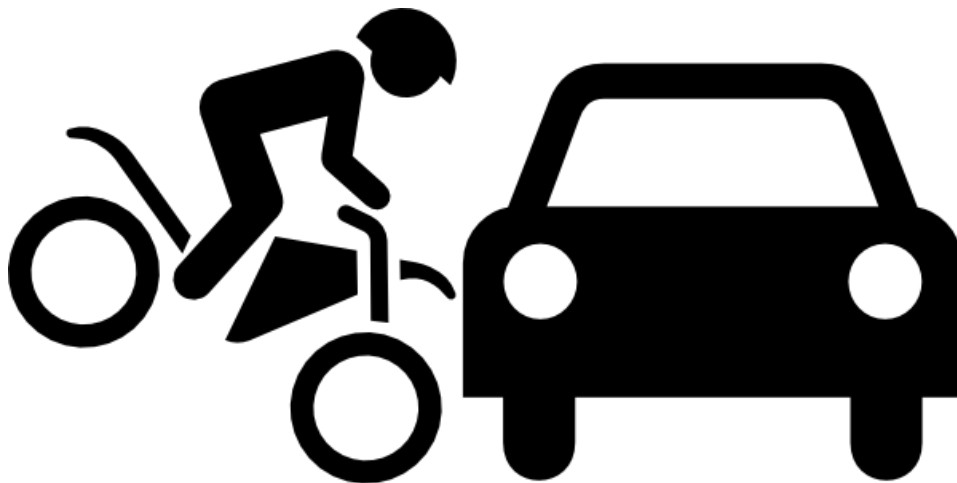




**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ
ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΧΩΡΟΧΡΟΝΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ
ΘΑΝΑΤΟΦΟΡΩΝ
ΤΡΟΧΑΙΩΝ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ GIS: ΝΟΜΟΙ ΤΗΣ
ΕΛΛΑΔΟΣ ΚΑΙ ΔΗΜΟΙ ΤΗΣ
ΑΤΤΙΚΗΣ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2011 - 2015**

Εκπονητής: Μαχαίρας Ηλίας
Αριθμός μητρώου: rs11055
Επιβλέπων καθηγητής: Φώτης, Γ.



Αθήνα, Οκτώβριος 2016

**Τα πράγματα που
διδάσκονται στα
σχολεία και στα
κολέγια δεν είναι
εκπαίδευση, αλλά
μέσα για την
εκπαίδευση.**

Ralph Waldo Emerson,

1803-1884

Ευχαριστίες

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τα άτομα που συνέβαλαν ουσιαστικά στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Αρχικά, τον κ. Φώτη ο οποίος είναι ο επιβλέπων καθηγητής και βοήθησε ουσιαστικά στην υλοποίηση της παρούσας μελέτης καθ' όλα τα στάδια της με τις καθοριστικές παρατηρήσεις και συμβουλές του. Επίσης, ένα μεγάλο ευχαριστώ στον κ. Κεραπτσόγλου για τη συνεισφορά του στη εύρεση δεδομένων. Ακόμα, θέλω να ευχαριστήσω και τα άλλα δύο μέλη της εξεταστικής επιτροπής κ. Βλαστό και κα. Δάρρα αλλά και την οικογένεια μου για την πολύτιμη στήριξη της καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη χωροχρονική ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στον Ελλαδικό χώρο για το διάστημα 2011-2015. Τα επίπεδα μελέτης είναι δύο: ολόκληρη η χώρα με βάση το νομό και η Αττική με βάση το δήμο. Αρχικά, έγινε η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης και για τα δύο επίπεδα ανάλυσης σύμφωνα με διάφορες κατηγοριοποιήσεις που σχετίζονται με το συμβάν και τον αποθανόντα. Για την Αττική, ήταν γνωστές και οι θέσεις των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων και συνεπώς έγινε περαιτέρω ανάλυση με χωρικά εργαλεία αξιοποιώντας τη γεωγραφική πληροφορία. Στη συνέχεια, προσδιορίστηκαν οι μεταβλητές με τις οποίες τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα έχουν συσχέτιση μέσα από την εφαρμογή της ελαχιστοτετραγωνικής παλινδρόμησης (OLS) και της γεωγραφικά σταθμισμένης (GWR) αφού είχε προηγηθεί μια λεπτομερή αναζήτηση με πληθώρα μεταβλητών. Αυτές οι μεταβλητές σχετίζονταν με χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, την κοινωνία, την οικονομία και τις χρήσεις γης. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι οι μεταβλητές που παρουσιάζουν υψηλή συσχέτιση για την Ελλάδα δεν είναι ακριβώς ίδιες με τις αντίστοιχες για την Αττική και επίσης παρουσιάζονται μικρές αλλαγές στην προσαρμογή των μοντέλων σε κάθε έτος του χρονικού διαστήματος μελέτης. Τέλος, παρατίθενται προτάσεις για τη συνέχιση της έρευνας ώστε να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα στο οποίο η Ελλάδα κατέχει υψηλές θέσεις σε σχέση με άλλες χώρες και δυστυχώς πολλοί συμπολίτες μας χάνουν τη ζωή τους κάθε έτος.

Λέξεις-κλειδιά: θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, οδική ασφάλεια, GIS, χωρική ανάλυση

Abstract

The objective of this diploma thesis is the fatal road accidents' spatio-temporal analysis in Greece for the time period 2011-2015. The study levels are two: the whole country by county basis and the county Attica by municipality basis. First of all, present situation for both levels of analysis was examined according to various classifications associated with the event and the deceased. As far as Attica county is concerned, having known the positions of road fatalities, further analysis was performed using spatial tools utilizing the geographic information. Then, the variables with which road fatalities are correlated highly, were determined through the implementation of Ordinary Least Squares (OLS) Regression and Geographically Weighted Regression (GWR), having performed a thorough search with numerous variables before. These variables were related to characteristics of the road network, society, economy and land use. It is noteworthy that the variables that are highly correlated with fatal road accidents, as far as Greece is concerned, are not exactly the same with the counterpart variables for county Attica and there are minor differences in models' adjustment in each year of the study period. Finally, recommendations for further research were suggested in order to address this problem in which Greece holds high positions in relation to other countries, and unfortunately many of our fellow citizens are killed each year.

Key-words: fatal road accidents, road safety, GIS, spatial analysis

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1	Στόχος της διπλωματικής εργασίας	2
1.2	Διάρθρωση της Διπλωματικής Εργασίας	2
1.3	Αναφορές	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ	5
2.1	Γενική Ανασκόπηση	5
2.2	Τα τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα	7
2.3	Βιβλιογραφική Ανασκόπηση	9
2.4	Ανάλυση Σημειακών Δεδομένων	13
2.4.1	Δείκτες Χωρικής Κεντρικότητας	14
2.4.2	Δείκτες χωρικής διασποράς	15
2.4.3	Χωρικά πρότυπα σημειακών κατανομών	16
2.4.4	Ανάλυση Απόστασης από Γειτονικό Σημείο	17
2.5	Ανάλυση Επιφανειακών Δεδομένων	17
2.5.1	Χωρική Αυτοσυσχέτιση	17
2.5.2	Δείκτες	18
2.6	Ανάλυση συσχέτισης	22
2.7	Δείκτης Χωροθέτησης	24
2.8	Ανάλυση Παλινδρόμησης	24
2.8.1	Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση	24
2.8.2	Γεωγραφικά Σταθμισμένη παλινδρόμηση	26
2.9	Αναφορές	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	33
3.1	Μεθοδολογική προσέγγιση	33
3.2	Συλλογή δεδομένων	35
3.3	Τεχνικές Ανάλυσης	35
3.4	Αναφορές	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	ΕΦΑΡΜΟΓΗ	37
4.1	Περιοχή μελέτης και δεδομένα	37
4.2	Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης σε επίπεδο χώρας	38
4.2.1	Αρχική ανάλυση χωρίς κατηγοριοποίηση	40
4.2.2	Ανάλυση βάσει του είδους του θύματος	47
4.2.3	Ανάλυση βάσει της ηλικίας του θύματος	54
4.2.4	Ανάλυση βάσει του είδους του οχήματος	57
4.2.5	Ανάλυση βάσει του χρόνου συμβάντος των περιστατικών	68
4.2.6	Ανάλυση βάσει του οδικού δικτύου	71
4.2.7	Ανάλυση βάσει των αιτιών	75
4.2.8	Ανάλυση βάσει του είδους του ατυχήματος	76

4.2.9	Χωρική Αυτοσυσχέτιση.....	77
4.3	Συσχέτιση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές σε επίπεδο χώρας	81
4.4	Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης για το νομό Αττικής	100
4.4.1	Αρχική Ανάλυση.....	100
4.4.2	Ανάλυση βάσει του είδους του θύματος.....	109
4.4.3	Ανάλυση βάσει της ηλικίας του θύματος	118
4.4.4	Ανάλυση βάσει του είδους οχήματος	122
4.4.5	Ανάλυση βάσει του χρόνου συμβάντος των περιστατικών	127
4.4.6	Ανάλυση βάσει του οδικού δικτύου	131
4.4.7	Ανάλυση βάσει των αιτιών	141
4.4.8	Ανάλυση βάσει του είδους του ατυχήματος	142
4.4.9	Χωρική Αυτοσυσχέτιση.....	145
4.5	Συσχέτιση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές για το νομό Αττικής.....	148
4.6	Συμπεράσματα εφαρμογής.....	168
4.7	Αναφορές	170
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ		173
5.1	Εξαγωγή συμπερασμάτων.....	173
5.2	Προβληματισμοί και Προοπτικές.....	174
5.3	Αναφορές	175
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α		177
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....		181

Κατάλογος Χαρτών

Χάρτης 2.1	Πλήθος αποθανόντων από τροχαία ατυχήματα ανά 10000000 κατοίκους για κάθε χώρα της Ε.Ε. για το έτος 2014.....	8
Χάρτης 4.1	Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά περιφέρεια επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015	41
Χάρτης 4.2	Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015	42
Χάρτης 4.3	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100000 κατοίκους ανά νομό για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015	44
Χάρτης 4.4	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100000 κατοίκους ανά νομό για το διάστημα 2011-2015	45
Χάρτης 4.5	Νομοί κατηγοριοποιημένοι με έναν δείκτη που σχετίζεται ισόποσα με το μέσο όρο, το χρονικό μέσο και το λόγο θετικών προς αρνητικών μεταβολών των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011-2015.....	46
Χάρτης 4.6	Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα με θύμα τον οδηγό για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015.....	48
Χάρτης 4.7	Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα με θύμα πεζό για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015.....	49
Χάρτης 4.8	Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα με θύμα επιβάτη για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015.....	50
Χάρτης 4.9	Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα τον οδηγό και τον πεζό αντίστοιχα σταθμισμένο με το μέσο πληθυσμό του νομού για την περίοδο 2011-2015	51
Χάρτης 4.10	Διαχρονική εξέλιξη του χωροθετικού πηλίκου για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύματα πεζούς προς οδηγούς ανά νομό για το διάστημα 2011-2015.....	52
Χάρτης 4.11	Κατηγοριοποίηση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανάλογα με το είδος του θύματος μόνο για τους νησιωτικούς νομούς της Ελλάδος για την τουριστική περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου.....	54
Χάρτης 4.12	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για τρεις κυρίαρχες ηλικιακές ομάδες του θύματος ανά νομό για το διάστημα 2011 έως και 2015	56

Χάρτης 4.13	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα ηλικίας μεγαλύτερο από 55 χρονών σταθμισμένο με τον πληθυσμό αντίστοιχης ηλικίας ανά νομό για το διάστημα 2011 έως και 2015	57
Χάρτης 4.14	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2011	59
Χάρτης 4.15	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2012	60
Χάρτης 4.16	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2013	60
Χάρτης 4.17	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2014	61
Χάρτης 4.18	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2015	61
Χάρτης 4.19	Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το διάστημα 2011-2015	62
Χάρτης 4.20	Μέσος όρος πλήθους κυκλοφορούντων οχημάτων ανά κατηγορία για κάθε νομό για την περίοδο μελέτης 2011-2015	63
Χάρτης 4.21	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με δίκυκλο ανά 10000 κυκλοφορούντα δίκυκλα για κάθε νομό για την περίοδο 2011-2015	64
Χάρτης 4.22	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 10000 κυκλοφορούντα οχήματα ανά νομό για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015	65
Χάρτης 4.23	Λόγος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο προς τα αντίστοιχα με όχημα ΙΧΕ για τους νομούς της χώρας για το διάστημα 2011-2015	66
Χάρτης 4.24	Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο αλλά και ΙΧΕ αντίστοιχα σταθμισμένο με το μέσο πληθυσμό του νομού για την περίοδο 2011-2015	67
Χάρτης 4.25	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 1000km οδικού δικτύου ανά νομό για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015	74
Χάρτης 4.26	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 1000 km οδικού δικτύου ανά νομό για το διάστημα 2011-2015	75
Χάρτης 4.27	Υπολογισμός Local Moran's I για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για την περίοδο 2011-2015	79
Χάρτης 4.28	Υπολογισμός Local Getis-Ord Gi* για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για την περίοδο 2011-2015	80
Χάρτης 4.29	Πλήθος διασταυρώσεων ανά km ² για κάθε νομό της Ελλάδος	82
Χάρτης 4.30	Ποσοστό μήκους συνολικού οδικού δικτύου, αυτοκινητόδρομου και πρώτης τάξεως για κάθε νομό σε σχέση με όλη την Ελλάδα	83

Χάρτης 4.31	Ποσοστό μήκους αυτοκινητόδρομου, πρώτης και δεύτερης τάξεως για κάθε νομό σε σχέση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του ιδίου νομού84
Χάρτης 4.32	Οι τιμές των υπολοίπων (std residuals) για τους νομούς από την ελαχιστοτετραγωνική παλινδρόμηση για τα περιστατικά του έτους 201190
Χάρτης 4.33	Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τους νομούς για το έτος 201191
Χάρτης 4.34	Οι τιμές των Local R ² και των υπολοίπων από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για το έτος 2011.....92
Χάρτης 4.35	Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τους νομούς για το έτος 2012....94
Χάρτης 4.36	Οι τιμές των Local R ² και των υπολοίπων από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για το έτος 2012.....95
Χάρτης 4.37	Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τους νομούς για το έτος 2013.....97
Χάρτης 4.38	Οι τιμές των Local R ² και των υπολοίπων από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για το έτος 2013.....98
Χάρτης 4.39	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής ανά έτος για το διάστημα 2011-2015 101
Χάρτης 4.40	Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για το διάστημα 2011-2015 102
Χάρτης 4.41	Εφαρμογή Kernel Density για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής ανά έτος και διαχρονικά..... 103
Χάρτης 4.42	Τυπική απόσταση και standard deviational ellipse για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2011-2015 104
Χάρτης 4.43	Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά δήμο Αττικής για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015..... 105
Χάρτης 4.44	Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά δήμο Αττικής για το χρονικό διάστημα 2011-2015..... 106
Χάρτης 4.45	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σταθμισμένο με την έκταση του κάθε δήμου Αττικής για το διάστημα 2011-2015 ανά έτος 107
Χάρτης 4.46	Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το διάστημα 2011-2015 σταθμισμένο με την έκταση του κάθε δήμου Αττικής 108
Χάρτης 4.47	Οι δήμοι της Αττικής κατηγοριοποιημένοι με έναν δείκτη που σχετίζεται ισόποσα με το μέσο όρο, το χρονικό μέσο και το λόγο θετικών προς αρνητικών μεταβολών των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011-2015..... 109
Χάρτης 4.48	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύματα οδηγούς ανά δήμο Αττικής ανά έτος για την περίοδο 2011-2015..... 111
Χάρτης 4.49	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύματα πεζούς ανά δήμο Αττικής ανά έτος για την περίοδο 2011-2015..... 112

Χάρτης 4.50	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύματα πεζούς ανά δήμο Αττικής ανά έτος για την περίοδο 2011-2015.....	113
Χάρτης 4.51	Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα τον οδηγό και τον πεζό αντίστοιχα σταθμισμένο με την έκταση του δήμου για την περίοδο 2011-2015	114
Χάρτης 4.52	Διαχρονική εξέλιξη του χωροθετικού πηλίκου για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύματα πεζούς προς οδηγούς ανά δήμο της Αττικής για το διάστημα 2011-2015	115
Χάρτης 4.53	Χωρικοί μέσοι και ελλείψεις τυπικού σφάλματος για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα οδηγό και πεζό για κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2011-2015.....	118
Χάρτης 4.54	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για δύο κυρίαρχες ηλικιακές ομάδες του θύματος ανά δήμο Αττικής για το διάστημα 2011 έως και 2015	120
Χάρτης 4.55	Διαχρονική εξέλιξη των χωρικών μέσων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για διάφορες ηλικιακές κατηγορίες των θυμάτων.....	122
Χάρτης 4.56	Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά δήμο της Αττικής	124
Χάρτης 4.57	Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο αλλά και ΙΧΕ για την περίοδο 2011-2015 σταθμισμένο με την έκταση του κάθε δήμου.....	125
Χάρτης 4.58	Χωρικοί μέσοι και ελλείψεις τυπικού σφάλματος για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με όχημα ΙΧΕ και δίκυκλο για κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2011-2015.....	126
Χάρτης 4.59	Διαχρονική εξέλιξη των χωρικών μέσων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για διάφορα χρονικά διαστήματα στη διάρκεια της ημέρας.....	129
Χάρτης 4.60	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100km μήκος οδικού δικτύου ανά δήμο Αττικής για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015.....	134
Χάρτης 4.61	Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100km μήκος οδικού δικτύου ανά δήμο Αττικής για το διάστημα 2011-2015	135
Χάρτης 4.62	Αυτοκινητόδρομοι του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένοι με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτούς σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015	138
Χάρτης 4.63	Πρωτεύον οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε	

	αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015	138
Χάρτης 4.64	Δευτερεύον οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015	139
Χάρτης 4.65	Τριτεύον οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015	139
Χάρτης 4.66	Συνολικό οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015	140
Χάρτης 4.67	Διαχρονική εξέλιξη των χωρικών μέσων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για διάφορες αιτίες	142
Χάρτης 4.68	Χωρικοί μέσοι και ελλείψεις τυπικού σφάλματος για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής για τρία είδη ατυχήματος	144
Χάρτης 4.69	Υπολογισμός Local Moran's I και Local Getis-Ord Gi* για δύο διαφορετικές περιπτώσεις θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής ανά δήμο για την περίοδο 2011-2015	147
Χάρτης 4.70	Πλήθος διασταυρώσεων ανά m ² για κάθε δήμο της Αττικής	148
Χάρτης 4.71	Ποσοστό μήκους συνολικού οδικού δικτύου, αυτοκινητόδρομου και πρώτης τάξεως για κάθε δήμο σε σχέση με όλη την Αττική	149
Χάρτης 4.72	Ποσοστό μήκους αυτοκινητόδρομου, πρώτης και δεύτερης τάξεως για κάθε δήμο Αττικής σε σχέση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του ίδιου δήμου	150
Χάρτης 4.73	Οι τιμές των υπολοίπων (std residuals) για τους δήμους από την OLS για τα περιστατικά του έτους 2011	154
Χάρτης 4.74	Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2011	155
Χάρτης 4.75	Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2012	157
Χάρτης 4.76	Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2014	159
Χάρτης 4.77	Οι τιμές των Local R ² των υπολοίπων (std residuals) για τους δήμους της Αττικής από τη GWR για το έτος 2014	160
Χάρτης 4.78	Οι θέσεις μέτρησης κυκλοφοριακού φόρτου και ο ορισμός της περιοχής μελέτης	161
Χάρτης 4.79	Τα πολύγωνα Thiessen για τις θέσεις μέτρησης φόρτου κατηγοριοποιημένα με το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτά για το έτος 2015	162

Χάρτης 4.80	Υπολογισμός Local Moran's I και για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για όλα τα θύματα για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου 164
Χάρτης 4.81	Υπολογισμός Local Moran's I και για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για θύματα οδηγούς και επιβάτες για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου..... 164
Χάρτης 4.82	Υπολογισμός Local Moran's I και για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για θύματα πεζούς για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου 165

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 4.1	Ετήσιες μεταβολές θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011 έως και 2015 38
Πίνακας 4.2	Τα χαρακτηριστικά του τυπικού θανατηφόρου τροχαίου ατυχήματος για το σύνολο της Ελλάδας ανά έτος για την περίοδο 2011 έως και 2015 39
Πίνακας 4.3	Τυπικά θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους για την περίοδο 2011-2015 40
Πίνακας 4.4	Ποσοστά συχνότητας εμφάνισης τεσσάρων τυπικών θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011-2015 40
Πίνακας 4.5	Ποσοστιαίες μεταβολές των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα ανάλογα με το είδος του οχήματος ανά διετία για το διάστημα 2011-2015 58
Πίνακας 4.6	Ποσοστά αιτιών θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το διάστημα μελέτης 2011-2015 75
Πίνακας 4.7	Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Moran's I για τους νομούς για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων..... 77
Πίνακας 4.8	Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Getis-Ord για τους νομούς για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων..... 78
Πίνακας 4.9	Σύνοψη στατιστικών από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα της παλινδρόμησης 85
Πίνακας 4.10	Συσχετίσεις Pearson κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα..... 86
Πίνακας 4.11	Συσχέτιση Spearman του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για κάθε έτος της περιόδου μελέτης 87
Πίνακας 4.12	Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην exploratory regression.. 88
Πίνακας 4.13	Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (νομοί) για το έτος 2011 89
Πίνακας 4.14	Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (νομοί) για το έτος 2012 93

Πίνακας 4.15	Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (νομοί) για το έτος 201396
Πίνακας 4.16	Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης..... 117
Πίνακας 4.17	Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με την ηλικία του θύματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης..... 121
Πίνακας 4.18	Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης..... 126
Πίνακας 4.19	Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με την ώρα του συμβάντος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης..... 128
Πίνακας 4.20	Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής βάσει δύο κύριων κατηγοριοποιήσεων του οδικού δικτύου για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης..... 136
Πίνακας 4.21	Ποσοστά αιτιών θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής για το διάστημα μελέτης 2011-2015 141
Πίνακας 4.22	Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος ατυχήματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης 144
Πίνακας 4.23	Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Moran's I για τους δήμους για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων..... 145
Πίνακας 4.24	Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Getis-Ord για τους δήμους για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων..... 146
Πίνακας 4.25	Σύνοψη στατιστικών από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα της παλινδρόμησης 151
Πίνακας 4.26	Συσχετίσεις Pearson κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην exploratory regression 152
Πίνακας 4.27	Συσχέτιση Pearson του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά δήμο της Αττικής για κάθε έτος της περιόδου μελέτης 153
Πίνακας 4.28	Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (δήμοι Αττικής) για το έτος 2011..... 153
Πίνακας 4.29	Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (δήμοι Αττικής) για το έτος 2012..... 156
Πίνακας 4.30	Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (δήμοι Αττικής) για το έτος 2014..... 160
Πίνακας 4.31	Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Moran's I για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου 163
Πίνακας 4.32	Κατανομή των πολυγώνων των θέσεων μέτρησης φόρτου βάσει του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων, που συνέβησαν

	εντός αυτών, με το φόρτο κυκλοφορίας αλλά και το φόρτο κυκλοφορίας προς την έκταση του εκάστοτε πολυγώνου.....	166
Πίνακας 4.33	Κατανομή των πολυγώνων των θέσεων μέτρησης φόρτου βάσει του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα οδηγό ή επιβάτη, που συνέβησαν εντός αυτών, με το φόρτο κυκλοφορίας αλλά και το φόρτο κυκλοφορίας προς την έκταση του εκάστοτε πολυγώνου	166
Πίνακας 4.34	Κατανομή των πολυγώνων των θέσεων μέτρησης φόρτου βάσει του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα οδηγό ή επιβάτη, που συνέβησαν εντός αυτών, με το φόρτο κυκλοφορίας αλλά και το φόρτο κυκλοφορίας προς την έκταση του εκάστοτε πολυγώνου	166

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2.1	Το πλήθος των τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη από το 2001 έως 2014 και ο επιδιωκόμενος στόχος	6
Διάγραμμα 2.2	Το ποσοστό των αποθανόντων μοτοσικλετιστών σε σχέση με το σύνολο των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κάθε χώρας	7
Διάγραμμα 2.3	Παράδειγμα υπολογισμού των συντελεστών συσχέτισης Pearson και Spearman για τις μεταβλητές X και Y.....	23
Διάγραμμα 3.1	Μεθοδολογικό Πλαίσιο της παρούσας εργασίας	34
Διάγραμμα 4.1	Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος.....	47
Διάγραμμα 4.2	Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με την ηλικία του θύματος.....	55
Διάγραμμα 4.3	Διαχρονική εξέλιξη των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανάλογα με το είδος του οχήματος για την περίοδο 2011-2015	58
Διάγραμμα 4.4	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με την ώρα συμβάντος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015	68
Διάγραμμα 4.5	Πλήθος Θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά εβδομαδιαία ημέρα και ανά έτος για το διάστημα 2011-2015	69
Διάγραμμα 4.6	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά μήνα για το διάστημα 2011-2015.....	70
Διάγραμμα 4.7	Δείκτης τιμών καταναλωτή για τα καύσιμα αυτοκινήτων ανά μήνα για την περίοδο μελέτης 2011-2015	71
Διάγραμμα 4.8	Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015	72

Διάγραμμα 4.9	Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά 100km κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015.....	73
Διάγραμμα 4.10	Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κατηγοριοποιημένα με το είδος του ατυχήματος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015...	76
Διάγραμμα 4.11	Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος για το νομό Αττικής	110
Διάγραμμα 4.12	Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με την ηλικία του θύματος για το νομό Αττικής	119
Διάγραμμα 4.13	Διαχρονική εξέλιξη των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων του νομού Αττικής ανάλογα με το είδος του οχήματος για την περίοδο 2011-2015.....	123
Διάγραμμα 4.14	Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής κατηγοριοποιημένα με την ώρα συμβάντος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015	127
Διάγραμμα 4.15	Πλήθος Θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά εβδομαδιαία ημέρα και ανά έτος για την Αττική για το διάστημα 2011-2015 ..	130
Διάγραμμα 4.16	Σύγκριση Διαχρονικής εξέλιξης θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής και της Ελλάδας ανά μήνα (περίοδος 2011-2015)	131
Διάγραμμα 4.17	Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015.....	132
Διάγραμμα 4.18	Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής ανά 100km κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015	133
Διάγραμμα 4.19	Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του ατυχήματος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015.....	143

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1	Ο αμετάβλητος και ο προσαρμόσιμος τρόπος στάθμισης βαρών για την Γεωγραφικά Σταθμισμένη Πααλινδρόμηση	27
Εικόνα 4.1	Αποτελέσματα από την OLS για το έτος 2011 με μεταβλητές που σχετίζονται με το πλήθος των οχημάτων	99
Εικόνα 4.2	Παράδειγμα από παραγόμενο web χάρτη με διάγραμμα βάσει του είδους των οχημάτων για κάθε νομό για το χρονικό διάστημα μελέτης 2011-2015.....	167
Εικόνα 4.3	Παραδείγματα web χαρτών για το νομό Αττικής.....	168

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή

Ο ραγδαίος ρυθμός αστικοποίησης καθώς και η ταχεία εξάπλωση του οδικού δικτύου οδήγησε στην κατακόρυφη αύξηση του αριθμού των οχημάτων. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση των τροχαίων ατυχημάτων τα οποία στοιχίζουν τη ζωή σε πολλούς ανθρώπους καθώς επίσης προκαλούν και σημαντικούς τραυματισμούς σε άλλους. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι τα τροχαία ατυχήματα αποτελούσαν την όγδοη αιτία θανάτου το 1990 πιο πάνω από την ελονοσία και τον ιό HIV ενώ αναμένεται να καταλάβουν την τρίτη θέση το 2020 (Murray and Lopez, 1997). Στην Ευρώπη τα τροχαία ατυχήματα στοιχίζουν τη ζωή σε 26000 άτομα και άφησαν τραυματίες περισσότερους από 1.3 εκατομμύρια ανθρώπους εν έτει 2013 (European Commission, 2016). Επίσης, προβλέπεται ότι ένα άτομο στα τρία στην Ευρώπη θα τραυματιστεί στη διάρκεια της ζωής του σε τροχαίο ατύχημα. Ακόμα, είναι επιτακτική ανάγκη να τονιστεί ότι τα τροχαία ατυχήματα αποτελούν την πρώτη αιτία θανάτου για άτομα ηλικίας 14-25 ετών στην Ε.Ε (Μπάσπας et al., 2005).

Επίσης, άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι τα τροχαία ατυχήματα έχουν υπερβολικό οικονομικό κόστος γεγονός που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Η Ε.Ε. διαθέτει το ποσό των 160 δισεκατομμυρίων ευρώ ετησίως, το οποίο ισούται με το 2% του συνολικού Α.Ε.Π. της. Για αυτό το λόγο η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει κινητοποιηθεί και επιδιώκει τη δραστική μείωση τους με τη λήψη κατάλληλων μέτρων. Η Ελλάδα έχει από τα υψηλότερα ποσοστά αποθανάτων στην Ε.Ε. το οποίο σημαίνει ότι είναι επιτακτική ανάγκη αυτό το πρόβλημα να επιλυθεί άμεσα.

Πολλοί ερευνητές έχουν ασχοληθεί με τη χωροχρονική ανάλυση αυτού του φαινομένου αλλά και έχουν πραγματοποιήσει μελέτες για να το συσχετίσουν με άλλες παραμέτρους. Οι Anderon (2007) και Ivan and Haidu (2012) έχουν χρησιμοποιήσει διάφορους τρόπους για να εντοπίσουν τις περιοχές που έχουν έντονο πρόβλημα στην περιοχή μελέτης τους όπως το kernel density estimator, το χωρικό μέσο αλλά και τις

ελλείψεις του τυπικού σφάλματος ώστε να αναδείξουν τον τρόπο κατανομής των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στο χώρο. Επίσης, οι [Erdogan \(2009\)](#) και [Prasannakumar et al \(2011\)](#) χρησιμοποίησαν το δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης Moran' I προκειμένου να αναδείξουν τις συγκεντρώσεις υψηλών τιμών του φαινομένου αλλά και να καθορίσουν το χωρικό πρότυπο της κατανομής.

Όσον αφορά στη συσχέτιση των τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές, οι περισσότεροι μελετητές όπως [Erdogan \(2009\)](#), [Hong et al. \(2016\)](#) και [Noland and Quddus \(2004\)](#) έχουν χρησιμοποιήσει την παλινδρόμηση και όσοι πραγματοποίησαν την ανάλυση τους με χρήση GIS χρησιμοποίησαν τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (GWR). Οι μεταβλητές που χρησιμοποίησαν σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, το πλήθος των οχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος τους αλλά και κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.

1.1 Στόχος της διπλωματικής εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη λεπτομερή ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης όσον αφορά στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για τον Ελλαδικό χώρο αλλά και συγκεκριμένα για το νομό Αττικής. Δηλαδή, οι χάρτες που δημιουργήθηκαν έδωσαν μια χωρική προσέγγιση στο πρόβλημα μέσω της οποίας έγιναν αντιληπτές διάφορες χωρικές σχέσεις του φαινομένου στην περιοχή μελέτης. Αν και έχουν γίνει μελέτες για τα τροχαία ατυχήματα με χρήση GIS για τον Ελλαδικό χώρο, είναι πολύ περιορισμένες στην έκταση της περιοχής μελέτης, δηλαδή αναφέρονται μόνο σε κάποιο νομό ή περιφέρεια σε αντίθεση με την παρούσα εργασία. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν μόνο τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα και όχι αυτά που είχαν βαρείς ή ελαφρούς τραυματισμούς. Επίσης, έγινε συσχέτιση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με μια σειρά άλλων μεταβλητών, ώστε να αναδειχθούν παράμετροι που το επηρεάζουν χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της παλινδρόμησης. Το παραπάνω στάδιο υλοποιήθηκε και για τα δύο επίπεδα μελέτης. Οι μεταβλητές ήταν ποικίλες και σχετίζονταν με το οδικό δίκτυο, το είδος των κυκλοφορούντων οχημάτων, την κάλυψη γης αλλά και την κοινωνία.

1.2 Διάρθρωση της Διπλωματικής Εργασίας

Το παρόν σύγγραμμα περιλαμβάνει πέντε κεφάλαια. Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά του απαραίτητου θεωρητικού υποβάθρου όπου διασαφηνίζονται οι έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν και επίσης μελετάται η βιβλιογραφία. Ακόμα, γίνεται λόγος για το πόσο σοβαρό είναι το πρόβλημα των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που λαμβάνουν χώρα στον ελλαδικό χώρο. Το τρίτο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στο μεθοδολογικό πλαίσιο όπου γίνεται ανάλυση της μεθόδου και των εργαλείων που εφαρμόστηκαν προκειμένου να υλοποιηθεί η παρούσα εργασία. Το τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζει την εφαρμογή του μεθοδολογικού πλαισίου και τα σχετικά αποτελέσματα της με τον απαραίτητο σχολιασμό. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα συμπεράσματα της εφαρμογής του μεθοδολογικού πλαισίου και επίσης γίνονται

προτάσεις για συνέχιση της παρούσας μελέτης για περαιτέρω έρευνα ώστε να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων το οποίο ταλανίζει τη χώρα.

1.3 Αναφορές

Anderson, T. (2007). Comparison of spatial methods for measuring road accident 'hotspots': a case study of London. *Journal of Maps*, 3(1), pp.55-63.

Erdogan, S. (2009). Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*, 40(5), pp.341-351.

European Commision, (2016). *Road safety in the European Union: Trends, statistics and main challenges*. 1st ed. [ebook] Brussel: European Commission, Mobility and Transport DG, BE-1049 Brussel, pp.5-24. Available at: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/vademecum_2015.pdf [Accessed 26 Aug. 2016].

Hong, J., Lee, S., Lim, J. and Kim, J. (2016). Application of Spatial Econometrics Analysis for Traffic Accident Prediction Models in Urban Areas. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9.

Ivan, K. and Haidu, I. (2012). The Spatio-Temporal Distribution of road accidents in Cluj Napoca. *Geographia Technica*, 2, pp.32-38.

Murray, C. and Lopez, A. (1997). Global mortality, disability, and the contribution of risk factors: Global Burden of Disease Study. *The Lancet*, 349, pp.1436-1442.

Noland, R. and Quddus, M. (2004). A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis & Prevention*, 36(6), pp.973-984.

Prasannakumar, V., Vijith, H., Charutha, R. and Geetha, N. (2011). Spatio-Temporal Clustering of Road Accidents: GIS Based Analysis and Assessment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 21, pp.317-325.

Μπάσμπας, Σ., Μίντσης, Γ., Ταξιλτάρης, Χ. και Ντεμογιάννη, Σ. (2005). Μέθοδοι Εκτίμησης του Κόστους των Οδικών Τροχαίων Ατυχημάτων. In: *2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Οδοποιίας*. [online] Βόλος, p. 1-12.

Κεφάλαιο 2 Θεωρητικό Υπόβαθρο

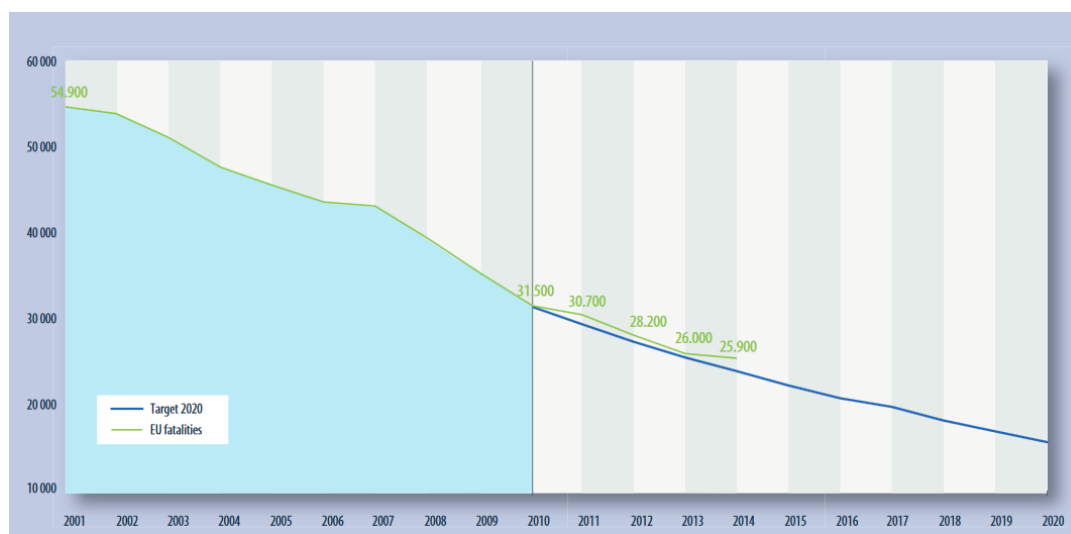
Αυτό το κεφάλαιο είναι πολύ σημαντικό καθώς γίνεται μια γενική ανασκόπηση του θέματος και ο αναγνώστης μπορεί να καταλάβει την αξία μελέτης των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ιδιαίτερα για την Ελλάδα. Επίσης, περιλαμβάνει την παρουσίαση αποτελεσμάτων από έρευνες συναφείς με το αντικείμενο της παρούσας εργασίας μέσω της μελέτης της βιβλιογραφίας. Τέλος, αναλύονται οι τεχνικές και τα χωρικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια της εργασίας.

2.1 Γενική Ανασκόπηση

Τα τροχαία ατυχήματα ταλανίζουν την Ευρώπη και πρέπει να αντιμετωπιστούν άμεσα καθώς στοιχίζουν τη ζωή σε πολλούς ανθρώπους ετησίως και επίσης αφήνουν πολλούς τραυματίες με κάποιο βαθμό αναπηρίας. Στο παρακάτω διάγραμμα 2.1 παρουσιάζεται το πλήθος των τροχαίων ατυχημάτων από το 2001 έως το 2014 στην Ευρώπη και ο επιδιωκόμενος στόχος για τη δραστική μείωση τους το 2020. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση σχεδόν 25700 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα συνέβησαν το 2014 και μειώθηκαν κατά 1% σε σχέση με το 2013. Άξιο μνείας είναι το γεγονός ότι μετά τον καθορισμό του στόχου μείωσης το 2010 το πλήθος των τροχαίων υπερέβη τα επιθυμητά ποσά για 4 χρόνια εφαρμογής 2011-2014.

Τα οδικά τροχαία ατυχήματα κατατάσσονται ανάλογα με τη σοβαρότητα τους σε: θανατηφόρα, ατυχήματα με σωματικές βλάβες και ατυχήματα με υλικές ζημιές μόνο. Είναι σημαντικό, επίσης να γίνει αναφορά στο διαφορετικό ορισμό του θανάτου στις διάφορες χώρες. Παλιότερα, στην Ελλάδα ο θάνατος καταγραφόταν μόνο στον τόπο του ατυχήματος ενώ η καταγραφή του θανάτου τείνει να καθιερωθεί διεθνώς και αυτού που συνέβη εντός 30 ημερών από την ημέρα του ατυχήματος αλλά στο νοσοκομείο (Φραντζεσκάκης and Γκόλιας, 1994).

Διάγραμμα 2.1 Το πλήθος των τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη από το 2001 έως 2014 και ο επιδιωκόμενος στόχος



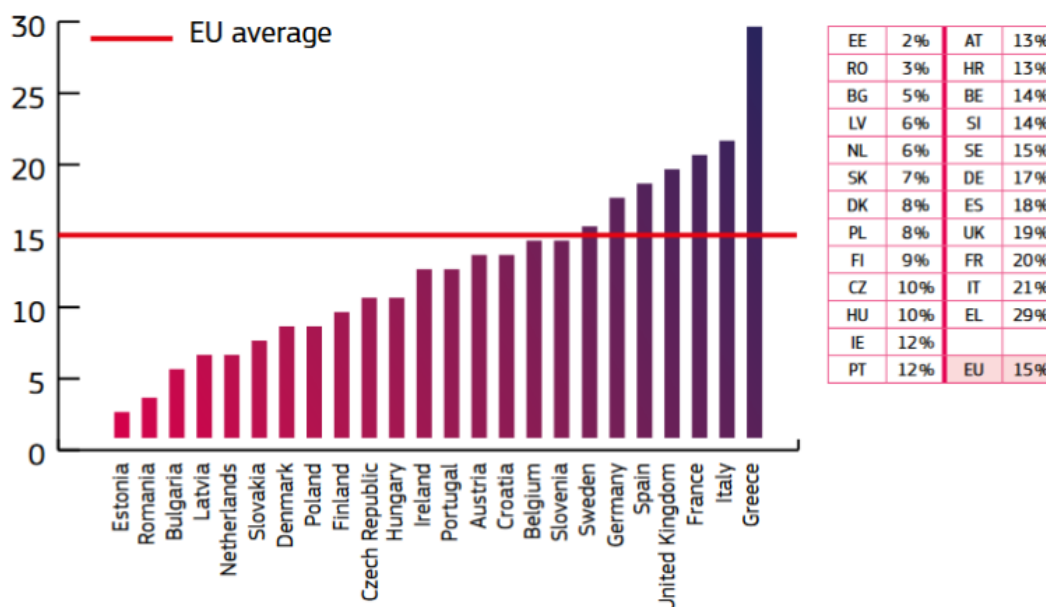
Πηγή: ec.europa.eu (2014)

Όσον αφορά στους παράγοντες οι οποίοι παίζουν καθοριστικό ρόλο στα τροχαία ατυχήματα είναι οι ακόλουθοι με αυξανόμενη σπουδαιότητα: το όχημα, η οδός, το περιβάλλον, και οι χρήστες της οδού (Φραντζεσκάκης and Γκόλιας, 1994). Ελάχιστα ατυχήματα οφείλονται σε μηχανική βλάβη του οχήματος ή σε βλάβες λόγω της ανεπαρκούς συντήρησης του. Ωστόσο, η κατασκευή ασφαλέστερων οχημάτων αλλά και η περιοδική συντήρησή τους μέσω των κατάλληλων ελέγχων είναι επιβεβλημένη. Επίσης, η οδός και το περιβάλλον μπορεί να αποτελέσουν το αίτιο για ένα τροχαίο ατύχημα. Πιο συγκεκριμένα, τα ανεπαρκή γεωμετρικά χαρακτηριστικά της οδού όπως λωρίδες κυκλοφορίας και ερείσματα με ανεπαρκές πλάτος, ανεπαρκής σήμανση και φωτισμός αλλά και δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες είναι μερικές αιτίες πρόκλησης τροχαίου ατυχήματος. Για την αντιμετώπιση των παραπάνω καταστάσεων απαιτείται σωστή μελέτη και κατασκευή του νέου οδικού δικτύου αλλά και πρόταση βελτιώσεων για το υφιστάμενο οδικό δίκτυο όπου συμβαίνουν ατυχήματα με αυτά τα αίτια. Τέλος, ο πιο κρίσιμος παράγοντας για τα οδικά ατυχήματα είναι ο άνθρωπος είτε ως οδηγός, επιβάτης ή πεζός καθώς η παραβίαση των κανόνων οδικής ασφάλειας, όπως μέθη και μη τήρηση της σήμανσης, αποτελεί κύρια αιτία τροχαίων ατυχημάτων. Η μείωση της επίδρασης αυτού του παράγοντα μπορεί να επιτευχθεί μέσα από την κατάλληλη εκπαίδευση και ενημέρωση των οδηγών και των πεζών για την συμμόρφωσή τους με τον Κώδικα Οδικής Κυκλοφορίας (Κ.Ο.Κ.). Επίσης, οι τακτικοί έλεγχοι και η αυξημένη αστυνόμευση μπορούν να συνδράμουν σε αυτό το έργο.

Ακόμα, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι τα υψηλότερα ποσοστά θανάτων από μοτοσυκλέτες λαμβάνουν χώρα στην Ελλάδα σε σχέση με τις άλλες χώρες της Ε.Ε. ενώ το 94% των αποθανόντων της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι άντρες για όλη την Ευρώπη εν έτει 2014 (European Commission, 2016). Στο παρακάτω διάγραμμα 2.2 εκτίθεται το ποσοστό των αποθανόντων μοτοσυκλετιστών σε σχέση με το σύνολο των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της κάθε χώρας και οι χώρες Εσθονία και

Ρουμανία έχουν τα χαμηλότερα ποσοστά. Τέλος, 22% του συνόλου των αποθανόντων στην Ε.Ε. για το έτος 2013 ήταν πεζοί και επίσης πρέπει να τονιστεί ότι οι ηλικιωμένοι και οι γυναίκες ως πεζοί διατρέχουν μεγαλύτερο κίνδυνο από άλλες κατηγορίες (European Commission, 2016).

Διάγραμμα 2.2 Το ποσοστό των αποθανόντων μοτοσικλετιστών σε σχέση με το σύνολο των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κάθε χώρας



Πηγή: European Commission (2016)

2.2 Τα τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι ανάμεσα στις χώρες με τα χειρότερα στατιστικά στα τροχαία ατυχήματα με ένα από τα από τα υψηλότερα ποσοστά αποθανόντων στην Ε.Ε. Ταυτόχρονα, η Ελλάδα κατέγραψε μια σημαντική μείωση των νεκρών από τροχαία ατυχήματα της τάξεως του 45% την περίοδο 2009-2015 η οποία ήταν και η μεγαλύτερη ανάμεσα στις χώρες της Ε.Ε. (Yannis and Laiou, 2014). Στον παρακάτω χάρτη 2.1 παρουσιάζεται το πλήθος των αποθανόντων από τροχαία ατυχήματα ανά 1,000,000 κατοίκους όπου οι χώρες Λετονία, Ρουμανία και Βουλγαρία είχαν τα υψηλότερα ποσοστά για το 2014. Πρέπει να αναφερθεί ότι η Σουηδία, η Ολλανδία, η Μάλτα και το Ηνωμένο Βασίλειο είχαν τα χαμηλότερα ποσοστά στην Ε.Ε. (30 ανά 1,000,000 κατοίκους) ενώ ο μέσος όρος για όλη την Ευρώπη είναι 51 (European Commission, 2016).

Ωστόσο, πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη και το κόστος αυτού του προβλήματος, ιδιαίτερα αυτήν την περίοδο της οικονομικής ύφεσης. Το οικονομικό και κοινωνικό κόστος για την Ελλάδα λαμβάνοντας υπόψη τους νεκρούς, τους τραυματίες και τις υλικές ζημιές των καταγεγραμμένων οδικών ατυχημάτων ξεπερνά τα 3 δισεκατομμύρια €, ενώ αν υπολογιζόταν ο πραγματικός αριθμός των παθόντων αλλά και των περιστατικών με μόνο υλικές ζημιές το κόστος θα τριπλασιαζόταν (Yannis and

Laiou, 2014). Για τον υπολογισμό του κόστους των τροχαίων ατυχημάτων υπάρχουν τρεις τρόποι υπολογισμού: (i) Κόστος αποκατάστασης (cost of restitution), (ii) Ανθρώπινο κεφάλαιο (human capital approach) (iii) η προθυμία για πληρωμή (willingness to pay approach) οι οποίοι δε θα αναφερθούν περαιτέρω.

Χάρτης 2.1 Πλήθος αποθανόντων από τροχαία ατυχήματα ανά 10000000 κατοίκους για κάθε χώρα της Ε.Ε. για το έτος 2014



Πηγή: European Commission (2016)

Ακόμα, ένα άλλο χαρακτηριστικό των Ελλήνων οδηγών είναι ότι δεν καταλαβαίνουν ότι η ταχύτητα και η ασφάλεια δεν μπορούν να συνυπάρξουν και οδηγούν επιθετικά σε ταχύτητες οι οποίες δεν είναι κατάλληλες για τις υπαρκτές συνθήκες κυκλοφοριακής κίνησης, πιστεύοντας ότι τα τροχαία ατυχήματα θα συμβούν μόνο στους άλλους και ποτέ σε αυτούς (Yannis, Laiou and Evgenikos, 2014). Σε αυτό το σημείο κρίσιμο είναι να αναφερθούν τα αίτια που οδηγούν σε τροχαία ατυχήματα στην Ελλάδα όπου τα κυριότερα είναι η υπερβολική ταχύτητα, τα υψηλά ποσοστά μοτοσυκλετιστών που κυκλοφορούν, η μη χρήση ζώνης ασφαλείας αλλά και κράνους, η οδήγηση υπό την επιρροή του αλκοόλ, η χρήση του κινητού τηλεφώνου, η μη ύπαρξη οδικής παιδείας καθώς και οι ανεπαρκείς οδικές υποδομές και η μη κατάλληλη

συντήρηση των υπαρχόντων (Yannis, Laiou and Evgenikos, 2014). Συνεπώς, τα αίτια είναι ποικίλα και πρέπει να καταπολεμηθούν σε βάθος ώστε να μειωθεί αυτό το πρόβλημα που στοιχίζει πολλές ανθρώπινες ζωές.

Επίσης, ένα άλλο σημαντικό στατιστικό που αφορά το ποσοστό των αλλοδαπών παθόντων σε οδικά ατυχήματα στην Ελλάδα είναι ότι αυτό είναι αυξημένο στα Ιόνια νησιά, στα νησιά του νοτίου Αιγαίου και στην Κρήτη το οποίο συσχετίζεται με την έλευση τουριστών (Γιαννής and Φώλλα, 2016). Τέλος, είναι κρίσιμο να αναφερθεί ότι το ποσοστό των αποθανόντων πεζών από τροχαία ατυχήματα στη χώρα δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό σε σχέση με άλλες χώρες της Ε.Ε όπως Ρουμανία και Λετονία.

Επιπρόσθετα, είναι κρίσιμο να αναφερθεί ο ρόλος των GIS στο ζήτημα των τροχαίων ατυχημάτων και ο τρόπος συνεισφοράς του στην άρτια έρευνα. Με την ταχύτητα εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων, η εφαρμογή των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφορικής (Geographic Information System) με ψηφιακή απεικόνιση της περιοχής μελέτης και με δημιουργία σχετικής βάσης δεδομένων η οποία περιέχει όλα τα απαραίτητα στοιχεία (πλήθος ατυχημάτων, χαρακτηριστικά οδικού δικτύου κ.α.), η ανάλυση και ο εντοπισμός των επικίνδυνων θέσεων διευκολύνονται αρκετά (Φραντζεσκάκης and Γκόλιας, 1994). Επίσης, η χρήση του GIS προσφέρει σημαντικά καθώς δίνει τη δυνατότητα να αναγνωριστούν παράγοντες οι οποίοι δεν είναι αξιοσημείωτοι όταν χρησιμοποιούνται οι συμβατικοί μέθοδοι της στατιστικής ανάλυσης (Baraklanios et al., 2012). Τα παραπάνω πλεονεκτήματα αξιοποίησε η παρούσα εργασία. Στη συνέχεια, γίνεται λεπτομερή αναφορά στην υπάρχουσα βιβλιογραφία μέσω της οποίας θα καθοριστεί η προσέγγιση που θα ακολουθήσει η παρούσα μελέτη.

2.3 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Σε αυτό το σημείο είναι πολύ σημαντικό να γίνει η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας έτσι ώστε να τονιστούν οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε αυτό το ζήτημα από άλλους ερευνητές. Αναζητήθηκαν επιστημονικές μελέτες, έρευνες και άρθρα τόσο σε ελληνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο έτσι ώστε να αποφασιστεί η μεθοδολογία που θα ακολουθηθεί για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας.

Οι Mahmud and Zarrinbashar (2008) ανέπτυξαν το σύστημα IRAS (Intelligent Road Accident System) μέσω του οποίου η αστυνομία της Μαλαισίας θα μπορεί να επιβλέπει τα τροχαία ατυχήματα σε real-time. Το σύστημα είναι βασισμένο σε G.I.S. αλλά και σε τεχνολογίες που σχετίζονται με τις τηλεπικοινωνίες καθώς χρησιμοποιεί Wimax και GPRS για τη μεταφορά των δεδομένων στο κέντρο ελέγχου. Επίσης, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι προσφέρει καλύτερη καταγραφή των συμβάντων, δυνατότητα χωρικών ερωτήσεων, παρουσίαση διαγραμμάτων αλλά και ένα προχωρημένο περιβάλλον χρήσης (user interface).

Όσον αφορά στην ανάλυση του φαινομένου η Anderson (2007) εντόπισε τα σημεία όπου λαμβάνουν χώρα πολλά τροχαία ατυχήματα στο βόρειο Λονδίνο με τους

παρακάτω τρεις τρόπους: σε επίπεδο διοικητικής ενότητας με το άθροισμα των περιστατικών εντός αυτής, σε επίπεδο οδικού τμήματος και τέλος δημιουργώντας μια επιφάνεια πυκνότητας των τροχαίων ατυχημάτων αφού αυτά χρησιμοποιήθηκαν ως σημεία, μέσω του kernel density estimator. Επίσης, η εφαρμογή του kernel density estimator δεν είναι πλήρως επιτυχημένη καθώς τα τροχαία ατυχήματα έχουν τον περιορισμό να βρίσκονται πάνω στο οδικό δίκτυο και όχι σε οποιαδήποτε σημείο του χώρου σε αντίθεση με τον εντοπισμό hot spots για εγκλήματα (Anderson, 2007). Κάθε μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε έδωσε μια διαφορετική εικόνα για το πρόβλημα έχοντας πλεονεκτήματα αλλά και μειονεκτήματα. Ακόμα, όσον αφορά στην παρουσίαση του προβλήματος, οι Ivan and Haidu (2012) χρησιμοποίησαν το χωρικό μέσο των τροχαίων ατυχημάτων για το χρονικό διάστημα 2010 έως και Μάιο του 2012 για την πόλη Cluj-Napoca της βορειοδυτικής Ρουμανίας προκειμένου να εντοπιστεί το σημείο το οποίο αντιπροσωπεύει την κατανομή. Υπολόγισαν και την τυπική απόσταση αυτών όπως και την έλλειψη τυπικού σφάλματος η οποία έδειξε ότι η κατανομή των περιστατικών είναι κατά μήκος του κυρίου οδικού δικτύου. Μια άλλη προσέγγιση πραγματοποιήθηκε από τους Molla et al (2014) για τον εντοπισμό των hot spots στις κομητείες της βόρειας Ντακότα για τα διάστημα 2001-2010, οι οποίοι χρησιμοποίησαν τη μέθοδο Kriging και παράγααν μια επιφάνεια πρόβλεψης για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα αφού πρώτα λογαρίθμησαν το μοντέλο για να εξαλείψουν τη λοξότητα που παρουσίαζαν τα δεδομένα.

Ακόμα, άξια μνείας είναι η μεθοδολογία που ακολούθησε ο Erdogan (2009) όπου υπολογίστηκε το ποσοστό των συνολικών ατυχημάτων αλλά και μόνο των θανατηφόρων για κάθε επαρχιακό διαμέρισμα της Τουρκίας σε σχέση με τον αριθμό των κατοίκων του όπως επίσης και με τον αριθμό των αδειών οδήγησης μοτοσυκλετών και αυτοκινήτων που έχουν εκδοθεί σε αυτό. Με αυτό τον τρόπο έγινε κανονικοποίηση των δεδομένων η οποία ήταν απαραίτητη ώστε να παραχθούν ορθά αποτελέσματα καθώς τα επαρχιακά διαμερίσματα της Τουρκίας είναι ανομοιογενή. Επίσης, υπολόγισε τους γενικούς δείκτες Moran's I και Geary's c αλλά και τους αντίστοιχους τοπικούς οι οποίοι έδειξαν τη συγκέντρωση των τροχαίων ατυχημάτων. Επίσης, παρατήρησε ότι το μήκος των αυτοκινητόδρομων έχει σημαντική επίδραση στον αριθμό των ατόμων που τραυματίζονται αλλά των αποθανόντων μέσα από την εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης (G.W.R). Επίσης, παράμετροι που σχετίζονται με το πλήθος των λεωφορείων και των φορτηγών δεν ήταν σημαντικοί σε αντίθεση με την πυκνότητα πληθυσμού που ήταν υψηλή για τα διαμερίσματα τα οποία αντιμετώπιζαν οξύ πρόβλημα. Επιπλέον, για την ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων για την πόλη Αφιόν Καραχισάρ της Τουρκίας, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Kernel Density Analysis η οποία υπολόγισε την πυκνότητα των ατυχημάτων κατά μήκος του αυτοκινητοδρόμου (Erdogan et al., 2007). Στην ίδια μελέτη, διαπιστώθηκε ότι τα ποσοστά των τροχαίων ατυχημάτων είναι υψηλότερα τις ημέρες του Σαββατοκύριακου και όσον αφορά στην ώρα του συμβάντος, αν και πολλά τροχαία ατυχήματα συμβαίνουν το απόγευμα, τα περισσότερα θανατηφόρα συμβαίνουν τα μεσάνυχτα. Σε μια άλλη σημαντική μελέτη, η οποία έγινε για την πόλη Thiruvananthapuram της Ινδίας για το 2008, καθώς συμβαίνουν πολλά τροχαία ατυχήματα λόγω της ταχείας ανάπτυξης της, οι

[Prasannakumar et al. \(2011\)](#) χρησιμοποίησαν τους δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης (γενικό δείκτη Moran's I και τοπικό δείκτη Getis Ord G^* για δύο χρονικές περιόδους (περίοδο μουσώνων και όχι) και εντόπισαν τα σημεία όπου το πρόβλημα είναι έντονο.

Επιπρόσθετα, οι [Aguero-Valverde and Jovanis \(2006\)](#) στη μελέτη τους για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα αλλά και αυτά στα οποία υπήρχε τραυματισμός για την περιοχή της Πενσυλβάνια, διαπίστωσαν ότι οι τιμές των συντελεστών από τις μεταβλητές που σχετίζονται με το σύστημα μεταφορών είναι σημαντικές και προσεγγίζουν σημαντικά τις τιμές από το μοντέλο της Αρνητικής Διωνυμικής Κατανομής (Negative Binomial Distribution) η οποία συμπίπτει με το ομαδοποιημένο πρότυπο. Επίσης, στην ίδια μελέτη διαπίστωσαν ότι η ηλικιακή ομάδα κατοίκων ηλικίας μικρότερης από 15 ετών έχει συσχέτιση με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ενώ κάποιες άλλες όχι (ηλικίας 65+).

