγοριοποίηση των μεταβλητών, τον έλεγχο της κατανομής και των συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών και στη συνέχεια



σειρά δοκιμών. Αυτά τα βήματα είναι κρίσιμα για την ορθή ανάπτυξη του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης και την αξιόπιστη εξαγωγή συμπερασμάτων.

### 5.2.2 Ο Κώδικας

Όπως αναφέρθηκε, για την ανάπτυξη του βέλτιστου μοντέλου, είναι απαραίτητη μια διαδικασία επεξεργασίας των δεδομένων. Αρχικά, εισάγουμε τα δεδομένα από το Excel και στη συνέχεια, χρησιμοποιούμε την **εντολή library(dplyr)** για να φορτώσουμε τις απαραίτητες βιβλιοθήκες. Η βιβλιοθήκη dplyr προσφέρει εργαλεία για τη διαχείριση και τον καθαρισμό των δεδομένων.

Η εντολή `RDATA = DT_MasterTable2` δημιουργεί απλώς ένα αντίγραφο του αρχικού συνόλου δεδομένων (`DT_MasterTable2`) για λόγους ευκολίας. Αυτό μας επιτρέπει να δουλεύουμε πάνω στο αντίγραφο (`RDATA`) χωρίς να επηρεάζουμε ή να αλλάζουμε τα αρχικά δεδομένα. Στη συνέχεια, εφαρμόζουμε την εντολή `RDATA = RDATA[, -c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 19, 24, 52)]` για να αφαιρέσουμε συγκεκριμένες στήλες που δεν είναι απαραίτητες για την ανάλυση. Αυτή η αφαίρεση βοηθά να εστιάσουμε στα πιο σχετικά δεδομένα.

Με την εντολή `RDATA = RDATA %>% mutate(across(14:ncol(.), ~ suppressWarnings(as.numeric(.))))`, μετατρέπουμε τις μεταβλητές από τη 14η στήλη και μετά σε αριθμητική μορφή, κάτι που είναι αναγκαίο για την επεξεργασία των δεδομένων. Αυτή η μετατροπή εξασφαλίζει ότι όλες οι μεταβλητές από τη 14η στήλη και μετά είναι αριθμητικές, ενώ οι στήλες πριν την 14η παραμένουν χαρακτήρες.

Στην συνέχεια χρησιμοποιούμε τις εντολές `colSums(is.na(RDATA))` και `head(RDATA)` για την προετοιμασία και έλεγχο των δεδομένων στο R. Η εντολή `colSums(is.na(RDATA))` υπολογίζει τον αριθμό των κενών (NA) τιμών σε κάθε στήλη του αντικειμένου `RDATA`, επιτρέποντας να εντοπιστούν **πιθανά σφάλματα**. Ομοίως, η εντολή `head(RDATA)` εμφανίζει τις πρώτες 6 γραμμές του συνόλου δεδομένων, προσφέροντας μια γρήγορη επισκόπηση της δομής και των τιμών των μεταβλητών. Αυτές οι εντολές είναι κρίσιμες για την εξασφάλιση της ορθότητας των δεδομένων και για την αποφυγή προβλημάτων προτού εφαρμοστούν οι εντολές λογιστικής παλινδρόμησης.

Αφού κατηγοριοποιήσουμε όλες τις μεταβλητές που ήταν χαρακτήρες και τις μετατρέψαμε σε αριθμητική μορφή, προχωρήσαμε στον **έλεγχο συσχέτισης** μεταξύ των αριθμητικών μεταβλητών. Για αυτό, χρησιμοποιούμε την εντολή `dt = cor(RDATA, method = "pearson")`, η οποία υπολογίζει τον συντελεστή συσχέτισης Pearson. Αυτός ο συντελεστής μας δείχνει το βαθμό γραμμικής συσχέτισης μεταξύ δύο μεταβλητών, με τιμές που κυμαίνονται από -1 (ισχυρή αρνητική συσχέτιση) έως 1 (ισχυρή θετική συσχέτιση). Με την εντολή `View(dt)`, μπορούμε να δούμε τον πίνακα των συσχετίσεων για να αξιολογήσουμε τις σχέσεις ανάμεσα στις μεταβλητές μας με αποδεκτές τιμές συσχέτισης κάτω από 0,5.

Q7.1	Q7.2	Q7.3	Q7.4	Q7.5	Q7.6	Q7.7	Q8.1	Q8.2	Q8.3	Q8.4	Q8.5	Q8.6	DIFF.1
0.537077365	0.5251360924	0.513967066	0.5033323481	0.527245691	0.531607775	0.516851469	-4.331783e-01	-0.5141787862	-5.449750e-01	-5.641102e-01	-0.525620665	-0.549706918	0.008692723
-0.335688288	-0.3277554175	-0.315364969	-0.3629287341	-0.322413570	-0.346030660	-0.298525626	2.948547e-01	0.2972014077	3.201821e-01	3.177354e-01	0.325876200	0.329155084	-0.044505707
1.000000000	0.9331877623	0.895493667	0.8937279527	0.923790583	0.950093537	0.907048030	-8.719707e-01	-0.8789105873	-9.468710e-01	-9.396354e-01	-0.963710249	-0.973406859	0.113039908
0.933187762	1.000000000	0.873757844	0.8729354338	0.899244056	0.913860343	0.885237308	-8.525835e-01	-0.8593690622	-9.258185e-01	-9.187438e-01	-0.942283304	-0.951764322	0.108715439
0.895493667	0.873757844	1.000000000	0.8482792590	0.910317305	0.878990558	0.858410586	-8.344501e-01	-0.8410912940	-9.061274e-01	-8.992032e-01	-0.922242048	-0.931521415	0.063229269
0.893727953	0.8729354338	0.848279259	1.000000000	0.8680000432	0.889481498	0.850586794	-8.171841e-01	-0.8236879052	-8.873784e-01	-8.805974e-01	-0.903159533	-0.912246897	0.106971487
0.923790583	0.8992440563	0.910317305	0.8680000432	1.000000000	0.915178373	0.871086794	-0.8628213556	-9.295377e-01	-9.224346e-01	-0.946068684	-0.955587789	-0.955587789	0.091252702
0.950093537	0.9138603430	0.878990558	0.8894814982	0.915178373	1.000000000	0.890586794	-8.630906e-01	-0.8699597722	-9.372281e-01	-9.300662e-01	-0.953895835	-0.963493695	0.116851745
0.907048030	0.8852373075	0.858410586	0.8505867940	0.879185750	0.898058688	1.000000000	-8.391330e-01	-0.8458115303	-9.112127e-01	-9.042495e-01	-0.927417705	-0.936749149	0.087659031
-0.871970745	-0.8525835194	-0.834450072	-0.8171840994	-0.856008554	-0.863090606	-0.839133037	1.000000e+00	0.7453879469	8.451858e-01	8.215599e-01	0.869472763	0.890339853	-0.101416878
-0.878910587	-0.8593690622	-0.841091294	-0.8236879052	-0.862821356	-0.869959772	-0.845811530	7.453879e-01	1.000000000	8.586094e-01	8.496729e-01	0.878315420	0.897719332	-0.068143763
-0.946871050	-0.9258185052	-0.906127436	-0.8873783555	-0.929537742	-0.937228126	-0.911212657	8.451858e-01	0.8586094317	1.000000e+00	9.365437e-01	0.956851809	0.968755266	-0.104068159
-0.939635427	-0.9187437574	-0.899203159	-0.8805973525	-0.922434573	-0.930066191	-0.904249522	8.215599e-01	0.8496728861	9.365437e-01	1.000000e+00	0.948769187	0.961234784	-0.075123081
-0.963710249	-0.9422833044	-0.922242048	-0.9031595333	-0.946068684	-0.953895835	-0.927417705	8.694728e-01	0.8783154201	9.568518e-01	9.487692e-01	1.000000000	0.986238897	-0.111857497
-0.973406859	-0.9517643219	-0.931521415	-0.9122468973	-0.955587789	-0.963493695	-0.936749149	8.903399e-01	0.8977193316	9.687553e-01	9.612348e-01	0.986238897	1.000000000	-0.099073568
0.113039908	0.1087154390	0.063229269	0.1069714872	0.091252702	0.116851745	0.087659031	-1.014169e-01	-0.0681437635	-1.040682e-01	-7.512308e-02	-0.111857497	-0.099073568	1.000000000
0.041689653	0.0169998343	0.036093529	0.0706401734	0.010381895	0.067007166	0.038660009	-1.917188e-02	-0.0250237932	-3.231853e-02	-3.341460e-02	-0.045215596	-0.036913458	0.157158430
0.014480960	0.0031331268	-0.029769823	-0.0120091202	-0.035946594	-0.013751086	-0.009254985	6.987678e-03	0.0394622222	9.831223e-03	2.627597e-02	0.007883564	0.017987591	0.225986069

Εικόνα 5.4: Η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών

Παρατηρούμε από την Εικόνα 5.4, που αποτελεί μέρος του συνολικού πίνακα με τους συντελεστές, ισχυρή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών Q7.1 έως Q7.7 και Q8.1 έως Q8.6. Αυτή η υψηλή συσχέτιση μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στη στατιστική ανάλυση και στη μοντελοποίηση, όπως τη δυσκολία στην εκτίμηση των συντελεστών και τη μείωση της ακρίβειας του μοντέλου. Για αυτόν τον λόγο, οι μεταβλητές αυτές δεν χρησιμοποιήθηκαν ταυτόχρονα στα ίδια μοντέλα, ώστε να αποφευχθούν προβλήματα. Αντί να εισαχθούν όλες μαζί, χρησιμοποιήθηκαν εναλλακτικά ή επιλέχθηκαν οι πιο σημαντικές μεταβλητές από αυτές, για να διατηρηθεί η ακρίβεια και η καταλληλότητα των μοντέλων χωρίς να επηρεαστεί η ποιότητα των αποτελεσμάτων.

Ακολουθεί η **σύμπτυξη ορισμένων απαντήσεων** με την ανάθεση νέων τιμών στις αρχικές απαντήσεις. Αυτή η διαδικασία στοχεύει στη βελτίωση της οπτικής παρουσίασης και στην ευκολότερη κατανόηση των μεταβλητών από τον αναγνώστη. Με τη μετατροπή αυτή, διευκολύνεται η ανάλυση των δεδομένων, επιτρέποντας στον χρήστη να αναγνωρίζει πιο άμεσα τις σχέσεις που προκύπτουν από τα μοντέλα. Ένα παράδειγμα αυτής της διαδικασίας απεικονίζεται στην Εικόνα 5.5.

```

RDATASNOE[RDATASNOE %in% c("prefer_not_to_say", "do_not_work", "one", "two_to_five", "six_to_ten", "twentysix_to_fifty",
"fiftyone_to_hundred", "eleven_to_twentyfive")] = 37
RDATASNOE[RDATASNOE %in% c("hundrendone_to_twohundrendsifty", "fivehundrendsone_to_thousand", "thousandone_to_fivethousands",
"twohundrendfiftyone_to_fivehundrends", "greater_than_fivethousands")] = 38
RDATASAGE[RDATASAGE %in% c("18 - 24", "25 - 34")] = 39
RDATASAGE[RDATASAGE %in% c("35 - 44", "45 - 54")] = 40
RDATASAGE[RDATASAGE %in% c("> 54")] = 41
RDATASWHERE[RDATASWHERE>2]=42 #Δεν συνηθίζω να χρησιμοποιώ ΜΜΜ
RDATASWHERE[RDATASWHERE<=2]=43 #Για μετακινήσεις στο κέντρο και από/προς προάστια
RDATASUSE[RDATASUSE>2]=44 #Μία φορά την εβδομάδα, 1-2 φορές το μήνα, πιο σπάνια/ ποτέ
RDATASUSE[RDATASUSE<=2]=45 #Κάθε μέρα, 3-4 φορές την εβδομάδα
RDATASWHY[RDATASWHY>2]=46 #Αναψυχής, προσωπικός
RDATASWHY[RDATASWHY<=2]=47 #Εκπαιδευτός, Επαγγελματικός

```

Εικόνα 5.5: Παράδειγμα διαδικασίας σύμπτυξης απαντήσεων

Στο παραπάνω παράδειγμα πραγματοποιήθηκε η σύμπτυξη των απαντήσεων για διάφορες ερωτήσεις. Όλες οι απαντήσεις αναδιαμορφώθηκαν σε δύο κατηγορίες και τους αποδόθηκε νέα τιμή. Συγκεκριμένα, οι μεταβλητές που απεικονίζονται στην εικόνα 5.5 αναφέρονται στις εξής κατηγορίες:

- **NOE:** Αριθμός εργαζομένων στον οργανισμό όπου εργάζονται οι ερωτηθέντες
- **AGE:** Ηλικία των ερωτηθέντων
- **WHERE:** Προτιμήσεις μετακίνησης και χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς
- **USE:** Συχνότητα χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς τους τελευταίους 12 μήνες
- **WHY:** Κύριος σκοπός των μετακινήσεων

