

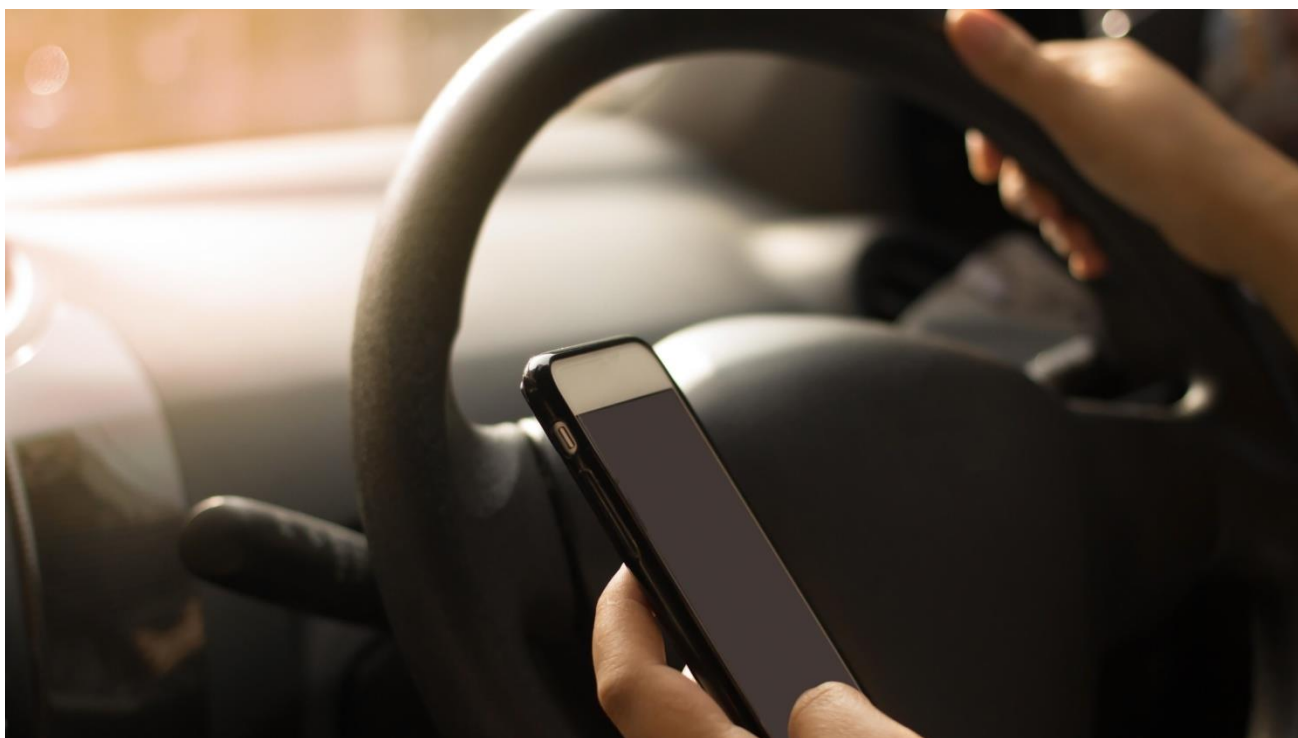


ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ & ΣΥΓΚΟΙΝΩΝΙΑΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΟΔΗΓΩΝ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



Διπλωματική Εργασία

ΜΕΡΑΚΟΥ ΜΑΡΙΛΕΝΑ

Επιβλέπων Καθηγητής,

Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Οκτώβριος 2022

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της Διπλωματικής αυτής Εργασίας, σηματοδοτείται και το πέρας των προπτυχιακών μου σπουδών στη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Θα ήθελα πρωτίστως να ευχαριστήσω θερμά τον κύριο Γιώργο Γιαννή, καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναθέτοντάς μου το συγκεκριμένο θέμα, για τις πολύ χρήσιμες συμβουλές του σε όλα τα στάδια της Εργασίας καθώς και για τις καθοριστικής σημασίας επισημάνσεις του για την ολοκλήρωσή της.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω εξίσου θερμά, τον Δημήτριο Νικολάου, υποψήφιο διδάκτωρ της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ, για την άψογη και καθοριστικής σημασίας επιστημονική καθοδήγηση καθώς και για την άριστη συνεργασία που είχαμε κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους ανθρώπους μου για την αμέριστη συμπαράσταση τους καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Η στήριξη τους μου έδωσε την απαραίτητη ώθηση ώστε να πετύχω τους στόχους μου και να ολοκληρώσω με επιτυχία τις σπουδές μου.

Αθήνα, Οκτώβριος 2022

Μεράκου Μαριλένα.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΑΠΟΣΠΑΣΗΣ ΠΡΟΣΟΧΗΣ ΟΔΗΓΩΝ ΕΞΑΙΤΙΑΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Μεράκου Μαριλένα

Επιβλέπων: Γιώργος Γιαννής, Καθηγητής Ε.Μ.Π

Σύνοψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε η ανάλυση των χαρακτηριστικών απόσπασης προσοχής των οδηγών από τη χρήση κινητού στην Ελλάδα. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη στατιστική ανάλυση, συλλέχθηκαν την περίοδο Νοεμβρίου-Δεκεμβρίου 2021 στην Ελλάδα μέσω μετρήσεων πεδίου. Οι μετρήσεις αυτές, αφορούν στην απόσπαση προσοχής του οδηγού από τη χρήση κινητής συσκευής τηλεφώνου, την ηλικία, το φύλο των οδηγών, την χρονική περίοδο, τις καιρικές συνθήκες και τον τύπο οδού στις τρεις περιοχές που εξετάστηκαν (εντός και πέριξ Αθήνας, Θεσσαλονίκης, Λάρισας). Για το σκοπό αυτό, αναπτύχθηκαν δύο μαθηματικά μοντέλα στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων: Διωνυμική Παλινδρόμηση και Τυχαία Δάση, όπου και στα δύο, εξαρτημένη μεταβλητή είναι η απόσπαση προσοχής. Οι παραλλαγές έγιναν με τέσσερεις μεθόδους, με σκοπό την εξισορρόπηση της πιθανότητας απόσπασης ή μη της προσοχής. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι οι μεσήλικες και οι ηλικιωμένοι είναι λιγότερο πιθανό να προβούν στην χρήση κινητού κατά την οδήγηση σε σύγκριση με τους νέους. Ακόμη οι οδηγοί βαν ενδέχεται να κάνουν πιο συχνή χρήση κινητού σε σχέση με τους οδηγούς Ι.Χ. κι άλλων οχημάτων. Προέκυψε επίσης, ότι οι οδηγοί στου αυτοκινητόδρομους κάνουν πιο συχνή χρήση του κινητού από ότι σε αστικές και επαρχιακές οδούς. Επιπλέον, φαίνεται πως είναι λιγότερο πιθανό οι οδηγοί να χρησιμοποιήσουν το κινητό όταν επικρατούν κακές καιρικές συνθήκες, σε σύγκριση με τις καλές.

Λέξεις κλειδιά: απόσπαση προσοχής από την χρήση κινητού, ηλικία , τύπος οχήματος, τύπος οδού, διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση, μοντέλο τυχαίων δασών, εξισορρόπηση στοιχείων.

ANALYSIS OF DISTRACTION CHARACTERISTICS DUE TO MOBILE PHONE USE IN GREECE

Merakou Marilena

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

ABSTRACT

The subject of this Diploma Thesis is the analysis of distraction characteristics due to mobile phone use in Greece. The data used for the statistical analysis were collected from field measurements during November-December 2021 in Greece. The collected data are related to distraction measurements but also to driver's age and gender, the type of vehicle, the weather conditions, the time period and the road type in three areas (in and around Athens, Thessaloniki and Larisa). On that purpose, two mathematical models were developed: Binary Logistic Regression and the Random Forests. Four variations were used for each model, aiming to counterbalance the distraction and no-distraction classes. In the two models, driver's distraction is the dependent variable for all four variations. The results demonstrate that old and middle aged drivers are less likely to use mobile phone while driving than younger drivers. It was also found, that van drivers tend to use mobile phone more often than drivers of any other vehicle type. Furthermore, drivers on motorways are more likely to use mobile phone than drivers on urban and rural roads. Regarding bad weather conditions, drivers are less likely to use mobile phone while driving than during good weather conditions.

Keywords: distraction due to mobile phone use, vehicle type, road type, age, binary logistic regression, random forests, class counterbalance.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας αποτέλεσε **η ανάλυση των χαρακτηριστικών απόσπασης προσοχής των οδηγών στην Ελλάδα**, με τη χρήση μαθηματικών μοντέλων.

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε από την ομάδα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου το χρονικό διάστημα 19 Νοεμβρίου – 1 Δεκεμβρίου 2021, πραγματοποιώντας **μετρήσεις πεδίου δοκιμών** για τέσσερις βασικούς δείκτες οδικής ασφάλειας (ταχύτητα, χρήση ζώνης ασφαλείας, χρήση προστατευτικού εξοπλισμού και απόσπαση της προσοχής του οδηγού λόγω συσκευών χειρός). Οι μετρήσεις που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, αφορούν στην απόσπαση προσοχής του οδηγού από την χρήση κινητής συσκευής τηλεφώνου, στην ηλικία, στο φύλο των οδηγών, στην χρονική περίοδο, στις καιρικές συνθήκες και στον τύπο οδού στις τρεις πόλεις που εξετάστηκαν (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Λάρισα).

Από τις παρατηρήσεις που προέκυψαν, δημιουργήθηκε η βάση δεδομένων. Έπειτα αναπτύχθηκαν γραφήματα και συγκεντρωτικοί πίνακες, που περιγράφουν τη συσχέτιση της απόσπασης προσοχής με τις παραμέτρους που αναφέρθηκαν.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων αναπτύχθηκαν δύο μοντέλα, το καθένα με τέσσερις παραλλαγές. Τα δύο μαθηματικά μοντέλα είναι εκείνα της διωνυμικής παλινδρόμησης και των τυχαίων δασών, όπου και στα δύο, εξαρτημένη μεταβλητή είναι η πιθανότητα απόσπασης προσοχής του οδηγού. Οι παραλλαγές έγιναν με τέσσερις μεθόδους, με σκοπό την εξισορρόπηση των πιθανοτήτων απόσπασης ή μη του οδηγού. Η πρώτη παραλλαγή χρησιμοποιεί αυτούσια τη βάση δεδομένων, η δεύτερη αξιοποιεί την τεχνική εξισορρόπησης over sampling, η τρίτη under sampling και η τελευταία over & under. Από τις τέσσερις παραλλαγές πιο αξιόπιστη ως προς την πρόβλεψη απόσπασης προσοχής, αξιολογήθηκε η δεύτερη (1B,2B) και στα δύο μαθηματικά μοντέλα. Τέλος, πραγματοποιήθηκε κατάταξη σημαντικότητας των μεταβλητών ως προς την επιρροή τους στην πρόβλεψη της ενδεχόμενης απόσπασης και προέκυψε πως η ηλικία κατέχει τον πιο καθοριστικό ρόλο.

Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα αποτελέσματα και ακολουθούν τα αντίστοιχα συμπεράσματα:

ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΜΟΝΤΕΛΩΝ

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Estimate	Std. Error	Pr(> z)	Adj. OR(95%CI)	Συντελεστής βι	Σχετική Επιρροή e*	Ελαστικότητα e
Σταθερός Όρος	0.887	0.052	< 0.001				
Κατηγορία αναφοράς: Νέοι ηλικιακά οδηγοί							
Μεσήλικες	-0.654	0.043	< 0.001	0.52 (0.48,0.57)	-0.654	-2.646	-0.256
Ηλικιωμένοι	-0.907	0.132	< 0.001	0.4 (0.31,0.52)	-0.256	-4.172	-0.404
Κατηγορία αναφοράς: Επιβατικά ΙΧ.							
Βαν	0.535	0.061	< 0.001	1.71 (1.51,1.93)	0.259	2.680	0.259
Άλλοι τύποι οχημάτων	0.202	0.063	< 0.001	1.22 (1.08,1.38)	0.097	1	0.097
Κατηγορία αναφοράς: Αυτοκινητόδρομοι							
Επαρχιακές οδοί	-0.533	0.056	< 0.001	0.59 (0.53,0.65)	-0.277	-2.436	-0.236
Αστικές οδοί	-0.675	0.048	< 0.001	0.51 (0.46,0.56)	-0.106	-2.859	-0.277
Κατηγορία αναφοράς: καλές καιρικές συνθήκες							
Κακές καιρικές συνθήκες	-0.243	0.052	< 0.001	0.78 (0.71,0.87)	-0.243	-1.100	-0.106

Αποτελέσματα μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης, παραλλαγή 1B.

Μέτρα αξιολόγησης	Παραλλαγή 1B		Παραλλαγή 2B	
	Ποσοστό %	Αξιολόγηση	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Ορθότητα (Accuracy) :	61.45		61.12	
Ανάκλαση (Recall or Sensitivity):	57.82		61.53	
Εξειδικευτικότητα (Specificity):	61.84		57.35	
Ακρίβεια (Precision) :	57.82		57.35	
Μέτρο F (F measure) :	57.82		59.36	
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	6.93		7.00	
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.50			

Αξιολόγηση μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης, παραλλαγή 1B και μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή 2B

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	Πολύ ικανοποιητικό	Ικανοποιητικό	Οριακά ικανοποιητικό	Καθόλου ικανοποιητικό
-----------------	---------------------------	----------------------	-----------------------------	------------------------------

- **Οι μεσήλικες και οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι λιγότερο πιθανόν να χρησιμοποιήσουν κινητό τηλέφωνο** κατά την οδήγηση σε σχέση με τους νέους και άρα να αποσπαστεί η προσοχή τους. Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει, επειδή οι οδηγοί μεγαλύτερων ηλικιών δεν έχουν τόση εξοικείωση με τις συσκευές κινητών τηλεφώνων όσο οι νεότεροι, ώστε να νιώθουν την αυτοπεποίθηση να κάνουν χρήση αυτών κατά την οδήγηση. Ακόμα όσο αυξάνεται η ηλικία συνήθως αυξάνεται και το αίσθημα της υπευθυνότητας, επομένως πιθανόν συνειδητά να αποφεύγουν τη χρήση του ώστε να αποτρέψουν το ενδεχόμενο ατυχήματος. Τέλος οι άνθρωποι μεγάλης ηλικίας έχουν μειωμένα αντανakλαστικά, κάτι το οποίο γνωρίζουν, έτσι δεν χρησιμοποιούν το κινητό, γνωρίζοντας ότι σε περίπτωση αναπάντεχου συμβάντος δεν θα μπορούν να αντιδράσουν εγκαίρως.
- Από τους τύπους οχημάτων που εξετάστηκαν (Ι.Χ., βαν, άλλα οχήματα) **οι οδηγοί των βαν φαίνεται πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν το κινητό τηλέφωνο** κατά την οδήγηση σε σχέση με τους οδηγούς άλλων οχημάτων. Κάτι τέτοιο ενδέχεται να συμβαίνει επειδή οι οδηγοί βαν, συχνά είναι επαγγελματίες μεταφοράς εμπορευμάτων, επομένως λόγω της φύσης του επαγγέλματος είναι σε επικοινωνία με πελάτες και άρα κάνουν πιο συχνά χρήση του κινητού.
- **Στο υπεραστικό δίκτυο είναι μικρότερη πιθανότητα χρήσης κινητού σε σχέση με το αστικό δίκτυο.** Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει γιατί στο υπεραστικό δίκτυο οι ταχύτητες είναι υψηλές κι έτσι αυξάνονται οι νοητικές και κινητικές απαιτήσεις κατά την διαδικασία της οδήγησης.
- **Οι οδηγοί στο υπεραστικό οδικό δίκτυο είναι λιγότερο πιθανό να κάνουν χρήση κινητού** τηλεφώνου κατά την οδήγηση από ότι οι οδηγοί στους **αυτοκινητόδρομους**. Μια εξήγηση γι αυτό, είναι ότι οι οδηγοί στους αυτοκινητόδρομους νιώθουν μεγαλύτερη ασφάλεια λόγω των καλών υποδομών τους και του μεγάλου πλάτους των δρόμων κι έτσι προβαίνουν πιο συχνά στη χρήση κινητού σε σχέση με τις άλλες οδούς. Ακόμα, είναι φανερό πως η οδήγηση σε έναν αυτοκινητόδρομο περιλαμβάνει πολύ λιγότερα αναπάντεχα συμβάντα από ότι η οδήγηση στο υπεραστικό οδικό δίκτυο, όπου η πρόσβαση δεν είναι πλήρως ελεγχόμενη. Έτσι η οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο απαιτεί χαμηλότερα επίπεδα προσοχής και εγρήγορης και γι αυτό οι οδηγοί προβαίνουν σε χρήση κινητού. Βέβαια αυτό το γεγονός έρχεται σε αντίθεση με τον κίνδυνο που ενέχει η χρήση κινητού σε οδούς μεγάλων ταχυτήτων.
- **Στις αστικές οδούς είναι μικρότερη η πιθανότητα χρήσης κινητού** συγκριτικά με τους αυτοκινητοδρόμους. Αυτό το γεγονός επιβεβαιώνει πως οι οδηγοί αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια στους αυτοκινητόδρομους που έχουν καλύτερες υποδομές και γενικώς η οδήγηση είναι πιο οργανωμένη και εύκολη. Στις οδούς των πόλεων συνήθως επικρατεί κίνηση και οι δρόμοι δεν προορίζονται για αποκλειστική χρήση από αμάξια, όπως συμβαίνει στους αυτοκινητόδρομους ταχείας κυκλοφορίας. Συχνή είναι η παρουσία πεζών και ποδηλατών, που πολλές φορές μπλέκονται με την κίνηση οχημάτων. Επομένως η προσοχή των οδηγών

στρέφεται κατά κύριο λόγο στην οδήγηση και στο περιβάλλον οδήγησης που είναι πιο απαιτητικό.

- Σε κατάσταση κακών καιρικών συνθηκών προέκυψε ότι είναι μικρότερη η πιθανότητα χρήσης κινητού από τους οδηγούς έναντι των περιπτώσεων οδήγησης σε καλές καιρικές συνθήκες. Αυτό μάλλον συμβαίνει καθώς η οδήγηση σε βροχή και ομίχλη (συνθήκες που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία) είναι πολύ πιο απαιτητική από ότι σε καλοκαιρία. Επομένως οι οδηγοί αποφσιώνονται στην οδήγηση και δεν προβαίνουν σε χρήση κινητού, προκειμένου να αποφύγουν τον κίνδυνο ατυχήματος.
- Στη διερεύνηση για την εύρεση αξιόπιστου μοντέλου πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής προκύπτει ότι οι παραλλαγές 1A, 2A που δεν χρησιμοποιούν κάποια **μέθοδο εξισορρόπησης των πιθανοτήτων** δεν είναι καθόλου αξιόπιστες και στα δύο μαθηματικά μοντέλα. Από την άλλη οι περιπτώσεις 1B, 2B (μέθοδος over sampling για εξισορρόπηση στοιχείων), 1Γ, 2Γ (under sampling για εξισορρόπηση στοιχείων) μπορούν να προσφέρουν καλά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα οι 1B και 2B είναι οι πιο ικανοποιητικές για την πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής και ταυτόχρονα αξιόπιστες ως προς την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων τους. Τέλος, η 1Δ (over & under) αφορά σε ένα μοντέλο με μέτριες επιδόσεις που προβλέπει σχετικά καλά την απόσπαση προσοχής ενώ η 2Δ (over & under) δεν οδηγεί σε αξιόπιστα αποτελέσματα σχετικά με την απόσπαση προσοχής.
- Όπως προκύπτει από τη διερεύνηση σχετικά με την σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την πρόβλεψη της ενδεχόμενης απόσπασης προσοχής, φαίνεται ότι για το μοντέλο διωνυμικής παλινδρόμησης (παραλλαγή 1B), **η πιο σημαντική παράμετρος είναι η ηλικία**. Συγκεκριμένα, η ομάδα των ηλικιωμένων έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η κατάταξη της σημαντικότητας έγινε σε σύγκριση με την κατηγορία αναφοράς, στην προκειμένη περίπτωση τους νέους. Έτσι επιβεβαιώνεται ότι οι νέοι είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν κινητό, αφού η μεγάλη ελαστικότητα της μεταβλητής των ηλικιωμένων προκύπτει από την σύγκριση με την μεταβλητή των νέων. Σημαντικοί παράγοντες είναι και η ομάδα των μεσήλικων, ο τύπος οχήματος βαν και ο τύπος οδού. Οι λιγότερο σημαντικές μεταβλητές για την πρόβλεψη, είναι οι καιρικές συνθήκες και η χρήση άλλων οχημάτων πέρα των Ι.Χ. και βαν.
- Στο μοντέλο τυχαίων δασών (παραλλαγή 2B), μέσω της μεθόδου Gini importance (μέση μικρότερη μείωση πρόσμειξης) προκύπτει και πάλι ότι πιο σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής παίζει η ανεξάρτητη μεταβλητή **της ηλικίας και ακολουθεί ο τύπος οδού**. Η λιγότερο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη απόσπασης προσοχής είναι και πάλι οι καιρικές συνθήκες. Τέλος τα δύο μοντέλα για τις παραλλαγές 1B και 2B παρουσιάζουν κατά κύριο λόγο συμφωνία στην κατάταξη της σημαντικότητας των ανεξάρτητων μεταβλητών, γεγονός που επιβεβαιώνει την εγκυρότητα των παραλλαγών 1B και 2B για την σωστή πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής από τη χρήση κινητού.

Πίνακας Περιεχομένων

1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Γενική ανασκόπηση.....	1
1.1.2 Οδικά ατυχήματα σε Ευρώπη και Ελλάδα	1
1.1.3 Απόσπαση Προσοχής Οδηγών.....	6
1.2 Στόχος Διπλωματικής.....	7
1.3 Μεθοδολογία.....	8
1.4 Δομή.....	10
2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση.....	12
2.1 Εισαγωγή.....	12
2.2 Συναφείς Έρευνες.....	12
2.3 Συναφείς Μεθοδολογίες.....	26
2.4. Σύνοψη.....	30
3. Θεωρητικό υπόβαθρο.....	32
3.1. Εισαγωγή.....	32
3.2. Μαθηματικά πρότυπα.....	32
3.2.1. Μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.....	32
3.2.2 Μοντέλο τυχαίων δασών -Random Forests.....	32
3.2.3 Σημαντικότητα μεταβλητής.....	34
3.2.4 Ταξινόμηση ανισόρροπης κατανομής κλάσεων δεδομένων- Class imbalance.....	35
3.3. Κριτήρια αποδοχής μοντέλων.....	36
3.3.1. Βασικά κριτήρια ελέγχου λογιστικού μοντέλου.....	36
3.3.2. Μήτρα σύγχυσης -Confusion Matrix.....	37
3.3.2.1. Ορθότητα – Accuracy.....	37
3.3.2.2. Στατιστικός Συντελεστής Κάππα -Kappa Statistic.....	38
3.3.2.3. Ευαισθησία και Εξειδικευτικότητα -Sensitivity and Specificity.....	38

3.3.2.4. Ακρίβεια –Precision.....	38
3.3.2.5. Μέτρο F –Fmeasure.....	38
3.3.2.6. Δείκτης λάθος συναγερμού -False alarm rate.....	39
3.3.2.7 Καμπύλη Receiver Operating Characteristic -ROC Curve.....	39
4. Συλλογή και επεξεργασία στοιχείων.....	40
4.1 Εισαγωγή.....	40
4.2 Συλλογή Στοιχείων.....	40
4.3 Βάση Δεδομένων.....	41
4.4 Επεξεργασία Στοιχείων.....	43
4.4.1 Κωδικοποίηση Μεταβλητών.....	43
4.4.2 Προκαταρκτική Ανάλυση.....	44
5. Εφαρμογή μεθοδολογίας –Αποτελέσματα.....	56
5.1. Εισαγωγή.....	56
5.2 Μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης.....	57
5.2.1 Παραλλαγή 1Α.....	57
5.2.2 Παραλλαγή 1Β.....	60
5.2.3 Παραλλαγή 1Γ.....	64
5.2.4 Παραλλαγή 1Δ.....	66
5.3 Μοντέλο Τυχαίων Δασών.....	69
5.3.1 Παραλλαγή 2Α.....	69
5.3.2 Παραλλαγή 2Β.....	72
5.3.2 Παραλλαγή 2Γ.....	74
5.3.2 Παραλλαγή 2Δ.....	76
5.4 Σύνοψη αποτελεσμάτων.....	78
5.5 Σχετική επιρροή μεταβλητών.....	79
6. Συμπεράσματα.....	82

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων.....	82
6.2 Συνολικά συμπεράσματα.....	86
6.3 Προτάσεις.....	88
6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	89
7. Βιβλιογραφία.....	92

1 Εισαγωγή

1.1 Γενική Ανασκόπηση

Οι οδικές μεταφορές είναι πλέον συνυφασμένες με την καθημερινότητα του σύγχρονου ανθρώπου κι έχουν αναβαθμίσει σημαντικά την ποιότητα ζωής του. Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και η πρόοδος στον τομέα των μεταφορών διευκολύνουν ακόμη περισσότερο την κίνηση με οχήματα και καθιστούν την οδηγική εμπειρία εύκολη και ασφαλή. Η τεχνολογική αυτή ανάπτυξη εντοπίζεται και στον τομέα των τηλεπικοινωνιών φυσικά. Σήμερα η πλειονηφία των ανθρώπων ανά τον κόσμο, συγκεκριμένα πάνω από το 83% του παγκόσμιου πληθυσμού, έχουν έξυπνο τηλέφωνο (Smartphone). Το **έξυπνο τηλέφωνο** αποτελεί ένα εργαλείο που μάλιστα εξυπηρετεί και στην οδήγηση με τη χρήση gps, χαρτών κτλ., ωστόσο η χρήση του **κατά την οδήγηση** αποτελεί κι ένα μεγάλο **ρίσκο**, που μπορεί να οδηγήσει σε ατυχήματα που κοστίζουν μέχρι κι ανθρώπινες ζωές.

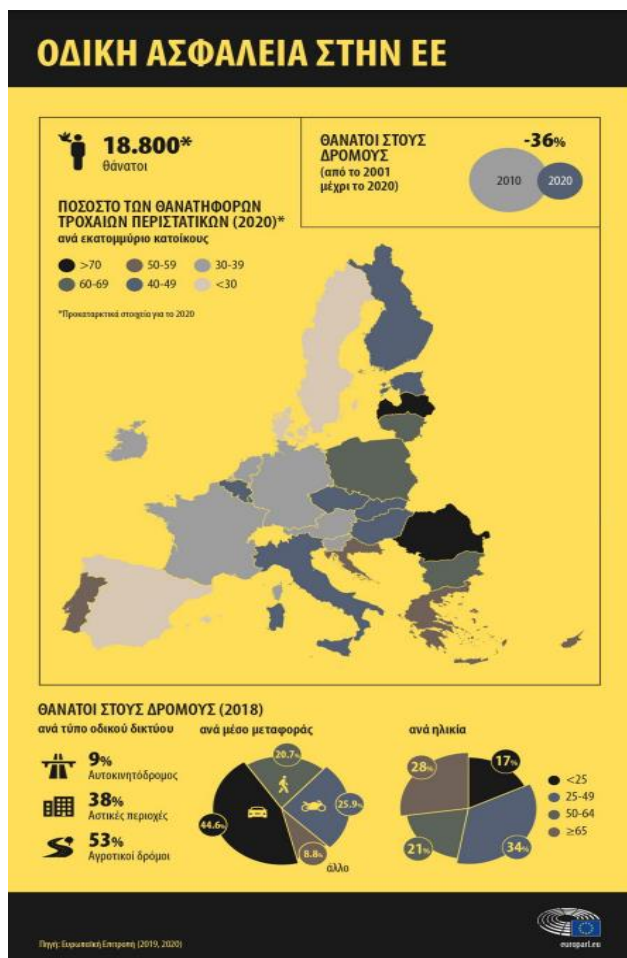
Τα οδικά ατυχήματα αποτελούν μια από τις κυριότερες αιτίες θανάτου παγκοσμίως. Εκτιμάται διεθνώς ότι χάνονται 1,35 εκατομμύρια ζωές ετησίως, ενώ προκαλούνται μη θανατηφόρα τραύματα σε 20 με 50 εκατομμύρια ανθρώπους, με πολλούς να υφίστανται αναπηρία ως αποτέλεσμα του τραυματισμού τους (WHO, 2018). Από τις ανθρώπινες ζωές που χάνονται περισσότεροι από τους μισούς είναι «ευάλωτοι χρήστες του οδικού δικτύου»: πεζοί, ποδηλάτες και μοτοσικλετιστές. Δυστυχώς τα οδικά ατυχήματα έχουν καταστεί η κύρια αιτία θανάτου σε νεαρά άτομα από 15 έως 29 ετών (United Nations, 2015) και κατά συνέπεια οι απώλειες αυτές είναι περισσότερο οδυνηρές από οποιαδήποτε άλλη αιτία, καθώς τα θύματα είναι κατά κανόνα άτομα υγιή και δραστήρια. Οι τραυματισμοί από την οδική κυκλοφορία εκτιμάται ότι είναι η όγδοη αιτία θανάτου σε όλες τις ηλικιακές ομάδες παγκοσμίως, και προβλέπεται να γίνει η έβδομη κύρια αιτία θανάτου έως το 2030 (WHO, 2018). Τα οδικά ατυχήματα έχουν τεράστιο κοινωνικό και οικονομικό κόστος, γεγονός που καθιστά προτεραιότητα για κάθε χώρα τον περιορισμό τους. Η εξάλειψή τους αποτελεί αντικείμενο και της επιστήμης του συγκοινωνιολόγου μηχανικού και έχει ως στόχο την παροχή ασφαλών, γρήγορων, οικονομικών και άνετων μετακινήσεων.

1.1.2 Οδικά ατυχήματα σε Ευρώπη και Ελλάδα

Η Ευρώπη σύμφωνα με άρθρο του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου (Άρθρο 07-10-2021 - 02:30 20190410STO36615) διαθέτει ένα πολύ καλό ρεκόρ στην οδική ασφάλεια σε σχέση με τον υπόλοιπο κόσμο. Μεταξύ του 2010 και του 2020, ο αριθμός των θανάτων από οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη μειώθηκε κατά 36%: 4.000 άτομα έχασαν τη ζωή τους το 2020 σε σύγκριση με 22.800 άτομα το 2019. Παρόλα αυτά κάθε χρόνο χιλιάδες άνθρωποι χάνουν τη ζωή τους ή τραυματίζονται σοβαρά σε ατυχήματα σε δρόμους της ΕΕ.

Τα πρώτα στοιχεία δείχνουν ότι 18 χώρες της ΕΕ κατέγραψαν τον χαμηλότερο αριθμό νεκρών από τροχαία δυστυχήματα το 2020. Οι ασφαλέστεροι δρόμοι εξακολουθούν να βρίσκονται στη Σουηδία (18 θάνατοι ανά ένα εκατομμύριο κατοίκων), ενώ η Ρουμανία (85 θάνατοι ανά ένα εκατομμύριο κατοίκων) κατέγραψε το υψηλότερο ποσοστό το 2020. Ο μέσος όρος της ΕΕ ήταν 42 θάνατοι ανά ένα εκατομμύριο κατοίκων. Η μείωση του όγκου της κυκλοφορίας, ως αποτέλεσμα της πανδημίας COVID-19, είχε σαφή αντίκτυπο, αν και είναι δύσκολο να μετρηθεί. Το 2018, το 12% των

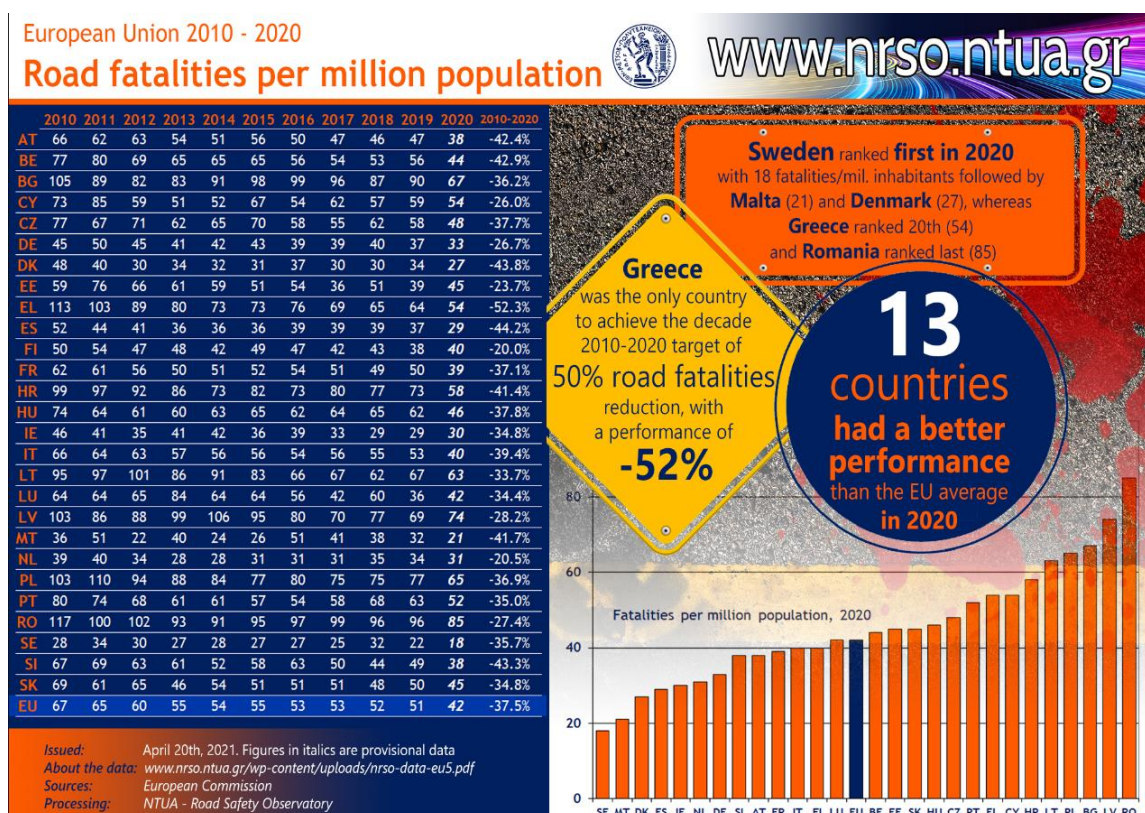
ανθρώπων που σκοτώθηκαν σε δρόμους της ΕΕ ήταν ηλικίας μεταξύ 18 και 24 ετών, ενώ μόνο το 8% του ευρωπαϊκού πληθυσμού εμπίπτει σε αυτήν την ηλικιακή ομάδα, πράγμα που σημαίνει ότι τα άτομα νέας ηλικίας είναι πιθανότερο να εμπλακούν σε θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα. Ωστόσο, οι θάνατοι αυτής της ηλικιακής ομάδας έχουν μειωθεί κατά 43% από το 2010. Το ποσοστό θανάτων ηλικιωμένων (ηλικίας 65 ετών και άνω) αυξήθηκε από 22% το 2010 σε 28% το 2018. Τα παιδιά κάτω των 15 ετών αντιπροσώπευαν το 2%. Τα τρία τέταρτα (76%) των θανατηφόρων ατυχημάτων σε όλη την ΕΕ ήταν άνδρες, κάτι το οποίο παραμένει σχετικά αμετάβλητο από το 2010.



Σχήμα 1.1.2 Οδική ασφάλεια στην ΕΕ, θανατηφόρα ατυχήματα πηγή (Ευρωπαϊκή Επιτροπή)

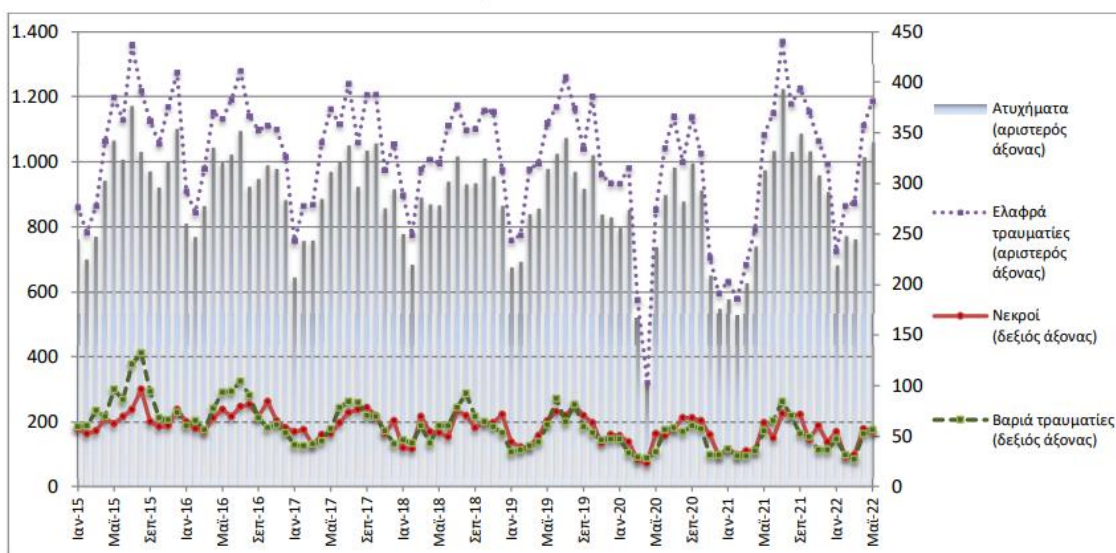
Παρότι ο αριθμός νεκρών στην Ελλάδα παραμένει υψηλός σε σχέση με τον μέσο όρο των Ευρωπαϊκών κρατών, φαίνεται πως τα τελευταία χρόνια παρουσιάζεται μείωση ατυχημάτων και θανάτων. Οι νεκροί εμφάνισαν σημαντική μείωση της τάξεως του 10% στο διάστημα 2004 με 2019, που οφείλεται όχι μόνο στις συνέπειες της οικονομικής κρίσης, της πανδημίας, την συνεπαγόμενη αλλαγή στα χαρακτηριστικά κυκλοφορίας και συμπεριφοράς των οδηγών, στην εξέλιξη της τεχνολογίας των οχημάτων αλλά και στην αναβάθμιση του οδικού δικτύου με τα πεντακόσια (500) νέα χιλιόμετρα αυτοκινητόδρομων, που δόθηκαν στην κυκλοφορία στις αρχές του 2017 και αντικατέστησαν ιδιαίτερα επικίνδυνα τμήματα του οδικού δικτύου.

Η Ελλάδα την περίοδο 2010-2020 εμφανίζει την υψηλότερη μείωση του αριθμού των νεκρών στα οδικά ατυχήματα στην Ευρώπη σε ποσοστό 52% . Ο αριθμός των νεκρών σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα διαφέρει από τον μέσο αριθμό θανατηφόρων ατυχημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (42θάνατοι/εκ. πληθυσμού) κατά 12 νεκρούς ανά εκατομμύριο πληθυσμού κι έτσι με 54 νεκρούς ανά εκ. πληθυσμού βρίσκεται στην 20η θέση ανάμεσα στα 28 κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (NRSO,2020). Όσον αφορά στο έτος 2020 ο αριθμός των νεκρών στα οδικά ατυχήματα μειώθηκε σε σημαντικό βαθμό καθώς οι νεκροί από ατυχήματα το 2020 είναι 54/εκ.πληθυσμού και το 2019 είναι 64/εκ.πληθυσμού.