Ακόμα, στη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους [Hong et al. \(2016\)](#) για την πόλη της Σεούλ χωρισμένη βάσει των διοικητικών της διαιρέσεων, για τα τροχαία ατυχήματα του έτους 2010 αναδείχθηκαν οι σχέσεις τους με πλήθος μεταβλητών που ήταν κοινωνικό-οικονομικές αλλά και άλλες που αφορούσαν χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου και της οδικής ασφάλειας. Αναλυτικότερα, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει αρνητική σχέση ανάμεσα στα τροχαία ατυχήματα και το πλήθος των εμποδίων περιορισμού ταχύτητας (σαμαράκια-speed humps) που βρίσκονται σε κάθε δήμο όπως και με το πλήθος των διαβάσεων πεζών που χρησιμοποιούν ακουστικά σήματα.

Ακόμα, άξιες αναφοράς είναι οι μελέτες που έχουν γίνει για να συσχετίσουν την πιθανότητα να συμβεί ένα τροχαίο ατύχημα με την καθημερινή κυκλοφοριακή κίνηση του οδικού δικτύου. Οι [Sabel et al. \(2005\)](#) δημιούργησαν ένα σχετικό διάγραμμα για τη Νέα Ζηλανδία για το διάστημα μελέτης 2000-2004, από το οποίο προκύπτει ότι υπάρχει μια τάση στους αυτοκινητόδρομους υψηλής κυκλοφορίας και στους μικρότερους δρόμους χαμηλής κυκλοφορίας να συμβαίνουν λιγότερα ατυχήματα σε σχέση με αυτά που συμβαίνουν στις οδικές αρτηρίες ενδιάμεσης ροής.

Επίσης, οι [Matkan et al. \(2011\)](#) χρησιμοποίησαν τα γενικευμένα γραμμικά μοντέλα (Generalised Linear Models) για να συσχετίσουν τα οχηματοχιλιόμετρα (Vehicle Kilometers Traveled-VKT) και τις ζώνες κυκλοφοριακών δεδομένων (Traffic Analysis Zones-TAZ) με τον αριθμό των συγκρούσεων που συμβαίνουν στην πόλη Mashhad του Ιράν. Η υψηλότερη συσχέτιση υπήρξε με τη μεταβλητή των οχηματοχιλιομέτρων και αποφάνθηκε μέσω της συγκεκριμένης μελέτης ότι μπορεί να προβλέψει ικανοποιητικά τα τροχαία ατυχήματα. Ακόμα, εφάρμοσαν τη γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση Poisson (GWPR) η οποία είχε καλύτερα αποτελέσματα από την προηγούμενη μέθοδο (συγκεκριμένα κατά 17%) και η οποία δείχνει ότι οι τιμές των μεταβλητών διαφέρουν αρκετά στο χώρο.

Μια άλλη σημαντική εργασία για τη συσχέτιση μιας σειράς παραγόντων με τα τροχαία ατυχήματα έγινε από τους [Noland and Quddus \(2004\)](#) για όλη την Αγγλία ανά εκλογικό διαμέρισμα Αν και στη συγκεκριμένη χώρα λαμβάνουν χώρα πολύ λίγα

ατυχήματα σε σχέση με άλλες, γίνονται προσπάθειες να μειωθούν και άλλο. Μερικές από τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου όπου διαπιστώθηκε ότι οι δρόμοι πρώτης και δεύτερης κατηγορίας είχαν συσχέτιση με τα τροχαία ατυχήματα. Μεγαλύτερη συσχέτιση είχαν για τροχαία ατυχήματα με ελαφρούς αλλά και βαρείς τραυματισμούς. Αυτό πιθανότατα οφείλεται στο γεγονός ότι σε αυτούς τους δρόμους συχνά υπερβαίνονται τα επιτρεπτά όρια ταχύτητας αλλά και η αλληλεπίδραση των οχημάτων τείνει να είναι μεγαλύτερη (Noland and Quddus, 2004). Οι αυτοκινητόδρομοι ήταν σχετικά πιο ασφαλείς παρά το γεγονός ότι σε αυτούς τα όρια ταχύτητας είναι μεγαλύτερα (Noland and Quddus, 2004). Στην ίδια μελέτη συσχετίστηκαν τα τροχαία ατυχήματα με την πυκνότητα διασταυρώσεων (junctions and roundabouts) και διαπιστώθηκε συσχέτιση μόνο με τους ελαφρούς τραυματισμούς. Επιπλέον, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι δημιουργήθηκε ένας δείκτης στέρησης ο οποίος έδειχνε το πόσο υποανάπτυκτο είναι το εκλογικό διαμέρισμα ο οποίος αποτελείται από βάρη που σχετίζονται με το εισόδημα, την απασχόληση, την εκπαίδευση, τις υπηρεσίες παροχής υγείας, τη στέγαση και τη γεωγραφική πρόσβαση σε υπηρεσίες. Από τη συγκεκριμένη μελέτη αποδείχθηκε ότι περιοχές με υψηλή τιμή αυτού του δείκτη έχουν αυξημένη συσχέτιση με τα τροχαία ατυχήματα με ελαφρούς αλλά και βαρείς τραυματισμούς.

Επίσης, επειδή οι αναπτυσσόμενες χώρες όπως η Ινδία αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα έχει πραγματοποιηθεί μια λεπτομερή ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης στην πόλη Dehadrun της βόρειας Ινδίας για το χρονικό διάστημα 1998-2002 από τους Ghosh, Parida and Uraon (2004) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι 7/10 τροχαία ατυχήματα οδηγούν είτε σε θάνατο είτε σε βαρύ τραυματισμό όπως και επίσης ότι το μήνα Μάιο σημειώνονται τα περισσότερα περιστατικά, πιθανότατα λόγω της αθρόας έλευσης τουριστών και του γεγονότος ότι η συγκεκριμένη πόλη αποτελεί δίοδο για τουριστικές περιοχές της χώρας. Ακόμα, μία άλλη αναπτυσσόμενη χώρα η οποία αντιμετωπίζει έντονο πρόβλημα είναι η Νιγηρία και ο Adebayo (2015) μέσα από δεδομένα της περιόδου 1960-2012 για να αναδείξει τις πολιτείες (states) που πλήττονται περισσότερο, στάθμισε τα τροχαία ατυχήματα ανά 100000 κατοίκους και εντόπισε ότι σε αυτές εντάσσονται η νυν πρωτεύουσα της, Αμπούζα αλλά και η πρώην, Λάγος.

Όσον αφορά στις καιρικές συνθήκες, αρκετές μελέτες έχουν γίνει προκειμένου να αναδείξουν τη σχέση τους με τα τροχαία ατυχήματά. Μία από αυτές πραγματοποιήθηκε από τους Habibi Nokhndan et all (2008) για το Ιράν και συσχέτισε τις βροχοπτώσεις, τις χιονοπτώσεις, την ομίχλη αλλά και τη χαμηλότερη θερμοκρασία ανά μήνα του έτους μέσω της πολλαπλής παλινδρόμησης και διαπίστωσαν ότι οι πιθανότητες να συμβεί ένα τροχαίο ατύχημα είναι περισσότερες όταν η βροχόπτωση είναι χαμηλή και το οδόστρωμα γίνεται ολισθηρό. Συγκεκριμένα, περισσότερα τροχαία ατυχήματα λαμβάνουν χώρα στο βόρειο τμήμα της χώρας που ο καιρός είναι υγρός παρά στον νότιο που το κλίμα είναι ξηρό και οι βροχοπτώσεις είναι πολύ λιγότερες. Επίσης, από μια άλλη σημαντική έρευνα η οποία έγινε από τους Hayat et all (2013) για τρεις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Γαλλία, Ολλανδία και Ελλάδα) για δεδομένα 15 ετών (1985-2000), διαπιστώθηκε ότι η βροχόπτωση σχετίζεται θετικά με τα τροχαία

ατυχήματα με τραυματισμό, για τη Γαλλία και την Ολλανδία αλλά όχι για την Ελλάδα ενώ όσον αφορά στη θερμοκρασία και πάλι υπήρχε θετική συσχέτιση και για τις τρεις χώρες απλά για την Ελλάδα ίσχυε μόνο για την περίοδο του χειμώνα.

Οι μελέτες που έχουν γίνει για αυτό το αντικείμενο μελέτης στον ελλαδικό χώρο δεν είναι πάρα πολλές αλλά είναι αξιόλογες. Οι Baraklanios et al. (2012) πραγματοποίησαν ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων για την πόλη της Βέροιας αλλά και για ένα τμήμα της Εγνατίας οδού με χρήση του GIS και εφήρμοσαν τη μέθοδο kernel density estimator για να παραχθεί ένας raster χάρτης που θα απεικονίζει πόσο πυκνά είναι τα τροχαία ατυχήματα. Ακόμα, τα περιστατικά στην Εγνατία οδό παρουσιάστηκαν αθροιστικά ως σημεία για να εντοπιστούν τα black spots. Επίσης, μια προσέγγιση για τη μελέτη των τροχαίων ατυχημάτων έγινε από τον Σπανάκη (2013) μέσα από μια πολυεπίπεδη διερεύνηση για τα χαρακτηριστικά των οδικών ατυχημάτων για τριάντα ελληνικές πόλεις για το διάστημα 2006-2010 όπου διαπιστώθηκε ότι ο αριθμός των νεκρών αυξάνεται σημαντικά από την έλλειψη νυχτερινού φωτισμού στο οδικό δίκτυο ενώ μειώνεται αρκετά με την ύπαρξη κεντρικής νησίδας. Μια άλλη μελέτη από τους Γιαννής et al. (2006) που αφορούσε την επικινδυνότητα οδηγών ΙΧ και δίκυκλων έδειξε ότι η επικινδυνότητα νέων ηλικιακά οδηγών (18-24 ετών) ΙΧΕ είναι 3 φορές μεγαλύτερη από τη μέση τιμή ενώ για τους οδηγούς μοτοσυκλετών είναι 5 φορές μεγαλύτερη. Ακόμα, η επικινδυνότητα των δίκυκλων σε σχέση με τα ΙΧ εντός κατοικημένης περιοχής είναι 6 έως 12 φορές μεγαλύτερη, ενώ εκτός κατοικημένης περιοχής είναι 10-14 φορές μεγαλύτερη (Γιαννής et al., 2006). Ακόμα, οι καλές καιρικές συνθήκες αυξάνουν την σοβαρότητα των τροχαίων ατυχημάτων και για τα αυτοκίνητα και για τις μοτοσυκλέτες και επίσης πρέπει να τονιστεί ότι στα τροχαία ατυχήματα που λαμβάνουν χώρα τη νύχτα με καλές καιρικές συνθήκες η σοβαρότητα είναι αυξημένη όταν συμπεριλαμβάνονται στο ατύχημα μοτοσυκλέτες σύμφωνα με μελέτη από τους Yannis, Theofilatos and Pispiringos (2016) για δεδομένα από την ελληνική επικράτεια για την περίοδο μελέτης 2004-2008.

2.4 Ανάλυση Σημειακών Δεδομένων

Το κεφάλαιο αυτό αναφέρεται στις διάφορες μεθόδους ανάλυσης του χώρου οι οποίες εστιάζουν στον τρόπο με τον οποίο είναι κατανομημένο το φαινόμενο ή πρόβλημα στην περιοχή μελέτης. Σε αυτό το σημείο ωστόσο, θεωρείται σκόπιμο να τονιστούν οι βασικοί δείκτες που περιγράφουν την χωρική κατανομή των σημείων. Οι τρόποι παρουσίασης των παρατηρήσεων διαφέρουν από αυτούς των βιβλίων στατιστικής οι οποίοι χρησιμοποιούν μη χωρικά στοιχεία καθώς όλες οι παρατηρήσεις αναφέρονται στην ίδια θέση. Τα στοιχεία ενός δείγματος μπορούν να παρασταθούν από πληθώρα τρόπων σύμφωνα με μεθόδους στατιστικής, ωστόσο αυτή η ανάλυση είναι μη-χωρική και δεν είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τους γεωγράφους ερευνητές οι οποίοι ενδιαφέρονται για τη μεταβλητότητα της θέσης (Φώτης, 2009).

Σε αντίθεση με μη τις χωρικές κατανομές, οι χωρικές έχουν δομή πολλαπλών μεταβλητών. Η κατανομή είναι δι-μεταβλητή στην πιο απλή περίπτωση όπου τα σημεία απεικονίζονται σε έναν χάρτη (δύο διαστάσεις X και Y) χωρίς περαιτέρω πληροφορία.

Ωστόσο, στα σημεία μιας κατανομής μπορεί να δοθεί και κάποιο βάρος ή κάποια άλλη ιδιότητα ή ακόμα να προστεθεί και η χρονική διάσταση του φαινομένου. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνεται το πλήθος των μεταβλητών της κατανομής. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι απαιτούνται γεωγραφικοί δείκτες για τη μελέτη χωρικών φαινομένων οι οποίοι είναι οι δείκτες χωρικής κεντρικότητας και χωρικής διασποράς.

2.4.1 Δείκτες Χωρικής Κεντρικότητας

Οι δείκτες χωρικής κεντρικότητας αφορούν μονο-μεταβλητές κατανομές και είναι οι ακόλουθοι: χωρικός μέσος, χωρικός διάμεσος και η χωρική κορυφή. Ο κυριότερος είναι ο χωρικός μέσος όπου κάθε σημείο της κατανομής στο χώρο i έχει συντεταγμένες x_i και y_i και οι συντεταγμένες του χωρικού μέσου δίνονται από τις ακόλουθες σχέσεις.

$$\bar{x} = \frac{\sum_i^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_i^n y_i}{n} \quad (2.2)$$

Οι παραπάνω τύποι υπολογίζουν τις συντεταγμένες του κεντροειδούς δηλαδή του χωρικού μέσου του οποίου όλα τα σημεία της κατανομής έχουν το ίδιο βάρος. Στην περίπτωση που τα σημεία έχουν διαφορετικό βάρος οι συντεταγμένες του χωρικού μέσου δίνονται από τις επόμενες σχέσεις.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n x_i f_i \quad (2.3)$$

$$\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i f_i \quad (2.4)$$

$$f_i = \frac{P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (2.5)$$

όπου f_i : είναι το σχετικό βάρος και P_i βάρος των σημείων i .

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να γίνει αναφορά σε κάποια χαρακτηριστικά του χωρικού μέσου τα οποία είναι χρήσιμα για το μελετητή. Καταρχάς, είναι η μία θέση που αντιπροσωπεύει μια ολόκληρη συγκεντρωμένη κατανομή πάνω στο χάρτη παρέχοντας στον ερευνητή ένα χρήσιμο δείκτη (Κουτσόπουλος, 2009). Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατή η διερεύνηση της διαχρονικής μεταβολής μιας χωρικής κατανομής. Επίσης, μία άλλη πολύ σημαντική χρησιμότητα αυτού του δείκτη είναι η σύγκριση κατανομών διαφορετικών φαινομένων αλλά για την ίδια χωρική ενότητα. Από τις διαφορετικές θέσεις των χωρικών μέσων σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή ο μελετητής μπορεί να αντλήσει χρήσιμες πληροφορίες για το τι συμβαίνει στο χώρο.

Ωστόσο, ένα σημείο το οποίο είναι άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι ο χωρικός μέσος ως αριθμητική τιμή δηλαδή μόνο με τις αριθμητικές τιμές της

τετμημένης και της τεταγμένης του δεν έχει καμία έννοια. Έχει υπόσταση και νόημα μόνο όταν απεικονιστεί σε ένα χάρτη και η θέση του συγκριθεί με τις θέσεις των σημείων της κατανομής. Επίσης, μια άλλη σημαντική παρατήρηση είναι ότι ο ίδιος χωρικός μέσος είναι δυνατό να προκύψει από δύο διαφορετικές γεωγραφικές κατανομές (Φώτης, 2009).

Ακόμα, μια σημαντική στατιστική ιδιότητα είναι ότι το άθροισμα των τετραγώνων των αποστάσεων όλων των σημείων από το χωρικό μέσο είναι ελάχιστο γεγονός που δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στα πιο απομακρυσμένα σημεία της κατανομής για τον υπολογισμό του χωρικού μέσου (Κουτσόπουλος, 2009). Τέλος, ο χωρικός μέσος παραμένει αμετάβλητος σε περίπτωση στροφής ή μετάθεσης του συστήματος συντεταγμένων.

2.4.2 Δείκτες χωρικής διασποράς

Εκτός από τον χωρικό μέσο για την μελέτη μιας κατανομής είναι απαραίτητος και ο προσδιορισμός του βαθμού της χωρικής διασποράς. Η σχέση του χωρικού μέσου και της χωρικής διασποράς σε μια χωρική κατανομή είναι παρόμοια με αυτή του αριθμητικού μέσου και της τυπικής απόκλισης για μια μη χωρική κατανομή. Η μέτρηση της χωρικής διασποράς υλοποιείται μέσω της τυπικής απόστασης η οποία δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$TA = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n d_{i,m}^2}{n}} \quad (2.6)$$

όπου TA: είναι η τυπική απόσταση και d_{im} : η απόσταση του κάθε σημείου i της κατανομής από το χωρικό μέσο. Για την περίπτωση που τα σημεία φέρουν βάρη ο παραπάνω τύπος γίνεται:

$$TA = \sqrt{\sum_{i=1}^n f_i d_{im}^2} \quad (2.7)$$

Μια άλλη προσέγγιση για να υπολογιστεί η τυπική απόσταση είναι μέσω των διασπορών που προκύπτουν για τον κάθε άξονα συντεταγμένων εφόσον έχει προηγηθεί η εύρεση του χωρικού μέσου για κάθε άξονα και ο τύπος είναι ο ακόλουθος:

$$TA = \sqrt{s_y^2 + s_x^2} \quad (2.8)$$

όπου s_x^2 : είναι η διασπορά κατά τον άξονα x και s_y^2 : η διασπορά κατά τον άξονα y .

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η τυπική απόσταση έχει ιδιαίτερη σημασία σαν αριθμητική τιμή σε αντίθεση με το χωρικό μέσο ο οποίος έχει νόημα μόνο γραφικά πάνω στο χάρτη. Επίσης, η χωρική διασπορά είναι χρήσιμη για τη μελέτη της διαχρονικής μεταβολής ενός φαινομένου στο χώρο. Τέλος ένα άλλο

σημείο που χρήζει προσοχής είναι το γεγονός ότι για δύο κατανομές η μία συγκεντρωμένη και η άλλη διεσπαρμένη ο χωρικός μέσος μπορεί να είναι ο ίδιος, ωστόσο η τυπική τους απόσταση θα διαφέρει σημαντικά. Συνεπώς, η τυπική απόσταση είναι απαραίτητη για μια ολοκληρωμένη περιγραφή μιας χωρικής κατανομής.

2.4.3 Χωρικά πρότυπα σημειακών κατανομών

Το πρότυπο με το οποίο είναι κατανομημένο στο χώρο ένα φαινόμενο συγκεντρώνει μεγάλο ενδιαφέρον στην επιστημονική κοινότητα και όχι μόνο στους γεωγράφους ερευνητές. Σύμφωνα με τον Φώτη (2009) ως χωρικό πρότυπο ορίζεται το χαρακτηριστικό εκείνο που περιγράφει την χωρική τακτοποίηση ενός συνόλου αντικειμένων. Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι το χωρικό πρότυπο προκύπτει από ένα χάρτη που είναι μια στατική απεικόνιση σε χώρο και χρόνο και συνεπώς ο ερευνητής πρέπει να το λάβει υπόψη του (Κουτσόπουλος, 2009). Ακόμα, σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η έκταση και τα όρια της περιοχής μελέτης καθώς και το προβολικό σύστημα που χρησιμοποιείται έχουν βαρύνουσα σημασία στην ανάλυση του χωρικού προτύπου. Το τελευταίο είναι υποδεέστερο των δύο προαναφερθέντων. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά τα τρία είδη χωρικών προτύπων.

- Τυχαίο πρότυπο

Στο τυχαίο πρότυπο η πιθανότητα εμφάνισης του κάθε σημείου σε οποιαδήποτε θέση στο χώρο είναι ίδια. Επίσης, η θέση ενός σημείου στο χώρο δεν εξαρτάται από τη θέση ενός άλλου της κατανομής. Το τυχαίο χωρικό δεν παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον από την πλευρά της μελέτης.

- Ομοιόμορφο πρότυπο

Στο ομοιόμορφο πρότυπο η πυκνότητα κατανομής των σημείων είναι ίση. Εμφανίζεται συνήθως σε ανταγωνιστικές διαδικασίες με σκοπό το ένα σημείο από το άλλο να απέχει μια σημαντική απόσταση. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του προτύπου αποτελούν καταστήματα τα οποία πρέπει να έχουν τη δική τους ξεχωριστή πελατεία προκειμένου να αναπτυχθούν οικονομικά.

- Ομαδοποιημένο πρότυπο

Το ομαδοποιημένο χωρικό πρότυπο (clustered) εμφανίζεται σε ελκυστικές διαδικασίες όπου η μικρή απόσταση που έχουν μεταξύ τους τα σημεία διευκολύνει τη μετάδοση κάποια ιδιότητας. Ένα αντιπροσωπευτικό παράδειγμα αποτελεί η συγκέντρωση καταστημάτων λιανικού εμπορίου στα κέντρα των πόλεων. Οι πελάτες/καταναλωτές διευκολύνονται από τις κοντινές αποστάσεις που έχουν παρόμοια καταστήματα και γι' αυτό το λόγο σημειώνεται υψηλή συγκέντρωση. Ωστόσο, εκτός από τις τρία προαναφερθέντα χωρικά πρότυπα υπάρχουν και ενδιάμεσες καταστάσεις οι οποίες δε χρήζουν σχολιασμού.

2.4.4 Ανάλυση Απόστασης από Γειτονικό Σημείο

Για να καθοριστεί το χωρικό πρότυπο το οποίο παρουσιάζει μια χωρική κατανομή μία κύρια μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι η ανάλυση απόστασης από γειτονικό σημείο (nearest neighbor analysis) η οποία εστιάζει στις αποστάσεις των σημείων μεταξύ τους. Αρχικά, είναι δυνατόν να βρεθούν ο μέσος όρος από τις αναμενόμενες πλησιέστερες γειτονικές αποστάσεις για ένα τυχαίο χωρικό πρότυπο μέσω της κατανομής Poisson. Στη συνέχεια πρέπει να συγκριθεί με το μέσο όρο από την πραγματική/παρατηρούμενη απόσταση που έχει η κατανομή. Η αναμενόμενη μέση τιμή των αποστάσεων κάθε σημείου από το πλησιέστερο του, για τυχαίο πρότυπο δίνεται από τον ακόλουθο τύπο:

$$d_{\alpha} = 1/2\sqrt{N/A} \quad (2.9)$$

όπου N: το πλήθος των σημείων και A: η έκταση της περιοχής μελέτης. Αντίθετα, η παρατηρούμενη μέση τιμή των αποστάσεων κάθε σημείου από το πλησιέστερο του δίνεται από τον τύπο:

$$d_{\pi} = \sum_{i=1}^N d_i / N \quad (2.10)$$

όπου d_i : η απόσταση του κάθε σημείου i από το εγγύτερο του. Το πηλίκο d_{π} / d_{α} θα καθορίσει το χωρικό πρότυπο. Σύμφωνα με τους [Clark and Evans \(1954\)](#) το πηλίκο αυτό παίρνει τιμές από 0 για την περίπτωση της ακραίας ομαδοποίησης των σημείων έως και 2.149 για το ομοιόμορφο χωρικό πρότυπο. Όταν η τιμή του ισούται με 1 τότε η αναμενόμενη μέση απόσταση είναι ίση με την παρατηρούμενη και συνεπώς το πρότυπο είναι τυχαίο. Ωστόσο σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί το αποτέλεσμα του εγγύτερου γείτονα ή και οποιαδήποτε άλλης μεθόδου όπως η ανάλυση καννάβου δείχνει μία τάση του φαινομένου και όχι ένα οριστικό καθορισμό του χωρικού προτύπου. Κανένα εργαλείο όπως τα προαναφερθέντα δεν τεκμηριώνει με απόλυτο βαθμό την ύπαρξη συγκεκριμένων χωρικών διαδικασιών. Οι διαδικασίες του χώρου είναι ιδιαίτερα περίπλοκες και έχουν εξάρτηση από πολλούς παράγοντες συνεπώς χρειάζεται προσοχή από τον μελετητή προκειμένου να αποφανθεί σχετικά με το χωρικό πρότυπο. Πιο συγκεκριμένα, ένα σύνολο σημείων που είναι κατανεμημένο με τυχαίο τρόπο στο χώρο για μια συγκεκριμένη περιοχή μελέτης δεν έχει το ίδιο πρότυπο για μία μεγαλύτερη περιοχή στην οποία περιλαμβάνεται η προηγούμενη, όπου το χωρικό πρότυπο της τελευταίας σίγουρα δεν είναι τυχαίο ([Clark and Evans, 1954](#)). Συνεπώς, ο καθορισμός της περιοχής μελέτης παίζει σημαντικό ρόλο στον καθορισμό του χωρικού προτύπου. Τέλος, η ανάλυση απόστασης από γειτονικό σημείο αν και έχει αδυναμίες αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο που προσφέρει στη γεωγραφική έρευνα.

2.5 Ανάλυση Επιφανειακών Δεδομένων

2.5.1 Χωρική Αυτοσυσχέτιση

Αν και η στατιστική με αντικείμενο τη συσχέτιση σχεδιάστηκε για να δείξει τις σχέσεις ανάμεσα σε άλλες μεταβλητές, η στατιστική που άπτεται της αυτοσυσχέτισης δείχνει τη σχέση μιας μεταβλητής με το χώρο ([Getis, 2007](#)). Η αυτοσυσχέτιση έχει ως κύριο

σκοπό την ανάδειξη περιοχών που ξεχωρίζουν από την ευρύτερη περιοχή. Πρέπει να αναφερθεί ότι χρησιμοποιείται ευρύτητα και από άλλες επιστήμες όπως κοινωνιολογία για μελέτη εγκληματικών συμβάντων αλλά και την ιατρική για θέματα όπως μετάδοση ασθενειών.

Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται από τους γεωγράφους για τη μέτρηση της χωρικής αυτοσυσχέτισης ελέγχουν κατά πόσο εξαρτάται η τιμή μιας μεταβλητής σε μια περιοχή από τις τιμές της ίδιας μεταβλητής στις γειτονικές τοποθεσίες (Φώτης, 2009). Θετική αυτοσυσχέτιση παρουσιάζεται όταν παρόμοιες τιμές βρίσκονται σε γειτονικές περιοχές ενώ αρνητική για μη παρόμοιες τιμές που βρίσκονται πολύ κοντά μεταξύ τους. Στην αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση οντότητες με παρόμοιες τιμές της μεταβλητής βρίσκονται διασκορπισμένες στην περιοχή μελέτης. Πιο αναλυτικά, όταν υπάρχει θετική αυτοσυσχέτιση και η τιμή της μεταβλητής σε μια περιοχή είναι υψηλή, οι γειτονικές τιμές θα έχουν και αυτές υψηλή τιμή. Αν είναι χαμηλή, τότε και οι γειτονικές τιμές θα είναι χαμηλές. Αντίθετα, όταν υπάρχει αρνητική αυτοσυσχέτιση, ισχύει ότι αν η τιμή της μεταβλητής σε μια περιοχή είναι υψηλή οι γειτονικές τιμές τις θα είναι χαμηλές αλλά και το αντίστροφο. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι η χωρική αυτοσυσχέτιση δείχνει και το πρότυπο της κατανομής. Συγκεκριμένα, για θετική αυτοσυσχέτιση το πρότυπο είναι ομαδοποιημένο (clustered), για αρνητική είναι ομοιόμορφο (uniform) ενώ όταν δεν υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση είναι τυχαίο (random).

2.5.2 Δείκτες

Οι κυριότεροι δείκτες που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της χωρικής αυτοσυσχέτισης από την επιστημονική κοινότητα χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τους γενικούς δείκτες (global indexes) και τους τοπικούς δείκτες (local indexes). Στους σφαιρικούς εντάσσονται οι :

- Moran's I
- Geary's c
- Getis and Ord's G
- Γ

ενώ στους τοπικούς:

- Getis and Ord's G_i^*
- Anselin's I_i and c_i
- Ord and Getis's O

Ως τοπικοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης (L.I.S.A.) (Local Indicators of Spatial Association) ορίζονται οι στατιστικοί δείκτες που ικανοποιούν τα παρακάτω δύο κριτήρια: ο δείκτης LISA δίνει μία ένδειξη για κάθε παρατήρηση σχετικά με το πόσο σημαντική είναι η χωρική συγκέντρωση παρόμοιων τιμών γύρω από την παρατήρηση και δεύτερον το άθροισμα των δεικτών για όλες τις παρατηρήσεις είναι ανάλογο με το σφαιρικό (global) δείκτη της χωρικής αυτοσυσχέτισης (Anselin, 2010).

Ωστόσο σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η παραπάνω λίστα δεικτών δεν είναι αναλυτική συνεπώς υπάρχουν και άλλοι δείκτες για τους οποίους δεν γίνεται αναφορά. Συννοίζοντας, παρακάτω θα αναλυθούν μόνο οι δείκτες οι οποίοι χρησιμοποιούνται ευρύτατα.

2.5.2.1 Δείκτης Global Moran's I

Ο δείκτης Global Moran's I αποτελεί την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδο μέτρησης της χωρικής αυτοσυσχέτισης

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2.11)$$

όπου:

I: η τιμή του Γενικού Δείκτη Moran's I,

n: ο αριθμός των διακριτών χωρικών ενοτήτων του χάρτη,

w_{ij} : η σχέση γειτνίασης μεταξύ των χωρικών ενοτήτων i και j,

x_i, x_j : η τιμή της μεταβλητής x στη χωρική ενότητα i και j αντίστοιχα και

\bar{x} : η μέση τιμή της μεταβλητής x

Η δημιουργία του πίνακα βαρών (spatial weight matrix) (nxn) με τιμές $w_{ij} = 0$ ή 1 μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, οι επικρατέστεροι από τους οποίους παρατίθενται παρακάτω:

1. $w_{ij} = 1$, όταν ο γεωμετρικός μέσος της χωρικής ενότητας j είναι ένας από τους k πλησιέστερους σε αυτόν της χωρικής ενότητας i και $w_{ij} = 0$, όταν δεν είναι.
2. $w_{ij} = 1$, όταν το σημείο j είναι εντός μιας καθορισμένης απόστασης από το i και $w_{ij} = 0$, όταν δεν είναι.
3. $w_{ij} = 1$, όταν η χωρική ενότητα i έχει κοινό σύνορο με τη χωρική ενότητα j και $w_{ij} = 0$, όταν δεν έχει.

Επίσης, εκτός από την τιμή του Global's Moran's I, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι τιμές p-value και z-score βοηθούν επίσης στο να καθοριστεί αν θα απορριφθεί ή όχι η μηδενική υπόθεση. Όταν η τιμή του p-value δεν είναι στατιστικά σημαντική για διάστημα εμπιστοσύνης 90% ή 95% ή 99%, αυτό σημαίνει ότι η μηδενική υπόθεση δεν μπορεί να απορριφθεί και η χωρική κατανομή των τιμών των χαρακτηριστικών οφείλεται σε τυχαίες διαδικασίες. Όταν η τιμή p-value είναι στατιστικά σημαντική και η τιμή z-score είναι θετική, τότε η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και η χωρική κατανομή των υψηλών ή των χαμηλών τιμών παρουσιάζει χωρική συγκέντρωση (cluster) ([Resources.arcgis.com](https://resources.arcgis.com), 2016). Αντίθετα, όταν η τιμή p-value είναι στατιστικά σημαντική και η τιμή του z-score είναι αρνητική, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και το χωρικό πρότυπο είναι ομοιόμορφο.

2.5.2.2 Δείκτης Local Moran's I

Ο δείκτης Local Moran's I αποτελεί έναν από τους πιο συχνά χρησιμοποιούμενους τοπικούς δείκτες και υπολογίζεται για κάθε χωρική ενότητα από τον παρακάτω τύπο:

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X}) \quad (2.12)$$

όπου:

- I_i : η τιμή του δείκτη Local Moran's I για κάθε χωρική ενότητα,
- n : ο αριθμός των διακριτών χωρικών ενοτήτων του χάρτη,
- w_{ij} : η σχέση γειτνίασης μεταξύ των χωρικών ενοτήτων i και j ,
- x_i, x_j : η τιμή της μεταβλητής x στη χωρική ενότητα i και j αντίστοιχα,
- \bar{X} : η μέση τιμή της μεταβλητής x και
- το S_i^2 υπολογίζεται από τον ακόλουθο τύπο

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^n (x_j - \bar{X})^2}{n - 1} - \bar{X}^2 \quad (2.13)$$

Δηλαδή, για κάθε χωρική ενότητα υλοποιείται η παραπάνω εξίσωση και συνεπώς η κάθε μία έχει τη δική της τιμή σε αντίθεση με τον γενικό (global) δείκτη όπου η τιμή του αφορά το σύνολο των χωρικών ενοτήτων. Ακόμα, πρέπει να αναφερθεί ότι παράγονται οι τιμές p-value και z-score για κάθε χωρική ενότητα οι οποίες παίζουν καταλυτικό ρόλο για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης και τον καθορισμό του χωρικού προτύπου. Υψηλές τιμές αυτού του δείκτη δηλώνουν ότι η χωρική ενότητα έχει γείτονες με παρόμοιες τιμές είτε υψηλές είτε χαμηλές τιμές ενώ οι αρνητικές βρίσκουν τα outliers (παρεκτρεπόμενες χωρικές ενότητες) (HL) και (LH) που έχουν υψηλές τιμές και περιτριγυρίζονται από χαμηλές και το αντίθετο.

2.5.2.3 Δείκτης Global Getis-Ord G_i

Ο τρόπος υπολογισμού του Global Getis Ord G_i απαιτεί η περιοχή μελέτης σε χωριστεί σε k υπο-περιοχές για κάθε σημείο i (όπου $i:1,2,\dots,n$). Δηλαδή κάθε υπο-περιοχή περιέχει n σημεία και σε αυτά εντάσσεται και το σημείο i . Συνεπώς, το σημείο αναφοράς της κάθε υπο-περιοχής αναγράφεται ως i και τα άλλα ως j . Επίσης, δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της τιμής του σημείου i και των τιμών των σημείων j σε έναν κύκλο με κέντρο τη θέση του i και ακτίνα ίση με d , το οποίο αποτελεί τη μηδενική υπόθεση (Κουτσόπουλος, 2009). Ουσιαστικά, το άθροισμα των τιμών για όλα τα σημεία που βρίσκονται εντός του προαναφερθέντος κύκλου με κέντρο το σημείο i και ακτίνα j δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το αντίστοιχο άθροισμα αν τα σημεία ήταν καταναμημένα με τυχαίο τρόπο σύμφωνα με τη μηδενική υπόθεση. Επίσης, αυτό το άθροισμα δεν πρέπει να είναι ούτε μικρότερο από το άθροισμα των τιμών των σημείων που βρίσκονται εντός της ακτίνας d και είχαν καταναμηθεί με τυχαίο τρόπο. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να τονιστεί ότι για τον υπολογισμό του γενικού δείκτη στο άθροισμα των τιμών των σημείων j , πρέπει να συμπεριληφθεί και η τιμή του σημείου i . Συνεπώς, εκεί που υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση, παρουσιάζεται συγκέντρωση υψηλών ή χαμηλών τιμών. Τέλος, ο τύπος με βάση τον οποίο υπολογίζεται ο δείκτης Global Getis-Ord G_i είναι ο ακόλουθος:

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j}, \forall i \neq j \quad (2.14)$$

όπου:

- G: η τιμή του Γενικού Δείκτη Getis Ord,
- n: ο συνολικός αριθμός των διακριτών χωρικών ενοτήτων του χάρτη,
- w_{ij}: το χωρικό βάρος μεταξύ των χωρικών ενοτήτων (σημείων) i και j και
- x_i, x_j: η τιμή της μεταβλητής x στη χωρική ενότητα i και j αντίστοιχα (για τα σημεία i και j αντίστοιχα).

Για τον υπολογισμό αυτού του δείκτη για δεδομένα που είναι πολύγωνα, ως σημεία θεωρούνται συνήθως τα κεντροειδή τους. Επειδή ο δείκτης είναι γενικός (global) παράγεται μία τιμή για όλο το σύνολο των χωρικών ενοτήτων που συνοδεύεται από τις τιμές p-value και z-score οι οποίες είναι χρήσιμες για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης αλλά και το καθορισμό της χωρικής κατανομής όπως αναλύθηκαν ενδελεχώς παραπάνω.

2.5.2.4 Δείκτης Local Getis-Ord G_i^*

Ο τοπικός δείκτης Getis-Ord G_i^* χρησιμοποιείται και αυτός ευρύτατα προκειμένου να αναδείξει τις περιοχές στην περιοχή μελέτης όπου υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση. Υπολογίζεται για κάθε χωρική ενότητα από το σύνολο και ο τύπος είναι ο παρακάτω:

$$G_i^* = \frac{\sum_{j=1}^n w_{i,j} x_j - \bar{X} \sum_{j=1}^n w_{i,j}}{S * \sqrt{\frac{(n * \sum_{j=1}^n w_{i,j}^2 - (\sum_{j=1}^n w_{i,j})^2)}{n-1}}} \quad (2.15)$$

όπου:

- G_i^* : η τιμή του Τοπικού Δείκτη Getis Ord,
- n: ο συνολικός αριθμός των διακριτών χωρικών ενοτήτων του χάρτη,
- w_{ij}: το χωρικό βάρος μεταξύ των χωρικών ενοτήτων (σημείων) i και j και
- x_i, x_j: η τιμή της μεταβλητής x στη χωρική ενότητα i και j αντίστοιχα (για τα σημεία i και j αντίστοιχα) και
- το S υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n x_j^2}{n} - \bar{X}^2} \quad (2.16)$$

Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι για κάθε χωρική ενότητα που εφαρμόζεται ο παρών δείκτης, πολύ σημαντικό ρόλο στην ερμηνεία του έχουν οι τιμές z-score και p-value προκειμένου να καθοριστεί αν είναι στατιστικά σημαντική ή όχι η χωρική αυτοσυσχέτιση.

Συνοψίζοντας, όλο και περισσότερα επιστημονικά περιοδικά έχουν αρχίσει να πραγματεύονται χωρικά δεδομένα το οποίο δε συνέβαινε στο παρελθόν και οι λόγοι είναι: οι νέες απαιτήσεις για ανάλυση χωρικών δεδομένων, η αυξημένη διαθεσιμότητα χωρικών δεδομένων, η τεχνολογική πρόοδος των υπολογιστών καθώς και τα σύγχρονα λογισμικά στα οποία περιλαμβάνεται η δυνατότητα αυτοσυσχέτισης (Getis, 2007). Είναι αναμφισβήτητο ότι στο μέλλον η χωρική αυτοσυσχέτιση θα αποτελεί αναπόσπαστο εργαλείο σε πολλούς κλάδους όπως κοινωνικούς αλλά και την οικονομετρία (econometrics).

2.6 Ανάλυση συσχέτισης

Η αναγνώριση του βαθμού αντιστοιχίας που παρουσιάζουν δύο μεταβλητές που μετρούνται για κάθε επιφανειακή οντότητα είναι επιτακτική στην ανάλυση συσχέτισης επιφανειών (Κουτσόπουλος, 2009). Δύο κύριοι δείκτες που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι ο Pearson και ο Spearman οι οποίοι αναλύονται αδρομερώς παρακάτω.

- **Pearson product moment**

Είναι ένας από τους πιο γνωστούς συντελεστές συσχέτισης και ο τύπος που τον προσδιορίζει παρατίθεται παρακάτω:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N s_x s_y} \quad (2.17)$$

όπου:

- N: το μέγεθος του δείγματος (N ζευγάρια τιμών X_i, Y_i),
- \bar{X}, \bar{Y} : οι μέσες τιμές των μεταβλητών X και Y αντίστοιχα,
- s_x, s_y : οι τυπικές αποκλίσεις των μεταβλητών X και Y αντίστοιχα

Ο συντελεστής Pearson αξιολογεί τη γραμμική σχέση ανάμεσα σε δύο συνεχείς μεταβλητές όπου γραμμική σχέση σημαίνει ότι όταν σημειωθεί αλλαγή σε μια μεταβλητή, και η άλλη μεταβλητή θα παρουσιάσει ανάλογη μεταβολή (minitab.com). Οι τιμές που λαμβάνει κυμαίνονται από -1 έως 1 όπου το 1 δείχνει απόλυτη θετική συσχέτιση, το 0 καμία συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών και το -1 απόλυτη αρνητική συσχέτιση.

- **Spearman Rank**

Αν και ο συντελεστής Pearson product-moment αποτελεί τον πλέον ενδεδειγμένο δείκτη συσχέτισης, ο συντελεστής Spearman Rank είναι μη παραμετρικός και αποτελεί μια άλλη αξιολογή επιλογή. Αρχικά, οι σειρές ταξινομούνται σε φθίνουσα σειρά βάσει της μεταβλητής X και απαριθμούνται όπου το 1 λαμβάνει η μεγαλύτερη τιμή της. Το ίδιο επαναλαμβάνεται και για τη μεταβλητή Y. Στη συνέχεια υπολογίζεται το άθροισμα των διαφορών των δύο μεταβλητών υψωμένων στο τετράγωνο. Ο τελικός τύπος είναι ο ακόλουθος:

$$r_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N d_i^2}{N(N^2 - 1)} \quad (2.18)$$

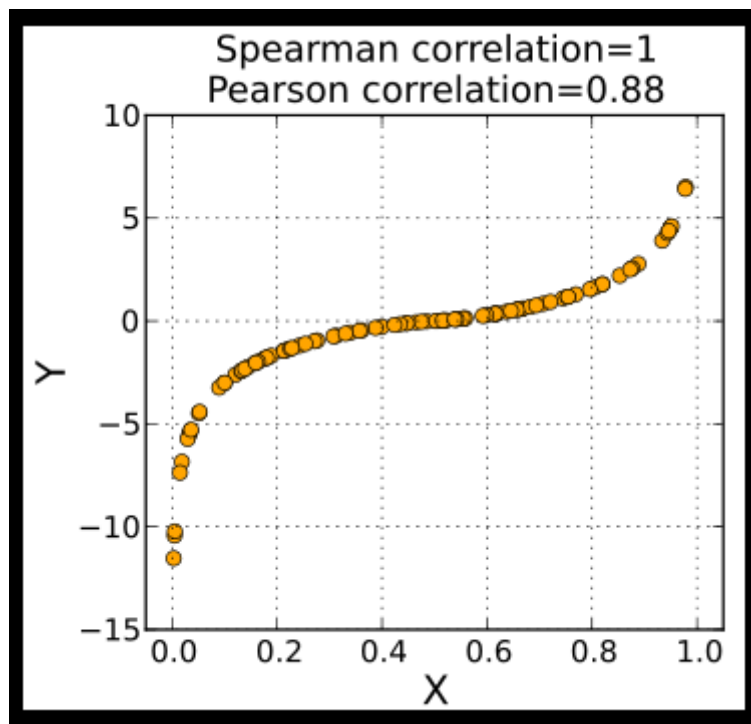
όπου:

d_i : η διαφορά των μεταβλητών X και Y σε κάθε σειρά i και

N : το μέγεθος του δείγματος (N ζευγάρια τιμών X_i, Y_i)

Σε αντίθεση με τον συντελεστή Pearson ο οποίος αξιολογεί τη γραμμική σχέση των μεταβλητών, ο Spearman δείχνει τη σχέση μονοτονίας που έχουν μεταξύ τους. Δηλαδή σε μία σχέση μονοτονίας οι μεταβλητές τείνουν να αλλάζουν μαζί αλλά όχι απαραίτητα με τον ίδιο σταθερό ρυθμό. Ο συντελεστής παίρνει τιμές από -1 έως 1 όταν η κάθε μεταβλητή είναι τέλεια μονότονη συνάρτηση της άλλης αντίστοιχα. Στο παρακάτω διάγραμμα 2.3 παρουσιάζεται η συσχέτιση δύο μεταβλητών X και Y υπολογισμένη με τους δύο προαναφερθέντες συντελεστές και είναι φανερό η μη ταύτιση τους. Επίσης, μια άλλη σημαντική διαφορά που πρέπει να επισημανθεί είναι ότι η συσχέτιση Spearman είναι λιγότερο ευαίσθητη σε σχέση με την Pearson όσον αφορά στις ισχυρές παρεκτρεπόμενες τιμές της κατανομής (outliers). Τέλος, από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι και οι δύο συντελεστές συσχέτισης πρέπει να υπολογίζονται από τον ερευνητή ώστε να έχει μια ολοκληρωμένη εικόνα για τα δεδομένα και να προβεί σε ασφαλή συμπεράσματα.

Διάγραμμα 2.3 Παράδειγμα υπολογισμού των συντελεστών συσχέτισης Pearson και Spearman για τις μεταβλητές X και Y



Πηγή: (wikipedia, 2016)

2.7 Δείκτης Χωροθέτησης

Ένας δείκτης ο οποίος μετράει το κατά πόσο η συγκέντρωση μιας μεταβλητής σε μια περιοχή αποκλίνει σε σχέση με τη συγκέντρωση της για τη συνολική ευρύτερη περιοχή είναι ο δείκτης χωροθέτησης (Location Quotient). Εκτός από τη γεωγραφία αυτός ο δείκτης έχει ευρεία εφαρμογή στον οικονομικό κλάδο. Μέσω αυτού είναι δυνατό να εντοπιστούν περιοχές οι οποίες ξεχωρίζουν σε σχέση με το σύνολο της περιοχής. Αναλυτικότερα, η σχέση που προσδιορίζει αυτό το δείκτη είναι η ακόλουθη:

$$LQ = (x_i/x_j)/(\Sigma x_i/\Sigma x_j) \quad (2.19)$$

όπου:

x_i : η τιμή της μεταβλητής i για την περιοχή,

Σx_i : το άθροισμα του συνόλου τιμών της μεταβλητής i για την περιοχή,

x_j : η τιμή της μεταβλητής i για την περιφέρεια και

Σx_j : το άθροισμα του συνόλου τιμών της μεταβλητής i για την περιφέρεια

Τιμές αυτού του δείκτη κοντά στη μονάδα δείχνουν ότι η συγκεκριμένη περιοχή μελέτης αποτελεί αντιπροσωπευτικό δείγμα της ευρύτερης. Αντίθετα, όταν δεν προσεγγίζουν την μονάδα η περιοχή αποκλίνει σε σχέση με ότι συμβαίνει στη συνολική περιοχή. Δηλαδή, τιμές μεγαλύτερες της μονάδας υποδηλώνουν υψηλή συγκέντρωση φαινομένου ενώ μικρότερες της μονάδας υποδηλώνουν χαμηλή.

2.8 Ανάλυση Παλινδρόμησης

2.8.1 Απλή Γραμμική Παλινδρόμηση

Στα στατιστικά μοντέλα η ανάλυση παλινδρόμησης αποτελεί τη στατιστική διαδικασία μέσα από την οποία είναι δυνατή η εκτίμηση της συσχέτισης μεταξύ μιας εξαρτώμενης μεταβλητής με μία ή περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη καθώς συνδέει τη μεταβολή της εξαρτώμενης μεταβλητής με τη μεταβολή μιας από τις ανεξάρτητες μεταβλητές ενώ οι υπόλοιπες διατηρούνται σταθερές. Η απλή γραμμική παλινδρόμηση αποτελεί την πιο απλή περίπτωση της μεθόδου των ελαχίστων τετραγώνων όπου υπάρχει μόνο μία ανεξάρτητη μεταβλητή X_i και η εξαρτημένη μεταβλητή Y_i . Το μοντέλο της απλής παλινδρόμησης έχει την παρακάτω μορφή:

$$Y_i = \hat{\alpha} + \hat{\beta}X_i \quad (2.20)$$

Όπου το $\hat{\alpha}$ και $\hat{\beta}$ υπολογίζονται από τις παρακάτω σχέσεις:

$$\hat{\beta} = \frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (2.21)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i - \hat{\beta} \sum_{i=1}^N X_i}{N} \quad (2.22)$$

όπου:

X_i : η πραγματική τιμή της μεταβλητής X ,

Y_i : η πραγματική τιμή της μεταβλητής Y ,
 N : το πλήθος των παρατηρήσεων,
 \bar{X} : η μέση τιμή των παρατηρήσεων X και
 \bar{Y} : η μέση τιμή των παρατηρήσεων Y .

Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι αν οι τιμές X_i και Y_i απεικονιστούν σε ένα δισδιάστατο σύστημα όπου X και Y στον κάθε άξονα, είναι πιθανό να μπορεί να οριστεί μια ιδεατή ευθεία γραμμή από το σημείο. Όσο πιο πολύ τα σημεία πλησιάζουν αυτή την ιδεατή ευθεία τόσο πιο ισχυρή συσχέτιση παρουσιάζουν οι μεταβλητές.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να υπολογιστεί η ακρίβεια της παλινδρόμησης. Ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 αποτελεί ένα μέτρο καλής προσαρμογής της παραπάνω εξίσωσης στα δεδομένα. Ο συντελεστής αυτός κυμαίνεται στο διάστημα $[0,1]$ και όσο περισσότερο προσεγγίζει τη μονάδα τόσο καλύτερη θεωρείται η προσαρμογή. Για να υπολογιστεί το R^2 έχει χρησιμοποιηθεί η σχέση που παρουσιάζεται παρακάτω:

$$\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2 = \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 + \sum_{i=1}^N (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2 \quad (2.23)$$

όπου: \hat{Y}_i : η προβλεπόμενη τιμή Y_i ενώ οι υπόλοιπες μεταβλητές είναι ίδιες με πριν. Ο έλεγχος της εξίσωσης της παλινδρόμησης πραγματοποιείται με στατιστικό έλεγχο της μηδενικής υπόθεσης $H_0: R^2 = 0$. Για το σκοπό αυτό υπολογίζεται το κριτήριο

$$\varphi = \frac{R^2/m}{R^2/(n-m-1)} \quad (2.24)$$

όπου m και n είναι το πλήθος των ανεξάρτητων μεταβλητών και των παρατηρήσεων αντίστοιχα. Για την περίπτωση της απλής γραμμικής παλινδρόμησης το m ισούται με τη μονάδα. Η τιμή του κριτηρίου φ συγκρίνεται με μια κρίσιμη τιμή φ_c η οποία αντιστοιχεί στο ποσοστιαίο σημείο της κατανομής F με πιθανότητα υπέρβασης μικρή (συνήθως 0.05) και βαθμούς ελευθερίας του αριθμητή m και του παρονομαστή $n-m-1$. Αν $\varphi > \varphi_c$, η μηδενική υπόθεση απορρίπτεται και η υπό έλεγχο εξίσωση παλινδρόμησης είναι σημαντική. Αλλιώς, η μηδενική υπόθεση δεν απορρίπτεται και η εξίσωση γραμμικής παλινδρόμησης δεν γίνεται δεκτή.

Ωστόσο, οι χωρικές κατανομές που εξετάζουν οι αναλυτές χώρου είναι ιδιαίτερα σύνθετες όσον αφορά στη δομή και στη σχέση και συνεπώς η εξήγηση ενός φαινομένου με χρήση μόνο μίας ανεξάρτητης μεταβλητής δε δίνει σε καμία περίπτωση ικανοποιητικά αποτελέσματα (Κουτσόπουλος, 2009). Για αυτό το λόγο η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση έχει ευρεία εφαρμογή στη χωρική ανάλυση αλλά και σε πληθώρα άλλων επιστημονικών κλάδων. Η εξίσωση της είναι παρόμοια με αυτή της απλής γραμμικής παλινδρόμησης με τη διαφορά ότι έχουν προστεθεί μεταβλητές με τους αντίστοιχους εκτιμητές παραμέτρων.

2.8.2 Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση

Αν και στη συμβατική παλινδρόμηση θεωρείται ότι οι σχέσεις μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών είναι σταθερές και δε μεταβάλλονται στο χώρο, η χωρική ανάλυση καθιστά απαραίτητη την εφαρμογή διαφορετικών μοντέλων στα οποία να μην υπάρχει χωρική σταθερότητα. Ένα τέτοιο μοντέλο αποτελεί η Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση (Geographical Weighted Regression) η οποία είναι μια καλιμπραρισμένη πολλαπλή παλινδρόμηση και παρέχει τη δυνατότητα ύπαρξης διαφορετικών σχέσεων σε διαφορετικά σημεία στο χώρο (Brunsdon, Fotheringham and Charlton, 2010). Αναλυτικότερα, η κλασσική παλινδρόμηση αναφέρεται σε σταθερά χωρικά φαινόμενα και μοντελοποιούνται υπερτοπικές (global) διαδικασίες ενώ η G.W.R. αναφέρεται σε μη χωρικά σταθερά φαινόμενα και μοντελοποιούνται τοπικές (local) διαδικασίες.

Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες κύριες διαφορές εφαρμογής παλινδρόμησης τοπικής και υπερτοπικής κλίμακας. Καταρχάς, σε υπερτοπική κλίμακα η τιμή είναι συνήθως μία και αμετάβλητη στο χώρο ενώ στην τοπική μεταβάλλεται και προκύπτουν πολλές διαφορετικές τιμές. Επίσης, στην υπερτοπική κλίμακα τονίζονται οι ομοιότητες στο χώρο ενώ σε τοπική αναδεικνύονται οι χωρικές διαφορές. Τέλος, η εφαρμογή της παλινδρόμησης σε τοπική κλίμακα δίνει τη δυνατότητα παρουσίασης των αποτελεσμάτων με οπτικό τρόπο μέσω ενός χάρτη σε αντίθεση με την υπερτοπική κλίμακα.

Η G.W.R. θα δημιουργήσει για κάθε τιμή παρατήρησης μια ξεχωριστή εξίσωση παλινδρόμησης όπου τα βάρη τα έχει αντλήσει από τις παρατηρήσεις της γειτονικής περιοχής (Φώτης, 2009). Στη συνέχεια παρατίθενται αναλυτικά οι σχέσεις υπολογισμού της G.W.R. Για την κλασσική πολλαπλή παλινδρόμηση η σχέση που την προσδιορίζει είναι η παρακάτω:

$$Y_i = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_{2i} + \hat{\beta}_3 X_{3i} + \dots + \hat{\beta}_k X_{ki} + \varepsilon_i \quad (2.25)$$

Όπου $\hat{\beta}$ οι συντελεστές παλινδρόμησης και ε_i το τυχαίο σφάλμα δηλαδή η διαφορά μεταξύ της προβλεπόμενης και της πραγματικής τιμής. Οι συντελεστές παλινδρόμησης υπολογίζονται από τον τύπο:

$$\hat{\beta} = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2.26)$$

Για να γίνουν οι συντελεστές της παλινδρόμησης μεταβαλλόμενοι στο χώρο η εξίσωση της παλινδρόμησης θα γίνει:

$$Y_i = \hat{\beta}_1(x_i, y_i) + \hat{\beta}_2(x_i, y_i) X_{2i} + \hat{\beta}_3 X_{3i} + \dots + \hat{\beta}_k(x_i, y_i) X_{ki} + \varepsilon_i \quad (2.27)$$

Όπου (x_i, y_i) : οι συντεταγμένες της κάθε παρατήρησης i . Στη συνέχεια δίνεται ο τύπος βάσει του οποίου προκύπτουν οι συντελεστές $\hat{\beta}$:

$$\hat{\beta}(x_i, y_i) = [X^T W(x_i, y_i) X]^{-1} X^T W(x_i, y_i) Y \quad (2.28)$$

Όπου $W(x_i, y_i)$: ο πίνακας βαρών για κάθε παρατήρηση i ο οποίος παρουσιάζεται παρακάτω:

$$W(x_i, y_i) = \begin{bmatrix} w_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & w_{in} \end{bmatrix} \quad (2.29)$$

όπου w_{ij} : το βάρος των τιμών των μεταβλητών για κάθε j σημείο το οποίο βρίσκεται εντός της περιοχής r_i γύρω από το σημείο (x_i, y_i) . Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι κάθε τιμή $W(x_i, y_i)$ αφορά τη θέση ενός συνόλου σημείων το οποίο περιβάλλεται σε ένα κύκλο με κέντρο (x_i, y_i) και ακτίνα r_i παρέχοντας αυξημένη βαρύτητα στις παρατηρήσεις που βρίσκονται εγγύτερα στη θέση (x_i, y_i) . Η ακτίνα του προαναφερθέν κύκλου που θα επιλεγεί έχει βαρύνουσα σημασία στην εφαρμογή της Γεωγραφικά Σταθμισμένης Παλινδρόμησης. Η ακτίνα δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ μεγάλη γιατί θα συμπεριλάβει όλες τις παρατηρήσεις της περιοχής μελέτης αλλά ούτε και πολύ μικρή καθώς οι παράμετροι για κάθε μεταβλητή που θα προκύψουν θα έχουν μεγάλο τυπικό σφάλμα.

Οι τρόποι που χρησιμοποιούνται για τη στάθμιση της κάθε θέσης (x_i, y_i) χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: οι αμετάβλητοι και οι προσαρμόσιμοι. Στην πρώτη κατηγορία δημιουργείται γύρω από το σημείο παρατήρησης μια σταθερή περιοχή που ονομάζεται πυρήνας (kernel) σύμφωνα με ένα σταθερό εύρος ζώνης (bandwidth). Αντίθετα, όσον αφορά στους προσαρμόσιμους ο πυρήνας είναι μεταβαλλόμενος και εξαρτάται από τον επιμέρους τρόπο στάθμισης που θα χρησιμοποιηθεί. Ο τρόπος στάθμισης που χρησιμοποιείται δεν είναι καθορισμένος αλλά εξαρτάται από τη γεωγραφική κατανομή των σημείων παρατήρησης, δηλαδή οι αμετάβλητοι τρόποι υπερτερούν για πολυγωνικά δεδομένα που εκφράζονται μέσω των κεντροειδών τους ενώ οι προσαρμόσιμοι υπερτερούν για σημειακά δεδομένα που δεν είναι ισοκατανεμημένα στο χώρο (Κουτσόπουλος, 2009). Στην παρακάτω εικόνα 2.1 παρουσιάζεται μια σχηματική παράσταση του αμετάβλητου και του προσαρμόσιμου τρόπου στάθμισης βαρών για τη G.W.R. δεξιά και αριστερά αντίστοιχα.