Για παράδειγμα στην ερώτηση που αφορά την ηλικία των μετακινούμενων, όσοι είναι 18-34 ετών τους αποδόθηκε η τιμή 39, ενώ για ηλικίες 35-54 η τιμή ήταν 40 και άνω των 54 έλαβαν την τιμή 41. Τέλος το σύμβολο # υποδεικνύει σχόλια που αγνοούνται από το πρόγραμμα αλλά προσφέρουν χρήσιμες σημειώσεις για τον χρήστη και αναγνώστη. Ακολουθεί η αλλαγή των μεταβλητών ανάλογα με το προηγούμενο είδος τους, δηλαδή σε διακριτές (factor) ή συνεχείς (numeric) τιμές. Στην παρούσα διπλωματική εργασία, όλες οι μεταβλητές μετατρέπονται σε διακριτές.

```
> RDATA$DIFF.8=as.factor(RDATA$DIFF.8)
> RDATA$EASY=as.factor(RDATA$EASY)
> RDATA$MORE=as.factor(RDATA$MORE)
> RDATA$INFO=as.factor(RDATA$INFO)
> RDATA$Q15.1=relevel(factor(RDATA$Q15.1), ref = "2")
> RDATA$Q15.2=relevel(factor(RDATA$Q15.2), ref = "2")
> RDATA$Q15.3=relevel(factor(RDATA$Q15.3), ref = "2")
> RDATA$Q15.4=relevel(factor(RDATA$Q15.4), ref = "2")
> RDATA$Q15.5=relevel(factor(RDATA$Q15.5), ref = "2")
> RDATA$Q15.6=relevel(factor(RDATA$Q15.6), ref = "2")
> RDATA$Q15.7=relevel(factor(RDATA$Q15.7), ref = "2")
> RDATA$Q16.1=relevel(factor(RDATA$Q16.1), ref = "2")
> RDATA$Q16.2=relevel(factor(RDATA$Q16.2), ref = "2")
> RDATA$Q16.3=relevel(factor(RDATA$Q16.3), ref = "2")
> RDATA$Q16.4=relevel(factor(RDATA$Q16.4), ref = "2")
> RDATA$Q16.5=relevel(factor(RDATA$Q16.5), ref = "2")
> RDATA$Q16.6=relevel(factor(RDATA$Q16.6), ref = "2")
> RDATA$Q17.1=relevel(factor(RDATA$Q17.1), ref = "2")
> RDATA$Q17.2=relevel(factor(RDATA$Q17.2), ref = "2")
> RDATA$Q17.3=relevel(factor(RDATA$Q17.3), ref = "2")
> RDATA$Q17.4=relevel(factor(RDATA$Q17.4), ref = "2")
> RDATA$Q17.5=relevel(factor(RDATA$Q17.5), ref = "2")
> RDATA$Q17.6=relevel(factor(RDATA$Q17.6), ref = "2")
> RDATA$Q17.7=relevel(factor(RDATA$Q17.7), ref = "2")
> RDATA$Q18.1=relevel(factor(RDATA$Q18.1), ref = "2")
> RDATA$Q18.2=relevel(factor(RDATA$Q18.2), ref = "2")
> RDATA$Q18.3=relevel(factor(RDATA$Q18.3), ref = "2")
> RDATA$Q18.4=relevel(factor(RDATA$Q18.4), ref = "2")
> RDATA$Q18.5=relevel(factor(RDATA$Q18.5), ref = "2")
> RDATA$Q19=as.factor(RDATA$Q19)
> RDATA$Q20.1=relevel(factor(RDATA$Q20.1), ref = "2")
> RDATA$Q20.2=relevel(factor(RDATA$Q20.2), ref = "2")
> RDATA$Q20.3=relevel(factor(RDATA$Q20.3), ref = "2")
> RDATA$Q20.4=relevel(factor(RDATA$Q20.4), ref = "2")
> RDATA$CARD=as.factor(RDATA$CARD)
> RDATA$FAM=as.factor(RDATA$FAM)
```

Εικόνα 5.6: Δήλωση των διακριτών μεταβλητών του αρχείου RDATA

Παρατηρούμε τις εντολές `relevel(factor(RDATA$variable), ref = "2")`, οι οποίες έχουν ως σκοπό, εκτός από τη μετατροπή της κάθε μεταβλητής σε factor, να αλλάξουν και το **επίπεδο αναφοράς** στο συγκεκριμένο μοντέλο. Πιο συγκεκριμένα, αυτές οι εντολές επιτρέπουν την εμφάνιση των αποτελεσμάτων σε συνάρτηση με την απάντηση που έχει οριστεί ως αναφορά, διευκολύνοντας έτσι την ερμηνεία των αποτελεσμάτων στο πλαίσιο της ανάλυσης.

Τελικά, μετά από αρκετές δοκιμές, αναπτύσσεται το οριστικό μοντέλο model χρησιμοποιώντας την εντολή glm, όπως φαίνεται παρακάτω:

```
model = glm(Q19_Binary ~ DIFF.7 + Q20.1 + AGE + MS + Q15.1 + INFO + Q17.3 ,data = RDATA, family = binomial)
```

Η Q19\_Binary αποτελεί την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή αναφέρεται στην ερώτηση "**Πόσο πιθανό θα ήταν να χρησιμοποιήσετε ένα σύστημα που σας επιτρέπει να πληρώνετε το κόμιστρό σας με τον παραπάνω τρόπο;**" και υπολογίζεται ως συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών DIFF.7, AGE, MS, Q15.1, Q17.3, INFO, Q20.1 οι οποίες παραμένουν σταθερές ανεξαρτήτως της εναλλακτικής επιλογής. Ο συγκεκριμένος συνδυασμός των μεταβλητών επιτεύχθηκε ύστερα από πολλαπλές δοκιμές, κατά τις οποίες ελέγχθηκαν διάφοροι συνδυασμοί παραμέτρων.

### 5.2.3 Συνάρτηση χρησιμότητας

Η **μορφή του τελικού μοντέλου** που επιλέξαμε για τη διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση και τα αποτελέσματα του ελέγχου Hosmer-Lemeshow στο περιβάλλον του R-Studio είναι τα εξής:

```
> model = glm(Q19_Binary ~ DIFF.7 + Q20.1 + AGE + MS + Q15.1 + INFO + Q17.3, data = RDATA, family = binomial)
> summary(model)
```

```
Call:
glm(formula = Q19_Binary ~ DIFF.7 + Q20.1 + AGE + MS + Q15.1 +
     INFO + Q17.3, family = binomial, data = RDATA)
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z )	
(Intercept)	-0.7065	0.3833	-1.843	0.06532	.
DIFF.763	-0.5811	0.2729	-2.130	0.03321	*
Q20.11	1.3328	0.2634	5.059	4.20e-07	***
AGE40	0.4178	0.2782	1.502	0.13320	
AGE41	1.0025	0.4698	2.134	0.03286	*
MS26	0.5221	0.2641	1.976	0.04811	*
Q15.11	-0.8010	0.3031	-2.642	0.00823	**
INFO81	1.4961	0.2621	5.708	1.15e-08	***
Q17.31	0.8238	0.2635	3.127	0.00177	**

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

```
Null deviance: 509.82 on 514 degrees of freedom
Residual deviance: 392.91 on 506 degrees of freedom
AIC: 410.91
```

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Εικόνα 5.7: Τελικό μοντέλο στο περιβάλλον του R-Studio

```
> h1=hoslem.test(model$y, fitted(model),g=10)
> print(h1)

      Hosmer and Lemeshow goodness of fit (GOF) test

data:  model$y, fitted(model)
X-squared = 7.2788, df = 8, p-value = 0.5069
```

Εικόνα 5.8: Έλεγχος Hosmer-Lemeshow

Σύμφωνα με τον έλεγχο Hosmer-Lemeshow, ο δείκτης  $\chi^2$  του μοντέλου ήταν **7,2788**, με **P-Value 0,5069**, υποδεικνύοντας ότι το μοντέλο παρουσιάζει καλή προσαρμογή στα δεδομένα, καθώς οι τιμές είναι εντός αποδεκτών ορίων. Ακολουθεί ο πίνακας με τα αποτελέσματα του μοντέλου και οι συναρτήσεις χρησιμότητας, που αντιστοιχούν σε κάθε επιλογή.

Μεταβλητές	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z )	Σημαντικότητα
(Intercept)	-0,7065	0,3833	-1,843	0,06532	Μη σημαντικό
DIFF.763	-0,5811	0,2729	-2,13	0,03321	*
Q20.11	1,3328	0,2634	5,059	4,2E-07	**
AGE40	0,4178	0,2782	1,502	0,1332	Μη σημαντικό
AGE41	1,0025	0,4698	2,134	0,03286	*
MS26	0,5221	0,2641	1,976	0,04811	*
Q15.11	-0,801	0,3031	-2,642	0,00823	**
INFO81	1,4961	0,2621	5,708	1,15E-08	**
Q17.31	0,8238	0,2635	3,127	0,00177	**

Πίνακας 5.1: Αποτελέσματα διωνυμικού μοντέλου

Η συνάρτηση χρησιμότητας που προκύπτει από αυτό το μοντέλο είναι:

$$U = -0.581 \times \text{DIFF.763} + 1.333 \times \text{Q20.11} + 1.003 \times \text{AGE41} + 0.522 \times \text{MS26} - 0.801 \times \text{Q15.11} + 1.496 \times \text{INFO81} + 0.824 \times \text{Q17.31}$$

Οι μεταβλητές που περιλαμβάνονται στην εξίσωση είναι:

- **DIFF.7 63**, η επιλογές "Λίγο Δύσκολο" και "Καθόλου Δύσκολο" στην ερώτηση "Τι σας δυσκολεύει όταν αγοράζετε εισιτήριο για τις μετακινήσεις σας με τα ΜΜΜ; Δεν μπορώ να πληρώσω με κάρτα/ ψηφιακό πορτοφόλι μέσα στα ΜΜΜ"
- **INFO 81**, η επιλογή "Αρκετά" και "Πολύ" στην ερώτηση "Πόσο θα σας ενδιέφερε να λάβετε πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής κομίστρου με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι;"
- **AGE 41**, η συνεπτυγμένη επιλογή "45 - 54, > 54" στην ερώτηση της ηλικίας του ερωτηθέντα
- **Q15.1 1**, η επιλογή "Ναι" στην ερώτηση "Από ποιον περιμένετε να λάβετε πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής κομίστρου με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι; (Επιλέξτε το πολύ 3). Από την τράπεζά μου"
- **Q17.3 1**, η επιλογή "Ναι" στην ερώτηση "Ποια πλεονεκτήματα θα είχε για εσάς, η χρήση της κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού αντί εισιτηρίου στα μέσα μαζικής μεταφοράς (μετρό, λεωφορείο, τραμ, τρόλεϊ); (Επιλέξτε το πολύ 3).Δυνατότητα αγοράς εισιτηρίου ακόμη και αν δεν έχετε μετρητά/νομίσματα"
- **MS 26**, αντιστοιχεί στις επιλογές "παντρεμένος/νη" και "μένω με σύντροφο" στην ερώτηση που αφορά την οικογενειακή κατάσταση του ερωτηθέντος.
- **Q20.1 1**, η επιλογή "Ναι" στην ερώτηση "Ποια από τις ακόλουθες δηλώσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τον τρόπο σκέψης, τη στάση και τη συμπεριφορά σας σε σχέση με την επιβίβαση στα ΜΜΜ με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι; (Επιλέξτε το πολύ 2).Είμαι πολύ ανοιχτός σε τεχνολογικές καινοτομίες που

απλοποιούν την εμπειρία μου σαν επιβάτη, όπως η αγορά εισιτηρίων στα μέσα μαζικής μεταφοράς με ανέπαφα με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι"

#### 5.2.4 Στατιστικός έλεγχος μοντέλου

Απαραίτητη προϋπόθεση για την **αποδοχή του μοντέλου** και των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι ο **στατιστικός έλεγχος** του μοντέλου, ο οποίος διεξάγεται αυτόματα στο R-Studio κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων. Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στον ακόλουθο πίνακα, ο οποίος περιλαμβάνει συνοπτικά κάθε συνάρτηση που αναπτύχθηκε προηγουμένως.

Μεταβλητές	Συντελεστές	Pr(> z )	Odds Ratio	Σημαντικότητα
(Intercept)	-0,707	0,065	-	Μη σημαντικό
DIFF.763	-0,581	0,033	0,559	*
Q20.11	1,333	<0,01	3,792	**
AGE40	0,418	0,133	1,519	Μη σημαντικό
AGE41	1,003	0,033	2,725	*
MS26	0,522	0,048	1,686	*
Q15.11	-0,801	<0,01	0,449	**
INFO81	1,496	<0,01	4,464	**
Q17.31	0,824	<0,01	2,279	**

Πίνακας 5.2: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών του μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης

- Στη στήλη "Μεταβλητές", περιλαμβάνονται τα ονόματα των μεταβλητών που ενσωματώθηκαν στο μοντέλο.
- Στη στήλη "Συντελεστές", παρουσιάζονται οι αριθμητικές τιμές των συντελεστών που αντιστοιχούν στις μεταβλητές.
- Στη στήλη "P-Value" καταγράφονται οι τιμές του P-Value, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να αξιολογηθεί η στατιστική σημασία κάθε μεταβλητής. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95%, οπότε οποιοδήποτε P-Value μικρότερο ή ίσο του 0.05 θεωρείται αποδεκτό.
- "Odds Ratio" ορίζεται μαθηματικά ως  $\exp(\text{Συντελεστές})$  και υποδεικνύει πόσες φορές πιο πιθανό είναι να επιλεγεί μια εναλλακτική σε σχέση με την επιλογή αναφοράς, με βάση τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Η ανάλυση του Odds Ratio έχει γίνει στο Κεφάλαιο 3.5.
- Η "Σημαντικότητα" βασίζεται στο P-Value και σε αυτή τη διπλωματική εργασία έχει επιλεγεί επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ή 95%. Κάθε τιμή μικρότερη από 0.05 σηματοδοτεί μεγαλύτερη στατιστική σημασία και θεωρείται αποδεκτή για το μοντέλο.

Οι συντελεστές των μεταβλητών **ανταποκρίνονται λογικά**, επιβεβαιώνοντας και αυτό το κριτήριο, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 3.6. Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο R-Studio

#### 5.2.5 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο θα αναλυθεί η **ερμηνεία της συνάρτησης χρησιμότητας** που έχει αναφερθεί προηγουμένως. Συγκεκριμένα, η συνάρτηση χρησιμότητας U, η οποία αναπαριστά

την πρόθεση χρήσης και αποδοχής της τραπεζικής κάρτας ως σύστημα επιβίβασης και επικύρωσης των εισιτηρίων στα μέσα μεταφοράς στο προσεχές μέλλον, καθορίζεται ως εξής:

$$U = -0.581 \times \text{DIFF.763} + 1.333 \times \text{Q20.11} + 1.003 \times \text{AGE41} + 0.522 \times \text{MS26} - 0.801 \times \text{Q15.11} + 1.496 \times \text{INFO81} + 0.824 \times \text{Q17.31}$$

Στη συνάρτηση παρατηρούνται **7 μεταβλητές**, όπως αναλύθηκαν στο υποκεφάλαιο 5.3.3. Μέσω της συνάρτησης U είναι δυνατή η εξαγωγή **συμπερασμάτων**, αξιοποιώντας τα Odds Ratio που παρατίθενται στον Πίνακα 5.4. Συγκεκριμένα:

- Εκείνοι που **δεν θεωρούν αποτρεπτικό παράγοντα την έλλειψη δυνατότητας πληρωμής με τραπεζική κάρτα μέσα στα μέσα μαζικής μεταφοράς**, είναι 42% λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιήσουν ένα νέο σύστημα πληρωμής. Η αντίληψη ότι η δυσκολία δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο μειώνει την προθυμία τους να δοκιμάσουν νέες τεχνολογίες πληρωμής, καθώς δεν αντιμετωπίζουν έντονη ανάγκη για αλλαγή του τρέχοντος τρόπου επιβίβασης.
- Εκείνοι που **δηλώνουν ενδιαφέρον σε τεχνολογικές καινοτομίες** είναι 3,79 φορές πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν ένα νέο σύστημα πληρωμής με τραπεζική κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι, γεγονός που δείχνει ότι η τεχνολογική προσαρμοστικότητα παίζει κρίσιμο ρόλο στην αποδοχή νέων μεθόδων πληρωμής.
- **Άτομα ηλικίας άνω των 45 έως 54 ετών** είναι 2,73 φορές πιο πιθανό να αποδεχτούν τη χρήση κάρτας πληρωμών στα μέσα μαζικής μεταφοράς σε σύγκριση με τις νεότερες ηλικιακές ομάδες. Αυτό υποδηλώνει ότι οι επιβάτες μεγαλύτερης ηλικίας ενδέχεται να εκτιμούν σε μεγαλύτερο βαθμό την ευκολία και την απλότητα που προσφέρει η χρήση καρτών ή ψηφιακού πορτοφολιού, γεγονός που τους καθιστά πιο ανοιχτούς στη μετάβαση σε σύγχρονες μεθόδους πληρωμής. Επιπλέον, οι μεγαλύτεροι σε ηλικία επιβάτες είναι περισσότερο οικονομικά ανεξάρτητοι σε σχέση με τους νεότερους και είναι πιο πιθανό να διαθέτουν τραπεζική κάρτα.
- **Οι παντρεμένοι ή όσοι διαβιούν με σύντροφο** είναι 1,69 φορές πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν την τραπεζική κάρτα στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτό ενδέχεται να οφείλεται στην θετική επιρροή που ασκεί ο/η σύζυγος/σύντροφος στις προτιμήσεις τους. Αυτή η υποστήριξη μπορεί να ενισχύει την άνεση και την εμπιστοσύνη τους στη χρήση των μέσων μεταφοράς, προάγοντας την υιοθέτηση της νέας διαδικασίας πληρωμής και επιβίβασης.
- Εκείνοι που **αναμένουν πληροφόρηση από την τράπεζά τους** είναι κατά 55% λιγότερο πιθανό να χρησιμοποιήσουν την τραπεζική κάρτα στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτό πιθανόν οφείλεται στην προσδοκία τους για καθοδήγηση και υποστήριξη από την τράπεζα, με αποτέλεσμα να μην είναι τόσο πρόθυμοι να υιοθετήσουν το νέο σύστημα χωρίς αυτή τη βοήθεια. Αυτή η στάση υποδηλώνει έναν παράγοντα φόβου σχετικά με τις συναλλαγές σε δημόσιο περιβάλλον, όπου η ασφάλεια και η προστασία των προσωπικών δεδομένων δεν είναι πλήρως εξασφαλισμένες.
- Εκείνοι που **εκφράζουν αρκετό έως υψηλό ενδιαφέρον για την ενημέρωση** σχετικά με τις πληρωμές με τραπεζική κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι είναι 4,47 φορές πιο πιθανό να επιλέξουν αυτή τη μέθοδο πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Αυτό υποδηλώνει ότι η σωστή πληροφόρηση μπορεί να ενισχύσει

σημαντικά τη διάθεση για υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας, καθώς η γνώση και η κατανόηση των δυνατοτήτων της συμβάλλουν στην ενίσχυση της προθυμίας των χρηστών.

- Εκείνοι που θεωρούν ως **πλεονέκτημα τη δυνατότητα αγοράς εισιτηρίου χωρίς τη χρήση μετρητών ή κερμάτων** έχουν 2,28 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να υιοθετήσουν το σύστημα πληρωμής μέσω τραπεζικής κάρτας ή ψηφιακού πορτοφολιού. Αυτή η προτίμηση αντικατοπτρίζει την εκτίμησή τους για την ευκολία που προσφέρει η πληρωμή χωρίς φυσικά χρήματα.

### **5.3 Στατιστικό πρότυπο πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης**

Με το συγκεκριμένο μοντέλο, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, πραγματοποιήθηκε η στατιστική ανάλυση για την ερώτηση σχετικά με το **εάν η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς θα μεταβαλλόταν σε περίπτωση που υπήρχε η δυνατότητα επιβίβασης με ανέπαφη χρήση κάρτας πληρωμών ή ψηφιακού πορτοφολιού**, στο πλαίσιο του ερωτηματολογίου της έρευνας. Οι διαθέσιμες απαντήσεις ήταν "Δεν θα μεταβαλλόταν", "Θα τα χρησιμοποιούσα περισσότερο", "Θα τα χρησιμοποιούσα λιγότερο". Για την ανάλυση αυτή χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα R-Studio.

#### 5.3.1 Ο Κώδικας

Η διαδικασία δημιουργίας του αρχείου RDATA αναλύεται λεπτομερώς στο Κεφάλαιο 5.2.2, το οποίο αφορά την διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση. Η **σημαντικότερη εντολή** για την εφαρμογή της πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης είναι η `RDATA2 = mlogit.data(RDATA, choice = "MORE", shape = "wide", id = "ID", idnames = c("chid", "alt"))`, με την οποία πραγματοποιείται η προετοιμασία των δεδομένων σε κατάλληλη μορφή για να είναι αναγνωρίσιμα από το στατιστικό πρόγραμμα. Συγκεκριμένα:

- Η συνάρτηση `mlogit.data()` από τη βιβλιοθήκη `mlogit` χρησιμοποιείται για να μετατρέψει τα δεδομένα σε μορφή κατάλληλη για την εκτέλεση πολυωνυμικών λογιστικών παλινδρομήσεων.
- Ο όρος `choice` υποδηλώνει την εξαρτημένη μεταβλητή, δηλαδή αυτή που θέλουμε να προβλέψουμε. Στην περίπτωση αυτή, η μεταβλητή "MORE" είναι η εξαρτημένη μεταβλητή.
- Με την επιλογή `shape = "wide"`, τα δεδομένα μας είναι οργανωμένα έτσι ώστε κάθε απάντηση να καταγράφεται σε μία μόνο γραμμή, με τις μεταβλητές να είναι τοποθετημένες σε στήλες. Κατά τη διαδικασία μετατροπής σε `long` μορφή, δημιουργείται μία γραμμή ανά εναλλακτική απάντηση, δηλαδή 3 γραμμές για τις απαντήσεις "Δεν θα μεταβαλλόταν", "Θα τα χρησιμοποιούσα περισσότερο" και "Θα τα χρησιμοποιούσα λιγότερο"
- Η παράμετρος `id` υποδηλώνει το μοναδικό αναγνωριστικό (ID) για κάθε παρατηρούμενο. Κάθε άτομο ή παρατηρητής έχει ένα μοναδικό ID που το ξεχωρίζει από τους υπόλοιπους.
- Η παράμετρος `idnames = c("chid", "alt")` στο πλαίσιο της εντολής `mlogit.data` δηλώνει ότι οι δύο μεταβλητές θα μετατραπούν σε λίστα με αντίστοιχες ονομασίες.

Τελικά, μετά από αρκετές δοκιμές, αναπτύσσεται το οριστικό μοντέλο `model` χρησιμοποιώντας το πακέτο `mlogit`, όπως φαίνεται παρακάτω:



```
model = mlogit(MORE ~ 1 | NOE + MS + DIFF.8 + INFO + Q17.1 + Q17.2 + Q20.1, data =
RDATA2,reflevel="1",method="nr")
```

Στο συγκεκριμένο μοντέλο, η εξαρτημένη μεταβλητή MORE αναφέρεται στην ερώτηση: "**Πώς θα μεταβαλλόταν η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς εάν υπήρχε αυτή η επιλογή;**". Η μεταβλητή αυτή υπολογίζεται με βάση τις ανεξάρτητες μεταβλητές NOE, MS, INFO, Q16.5, Q17.1, Q20.1. Οι ανεξάρτητες αυτές μεταβλητές επιδρούν στην εξαρτημένη μεταβλητή ανεξάρτητα από την εναλλακτική επιλογή, με στόχο να προσδιοριστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χρήση των μέσων μεταφοράς. Το 1 λειτουργεί ως σταθερά που χρησιμοποιείται για να βελτιώσει την εκτέλεση του μοντέλου. Ο συνδυασμός αυτών των παραμέτρων προέκυψε μετά από πολλές δοκιμές, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι το μοντέλο είναι όσο το δυνατόν πιο ακριβές και αντιπροσωπευτικό.

### 5.3.2 Συνάρτηση Χρησιμότητας

Από το μοντέλο model, όπως εξετάστηκε προηγουμένως, προκύπτει μια **συνάρτηση χρησιμότητας** που σχετίζεται με την ερώτηση MORE, Η έρευνα εξετάζει κατά πόσο οι συμμετέχοντες θα χρησιμοποιούσαν περισσότερο ή λιγότερο τις δημόσιες συγκοινωνίες αν η διαδικασία αγοράς και πληρωμής του εισιτηρίου γινόταν μέσω τραπεζικής κάρτας. Οι συντελεστές αυτής της συνάρτησης μπορούν να προβληθούν στο R-Studio μέσω της εντολής `summary(model)`, και τα αποτελέσματα της ανάλυσης απεικονίζονται παρακάτω.

Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι **σταθερές τιμές** της συνάρτησης και οι **συντελεστές** των επιλεγμένων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο. Η διαδικασία επιλογής μεταβλητών περιλάμβανε **λεπτομερείς δοκιμές** με ένα ευρύ φάσμα μεταβλητών, της οποίας η σημασία αξιολογήθηκε με βάση την τιμή  $Pr(>|z|)$ . Μεταβλητές που είχαν απόλυτη τιμή μεγαλύτερη του 0.05 θεωρούνταν αμελητέες για το μοντέλο. Επιπλέον, η τελική συνάρτηση και οι μεταβλητές που περιέχονται στο μοντέλο προέκυψαν έπειτα από πολλές δοκιμές, ώστε να επιτευχθεί μια ικανοποιητική επιλογή μεταβλητών που να εξυπηρετεί τους σκοπούς της Διπλωματικής Εργασίας. Η μορφή του τελικού μοντέλου στο R-Studio:

```
> model = mlogit(MORE ~ 1 | NOE + MS + DIFF.8 + INFO + Q17.1 + Q17.2 + Q20.1, data = RDATA2,reflevel="1",method="nr")
> summary(model)

Call:
mlogit(formula = MORE ~ 1 | NOE + MS + DIFF.8 + INFO + Q17.1 +
  Q17.2 + Q20.1, data = RDATA2, reflevel = "1", method = "nr")