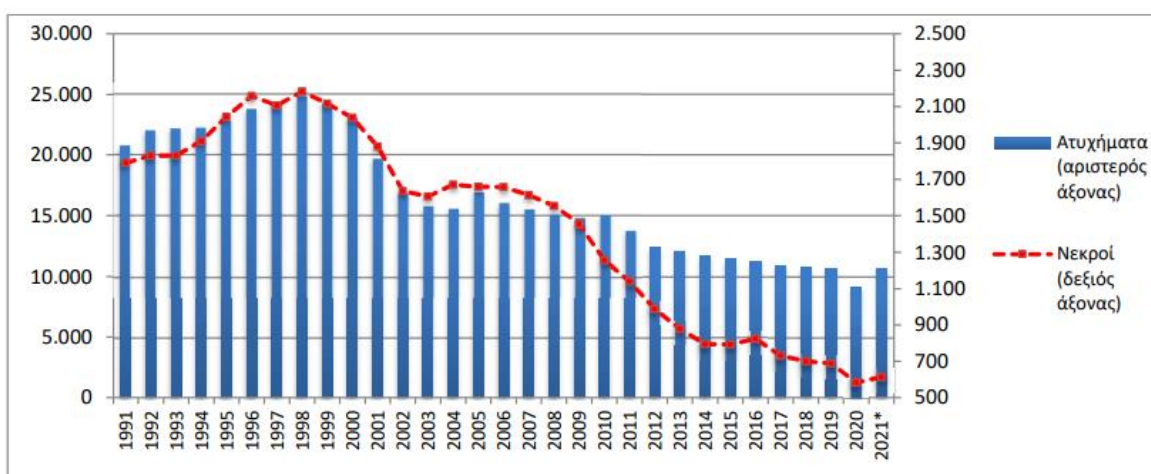


Σχήμα 1.1.3. Αριθμός νεκρών ανά εκατομμύριο στην Ευρώπη, πηγή (NRSO 2020).

Επιπλέον σύμφωνα με την ελληνική στατιστική αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) η οποία συλλέγει τα στοιχεία της από τις Αστυνομικές και Λιμενικές Αρχές, προκύπτει ότι από το 2015 τα ατυχήματα με παθόντες έχουν μειωθεί και συνεπώς το επίπεδο οδικής ασφάλειας στη χώρα μας έχει βελτιωθεί. Ωστόσο ο αριθμός των οδικών ατυχημάτων παραμένει σημαντικός κι έτσι χρίζεται απαραίτητο να εντοπιστούν τα αίτια των ατυχημάτων αλλά και να καθοριστούν τρόποι αντιμετώπισης ώστε οι οδηγικές μεταφορές να γίνονται με τη μέγιστη ασφάλεια.



Σχήμα 1.1.4 Οδικά ατυχήματα και παθόντες το διάστημα 2015-2022, πηγή (ΕΛΣΤΑΤ).



Σχήμα 1.1.5 Γράφημα τροχαίων ατυχημάτων και νεκρών το διάστημα 1991-2021, πηγή (ΕΛΣΤΑΤ).

Η συμπεριφορά του οδηγού είναι η κύρια αιτία για ποσοστό ατυχημάτων 65-95% (NRSO, 2019). Οι βασικοί παράγοντες για την πρόκληση ενός ατυχήματος είναι οι **επικίνδυνες ενέργειες** που κάνουν οι οδηγοί όπως η ανάπτυξη υψηλής ταχύτητας, οι παραβάσεις κυκλοφορίας κτλ. Οι **λάθος αντιδράσεις και εκτιμήσεις** που οδηγούν σε απώλεια ελέγχου του οχήματος, στην αδυναμία τήρησης αποστάσεων ασφαλείας, στο απότομο φρενάρισμα κτλ. αλλά και η **απειρία** όπως επιθετική οδήγηση, νευρικότητα, αβεβαιότητα είναι συχνά αίτια ατυχημάτων. Βασικό ζήτημα αποτελεί η **απόσπαση της προσοχής** των οδηγών, κυρίως λόγω της **χρήσης τηλεφώνου** αλλά και άλλοι παράγοντες όπως η **κούραση και κατανάλωση αλκοόλ**.

Παρακάτω παρουσιάζονται πίνακες της Ελληνικής Αστυνομίας που αφορούν παραβάσεις του ΚΟΚ και στατιστικά στοιχεία σε σχέση με την χρήση κινητού τηλεφώνου στα έτη 2018-2021.

ΕΙΔΟΣ ΠΑΡΑΒΑΣΗΣ	2019	2018	ΔΙΑΦΟΡΑ	ΠΟΣΟΣΤΟ
Παραβίαση προτεραιότητας	2,236	2,270	-34	-1.5%
Παραβίαση ερυθρού Σηματοδότη	14,899	14,931	-32	-0.2%
Αντικανονικοί ελιγμοί	7,602	4,593	3,009	65.5%
Κίνηση στο αντίθετο ρεύμα	11,711	11,364	347	3.1%
Αντικανονικό Προσπέρασμα	6,181	6,706	-525	-7.8%
Κίνηση στην αριστερή λωρίδα - Μη κίνηση στο άκρο δεξιό της οδού	458	310	148	47.7%
Μη χρήση ζώνης ασφαλείας	34,594	33,380	1,214	3.6%
Μη χρήση παιδικών καθισμάτων	1,048	920	128	13.9%
Μη χρήση κράνους	52,089	52,706	-617	-1.2%
Παραβάσεις οχημάτων (ΚΤΕΟ)	23,594	25,845	-2,251	-8.7%
Παραβάσεις ταχύτητας	234,169	213,333	20,836	9.8%
Παραβίαση χρήσης κινητού τηλεφώνου	15,746	18,224	-2,478	-13.6%
Φθαρμένα ελαστικά	5,998	5,785	213	3.7%
Στέρηση Ικανότητας άδειας οδηγού	50,456	46,970	3,486	7.4%
Μέθοη	31,557	33,394	-1,837	-5.5%
ΣΥΝΟΛΟ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ	492,338	428,759	63,579	14.8%

Σχήμα 1.1.7 παραβάσεις ΚΟΚ συγκριτικά για τα έτη 2018 & 2019 πηγή, (Ελ. Αστυνομία)



ΠΙΝΑΚΑΣ 94

ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ, ΠΟΥ ΒΕΒΑΙΩΘΗΚΑΝ, ΟΔΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ Κ.Λ.Π. ΟΧΗΜ. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΚΥΡΩΣΕΩΝ, ΠΟΥ ΕΠΙΒΛΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΑΥΤΕΣ, ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΧΗΜ. ΚΑΙ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ Ή ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΚΥΡΩΣΕΩΝ.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΕΙΔΟΣ	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΩΝ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ	ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ	ΜΟΤΟΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΠΩΔΗΛΑΤΩΝ	ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	ΛΟΙΠΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΩΧΗΣ ΟΔΗΓΟΥ	32	301	18	1472	0	2	0	174	24	0	0	11	2034
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΣΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	512	5895	204	25525	11	119	17	63	3	0	0	5	32354
ΕΛΛΕΙΨΗ ΣΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	3	150	0	434	0	0	0	2	13	0	0	1	603
ΣΤΕΡΗΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΔΕΙΑΣ ΟΔΗΓΟΥ	99	1474	165	24619	3	4	0	21644	4326	27	22	133	52516
ΘΟΥΡΥΟΙ ΓΕΝΙΚΑ	1	155	11	2933	2	0	0	2484	842	2	1	1	6432
ΚΑΤΣΑΕΡΙΑ	48	107	70	147	0	3	0	54	15	0	0	0	444
ΠΑΡΑΝΟΜΕΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΕΙΣ	1523	13383	1465	228995	38	158	11	15617	3872	7	32	72	265173
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ	1	62	13	1145	0	0	0	38398	8920	32	0	403	48974
ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ ΣΗΜΑΝΣ. ΓΕΝΙΚΑ	24780	15436	647	73329	358	531	54	14899	5289	20	112	2615	138070
ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ	353	1516	104	8979	6	13	0	923	138	2	1	72	12107
ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ Κ.Τ.Ε.Ο.	124	2568	121	13575	3	6	0	2775	87	0	0	1	19260
ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ ΦΘΑΡΜΕΝΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ	762	1869	44	1991	2	7	6	188	27	0	8	6	4910
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΠΑΙΔΙΚΩΝ ΚΑΘΙΣΜΑΤΩΝ	11	171	0	754	1	2	0	7	0	0	0	1	947
ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΔΟΡΙΑ	10	71	2	195	0	7	0	1	5	0	0	0	291
ΑΝΑΣΦΑΛΙΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	54	1334	57	7684	3	6	2	5283	1737	9	75	64	16308
ΣΥΝΟΛΟ	74228	88034	5249	573959	833	1717	129	114839	27027	133	293	3533	889974

Σχήμα 1.1.8 παραβάσεις ΚΟΚ 2021 πηγή, (Ελ.Αστυνομία).



ΠΙΝΑΚΑΣ 94

ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ, ΠΟΥ ΒΕΒΑΙΩΘΗΚΑΝ, ΟΔΙΚΗΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΕΡΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ Κ.Λ.Π. ΟΧΗΜ. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΚΥΡΩΣΕΩΝ, ΠΟΥ ΕΠΙΒΛΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΑΥΤΕΣ, ΚΑΤΑ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΧΗΜ. ΚΑΙ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ Ή ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ ΚΥΡΩΣΕΩΝ.

ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΡΑΒΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΕΙΔΟΣ	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΦΟΡΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Δ.Χ.	ΕΠΙΒΑΤΗΓΩΝ Ι.Χ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΑΣΤΙΚΩΝ ΥΠΕΡΑΣΤ.	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΩΝ	ΛΕΩΦΟΡΕΙΩΝ ΣΧΟΛΙΚΩΝ	ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΩΝ	ΜΟΤΟΠΟΔΗΛΑΤΩΝ	ΠΩΔΗΛΑΤΩΝ	ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ	ΛΟΙΠΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΠΟΣΠΑΣΗ ΠΡΟΣΩΧΗΣ ΟΔΗΓΟΥ	9	214	30	1422	2	1	1	201	33	0	0	7	1920
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΣΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	412	5548	149	23890	106	35	6	19	6	0	0	3	30174
ΕΛΛΕΙΨΗ ΣΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	2	97	10	279	18	1	0	3	0	0	0	1	411
ΣΤΕΡΗΣΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑΣ ΑΔΕΙΑΣ ΟΔΗΓΟΥ	132	1699	93	23106	3	4	0	20562	4748	9	11	132	50499
ΘΟΥΡΥΟΙ ΓΕΝΙΚΑ	2	96	25	1875	1	0	1	1993	592	0	0	1	4586
ΚΑΤΣΑΕΡΙΑ	86	451	73	1146	0	5	1	53	6	0	0	0	1821
ΠΑΡΑΝΟΜΕΣ ΣΤΑΘΜΕΥΣΕΙΣ	568	12746	2032	215921	35	246	4	19171	3844	3	37	75	254682
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΙΚΟΥ ΚΡΑΝΟΥΣ	0	23	5	453	0	0	0	36191	9632	4	0	86	46394
ΛΟΙΠΕΣ ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ ΣΗΜΑΝΣ. ΓΕΝΙΚΑ	18546	16150	1542	78258	624	370	38	17256	6147	67	181	3699	142838
ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ	246	1646	107	10275	3	7	0	974	234	0	1	35	13528
ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ Κ.Τ.Ε.Ο.	107	2929	68	13835	3	8	1	3032	117	0	0	2	20102
ΠΑΡΑΒΑΣΕΙΣ ΦΘΑΡΜΕΝΩΝ ΕΛΑΣΤΙΚΩΝ	819	1759	18	1852	3	2	1	181	25	0	4	13	4677
ΜΗ ΧΡΗΣΗ ΠΑΙΔΙΚΩΝ ΚΑΘΙΣΜΑΤΩΝ	18	150	4	861	0	2	3	22	1	0	0	0	1061
ΚΙΝΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΔΟΡΙΑ	11	83	0	155	1	6	0	10	3	0	0	0	269
ΑΝΑΣΦΑΛΙΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ	68	1610	91	9648	1	12	2	5936	1985	8	87	61	19509
ΣΥΝΟΛΟ	60959	83769	6194	562166	1426	1835	64	118918	29320	119	369	4253	869392

Σχήμα 1.1.9 παραβάσεις ΚΟΚ 2020 πηγή, (Ελ.Αστυνομία).

1.1.3. Απόσπαση Προσοχής Οδηγών

Η απόσπαση της προσοχής του οδηγού είναι η κατάσταση κατά την οποία ο οδηγός τραβά την προσοχή από τη δραστηριότητα της οδήγησης. Έχει παρατηρηθεί ότι οι οδηγοί ασκούν δραστηριότητες που αποσπούν την προσοχή περισσότερο από το 50% του χρόνου οδήγησής τους, με αποτέλεσμα να διπλασιάζεται η πιθανότητα εμπλοκής σε ατύχημα. Οι πηγές απόσπασης προσοχής κατά την οδήγηση αυξάνονται συνεχώς με την υιοθέτηση όλο και περισσότερων νέων τεχνολογιών και συσκευών εντός του οχήματος. Η απόσπαση του οδηγού λόγω της χρήσης τηλεφώνου μπορεί να χαρακτηριστεί με τους εξής τέσσερεις τρόπους: οπτική, ακουστική, φυσική και νοητική (Young et al. 2003).

- Οπτική, κατά το χρονικό διάστημα που ο οδηγός έχει τα μάτια του στραμμένα στο κινητό αντί στο δρόμο (Dragutinovic N. et al, 2005).
- Ακουστική, σε περίπτωση που ο οδηγός αιφνιδιαστεί από τον ήχο κλήσης του κινητού, ή από τη συνομιλία κατά τη διάρκεια της κλήσης (Direct Line Motor Insurance, 2002).
- Φυσική, αφού ο οδηγός πρέπει να χειρίζεται το αυτοκίνητο (π.χ. αλλαγή ταχυτήτων, χειρισμός τιμονιού) και τη συσκευή (π.χ. απάντηση/τερματισμός κλήσεων) ταυτόχρονα (Young et al, 2003).
- Νοητική, αφού η χρήση κινητού προκαλεί σφάλματα στη συγκέντρωση και στη λήψη αποφάσεων λόγω της πραγματοποίησης δύο διανοητικών λειτουργιών ταυτόχρονα. Η συνομιλία ανταγωνίζεται με τις απαιτήσεις της οδήγησης, ενώ όσο πιο σύνθετο είναι το θέμα της συζήτησης τόσο σημαντικότερη είναι η επίδραση της ομιλίας στην οδήγηση (SWOV, 2008).

Παρόλο που γίνονται προσπάθειες με στόχο τη μείωση της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, με συστηματική ενημέρωση των οδηγών, με την εφαρμογή μέτρων και την επιβολή προστίμων, οι οδηγοί συνεχίζουν να παίρνουν το ρίσκο της χρήσης του κινητού τους. Είναι απαραίτητο να μελετηθεί αυτή τους η συνήθεια, ώστε να βρεθούν αποτελεσματικοί τρόποι αντιμετώπισης που θα εξασφαλίσουν ασφαλείς μετακινήσεις.

1.2 Στόχος Διπλωματικής

Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η **ανάλυση χαρακτηριστικών απόσπασης προσοχής** του οδηγού εξαιτίας της χρήσης του **κινητού τηλεφώνου** στην Ελλάδα.

Επιδιώκεται να εξεταστεί πόσοι από τους οδηγούς κάνουν χρήση του κινητού κατά την οδήγηση και ποιοι από αυτούς χάνουν την προσοχή τους από την δραστηριότητα της οδήγησης. Επίσης γίνεται προσπάθεια **συσχέτισης της απόσπασης προσοχής** από την χρήση κινητού με άλλους **παράγοντες**. Οι παράγοντες αυτοί είναι το **φύλο**, η **ηλικία** (νέοι, μεσήλικες και ηλικιωμένοι), ο **τύπος του οχήματος** που χειρίζονται οι οδηγοί (Ι.Χ., βαν, άλλο), ο **τύπος της οδού** που κινούνται (αστική

οδός, αυτοκινητόδρομος, υπεραστική οδός), οι **καιρικές συνθήκες** που χωρίζονται σε δύο ομάδες: καλές (ηλιοφάνεια) και κακές (βροχή, ομίχλη, αέρας), η **χρονική περίοδος** κίνησης μέσα στην εβδομάδα (Σαββατοκύριακο ή καθημερινή) και τέλος η **πόλη** στην οποία γίνεται η μετακίνηση (Αθήνα, Θεσσαλονίκη, Λάρισα). Επομένως διερευνάται αν κάποιες ή όλες αυτές οι παράμετροι προκαλούν μεγαλύτερα προβλήματα στην διαδικασία της οδήγησης και εντείνουν την απόσπαση προσοχής σε συνδυασμό πάντα με την παράλληλη χρήση του κινητού τηλεφώνου.

Για τον σκοπό αυτό συγκεντρώθηκε ένας πολύ μεγάλος αριθμός δεδομένων, πάνω από 8500 στοιχεία, τα οποία καταγράφηκαν μέσω **παρατηρήσεων** με πρωτοβουλία του τομέα μεταφορών και συγκοινωνιακών υποδομών του Ε.Μ.Π. για ερευνητικούς σκοπούς. Οι παρατηρήσεις έγιναν σε τρεις πόλεις σε Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Λάρισα. Το γεγονός ότι τα δεδομένα προήλθαν από παρατηρήσεις, προσδίδει εγκυρότητα καθώς δεν υπάρχει το ενδεχόμενο ψευδούς δήλωσης που συχνά προβαίνουν οι οδηγοί κι έτσι μπορούμε να αξιολογήσουμε τα αποτελέσματα με μεγαλύτερη ασφάλεια. Φυσικά υπάρχει το ενδεχόμενο λάθους από τον παρατηρητή, ωστόσο είναι σχετικά μικρό σφάλμα και δεν μας απασχολεί. Στη συνέχεια αναπτύχθηκαν **στατιστικά μοντέλα** τα οποία προβλέπουν τη σχέση μεταξύ των παραμέτρων που αναφέρθηκαν και της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης θα βοηθήσουν στην κατανόηση γύρω από την συνήθεια των οδηγών να χρησιμοποιούν το τηλέφωνο αλλά και πως οι υπόλοιποι παράγοντες αλληλεπιδρούν με αυτή τους την επιλογή. Θα προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά των οδηγών που προβαίνουν στην χρήση κινητού και οι γενικότερες συνθήκες που οδηγούν συνδυαστικά σε απόσπαση προσοχής κι άρα αυξάνουν την πιθανότητα ατυχήματος. Τα συμπεράσματα της εργασίας μπορούν να αποφέρουν σημαντικά οφέλη, εφόσον δύναται να αξιοποιηθούν από βιομηχανίες αυτοκινήτων και ασφαλειών και από την Πολιτεία με σκοπό την αύξηση του επιπέδου **της οδικής ασφάλειας** σχετικά με την απόσπαση προσοχής, κάνοντας **στοχευμένες επεμβάσεις** στη διαμόρφωση της συμπεριφορά του οδηγού, στην τεχνολογία των οχημάτων και στη διαχείριση της κυκλοφορίας.

1.3 Μεθοδολογία

Στην ενότητα αυτή περιγράφεται συνοπτικά η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την ολοκλήρωση και πραγμάτωση του στόχου της Διπλωματικής Εργασίας.

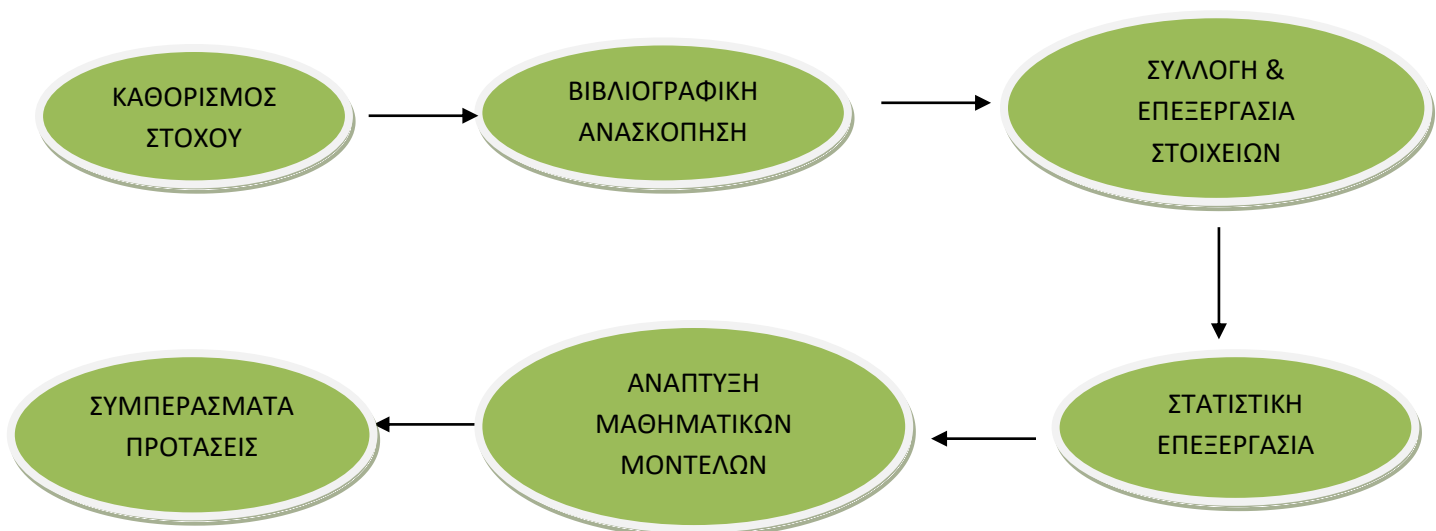
Οριστικοποιήθηκε το θέμα της παρούσας εργασίας καθώς και ο επιδιωκόμενος στόχος. Πραγματοποιήθηκε ευρεία βιβλιογραφική ανασκόπηση τόσο σε ελληνική όσο και σε διεθνή βιβλιογραφία μέσα από αναζήτηση ερευνών, επιστημονικών άρθρων καθώς και γενικών πληροφοριών σχετικά με το ζήτημα της απόσπασης προσοχής κατά την οδήγηση εξαιτίας των κινητών τηλεφώνων. Η διαδικασία αυτή προσέφερε την απαραίτητη τριβή και μια σχετική εμπειρία στην επεξεργασία τέτοιων θεμάτων και βοήθησε στο να οριστικοποιηθεί η μέθοδος επεξεργασίας των δεδομένων.

Στην περίπτωση της παρούσας εργασίας τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω παρατηρήσεων από ερευνητική ομάδα του Ε.Μ.Π.. Τα μέλη της ομάδας τοποθετήθηκαν σε συγκεκριμένες προκαθορισμένες θέσεις σε κάθε πόλη και στην αντίστοιχη κατηγορία οδού (αστική,

αυτοκινητόδρομος, επαρχιακή). Παρατήρησαν την κίνηση των οχημάτων με στόχο να καταγράψουν αν οι οδηγοί έκαναν χρήση κινητού κατά την οδήγηση. Για τη διευκόλυνση της διαδικασίας υπήρχε προκαθορισμένη λίστα με όλους τις παραμέτρους, φύλο, ηλικία, πόλη, χρονική περίοδος, τύπος οδού, τύπος οχήματος και καιρικές συνθήκες και ανάλογα με την παρατήρηση σημειωνόταν η αντίστοιχη τιμή (πχ. Φύλο: γυναίκα, απόσπαση: ναι, τύπος οδού: επαρχιακή κτλ.). Όπως αναφέρθηκε το σύνολο των στοιχείων σχετικά με την απόσπαση προσοχής είναι πάνω από 8500 και σε συνδυασμό με τους υπόλοιπους παράγοντες, η βάση δεδομένων που δημιουργήθηκε προσφέρει έναν πολύ μεγάλο και ικανοποιητικό όγκο πληροφοριών.

Στη συνέχεια, ακολούθησε η επιλογή της μεθόδου στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων στο Microsoft Excel. Έπειτα από την κατάλληλη μορφοποίηση της βάσης για την απόκτηση κωδικοποιημένης μορφής που εξυπηρετεί τόσο σε ταχύτητα επεξεργασίας όσο και στο στατιστικό μοντέλο που χρησιμοποιείται, πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, τη **γλώσσα προγραμματισμού (R)**. Επόμενο στάδιο αποτέλεσε η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης και **Τυχαίων Δασών** (Random Forests).

Μετά την αξιολόγηση και ερμηνεία των αποτελεσμάτων, εξήχθησαν τα αντίστοιχα συμπεράσματα για την περιγραφή του ποσοστού επιρροής της χρήσης κινητού και την αλληλεπίδραση της απόσπασης προσοχής με τις υπόλοιπες μεταβλητές. Προέκυψαν λοιπόν πληροφορίες για το υπό εξέταση πρόβλημα και διατυπώθηκαν προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.



Σχήμα 1.3.1 Δομή σταδίων εκπόνησης Διπλωματικής εργασίας

1.4. Δομή

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζεται η δομή της Διπλωματικής εργασίας κάνοντας μια συνοπτική ανασκόπηση του περιεχομένου του κάθε κεφαλαίου.

Το **πρώτο κεφάλαιο** είναι εισαγωγικό, παρουσιάζεται το θέμα της εργασίας και μια γενική εικόνα του περιεχομένου. Αναφέρονται πρόσφατα δεδομένα της οδικής ασφάλειας που προέκυψαν από έρευνα σε σχετικά άρθρα και εκθέσεις στατιστικών στοιχείων των αρχών της ελληνικής αστυνομίας και της ελληνικής στατιστικής αρχής (ΕΛΣΤΑΤ). Τέλος γίνεται αναφορά στην μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία και απεικονίζεται το διάγραμμα ροής της διπλωματικής.

Στο **δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται συνοπτική παρουσίαση ερευνών με αντικείμενο την απόσπαση προσοχής από τη χρήση του κινητού τηλεφώνου, καθώς επίσης και ερευνών με συναφή μεθοδολογία συλλογής και αξιοποίησης στοιχείων. Στη συνέχεια, πραγματοποιείται σύνοψη των μεθοδολογιών που χρησιμοποιήθηκαν και παρουσιάζονται συγκεντρωτικά όλα τα αποτελέσματα.

Το **τρίτο κεφάλαιο**, αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο σύμφωνα με το οποίο έγινε η ανάλυση και η επεξεργασία των δεδομένων. Αρχικά, επεξηγείται ο λόγος επιλογής της στατιστικής ανάλυσης που επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί με βάση τα χαρακτηριστικά της και περιγράφονται οι μαθηματικές και στατιστικές έννοιες για την καλύτερη κατανόηση και επεξήγηση του μοντέλου που επιλέχθηκε. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με μία σύντομη παράθεση των βημάτων που ακολουθούνται για την επεξεργασία των δεδομένων στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης.

Το **τέταρτο κεφάλαιο** αφορά τη διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας των στοιχείων που χρησιμοποιήθηκαν για την παρούσα Διπλωματική Εργασία. Γίνεται αναφορά στην πηγή προέλευσης των δεδομένων, τα οποία προήλθαν μέσω παρατηρήσεων. Έπειτα, παρατίθενται συγκεντρωτικοί πίνακες στους οποίους περιγράφονται τα χαρακτηριστικά του δείγματος, ακολουθούμενοι από τον απαραίτητο σχολιασμό. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η επεξεργασία τους στο Microsoft Excel ώστε να αποκτήσουν την τελική μορφή τους. Ακολουθεί ο τρόπος κωδικοποίησης τους προκειμένου να εισαχθούν στο λογισμικό στατιστικής ανάλυσης R.

Στο **πέμπτο κεφάλαιο**, παρουσιάζεται αναλυτικά η διαδικασία και μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την παραγωγή των μοντέλων και την εξαγωγή των τελικών αποτελεσμάτων. Παρουσιάζονται τα δεδομένα εισόδου κι εξόδου, με ιδιαίτερη έμφαση στους στατιστικούς ελέγχους αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων για την αποδοχή των μοντέλων και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Αναλύονται οι συσχετίσεις των επιμέρους παραγόντων (φύλο, ηλικία, τύπος οδού, τύπος οχήματος, χρονική περίοδος, καιρικές συνθήκες ,πόλη) ενώ τα τελικά μοντέλα συνοδεύονται και από διαγράμματα και πίνακες που φανερώνουν την αξιοπιστία τους.

Το **έκτο κεφάλαιο**, περιλαμβάνει τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερμηνεία των τελικών μαθηματικών μοντέλων. Γίνεται μια επισκόπηση των κυρίων σημείων της εργασίας, ενώ στη συνέχεια διατυπώνονται τα συμπεράσματα, τα οποία προέκυψαν. Δίνονται απαντήσεις στους στόχους της εργασίας και καταγράφονται προτάσεις βασισμένες στα αποτελέσματα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, με σκοπό την βελτίωση της οδικής ασφάλειας εν γένει.

Στο **έβδομο κεφάλαιο** παρατίθεται ο κατάλογος των βιβλιογραφικών αναφορών που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της Διπλωματικής Εργασίας. Περιλαμβάνονται αναφορές που αφορούν τις έρευνες που παρουσιάστηκαν στα κεφάλαια της εισαγωγής και της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, όσο και σε στατιστικές έννοιες και μεθόδους, που αναλύθηκαν στο θεωρητικό υπόβαθρο.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Εισαγωγή

Το κεφάλαιο περιλαμβάνει έρευνες στον τομέα της οδικής ασφάλειας, που έχουν πραγματοποιηθεί είτε στην Ελλάδα είτε στο εξωτερικό που έχουν παρόμοιο αντικείμενο με αυτή τη Διπλωματική Εργασία ή και παρόμοια μεθοδολογία επεξεργασίας των στοιχείων. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται έρευνες που αναφέρονται στην **απόσπαση της προσοχής** λόγω της χρήσης του κινητού τηλεφώνου καθώς κι έρευνες με διαφορετικό αντικείμενο μελέτης αλλά ίδια διαχείριση των δεδομένων στα στατιστικά μοντέλα. Γίνεται σύνοψη του περιεχομένου των εργασιών και των αντίστοιχων στόχων αλλά και αναφορά στον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων της επιστημονικής έρευνας. Με την ανασκόπηση των μεθοδολογιών, επιχειρήθηκε ο προσδιορισμός μιας κατάλληλης μεθόδου για την αντιμετώπιση της παρούσας εργασίας.

2.2 Συναφείς Έρευνες

Στην υποενότητα αυτή παρουσιάζονται τα βασικά σημεία ερευνών που έχουν ως θέμα την απόσπαση προσοχής από την χρήση κινητού κατά την οδήγηση και πως αυτή η ενέργεια επηρεάζει την οδική συμπεριφορά και την οδική ασφάλεια εν γένει.

2.2.1 *Κρίσιμοι παράγοντες επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση με δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα (Ακριτίδου, 2020).*

Σκοπός: Η διερεύνηση των κρίσιμων παραγόντων επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση αξιοποιώντας δεδομένα από αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων.

Μεθοδολογία: Η συλλογή δεδομένων έγινε μέσα από την εξατομικευμένη καταγραφή της συμπεριφοράς του οδηγού σε πραγματικό χρόνο χρησιμοποιώντας αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων. Περισσότεροι από εκατό οδηγοί συμμετείχαν στο πείραμα οδήγησης σε πραγματικές συνθήκες (Smartphone naturalistic driving experiment) σε χρονικό διάστημα 6 μηνών και δημιουργήθηκε μια μεγάλη βάση δεδομένων με χιλιάδες διαδρομές. Αξιοποιήθηκε η ειδική πλατφόρμα της εταιρείας της συγκεκριμένης εφαρμογής σε έξυπνα κινητά τηλέφωνα (OSeven) για την ανάλυση των δεδομένων. Επιπλέον, 100 από αυτούς τους οδηγούς απάντησαν και σε ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις σχετικές με το θέμα. Στη συνέχεια, ακολούθησε η επιλογή της μεθόδου στατιστικής επεξεργασίας των στοιχείων και η εισαγωγή της βάσης δεδομένων του ερωτηματολογίου σε ηλεκτρονική βάση (Microsoft Excel). Πραγματοποιήθηκε η εισαγωγή τους στο ειδικό λογισμικό στατιστικής ανάλυσης, τη γλώσσα προγραμματισμού (R). Επόμενο στάδιο αποτέλεσε η ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων παλινδρόμησης Poisson, που περιέγραφαν σε αποδεκτό επίπεδο εμπιστοσύνης την επιρροή των ανεξάρτητων μεταβλητών στην εκάστοτε εξαρτημένη.

Αποτελέσματα:

- Οι οδηγοί που πραγματοποιούν συχνές επιβραδύνσεις είναι εκείνοι που κάνουν σπανιότερη χρήση του κινητού τους τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης.

- Οι οδηγοί που δε συμμορφώνονται στα όρια ταχυτήτων είναι εκείνοι που δε συμμορφώνονται και στην απαγόρευση της χρήσης του κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγούν.
- Οι οδηγοί που διανύουν μεγαλύτερες αποστάσεις είναι και εκείνοι που κάνουν περισσότερη χρήση του κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια οδήγησης.
- Οι κατά δήλωση εξοικειωμένοι οδηγοί με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου, νιώθουν μεγαλύτερη άνεση και σιγουριά για να κάνουν χρήση του κινητού τους τηλεφώνου ενώ οδηγούν.
- Όσο αυξάνεται ο κατά δήλωση αριθμός χιλιομέτρων που διανύεται καθημερινά τόσο μειώνεται και η χρήση του κινητού τηλεφώνου σε αστικό και υπεραστικό περιβάλλον.
- Το οδικό περιβάλλον του αυτοκινητοδρόμου φαίνεται πως καθορίζει την ενδεχόμενη χρήση του κινητού τηλεφώνου.

2.2.2 Η επιρροή στην κυκλοφορία και στην ασφάλεια της χρήσης του διαδικτύου κατά την οδήγηση στην πόλη με την χρήση προσομοιωτή οδήγησης (Οικονόμου, 2019).

Σκοπός: Η εξέταση του τρόπου επίδρασης της χρήσης του διαδικτύου μέσω κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση σε αστική οδό και ποσοτικοποίηση του, εξαιτίας των σοβαρών επιπτώσεων στην οδική ασφάλεια.

Μεθοδολογία: Έγινε μέσω πειράματος με προσομοιωτή οδήγησης, στο οποίο συμμετείχαν 36 οδηγοί και συλλέχθηκαν τα κατάλληλα οδηγικά στοιχεία. Οι συμμετέχοντες ήταν νέοι ηλικιακά από 18 έως 33 ετών, οι οποίοι οδήγησαν σε αστικό περιβάλλον σε συνθήκες χαμηλού, υψηλού κυκλοφοριακού φόρτου και ημέρας, νύχτας. Η οδήγησή τους, επιπλέον, περιλάμβανε ελεύθερη οδήγηση χωρίς απόσπαση της προσοχής και με απόσπαση της προσοχής λόγω της χρήσης των εφαρμογών Face book, Google Maps και Face book Messenger μέσω του έξυπνου κινητού τους τηλεφώνου. Κατά τη στατιστική ανάλυση, που πραγματοποιήθηκε με τη χρήση στατιστικού προγράμματος, εκτελέστηκε γραμμική, διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση για την πρόβλεψη οδηγικών χαρακτηριστικών και πιθανότητας ατυχημάτων.

Αποτελέσματα:

- Η χρήση του διαδικτύου μέσω κινητού τηλεφώνου προκαλεί την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος, παρόλο που ταυτόχρονα μειώνει τη μέση ταχύτητα οδήγησης.
- Η απόσπαση της προσοχής από τη χρήση του διαδικτύου μέσω κινητού τηλεφώνου κατά τη διάρκεια της οδήγησης προκαλεί μείωση της διακύμανσης της μέσης απόστασης από το προπορευόμενο όχημα.
- Οι οδηγοί οι οποίοι δηλώνουν ότι δεν αλλάζουν την οδηγική συμπεριφορά τους κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου, εμφανίζουν μεγαλύτερες διακυμάνσεις της μέσης ταχύτητας, καθώς ίσως η στάση αυτή προκαλεί πιο επικίνδυνη οδήγηση με μεγαλύτερες εναλλαγές ταχύτητας, αφού ο οδηγός δεν προσαρμόζεται στην κυκλοφορία. Επίσης, παρουσιάζουν και μικρότερες αποστάσεις από το προπορευόμενο όχημα, καθώς δεν οδηγούν τηρώντας αποστάσεις ασφαλείας.

- Οι οδηγοί κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου για πλοήγηση στο διαδίκτυο δεν ελέγχουν πλήρως το όχημα και δεν προσαρμόζονται κατάλληλα με την υπόλοιπη κυκλοφορία, με αποτέλεσμα να διατηρούν σταθερό το τιμόνι του οχήματος ανεξάρτητα της κυκλοφορίας.

2.2.3 Προτυποποίηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού αξιοποιώντας λεπτομερή δεδομένα από αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων (Αργυροπούλου, 2017).

Σκοπός: Στόχος της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η διερεύνηση και η προτυποποίηση της επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου στη συμπεριφορά του οδηγού αξιοποιώντας λεπτομερή δεδομένα από αισθητήρες έξυπνων κινητών τηλεφώνων.

Μεθοδολογία : Η βάση δεδομένων δημιουργήθηκε απ στοιχεία που συλλέχθηκαν από 100 οδηγούς σε πείραμα σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης μέσω των αισθητήρων έξυπνων κινητών τηλεφώνων. Κατά τη στατιστική επεξεργασία αποφασίστηκε η εξαγωγή μαθηματικών μοντέλων τόσο για το σύνολο των οδικών δικτύων (αστικό περιβάλλον, υπεραστικό περιβάλλον, αυτοκινητόδρομοι) όσο και ξεχωριστά για κάθε τύπο οδού. Αναπτύχθηκαν μοντέλα γραμμικής παλινδρόμησης καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή (αριθμός συμβάντων ανά απόσταση) είναι συνεχής μεταβλητή. Για την δυνατότητα πρόβλεψης της χρήσης ή μη του κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση αναπτύχθηκαν μοντέλα δυαδικής λογιστικής παλινδρόμησης καθώς η εξαρτημένη μεταβλητή παίρνει δύο μόνο τιμές (0 ή 1) ανάλογα αν ο οδηγός χρησιμοποιεί ή όχι το κινητό τηλέφωνο. Σημειώνεται ότι καθότι υπάρχουν πολλές μετρήσεις-διαδρομές που αντιστοιχούν σε κάθε οδηγό εφαρμόζονται μοντέλα μεικτών επιδράσεων (mixed-effects models) ή αλλιώς μεικτά μοντέλα ώστε να αποφευχθούν σφάλματα λόγω της επαναληπτικότητας των δεδομένων.

Αποτελέσματα:

- Με την ανάλυση διαπιστώθηκε ότι είναι δυνατή η πρόβλεψη της χρήσης ή μη κινητού τηλεφώνου με αρκετά υψηλή ακρίβεια κατά την οδήγηση εάν είναι γνωστά ορισμένα μεγέθη, όπως η μέση ταχύτητα οδήγησης, η μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας, η μέση στροφική ταχύτητα, η διάρκεια χρήσης του κινητού τηλεφώνου, ο αριθμός απότομων συμβάντων και η περίοδος οδήγησης σε σχέση με την πρωινή και την απογευματινή αιχμή.
- Η πρόβλεψη της χρήσης ή μη του κινητού τηλεφώνου πραγματοποιείται με μεγαλύτερη ακρίβεια κατά σειρά πρώτα για την οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο και στη συνέχεια για υπεραστικό δίκτυο, αστικό δίκτυο και τέλος για το σύνολο των οδικών δικτύων.
- Όσο μειώνεται η μέση ταχύτητα οδήγησης τόσο μεγαλύτερη γίνεται η πιθανότητα ο οδηγός να μιλάει στο κινητό τηλέφωνο.
- Όσο μεγαλώνει η μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας συνολικά σε όλους τους τύπους οδού τόσο μειώνεται η πιθανότητα ο οδηγός να κάνει χρήση του κινητού τηλεφώνου.
- Όσο αυξάνεται η διάρκεια χρήσης του κινητού τηλεφώνου τόσο μειώνονται τα απότομα συμβάντα (ανά απόσταση) ίσως για λόγους αντισταθμιστικής συμπεριφοράς του οδηγού.
- Όσο μεγαλύτερη η απόσταση οδήγησης εντός αστικού, υπεραστικού δικτύου και αυτοκινητοδρόμου τόσο χαμηλότερος είναι ο αντίστοιχος αριθμός απότομων συμβάντων ανά

διανυθείσα απόσταση αφού ενδεχομένως ο οδηγός εξοικειώνεται με τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

2.2.4 *Using Mobile Phone While Driving: a Simulator Study of a Dual-Task Condition (Kian et al., 2017)*

Σκοπός: Διερεύνηση του βαθμού χρήσης κινητού τηλεφώνου για συνομιλία κατά την οδήγηση σε μια ομάδα ανδρών φοιτητών του πανεπιστημίου της Τεχεράνης.