Εικόνα 2.1 Ο αμετάβλητος και ο προσαρμόσιμος τρόπος στάθμισης βαρών για την Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση



Πηγή: Κουτσόπουλος, (2009)

Από την κατηγορία των αμετάβλητων τρόπων στάθμισης ξεχωρίζει ο ακόλουθος:

$$w_{ij} = \begin{cases} e^{-1/2(d_{ij}/h)^2} & , \text{αν } d_{ij} \geq h \\ 0 & , \text{αν } d_{ij} < h \end{cases} \quad (2.30)$$

όπου d_{ij} : η απόσταση του σημείου i με το σημείο παρατήρησης j και η h το σταθερό εύρος ζώνης. Ο πιο γνωστός προσαρμόσιμος τρόπος είναι ο αυτός των (Brunsdon, Fotheringham and Charlton, 2010):

$$w_{ij} = \begin{cases} [1 - (d_{ij}/h_i)^2]^2 & , \text{αν } d_{ij} \geq h \\ 0 & , \text{αν } d_{ij} < h \end{cases} \quad (2.31)$$

όπου:

- i : το σημείο που εφαρμόζεται η τοπική παλινδρόμηση,
- j : το σημείο παρατήρησης,
- w_{ij} : το βάρος στο σημείο j για κάθε θέση i ,
- d_{ij} : η απόσταση του σημείου i με το σημείο παρατήρησης j και
- h_i : η απόσταση του j -οστού κοντινότερου σημείου από το σημείο i

Επίσης, ο συντελεστής προσδιορισμού R^2 για τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$R^2 = \frac{\sum w_{ij}(Y_i - \bar{Y})^2}{\sum w_{ij}(Y_i - \hat{Y})^2} \quad (2.32)$$

όπου:

- i : το σημείο που εφαρμόζεται η τοπική παλινδρόμηση,
- j : το σημείο παρατήρησης,
- w_{ij} : το βάρος στο σημείο j για κάθε θέση i ,
- \bar{Y} : η μέση τιμή των παρατηρήσεων Y
- \hat{Y} : η μέση προβλεπόμενη τιμή και
- Y_i : η τιμή του Y για κάθε σημείο i

Συνοψίζοντας, πρέπει να τονιστεί ότι η παλινδρόμηση σε οποιαδήποτε μορφή της έχει ευρεία εφαρμογή σε πολλές επιστήμες και σε αυτές συμπεριλαμβάνεται και η ανάλυση χώρου. Αποτελεί ένα πολύτιμο εργαλείο για τον ερευνητή καθώς προσδιορίζει τη γραμμική εξάρτηση μιας μεταβλητής σε σχέση με άλλες. Δίνει τη δυνατότητα να ελεγχθεί η επίδραση μιας σειράς παραγόντων στην εξαρτημένη μεταβλητή και με αυτό τον τρόπο να αξιολογηθεί το πόσο συνεισφέρει μια ανεξάρτητη μεταβλητή αυτή καθ' εαυτή στην εξαρτημένη. Στην ανάλυση χώρου τα φαινόμενα που μελετώνται είναι πολυπαραγοντικά και συνεπώς η παραπάνω δυνατότητα είναι πολύ χρήσιμη καθώς μπορεί να προσδιοριστεί η επιμέρους επίδραση του κάθε παράγοντα. Τέλος, ένα άλλο πλεονέκτημα της παλινδρόμησης είναι ότι αφού προσδιοριστεί η εξίσωση της είναι δυνατή η πρόβλεψη της εξαρτημένης μεταβλητής βάσει των ανεξαρτητών. Στο παρακάτω κεφάλαιο, αναλύεται το μεθοδολογικό πλαίσιο που χρησιμοποιήθηκε για αυτή την εργασία αξιοποιώντας τα προαναφερθέντα εργαλεία.

2.9 Αναφορές

Adebayo, H. (2015). Geographical Information System (GIS)-Based Analysis of Road Traffic Accidents in Nigeria (1960-2012). *Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management*, 8(6), pp.675-691.

Aguero-Valverde, J. and Jovanis, P. (2006). Spatial analysis of fatal and injury crashes in Pennsylvania. *Accident Analysis & Prevention*, 38(3), pp.618-625.

Anderson, T. (2007). Comparison of spatial methods for measuring road accident 'hotspots': a case study of London. *Journal of Maps*, 3(1), pp.55-63.

Anselin, L. (2010). Local Indicators of Spatial Association-LISA. *Geographical Analysis*, 27(2), pp.93-115.

Baraklanios, I., Spyridonidou, A., Basbas, S., Karanikolas, N. and Vagiona, D. (2012). Developing a GIS-based methodology for managing and analyzing road traffic accident data in Greece. In: *4th International Conference on Cartography & GIS*. Thessaloniki.

Brunsdon, C., Fotheringham, A. and Charlton, M. (2010). Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28(4), pp.281-298.

Clark, P. and Evans, F. (1954). Distance to Nearest Neighbor as a Measure of Spatial Relationships in Populations. *Ecology*, 35(4), pp.445-453.

ec.europa.eu. (2014). *Statistics – accidents data*. [online] Available at: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/specialist/statistics/index_en.htm [Accessed 22 Jul. 2016].

Erdogan, S. (2009). Explorative spatial analysis of traffic accident statistics and road mortality among the provinces of Turkey. *Journal of Safety Research*, 40(5), pp.341-351.

Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T. and Gullu, M. (2007). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), pp.174-181.

European Commission, (2016). *Road safety in the European Union: Trends, statistics and main challenges*. 1st ed. [ebook] Brussel: European Commission, Mobility and Transport DG, BE-1049 Brussel, pp.5-24. Available at: http://ec.europa.eu/transport/road_safety/pdf/vademecum_2015.pdf [Accessed 26 Aug. 2016].

Getis, A. (2007). Reflections on spatial autocorrelation. *Regional Science and Urban Economics*, 37(4), pp.491-496.

Ghosh, S., Parida, M. and Uraon, J. (2004). Traffic Accident Analysis for Dehradun city using GIS. *ITPI Journal*, 1(3), pp.40-54.

Habibi Nokhndan, M., Bazrafshan, J., Ghorbani, K. (2008). A quantitative analysis of risk based on climatic factors on the roads in Iran: Meteorological Applications [Meteorol. Appl.]. 15(3), pp. 347-357.

Hayat, P., Debbbarh, M., Antoniou, C., Yannis G. (2013) Explaining the road accident risk : Weather effects. *Accident Analysis and Prevention, Elsevier*, 60, pp 456-465.

Hong, J., Lee, S., Lim, J. and Kim, J. (2016). Application of Spatial Econometrics Analysis for Traffic Accident Prediction Models in Urban Areas. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9.

Ivan, K. and Haidu, I. (2012). The Spatio-Temporal Distribution of road accidents in Cluj Napoca. *Geographia Technica*, 2, pp.32-38.

Mahmud, A. and Zarrinbashar, E. (2008). Intelligent GIS-Based Road Accident Analysis and Real-Time Monitoring Automated System using WiMAX/GPRS. *International Journal of Engineering*, 2(1), pp.1-7.

Matkan, A., Mohaymany, A., Mirbagheri, B. and Shahri, M. (2011). Explorative Analysis of traffic accidents using GWPR Model for urban Safety Planning. In: *The 3rd International Conference on Road Safety and Simulation*. [online] Indianapolis, USA, pp.1-15. Available at: <http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/conferences/2011/RSS/1/Matkan,A.pdf> [Accessed 27 Jun. 2016].

minitab.com, (2016). A comparison of the Pearson and Spearman correlation methods. [online] Available at: <http://support.minitab.com/en-us/minitab-express/1/help-and-how-to/modeling-statistics/regression/supporting-topics/basics/a-comparison-of-the-pearson-and-spearman-correlation-methods/> [Accessed 29 Jul. 2016].

Molla, M., M., Stone, M. and Lee, E. (2014). *Geostatistical Approach to Detect Traffic Accident Hot Spots and Clusters in North Dakota*, DP-276. North Dakota State University, Fargo: Upper Great Plains Transportation Institute

Noland, R. and Quddus, M. (2004). A spatially disaggregate analysis of road casualties in England. *Accident Analysis & Prevention*, 36(6), pp.973-984.

Prasannakumar, V., Vijith, H., Charutha, R. and Geetha, N. (2011). Spatio-Temporal Clustering of Road Accidents: GIS Based Analysis and Assessment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 21, pp.317-325.

Resources.arcgis.com. (2016). *ArcGIS Help 10.1*. [online] Available at: <http://resources.arcgis.com/en/help/main/10.1/index.html#//005p0000000t000000> [Accessed 29 Aug. 2016].

Sabel, C., Kingham, S., Nicholson, A. and Bartie, P. (2005). Road Traffic Accident Simulation Modelling - A Kernel Estimation Approach. In: *The 17th Annual Colloquium of the Spatial Information research Centre*. [online] Dunedin. Available at:

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.624.3867&rep=rep1&type=pdf> [Accessed 22 Jun. 2016].

wikipedia. (2016). *Spearman's rank correlation coefficient*. [online] Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Spearman%27s_rank_correlation_coefficient [Accessed 29 Jul. 2016].

Yannis, G. and Laiou, A. (2014). Current Road Safety Trends in Greece. *Periodica Polytechnica Transportation Engineering*, 42(2), pp.145-151.

Yannis, G., Laiou, A. and Evgenikos, P. (2014). Road Safety Management in Greece. In: *Regional Road Safety Capacity Building Workshop*. Belgrade

Yannis, G., Theofilatos, A. and Pispiringos, G. (2016). Investigation of road accident severity per vehicle type. In: *World Conference on Transport Research*. Shanghai.

Γιαννής, Γ., Γκόλιας, Ι., Παπαδημητρίου, Ε. and Σπυροπούλου, Ι. (2006). Ανάλυση Επικινδυνότητας οδηγών ΙΧ και δικύκλων στην Ελλάδα. In: *Ενημερωτική συγκέντρωση για θέματα Ασφάλισης Κλάδου Αυτοκινήτων και Πρόληψης Τροχαίων Ατυχημάτων*. Αθήνα

Γιαννής, Γ. and Φώλλα, Κ. (2016). Η οδική ασφάλεια στην Ελλάδα και στις τουριστικές περιοχές της. In: *Οδική Ασφάλεια και Τουρισμός - Ασφαλή Ταξίδια στην Πελοπόννησο*. Βραχάτι

Κουτσόπουλος, Κ. (2009) Πραγματεία Ανάλυσης Χώρου Τόμος Α': Θεωρία Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Κουτσόπουλος, Κ. (2009) Πραγματεία Ανάλυσης Χώρου Τόμος Β': Μέθοδοι Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Φώτης, Γ. (2009). Ποσοτική Χωρική Ανάλυση. Αθήνα: Γκοβόστη.

Σπανάκης, Δ. (2013). *Πολυεπίπεδη Διερεύνηση Χαρακτηριστικών Οδικών Ατυχημάτων στις ελληνικές πολεις*. Undergraduate. NTUA.

Φραντζεσκάκης, Ι. and Γκόλιας, Ι. (1994). *Οδική ασφάλεια*. Αθήνα: Παπασωτηρίου, pp. 47-53.

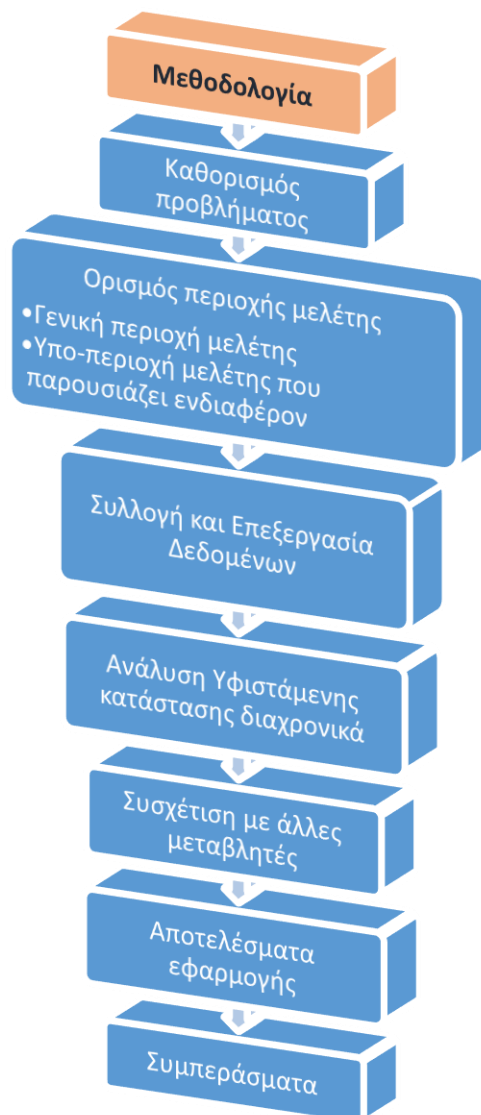
Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία αποτελεί ένα πολύτιμο επιστημονικό εργαλείο για την εξέταση διάφορων φαινομένων και έχει πολύ σημαντικό ρόλο στην εκπόνηση μιας εργασίας καθώς προσδιορίζει την κατεύθυνση της νοητικής διαδικασίας και ορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα προσπελαστεί το θέμα. Ουσιαστικά, κάθε μεθοδολογικό πλαίσιο λειτουργεί ως υπόβαθρο για κάθε μελέτη και καθορίζει τις κατευθυντήριες οδούς τις οποίες θα ακολουθήσει ο μελετητής για την εκπόνηση της εργασίας. Ένας ορισμός που έχει δοθεί από τον [Κουτσόπουλο \(2009\)](#) είναι ο ακόλουθος: “Μεθοδολογία είναι η συστηματική και εύπλαστη διαδικασία που γεννιέται από την παρατήρηση, τη μελέτη και τον πειραματισμό, βασίζεται στην ικανότητα, την εκπαίδευση και την εμπειρία, παρέχει τρόπους προσπέλασης στην ερμηνεία φαινομένων και δημιουργεί κατευθύνσεις στη νοητική διαδικασία, ώστε η εξέταση των θεμάτων και των φαινομένων να γίνεται με ορισμένους κανόνες”. Από αυτό τον ορισμό αναγνωρίζονται κάποιες βασικές ιδιότητες της μεθοδολογίας οι οποίες είναι ότι είναι συστηματική, παραγωγική αλλά και ευέλικτη. Επίσης, η μεθοδολογία εξασφαλίζει μια συνεχή ροή στη διαδικασία εκπόνησης της εργασίας και προδιαγράφει την πορεία αντιμετώπισης του προβλήματος.

3.1 Μεθοδολογική προσέγγιση

Για την παρούσα εργασία το μεθοδολογικό πλαίσιο το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι αυτό που παρουσιάζεται στο **Διάγραμμα 3.1**. Το πρώτο στάδιο αφορά τον ακριβή καθορισμό του προβλήματος. Είναι ο γενικός στόχος της μελέτης και αποτελεί το βασικό άξονα στον οποίο θα κινηθεί ο ερευνητής προκειμένου να περατώσει τη μελέτη του. Ο παρών στόχος είναι η χωροχρονική ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων και η συσχέτιση τους με άλλες μεταβλητές σε περιβάλλον GIS. Ακολουθεί, ο καθορισμός της περιοχής μελέτης, η οποία είναι το κέντρο αναφοράς.

Πρέπει να τονιστεί ότι η περιοχή μελέτης ποικίλλει ανάλογα με την εργασία και επίσης πολλά κριτήρια επηρεάζουν την επιλογή της. Ακόμα, είναι απαραίτητος ο καθορισμός μιας υπο-περιοχής που παρουσιάζει ενδιαφέρον ώστε να γίνει μια πιο ενδελεχή μελέτη σε αυτή. Εν συνεχεία, συλλέγονται τα κατάλληλα δεδομένα και επεξεργάζονται ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν ορθά. Ακολουθεί η ανάλυση της υφιστάμενης κατάστασης διαχρονικά και στις δύο περιοχές μελέτης με τη χρήση των κατάλληλων εργαλείων. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι έχει προηγηθεί η αναζήτηση κατάλληλης βιβλιογραφίας στο συγκεκριμένο θέμα μελέτης ώστε να συγκεντρωθούν πληροφορίες για τον τρόπο προσέγγισης από άλλους μελετητές. Έπειτα, γίνεται η συσχέτιση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές και για τα δύο επίπεδα μελέτης προκειμένου να αναδειχθούν μεταβλητές οι οποίες επηρεάζουν το πρόβλημα και σε ποιο βαθμό. Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της εφαρμογής με τον απαραίτητο σχολιασμό και η εργασία ολοκληρώνεται με τα συμπεράσματα για τη μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε.



Διάγραμμα 3.1 Μεθοδολογικό Πλαίσιο της παρούσας εργασίας

3.2 Συλλογή δεδομένων

Όσον αφορά στα δεδομένα που ήταν απαραίτητο να συλλεχθούν για την εργασία, επεξεργάστηκαν κατάλληλα προκειμένου να εισαχθούν σε GIS περιβάλλον και να αναδείξουν τη χρονική μεταβολή του προβλήματος. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι ο τρόπος ανάλυσης της επιμέρους περιοχής μελέτης ήταν να είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο της ευρύτερης περιοχής ώστε να είναι δυνατή και η σύγκρισή τους. Ωστόσο, δεν είναι δεσμευτικό να είναι ακριβώς ο ίδιος, λόγω έλλειψης δεδομένων και μη πιθανής συσχέτισης μεταβλητών για την υπο-περιοχή μελέτης σε αντίθεση με την ευρύτερη. Επίσης, όσον αφορά στην επιλογή των μεταβλητών για την ανάδειξη συσχετίσεων με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα αυτές μπορεί να εντάσσονται σε διάφορες κατηγορίες. Αρχικά, χρησιμοποιήθηκαν μεταβλητές με χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου, κοινωνικές μεταβλητές αλλά και οικονομικές. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν και δημογραφικές μεταβλητές, μεταβλητές υποδομών και άλλες που αφορούσαν την κάλυψη γης. Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι η βιβλιογραφία είχε καθοριστικό ρόλο στην επιλογή των μεταβλητών καθώς υπήρχαν μελέτες που είχα χρησιμοποιήσει τέτοιες μεταβλητές και έδειξαν συσχέτιση με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα.

Ακόμα, είναι πολύ σημαντικό να τονιστεί ότι για το στάδιο της ανάλυσης τα αρχικά δεδομένα έπρεπε να σταθμιστούν με άλλες παραμέτρους προκειμένου να αναδειχθούν άλλες πτυχές του προβλήματος οι οποίες δεν ήταν δυνατό να αναγνωριστούν χωρίς την εφαρμογή της στάθμισης. Κάθε διαφορετική στάθμιση έδινε διαφορετικό αποτέλεσμα, συνεπώς ήταν απαραίτητος ο συνδυασμός όλων των αποτελεσμάτων για την εξαγωγή ενός ασφαλούς συμπεράσματος.

3.3 Τεχνικές Ανάλυσης

Οι τεχνικές ανάλυσης που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πολλές με απώτερο στόχο την άρτια ανάλυση του προβλήματος με όσο το δυνατόν περισσότερα διαθέσιμα εργαλεία. Η εφαρμογή απλών στατιστικών μεθόδων δεν είναι πάντα επιτυχημένη καθώς αγνοούνται οι σύνθετες χωρικές σχέσεις ανάμεσα στα δεδομένα, το οποίο επιλύει η χρήση GIS (Φώτης, 2010). Αρχικά, πρέπει να αναφερθεί το χωροθετικό πηλίκιο το οποίο συμβάλλει ουσιαστικά στον εντοπισμό περιοχών που είναι διαφορετικές από την περιοχή είτε έχοντας υψηλές ή χαμηλές τιμές από τη συνολική περιοχή. Επίσης, ένα άλλο σημαντικό εργαλείο το οποίο χρησιμοποιήθηκε ήταν η χωρική αυτοσυσχέτιση μέσω των γενικών αλλά και των τοπικών δεικτών τόσο του Moran's I όσο και του Getis Ord G^* και με αυτό τον τρόπο έδειξε αν υπάρχει αυτοσυσχέτιση στην περιοχή μελέτης. Επίσης, η απόσταση από εγγύτερο γείτονα χρησιμοποιήθηκε για την υπο-περιοχή μελέτης για την οποία ήταν γνωστές οι θέσεις των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Μέσω αυτής ήταν δυνατόν ο προσδιορισμός του χωρικού προτύπου κατανομής των σημείων για διάφορες κατηγοριοποιήσεις των συμβάντων που σχετίζονταν με την ώρα του συμβάντος, την ιδιότητα του αποθανόντος αλλά και για άλλες κατηγοριοποιήσεις. Επίσης, η δημιουργία δι-μεταβλητών χαρτών για διάφορες κατηγοριοποιήσεις βοήθησε ουσιαστικά στην αναγνώριση περιοχών που το πρόβλημα

ήταν έντονο αφού συνδύαζε δύο μεταβλητές και η οπτικοποίηση τους γινόταν σε ένα χάρτη. Ακόμα, η εύρεση των χωρικών μέσων για διάφορες κατηγοριοποιήσεις των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων όπως και ο σχεδιασμός των ελλείψεων τυπικού σφάλματος αποδείχθηκαν πολύ χρήσιμα εργαλεία καθώς ανέδειξαν τον τρόπο που ήταν κατανοημένα τα σημεία (περιστατικά). Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι κάποια από τα προαναφερθέντα εργαλεία χρησιμοποιήθηκαν και διαχρονικά για κάθε περίοδο του χρονικού διαστήματος μελέτης.

Τέλος, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον για τη συσχέτιση διάφορων μεταβλητών με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ήταν η ελάχιστο-τετραγωνική παλινδρόμηση (OLS) και μετέπειτα η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση (GWR). Εφόσον είχαν ικανοποιηθεί τα απαραίτητα κριτήρια εκτελέστηκαν οι OLS και GWR. Ωστόσο, προηγήθηκε η διερευνητική παλινδρόμηση (exploratory regression) η οποία εκτέλεσε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς των διαφόρων μεταβλητών ώστε να σχηματιστούν όλα τα δυνατά μοντέλα σύμφωνα με τα κριτήρια. Έπειτα, έγινε επιλογή των κατάλληλων μοντέλων από το μελετητή και στη συνέχεια εκτελέστηκαν αρχικά η OLS και έπειτα η GWR. Δηλαδή, με τις παλινδρομήσεις ήταν δυνατή η εξαγωγή των τιμών των συντελεστών για κάθε ανεξάρτητη μεταβλητή. Τέλος, έγινε και σύγκριση αυτών των ειδών παλινδρομήσεων (OLS και GWR) σύμφωνα με τους παραγόμενους δείκτες αξιολόγησης οι οποίοι δείχνουν το πόσο καλή ήταν η προσαρμογή του μοντέλου στα δεδομένα. Να σημειωθεί ότι τα παραπάνω εκτελέστηκαν και για τα δύο επίπεδα μελέτης (ευρύτερη περιοχή και υπο-περιοχή) αλλά και για κάθε περίοδο του χρονικού διαστήματος μελέτης. Στο ακόλουθο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή αυτού του μεθοδολογικού πλαισίου καθώς και τα σχετικά αποτελέσματα που εξάχθηκαν.

3.4 Αναφορές

Κουτσόπουλος, Κ. (2009) Πραγματεία Ανάλυσης Χώρου Τόμος Α': Θεωρία Αθήνα: Παπασωτηρίου.

Φώτης, Γ. (2010). Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών. Αθήνα: Γκοβόστη.

Κεφάλαιο 4 Εφαρμογή

Η εφαρμογή σε μια εργασία είναι αναπόσπαστο κομμάτι και αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος της. Στην παρούσα διπλωματική όπως έχει αναφερθεί και πριν έγινε ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την Ελλάδα και η συσχέτιση τους με άλλες παραμέτρους.

4.1 Περιοχή μελέτης και δεδομένα

Η περιοχή μελέτης της παρούσας εργασίας είναι ο ελλαδικός χώρος χωρισμένος σε 52 νομούς. Σε αυτούς τους νομούς δε συμπεριλαμβάνεται το Άγιο Όρος το οποίο ορίζεται ως αυτόνομη μοναστική Πολιτεία και υπάγεται σε ειδικό καθεστώς. Χρησιμοποιήθηκε ο νομός ως υποδιαίρεση της Ελλάδος γεγονός που καθορίστηκε από τον τρόπο που είχαν καταγραφεί τα τροχαία ατυχήματα. Επίσης, η περιοχή μελέτης εξειδικεύεται στη συνέχεια στο νομό Αττικής καθώς είναι ο νομός στον οποίο ανήκει η πρωτεύουσα της χώρας και λαμβάνουν χώρα τα πιο πολλά οδικά ατυχήματα. Ο νομός Αττικής είναι χωρισμένος σε 58 δήμους όπως διαμορφώθηκαν με το πρόγραμμα Καλλικράτης το οποίο τέθηκε σε ισχύ από την 1/1/2011.

Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη συγκεκριμένη μελέτη αντλήθηκαν από τη Διεύθυνση Τροχαίας Αττικής και αφορούν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα που έλαβαν χώρα στην Ελλάδα την περίοδο 2011 έως και 2015. Ο τρόπος καταγραφής που εφαρμόστηκε έγινε για κάθε νομό από την τοπική αστυνομική διεύθυνση του. Τα στοιχεία που καταγράφηκαν ήταν σε μορφή υπολογιστικού φύλλου (excel) αν και η πρωτογενής καταγραφή του θανατηφόρου τροχαίου γίνεται σε έντυπη μορφή. Τα στοιχεία που καταγράφονται για κάθε θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα είναι τα ακόλουθα:

- Ημερομηνία

- Είδος οδικού δικτύου
- Τόπος τέλεσης (οδός, αριθμός, χλμ. θέση)
- Ώρα συμβάντος
- Είδος ατυχήματος (εκτροπή, κ.α.)
- Αιτία
- Οχημα
- Ιδιότητα παθόντα
- Ηλικία παθόντα

Κάθε ένα από αυτά τα στοιχεία καταγράφηκε σύμφωνα με μια συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση έτσι ώστε να είναι δυνατή η ευκολότερη μετέπειτα ανάλυση τους. Δηλαδή, η ώρα στην οποία συνέβη το ατύχημα είναι χωρισμένη σε έξι ζώνες οι οποίες πρέπει να τονιστεί ότι δεν είναι ισόποσες. Παρόμοιος τρόπος καταγραφής εφαρμόστηκε και για τα υπόλοιπα πεδία πληροφορίας όπως για την ηλικία του θύματος. Επίσης, σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει αναφορά ότι πολλά δεδομένα ιδίως για τα έτη 2014 και 2015 είχαν αρκετά λάθη. Κυρίως οι διευθύνσεις δεν ήταν επαρκώς προσδιορισμένες δηλαδή η πληροφορία που είχαν ήταν πολύ γενική αναφέροντας μόνο την ευρύτερη περιοχή του ατυχήματος ή μόνο το δρόμο χωρίς τον αριθμό. Επίσης, υπήρχαν και μερικοί αναγραμματισμοί και ορθογραφικά λάθη τα οποία οφείλονται πιθανότατα στην απρόσεκτη εισαγωγή των δεδομένων από τους αρμόδιους υπαλλήλους. Τα παραπάνω οδήγησαν κάποια θανατηφόρα τροχαία περιστατικά σε ποσοστό 5% να αφαιρεθούν από την επεξεργασία καθώς δεν ήταν δυνατή η ορθή τοποθέτηση τους πάνω στο χάρτη και ούτε ήταν δυνατή μια ικανοποιητική σε ακρίβεια προσέγγιση τους.

4.2 Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης σε επίπεδο χώρας

Το πρώτο επίπεδο ανάλυσης αφορά ολόκληρη τη χώρα διαιρεμένη ανά νομό καθώς με αυτό τον τρόπο είχαν καταγραφεί τα τροχαία ατυχήματα από τις αστυνομικές διευθύνσεις του κάθε νομού. Το 2011 συνέβησαν σε όλη την Ελλάδα 1023 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα αποτελώντας το έτος στο οποίο συνέβησαν τα περισσότερα για την περίοδο μελέτης 2011 έως και 2015. Στα υπόλοιπα έτη φθίνουν και στον παρακάτω πίνακα 4.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι μεταβολές τους. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι ενώ υπήρχε συνεχόμενη πτώση στο πλήθος τους μέχρι και το 2014 με φθίνοντα ρυθμό, το έτος 2015 έχουν σταθεροποιηθεί.

Πίνακας 4.1 Ετήσιες μεταβολές θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011 έως και 2015

Χρονική περίοδος	Μεταβολή Θανατηφόρων Τροχαίων Ατυχημάτων
2011-2012	-14,08
2012-2013	-8,99
2013-2014	-7,13
2014-2015	0,67

Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά στο προφίλ ενός τυπικού θανατηφόρου τροχαίου ατυχήματος για την περίοδο 2011-2015 αλλά και για κάθε έτος ξεχωριστά για το σύνολο του ελλαδικού χώρου. Το τυπικό προφίλ ενός θανατηφόρου τροχαίου ατυχήματος την περίοδο 2011-2015 έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: το θύμα είναι οδηγός, το όχημα είναι δίκυκλο, η ηλικία του αποθανόντος είναι 23-35 ετών, το ατύχημα συνέβη ώρα 24:00-7:00, ως αίτια αναφέρονται ευθύνες του οδηγού και τέλος το ατύχημα συνέβη σε οδικό δίκτυο κατοικημένης περιοχής. Το συγκεκριμένο προφίλ ατυχήματος εμφανίζεται 33 φορές σε οχτώ νομούς. Επειδή υπάρχει μεγάλη κατηγοριοποίηση το πλήθος των ατυχημάτων με αυτά τα χαρακτηριστικά είναι μικρό, δηλαδή όσο αυξάνεται η κατηγοριοποίηση τόσο μειώνεται το πλήθος. Για παράδειγμα αν η κατηγοριοποίηση σταματήσει στην ώρα συμβάντος χωρίς να συμπεριληφθούν τα αίτια και το είδος οδικού δικτύου που συνέβη το ατύχημα και η παραπάνω κατηγοριοποίηση (θύμα, όχημα, ηλικία και ώρα) παραμείνει ίδια, το πλήθος των περιστατικών ανέρχεται σε 103.

Αν και αυτό είναι το τυπικό προφίλ για όλα τα έτη δεν είναι ίδιο για κάθε έτος ξεχωριστά. Συγκεκριμένα, το 2011 το τυπικό θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα είχε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: θύμα ήταν ο οδηγός ηλικίας 55+, όχημα ήταν ΙΧΕ, ώρα συμβάντος ήταν 9:00-13:00 το πρωί, τα αίτια σχετίζονταν με τις ευθύνες του οδηγού και τέλος συνέβη στο λοιπό οδικό δίκτυο. Ο Πίνακας 4.2 παρουσιάζει αναλυτικά το τυπικό ατύχημα για κάθε έτος με τα επιμέρους χαρακτηριστικά του. Παρατηρείται ότι υπάρχουν αρκετές διαφορές στο τυπικό ατύχημα για κάθε έτος, ωστόσο μόνο το έτος 2015 τα χαρακτηριστικά του τυπικού ατυχήματος είναι ίδια με αυτά του τυπικού ατυχήματος για την περίοδο 2011-2015.

Πίνακας 4.2 Τα χαρακτηριστικά του τυπικού θανατηφόρου τροχαίου ατυχήματος για το σύνολο της Ελλάδας ανά έτος για την περίοδο 2011 έως και 2015

	2011	2012	2013
Είδος Θύματος	οδηγός	οδηγός	οδηγός
Όχημα	ΙΧΕ	δίκυκλο	δίκυκλο
Ηλικία	55+	18-25	55+
Ώρα συμβάντος	09:00 - 13:00	24:00 - 07:00	13:00 - 17:00
Αίτια	ευθύνες οδηγού	ευθύνες οδηγού	ευθύνες οδηγού
Είδος οδικού δικτύου	λοιπό οδικό δίκτυο	λοιπό οδικό δίκτυο	λοιπό οδικό δίκτυο
	2014	2015	2011-2015
Είδος Θύματος	οδηγός	οδηγός	οδηγός
Όχημα	ΙΧΕ	δίκυκλο	δίκυκλο
Ηλικία	55+	26-35	26-35
Ώρα συμβάντος	09:00 - 13:00	24:00 - 07:00	24:00 - 07:00
Αίτια	ευθύνες οδηγού	ευθύνες οδηγού	ευθύνες οδηγού
Είδος οδικού δικτύου	λοιπό εθνικό οδικό δίκτυο	κατοικημένη περιοχή	κατοικημένη περιοχή

Επίσης, κάποια άλλα είδη τυπικού θανατηφόρου τροχαίου ατυχήματος που παρουσιάζουν ενδιαφέρον για την περίοδο 2011-2015 είναι τα ακόλουθα όπως φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 4.3 με τα χαρακτηριστικά τους. Το πρώτο προφίλ αποτελεί το κυρίαρχο για το οποίο έγινε αναφορά παραπάνω. Στη συνέχεια στον πίνακα 4.4 παρουσιάζονται τα ποσοστά συχνότητας εμφάνισης αυτών των προφίλ ατυχημάτων για το διάστημα 2011-2015 αλλά και για κάθε χρόνο ξεχωριστά. Αξίζει να τονιστεί η μεγάλη συχνότητα εμφάνισης του κυρίαρχου προφίλ εν έτει 2012 και το γεγονός ότι και τα τέσσερα προφίλ παρουσιάζονται έντονες διαφοροποιήσεις κάθε έτος.

Πίνακας 4.3 Τυπικά θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με τα αντίστοιχα χαρακτηριστικά τους για την περίοδο 2011-2015

	προφίλ 1	προφίλ 2	προφίλ 3	προφίλ 4
Είδος θύματος	οδηγός	οδηγός	πεζός	πεζός
Όχημα	δίκυκλο	ΙΧΕ	ΙΧΕ	ΙΧΕ
Ηλικία	26-35	55+	55+	55+
Ωρα συμβάντος	24:00 - 07:00	09:00 - 13:00	09:00 - 13:00	09:00 - 13:00
Αίτια	ευθύνες οδηγού	ευθύνες οδηγού	ευθύνες οδηγού	ευθύνες πεζού
Είδος οδικού δικτύου	κατοικημένη περιοχή	λοιπό οδικό δίκτυο	κατοικημένη περιοχή	κατοικημένη περιοχή

Πίνακας 4.4 Ποσοστά συχνότητας εμφάνισης τεσσάρων τυπικών θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011-2015

Ποσοστά συχνότητας εμφάνισης (‰)	2011	2012	2013	2014	2015	2011-2015
προφίλ 1	4.66	12.51	7.5	6.73	8.02	7.29
προφίλ 2	9.10	6.82	3.75	5.38	2.67	5.08
προφίλ 3	0.93	7.96	8.75	6.73	6.68	5.52
προφίλ 4	2.80	3.41	3.75	2.69	6.68	4.86

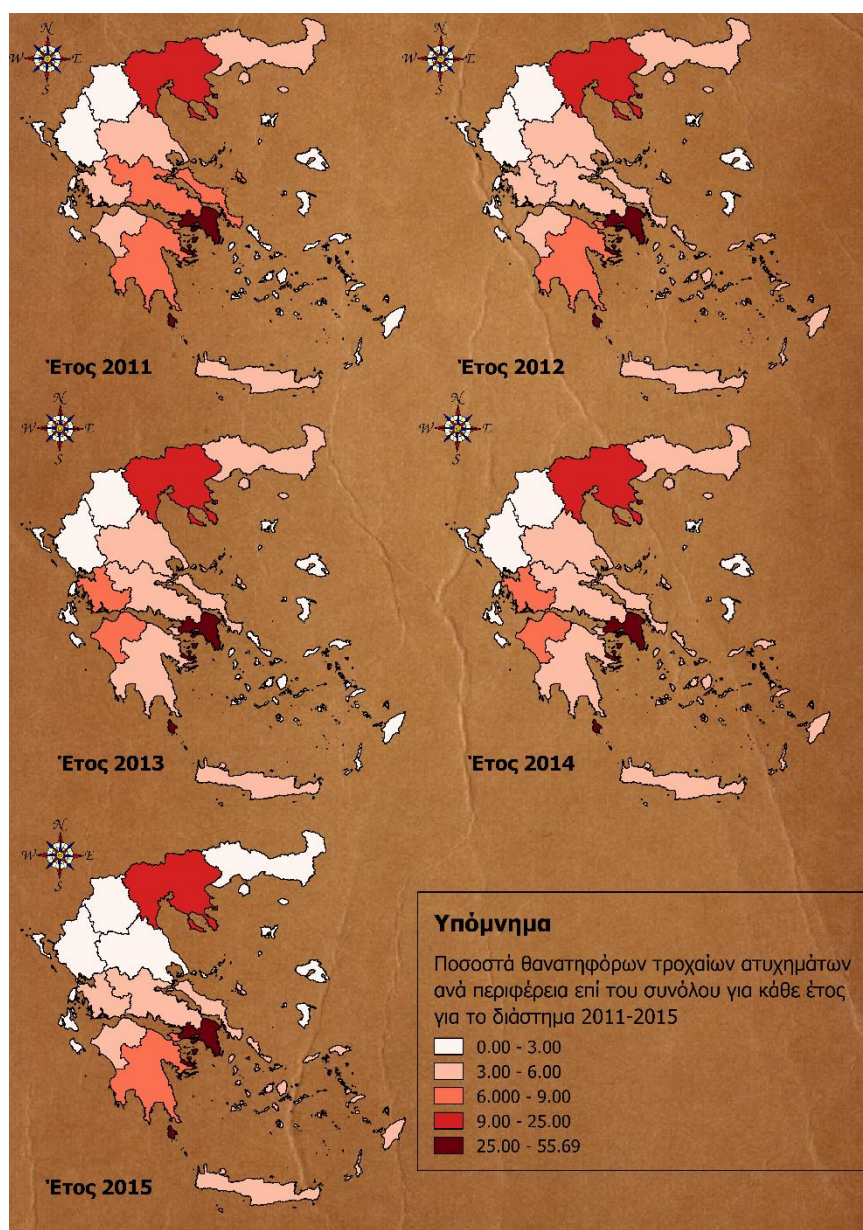
4.2.1 Αρχική ανάλυση χωρίς κατηγοριοποίηση

Το πρώτο στάδιο ανάλυσης αφορά τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα χωρίς να ληφθούν υπόψη τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους. Αρχικά, ο **Χάρτης 4.1** παρουσιάζει το ποσοστό θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για κάθε περιφέρεια της Ελλάδος σε σχέση με το σύνολο της χώρας για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015. Παρατηρείται, ότι στο νομό Αττικής συγκεντρώνονται τα περισσότερα περιστατικά κάθε έτος της περιόδου 2011-2015. Συγκεκριμένα κυμαίνονται από 48.78% εν έτει 2011 μέχρι 54.21% εν έτει 2015. Ακολουθεί, η κεντρική Μακεδονία στην οποία εντάσσεται η Θεσσαλονίκη με ποσοστά που κυμαίνονται από 9.73% έως και 11.26%. Το μεγαλύτερο της ποσοστό σημειώνεται το έτος 2012. Την τρίτη θέση στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κατέχει η περιφέρεια Δυτικής Ελλάδος για τα έτη 2013 και 2014, η Πελοπόννησος για τα έτη 2012 και 2015 και για το 2011 η Στερεά Ελλάδα και τα ποσοστά τους κυμαίνονται στο 6-7%. Τα λιγότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα λαμβάνουν χώρα στο Βόρειο Αιγαίο με ποσοστά που κυμαίνονται από 0-1% για τα έτη 2011-2013 και 2015. Μόνο το έτος 2014 την πρώτη θέση στα λιγότερα

τροχαία ατυχήματα κατείχε η περιφέρεια Νήσων Ιονίου πελάγους. Επίσης, το ποσοστά της Κρήτης κυμαίνονται στο 4.5-5% και το υψηλότερο σημειώνεται εν έτει 2015.

Όσον αφορά στη διαχρονική μεταβολή των συμβάντων παρατηρείται ότι η περιφέρεια Αττικής παρουσιάζει μία αύξηση στο ποσοστό της κατά σχεδόν 10% το διάστημα 2014-2015 ενώ τα προηγούμενα χρόνια οι μεταβολές της ήταν αμελητέες. Επίσης, άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι η περιφέρεια Θεσσαλίας σημείωσε μείωση κατά 50% στο ποσοστό της από το 2014 έως το 2015 ενώ το ίδιο διάστημα η περιφέρεια Ιόνιων Νήσων αύξησε το ποσοστό της κατά 41%. Ακόμα η Δυτική Ελλάδα παρουσίασε αύξηση κατά 20% για δύο συνεχόμενα χρονικά διαστήματα 2011-2012 και 2012-2013,

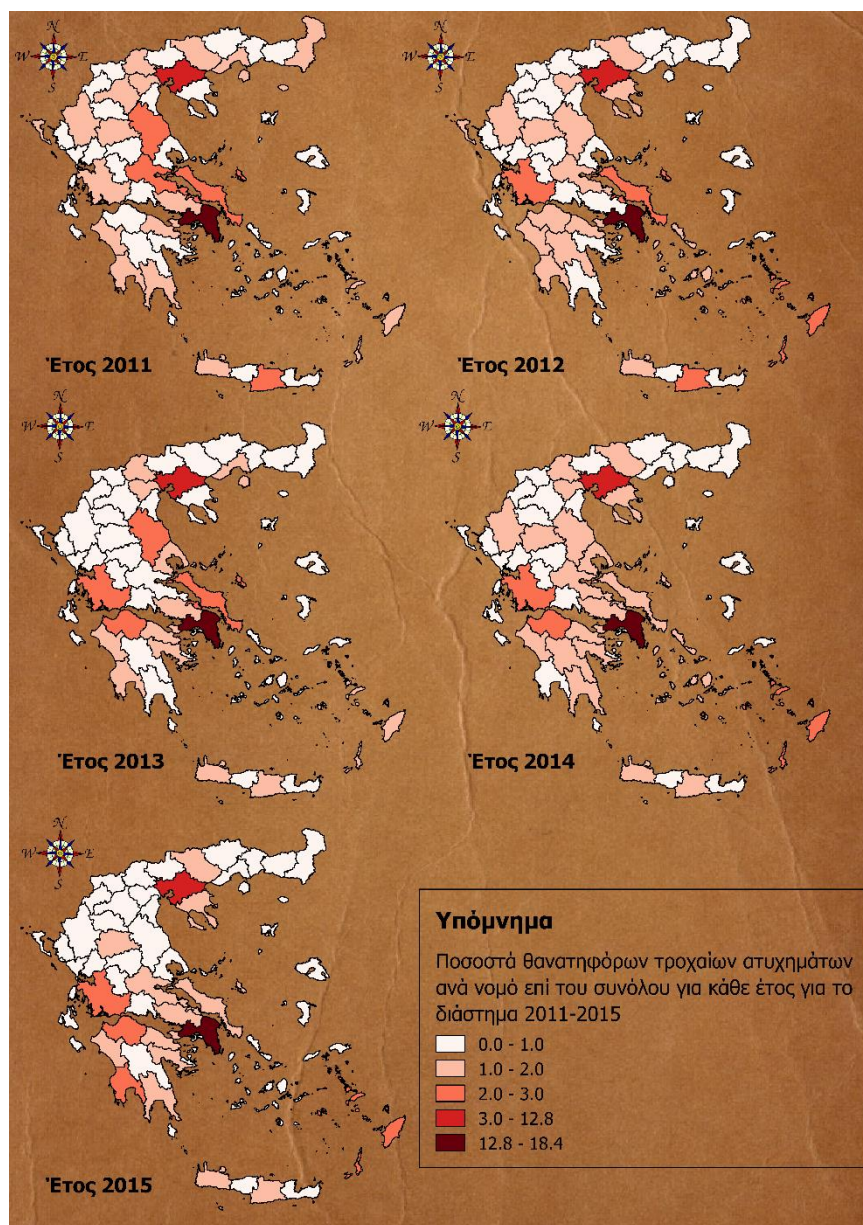
Χάρτης 4.1 Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά περιφέρεια επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015



ωστόσο αυτή η αυξητική τάση την επόμενη διετία μειώθηκε και τελικά το 2014-2015 σημείωσε πτώση 12%.

Στη συνέχεια, ο **Χάρτης 4.2** παρουσιάζει τα ίδια δεδομένα με τον προηγούμενο με τη διαφορά ότι η διαίρεση της χώρας γίνεται βάσει του νομού και όχι της περιφέρειας έτσι ώστε να μελετηθεί σε βάθος το φαινόμενο. Είναι ξεκάθαρο ότι ο νομός Αττικής κυριαρχεί με τα ποσοστά του να κυμαίνονται από 16.09-17.96%. Το μεγαλύτερο ποσοστό σημειώθηκε εν έτει 2015 ενώ το μικρότερο το 2012. Στη συνέχεια ακολουθεί ο νομός Θεσσαλονίκης με τα ποσοστά του να κυμαίνονται από 4.2% το οποίο σημειώθηκε εν έτει 2011 μέχρι και 5.29% για το 2012. Τα υπόλοιπα έτη το ποσοστό της δεν ξεπερνά το 5%. Την τρίτη θέση κατέχει ο νομός Εύβοιας για τα έτη 2011, 2012 και 2013, ο νομός Αιτωλοακαρνανίας για το 2014 και τέλος για το 2015

Χάρτης 4.2 Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015



ο νομός Αχαΐας. Τα ποσοστά τους κυμαίνονται στο 2.5% σε σχέση με όλη την Ελλάδα. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι ο νομός Λαρίσης έχει αυξημένα ποσοστά, ωστόσο έχει καθοδική πτώση τα έτη 2014-2015. Το ποσοστό του νομού Δωδεκανήσων κυμαίνεται από 1.46-2.70% και το μέγιστο σημειώνεται εν έτει 2015.

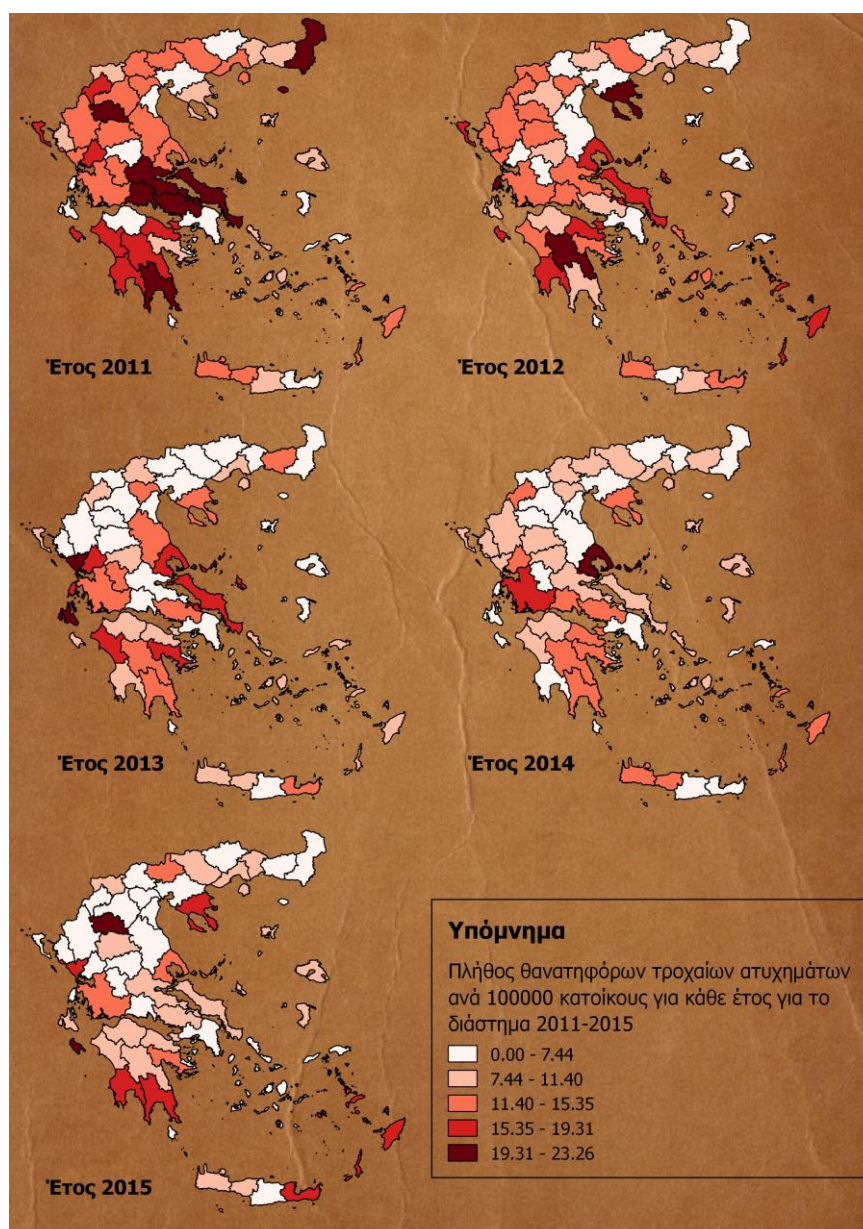
Όσον αφορά στους νομούς στους οποίους έλαβαν χώρα τα λιγότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα είναι οι ακόλουθοι για τα έτη 2011 έως και 2015 Λευκάδας, Σάμου, Χίου και Ευρυτανίας για τα δύο τελευταία έτη της χρονικής περιόδου μελέτης. Επίσης, κάποιοι άλλοι νομοί που παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά είναι η Φωκίδα, η Φλώρινα, η Θεσπρωτία και η Καστοριά. Ένα άλλο σημείο άξιο αναφοράς είναι η αλματώδη αύξηση του ποσοστού των Σερρών και της Χαλκιδικής 164% και 121% για τα διαστήματα 2013-2014 και 2011-2012 αντίστοιχα. Ο νομός Αττικής παρουσιάζει αύξηση κατά 10 ποσοστιαίες μονάδες το διάστημα 2014-2015 ενώ το υπόλοιπο διάστημα δεν παρουσιάζει σημαντικές αυξομειώσεις στα ποσοστά του. Ο νομός Θεσσαλονίκης σημείωσε αύξηση στα ποσοστά του κατά 1/5 το διάστημα 2011-2012, έπειτα μείωση κατά 1/10 και μετά το ποσοστό του σταθεροποιήθηκε.. Γενικότερα, η πλειονότητα των νομών δεν παρουσιάζει σταθερότητα στη διαχρονικές μεταβολές στα ποσοστά τους ούτε κατά πρόσημο αλλά ούτε και σε ρυθμό.

Στον παρακάτω χάρτη 4.3 παρουσιάζεται το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συμβαίνουν σε κάθε νομό σταθμισμένο με τον πληθυσμό για κάθε έτος του χρονικού διαστήματος 2011-2015. Τα στοιχεία του πληθυσμού για το σύνολο της χώρας πάρθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. και είχαν υπολογιστεί μέσω των τάσεων εξέλιξης για κάθε έτος. Για το 2011 ο νομός Βοιωτίας κατέχει την πρώτη θέση με 23.26 τροχαία ατυχήματα ανά 100000 κατοίκους ενώ αρκετά υψηλά ανέρχονται στην κατάταξη ο νομός Εύβοιας και Λακωνίας. Το 2012 στη Λευκάδα συνέβησαν 20 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά 100000 κατοίκους και κυριαρχεί στο συγκεκριμένο έτος. Επίσης, εν έτει 2014 κυρίαρχος είναι νομός Μαγνησίας και το έτος 2015 ο νομός Ζακύνθου με το πλήθος τους να ανέρχεται σε 20 και 22 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα αντίστοιχα.

Ένα σημείο το οποίο χρήζει επισημάνσης είναι το γεγονός ότι το συγκεκριμένο πλήθος για το νομό Αττικής κυμαίνεται από 5.1 έως 6.5 για το διάστημα 2011-2015 βάσει του οποίου κατατάσσεται στους νομούς με το μικρότερο πλήθος και για τα πέντε χρόνια μελέτης σε αντίθεση με τον παραπάνω πίνακα 4.2 όπου κατατάσσεται στην κατηγορία με το μεγαλύτερο ποσοστό θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Σε παρόμοια κατάσταση είναι και ο νομός Θεσσαλονίκης του οποίου το σταθμισμένο πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων δεν ξεπερνά το 6.7 σε κανένα έτος. Επίσης, οι νομοί με τα χαμηλότερα μεγέθη είναι η Αχαΐα, η Λέσβος, η Χίος, η Ζάκυνθος και η Καρδίτσα για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015. Όσον αφορά στις διαχρονικές μεταβολές για τη διετία 2011-2012 ξεχωρίζει ο νομός Λασιθίου και Αχαΐας με ποσοστό 100% και 118% θετικής αύξησης αντίστοιχα. Επίσης, ο νομός Ρεθύμνου παρουσιάζει μείωση κατά 47 ποσοστιαίες μονάδες για το διάστημα 2011-2012 ενώ την αμέσως επόμενη διετία αύξηση κατά 50%. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι και πολλοί νησιωτικοί νομοί σημειώνουν πολύ μεγάλες μεταβολές, ωστόσο αυτές δεν είναι

ιδιαίτερα σημαντικές καθώς σε αυτές έχουν συμβεί πολύ λίγα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα. Δηλαδή, για αυτούς με μια μικρή μεταβολή στο πλήθος προκαλείται τεράστια ποσοστιαία μεταβολή η οποία δεν έχει την ίδια βαρύτητα σε σχέση με τις αντίστοιχες μεταβολές των άλλων νομών. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι οι νομοί στους οποίους υπάρχει έξαρση του φαινομένου είναι διαφορετικοί όταν έγινε στάθμιση με τον πληθυσμό σε σχέση με αυτούς που δεν έχει γίνει. Μέσω λοιπόν της στάθμισης αναδεικνύονται διαφορετικές πτυχές του προβλήματος το οποίο είναι πολύ σημαντικό για τη μελέτη του φαινομένου.

Χάρτης 4.3 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100000 κατοίκους ανά νομό για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015

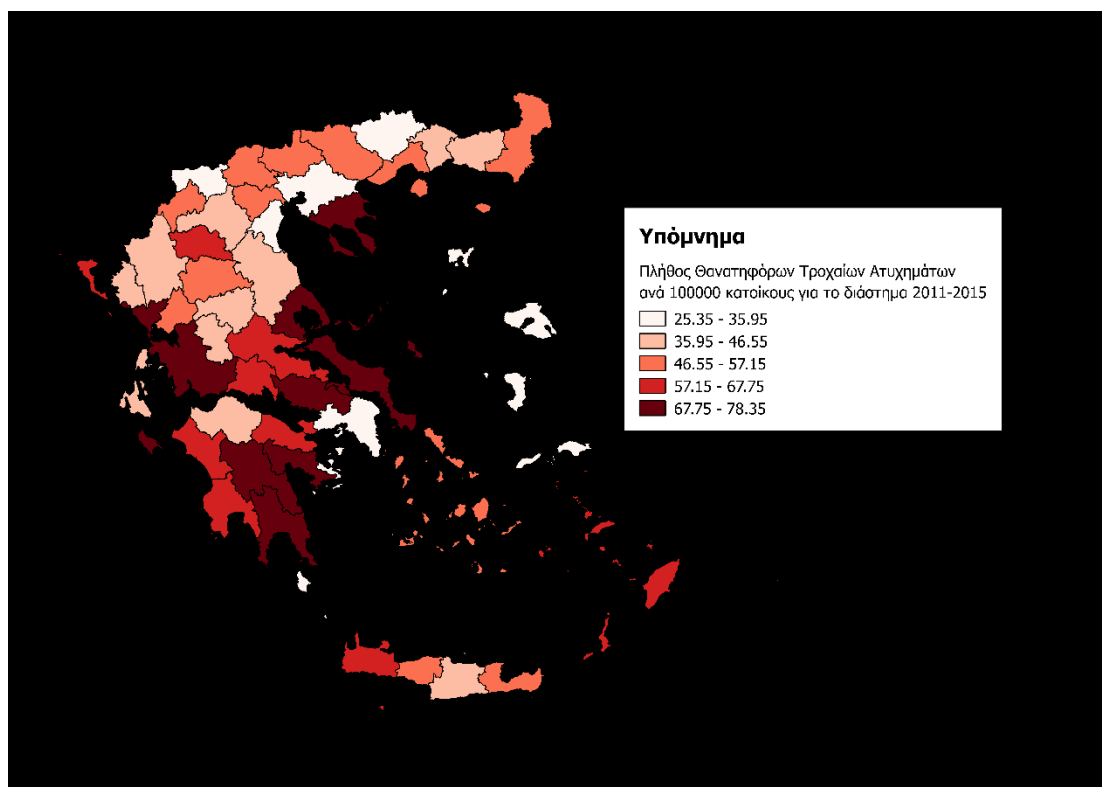


Στη συνέχεια, παρατίθεται ο **Χάρτης 4.4** ο οποίος υπολογίστηκε από το σύνολο των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για τα έτη 2011-2015 διαιρεμένο με το μέσο πληθυσμό για το ίδιο διάστημα ανά νομό. Παρατηρείται ότι οι νομοί Μαγνησίας,

Λακωνίας, Πρέβεζας, Αρκαδίας και Βοιωτίας κατέχουν τις πέντε υψηλότερες θέσεις με φθίνουσα σειρά κατάταξης όπου την πρώτη θέση κατέχει ο νομός Μαγνησίας. Αντίθετα, η Πιερία και η Θεσσαλονίκη βρίσκονται στις δύο χαμηλότερες θέσεις της συγκεκριμένης κατάταξης.