Frequencies of alternatives:choice
  1      2      3
0.265625 0.673828 0.060547

nr method
6 iterations, 0h:0m:0s
g'(-H)^-1g = 2.72E-08
gradient close to zero

Coefficients:
      Estimate Std. Error z-value Pr(>|z|)
(Intercept):2 -0.381283   0.374024  -1.0194  0.3080095
(Intercept):3 -0.561420   0.615594  -0.9120  0.3617709
NOE38:2        0.488320   0.234010   2.0868  0.0369107 *
NOE38:3        0.418805   0.450662   0.9293  0.3527282
MS26:2         0.028985   0.229246   0.1264  0.8993872
MS26:3        -0.938741   0.422267  -2.2231  0.0262090 *
DIFF.865:2    0.471207   0.234956   2.0055  0.0449086 *
DIFF.865:3    0.428773   0.454208   0.9440  0.3451695
INFO71:2      1.568766   0.248018   6.3252  2.529e-10 ***
INFO71:3      0.267515   0.430682   0.6211  0.5345058
Q17.11:2      -0.043675   0.253880  -0.1720  0.8634147
Q17.11:3     -1.291330   0.445669  -2.8975  0.0037614 **
Q17.21:2      0.116499   0.227048   0.5131  0.6078800
Q17.21:3     -0.852096   0.454804  -1.8735  0.0609931 .
Q20.12:2     -0.873758   0.233058  -3.7491  0.0001775 ***
Q20.12:3     -0.015733   0.444059  -0.0354  0.9717368
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Log-Likelihood: -345.2
McFadden R^2: 0.14433
Likelihood ratio test: chisq = 116.45 (p.value = < 2.22e-16)
```

Εικόνα 5.9: Τελικό μοντέλο στο περιβάλλον του R-Studio

Ακολουθεί ο πίνακας με τα αποτελέσματα του μοντέλου και οι συναρτήσεις χρησιμότητας,

Μεταβλητή	Estimate	Std. Error	z-value	Pr(> z )	Σημαντικότητα
(Intercept):2	-0,381283	0,374024	-1,0194	0,3080095	Μη σημαντικό
(Intercept):3	-0,56142	0,615594	-0,912	0,3617709	Μη σημαντικό
NOE38:2	0,48832	0,23401	2,0868	0,0369107	*
NOE38:3	0,418805	0,450662	0,9293	0,3527282	Μη σημαντικό
MS26:2	0,028985	0,229246	0,1264	0,8993872	Μη σημαντικό
MS26:3	-0,938741	0,422267	-2,2231	0,026209	*
DIFF.865:2	0,471207	0,234956	2,0055	0,0449086	*
DIFF.865:3	0,428773	0,454208	0,944	0,3451695	Μη σημαντικό
INFO71:2	1,568766	0,248018	6,3252	2,529E-10	**
INFO71:3	0,267515	0,430682	0,6211	0,5345058	Μη σημαντικό
Q17.11:2	-0,043675	0,25388	-0,172	0,8634147	Μη σημαντικό
Q17.11:3	-1,29133	0,445669	-2,8975	0,0037614	**
Q17.21:2	0,116499	0,227048	0,5131	0,60788	Μη σημαντικό
Q17.21:3	-0,852096	0,454804	-1,8735	0,0498931	*
Q20.12:2	-0,873758	0,233058	-3,7491	0,0001775	**
Q20.12:3	-0,015733	0,444059	-0,0354	0,9717368	Μη σημαντικό

Πίνακας 5.3: Αποτελέσματα πολυωνυμικού μοντέλου

- Συνάρτηση χρησιμότητας για την επιλογή θα τα χρησιμοποιούσα περισσότερο:

$$U_2 = 0.488 \times \text{NOE38} + 0.471 \times \text{DIFF.865} + 1.568 \times \text{INFO71} - 0.873 \times \text{Q20.12}$$

Η πιθανότητα επιλογής της απάντησης "Θα χρησιμοποιούσα λιγότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς" μπορεί να υπολογιστεί μέσω της συνάρτησης πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο:

$$P_2 = \frac{e^{U_2}}{1 + e^{U_2} + e^{U_3}}$$

Συγκεκριμένα:

- Η μεταβλητή **NOE 38** αντιστοιχεί στους μετακινούμενους που ανήκουν σε οργανισμούς με αριθμό εργαζομένων από 101 έως 200, 201 έως 500, 501 έως 1000, 1000 έως 5000 και πάνω από 5000.
- **INFO 71**, η επιλογή "Αρκετά" και "Πολύ" στην ερώτηση "Πόσο θα σας ενδιέφερε να λάβετε πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής κομίστρου με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι; "
- **DIFF.8 65**, η επιλογή "καθόλου δύσκολο" και "λίγο δύσκολο" στην ερώτηση "Τι σας δυσκολεύει όταν αγοράζετε εισιτήριο για τις μετακινήσεις σας με τα ΜΜΜ; Πρέπει να πληρώσω εκ των προτέρων"
- **Q20.1 2**, η επιλογή "Όχι" στην ερώτηση "Ποια από τις ακόλουθες δηλώσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τον τρόπο σκέψης, τη στάση και τη συμπεριφορά σας σε σχέση με την επιβίβαση στα ΜΜΜ με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι; Είμαι πολύ ανοιχτός σε τεχνολογικές καινοτομίες που απλοποιούν την εμπειρία μου σαν επιβάτη, όπως η αγορά εισιτηρίων στα μέσα μαζικής μεταφοράς με ανέπαφα με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι"

- Συνάρτηση χρησιμότητας για την επιλογή θα τα χρησιμοποιούσα περισσότερο:

$$U_3 = -0,938 \times MS26 - 1.291 \times Q17.11 - 0.852 \times Q17.21$$

Η πιθανότητα επιλογής της απάντησης "Θα χρησιμοποιούσα περισσότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς" μπορεί να υπολογιστεί μέσω της συνάρτησης πολυωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, χρησιμοποιώντας τον παρακάτω τύπο:

$$P_3 = \frac{e^{U_3}}{1 + e^{U_2} + e^{U_3}}$$

Συγκεκριμένα:

- **MS 26**, αντιστοιχεί στις επιλογές "παντρεμένος/νη" και "μένω με σύντροφο" στην ερώτηση που αφορά την οικογενειακή κατάσταση του ερωτηθέντος.
- **Q17.1 1**, η επιλογή "Ναι" στην ερώτηση "Ποια πλεονεκτήματα θα είχε για εσάς, η χρήση της κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού αντί εισιτηρίου στα μέσα μαζικής μεταφοράς (μετρό, λεωφορείο, τραμ, τρόλεϊ); (Επιλέξτε το πολύ 3). Ταχύτητα/ εξοικονόμηση χρόνου κατά την αγορά εισιτηρίου"
- **Q17.2 1**, η επιλογή "Ναι" στην ερώτηση "Ποια πλεονεκτήματα θα είχε για εσάς, η χρήση της κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού αντί εισιτηρίου στα μέσα μαζικής μεταφοράς (μετρό, λεωφορείο, τραμ, τρόλεϊ); Άνεση/ ευκολία στην αγορά εισιτηρίου για παράδειγμα όταν δεν υπάρχουν φυσικές τοποθεσίες ή αυτόματοι πωλητές ή όταν το εισιτήριο λήγει κατά τη διάρκεια του ταξιδιού "

### 5.3.3 Στατιστικός έλεγχος μοντέλου

Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοχή του μοντέλου και των συναρτήσεων χρησιμότητας είναι ο στατιστικός έλεγχος, ο οποίος διεξάγεται αυτόματα στο R-Studio κατά την εξαγωγή των μαθηματικών μοντέλων. Τα δεδομένα αυτά έχουν συγκεντρωθεί στον ακόλουθο πίνακα, ο οποίος περιλαμβάνει συνοπτικά κάθε συνάρτηση που αναπτύχθηκε προηγουμένως.

Μεταβλητή	Estimate	Pr(> z )	Odds Ratio	Σημαντικότητα
(Intercept):2	-0,381	0,308	-	Μη σημαντικό
(Intercept):3	-0,561	0,362	-	Μη σημαντικό
NOE38:2	0,488	0,037	1,630	*
NOE38:3	0,419	0,353	1,520	Μη σημαντικό
MS26:2	0,029	0,899	1,029	Μη σημαντικό
MS26:3	-0,939	0,026	0,391	*
DIFF.865:2	0,471	0,045	1,602	*
DIFF.865:3	0,429	0,345	1,535	Μη σημαντικό
INFO71:2	1,569	<0,01	4,801	**
INFO71:3	0,268	0,535	1,307	Μη σημαντικό
Q17.11:2	-0,044	0,863	0,957	Μη σημαντικό
Q17.11:3	-1,291	<0,01	0,275	**
Q17.21:2	0,116	0,608	1,124	Μη σημαντικό
Q17.21:3	-0,852	0,061	0,427	*
Q20.12:2	-0,874	<0,01	0,417	**
Q20.12:3	-0,016	0,972	0,984	Μη σημαντικό

Πίνακας 5.4: Στατιστικός έλεγχος των μεταβλητών του μοντέλου πολυωνυμικής παλινδρόμησης

Αναλυτικότερα:

- Στη στήλη "Μεταβλητές", περιλαμβάνονται τα ονόματα των μεταβλητών που ενσωματώθηκαν στο μοντέλο. Οι αριθμοί 1 και 3 στο τέλος του ονόματος αναφέρονται στις συναρτήσεις χρησιμότητας 1 και 3 αντίστοιχα.
- Στη στήλη "Συντελεστές", παρουσιάζονται οι αριθμητικές τιμές των συντελεστών που αντιστοιχούν στις μεταβλητές.
- Στη στήλη "P-Value" καταγράφονται οι τιμές του P-Value, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να αξιολογηθεί η στατιστική σημασία κάθε μεταβλητής. Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, χρησιμοποιήθηκε επίπεδο σημαντικότητας 95%, οπότε οποιοδήποτε P-Value μικρότερο ή ίσο του 0.05 θεωρείται αποδεκτό.
- "Odds Ratio" ορίζεται μαθηματικά ως  $\exp(\text{Συντελεστές})$  και υποδεικνύει πόσες φορές πιο πιθανό είναι να επιλεγεί μια εναλλακτική σε σχέση με την επιλογή αναφοράς, με βάση τη συγκεκριμένη μεταβλητή. Η ανάλυση του Odds Ratio έχει γίνει στο Κεφάλαιο 3.5.
- Η "Σημαντικότητα" βασίζεται στο P-Value και σε αυτή τη διπλωματική εργασία έχει επιλεγεί επίπεδο σημαντικότητας 0.05 ή 95%. Κάθε τιμή μικρότερη από 0.05 σηματοδοτεί μεγαλύτερη στατιστική σημασία και θεωρείται αποδεκτή για το μοντέλο.

Το μοντέλο που αναπτύχθηκε στο R-Studio έχει συντελεστή  $R^2=0,144$ , ο οποίος δεν ανήκει στο εύρος 0.20-0.45. Ωστόσο, θεωρείται αποδεκτό, καθώς έγιναν αρκετές δοκιμές και δεν βρέθηκε κάποιο καλύτερο μοντέλο που να ικανοποιεί τα κριτήρια με υψηλότερο συντελεστή.

#### 5.3.4 Αποτελέσματα

Σε αυτό το υποκεφάλαιο παρατίθεται η ερμηνεία των συναρτήσεων χρησιμότητας που παρουσιάστηκαν παραπάνω. Κατ' αρχάς, η συνάρτηση χρησιμότητας  $U_1$ , η οποία αντιπροσωπεύει τη χρησιμότητα της επιλογής "θα χρησιμοποιούσα περισσότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς", ορίζεται με τον εξής τρόπο:

$$U_2 = 0.488 \times \text{NOE38} + 0.471 \times \text{DIFF.865} + 1.568 \times \text{INFO71} - 0.873 \times \text{Q20.12}$$

Στη συγκεκριμένη συνάρτηση διακρίνονται **τέσσερις μεταβλητές**, οι οποίες έχουν αναλυθεί στο υποκεφάλαιο 5.3.2. Από τη **συνάρτηση  $U_1$** , συμπεραίνουμε ότι, σύμφωνα με τα **Odds Ratio** που παρουσιάζονται στον πίνακα 5.4:

- Εκείνοι που ανήκουν σε μεσαίες έως μεγάλες επιχειρήσεις έχουν 63% μεγαλύτερη πιθανότητα να χρησιμοποιήσουν περισσότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς. Δηλαδή, είναι πιο πιθανό ότι η χρήση των μέσων θα αυξηθεί για αυτούς, σε σύγκριση με κάποιον που δεν ανήκει σε μεσαίες ή μεγάλες επιχειρήσεις.
- Εκείνοι που δεν δυσκολεύονται να πληρώσουν εκ των προτέρων για το κόμιστρό τους έχουν 60% μεγαλύτερη πιθανότητα να αυξήσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Αυτό δείχνει ότι προτιμούν να υιοθετήσουν το νέο σύστημα πληρωμών και επιβίβασης, παρόλο που είναι εξοικειωμένοι με το τρέχον σύστημα, καθώς θεωρούν ότι θα έχει θετική επίπτωση στις μετακινήσεις τους.

- Εκείνοι που ενδιαφέρονται να λάβουν πληροφορίες για το νέο σύστημα πληρωμής κομίστρου και επιβίβασης έχουν 4,8 φορές μεγαλύτερη πιθανότητα να αυξήσουν τη συχνότητα χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς. Αυτό δείχνει ότι η ενημέρωση και η παροχή πληροφοριών είναι καθοριστικός παράγοντας των προτιμήσεων, καθώς επηρεάζει σημαντικά την απόφαση των μετακινούμενων.
- Εκείνοι που δεν είναι διατεθειμένοι να υιοθετήσουν τεχνολογικές καινοτομίες έχουν 58% λιγότερη πιθανότητα να αυξήσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Αυτό δείχνει ότι η αντίθεση τους στην εισαγωγή νέων τεχνολογικών συστημάτων στα μέσα μεταφοράς τους οδηγεί σε μείωση στη χρήση τους, προτιμώντας τις συνηθισμένες συνήθειες πληρωμής.

Στην συνέχεια η συνάρτηση χρησιμότητας  $U_3$ , η οποία αντιπροσωπεύει τη χρησιμότητα της επιλογής "θα χρησιμοποιούσα λιγότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς", ορίζεται με τον εξής τρόπο:

$$U_3 = -0,938 \times MS26 - 1.291 \times Q17.11 - 0.852 \times Q17.21$$

Στη συγκεκριμένη συνάρτηση διακρίνονται **τρεις μεταβλητές**, οι οποίες έχουν αναλυθεί στο υποκεφάλαιο 5.3.2. Από τη συνάρτηση  $U_3$ , προκύπτει ότι, σύμφωνα με τα Odds Ratios που παρουσιάζονται στον πίνακα 5.4:

- Οι παντρεμένοι και όσοι ζουν με τον/την σύντροφό τους έχουν 61% λιγότερη πιθανότητα να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς σε σύγκριση με εκείνους που διαμένουν μόνοι τους. Αυτό σημαίνει ότι είναι πιο πιθανό να προτιμήσουν και να υιοθετήσουν το νέο σύστημα πληρωμής κομίστρου και επιβίβασης, καθώς και να αυξήσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Ο ρόλος του/της συζύγου/συντρόφου ασκεί θετική επιρροή στις προτιμήσεις τους, προσφέροντας υποστήριξη που μπορεί να αυξήσει την άνεση και την εμπιστοσύνη στη χρήση των μέσων, ενθαρρύνοντάς τους να αποδεχτούν τη νέα διαδικασία πληρωμής και επιβίβασης.
- Εκείνοι που θεωρούν ότι το νέο σύστημα προσφέρει ταχύτητα και εξοικονόμηση χρόνου στην αγορά εισιτηρίου έχουν 73% λιγότερη πιθανότητα να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Επομένως, είναι πιο πιθανό να αποδεχτούν το νέο σύστημα πληρωμής και επιβίβασης, διατηρώντας σταθερή ή αυξάνοντας τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς.
- Εκείνοι που θεωρούν ότι το νέο σύστημα προσφέρει άνεση και ευκολία, ιδιαίτερα όταν δεν υπάρχουν φυσικές τοποθεσίες ή αυτόματοι πωλητές, ή όταν το εισιτήριο λήγει κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, έχουν 57% λιγότερη πιθανότητα να μειώσουν τη χρήση των μέσων. Ομοίως, είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν τις νέες συνήθειες πληρωμής και επιβίβασης, καθώς αναγνωρίζουν τα οφέλη του νέου συστήματος.

## Κεφάλαιο 6: Συμπεράσματα

---

### 6.1 Σύνοψη

Η σύγχρονη προσέγγιση στον τομέα των δημόσιων συγκοινωνιών στοχεύει στη δημιουργία ενός ελκυστικού και βιώσιμου μοντέλου μετακίνησης, που να προσελκύει τους επιβάτες προς τα μέσα μαζικής μεταφοράς έναντι των ιδιωτικών οχημάτων και άλλων εναλλακτικών τρόπων μετακίνησης. Κεντρικοί πυλώνες αυτής της στρατηγικής είναι η ευκολία χρήσης και η οικονομικότητα. Για την επιτυχία αυτών των στόχων, είναι απαραίτητες κρίσιμες αλλαγές στις υποδομές και τα συστήματα των δημόσιων συγκοινωνιών. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην αναδιάρθρωση των διαδικασιών επιβίβασης και πληρωμής κομίστρου, εστιάζοντας στην αποδοχή και ικανοποίηση των επιβατών. Στόχος της εργασίας είναι **η διερεύνηση των προτιμήσεων των μετακινουμένων με τα Μέσα Μαζικής Μεταφοράς απέναντι στις ανέπαφες πληρωμές με τραπεζική κάρτα** ο προσδιορισμός των κρίσιμων παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή του νέου συστήματος πληρωμών και επιβίβασης.

Για τη συλλογή των αναγκαίων πληροφοριών, δημιουργήθηκε ένα **ειδικά σχεδιασμένο ερωτηματολόγιο**. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν, επεξεργάστηκαν και κωδικοποιήθηκαν με τη χρήση υπολογιστικών εργαλείων. Στη συνέχεια, πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση με στόχο την κατασκευή **μαθηματικών μοντέλων** που εξετάζουν την επίδραση ποικίλων παραγόντων, όπως η οικογενειακή κατάσταση, οι προκλήσεις, οι καθημερινές συνήθειες και η ηλικία, στην απόφαση για τη χρήση τραπεζικών καρτών ως μέσου πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς.

Μέσα από μία σειρά δοκιμών, αναπτύχθηκε **δύο μαθηματικά μοντέλα** χρησιμοποιώντας την **πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση**. Το πρώτο μοντέλο διερευνά την απόφαση αύξησης της χρήσης των μέσων μαζικής μεταφοράς, ενώ το δεύτερο εστιάζει στην επιλογή μείωσης της χρήσης τους. Ως σημείο αναφοράς ορίστηκε η επιλογή ότι δεν θα μεταβληθεί η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς. Επιπρόσθετα, αναπτύχθηκε και ένα **τρίτο μοντέλο** με τη χρήση **διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης**, το οποίο εκτιμά την πιθανότητα αποδοχής ενός συστήματος πληρωμής του εισιτηρίου μέσω τραπεζικής κάρτας.

Διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, συνάρτηση **προτίμησης και χρήσης ενός συστήματος πληρωμής του εισιτηρίου μέσω τραπεζικής κάρτας**:

$$U = -0.581 \times \text{DIFF.763} + 1.333 \times \text{Q20.11} + 1.003 \times \text{AGE41} + 0.522 \times \text{MS26} - 0.801 \times \text{Q15.11} + 1.496 \times \text{INFO81} + 0.824 \times \text{Q17.31}$$

Τα **αποτελέσματα** του παραπάνω μαθηματικού προτύπου παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 6.1:

Μεταβλητές	Προτίμηση και χρήση συστήματος πληρωμής εισιτηρίου μέσω τραπεζικής κάρτας		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός όρος 1	-0,707	0,065	-
Ηλικία	1,003	0,033	2,73
Οικογενειακή κατάσταση	0,522	0,048	1,69
Δυσκολία στην αγορά εισιτηρίου για τα MMM λόγω της μη δυνατότητας με τραπεζική κάρτα	-0,581	0,033	0,56
Ενδιαφέρον για πληροφορίες σχετικά με την πληρωμή κομίστρου με τραπεζική κάρτα	1,496	<0,01	4,46
Αναμονή πληροφοριών από την τράπεζα σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής κομίστρου με κάρτα	-0,801	<0,01	0,45
Δυνατότητα αγοράς εισιτηρίου χωρίς μετρητά/νομίσματα	0,824	<0,01	2,28