Μεθοδολογία: Διερευνήθηκε η επιρροή της ηλικίας, της εμπειρίας στην οδήγηση και του επιπέδου μόρφωσης στην ομιλία στο κινητό κατά την οδήγηση. Η διαδικασία της έρευνας έγινε μέσω προσομοιωτή όπου δημιουργήθηκαν έξι διαφορετικά σενάρια με διαφορετικό βαθμό επικινδυνότητας στην διαδικασία της οδήγησης. Η συχνότητα χρήσης κινητού καταγράφηκε και παρατηρήθηκε η οδηγική συμπεριφορά των συμμετεχόντων κατά την όλη διαδικασία. Τέλος έγινε χρήση λογιστικών μοντέλων παλινδρόμησης για την αξιολόγηση των δεδομένων που προέκυψαν.

Αποτελέσματα:

- Οι συμμετέχοντες θεώρησαν τους δρόμους διπλής κυκλοφορίας και μεγάλων ταχυτήτων πιο απαιτητικούς στην οδήγηση και πιο επικίνδυνους για ατυχήματα. Επομένως η συχνότητα απάντησης κλήσεων σε αυτές τις οδούς ήταν μικρότερη απ' ό,τι σε μονόδρομους και δρόμους χαμηλών ταχυτήτων.
- Η επιλογή να απαντήσουν στο κινητό τηλέφωνο καθορίστηκε περισσότερο από τον χαρακτήρα των συμμετεχόντων παρά από την δυσκολία του σεναρίου οδήγησης που αντιμετώπισαν.
- Η εμπειρία στην οδήγηση αύξησε το ποσοστό απάντησης σε κλήσεις.
- Οι συμμετέχοντες με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο φαίνεται να απαντούσαν λιγότερο σε κλήσεις στο τηλέφωνο κατά την οδήγηση απ' ό,τι οι οδηγοί με χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο.
- Η ηλικία των οδηγών φαίνεται να μην επηρεάζει την επιλογή των συμμετεχόντων να απαντήσουν ή όχι στις κλήσεις. Ωστόσο να σημειωθεί ότι όλοι οι συμμετέχοντες ήταν φοιτητές.

2.2.5 *Distracted driving and mobile phone use: Overview of impacts and countermeasures (Yannis et al., 2014)*

Σκοπός: Η μελέτη αυτή έχει ως στόχο να δώσει μια ολοκληρωμένη εικόνα του αντίκτυπου στην οδική ασφάλεια της απόσπασης προσοχής του οδηγού από την χρήση κινητού τηλεφώνου, καθώς και να προτείνει συγκεκριμένα μέτρα αντιμετώπισης του φαινομένου.

Μεθοδολογία: Στην παρούσα μελέτη έγινε συγκέντρωση στοιχείων και δεδομένων από πολλές, σχετικές με το αντικείμενο μελέτες και εργασίες και με βάση τις πληροφορίες που προέκυψαν έγινε διερεύνηση του φαινομένου της απόσπασης προσοχής από τη χρήση κινητού. Ακόμη γίνεται παρουσίαση ερευνητικών ευρημάτων από τα πειράματα του Ε.Μ.Π. που αφορούν την απόσπαση προσοχής από την χρήση κινητού κατά την διαδικασία της οδήγησης.

Αναφέρονται ενδεικτικά κάποιες μελέτες που αξιοποιήθηκαν:

- MacEvoy et al, (2005), Matthews et al. (2003), Redelmeier & Tibshirani, (1997), Strayer et al. (2003), Mazzae et al. (2004), Haigney et al. (2000), Rakauskas et al. (2004), Kass et al. (2007), Bryas et al. (2009), Hosking et al. (2009), Cooper et al. (2011), Yannis et.al., (2013b), Schlehofer et al. (2011), Reimer et al. (2010).

Αποτελέσματα:

- Οι οδηγοί τείνουν να μειώνουν την ταχύτητά τους κατά τη διάρκεια συνομιλίας στο κινητό τηλέφωνο. Η μειωμένη ταχύτητα συνδέεται γενικά με χαμηλότερο κίνδυνο ατυχήματος, όταν όμως οι οδηγοί χρησιμοποιούν το κινητό τους τηλέφωνο ο κίνδυνος ατυχήματος είναι 4 φορές μεγαλύτερος.
- Η συνομιλία σε τηλέφωνο με τεχνολογία hands-free δεν είναι πιο ασφαλής από το να κρατάει ο οδηγός το τηλέφωνο.
- Η ομιλία στον αυτόματο τηλεφωνητή επιτρέπει μεγαλύτερη συγκέντρωση στην οδήγηση από ότι μια κανονική συνομιλία αλλά και πάλι οι χρόνοι απόκρισης και τα αντανάκλαστικά του οδηγού είναι σε πιο χαμηλά επίπεδα από την οδήγηση χωρίς απόσπαση προσοχής.
- Κατά την διάρκεια απαιτητικών συζητήσεων οι οδηγοί έχουν μειωμένη απόδοση αλλά και σε μία συζήτηση χαμηλών απαιτήσεων οι επιδόσεις είναι παρόμοιες.
- Όταν οι οδηγοί στέλνουν μηνύματα εμφανίζουν μικρότερους χρόνους απόκρισης και μεγαλύτερες διακυμάνσεις στη ταχύτητα σε σχέση με όταν λαμβάνουν μηνύματα, αυξάνοντας έτσι το ρίσκο ατυχήματος.

Από τα ερευνητικά πειράματα που έγιναν στην Ελλάδα τα οποία χρησιμοποίησαν μεθόδους γραμμικής και διωνυμικής παλινδρόμησης αλλά και μεθόδους προσομοίωσης προέκυψαν τα εξής συμπεράσματα :

- Η χρήση κινητού τηλεφώνου οδηγεί σε μείωση των ταχυτήτων των νέων οδηγών (γυναικών και αντρών) σε όλες τις συνθήκες κίνησης.
- Η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση αυξάνει το ρίσκο ατυχήματος και η μείωση ταχύτητας δεν αποτελεί αντισταθμιστικό μέτρο, ειδικά εάν προκύψει κάποιο αναπάντεχο περιστατικό.
- Το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα λόγω της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση αυξάνεται 9 φορές σε σχέση με την μη χρήση.
- Ο συνδυασμός αυξημένης ταχύτητας, χρήσης κινητού και κακών καιρικών συνθηκών κάνει εξαιρετικά δύσκολη την αποφυγή ατυχήματος.
- Μια απαιτητική συζήτηση αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση κάποιου απρόσμενου περιστατικού.

2.2.6. Η στάση των Ελλήνων οδηγών απέναντι στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (Παρασκευή Μαρίνου 2012)

Σκοπός: Διερεύνηση της στάσης των Ελλήνων οδηγών ΙΧ απέναντι στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση.

Μεθοδολογία: Για την επίτευξη του στόχου αυτού, αναλύθηκαν οι απαντήσεις αντιπροσωπευτικού δείγματος των Ελλήνων οδηγών στην πανευρωπαϊκή έρευνα SARTRE 4. Συμμετείχαν εξακόσιοι οδηγοί ΙΧ, κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις οι οποίες αφορούν την οδική ασφάλεια. Για τη στατιστική επεξεργασία των στοιχείων, εφαρμόστηκαν συνδυαστικά δύο μέθοδοι στατιστικής ανάλυσης: η Ανάλυση Παραγόντων (Factor Analysis) και η Ανάλυση Ομαδοποίησης (Cluster Analysis). Από τα αποτελέσματα των δύο αναλύσεων προέκυψαν επτά παράγοντες, σύμφωνα με τους οποίους οι οδηγοί κατατάχθηκαν τελικώς σε τέσσερις ομάδες. Οι οδηγοί χαρακτηρίστηκαν ανάλογα με την ομάδα που ανήκουν σε: 1) Προσεκτικούς οδηγούς, 2) Μετριοπαθείς οδηγούς, 3) Συντηρητικούς οδηγούς, και 4) Επιπόλαιους οδηγούς.

Αποτελέσματα :

- Μεγάλο ποσοστό των Ελλήνων οδηγών που συμμετείχαν στην έρευνα δηλώνει ότι χρησιμοποιεί το κινητό τηλέφωνο κατά την οδήγηση, έστω και κατά περίπτωση.
- Η πλειοψηφία των Ελλήνων οδηγών θεωρεί ότι αποτελεί κίνδυνο για την οδική ασφάλεια ο συνδυασμός της χρήσης κινητού και της οδήγησης .
- Διαπιστώθηκε ότι οι νέοι έχουν πολύ περισσότερες πιθανότητες να μιλήσουν στο κινητό όταν οδηγούν συγκριτικά με τους πιο ηλικιωμένους.

2.2.7 Car drivers' road safety performance: A benchmark across 32 countries (Pires et al., 2020)

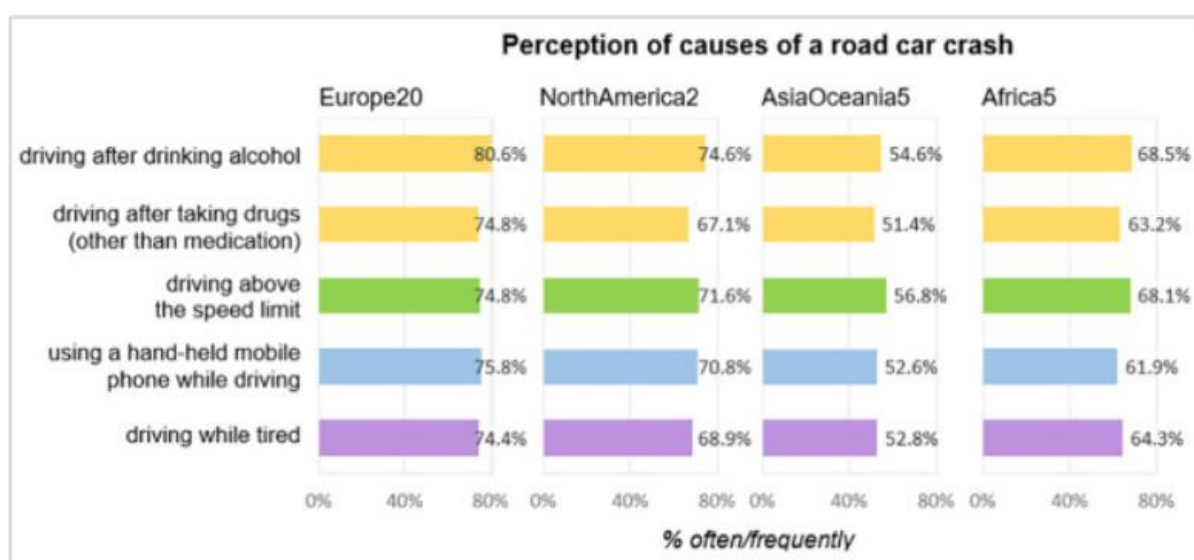
Σκοπός: Το 2015 πραγματοποιήθηκε μια από κοινού προσπάθεια των Δημόσιων φορέων, ερευνητικών κέντρων, ιδιωτών χορηγών και ινστιτούτων οδικής ασφάλειας 17 Ευρωπαϊκών χωρών να συγκεντρωθούν στοιχεία με σκοπό 1) την συλλογή και την παροχή δεδομένων για την τρέχουσα κατάσταση οδικής ασφάλειας σε χώρες σε όλο τον κόσμο, 2) την παροχή επιστημονικής υποστήριξης για την πολιτική οδικής ασφάλειας σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, 3) την ανάπτυξη μιας σειράς αξιόπιστων, οικονομικά αποδοτικών και συγκρίσιμων δεικτών απόδοσης οδικής ασφάλειας και 4) την ανάπτυξη χρονοσειρών για τις επιδόσεις οδικής ασφάλειας . Η έρευνα αυτή ονομάστηκε ESRA (E-Survey of Road users' Attitude). Η δεύτερη έκδοση της έρευνας ESRA (ESRA2) ξεκίνησε το 2018 (πρώτο κύμα) σε 32 χώρες ανά πέντε ηπείρους. Η έρευνα ακολούθησε την ίδια μεθοδολογία με την προηγούμενη έκδοση, αλλά το ερωτηματολόγιο αναθεωρήθηκε και προστέθηκαν νέα θέματα (π.χ. αυτοματοποίηση των οχημάτων). Ένα δεύτερο κύμα πραγματοποιήθηκε το 2019 και το 2020 με συλλογή δεδομένων από 16 επιπλέον χώρες. Το παρόν άρθρο εστιάζει σε δεδομένα από το πρώτο κύμα της δεύτερης έκδοσης της έρευνας ESRA, που καλύπτει 32 χώρες. Στοχεύει στην παρουσίαση της μεθοδολογίας της έρευνας ESRA2 και των κύριων αποτελεσμάτων που αφορούν τέσσερα θέματα οδικής ασφάλειας: οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ και ναρκωτικών, υπερβολική ταχύτητα, χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση και οδήγηση σε κατάσταση κούρασης .

Μεθοδολογία: Χρησιμοποιήθηκαν διαφορετικές μέθοδοι για την διεξαγωγή της έρευνας ESRA2. Δημιουργήθηκαν ερωτηματολόγια που απαντήθηκαν από κατοίκους 38 χωρών και 5 διαφορετικών ηπείρων, τα οποία βασίστηκαν σε παλαιότερες παρόμοιες έρευνες. Επίσης έγιναν διαδικτυακές

έρευνες που προσφέρουν το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους και του μικρού χρόνου διεξαγωγής. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος των δεδομένων και ξεκαθάρισμα των ημιτελών και διπλών στοιχείων. Έγινε στάθμιση των δεδομένων και χρησιμοποιήθηκε η κατανομή χ^2 για την ανεξαρτησία αυτών. Ακόμα έγινε σύγκριση κατά ζεύγη και η σύνδεση τους αξιολογήθηκε μέσω του συντελεστή Cramer's V. Τέλος χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα R και SPSS 25.0 για την ανάλυση και επεξεργασία των στοιχείων.

Αποτελέσματα:

- Οι συμμετέχοντες ανά ήπειρο κατατάσσουν μέσω των ερωτηματολογίων, τους παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα όπως φαίνεται στο γράφημα παρακάτω. Στην Ευρώπη η χρήση κινητού τηλεφώνου αξιολογείται ως μια ενέργεια που ενέχει υψηλό κίνδυνο συγκεντρώνοντας ποσοστό 75.8%:



Σχήμα 2.2.1 Κατάταξη από τους οδηγούς ανά ηπείρους παραγόντων που προκαλούν ατυχήματα, πηγή (ESRA)

Στην Ελλάδα συγκεκριμένα για την χρήση κινητού οι συμμετέχοντες αξιολογούν κίνδυνο σε ποσοστό 71.6%.

Country	Driving under the influence		Speeding	Distraction	Fatigue
	driving after drinking alcohol	driving after taking drugs (other than medication)	driving above the speed limit	using a hand-held mobile phone while driving	driving while tired
Australia	83.5% (+)	77.4% (+)	80.1% (+)	78.8% (+)	81.7% (+)
Austria	82.4% (+)	69.3%	73.4%	74.1% (+)	76.0% (+)
Belgium	80.0% (+)	71.8%	71.2%	76.3% (+)	72.7%
Canada	79.6%	70.4%	73.5%	76.2% (+)	72.7%
Czech Rep.	88.5% (+)	86.5% (+)	79.7% (+)	78.6% (+)	84.5% (+)
Denmark	80.8% (+)	64.1% (-)	76.7% (+)	74.0%	68.6%
Egypt	64.1% (-)	61.0% (-)	65.6% (-)	56.8% (-)	61.3% (-)
Finland	91.2% (+)	87.5% (+)	76.0% (+)	72.8%	81.3% (+)
France	77.9%	76.0% (+)	66.8% (-)	73.0%	71.0%
Germany	82.6% (+)	70.7%	76.7% (+)	77.0% (+)	75.9% (+)
Greece	76.7%	70.2%	72.8%	71.6%	70.6%
Hungary	84.8% (+)	74.2% (+)	81.5% (+)	76.2% (+)	80.7% (+)
India	57.5% (-)	54.9% (-)	59.4% (-)	55.6% (-)	54.7% (-)

Σχήμα 2.2.2 Κατάταξη ανά χώρα παραγόντων που προκαλούν ατυχήματα, πηγή (ESRA).

Στην Ελλάδα αξιολογήθηκε αποδεκτό από τους οδηγούς σε πολύ μικρό ποσοστό (1.9%), τόσο το να μιλούν στο κινητό κατά την οδήγηση όσο και το να στέλνουν μηνύματα, μείλ και να σερφάρουν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (4.8%).

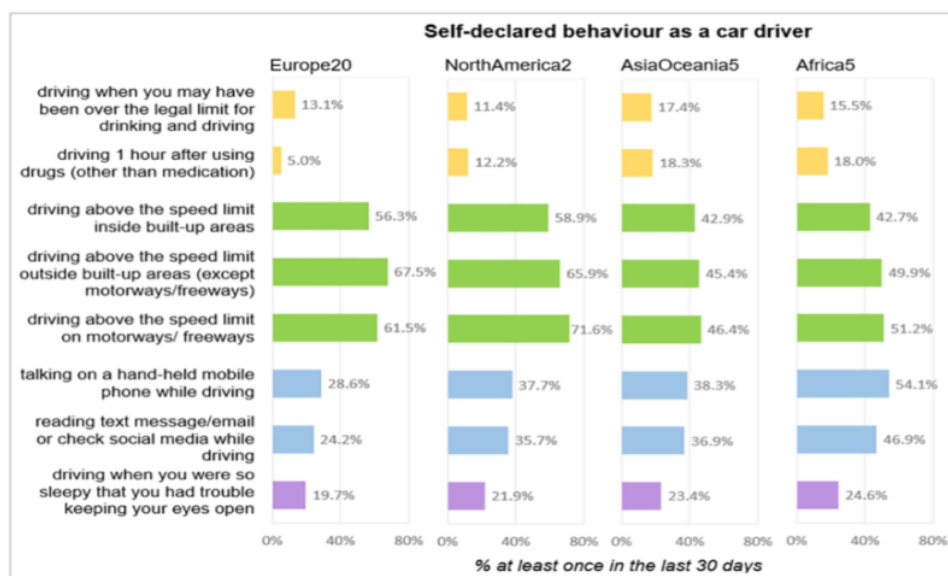
Table 4

Personal acceptability of unsafe behaviour in traffic, by country (% of acceptability – scores 4 and 5 on a 5-point scale from 1 “unacceptable” to 5 “acceptable”).

Country	Driving under the influence		Speeding			Distraction		Fatigue
	driving when he/she may be over the legal limit for drinking and driving	driving 1 h after using drugs (other than medication)	driving above the speed limit inside built-up areas	driving above the speed limit outside built-up areas	driving above the speed limit on motorways/freeways	talking on a hand-held mobile phone while driving	reading text message/email or check social media while driving	driving when they're so sleepy that they have trouble keeping their eyes open
Australia	1.8%	2.2%	3.1% (-)	6.1% (-)	7.0% (-)	2.8%	1.7%	2.1%
Austria	2.6%	2.1%	10.5% (+)	22.1% (+)	29.0% (+)	7.4% (+)	3.1%	2.7%
Belgium	3.1% (+)	1.8%	6.0%	11.7%	18.0% (+)	1.9% (-)	1.7% (-)	1.3%
Canada	3.0%	4.2% (+)	7.2% (+)	11.8%	19.4% (+)	4.8%	3.0%	2.9%
Czech Rep.	1.1%	0.6% (-)	3.1% (-)	9.1%	11.0% (-)	3.6%	0.7% (-)	1.0%
Denmark	0.9% (-)	1.0%	2.5% (-)	10.8%	15.7%	2.0% (-)	1.2% (-)	0.8%
Egypt	5.2% (+)	8.6% (+)	7.6% (+)	13.8% (+)	15.7%	11.9% (+)	9.8% (+)	5.9% (+)
Finland	0.2% (-)	0.7% (-)	7.4% (+)	15.9% (+)	21.0% (+)	7.2% (+)	2.5%	1.0%
France	2.3%	1.2%	6.7%	12.6%	17.3% (+)	3.4%	1.5%	1.0%
Germany	2.2%	1.9%	6.6%	15.0% (+)	18.0% (+)	4.9%	2.3%	2.0%
Greece	1.2%	1.3%	2.7% (-)	7.8% (-)	8.6% (-)	1.9% (-)	4.8% (+)	1.8%
Hungary	0.5% (-)	0.7% (-)	2.4% (-)	6.9% (-)	8.6% (-)	0.6% (-)	1.0% (-)	0.4% (-)
India	7.2% (+)	5.5% (+)	7.1% (+)	7.8% (-)	9.5% (-)	5.8% (+)	7.8% (+)	6.1% (+)
Ireland	1.6%	1.5%	2.5% (-)	5.8% (-)	8.9% (-)	3.0%	1.1% (-)	1.8%
Israel	0.7% (-)	1.5%	6.5%	12.4%	18.4% (+)	2.3% (-)	1.9%	1.6%
Italy	1.4%	0.6% (-)	2.6% (-)	7.1% (-)	8.7% (-)	1.4% (-)	1.6%	0.9%

Σχήμα 2.2.3 Προσωπική αξιολόγηση των οδηγών σε σχέση με τους παράγοντες που προκαλούν ατυχήματα, πηγή (ESRA).

- Οι οδηγοί κλήθηκαν να απαντήσουν σχετικά με το πόσο συχνά σε διάστημα 30 ημερών εμφανίζουν συμπεριφορές που μπορούν να οδηγήσουν σε ατυχήματα. Η Ευρώπη φαίνεται να συγκεντρώνει χαμηλά ποσοστά γενικώς σε σχέση με τους τέσσερεις παράγοντες που αξιολογεί η παρούσα μελέτη και συγκεκριμένα στη χρήση κινητού τηλεφώνου φαίνεται να κατέχει τα πιο μικρά ποσοστά. Το ποσοστό που δηλώνει πως μιλά ενώ οδηγεί είναι 28.6% ενώ το ποσοστό χρήσης κινητού για μηνύματα και περιήγηση στο διαδίκτυο είναι 24.2%.



Σχήμα 2.2.4 Παραδοχή οδηγών ανά ήπειρο σχετικά με επικίνδυνες συμπεριφορές κατά την οδήγηση πηγή, (ESRA).

Στην Ελλάδα οι ερωτηθέντες οδηγοί συγκέντρωσαν ποσοστό 45.3% σχετικά με την ομιλία στο κινητό και 31.9% για όποια άλλη χρήση του κινητού τηλεφώνου.

Self-declared behaviour as a car driver, by country (% at least once in the past 30 days – scores 2 to 5 on a 5-point scale from 1 “never” to 5 “[almost] always”).

Country	Driving under the influence		Speeding			Distraction		Fatigue
	driving when you may have been over the legal limit for drinking and driving	driving 1 h after using drugs (other than medication)	driving above the speed limit inside built-up areas	driving above the speed limit outside built-up areas	drive above the speed limit on motorways/ freeways	talking on a hand-held mobile phone while driving	reading text message/email or check social media while driving	driving when you were so sleepy that you had trouble keeping your eyes open
Australia	8.9% (-)	5.9%	44.6% (-)	50.6% (-)	49.3% (-)	12.5% (-)	19.0% (-)	17.0% (-)
Austria	14.8%	7.3%	71.4% (+)	82.5% (+)	77.0% (+)	36.5%	34.2% (+)	31.8% (+)
Belgium	24.2% (+)	7.1%	61.7% (+)	72.1% (+)	68.3% (+)	22.2% (-)	28.1%	24.4%
Canada	14.5%	12.8% (+)	66.4% (+)	75.1% (+)	78.6% (+)	21.4% (-)	26.0%	22.0%
Czech Rep.	11.9%	2.7% (-)	68.3% (+)	78.3% (+)	71.1% (+)	33.7%	26.8%	21.9%
Denmark	11.6%	4.2% (-)	61.8% (+)	81.8% (+)	74.1% (+)	24.4% (-)	29.0%	24.1%
Egypt	13.1%	20.3% (+)	37.3% (-)	46.8% (-)	49.3% (-)	62.9% (+)	51.6% (+)	31.3% (+)
Finland	4.1% (-)	1.7% (-)	72.8% (+)	78.9% (+)	77.8% (+)	49.5% (+)	35.9% (+)	28.8% (+)
France	22.3% (+)	6.3%	63.0% (+)	74.6% (+)	67.3%	25.8% (-)	28.1%	18.5% (-)
Germany	9.0% (-)	3.7% (-)	66.6% (+)	75.0% (+)	64.8%	40.4% (+)	22.8% (-)	23.5%
Greece	19.3% (+)	7.2%	42.9% (-)	60.6% (-)	64.1%	45.3% (+)	31.9%	25.6%
Hungary	3.9% (-)	2.2% (-)	55.2%	66.8%	56.6% (-)	29.1% (-)	17.1% (-)	20.3%
India	19.9% (+)	20.4% (+)	39.1% (-)	41.8% (-)	44.7% (-)	41.6% (+)	38.7% (+)	21.9%

Σχήμα 2.2.5 Παραδοχή οδηγών ανά χώρα σχετικά με επικίνδυνες συμπεριφορές κατά την οδήγηση, πηγή (ESRA).

2.2.8 Vulnerable road users: Cross-cultural perspectives on performance and attitudes (Yannis et al, 2020).

Σκοπός: Η συγκεκριμένη εργασία διερεύνα την συμπεριφορά στην οδήγηση και στην κίνηση των ευάλωτων χρηστών των οδικών δικτύων. Ευάλωτοι χρήστες (VRUs: vulnerable road users), είναι εκείνοι που κατά την μετακίνηση τους στον δρόμο είναι εκτεθειμένοι σωματικά, δηλαδή οι πεζοί, οι ποδηλάτες και οι μοτοσικλετιστές. Συγκεκριμένα ερευνάται ποιες συμπεριφορές οδηγών και πεζών αποτελούν ρίσκο και μπορούν να οδηγήσουν σε ατυχήματα. Τέλος παρουσιάζονται λύσεις που μπορούν να αποτρέψουν τα οδικά ατυχήματα και να αυξήσουν την ασφάλεια των ευάλωτων χρηστών.

Μεθοδολογία: Για την υλοποίηση αυτής της εργασίας αξιοποιήθηκαν δεδομένα από την έρευνα ESRA. Η ESRA είναι μια κοινή πρωτοβουλία ινστιτούτων οδικής ασφάλειας, δημοσίων υπηρεσιών και ιδιωτών χορηγών σε 48 χώρες και έχει ως σκοπό τη συλλογή διεθνών δεδομένων σχετικά με τη συμπεριφορά και τη στάση των οδηγών σε θέματα οδικής ασφάλειας. Αποτελεί μια εκτενή διαδικτυακή έρευνα με αντιπροσωπευτικό δείγμα (τουλάχιστον 1000 ατόμων) του εθνικού ενήλικου πληθυσμού κάθε χώρας. Το ερωτηματολόγιο αφορά διάφορα ζητήματα οδικής ασφάλειας, όπως η οδήγηση υπό την επήρεια αλκοόλ, υπερβολική ταχύτητα και απόσπαση της προσοχής. Η έρευνα απευθύνεται σε οδηγούς αυτοκινήτων, μοτοσικλετών, μοτοποδηλάτων, σε ποδηλάτες και πεζούς.

Αποτελέσματα: Τα αποτελέσματα θα επικεντρωθούν στο θέμα της απόσπασης προσοχής λόγω της χρήσης κινητού τηλεφώνου.

- Οι πεζοί στην Ευρώπη σε ποσοστό 60.2% για άντρες και 50.7% για γυναίκες, δήλωσαν πως τουλάχιστον μια φορά σε ένα διάστημα 30 ημερών διάβασαν μηνύματα ή τσέκαραν τα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κατά την κίνηση τους στη διάβαση του δρόμου.

Pedestrians' self-declared behaviour in the past 30 days by gender and region (% of pedestrians that did it at least once). Reference population: pedestrians, at least a few days a month.

Region	Gender	Cross road when pedestrian light is red	Cross road at places other than at nearby pedestrian crossing	Walk while wearing headphones	Read a text message/email or check social media while walking
Europe20	Male	56.8%	76.2%	36.5%	60.2%
	Female	47.0%	72.0%	30.5%	57.2%
Asia-Oceania5	Male	41.8%	70.6%	42.9%	54.8%
	Female	39.9%	69.1%	42.1%	52.8%
North America2	Male	48.8%	64.7%	41.4%	51.1%
	Female	36.8%	61.5%	35.2%	53.3%
Africa5	Male	51.0%	73.6%	58.3%	71.8%
	Female	47.2%	73.0%	51.6%	65.8%

Σχήμα 2.2.6 Παραδοχή πεζών ανά ήπειρο, επικίνδυνων ενεργειών κατά την διάβαση οδών, πηγή (ESRA).

- Οι ποδηλάτες συγκέντρωσαν χαμηλά ποσοστά χρήσης κινητού κατά την οδήγηση σε σχέση με άλλες επικίνδυνες ενέργειες. Παρόλα αυτά η περιήγηση στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης κατά την οδήγηση είναι μια συχνή συνήθεια των ποδηλατών στις χώρες τη Αφρικής (33.9%) ενώ η Ευρώπη (18.9%) κατέχει το πιο μικρό ποσοστό για την συγκεκριμένη ενέργεια. Η Ελλάδα φαίνεται να είναι σε σχετικά καλό επίπεδο με ποσοστό χρήσης κινητού στην ποδηλασία 23%.

Country	Drink and cycle	Cycle without a helmet	Cycle on the road next to the bicycle lane	Cycle while listening to music through headphones	Read a text message/email or check social media while cycling
Australia	15.1%	29.7% (↓)	34.8%	37.0%	17.6%
Austria	17.8%	69.1%	35.9%	21.4% (↓)	14.4%
Belgium	28.2%(↑)	82.8%(↑)	37.2%	28.3%	22.5%
Canada	22.0%	51.6%	43.6%	38.9%	23.9%
Czech Rep.	26.4%	70.1%	29.4%	23.5%	12.7% (↓)
Denmark	27.8%(↑)	71.9%	30.6%	33.9%	22.6%
Egypt	21.6%	62.3%	54.4%	61.9% (↑)	39.2% (↑)
Finland	21.2%	72.0%	31.9%	35.0%	26.5%
France	17.5%	74.3%	44.8%	32.8%	20.5%
Germany	17.3%	72.9%	41.3%	23.0%	15.3%
Greece	7.9%(↓)	53.1%	66.2% (↑)	38.7%	23.0%
Hungary	15.7%	83.5% (↑)	33.4%	21.7%	10.8% (↓)
India	19.5%	72.1%	57.5% (↑)	44.6%	31.9% (↑)

Σχήμα 2.2.7 Παραδοχή ποδηλατών ανά χώρα, επικίνδυνων ενεργειών κατά την οδήγηση, πηγή (ESRA).

Cyclists' self-declared behaviour in the past 30 days by gender and region (% of cyclists that did it at least once). Reference population: cyclists, at least a few days a month.

Region	Gender	Drink and cycling	Cycle without a helmet	Cycle on the road next to the bicycle lane	Cycle while listening to music through headphones	Read a text message/email or check social media while cycling
Europe20	Male	22.5%	69.3%	43.9%	32.0%	21.2%
	Female	11.0%	69.0%	32.2%	26.2%	16.0%
Asia-Oceania5	Male	16.2%	73.6%	56.9%	41.5%	30.9%
	Female	21.3%	68.1%	55.8%	42.0%	28.9%
North America2	Male	21.0%	52.8%	39.5%	35.2%	24.0%
	Female	9.1%	48.5%	31.1%	36.0%	19.9%
Africa5	Male	15.9%	62.0%	54.7%	54.8%	35.3%
	Female	19.9%	51.0%	49.6%	49.7%	31.8%

Σχήμα 2.2.8 Παραδοχή ποδηλάτων ανά ήπειρο, επικίνδυνων ενεργειών κατά την οδήγηση, πηγή (ESRA).

- Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν μέσω της ESRA, φανερώνουν πως οι οδηγοί δίκυκλων/μοτοσυκλετών κάνουν χρήση του κινητού σε σχετικά χαμηλά επίπεδα με την Αφρική ωστόσο να συγκεντρώνει το μεγαλύτερο, 40.3% για τους άντρες και 32% για γυναίκες. Η Ευρώπη έχει το πιο μικρό ποσοστό στην χρήση τηλεφώνου σε δίκυκλο κατά την οδήγηση με ποσοστά 22.7% για τους άντρες και 20.3% για τις γυναίκες.

PTW riders' self-declared behaviour in the past 30 days by gender and region (% of PTW riders that did it at least once). Reference population: PTW riders, at least a few days a month.

Region	Gender	Drink driving	Ride without a helmet	Ride faster than the speed limit outside built-up areas (not on motorways/freeways)	Read a text message/email or check social media while riding
Europe20	Male	22.8%	28.7%	51.8%	22.7%
	Female	14.2%	19.6%	32.3%	20.3%
Asia-Oceania5	Male	15.4%	48.1%	44.2%	26.7%
	Female	21.2%	43.6%	38.9%	32.2%
North America2	Male	25.7%	41.6%	47.4%	35.8%
	Female	22.6%	35.5%	52.5%	28.0%
Africa5	Male	19.4%	51.2%	49.8%	40.3%
	Female	22.9%	43.9%	44.2%	32.0%

Σχήμα 2.2.9 Παραδοχή επικίνδυνων ενεργειών κατά την οδήγηση από οδηγούς δίκυκλων ανά ήπειρο, πηγή (ESRA)

Οι οδηγοί που ανήκουν στην μικρότερη ηλικιακή ομάδα (18-24) φαίνεται να κάνουν πιο συχνά χρήση του κινητού ενώ οδηγούν μοτοσυκλέτα/δίκυκλο. Σε όλες τις ηπείρους που έγινε έρευνα οι οδηγοί μεταξύ 18 και 24 έκαναν την μεγαλύτερη χρήση κινητού από οποιαδήποτε άλλη ηλικιακή ομάδα στην αντίστοιχη ήπειρο.

PTW riders' self-declared behaviour in the past 30 days by age group and region (% of PTW riders that did it at least once). Reference population: PTW riders, at least a few days a month.

Region	Age group	Drink driving	Ride without a helmet	Ride faster than the speed limit outside built-up areas (not on motorways/freeways)	Read a text message/email or check social media while riding
Europe20	18-24	31.6%	37.6%	56.4%	36.6%
	25-34	26.8%	30.8%	49.2%	31.9%
	35-44	21.6%	27.3%	46.6%	22.7%
	45-54	9.6%	14.9%	37.5%	12.0%
	55-64	10.1%	19.9%	42.7%	7.4%
Asia-Oceania5	65+	11.5%	17.7%	32.4%	8.0%
	18-24	18.3%	55.8%	48.2%	33.9%
	25-34	18.4%	41.8%	38.7%	29.4%
	35-44	21.9%	47.8%	45.8%	31.2%
	45-54	12.1%	41.7%	35.4%	22.0%
North America2	55-64	14.2%	36.1%	34.0%	15.7%
	65+	16.1%	44.2%	40.3%	35.4%
	18-24	26.1%	53.5%	48.4%	31.1%
	25-34	37.1%	45.4%	59.6%	49.6%
	35-44	26.0%	29.9%	52.2%	40.1%
Africa5	45-54	0.7%	19.1%	36.7%	11.9%
	55-64	27.7%	46.7%	41.5%	18.8%
	65+	0.0%	18.9%	21.2%	0.0%
	18-24	15.5%	50.6%	46.4%	41.3%
	25-34	18.9%	53.8%	46.2%	40.8%
	35-44	16.6%	47.4%	43.8%	30.9%
	45-54	15.6%	42.2%	48.3%	32.3%
	55-64	3.2%	26.1%	29.7%	13.4%
	65+	61.2%	46.1%	70.3%	41.8%

Σχήμα 2.2.10 Ποσοστά επικίνδυνων ενεργειών οδηγών δικύκλων ανά ήπειρο και ηλικιακή ομάδα, πηγή(ESRA).

Τέλος στην Ελλάδα συγκεκριμένα οι οδηγοί μοτοσυκλετών δηλώνουν σε ποσοστό 16.1% πως έκαναν χρήση του κινητού κατά την οδήγηση στο διάστημα 30 ημερών για το οποίο ερωτήθηκαν.

Country	Drink driving	Ride without a helmet	Ride faster than the speed limit outside built-up areas (not on motorways/freeways)	Read a text message/email or check social media while riding
Australia	30.5%	29.0%	45.7%	29.3%
Austria	21.9%	19.7%	52.3%	18.6%
Belgium	21.2%	23.5%	42.2%	21.7%
Canada	52.8%(↑)	49.3% (↑)	63.5% (↑)	50.6% (↑)
Czech Rep.	9.7%	21.9%	42.0%	7.9% (↓)
Denmark	28.1%	37.8%	54.8%	25.7%
Egypt	22.3%	58.0% (↑)	54.5% (↑)	46.5% (↑)
Finland	5.4%(↓)	22.0%	56.4% (↑)	11.0% (↓)
France	33.6%(↑)	31.4%	59.5%	41.5%
Germany	18.0%	22.8%	48.8%	17.5%
Greece	16.3%	42.6%	46.5%	16.1%
Hungary	8.6%(↓)	30.5%	46.5%	10.5% (↓)
India	18.0%	47.0%	41.5%	29.5%

Σχήμα 2.2.11 Ποσοστά κατά δήλωση των οδηγών δικύκλων για τη χρήση κινητού ανά χώρα, πηγή(ESRA).

2.2.9 Correlations of multiple rider behaviors with self-reported attitudes, perspectives on traffic rule strictness and social desirability (Ziakopoulos et al. 2021).

Σκοπός: Στόχος της εργασίας είναι η διεξοδική έρευνα, παραγόντων που συσχετίζουν μη ασφαλείς δηλωμένες συμπεριφορές αναβατών δικύκλων (οδήγηση μετά από κατανάλωση αλκοόλ, υπερβολική ταχύτητα, μη χρήση κράνους και αποστολή γραπτών μηνυμάτων) με την προσωπική στάση των οδηγών και την οπτική τους απέναντι στις κυρώσεις που επιβάλλονται μέσω των κανόνων οδικής κυκλοφορίας.

Μεθοδολογία: Αναπτύχθηκε δομικό μοντέλο εξισώσεων χρησιμοποιώντας δεδομένα από την έρευνα ESRA, 5958 ερωτηθέντων οδηγών δικύκλων σε 32 χώρες. Ανακαλύφθηκαν πολυάριθμες στατιστικές σχέσεις και ποσοτικοποιήθηκαν, συσχετίζοντας τις τέσσερις μη ασφαλείς συμπεριφορές των οδηγών μηχανών. Όλες οι συνδιακυμάνσεις μεταξύ μη ασφαλών συμπεριφορών βρέθηκαν θετικές και στατιστικά σημαντικές, υποδεικνύοντας ότι ένας αναβάτης που θα εμπλακεί σε κάθε μια από τις τέσσερις εξεταζόμενες επικίνδυνες συμπεριφορές οδήγησης είναι πιο πιθανό να εμπλακεί και σε όλες τις άλλες.

Αποτελέσματα:

- Οι οδηγοί δικύκλων, κατά δήλωση κάνουν χρήση του κινητού για ανταλλαγή μηνυμάτων και περιήγηση στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης σε ποσοστό 22% στην Ευρώπη.