Ακολουθως, υπολογίστηκε ένας κανονικοποιημένος δείκτης ο οποίος προκύπτει από το άθροισμα τριών επιμέρους κανονικοποιημένων, τα αποτελέσματα του οποίου παρατίθενται στον παρακάτω χάρτη 4.5 επιτυγχάνοντας με αυτό τον τρόπο να αναδειχθούν νομοί που αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα. Ο πρώτος δείκτης αφορά

Χάρτης 4.4 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100000 κατοίκους ανά νομό για το διάστημα 2011-2015



το μέσο όρο κάθε νομού για το διάστημα 2011-2015 ενώ ο δεύτερος δείκτης είναι ο χρονικός μέσος ο οποίος υπολογίστηκε από τον ακόλουθο τύπο:

$$X. M. = \frac{\sum_{i=2011}^{i=2015} i * count(i)}{\sum_{i=2011}^{i=2015} i} \quad (4.1)$$

όπου:

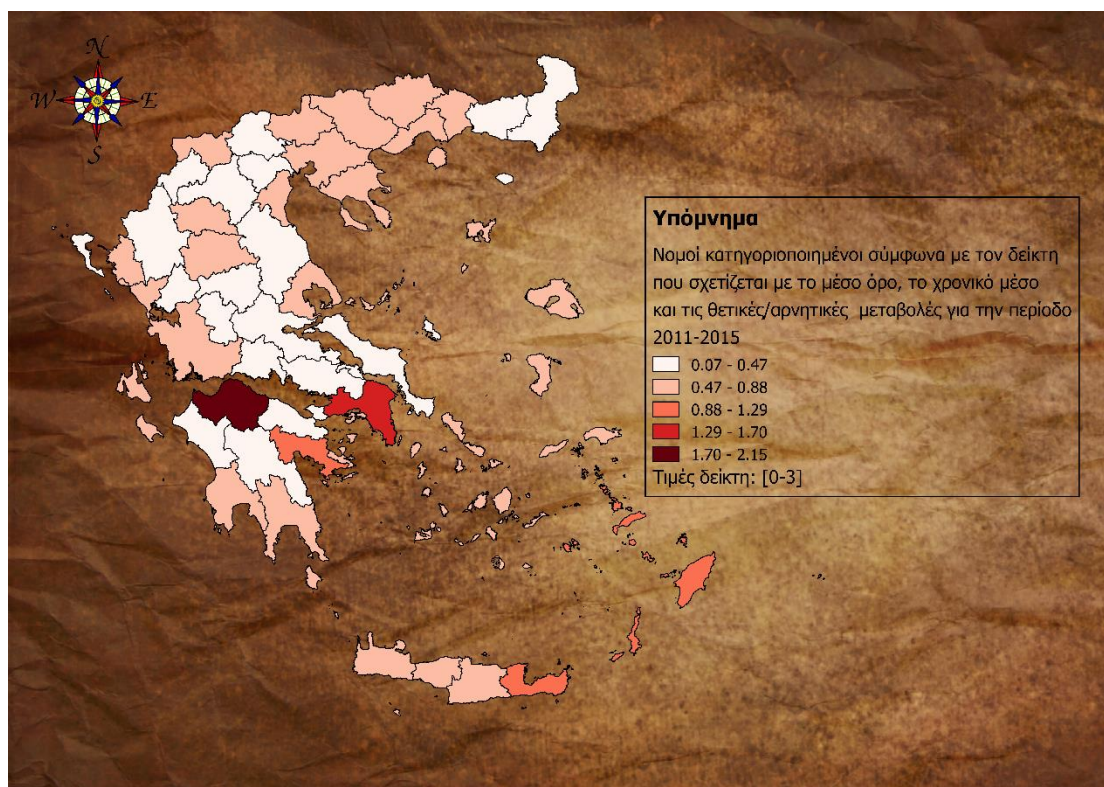
count(i): το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για κάθε έτος i

Ο τρίτος δείκτης υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο (4.2) αφού πρώτα έχει υπολογιστεί το πλήθος των θετικών και αρνητικών μεταβολών για το διάστημα 2011-2015 ανά διετία.

$$index_3 = \frac{e^{\text{θετικές μεταβολές}}}{e^{\text{αρνητικές μεταβολές}}} \quad (4.2)$$

Ύστερα κανονικοποιήθηκαν και οι τρεις δείκτες λαμβάνοντας τιμές στο διάστημα [0,1] και αθροίστηκαν, άρα ο γενικός δείκτης λαμβάνει τιμές από 0 έως 3. Από τον χάρτη των αποτελεσμάτων διαπιστώνεται ότι ο νομός Αχαΐας αποτελεί το νομό με τη μεγαλύτερη τιμή του δείκτη (συγκεκριμένα 2.11) ενώ την μικρότερη κατέχει ο νομός Λευκάδος. Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι ο νομός Αττικής έχει υψηλή τιμή δείκτη και μετά έπονται οι νομοί Λασιθίου και Δωδεκανήσων αντίστοιχα. Αντίθετα, τις μικρότερες τιμές του δείκτη κατέχουν οι νομοί Λευκάδας, Καστοριάς, Φωκίδας, Ιωαννίνων αλλά και Έβρου με αύξουσα σειρά κατάταξης. Με αυτό τον τρόπο το φαινόμενο των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιείται ανάλογα με το μέγεθος του, την αύξουσα ή φθίνουσα κατάσταση του σε σχέση με το χρόνο αλλά και βάσει των διαχρονικών μεταβολών. Δηλαδή, για παράδειγμα όσο περισσότερο πλησιάζει στο 1 ο δεύτερος επιμέρους δείκτη τόσο πιο οξύ είναι το πρόβλημα τα τελευταία έτη της περιόδου μελέτης ενώ το αντίθετο ισχύει για το 0. Για τη Αχαΐα η τιμή αυτή του δείκτη ισούται με τη μονάδα. Ακόμα, η Αχαΐα έχει πάρει τη μέγιστη τιμή και από τον τρίτο επιμέρους δείκτη με τέσσερις θετικές μεταβολές σε πλήρη αντίθεση με την Κοζάνη που έχει αρνητική μεταβολή για κάθε διατήτα και λαμβάνει μηδενική τιμή.

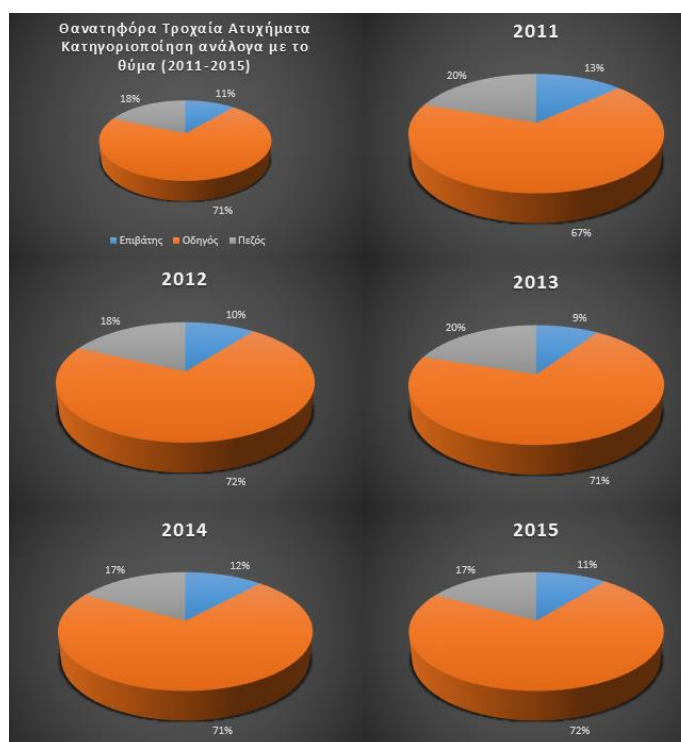
Χάρτης 4.5 Νομοί κατηγοριοποιημένοι με έναν δείκτη που σχετίζεται ισόποσα με το μέσο όρο, το χρονικό μέσο και το λόγο θετικών προς αρνητικών μεταβολών των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011-2015



4.2.2 Ανάλυση βάσει του είδους του θύματος

Αφού ολοκληρώθηκε μια γενική ανάλυση του φαινομένου, σε αυτό το στάδιο θα ληφθούν υπόψη οι διαθέσιμες κατηγοριοποιήσεις των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Αρχικά θα γίνει ανάλυση βάσει του είδους του θύματος το οποίο διακρίνεται σε οδηγό, πεζό και επιβάτη. Στο **Διάγραμμα 4.1** παρατίθενται τα ποσοστά τους για κάθε έτος αλλά και αθροιστικά για το διάστημα 2011-2015. Υπάρχει αρκετά σταθερότητα στα ποσοστά διαχρονικά, όπου 7 στα 10 θύματα είναι οδηγοί, 2 στα 10 πεζοί και μόλις 1 στα 10 επιβάτης.

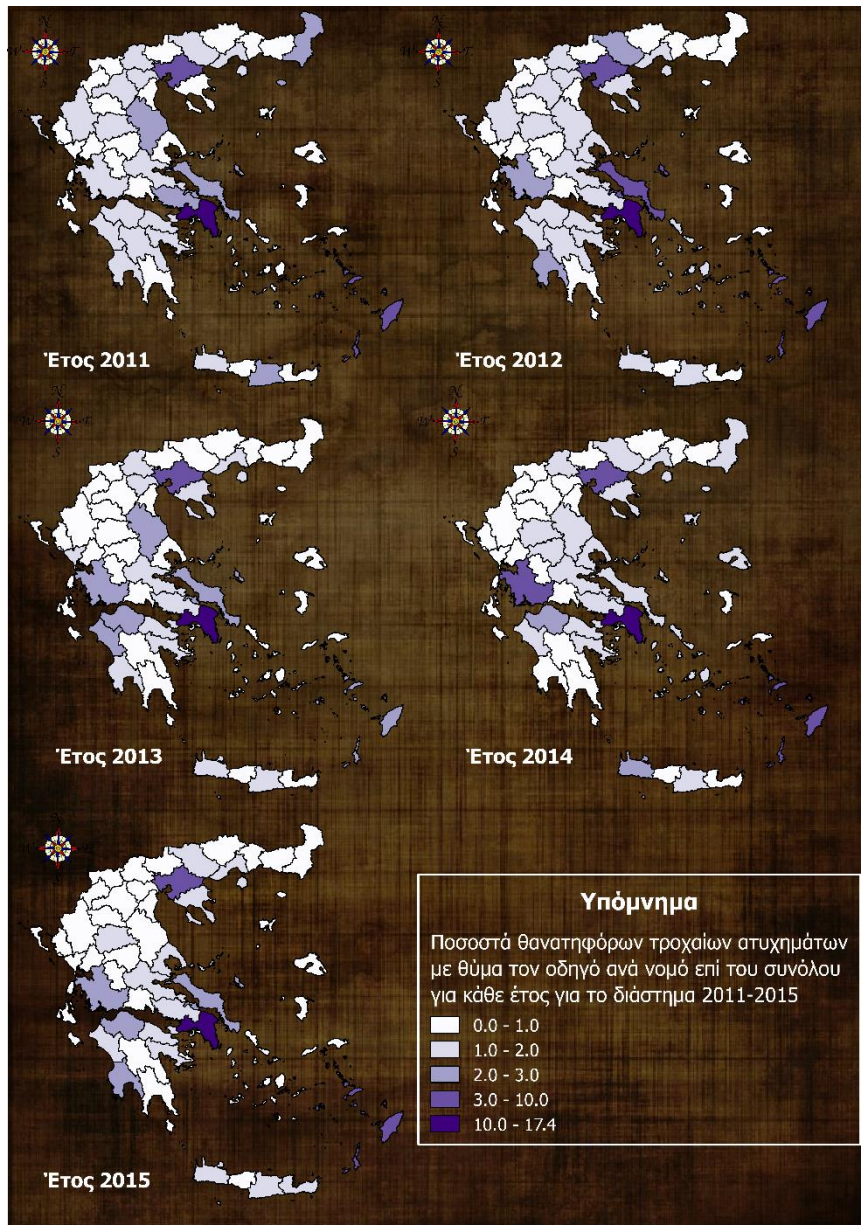
Ωστόσο, είναι σημαντικό να παρουσιαστεί αυτή η κατηγοριοποίηση του είδους του θύματος ανά νομό διαχρονικά το οποίο γίνεται παρακάτω. Ο **Χάρτης 4.6** δείχνει τη διαχρονική εξέλιξη του ποσοστού θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου όλης της χώρας όπου το θύμα είναι ο οδηγός για το διάστημα 2011-2015. Είναι ξεκάθαρο ότι ο νομός Αττικής κυριαρχεί με ποσοστά που κυμαίνονται από 14.52% έως και 17.37%. Σε αυτό το σημείο είναι επιτακτική ανάγκη να τονιστεί ότι τη δεύτερη θέση κατέχει για τρία χρόνια 2011, 2012 και 2013, ο νομός Θεσσαλονίκης, ενώ τα επόμενα δύο ο νομός Δωδεκανήσων. Επίσης, υψηλά ποσοστά κατέχει ο νομός Εύβοιας αλλά και Αιτωλοακαρνανίας. Οι μεταβολές αυτού του συγκεκριμένου ποσοστού για την Αττική ανά διετία είναι κάτω από 10% εκτός από τη διετία 2014-2015 που αγγίζει το 15%. Επίσης, ο νομός Δωδεκανήσων παρουσιάζει ραγδαία αύξηση που προσεγγίζει το 100% τη διετία 2013-2014 ενώ την επόμενη, αύξηση κατά 1/5. Επίσης, ο νομός Αχαΐας παρουσιάζει και τις τέσσερις διετίες θετικές μεταβολές αλλά με φθίνοντα ρυθμό όπου ξεκινά την πρώτη διετία με ποσοστιαία μεταβολή κατά 24 μονάδες και καταλήγει με 7 την τελευταία.



Διάγραμμα 4.1 Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος

Ο νομός Θεσσαλονίκης έχει θετική μεταβολή στο ποσοστό του μόνο την πρώτη διετία 2011-2012 της τάξεως 10% ενώ τις υπόλοιπες τρεις αρνητικές όπου ξεχωρίζει η μείωση κατά 20% την διετία 2013-2014. Ο νομός Εύβοιας παρουσιάζει μια ιδιαίτερη μεταβολή στο ποσοστό του όπου τη διετία 2013-2014 σημειώνει πτώση κατά το ήμισυ και την αμέσως επόμενη σημειώνει αύξηση κατά το ήμισυ.

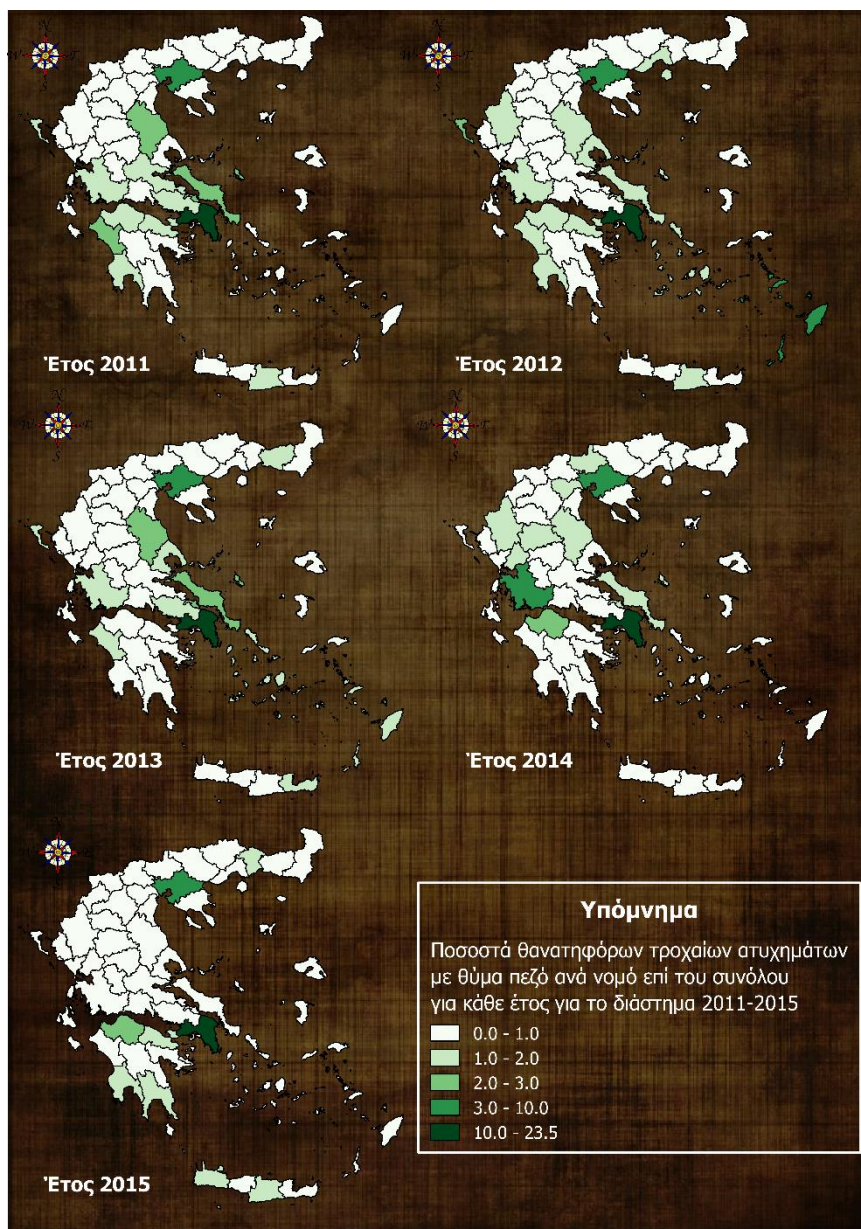
Χάρτης 4.6 Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα με θύμα τον οδηγό για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015



Στη συνέχεια στον παρακάτω χάρτη 4.7 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη του ποσοστού θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου όλης της χώρας όπου το θύμα είναι πεζός για το διάστημα 2011-2015. Και εδώ κυριαρχεί η Αττική με τα ποσοστά της να κυμαίνονται από 21.1-23.2% με το μέγιστο της να λαμβάνει χώρα το έτος 2012. Ακολουθεί ο νομός Θεσσαλονίκης αλλά εκτός του έτους 2012 όπου τη δεύτερη θέση καταλαμβάνει ο νομός Δωδεκανήσων με ποσοστό 4.46% έναντι 3.07 της Θεσσαλονίκης. Επίσης, υψηλά ποσοστά παρουσιάζει ο νομός Ηλείας

για τα έτη 2011 έως και 2013, όπως επίσης η Εύβοια το 2013 αλλά και η Αιτωλοακαρνανία το 2014 με ποσοστό 3.1%. Όσον αφορά στους νομούς όπου το φαινόμενο δεν είναι έντονο για τη συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση είναι αρκετοί στην Μακεδονία και την κεντρική Ελλάδα των οποίων τα ποσοστά διαχρονικά προσεγγίζουν το μηδέν όπως Ευρυτανίας και Φωκίδας.

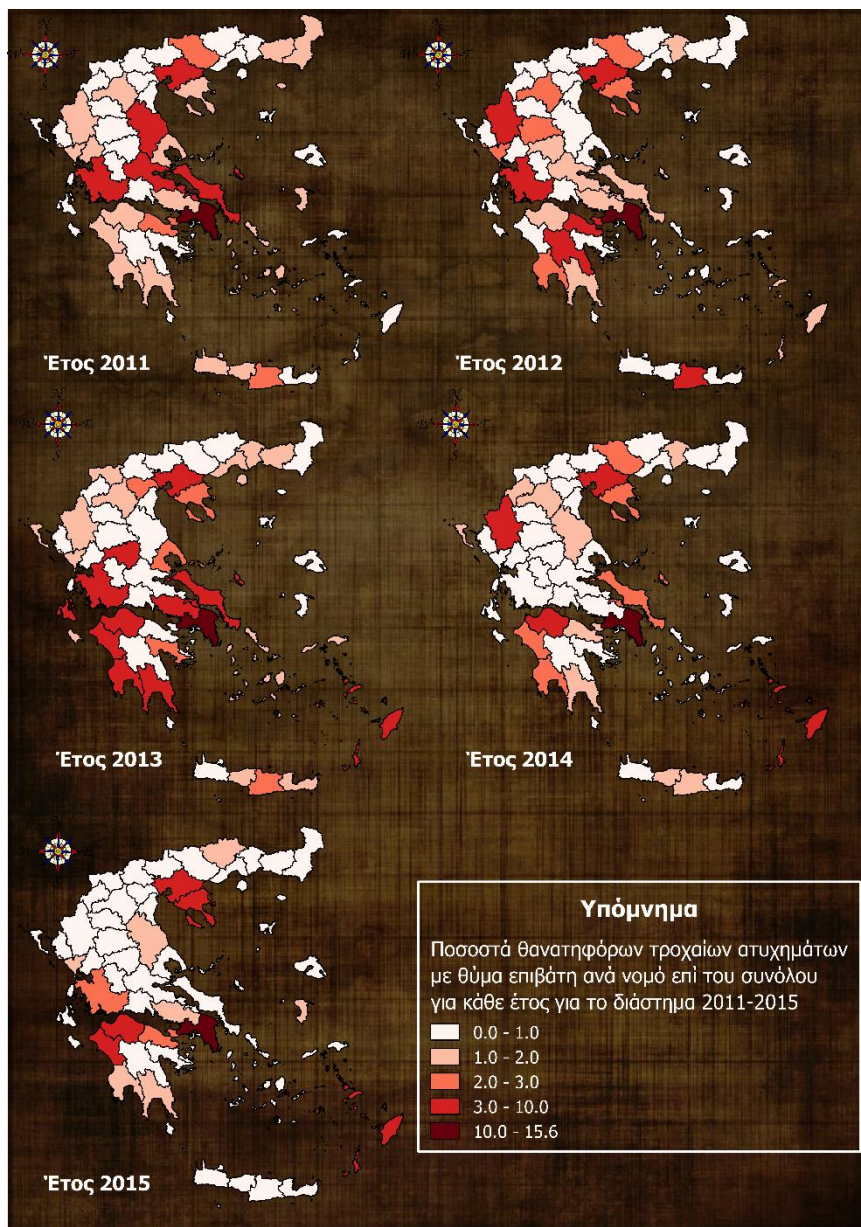
Χάρτης 4.7 Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα με θύμα πεζό για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015



Ο **Χάρτης 4.8** απεικονίζει τα ίδιο φαινόμενο με τους δύο προηγούμενους με τη διαφορά ότι το θύμα είναι ο επιβάτης. Τα ποσοστά του νομού Αττικής κυμαίνονται μεταξύ 13% και 15% ενώ της Θεσσαλονίκης από 3% έως 8.6%. Επίσης, ο νομός Αχαΐας σημειώνει υψηλό ποσοστό το 2015 και αποτελεί τον τρίτο νομό σε φθίνουσα κατάταξη με ποσοστό 5.6% αλλά και ο νομός Δωδεκανήσων έχει σχετικά υψηλά ποσοστά για τα έτη 2013 έως και 2015 με τιμές 3.5-4%. Ακόμα, ένας άλλος νομός ο οποίος χρήζει προσοχής είναι της Αιτωλοακαρνανίας του οποίου τα ποσοστά είναι

υψηλά για όλα τα έτη της περιόδου μελέτης εκτός από το 2014. Το μέγιστο ποσοστό του είναι 4.1% και σημειώθηκε εν έτει 2013. Ο νομός Αρκαδίας και Ηλείας σημείωσαν υψηλές θετικές μεταβολές για τις διετίες 2011-2012 και 2012-2013 αντίστοιχα ενώ οι νομοί Λάρισας και Αιτωλοακαρνανίας σημείωσαν πτώση στα ποσοστά τους κατά 80% τη διετία 2011-2012 και 2013-2014 αντίστοιχα. Ωστόσο, επειδή ο επιβάτης αποτελεί το θύμα μόνο στο 10% των περιστατικών δεν θα δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα στην περαιτέρω μελέτη του.

Χάρτης 4.8 Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό επί του συνόλου για όλη την Ελλάδα με θύμα επιβάτη για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015

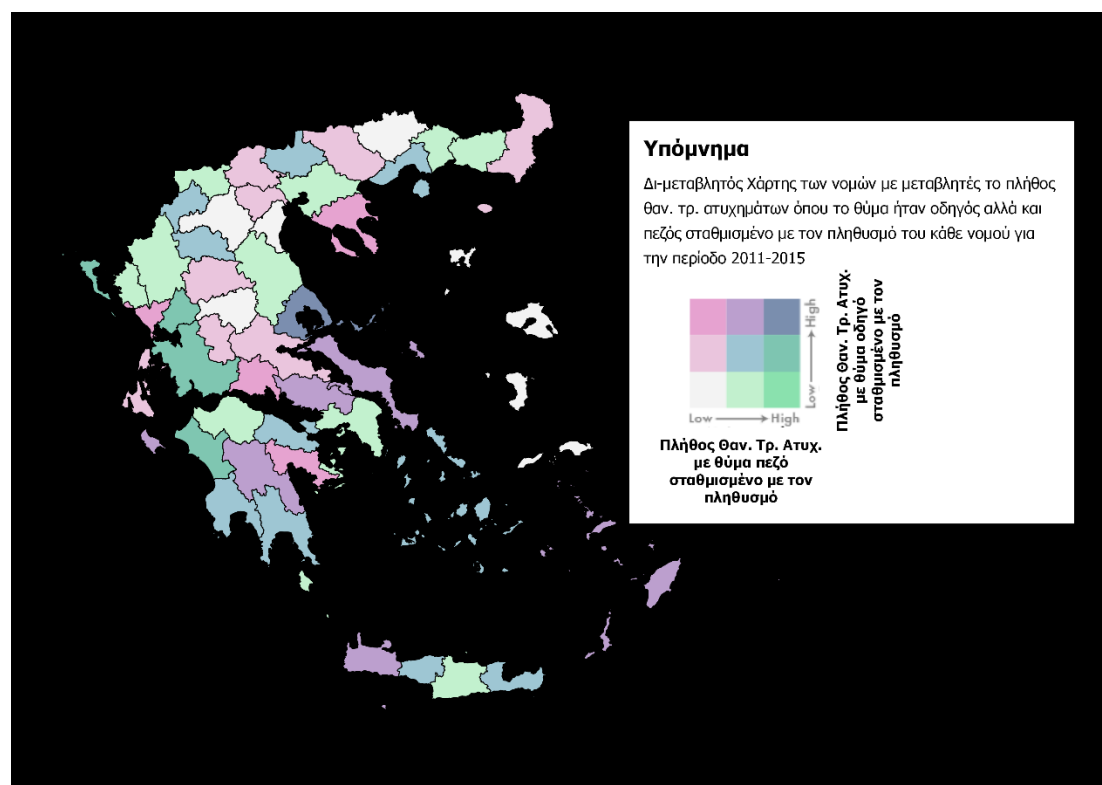


Ακολουθεί ο **Χάρτης 4.9** ο οποίος είναι δι-μεταβλητός χωροπληθής με μεταβλητές το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο μελέτης 2011-2015 με θύμα τον οδηγό και τον πεζό αντίστοιχα σταθμισμένο με το μέσο πληθυσμό του νομού. Στον άξονα x του υπομνήματος είναι η πρώτη μεταβλητή ενώ στον y η δεύτερη. Οι δι-μεταβλητοί χάρτες καταφέρνουν να παρουσιάσουν δύο μεταβλητές σε

ένα χάρτη σε αντίθεση με τους συμβατικούς μονο-μεταβλητούς και επίσης αν κάθε μεταβλητή έχει n κλάσεις ο δι-μεταβλητός χάρτης θα έχει n^2 κλάσεις (Joshuastevens.net, 2016). Συγκεκριμένα στην παρούσα περίπτωση κάθε μεταβλητή έχει 3 κλάσεις άρα ο δι-μεταβλητός χάρτης έχει 9. Η μεταβλητή στον άξονα x χωρίζεται σε τρεις κλάσεις A, B, C όπου C είναι η κλάση με τις υψηλότερες τιμές όπως και η μεταβλητή στον άξονα y χωρίζεται σε τρεις κλάσεις 1, 2 και 3. Αναλυτικότερα, η χαμηλότερη τιμή και για τις δύο μεταβλητές είναι η A1 η οποία απεικονίζεται στο χάρτη με το εκρού χρώμα (το κάτω-αριστερά τετράγωνο στην παλέτα χρωμάτων του υπομνήματος). Δηλαδή, στους νομούς Κοζάνης, Πιερίας, Δράμας και Καρδίτσας λαμβάνουν χώρα τα λιγότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για το χρονικό διάστημα μελέτης με θύμα πεζό ή οδηγό σταθμισμένα με τον μέσο πληθυσμό του νομού τους. Αντίθετα, ο νομός ο οποίος εντάσσεται στην υψηλότερη (δυσμενέστερη) κλάση της κάθε μεταβλητής απεικονίζεται με μωβ χρώμα (το πάνω-δεξιά τετράγωνο στην παλέτα χρωμάτων του υπομνήματος) και είναι ο νομός Μαγνησίας.

Επίσης, οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Ηλείας, Άρτας και Κέρκυρας (κλάση C2) έχουν πολύ υψηλό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα τον πεζό ενώ τα ατυχήματα τους με θύμα τον οδηγό είναι σε μέσο επίπεδο. Τη συμμετρική κατάσταση των παραπάνω νομών έχουν οι νομοί Αρκαδίας, Δωδεκανήσων, Βοιωτίας, Εύβοιας, Ζακύνθου και Χανίων (κλάση B3) δηλαδή υψηλό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα τον οδηγό ενώ αυτά με τον πεζό ανήκουν στη μεσαία κατηγορία.

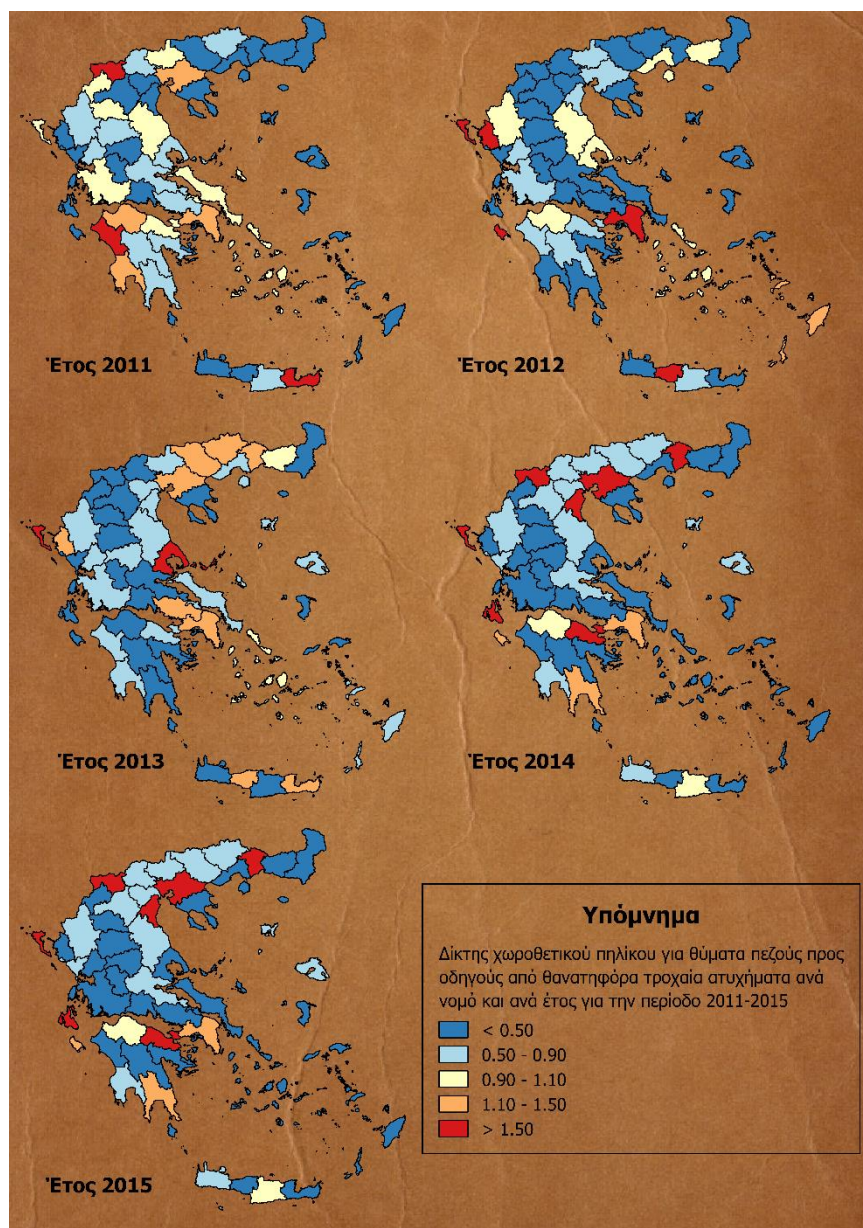
Χάρτης 4.9 Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα τον οδηγό και τον πεζό αντίστοιχα σταθμισμένο με το μέσο πληθυσμό του νομού για την περίοδο 2011-2015



Όσον αφορά στο νομό Αττικής συμβαίνουν θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα σταθμισμένα με το μέσο πληθυσμό με θύμα πεζό σε μέτρια επίπεδα ενώ σε χαμηλά με θύμα τον οδηγό. Ακόμα, στο νομό Θεσσαλονίκης συμβαίνουν πολλά ατυχήματα με θύμα τον οδηγό και λίγα με θύμα τον πεζό για αυτό απεικονίζεται με το έντονο ροζ χρώμα (το πάνω-αριστερά τετράγωνο στην παλέτα χρωμάτων του υπομνήματος).

Στη συνέχεια υπολογίστηκε το χωροθετικό πηλίκιο για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύματα πεζούς προς τα αντίστοιχα με θύματα οδηγούς ανά νομό για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015 το οποίο δείχνει το κατά πόσο αποκλίνει η τιμή του συγκεκριμένου μεγέθους σε κάθε νομό σε σχέση με το σύνολο της χώρας. Τα αποτελέσματα του παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη 4.10.

Χάρτης 4.10 Διαχρονική εξέλιξη του χωροθετικού πηλίκου για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύματα πεζούς προς οδηγούς ανά νομό για το διάστημα 2011-2015



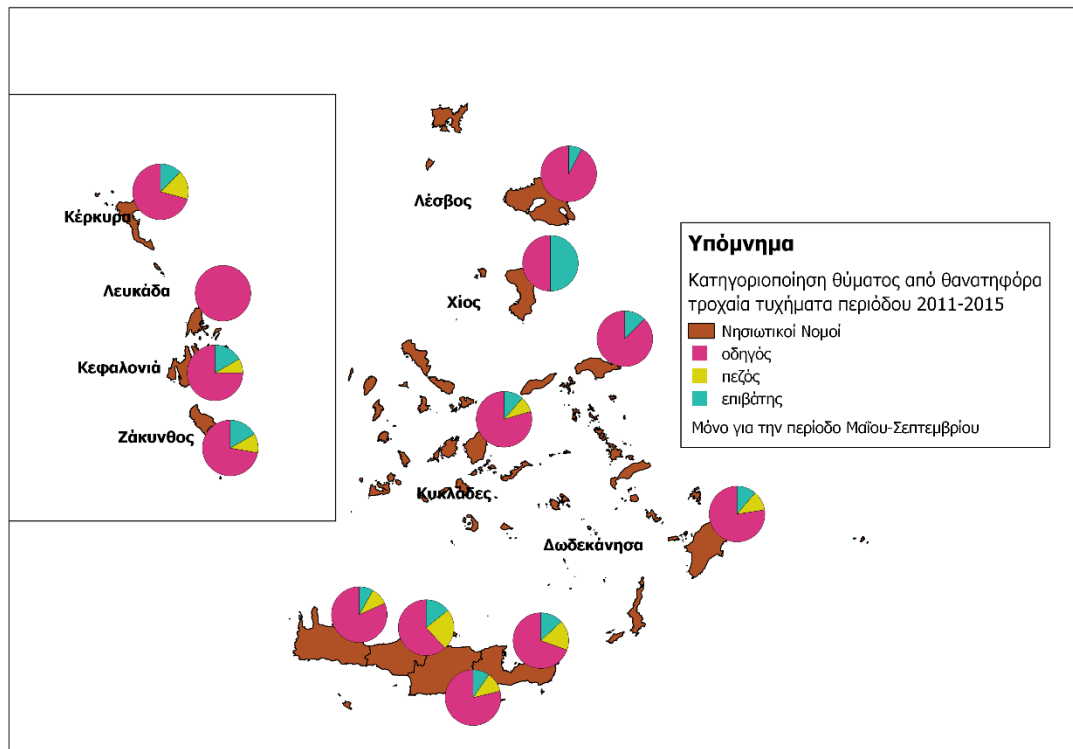
Συγκεκριμένα, οι νομοί των οποίων αυτός ο δείκτης κυμαίνεται από 0.9-1.1 είναι αντιπροσωπευτικοί για το τι συμβαίνει στη χώρα συνολικά, δηλαδή το ποσοστό των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα πεζό προς τα αντίστοιχα με θύμα τον οδηγό στο νομό είναι ίδιο με αυτό της χώρας. Κάποιοι από αυτούς τους νομούς είναι η Εύβοια, η Αιτωλοακαρνανία, η Λάρισα, η Κόρινθος και οι Κυκλάδες για το έτος 2011. Για το 2012 κάποιοι αντιπροσωπευτικοί νομοί για αυτό το μέγεθος είναι οι ακόλουθοι: Αχαΐας, Ιωαννινών, Λάρισας, Μαγνησίας και Καβάλας. Αντίθετα, κάποιοι νομοί στους οποίους το χωροθετικό πηλίκο τείνει στο 0 για το 2012, δηλαδή συμβαίνουν πολύ περισσότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα τον οδηγό από αυτά με θύμα τον πεζό στο νομό σε σχέση με το τι συμβαίνει στη χώρα, είναι οι Έβρου, Λακωνίας, Χανίων και Βοιωτίας. Επίσης, οι νομοί για τους οποίους το χωροθετικό πηλίκο είναι μεγαλύτερο από 1.5 για το 2012, δηλαδή συμβαίνουν πολύ περισσότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα τον πεζό από αυτά με θύμα τον οδηγό στο νομό σε σχέση με το τι συμβαίνει στη χώρα, είναι οι παρακάτω: Κέρκυρα, Ρέθυμνο, Θεσπρωτίας, Αττικής και Ζακύνθου. Συγκεκριμένα, για την Κέρκυρα εν έτει 2012 το χωροθετικό πηλίκο ξεπερνά την τιμή 2.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι για κανέναν νομό το χωροθετικό πηλίκο δεν είναι πάνω από 1.5 και τα πέντε χρόνια της περιόδου μελέτης 2011-2015. Μόνο ο νομός Αττικής έχει χωροθετικό πηλίκο μεγαλύτερο από 1.1 για κάθε χρόνο της περιόδου μελέτης. Επίσης, πρέπει να τονιστούν οι σημαντικές μεταβολές του χωροθετικού πηλίκου που σημείωσαν οι νομοί Δωδεκανήσων, Σερρών, Αχαΐας και Κορίνθου για τις διετίες 2011-2012, 2012-2013, 2013-2014 και 2014-2015 αντίστοιχα. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι και οι δύο τελευταίοι χάρτες αν και χρησιμοποιούν τα ίδια δεδομένα ο τρόπος παρουσίασης τους είναι διαφορετικός και συνεπώς προκύπτουν διαφορετικά συμπεράσματα χρήσιμα για τη μελέτη του φαινομένου.

Έπειτα ο **Χάρτης 4.11** παρουσιάζει σε μορφή πίτας τα ποσοστά των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα ανάλογα με το είδος του θύματος μόνο για τους νησιωτικούς νομούς και μόνο την τουριστική περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου αθροιστικά για όλο το διάστημα 2011-2015. Παρατηρείται ότι σε 7 από τους 13 νησιωτικούς νομούς μελέτης το ποσοστό θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα τον οδηγό ξεπερνά το 75% την τουριστική περίοδο και βρίσκεται πάνω από το 70% δηλαδή τον μέσο όρο όλων των νομών της χώρας (βλέπε παραπάνω διάγραμμα 4.1). Συγκεκριμένα για τους νομούς Λέσβου και Χανίων το ποσοστό είναι 92% και 82% αντίστοιχα. Επίσης, στο νομό Λευκάδας όλα τα θύματα είναι οδηγοί ενώ στο νομό Χίου τα θύματα είναι μόνο οδηγοί και επιβάτες αμφότερα με ποσοστό 50%. Επίσης, ο νομός Ρεθύμνου παρουσιάζει χαμηλό ποσοστό στους οδηγούς (62%) και το υψηλότερο στους πεζούς (23%) πάντα σε σχέση με τους υπόλοιπους νησιωτικούς νομούς μελέτης. Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι εκτός από τους προαναφερθέντες νομούς Λέσβου, Χίου, Λευκάδας και ο νομός Σάμου έχει μηδενικό ποσοστό στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα πεζό. Η χρονική περίοδος μελέτης αφορούσε μόνο την τουριστική περίοδο γιατί τότε υπάρχει ραγδαία αύξηση στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα στις νησιωτικές περιοχές καθώς πλήθος κόσμου παραθερίζει. Αντιθέτως, τη χειμερινή

περίοδο το πλήθος τους μειώνεται αισθητά και το φαινόμενο δεν χρήζει ιδιαίτερης μελέτης.

Χάρτης 4.11 Κατηγοριοποίηση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανάλογα με το είδος του θύματος μόνο για τους νησιωτικούς νομούς της Ελλάδος για την τουριστική περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου

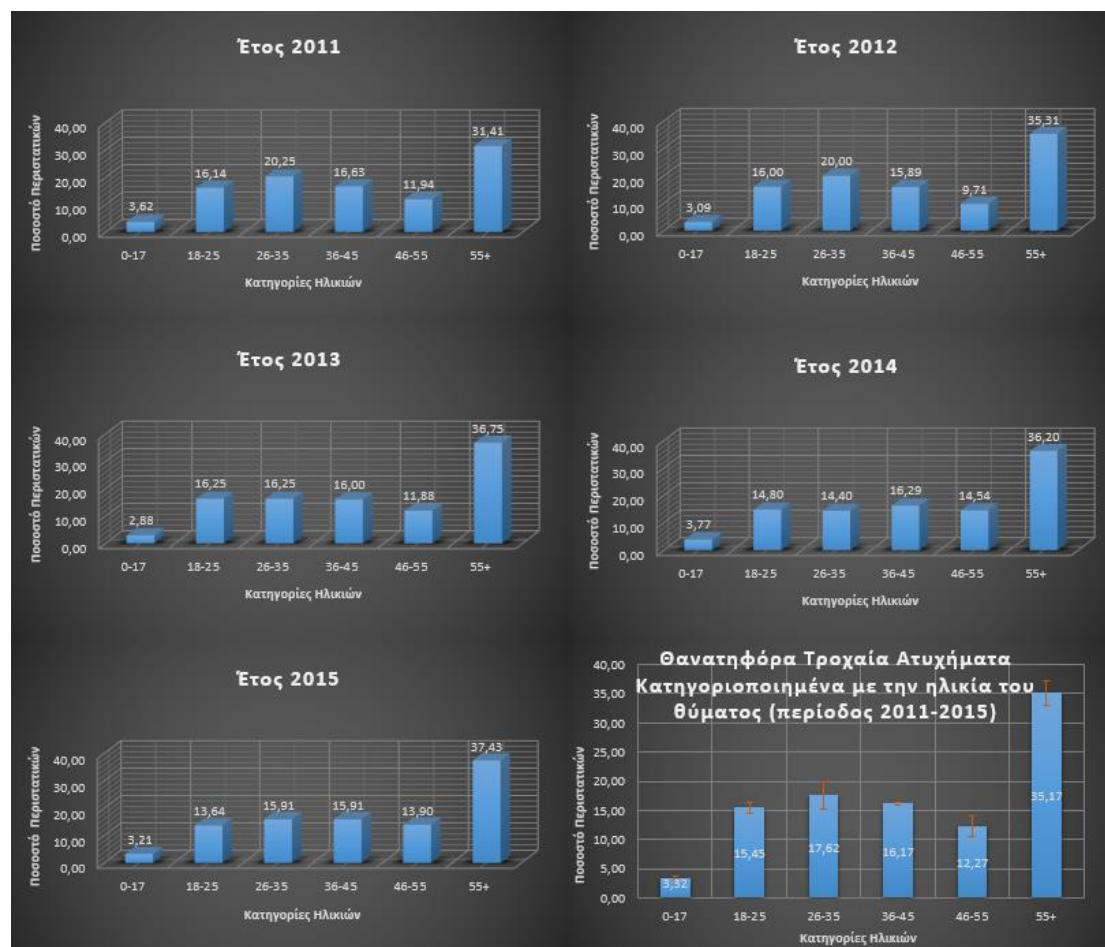


4.2.3 Ανάλυση βάσει της ηλικίας του θύματος

Σε αυτό το σημείο της εργασίας μελετήθηκαν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανάλογα με την ηλικία του θύματος. Η ηλικία του θύματος είχε κατηγοριοποιηθεί από το τμήμα τροχαίας σε έξι όχι ισόποσες κλάσεις: 0-17, 18-25, 26-35, 36-45, 45-55 και 55+. Η διαχρονική μεταβολή του φαινομένου βάσει της προαναφερθείσας κατηγοριοποίησης για το χρονικό διάστημα μελέτης 2011-2015 παρατίθεται στο **Διάγραμμα 4.2**. Επίσης, στο συγκεκριμένο διάγραμμα παρατίθενται και οι μέσοι όροι της κάθε κατηγορίας με τις τυπικές αποκλίσεις τους (γραμμές με καφέ χρώμα στο δεξιά-κάτω μέρος του διαγράμματος).

Αναλυτικότερα, σχεδόν για 1 στα 3 τροχαία θανατηφόρα ατυχήματα που συνέβησαν στο διάστημα 2011-2015 το θύμα είναι ηλικίας πάνω από 55 ετών. Επίσης, το θύμα είναι ηλικίας 26-35 και 36-45 σε ποσοστά 17.62% και 16.17% αντίστοιχα. Επίσης, τα τυπικά σφάλματα για κάθε κλάση είναι μικρά και κυμαίνονται από 0.28 έως και 2.34 όπου το μεγαλύτερο είναι για την κλάση ηλικίας 26-35 και το μικρότερο για αυτήν ηλικίας 36-45. Το τυπικό σφάλμα της κλάσης 55+ είναι επίσης υψηλό με τιμή 2.12. Όσον αφορά στη διαχρονική εξέλιξη του φαινομένου, άξια μνείας είναι η αλματώδης αύξηση της κλάσης 0-17 σε ποσοστό 31% για τη διετία 2013-2014, η μείωση της κλάσης 26-35 κατά 18% για τη διετία 2012-2013 αλλά και η σημαντική

μείωση της κλάσης 46-55 σε ποσοστό 18% για τη διατία 2011-2012. Η κλάση 18-25 έχει αντίθετα μικρές διακυμάνσεις οι οποίες δεν ξεπερνούν το 9% για αυτό και η τυπική της απόκλιση είναι αρκετά μικρή.

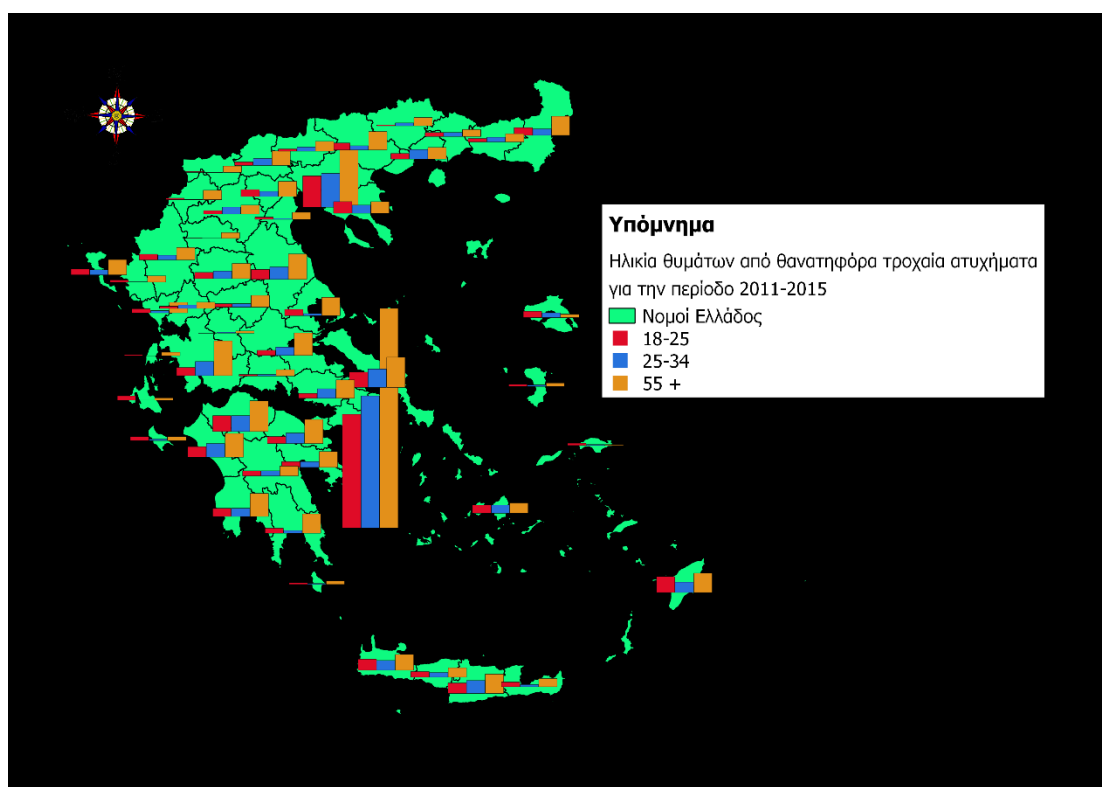


Διάγραμμα 4.2 Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με την ηλικία του θύματος

Στο επόμενο στάδιο είναι σημαντικό να παρουσιαστεί αυτή η κατηγοριοποίηση ανά νομό ώστε να αναδειχθεί πως κατανέμονται αυτές οι κλάσεις στους νομούς της χώρας. Σύμφωνα με τον παρακάτω χάρτη 4.12, στον οποίο παρουσιάζονται μόνο οι κατηγορίες ηλικιών 18-25, 26-35 και 55+ (παρουσιάζονται μόνο αυτές οι τρεις για πρακτικούς λόγους λόγω έλλειψης χώρου για οπτικοποίηση), ο μέσος όρος των ποσοστών θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συμβαίνουν σε κάθε νομό για το διάστημα 2011-2015 με θύμα ηλικίας 26-35 και 55+ ανέρχεται στο 14.6% και 37.8% για κάθε μία κλάση αντίστοιχα. Για την ηλικία 18-25 ο αντίστοιχος μέσος όρος είναι στο 16.6%. Ο νομός με το μεγαλύτερο ποσοστό όπου το θύμα ήταν ηλικίας 26-35 είναι των Δωδεκανήσων με ποσοστό 29% ενώ αυτός που έχει το ελάχιστο είναι των Γρεβενών (0%). Κάποιοι άλλοι νομοί που παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά είναι οι ακόλουθοι: Ηλείας, Καβάλας και Λέσβου ενώ κάποιοι που τα ποσοστά τους προσεγγίζουν το 0 είναι η Καστοριά και η Θεσπρωτία με ποσοστό 4% και 5% αντίστοιχα. Το αντίστοιχο ποσοστό για το νομό Αθηνών και Θεσσαλονίκης είναι 20% και 18% αντίστοιχα.

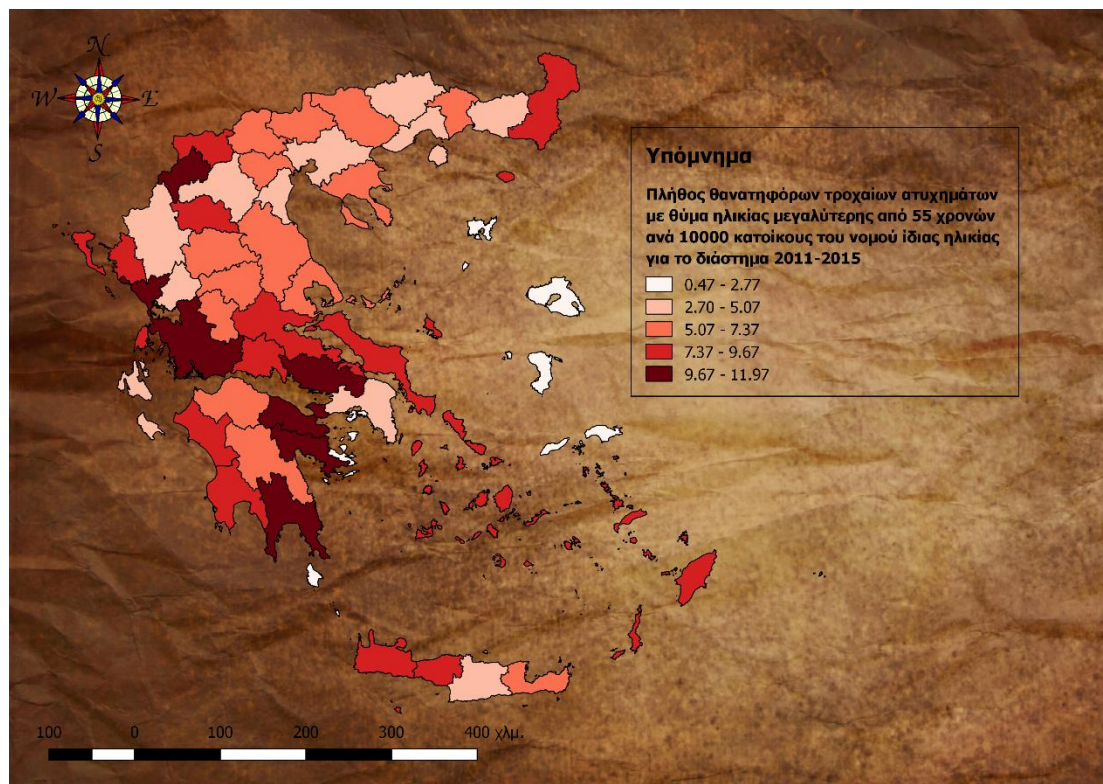
Όσον αφορά στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα ηλικίας μεγαλύτερο από 55 χρονών οι νομοί που έχουν κυρίαρχα ποσοστά είναι η Φλώρινα, η Λευκάδα και η Καστοριά με ποσοστό 61%, 60% και 59% αντίστοιχα. Αντίθετα, αυτοί με τα χαμηλότερα ποσοστά είναι η Σάμος, η Λέσβος και η Κεφαλλονιά με ποσοστό 15%, 18% και 22% αντίστοιχα. Ο νομός στον οποίο τα περισσότερα θύματα είναι ηλικίας 18-25 χρονών είναι των Δωδεκανήσων με ποσοστό 44% και ακολουθεί ο νομός Κεφαλλονιάς με ποσοστό 39%. Οι νομοί στους οποίους τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα ηλικίας 18-25 είναι ελάχιστα είναι οι νομοί Ευρυτανίας, Γρεβενών και Δράμας με ποσοστά 0%, 5% και 7% αντίστοιχα.

Χάρτης 4.12 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για τρεις κυρίαρχες ηλικιακές ομάδες του θύματος ανά νομό για το διάστημα 2011 έως και 2015



Επειδή σχεδόν 4 στα 10 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα που συμβαίνουν, το θύμα είναι ηλικίας μεγαλύτερης από 55 χρονών αυτή η συγκεκριμένη ομάδα χρήζει περαιτέρω ανάλυσης. Ο **Χάρτης 4.13** παρουσιάζει το πλήθος των αποθανόντων ηλικίας πάνω από 55 χρονών από θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα σταθμισμένο με τον πληθυσμό της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας ανά νομό. Δηλαδή, υψηλές τιμές στον παρακάτω χάρτη σημαίνει ότι τα θύματα αυτής της ηλικίας είναι πολλά σε σχέση με αυτά που κατοικούν στο νομό. Αυτοί οι νομοί είναι οι παρακάτω: Λακωνία, Καστοριά, Βοιωτία, Κόρινθος και Αργολίδα με φθίνουσα σειρά ενώ στους νομούς Χίου, Σάμου, Λέσβου και Πιερίας συμβαίνει το αντίθετο. Στο νομό Αττικής συμβαίνουν 4.85 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα ηλικίας μεγαλύτερης από 55 χρονών ανά 10000 κατοίκους της συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας ενώ για το νομό Θεσσαλονίκης η τιμή αυτού του μεγέθους είναι μικρότερη και μόλις ξεπερνά το 4.