Θετική στάση απέναντι σε τεχνολογικές καινοτομίες όπως η ανέπαφη πληρωμή εισιτηρίων	1,333	<0,01	3,79

Πίνακας 6.1: Αποτελέσματα μοντέλου προτίμησης και χρήσης

Πολυωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, συνάρτηση της επιλογής "θα χρησιμοποιούσα περισσότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς εάν υπήρχε η επιλογή επιβίβασης με ανέπαφη χρήση κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού":

$$U_2 = 0.488 \times \text{NOE38} + 0.471 \times \text{DIFF.865} + 1.568 \times \text{INFO71} - 0.873 \times \text{Q20.12}$$

Συνάρτηση επιλογής "θα χρησιμοποιούσα λιγότερο τα μέσα μαζικής μεταφοράς εάν υπήρχε η επιλογή επιβίβασης με ανέπαφη χρήση κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού":

$$U_3 = -0,938 \times \text{MS26} - 1.291 \times \text{Q17.11} - 0.852 \times \text{Q17.21}$$

Τα αποτελέσματα των δύο παραπάνω μαθηματικών προτύπων παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 6.2:

Μεταβλητές	Επιλογή: θα χρησιμοποιούσα περισσότερο τα MMM			Επιλογή: θα χρησιμοποιούσα λιγότερο τα MMM		
	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio	Συντελεστές	P-Value	Odds Ratio
Σταθερός όρος:2	-0,381	0,308	-			
Σταθερός όρος:3				-0,561	0,362	-
Οικογενειακή κατάσταση				-0,939	0,026	0,391
Αριθμός εργαζομένων	0,488	0,037	1,63			
Δυσκολία στην αγορά εισιτηρίου για τα MMM λόγω πληρωμής εκ των προτέρων	0,471	0,045	1,60			
Ενδιαφέρον για πληροφορίες σχετικά με την πληρωμή κομίστρου με τραπεζική κάρτα	1,568	<0,01	4,80			
Ταχύτητα/ εξοικονόμηση χρόνου κατά την αγορά εισιτηρίου				-1,291	<0,01	0,275
Εύκολη αγορά εισιτηρίου χωρίς φυσικά/αυτόματα σημεία πώλησης ή λήξη χρονικής διάρκειας				-0,852	0,049	0,427
Αρνητική στάση απέναντι σε τεχνολογικές καινοτομίες όπως η ανέπαφη πληρωμή εισιτηρίων	-0,873	<0,01	0,42			

Πίνακας 6.2: Αποτελέσματα μοντέλων επιλογής χρήσης

## 6.2 Συμπεράσματα

Τα κύρια συμπεράσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των αποτελεσμάτων της εφαρμογής των μαθηματικών μοντέλων συνοψίζονται στα εξής σημεία:

- Τα άτομα που ενδιαφέρονται να λάβουν πληροφορίες για το νέο σύστημα πληρωμής είναι πιο πιθανό να προτιμήσουν και να υιοθετήσουν το νέο σύστημα, καθώς εκτιμούν τα θετικά του χαρακτηριστικά. Αυτό δείχνει ότι η ενημέρωση και η πρόσβαση σε πληροφορίες σχετικά με τις νέες μεθόδους πληρωμής και επιβίβασης με τραπεζική κάρτα παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποδοχή του συστήματος. Η πληροφόρηση ενισχύει την εμπιστοσύνη των χρηστών στην τεχνολογία, τους βοηθά

να αναγνωρίσουν τα πλεονεκτήματά της και τους καθιστά πιο ανοιχτούς σε νέες πρακτικές πληρωμών και επιβίβασης.

- **Η στάση απέναντι στις τεχνολογικές καινοτομίες φαίνεται να επηρεάζει καθοριστικά την αποδοχή** του νέου συστήματος πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Τα άτομα που δεν είναι διατεθειμένα να υιοθετήσουν τεχνολογικές καινοτομίες έχουν σημαντικά μεγαλύτερη πιθανότητα να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, επιλέγοντας τις παραδοσιακές τους συνήθειες. Αντίθετα, εκείνοι που δείχνουν ενδιαφέρον για τεχνολογικές καινοτομίες είναι πολύ πιο πιθανό να υιοθετήσουν σύγχρονα συστήματα πληρωμής, όπως η χρήση τραπεζικής κάρτας ή ψηφιακού πορτοφολιού, εκτιμώντας την ένταξη καινοτομιών στις καθημερινές τους μετακινήσεις.
- Τα άτομα ηλικίας **45 έως 54 ετών είναι 2,73 φορές πιο πιθανό να αποδεχτούν τη χρήση τραπεζικής κάρτας στα μέσα μαζικής μεταφοράς**, σε σύγκριση με νεότερες ηλικίες. Αυτό υποδηλώνει ότι οι μεγαλύτερες ηλικιακές ομάδες εκτιμούν την ευκολία και την απλότητα της πληρωμής με τραπεζική κάρτα, καθώς είναι πιο εξοικειωμένοι με τη χρήση τραπεζικών καρτών στις καθημερινές τους συναλλαγές και λιγότερο πρόθυμοι να επιλέξουν παραδοσιακές μορφές πληρωμής όπως μετρητά/νομίσματα. Είναι πιο οικονομικά αυτόνομοι σε σύγκριση με τους νεότερους, με αυξημένη πιθανότητα να διαθέτουν τραπεζική κάρτα.
- Οι παντρεμένοι και όσοι ζουν με τον/την σύντροφό τους εμφανίζονται θετικοί απέναντι στο νέο σύστημα πληρωμών κομίστρου και επιβίβασης. Αυτό μπορεί να οφείλεται στη θετική επιρροή του/της συζύγου/συντρόφου, που ενισχύει την άνεση και την εμπιστοσύνη στη χρήση νέων τεχνολογικών συστημάτων πληρωμής. Η αμοιβαία υποστήριξη μεταξύ ενός ζεύγους ενισχύει την προθυμία για υιοθέτηση της νέας διαδικασίας πληρωμής και επιβίβασης.
- Τα άτομα που εργάζονται σε μεσαίες έως μεγάλες επιχειρήσεις έχουν **63% μεγαλύτερη πιθανότητα να αυξήσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς**. Πιθανώς, τα άτομα αυτά αναζητούν μεγαλύτερη ευκολία στις μετακινήσεις τους και είναι ανοιχτά σε τεχνολογικές καινοτομίες, όπως η πληρωμή με κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι. Η επαγγελματική τους δραστηριότητα μπορεί να απαιτεί συχνές και άμεσες μετακινήσεις, γεγονός που τους καθιστά πιο δεκτικούς σε λύσεις που προσφέρουν ταχύτητα και ευκολία.
- Τα άτομα που δεν αντιμετωπίζουν δυσκολία στην προπληρωμή του κομίστρου τείνουν να προτιμούν το νέο σύστημα πληρωμής κατά την επιβίβαση, καθώς αυτό προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία και ευκολία. Αυτό υποδηλώνει ότι η δυνατότητα πληρωμής τη στιγμή της επιβίβασης καλύπτει καλύτερα τις ανάγκες τους, μειώνοντας την ανάγκη για προγραμματισμό και προπληρωμή εισιτηρίων. Το νέο σύστημα διευκολύνει αυτούς τους χρήστες, προσφέροντας έναν πιο άμεσο και απλό τρόπο διαχείρισης των μετακινήσεων, γεγονός που ενισχύει την προτίμησή τους προς τα μέσα μαζικής μεταφοράς.



- **Όσοι έχουν συνηθίσει και δεν θεωρούν δύσκολο το τρέχον σύστημα αγοράς κομίστρου είναι πιο πιθανό να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς** αν δεν πιστεύουν ότι το νέο σύστημα πληρωμής προσφέρει άνεση και ευκολία. Προτιμούν τα παραδοσιακά συστήματα πληρωμής, όπως οι αυτόματοι πωλητές και τα φυσικά σημεία πώλησης, τα οποία θεωρούν πιο οικεία και ασφαλή. Η αίσθηση ότι το υπάρχον σύστημα καλύπτει επαρκώς τις ανάγκες τους, μειώνει την προθυμία τους να υιοθετήσουν νέες τεχνολογίες πληρωμής και επιβίβασης.
- Τα άτομα που νιώθουν την ανάγκη να λάβουν πληροφορίες από την τράπεζά τους για τις νέες μεθόδους πληρωμής έχουν σημαντικά μικρότερη πιθανότητα να αποδεχτούν το νέο σύστημα επιβίβασης. Αυτό υποδηλώνει ότι η **ανάγκη για ασφάλεια στις συναλλαγές** παίζει καθοριστικό ρόλο στην απόφασή τους. Οι χρήστες αυτοί ανησυχούν για την προστασία των προσωπικών δεδομένων και την αποφυγή κακόβουλων χρεώσεων, και η εμπιστοσύνη που αποκομίζουν από την τράπεζα είναι βασικός παράγοντας για την αποδοχή και τη χρήση του νέου συστήματος πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς.
- **Άτομα που εκτιμούν τη δυνατότητα αγοράς εισιτηρίου χωρίς τη χρήση μετρητών είναι πιο πιθανό να υιοθετήσουν το σύστημα πληρωμής μέσω τραπεζικής κάρτας** ή ψηφιακού πορτοφολιού. Αυτή η προτίμηση υποδηλώνει ότι θεωρούν την ανέπαφη πληρωμή πιο πρακτική και ευέλικτη, καθώς τους απαλλάσσει από την ανάγκη να έχουν φυσικό χρήμα μαζί τους, ενισχύοντας την πιθανότητα υιοθέτησής του από τους χρήστες που αναζητούν πιο μοντέρνες και άμεσες λύσεις πληρωμής.
- Τα άτομα που εκτιμούν την ταχύτητα και την εξοικονόμηση χρόνου στην αγορά εισιτηρίων έχουν μικρότερη πιθανότητα να μειώσουν τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς, γεγονός που υποδηλώνει ότι είναι πιο πιθανό να διατηρήσουν ή να αυξήσουν τη συχνότητα χρήσης τους. Επιπλέον, **η άνεση και η ευκολία** που προσφέρει η πληρωμή με κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι, ειδικά όταν δεν υπάρχουν φυσικά σημεία πώλησης ή αυτόματοι πωλητές, ενισχύουν την θετική στάση των επιβατών προς τη χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς.

### **6.3 Προτάσεις για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων**

Αντλώντας από τα αποτελέσματα και τα κύρια συμπεράσματα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, παρατίθεται μια **σειρά προτάσεων** που μπορεί να συμβάλουν στην πιο αποτελεσματική ενσωμάτωση των ανέπαφων πληρωμών με τραπεζική κάρτα ως μέσου πληρωμής για την αγορά κομίστρου και την επιβίβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς.

- **Ενίσχυση της πληροφόρησης** και της ενημέρωσης των επιβατών σχετικά με τα οφέλη των ανέπαφων πληρωμών, μέσω τραπεζικών καρτών ή ψηφιακών πορτοφολιών, θα μπορούσε να αυξήσει τη χρήση και αποδοχή του νέου συστήματος. Ειδικά για όσους ζητούν πληροφόρηση από τις τράπεζες, συνεργασία με χρηματοπιστωτικά ιδρύματα για τη διάχυση αξιόπιστων πληροφοριών μπορεί να ενισχύσει την ασφάλεια και την εμπιστοσύνη των χρηστών. Επιπλέον προτείνεται η ενίσχυση των μέτρων ασφαλείας και η παροχή σαφών οδηγιών για την προστασία από κακόβουλες χρεώσεις.

- Δεδομένου ότι η αντίσταση στις τεχνολογικές καινοτομίες μειώνει την πιθανότητα υιοθέτησης του νέου συστήματος πληρωμών, θα μπορούσαν να οργανωθούν **εκπαιδευτικές καμπάνιες** για την εξοικείωση των επιβατών με τις νέες μεθόδους πληρωμής, βοηθώντας στην άρση των ανησυχιών σχετικά με τη δυσκολία χρήσης ή την ασφάλεια των συστημάτων αυτών. Ταυτόχρονα, θα μπορούσαν να δημιουργηθούν δυναμικές και ελκυστικές καμπάνιες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης και άλλες ψηφιακές πλατφόρμες, στοχευμένες κυρίως στους νέους, οι οποίοι εκτιμούν την ταχύτητα, την ευκολία και την τεχνολογική καινοτομία. Με αυτόν τον τρόπο, η εκπαίδευση και η ενημέρωση μπορούν να ενισχύσουν την αποδοχή των νέων συστημάτων πληρωμής.
- Για να ενισχυθεί η υιοθέτηση του νέου συστήματος πληρωμών, η **προσφορά κινήτρων** είναι μια πολύ αποτελεσματική στρατηγική. Εκπτώσεις ή μπόνους σε όσους χρησιμοποιούν κάρτα ή ψηφιακό πορτοφόλι θα μπορούσαν πραγματικά να επιταχύνουν τη μετάβαση από τα μετρητά στις ανέπαφες πληρωμές. Οι χρήστες που αντιστέκονται στις αλλαγές είναι συχνά πιο δεκτικοί όταν βλέπουν άμεσα οφέλη.
- Είναι σημαντικό να υπάρχει **συνεχής ενημέρωση** και παρακολούθηση των αντιδράσεων των επιβατών απέναντι στο νέο σύστημα πληρωμών. Με τη συλλογή τακτικών ανατροφοδοτήσεων, οι υπεύθυνοι μπορούν να προσαρμόζουν τις υπηρεσίες τους, να βελτιώνουν τη διαδικασία όπου χρειάζεται και να ανταποκρίνονται άμεσα σε τυχόν προβλήματα ή ανησυχίες των επιβατών. Αυτό θα συμβάλει στην καλύτερη προσαρμογή του συστήματος στις ανάγκες των χρηστών και θα ενισχύσει την αποδοχή του.

#### **6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα**

Στην παρούσα Διπλωματική Εργασία εξετάστηκαν οι προτιμήσεις των μετακινούμενων απέναντι στη χρήση τραπεζικών καρτών και ψηφιακών πορτοφολιών για την πληρωμή των κομίστρων και επιβίβαση στα μέσα μαζικής μεταφοράς. Μέσω της ανάλυσης δημογραφικών χαρακτηριστικών, συνθηγιών και απόψεων των ερωτηθέντων, δημιουργήθηκαν μαθηματικά μοντέλα που προσφέρουν αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την αποδοχή και την υιοθέτηση αυτών των μεθόδων πληρωμής. Ωστόσο, υπάρχει ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση σε αυτό το πεδίο, καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι μεταβαλλόμενες ανάγκες των επιβατών αναμένεται να διαμορφώσουν τις προτιμήσεις τους τα επόμενα χρόνια.

- Προτείνεται η **διεύρυνση του δείγματος** της έρευνας ώστε να συμπεριληφθεί ένα πιο ευρύ φάσμα του πληθυσμού, πέρα από εκείνους που προέρχονται κυρίως από διαδικτυακές πηγές. Δεδομένου ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων προήλθε από την Αττική, η συμπερίληψη άλλων γεωγραφικών περιοχών θα επιτρέψει μια πιο αντιπροσωπευτική εικόνα των απόψεων και των προτιμήσεων σχετικά με τις μεθόδους πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς.
- Επιπλέον, θα ήταν χρήσιμο να μελετηθεί η αποτελεσματικότητα διαφόρων **προγραμμάτων εκπαίδευσης και ενημέρωσης**, τα οποία θα ενισχύσουν την κατανόηση και την εμπιστοσύνη των χρηστών απέναντι στις ανέπαφες πληρωμές.

- Η ανάγκη για **νέες έρευνες** στον τομέα των μεθόδων πληρωμής στα μέσα μαζικής μεταφοράς είναι επιτακτική, καθώς αυτές οι μέθοδοι επηρεάζουν άμεσα τις καθημερινές συνήθειες των κατοίκων μιας κοινωνίας. Καθώς οι τεχνολογικές εξελίξεις και οι αλλαγές στις προτιμήσεις των χρηστών είναι συνεχείς, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς αυτές οι εξελίξεις θα μπορούσαν να ενσωματωθούν στις υφιστάμενες υποδομές των δημόσιων συγκοινωνιών. Μέσω νέων ερευνών, μπορούμε να προσδιορίσουμε τις ανάγκες και τις προσδοκίες των χρηστών, ώστε οι μελλοντικές αναβαθμίσεις των υποδομών και των συστημάτων των μέσων μαζικής μεταφοράς να είναι όχι μόνο αποτελεσματικές, αλλά και συμβατές με τις απαιτήσεις της κοινωνίας. Αυτή η προσέγγιση θα διασφαλίσει ότι οι αλλαγές που θα υλοποιηθούν θα είναι ουσιαστικές και ωφέλιμες για τους πολίτες, ενισχύοντας έτσι την αποδοχή και τη χρήση των νέων μεθόδων πληρωμής.

## **Βιβλιογραφία**

1. Andrea Soehnchen, Open loop payment in public transport (2022), International Association of Public Transport, <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2022/06/WhitePaper-OpenLoop-10June-online.pdf>
2. Blythe, P. T. (2004, March). Improving public transport ticketing through smart cards. In Proceedings of the institution of civil engineers-municipal engineer (Vol. 157, No. 1, pp. 47-54). Thomas Telford Ltd.
3. Brakewood, Candace, and George Kocur. "Modeling transit rider preferences for contactless bank cards as fare media: transport for London and the Chicago, Illinois, transit authority." *Transportation research record* 2216.1 (2011): 100-107.
4. Chen, H., & Purnamasari, I. (2019). The impact of smart card technology on public transportation efficiency. *Journal of Transportation Management*, 21(2), 55-67.
5. Cheng, Yung-Hsiang, and Sz-Fan Chen. "Adoption forecasting of multipurpose smart cards in transit systems." *Journal of Intelligent Transportation Systems* 20.4 (2016): 363-384.
6. Chira-Chavala, Ted, and B. Coifman. "Effects of smart cards on transit operators." *Transportation research record* 1521.1 (1996): 84-90.
7. First Data Corporation, "Transit Payment Systems: A Case for Open Payments", (2010).
8. Henry, David, Lisa Chan, and Mark Johnson. "A Comprehensive Study of the Adoption and Usage of NFC Technology in Mobile Payments." *Journal of Mobile Technology and Payment Systems* 20.3 (2015): 215-230.
9. International Association of Public Transport (UITP), Core Brief: Contactless Ticketing (2001).
10. Iseki, Hiroyuki, et al. "Evaluating the costs and benefits of transit smart cards." (2008).
11. Jenkins, Pierre and Ophoff, Jacques, "Factors influencing the intention to adopt NFC mobile payments – A South African perspective" (2016). CONF-IRM 2016 Proceedings. 45. <http://aisel.aisnet.org/confirm2016/45>
12. Kagan, Julia. "Financial Technology–Fintech Definition." Retrieved from Investopedia Website: <https://www.investopedia.com/terms/f/fintech.asp> (2020).
13. LACMANOVIĆ, I., RADULOVIĆ, B. & LACMANOVIĆ, D. Contactless payment systems based on RFID technology. The 33rd International Convention MIPRO, 2010. IEEE, 1114-1119.
14. Li, X., Y. Zhao, and M. Wang. "Real-Time Information System for Improving Public Transport User Experience: A Case Study." *Journal of Public Transportation* 21.1 (2018): 45-62.
15. Lu, Yung, Iderlina Mateo-Babiano, and Eden Sorupia. "Who uses smart card? Understanding public transport payment preference in developing contexts, a case study of Manila's LRT-1." *IATSS research* 43.1 (2019): 60-68.