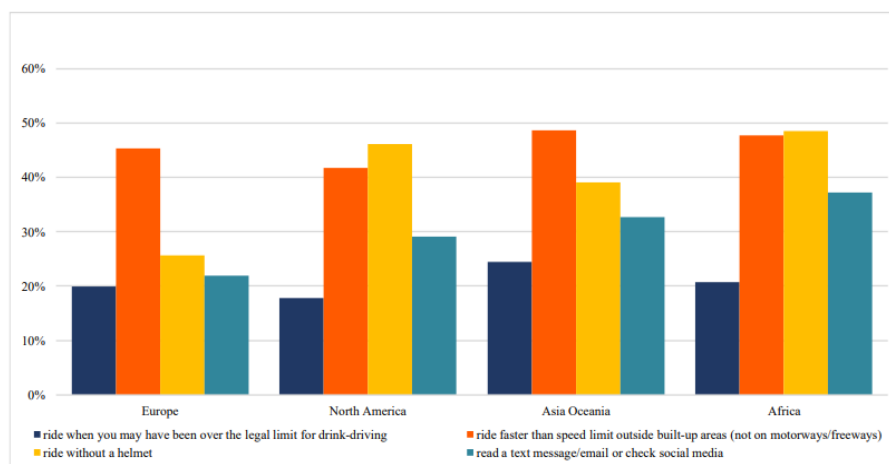


Figure 7: Self-declared behavior as a PTW rider (% of riders engaging at least once in the past 30 days)

Σχήμα 2.2.11 Ποσοστά χρήσης κινητού κατά δήλωση των οδηγών δικύκλων, πηγή (ESRA)

- Μέσω των στατιστικών σχέσεων που αναπτύχθηκαν καθώς και της έρευνας που έγινε για την συσχέτιση των εξεταζόμενων παραγόντων, προέκυψε ότι οι οδηγοί δικύκλων που δεν θεωρούν όπως δήλωσαν, επικίνδυνη την κατανάλωση αλκοόλ κατά την οδήγηση, είναι επιρρεπείς και στην χρήση κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγούν.
- Από την άλλη, οι οδηγοί που δεν έχουν αρνητική στάση στην οδήγηση εκτός ορίων ταχύτητας φαίνεται να εμφανίζουν λιγότερα περιστατικά χρήσης κινητού ενώ οδηγούν.
- Φυσικά οι οδηγοί με επικίνδυνη στάση ως προς την απόσπαση προσοχής, είναι πιο επιρρεπείς στο να ανταλλάσσουν μηνύματα και να τσεκάρουν τα μέσα κοινωνικής

δικτύωσης κατά την οδήγηση. Με άλλα λόγια, οι οδηγοί που αντιλαμβάνονται τα ρίσκα που ενέχουν ορισμένες ενέργειες κατά την οδήγηση, δεν προβαίνουν συχνά στην ανταλλαγή μηνυμάτων κτλ., ενώ οδηγούν.

- Οι αναβάτες μηχανών και δικύκλων, θεωρούν πως το να κρατούν την συσκευή του κινητού στο χέρι τους, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την επίδοσή τους στην οδήγηση και έτσι να προκληθεί κάποιο ατύχημα.
- Η θέσπιση νόμων και κανόνων σχετικά με την χρήση κινητού κατά την οδήγηση έδειξε άμεση μείωση της συγκεκριμένης ενέργειας.
- Η συμπεριφορά των οδηγών συχνά επηρεάζεται από το αν οι υπόλοιποι οδηγοί θεωρούν αποδεκτές τις ενέργειες στις οποίες προβαίνουν. Έτσι μπορεί να κάνουν ενέργειες που βελτιώνουν την οδηγική τους συμπεριφορά με στόχο να είναι αρεστοί και αποδεκτοί από τους άλλους οδηγούς. Αυτού του είδους η συμπεριφορά εμφανίζεται στην χρήση κράνους, την οποία κάνουν οι αναβάτες και για τον παραπάνω λόγο (μεταξύ άλλων). Ωστόσο δεν φαίνεται να ακολουθούν την ίδια στάση και για την ανταλλαγή μηνυμάτων κατά την οδήγηση.

2.3 Συναφείς Μεθοδολογίες

2.3.1 Εντοπισμός συμβάντων με βάση τα οδηγικά χαρακτηριστικά σε υπεραστικές οδούς (Βαρελά, 2020).

Σκοπός: Ο εντοπισμός των συμβάντων με βάση τα οδηγικά χαρακτηριστικά σε υπεραστικές οδούς, καθώς και ο προσδιορισμός των κυριότερων παραγόντων που αφορούν στην κατάσταση πριν και κατά τη διάρκεια ενός συμβάντος.

Μεθοδολογία: Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης σε υπεραστικές οδούς. Τα στοιχεία αυτά επεξεργάστηκαν κατάλληλα προκειμένου να ετοιμαστούν οι συγκεντρωτικοί πίνακες δεδομένων που περιλάμβαναν στοιχεία που αφορούσαν στη χρονική διάρκεια του ενός λεπτού πριν και κατά τη διάρκεια κάθε συμβάντος. Οι πίνακες αυτοί, που χρησιμοποιήθηκαν στη στατιστική ανάλυση, αποτελούνταν από την εξαρτημένη μεταβλητή που εκφράζει την ύπαρξη ή όχι συμβάντος και από ένα σύνολο από ανεξάρτητες, μη συσχετισμένες μεταξύ τους μεταβλητές, όπως η ταχύτητα του οχήματος, η διαμήκης επιτάχυνση, ο χρόνος μέχρι τη σύγκρουση από το προπορευόμενο όχημα, η συνολική διανυόμενη απόσταση, η απόκλιση του οχήματος από τη μέση του δρόμου, η γωνία του τιμονιού και η οδηγική εμπειρία. Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν τα μοντέλα **διωνυμικής λογιστικής** παλινδρόμησης και **τυχαίων δασών**, για τα οποία πραγματοποιήθηκαν **δύο παραλλαγές**, Α και Β, ανάλογα με το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην καθεμία. Η παραλλαγή Α περιελάμβανε όλες τις μεταβλητές που έπειτα από δοκιμές βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές, ενώ για την επιλογή των μεταβλητών της παραλλαγής Β, έγινε προσδιορισμός της σημαντικότητάς τους και ανάλογα με αυτή και την αναγκαιότητα εξαγωγής χρήσιμων αποτελεσμάτων επιλέχθηκαν οι 4 πιο σημαντικές ανεξάρτητες μεταβλητές. Συγκεκριμένα κάθε παραλλαγή περιελάμβανε τις εξής μεταβλητές:

- Παραλλαγή Α: την εξαρτημένη διακριτή μεταβλητή Event και τις ανεξάρτητες, ταχύτητα, διαμήκης επιτάχυνση, χρόνος μέχρι την σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα, διανυόμενη απόσταση του οχήματος, απόκλιση του οχήματος από τα μέσο της οδού και εμπειρία οδηγού.
- Παραλλαγή Β: την εξαρτημένη διακριτή μεταβλητή Event και τις ανεξάρτητες ταχύτητα, διαμήκης επιτάχυνση, διανυόμενη απόσταση του οχήματος και εμπειρία οδηγού.

Τα αποτελέσματα της παραλλαγής Β για το μοντέλο της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης δεν ήταν ικανοποιητικά, οπότε αξιοποιήθηκαν μόνο για το μοντέλο τυχαίων δασών.

Επίσης πραγματοποιήθηκε η μέθοδος ανάλυσης παραγόντων για κάθε μία από τις περιπτώσεις, ένα λεπτό πριν από κάθε συμβάν, κατά τη διάρκεια καθώς και για το άθροισμα αυτών, για τη διερεύνηση της ικανότητας παραγόντων να εκφράσουν μια ομάδα μεταβλητών.

Αποτελέσματα:

- Βασικό συμπέρασμα είναι ότι το μοντέλο τυχαίων δασών ήταν αρκετά πιο αποδοτικό από τη διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση στη στατιστική ανάλυση που πραγματοποιήθηκε. Αυτό είναι πιθανό να οφείλεται στο γεγονός ότι το μοντέλο τυχαίων δασών περιγράφει καλύτερα την ύπαρξη συμβάντος, καθώς ζυγίζει ορισμένα χαρακτηριστικά ως πιο σημαντικά από άλλα, δεν υποθέτει ότι το μοντέλο έχει γραμμική σχέση όπως τα μοντέλα παλινδρόμησης, και επεξεργάζεται τυχαία δείγματα έτσι ώστε να καταλήξει στο βέλτιστο μοντέλο.
- Η εφαρμογή του μοντέλου διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης παρατηρήθηκε πως δεν λειτουργεί αποτελεσματικά στον εντοπισμό ενός συμβάντος με μικρό αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών (μικρή ανάκληση, σχετικά υψηλός δείκτης ποσοστού πιθανότητας λάθους ταξινόμησης, χαμηλές τιμές ακρίβειας και μέτρο αξιολόγησης). Στην περίπτωση που έχουν ληφθεί υπόψη όλες οι στατιστικά σημαντικές μεταβλητές (παραλλαγή Α), η **ορθότητα** του μοντέλου διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης, δηλαδή η ακρίβεια που προσφέρει για τις σωστές προβλέψεις στο σύνολό τους, τη σωστή πρόβλεψη για την ύπαρξη ή όχι συμβάντος, είναι ικανοποιητική.
- Τα αποτελέσματα που εξήχθηκαν από το μοντέλο τυχαίων δασών και για τις δύο παραλλαγές που αναφέρθηκαν παραπάνω ήταν στο σύνολό τους πολύ καλύτερα από το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης. Η ορθότητα στην πρόβλεψη ύπαρξης συμβάντος ή όχι ήταν πολύ υψηλή και για τις 2 παραλλαγές και η ανάκληση του μοντέλου (αυξημένη ικανότητα εύρεσης των στιγμιότυπων) βρέθηκε πολύ υψηλή. Ο δείκτης της εξειδικευτικότητας, προέκυψε επίσης πολύ υψηλός, όπως άλλωστε και η ακρίβεια (βαθμός πιστότητας) και το μέτρο αξιολόγησης, που καθιστούν το μοντέλο πολύ αξιόπιστο για τον εντοπισμό συμβάντων με βάση τα οδηγικά χαρακτηριστικά
- Συγκρίνοντας τις δύο παραλλαγές που πραγματοποιήθηκαν με το μοντέλο τυχαίων δασών για τη στατιστική ανάλυση, προέκυψε πως παρόλο που και οι δύο παραλλαγές εξάγουν χρήσιμα

και αξιόπιστα αποτελέσματα και είναι αποδεκτές, εκείνη που περιείχε το μεγαλύτερο πλήθος μεταβλητών έδινε καλύτερους δείκτες

- Σε αντίθεση με τη χρονική διάρκεια του ενός λεπτού πριν, στη διάρκεια ενός συμβάντος, εκτός από την ταχύτητα που κυριαρχεί και σε αυτή την περίπτωση, οι μεταβλητές που έχουν τη μεγαλύτερη επιρροή είναι η απόκλιση του οχήματος από το μέσο της οδού και ο χρόνος μέχρι τη σύγκρουση. Η απόκλιση από το μέσο της οδού μπορεί να συμβαίνει διότι ο οδηγός κατά τη διάρκεια ενός περιστατικού ενδέχεται να χάσει τον πλήρη έλεγχο του οχήματος και ο χρόνος μέχρι τη σύγκρουση συνδέεται άμεσα με την ταχύτητα

2.3.2 Κρίσιμοι παράγοντες εντοπισμού οδικών συμβάντων σε αστικές περιοχές (Μπαρδή, 2020).

Σκοπός: Ο προσδιορισμός κρίσιμων παραγόντων εντοπισμού οδικών συμβάντων σε αστικές περιοχές. Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν μοντέλα στατιστικής ανάλυσης και διερευνήθηκε η ικανότητά τους να προβλέπουν την ύπαρξη ενός συμβάντος.

Μεθοδολογία: Τα δεδομένα που αναλύθηκαν προέκυψαν από πείραμα σε προσομοιωτή οδήγησης που είχε εκπονηθεί σε παλαιότερη έρευνα. Από αυτά τα δεδομένα διαμορφώθηκαν οι τελικοί πίνακες που περιείχαν στοιχεία που αφορούσαν στην κατάσταση ενός λεπτού πριν το συμβάν αλλά και στη διάρκεια του συμβάντος. Ως εξαρτημένη μεταβλητή καθορίστηκε η ύπαρξη ή όχι συμβάντος (Event) και ως ανεξάρτητες η ταχύτητα (Speed), η πλευρική (AccLat) και η διαμήκης (AccLon) επιτάχυνση, ο χρόνος μέχρι τη σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα (THead), η απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή (DRight), η συνολικά διανυόμενη απόσταση (rdist), η απόκλιση του οχήματος από το μέσο της οδού (rspur), η θέση του τιμονιού (Wheel) και η οδηγική εμπειρία (Driving experience). Οι ανεξάρτητες μεταβλητές προέκυψαν μετά από έλεγχο ότι η συσχέτιση μεταξύ τους δεν είναι υψηλή.

Για τη στατιστική ανάλυση δημιουργήθηκαν το μοντέλο της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης και το μοντέλο των τυχαίων δασών και πραγματοποιήθηκαν δύο παραλλαγές για το καθένα. Η παραλλαγή A περιελάμβανε όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές του τελικού πίνακα δεδομένων ενώ η παραλλαγή B περιελάμβανε τις μεταβλητές που κατατάχθηκαν ως πιο σημαντικές μετά την εφαρμογή της μεθόδου Boruta που εκτίμησε τη σημαντικότητά τους. Πιο συγκεκριμένα:

- *Παραλλαγή A:* : Event (εξαρτημένη) και ταχύτητα, πλευρική επιτάχυνση, διαμήκη επιτάχυνση, χρόνος μέχρι τη σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα , απόσταση από την δεξιά οριογραμμή , διανυόμενη απόσταση , απόκλιση οχήματος από το μέσο της οδού, θέση τιμονιού σε μοίρες , εμπειρία οδηγού(ανεξάρτητες) .
- *Παραλλαγή B:* Event (εξαρτημένη) και ταχύτητα, χρόνος μέχρι τη σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα , απόσταση από την δεξιά οριογραμμή , διανυόμενη απόσταση, θέση τιμονιού σε μοίρες και εμπειρία οδηγού(ανεξάρτητες) .

Αποτελέσματα:

- Οι μεταβλητές με τη μεγαλύτερη σημαντικότητα για τον εντοπισμό ύπαρξης συμβάντων σε αστικές οδούς είναι η ταχύτητα, η συνολική διανυόμενη απόσταση, η απόσταση από τη δεξιά οριογραμμή, η θέση του τιμονιού, η οδηγική εμπειρία και ο χρόνος μέχρι τη σύγκρουση με το προπορευόμενο όχημα.
- Το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης με όλες τις σημαντικές μεταβλητές (Παραλλαγή Α) κρίθηκε μη αξιόπιστο καθώς ενώ παρουσίασε μεγάλη ορθότητα, δηλαδή συνολικά σωστές προβλέψεις, δεν προέβλεπε ικανοποιητικά την ύπαρξη συμβάντος (χαμηλός δείκτης ανάκλησης), που ήταν και ο στόχος της παρούσας διπλωματικής. Το ίδιο μοντέλο για μικρό αριθμό ανεξάρτητων μεταβλητών (Παραλλαγή Β) δεν λειτούργησε καθόλου ικανοποιητικά και δεν κρίθηκε άξιο περαιτέρω ανάλυσης.
- Το μοντέλο τυχαίων δασών παρουσίασε αξιόπιστα αποτελέσματα και στις δύο παραλλαγές του. Προέκυψαν υψηλοί δείκτες ορθότητας (σωστή πρόβλεψη ύπαρξης ή όχι συμβάντος) και εξειδικευτικότητας (πρόβλεψη μη ύπαρξης συμβάντος) και στις δύο παραλλαγές. Η παραλλαγή Α κρίθηκε πιο αποτελεσματική καθώς είχε αυξημένη πιθανότητα πρόβλεψης ύπαρξης συμβάντος (ανάκληση) και μειωμένη πιθανότητα λάθους πρόβλεψης ύπαρξης συμβάντος (δείκτης λάθος συναγερμού).
- Το μοντέλο τυχαίων δασών βρέθηκε να δίνει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα στον εντοπισμό συμβάντων σε σχέση με το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης ίσως επειδή δεν θεωρεί ότι το μοντέλο έχει γραμμική σχέση όπως τα μοντέλα παλινδρόμησης και εξετάζει τυχαία δείγματα με στόχο την υψηλότερη ακρίβεια των αποτελεσμάτων.
- Και στα δύο μοντέλα στατιστικής ανάλυσης, η παραλλαγή με τον μεγαλύτερο αριθμό μεταβλητών παρουσίασε πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα.
- Τα αποτελέσματα της παραγοντικής ανάλυσης έδειξαν ότι η κατάσταση που αφορά στο ένα λεπτό πριν το συμβάν μπορεί να περιγραφεί μέσω τριών παραγόντων: i) της επιρροής της απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή, ii) της ταχύτητας και iii) της απόκλισης του οχήματος από το μέσο της οδού. Η ταχύτητα είναι καθοριστικός παράγοντας για την πιθανότητα εμπλοκής σε ένα συμβάν αλλά και οι αποστάσεις του οχήματος από την δεξιά οριογραμμή και το μέσο της οδού παίζουν σημαντικό ρόλο καθώς σε ένα απροσδόκητο συμβάν το όχημα μπορεί να βρεθεί εκτός πορείας.
- Όσον αφορά στην κατάσταση κατά τη διάρκεια του συμβάντος οι παράγοντες που μπορούν να την περιγράψουν είναι δύο: i) ένας που περιγράφει την επιρροή της ταχύτητας και ii) ένας που περιγράφει την επιρροή της πλευρικής και της διαμήκους επιτάχυνσης. Όπως και η ταχύτητα έτσι και η πλευρική και η διαμήκης επιτάχυνση είναι παράγοντες με καθοριστική σημασία στη δυναμική της κίνησης του οχήματος και συνακόλουθα στην πιθανότητα εμπλοκής σε μη αναμενόμενο συμβάν.
- Από την παραγοντική ανάλυση επίσης προέκυψε πως τα δεδομένα που αφορούν στην κατάσταση ενός λεπτού πριν και κατά τη διάρκεια του συμβάντος μπορούν να περιγραφούν από τρεις παράγοντες: i) την επιρροή της πλευρικής επιτάχυνσης, ii) την επιρροή της ταχύτητας και iii) την επιρροή της απόστασης από τη δεξιά οριογραμμή καθώς αποτελούν το σύνολο των παραπάνω.

2.4. Σύνοψη

Στο κεφάλαιο εξετάστηκε και αναλύθηκε ένα ευρύ φάσμα ερευνών που σχετίζονται με την απόσπαση προσοχής του οδηγού λόγω της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση είτε για τηλεφωνική συνομιλία, είτε για την ανταλλαγή μηνυμάτων είτε και για την χρήση του διαδικτύου. Ακόμη αναλύθηκαν δύο έρευνες που χρησιμοποιούν το μοντέλο τυχαίων δασών το οποίο φαίνεται να προσφέρει πιο αξιόπιστα αποτελέσματα σε σχέση με το μοντέλο της διωνυμικής παλινδρόμησης. Από τη σύνθεση των βασικών τους αποτελεσμάτων, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα σχετικά με την χρήση του κινητού τηλεφώνου:

- Οι οδηγοί που δε συμμορφώνονται στα όρια ταχυτήτων είναι εκείνοι που δε συμμορφώνονται και στην απαγόρευση της χρήσης του κινητού τηλεφώνου ενώ οδηγούν.
- Οι κατά δήλωση εξοικειωμένοι οδηγοί με τη χρήση του κινητού τηλεφώνου, νιώθουν μεγαλύτερη άνεση και σιγουριά για να κάνουν χρήση του κινητού τους τηλεφώνου ενώ οδηγούν.
- Το οδικό περιβάλλον του αυτοκινητοδρόμου φαίνεται πως καθορίζει την ενδεχόμενη χρήση του κινητού τηλεφώνου.
- Η χρήση του διαδικτύου μέσω κινητού τηλεφώνου προκαλεί την αύξηση της πιθανότητας ατυχήματος, παρόλο που ταυτόχρονα μειώνει τη μέση ταχύτητα οδήγησης.
- Οι οδηγοί κατά τη χρήση κινητού τηλεφώνου για πλοήγηση στο διαδίκτυο δεν ελέγχουν πλήρως το όχημα και δεν προσαρμόζονται κατάλληλα με την υπόλοιπη κυκλοφορία, με αποτέλεσμα να διατηρούν σταθερό το τιμόνι του οχήματος ανεξάρτητα της κυκλοφορίας
- Όσο μεγαλώνει η μέση ποσοστιαία υπέρβαση του ορίου ταχύτητας συνολικά σε όλους τους τύπους οδού τόσο μειώνεται η πιθανότητα ο οδηγός να κάνει χρήση του κινητού τηλεφώνου
- Οι συμμετέχοντες θεώρησαν τους δρόμους διπλής κυκλοφορίας και μεγάλων ταχυτήτων πιο απαιτητικούς στην οδήγηση και πιο επικίνδυνους για ατυχήματα. Επομένως η συχνότητα απάντησης κλήσεων σε αυτές τις οδούς ήταν μικρότερη απ' ό,τι σε μονόδρομους και δρόμους χαμηλών ταχυτήτων.
- Η επιλογή να απαντήσουν στο κινητό τηλέφωνο καθορίστηκε περισσότερο από τον χαρακτήρα των συμμετεχόντων παρά από την δυσκολία του σεναρίου οδήγησης που αντιμετώπισαν.
- Η εμπειρία στην οδήγηση αύξησε το ποσοστό απάντησης σε κλήσεις.
- Οι συμμετέχοντες με υψηλότερο μορφωτικό επίπεδο φαίνεται να απαντούσαν λιγότερο σε κλήσεις στο τηλέφωνο κατά την οδήγηση απ' ό,τι οι οδηγοί με χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο
- Το ενδεχόμενο εμπλοκής σε ατύχημα λόγω της χρήσης κινητού κατά την οδήγηση αυξάνεται 9 φορές σε σχέση με την μη χρήση.
- Ο συνδυασμός αυξημένης ταχύτητας, χρήσης κινητού και κακών καιρικών συνθηκών κάνει εξαιρετικά δύσκολη την αποφυγή ατυχήματος.
- Μια απαιτητική συζήτηση αυξάνει την πιθανότητα ατυχήματος σε περίπτωση κάποιου απρόσμενου περιστατικού.

- Η πλειοψηφία των Ελλήνων οδηγών θεωρεί ότι αποτελεί κίνδυνο για την οδική ασφάλεια ο συνδυασμός της χρήσης κινητού και της οδήγησης .
- Διαπιστώθηκε ότι οι νέοι έχουν πολύ περισσότερες πιθανότητες να μιλήσουν στο κινητό όταν οδηγούν συγκριτικά με τους πιο ηλικιωμένους.
- Στην Ελλάδα αξιολογήθηκε αποδεκτό από τους οδηγούς σε πολύ μικρό ποσοστό (1.9%), τόσο το να μιλούν στο κινητό κατά την οδήγηση όσο και το να στέλνουν μηνύματα, μείλ και να σερφάρουν στα μέσα κοινωνικής δικτύωσης (4.8%).
- Τα στοιχεία που συγκεντρώθηκαν μέσω της ESRA, δείχνουν ότι οι οδηγοί μοτοσυκλετών και δίκυκλων κάνουν χρήση κινητού κατά την οδήγηση σε μικρότερο ποσοστό σε σχέση με άλλες επικίνδυνες ενέργειες που μελετήθηκαν στην έρευνα. Παρόλα αυτά τα ποσοστά είναι αρκετά υψηλά, με την Αφρική να συγκεντρώνει το μεγαλύτερο, 40.3% για τους άντρες και 32% για γυναίκες. Η Ευρώπη από την άλλη έχει το πιο μικρό ποσοστό στην χρήση τηλεφώνου σε δίκυκλο κατά την οδήγηση με ποσοστά 22.7% για τους άντρες και 20.3% για τις γυναίκες. Στην Ελλάδα συγκεκριμένα οι οδηγοί μοτοσυκλετών δηλώνουν σε ποσοστό 16.1% πως έκαναν χρήση του κινητού κατά την οδήγηση στο διάστημα 30 ημερών για το οποίο ερωτήθηκαν.
- Οι αναβάτες μηχανών και δικύκλων, θεωρούν πως το να κρατούν την συσκευή του κινητού στο χέρι τους, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την επίδοση τους στην οδήγηση και έτσι να προκληθεί κάποιο ατύχημα.
- Η θέσπιση νόμων και κανόνων σχετικά με την χρήση κινητού κατά την οδήγηση έδειξε άμεση μείωση της συγκεκριμένης ενέργειας.

3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

3.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο σύμφωνα με το οποίο πραγματοποιείται η στατιστική ανάλυση της παρούσας εργασίας. Τα μοντέλα που αναπτύχθηκαν για τον εντοπισμό των συμβάντων και την επεξεργασία των μεταβλητών ήταν η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση και τα τυχαία δάση. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα ανάλυση αποτελούν οδηγικά χαρακτηριστικά μιας μεγάλης βάσης δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω παρατηρήσεων σε τρεις πόλεις της Ελλάδας, Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Λάρισα το έτος 2021.

3.2. Μαθηματικά πρότυπα

3.2.1. Μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

Η διωνυμική λογιστική παλινδρόμηση (binomial logistic regression) (Cox, 1958) είναι ένα στατιστικό μοντέλο που αναζητά τη σχέση μεταξύ μιας διακριτής εξαρτημένης μεταβλητής και μίας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Εξαρτημένη μεταβλητή είναι η μεταβλητή της οποίας γίνεται η πρόβλεψη των τιμών της και ανεξάρτητη η μεταβλητή η οποία είναι δεδομένη και χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της εξαρτημένης.

Η μορφή της εξίσωσης του μοντέλου είναι η εξής:

$$y_i = \text{logit}(P_i) = \ln \frac{P_i}{1-P_i} = \beta_0 + \beta_1 * x_{1i} + \beta_2 * x_{2i} + \dots + \beta_n * x_{ni}, \text{ όπου}$$

- n : το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών.
- $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$: οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών $x_1, x_2, \dots, x_n$.
- β_0 : ο σταθερός όρος της εξίσωσης.
- P_i : η προβλεπόμενη πιθανότητα, η οποία λαμβάνει τιμές 0 ή 1.

Η εξαρτημένη μεταβλητή λαμβάνει την τιμή 1 με πιθανότητα επιτυχίας P και την τιμή 0 με πιθανότητα αποτυχίας $1-P$ και καλείται δυαδική (Binary) ή διωνυμική (Binomial) όπως και το μοντέλο αντίστοιχα. Στη παρούσα εργασία η εξαρτημένη μεταβλητή δηλαδή η απόσπαση προσοχής λαμβάνει την τιμή 1 για ύπαρξη αυτής και την τιμή 0 για την μη ύπαρξη αντίστοιχα. Η δυαδική μορφή της εξαρτημένης μεταβλητής οδήγησε στην επιλογή του διωνυμικού λογιστικού μοντέλου στην παρούσα ανάλυση καθώς με τη βοήθεια των δεδομένων ανεξάρτητων μεταβλητών θα γίνεται ο εντοπισμός της.

3.2.2 Μοντέλο τυχαίων δασών -Random Forests

Το μοντέλο τυχαίων δασών (Breiman, 2001) δημιουργεί τυχαία “δάση” που αποτελούνται από πολλά δέντρα αποφάσεων. Ο αλγόριθμος που εφαρμόζεται για τη δημιουργία ενός τυχαίου δάσους είναι ο εξής:

1. Δημιουργία κάθε δέντρου από ένα ανεξάρτητο δείγμα εκκίνησης (bootstrap sample), το οποίο επιλέγεται από τα δεδομένα εκπαίδευσης (training data) με τη μέθοδο της αντικατάστασης.

Σε κάθε κόμβο γίνεται:

- Επιλογή m μεταβλητών τυχαία από όλες τις δυνατές M μεταβλητές
 - Εύρεση βέλτιστου διαχωρισμού των m μεταβλητών
2. Ανάπτυξη των δέντρων κατηγοριοποιώντας τα δεδομένα στο μέγιστο βαθμό.
 3. Κατάταξη των δέντρων ώστε να προβλεφθεί η συμπεριφορά των καινούργιων δέντρων.
 4. Κατάταξη των εναπομεινάντων ($M-m$) δεδομένων, τα οποία ονομάζονται “ out of bag” ή “oob”, σε κλάσεις των δέντρων του δάσους.
 5. Εξετάζεται αν η κλάση που υπερέχει ως επιλογή από τα περισσότερα δέντρα απόφασης είναι η πραγματική κλάση του κάθε δεδομένου εισαγωγής. Ο ρυθμός σφάλματος αυτής της κατηγοριοποίησης (oob error rate) συνιστά το ρυθμό σφάλματος πρόγνωσης του δάσους.

Η επιλογή χρήσης του συγκεκριμένου μοντέλου έγινε διότι προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, κρίσιμα για την ανάλυση της παρούσας διπλωματικής εργασίας:

- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο για ταξινομήσεις όσο και για διαδικασίες παλινδρόμησης.
- Λειτουργεί καλά τόσο με κατηγορικές όσο και με συνεχείς μεταβλητές.
- Παρέχει υψηλή ακρίβεια καθώς
- Το σφάλμα γενίκευσης είναι αρκετά περιορισμένο από τη στιγμή που αναπτύσσεται ένας πολύ μεγάλος αριθμός δέντρων με αποτέλεσμα να είναι απίθανο να εμφανιστεί πρόβλημα υπέρ-εκπαίδευσης (over fitting).
- Η τυχαία επιλογή των μεταβλητών πρόβλεψης μειώνει τη σχέση των μεγάλων και un-pruned δέντρων, κάτι που κάνει τη μέθοδο αρκετά αμερόληπτη.
- Δεν απαιτεί κλιμάκωση χαρακτηριστικών (τυποποίηση και κανονικοποίηση) καθώς χρησιμοποιεί προσέγγιση κατά κανόνα για τον υπολογισμό της απόστασης.
- Αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τις γραμμικές παραμέτρους.
- Είναι ανθεκτικό στα ακραία σημεία και μπορεί να τα χειριστεί αυτόματα.
- Έχει τη δυνατότητα να χειριστεί τιμές που ενδεχομένως να λείπουν και να διατηρήσει την ακρίβεια ενός μεγάλου ποσοστού δεδομένων.

- Έχει τη δυνατότητα να χειρίζεται μεγάλο σύνολο δεδομένων.
- Είναι πολύ σταθερό. Ακόμα και αν εισαχθεί ένα νέο στοιχείο στη βάση δεδομένων, ο συνολικός αλγόριθμος δεν επηρεάζεται πολύ, καθώς το νέο δεδομένο ενδέχεται να επηρεάσει ένα δέντρο, αλλά είναι πολύ δύσκολο να επηρεάσει όλα τα δέντρα.

3.2.3 Σημαντικότητα μεταβλητής

Μετά την εφαρμογή του μοντέλου των τυχαίων δασών, το επόμενο βήμα είναι η κατάταξη των μεταβλητών ως προς την σημαντικότητα τους. Στην προκειμένη περίπτωση διερευνάται ποιες παράμετροι επηρεάζουν περισσότερο την απόσπαση προσοχής.

Υπάρχουν δύο βασικές μέθοδοι που στοχεύουν στην κατάταξη των μεταβλητών ως προς την σημαντικότητα τους οι οποίες είναι οι εξής:

- **Gini importance** ή μέση μείωση της πρόσμειξης δεδομένων. Κάθε δέντρο απόφασης αποτελείται από ένα σύνολο εσωτερικών κόμβων. Σε κάθε εσωτερικό κόμβο γίνεται διαχωρισμός των δεδομένων σε δύο διαφορετικά σετ τα οποία έχουν παρόμοιες συμπεριφορές-αποκρίσεις ως προς την εξεταζόμενο στοιχείο (εδώ απόσπαση προσοχής). Τα χαρακτηριστικά διαχωρισμού των δεδομένων στους εσωτερικούς κόμβους επιλέγονται με βάση κάποιο κριτήριο, συγκεκριμένα στην διαδικασία ταξινόμησης της βάσης δεδομένων, το κριτήριο μπορεί να είναι πρόσμειξη Gini ή το κέρδος πληροφοριών ενώ για την παλινδρόμηση είναι η μείωση της διακύμανσης. Για κάθε χαρακτηριστικό εξετάζεται πόσο μειώνει την πρόσμειξη των δεδομένων κατά μέσο όρο και έτσι εκείνο με τη μεγαλύτερη μείωση είναι αυτό που επιλέγεται στον εσωτερικό κόμβο. Τελικά ο δείκτης σημαντικότητας των μεταβλητών, δηλαδή των «χαρακτηριστικών» των εσωτερικών κόμβων είναι ο μέσος όρος όλων των δέντρων αποφάσεων. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η ταχύτητα υπολογισμού αφού όλες οι απαραίτητες τιμές υπολογίζονται κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης (training set) του Random Forest. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η τάση να επιλέγονται ως σημαντικά χαρακτηριστικά αυτά που εμφανίζονται πιο σπάνια στην βάση δεδομένων. Επιπλέον, στην περίπτωση συσχετιζόμενων χαρακτηριστικών συχνά επιλέγεται μόνο το ένα από τα δύο κι έτσι το μαθηματικό μοντέλο οδηγείται σε λάθος συμπεράσματα.
- **Μέση μείωση της ακρίβειας.** Είναι μία μέθοδος που εξετάζει την σημαντικότητα των χαρακτηριστικών που βρίσκονται στην ομάδα στοιχείων OOB (out of bag). Τα στοιχεία αυτά δεν χρησιμοποιούνται κατά την κατασκευή του μοντέλου και αξιοποιούνται σαν μέθοδος επαλήθευσης ως προς την ακρίβεια πρόβλεψης του. Η διαδικασία της μεθόδου έχει ως εξής: οι τιμές της μεταβλητής στην ομάδα στοιχείων OOB, ανακατεύονται τυχαία και όλες οι άλλες μεταβλητές διατηρούνται ίδιες. Η τυχαία ανακατανομή των στοιχείων σημαίνει ότι, κατά μέσο όρο, η “ανακατεμένη” μεταβλητή δεν έχει προγνωστική ισχύ. Έτσι ουσιαστικά μετράται η σημασία μιας μεταβλητής από το πόσο μειώνει την ακρίβεια πρόβλεψης του μοντέλου η αφαίρεση της και αντίστροφα, κατά πόσο η συμπερίληψη της αυξάνει την ακρίβεια.

3.2.4 Ταξινόμηση ανισόρροπης κατανομής κλάσεων δεδομένων- Class imbalance

Η ταξινόμηση ανισορροπίας της κλάσης των δεδομένων αναφέρεται σε ένα πρόβλημα μοντελοποίησης που εμφανίζεται όταν ο αριθμός των παρατηρήσεων στο σύνολο δεδομένων εκπαίδευσης (training set) δεν είναι ισορροπημένος. Με άλλα λόγια, η κατανομή των κλάσεων δεν είναι ίση ή κοντινή, με αποτέλεσμα να κυριαρχεί μια κλάση ή αλλιώς ένα χαρακτηριστικό. Αυτό έχει ως άμεση συνέπεια το μοντέλο πρόβλεψης να είναι ακριβές μόνο για την κυρίαρχη κλάση δεδομένων και ουσιαστικά να δίνει λάθος αποτελέσματα πρόβλεψης για το σύνολο των εξεταζόμενων στοιχείων. Τα προβλήματα ανισορροπίας μπορεί να οφείλονται σε μεροληπτικές μεθόδους δειγματοληψίας, σφάλματα μέτρησης ή και μη διαθεσιμότητα ποικιλίας στοιχείων και διαφορετικών κλάσεων.

Υπάρχουν τρεις τρόποι αντιμετώπισης του προβλήματος αυτού:

- Over sampling
- Under sampling
- Both (over & under)

Over sampling:

Η μέθοδος αυτή ασχολείται με την κλάση που έχει μικρότερο αριθμό στοιχείων. Ουσιαστικά αντιγράφει και αναπαράγει τις παρατηρήσεις έτσι ώστε τα δεδομένα να εξισορροπηθούν αριθμητικά και στις δύο εξεταζόμενες κλάσεις. Ένα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι δεν οδηγεί σε απώλεια πληροφοριών. Από την άλλη, δεδομένου ότι η μέθοδος προσθέτει απλώς επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις, στο αρχικό σύνολο δεδομένων, είναι εύκολο το μοντέλο να οδηγηθεί σε υπερπροσαρμογή. Τέλος η ακρίβεια εκπαίδευσης του συνόλου δεδομένων είναι υψηλή, αλλά η ακρίβεια για τα επαναλαμβανόμενα “αόρατα” δεδομένα είναι χαμηλή.

Under sampling:

Η μέθοδος αυτή ασχολείται με την κλάση που έχει τον μεγαλύτερο αριθμό στοιχείων και αντιμετωπίζει το θέμα της πλειοψηφίας των στοιχείων με το να μειώνει τον αριθμό των παρατηρήσεων. Έτσι επέρχεται η αριθμητική ισορροπία. Η μέθοδος αυτή είναι καλύτερο να χρησιμοποιείται όταν η βάση δεδομένων είναι τεράστια και η μείωση του αριθμού των στοιχείων συμβάλλει στη βελτίωση τόσο του χρόνου εκτέλεσης του μοντέλου όσο και της αποθήκευσης των στοιχείων. Τέλος, είναι φανερό ότι η κατάργηση παρατηρήσεων, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα να χαθούν σημαντικές πληροφορίες της πλειοψηφικής κλάσης από το σετ εκπαίδευσης.

Both (over & under):

Η μέθοδος αυτή πρακτικά συνδυάζει τους δύο τρόπους που αναφέρθηκαν. Στην περίπτωση αυτή, ασχολείται και με τις δύο κλάσεις, αφαιρώντας παρατηρήσεις από την πλειοψηφική κλάση και επαναλαμβάνοντας παρατηρήσεις στην κλάση με τον μικρότερο αριθμό στοιχείων. Στόχος είναι να έρθει μια ισορροπία ως προς το πλήθος των δεδομένων των κλάσεων. Ο τρόπος αυτός ενδείκνυται για βάσεις δεδομένων με πολλά στοιχεία που υπάρχει το περιθώριο μιας τέτοιας ανακατανομής.

Φυσικά συνδυάζει τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των προηγούμενων μεθόδων και ανάλογα με την φύση της βάσης δεδομένων είναι δυνατόν να επιφέρει καλά ποσοστά ακρίβειας πρόβλεψης.

Στην παρούσα εργασία έγινε διερεύνηση της ακρίβειας πρόβλεψης των μαθηματικών μοντέλων και με τους τρεις τρόπους (over, under, both) και η ανακατανομή των στοιχείων έγινε με την φόρμουλα ROSE στη γλώσσα προγραμματισμού R.

Η φόρμουλα ROSE(Random Over-Sampling Examples), είναι μια τεχνική που βοηθά στην εξισορρόπηση κλάσεων σε μεθόδους δυαδικής ταξινόμησης. Χειρίζεται συνεχή και διακριτά στοιχεία, δημιουργώντας τεχνητά δεδομένα (examples) με βάση την πυκνότητα των κλάσεων που εξετάζονται. Η τεχνική αυτή προσφέρει ακρίβεια στην πρόβλεψη του μαθηματικού μοντέλου και ταχύτητα στην διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων.

3.3. Κριτήρια αποδοχής μοντέλων

3.3.1. Βασικά κριτήρια ελέγχου λογιστικού μοντέλου

Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά κριτήρια ελέγχου για την αξιολόγηση και την αποδοχή των μοντέλων. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι ο έλεγχος της συσχέτισης μεταξύ των μεταβλητών, δηλαδή οι ανεξάρτητες μεταβλητές πρέπει να είναι γραμμικώς ανεξάρτητες μεταξύ τους.

Εξήγηση συντελεστών μοντέλου

Στην εξίσωση που θα προκύψει από τα μοντέλα εξετάζεται αν τα πρόσημα των συντελεστών παλινδρόμησης (β_i) έχουν λογική ερμηνεία. Γίνεται, δηλαδή, έλεγχος βάσει του πρόσημου τους για το αν η εξαρτημένη μεταβλητή αναμένεται να αυξηθεί ή να μειωθεί αν το πρόσημο των συντελεστών είναι θετικό ή αρνητικό αντίστοιχα. Σε περίπτωση που τα πρόσημα αυτά δεν έχουν λογική ερμηνεία, η αντίστοιχη μεταβλητή θα απορριφθεί.

Στατιστική σημαντικότητα

Για την επιλογή ενός μοντέλου προσδιορίζεται το επίπεδο εμπιστοσύνης, το οποίο πρέπει να έχει υψηλή τιμή.

Για τα λογιστικά μοντέλα γίνεται ο έλεγχος Wald test (z-test), με τον εξής τύπο:

$$z_i = \beta_{is} / \beta_i \text{ όπου:}$$

β_i : οι συντελεστές παλινδρόμησης των ανεξάρτητων μεταβλητών x_i

$s\beta_i$: το τυπικό σφάλμα των συντελεστών παλινδρόμησης β_i

Ενδεικτικές τιμές του συντελεστή z είναι για 95% επίπεδο εμπιστοσύνης 1.7 και για 90% επίπεδο εμπιστοσύνης 1.3.