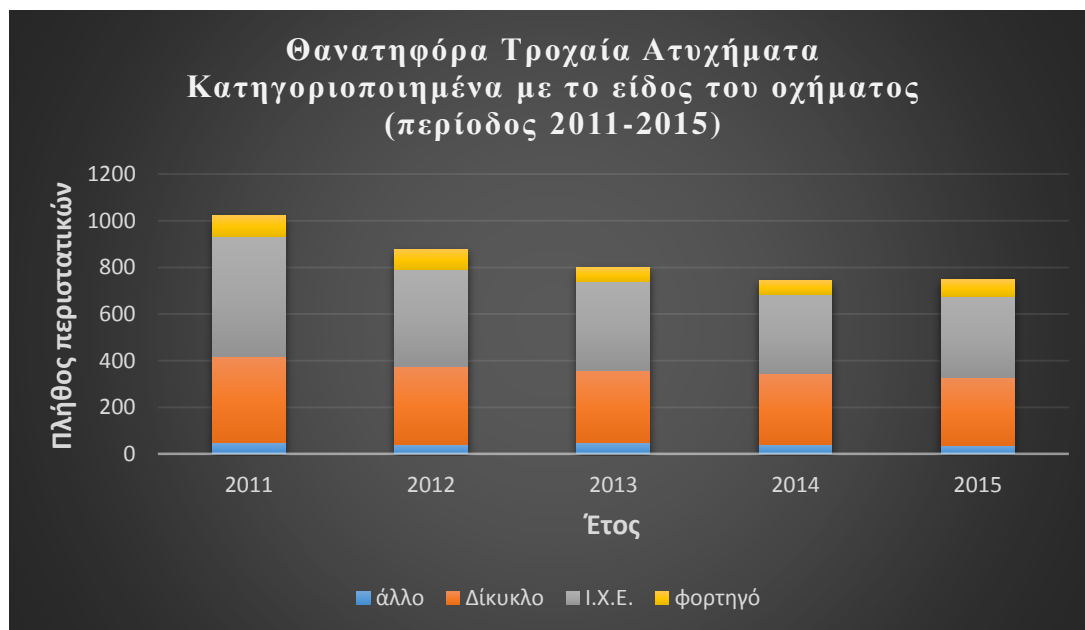
Χάρτης 4.13 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα ηλικίας μεγαλύτερο από 55 χρονών σταθμισμένο με τον πληθυσμό αντίστοιχης ηλικίας ανά νομό για το διάστημα 2011 έως και 2015



4.2.4 Ανάλυση βάσει του είδους του οχήματος

Ακολουθεί η ανάλυση της υπάρχουσας κατάστασης βάσει του είδους του οχήματος που ενεπλάκη στο θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα για την περίοδο μελέτης. Αν και το όχημα είναι πολλών ειδών, η μελέτη θα λάβει υπόψη της μόνο το ΙΧΕ, το δίκυκλο (μοτοσυκλέτα), και το φορτηγό (το οποίο αν και ήταν χωρισμένο σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το βάρος του ενοποιήθηκε σε μία) καθώς για τα υπόλοιπα είδη οχήματος τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα είναι πολύ λίγα. Κάποια είδη οχήματος που δε θα αναλυθούν είναι το γεωργικό μηχάνημα, το υπεραστικό λεωφορείο, το τρένο και το ποδήλατο. Από αυτά ξεχωρίζει το γεωργικό μηχάνημα με 24 περιστατικά για τη διετία 2014-2015 αλλά είναι πολύ λίγα σε σχέση με τρία κυρίαρχα είδη. Στο παρακάτω **Διάγραμμα 4.3** παρουσιάζεται η εξέλιξη του φαινομένου κατηγοριοποιημένη με το είδος του οχήματος για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015. Παρατηρείται ότι στα μισά σχεδόν θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα το όχημα είναι ΙΧΕ ενώ δίκυκλο σε ποσοστό 38% για το διάστημα 2011-2015. Μόλις 8% είναι το αντίστοιχο ποσοστό για το φορτηγό το οποίο παρουσιάζει τη μέγιστη του τιμή (10%) το έτος 2012. Στην κατηγορία άλλο συμπεριλαμβάνονται όλα τα άλλα είδη όπως γεωργικό μηχάνημα, ποδήλατο, αστικό λεωφορείο κ.τ.λ. και το μέσο ποσοστό τους διαχρονικά είναι 5% με τυπική απόκλιση 0.6. Το ποσοστό αυτό μειώνεται και άλλο αν αναλυθούν οι παραπάνω συμπεριλαμβανόμενες κατηγορίες. Επιπρόσθετα, στον παρακάτω πίνακα 4.5 υπολογίστηκαν οι μεταβολές του κάθε είδους οχήματος ανά διετία για το χρονικό διάστημα μελέτης από τον οποίο προέκυψαν χρήσιμα συμπεράσματα. Πρέπει να δοθεί

έμφαση στην αλματώδη αύξηση του ποσοστού του φορτηγού κατά 26% τη διετία 2014-2015 αλλά και τη σημαντική μείωση κατά 30% τη διετία 2012-2013.



Διάγραμμα 4.3 Διαχρονική εξέλιξη των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανάλογα με το είδος του οχήματος για την περίοδο 2011-2015

Τα ποσοστά του δίκυκλου σημειώνουν μείωση για όλες τις διετίες μελέτης με την μεγαλύτερη μείωση να σημειώνεται το διάστημα 2011-2012 και τη μικρότερη το 2013-2014. Όσον αφορά στο ΙΧΕ σημειώνει εντυπωσιακή πτώση τη διετία 2011-2012 κατά 19% ενώ τα υπόλοιπα έτη μειώνεται με ποσοστό σχεδόν 10% σε αντίθεση με την τελευταία διετία (2014-2015) όπου σημειώνει μια ελάχιστη αύξηση (1%). Τέλος, η κατηγορία με όλα τα υπόλοιπα είδη παρουσιάζει έντονες αυξομειώσεις όπου ξεχωρίζει η μείωση κατά 20% τη διετία 2011-2012 αλλά και η επακόλουθη αύξηση κατά το ίδιο ποσοστό την αμέσως επόμενη διετία.

Πίνακας 4.5 Ποσοστιαίες μεταβολές των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα ανάλογα με το είδος του οχήματος ανά διετία για το διάστημα 2011-2015

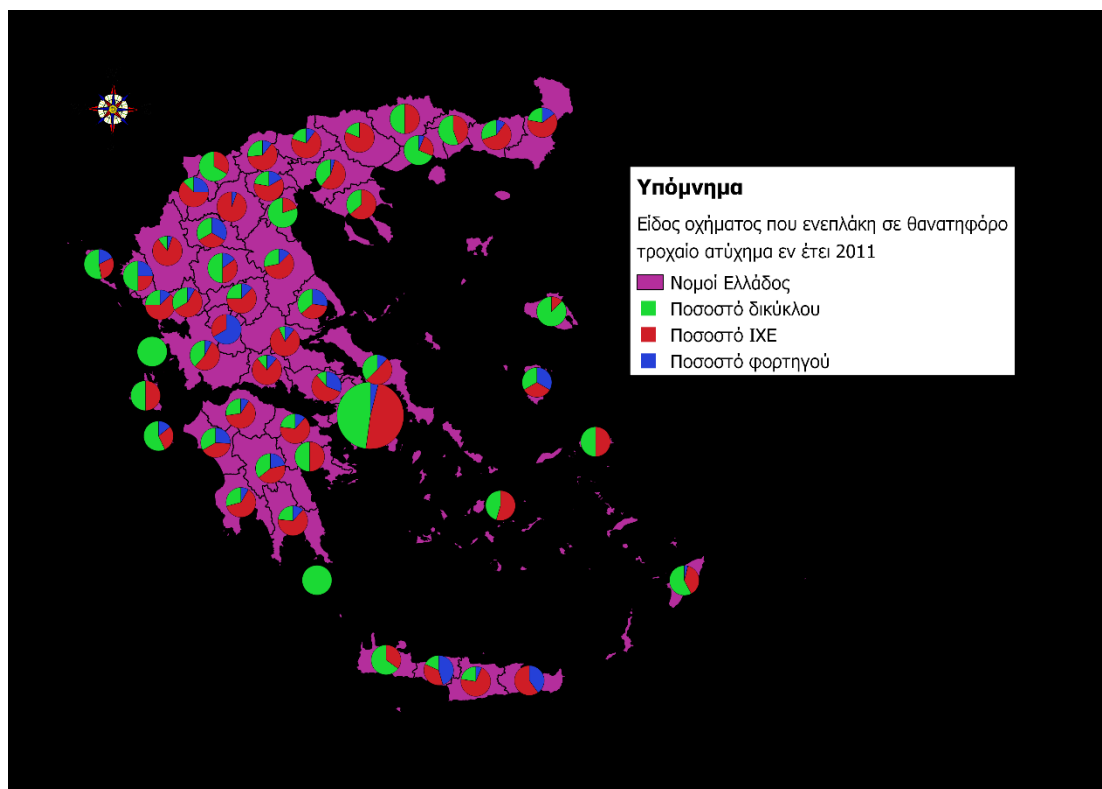
	2011-2012	2012-2013	2013-2014	2014-2015
άλλο	-20,41	20,51	-12,77	-9,76
δίκυκλο	-9,16	-7,72	-2,89	-3,31
Ι.Χ.Ε.	-19,14	-8,21	-9,74	1,17
φορτηγό	-2,20	-30,34	-8,06	26,32

Εκτός από τα παραπάνω είναι σημαντικό να παρουσιαστεί αυτή η κατηγοριοποίηση ανάλογα με το είδος του οχήματος ανά νομό για κάθε έτος της χρονικής περιόδου μελέτης το οποίο υλοποιείται μέσα από τους παρακάτω χάρτες 4.14, 4.15, 4.16, 4.17, 4.18. Ο **Χάρτης 4.19** δείχνει τα συνολικά ποσοστά ανά νομό σε ολόκληρο το χρονικό διάστημα μελέτης. Ο λόγος για τον οποίο δεν έγινε ενοποίηση αυτών των πέντε χαρτών είναι η μη ικανοποιητική ευκρινή οπτικοποίηση των πιτών.

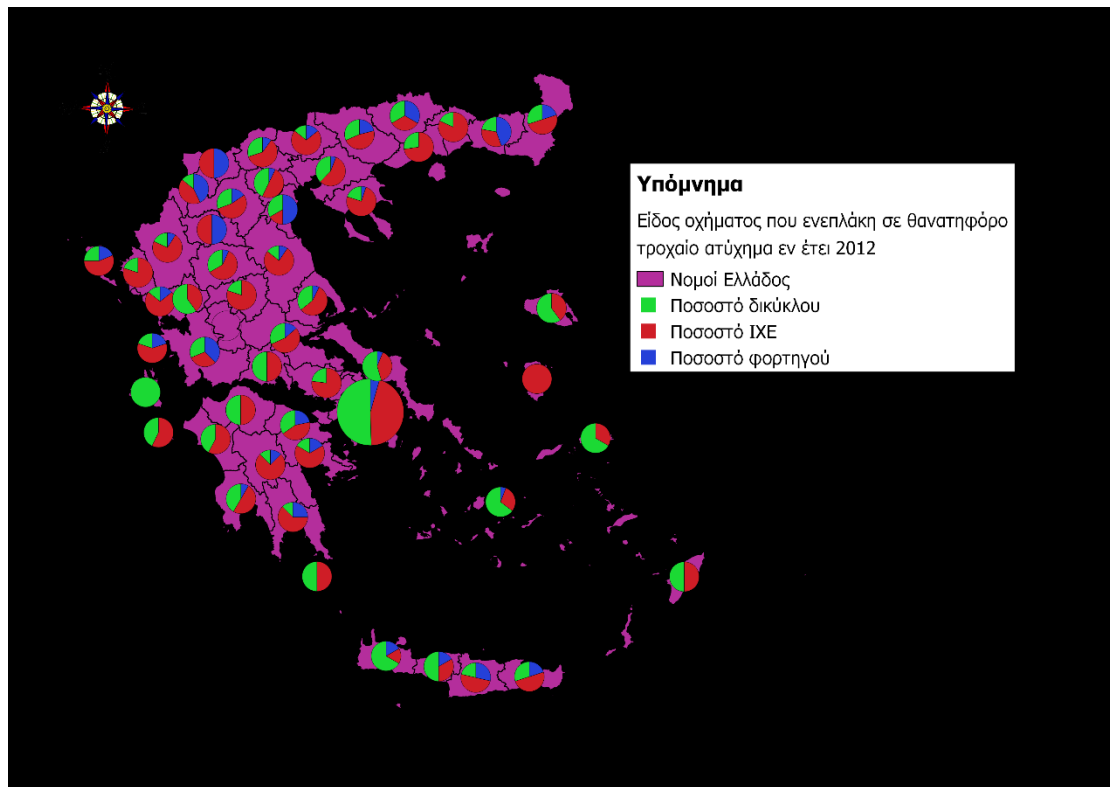
Ακόμα, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το μέγεθος της πίτας για κάθε νομό είναι ανάλογο του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτόν. Για το νομό Αττικής το συνολικό ποσοστό θανατηφόρων τροχαίων όπου το όχημα είναι δίκυκλο είναι 50%, για ΙΧΕ είναι 45% και το υπόλοιπο 5% για φορτηγό. Το ποσοστό για το δίκυκλο στην Αττική είναι υψηλότερο από αυτό για το σύνολο της Ελλάδας (38%). Για το νομό Θεσσαλονίκης το ποσοστό για δίκυκλο είναι 33% ενώ για ΙΧΕ είναι 61% (μεγαλύτερο κατά 10% από το αντίστοιχο για τη χώρα).

Οι νομοί στους οποίους συνέβησαν τα περισσότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με όχημα δίκυκλο είναι οι ακόλουθοι: Σάμος, Πειραιάς και Νήσων, Κεφαλονιά και Κυκλάδες με ποσοστά 75%, 73%, 65% και 64% αντίστοιχα. Αντιθέτως, οι νομοί με τα αντίστοιχα μικρότερα ποσοστά είναι: Ευρυτανίας (0%), Δράμας (14%), Φλώρινας (14%) και Κοζάνης (15%). Όσον αφορά στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με όχημα ΙΧΕ, οι νομοί που έχουν κυρίαρχα ποσοστά είναι η Δράμα (79%), τα Ιωάννινα (77%), η Ευρυτανία (71%) και η Κοζάνη (71%). Οι νομοί με τα αντίστοιχα μικρότερα ποσοστά είναι: Κεφαλονιάς (18%), Πειραιά και Νήσων (20%), Σάμου (25%) και Χανίων (30%). Τέλος, οι νομοί στους οποίους συνέβησαν αρκετά θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με όχημα φορτηγό για το διάστημα 2011-2015 είναι οι ακόλουθοι: Φλώρινα, Καστοριά, Ευρυτανία, Ροδόπη με τα ποσοστά τους 36%, 29%, 29% και 22% αντίστοιχα. Αντίθετα, οι νομοί που έχουν τα χαμηλότερα ποσοστά για την τελευταία κατηγοριοποίηση είναι νησιωτικοί και είναι οι εξής: Σάμου (0%), Δωδεκανήσων (2%) και Λέσβου (3%).

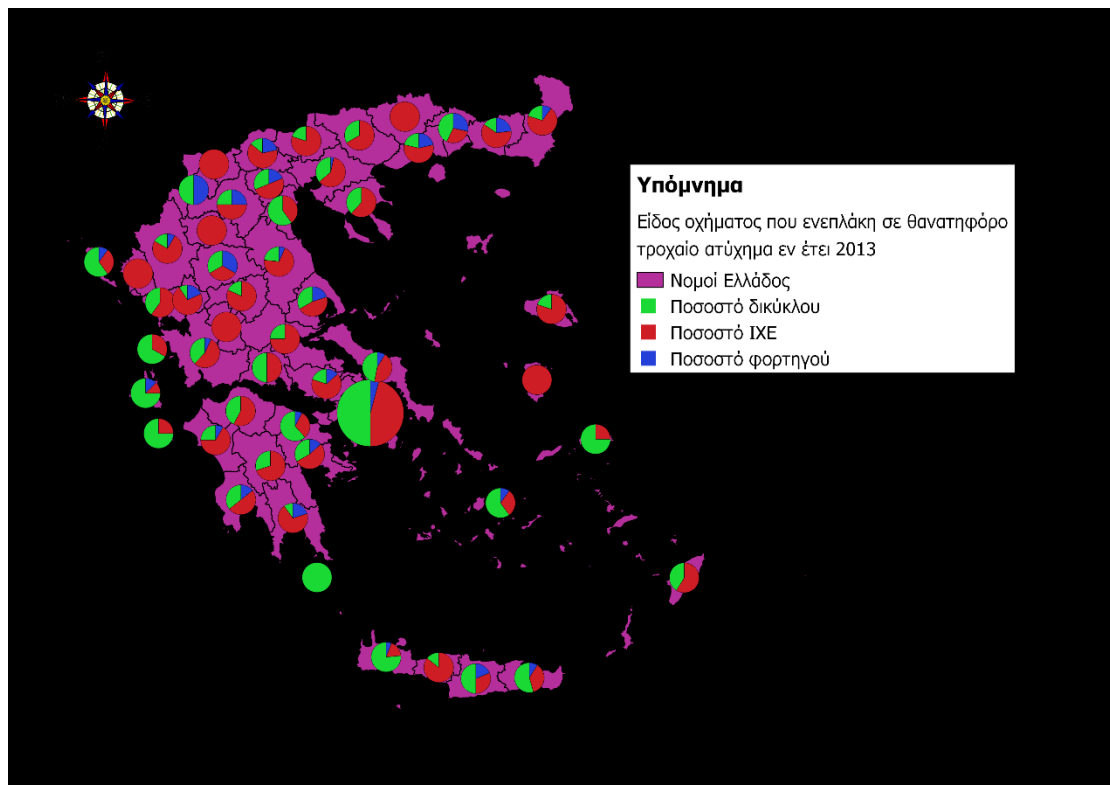
Χάρτης 4.14 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2011



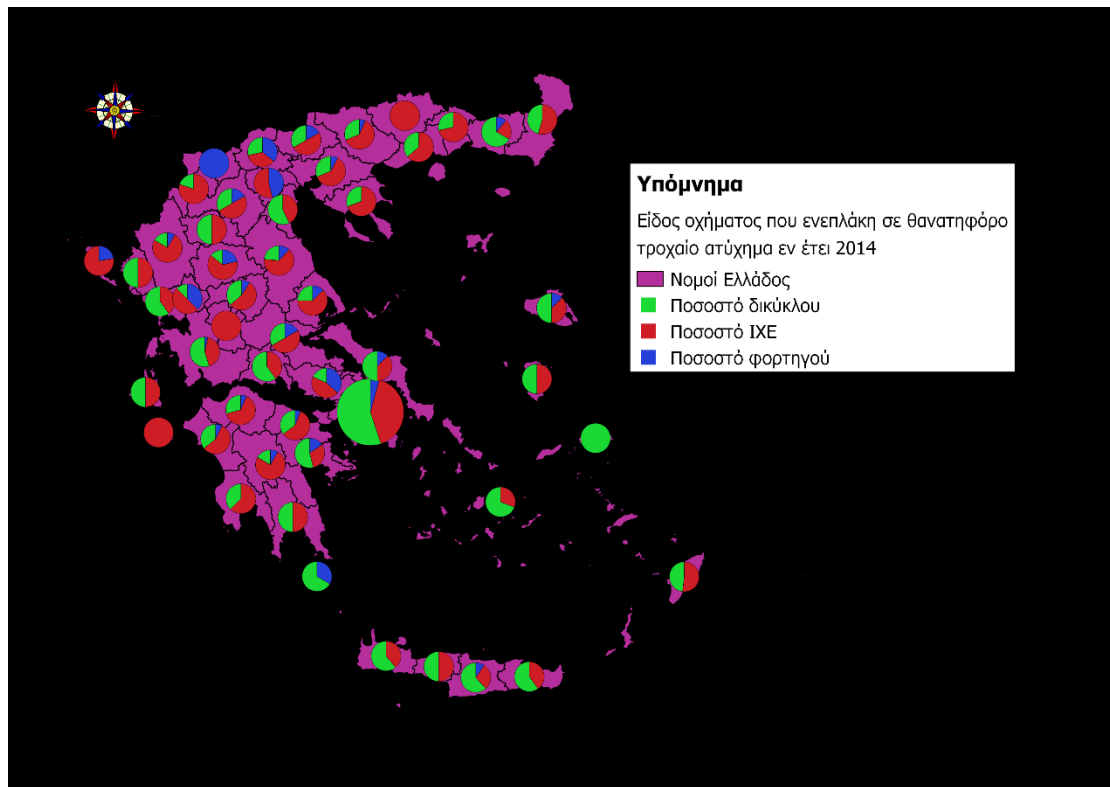
Χάρτης 4.15 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2012



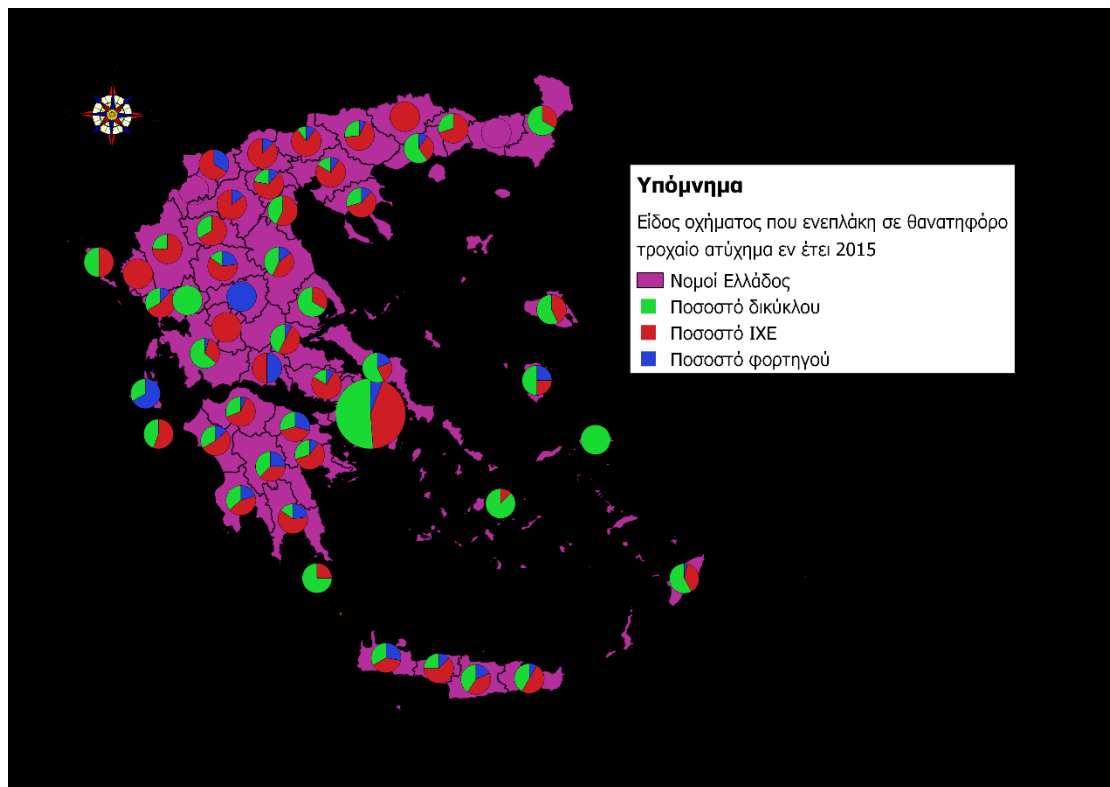
Χάρτης 4.16 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2013



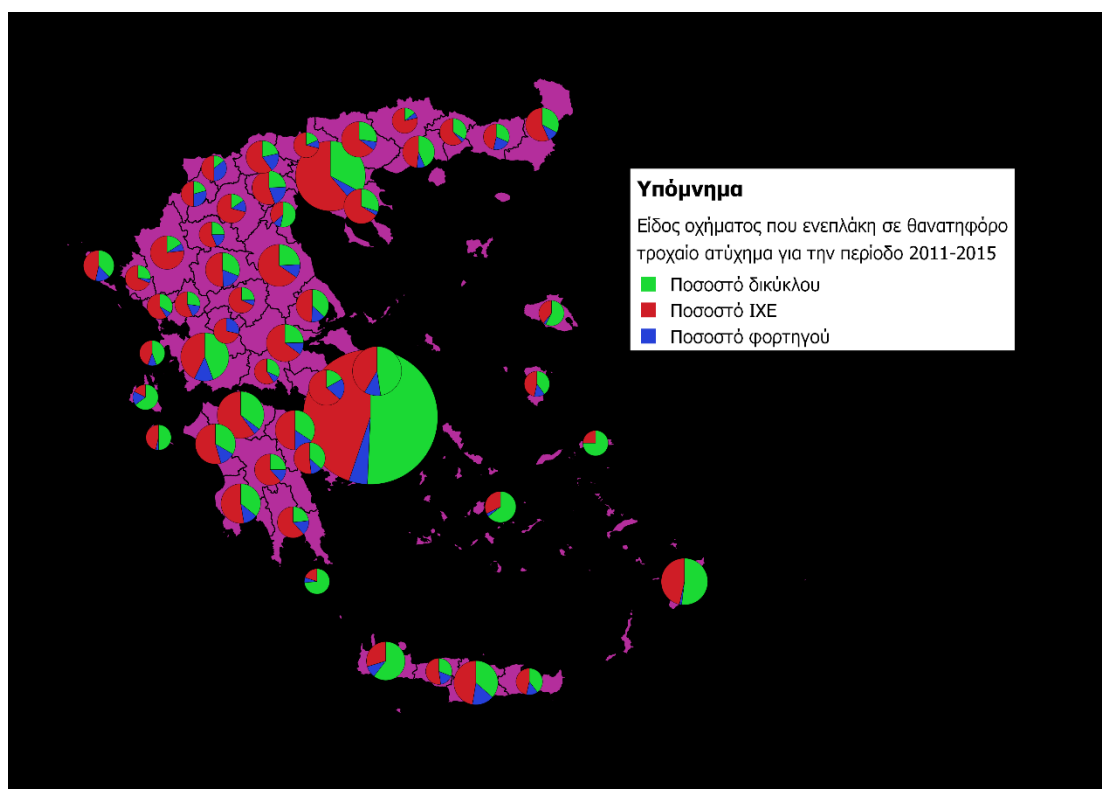
Χάρτης 4.17 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2014



Χάρτης 4.18 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το έτος 2015



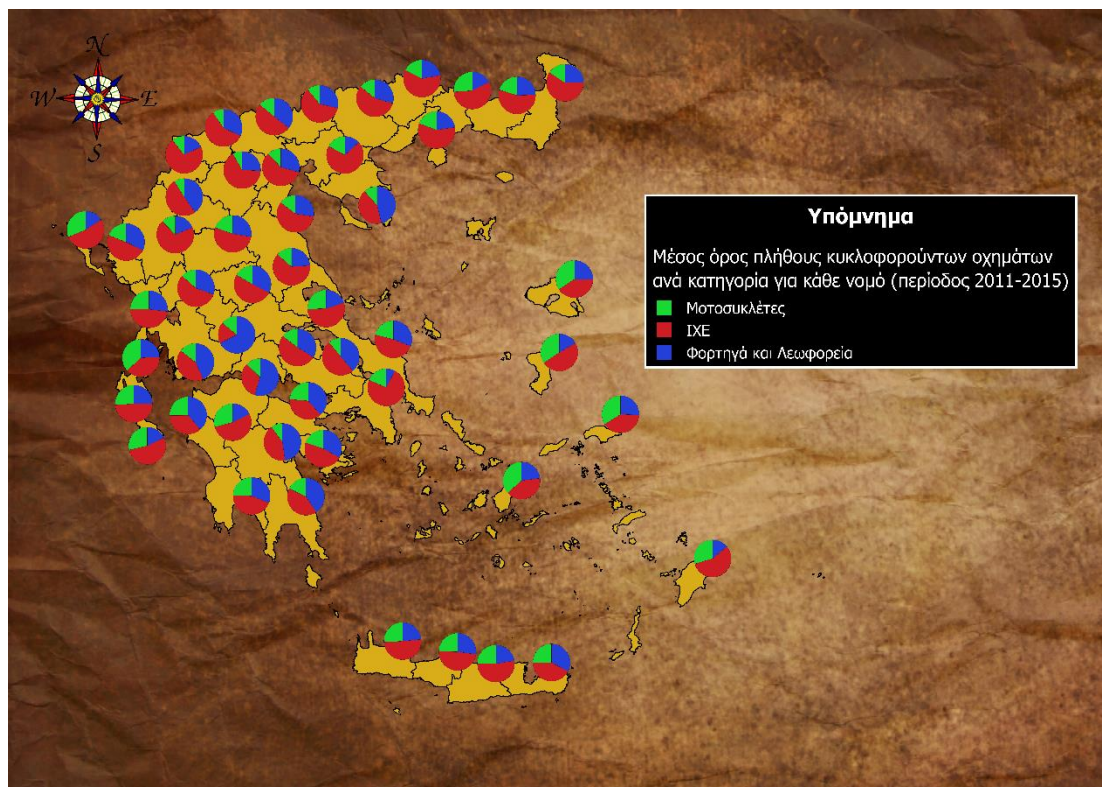
Χάρτης 4.19 Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά νομό για το διάστημα 2011-2015



Τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούν να ερμηνευτούν καλύτερα αν ληφθεί υπόψη ο αριθμός των οχημάτων ανά κατηγορία που κυκλοφορούν σε κάθε νομό. Ο παρακάτω χάρτης 4.20 παραθέτει το μέσο όρο του πλήθους των οχημάτων που κυκλοφορούν χωρισμένο σε τρεις κατηγορίες: ΙΧΕ, μοτοσυκλέτες και φορτηγά και λεωφορεία. Οι νομοί στους οποίους οι μοτοσυκλέτες έχουν πολύ υψηλά ποσοστά είναι Λευκάδας, Κυκλάδων, Λέσβου, Χίου και Σάμου κατά φθίνουσα σειρά κατάταξης με ποσοστά που κυμαίνονται από 36.7% έως και 33.9%. Αντίθετα, οι νομοί με τα χαμηλότερα ποσοστά σε μοτοσυκλέτες είναι της Κοζάνης, των Γρεβενών και της Φλώρινας με τιμές 8.3%, 8.9% και 9.7% αντίστοιχα. Οι νομοί με τα υψηλότερα ποσοστά σε κυκλοφορούντα ΙΧΕ είναι της Αττικής, της Καστοριάς, της Θεσσαλονίκης και των Ιωαννίνων με ποσοστά 73.5%, 71.4%, 69.5% και 68.9% αντίστοιχα ενώ οι νομοί με τα χαμηλότερα ποσοστά είναι της Ευρυτανίας, της Φωκίδας και της Ηλείας με τα αντίστοιχα ποσοστά τους 18.4%, 32.8% και 36.2%. Τέλος, όσον αφορά στα φορτηγά και στα λεωφορεία τα υψηλότερα ποσοστά έχουν οι νομοί Ευρυτανίας, Φωκίδας και Αρκαδίας με τιμές 67.6%, 54.6% και 47.8% αντίστοιχα ενώ τα χαμηλότερα ποσοστά έχουν οι νομοί Αττικής, Θεσσαλονίκης και Δωδεκανήσων με αύξουσα σειρά κατάταξης. Τα ποσοστά των προαναφερθέντων νομών είναι 7.8%, 13.3% και 13.9% αντίστοιχα. Με αυτό τον χάρτη είναι δυνατό να εντοπιστούν νομοί στους οποίους συμβαίνουν πολλά θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα μιας συγκεκριμένης κατηγορίας χωρίς να κυκλοφορούν πολλά οχήματα αυτής της κατηγορίας στο συγκεκριμένο νομό. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί ότι οι τιμές αυτού του χάρτη δίνουν μια γενική εικόνα για το πλήθος των διαφορετικών οχημάτων που κυκλοφορούν καθώς είναι πολύ πιθανό πολλά οχήματα να διανύουν δύο ή περισσότερους νομούς λόγω

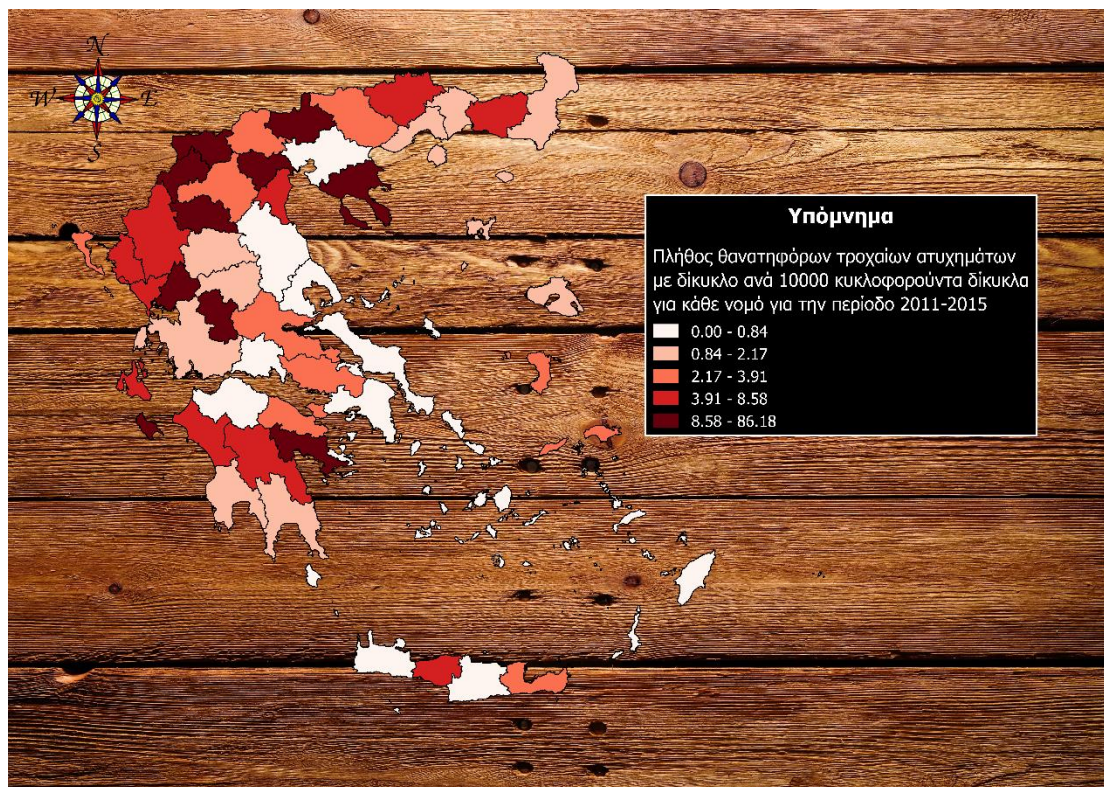
συχνών μετακινήσεων και να μην κινούνται μόνο εντός ενός. Ακόμα, σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο χάρτης 4.20 έχει ενοποιημένο το νομό Αττικής με το νομό Πειραιώς και Νήσων επειδή τα αρχικά δεδομένα είχαν τέτοιο τρόπο καταγραφής. Τα περιστατικά των νομών Αττικής και Πειραιώς αθροίστηκαν ώστε να παραχθεί αυτός ο χάρτης.

Χάρτης 4.20 Μέσος όρος πλήθους κυκλοφορούντων οχημάτων ανά κατηγορία για κάθε νομό για την περίοδο μελέτης 2011-2015



Για περαιτέρω ανάλυση δημιουργήθηκε ο παρακάτω χάρτης 4.21 ο οποίος παρουσιάζει το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων όπου το όχημα ήταν δίκυκλο ανά 10000 κυκλοφορούντα δίκυκλα για κάθε νομό για την περίοδο 2011-2015. Δηλαδή, απεικονίζει το μέσο όρο των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων όπου το όχημα ήταν δίκυκλο για τα πέντε έτη μελέτης προς το μέσο όρο των κυκλοφορούντων δίκυκλων της ίδιας περιόδου για κάθε νομό. Από αυτόν προκύπτει ότι οι νομοί που αντιμετωπίζουν έντονο πρόβλημα είναι της Αργολίδας, της Άρτας, της Ευρυτανίας και της Χαλκιδικής με φθίνουσα σειρά κατάταξης. Εν αντιθέσει, οι νομοί οι οποίοι έχουν πολύ χαμηλές τιμές είναι της Φωκίδας, της Θεσσαλονίκης, της Αχαΐας και της Αττικής με αύξουσα σειρά κατάταξης. Οι νομοί που έχουν πολύ υψηλές τιμές σε αυτό το δείκτη έχουν πολύ μικρές τιμές στον παρονομαστή δηλαδή κυκλοφορούν πολύ λίγα δίκυκλα στο νομό. Αντίθετα, οι νομοί Αθηνών και Θεσσαλονίκης έχουν πολύ υψηλές τιμές στον παρονομαστή, δηλαδή κυκλοφορούντων δίκυκλων και συνεπώς οι τιμές του δείκτη είναι πολύ χαμηλές. Άρα, γίνεται αντιληπτό ότι η ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτού του χάρτη θέλει ιδιαίτερη προσοχή καθώς η παρερμηνεία είναι πολύ εύκολο να συμβεί.

Χάρτης 4.21 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με δίκυκλο ανά 10000 κυκλοφορούντα δίκυκλα για κάθε νομό για την περίοδο 2011-2015



Έπειτα, στον παρακάτω χάρτη 4.22 παρουσιάζονται τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα σταθμισμένα με το συνολικό πλήθος οχημάτων που κυκλοφορούν στον κάθε νομό. Το υπόμνημα είναι κοινό και για τα πέντε έτη της περιόδου μελέτης ώστε να είναι δυνατή η διαχρονική ανάλυση του φαινομένου για κάθε νομό. Για το έτος 2011, κυριαρχεί ο νομός Λακωνίας με πλήθος περιστατικών 12.2 ανά 10000 οχήματα που κυκλοφορούν και ακολουθούν με το μισό πλήθος περιστατικών οι νομοί Ευρυτανίας και Φωκίδας. Επίσης, υψηλό πλήθος περιστατικών έχουν οι νομοί Ηλείας και Γρεβενών ενώ αντίθετα οι νομοί Αχαΐας, Χίου και Αττικής έχουν τα λιγότερα συμβάντα τη συγκεκριμένη χρονιά. Για το έτος 2012 κυριαρχεί και πάλι ο νομός Λακωνίας αλλά η τιμή του είναι μειωμένη σχεδόν κατά το ήμισυ. Ακολουθούν οι νομοί Αρκαδίας, Χαλκιδικής και Μεσσηνίας με φθίνουσα σειρά κατάταξης. Εν αντιθέσει οι νομοί με τις χαμηλότερες τιμές ήταν της Ευρυτανίας, της Αττικής και της Λέσβου με αύξουσα σειρά κατάταξης για το έτος 2012. Για το έτος 2013 το πλήθος των θανατηφόρων ατυχημάτων ανά 10000 οχήματα αυξήθηκε κατά 10% και εξακολούθησε ο νομός Λακωνίας να είναι ο κυρίαρχος νομός ενώ ακολουθούν οι νομοί Ευρυτανίας, Ηλείας και Πρέβεζας. Για το συγκεκριμένο έτος ο νομός Χίου έχει τα λιγότερα συμβάντα και ακολουθεί ο νομός Αττικής με τις τιμές τους να είναι 0.2 και 0.6 αντίστοιχα. Για το έτος 2014 ο νομός Λακωνίας έχει την υψηλότερη τιμή και ακολουθούν οι νομοί Φωκίδας, Αρκαδίας και Ηλείας με τιμές 4.1, 3.5 και 2.7 αντίστοιχα ενώ τις χαμηλότερες τιμές έχουν η Λευκάδα και η Ζάκυνθος. Η τιμή του νομού Λακωνίας σημείωσε αύξηση 17.6% τη συγκεκριμένη διετία. Τέλος, για το έτος 2015 ο νομός Λακωνίας σημείωσε αύξηση 7.7% και εξακολούθησε να είναι ο

κυρίαρχος ενώ ακολουθούν οι νομοί Γρεβενών, Μεσσηνίας και Χαλκιδικής. Αντίθετα, τις χαμηλότερες τιμές έχουν οι νομοί Λευκάδας, Ροδόπης και Καρδίτσας με αύξουσα σειρά κατάταξης. Όσον αφορά στο νομό Αττικής και για τα πέντε έτη μελέτης πρέπει να τονιστεί ότι ο μέσος όρος των συμβάντων είναι 0.6 ανά 10000 οχήματα που κυκλοφορούν και η τυπική απόκλιση της είναι 0.06 το οποίο δείχνει ότι ο συγκεκριμένος νομός έχει σταθερές τιμές.

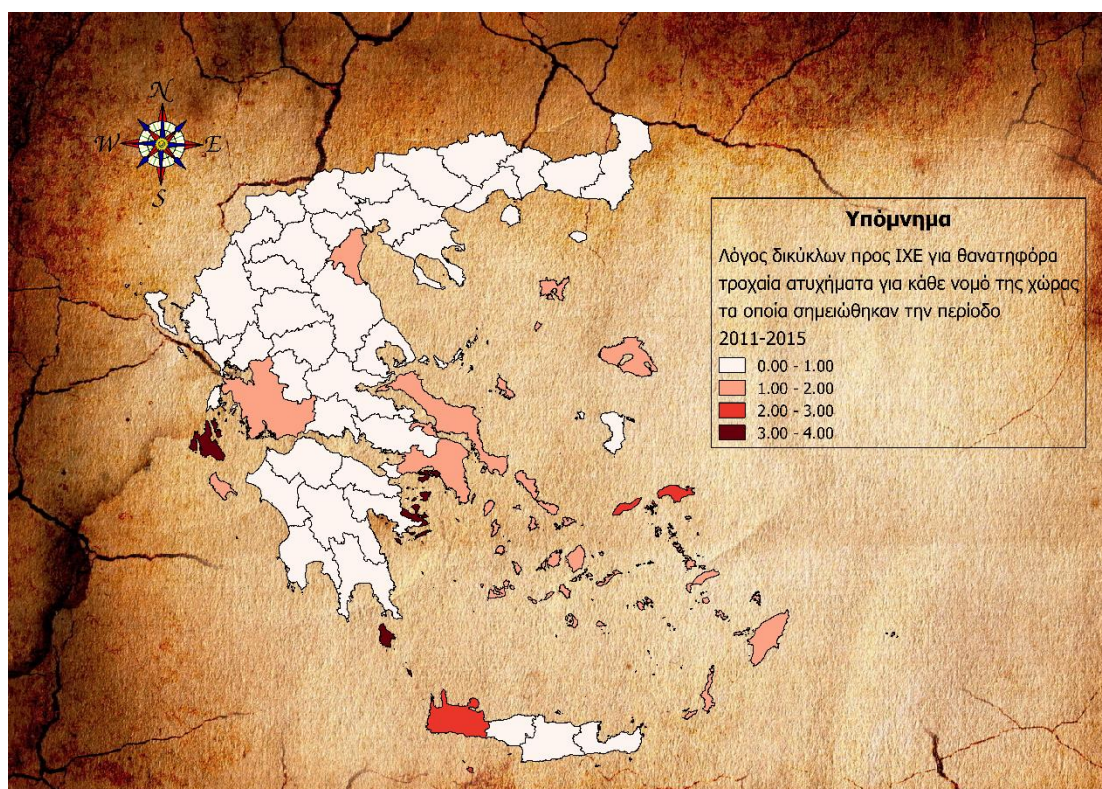
Χάρτης 4.22 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 10000 κυκλοφορούντα οχήματα ανά νομό για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015



Εν συνεχεία, έγινε περαιτέρω ανάλυση η οποία εκθέτει για κάθε νομό το λόγο θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο προς τα αντίστοιχα με όχημα ΙΧΕ σύμφωνα με τον παρακάτω χάρτη 4.23. Τις υψηλότερες τιμές έχουν οι νομοί Πειραιώς και Νήσων, Κεφαλονιάς, Σάμου και Χανίων ενώ ακολουθούν οι νομοί Κυκλάδων και Λέσβου. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι οι νησιωτικοί νομοί έχουν τις υψηλότερες τιμές και πρέπει να αναφερθεί ότι οι τιμές αυτών των λόγων αυξάνονται

και άλλο αν ληφθεί μόνο υπόψη η τουριστική περίοδος Μαΐου-Σεπτεμβρίου. Αυτό οφείλετε πιθανότατα στην προσέλευση τουριστών αλλά και στις ενοικιάσεις δίκυκλων που πραγματοποιούνται κατά κόρον στις καλοκαιρινές διακοπές. Αντίθετα, οι νομοί που έχουν τη μικρότερη τιμή σε αυτό το λόγο είναι οι νομοί Ευρυτανίας, Δράμας, Ιωαννίνων και Κοζάνης με αύξουσα σειρά κατάταξης. Για το νομό Αττικής η τιμή αυτού του λόγου είναι 1.13 ενώ για το νομό Θεσσαλονίκης 0.54 το οποίο σημαίνει ότι στα 2/3 των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν στο νομό Θεσσαλονίκης, το όχημα ήταν ΙΧΕ για το χρονικό διάστημα μελέτης 2011-2015. Για την Αττική το πλήθος των περιστατικών με όχημα ΙΧΕ και δίκυκλο είναι σχεδόν το ίδιο στη χρονική περίοδο μελέτης. Τέλος, πρέπει να υπογραμμιστεί ότι στους περισσότερους νομούς τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με δίκυκλο δεν ξεπερνούν σε πλήθος τα αντίστοιχα με ΙΧΕ.

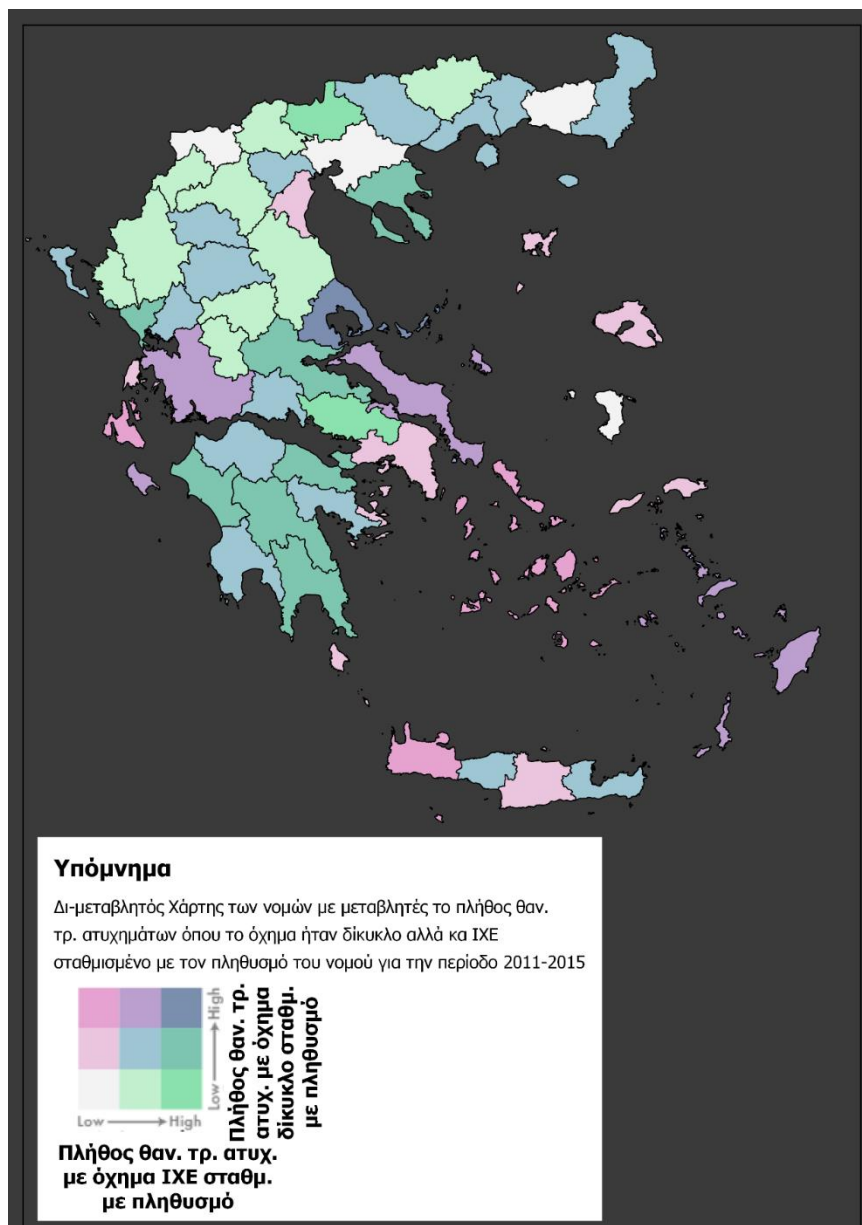
Χάρτης 4.23 Λόγος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο προς τα αντίστοιχα με όχημα ΙΧΕ για τους νομούς της χώρας για το διάστημα 2011-2015



Έπειτα, ο παρακάτω δι-μεταβλητός χάρτης 4.24 με μεταβλητές το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο αλλά και ΙΧΕ αντίστοιχα σταθμισμένο με το μέσο πληθυσμό κάθε νομού για την περίοδο μελέτης 2011-2015 δίνει μια διαφορετική εικόνα για την υπάρχουσα κατάσταση σε σχέση με τους προηγούμενους χάρτες. Ο νομός στον οποίο το φαινόμενο είναι έντονο είναι ο νομός Μαγνησίας καθώς συμβαίνουν πολλά περιστατικά με όχημα δίκυκλο αλλά και με ΙΧΕ. Άλλοι νομοί που έχουν έντονο πρόβλημα είναι η Χαλκιδική, η Φθιώτιδα, η Κόρινθος, η Ηλεία, η Λακωνία και η Αρκαδία καθώς το πλήθος τους με όχημα ΙΧΕ βρίσκεται στην τρίτη κλίμακα κατάταξης ενώ για δίκυκλο στη δεύτερη. Στους νομούς Αιτωλοακαρνανίας, Εύβοιας και Δωδεκανήσων συμβαίνει το αντίστροφο από τους

προηγούμενους και συνεπώς αποτελούν και αυτοί νομοί που το πρόβλημα κυριαρχεί. Οι νομοί Κυκλάδων και Χανίων οι οποίοι απεικονίζονται με έντονο ροζ χρώμα έχουν πολλά ατυχήματα με δίκυκλο και πολύ λίγα με ΙΧΕ σταθμισμένα με τον μέσο πληθυσμό του νομού τους. Επιπρόσθετα, ένα άλλο σημείο άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι στους νομούς Βοιωτίας και Κιλκίς, οι οποίοι απεικονίζονται με ανοιχτό πράσινο χρώμα (το κάτω-δεξιά τετράγωνο στην παλέτα χρωμάτων του υπομνήματος), συμβαίνει το αντίστροφο από αυτό στις Κυκλάδες και στα Χανιά. Τέλος, για το νομό

Χάρτης 4.24 Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο αλλά και ΙΧΕ αντίστοιχα σταθμισμένο με το μέσο πληθυσμό του νομού για την περίοδο 2011-2015



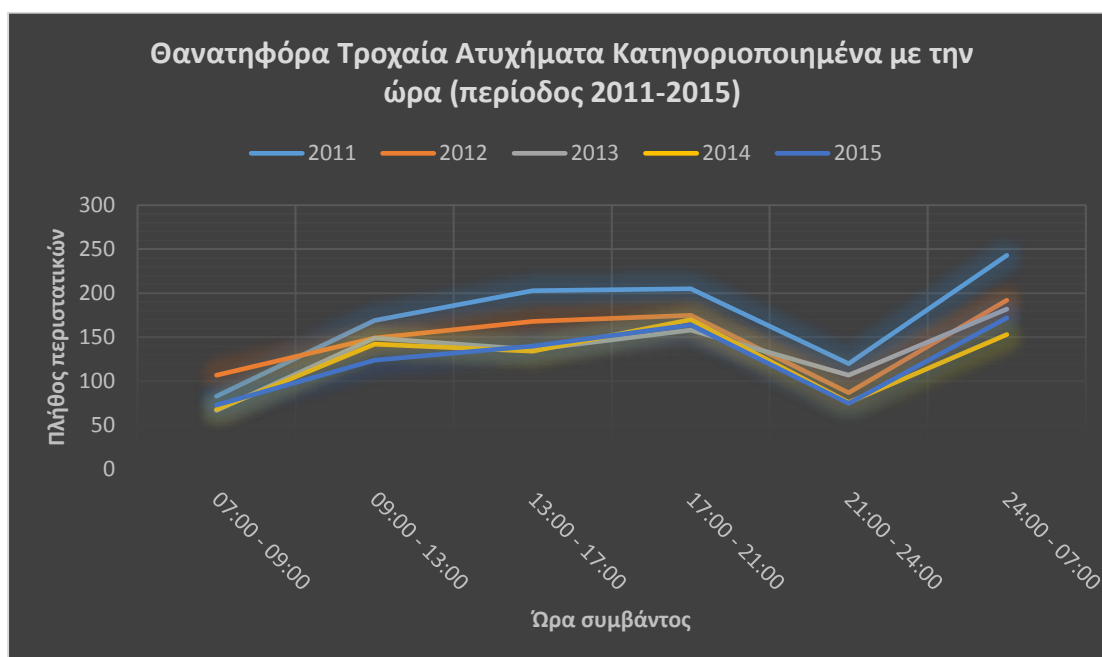
Αττικής το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με δίκυκλο εντάσσεται στη δεύτερη κλάση της κλίμακας και το αντίστοιχο με ΙΧΕ στην πρώτη κλάση της αντίστοιχης κλίμακας. Δηλαδή, στο νομό Αττικής το φαινόμενο δεν έχει ανησυχητικές διαστάσεις σε αντίθεση με άλλους προαναφερθέντες νομούς. Συνοψίζοντας, γίνεται

κατανοητό ότι όταν σταθμίστηκαν τα δεδομένα με την κατηγοριοποίηση ανά όχημα αναδείχθηκαν χρήσιμα ευρήματα για την βαρύτητα του προβλήματος σε κάθε νομό. Επίσης, χρήσιμα θα ήταν δεδομένα σχετικά με το όχημα όπως η ηλικία του, ο κυβισμός κ.α. όμως δεν ήταν γνωστά από την αστυνομική διεύθυνση της τροχαίας.

4.2.5 Ανάλυση βάσει του χρόνου συμβάντος των περιστατικών

4.2.5.1 Ανάλυση σύμφωνα με την ώρα των περιστατικών

Ο χρόνος στον οποίο συμβαίνουν τα περισσότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα είναι μια άλλη σημαντική παράμετρος. Στο παρακάτω **Διάγραμμα 4.4** παρουσιάζονται τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κατηγοριοποιημένα ανάλογα με την ώρα συμβάντος στη διάρκεια της ημέρας για κάθε έτος της περιόδου μελέτης 2011-2015. Από τις 07:00 το πρωί μέχρι της 17:00 το πλήθος των ατυχημάτων αυξάνεται συνεχώς, στη συνέχεια από τις 17:00 μέχρι τις 21:00 σταθεροποιείται, μετά από τις 21:00 έως τις 24:00 σημειώνεται σημαντική πτώση και τέλος στο διάστημα 24:00-07:00 παρατηρείται ραγδαία αύξηση. Αναλυτικότερα, 22% των περιστατικών λαμβάνει χώρα στο διάστημα 24:00-07:00, 21% συμβαίνει 17:00-21:00, 19% στο διάστημα 13:00-17:00, 18% στο διάστημα 09:00-13:00, 11% στο διάστημα 21:00-24:00 και τέλος μόνο 10% στο διάστημα 07:00-09:00. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι και τα έξι χρονικά διαστήματα για το διάστημα 2011-2015 έχουν πολύ μικρές τυπικές αποκλίσεις. Όσον αφορά στις διαχρονικές μεταβολές ξεχωρίζει η θετική μεταβολή των περιστατικών του διαστήματος 21:00-24:00 για τη διετία 2012-2013 κατά 35%.

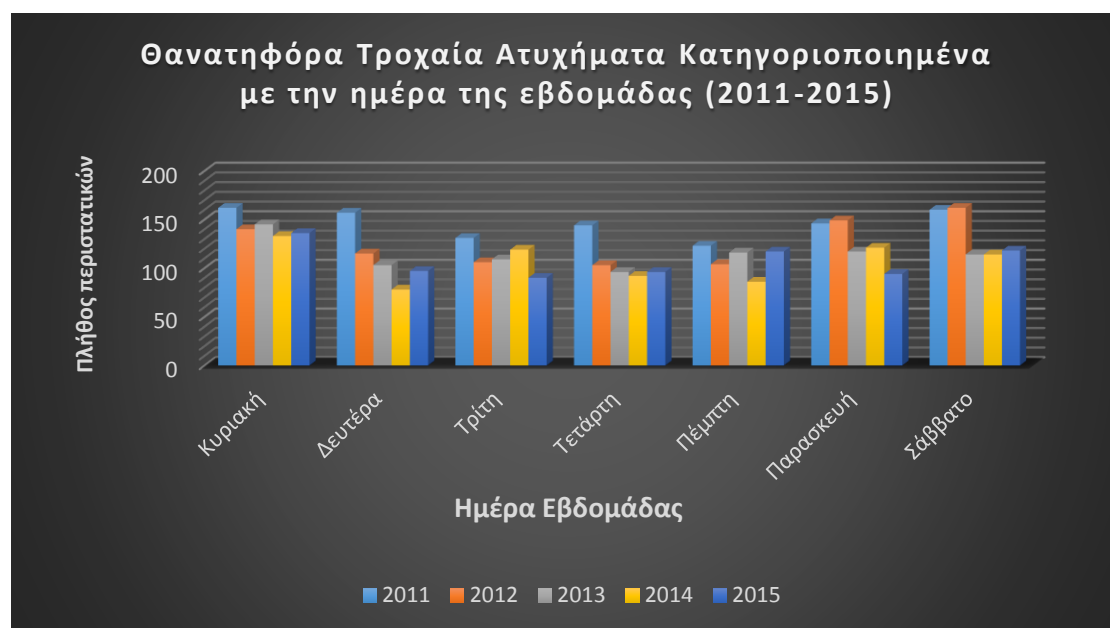


Διάγραμμα 4.4 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με την ώρα συμβάντος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

4.2.5.2 Ανάλυση σύμφωνα με τον εβδομαδιαία ημέρα των περιστατικών

Επίσης, χρήσιμο είναι να διευκρινιστεί η ημέρα της εβδομάδας στην οποία συμβαίνουν τα περισσότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα. Αυτή είναι η Κυριακή και ακολουθεί το Σάββατο όπως είναι ξεκάθαρο στο **Διάγραμμα 4.5** όπου απεικονίζεται και η

διαχρονική μεταβολή για κάθε ημέρα της εβδομάδας. Τα λιγότερα περιστατικά συμβαίνουν την Τετάρτη, συγκεκριμένα συνέβησαν 531 για τα πέντε χρόνια της περιόδου μελέτης και ύστερα ακολουθεί η Πέμπτη. Ωστόσο άξιο αναφοράς είναι ότι τα ποσοστά συνολικά ανά ημέρα κυμαίνονται από 13% έως και 17% από το οποίο συμπεραίνεται ότι δεν υπάρχει κάποια κυρίαρχη ημέρα με μεγάλη διαφορά σε σχέση με τις υπόλοιπες. Όσον αφορά στις διαχρονική μεταβολή των περιστατικών ανά ημέρα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι η Δευτέρα έχει πολλές αναταραχές. Αναλυτικότερα, παρουσιάζει μείωση κατά 23% τη διετία 2011-2012, μείωση κατά 10% τη διετία 2012-2013, μείωση κατά 24% την επόμενη διετία και τέλος αύξηση κατά 24% τη διετία 2014-2015. Αντίθετα, η Κυριακή είναι αρκετά σταθερή καθώς έχει τη μικρότερη τυπική απόκλιση και η μεγαλύτερη της μεταβολή είναι η μείωση κατά 14% τη διετία 2011-2012. Επίσης, πρέπει να τονιστεί η μείωση κατά 28% για την Τετάρτη τη διετία 2011-2012 αλλά και η αλματώδη αύξηση των περιστατικών της Πέμπτης κατά περισσότερο του 1/3 τη διετία 2014-2015. Ακόμα, για την Παρασκευή πρέπει να δοθεί έμφαση στις σημαντικές μειώσεις των περιστατικών για τις διετίες 2012-2013 και 2014-2015 με ποσοστά 21% και 22% αντίστοιχα. Τέλος, για το Σάββατο τη διετία 2012-2013 το ποσοστό του μειώθηκε κατά 30% και τα επόμενα έτη παρουσίασε ελάχιστη μεταβολή που δεν ξεπέρασε το 4%.