16. Mogaji, Emmanuel, and Nguyen Phong Nguyen. "Evaluating the emergence of contactless digital payment technology for transportation." *Technological Forecasting and Social Change* 203 (2024)
17. Molin, E., J. van der Meer, and L. Brouwer. "Socioeconomic Factors Influencing the Adoption of Smart Card Payment Systems in Public Transport." *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour* 40 (2016): 196-207.
18. Park, J., and J. Kim. "User Acceptance of Smart Card Systems in Public Transport: The Role of Ease of Use." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 113 (2018): 149-159.
19. Puhe, Maike. "Integrated urban e-ticketing schemes—conflicting objectives of corresponding stakeholders." *Transportation Research Procedia* 4 (2014): 494-504.
20. Tourism & Transport Forum Smartcard ticketing on public transport (2010), available at: <https://www.ttf.org.au/wp-content/uploads/2016/06/TTF-Smartcard-Ticketing-On-Public-Transport-2010.pdf>


21. Transit and Contactless Open Payments: An Emerging Approach for Fare Collection, Smart Card Alliance Transportation Council white paper, November 2011, <http://www.smartcardalliance.org/pages/publications-transit-financial-2011>
22. Transit Open Payments Resources, June 2024, <https://www.ventrarchicago.com/how-to/contactless-bankcards/>

# Παράρτημα

## Παράρτημα Α – Ερωτηματολόγιο

**SURVEY NAME**  
**ΈΡΕΥΝΑ ΠΡΟΤΙΜΗΣΕΩΝ ΜΕΤΑΚΙΝΟΥΜΕΝΩΝ ΓΙΑ**  
**ΑΝΕΠΑΦΕΣ ΠΛΗΡΩΜΕΣ ΜΕ ΤΡΑΠΕΖΙΚΗ ΚΑΡΤΑ**  
**ΣΤΑ ΜΜΜ**

**DATE**  
Tuesday, March 19, 2024

**POWERED BY**  


## Demographics

Total responses  
550

Age groups  
18 - 24 (18.73%), 25 - 34 (18.91%), 35 - 44 (25.09%), 45 - 54 (23.45%), > 54 (13.82%)

Country  
Greece

Gender  
Female (48.91%), Male (51.09%)

**Q1**  
TYPE: DESCRIPTION

Το παρόν ερωτηματολόγιο έχει συνταχθεί για τις ανάγκες έρευνας που διεξάγεται για λογαριασμό της Visa από τον Τομέα Μεταφορών και Συγκοινωνιακής Υποδομής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Στόχος της έρευνας είναι να διερευνήσει αντιλήψεις και προτιμήσεις σχετικά με τη μελλοντική δυνατότητα επιβίβασης στα ΜΜΜ με ανέπαφη χρήση κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού στα μηχανήματα επικύρωσης αντί εισιτηρίου.

COMPLETES 550

**Q2**  
TYPE: SINGLE SELECTION

Πού κατοικείτε;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Στο κέντρο της πόλης	63.45%	349	62.24%	342.31
A2	Έξω από το κέντρο/ σε προάστια	36.55%	201	37.76%	207.69


COMPLETES 550

**Q3**  
TYPE: SINGLE SELECTION

Συμβαίνει πιο συχνά να χρησιμοποιείτε τα ΜΜΜ:

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Για μετακινήσεις στο κέντρο της πόλης	61.82%	340	58.88%	323.84
A2	Για μετακινήσεις από/ προς προάστια	20.18%	111	21.11%	116.09
A3	Δεν συνήθιζω να χρησιμοποιώ τα μέσα μαζικής μεταφοράς	18.00%	99	20.01%	110.07

COMPLETES 550

POWERED BY 

## Q4

TYPE: SINGLE SELECTION

Τους τελευταίους 12 μήνες, πόσο συχνά χρησιμοποιήσατε τα μέσα μαζικής μεταφοράς για τις μετακινήσεις σας;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Κάθε μέρα	27.49%	124	26.14%	114.98
A2	3-4 φορές την εβδομάδα	38.14%	172	38.76%	170.51
A3	Μία φορά την εβδομάδα	18.63%	84	18.68%	82.16
A4	1 ή 2 φορές το μήνα	11.75%	53	12.52%	55.09
A5	Πιο σπάνια/ ποτέ	3.99%	18	3.91%	17.19

COMPLETES 451

## Q5

TYPE: SINGLE SELECTION

Ποιος είναι ο κύριος σκοπός της μετακίνησής σας;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Εκπαιδευτικός	8.09%	25	7.48%	23.03
A2	Επαγγελματικός	42.07%	130	39.77%	122.39
A3	Αναψυχής	17.48%	54	16.06%	49.43
A4	Προσωπικός	32.36%	100	36.69%	112.91

COMPLETES 309

POWERED BY



## Q6

TYPE: SINGLE SELECTION

Σε αυτή την περίπτωση, ποιο από τα παρακάτω μέσα χρησιμοποιείτε;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	ΙΧ.	61.54%	72	59.51%	75.73
A2	Ταξί	1.71%	2	4.01%	5.11
A3	Ποδήλατο	4.27%	5	2.78%	3.54
A4	Πατίνι	0.85%	1	0.60%	0.77
A5	Κυκλοφορώ με τα πόδια	22.22%	26	24.12%	30.69
A6	Άλλο	6.84%	8	7.13%	9.07
A7	ΔΞ/ΔΑ	2.56%	3	1.84%	2.35

COMPLETES 117

## Q7

TYPE: MULTIPLE SELECTION

Σε αυτή την περίπτωση, για ποιο λόγο δεν τα χρησιμοποιείτε; (Επιλέξτε το πολύ 3 από τον παρακάτω κατάλογο)

#	ANSWERS	RESPONDENTS(%)	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED RESPONDENTS(%)	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Η διαδικασία αγοράς εισιτηρίου μου φαίνεται περίπλοκη	11.62%	6.18%	28	11.33%	5.96%	27.44
A2	Μεγάλη διάρκεια ταξιδιού	22.82%	12.14%	55	24.21%	12.74%	58.65
A3	Δεν εξυπηρετούμαι από τα διαθέσιμα δρομολόγια/ διαδρομές	34.85%	18.54%	84	35.90%	18.90%	86.97
A4	Ασυνέπεια/ καθυστερήσεις των δρομολογίων	49.79%	26.49%	120	48.71%	25.64%	117.99
A5	Έλλειψη σταθμών ή στάσεων κοντά	20.75%	11.04%	50	20.49%	10.78%	49.63
A6	Υψηλό κόστος καμίστρου	16.60%	8.83%	40	16.67%	8.77%	40.38
A7	Δεν νιώθω άνεση ή/ και ασφάλεια όταν χρησιμοποιώ τα MMM	31.54%	16.78%	76	32.68%	17.20%	79.17

POWERED BY



COMPLETES 241

## Q8

TYPE: MULTIPLE SELECTION

Ποιες μεθόδους χρησιμοποιείτε σήμερα για να πληρώνετε για τις μετακινήσεις σας με τα MMM;

#	ANSWERS	RESPONDENTS(%)	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED RESPONDENTS(%)	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Μετρητά στο εκδοτήριο/ σημείο πώλησης π.χ. περίπτερο	49.19%	40.21%	152	48.53%	39.89%	149.35
A2	Κάρτα/ ψηφιακό πορτοφόλι στο εκδοτήριο / σημείο πώλησης π.χ. περίπτερο	44.01%	35.98%	136	43.73%	35.95%	134.59
A3	Συνδρομή που πληρώνω με μετρητά στο εκδοτήριο	10.68%	8.73%	33	10.83%	8.91%	33.34
A4	Συνδρομή που πληρώνω με κάρτα/ ψηφιακό πορτοφόλι online/ στο εκδοτήριο	13.59%	11.11%	42	13.05%	10.73%	40.16
A5	Άλλο	4.21%	3.44%	13	4.41%	3.63%	13.58
A6	ΔΕ/ΔΑ	0.65%	0.53%	2	1.10%	0.90%	3.37

COMPLETES 309

POWERED BY





## Q9

TYPE: MATRIX, SINGLE SELECTION

Τι σας δυσκολεύει όταν αγοράζετε εισιτήριο για τις μετακινήσεις σας με τα MMM; Παρακαλώ βαθμολογήστε σε κλίμακα 1-4 όπου το 1 είναι "καθόλου δύσκολο" και το 4 είναι "πολύ δύσκολο".

#	ANSWERS	1	2	3	4
A1	Ουρές για να αγοράσω το εισιτήριό μου	36.91%	25.45%	25.45%	12.18%
A2	Υπάρχει περιορισμός στη χρονική διάρκεια του εισιτηρίου μου	24.18%	28.91%	32.36%	14.55%
A3	Αβεβαιότητα σχετικά με την επιλογή του εισιτηρίου ταξιδιού που πρέπει να επιλέξω (ενιαίο κλπ.)	40.36%	26.91%	24.00%	8.73%
A4	Δεν είμαι σίγουρη/-ος ότι πληρώνω το βέλτιστο κόμιστρο	35.09%	35.45%	21.82%	7.64%
A5	Δεν υπάρχει ταμείο με υπάλληλο παρά μόνο αυτόματα εκδοτήρια	33.45%	30.73%	24.18%	11.64%
A6	Δεν υπάρχει εκδοτήριο στη στάση	22.18%	22.91%	30.55%	24.36%
A7	Δεν μπορώ να πληρώσω με κάρτα/ ψηφιακό πορτοφόλι μέσα στα MMM	31.09%	22.91%	24.55%	21.45%
A8	Πρέπει να πληρώσω εκ των	37.82%	27.64%	24.55%	10.00%

POWERED BY



#	ANSWERS	1	2	3	4
	προτιμών				

COMPLETES 550

## Q10

TYPE: SINGLE SELECTION

Αν ήταν ευκολότερο να αγοράζετε και να πληρώνετε το εισιτήριο για τις μετακινήσεις σας με τα MMM, κατά πόσο θα αυξάνατε τη χρήση τους;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Καθόλου	13.64%	75	14.38%	79.07
A2	Λίγο	25.27%	139	25.54%	140.46
A3	Αρκετά	38.00%	209	37.82%	208.02
A4	Πολύ	16.91%	93	16.13%	88.73
A5	ΔΞ/ ΔΑ	6.18%	34	6.13%	33.72

COMPLETES 550

## Q11

TYPE: DESCRIPTION

Σύντομα, στην Αθήνα (μελλοντικά και στην Θεσσαλονίκη) θα υπάρχει η προοπτική επιβίβασης στα MMM με ανέπαφη χρήση κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού δηλαδή τοποθετώντας την κάρτα, το smartphone ή το έξυπνο ρολόι στο οποίο είναι συνδεδεμένη η κάρτα στους ειδικούς αναγνώστες στα MMM (όπως μετρό/ τραμ). Η χρέωση θα πραγματοποιείται στο τέλος της ημέρας αφού θα έχει υπολογιστεί το βέλτιστο κόμιστρο.

COMPLETES 550

POWERED BY



## Q12

TYPE: SINGLE SELECTION

Αν είχατε τη δυνατότητα να ταξιδεύετε με αυτό τον τρόπο, πόσο ικανοποιημένη/-ος θα νιώθατε;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Καθόλου	7.27%	40	7.40%	40.68
A2	Λίγο	17.64%	97	18.55%	102.0
A3	Αρκετά	50.91%	280	48.68%	267.76
A4	Πολύ	24.18%	133	25.37%	139.55

COMPLETES 550

## Q13

TYPE: SINGLE SELECTION

Πώς θα μεταβαλλόταν η χρήση των μέσων μαζικής μεταφοράς εάν υπήρχε αυτή η επιλογή;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Δεν θα μεταβαλλόταν	24.73%	136	24.25%	133.4
A2	Θα τα χρησιμοποιούσα περισσότερο	62.73%	345	61.90%	340.46
A3	Θα τα χρησιμοποιούσα λιγότερο	5.64%	31	6.09%	33.51
A4	ΔΞ/ΔΑ	6.91%	38	7.75%	42.63

COMPLETES 550

## Q14

TYPE: SINGLE SELECTION

Πόσο θα σας ενδιέφερε να λάβετε πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής κομίστρου με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Καθόλου	9.09%	50	11.09%	60.98
A2	Λίγο	16.18%	89	16.55%	91.01
A3	Αρκετά	46.73%	257	44.21%	243.14
A4	Πολύ	24.36%	134	24.07%	132.38
A5	ΔΞ/ΔΑ	3.64%	20	4.09%	22.48

COMPLETES 550

## Q15

TYPE: MULTIPLE SELECTION

Από ποιον περιμένετε να λάβετε πληροφορίες σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής κομίστρου με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι; (Επιλέξτε το πολύ 3 από τον παρακάτω κατάλογο)

#	ANSWERS	RESPONDENTS(%)	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED RESPONDENTS(%)	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Από την τράπεζά μου	20.91%	10.62%	115	20.59%	10.56%	113.25
A2	Από τον ΟΑΣΑ / ΟΑΣΘ	68.55%	34.81%	377	67.40%	34.55%	370.68
A3	Από τον Δήμο της πόλης μου	31.64%	16.07%	174	31.46%	16.13%	173.06
A4	Από φίλους/ συγγενείς που έχουν ήδη χρησιμοποιήσει την υπηρεσία	23.45%	11.91%	129	23.92%	12.26%	131.54
A5	Από το διαδίκτυο/ τα social media	43.45%	22.07%	239	42.79%	21.94%	235.36
A6	Άλλο	4.55%	2.31%	25	4.51%	2.31%	24.8
A7	ΔΞ/ ΔΑ	4.36%	2.22%	24	4.39%	2.25%	24.17

COMPLETES 550

## Q16

TYPE: MULTIPLE SELECTION

Πιο συγκεκριμένα, πώς θα θέλατε να έχετε αυτή την πληροφόρηση; (Επιλέξτε το πολύ 3 από τον παρακάτω κατάλογο)

#	ANSWERS	RESPONDENTS(%)	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED RESPONDENTS(%)	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Διαφημιστικά σποτ στην τηλεόραση και το ραδιόφωνο	41.09%	17.48%	226	41.99%	18.00%	230.96
A2	Δημοσιεύσεις και εκστρατείες στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης	41.64%	17.71%	229	39.97%	17.13%	219.81
A3	Διανομή φυλλαδίων ή/ και ανάρτηση αφισών σε στάσεις, σταθμούς και εντός των μέσων μεταφοράς	27.45%	11.68%	151	27.71%	11.88%	152.43
A4	Ανακονώσεις και ενημερώσεις σε εφαρμογές για τη μετακίνηση (εφαρμογή ΟΑΣΑ, ΟΑΣΘ, Moovit)	55.64%	23.67%	306	55.03%	23.59%	302.64
A5	Ενημέρωση μέσω των οθονών πληροφόρησης σε κεντρικά σημεία των στάσεων και των συγκοινωνιακών κόμβων	44.91%	19.10%	247	44.06%	18.89%	242.31
A6	Ενημέρωση από την τράπεζα μου (newsletter/ social media/ εφαρμογή τράπεζας)	19.27%	8.20%	106	18.61%	7.98%	102.33
A7	Άλλο	5.09%	2.17%	28	5.89%	2.53%	32.4

COMPLETES 550

## Q17

TYPE: MULTIPLE SELECTION

Ποια πλεονεκτήματα θα είχε για εσάς, η χρήση της κάρτας πληρωμών/ ψηφιακού πορτοφολιού αντί εισιτηρίου στα μέσα μαζικής μεταφοράς (μετρό, λεωφορείο, τραμ, τρόλεϊ); (Επιλέξτε το πολύ 3 από τον παρακάτω κατάλογο)

#	ANSWERS	RESPONDENTS(%)	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED RESPONDENTS(%)	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Ταχύτητα/ εξοκονόμηση χρόνου κατά την αγορά εισιτηρίου	68.73%	28.70%	378	67.20%	28.33%	369.6
A2	Άνεση/ ευκολία στην αγορά εισιτηρίου για παράδειγμα όταν δεν υπάρχουν φυσικές τοποθεσίες ή αυτόματοι πωλητές ή όταν το εισιτήριο λήγει κατά τη διάρκεια του ταξιδιού	54.00%	22.55%	297	53.12%	22.39%	292.16
A3	Δυνατότητα αγοράς εισιτηρίου ακόμη και αν δεν έχετε μετρητά/νομίσματα	48.18%	20.12%	265	46.68%	19.68%	256.75
A4	Αποφυγή χρήσης μετρητών	19.82%	8.28%	109	19.33%	8.15%	106.33
A5	Προστασία του περιβάλλοντος αποφεύγοντας την παραγωγή του εισιτηρίου σε χαρτί	20.00%	8.35%	110	21.78%	9.18%	119.81
A6	Εξάλειψη κινδύνου να χάσετε το εισιτήριό σας κατά τη διάρκεια του ταξιδιού σας	21.82%	9.11%	120	21.59%	9.10%	118.74
A7	ΔΕ/ΔΑ	6.91%	2.89%	38	7.50%	3.16%	41.28

COMPLETES 550

## Q18

TYPE: MULTIPLE SELECTION

Ποιοι είναι οι κυριότεροι προβληματισμοί σας αναφορικά με μια τέτοια λύση; (Επιλέξτε το πολύ 2 από τον παρακάτω κατάλογο)

#	ANSWERS	RESPONDENTS(%)	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED RESPONDENTS(%)	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Ασφάλεια πληρωμών	51.09%	34.35%	281	49.41%	33.30%	271.78
A2	Απόρρητο δεδομένων	39.82%	26.77%	219	39.28%	26.48%	216.05
A3	Πληρωμή του σωστού κόμιστρου	29.27%	19.68%	161	29.44%	19.84%	161.94
A4	Δεν έχω κάποιο προβληματισμό, θα ήθελα να δοκιμάσω έναν νέο τρόπο πληρωμής για τις δημόσιες συγκοινωνίες	23.27%	15.65%	128	24.19%	16.31%	133.05
A5	ΔΞ/ ΔΑ	5.27%	3.55%	29	6.04%	4.07%	33.22

COMPLETES 550

## Q19

TYPE: SINGLE SELECTION

Πόσο πιθανό θα ήταν να χρησιμοποιήσετε ένα σύστημα που σας επιτρέπει να πληρώνετε το κόμιστρό σας με τον παραπάνω τρόπο;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Απίθανο	5.64%	31	5.87%	32.3
A2	Σχετικά απίθανο	12.73%	70	12.90%	70.95
A3	Σχετικά πιθανό	35.09%	193	34.06%	187.34
A4	Πολύ πιθανό	40.18%	221	40.35%	221.94
A5	ΔΞ/ ΔΑ	6.36%	35	6.81%	37.47

COMPLETES 550

## Q20

TYPE: MULTIPLE SELECTION

Ποια από τις ακόλουθες δηλώσεις αντιπροσωπεύει καλύτερα τον τρόπο σκέψης, τη στάση και τη συμπεριφορά σας σε σχέση με την επιβίβαση στα MMM με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι; (Επιλέξτε το πολύ 2 από τον παρακάτω κατάλογο)

#	ANSWERS	RESPONDENTS(%)	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED RESPONDENTS(%)	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Είμαι πολύ ανοιχτός σε τεχνολογικές καινοτομίες που απλοποιούν την εμπειρία μου σαν επιβάτη, όπως η αγορά εισιτηρίων στα μέσα μαζικής μεταφοράς με ανέπαφα με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι	62.55%	52.28%	344	61.26%	51.21%	336.92
A2	Πιστεύω ότι πάντα θα προτιμώ να αγοράζω το κλασικό εισιτήριο όταν χρησιμοποιώ τα μέσα μαζικής μεταφοράς	18.36%	15.35%	101	18.85%	15.76%	103.67
A3	Πιστεύω ότι υπάρχει περιθώριο περαιτέρω εκπαίδευσης σχετικά με τη δυνατότητα πληρωμής εισιτηρίων στα μέσα μαζικής μεταφοράς ανέπαφα με κάρτα πληρωμών/ ψηφιακό πορτοφόλι	32.55%	27.20%	179	32.51%	27.18%	178.79
A5	ΔΞ/ ΔΑ	6.18%	5.17%	34	7.00%	5.85%	38.49

COMPLETES 550

## Q21

TYPE: SINGLE SELECTION

Ποια από τα ακόλουθα μέσα πληρωμής διαθέτετε και χρησιμοποιείτε;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Κάρτα με δυνατότητα ανέπαφης πληρωμής	36.00%	198	37.69%	207.3
A2	Ψηφιακό πορτοφόλι στο κινητό/ smartwatch	9.45%	52	9.13%	50.19
A3	Και τα δύο	41.27%	227	38.78%	213.3
A4	Κανένα από αυτά	9.64%	53	10.96%	60.27
A5	ΔΞ/ΔΑ	3.64%	20	3.44%	18.94

COMPLETES 550

## Q22

TYPE: SINGLE SELECTION

Με ποιον ζείτε μόνιμα;

#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A1	Ζω μόνος μου	15.09%	83	15.03%	82.67
A2	Ζω μόνος μου με τα παιδιά μου	5.64%	31	6.11%	33.58
A3	Ζω με τους γονείς μου/οικογένεια προέλευσης	19.09%	105	18.50%	101.75
A4	Ζω με τους γονείς μου/οικογένεια προέλευσης και τα παιδιά μου	3.45%	19	2.81%	15.43
A5	Ζω με το σύντροφό μου	17.82%	98	19.24%	105.84
A6	Ζω με τον σύντροφό μου και τα παιδιά (δικά μου ή/και του συντρόφου μου)	30.00%	165	29.29%	161.12
A7	Ζω με τον σύντροφό μου, τα παιδιά (δικά μου ή/και του συντρόφου μου), τους γονείς/οικογένεια καταγωγής (δικά μου ή/και του συντρόφου μου)	2.00%	11	1.62%	8.93
A8	Ζω με άλλα μέλη της οικογένειας (χωρίς σύντροφο, παιδιά, γονείς, ...)	2.73%	15	3.20%	17.62

POWERED BY



#	ANSWERS	ANSWERS(%)	COUNT	STRATIFIED ANSWERS(%)	STRATIFIED COUNT
A9	Ζω με άλλα άτομα (π.χ. φίλους, συναδέλφους, συμφοιτητές, κ.λπ.)	0.91%	5	0.88%	4.86
A10	Άλλο	3.27%	18	3.31%	18.2

COMPLETES 550

## Παράρτημα Β – Κώδικας