Ελαστικότητα

Η **ελαστικότητα** αντικατοπτρίζει την ευαισθησία μιας εξαρτημένης μεταβλητής στη μεταβολή μιας ή περισσότερων ανεξάρτητων μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα η τιμή της ελαστικότητας ερμηνεύεται ως το ποσοστό επί της εκατό της μεταβολής της εξαρτημένης μεταβλητής που

προκαλείται από μια μεταβολή της ανεξάρτητης μεταβλητής κατά 1%. Η ελαστικότητα, για γραμμικά πρότυπα, δίδεται από τη σχέση:

$$e_{ii} = \frac{\Delta Y_i}{\Delta X_i} * \frac{X_i}{Y_i} = \beta_i * \frac{X_i}{Y_i}$$

Επισημαίνεται ότι η παραπάνω σχέση εφαρμόζεται αποκλειστικά σε συνεχείς μεταβλητές. Για διακριτές μεταβλητές χρησιμοποιείται η έννοια της **ψευδοελαστικότητας**, η οποία περιγράφει τη μεταβολή στην τιμή της πιθανότητας επιλογής κατά τη μετάβαση από τη μία τιμή της διακριτής μεταβλητής στην άλλη. Η σχέση που υπολογίζει την τιμή της ψευδοελαστικότητας για διακριτές μεταβλητές είναι η παρακάτω:

$$e_i = \frac{e^{\beta_i}}{e^{\beta}} - \frac{1}{e^{\beta}}$$

Όπου β_i : ο συντελεστής της ανεξάρτητης μεταβλητής

3.3.2. Μήτρα σύγχυσης -Confusion Matrix

Η μήτρα σύγχυσης χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της απόδοσης ενός συστήματος για δύο κλάσεις ή παραπάνω. Στην παρούσα διπλωματική χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση των μοντέλων διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης και τυχαίων δασών.

Η αξιολόγηση ενός μοντέλου κατηγοριοποίησης περιλαμβάνει την εξέταση της απόδοσής του σε ένα σύνολο δεδομένων που συνήθως είναι διαφορετικό από αυτό της εκπαίδευσής του. Για καθένα από τα στιγμιότυπα της βάσης εξέτασης (test), το μοντέλο κατηγοριοποίησης θα είναι είτε σωστό (θα του αναθέσει την προβλεπόμενη- υποσημειωμένη κλάση) είτε εσφαλμένο. Βάσει αυτού, συμπεραίνεται πως διακρίνοντας το σύνολο των στιγμιότυπων που ο ταξινομητής κατηγοριοποίησε σωστά ή εσφαλμένα, μπορεί να γίνει μια πρώτη εκτίμηση σχετικά με την απόδοση του εξεταζόμενου ταξινομητή.

Σε μια βάση δεδομένων με δύο μόνο κλάσεις ορίζονται τέσσερις περιπτώσεις κατηγοριοποίησης των πλειάδων της βάσης. Στις παρούσες αξιολογήσεις των μοντέλων τα στοιχεία που έδειχναν ύπαρξη συμβάντος ορίστηκαν ως θετικά, ενώ τα στοιχεία που έδειχναν μη ύπαρξη συμβάντος ως αρνητικά. Όπου συμβάν θεωρείται η απόσπαση προσοχής από την χρήση κινητού. Οι τέσσερις περιπτώσεις κατηγοριοποίησης των πλειάδων της βάσης είναι οι εξής:

1. Αληθώς Θετικά (**True Positives – TP**): Το πλήθος των στιγμιότυπων της βάσης (+), ύπαρξη συμβάντος, που κατηγοριοποιήθηκαν ως (+) από τον ταξινομητή.
2. Αληθώς Αρνητικά (**True Negative – TN**): Το πλήθος των στιγμιότυπων που ανήκουν στην κλάση (-), μη ύπαρξη συμβάντος, και ο ταξινομητής κατηγοριοποίησε ως (-).
3. Ψευδώς Θετικά (**False Positive – FP**): Είναι το πλήθος των παραδειγμάτων της κλάσης (-), μη ύπαρξη συμβάντος, που εσφαλμένα ο ταξινομητής κατηγοριοποίησε ως (+), ύπαρξη συμβάντος.
4. Ψευδώς Αρνητικά (**False Negative – FN**): Είναι το πλήθος των παραδειγμάτων της κλάσης (+), ύπαρξη συμβάντος, που εσφαλμένα κατηγοριοποιήθηκαν από τον ταξινομητή ως (-), μη συμβάντος.

3.3.2.1. Ορθότητα - Accuracy

Ορίζεται ως η συνολική ακρίβεια ή το ποσοστό των σωστών προβλέψεων του μοντέλου:

$$accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN}$$

Αντί της ορθότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί το **μέτρο του λόγου σφάλματος (error rate)** ή λόγος εσφαλμένων κατηγοριοποιήσεων (misclassification rate), το οποίο κατ' αντιστοιχία εκφράζει το βαθμό εσφαλμένων κατηγοριοποιήσεων του **ταξινομητή**:

$$error\ rate = 1 - accuracy$$

3.3.2.2. Στατιστικός Συντελεστής Κάππα -Kappa Statistic

Ο στατιστικός συντελεστής Κάππα αποτελεί το μέτρο αξιολόγησης εξεταζόμενου μοντέλου κατηγοριοποίησης:

$$Kappa\ Statistic = \frac{P(A)-P(E)}{1-P(E)} \quad \text{όπου:}$$

P(A): η παρατηρούμενη σχετική συμφωνία μεταξύ των μοντέλων κατηγοριοποίησης

P(E): η πιθανότητα η συμφωνία αυτή να οφείλεται σε τυχαίο παράγοντα

3.3.2.3. Ευαισθησία και Εξειδικευτικότητα -Sensitivity and Specificity

Η ευαισθησία ή ανάκληση (sensitivity ή recall) εκτιμά την ικανότητα του ταξινομητή να κατηγοριοποιήσει σωστά τα θετικά στιγμιότυπα της βάσης εξέτασης, ενώ η εξειδικευτικότητα (specificity) αξιολογεί την απόδοση του μοντέλου για την κατηγοριοποίηση αρνητικών στιγμιότυπων:

$$sensitivity\ \acute{\eta}\ recall = \frac{TP}{TP+FN}$$

$$specificity = \frac{TN}{TN+FP}$$

3.3.2.4. Ακρίβεια -Precision

Το μέτρο της ακρίβειας (precision) εκφράζει το βαθμό πιστότητας της διαδικασίας κατηγοριοποίησης:

$$precision = \frac{TP}{TP+FP}$$

3.3.2.5. Μέτρο F –Fmeasure

Το μέτρο F εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης συνδυάζοντας τα δύο αυτά μέτρα με τη σχέση:

$$F\text{-measure} = \frac{2 \cdot \text{precision} \cdot \text{recall}}{\text{precision} + \text{recall}}$$

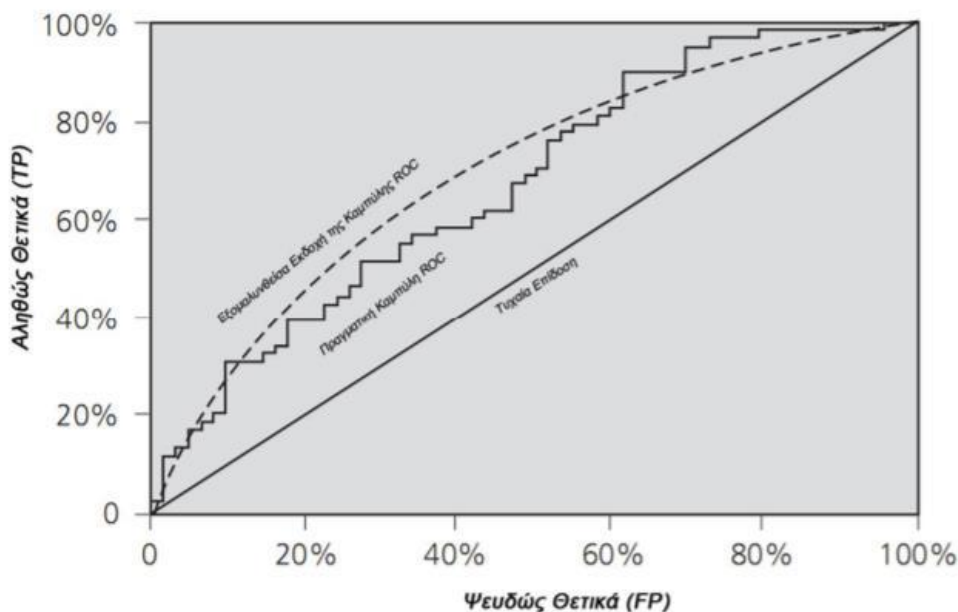
3.3.2.6. Δείκτης λάθους συναγερμού -False alarm rate

Ο δείκτης αυτός εκφράζει την πιθανότητα λάθους στην ταξινόμηση των θετικών στιγμιότυπων και δίνεται από τη σχέση:

$$\text{False alarm rate} = \frac{\text{FP}}{\text{TN} + \text{FP}}$$

3.3.2.7 Καμπύλη Receiver Operating Characteristic -ROC Curve

Η καμπύλη ROC είναι μια γραφική παράσταση που απεικονίζει τη διαγνωστική ικανότητα ενός δυαδικού συστήματος ταξινόμησης καθώς το όριο διάκρισής του ποικίλει. Η καμπύλη δημιουργείται από την απεικόνιση του TP (κατακόρυφος άξονας) προς το FP (οριζόντιος άξονας) σε διάφορες τιμές στιγμιότυπων (Σχήμα 3.1). Η ιδανική περίπτωση θα ήταν μια καμπύλη ROC που θα ταυτίζεται με τον κατακόρυφο άξονα (TP).



Σχήμα 3.1: Παράδειγμα χαρακτηριστικής καμπύλης λειτουργίας δέκτη (ROC curve)

Ένα ακόμα κριτήριο επιλογής κατάλληλου ταξινομητή με βάση τις χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας είναι το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC, η Area Under the ROC Curve, εν συντομία AUC. Στην ιδανική περίπτωση $AUC=1$ και στην περίπτωση τυχαίας κατηγοριοποίησης (καμπύλη τυχαίας επίδοσης του σχήματος 3.1) ισχύει ότι $AUC=0.5$.

4. ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Σύμφωνα με αυτά που έχουν αναφερθεί ως τώρα, στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι να καθοριστεί ο βαθμός απόσπασης προσοχής των οδηγών εξαιτίας της χρήσης κινητού τηλεφώνου, στην Ελλάδα.

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφεται ο τρόπος συλλογής και επεξεργασίας των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της εργασίας. Ο στόχος είναι η δημιουργία μιας βάσης δεδομένων από την οποία θα εξαχθούν τα συμπεράσματα σε σχέση με το θέμα της εργασίας.

4.2 Συλλογή Στοιχείων

Η βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε προέκυψε από στοιχεία που συλλέχθηκαν μέσω παρατηρήσεων στο χρονικό διάστημα 19 Νοεμβρίου με 1 Δεκεμβρίου του 2021 και αφορούν τέσσερις βασικούς δείκτες οδικής ασφάλειας (ταχύτητα, χρήση ζώνης ασφαλείας, χρήση προστατευτικού εξοπλισμού και απόσπαση προσοχής του οδηγού λόγω συσκευών χειρός).

Οι παρατηρήσεις έγιναν σε 3 πόλεις, Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Λάρισα με πρωτοβουλία του τμήματος Μεταφορών και Συγκοινωνιακών Υποδομών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου. Τοποθετήθηκαν παρατηρητές σε συγκεκριμένα και προκαθορισμένα σημεία στους δρόμους των τριών πόλεων και έκαναν τις αντίστοιχες μετρήσεις πεδίου.

Οι τύποι οδών στους οποίους έγινε η έρευνα είναι αυτοκινητόδρομοι, αστικοί δρόμοι και υπεραστικές οδοί. Ως αστικές οδοί ορίζονται οι οδοί εντός των κατοικημένων περιοχών, ενώ ως υπεραστικές οδοί ορίζονται οι οδοί εκτός κατοικημένων περιοχών, πλην των αυτοκινητοδρόμων.

Η διάρκεια των μετρήσεων σε κάθε τοποθεσία ήταν τρεις ώρες για την ταχύτητα και μιάμιση ώρα για όλους τους άλλους δείκτες απόδοσης οδικής ασφάλειας.

Τα οχήματα κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, τα απλά επιβατικά Ι.Χ., τα βαν και μια τελευταία ομάδα που περιλαμβάνει οποιοδήποτε άλλο τύπο οχήματος. Οι οδηγοί κατηγοριοποιήθηκαν ως προς το φύλο (γυναίκα/άντρας) και ως προς την ηλικία, σε τρεις ομάδες. Πρώτη ομάδα οι νέοι, έπειτα οι μεσήλικες και τέλος οι ηλικιωμένοι. Έπειτα εξετάστηκε η χρονική περίοδος που γινόταν η κίνηση των οχημάτων δηλαδή τις καθημερινές και το Σαββατοκύριακο. Μια ακόμη παράμετρος που διερευνήθηκε είναι η επιρροή των καιρικών συνθηκών. Οι καιρικές συνθήκες κατατάχθηκαν σε δύο ομάδες, καλές και κακές. Οι κακές καιρικές συνθήκες περιλαμβάνουν την βροχή, την ομίχλη και τον αέρα.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται ο τρόπος κωδικοποίησης των παραμέτρων που αναφέρθηκαν. Η συγκεκριμένη μορφοποίηση διευκολύνει την επεξεργασία των στοιχείων και προσφέρει ταχύτητα στην διαδικασία.

AM	Athens	M	Male
	Motorway	F	Female
AR	Athens	YO	Young
	Rural	MA	Middle age
AU	Athens	EL	Elderly
	Urban	PC	Passenger Car
LM	Larisa	V	Van
	Motorway	HT	Heavy Truck
LR	Larisa	LT	Light Truck
	Rural	B	Bus
LU	Larisa	O	Other
	Urban	Weekday	Time period
TM	Thessaloniki	Weekend	Time period
	Motorway	Good	Sunny weather
TR	Thessaloniki	Adverse	Fog, rain, wind
	Rural	Y	Yes
TU	Thessaloniki	N	No
	Urban		

Σχήμα 4.2.1 Πίνακας κωδικοποίησης ονομάτων.

4.3 Βάση Δεδομένων

Οι παρατηρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούν κι άλλα χαρακτηριστικά των οδηγών πέρα από την απόσπαση προσοχής. Συγκεκριμένα σημειώθηκε αν φορούσαν ζώνη, αν υπήρχε συνεπιβάτης ή συνεπιβάτες στο όχημα κι αν κι εκείνοι φορούσαν ζώνη και τέλος αν υπήρχε παιδί σε ειδικό κάθισμα. Ακόμη αναφέρεται η κατεύθυνση των οχημάτων, η ακριβής τοποθεσία, η ημερομηνία της παρατήρησης και οι χρόνοι της διαδικασίας. Έτσι έπειτα από την κωδικοποίηση όλων αυτών των στοιχείων και τοποθέτηση των δεδομένων σε αρχείο στο *Excel* προέκυψε η βάση δεδομένων **Total**. Η συγκεκριμένη βάση δεδομένων περιέχει παρατηρήσεις που έγιναν σε πάνω από 8500 τοποθεσίες και αφορούν, όπως αναφέρθηκε, στα εξής χαρακτηριστικά :κωδικός τοποθεσίας (Location code), ζώνη οδηγού (Driver seat belt), απόσπαση προσοχής οδηγού από το κινητό (Driver distraction), φύλο οδηγού (Driver gender), ηλικία οδηγού (Driver age), ζώνη μπροστινού συνεπιβάτη (Front passenger seat belt), ζώνη για τους συνεπιβάτες στο πίσω μέρος του οχήματος (Rear passenger 1 seat belt, Rear passenger 2 seat belt, Rear passenger 3 seat belt), παιδί στο όχημα σε ειδικό κάθισμα (Child in CRS), τύπος οχήματος (Vehicle type), ταξί (Taxi), ο δείκτης μέτρησης (Count), Πόλη (City), όνομα δρόμου (Street), τύπος οδού (Road type), τοποθεσία (Location), κατεύθυνση (Direction), καιρικές συνθήκες (Weather conditions), περίοδος της εβδομάδας (Time Period), ημερομηνία (Date), διάρκεια παρατήρησης (Session Duration). Στην συγκεκριμένη διπλωματική εργασία αξιοποιήθηκαν τα δεδομένα που αφορούν την απόσπαση προσοχής και οι υπόλοιπες

παράμετροι που αναφέρονται στην παράγραφο 4.2 και στον πίνακα 4.2.1. Παρακάτω παρουσιάζονται αποσπάσματα της βάσης δεδομένων **Total**.

[illegible]

Σχήμα 4.3.1 Απόσπασμα από πίνακα βάσης δεδομένων **Total**.

Location code	Driver seat	Driver distraction	Driver gender	Driver age	Front passenger seat	Rear passenger 1 seat	Rear passenger 2 seat	Rear passenger 3 seat	Child in CR	Vehicle type	Taxi	Count
LR1	Y	Y	M	MA	-	-	-	-	-	PC		3
LR1	Y	Y	M	YO	-	-	-	-	-	PC		4
LR1	Y	Y	F	MA	-	-	-	-	-	PC		5
LR1	Y	Y	F	YO	-	-	-	-	-	PC		1
LR1	N	Y	M	MA	-	-	-	-	-	PC		7
LR1	Y	Y	M	MA	Y	-	-	-	-	PC		22
LR1	Y	N	M	YO	Y	-	-	-	-	PC		5
LR1	N	N	F	MA	N	-	-	-	-	PC		3
LR1	N	N	Y	MA	N	-	-	-	-	PC		2
LR1	N	N	M	MA	N	-	-	-	-	PC		4
LR1	Y	N	F	MA	Y	-	-	-	-	PC		4
LR1	Y	Y	M	MA	Y	-	-	-	-	PC		3
LR1	Y	N	M	MA	N	-	-	-	-	PC		1
LR1	Y	N	M	MA	Y	Y	-	-	-	PC		1
LR1	N	N	M	MA	N	-	N	-	-	PC	Y	2
LR1	Y	N	F	MA	N	N	-	-	-	PC		1
LR1	Y	N	M	EL	N	-	-	-	-	PC		2
LR1	N	N	M	MA	Y	Y	-	-	-	PC		4
LR1	Y	N	M	MA	-	N	-	-	-	PC		1
LR1	Y	N	M	YO	N	-	-	-	-	PC		1
LR1	Y	Y	M	MA	Y	N	-	-	-	PC		1
LR1	N	N	F	MA	Y	-	N	-	-	PC		1
LR1	Y	N	M	MA	Y	-	-	-	N	PC		1
LR1	N	N	M	MA	-	-	-	-	-	V		9
LR1	N	N	M	MA	N	-	-	-	-	V		4
LR1	N	N	M	YO	N	-	-	-	-	V		1
LR1	N	Y	M	YO	-	-	-	-	-	V		2
LR1	Y	Y	M	MA	N	-	-	-	-	V		1
LR1	N	N	M	MA	N	N	-	-	-	V		1
LR1	N	Y	M	YO	N	-	-	-	-	V		1
LR1	N	Y	M	MA	-	-	-	-	-	V		3
LR1	Y	Y	M	YO	-	-	-	-	-	V		1
LR1	N	N	M	MA	-	-	-	-	-	B		2
LR1	N	N	M	MA	N	-	-	-	-	B		1
LR1	N	N	M	MA	-	-	-	-	-	HT		6
LR1	N	N	Y	MA	-	-	-	-	-	LT		1
LR1	Y	N	M	MA	-	-	-	-	-	LT		4
LR1	N	N	M	MA	-	-	-	-	-	LT		8
LR2	N	N	M	MA	-	-	-	-	-	PC		30
LR2	Y	N	M	MA	-	-	-	-	-	PC		65
LR2	N	N	M	YO	-	-	-	-	-	PC		5
LR2	Y	Y	M	YO	-	-	-	-	-	PC		16
LR2	N	N	F	MA	-	-	-	-	-	PC		1
LR2	Y	N	F	MA	-	-	-	-	-	PC		20
LR2	Y	Y	F	MA	-	-	-	-	Y	PC		2
LR2	Y	N	F	YO	-	-	-	-	-	PC		7
LR2	N	N	M	EL	-	-	-	-	-	PC		2
LR2	N	Y	M	EL	-	-	-	-	-	PC		2
LR2	N	Y	M	MA	-	-	-	-	-	PC		7
LR2	Y	Y	M	MA	-	-	-	-	-	PC		5

Σχήμα 4.3.2 Απόσπασμα από πίνακα βάσης δεδομένων **Total**.

4.4 Επεξεργασία Στοιχείων

Στην ενότητα αυτή αναλύεται η διαδικασία επεξεργασίας των στοιχείων που συλλέχθηκαν από τις μετρήσεις πεδίου. Περιγράφεται η διαδικασία εισαγωγής των μεταβλητών στο λογισμικό της στατιστικής ανάλυσης με κατάλληλη κωδικοποίηση. Ακόμη, στο πλαίσιο της προκαταρκτικής ανάλυσης παρουσιάζονται πίνακες και διαγράμματα που αναπτύχθηκαν, με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των δεδομένων και την εύρεση συσχέτισης μεταξύ των παραμέτρων που έχουν αναφερθεί.

4.4.1 Κωδικοποίηση Μεταβλητών

Η επεξεργασία των στοιχείων έγινε μέσω της γλώσσας προγραμματισμού R. Έτσι, προκειμένου να γίνει η εισαγωγή στοιχείων στο περιβάλλον της R έπρεπε να γίνει η κατάλληλη κωδικοποίηση των δεδομένων. Η κωδικοποίηση έγινε με βάση την διακριτή φύση των μεταβλητών και την προϋπόθεση ότι η απόσπαση προσοχής είναι η εξαρτημένη μεταβλητή στην παρούσα μελέτη. Παρακάτω παρουσιάζονται πίνακες που δείχνουν την αντίστοιχη κωδικοποίηση.

Τιμή Μεταβλητής	Κωδικοποίηση
Αθήνα	1
Λάρισα	2
Θεσσαλονίκη	3
Αυτοκινητόδρομος	1
Υπεραστικός	2
Αστικός	3
Καθημερινή	1
Σαββατοκύριακο	2

Σχήμα 4.4.1 Κωδικοποίηση για Πόλη, δρόμο και χρονική περίοδο.

Τιμή Μεταβλητής	Κωδικοποίηση
Άντρας	0
Γυναίκα	1
Νέος	1
Μεσήλικας	2
Ηλικιωμένος	3
Επιβατικό Ι.Χ.	1
Βαν	2
Άλλος τύπος οχήματος	3
Καλές καιρικές συνθήκες	1
Κακές καιρικές συνθήκες	2
Απόσπαση προσοχής	0
Μη απόσπαση προσοχής	1

Σχήμα 4.4.2 Κωδικοποίηση για φύλο, ηλικία, τύπο οχήματος, απόσπαση προσοχής.

Από την παραπάνω κωδικοποίηση προέκυψε ο πίνακας **AnalysisR-all** για όλους τους τύπους οδών που αναφέρθηκαν και οποίος εισήχθη στο περιβάλλον της R με σκοπό την επεξεργασία του για την διερεύνηση της απόσπασης προσοχής των οδηγών λόγω της χρήσης κινητού τηλεφώνου. Παρακάτω παρουσιάζεται απόσπασμα αυτού του πίνακα.

ID	Location code	Driver_distraction	Driver_gender	Driver_age	Vehicle_type	City	Road_type	Weather_conditions	Time_Period	Count
AM1-1	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-2	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-3	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-4	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-5	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-6	AM1	0	0	1	2	1	1	1	1	1
AM1-7	AM1	0	1	2	1	1	1	1	1	1
AM1-8	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-9	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-10	AM1	0	0	2	2	1	1	1	1	1
AM1-11	AM1	0	1	2	1	1	1	1	1	1
AM1-12	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-13	AM1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
AM1-14	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-15	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-16	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-17	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-18	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-19	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-20	AM1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
AM1-21	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-22	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-23	AM1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
AM1-24	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-25	AM1	0	1	2	1	1	1	1	1	1
AM1-26	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-27	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-28	AM1	0	1	2	1	1	1	1	1	1
AM1-29	AM1	1	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-30	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1
AM1-31	AM1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
AM1-32	AM1	0	1	2	1	1	1	1	1	1
AM1-33	AM1	0	0	2	1	1	1	1	1	1

Σχήμα 4.4.3. Απόσπασμα από τον πίνακα AnalysisR-all.

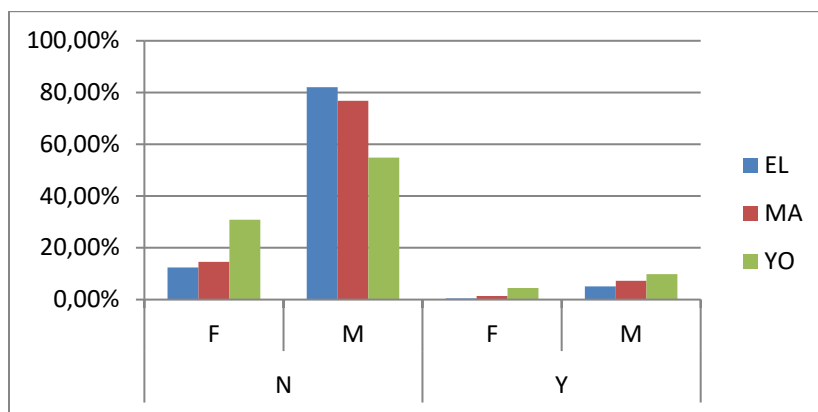
4.4.2 Προκαταρκτική Ανάλυση

Από την βάση δεδομένων **Total** χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία της απόσπασης προσοχής του οδηγού κι έγινε συσχέτιση με τις παραμέτρους του φύλου, της ηλικίας, του τύπου οχήματος, του τύπου της οδού, των καιρικών συνθηκών και της χρονικής περιόδου της εβδομάδας. Η σύγκριση αυτή έγινε μέσω της δημιουργίας συγκεντρωτικών πινάκων και των αντίστοιχων γραφημάτων, που παρουσιάζουν την απόσπαση προσοχής των οδηγών σε συσχέτιση με τους άλλους παράγοντες. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένοι πίνακες και τα αντίστοιχα γραφήματά τους.

1. Συσχέτιση ηλικίας και φύλου με την απόσπαση προσοχής.

Age/gender/distraction				
Αθροισμα από Count				
	EL	MA	YO	Γενικό άθροισμα
N	205	5807	1722	7734
F	27	928	619	1574
M	178	4879	1103	6160
Y	12	544	287	843
F	1	85	90	176
M	11	459	197	667
Γενικό άθροισμα	217	6351	2009	8577

Σχήμα 4.4.4 Πίνακας για απόσπαση προσοχής φύλο και ηλικία.

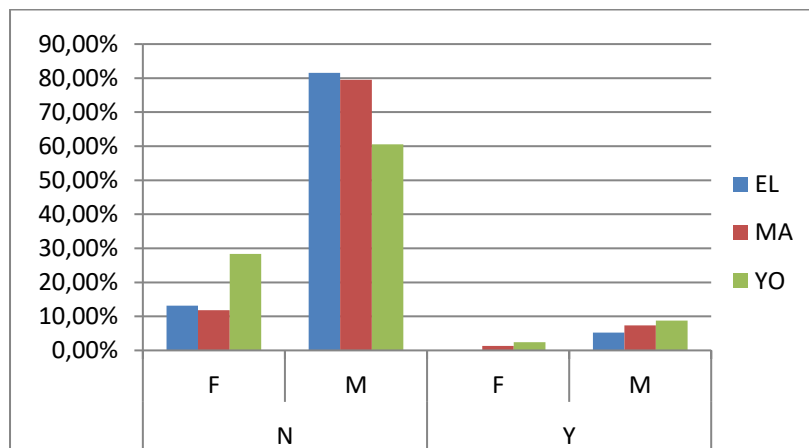


Σχήμα 4.4.5 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, φύλο και ηλικία.

2. Συσχέτιση ηλικίας, φύλου και κακών καιρικών συνθηκών με την απόσπαση προσοχής.

Age/gender/distraction/weatherconditions				
Αθροισμα από Count				
	EL	MA	YO	Γενικό άθροισμα
N	36	1087	295	1418
F	5	141	94	240
M	31	946	201	1178
Y	2	103	37	142
F		16	8	24
M	2	87	29	118
Γενικό άθροισμα	38	1190	332	1560

Σχήμα 4.4.6 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, φύλο, ηλικία και επιρροής κακών καιρικών συνθηκών.

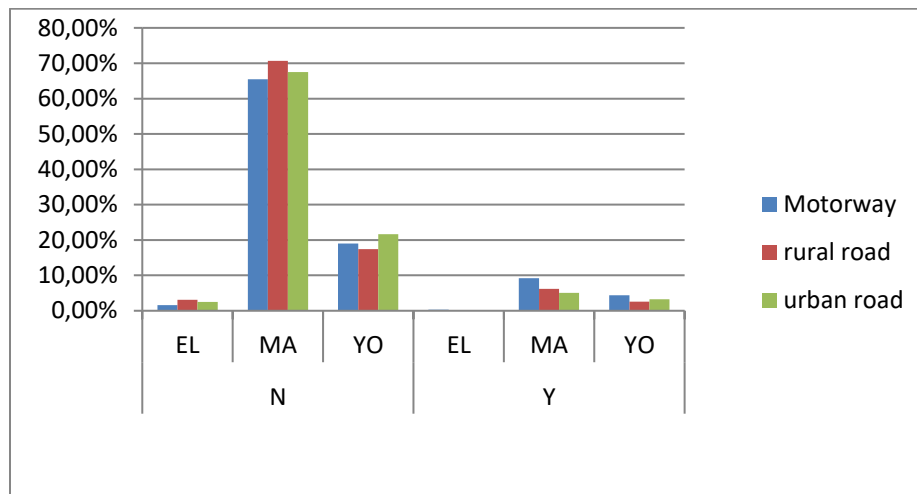


Σχήμα 4.4.7 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, φύλο, ηλικία και επιρροής κακών καιρικών συνθηκών.

3. Συσχέτιση ηλικίας και τύπου οδού με την απόσπαση προσοχής.

Age/distraction/road				
Αθροισμα από Count				
	Motorway	rural road	urban road	Γενικό
N	1805	1756	4173	7734
EL	34	59	112	205
MA	1372	1361	3074	5807
YO	399	336	987	1722
Y	290	170	383	843
EL	6	2	4	12
MA	193	119	232	544
YO	91	49	147	287
Γενικό άθροισμα	2095	1926	4556	8577

Σχήμα 4.4.8 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, ηλικία και τύπο οδού.

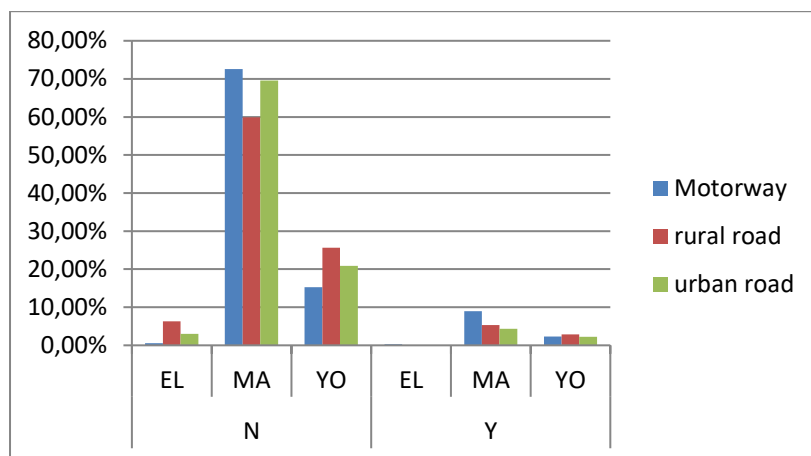


Σχήμα 4.4.9 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, ηλικία και τύπο οδού.

4. Συσχέτιση ηλικίας, τύπου οδού και κακών καιρικών συνθηκών με την απόσπαση προσοχής.

Age/distraction/road/weatherconditions				
Αθροισμα από Count				
	Motorway	rural road	urban road	Γενικό άθροισμα
N	642	190	586	1418
EL	4	13	19	36
MA	527	124	436	1087
YO	111	53	131	295
Y	84	17	41	142
EL	2			2
MA	65	11	27	103
YO	17	6	14	37
Γενικό άθροισμα	726	207	627	1560

Σχήμα 4.4.10 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, ηλικία, τύπο οδού και επιρροή κακών καιρικών συνθηκών.

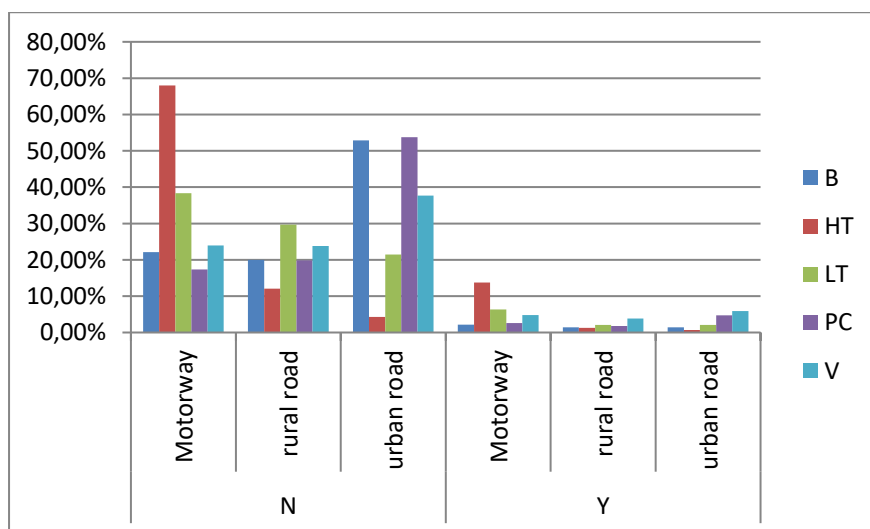


Σχήμα 4.4.11 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, ηλικία, τύπο οδού και επιρροή κακών καιρικών συνθηκών.

5. Συσχέτιση τύπου οδού και τύπου οχήματος με την απόσπαση προσοχής.

Distraction/road/vehicle						
Αθροισμα από Count						
	B	HT	LT	PC	V	Γενικό άθροισμα
N	133	258	425	6222	696	7734
Motorway	31	208	182	1189	195	1805
rural road	28	37	141	1356	194	1756
urban road	74	13	102	3677	307	4173
Y	7	48	50	620	118	843
Motorway	3	42	30	176	39	290
rural road	2	4	10	123	31	170
urban road	2	2	10	321	48	383
Γενικό άθροισμα	140	306	475	6842	814	8577

Σχήμα 4.4.12 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, τύπο οδού και τύπο οχήματος.

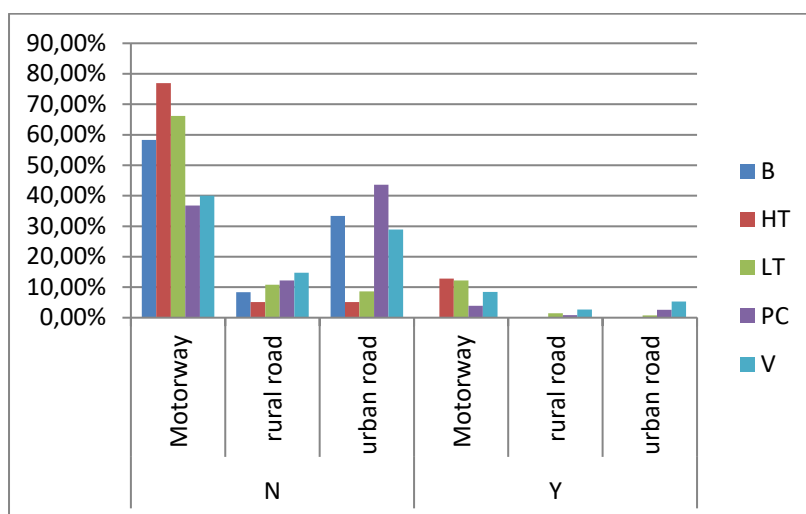


Σχήμα 4.4.13 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, τύπο οδού και τύπο οχήματος.

6. Συσχέτιση τύπου οδού, τύπου οχήματος και κακών καιρικών συνθηκών με την απόσπαση προσοχής.

Distraction/road/vehicle/ weatherconditions						
Αθροισμα από Count						
	B	HT	LT	PC	V	Γενικό άθροισμα
N	24	34	119	1082	159	1418
Motorway	14	30	92	430	76	642
rural road	2	2	15	143	28	190
urban road	8	2	12	509	55	586
Y		5	20	86	31	142
Motorway		5	17	46	16	84
rural road			2	10	5	17
urban road			1	30	10	41
Γενικό άθροισμα	24	39	139	1168	190	1560

Σχήμα 4.4.14 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, τύπο οδού, τύπο οχήματος και επιρροή καιρικών συνθηκών.

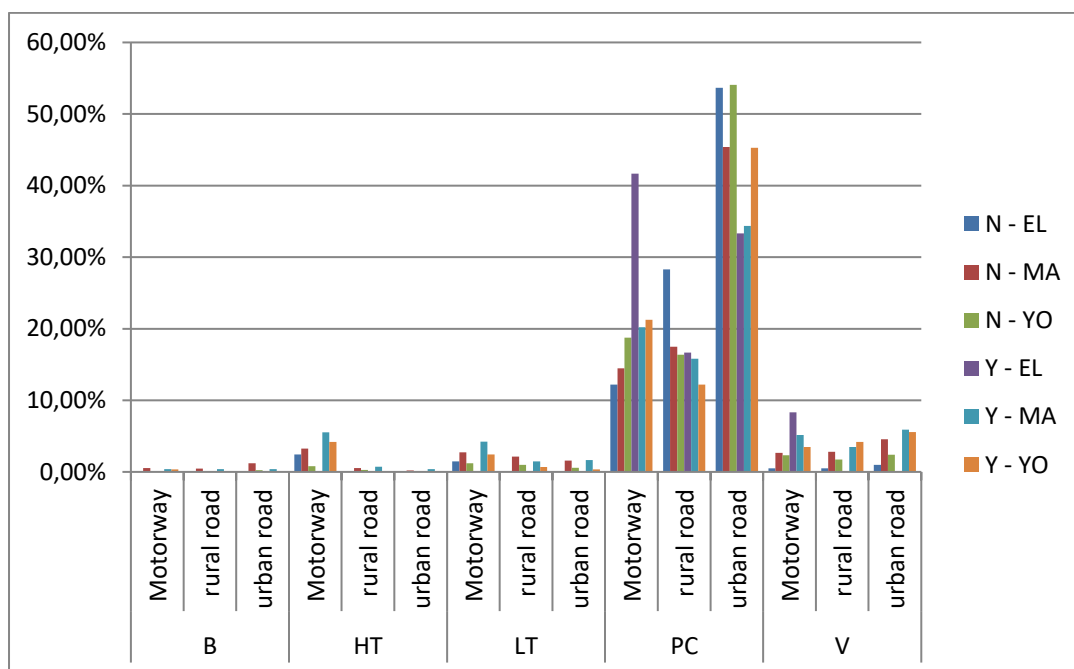


Σχήμα 4.4.15 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, τύπο οδού, τύπο οχήματος και επιρροή καιρικών συνθηκών.

7.Συσχέτιση τύπου οχήματος, τύπου οδού και ηλικίας με απόσπαση προσοχής

Vehicle/road/distraction/age										
Αθροισμα από Count										
	N			Y			Σύνολο - Y			Γενικό άθροισμα
	EL	MA	YO	EL	MA	YO	EL	MA	YO	
B			126	7			133	6	1	140
Motorway			30	1			31	2	1	34
rural road			26	2			28	2		30
urban road			70	4			74	2		76
HT		5	233	20			258	36	12	306
Motorway		5	189	14			208	30	12	250
rural road			32	5			37	4		41
urban road			12	1			13	2		15
LT		3	374	48			425	40	10	475
Motorway		3	158	21			182	23	7	212
rural road			124	17			141	8	2	151
urban road			92	10			102	9	1	112
PC		193	4493	1536			6222	11	383	6842
Motorway		25	841	323		5	1189	110	61	1365
rural road		58	1016	282		2	1356	86	35	1479
urban road		110	2636	931		4	3677	187	130	3998
V		4	581	111		1	696	79	38	814
Motorway		1	154	40		1	195	28	10	234
rural road		1	163	30			194	19	12	225
urban road		2	264	41			307	32	16	355
Γενικό άθροισμα	205	5807	1722	7734	12	544	287	843		8577

Σχήμα 4.4.16 Πίνακας για απόσπαση προσοχής ηλικία, τύπο οδού και τύπο οχήματος.