Διάγραμμα 4.5 Πλήθος Θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά εβδομαδιαία ημέρα και ανά έτος για το διάστημα 2011-2015

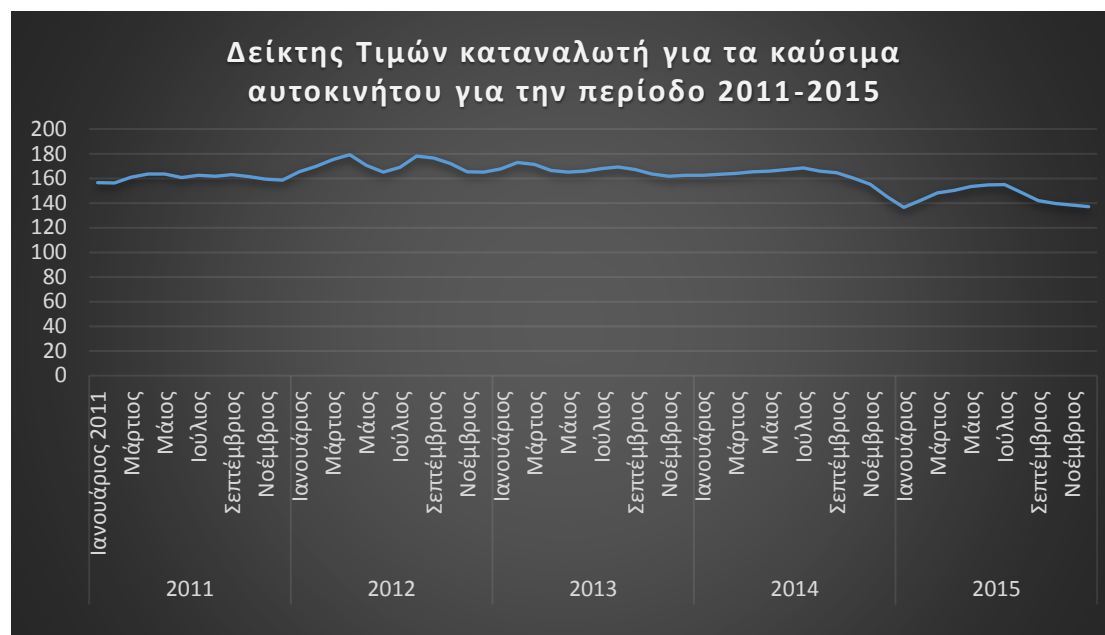
4.2.5.3 Ανάλυση σύμφωνα με τον μήνα των περιστατικών

Ακολουθεί στο παρακάτω διάγραμμα 4.6 η διαχρονική εξέλιξη του φαινομένου ανά μήνα. Τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα παρουσιάζουν μια αύξηση τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο. Συγκεκριμένα, ο μήνας Ιούλιος αποτελεί το μήνα με τα περισσότερα περιστατικά για τα έτη 2011 και 2012 ενώ για τα υπόλοιπα τρία έτη κυριαρχεί ο Αύγουστος. Αντιθέτως, ο μήνας με τα λιγότερα περιστατικά για το 2011 είναι ο Ιανουάριος, για το 2012 ο Μάρτιος ενώ για τα επόμενα τρία ο Φεβρουάριος. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι οι μήνες Οκτώβριος και Μάρτιος κατά φθίνουσα σειρά



Διάγραμμα 4.6 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά μήνα για το διάστημα 2011-2015

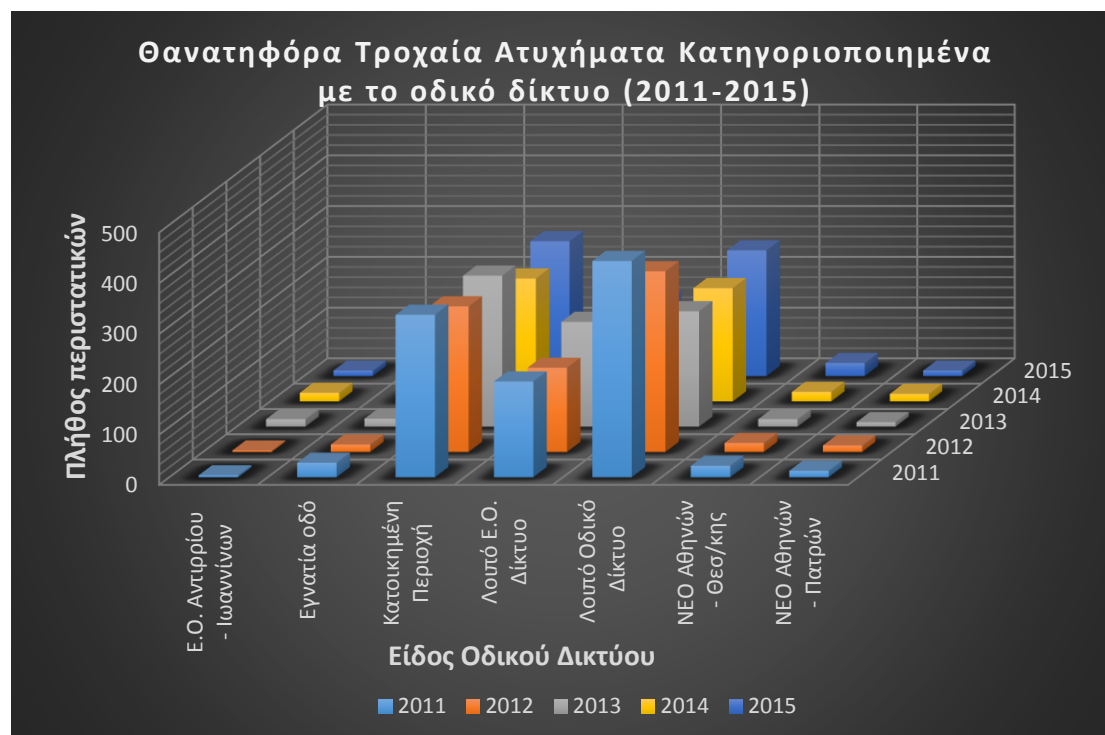
παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη αστάθεια ενώ οι μήνες Ιανουάριος, Αύγουστος και Μάιος τη μικρότερη κατά αύξουσα σειρά κατάταξης. Όσον αφορά στην εξέλιξη του φαινομένου κατά τη διάρκεια του έτους τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα είναι λίγα στην αρχή του έτους, στη συνέχεια παρουσιάζουν μια μικρή αύξηση μέχρι Απρίλιο, από Απρίλιο μέχρι Ιούνιο παρατηρείται μια σχετική σταθερότητα, τον Ιούλιο και τον Αύγουστο αλματώδη αύξηση των περιστατικών και τους υπόλοιπους μήνες μέχρι το τέλος του έτους σταδιακή μείωση. Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι το έτος 2011 είναι αρκετά διαφορετικό σε σχέση με υπόλοιπα όπως φαίνεται ξεκάθαρα στο σχετικό διάγραμμα με της σταθερή μείωση των περιστατικών από τον Ιούλιο έως και τον Δεκέμβριο. Αυτό το διάγραμμα μπορεί να συσχετιστεί με το παρακάτω ομόλογο 4.7 που παρουσιάζει την εξέλιξη του δείκτη των τιμών καταναλωτή για τα καύσιμα αυτοκινήτου για κάθε μήνα της περιόδου μελέτης. Η υψηλότερη τιμή αυτού του δείκτη εμφανίζεται τον Απρίλιο του 2012 και επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι η εξέλιξη του συγκεκριμένου δείκτη δεν ακολουθεί τη διαχρονική εξέλιξη των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η τιμή αυτού του δείκτη είναι σχετικά σταθερή με εξαίρεση τα έτη 2014 και 2015 όπου υπάρχει μικρή πτώση. Τα δεδομένα για τη δημιουργία αυτού του διαγράμματος αντλήθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. και ακόμα είναι σημαντικό να τονιστεί ότι η μείωση των τιμών των καυσίμων για τους καταναλωτές δε σημαίνει απαραίτητα ότι αυξήθηκε η κυκλοφορία των οχημάτων καθώς η χώρα διανύει οικονομική ύφεση και δεν ισχύουν αυτά που θα ίσχυαν σε μια αναπτυσσόμενη οικονομία. Ωστόσο, ο συντελεστής Pearson έχει τιμή 0.22 το οποίο δείχνει ότι υπάρχει μικρή θετική συσχέτιση ανάμεσα στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα και τον δείκτη τιμών καταναλωτή για τα καύσιμα του αυτοκινήτου.



Διάγραμμα 4.7 Δείκτης τιμών καταναλωτή για τα καύσιμα αυτοκινήτων ανά μήνα για την περίοδο μελέτης 2011-2015

4.2.6 Ανάλυση βάσει του οδικού δικτύου

Η επόμενη κατηγοριοποίηση σχετίζεται με το είδος του οδικού δικτύου στο οποίο συνέβη το θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα. Οι κατηγοριοποιήσεις από το τμήμα της τροχαίας είναι: εθνική οδός Αντιρρίου-Ιωαννίνων, Εγνατία οδός, κατοικημένη περιοχή, λοιπό Ε.Ο. δίκτυο, λοιπό οδικό δίκτυο, Ν.Ε.Ο. Αθηνών-Θεσσαλονίκης, Ν.Ε.Ο. Αθηνών-Πατρών και Βόρειος Οδικός Άξονας Κρήτης. Στο **Διάγραμμα 4.8** παρουσιάζονται το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σύμφωνα με τις προαναφερθείσες κατηγορίες οδικού δικτύου ανά έτος (εκτός από τον Β.Ο.Α.Ξ.). Είναι καταφανές ότι μόνο η κατοικημένη περιοχή, το λοιπό εθνικό οδικό δίκτυο και το λοιπό οδικό δίκτυο έχουν υψηλά ποσοστά σε αντίθεση με τις άλλες κατηγορίες. Αυτό είναι απόλυτα φυσιολογικό καθώς οι άλλες κατηγορίες παρουσιάζονται σε πολύ περιορισμένο αριθμό νομών σε όλη την επικράτεια. Σε κατοικημένη περιοχή συμβαίνει κατά μέσο όρο το 34% των περιστατικών για το διάστημα μελέτης 2011-2015, σε λοιπό οδικό δίκτυο το 35% και σε λοιπό Ε.Ο. δίκτυο το 22%. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι από τις τρεις κύριες κατηγορίες τη μεγαλύτερη διακύμανση παρουσιάζει το λοιπό οδικό δίκτυο, ακολουθεί το λοιπό Ε.Ο. δίκτυο και τέλος η κατοικημένη περιοχή. Όσον αφορά στη διαχρονική εξέλιξη αυτών των κατηγοριών η κατοικημένη περιοχή παρουσιάζει αύξηση τις διετίες 2011-2012, 2012-2013 και 2014-2015 ενώ μείωση κατά 12.5% για τις διετία 2013-2014. Για το λοιπό Ε.Ο. δίκτυο πρέπει να υπογραμμιστεί η ραγδαία αύξηση κατά 36% τη διετία 2012-2013 αλλά και η ραγδαία μείωση κατά 22% τη διετία 2014-2015. Τις διετίες 2011-2012 και 2013-2014 οι μεταβολές για αυτή την κατηγορία είναι ελάχιστες (συγκεκριμένα +2% και -1% αντίστοιχα). Επίσης, για το λοιπό οδικό δίκτυο άξιο μνείας είναι το γεγονός ότι παρουσιάζει αισθητή μείωση κατά 30% τη διετία 2012-2013 ενώ για τη διετία 2011-2012 η μείωση είναι μόλις 3%. Αντίθετα, τις διετίες 2013-2014 και 2014-2015 παρουσιάζει αύξηση κατά 5% και 10% αντίστοιχα.

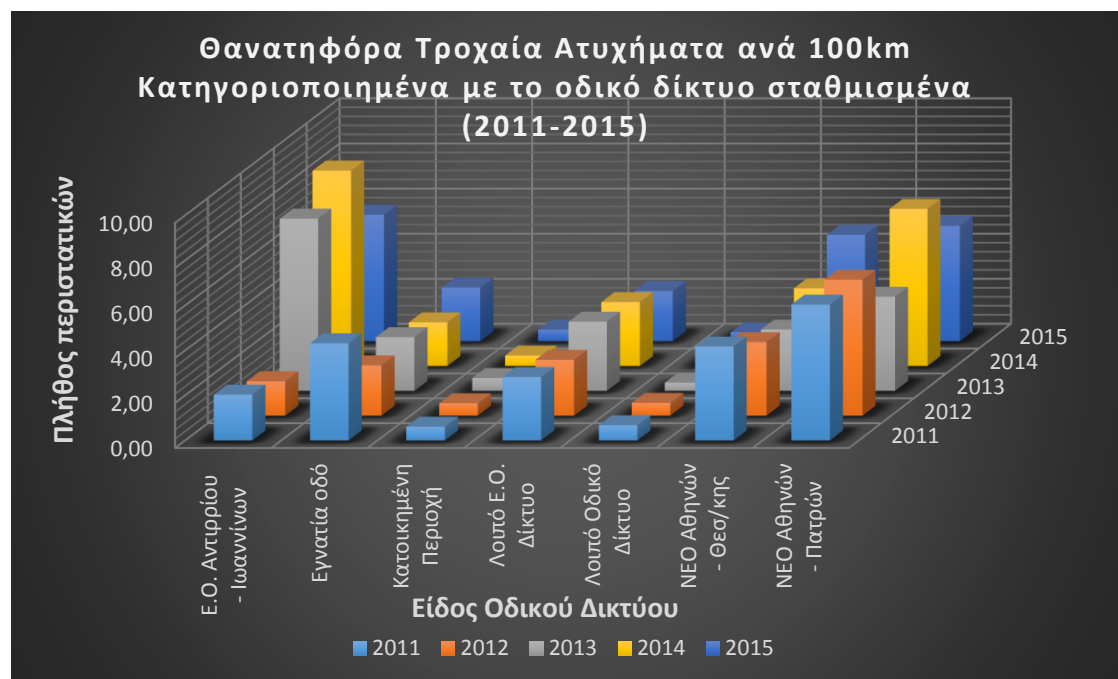


Διάγραμμα 4.8 Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνει στάθμιση του πλήθους των περιστατικών που συνέβησαν για κάθε συγκεκριμένη κατηγορία οδικού δικτύου με το αντίστοιχο μήκος της, το οποίο παρουσιάζεται στο **Διάγραμμα 4.9**. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατόν εντοπισμός των κατηγοριών του οδικού δικτύου στις οποίες το πρόβλημα είναι έντονο. Παρατηρείται ότι η Ν.Ε.Ο. Αθηνών-Θεσσαλονίκης έχει σχετικά υψηλά ποσοστά και για τα πέντε έτη της περιόδου μελέτης τα οποία κυμαίνονται από 2.73% έως και 4.73%. Το χαμηλότερο ποσοστό σημειώνεται το έτος 2013 ενώ το υψηλότερο το 2015. Επίσης, η Ν.Ε.Ο. Αθηνών-Πατρών έχει σχετικά υψηλά ποσοστά με το χαμηλότερο της να σημειώνεται το 2013 (4.19%) ενώ το υψηλότερο της το έτος 2014 (6.98%). Αναλυτικότερα, η μεταβολή της διέτας 2013-2014 είναι +66.67% η οποία είναι η πιο μεγάλη για τη συγκεκριμένη κατηγορία οδικού δικτύου. Όσον αφορά στην Εγνατία οδό, άξιο αναφοράς είναι το ποσοστό της για το έτος 2011 (4.33%) ενώ για την Ε.Ο. Αντιρρίου-Ιωαννίνων πρέπει να αναφερθούν τα υψηλά ποσοστά που σημειώθηκαν τα έτη 2013 και 2014 (7.65% και 8.67% αντίστοιχα) σε αντίθεση με τα άλλα έτη της περιόδου μελέτης. Τέλος, τα ποσοστά των κατηγοριών κατοικημένης περιοχής, λοιπού Ε.Ο. δικτύου και λοιπού οδικού δικτύου είναι αισθητά μειωμένα σε σχέση με το προηγούμενο διάγραμμα το οποίο οφείλεται στο μεγάλο μήκος που έχουν. Άρα, με αυτό το διάγραμμα έγινε δυνατή η ανάδειξη των κατηγοριών οδικού δικτύου οι οποίες έχουν πραγματικό πρόβλημα με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα.

Ακολουθεί η διαχρονική εξέλιξη του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σταθμισμένου με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου ανά νομό για το χρονικό διάστημα 2011-2015 στον παρακάτω χάρτη 4.25. Ο νομός Αττικής κυριαρχεί και τα πέντε έτη μελέτης με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά

1000 km οδικού δικτύου να κυμαίνεται από 9.4 έως και 12.44 τα οποία σημειώθηκαν τα έτη 2014 και 2011 αντίστοιχα. Για το έτος 2011 υψηλή τιμή για αυτό το μέγεθος έχουν οι ακόλουθοι νομοί κατά φθίνουσα σειρά: Θεσσαλονίκης, Κέρκυρας, Ηλείας, Ημαθίας και Έβρου. Για το έτος 2012 κυριαρχούν οι νομοί Θεσσαλονίκης, Κέρκυρας, Αιτωλοακαρνανίας και Ξάνθης με αντίστοιχα τιμές 8.2, 7.2, 5.9 και 5.3 θανατηφόρα

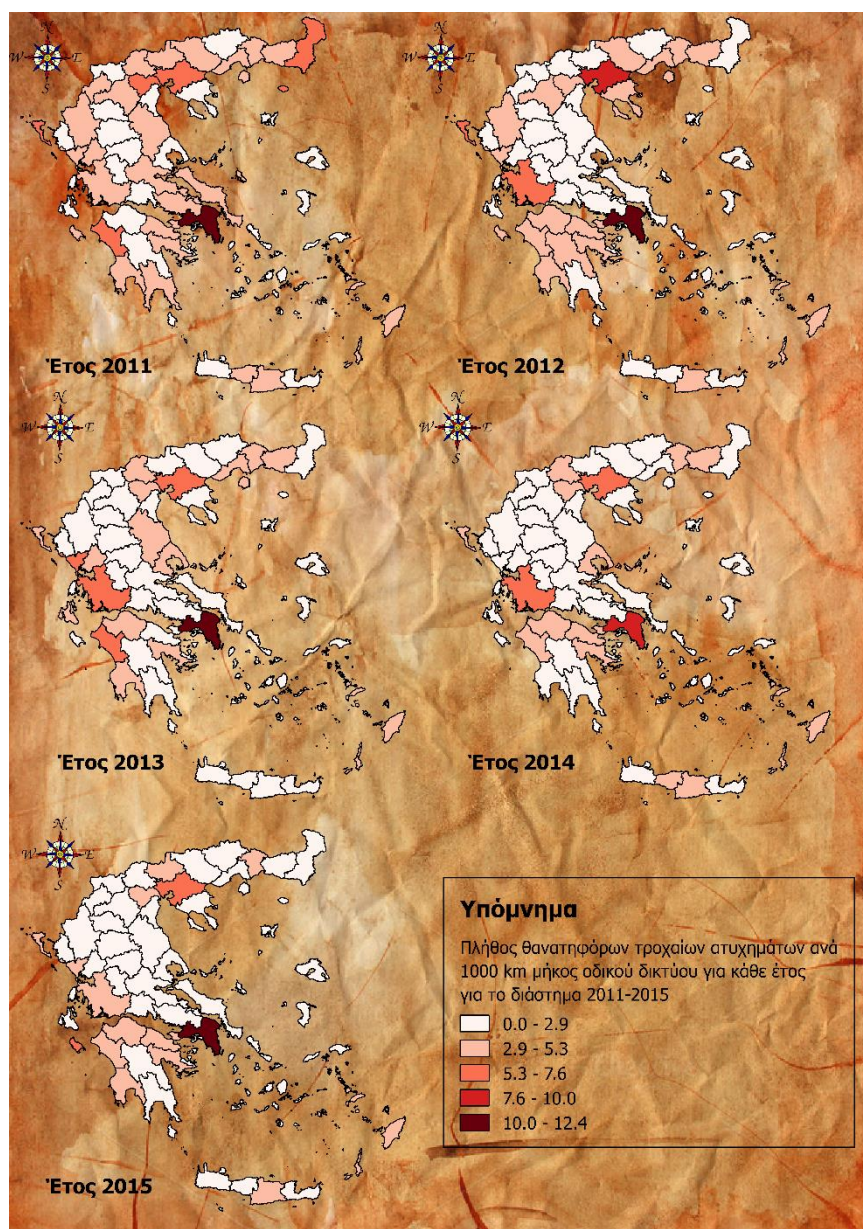


Διάγραμμα 4.9 Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά 100km κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

τροχαία ατυχήματα ανά 1000 km μήκος οδικού δικτύου. Οι νομοί Θεσσαλονίκης, Πρέβεζας, Ηλείας και Αιτωλοακαρνανίας έχουν τις υψηλότερες τιμές του εξεταζόμενου μεγέθους για το έτος 2013 εξαιρουμένου του νομού Αττικής. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι εν έτει 2014 τη δεύτερη θέση μετά την Αττική κατέχει η Αιτωλοακαρνανία ξεπερνώντας τη Θεσσαλονίκη έστω και με μικρή διαφορά. Μετά την Θεσσαλονίκη ακολουθούν η Αχαΐα, η Κέρκυρα και τα Δωδεκάνησα. Για το 2015 ο νομός Θεσσαλονίκης επανέρχεται στη δεύτερη θέση ενώ η Αιτωλοακαρνανία βρίσκεται στην 7^η σε φθίνουσα σειρά κατάταξης. Ακόμα, άλλοι νομοί στους οποίους το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σταθμισμένο με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου για το συγκεκριμένο έτος είναι μεγάλο είναι η Ζάκυνθος, η Μεσσηνία και τα Δωδεκάνησα.

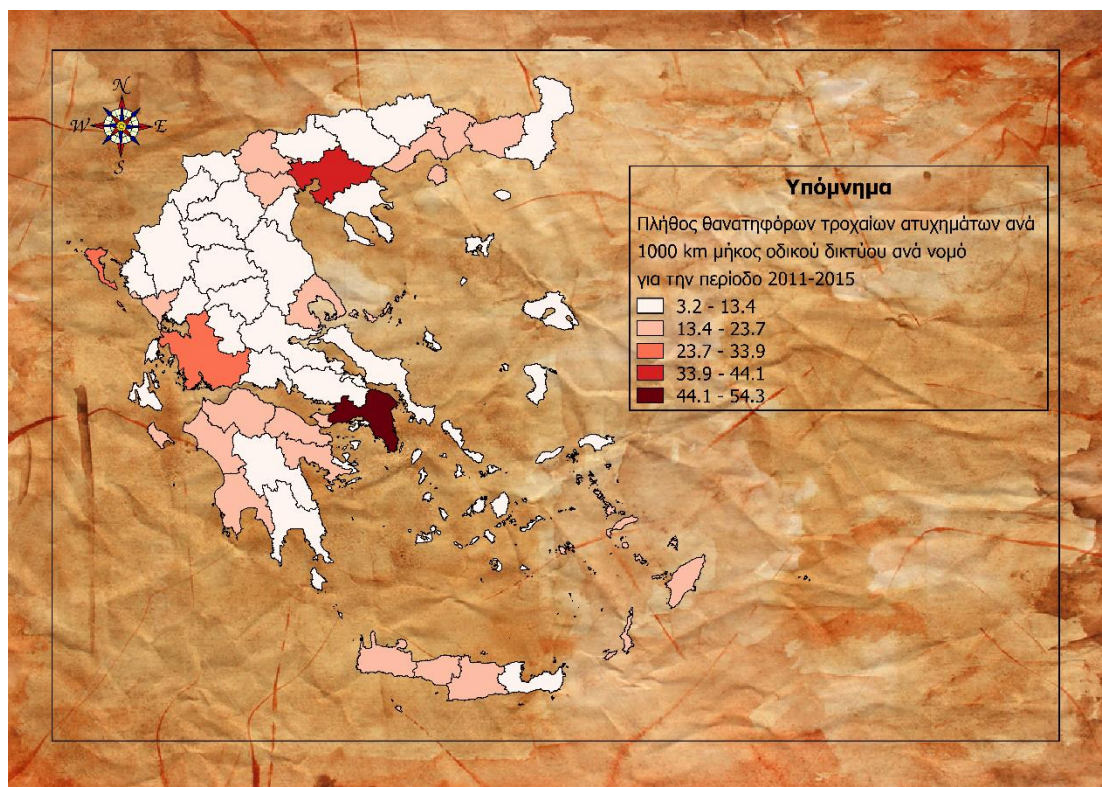
Εν συνεχεία υπολογίστηκε ένας συνολικός χάρτης από τους 5 προηγούμενους έτσι ώστε να δοθεί μια γενική εικόνα για κάθε νομό για το διάστημα μελέτης. Σύμφωνα με τον παρακάτω χάρτη 4.26 για το διάστημα 2011-2015 στο νομό Αττικής συνέβησαν σχεδόν 55 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά 1000 km οδικού δικτύου ενώ στο νομό Θεσσαλονίκης μόλις 34. Ακολουθούν η Αιτωλοακαρνανία, η Κέρκυρα, η Ηλεία και η Ημαθία με φθίνουσα σειρά κατάταξης. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτού του χάρτη σε σχέση με τον παραπάνω χάρτη 4.2 όπου δεν είχε γίνει στάθμιση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου για τον κάθε νομό.

Χάρτης 4.25 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 1000km οδικού δικτύου ανά νομό για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015



Σε σχέση με τον τελευταίο αναφερθέντα χάρτη 4.26 (αθροιστικά για όλο το χρονικό διάστημα μελέτης 2011-2015) οι νομοί που αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα μετά το νομό Αττικής και Θεσσαλονίκης είναι η Εύβοια, η Αιτωλοακαρνανία, τα Δωδεκάνησα και το Ηράκλειο σε φθίνουσα σειρά κατάταξης. Οι νομοί της κεντρικής Ελλάδος, της δυτικής Μακεδονίας αλλά και της Ηπείρου δε φαίνεται να αντιμετωπίζουν ιδιαίτερο πρόβλημα και για αυτό το λόγο εντάσσονται στην πρώτη κλάση. Επίσης, οι νομοί Ξάνθης και Ροδόπης αντιμετωπίζουν μικρό πρόβλημα το οποίο δεν εντοπίστηκε από το χάρτη 4.2 στον οποίο η απεικόνιση είχε γίνει με ανεπεξέργαστα δεδομένα χωρίς στάθμιση. Δηλαδή, μέσω της στάθμισης ήταν δυνατό να αναγνωριστούν προβληματικοί νομοί οι οποίοι θα έμεναν στην αφάνεια χωρίς τη χρήση της, το οποίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τη λεπτομερή μελέτη του φαινομένου.

Χάρτης 4.26 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 1000 km οδικού δικτύου ανά νομό για το διάστημα 2011-2015



4.2.7 Ανάλυση βάσει των αιτιών

Τα αίτια επίσης, που οδήγησαν στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα είναι σημαντικό να μελετηθούν και παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.6. Τα λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς κυριαρχούν με ποσοστό που προσεγγίζει το 40% για το διάστημα 2011-2015 ενώ δεύτερη αιτία είναι η κίνηση στο αντίθετο ρεύμα.

Πίνακας 4.6 Ποσοστά αιτιών θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το διάστημα μελέτης 2011-2015

Αίτια	Ποσοστό (%)
Αίτια αναφερόμενα σε επιβάτες	0,29
Αίτια αναφερόμενα στην οδό και τον καιρό	1,50
Αίτια αναφερόμενα στο όχημα	0,29
Αίτια αναφερόμενα στους πεζούς	9,05
Αντικανονικό προσπέρασμα	1,97
Απόσπαση προσοχής οδηγού	7,42
Ερευνώνται	9,32
Κίνηση στο αντίθετο ρεύμα	11,77
Λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς	37,54
Οδήγηση χωρίς σύνεση και προσοχή	2,52
Παραβίαση προτεραιότητας	6,40
Παραβίαση σηματοδότη	1,59
Υπερβολική ταχύτητα	10,34

Αναλυτικότερα, τα ποσοστά της κυρίαρχης αιτίας κυμαίνονται από 27.01% έως και 49% τα οποία σημειώθηκαν τα έτη 2015 και 2012 αντίστοιχα. Αντίθετα, αίτια που

αναφέρονται στον επιβάτη, στον καιρό και στο όχημα έχουν πολύ χαμηλά ποσοστά. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι για σχεδόν 10% των περιστατικών δεν έχουν διευκρινιστεί τα αίτια. Όσον αφορά στη διαχρονική μεταβολή είναι σημαντικό να τονιστεί η αύξηση των περιστατικών με αιτία αναφερόμενη στους πεζούς για τη διατία 2012-2013 κατά 36% αλλά και η μείωση κατά 32% τη διατία 2014-2015. Επίσης, 1 στα 10 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα οφείλεται στην υπερβολική ταχύτητα και τα ποσοστά αυτής της κατηγοριοποίησης παρουσιάζουν έντονες μεταβολές που χρήζουν σχολιασμού. Συγκεκριμένα, τη διατία 2011-2012 παρουσιάστηκε μείωση κατά 22%, τη διατία 2012-2013 αύξηση κατά 63%, τη διατία 2013-2014 μείωση πάλι κατά 12% και την τελευταία διατία μείωση κατά 70%. Τέλος, άξιο επισήμανσης είναι ότι τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα που έχουν ως αιτία την κίνηση σε αντίθετο ρεύμα σημείωσαν μείωση κατά 26% τη διατία 2011-2012 και την επόμενη διατία αύξηση με το ίδιο ποσοστό.

4.2.8 Ανάλυση βάσει του είδους του ατυχήματος

Η τελευταία κατηγοριοποίηση η οποία θα αναλυθεί σχετίζεται με το είδος του ατυχήματος που χωρίζεται σε ανατροπή, παράσυρση πεζού, πρόσκρουση, εκτροπή και σύγκρουση. Στο **Διάγραμμα 4.10** παρατίθενται οι διαχρονικές μεταβολές της κάθε κατηγορίας για το χρονικό διάστημα μελέτης. Είναι ξεκάθαρο ότι η εκτροπή και η σύγκρουση αποτελούν τα επικρατέστερα είδη ατυχήματος με ποσοστά 33% και 35% αντίστοιχα συνολικά για την περίοδο 2011-2015. Ακολουθεί η παράσυρση πεζού με



Διάγραμμα 4.10 Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κατηγοριοποιημένα με το είδος του ατυχήματος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

ποσοστό σχεδόν 20%, μετά η πρόσκρουση με 9% και τέλος η ανατροπή που δεν ξεπερνά το 4%. Η κατηγορία παράσυρση πεζού εμφανίζει την μικρότερη τυπική απόκλιση ενώ τη μεγαλύτερη η ανατροπή. Επίσης, οι μεταβολές της κατηγορίας σύγκρουσης για κάθε διατία είναι -20.71%, -12.37, +14.12% και -8.25% ενώ για την κατηγορία εκτροπή είναι +12.00%, -18.35%, -13.11% και +7.76% αντίστοιχως. Όσον

αφορά στην πρόσκρουση πρέπει να υπογραμμιστεί η μείωση του ποσοστού της κατά 1/4 τη διετία 2011-2012 αλλά και η αύξηση της κατά 1/5 την επόμενη διετία.

4.2.9 Χωρική Αυτοσυσχέτιση

4.2.9.1 Γενικοί Δείκτες

Ο γενικός (global) δείκτης Moran's I αποτελεί έναν ευρέως χρησιμοποιούμενο δείκτη χωρικής αυτοσυσχέτισης ο οποίος βασίζεται στις θέσεις μιας σειράς οντοτήτων αλλά και στις τιμές μιας συγκεκριμένης μεταβλητής τους. Στον παρακάτω πίνακα 4.7 παρατίθενται τα αποτελέσματα εφαρμογής του global Moran's I για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις. Η πρώτη αφορά το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το διάστημα 2011-2015 ανά νομό, η δεύτερη το ίδιο με την πρώτη με τη διαφορά ότι έχει σταθμιστεί με τον μέσο πληθυσμό του νομού και η τρίτη στην οποία τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα έχουν σταθμιστεί με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του κάθε νομού. Το πρότυπο αποδεικνύεται τυχαίο και στις τρεις περιπτώσεις. Αναλυτικότερα, το p-value και το z-score δείχνουν αν μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση. Συγκεκριμένα, πολύ χαμηλές τιμές p-value δείχνουν ότι η πιθανότητα το χωρικό πρότυπο που προέκυψε να οφείλετε σε τυχαίες διαδικασίες είναι πολύ μικρή, συνεπώς μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση. Ωστόσο, πρέπει να ελεγχθεί και το z-score. Για να παρουσίαζε υψηλή ομαδοποίηση το πρότυπο στις παρακάτω περιπτώσεις θα έπρεπε η τιμή του z-score να είναι πολύ υψηλή θετική (περίπου 2.5) και συγχρόνως η τιμή του p-value πολύ μικρή. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι κατά την εκτέλεση του αλγορίθμου δεν ελήφθη υπόψη το πλήθος των γειτονικών οντοτήτων στον υπολογισμό του δείκτη και επίσης ως γείτονες θεωρήθηκαν αυτοί με κοινές ακμές και κορυφές.

Ακολούθως, υπολογίστηκε ο γενικός (global) δείκτης Getis-Ord για τις τρεις παραπάνω περιπτώσεις και τα αποτελέσματα τους βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα 4.8. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι όταν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα σταθμίστηκαν με τον πληθυσμό αλλά και το συνολικό μήκος οδικού δικτύου το χωρικό πρότυπο ήταν ομαδοποιημένο, καθώς το z-score έχει υψηλή θετική τιμή και η τιμή p-value είναι πολύ μικρή.

Πίνακας 4.7 Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Moran's I για τους νομούς για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων

	Moran's I	Expected I	p-value	z-score	pattern
Πλήθος περιστατικών	0.0111	-0.0278	0.4403	0.7717	random
Πλήθος περιστατικών σταθμισμένο με πληθυσμό	0.2157	-0.0204	3.4779	0.0005	random
Πλήθος περιστατικών σταθμισμένο με συνολικό μήκος οδικού δικτύου	-0.1022	-0.0196	0.4645	-0.7314	random

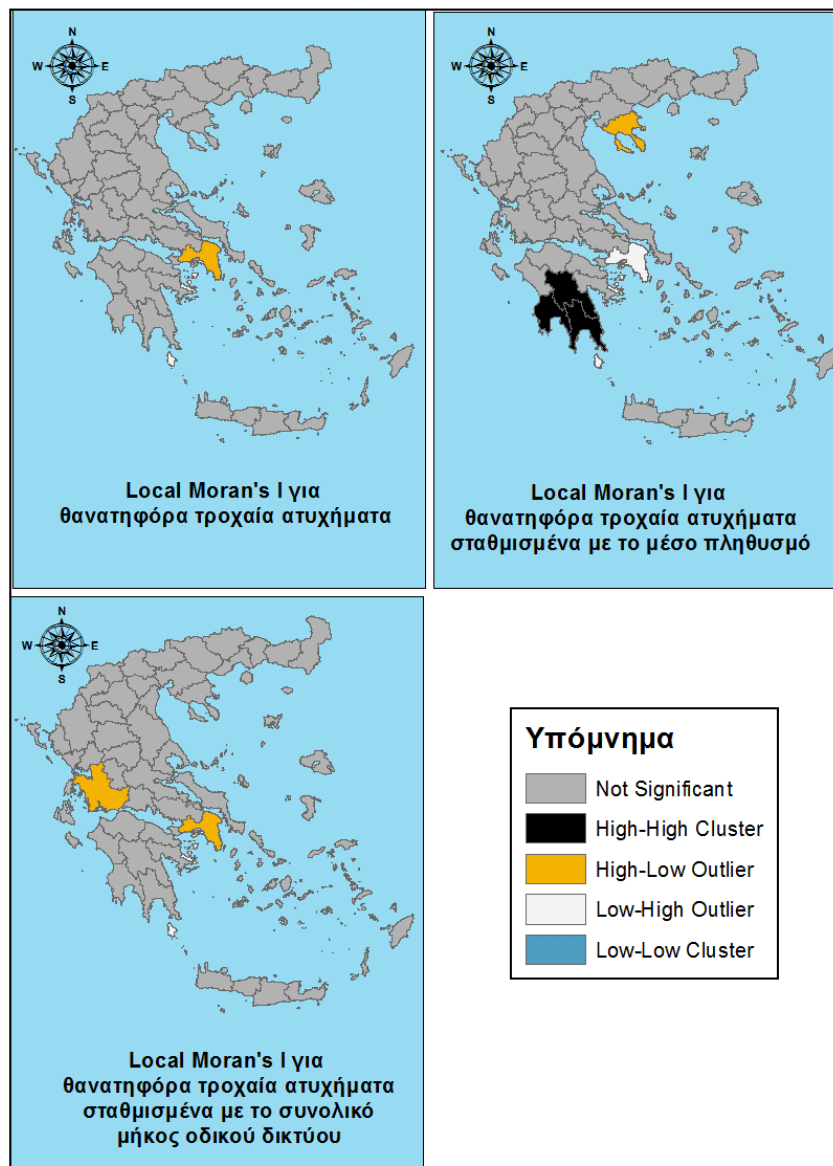
Πίνακας 4.8 Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Getis-Ord για τους νομούς για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων

	Observed General G	Expected General G	p-value	z-score	pattern
Πλήθος περιστατικών	0.0222	0.0162	0.2924	1.0529	random
Πλήθος περιστατικών σταθμισμένο με πληθυσμό	0.0200	0.0165	0.0208	2.3111	clustered
Πλήθος περιστατικών σταθμισμένο με συνολικό μήκος οδικού δικτύου	0.0208	0.0162	0.0443	2.0111	clustered

4.2.9.2 Τοπικοί δείκτες

Επίσης, οι τοπικοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι και βοηθούν τον αναγνώστη να αντιληφθεί άμεσα την αυτοσυσχέτιση που παρουσιάζει το φαινόμενο αφού δημιουργείται και ο σχετικός χάρτης. Ο **Χάρτης 4.27** παρουσιάζει τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του Anselin Local Moran's I για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις: η πρώτη αφορά το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το διάστημα 2011-2015 ανά νομό, η δεύτερη το ίδιο με την πρώτη αλλά σταθμισμένα με τον μέσο πληθυσμό του νομού και η τρίτη σταθμισμένα με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του νομού. Το γκρι χρώμα δείχνει ότι ο συγκεκριμένος νομός δεν είναι στατιστικά σημαντικός και οι νομοί που το έχουν δεν χρήζουν περαιτέρω έρευνας. Με μαύρο και γαλάζιο χρώμα απεικονίζονται οι νομοί που έχουν συσχέτιση δηλαδή νομοί με πολλά περιστατικά οι οποίοι περιτριγυρίζονται από νομούς που και αυτοί έχουν πολλά περιστατικά (μαύρο χρώμα) αλλά και νομοί με μικρό αριθμό περιστατικών που βρίσκονται κοντά σε νομούς με επίσης χαμηλό αριθμό συμβάντων (γαλάζιο χρώμα). Οι νομοί με κίτρινο χρώμα είναι αυτοί που έχουν πολλά περιστατικά ενώ οι γείτονες τους λίγα και το αντίθετο συμβαίνει σε αυτούς που απεικονίζονται με άσπρο χρώμα. Παρατηρείται ότι στην πρώτη περίπτωση ο νομός Αττικής απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα δηλαδή είναι outlier αφού το πλήθος των περιστατικών που συμβαίνει σε αυτόν είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο των γειτόνων του. Επίσης, ο νομός Πειραιά και Νήσων είναι Low-High outlier ενώ οι υπόλοιποι νομοί δεν είναι στατιστικά σημαντικοί. Στη δεύτερη περίπτωση οι νομοί Αρκαδίας, Λακωνίας και Μεσσηνίας παρουσιάζουν υψηλή αυτοσυσχέτιση, ο νομός Θεσσαλονίκης είναι High-Low outlier και οι νομοί Αθηνών, Πειραιώς και Νήσων είναι Low-High outliers. Όσον αφορά στη τρίτη περίπτωση οι νομοί Αττικής και Αιτωλοακαρνανίας είναι High-Low outliers ενώ ο νομός Πειραιά και Νήσων Low-High outlier. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η πλειονότητα των νομών δεν παρουσιάζει χωρική αυτοσυσχέτιση και στις τρεις περιπτώσεις και συνεπώς το φαινόμενο είναι κατανομημένο σχεδόν με τυχαίο τρόπο στο χώρο και επίσης δεν υπάρχει νομός με υψηλή αρνητική αυτοσυσχέτιση.

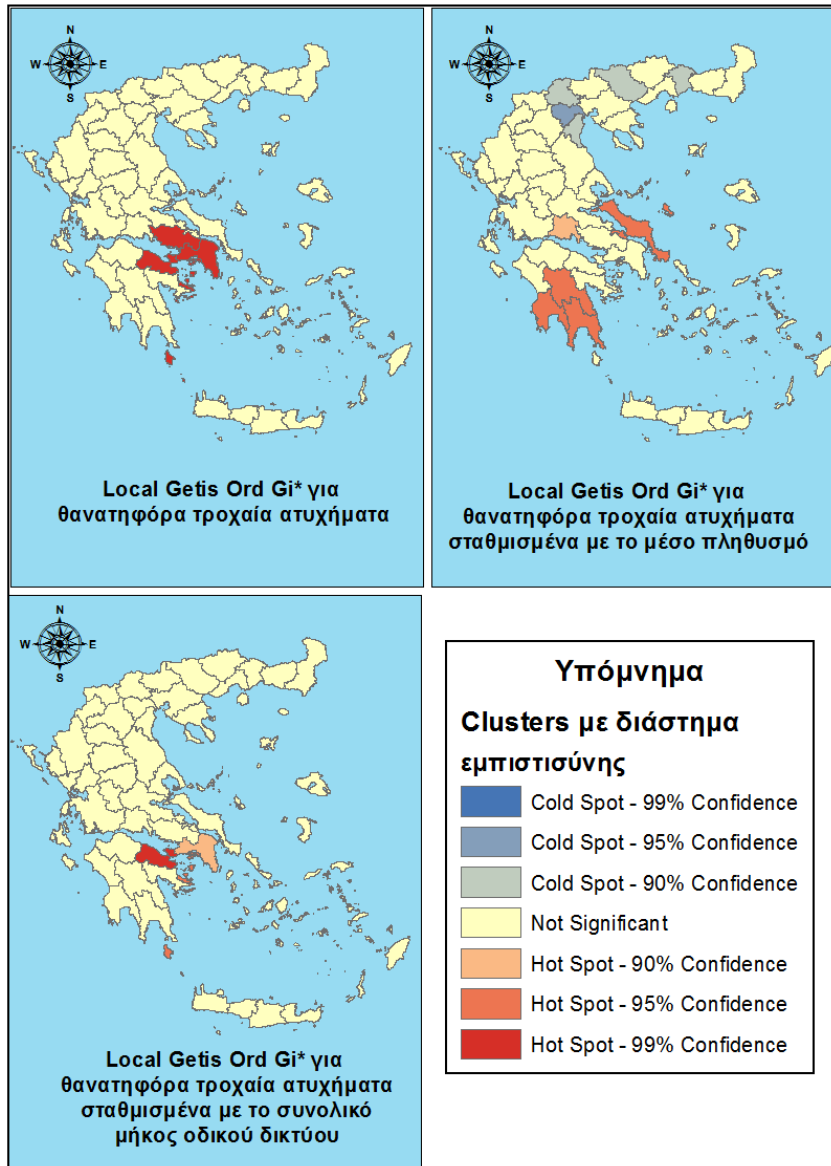
Χάρτης 4.27 Υπολογισμός Local Moran's I για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για την περίοδο 2011-2015



Ακολουθεί, ο υπόλογισμός ενός άλλου σημαντικού τοπικού δείκτη αυτοσυσχέτισης του Local Getis-Ord G_i^* και για τις τρεις προαναφερθείσες περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη 4.28 είναι διαφορετικά σε σχέση με τα αντίστοιχα του προηγούμενου δείκτη καθώς ο αλγόριθμος είναι διαφορετικός. Πρέπει να υπογραμμιστεί ότι με τη μέθοδο Getis-Ord G_i^* εντοπίζονται μόνο οι συγκεντρώσεις (clusters) είτε θετικές είτε αρνητικές χωρίς να αναδεικνύονται τα outliers. Όσο πιο έντονος ο τόνος του κόκκινου χρώματος τόσο πιο υψηλή είναι η θετική χωρική αυτοσυσχέτιση που παρουσιάζεται, ενώ όσο πιο έντονος ο τόνος του μπλε τόσο πιο υψηλή είναι η αρνητική χωρική αυτοσυσχέτιση. Τα clusters παρουσιάζονται με το διάστημα εμπιστοσύνης τους. Για παράδειγμα όταν ένας νομός απεικονίζεται με έντονο κόκκινο χρώμα αυτό σημαίνει ότι υπάρχει πιθανότητα 1% να μην αποτελεί σημείο με υψηλή θετική αυτοσυσχέτιση και να προέκυψε με τυχαίο τρόπο. Οι νομοί που απεικονίζονται με εκρού χρώμα είναι αυτοί για τους οποίους δεν

απορρίφθηκε η μηδενική υπόθεση (το οποίο καθορίζεται από το p-value και το z-score που δημιουργείται για κάθε νομό) και συνεπώς δεν είναι στατιστικά σημαντικοί.

Χάρτης 4.28 Υπολογισμός Local Getis-Ord G_i^* για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για την περίοδο 2011-2015



Αναλυτικότερα, στην πρώτη περίπτωση οι νομοί Αττικής, Βοιωτίας και Κορίνθου παρουσιάζουν υψηλή θετική αυτοσυσχέτιση με διάστημα εμπιστοσύνης 99%, ενώ οι υπόλοιποι νομοί δεν είναι στατιστικά σημαντικοί. Στη δεύτερη περίπτωση οι νομοί Αρκαδίας, Λακωνίας, Μεσσηνίας και Εύβοιας εμφανίζουν θετική αυτοσυσχέτιση με διάστημα εμπιστοσύνης 95% και ο νομός Φωκίδας με 90%. Εν αντιθέσει υψηλή αρνητική αυτοσυσχέτιση εμφανίζει ο νομός Ημαθίας με διάστημα εμπιστοσύνης 95% ενώ οι νομοί Πέλλας, Πιερίας, Σερρών και Ξάνθης με 90%. Τέλος, στην τρίτη περίπτωση οι νομοί Κορίνθου, Πειραιά και Νήσων, Αττικής εμφανίζουν υψηλή θετική χωρική αυτοσυσχέτιση με διάστημα εμπιστοσύνης 99%, 95% και 90% αντίστοιχα. Συνοψίζοντας είναι εμφανές ότι οι περισσότεροι νομοί δεν εμφανίζουν

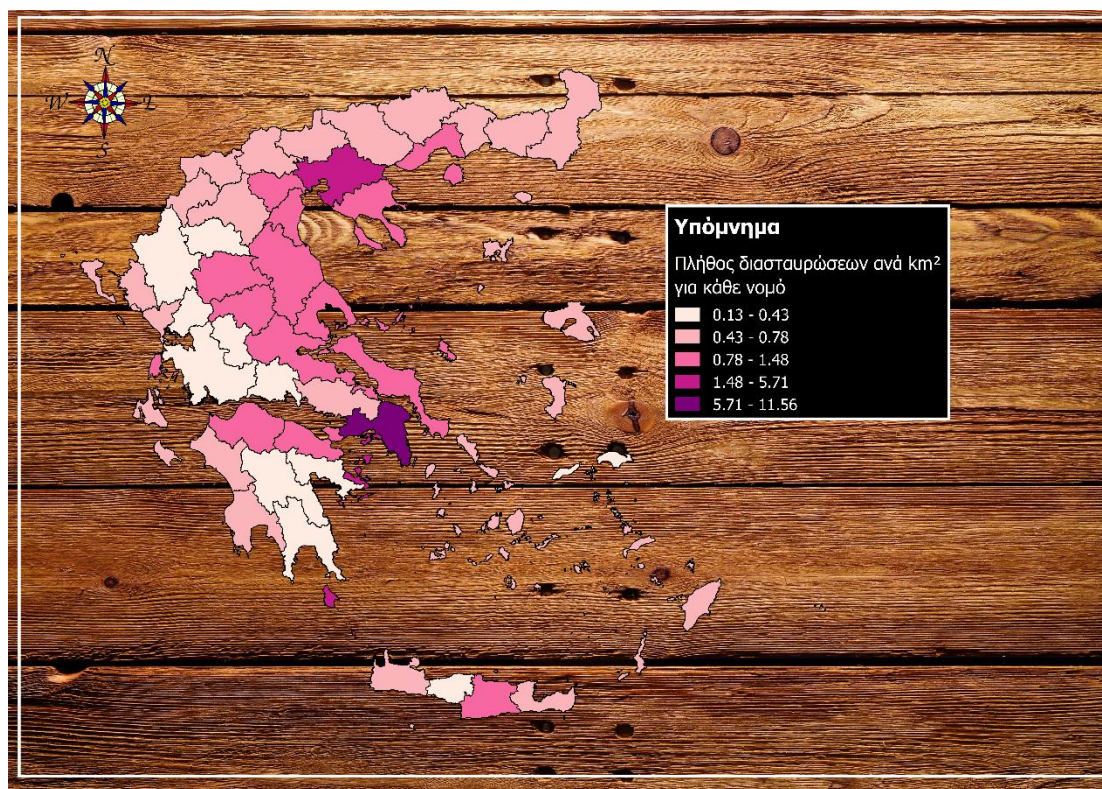
κάποια χωρική αυτοσυσχέτιση στον τρόπο που κατανέμονται τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα στο σύνολο της χώρας.

4.3 Συσχέτιση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές σε επίπεδο χώρας

Αφού ολοκληρώθηκε το στάδιο παρουσίασης του προβλήματος, ακολουθεί η συσχέτιση του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με μια σειρά άλλων μεταβλητών οι οποίες σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου αλλά και κοινωνικοοικονομικά χαρακτηριστικά των νομών. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν είναι το πλήθος των διασταυρώσεων ανά 1 km² για κάθε νομό [junctions], η μέση συστροφή από όλα τα οδικά τμήματα του νομού [sinuosity] καθώς και το μήκος του οδικού δικτύου κατηγοριοποιημένο ανάλογα με το είδος του αλλά και τα ποσοστά αυτών σε σχέση με το σύνολο της Ελλάδας. Ως συστροφή ορίζεται το πηλίκο από το μήκος του τόξου του οδικού τμήματος και της ευκλείδιας απόστασης ανάμεσα στα σημεία πέρατος και αρχής του οδικού τμήματος. Όσο πιο μεγάλη τιμή έχει, τόσο πιο καμπύλο το οδικό τμήμα. Η συστροφή για ένα ευθύγραμμο οδικό τμήμα ισούται με τη μονάδα. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι διασταυρώσεις θεωρήθηκαν μόνο τα σημεία τομής τεσσάρων και παραπάνω οδικών τμημάτων. Σε αγκύλες αναφέρεται το όνομα που θα χρησιμοποιηθεί για κάθε μεταβλητή στους επόμενους πίνακες για εξοικονόμηση χώρου. Ο **Χάρτης 4.29** παρουσιάζει το πλήθος των διασταυρώσεων ανά 1 km² και είναι ξεκάθαρο ότι οι νομοί Αττικής, Πειραιώς και Νήσων και Θεσσαλονίκης ξεχωρίζουν με φθίνουσα σειρά κατάταξης. Επίσης, υψηλές τιμές παρουσιάζουν η Πιερία, η Καρδίτσα αλλά και η Καβάλα.

Αντίθετα, οι νομοί Ευρυτανίας, Γρεβενών, Αρκαδίας και Λακωνίας έχουν πολύ μικρό πλήθος διασταυρώσεων σταθμισμένο με την έκταση του εκάστοτε νομού. Το οδικό δίκτυο είναι χωρισμένο σε πρωτεύον, δευτερεύον, τριτεύον, αυτοκινητόδρομο αλλά και οδικό δίκτυο κατοικημένης περιοχής και οι αντίστοιχες μεταβλητές που σχετίζονται με το μήκος του είναι οι ακόλουθες [length-pri], [length-sec], [length-ter], [length-mot], [length-res]. Στον παρακάτω χάρτη 4.30 παρουσιάζεται το ποσοστό μήκους συνολικού οδικού δικτύου, αυτοκινητοδρόμου και πρώτης τάξης για κάθε νομό σε σχέση με όλη την Ελλάδα. Η Αττική έχει το μεγαλύτερο ποσοστό για το συνολικό οδικό δίκτυο και ακολουθεί η Εύβοια και η Λάρισα με ποσοστά 5.44% και 4.18% αντίστοιχα. Αντιθέτως, πολύ μικρό ποσοστό έχουν οι νησιωτικοί νομοί το οποίο είναι απόλυτα φυσιολογικό λόγω της μικρής έκτασης που καταλαμβάνουν αλλά και οι νομοί Ξάνθης Πρέβεζας και Ευρυτανίας. Όσον αφορά στο ποσοστό μήκους αυτοκινητοδρόμου ο νομός Θεσσαλονίκης συγκεντρώνει το μεγαλύτερο ποσοστό και ακολουθεί η Αττική ενώ έπονται η Φθιώτιδα, ο Έβρος και η Κοζάνη κατά φθίνουσα σειρά. Εν αντιθέσει μηδενικό ποσοστό συγκεντρώνουν οι νησιωτικοί νομοί και ακολουθούν οι νομοί Εύβοιας, Καρδίτσας και Τρικάλων με αύξουσα σειρά. Τέλος, για το οδικό δίκτυο της πρώτης τάξης κυρίαρχο ποσοστό έχει η Αττική το οποίο είναι σχεδόν το διπλάσιο από αυτό του νομού Θεσσαλονίκης που είναι ο νομός με το δεύτερο

Χάρτης 4.29 Πλήθος διασταυρώσεων ανά km² για κάθε νομό της Ελλάδος

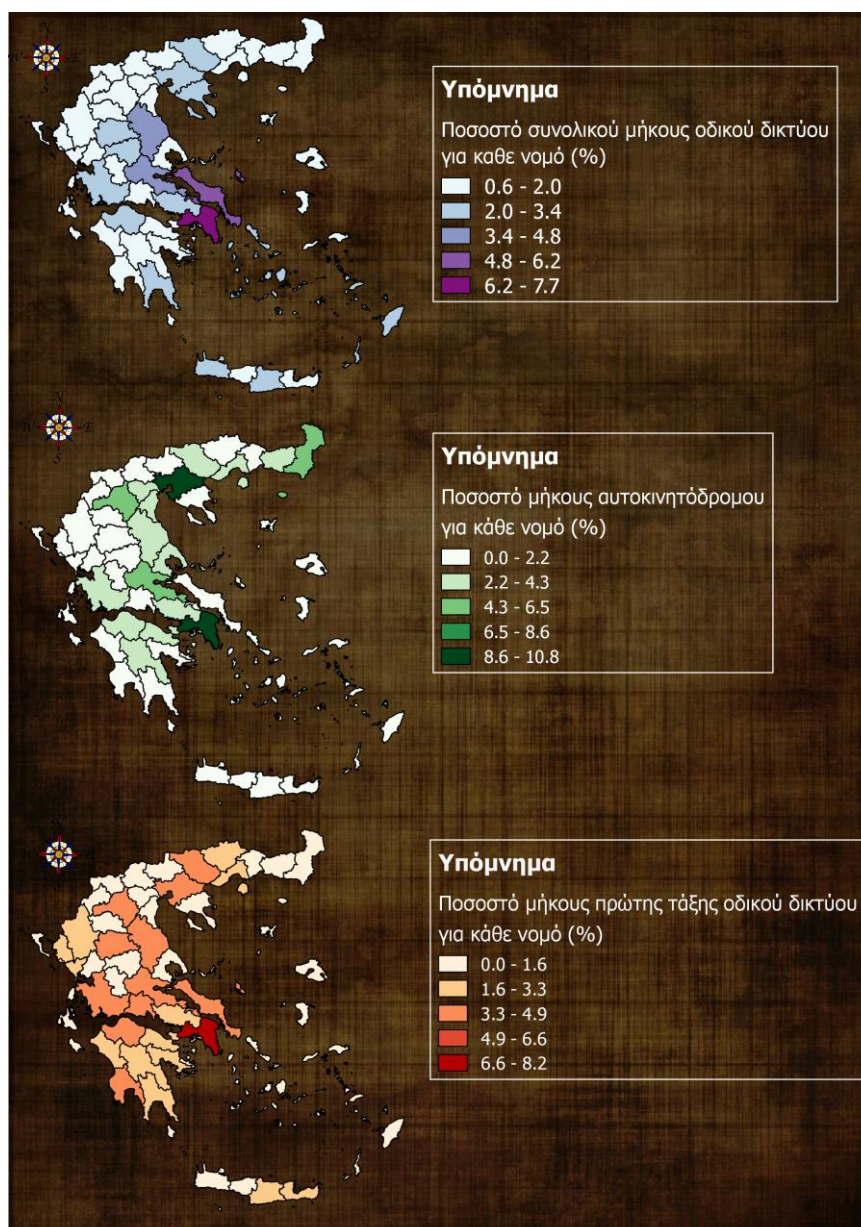


μεγαλύτερο ποσοστό. Ακολουθούν με πολύ μικρές διαφορές τα Τρίκαλα, η Λάρισα, η Φθιώτιδα και η Αιτωλοακαρνανία. Αντιθέτως, εκτός από τους νησιωτικούς νομούς πολύ χαμηλά ποσοστά έχουν και η Άρτα και η Πιερία. Ακόμα, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για το οδικό δίκτυο δεύτερης τάξης ο νομός Αιτωλοακαρνανίας έχει το υψηλότερο ποσοστό με μικρή διαφορά από την Αττική και μετά ακολουθεί η Ηλεία. Τέλος, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι το ποσοστό της Αττικής για το οδικό δίκτυο κατοικημένης περιοχής είναι 18.27% και σχεδόν τριπλάσιο από το αντίστοιχο του επόμενου υψηλότερου νομού που είναι της Θεσσαλονίκης.