```
library(readxl)
DT_MasterTable2 <- read_excel("C:/Users/user/Desktop/Διπλωματική/DT-MasterTable2.xlsx")
View(DT_MasterTable2)
RDATA=DT_MasterTable2
library(dplyr)
RDATA=RDATA[, -c(1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 19, 24, 52)]
RDATA = RDATA[RDATA$Q19 != 5, ]
RDATA = RDATA %>% mutate(across(14:ncol(.), ~ suppressWarnings(as.numeric(.))))
RDATA$GND[RDATA$GND %in% c("female")]=15
RDATA$GND[RDATA$GND %in% c("male")]=16
RDATA$AR[RDATA$AR %in% c("Attica")]=17
RDATA$AR[RDATA$AR %in% c("Central Macedonia", "Unknown")]=18
RDATA$CRR[RDATA$CRR %in% c("construction", "manufacturing_other", "shipping_distribution",
"agriculture_forestry_fishing_or_hunting", "hotel_and_food_services", "arts_entertainment_or_recreation",
"security", "wholesale", "retail", "military", "other", "education", "homemaker", "utilities",
"transportation_and_warehousing", "religious", "automotive", "fashion_apparel")] = 21
RDATA$CRR[RDATA$CRR %in% c("health_care_and_social_assistance", "personal_services",
"government_and_public_administration", "finance_and_insurance", "marketing_sales",
"information_services_and_data", "advertising", "information_other", "manufacturing_computer_and_electronics",
"scientific_or_technical_services", "legal_services", "processing", "publishing", "human_resources",
"broadcasting", "consulting", "telecommunications", "real_estate_rental_or_leasing", "market_research")] = 22
RDATA$SL[RDATA$SL %in% c("en,pl,el", "el,bg,de,ru,en", "sq,el", "uk,ru,el", "ru,el", "en,ph,el", "en,ro,el", "sk,el",
"bg,el", "en,bg,el", "en,ur,el", "en,ru,el", "en,ru,bg,el", "zh,el", "el,pl", "ro,el", "sq,en,el", "pl,el")] = 23
RDATA$SL[RDATA$SL %in% c("el", "en,el", "it,el", "en,de,el", "en,it,el", "en,fr,el", "en,es,el", "en,it,fr,el",
"en,de,nl,el", "fr,en,es,el,it", "de,en,es,el,it", "es,el", "en,fr,es,el", "en,fr,de,el")] = 24
RDATA$MS[RDATA$MS %in% c("single", "divorced", "prefer_not_to_say", "widowed", "separated")] = 25
RDATA$MS[RDATA$MS %in% c("married", "living_with_partner")] = 26
RDATA$NOC[RDATA$NOC %in% c("prefer_not_to_say", "zero")] = 27
RDATA$NOC[RDATA$NOC %in% c("one", "two", "three", "four", "six_or_more")] = 28
RDATA$EDU[RDATA$EDU %in% c("high_school", "middle_school")] = 29
RDATA$EDU[RDATA$EDU %in% c("university", "postgraduate", "vocational_technical_college")] = 30
RDATA$ES[RDATA$ES %in% c("unemployed_not_looking", "retired", "unemployed_looking", "military",
"unable_to_work", "student", "homemaker")] = 31
RDATA$ES[RDATA$ES %in% c("employed_for_wages", "self_employed", "other")] = 32
RDATA$INC[RDATA$INC %in% c("lower_i", "lower_ii", "prefer_not_to_say")] = 33
RDATA$INC[RDATA$INC %in% c("middle_i", "middle_ii", "high_ii")] = 34
RDATA$OR[RDATA$OR %in% c("owner_partner", "middle_management", "c_level_executive",
"chief_financial_officer", "director", "supervisor", "hr_manager", "senior_management", "chief_technical_officer",
"project_management", "product_manager", "president_ceo_chairperson", "foreman")] = 35
RDATA$OR[RDATA$OR %in% c("prefer_not_to_say", "administrative_clerical", "technical_staff",
"other_non_management", "sales_staff", "not_work", "sales_manager", "craftsman", "faculty_staff",
"buyer_purchasing_agent", "supply_manager")] = 36
RDATA$NOE[RDATA$NOE %in% c("prefer_not_to_say", "do_not_work", "one", "two_to_five", "six_to_ten",
"twentysix_to_fifty", "fiftyone_to_hundred", "eleven_to_twentyfive")] = 37
RDATA$NOE[RDATA$NOE %in% c("hundrendone_to_twohundrendsifty", "fivehundrendsone_to_thousand",
"thousandone_to_fivethousands", "twohundrendfiftyone_to_fivehundrends", "greater_than_fivethousands")] = 38
RDATA$AGE[RDATA$AGE %in% c("18 - 24", "25 - 34")] = 39
RDATA$AGE[RDATA$AGE %in% c("35 - 44", "45 - 54")] = 40
RDATA$AGE[RDATA$AGE %in% c("> 54")] = 41
RDATA$WHERE[RDATA$WHERE>2]=42
RDATA$WHERE[RDATA$WHERE<=2]=43
RDATA$USE[RDATA$USE>2]=44
RDATA$USE[RDATA$USE<=2]=45
RDATA$WHY[RDATA$WHY>2]=46
RDATA$WHY[RDATA$WHY<=2]=47
RDATA$TRANS[RDATA$TRANS>2]=48
```

RDATA\$TRANS[RDATA\$TRANS<=2]=49  
 RDATA\$DIFF.1[RDATA\$DIFF.1>2]=50  
 RDATA\$DIFF.1[RDATA\$DIFF.1<=2]=51  
 RDATA\$DIFF.2[RDATA\$DIFF.2>2]=52  
 RDATA\$DIFF.2[RDATA\$DIFF.2<=2]=53  
 RDATA\$DIFF.3[RDATA\$DIFF.3>2]=54  
 RDATA\$DIFF.3[RDATA\$DIFF.3<=2]=55  
 RDATA\$DIFF.4[RDATA\$DIFF.4>2]=56  
 RDATA\$DIFF.4[RDATA\$DIFF.4<=2]=57  
 RDATA\$DIFF.5[RDATA\$DIFF.5>2]=58  
 RDATA\$DIFF.5[RDATA\$DIFF.5<=2]=59  
 RDATA\$DIFF.6[RDATA\$DIFF.6>2]=60  
 RDATA\$DIFF.6[RDATA\$DIFF.6<=2]=61  
 RDATA\$DIFF.7[RDATA\$DIFF.7>2]=62  
 RDATA\$DIFF.7[RDATA\$DIFF.7<=2]=63  
 RDATA\$DIFF.8[RDATA\$DIFF.8>2]=64  
 RDATA\$DIFF.8[RDATA\$DIFF.8<=2]=65  
 RDATA\$EASY[RDATA\$EASY %in% c(1, 2, 5)]=66  
 RDATA\$EASY[RDATA\$EASY %in% c(3, 4)]=67  
 RDATA\$MORE[RDATA\$MORE>2]=68  
 RDATA\$MORE[RDATA\$MORE<=2]=79  
 RDATA\$INFO[RDATA\$INFO %in% c(1, 2, 5)]=80  
 RDATA\$INFO[RDATA\$INFO %in% c(3, 4)]=81  
 RDATA\$Q19\_Binary=NA  
 RDATA\$Q19\_Binary[RDATA\$Q19 %in% c(1, 2)]=82  
 RDATA\$Q19\_Binary[RDATA\$Q19 %in% c(3, 4)]=83  
 RDATA\$CARD[RDATA\$CARD>3]=84  
 RDATA\$CARD[RDATA\$CARD<=3]=85  
 RDATA\$FAM[RDATA\$FAM %in% c(2, 4, 6, 7, 8)]=86  
 RDATA\$FAM[RDATA\$FAM %in% c(1, 3, 5, 9, 10)]=87  
 # ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΣΤΗΛΩΝ ΣΕ FACTORS ΚΑΙ ΑΛΛΑΓΗ ΤΟΥ ΕΠΙΠΕΔΟΥ ΑΝΑΦΟΡΑΣ  
 RDATA\$Q19\_Binary=as.factor(RDATA\$Q19\_Binary)  
 RDATA\$GND=as.factor(RDATA\$GND)  
 RDATA\$AR=as.factor(RDATA\$AR)  
 RDATA\$CT=as.factor(RDATA\$CT)  
 RDATA\$CRR=as.factor(RDATA\$CRR)  
 RDATA\$SL=as.factor(RDATA\$SL)  
 RDATA\$AGE=as.factor(RDATA\$AGE)  
 RDATA\$MS=as.factor(RDATA\$MS)  
 RDATA\$NOC=as.factor(RDATA\$NOC)  
 RDATA\$EDU=as.factor(RDATA\$EDU)  
 RDATA\$ES=as.factor(RDATA\$ES)  
 RDATA\$INC=as.factor(RDATA\$INC)  
 RDATA\$OR=as.factor(RDATA\$OR)  
 RDATA\$NOE=as.factor(RDATA\$NOE)  
 RDATA\$LIVE=as.factor(RDATA\$LIVE)  
 RDATA\$WHERE=as.factor(RDATA\$WHERE)  
 RDATA\$USE=as.factor(RDATA\$USE)  
 RDATA\$WHY=as.factor(RDATA\$WHY)  
 RDATA\$TRANS=as.factor(RDATA\$TRANS)  
 RDATA\$Q7.1=relevel(factor(RDATA\$Q7.1), ref = "2")  
 RDATA\$Q7.2=relevel(factor(RDATA\$Q7.2), ref = "2")  
 RDATA\$Q7.3=relevel(factor(RDATA\$Q7.3), ref = "2")  
 RDATA\$Q7.4=relevel(factor(RDATA\$Q7.4), ref = "2")  
 RDATA\$Q7.5=relevel(factor(RDATA\$Q7.5), ref = "2")  
 RDATA\$Q7.6=relevel(factor(RDATA\$Q7.6), ref = "2")  
 RDATA\$Q7.7=relevel(factor(RDATA\$Q7.7), ref = "2")  
 RDATA\$Q8.1=relevel(factor(RDATA\$Q8.1), ref = "2")