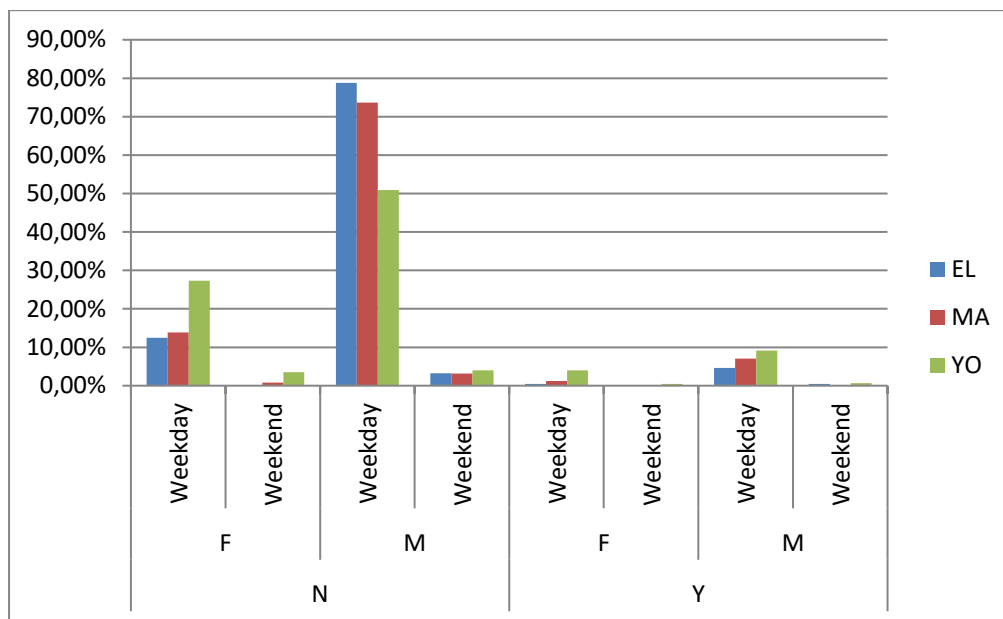


Σχήμα 4.4.17 Γράφημα για απόσπαση προσοχής ηλικία, τύπο οδού και τύπο οχήματος.

8. Συσχέτιση φύλου, ηλικίας και χρονικής περιόδου της εβδομάδας με την απόσπαση προσοχής.

Distraction/gender/time/age				
Αθροισμα από Count				
	EL	MA	YO	Γενικό άθροισμα
☒ N	205	5807	1722	7734
☒ F	27	928	619	1574
Weekday	27	878	549	1454
Weekend		50	70	120
☒ M	178	4879	1103	6160
Weekday	171	4677	1022	5870
Weekend	7	202	81	290
☒ Y	12	544	287	843
☒ F	1	85	90	176
Weekday	1	79	81	161
Weekend		6	9	15
☒ M	11	459	197	667
Weekday	10	447	184	641
Weekend	1	12	13	26
Γενικό άθροισμα	217	6351	2009	8577

Σχήμα 4.4.18 Πίνακας για απόσπαση προσοχής ηλικία, φύλο και χρονική περίοδο.

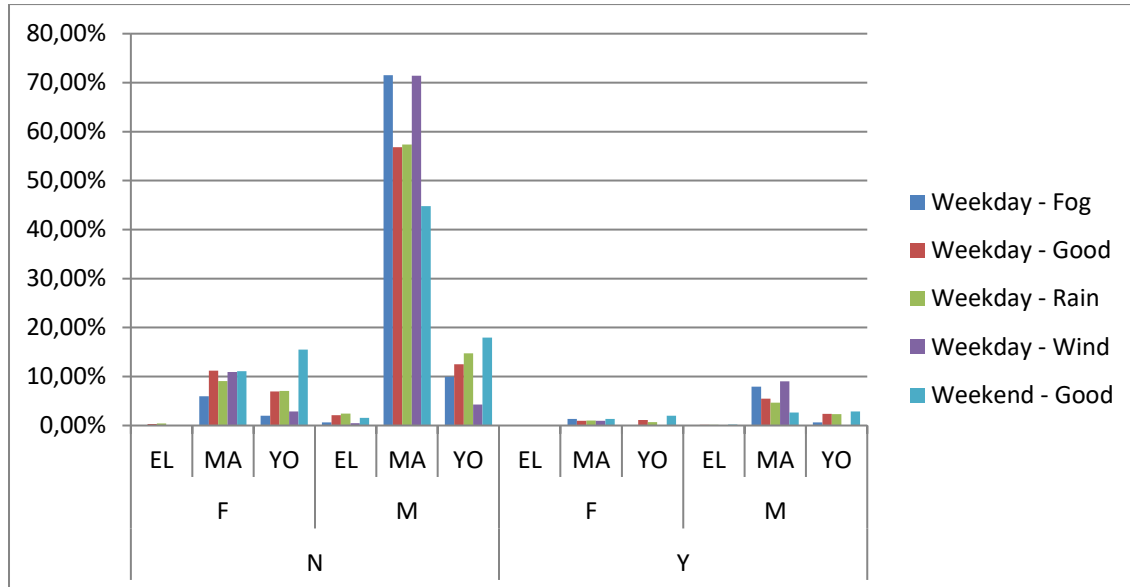


Σχήμα 4.4.19 Γράφημα για απόσπαση προσοχής ηλικία, φύλο και χρονική περίοδο.

9. Συσχέτιση φύλου, ηλικίας, χρονικής περιόδου της εβδομάδας και καιρικών συνθηκών με την απόσπαση προσοχής.

Distraction/gender/age/time/weather									
Αθροισμα από Count									
	Weekday				Σύνολο - Weekda	Weekend		Σύνολο - Weekend	Γενικό άθροισμα
	Fog	Good	Rain	Wind		Good			
N	136	5906	1093	189	7324	410	410	7734	
F	12	1214	199	29	1454	120	120	1574	
EL		22	5		27			27	
MA	9	737	109	23	878	50	50	928	
YO	3	455	85	6	549	70	70	619	
M	124	4692	894	160	5870	290	290	6160	
EL	1	140	29	1	171	7	7	178	
MA	108	3731	688	150	4677	202	202	4879	
YO	15	821	177	9	1022	81	81	1103	
Y	15	660	106	21	802	41	41	843	
F	2	137	20	2	161	15	15	176	
EL		1			1			1	
MA	2	63	12	2	79	6	6	85	
YO		73	8		81	9	9	90	
M	13	523	86	19	641	26	26	667	
EL		8	2		10	1	1	11	
MA	12	360	56	19	447	12	12	459	
YO	1	155	28		184	13	13	197	
Γενικό άθροισμα	151	6566	1199	210	8126	451	451	8577	

Σχήμα 4.4.20 Πίνακας για απόσπαση προσοχής ηλικία, φύλο, χρονική περίοδο και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

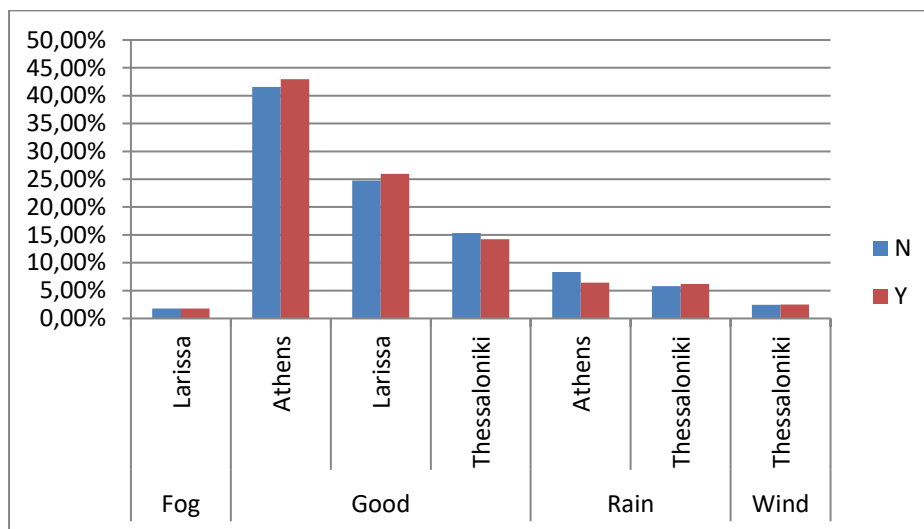


Σχήμα 4.4.21 Γράφημα για απόσπαση προσοχής ηλικία, φύλο, χρονική περίοδο και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών

10. Συσχέτιση πόλης και καιρού με την απόσπαση προσοχής.

Weather/city/distraction			
Αθροισμα από Count			
	N	Y	Γενικό άθροισμα
Fog	136	15	151
Larissa	136	15	151
Good	6316	701	7017
Athens	3215	362	3577
Larissa	1915	219	2134
Thessaloniki	1186	120	1306
Rain	1093	106	1199
Athens	646	54	700
Thessaloniki	447	52	499
Wind	189	21	210
Thessaloniki	189	21	210
Γενικό άθροισμα	7734	843	8577

Σχήμα 4.4.22 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, πόλη και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

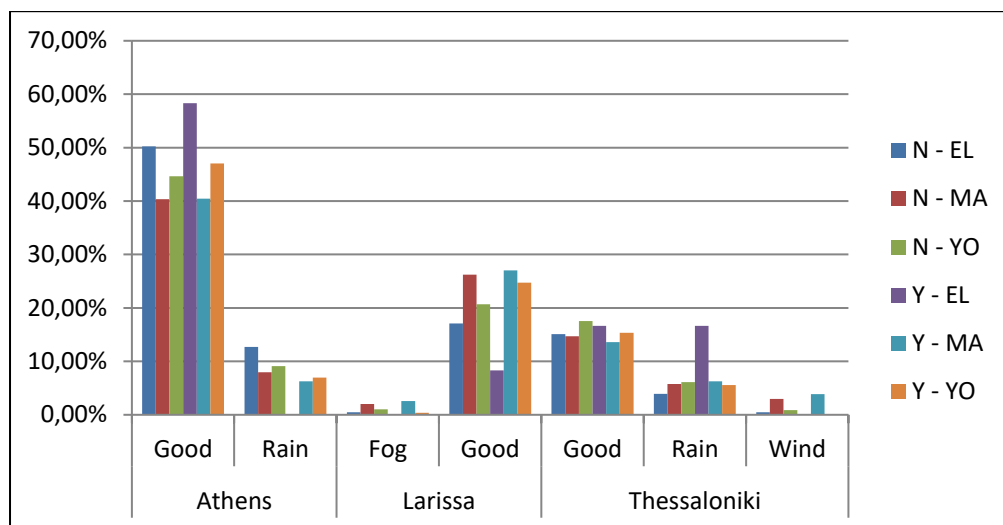


Σχήμα 4.4.23 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, πόλη και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

11. Συσχέτιση πόλης, ηλικίας και καιρού με την απόσπαση προσοχής

Weather/city/distraction/age									
Αθροισμα από Count									
	N			Σύνολο - N	Y			Σύνολο - Y	Γενικό άθροισμα
	EL	MA	YO		EL	MA	YO		
Athens	129	2806	926	3861	7	254	155	416	4277
Good	103	2343	769	3215	7	220	135	362	3577
Rain	26	463	157	646		34	20	54	700
Larissa	36	1641	374	2051	1	161	72	234	2285
Fog	1	117	18	136		14	1	15	151
Good	35	1524	356	1915	1	147	71	219	2134
Thessaloniki	40	1360	422	1822	4	129	60	193	2015
Good	31	853	302	1186	2	74	44	120	1306
Rain	8	334	105	447	2	34	16	52	499
Wind	1	173	15	189		21		21	210
Γενικό άθροισμα	205	5807	1722	7734	12	544	287	843	8577

Σχήμα 4.4.24 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, πόλη, ηλικία και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

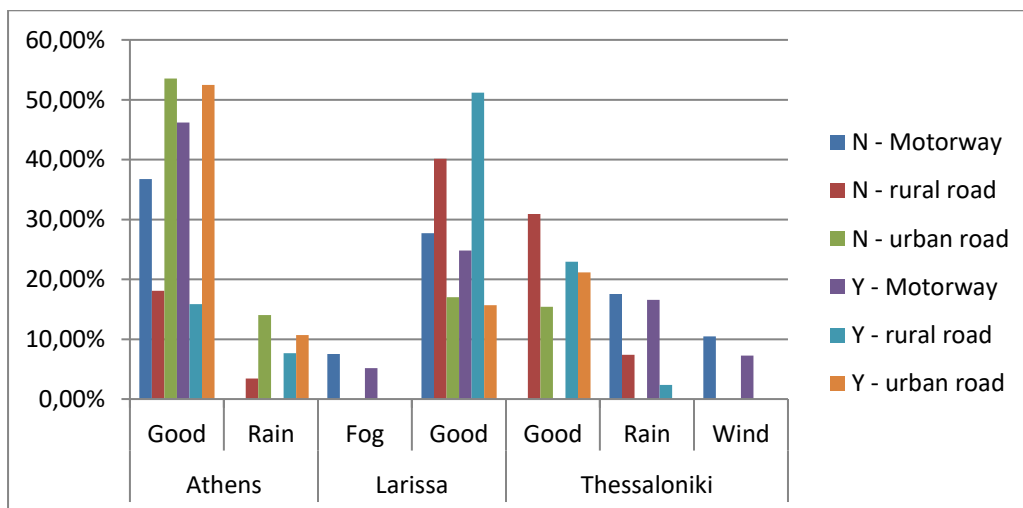


Σχήμα 4.4.25 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, πόλη, ηλικία και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

12. Συσχέτιση πόλης, τύπου οδού και καιρικών συνθηκών με την απόσπαση προσοχής.

City/weather/distraction/road										
Αθροισμα από Count										
	N			Σύνολο - N	Y			Σύνολο - Y	Γενικό άθροισμα	
	Motorway	rural road	urban road		Motorway	rural road	urban road			
Athens	663	378	2820	3861	134	40	242	416	4277	
Good	663	318	2234	3215	134	27	201	362	3577	
Rain		60	586	646		13	41	54	700	
Larissa	636	705	710	2051	87	87	60	234	2285	
Fog	136			136	15			15	151	
Good	500	705	710	1915	72	87	60	219	2134	
Thessaloniki	506	673	643	1822	69	43	81	193	2015	
Good		543	643	1186		39	81	120	1306	
Rain	317	130		447	48	4		52	499	
Wind	189			189	21			21	210	
Γενικό άθροισμα	1805	1756	4173	7734	290	170	383	843	8577	

Σχήμα 4.4.26 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, πόλη, ηλικία, τύπο οδού και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

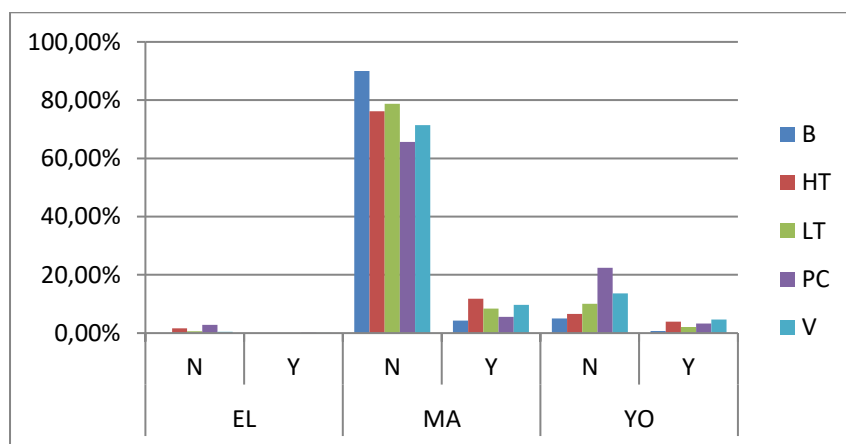


Σχήμα 4.4.27 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, πόλη, ηλικία, τύπο οδού και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

13. Συσχέτιση ηλικίας και τύπου οχήματος με την απόσπαση προσοχής.

Age/distraction/vehicle							
Αθροισμα από Count							
	B	HT	LT	PC	V	Γενικό άθροισμα	
EL			5	3	204	5	217
N			5	3	193	4	205
Y					11	1	12
MA		132	269	414	4876	660	6351
N		126	233	374	4493	581	5807
Y		6	36	40	383	79	544
YO		8	32	58	1762	149	2009
N		7	20	48	1536	111	1722
Y		1	12	10	226	38	287
Γενικό άθροισμα		140	306	475	6842	814	8577

Σχήμα 4.4.28 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, πόλη, ηλικία και τύπο οχήματος.

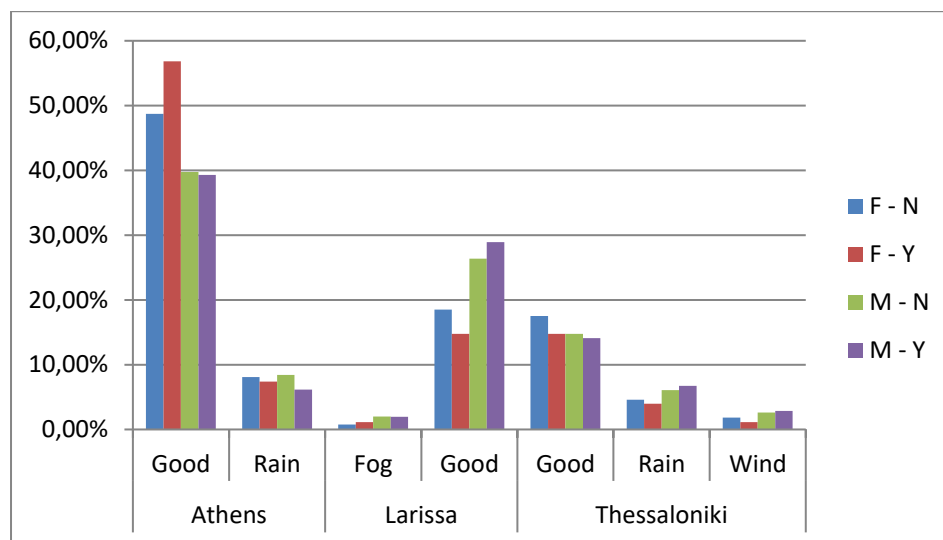


Σχήμα 4.4.29 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, πόλη, ηλικία και τύπο οχήματος.

14. Συσχέτιση φύλου, πόλης και καιρικών συνθηκών με την απόσπαση προσοχής.

City/weather/gender/distraction							
Αθροισμα από Count							
	F N	Y	Σύνολο - F	M N	Y	Σύνολο - M	Γενικό άθροισμα
Athens	894	113	1007	2967	303	3270	4277
Good	767	100	867	2448	262	2710	3577
Rain	127	13	140	519	41	560	700
Larissa	303	28	331	1748	206	1954	2285
Fog	12	2	14	124	13	137	151
Good	291	26	317	1624	193	1817	2134
Thessaloniki	377	35	412	1445	158	1603	2015
Good	276	26	302	910	94	1004	1306
Rain	72	7	79	375	45	420	499
Wind	29	2	31	160	19	179	210
Γενικό άθροισμα	1574	176	1750	6160	667	6827	8577

Σχήμα 4.4.30 Πίνακας για απόσπαση προσοχής, πόλη, φύλο και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.



Σχήμα 4.4.31 Γράφημα για απόσπαση προσοχής, πόλη, φύλο και επιρροή όλων των καιρικών συνθηκών.

5. ΕΦΑΡΜΟΦΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται η εφαρμογή της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε στην παρούσα Διπλωματική εργασία καθώς και τα αποτελέσματά της. Όπως έχει αναφερθεί, στόχος της εργασίας είναι η ανάλυση χαρακτηριστικών της απόσπασης προσοχής των οδηγών στην Ελλάδα, εξαιτίας της χρήσης του κινητού τηλεφώνου. Για την επίτευξη αυτού του σκοπού αναπτύχθηκαν τέσσερις παραλλαγές για κάθε ένα από τα μαθηματικά μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν, τα οποία είναι, το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης και το μοντέλο τυχαίων δασών. Η υλοποίηση των παραπάνω έγινε με τη χρήση κώδικα στο προγραμματιστικό περιβάλλον του RStudio.

Στις τέσσερις παραλλαγές που αναπτύχθηκαν έγινε διερεύνηση της απόσπασης προσοχής του οδηγού με βάση τα δεδομένα από όλους τους τύπους οδών (**Road_type**), αυτοκινητόδρομοι, αστικοί και υπεραστικοί οδοί) και στις τρεις πόλεις (**City**) και εξετάστηκε η επιρροή και των υπολοίπων μεταβλητών, ηλικία οδηγού (**Driver_age**), τύπος οχήματος (**Vehicle_type**), τύπος οδού (**Road_type**) και καιρικές συνθήκες (**Weather_conditions**). Ο διαχωρισμός της έρευνας σε παραλλαγές γίνεται σε σχέση με την κατανομή των δεδομένων. Η φύση της βάσης δεδομένων που προέκυψε, ήταν τέτοια ώστε να υπάρχει ανισορροπία κλάσεων, καθώς υπήρχε μεγάλη διαφορά ανάμεσα στην κλάση της μη απόσπασης προσοχής σε σχέση με αυτή της απόσπασης. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα έγιναν τέσσερις διαφορετικές ανακατανομές των στοιχείων της βάσης δεδομένων στα δύο μαθηματικά μοντέλα αξιοποιώντας τη βιβλιοθήκη ROSE (Random Over-Sampling Examples) και εν τέλει προέκυψε η σύγκριση των αποτελεσμάτων τους.

Η **παραλλαγή Α** περιλαμβάνει όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές που αναφέρθηκαν και η κατανομή των στοιχείων έμεινε όπως ακριβώς ήταν στην βάση δεδομένων, διατηρώντας την μεγάλη διαφορά ανάμεσα στην κλάση της απόσπασης προσοχής και σε αυτήν της μη απόσπασης.

Η **παραλλαγή Β** περιλαμβάνει της όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές και η ανακατανομή των στοιχείων έγινε με την μέθοδο Over sampling. Με την τεχνική αυτή έγινε επανάληψη κι αναπαραγωγή των στοιχείων της κλάσης της απόσπασης προσοχής. Τα δεδομένα που ανήκουν σε αυτή την κλάση είναι συγκριτικά λιγότερα σε σχέση με την κλάση που αφορά την μη απόσπαση προσοχής, έτσι με την over sampling, επήλθε αριθμητική εξισορρόπηση.

Η **παραλλαγή Γ** περιλαμβάνει όπως και οι υπόλοιπες τις τέσσερις ανεξάρτητες μεταβλητές (ηλικία, τύπος οχήματος, τύπος οδού, καιρικές συνθήκες) και χρησιμοποιεί την τεχνική under sampling. Στην περίπτωση αυτή έγινε απομάκρυνση με τυχαίο τρόπο, στοιχείων από τα δεδομένα της μη απόσπασης προσοχής που είναι και τα περισσότερα. Έπειτα από αυτή την διαδικασία τα δεδομένα ήρθαν σε ισορροπία.

Η **παραλλαγή Δ** περιλαμβάνει κι αυτή τις τέσσερις ανεξάρτητες μεταβλητές και χρησιμοποιεί την τεχνική over sampling και under sampling μαζί. Αναπαράγει δηλαδή δεδομένα από την κλάση της απόσπασης προσοχής και αφαιρεί δεδομένα από αυτή της μη απόσπασης.

5.2 Μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης

5.2.1 Παραλλαγή 1Α

Για την παραλλαγή 1Α του μοντέλου διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας AnalysisRall (8577 στοιχεία) με εξαρτημένη τη μεταβλητή Driver_distraction (απόσπαση προσοχής) και ανεξάρτητες τις: Driver_gender (φύλο), Driver_age (ηλικία), Vehicle_type (τύπος οχήματος), City (πόλη), Road_type (τύπος οδού).

Ο πίνακας Total διαχωρίστηκε σε 2 επιμέρους:

1. Τον πίνακα training_set_all που αποτελεί το 75% του αρχικού πίνακα και δημιουργήθηκε για εκπαίδευση (6432 στοιχεία).
2. Τον πίνακα test_set_all που αποτελεί το 25% του αρχικού πίνακα και δημιουργήθηκε για έλεγχο (2145 στοιχεία).

Παρακάτω παρουσιάζονται αποσπάσματα των πινάκων που αναφέρθηκαν:

Driver_distraction	Driver_gender	Driver_age	Vehicle_type	City	Road_type	Weather_conditions	Time_Period
1	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	2	1	1	1	1	1
1	1	2	1	1	1	1	1
0	1	2	1	1	1	1	1
0	0	2	3	1	1	1	1
0	0	3	3	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	1	2	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	2	3	1	1	1	1
0	0	1	2	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1

Σχήμα 5.2.1 Απόσπασμα του πίνακα training_set_all.

Driver_distraction	Driver_gender	Driver_age	Vehicle_type	City	Road_type	Weather_conditions	Time_Period
0	0	2	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1	1
0	1	2	1	1	1	1	1
0	1	2	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1
1	1	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
0	1	2	1	1	1	1	1
1	0	2	1	1	1	1	1
0	1	2	1	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1
1	0	2	1	1	1	1	1
1	0	2	1	1	1	1	1
0	0	2	1	1	1	1	1

Σχήμα 5.2.2 Απόσπασμα του πίνακα test_set_all.

Εκπαίδευση Μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε στον πίνακα training_set_all και βρέθηκαν οι συντελεστές των μεταβλητών με τη βοήθεια των οποίων δημιουργήθηκε η συνάρτηση χρησιμότητας για την απόσπαση προσοχής και έγινε έλεγχος συνδιακύμανσης όπως παρουσιάζεται στον πίνακα.

AIC value : 4045.344	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	Adj.OR(95%CI)
Σταθερός Όρος	-1.405	0.106	-13.234	< 0.001	
Driver_age2	-0.621	0.092	-6.757	< 0.001	0.54 (0.45,0.64)
Driver_age3	-0.845	0.321	-2.631	0.009	0.43 (0.23,0.81)
Vehicle_type2	0.528	0.128	4.137	< 0.001	1.7 (1.32,2.18)
Vehicle_type3	0.249	0.135	1.85	0.064	1.28 (0.99,1.67)
Road_type2	-0.534	0.122	-4.371	< 0.001	0.59 (0.46,0.74)
Road_type3	-0.589	0.102	-5.756	< 0.001	0.56 (0.45,0.68)
Weather_conditions2	-0.240	0.116	-2.08	0.038	0.79 (0.63,0.99)

Σχήμα 5.2.3 Πίνακας ελέγχου συνδιακύμανσης συντελεστών.

Η συνάρτηση χρησιμότητας για την ύπαρξη απόσπασης προσοχής, προκύπτει από τον παραπάνω πίνακα κι έχει τη μορφή:

Driver_distraction = -1.40458 - 0.62132* **Driver_age2** - 0.84526* **Driver_age3** + 0.52789* **Vehicle_type** + 0.24911* **Vehicle_type3** - 0.53405* **Road_type2** - 0.58877* **Road_type3** - 0.24027* **Weather_conditions2**

Έλεγχος Μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου έγινε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) ελέγχθηκε πόσο καλά προβλέπονται οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Driver_distraction (απόσπαση προσοχής οδηγού). Ως θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε η

απόσπαση προσοχής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 1. Αντίστοιχα η τιμή 0 αντιπροσωπεύει τη μη απόσπαση προσοχής. Στον πίνακα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μήτρας σύγχυσης.

Προβλεπόμενη κλάση -Prediction	Πραγματική κλάση-Reference	
	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1934	211
Απόσπαση Προσοχής(1)	0	0

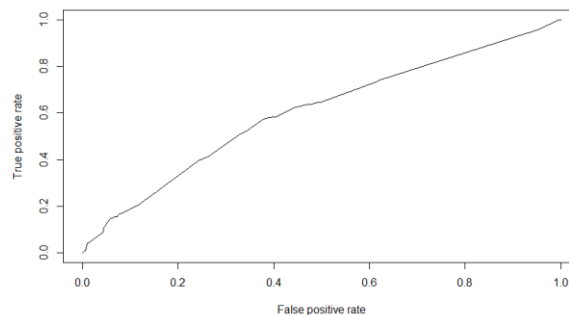
Σχήμα 5.2.4 Μήτρα σύγχυσης – confusion matrix, παραλλαγή 1Α

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα πιο κοινά μέτρα αξιολόγησης (evaluation metrics) του μοντέλου. Επίσης μέσω των αποτελεσμάτων των μέτρων που προέκυψαν γίνεται μια εκτίμηση της ικανότητας πρόβλεψης του μοντέλου της διωνυμικής παλινδρόμησης ως προς την απόσπαση προσοχής.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	90,16
Recall or Sensitivity :	0
Specificity:	100
Precision:	0
Μέτρο F:	
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	9.84
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.4

Σχήμα 5.2.5 Μέτρα αξιολόγησης μοντέλου (1Α)

Στην εικόνα φαίνεται η καμπύλη ROC δηλαδή η γραφική παράσταση του αληθινού θετικού ποσοστού έναντι του ψευδούς θετικού ποσοστού για τον ταξινομητή. Το AUC υπολογίζεται ως το εμβαδόν κάτω από αυτή την καμπύλη.



Σχήμα 5.2.6 Καμπύλη ROC.

Αξιολόγηση μοντέλου

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Accuracy :	90,16	
Recall or Sensitivity :	0	
Specificity:	100	
Precision:	0	
Μέτρο F:		
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	9.84	
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.4	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.2.7 Αξιολόγηση μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης(1Α)

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα το μοντέλο διωνυμικής παλινδρόμησης, χωρίς καμία ανακατανομή των στοιχείων της βάσης των δεδομένων (Παραλλαγή Α) δεν προβλέπει καθόλου ικανοποιητικά τα θετικά στιγμιότυπα (recall 0%), δηλαδή την απόσπαση προσοχής ενώ έχει την ικανότητα να προβλέψει πολύ καλά τη μη ύπαρξη συμβάντος (υψηλό specificity 100%). Το μοντέλο παρότι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις συνολικά καθώς παρουσιάζει υψηλό δείκτη ορθότητας (accuracy), δεν είναι καθόλου αξιόπιστο για τον βαθμό πιστότητας της διαδικασίας κατηγοριοποίησης (μηδενικό precision). Η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate) είναι οριακά ικανοποιητική. Το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης δεν μπορεί να οριστεί ως τιμή, αφού $F\text{-measure} = (2 * \text{Precision} * \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$ κι εδώ Precision & Recall=0, επομένως δεν είναι καθόλου αποδεκτό.

Από τα παραπάνω είναι φανερό πως η παραλλαγή 1Α, της λογιστικής διωνυμικής παλινδρόμησης, χωρίς εξισορρόπηση των κλάσεων, δεν δίνει καθόλου ικανοποιητικά αποτελέσματα για την ύπαρξη απόσπασης προσοχής και άρα δεν είναι αποδεκτή.

5.2.2 Παραλλαγή 1Β

Για την παραλλαγή 1Β του μοντέλου διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας AnalysisRall (8577 στοιχεία) με εξαρτημένη τη μεταβλητή Driver_distraction (απόσπαση προσοχής) και ανεξάρτητες τις: Driver_gender (φύλο), Driver_age (ηλικία), Vehicle_type (τύπος οχήματος), City (πόλη), Road_type (τύπος οδού). Αξιοποιήθηκε η τεχνική oversampling για την εξισορρόπηση πιθανότητας ή μη απόσπασης προσοχής (class counterbalance) στα δεδομένα. Σκοπός ήταν η αύξηση των δεδομένων που αφορούν την απόσπαση προσοχής κι αυτό έγινε με την αναπαραγωγή κι επανάληψη των αντίστοιχων στοιχείων.

Η βάση AnalysisRall χωρίστηκε όπως και πριν στις ίδιες δύο βάσεις, training_set_all (6432) και test_set_all (2145).

Εκπαίδευση Μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε στον πίνακα training_set_all και βρέθηκαν οι συντελεστές των μεταβλητών για την δημιουργία της συνάρτησης χρησιμότητας.

AIC value: 15595.038	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)	Adj. OR(95%CI)
Σταθερός Όρος	0.887	0.052	16.928	< 0.001	
Driver_age2	-0.654	0.043	-15.195	< 0.001	0.52 (0.48,0.57)
Driver_age3	-0.907	0.132	-6.85	< 0.001	0.4 (0.31,0.52)
Vehicle_type2	0.535	0.061	8.721	< 0.001	1.71 (1.51,1.93)
Vehicle_type3	0.202	0.063	3.222	< 0.001	1.22 (1.08,1.38)
Road_type2	-0.533	0.056	-9.566	< 0.001	0.59 (0.53,0.65)
Road_type3	-0.675	0.048	-14.142	< 0.001	0.51 (0.46,0.56)
Weather_conditions2	-0.243	0.052	-4.708	< 0.001	0.78 (0.71,0.87)

Σχήμα 5.2.8 Πίνακας ελέγχου συνδιακύμανσης συντελεστών.

Η συνάρτηση χρησιμότητας προκύπτει ως εξής:

$$\text{Driver_distraction} = 0.88686 - 0.65372 \cdot \text{Driver_age2} - 0.9066 \cdot \text{Driver_age3} + 0.53506 \cdot \text{Vehicle_type2} + 0.20177 \cdot \text{Vehicle_type3} - 0.53287 \cdot \text{Road_type2} - 0.6754 \cdot \text{Road_type3} - 0.24348 \cdot \text{Weather_conditions2}$$

Από τον πίνακα της εκπαίδευσης του μοντέλου προκύπτει ότι οι μεσήλικες (driver_age 2), έχουν 48% μικρότερη πιθανότητα σε σχέση με τους νέους, να εμφανίσουν απόσπαση προσοχής. Οι ηλικιωμένοι 60% μικρότερη πιθανότητα από τους νέους για απόσπαση προσοχής. Όπως φαίνεται όσο μεγαλώνει η ηλικία των οδηγών τόσο μειώνεται η πιθανότητα για απόσπαση προσοχής από την χρήση κινητού. Αυτό πιθανόν συμβαίνει επειδή οι μεγαλύτεροι άνθρωποι δεν έχουν τόση εξοικείωση με τις συσκευές κινητών τηλεφώνων, ώστε να νιώθουν την αυτοπεποίθηση να κάνουν χρήση αυτών κατά την οδήγηση. Ακόμα όσο αυξάνεται η ηλικία συνήθως αυξάνεται και το αίσθημα της υπευθυνότητας, επομένως πιθανόν συνειδητά να αποφεύγουν την χρήση του ώστε να αποτρέψουν το ενδεχόμενο ατυχήματος. Τέλος οι άνθρωποι αρκετά μεγάλης ηλικίας έχουν μειωμένα αντανακλαστικά κάτι το οποίο γνωρίζουν κι έτσι δεν χρησιμοποιούν το κινητό, γνωρίζοντας ότι σε περίπτωση αναπάντεχου συμβάντος δεν θα μπορούν να αντιδράσουν εγκαίρως. Οι νέοι φυσικά με την μεγαλύτερη άνεση που έχουν στις συσκευές αλλά και πιθανόν λόγω έλλειψης της αίσθησης κινδύνου προβαίνουν πιο συχνά στην χρήση κινητού. Από τον πίνακα φαίνεται πως οι οδηγοί βαν έχουν 72% αυξημένη πιθανότητα απόσπασης σε σχέση με τα Ι.Χ. και 22% μεγαλύτερη πιθανότητα οι οδηγοί άλλων οχημάτων πέρα από Ι.Χ. Οι οδηγοί βαν συχνά είναι επαγγελματίες μεταφοράς εμπορευμάτων, επομένως λόγω της φύσης του επαγγέλματος είναι σε επικοινωνία με πελάτες και άρα κάνουν πιο συχνά χρήση του κινητού. Οι οδηγοί στο υπεραστικό δίκτυο εμφανίζουν 41% μικρότερη πιθανότητα από οδηγούς των αυτοκινητόδρομων για απόσπαση προσοχής και οι οδηγοί των αστικών οδών 49% μικρότερη πιθανότητα χρήσης κινητού, σε σχέση με τους οδηγούς αυτοκινητοδρόμων. Πιθανόν αυτό οφείλεται στο ότι οι οδηγοί στους αυτοκινητόδρομους νιώθουν μεγαλύτερη ασφάλεια λόγω των καλών υποδομών τους και του μεγάλου πλάτους των δρόμων και προβαίνουν πιο συχνά στην χρήση κινητού σε σχέση με τις άλλες οδούς. Αυτό το γεγονός έρχεται σε σύγκρουση με το ρίσκο που ενέχει η χρήση κινητού σε δρόμους μεγάλων ταχυτήτων, αλλά όπως φαίνεται οι οδηγοί αισθάνονται πιο ασφαλείς στους αυτοκινητόδρομους που τα αναπάντεχα συμβάντα είναι πολύ λιγότερα απ ό τι στις οδούς της επαρχίας και της πόλης. Τέλος, στις κακές

καιρικές συνθήκες παρουσιάζεται 22% μικρότερη πιθανότητα χρήσης κινητού, καθώς οι οδηγοί επικεντρώνονται στην οδήγηση ώστε να ανταπεξέλθουν στις απαιτητικές συνθήκες οδήγησης.

Επίσης, ικανοποιείται ο έλεγχος z-test της στατιστικής σημαντικότητας των ανεξάρτητων μεταβλητών καθώς σε όλες τις μεταβλητές ισχύει πως $\Pr(>|z|) < 0.05$.

Έλεγχος Μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου έγινε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) ελέγχθηκε πόσο καλά προβλέπονται οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Driver_distraction. Ως θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε η ύπαρξη απόσπασης προσοχής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 1. Αντίστοιχα η τιμή 0 αντιπροσωπεύει τη μη ύπαρξη απόσπασης. Στον πίνακα 5.2.9 παρουσιάζεται ο πίνακας της μήτρας σύγχυσης.

Προβλεπόμενη κλάση -Prediction	Πραγματική κλάση-Reference	
	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1196	89
Απόσπαση Προσοχής(1)	738	122

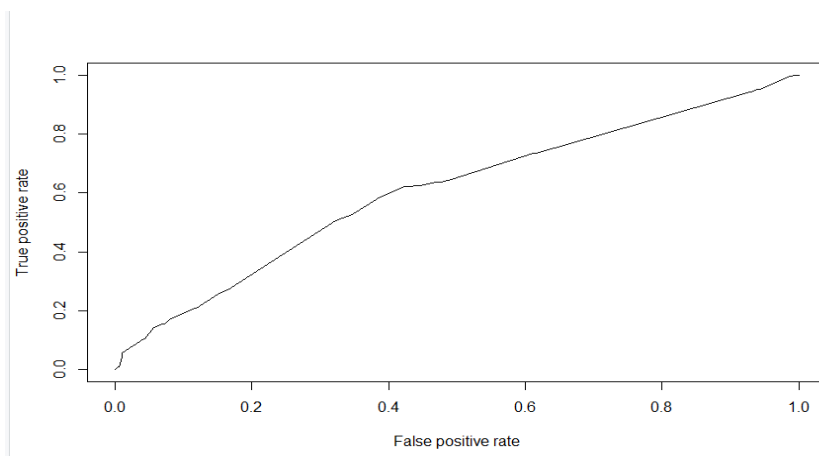
Σχήμα 5.2.9 Μήτρα σύγχυσης- confusion matrix παραλλαγή 1B

Στον πίνακα παρακάτω φαίνονται τα πιο κοινά μέτρα αξιολόγησης (evaluation metrics) του μοντέλου που υπολογίσθηκαν.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	61.45
Recall or Sensitivity :	57.82
Specificity:	61.84
Precision:	57.82
Μέτρο F:	57.82
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	6.93
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.50

Σχήμα 5.2.9 Μέτρα αξιολόγησης μοντέλου (1B)

Στην εικόνα φαίνεται η καμπύλη ROC, δηλαδή η γραφική παράσταση του αληθινού θετικού ποσοστού έναντι του ψευδούς θετικού ποσοστού για τον ταξινομητή. Το AUC υπολογίζεται ως το εμβαδόν κάτω από αυτή την καμπύλη.



Σχήμα 5.2.10 Καμπύλη ROC.