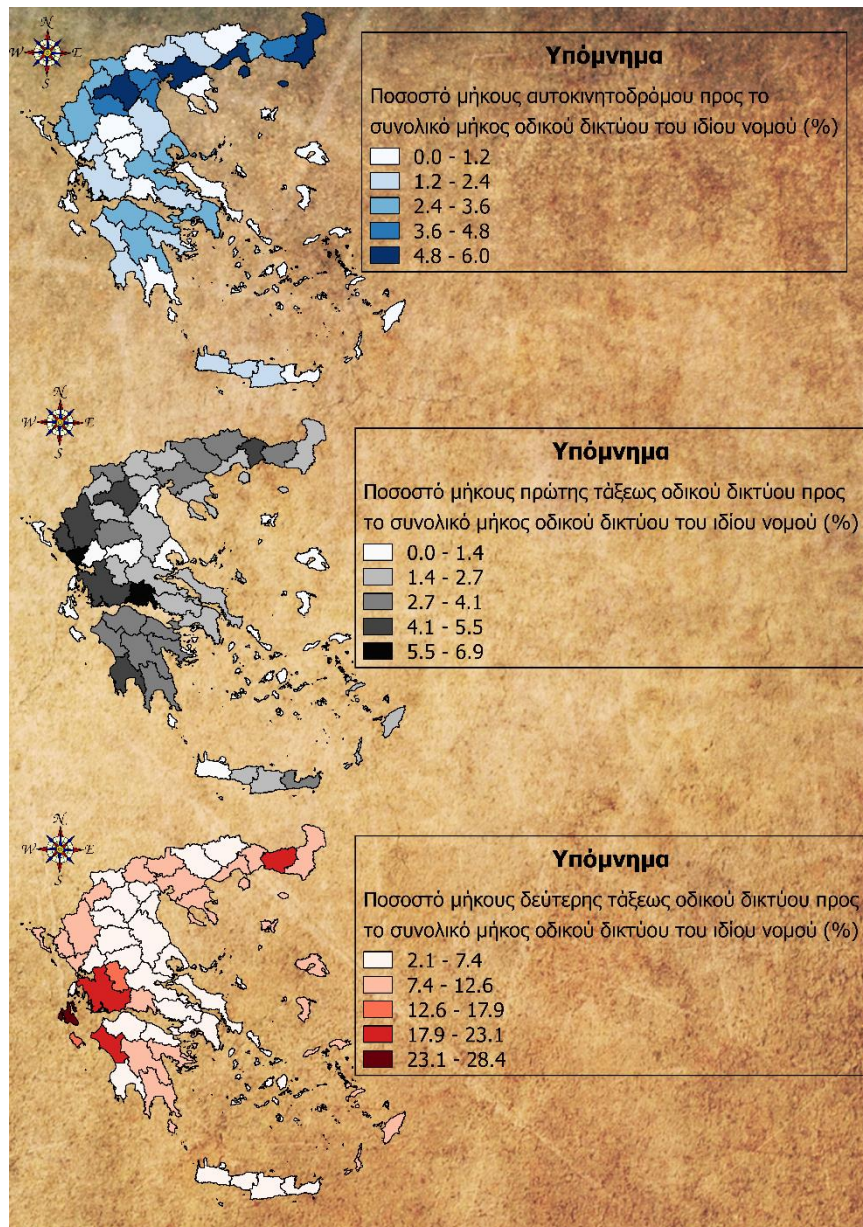
Κάποιες άλλες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν σχετικά με το μήκος του οδικού δικτύου ήταν τα ποσοστά μήκους αυτοκινητόδρομου [r-motor], πρώτης [r-primary], δεύτερης [r-second], τρίτης τάξεως [r-tertit] και κατοικημένης περιοχής [r-resident] για κάθε νομό σε σχέση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του ίδιου νομού. Οι τρεις πρώτες από τις παραπάνω παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη 4.31 όπου ο νομός Θεσσαλονίκης έχει το υψηλότερο ποσοστό αυτοκινητόδρομου και ακολουθεί ο νομός Κοζάνης. Οι νομοί από τους οποίους διέρχεται η Εγνατία οδός έχουν τα μεγαλύτερα ποσοστά και είναι αυτοί της βόρειας Μακεδονίας όπως φαίνεται και στο χάρτη. Αντίθετα, το ποσοστό της Αττικής είναι σχετικά χαμηλό (2.61%) και η μέση τιμή από όλους τους νομούς προσεγγίζει μόλις το 2%. Για το οδικό δίκτυο της πρώτης τάξης το μεγαλύτερο ποσοστό σημειώνει η Πρέβεζα σε σχέση με τον ίδιο το νομό και ακολουθούν η Φωκίδα και η Κοζάνη. Οι τιμές όλων των νομών είναι ιδιαίτερα χαμηλές όπως είναι και αυτές για τον αυτοκινητόδρομο. Επίσης, οι νησιωτικοί νομοί σημειώνουν τα χαμηλότερα ποσοστά όπως Ζάκυνθος και Κεφαλλονιά. Για της δεύτερης κατηγορίας οδικό δίκτυο η Κεφαλονιά, η Αιτωλοακαρνανία και η Ροδόπη

έχουν τις υψηλότερες τιμές με φθίνουσα σειρά ενώ οι νομοί του ηπειρωτικού κορμού της χώρας έχουν τις χαμηλότερες τιμές. Για το οδικό δίκτυο τρίτης τάξης τα ποσοστά των περισσότερων νομών είναι αρκετά αυξημένα και ακόμα περισσότερο για το οδικό δίκτυο κατοικημένης περιοχής. Είναι φανερό ότι το ποσοστό οδικού δικτύου της κατοικημένης περιοχής έχει συσχέτιση με τον πληθυσμό του κάθε νομού το οποίο είναι απόλυτα λογικό. Χαρακτηριστικά το ποσοστό των νομών Αττικής και Θεσσαλονίκης είναι 45.74% και 38.68% αντίστοιχα. Οι μεταβλητές που σχετίζονται με το οδικό δίκτυο αναλύθηκαν ενδελεχώς καθώς είναι πολύ σημαντικές για μελέτη των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Πρέπει να τονιστεί ότι η κλίμακα κατηγοριοποίησης του υπομνήματος που χρησιμοποιήθηκε ήταν διαφορετική για κάθε κατηγορία οδικού δικτύου ώστε να είναι δυνατή η λεπτομερή παρουσίαση των ποσοστών σε αντίθεση με την περίπτωση να ήταν ενιαία και για τους τρεις χάρτες.

Χάρτης 4.30 Ποσοστό μήκους συνολικού οδικού δικτύου, αυτοκινητόδρομου και πρώτης τάξεως για κάθε νομό σε σχέση με όλη την Ελλάδα



Χάρτης 4.31 Ποσοστό μήκους αυτοκινητόδρομου, πρώτης και δεύτερης τάξεως για κάθε νομό σε σχέση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του ίδιου νομού



Επίσης, για το έτος 2011 χρησιμοποιήθηκαν μερικές κοινωνικό-οικονομικές μεταβλητές οι οποίες ήταν διαθέσιμες μόνο για το συγκεκριμένο έτος λόγω της απογραφής που είχε πραγματοποιηθεί όπως οι πληθυσμιακές ομάδες των ηλικιών 0-19 [p0_19], 19-29 [p19_29] και 60+ [p60+] και το Α.Ε.Π. [GDP]. Αυτές οι μεταβλητές αντλήθηκαν από την ΕΛ.ΣΤΑΤ. Τέλος, μερικές ακόμα μεταβλητές οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για όλα τα έτη της περιόδου μελέτης ήταν η αστική [urban] και η αγροτική έκταση [rural] του κάθε νομού σε km² αλλά και τα ποσοστά τους σε σχέση με το συνολική έκταση του νομού [p_urban] και [p_rural]. Τα τελευταία δεδομένα αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα geodata.gov.gr η οποία είναι αρμόδια για γεωχωρικά δεδομένα του ελλαδικού χώρου. Ο Πίνακας 4.9 εκθέτει μία σύνοψη με τα στατιστικά από τις μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μετέπειτα μοντέλα της παλινδρόμησης. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο SPSS

για τη στατιστική ανάλυση των μεταβλητών το οποίο έχει ευρεία εφαρμογή σε πολλούς επιστημονικούς κλάδους.

Πίνακας 4.9 Σύνοψη στατιστικών από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα της παλινδρόμησης

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
junctions	52	0,13	11,56	1,00	1,70
sinuocity	52	1,10	1,45	1,23	0,07
lengthSUM	52	1587711,70	20736169,80	5206301,35	3491435,73
length_mot	52	0,00	551865,40	98598,13	119279,77
length-pri	52	0,00	545351,10	127433,39	101261,16
length-sec	52	174326,80	2191000,00	790811,05	457965,77
length-ter	52	174326,80	2190629,80	790802,33	457947,39
length-res	52	122706,90	9485506,90	998287,78	1350535,56
p-motor	52	0,00	6,01	1,82	1,69
p-primary	52	0,00	6,86	2,48	1,62
p-secondar	52	2,10	28,37	8,50	5,13
p-tertit	52	4,72	33,81	16,43	6,49
p-resident	52	4,96	45,74	17,33	8,89
r-motor	52	0,00	6,01	1,82	1,69
r-primary	52	0,00	6,86	2,48	1,62
r-second	52	2,10	28,37	8,50	5,13
r-tertit	52	4,72	33,81	16,43	6,49
r-resident	52	4,96	45,74	17,33	8,89
GDP	52	9651,00	24095,00	14004,35	3057,34
p0_19	52	3016,00	620784,00	40667,13	88562,56
p19_29	52	1994,00	149703,00	18795,35	25611,57
p60+	52	7101,00	760405,00	52943,42	106448,73
urban	52	2,52	152,12	35,23	26,00
p_urban	52	0,14	3121,09	61,52	432,61
rural	52	81,99	5238,08	2323,73	1220,09
p_rural	52	0,82	98,35	91,35	13,13
popul_11	52	20637,00	3469349,00	211577,63	489435,69
popul_12	52	20442,00	3440324,00	210872,23	485564,06
popul_13	52	20170,00	3389286,00	209295,29	478705,39
popul_14	52	19917,00	3340200,00	207833,04	472108,83
popul_15	52	19714,00	3299280,00	206524,17	466577,03

Ακολουθεί ο παρακάτω συμμετρικός πίνακας 4.10 όπου παρατίθενται οι τιμές του δείκτη συσχέτισης Pearson διάφορων μεταβλητών αλλά και εάν αυτές οι συσχετίσεις είναι στατιστικά σημαντικές. Οι τιμές του δείκτη (Pearson Cor.) κυμαίνονται από -1 έως και 1 όπου το -1 δείχνει μέγιστη αρνητική συσχέτιση, το 0 καμία συσχέτιση ενώ το 1 μέγιστη θετική συσχέτιση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι οι γραμμές με όνομα sig. (2-tailed) δείχνουν το πόσο

στατιστικά σημαντική είναι αυτή η συσχέτιση. Τιμές μικρότερες από 0.05 σημαίνουν ότι η σχέση ανάμεσα στις μεταβλητές είναι στατιστικά σημαντική. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι κάθε συντελεστής συσχέτισης στον πίνακα έχει ως εκθέτη 1 ή δύο αστερίσκους ανάλογα με το επίπεδο που είναι στατιστικά σημαντική η συσχέτιση (95% και 99% αντίστοιχα). Δηλαδή, πιο συγκεκριμένα η συσχέτιση των διασταυρώσεων και του ποσοστού αστικής περιοχής εντός του νομού οφείλετε με πιθανότητα μόλις 1% σε τυχαίο τρόπο. Η συγκεκριμένη συσχέτιση είναι πολύ υψηλή και σημαίνει ότι όταν αυξάνεται το πλήθος των διασταυρώσεων ανά 1 km² θα αυξηθεί επίσης και το ποσοστό της αστικής περιοχής του το οποίο είναι απόλυτα λογικό. Σε αντίθεση, υψηλή αρνητική συσχέτιση παρουσιάζει το ποσοστό αγροτικής περιοχής με το μήκος τρίτης τάξης οδικού δικτύου, δηλαδή όσο αυξάνεται η μια μεταβλητή η άλλη μειώνεται.

Πίνακας 4.10 Συσχετίσεις Pearson κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα

		junctions	sinuocity	lengthSUM	length-pri	length-sec	length-ter	length-res	urban	p_urban	rural	p_rural
junctions	Pearson Cor.	1	-,400**	,608**	,520**	,409**	,409**	,882**	,108	,881**	-,279*	-,870**
	Sig. (2-tailed)		,003	,000	,000	,003	,003	,000	,448	,000	,045	,000
sinuocity	Pearson Cor.	-,400**	1	-,302*	-,312*	-,282*	-,282*	-,428**	-,451**	-,234	-,167	,202
	Sig. (2-tailed)	,003		,030	,024	,043	,043	,002	,001	,094	,238	,151
lengthSUM	Pearson Cor.	,608**	-,302*	1	,765**	,745**	,745**	,811**	,355**	,629**	,339*	-,559**
	Sig. (2-tailed)	,000	,030		,000	,000	,000	,000	,010	,000	,014	,000
length-pri	Pearson Cor.	,520**	-,312*	,765**	1	,800**	,800**	,758**	,377**	,583**	,428**	-,536**
	Sig. (2-tailed)	,000	,024	,000		,000	,000	,000	,006	,000	,002	,000
length-sec	Pearson Cor.	,409**	-,282*	,745**	,800**	1	1,000**	,654**	,450**	,432**	,472**	-,377**
	Sig. (2-tailed)	,003	,043	,000	,000		,000	,000	,001	,001	,000	,006
length-ter	Pearson Cor.	,409**	-,282*	,745**	,800**	1,000**	1	,654**	,450**	,432**	,472**	-,377**
	Sig. (2-tailed)	,003	,043	,000	,000	,000		,000	,001	,001	,000	,006
length-res	Pearson Cor.	,882**	-,428**	,811**	,758**	,654**	,654**	1	,302*	,889**	,003	-,853**
	Sig. (2-tailed)	,000	,002	,000	,000	,000	,000		,029	,000	,985	,000
urban	Pearson Cor.	,108	-,451**	,355**	,377**	,450**	,450**	,302*	1	-,113	,553**	,131
	Sig. (2-tailed)	,448	,001	,010	,006	,001	,001	,029		,426	,000	,355
p_urban	Pearson Cor.	,881**	-,234	,629**	,583**	,432**	,432**	,889**	-,113	1	-,260	-,975**
	Sig. (2-tailed)	,000	,094	,000	,000	,001	,001	,000	,426		,062	,000
rural	Pearson Cor.	-,279*	-,167	,339*	,428**	,472**	,472**	,003	,553**	-,260	1	,333*
	Sig. (2-tailed)	,045	,238	,014	,002	,000	,000	,985	,000	,062		,016
p_rural	Pearson Cor.	-,870**	,202	-,559**	-,536**	-,377**	-,377**	-,853**	,131	-,975**	,333*	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,151	,000	,000	,006	,006	,000	,355	,000	,016	

Ακόμα, για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης τα οποία συμβολίζονται ως [f_11], [f_12], [f_13], [f_14] και [f_15] πραγματοποιήθηκε ο υπολογισμός του συντελεστή ρ (rho) μέσω της συσχέτισης Spearman. Τα αποτελέσματα του παρατίθενται στον παρακάτω τετραγωνικό και συμμετρικό πίνακα 4.11. Η συσχέτιση Spearman δείχνει τη σχέση μονοτονίας ανάμεσα σε δύο μεταβλητές. Επίσης, στον πίνακα περιλαμβάνεται και το κατά πόσο στατιστικά σημαντική είναι η συσχέτιση των μεταβλητών. Ο τρόπος είναι παρόμοιος με πριν, όπου οι δύο αστερίσκοι ως εκθέτης υποδηλώνουν ότι η συσχέτιση είναι στατιστικά σημαντική σε διάστημα εμπιστοσύνης 99%. Παρατηρείται ότι την υψηλότερη θετική συσχέτιση την έχουν τα περιστατικά του 2012 με του 2014 ενώ τη μικρότερη του 2011 με του 2015. Ακόμα, άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι για όλα τα έτη η συσχέτιση

που παρουσιάζεται είναι υψηλή και θετική καθώς οι τιμές των δεικτών προσεγγίζουν τη μονάδα αλλά και στατιστικά σημαντικές με τιμή sig πολύ μικρότερη από 0.01.

Πίνακας 4.11 Συσχέτιση Spearman του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για κάθε έτος της περιόδου μελέτης

		f_11	f_12	f_13	f_14	f_15
f_11	Spearman's rho	1,000	,848**	,770**	,857**	,707**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
f_12	Spearman's rho	,848**	1,000	,816**	,874**	,806**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000
f_13	Spearman's rho	,770**	,816**	1,000	,850**	,704**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000
f_14	Spearman's rho	,857**	,874**	,850**	1,000	,760**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000
f_15	Spearman's rho	,707**	,806**	,704**	,760**	1,000
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	

Στο επόμενο στάδιο της παρούσας εργασίας εφαρμόστηκε η ελαχιστοτετραγωνική παλινδρόμηση (OLS) αλλά και η γεωγραφικά σταθμισμένη παλινδρόμηση (GWR) για κάθε έτος προκειμένου να υπολογιστεί η συσχέτιση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με τις παραπάνω μεταβλητές. Για να καθοριστεί ποιες μεταβλητές θα χρησιμοποιηθούν ως ανεξάρτητες στο μοντέλο για την παλινδρόμηση OLS και μετέπειτα στη GWR προηγήθηκε η διερευνητική παλινδρόμηση (exploratory regression). Δηλαδή η exploratory regression υπολόγισε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς μοντέλων με πλήθος ανεξάρτητων μεταβλητών από μία έως και έξι και παρουσίασε τα στατιστικά τους για τα οποία έγινε έλεγχος βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων. Από όλα τα πιθανά μοντέλα πολύ λίγα τηρούσαν τις προϋποθέσεις των κριτηρίων.

Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην exploratory regression για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.12. Ο συντελεστής προσαρμογής (adjusted R^2) δείχνει πόσο καλά οι ανεξάρτητες μεταβλητές προβλέπουν την εξαρτημένη και λαμβάνει τιμές στο διάστημα [0,1] όπου τιμές μεγαλύτερες από 0.5 είναι ικανοποιητικές καθώς η προσαρμογή της εξίσωσης που δημιουργείται στα δεδομένα είναι καλή. Το δεύτερο κριτήριο αφορά τη μέγιστη τιμή του p-value των μεταβλητών το οποίο δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.05. Αυτό σημαίνει ότι οι μεταβλητές πρέπει να είναι στατιστικά σημαντικές σε διάστημα εμπιστοσύνης τουλάχιστον 95%. Το τρίτο κριτήριο αφορά την τιμή του δείκτη VIF (Variance Inflation Factor) ο οποίος δείχνει το πόσο σημαντικό είναι το πρόβλημα της πολυσυγγραμμικότητας (multicollinearity) το οποίο σημαίνει ότι στο μοντέλο υπάρχουν πλεονάζουσες ανεξάρτητες μεταβλητές και ουσιαστικά δεν προσφέρουν στον καλύτερο προσδιορισμό της εξαρτημένης μεταβλητής. Ως ανώφλι είναι η τιμή 7.5 και γενικότερα μικρές τιμές σε αυτό το δείκτη είναι προτιμητέες. Το επόμενο κριτήριο είναι το Jarque-Bera test το οποίο ελέγχει αν τα υπόλοιπα (residuals) ακολουθούν την κανονική

κατανομή, διαφορετικά το μοντέλο είναι biased (μεροληπτικό) και πιθανότατα το μοντέλο παρουσιάζει θετική ή αρνητική λοξότητα (skewness). Ως κατώφλι είχε οριστεί η τιμή 0.10 και συνεπώς είναι επιθυμητό το Jarque-Bera test να μην είναι στατιστικά σημαντικό. Ένα στατιστικά σημαντικό Jarque-Bera test μπορεί να συμβεί όταν μοντελοποιηθούν μη γραμμικές σχέσεις, ή όταν υπάρχουν σημαντικά outliers (παρεκτρεπόμενες τιμές) στα δεδομένα ή όταν υπάρχει ισχυρή ετεροσκεδαστικότητα (heteroscedacity) δηλαδή η διακύμανση των σφαλμάτων της παλινδρόμησης δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται (Pro.arcgis.com, 2016). Το τελευταίο κριτήριο σχετίζεται με τα υπόλοιπα του μοντέλου τα οποία δεν πρέπει να παρουσιάζουν χωρική αυτοσυσχέτιση. Συγκεκριμένα, για τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν έγινε και ο υπολογισμός του δείκτη Global Moran's I ώστε να αποδειχθεί με σιγουριά ότι το πρότυπο των υπολοίπων χωρικά είναι τυχαίο και όχι ομαδοποιημένο. Ομαδοποίηση (clustering) των υπολοίπων είναι απόδειξη ότι λείπει τουλάχιστον μία σημαντική μεταβλητή από το μοντέλο (key explanatory variable) και το πρόβλημα αυτό ονομάζεται misspecification. Ακόμα, σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι αν και κάποια μοντέλα πέρασαν επιτυχώς τα κριτήρια, για κάποιες μεταβλητές τους το ποσοστό σημαντικότητας τους από τη σύνοψη των στατιστικών ήταν χαμηλό ή και δεν ήταν ξεκάθαρα θετικό ή αρνητικό και συνεπώς δεν ήταν αξιόπιστη η χρήση αυτής της μεταβλητής. Τέλος, η exploratory regression παρείχε στοιχεία για τις μεταβλητές που αντιμετωπίζουν υψηλό πρόβλημα πολυσυγραμμικότητας όπως οι διασταυρώσεις με το ποσοστό αστικής έκτασης ανά νομό αλλά και το ποσοστό αστικής έκτασης με αυτό της αγροτικής.

Πίνακας 4.12 Τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν στην exploratory regression

Κριτήρια
Min Adjusted R-Squared > 0.50
Max Coefficient p-value < 0.05
Max VIF Value < 7.50
Min Jarque-Bera p-value > 0.10
Min Spatial Autocorrelation p-value > 0.10

Για το έτος 2011 οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το συνολικό μήκος οδικού δικτύου, ο πληθυσμός ηλικίας 19-29 ετών και το ποσοστό αστικής περιοχής ανά νομό ενώ η εξαρτημένη ήταν το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό. Έγινε η OLS παλινδρόμηση και μετέπειτα η GWR και τα αποτελέσματα τους παρουσιάζονται παρακάτω. Όσον αφορά στην GWR πρέπει να τονιστεί ότι ο τύπος πυρήνα (kernel type) που χρησιμοποιήθηκε ήταν προσαρμοσμένος (adaptive) δηλαδή να αλλάζει για κάθε χωρική οντότητα και η μέθοδος εύρους που χρησιμοποιήθηκε (bandwidth method) ήταν το Akaike information criterion (AIC). Η παράμετρος bandwidth type είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς ρυθμίζει την ομαλοποίηση του μοντέλου (smoothing).

Τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα 4.13. Αναλυτικότερα, παρατίθενται οι συντελεστές των μεταβλητών

οι οποίοι για την OLS είναι σταθεροί ενώ για την GWR μεταβάλλονται στο χώρο. Οι συντελεστές δείχνουν πόσο θα μεταβληθεί η εξαρτημένη μεταβλητή αν μεταβληθεί κατά μία μονάδα μία μόνο ανεξάρτητη και οι άλλες παραμένουν σταθερές. Δηλαδή, για 1% αύξηση στο ποσοστό αστικής έκτασης θα σημειωθεί αύξηση στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα 0.0554. Θετική τιμή του συντελεστή σημαίνει θετική συσχέτιση εξαρτημένης μεταβλητής με την ανεξάρτητη ενώ αρνητική το αντίθετο. Υπολογίστηκαν οι μέγιστες και ελάχιστες τιμές των συντελεστών από τη GWR αλλά και οι τιμές 1st Quarter, Median και 3rd Quarter οι οποίες σημαίνουν για παράδειγμα στη μεταβλητή ποσοστό αστικής έκτασης του νομού ότι το 25% των συντελεστών έχει χαμηλότερη τιμή από 0.05586, το 50% των συντελεστών δεν έχει τιμή υψηλότερη από 0.05627 και το 75% έχει χαμηλότερη τιμή από 0.05641. Για τους συντελεστές της OLS υπολογίστηκαν ακόμα το τυπικό σφάλμα (standard error), η στατιστική σημαντικότητα (probability) της κάθε μεταβλητής αλλά και του σταθερού όρου αλλά και οι τιμές VIF μόνο για τις μεταβλητές. Όσον αφορά στο τυπικό σφάλμα προτιμώνται μικρές τιμές, όπως επίσης και για τη στατιστική σημαντικότητα (probability) (οι τιμές που έχουν εκθέτη έναν αστερίσκο είναι στατιστικά σημαντικές με διάστημα εμπιστοσύνης 99%). Οι τιμές VIF δεν πρέπει να ξεπερνούν την τιμή 7.5 όπως αναφέρθηκε και παραπάνω το οποίο ισχύει για όλες τις μεταβλητές και επίσης όσο μικρότερη η τιμή τους τόσο μικρότερος ο κίνδυνος της ποολυσυγγραμμικότητας.

Πίνακας 4.13 Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (νομοί) για το έτος 2011

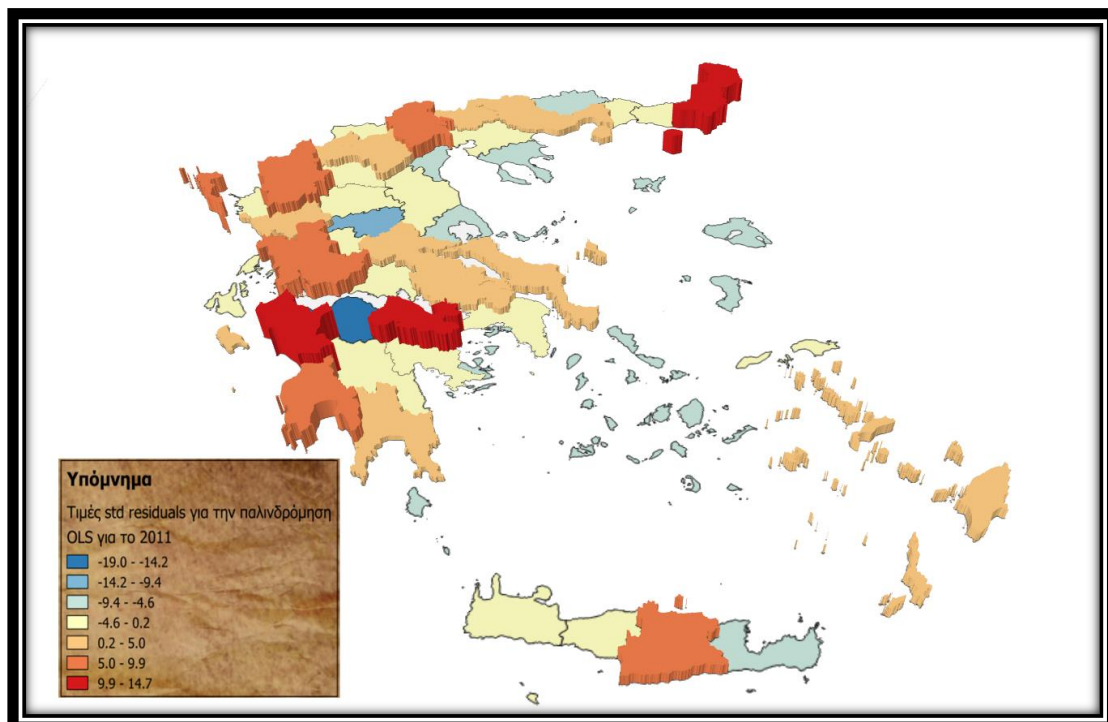
OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	-0,071606	1,8740	0,9697	-	AIC:	349,2263
lengthSUM	0,000002	0,0000	0,000001*	2,053167	adjusted R ² :	0,9671
p19_29	0,000327	0,0000	0,000000*	1,857208	Koenker (BP) Statistic:	1,6250
p_urban	0,055443	0,0028	0,000000*	1,804711		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	-4,10014	-0,50182	0,34552	0,75312	1,07266	
lengthSUM	0,0000020	0,0000021	0,0000021	0,0000023	0,0000026	
p19_29	0,00027	0,00031	0,00032	0,00032	0,00038	
p_urban	0,05170	0,05586	0,05627	0,05641	0,05652	
AIC:	349,9294	Residual Squares:		1873,2657		
adjusted R ² :	0,9676	Sigma:		6,4454		

Επιπρόσθετα, υπολογίστηκαν το κριτήριο AICc το οποίο είναι μέτρο της καλής προσαρμογής του μοντέλου και βοηθά στη σύγκριση διαφορετικών μοντέλων παλινδρόμησης. Αν οι τιμές AICc δύο μοντέλων διαφέρουν περισσότερο από 3 μονάδες τότε το μοντέλο με τη μικρότερη τιμή AICc θεωρείται καλύτερο (Resources.esri.com, 2016). Από τη σύγκριση των τιμών AICc για την OLS και GWR παλινδρόμηση του 2011 προκύπτει ότι δεν υπάρχει ουσιαστική βελτίωση στην προσαρμογή του μοντέλου. Οι δείκτες R² και adjusted R² αποτελούν μέτρο της καλής προσαρμογής του μοντέλου και η διαφορά τους είναι ότι αν προστεθεί μία ακόμα εξαρτημένη μεταβλητή η τιμή του R² θα αυξηθεί καθώς δίνει την εντύπωση ότι το

μοντέλο βελτιώθηκε το οποίο δεν ισχύει στην πραγματικότητα (Resources.esri.com, 2016). Ο δείκτης adjusted R^2 είναι πιο ακριβές μέτρο προσαρμογής του μοντέλου σε σχέση με τον R^2 για αυτό και χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα περίπτωση. Υπάρχει μικρή βελτίωση στην τιμή του adjusted R^2 από την OLS στη GWR το οποίο σημαίνει ότι το 96.8% της εξαρτημένης μεταβλητής εξαρτάται από τις ανεξάρτητες (predictor) μεταβλητές. Ακόμα, το άθροισμα των τετραγώνων των υπολοίπων δείχνει την προσαρμογή του μοντέλου και χρησιμοποιείται στον υπολογισμό άλλων δεικτών όπως το σ (sigma) που είναι η τετραγωνική ρίζα του αθροίσματος των τετραγώνων των υπολοίπων διαιρεμένο με τους βαθμούς ελευθερίας του. Όσο μικρότερες τιμές έχουν αυτοί οι συντελεστές τόσο προτιμότερο είναι. Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί το Koenker (BP) Statistic test από την OLS το οποίο δείχνει τη σταθερότητα που παρουσιάζει το μοντέλο στο γεωγραφικό χώρο αλλά και στο χώρο των δεδομένων. Μεγάλες τιμές σε αυτό το δείκτη δείχνουν μη σταθερότητα και ενδείκνυται η εφαρμογή της GWR. Στην περίπτωση του 2011 η τιμή είναι σχετικά χαμηλή και συνεπώς υπάρχει σταθερότητα στη σχέση εξαρτημένης και ανεξάρτητων μεταβλητών σε όλη την περιοχή μελέτης.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνει παρουσίαση των αποτελεσμάτων της OLS και γραφικά πάνω στο χάρτη της Ελλάδος ώστε να αναδειχθούν οι περιοχές στις οποίες η προβλεπόμενη τιμή της παλινδρόμησης ήταν ίδια με την πραγματική. Αυτό εξυπηρετεί ο παρακάτω 3D χάρτης 4.32 με τις τιμές των υπολοίπων διαιρεμένες με την τυπική τους απόκλιση (std residuals) για τους νομούς. Όσο πιο υψηλή τιμή είναι η

Χάρτης 4.32 Οι τιμές των υπολοίπων (std residuals) για τους νομούς από την ελαχιστοτετραγωνική παλινδρόμηση για τα περιστατικά του έτους 2011

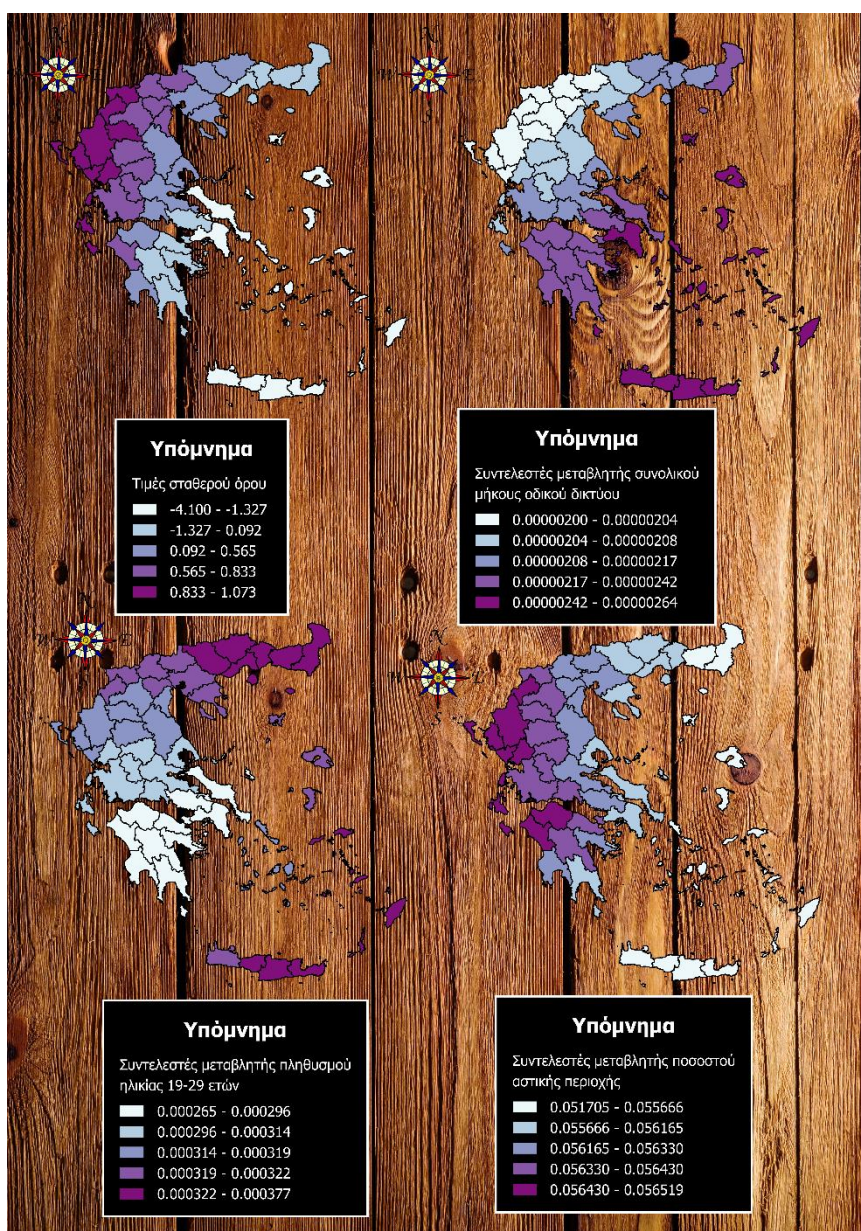


πραγματική από την προβλεπόμενη τόσο αυξάνεται ο τόνος του κόκκινου που είναι χρωματισμένος ο νομός όπως επίσης και το ύψος του. Οι νομοί με τα παραπάνω

χαρακτηριστικά είναι Ηλεία, Έβρος και Κόρινθος. Αντίθετα, οι νομοί στους οποίους η προβλεπόμενη τιμή τους από την OLS ήταν υψηλότερη από την πραγματική τους απεικονίζονται με τόνους του μπλε και με αρνητικό υψόμετρο. Οι κυρίαρχοι νομοί σε αυτή την περίπτωση είναι η Αχαΐα, η Καρδίτσα και η Μαγνησία με αύξουσα σειρά κατάταξης.

Εν συνεχεία παρατίθενται οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών της GWR σε όλη την περιοχή μελέτης στον παρακάτω χάρτη 4.33. Όσον αφορά στο σταθερό όρο τις μικρότερες τιμές έχουν οι νησιωτικοί νομοί του Ανατολικού Αιγαίου (τα Δωδεκάνησα έχουν τη χαμηλότερη). Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι ο σταθερός όρος

Χάρτης 4.33 Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τους νομούς για το έτος 2011

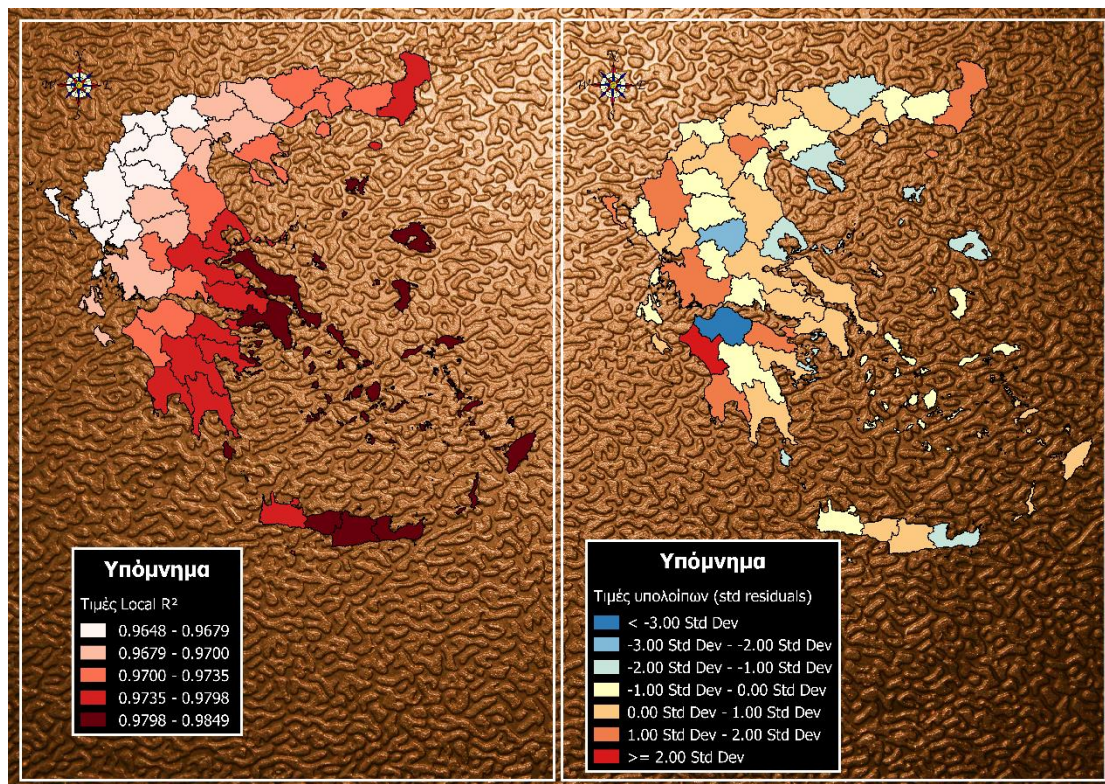


εκτός από αρνητικές έχει και θετικές τιμές οι οποίες εντοπίζονται στο δυτικό μέρος της Ελλάδας με τις υψηλότερες τιμές να εμφανίζονται οι νομοί της Ηπείρου. Όσον αφορά

στη μεταβλητή του συνολικού μήκους οδικού δικτύου πολύ υψηλές τιμές έχουν οι νομοί της Κρήτης, οι νησιωτικοί νομοί του Αιγαίου αλλά και η Αττική. Εν αντιθέσει, χαμηλές τιμές παρουσιάζονται στους νομούς της δυτικής Μακεδονίας και στην Ήπειρο ενώ η Κέρκυρα έχει το χαμηλότερο συντελεστή. Ο συντελεστής της μεταβλητής του πληθυσμού ηλικίας 19-29 παρουσιάζει υψηλές τιμές στους νομούς της ανατολικής Κρήτης και στους νομούς της Θράκης (η υψηλότερη σημειώνεται στο νομό Λασιθίου) ενώ πολύ χαμηλές τιμές εμφανίζει στην Αττική και στην Πελοπόννησο όπου ξεχωρίζει η Αργολίδα. Η τελευταία μεταβλητή του μοντέλου ήταν το ποσοστό αστικής περιοχής και έχει πολύ υψηλά ποσοστά στη δυτική Ελλάδα όπου ξεχωρίζει η Ηλεία, η Θεσπρωτία και τα Ιωάννινα. Απεναντίας, οι νομοί Λασιθίου, Ηρακλείου και Δωδεκανήσων σημειώνουν τις πιο χαμηλές τιμές με αύξουσα σειρά στη συγκεκριμένη μεταβλητή.

Ακολούθως, ήταν σημαντικό να υλοποιηθεί ο **Χάρτης 4.34** στον οποίο παρουσιάζεται η τιμή του του Local R^2 (αριστερά) αλλά και οι τιμές των υπολοίπων (std residuals) (δεξιά) για κάθε νομό της Ελλάδος. Ο αριστερά χάρτης δείχνει πόσο καλά προσαρμόστηκε το μοντέλο στα δεδομένα. Δηλαδή, όσο περισσότερο η τιμή πλησιάζει στο 1 τόσο καλύτερη είναι η προσαρμογή. Η προσαρμογή είναι πολύ καλή στην Αττική, στην Ανατολική Κρήτη και στους νησιωτικούς νομούς του Αιγαίου αλλά όχι στους νομούς της Ηπείρου και της Δυτικής Μακεδονίας. Ο δεξιά χάρτης απεικονίζει σε ποιους νομούς το μοντέλο υπερεκτίμησε τις προβλεπόμενες τιμές τους

Χάρτης 4.34 Οι τιμές των Local R^2 και των υπολοίπων από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για το έτος 2011



από τις πραγματικές Η μεγαλύτερη υποτίμηση και υπερεκτίμηση του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων από την GWR έγινε για το νομό της Ηλείας και της Αχαΐας αντίστοιχα. Οι νομοί που απεικονίζονται με απαλό κίτρινο χρώμα είναι αυτοί στους οποίους οι προβλεπόμενες τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής με τις πραγματικές ήταν σχεδόν ίδιες. Επίσης, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι τα αποτελέσματα των υπολοίπων (std residuals) από την OLS και την GWR είναι σχεδόν τα ίδια.

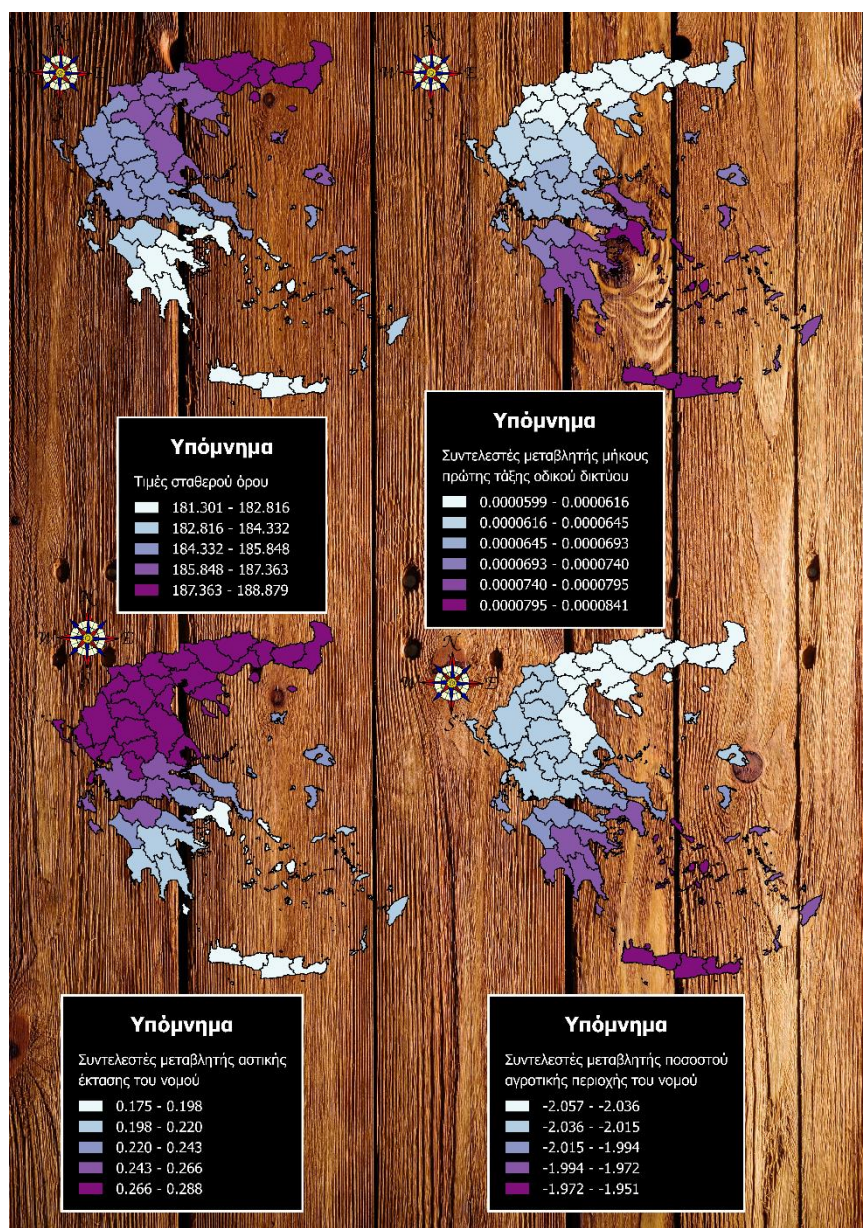
Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε εκ νέου exploratory regression με τη διαφορά ότι η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το έτος 2012 ενώ για τις ανεξάρτητες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες με πριν εκτός από τις κοινωνικό-οικονομικές που υπήρχαν μόνο για το έτος 2011. Επίσης, προστέθηκε ως predictor μεταβλητή και ο πληθυσμός του συγκεκριμένου έτους. Στον παρακάτω πίνακα 4.14 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τις OLS και GWR για τα περιστατικά του 2012. Πρέπει να αναφερθεί ότι η τιμή του adjusted R^2 και για τα δύο είδη παλινδρομήσεων έχει σημειώσει μια μικρή πτώση σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές του 2011. Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι και οι τιμές AICc έχουν αυξηθεί και συνεπώς δείχνει ότι η προσαρμογή του μοντέλου του 2012 είναι λίγο χειρότερη από αυτή του 2011. Ακόμα, η τιμή του adjusted R^2 από τη GWR για το 2012 είναι ελάχιστα μικρότερη από αυτήν της OLS του ίδιου έτους, το οποίο σημαίνει ότι η προσαρμογή του μοντέλου μετά από την εφαρμογή της GWR δε βελτιώθηκε αλλά χειροτέρευσε ελάχιστα. Όσον αφορά στις ανεξάρτητες μεταβλητές δεν παρέμειναν ίδιες με πριν αλλά άλλαξαν και οι τρεις. Αυτές είναι το μήκος του οδικού δικτύου πρώτης τάξης, η αστική έκταση και το ποσοστό της αγροτικής περιοχής στο νομό. Παρατηρείται ότι το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων και το ποσοστό της αγροτικής έκτασης ανά νομό έχουν αρνητική συσχέτιση το οποίο είναι απόλυτα λογικό καθώς λίγα περιστατικά λαμβάνουν χώρα σε νομούς που καλύπτονται κυρίως από αγροτική έκταση. Τέλος, η τιμή του Koenker (BP) Statistic test του 2012 είναι μεγαλύτερη σε σχέση με πριν το οποίο σημαίνει ότι στην OLS υπήρχε λιγότερη σταθερότητα στη σχέση εξαρτημένης μεταβλητής και ανεξάρτητων από το 2011.

Πίνακας 4.14 Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (νομοί) για το έτος 2012

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	185,7145	12,1997	0,000000*	-	AIC:	382,7273
length-pri	0,000065	0,000017	0,000443*	1,9631	adjusted R ² :	0,9235
urban	0,2688	0,0575	0,000025*	1,4230	Koenker (BP) Statistic:	2,8624
p_rural	-2,0230	0,1251	0,000000*	1,7140		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	181,3006	183,2001	184,9014	186,2543	188,8790	
length-pri	0,000060	0,000062	0,000066	0,000077	0,000084	
urban	0,1749	0,2210	0,2677	0,2828	0,2885	
p_rural	-2,0575	-2,0362	-2,0229	-1,9968	-1,9509	
AIC:	383,2358	Residual Squares:		3495,3406		
adjusted R ² :	0,9253	Sigma:		8,8535		

Ο Χάρτης 4.35 παραθέτει τους συντελεστές της κάθε ανεξάρτητης μεταβλητής για κάθε νομό από την GWR του 2012. Οι χαμηλότερες τιμές του σταθερού όρου εμφανίζονται στην Κρήτη και στην Πελοπόννησο ενώ οι υψηλότερες στη Θράκη και στην Ανατολική Μακεδονία. Ενδιάμεσες τιμές έχουν οι νομοί της Θεσσαλίας και της Στερεάς Ελλάδας. Όσον αφορά στο μήκος του πρωτεύοντος οδικού δικτύου, οι χαμηλότερες τιμές των συντελεστών τους παρουσιάζονται στους νομούς της δυτικής Θράκης και της ανατολική Μακεδονίας (η χαμηλότερη στη Δράμα) ενώ οι υψηλότερες στους νομούς Χανίων, Ρεθύμνου και Αττικής. Ο τρόπος που κατανέμονται οι τιμές των συντελεστών της μεταβλητής αστικής έκτασης στον ελληνικό χώρο είναι αρκετά διαφορετικός από αυτόν των δύο προηγούμενων μεταβλητών. Από το βορρά προς το

Χάρτης 4.35 Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τους νομούς για το έτος 2012

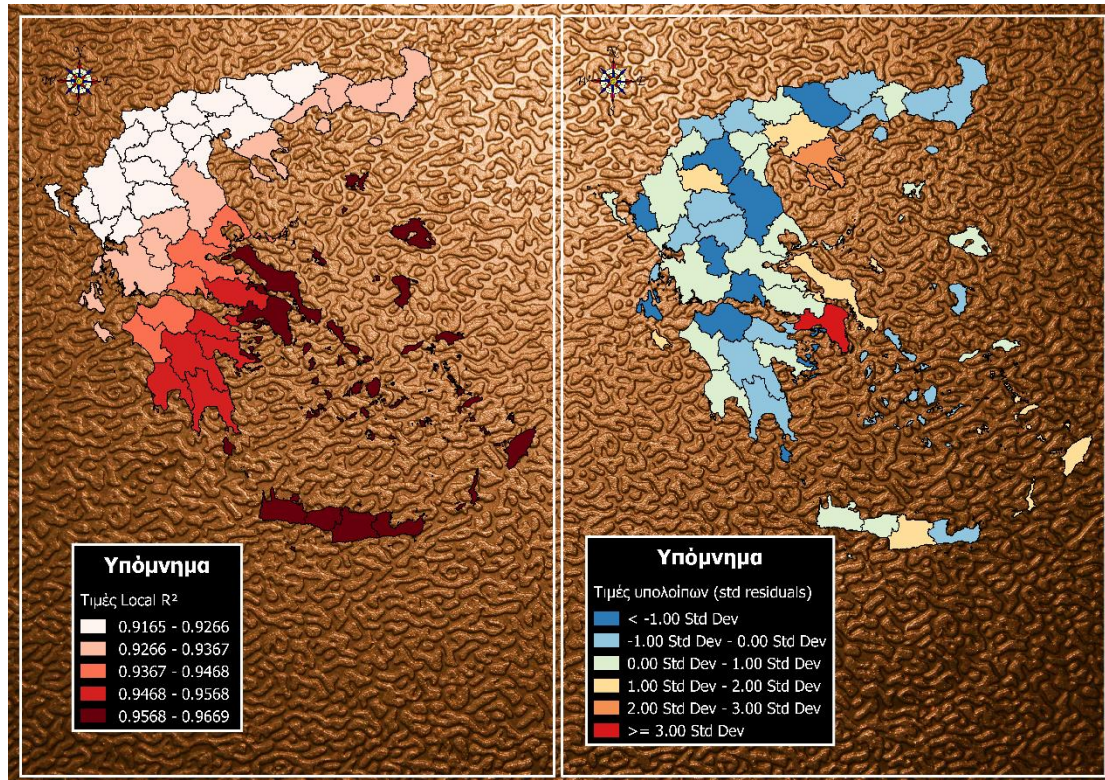


νότο οι τιμές των συντελεστών φθίνουν. Το Κιλκίς, η Δράμα και η Πέλλα έχουν τις υψηλότερες τιμές με φθίνουσα σειρά κατάταξης ενώ κάποιοι νομοί που έχουν χαμηλά

ποσοστά είναι του Ηρακλείου και των Κυκλάδων. Για την τρίτη ανεξάρτητη μεταβλητή συμβαίνει το ίδιο με αυτό της μεταβλητής της αστικής έκτασης. Δηλαδή, οι νομοί που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της Ελλάδος έχουν τις υψηλότερες αρνητικές τιμές και το αντίθετο ισχύει για αυτούς που βρίσκονται στο νότιο τμήμα.

Ακολουθεί ο παρακάτω χάρτης 4.36 στον οποίο απεικονίζεται εξ' αριστερών η τιμή του Local R^2 για κάθε νομό της χώρας και εκ δεξιών τα υπόλοιπα από τη GWR, δηλαδή τις αποκλίσεις των προβλεπόμενων τιμών από τις πραγματικές. Είναι ξεκάθαρο ότι το παρόν μοντέλο προσαρμόστηκε καλά στην Κρήτη, στα Δωδεκάνησα και στην Εύβοια ενώ λιγότερο ικανοποιητικά στους περισσότερους νομούς της Πελοποννήσου. Αν και οι νομοί της Μακεδονίας έχουν τις χαμηλότερες τιμές του Local R^2 παραμένουν και πάλι υψηλές. Από τον χάρτη των υπολοίπων είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι για την Αττική το πλήθος των περιστατικών της υποεκτιμήθηκε σε αρκετό βαθμό σε σχέση με τους άλλους νομούς όπως το ίδιο συνέβη και για το νομό Θεσσαλονίκης. Αντιθέτως, οι νομοί Κοζάνης, Πειραιά και Νήσων και Αχαΐας είναι αυτοί που είχαν πολύ μεγαλύτερες προβλεπόμενες τιμές από τις πραγματικές τους με φθίνουσα σειρά. Δεν έγινε παρουσίαση των υπολοίπων από την OLS καθώς ο χάρτης είναι παρόμοιος με τον αντίστοιχο από τη GWR. Πρέπει να σημειωθεί ότι η τιμή του νομού Αχαΐας είχε επίσης υποεκτιμηθεί σε μεγάλο βαθμό και το έτος 2011 όπως φαίνεται στον παραπάνω χάρτη 4.34.

Χάρτης 4.36 Οι τιμές των Local R^2 και των υπολοίπων από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για το έτος 2012



Για το έτος 2013, η σύνοψη των αποτελεσμάτων της OLS και GWR παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα 4.15. Πρέπει να τονιστεί ότι σε σχέση με το 2012 ο συντελεστής του ποσοστού αγροτικής περιοχής ανά νομό έχει μειωθεί ελάχιστα ενώ ο συντελεστής της αστικής έκτασης έχει σημειώσει μικρή αύξηση όπως και ο σταθερός όρος. Η μεταβλητή του μήκους της πρώτης τάξης οδικού έχει ίδια σχεδόν τιμή με την αντίστοιχη του 2012. Οι τιμές VIF δεν έχουν μεταβληθεί και δείχνουν ότι δεν υπάρχει πρόβλημα πολυσυγγραμμικότητας. Επίσης, η τιμή AICc από το OLS μειώθηκε από το 2012 αλλά η μείωση δεν είναι μεγαλύτερη από 3 μονάδες και συνεπώς το μοντέλο δε βελτιώθηκε ουσιαστικά. Πρέπει να αναφερθεί ότι η τιμή του adjusted R² παραμένει υψηλή και το 2013 για την OLS και την GWR.