```

RDATA$Q8.2=relevel(factor(RDATA$Q8.2), ref = "2")
RDATA$Q8.3=relevel(factor(RDATA$Q8.3), ref = "2")
RDATA$Q8.4=relevel(factor(RDATA$Q8.4), ref = "2")
RDATA$Q8.5=relevel(factor(RDATA$Q8.5), ref = "2")
RDATA$Q8.6=relevel(factor(RDATA$Q8.6), ref = "2")
RDATA$DIFF.1=as.factor(RDATA$DIFF.1)
RDATA$DIFF.2=as.factor(RDATA$DIFF.2)
RDATA$DIFF.3=as.factor(RDATA$DIFF.3)
RDATA$DIFF.4=as.factor(RDATA$DIFF.4)
RDATA$DIFF.5=as.factor(RDATA$DIFF.5)
RDATA$DIFF.6=as.factor(RDATA$DIFF.6)
RDATA$DIFF.7=as.factor(RDATA$DIFF.7)
RDATA$DIFF.8=as.factor(RDATA$DIFF.8)
RDATA$EASY=as.factor(RDATA$EASY)
RDATA$MORE=as.factor(RDATA$MORE)
RDATA$INFO=as.factor(RDATA$INFO)
RDATA$Q15.1=relevel(factor(RDATA$Q15.1), ref = "2")
RDATA$Q15.2=relevel(factor(RDATA$Q15.2), ref = "2")
RDATA$Q15.3=relevel(factor(RDATA$Q15.3), ref = "2")
RDATA$Q15.4=relevel(factor(RDATA$Q15.4), ref = "2")
RDATA$Q15.5=relevel(factor(RDATA$Q15.5), ref = "2")
RDATA$Q15.6=relevel(factor(RDATA$Q15.6), ref = "2")
RDATA$Q15.7=relevel(factor(RDATA$Q15.7), ref = "2")
RDATA$Q16.1=relevel(factor(RDATA$Q16.1), ref = "2")
RDATA$Q16.2=relevel(factor(RDATA$Q16.2), ref = "2")
RDATA$Q16.3=relevel(factor(RDATA$Q16.3), ref = "2")
RDATA$Q16.4=relevel(factor(RDATA$Q16.4), ref = "2")
RDATA$Q16.5=relevel(factor(RDATA$Q16.5), ref = "2")
RDATA$Q16.6=relevel(factor(RDATA$Q16.6), ref = "2")
RDATA$Q17.1=relevel(factor(RDATA$Q17.1), ref = "2")
RDATA$Q17.2=relevel(factor(RDATA$Q17.2), ref = "2")
RDATA$Q17.3=relevel(factor(RDATA$Q17.3), ref = "2")
RDATA$Q17.4=relevel(factor(RDATA$Q17.4), ref = "2")
RDATA$Q17.5=relevel(factor(RDATA$Q17.5), ref = "2")
RDATA$Q17.6=relevel(factor(RDATA$Q17.6), ref = "2")
RDATA$Q17.7=relevel(factor(RDATA$Q17.7), ref = "2")
RDATA$Q18.1=relevel(factor(RDATA$Q18.1), ref = "2")
RDATA$Q18.2=relevel(factor(RDATA$Q18.2), ref = "2")
RDATA$Q18.3=relevel(factor(RDATA$Q18.3), ref = "2")
RDATA$Q18.4=relevel(factor(RDATA$Q18.4), ref = "2")
RDATA$Q18.5=relevel(factor(RDATA$Q18.5), ref = "2")
RDATA$Q19=as.factor(RDATA$Q19)
RDATA$Q20.1=relevel(factor(RDATA$Q20.1), ref = "2")
RDATA$Q20.2=relevel(factor(RDATA$Q20.2), ref = "2")
RDATA$Q20.3=relevel(factor(RDATA$Q20.3), ref = "2")
RDATA$Q20.4=relevel(factor(RDATA$Q20.4), ref = "2")
RDATA$CARD=as.factor(RDATA$CARD)
RDATA$FAM=as.factor(RDATA$FAM)
model = glm(Q19_Binary ~ DIFF.7 + Q20.1 + AGE + MS + Q15.1 + INFO + Q17.3, data = RDATA, family =
binomial)
summary(model)
library(ResourceSelection)
hl=hoslem.test(model$y, fitted(model),g=10)
print(hl)
library(readxl)
RDATA=DT_MasterTable2
library(mlogit)
RDATA <- subset(RDATA, MORE != 4)

```



```
RDATA2 = mlogit.data(RDATA, choice = "MORE", shape = "wide", id = "ID", idnames = c("chid", "alt"))
model = mlogit(MORE ~ 1 | NOE + INFO + Q17.2 + MS + 17.1 + DIFF.8 + Q20.1, data =
RDATA2,reflevel="1",method="nr")
summary(model)
```