Αξιολόγηση μοντέλου

Με βάση τον έλεγχο απόδοσης του διωνυμικού λογιστικού μοντέλου (Παραλλαγή 1B) γίνεται αξιολόγηση της ικανότητάς του να προβλέψει την ύπαρξη απόσπασης προσοχής στον οδηγό. Η εκτίμηση αυτή παρουσιάζεται στο σχήμα 5.2.11.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Accuracy :	61.45	
Recall or Sensitivity :	57.82	
Specificity:	61.84	
Precision:	57.82	
Μέτρο F:	57.82	
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	6.93	
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.50	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.2.11 Αξιολόγηση διωνυμικού λογιστικού μοντέλου παραλλαγή 1B.

Όπως φαίνεται από τον παραπάνω πίνακα το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης (Παραλλαγή 1B) με εξισορρόπηση των στοιχείων μέσω over sampling στην βάση δεδομένων AnalysisRall παρουσιάζει οριακά καλό δείκτη ανάκλησης (recall 57.82%) επομένως προβλέπει σχετικά ικανοποιητικά τα θετικά στιγμιότυπα, δηλαδή την απόσπασης προσοχής από την χρήση κινητού κι έχει την ικανότητα να προβλέψει σε πολύ καλό βαθμό τη μη απόσπαση προσοχής (specificity 61.84%). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική, δηλαδή το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Καλός είναι και ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας (precision) σε ποσοστό 57.82%. Η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false

alarm rate) είναι σχετικά ικανοποιητική όπως και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης. Το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC (AUC) είναι οριακά ικανοποιητικό σε ποσοστό 60%.

Τελικά από τα παραπάνω προκύπτει πως το μοντέλο της διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης για την Παραλλαγή 1B λειτουργεί αρκετά ικανοποιητικά και όλοι οι έλεγχοι θεωρούνται από οριακά αποδεκτοί έως και ικανοποιητικοί. Επομένως η παραλλαγή 1B είναι έγκυρη για την πρόβλεψη ενδεχόμενης απόσπασης προσοχής του οδηγού.

5.2.3 Παραλλαγή 1Γ

Με την ίδια λογική όπως και στα προηγούμενα μοντέλα, χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας AnalysisRall (8577) και εφαρμόστηκε το μοντέλο της λογιστικής διωνυμικής παλινδρόμησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι και πάλι η απόσπαση προσοχής του οδηγού (Driver_distraction) και εξαρτημένες όλες οι υπόλοιπες. Φυσικά ο πίνακας χωρίστηκε σε δύο επιμέρους τους training_set_all (6432) και test_set_all (2145). Σε αυτή την παραλλαγή χρησιμοποιήθηκε μια άλλη τεχνική εξισορρόπησης πιθανότητας απόσπασης ή μη προσοχής, η under sampling, κατά την οποία γίνεται μείωση των στοιχείων που αφορούν την μη απόσπαση προσοχής.

Εκπαίδευση μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε στον πίνακα training_set_al, όπου μέσω του κατάλληλου κώδικα εφαρμόστηκε η τεχνική under sampling. Βρέθηκαν έτσι οι συντελεστές των μεταβλητών με τη βοήθεια των οποίων δημιουργήθηκε η συνάρτηση χρησιμότητας για την απόσπαση προσοχής, οι οποίοι παρουσιάζονται στο σχήμα παρακάτω.

Η συνάρτηση χρησιμότητας προκύπτει ως εξής:

$$\begin{aligned} \text{Driver_distraction} = & 0.795658 - 0.594474 * \text{Driver_age2} - 0.268169 * \text{Driver_age3} \\ & 0.656404 * \text{Vehicle_type2} - 0.007078 * \text{Vehicle_type3} - 0.578945 * \text{Road_type2} - 0.569956 \\ & * \text{Road_type3} - 0.243488 * \text{Weather_conditions2} \end{aligned}$$

AIC value : 1718.289	Estimate	Std.Error	z.value	Pr(> z)	Adj. OR(95%CI)
Σταθερός όρος	0.796	0.159	5.004	< 0.001	
Driver_age2	-0.594	0.130	-4.585	< 0.001	0.55 (0.43,0.71)
Driver_age3	-0.268	0.457	-0.587	0.557	0.76 (0.31,1.87)
Vehicle_type2	0.656	0.193	3.403	0.001	1.93 (1.32,2.81)
Vehicle_type3	-0.007	0.181	-0.039	0.969	0.99 (0.7,1.42)
Road_type2	-0.579	0.168	-3.448	0.001	0.56 (0.4,0.78)
Road_type3	-0.570	0.144	-3.95	< 0.001	0.57 (0.43,0.75)
Weather_conditions2	-0.243	0.156	-1.559	0.119	0.78 (0.58,1.06)

Σχήμα 5.2.12 Πίνακας ελέγχου συνδιακύμανσης συντελεστών.

Έλεγχος μοντέλου

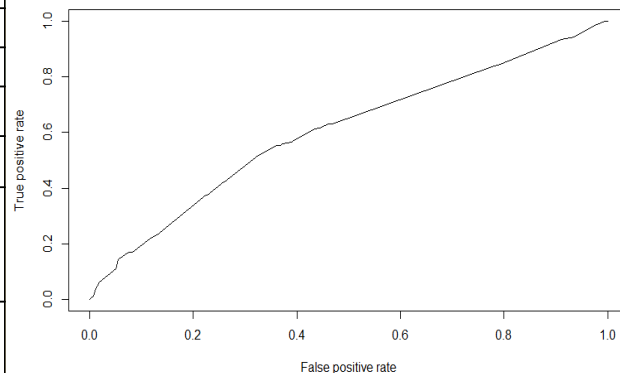
Ο έλεγχος του μοντέλου έγινε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) ελέγχθηκε πόσο καλά προβλέπονται οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Driver_distraction. Ως θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε η απόσπαση προσοχής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 1. Αντίστοιχα η τιμή 0 αντιπροσωπεύει τη μη απόσπαση. Έπειτα από την εφαρμογή της τεχνικής under sampling και στον πίνακα test_set_all προκύπτει το αποτέλεσμα της confusion matrix όπως φαίνεται στο σχήμα.

	Πραγματική κλάση-Reference	
Προβλεπόμενη κλάση -Prediction	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1216	93
Απόσπαση Προσοχής(1)	718	118

Σχήμα 5.2.13 Μήτρα σύγχυσης παραλλαγή ΙΓ.

Παρακάτω παρουσιάζονται και τα μέτρα αξιολόγησης του μοντέλου καθώς και η καμπύλη ROC. Η καμπύλη ROC είναι η γραφική παράσταση του αληθινού θετικού ποσοστού έναντι του ψευδούς θετικού ποσοστού για τον ταξινομητή. Το AUC υπολογίζεται ως το εμβαδόν κάτω από αυτή την καμπύλη.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	62.19
Recall or Sensitivity :	55.92
Specificity:	62.88
Precision:	55.92
Μέτρο F:	55.92
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	7.10
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.39



Σχήμα 5.2.14 Μέτρα αξιολόγησης παραλλαγή (ΙΓ)

Σχήμα 5.2.15 Καμπύλη ROC παραλλαγή (ΙΓ)

Αξιολόγηση Μοντέλου

Ο έλεγχος για την ικανότητα πρόβλεψης του μοντέλου λογιστικής παλινδρόμησης με εξισορρόπηση κλάσεων μέσω under sampling, γίνεται μέσω της αξιολόγησης των συντελεστών ελέγχου, όπως φαίνεται παρακάτω.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση		
Accuracy :	62.19			
Recall or Sensitivity :	55.92			
Specificity:	62.88			
Precision:	55.92			
Μέτρο F:	55.92			
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	7.10			
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.39			

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.2.16 Αξιολόγηση διωνυμικού μοντέλου παλινδρόμησης παραλλαγή (1Γ)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης με ανακατανομή στοιχείων under sampling (Παραλλαγή 1Γ) παρουσιάζει οριακά ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (recall 55.92%) άρα προβλέπει σχετικά καλά τα θετικά στιγμιότυπα, δηλαδή την απόσπαση προσοχής, ενώ όμως έχει την ικανότητα να προβλέψει καλά τη μη απόσπαση (specificity 62.87%). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική δηλαδή το μοντέλο είναι σχετικά αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας (precision), η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate), το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης είναι όλα οριακά ικανοποιητικά. Το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC (AUC) είναι κι αυτό οριακά ικανοποιητικό.

Τελικά η παραλλαγή 1Γ φαίνεται να παρουσιάζει μέτρια επίπεδα δυνατότητας πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής και έτσι δεν φαίνεται να είναι το πιο αποδοτικό μοντέλο, παρόλα αυτά μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστο.

5.2.4 Παραλλαγή 1Δ

Όπως και στα προηγούμενα μοντέλα, χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας AnalysisRall(8577) και εφαρμόστηκε το μοντέλο της λογιστικής διωνυμικής παλινδρόμησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή είναι και πάλι η απόσπαση προσοχής του οδηγού (Driver_distraction) και εξαρτημένες όλες οι υπόλοιπες. Φυσικά ο πίνακας χωρίστηκε σε δύο επιμέρους τους training_set_all (6432) και test_set_all (2145). Σε αυτή την παραλλαγή χρησιμοποιήθηκε μια άλλη τεχνική εξισορρόπησης πιθανότητας απόσπασης ή μη προσοχής, που είναι μείξη της τεχνικής του over sampling και του under sampling. Στην διαδικασία αυτή μειώνεται ο αριθμός των στοιχείων μη απόσπασης προσοχής και αυξάνεται ο αριθμός των στοιχείων απόσπασης μέσω επανάληψης και αναπαραγωγής αυτών.

Εκπαίδευση μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε στον πίνακα training_set_al, όπου μέσω του κατάλληλου κώδικα εφαρμόστηκε η τεχνική both (over & under) sampling. Βρέθηκαν έτσι οι συντελεστές των μεταβλητών με τη βοήθεια των οποίων δημιουργήθηκε η συνάρτηση χρησιμότητας για την απόσπαση προσοχής, οι οποίοι παρουσιάζονται στο σχήμα παρακάτω.

AIC value: 8678.803	Estimate	Std.Error	z value	Pr(> z)	Adj. OR(95%CI)
Σταθερός όρος	0.738	0.071	10.454	< 0.001	
Driver_age2	-0.608	0.058	-10.4	< 0.001	0.54 (0.49,0.61)
Driver_age3	-1.049	0.179	-5.862	< 0.001	0.35 (0.25,0.5)
Vehicle_type2	0.497	0.082	6.062	< 0.001	1.64 (1.4,1.93)
Vehicle_type3	0.207	0.083	2.496	0.0126	1.23 (1.05,1.45)
Road_type2	-0.548	0.075	-7.362	< 0.001	0.58 (0.5,0.67)
Road_type3	-0.527	0.064	-8.262	< 0.001	0.59 (0.52,0.67)
Weather_conditions2	-0.255	0.069	-3.698	< 0.001	0.77 (0.68,0.89)

Σχήμα 5.2.17 Πίνακας ελέγχου συνδιακύμανσης συντελεστών.

Η συνάρτηση χρησιμότητας προκύπτει ως εξής:

$$\text{Driver_distraction} = 0.73817 - 0.6078 * \text{Driver_age2} - 1.04865 * \text{Driver_age3} + 0.49668 * \text{Vehicle_type2} + 0.20701 * \text{Vehicle_type3} - 0.54845 * \text{Road_type2} - 0.52719 * \text{Road_type3} - 0.25519 * \text{Weather_conditions2}$$

Έλεγχος μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου έγινε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) ελέγχθηκε πόσο καλά προβλέπονται οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής Driver_distraction. Ως θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε η απόσπαση προσοχής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 1. Αντίστοιχα η τιμή 0 αντιπροσωπεύει τη μη απόσπαση. Έπειτα από την εφαρμογή της τεχνικής both (over & under) sampling και στον πίνακα test_set_all προκύπτει το αποτέλεσμα της confusion matrix όπως φαίνεται στο σχήμα.

	Πραγματική κλάση-Reference	
Προβλεπόμενη κλάση-Prediction	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1212	91
Απόσπαση Προσοχής(1)	722	120

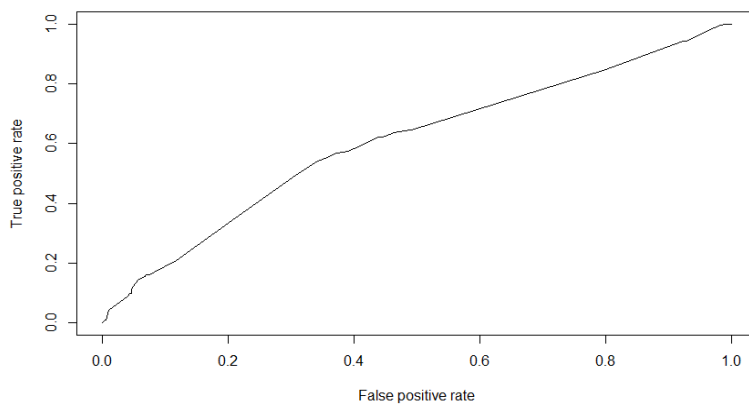
Σχήμα 5.2.18 Μήτρα σύγχυσης παραλλαγή (1Δ).

Παρακάτω παρουσιάζονται και τα μέτρα αξιολόγησης του μοντέλου:

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	62.1
Recall or Sensitivity :	56.87
Specificity:	62.67
Precision:	56.87
Μέτρο F:	56.87
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	6.98
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.37

Σχήμα 5.2.19 Μέτρα αξιολόγησης παραλλαγή (1Δ)

Στην εικόνα 5.2.20 φαίνεται η καμπύλη ROC, όπου ως AUC ορίζεται το εμβαδον κάτω από την καμπύλη.



Σχήμα 5.2.20 Καμπύλη ROC παραλλαγή (1Δ)

Αξιολόγηση μοντέλου

Από τους δείκτες ελέγχου του μοντέλου που αναγράφονται στο σχήμα 5.2.19 προκύπτει η αξιολόγηση του, όπως φαίνεται παρακάτω:

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Accuracy :	62.1	
Recall or Sensitivity :	56.87	
Specificity:	62.67	
Precision:	56.87	
Μέτρο F:	56.87	
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	6.98	
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.37	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.2.21 Αξιολόγηση διωνυμικού μοντέλου παλινδρόμησης παραλλαγή (1Δ)

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι το μοντέλο διωνυμικής λογιστικής παλινδρόμησης με ανακατανομή στοιχείων both (over & under) sampling (Παραλλαγή 1Δ) παρουσιάζει οριακά ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (recall 56.87%) άρα προβλέπει σχετικά καλά τα θετικά στιγμιότυπα, δηλαδή την απόσπαση προσοχής, ενώ έχει την ικανότητα να προβλέψει καλά τη μη απόσπαση (specificity 62.67%). Η συνολική ακρίβεια (accuracy 62.1%) είναι ικανοποιητική δηλαδή το μοντέλο είναι σχετικά αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας (precision), η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate), το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης είναι όλα οριακά ικανοποιητικά. Το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη ROC (AUC) είναι κι αυτό οριακά ικανοποιητικό σε ποσοστό 60.36%.

Η παραλλαγή 1Δ φαίνεται να είναι ένα σχετικά αποδοτικό μοντέλο με μέτρια επίπεδα εμπιστοσύνης.

5.3 Μοντέλο Τυχαίων Δασών

5.3.1 Παραλλαγή 2Α

Για την παραλλαγή 2Α του μοντέλου τυχαίων δασών χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες training_set_all (για εκπαίδευση) και test_set_all (για έλεγχο), όπως και στο μοντέλο λογιστικής παλινδρόμησης. Στην παραλλαγή 2Α χρησιμοποιήθηκε αυτούσια η βάση δεδομένων AnalysisRall χωρίς να γίνει εξισορρόπηση πιθανοτήτων απόσπασης ή μη προσοχής (class counterbalance).

Εκπαίδευση μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου πραγματοποιήθηκε στον πίνακα training_set_all και προέκυψαν τα αποτελέσματα του σχήματος 5.3.1.

Τύπος μεθόδου τυχαίων δασών: ταξινόμηση
Αριθμός δέντρων: 500
Αριθμός μεταβλητών που δοκιμάστηκαν σε κάθε διαχωρισμό : 2
Εκτίμηση ποσοστού σφάλματος(OOB estimate of error rate): 9.83%

Σχήμα 5.3.1 Αποτελέσματα εκπαίδευσης μοντέλου παραλλαγή (2Α).

Έλεγχος μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου πραγματοποιήθηκε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) εξετάστηκε πόσο καλά προβλέπεται η εμφάνιση απόσπασης προσοχής στον οδηγό. Ως θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε από το μοντέλο τυχαίων δασών, η μη απόσπαση προσοχής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 0. Αντίστοιχα η τιμή 1 αντιπροσωπεύει την απόσπαση προσοχής. Στο σχήμα 5.3.2 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μήτρας σύγχυσης

	Πραγματική κλάση-Reference	
Προβλεπόμενη κλάση-Prediction	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1934	211
Απόσπαση Προσοχής(1)	0	0

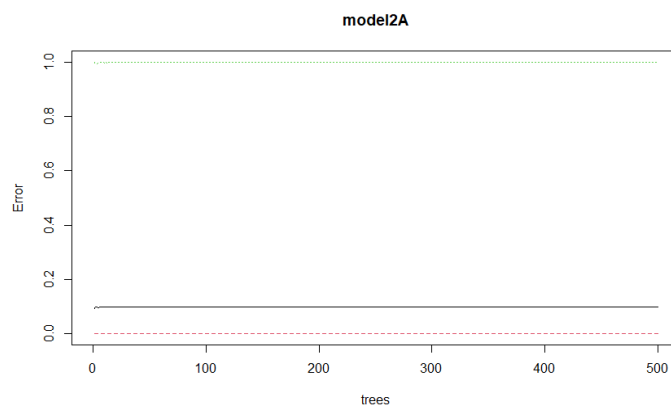
Σχήμα 5.3.2 Αποτελέσματα μήτρας σύγχυσης παραλλαγή (2Α).

Στο σχήμα 5.3.3 παρουσιάζονται τα πιο κοινά μέτρα αξιολόγησης (evaluation metrics) του μοντέλου που υπολογίσθηκαν.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	90.16
Recall or Sensitivity :	100
Specificity:	0
Precision:	0
Μέτρο F:	0
Δείκτης λάθος συναγεμμού (Prevalence):	9.84

Σχήμα 5.3.3 Μέτρα αξιολόγησης μοντέλου παραλλαγή (2Α).

Παρουσιάζεται και το γράφημα του μοντέλου στο σχήμα 5.3.4:



Σχήμα 5.3.4 Γράφημα μοντέλου τυχαίων δασών παραλλαγή (2A).

Αξιολόγηση μοντέλου

Με βάση τον έλεγχο απόδοσης του μοντέλου τυχαίων δασών (Παραλλαγή 2A) γίνεται αξιολόγηση της ικανότητάς του να προβλέψει την απόσπαση προσοχής των οδηγών, όπως φαίνεται στο σχήμα παρακάτω.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Accuracy :	90.16	
Recall or Sensitivity :	100	
Specificity:	0	
Precision:	0	
Μέτρο F:	0	
Δείκτης λάθους συναγερμού (Prevalence):	9.84	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.3.5 Αξιολόγηση μοντέλου τυχαίων δασών παραλλαγή (2A).

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα το μοντέλο τυχαίων δασών, όπου το θετικό στιγμιότυπο αναφέρεται στην μη απόσπαση, (Παραλλαγή 2A) προβλέπει πλήρως ικανοποιητικά τα θετικά στιγμιότυπα (recall 100%), δηλαδή την μη απόσπαση προσοχής αλλά σε μηδενικό βαθμό την απόσπαση (specificity 0%). Το μοντέλο παρουσιάζει τον μέγιστο δείκτη ορθότητας (accuracy), ωστόσο δεν είναι ουσιαστικά αληθής, καθώς ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας κατηγοριοποίησης (precision), η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate) και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης είναι όλα μηδενικά ενώ ο δείκτης λάθους συναγερμού υψηλός. Με άλλα λόγια το μοντέλο προβλέπει άριστα την μη απόσπαση προσοχής και καθόλου την απόσπαση, κάτι που το καθιστά εντελώς αναξιόπιστο.

5.3.2 Παραλλαγή 2B

Στην παραλλαγή 2B χρησιμοποιήθηκε και πάλι ο πίνακας AnalysisRall, ο οποίος χωρίστηκε στους δύο πίνακες training_set_all & test_set_all, όπως και πριν. Στην περίπτωση αυτή όμως χρησιμοποιήθηκε η τεχνική over sampling για εξισορρόπηση στοιχείων.

Εκπαίδευση μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε στον πίνακα training_set_all και προέκυψαν τα εξής:

Τύπος μεθόδου τυχαίων δασών: ταξινόμηση
Αριθμός δέντρων: 300
Αριθμός μεταβλητών που δοκιμάστηκαν σε κάθε διαχωρισμό : 4
Εκτίμηση ποσοστού σφάλματος(OOB estimate of error rate): 40.04 %

Σχήμα 5.3.6 Αποτελέσματα εκπαίδευσης μοντέλου παραλλαγή (2B).

Έλεγχος μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου πραγματοποιήθηκε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) εξετάστηκε πόσο καλά προβλέπεται η εμφάνιση απόσπασης προσοχής στον οδηγό. Ως θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε από το μοντέλο τυχαίων δασών, η μη απόσπαση προσοχής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 0. Αντίστοιχα η τιμή 1 αντιπροσωπεύει την απόσπαση προσοχής. Στο σχήμα 5.3.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μήτρας σύγχυσης.

Προβλεπόμενη κλάση-Prediction	Πραγματική κλάση-Reference	
	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1195	90
Απόσπαση Προσοχής(1)	739	121

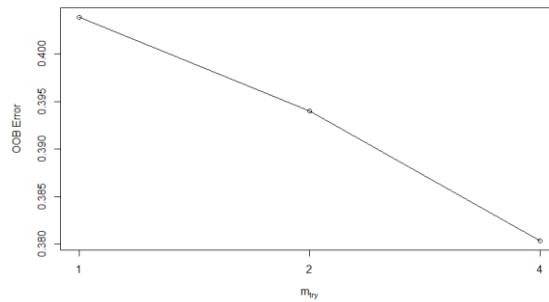
Σχήμα 5.3.8 Αποτελέσματα μήτρας σύγχυσης, παραλλαγή (2B).

Στο σχήμα 5.3.9 παρουσιάζονται τα πιο κοινά μέτρα αξιολόγησης (evaluation metrics) του μοντέλου που υπολογίσθηκαν.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	61.12
Recall or Sensitivity :	61.53
Specificity:	57.35
Precision:	57.35
Μέτρο F:	59.36
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	7.00

Σχήμα 5.3.10 Μέτρα αξιολόγησης μοντέλου, παραλλαγή (2B).

Παρουσιάζεται και το γράφημα του μοντέλου στο σχήμα 5.3.11:



Σχήμα 5.3.11 Γράφημα μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή (2B).

Αξιολόγηση μοντέλου

Με βάση τον έλεγχο απόδοσης του μοντέλου τυχαίων δασών (Παραλλαγή 2B) με αξιοποίηση της μεθόδου over sampling, γίνεται αξιολόγηση της ικανότητάς του να προβλέψει την απόσπαση προσοχής των οδηγών (σχήμα 5.3.12).

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Accuracy :	61.12	
Recall or Sensitivity :	61.53	
Specificity:	57.35	
Precision:	57.35	
Μέτρο F:	59.36	
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	7.00	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.3.12 Αξιολόγηση μοντέλου τυχαίων δασών,, παραλλαγή (2B).

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα το μοντέλο τυχαίων δασών (Παραλλαγή 2B) με την τεχνική over sampling, παρουσιάζει ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (recall), δηλαδή πρόβλεψη της μη απόσπασης προσοχής κι έχει την ικανότητα να προβλέψει οριακά ικανοποιητικά την απόσπαση προσοχής (specificity). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική δηλαδή το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate) είναι οριακά ικανοποιητική όπως επίσης και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας. Ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας ταξινόμησης (precision) είναι επίσης οριακά ικανοποιητικός.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως το μοντέλο τυχαίων δασών για την Παραλλαγή 2B προβλέπει οριακά ικανοποιητικά το ενδεχόμενο απόσπασης προσοχής και θεωρείται αξιόπιστο.

5.3.2 Παραλλαγή 2Γ

Στην παραλλαγή 2Γ χρησιμοποιήθηκε και πάλι ο πίνακας AnalysisRall, ο οποίος χωρίστηκε στους δύο πίνακες training_set_all & test_set_all, όπως και πριν. Στην περίπτωση αυτή όμως χρησιμοποιήθηκε η τεχνική under sampling για εξισορρόπηση στοιχείων.

Εκπαίδευση μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε στον πίνακα training_set_all και προέκυψαν τα εξής:

Τύπος μεθόδου τυχαίων δασών: ταξινόμηση
Αριθμός δέντρων: 500
Αριθμός μεταβλητών που δοκιμάστηκαν σε κάθε διαχωρισμό : 2
Εκτίμηση ποσοστού σφάλματος(OOB estimate of error rate): 41.39%

Σχήμα 5.3.13 Αποτελέσματα εκπαίδευσης μοντέλου, παραλλαγή (2Γ).

Έλεγχος μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου πραγματοποιήθηκε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) εξετάστηκε πόσο καλά προβλέπεται η εμφάνιση απόσπασης προσοχής στον οδηγό. Όπως έχει αναφερθεί στην παραλλαγή 2Γ του μοντέλου τυχαίων δασών γίνεται εξισορρόπηση των πινάκων με την τεχνική under sampling. Ως θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε από το μοντέλο τυχαίων δασών, η μη απόσπαση προσοχής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 0. Αντίστοιχα η τιμή 1 αντιπροσωπεύει την απόσπαση προσοχής. Στο σχήμα 5.3.14 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μήτρας σύγχυσης.

	Πραγματική κλάση-Reference	
Προβλεπόμενη κλάση-Prediction	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1255	100
Απόσπαση Προσοχής(1)	679	111

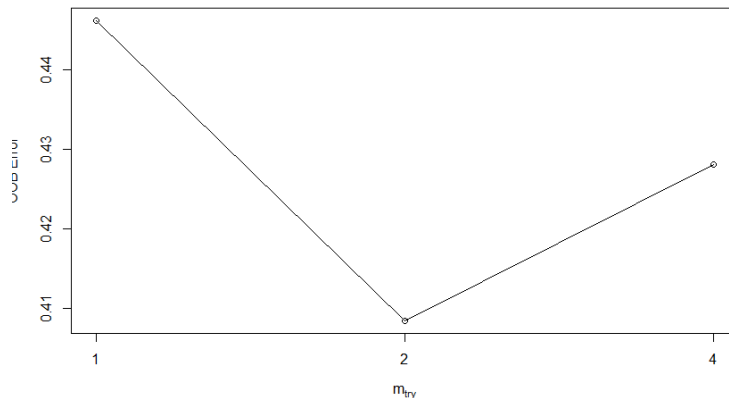
Σχήμα 5.3.14 Μήτρα σύγχυσης μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή (2Γ).

Στο σχήμα 5.3.15 παρουσιάζονται τα πιο κοινά μέτρα αξιολόγησης (evaluation metrics) του μοντέλου που υπολογίστηκαν.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	63.68
Recall or Sensitivity :	64.89
Specificity:	52.61
Precision:	52.61
Μέτρο F:	58.11
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	7.38

Σχήμα 5.3.15 Μέτρα αξιολόγησης μοντέλου, παραλλαγή (2Γ).

Παρουσιάζεται και το γράφημα του μοντέλου στο σχήμα 5.3.16:



Σχήμα 5.3.16 Γράφημα μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή (2Γ).

Αξιολόγηση μοντέλου

Με βάση τον έλεγχο απόδοσης του μοντέλου τυχαίων δασών (Παραλλαγή 2Γ) με αξιοποίηση της μεθόδου under sampling, γίνεται αξιολόγηση της ικανότητάς του να προβλέψει την απόσπαση προσοχής των οδηγών (σχήμα 5.3.17).

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Accuracy :	63.68	
Recall or Sensitivity :	64.89	
Specificity:	52.61	
Precision:	52.61	
Μέτρο F:	58.11	
Δείκτης λάθους συναγερμού (Prevalence):	7.38	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.3.17 Αξιολόγηση μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή (2Γ).

Σύμφωνα με τον παραπάνω πίνακα το μοντέλο τυχαίων δασών (Παραλλαγή 2Γ) με την τεχνική under sampling, παρουσιάζει ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (recall), δηλαδή πρόβλεψη της μη απόσπασης προσοχής κι έχει την ικανότητα να προβλέψει οριακά ικανοποιητικά την απόσπαση προσοχής (specificity). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική δηλαδή το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate) είναι οριακά ικανοποιητική όπως επίσης και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας. Ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας ταξινόμησης (precision) είναι επίσης οριακά ικανοποιητικός.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως το μοντέλο τυχαίων δασών για την Παραλλαγή 2Γ προβλέπει σχετικά ικανοποιητικά την απόσπαση προσοχής και το μοντέλο είναι κατά κύριο λόγο αξιόπιστο.

5.3.2 Παραλλαγή 2Δ

Η παραλλαγή 2Δ αξιοποιεί και πάλι τον πίνακα AnalysisRall, ο οποίος χωρίστηκε στους δύο πίνακες training_set_all & test_set_all, όπως και πριν. Στην παραλλαγή 2Δ εφαρμόζεται η τεχνική both (over & under) sampling, με την οποία γίνεται ανακατανομή των δεδομένων και επέρχεται η απαιτούμενη ισορροπία μεταξύ των στοιχείων.

Εκπαίδευση μοντέλου

Η εκπαίδευση του μοντέλου έγινε στον πίνακα training_set_all και προέκυψαν τα εξής:

Τύπος μεθόδου τυχαίων δασών: ταξινόμηση
Αριθμός δέντρων: 200
Αριθμός μεταβλητών που δοκιμάστηκαν σε κάθε διαχωρισμό : 4
Εκτίμηση ποσοστού σφάλματος(OOB estimate of error rate): 41.22%

Σχήμα 5.3.18 Αποτελέσματα εκπαίδευσης μοντέλου, παραλλαγή (2Δ).

Έλεγχος μοντέλου

Ο έλεγχος του μοντέλου πραγματοποιήθηκε στον πίνακα test_set_all και με τη μέθοδο της μήτρας σύγχυσης (confusion matrix) εξετάστηκε πόσο καλά προβλέπεται η εμφάνιση απόσπασης προσοχής στον οδηγό. Θετικό ενδεχόμενο (κλάση) ορίστηκε η μη ύπαρξη αυτής που αντιπροσωπεύεται από την τιμή 0. Αντίστοιχα η τιμή 1 αντιπροσωπεύει την απόσπαση προσοχής. Στο σχήμα 5.3.19 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της μήτρας σύγχυσης.

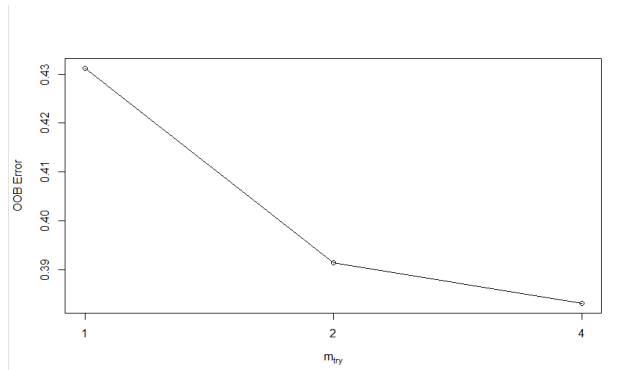
	Πραγματική κλάση-Reference	
Προβλεπόμενη κλάση-Prediction	Μη απόσπαση προσοχής(0)	Απόσπαση Προσοχής(1)
Μη απόσπαση προσοχής(0)	1328	118
Απόσπαση Προσοχής(1)	606	93

Σχήμα 5.3.19 Μήτρα σύγχυσης μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή (2Δ).

Στο σχήμα 5.3.20 παρουσιάζονται τα πιο κοινά μέτρα αξιολόγησης (evaluation metrics) του μοντέλου που υπολογίστηκαν. Επίσης στο σχήμα 5.3.21 παρουσιάζεται το γράφημα του μοντέλου τυχαίων δασών με την αξιοποίηση της τεχνικής εξισορρόπησης πιθανότητας ή μη απόσπασης προσοχής over & under sampling.

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %
Accuracy :	66.25
Recall or Sensitivity :	68.67
Specificity:	44.08
Precision:	44.08
Μέτρο F:	53.69
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	8.16

Σχήμα 5.3.20 Μέτρα αξιολόγησης μοντέλου, παραλλαγή (2Δ).



Σχήμα 5.3.21 Γράφημα μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή (2Δ).

Αξιολόγηση μοντέλου

Με βάση τον έλεγχο απόδοσης του μοντέλου τυχαίων δασών (Παραλλαγή 2Δ) με αξιοποίηση της μεθόδου over & under sampling, γίνεται αξιολόγηση της ικανότητάς του να προβλέψει την απόσπαση προσοχής των οδηγών (σχήμα 5.3.22).

Μέτρα αξιολόγησης	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Accuracy :	66.25	
Recall or Sensitivity :	68.67	
Specificity:	44.08	
Precision:	44.08	
Μέτρο F:	53.69	
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	8.16	

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	
Πολύ ικανοποιητικό	
Ικανοποιητικό	
οριακά ικανοποιητικό	
καθόλου ικανοποιητικό	

Σχήμα 5.3.22 Αξιολόγηση μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή (2Δ).

Από τον παραπάνω πίνακα το μοντέλο τυχαίων δασών (Παραλλαγή 2Δ) με την τεχνική over & under sampling, παρουσιάζει ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (recall), δηλαδή πρόβλεψη της μη απόσπασης προσοχής αλλά δεν έχει την ικανότητα να προβλέψει καλά την απόσπαση προσοχής (specificity). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική δηλαδή το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate) είναι οριακά ικανοποιητική όπως επίσης και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας. Ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας ταξινόμησης (precision) όμως δεν είναι καλός.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως το μοντέλο τυχαίων δασών για την Παραλλαγή 2Δ δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστο, γιατί ενώ προβλέπει ικανοποιητικά την μη απόσπαση προσοχής, πάσχει στην εύρεση περιπτώσεων απόσπασης προσοχής.

5.4 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Στο κεφάλαιο αυτό εφαρμόστηκε η μεθοδολογία της στατιστικής ανάλυσης και παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν. Αναπτύχθηκαν δύο μαθηματικά μοντέλα στατιστικής ανάλυσης, αυτό της διωνυμικής παλινδρόμησης κι αυτό των τυχαίων δασών, με σκοπό την εύρεση της απόσπασης προσοχής των οδηγών.

Πραγματοποιήθηκαν τέσσερις παραλλαγές Α, Β, Γ και Δ και στα δύο μοντέλα στατιστικής ανάλυσης. Οι τέσσερις παραλλαγές πραγματοποιήθηκαν με βάση τον διαφορετικό τρόπο προσέγγισης ως προς την εξισορρόπηση των στοιχείων του πίνακα AnalysisRall. Όπως έχει αναφερθεί και εκτενώς στο κεφάλαιο , χρησιμοποιήθηκε η βάση δεδομένων AnalysisRall αυτούσια και αξιοποιήθηκαν τρεις τεχνικές ανακατανομής των στοιχείων, over sampling, under sampling και both (over & under).

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν, η **παραλλαγή 1Α**, χωρίς την εξισορρόπηση δεδομένων δεν είναι καθόλου ικανοποιητική. Συγκεκριμένα, δεν προβλέπει τα θετικά στιγμιότυπα με recall 0%, δηλαδή την απόσπαση προσοχής ενώ προβλέπει μόνο τη μη απόσπαση προσοχής (specificity 100%). Παρότι το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις συνολικά καθώς παρουσιάζει υψηλό δείκτη ορθότητας (accuracy), έχει μηδενικό precision, δηλαδή βαθμό πιστότητας της διαδικασίας κατηγοριοποίησης και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης δεν μπορεί να οριστεί ως τιμή, αφού $F\text{-measure} = (2 * \text{Precision} * \text{Recall}) / (\text{Precision} + \text{Recall})$ κι εδώ Precision & Recall=0. Από όλα αυτά καταλήγουμε στο ότι το μοντέλο δεν είναι καθόλου αποδοτικό και αξιόπιστο.

Η **παραλλαγή 1Β** (over sampling) με την εξισορρόπηση μέσω over sampling, παρουσιάζει πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα. Έχει σχετικά καλό δείκτη ανάκλησης, recall 57.82%, επομένως προβλέπει σχετικά καλά την απόσπαση προσοχής από την χρήση κινητού κι έχει την ικανότητα να προβλέψει σε καλό βαθμό τη μη απόσπαση προσοχής (specificity 61.84%). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική, δηλαδή το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις.

Στα ίδια επίπεδα απόδοσης περίπου κινείται και η **παραλλαγή 1Γ** (under sampling) , αλλά με λίγο πιο χαμηλά αποτελέσματα. Παρουσιάζει δείκτη ανάκλησης, recall 55.92% άρα προβλέπει την απόσπαση προσοχής οριακά ικανοποιητικά και σε καλό βαθμό τη μη απόσπαση (specificity 62.87%). Οι υπόλοιποι δείκτες είναι οριακοί και λιγότερο αποδοτικοί από ότι της παραλλαγής 1Β. Τέλος, το συνολικό ποσοστό ακρίβειας είναι καλό και σε συνδυασμό με τα υπόλοιπα μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστο.

Η **παραλλαγή 1Δ** (over & under sampling) παρουσιάζει οριακά ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (recall 56.87%) άρα προβλέπει σχετικά καλά την απόσπαση προσοχής, ενώ έχει την ικανότητα να προβλέψει καλά τη μη απόσπαση (specificity 62.67%). Οι υπόλοιποι δείκτες είναι οριακά ικανοποιητικοί και η συνολική ακρίβεια (accuracy 62.1%) είναι σχετικά καλή, δηλαδή το μοντέλο είναι σχετικά αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Η παραλλαγή 1Δ φαίνεται να είναι ένα μοντέλο με μέτρια επίπεδα εμπιστοσύνης.

Στο μοντέλο τυχαίων δασών όπου τα θετικά στιγμιότυπα αφορούν την μη απόσπαση προσοχής, το μοντέλο της **παραλλαγής 2Α**, δεν είναι καθόλου αξιόπιστο. Παρουσιάζει να μην, τον μέγιστο δείκτη ορθότητας (accuracy), ωστόσο δεν είναι ουσιαστικά αληθής, καθώς ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας κατηγοριοποίησης (precision), η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων δηλαδή της μη απόσπασης προσοχής, (false alarm rate) και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας και της ανάκλησης είναι όλα μηδενικά ενώ ο δείκτης λάθος συναγερμού υψηλός. Με άλλα λόγια το μοντέλο προβλέπει άριστα τη μη απόσπαση προσοχής και καθόλου την απόσπαση, κάτι που το καθιστά εντελώς αναξιόπιστο.

Από την άλλη η **παραλλαγή 2Β** (over sampling) έχει πιο ικανοποιητικά αποτελέσματα. Έχει καλό δείκτη πρόβλεψης της μη απόσπασης προσοχής (recall 64.89%) κι έχει την ικανότητα να προβλέψει οριακά ικανοποιητικά την απόσπαση προσοχής (specificity 52.61%). Οι άλλοι δείκτες είναι μέτριοι και η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική, οπότε το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις.

Το μοντέλο τυχαίων δασών στη **παραλλαγή 2Γ** (under sampling) έχει κι αυτό ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (μη απόσπαση προσοχής) και οριακά ικανοποιητικό specificity (απόσπαση προσοχής). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι καλή δηλαδή το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις και η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate) και το μέτρο F είναι οριακά ικανοποιητικά. Από τα παραπάνω συμπεραίνεται πως το μοντέλο τυχαίων δασών για την παραλλαγή 2Γ προβλέπει σχετικά ικανοποιητικά την απόσπαση προσοχής και είναι αξιόπιστο ως προς τις σωστές προβλέψεις.

Το μοντέλο τυχαίων δασών στη **παραλλαγή 2Δ** (over & under sampling), παρουσιάζει ικανοποιητικό δείκτη ανάκλησης (recall), δηλαδή πρόβλεψη της μη απόσπασης προσοχής αλλά δεν έχει την ικανότητα να προβλέψει καλά την απόσπαση προσοχής (specificity). Η συνολική ακρίβεια (accuracy) είναι ικανοποιητική δηλαδή το μοντέλο είναι αξιόπιστο για τις σωστές προβλέψεις. Η πιθανότητα λάθους ταξινόμησης των θετικών στιγμιότυπων (false alarm rate) είναι οριακά ικανοποιητική όπως επίσης και το μέτρο F (F-measure) που εκφράζει τον αρμονικό μέσο της ακρίβειας. Ο βαθμός πιστότητας της διαδικασίας ταξινόμησης (precision) όμως δεν είναι καλός. Συμπεραίνεται πως η παραλλαγή 2Δ δεν είναι ιδιαίτερα αξιόπιστη, γιατί ενώ προβλέπει ικανοποιητικά την μη απόσπαση προσοχής, πάσχει στην εύρεση περιπτώσεων απόσπασης προσοχής.

Συμπερασματικά οι παραλλαγές 1Α, 2Α δεν είναι καθόλου αξιόπιστες και στα δύο μαθηματικά μοντέλα. Από την άλλη οι περιπτώσεις 1Β, 2Β, 1Γ, 2Γ μπορούν να προσφέρουν καλά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα οι 1Β και 2Β, είναι οι πιο ικανοποιητικές για την πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής και ταυτόχρονα έμπιστες ως προς την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων τους. Τέλος, η 1Δ είναι ένα μοντέλο με μέτριες επιδόσεις που προβλέπει σχετικά καλά την απόσπαση προσοχής ενώ η 2Δ δεν προσφέρεται για αξιοποίηση των αποτελεσμάτων σχετικά με την απόσπαση προσοχής.

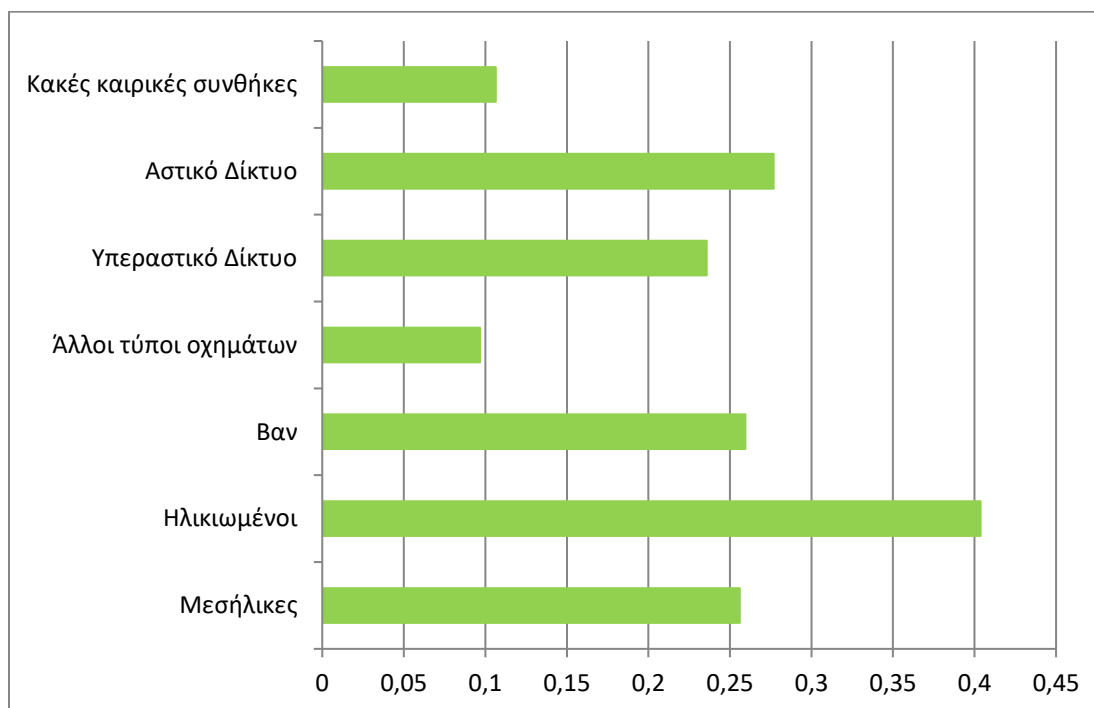
5.5 Σχετική επιρροή μεταβλητών

Στις παραλλαγές 1Β και 2Β πραγματοποιήθηκε αξιολόγηση τη σημαντικότητας των μεταβλητών ως προς την πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής. Στην 1Β του μοντέλου της διωνυμικής

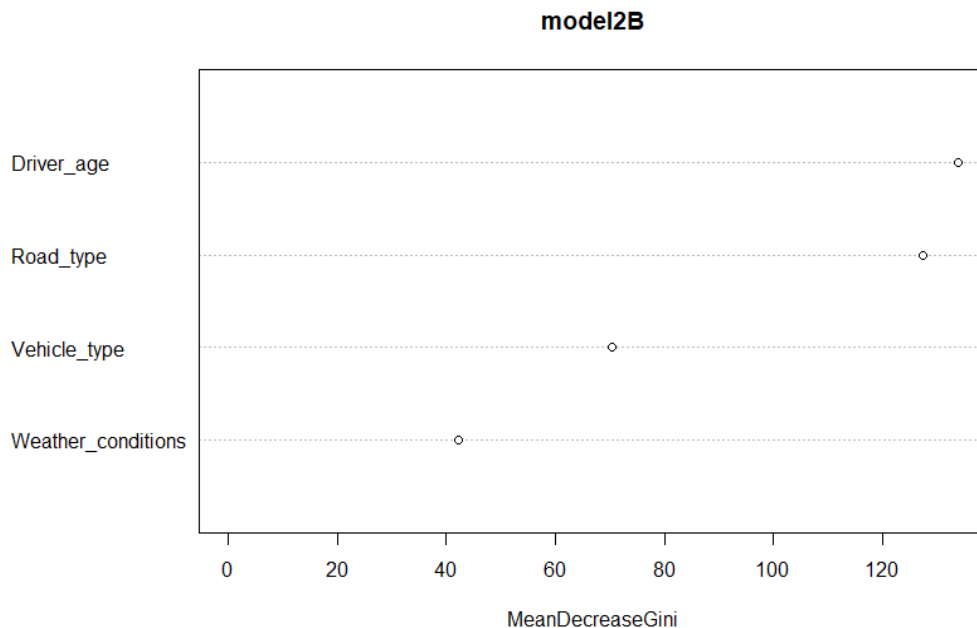
παλινδρόμησης έγινε διερεύνηση της ψευδοελαστικότητας των μεταβλητών (εφόσον τα δεδομένα είναι διακριτά) με την χρήση της εξίσωσης εύρεσης της ελαστικότητας, για κάθε παράμετρο χωριστά, μέσω της χρήσης του Excel. Στην 2B του μοντέλου τυχαίων δασών χρησιμοποιήθηκε εντολή στην γλώσσα προγραμματισμού R με την οποία προέκυψε η σειρά κατάταξης των μεταβλητών ως προς την σημαντικότητα πρόβλεψης.

Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Συντελεστής βί	Σχετική Επιρροή e*	Ελαστικότητα e
Κατηγορία αναφοράς: Νέοι ηλικιακά οδηγοί			
Μεσήλικες	-0.654	-2.646	-0.256
Ηλικιωμένοι	-0.256	-4.172	-0.404
Κατηγορία αναφοράς: Επιβατικά Ι.Χ.			
Βαν	0.259	2.680	0.259
Άλλοι τύποι οχημάτων	0.097	1	0.097
Κατηγορία αναφοράς: Αυτοκινητόδρομοι			
Επαρχιακές οδοί	-0.277	-2.436	-0.236
Αστικές οδοί	-0.106	-2.859	-0.277
Κατηγορία αναφοράς: Καλές καιρικές συνθήκες			
Κακές καιρικές συνθήκες	-0.243	-1.100	-0.106

Σχήμα 5.5.1 Πίνακας ελαστικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών παραλλαγή 1B.



Σχήμα 5.5.2 Γράφημα για τις ελαστικότητες των ανεξάρτητων μεταβλητών, παραλλαγή 1B.



Σχήμα 5.5.3 Γράφημα σημαντικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών, παραλλαγή 2B.

Όπως προκύπτει από την διερεύνηση σχετικά με τις ελαστικότητες των μεταβλητών της παραλλαγής 1B (σχήμα 5.5.2) στο μοντέλο διωνυμικής παλινδρόμησης, φαίνεται πως η πιο σημαντική παράμετρος για την πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής είναι η ηλικία. Συγκεκριμένα, η ομάδα των ηλικιωμένων έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές (0.404 κατά απόλυτη τιμή), επομένως παίζει τον πιο σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη της απόσπασης, ενώ σημαντικοί παράγοντες είναι και η ομάδα των μεσήλικων, ο τύπος οχήματος βαν και ο τύπος οδού. Η λιγότερο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη, είναι οι καιρικές συνθήκες. Στην παραλλαγή 2B του μοντέλου τυχαίων δασών, μέσω της μεθόδου Gini importance (μέση μικρότερη μείωση πρόσμειξης) προκύπτει και πάλι πως πιο σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής παίζει η ανεξάρτητη μεταβλητή της ηλικίας και ακολουθεί ο τύπος οδού (σχήμα 5.5.3). Η λιγότερο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη απόσπασης προσοχής είναι και πάλι οι καιρικές συνθήκες. Φαίνεται λοιπόν, πως τα δύο μοντέλα παρουσιάζουν συμφωνία στην κατάταξη της σημαντικότητας των ανεξάρτητων μεταβλητών, γεγονός που επιβεβαιώνει την εγκυρότητα των παραλλαγών 1B και 2B για την σωστή πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής από την χρήση κινητού.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

6.1 Σύνοψη αποτελεσμάτων

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο την **ανάλυση των χαρακτηριστικών απόσπασης προσοχής** του οδηγού εξαιτίας της χρήσης του **κινητού τηλεφώνου** στην Ελλάδα. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από παρατηρήσεις σε τρεις πόλεις της Ελλάδας, Αθήνα, Θεσσαλονίκη και Λάρισα. Η συλλογή δεδομένων έγινε από την ομάδα του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου το χρονικό διάστημα 19 Νοεμβρίου - 1 Δεκεμβρίου 2021, πραγματοποιώντας **μετρήσεις πεδίου δοκιμών** για τέσσερις βασικούς δείκτες οδικής ασφάλειας (ταχύτητα, χρήση ζώνης ασφαλείας, χρήση προστατευτικού εξοπλισμού και απόσπαση της προσοχής του οδηγού λόγω συσκευών χειρός). Από αυτές τις μετρήσεις αξιοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία, τα στοιχεία σχετικά με την απόσπαση προσοχής.

Τα στοιχεία αυτά επεξεργάστηκαν κατάλληλα και τοποθετήθηκαν στη βάση δεδομένων. Η βάση αυτή περιλαμβάνει τα στοιχεία που υποδεικνύουν την απόσπαση ή μη της προσοχής και τις παραμέτρους, φύλο, ηλικία, τύπος οχήματος, τύπος οδού, χρονική περίοδος και καιρικές συνθήκες. Δημιουργηθούν οι συγκεντρωτικοί πίνακες, που χρησιμοποιήθηκαν στην προκαταρκτική ανάλυση και παρουσιάζουν τη συσχέτιση των παραμέτρων αυτών με την απόσπαση προσοχής. Επιπλέον έγινε στατιστική επεξεργασία της βάσης δεδομένων με εξαρτημένη μεταβλητή την απόσπαση προσοχής και ανεξάρτητες τον τύπο οχήματος, τον τύπο οδού, την ηλικία και τις καιρικές συνθήκες.

Για τη **στατιστική ανάλυση** των δεδομένων έγινε χρήση δύο μαθηματικών μοντέλων, της **λογιστικής διωνυμικής παλινδρόμησης** και των **τυχαίων δασών**. Σε κάθε μοντέλο έγιναν τέσσερις παραλλαγές, οι οποίες αφορούν τον τρόπο εξισορρόπησης των κλάσεων. Συγκεκριμένα λόγω της δυαδικότητας του προβλήματος, ορίζονται δύο κλάσεις, η απόσπαση προσοχής και η μη απόσπαση προσοχής. Κάθε κλάση περιέχει έναν όγκο στοιχείων, που αξιοποιείται μέσω των μαθηματικών μοντέλων για την πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής. Η αριθμητική διαφορά των δεδομένων των δύο κλάσεων είναι αυτή που δημιουργεί την ανάγκη για την εξισορρόπηση τους.

Η **παραλλαγή Α** και στα δύο μοντέλα χρησιμοποιεί την βάση δεδομένων AnalysisRall αυτούσια, χωρίς να γίνει εξισορρόπηση των στοιχείων. Στην **παραλλαγή Β** στο μοντέλο διωνυμικής παλινδρόμησης και των τυχαίων δασών, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος **over sampling** όπου επαναλαμβάνονται και αναπαράγονται στοιχεία της κατώτερης αριθμητικά τάξης (εδώ απόσπαση προσοχής) προκειμένου οι κλάσεις να εξισωθούν. Στην **παραλλαγή Γ** πάλι και στα δύο μοντέλα έγινε εφαρμογή της τεχνικής **under sampling**, που ουσιαστικά μειώνει τα στοιχεία της ανώτερης τάξης και τέλος στην **παραλλαγή Δ**, έγινε μείξη των παραπάνω μεθόδων με την τεχνική **over & under sampling**. Από τις παραλλαγές που έγιναν σε κάθε μοντέλο προέκυψε πως οι πιο έγκυρες ως προς την πρόβλεψη είναι οι 1B για το μοντέλο της διωνυμικής και η 2B για των τυχαίων δασών, δηλαδή και οι δύο με την μέθοδο oversampling. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των δύο αυτών παραλλαγών.

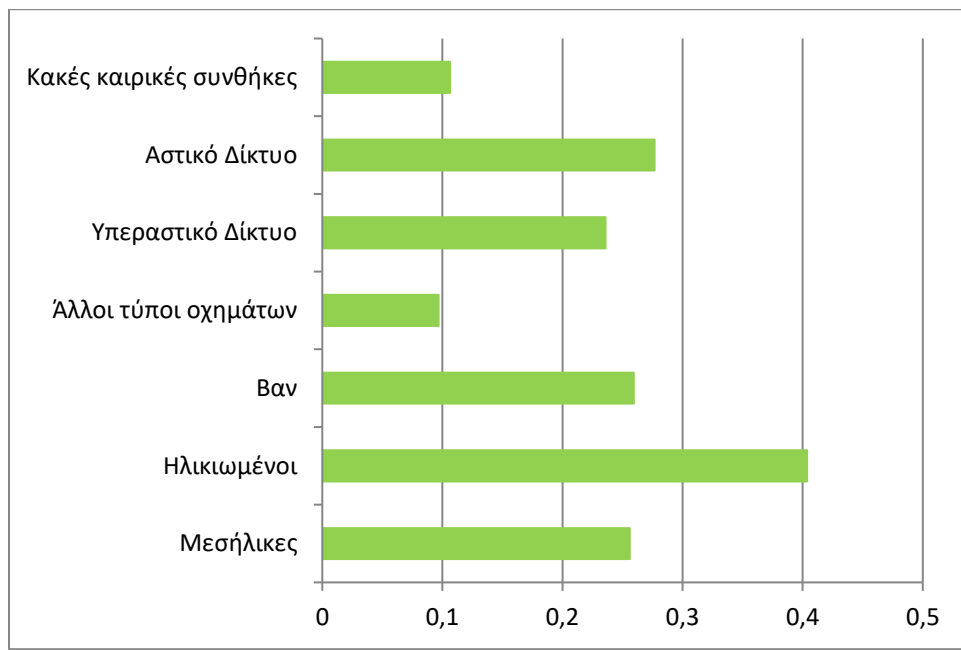
Ανεξάρτητες Μεταβλητές	Estimate	Std.Error	Pr(> z)	Adj. OR(95%CI)	Συντελεστής β _i	Σχετική Επιρροή e*	Ελαστικότητα e
Σταθερός Όρος	0.887	0.052	< 0.001				
Κατηγορία αναφοράς: Νέοι ηλικιακά οδηγοί							
Μεσήλικες	-0.654	0.043	< 0.001	0.52 (0.48,0.57)	-0.654	-2.646	-0.256
Ηλικιωμένοι	-0.907	0.132	< 0.001	0.4 (0.31,0.52)	-0.256	-4.172	-0.404
Κατηγορία αναφοράς: Επιβατικά Ι.Χ.							
Βαν	0.535	0.061	< 0.001	1.71 (1.51,1.93)	0.259	2.680	0.259
Άλλοι τύποι οχημάτων	0.202	0.063	< 0.001	1.22 (1.08,1.38)	0.097	1	0.097
Κατηγορία αναφοράς: Αυτοκινητόδρομοι							
Επαρχιακές οδοί	-0.533	0.056	< 0.001	0.59 (0.53,0.65)	-0.277	-2.436	-0.236
Αστικές οδοί	-0.675	0.048	< 0.001	0.51 (0.46,0.56)	-0.106	-2.859	-0.277
Κατηγορία αναφοράς: καλές καιρικές συνθήκες							
Κακές καιρικές συνθήκες	-0.243	0.052	< 0.001	0.78 (0.71,0.87)	-0.243	-1.100	-0.106

Σχήμα 6.1.1 Αποτελέσματα μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης, παραλλαγή 1B.

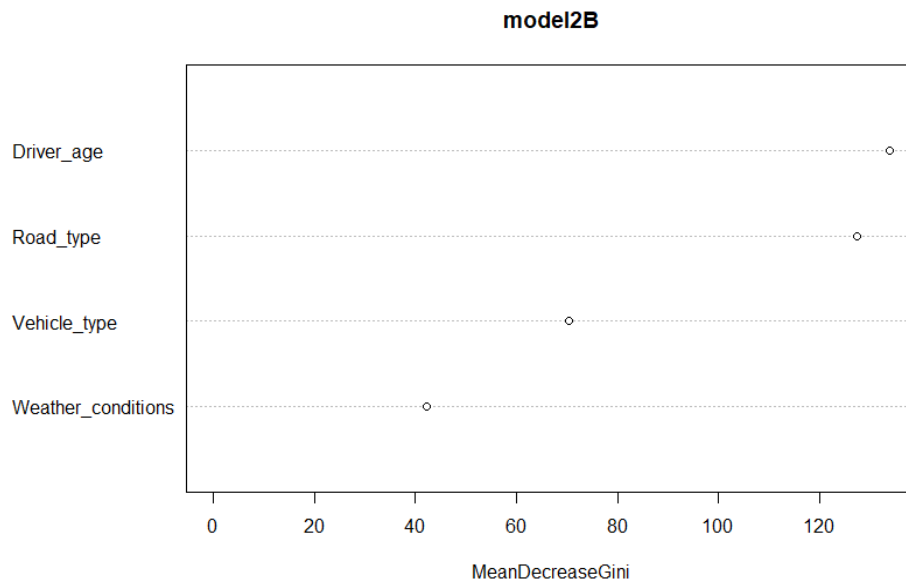
Μέτρα αξιολόγησης	Παραλλαγή 1B		Παραλλαγή 2B	
	Ποσοστό %	Αξιολόγηση	Ποσοστό %	Αξιολόγηση
Ορθότητα (Accuracy) :	61.45		61.12	
Ανάκλαση (Recall or Sensitivity):	57.82		61.53	
Εξειδικευτικότητα (Specificity):	61.84		57.35	
Ακρίβεια (Precision) :	57.82		57.35	
Μέτρο F (F measure) :	57.82		59.36	
Δείκτης λάθος συναγερμού (Prevalence):	6.93		7.00	
Εμβαδόν κάτω από την καμπύλη:	60.50			

Σχήμα 6.1.2 Αξιολόγηση μοντέλου διωνυμικής παλινδρόμησης, παραλλαγή 1B και μοντέλου τυχαίων δασών, παραλλαγή 2B.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ	Πολύ ικανοποιητικό	Ικανοποιητικό	Οριακά ικανοποιητικό	Καθόλου ικανοποιητικό
-----------------	--------------------	---------------	----------------------	-----------------------



Σχήμα 6.1.5 Γράφημα κατάταξης σημαντικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών, παραλλαγή 1B.



Σχήμα 6.1.6 Γράφημα κατάταξης σημαντικότητας ανεξάρτητων μεταβλητών, παραλλαγή 2B.

6.2 Συνολικά συμπεράσματα

- **Οι μεσήλικες και οι ηλικιωμένοι οδηγοί είναι λιγότερο πιθανόν να χρησιμοποιήσουν κινητό τηλέφωνο** κατά την οδήγηση σε σχέση με τους νέους και άρα να αποσπαστεί η προσοχή τους. Αυτό ενδεχομένως συμβαίνει, επειδή οι οδηγοί μεγαλύτερων ηλικιών δεν έχουν τόση εξοικείωση με τις συσκευές κινητών τηλεφώνων όσο οι νεότεροι, ώστε να νιώθουν την αυτοπεποίθηση να κάνουν χρήση αυτών κατά την οδήγηση. Ακόμα όσο αυξάνεται η ηλικία συνήθως αυξάνεται και το αίσθημα της υπευθυνότητας, επομένως πιθανόν συνειδητά να αποφεύγουν τη χρήση του ώστε να αποτρέψουν το ενδεχόμενο ατυχήματος. Τέλος οι άνθρωποι μεγάλης ηλικίας έχουν μειωμένα αντανakλαστικά, κάτι το οποίο γνωρίζουν, έτσι δεν χρησιμοποιούν το κινητό, γνωρίζοντας ότι σε περίπτωση αναπάντεχου συμβάντος δεν θα μπορούν να αντιδράσουν εγκαίρως.
- Από τους τύπους οχημάτων που εξετάστηκαν (Ι.Χ., βαν, άλλα οχήματα) **οι οδηγοί των βαν φαίνεται πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν το κινητό τηλέφωνο** κατά την οδήγηση σε σχέση με τους οδηγούς άλλων οχημάτων. Κάτι τέτοιο ενδέχεται να συμβαίνει επειδή οι οδηγοί βαν, συχνά είναι επαγγελματίες μεταφοράς εμπορευμάτων, επομένως λόγω της φύσης του επαγγέλματος είναι σε επικοινωνία με πελάτες και άρα κάνουν πιο συχνά χρήση του κινητού.
- **Οι οδηγοί στο υπεραστικό οδικό δίκτυο είναι λιγότερο πιθανό να κάνουν χρήση κινητού** τηλεφώνου κατά την οδήγηση από ότι οι οδηγοί στους αυτοκινητόδρομους. Μια εξήγηση γι αυτό, είναι ότι οι οδηγοί στους αυτοκινητόδρομους νιώθουν μεγαλύτερη ασφάλεια λόγω των καλών υποδομών τους και του μεγάλου πλάτους των δρόμων κι έτσι προβαίνουν πιο συχνά στη χρήση κινητού σε σχέση με τις άλλες οδούς. Ακόμα, είναι φανερό πως η οδήγηση σε έναν αυτοκινητόδρομο περιλαμβάνει πολύ λιγότερα αναπάντεχα συμβάντα από ότι η οδήγηση στο υπεραστικό οδικό δίκτυο, όπου η πρόσβαση δεν είναι πλήρως ελεγχόμενη. Έτσι η οδήγηση σε αυτοκινητόδρομο απαιτεί χαμηλότερα επίπεδα προσοχής και εγρήγορσης και γι αυτό οι οδηγοί προβαίνουν σε χρήση κινητού. Βέβαια αυτό το γεγονός έρχεται σε αντίθεση με τον κίνδυνο που ενέχει η χρήση κινητού σε οδούς μεγάλων ταχυτήτων.
- Όπως στο υπεραστικό οδικό δίκτυο έτσι και **στις αστικές οδούς είναι μικρότερη η πιθανότητα χρήσης κινητού** συγκριτικά με τους αυτοκινητοδρόμους. Αυτό το γεγονός επιβεβαιώνει πως οι οδηγοί αισθάνονται μεγαλύτερη ασφάλεια στους αυτοκινητόδρομους που έχουν καλύτερες υποδομές και γενικώς η οδήγηση είναι πιο οργανωμένη και εύκολη. Στις οδούς των πόλεων συνήθως επικρατεί κίνηση και οι δρόμοι δεν προορίζονται για αποκλειστική χρήση από αμάξια, όπως συμβαίνει στους αυτοκινητόδρομους ταχείας κυκλοφορίας. Συχνή είναι η παρουσία πεζών και ποδηλατών, που πολλές φορές μπλέκονται με την κίνηση οχημάτων. Επομένως η προσοχή των οδηγών στρέφεται κατά κύριο λόγο στην οδήγηση και στο περιβάλλον οδήγησης που είναι πιο απαιτητικό.

- Στο υπεραστικό δίκτυο είναι μικρότερη πιθανότητα χρήσης κινητού σε σχέση με το αστικό δίκτυο. Η συχνή εμφάνιση αναπάντεχων συμβάντων καθώς και οι λιγότερο καλές υποδομές, συγκριτικά με τα αστικά δίκτυα, κάνουν τους οδηγούς πιο προσεκτικούς στις υπεραστικές οδούς. Έτσι οι οδηγοί χρησιμοποιούν το κινητό τηλέφωνο σε μικρότερο βαθμό από ότι στις αστικές οδούς.
- Σε κατάσταση κακών καιρικών συνθηκών προέκυψε ότι είναι μικρότερη η πιθανότητα χρήσης κινητού από τους οδηγούς έναντι των περιπτώσεων οδήγησης σε καλές καιρικές συνθήκες. Αυτό μάλλον συμβαίνει καθώς η οδήγηση σε βροχή και ομίχλη (συνθήκες που εξετάστηκαν στην παρούσα εργασία) είναι πολύ πιο απαιτητική από ότι σε καλοκαιρία. Επομένως οι οδηγοί αφοσιώνονται στην οδήγηση και δεν προβαίνουν σε χρήση κινητού, προκειμένου να αποφύγουν τον κίνδυνο ατυχήματος.
- Στη διερεύνηση για την εύρεση αξιόπιστου μοντέλου πρόβλεψης της απόσπασης προσοχής προκύπτει ότι οι παραλλαγές 1A, 2A που δεν χρησιμοποιούν κάποια **μέθοδο εξισορρόπησης των πιθανοτήτων** δεν είναι καθόλου αξιόπιστες και στα δύο μαθηματικά μοντέλα. Από την άλλη οι περιπτώσεις 1B, 2B (μέθοδος over sampling για εξισορρόπηση στοιχείων), 1Γ, 2Γ (under sampling για εξισορρόπηση στοιχείων) μπορούν να προσφέρουν καλά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα οι 1B και 2B είναι οι πιο ικανοποιητικές για την πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής και ταυτόχρονα αξιόπιστες ως προς την εγκυρότητα των αποτελεσμάτων τους. Τέλος, η 1Δ (over & under) αφορά σε ένα μοντέλο με μέτριες επιδόσεις που προβλέπει σχετικά καλά την απόσπαση προσοχής ενώ η 2Δ (over & under) δεν οδηγεί σε αξιόπιστα αποτελέσματα σχετικά με την απόσπαση προσοχής.
- Όπως προκύπτει από τη διερεύνηση σχετικά με την σημαντικότητα των ανεξάρτητων μεταβλητών ως προς την πρόβλεψη της ενδεχόμενης απόσπασης προσοχής, φαίνεται ότι για το μοντέλο διωνυμικής παλινδρόμησης (παραλλαγή 1B), **η πιο σημαντική παράμετρος είναι η ηλικία**. Συγκεκριμένα, η ομάδα των ηλικιωμένων έχει μεγαλύτερη ελαστικότητα σε σχέση με όλες τις υπόλοιπες μεταβλητές. Η κατάταξη της σημαντικότητας έγινε σε σύγκριση με την κατηγορία αναφοράς, στην προκειμένη περίπτωση τους νέους. Έτσι επιβεβαιώνεται ότι οι νέοι είναι πιο πιθανό να χρησιμοποιήσουν κινητό, αφού η μεγάλη ελαστικότητα της μεταβλητής των ηλικιωμένων προκύπτει από την σύγκριση με την μεταβλητή των νέων. Σημαντικοί παράγοντες είναι και η ομάδα των μεσήλικων, ο τύπος οχήματος βαν και ο τύπος οδού. Οι λιγότερο σημαντικές μεταβλητές για την πρόβλεψη, είναι οι καιρικές συνθήκες και η χρήση άλλων οχημάτων πέρα των Ι.Χ. και βαν.
- Στο μοντέλο τυχαίων δασών (παραλλαγή 2B), μέσω της μεθόδου Gini importance (μέση μικρότερη μείωση πρόσμειξης) προκύπτει και πάλι ότι πιο σημαντικό ρόλο στην πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής παίζει η ανεξάρτητη μεταβλητή **της ηλικίας και ακολουθεί ο τύπος οδού**. Η λιγότερο σημαντική μεταβλητή για την πρόβλεψη απόσπασης προσοχής είναι και πάλι οι καιρικές συνθήκες. Τέλος τα δύο μοντέλα για τις παραλλαγές 1B και 2B παρουσιάζουν κατά κύριο λόγο συμφωνία στην κατάταξη της σημαντικότητας των

ανεξάρτητων μεταβλητών, γεγονός που επιβεβαιώνει την εγκυρότητα των παραλλαγών 1B και 2B για την σωστή πρόβλεψη της απόσπασης προσοχής από τη χρήση κινητού.

6.3 Προτάσεις

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα και τα γενικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της εν λόγω Διπλωματικής Εργασίας, σχετικά με τα χαρακτηριστικά της απόσπασης προσοχής από τη χρήση κινητού τηλεφώνου των οδηγών στην Ελλάδα, παρουσιάζεται μια σειρά προτάσεων, που ενδεχομένως μπορούν να συμβάλουν στη βελτίωση της οδηγικής συμπεριφοράς στο κομμάτι που αφορά την απόσπαση προσοχής από τη χρήση κινητού και κατ' επέκταση στην αποτροπή οδικών ατυχημάτων.

- Από την πλευρά της Πολιτείας προτείνεται να γίνεται συστηματικότερος έλεγχος, τόσο με μηχανικά μέσα όσο και με φυσική παρουσία των ελεγκτικών προσώπων, ώστε να αποτρέπεται η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, ιδίως στους αυτοκινητόδρομους που φαίνεται να είναι πιο συχνή η χρήση κινητού. Παράλληλα προτείνεται η εφαρμογή κυρώσεων με την μορφή υψηλών προστίμων ή μέχρι και αφαίρεση πινακίδων με σκοπό την αποτροπή της ενέργειας αυτής.
- Συνστήνεται επίσης, να γίνουν εκστρατείες ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης των οδηγών σχετικά με τους κινδύνους που ενέχει η χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση, η οποία μπορεί να οδηγήσει στην πρόκληση έως και θανατηφόρων ατυχημάτων. Σημαντική κρίνεται η ενημέρωση των νεαρών ηλικιακά οδηγών, οι οποίοι φαίνεται να παίρνουν πιο συχνά το ρίσκο χρήσης της συσκευής κατά την οδήγηση. Έτσι καλό είναι να υπάρξει ενημέρωση μέσω δομών όπως τα σχολεία και τα πανεπιστήμια, προκειμένου να διαμορφώσουν οι νεαροί οδηγοί μια σωστή οδηγική συμπεριφορά η οποία θα προστατεύσει τους ίδιους αλλά και τους γύρω τους. Αυτό το μέτρο στοχεύει κυρίως στην πρόληψη συμπεριφορών και στη διαμόρφωση οδηγικής παιδείας και μπορεί να συνδυαστεί και με άλλους παράγοντες που χρήζουν αντιμετώπισης στο θέμα της οδικής ασφάλειας.
- Προτείνεται η θέσπιση ενός συστήματος επιβράβευσης των υποδειγματικών οδηγών με μειωμένα ασφάλιστρα από τις ασφαλιστικές εταιρίες. Μέσω της υιοθέτησης αυτής της στρατηγικής, δίνεται το οικονομικό κίνητρο στους οδηγούς να οδηγούν χωρίς να κάνουν χρήση κινητού τηλεφώνου, κάνοντας έτσι το οδικό περιβάλλον πιο ασφαλές για τόσο για τους ίδιους όσο και για το κοινωνικό σύνολο.
- Τέλος για τους επαγγελματίες οδηγούς βαν, προτείνεται εισήγηση της Πολιτείας στις εταιρείες, για αυτοματοποίηση διαδικασιών, προκειμένου οι οδηγοί να μην αναγκάζονται στη χρήση κινητού σε θέματα που αφορούν την διεκπεραίωση της εργασίας τους.

6.4 Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Για την περαιτέρω μελέτη του αντικειμένου της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, ενδιαφέρον παρουσιάζει η διερεύνηση των παρακάτω:

- Αρχικά, καλό είναι να πραγματοποιηθεί παρόμοια έρευνα, με μεγαλύτερο δείγμα οδηγών και τοποθεσιών. Η επέκταση του αριθμού δεδομένων σχετικά με την απόσπαση προσοχής και η έρευνα και σε άλλες πόλεις της Ελλάδας, προσφέρει πιο σαφή εικόνα για το ζήτημα της απόσπασης προσοχής, παράλληλα είναι δυνατόν να προσφέρει υψηλότερη συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών και της απόσπασης προσοχής και τέλος δίνει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το φαινόμενο αυτό στην Ελλάδα.
- Ενδιαφέρον πιθανόν έχει η συσχέτιση της ηλικίας με την χρήση κινητού τηλεφώνου, καθώς σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αλλά κι από την παρούσα έρευνα, η παράμετρος αυτή έχει καθοριστικό ρόλο στην οδηγική συμπεριφορά.
- Δεδομένου ότι στην παρούσα Διπλωματική Εργασία, το σύνολο των μετρήσεων συλλέχθηκε κατά τη διάρκεια της ημέρας, ενδιαφέρον θα είχε η συλλογή στοιχείων κατά τη διάρκεια της νύχτας, με σκοπό τη συσχέτιση της χρήσης κινητού και με την ώρα της ημέρας. Το βράδυ η οδήγηση λαμβάνει χώρα σε οδούς με μικρότερο κυκλοφοριακό φόρτο, όπου η οδήγηση έχει μικρότερες απαιτήσεις και οι οδηγοί είναι πιθανόν να είναι υπό την επήρεια μέθης. Επομένως είναι χρήσιμο να διερευνηθεί η συσχέτιση αυτών των παραγόντων με την επιπρόσθετη παράμετρο της απόσπασης προσοχής από την χρήση κινητού.
- Μέσω της χρήσης ερωτηματολογίων για τη συλλογή των απαιτούμενων στοιχείων και σε συνδυασμό με μετρήσεις πεδίου, ενδιαφέρον έχει η διερεύνηση της επιρροής της ύπαρξης ή μη συνοδηγού αλλά και της οδηγικής εμπειρίας αυτού, κατά την διάρκεια ομιλίας στο κινητό του οδηγού και εν γένει χρήσης αυτού. Πως δηλαδή αντιλαμβάνεται ο συνοδηγός την επίδοση του οδηγού και πως αισθάνεται ο ίδιος κατά τη χρήση κινητού από τον οδηγό.
- Επίσης, ενδιαφέρον έχει και η δοκιμή διαφορετικών μεθόδων στατιστικής ανάλυσης με σκοπό την ανάπτυξη μοντέλων που ενδεχομένως δίνουν εξίσου σημαντικά αποτελέσματα.
- Τέλος, η περαιτέρω διερεύνηση της επιρροής του τύπου οδού στη χρήση κινητού τηλεφώνου φαίνεται να παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον, αφού η συμπεριφορά των οδηγών φαίνεται να αλλάζει ανάλογα με την οδό που οδηγούν. Έτσι μπορούν διαμορφωθούν κατάλληλα μαθηματικά μοντέλα που εξετάζουν αυτή ακριβώς την συσχέτιση.

7.Βιβλιογραφία

- [1] NTUA Road Safety Observatory (2022). Slight increase in road fatalities in 2021, Greece. Last accessed on 7/10/2022. Retrieved from: <https://www.nrso.ntua.gr/slight-increase-in-road-fatalities-in-2021-greece/>
- [2] European Commission (2022). Road safety in the EU: fatalities in 2021 remain well below pre-pandemic level. Last accessed on 7/10/2022. Retrieved from: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_22_2012?utm_source=ETSC&utm_campaign=6c0ca7be89-20200709-PIN_corona_briefing_COPY_01&utm_medium=email&utm_term=0_3a7b55edbf-6c0ca7be89-103253801
- [3] Ziakopoulos, A., Nikolaou, D., & Yannis, G. (2021). Correlations of multiple rider behaviors with self-reported attitudes, perspectives on traffic rule strictness and social desirability. *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, 80, 313-327.
- [4] Yeo, J., & Park, S. H. (2021). Effect of Smartphone Dependency on Smartphone Use While Driving. *Sustainability*, 13(10), 5604.
- [5] Ελληνική Αστυνομία (2021). Στατιστική Επετηρίδα Ελληνικής Αστυνομίας έτους 2021. Last accessed on 7/10/2022. Retrieved from: <http://www.astynomia.gr/images/stories/2022/files22/epetirida2021.pdf>
- [6] Ακριτίδου, Σ. (2020). Κρίσιμοι παράγοντες επιρροής της χρήσης κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση με δεδομένα από έξυπνα κινητά τηλέφωνα.
- [7] Οικονόμου, Μ. (2020). Η επιρροή στην κυκλοφορία και στην ασφάλεια της χρήσης του διαδικτύου κατά την οδήγηση στην πόλη με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.
- [8] Βαρελά, Α. (2020). Εντοπισμός συμβάντων με βάση τα οδηγικά χαρακτηριστικά σε υπεραστικές οδούς.
- [9] Μπαρδή, Φ. (2020). Κρίσιμοι παράγοντες εντοπισμού οδικών συμβάντων σε αστικές περιοχές
- [10] Yannis, G., Nikolaou, D., Laiou, A., Stürmer, Y. A., Buttler, I., & Jankowska-Karpa, D. (2020). Vulnerable road users: Cross-cultural perspectives on performance and attitudes. *IATSS research*, 44(3), 220-229.
- [11] Pires, C., Torfs, K., Areal, A., Goldenbeld, C., Vanlaar, W., Granié, M. A., ... & Meesmann, U. (2020). Car drivers' road safety performance: A benchmark across 32 countries. *IATSS research*, 44(3), 166-179.

- [12] Σεκαδάκης, Μ. (2020). Συμπεριφορά οδήγησης και χρήση του διαδικτύου στο επαρχιακό δίκτυο με τη χρήση προσομοιωτή οδήγησης.
- [13] NTUA Road Safety Observatory (2019). Road fatalities by transport mode, Greece 2019. Last accessed on 10/7/2022. Retrieved from <https://www.nrso.ntua.gr/road-fatalities-by-transport-mode-greece-2019>.
- [14] Yannis, G. NTUA Transportation Department, (2018). Τροχαία Ατυχήματα Οδική Συμπεριφορά και Ασφάλεια. Last accessed on 10/7/2022. Retrieved from <https://www.nrso.ntua.gr/geyannis/wp-content/uploads/geyannis-cp329.pdf>
- [15] Αργυροπούλου, Α., & Γιαννής, Γ. (2017). Προτυποποίηση της επιρροής της Χρήσης Κινητού Τηλεφώνου στη Συμπεριφορά του Οδηγού Αξιοποιώντας Λεπτομερή Δεδομένα από Αισθητήρες Έξυπνων Κινητών Τηλεφώνων.
- [16] Pouya Kian, M., Asilian Mahabadi, H., Yazdi, S. M., Hajizadeh, E., & Nahvi, A. (2012). Using mobile phone while driving: a simulator study of a dualtask condition. *Iranian Rehabilitation Journal*, 10(1), 31-36.
- [17] Yannis, G., Papadimitriou, E., & Papantoniou, P. (2014). Distracted driving and mobile phone use: Overview of impacts and countermeasures. *Commun. Technol. Road Saf*, 1-23.
- [18] Μαρίνου, Π. Γ. (2012). Η στάση των Ελλήνων οδηγών απέναντι στη χρήση κινητού τηλεφώνου κατά την οδήγηση (Bachelor's thesis).
- [19] Przybyla, J., & Zhou, X. (2008). Cell phone use while driving: a literature review and recommendations. *ResearchGate*, 13, 1-25.
- [20] Dragutinovic, N., & Twisk, D. (2005). Use of mobile phones while driving-effects on road safety: a literature review.