Πίνακας 4.15 Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (νομοί) για το έτος 2013

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	181,3527	11,9032	0,000000*	-	AIC:	380,1682
length-pri	0,000054	0,000017	0,002594*	1,9631	adjusted R ² :	0,9187
urban	0,2302	0,0561	0,000159*	1,4230	Koenker (BP) Statistic:	4,6788
p_rural	-1,9674	0,1220	0,000000*	1,7140		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	173,9470	179,9613	182,0047	183,5193	186,8130	
length-pri	0,000044	0,000046	0,000051	0,000062	0,000080	
urban	0,0955	0,2153	0,2530	0,2616	0,2664	
p_rural	-2,0203	-1,9976	-1,9852	-1,9562	-1,8564	
AIC:	380,7721	Residual Squares:		3333,5911		
adjusted R ² :	0,9204	Sigma:		8,6462		

Στη συνέχεια παρατίθεται ο **Χάρτης 4.37** όπου απεικονίζονται οι συντελεστές των ανεξάρτητων μεταβλητών για κάθε νομό από την GWR του 2013. Οι τιμές του σταθερού όρου άλλαξαν ελάχιστα αλλά πρέπει να υπογραμμιστεί η σημαντική μείωση του ελαχίστου. Ο τρόπος κατανομής της τιμής του σταθερού όρου είναι ίδιος με το έτος 2012, δηλαδή στην ανατολική Μακεδονία και Θράκη σημειώνονται οι υψηλότερες τιμές και μειώνονται δραματικά στους νομούς της νότιας Ελλάδος. Το αντίθετο φαινόμενο ισχύει για τη μεταβλητή του μήκους της πρώτης τάξης οδικού δικτύου, δηλαδή οι τιμές του συντελεστή φθίνουν με προσανατολισμό νότο-βορρά. Επίσης, και η κατανομή των τιμών αυτής της μεταβλητής είναι σχεδόν ίδια τα έτη 2012 και 2013. Όσον αφορά στη μεταβλητή αστικής έκτασης η πλειονότητα των νομών εντάσσεται στην κλίμακα με τις υψηλότερες τιμές και οι νομοί της Κρήτης και τα Δωδεκάνησα έχουν τις χαμηλότερες τιμές. Το ίδιο συμβαίνει με τη μεταβλητή ποσοστού αγροτικής έκτασης του νομού όπου η πλειονότητα των νομών του ηπειρωτικού κορμού της Ελλάδος εντάσσεται στην κλίμακα με τις υψηλότερες αρνητικές τιμές, ενώ οι νομοί Λασιθίου και Ρεθύμνου έχουν τις χαμηλότερες αρνητικές τιμές. Ενδιάμεσες τιμές σε μέγεθος έχουν οι νομοί της περιφέρειας Πελοποννήσου. Πρέπει να τονιστεί ότι ο

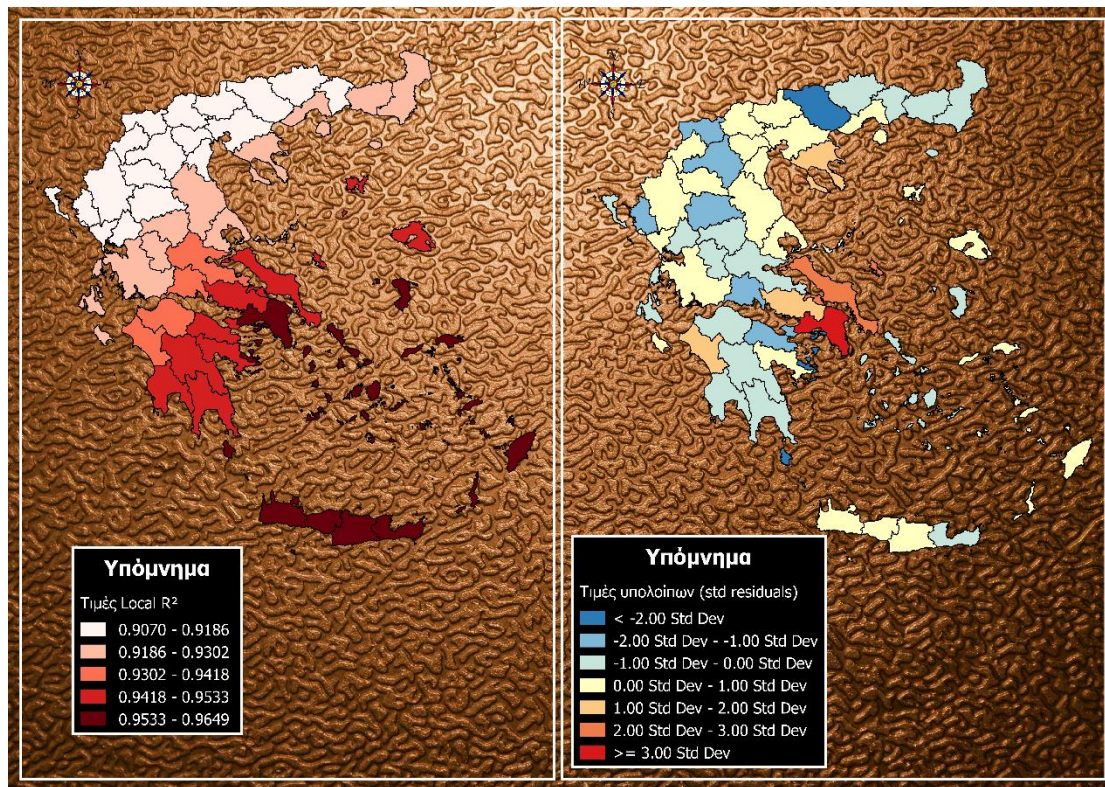
τρόπος κατανομής των τιμών και για αυτή τη μεταβλητή για τα έτη 2012 και 2013 είναι σχεδόν ίδιος με κάποιες μικροδιαφορές.

Χάρτης 4.37 Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για τους νομούς για το έτος 2013



Τέλος, παρουσιάζεται η τιμή του Local R^2 για κάθε νομό της χώρας και τα υπόλοιπα από τη GWR στον παρακάτω χάρτη 4.38. Ο τρόπος κατανομής είναι ίδιος με τον αντίστοιχο του έτους 2012 ωστόσο οι κλάσεις έχουν μειωμένες τιμές ιδιαίτερα η χαμηλότερη κλάση που απεικονίζεται με ανοιχτούς τόνους του κόκκινου όπως φαίνεται στο υπόμνημα. Όσον αφορά στα υπόλοιπα, η προβλεπόμενη τιμή για το νομό Δράμας ήταν πολύ χαμηλότερη από την πραγματική του, ενώ πολύ μικρές διαφορές υπήρχαν για την Κρήτη και για αρκετούς νομούς της ηπειρωτικής Ελλάδας. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί ότι για την Εύβοια η διαφορά πραγματικής από προβλεπόμενης τιμής ήταν μεγαλύτερη 2-3 φορές από την τυπική απόκλιση του μέσου υπολοίπου από όλους τους νομούς της περιοχής μελέτης.

Χάρτης 4.38 Οι τιμές των Local R² και των υπολοίπων από τη Γεωγραφικά Σταθμισμένη Παλινδρόμηση για το έτος 2013



Ακολούθως, υλοποιήθηκε η OLS και η GWR για τα έτη 2014 και 2015 και παράχθηκαν οι αντίστοιχοι χάρτες με αυτούς των άλλων ετών οι οποίοι παρατίθενται στο [Παράρτημα Α](#). Παρατηρείται ότι και για αυτά τα δύο έτη χρησιμοποιήθηκαν οι ίδιες ανεξάρτητες μεταβλητές με το 2012 και 2013, και η τιμή του adjusted R² παραμένει υψηλή. Το 2014 σημειώνεται η υψηλότερη τιμή του adjusted R² αλλά και η χαμηλότερη του δείκτη AICc για το διάστημα 2012-2015 το οποίο σημαίνει ότι το μοντέλο τη συγκεκριμένη χρονιά προσαρμόστηκε καλύτερα από τις υπόλοιπες. Ο τρόπος κατανομής των συντελεστών των μεταβλητών στο χώρο για τα 2014 και 2015 είναι πανομοιότυπος με τα προηγούμενα χρόνια και δε χρήζει περαιτέρω σχολιασμού. Ακόμα, ίδιος είναι και ο τρόπος κατανομής του Local R².

Επίσης, έγινε συσχέτιση του πλήθους των οχημάτων που κυκλοφορούν, των ΙΧΕ αλλά και των μοτοσικλετών με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για κάθε έτος. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι οι νομοί Αττικής και Πειραιώς είναι ενοποιημένοι ως ένας, συνεπώς αυτές οι ανεξάρτητες μεταβλητές δεν μπορούσαν να εισαχθούν στην παραπάνω συνολική διερεύνηση με τις άλλες μεταβλητές καθώς εκεί οι νομοί είναι 52 ενώ σε αυτή την περίπτωση 51. Από την εκτέλεση της διερευνητικής παλινδρόμησης (exploratory regression) δε βρέθηκε κανένα δυνατό μοντέλο το οποίο να ικανοποιεί τα κριτήρια που έχουν αναφερθεί και στα πέντε έτη της περιόδου μελέτης καθώς εντοπίστηκε το πρόβλημα της πολυσυγγραμμικότητας (multicollinearity). Στην παρακάτω εικόνα 4.1 απεικονίζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την εφαρμογή της OLS με ανεξάρτητες μεταβλητές το πλήθος των ΙΧΕ (ΙΧΕ11), το πλήθος των μοτοσικλετών (ΔΙΚ11) και το συνολικό πλήθος των οχημάτων (SUM11) για το

έτος 2011 και είναι φανερό το μεγάλο πρόβλημα της πολυσυγγραμμικότητας καθώς οι τιμές VIF των μεταβλητών είναι πολύ μεγαλύτερες από 7. Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι και για τα υπόλοιπα έτη οι τιμές VIF των μεταβλητών έχουν πολύ υψηλές τιμές. Συνεπώς, λόγω των παραπάνω δεν ήταν δυνατή και η εφαρμογή της GWR για κανένα έτος.

Εικόνα 4.1 Αποτελέσματα από την OLS για το έτος 2011 με μεταβλητές που σχετίζονται με το πλήθος των οχημάτων

Summary of OLS Results - Model Variables								
Variable	Coefficient [a]	StdError	t-Statistic	Probability [b]	Robust_SE	Robust_t	Robust_Pr [b]	VIF [c]
Intercept	2,038752	2,070699	0,984572	0,329874	2,275193	0,896079	0,374776	-----
IXE11	-0,001009	0,000118	-8,531330	0,000000*	0,000198	-5,097303	0,000006*	> 1000.0
DIK11	-0,001192	0,000193	-6,190628	0,000000*	0,000336	-3,553140	0,000880*	269,354418
SUM_11	0,000964	0,000108	8,915399	0,000000*	0,000200	4,832059	0,000015*	> 1000.0

Συνοψίζοντας, από τα παραπάνω έγινε αντιληπτό ότι οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν συσχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα και πληρούν όλα τα κριτήρια ώστε να είναι στατιστικά σημαντική αυτή η συσχέτιση και όχι να οφείλεται σε τυχαίο τρόπο. Το 2011 όπου χρησιμοποιήθηκαν και κοινωνικό-οικονομικές μεταβλητές το μοντέλο σημείωσε τη μέγιστη προσαρμογή στα δεδομένα σε σύγκριση με τα άλλα έτη. Και τα δύο είδη παλινδρομήσεων OLS και GWR που εφαρμόστηκαν, βοήθησαν ουσιαστικά και παρουσίασαν με άρτιο τρόπο τη σχέση εξαρτημένης με τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Αφού ολοκληρώθηκε η μελέτη σε επίπεδο χώρας, στο επόμενο στάδιο της παρούσας εργασίας θα γίνει ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων μόνο για το νομό Αττικής ανά δήμο. Συνεπώς, η έρευνα του προβλήματος θα εστιάσει στο νομό που κατοικούν σχεδόν 4 στους 10 Έλληνες.

4.4 Ανάλυση υφιστάμενης κατάστασης για το νομό Αττικής

4.4.1 Αρχική Ανάλυση

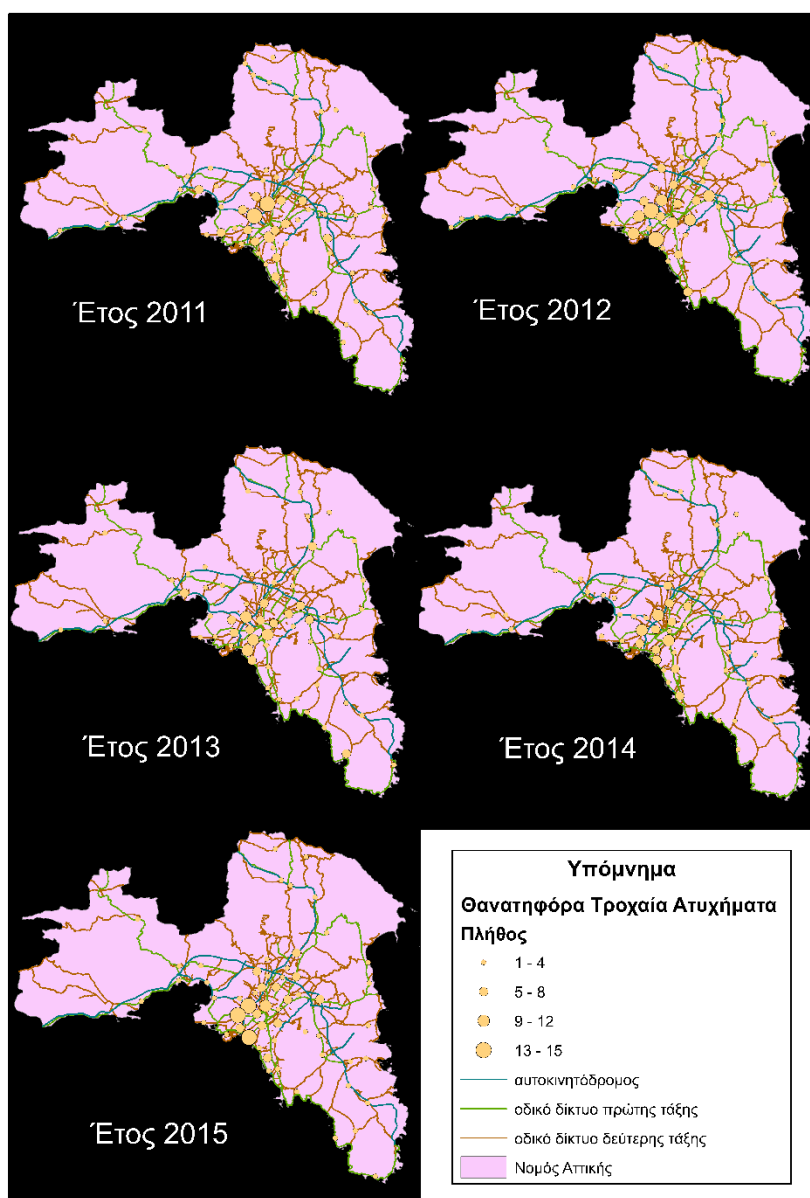
Σε αυτή την ενότητα της παρούσας εργασίας η μελέτη θα εξειδικευτεί στο νομό Αττικής καθώς εκεί λαμβάνουν χώρα τα περισσότερα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα σε σχέση με τους άλλους νομούς και επιπλέον είναι ο νομός στον οποίο βρίσκεται η πρωτεύουσα της χώρας. Αρχικά, πρέπει να γίνει αναφορά στο τυπικό προφίλ ενός θανατηφόρου τροχαίου ατυχήματος που λαμβάνει χώρα στο νομό Αττικής για την περίοδο 2011-2015. Το κυρίαρχο προφίλ έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά: το θύμα είναι οδηγός ηλικίας 26-35, το όχημα είναι δίκυκλο, το τροχαίο συμβαίνει στο χρονικό διάστημα 24:00-07:00 σε οδικό δίκτυο κατοικημένης περιοχής και τα αίτια σχετίζονται με τον οδηγό. Πρέπει να τονιστεί ότι είναι το ίδιο με το αντίστοιχο προφίλ ολόκληρης της χώρας. Εμφανίζεται 22 φορές μέσα στο διάστημα μελέτης. Αν μειωθούν οι κατηγοριοποιήσεις το πλήθος των εμφανίσεων θα αυξηθεί, δηλαδή αν δεν συμπεριληφθούν τα αίτια και το είδος του οδικού δικτύου ενώ όλα τα υπόλοιπα παραμένουν τα ίδια, σημειώνονται 43 εμφανίσεις.

Ο μέσος όρος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων στην Αττική για την περίοδο μελέτης είναι 215. Οι ποσοστιαίες μεταβολές των περιστατικών ανά διετία ξεκινώντας από την 2011-2012 είναι -12%, -6%, -7% και +13% για τη διετία 2014-2015. Δηλαδή, ενώ μέχρι το 2014 υπάρχει σημαντική πτώση στο πλήθος των περιστατικών, το έτος 2015 αυξάνονται. Εν συνεχεία τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα τοποθετήθηκαν στη θέση συμβάντος τους ώστε να μελετηθούν και χωρικά αφού είχε προηγηθεί η διαδικασία geocoding. Μέσω αυτής είναι δυνατός ο ακριβής προσδιορισμός της θέσης ενός σημείου με γνωστή τη διεύθυνση του. Πρέπει να τονιστεί ότι η συγκεκριμένη διαδικασία δε λειτουργεί τέλεια και ένα πλήθος σημείων δεν τοποθετήθηκαν με τον αυτόματο τρόπο της διαδικασίας αλλά χειροκίνητα. Στον παρακάτω χάρτη 4.39 παρουσιάζονται οι θέσεις όπου συνέβησαν θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για κάθε έτος της περιόδου μελέτης 2011-2015 ενώ ο **Χάρτης 4.40** παρουσιάζει το αποτέλεσμα συνολικά. Κάθε κύκλος αντιπροσωπεύει ένα σύνολο περιστατικών που συνέβησαν σε ακτίνα 1 km. Όσο μεγαλύτερη η διάμετρος του απεικονιζόμενου κύκλου τόσο περισσότερα περιστατικά συνέβησαν σε ακτίνα 1 km.

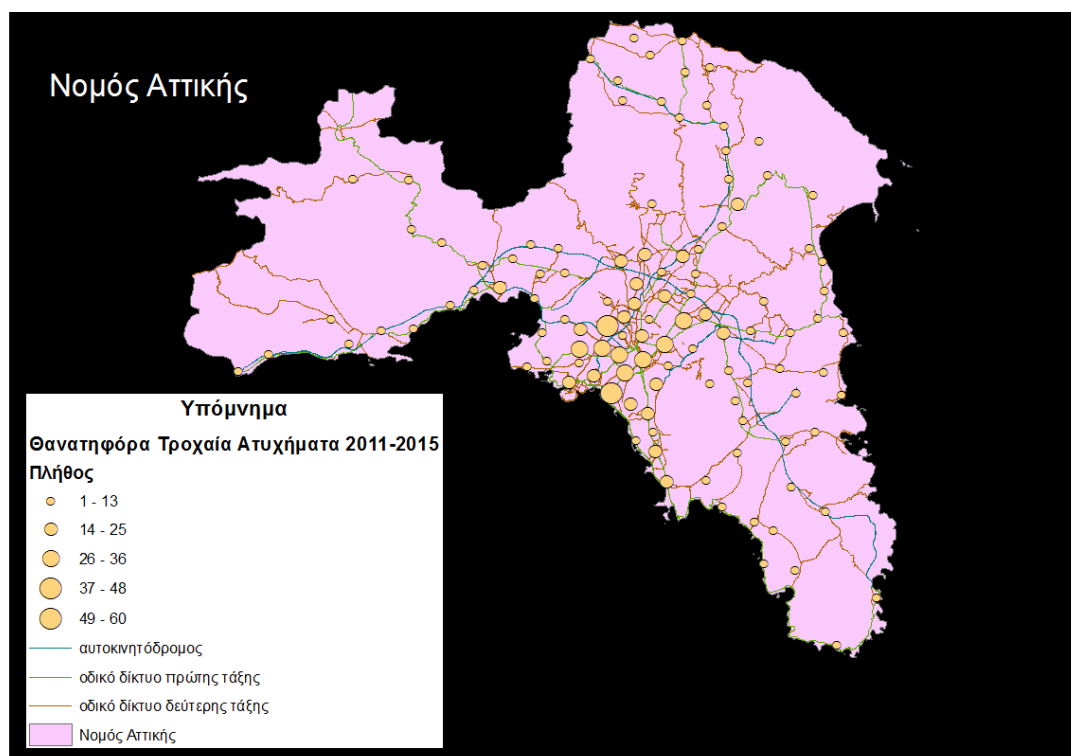
Είναι φανερό ότι τα περισσότερα ατυχήματα συγκεντρώνονται στο κεντρικό τμήμα του νομού Αττικής καθώς εκεί συγκεντρώνονται αρκετοί κύκλοι με μεγάλη διάμετρο. Αντίθετα, στα περιφερειακά σημεία εντοπίζονται λίγα περιστατικά και χωρίς κάποια συγκέντρωση. Αναλυτικότερα, για το έτος 2011 υψηλή συγκέντρωση παρουσιάζεται στο δυτικό μέρος του κέντρου στη Λεωφόρο Κηφισού, ενώ αρκετά περιστατικά εντοπίζονται στη Λεωφόρο Βουλιαγμένης και Ποσειδώνος. Επίσης, θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα εντοπίζονται διασκορπισμένα στην Παλιά Εθνική Οδό Αθηνών-Θεσσαλονίκης στο βόρειο τμήμα της Αττικής. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι αυξάνεται η συγκέντρωση περιστατικών στη Λεωφόρο Ποσειδώνος για τα έτη 2012 και 2013, σε αντίθεση με το έτος 2014 όπου παρατηρείται μείωση για τη συγκεκριμένη λεωφόρο αλλά αύξηση στη Λεωφόρο Βουλιαγμένης. Ακόμα, στο έτος 2013 σημειώνεται μικρή αύξηση στα περιστατικά που λαμβάνουν χώρα στο οδικό δίκτυο

Αθηνών-Σουνίου. Το 2015 παρουσιάζουν αύξηση τα περιστατικά στη Λεωφόρο Ποσειδώνος όπως και στη Λεωφόρο Κηφισίας. Επιπρόσθετα, στη Λεωφόρο Λαυρίου λαμβάνουν χώρα αρκετά περιστατικά διασκορπισμένα καθ' όλη τη διάρκεια της χρονικής περιόδου μελέτης ενώ πολύ λίγα στην Εθνική Οδό Αθηνών-Κορίνθου. Όσον αφορά στη συνολική παρουσίαση των περιστατικών υπάρχει υψηλή συγκέντρωση στο κέντρο του νομού ενώ τα περιστατικά που εντοπίζονται στη βόρεια και ανατολική Αττική είναι αρκετά διασκορπισμένα. Εν αντιθέσει ελάχιστα περιστατικά σημειώνονται στο δυτικό τμήμα του νομού. Ο κύκλος με τη μεγαλύτερη διάμετρο δηλαδή το σημείο με την υψηλότερη συγκέντρωση βρίσκεται στη Λεωφόρο Ποσειδώνος στο Παλαιό Φάληρο. Τέλος, και στη Λεωφόρο Μαραθώνος εντοπίζονται αρκετά περιστατικά τα οποία όμως δεν έχουν υψηλή συγκέντρωση μεταξύ τους.

Χάρτης 4.39 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής ανά έτος για το διάστημα 2011-2015

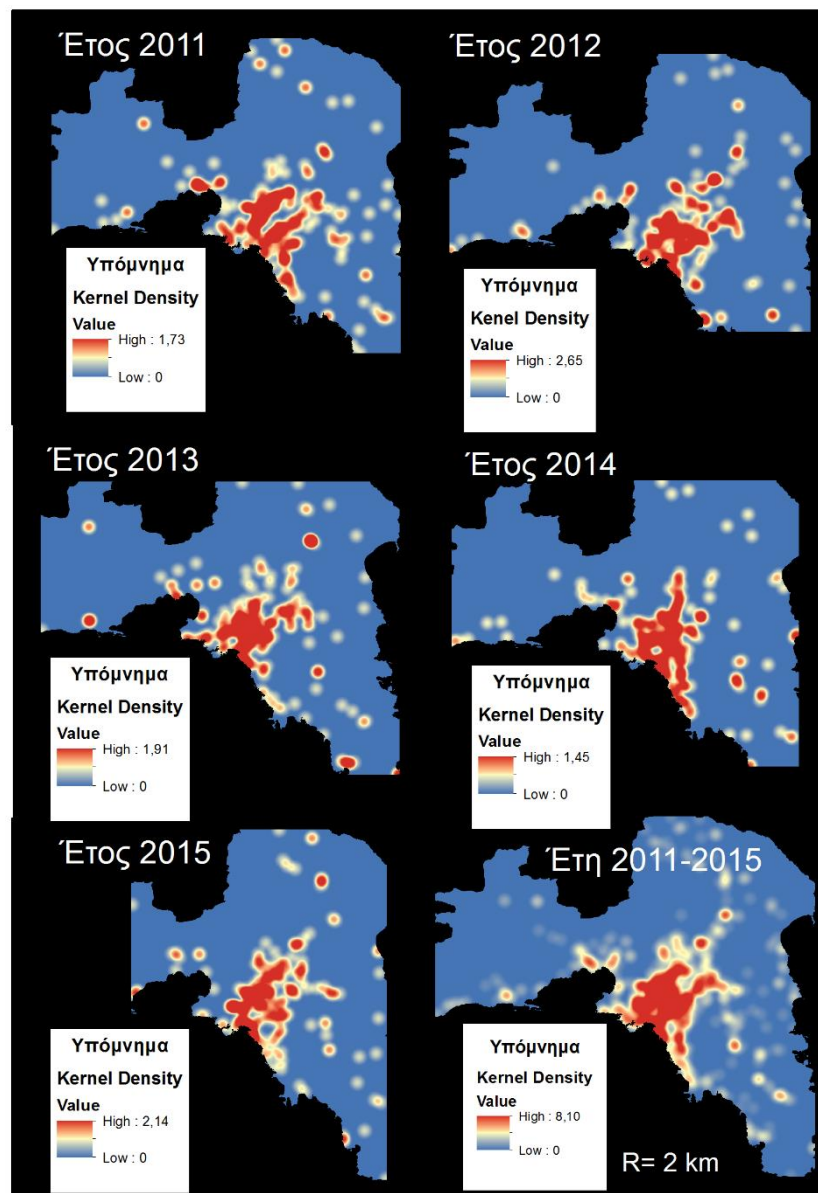


Χάρτης 4.40 Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για το διάστημα 2011-2015



Για να προσδιοριστούν οι θέσεις στις οποίες το φαινόμενο που μελετάται εμφανίζει έξαρση διαχρονικά (ανά έτος) δημιουργήθηκε ο **Χάρτης 4.41**. Ο νομός Αττικής δεν είναι ολόκληρος αλλά κομμένος στη μικρότερη έκταση στην οποία εμφανίζονται περιστατικά καθώς με αυτό τον τρόπο δημιουργείται ο παραγόμενος raster χάρτης. Δηλαδή, ο χάρτης για το 2015 στην κάτω αριστερά γωνία έχει μικρότερη έκταση γιατί τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ήταν διασκορπισμένα στην Αττική σε λιγότερη έκταση σε σχέση με τα υπόλοιπα έτη. Η ακτίνα που χρησιμοποιήθηκε για την εφαρμογή του kernel density και για τις έξι περιπτώσεις ήταν 2 km μήκους και η συνολική έκταση της περιοχής μελέτης μετρήθηκε σε km². Η επιλογή της μονάδας μέτρησης παίζει ιδιαίτερα σημαντικό ρόλο καθώς αν αυξηθεί η μονάδα μέτρησης θα αυξηθούν και τιμές του κάθε pixel της raster παραγόμενης επιφάνειας. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι το υπόμνημα του κάθε χάρτη είναι διαφορετικό και το γεγονός ότι κατά την εφαρμογή δεν χρησιμοποιήθηκε κάποιο πεδίο (field) των σημείων ως βάρος. Η τιμή high στο υπόμνημα δείχνει τη μέγιστη τιμή kernel density που εμφανίζεται με κόκκινο χρώμα για κάθε έτος. Όσο αυξάνεται ο τόνος του χρώματος του απεικονίζεται μια περιοχή προς το κόκκινο τόσο πιο υψηλή είναι η συγκέντρωση που παρουσιάζεται ενώ το αντίθετο συμβαίνει για το μπλε χρώμα. Και για τα πέντε έτη υψηλή συγκέντρωση περιστατικών εμφανίζεται στο κέντρο της Αθήνας αλλά και στο νότιο τμήμα της. Σε όλη την υπόλοιπη Αττική η συγκέντρωση είναι χαμηλή γι' αυτό απεικονίζεται με μπλε χρώμα εκτός από κάποιες μικρές περιοχές που εμφανίζουν μετρίου βαθμού συγκέντρωση και παρουσιάζονται με κίτρινο χρώμα. Συνεπώς, η συγκέντρωση του φαινομένου παρουσιάζεται σχετική σταθερότητα χωρίς ιδιαίτερες μεταβολές ανά έτος.

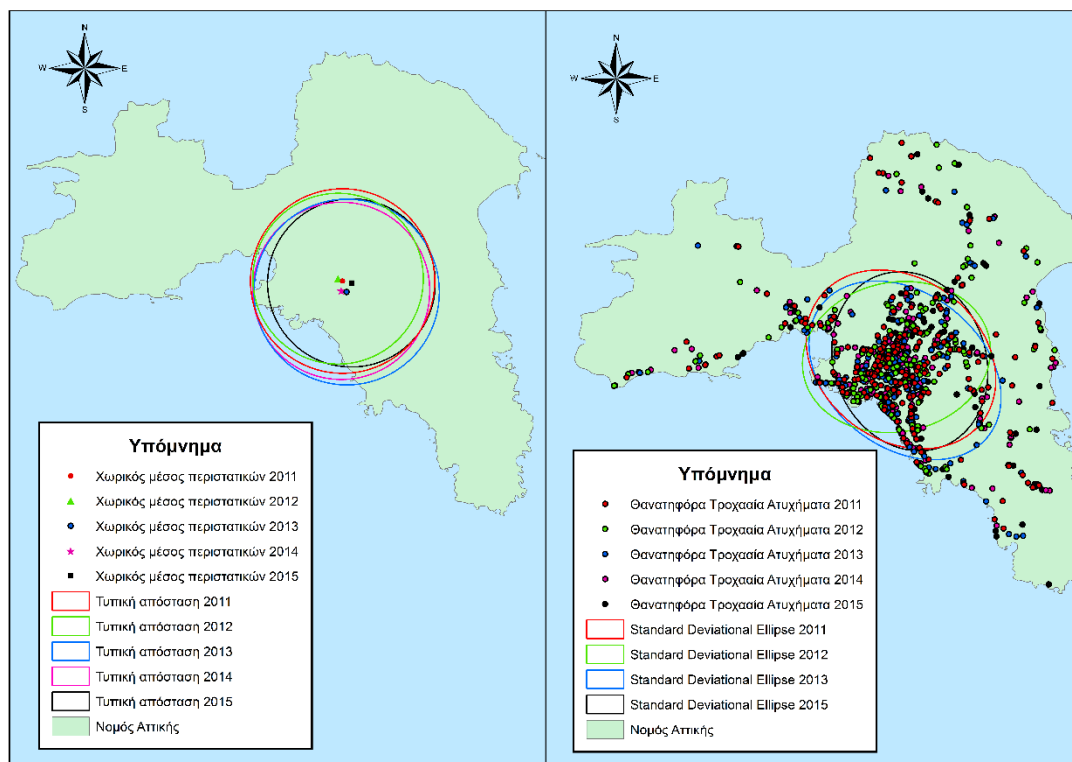
Χάρτης 4.41 Εφαρμογή Kernel Density για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής ανά έτος και διαχρονικά



Έπειτα υπολογίστηκαν οι χωρικοί μέσοι για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, οι τυπικές αποστάσεις τους αλλά και οι ελλείψεις τυπικού σφάλματος (standard deviational ellipses) τα αποτελέσματα των οποίων παρατίθενται στον παρακάτω χάρτη 4.42. Για τους χωρικούς μέσους πρέπει να τονιστεί ότι υπάρχει μια μικρή κινητικότητα κάθε έτος, ωστόσο και τα πέντε έτη βρίσκεται εντός του δήμου Αθηναίων. Αναλυτικότερα, ο χωρικός μέσος μετακινείται ελάχιστα δυτικά τη διετία 2011-2012, ύστερα σε μεγαλύτερο βαθμό νοτιοανατολικά (2013), το 2014 ελάχιστα δυτικά και το 2015 βορειοανατολικά σε μεγαλύτερο βαθμό. Όσον αφορά στις τυπικές αποστάσεις που υπολογίστηκαν για κάθε έτος είναι οι ακόλουθες ξεκινώντας από το 2011: 15305.3m, 14163.9m, 15405.1m, 14701.2m, 13943.2m. Η μέση τιμή τους είναι 14703,7 m και η τυπική απόκλιση 587m. Οι ποσοστιαίες μεταβολές που παρουσιάζει η τυπική απόσταση είναι δεν ξεπερνούν το 9% και συγκεκριμένα ανά διετία ξεκινώντας από το 2011-2012 είναι οι παρακάτω: -7.5%, +8.8%, -4.6% και -5.2%. Επιπρόσθετα

στο δεξιό μέρος του χάρτη 4.39 παρουσιάζονται οι ελλείψεις τυπικού σφάλματος (standard deviational ellipses) οι οποίες δείχνουν τη διασπορά των σημείων αλλά και τις τάσεις της κατανομής. Υπολογίζεται το κέντρο της έλλειψης το οποίο είναι ο χωρικός μέσος που υπολογίστηκε πριν και δύο τυπικές αποκλίσεις μία για κάθε άξονα της έλλειψης. Οι ελλείψεις για το 2011 και 2013 έχουν τον ίδιο προσανατολισμό (βορειοανατολικά-νοτιοδυτικά) αλλά η έλλειψη του 2013 είναι μετατοπισμένη πιο κάτω. Αντίθετα, η έλλειψη του 2012 έχει προσανατολισμό βορειοανατολικό-νοτιοδυτικό και η έλλειψη του 2015 σχεδόν βόρειο-νότιο. Επίσης, η τελευταία έχει μικρή τιμή για το μεγάλο άξονα γι' αυτό φαίνεται συμπιεσμένη. Τέλος, η μεγαλύτερη σε έκταση έλλειψη είναι του 2011 ενώ η μικρότερη του 2015 γεγονός που δείχνει τη διασπορά των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων.

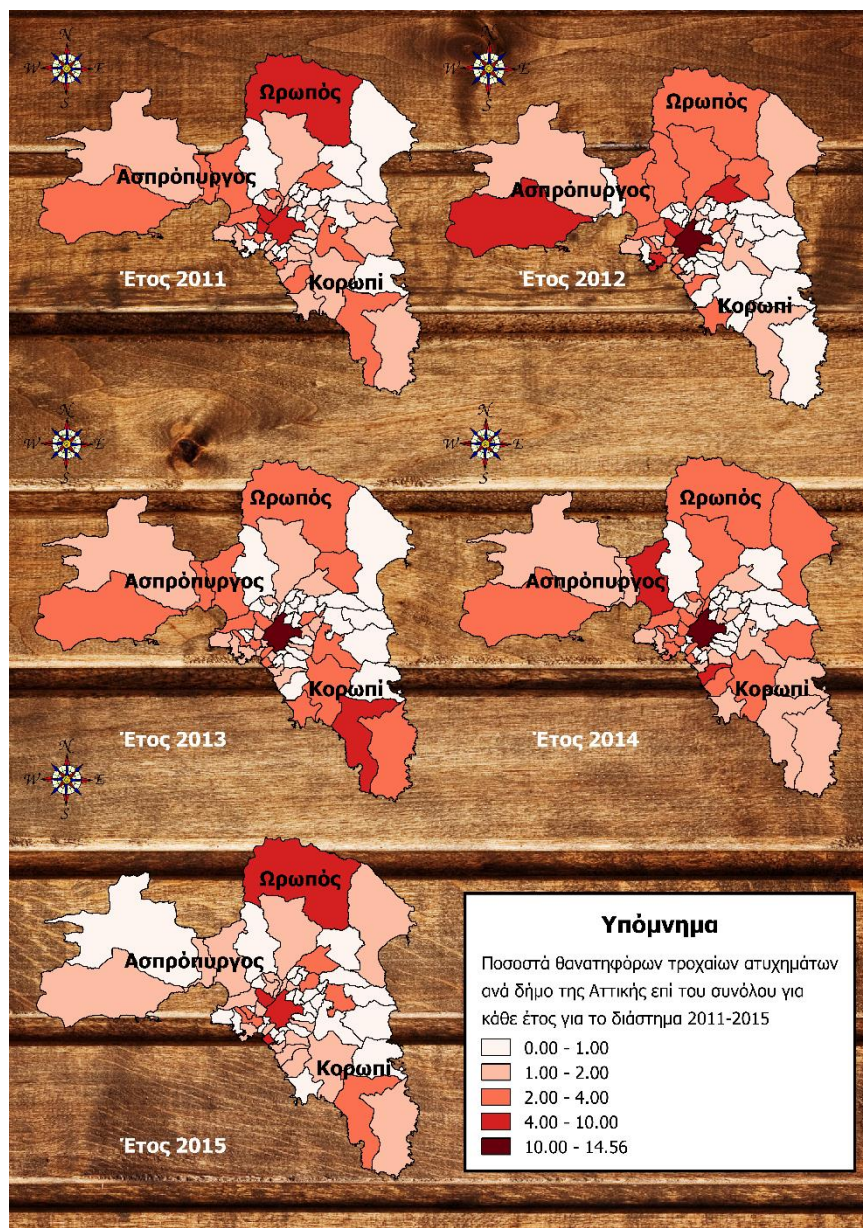
Χάρτης 4.42 Τυπική απόσταση και standard deviational ellipse για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2011-2015



Στη συνέχεια της παρούσας εργασίας ο νομός Αττικής θα μελετηθεί για κάθε δήμο του ώστε να είναι ευκολότερη η ανάλυση αλλά και η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα, στον παρακάτω χάρτη 4.43 παρατίθεται η διαχρονική μεταβολή των ποσοστών των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για κάθε δήμο σε σχέση με το σύνολο της Αττικής για το χρονικό διάστημα 2011-2015. Ο δήμος Αθηναίων κυριαρχεί και τα πέντε έτη με τα ποσοστά του να κυμαίνονται από 8.61% έως και 14.56% τα οποία σημειώνονται τα έτη 2011 και 2013 αντίστοιχα. Δηλαδή σχεδόν 1 στα 10 ατυχήματα λαμβάνει χώρα στο δήμο Αθηναίων. Ο δήμος Περιστερίου σημειώνει επίσης υψηλά ποσοστά και έρχεται στη δεύτερη θέση μετά το δήμο Αθηναίων για τα έτη 2012 και 2015. Το μέσο ποσοστό του είναι σχεδόν 5%, δηλαδή 5 από τα 100 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής συμβαίνουν στο δήμο

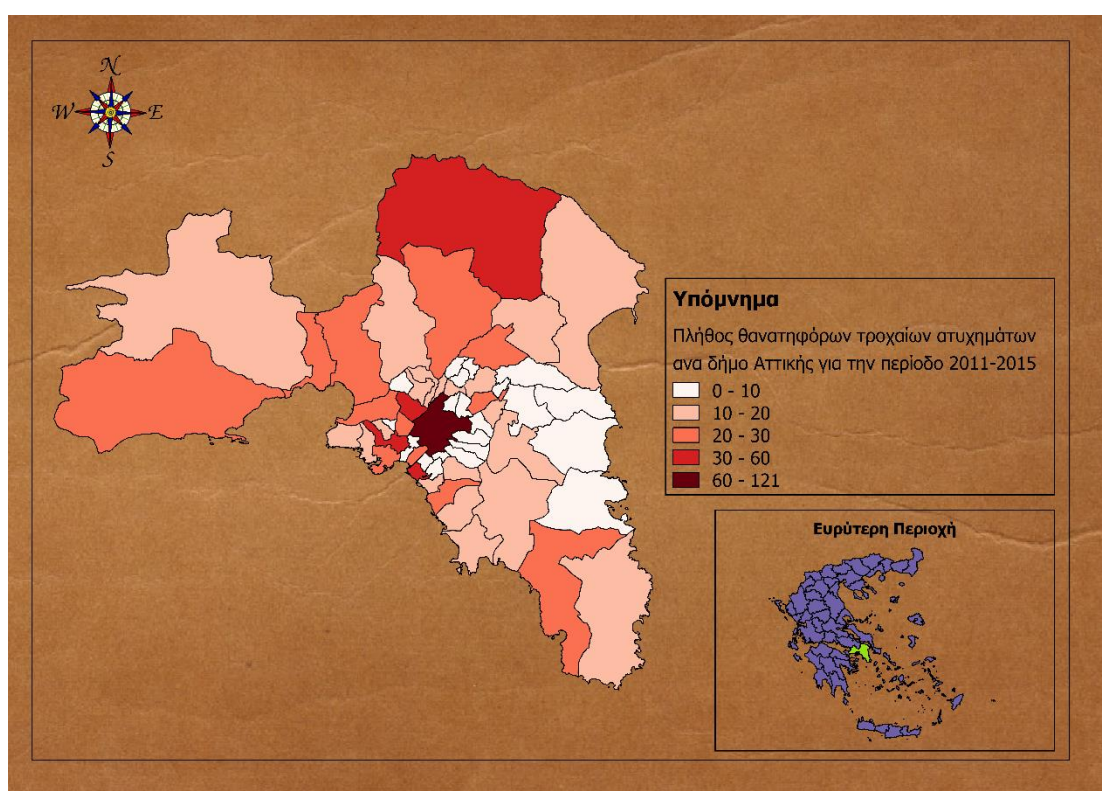
Περιστερίου. Κάποιοι άλλοι δήμοι που επίσης σημειώνουν υψηλά ποσοστά είναι ο Ωρωπός ιδιαίτερα για το έτος 2011 με το ποσοστό του να φτάνει το 5.26% αλλά και ο δήμος Σαρωνικού για το 2013 με ποσοστό 4.37%. Για το έτος 2014 οι δήμοι Ελληνικού-Αργυρούπολης και Ασπρόπυργου παρουσιάζουν υψηλά ποσοστά (4.92% και 4.37% αντίστοιχα). Τέλος, για το έτος 2015, το Παλαιό Φάληρο έχει ποσοστό 5.37% και κατατάσσεται στην τρίτη θέση σε φθίνουσα σειρά. Σε αντίθεση, ο δήμος στον οποίο δε συνέβη κανένα περιστατικό στα πέντε έτη μελέτης είναι η Πεντέλη. Κάποιοι άλλοι δήμοι με πολύ χαμηλά ποσοστά είναι Ηρακλείου, Λυκόβρυσης-Πεύκη, Πετρούπολης αλλά και Βριλησίων στους οποίους συνέβη μόλις 1 θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα σε ολόκληρη την περίοδο μελέτης. Όσον αφορά στη διαχρονική μεταβολή του φαινομένου, για το δήμο Αθηναίων πρέπει να τονιστεί η ραγδαία αύξηση του ποσοστού του κατά 50% τη διετία 2011-2012 αλλά και η σημαντική μείωση κατά

Χάρτης 4.43 Ποσοστά θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά δήμο Αττικής για κάθε έτος για το διάστημα 2011-2015



26% τη διετία 2014-2015. Ακόμα, ο δήμος Περιστερίου παρουσιάζει έντονες μεταβολές στο διάστημα μελέτης οι οποίες είναι κρίσιμο να αναφερθούν. Δηλαδή, οι μεταβολές του για κάθε διετία ξεκινώντας από το 2011-2012 είναι οι ακόλουθες: +49%, -52%, -20% και +150%. Επίσης, στον παρακάτω χάρτη 4.44 αποικίζεται το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για ολόκληρη την περίοδο μελέτης και με αυτό τον τρόπο είναι πιο εύκολη η διάκριση των δήμων που αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα αλλά και αυτών στους οποίους είναι ισχνό τα φαινόμενα. Συγκεκριμένα οι έξι δήμοι που αντιμετωπίζουν σοβαρό πρόβλημα βάσει του πλήθους των περιστατικών που συνέβησαν σε αυτούς με φθίνουσα σειρά είναι: Αθηνών, Περιστερί, Ωρωπός, Παλαιό Φάληρο, Νίκαια και Αιγάλεω.

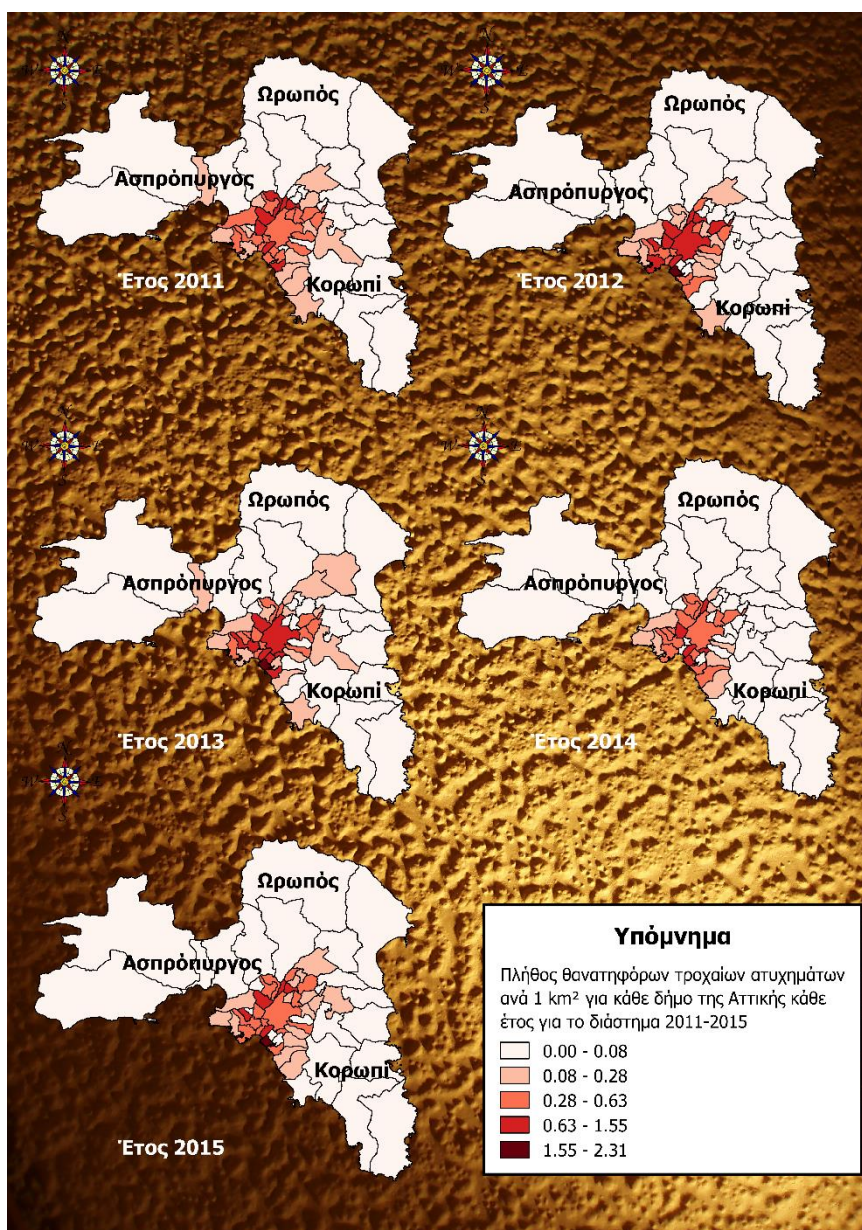
Χάρτης 4.44 Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά δήμο Αττικής για το χρονικό διάστημα 2011-2015



Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνει στάθμιση του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με την έκταση του κάθε δήμου έτσι ώστε να αναδειχθεί μια άλλη διάσταση του προβλήματος. Ο **Χάρτης 4.45** εξυπηρετεί αυτό τον σκοπό για κάθε έτος της περιόδου μελέτης. Παρατηρείται ότι και στα πέντε έτη οι περιφερειακοί δήμοι βρίσκονται στην κλάση με το μικρότερο πλήθος συμβάντων ενώ οι δήμοι που βρίσκονται κεντρικά εντάσσονται στην κλίμακα με τη μεγαλύτερο. Δηλαδή, όσο η θέση ενός δήμου απομακρύνεται από το κέντρο της Αθήνας τόσο φθίνει η απόχρωση του κόκκινου χρώματος. Ειδικότερα, ο κυρίαρχος δήμος είναι το Παλιό Φάληρο για όλα τα έτη εκτός από το 2011, του οποίου οι τιμές κυμαίνονται από 0.63 έως και 2.31 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά 1 km². Το αποτέλεσμα διαφέρει από αυτό του παραπάνω χάρτη όπου κυρίαρχος δήμος ήταν των Αθηναίων. Οι τιμές για αυτό το δήμο είναι υψηλές αλλά όχι αρκετά και κυμαίνονται στο διάστημα 0.46-0.77. Η ελάχιστη

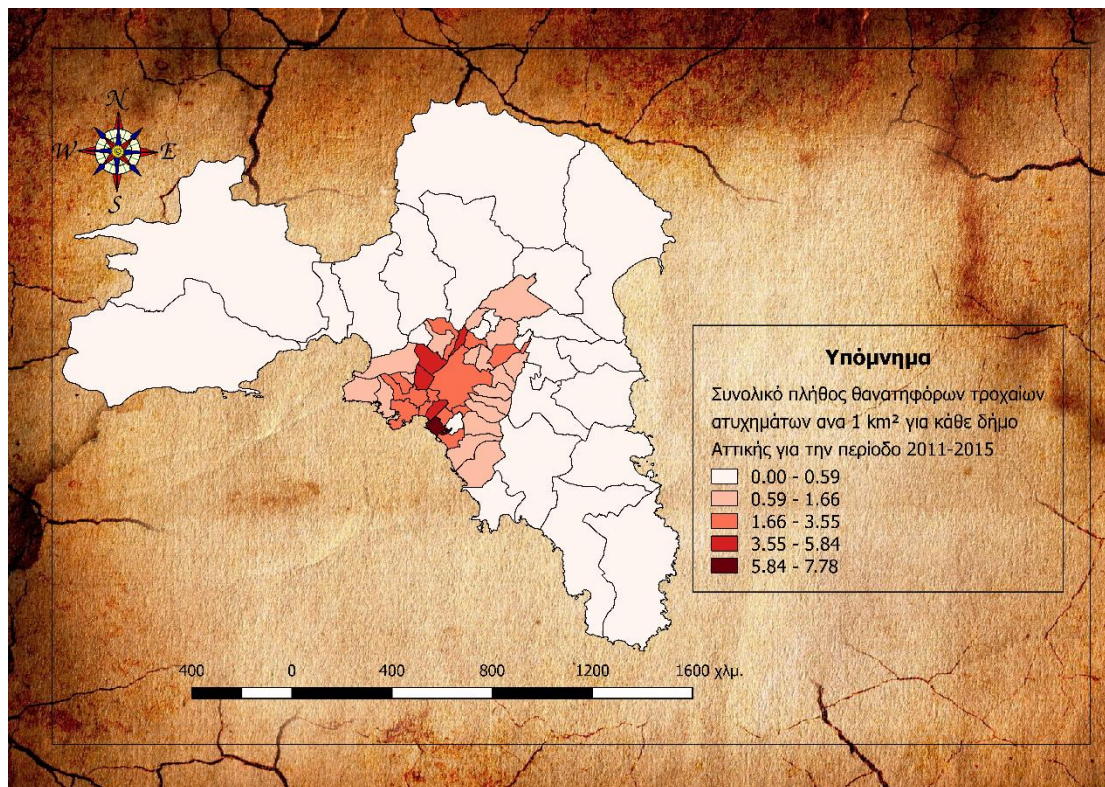
σημειώθηκε το 2011 ενώ η μέγιστη το 2013. Επίσης, το Αιγάλεω παρουσιάζει την υψηλότερη τιμή για το 2011 (1.38), αρκετά υψηλή για το 2012 (1.23) αλλά τα υπόλοιπα έτη μειώνονται αισθητά οι τιμές του. Για το 2012 και 2013 υψηλές τιμές έχει ο δήμος Καλλιθέας (1.51 και για τα δύο έτη) ενώ ο δήμος Περιστερίου για το 2012 και 2015 (1.50 και 1.31 αντίστοιχα). Επίσης, η Νέα Φιλαδέλφεια και ο Κορυδαλλός έχουν υψηλές τιμές για το 2014 (1.42) και για το 2015 (1.55). Αντιθέτως, υπάρχουν αρκετοί νομοί στους οποίους δεν παρουσιάζεται πρόβλημα. Είναι οι ίδιοι με τους προαναφερθέντες από τον παραπάνω χάρτη με τη διαφορά ότι έχουν προστεθεί οι περιφερειακοί δήμοι όπως Ωρωπός, Μέγαρα, Σαρωνικός και άλλοι οι οποίοι παρουσιάζονταν ως προβληματικοί πριν. Όσον αφορά στις διαχρονικές μεταβολές των τιμών του Παλαιού Φαλήρου πρέπει να υπογραμμιστεί η ραγδαία αύξηση της κατά 167% για τη διετία 2011-2012 αλλά και αυτή κατά 57% για τη διετία 2014-2015.

Χάρτης 4.45 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σταθμισμένο με την έκταση του κάθε δήμου Αττικής για το διάστημα 2011-2015 ανά έτος



Επίσης, πρέπει να τονιστούν οι μειώσεις στην τιμή της Καλλιθέας κατά 1/3 και 1/5 για τις διαιτίες 2013-2014 και 2014-2015 αντίστοιχα. Ακόμα, ο δήμος Περιστερίου αύξησε την τιμή του κατά 60% τη διαιτία 2011-2012 ενώ την αμέσως επόμενη τη μείωσε κατά 57% και τέλος σημείωσε αλματώδη αύξηση κατά 178% για τη διαιτία 2014-2015. Αξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι πολλοί νομοί παρουσιάζουν υψηλές μεταβολές οι οποίες οφείλονται στις μικρές τιμές που έχουν και δεν χρίζουν ιδιαίτερης προσοχής. Στον παρακάτω χάρτη 4.46 παρουσιάζεται μία σύνοψη του προηγούμενου χάρτη η οποία είναι χρήσιμη ώστε να μελετηθεί το πρόβλημα συνολικά. Οι περιφερειακοί δήμοι έχουν χαμηλές τιμές σε αντίθεση με τους δήμους που βρίσκονται κεντρικά. Πρόκειται ουσιαστικά για τρεις ζώνες όπου η πρώτη απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα και έχει υψηλές τιμές, η δεύτερη είναι εξωτερική της προηγούμενης, έχει χαμηλότερες τιμές και παρουσιάζεται με πιο ανοιχτές αποχρώσεις και τέλος η τρίτη ζώνη που βρίσκεται στην περιφέρεια της Αττικής, απεικονίζεται με πολύ ανοιχτές αποχρώσεις και έχει πολύ χαμηλές τιμές. Ακόμα, πρέπει να επισημανθεί ότι η στάθμιση αποτέλεσε το κλειδί για αυτή τη διαφορετική έκφανση του προβλήματος η οποία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τον μελετητή.

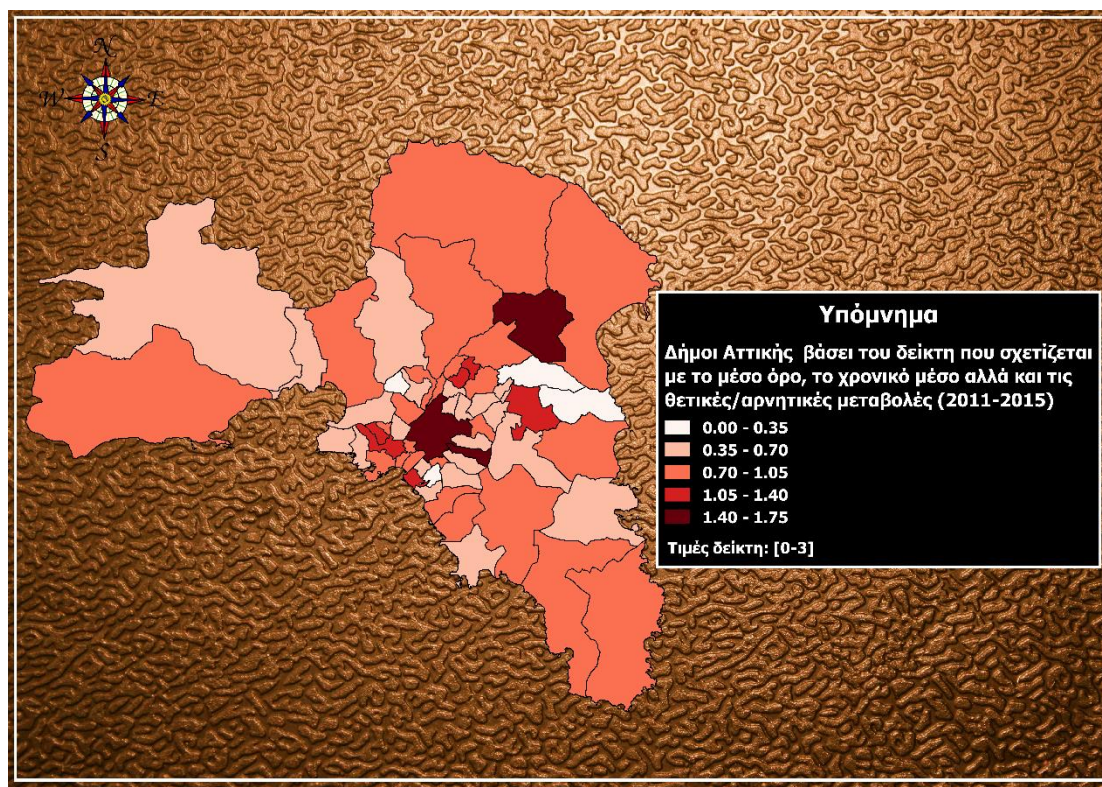
Χάρτης 4.46 Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το διάστημα 2011-2015 σταθμισμένο με την έκταση του κάθε δήμου Αττικής



Έπειτα, υπολογίστηκε ο κανονικοποιημένος δείκτης που προκύπτει από το άθροισμα τριών επιμέρους κανονικοποιημένων και είχε εφαρμοστεί και για τους νομούς. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε είναι ίδια (βλέπε παραπάνω). Τα αποτελέσματα της παρατίθενται στον παρακάτω χάρτη 4.47. Την υψηλότερη τιμή του δείκτη κατέχει ο δήμος Καισαριανής (1.75), ακολουθεί ο δήμος Αθηναίων (1.63) και ύστερα ο δήμος Διονύσου με τιμή 1.60. Πρέπει να τονιστεί ότι το πρόβλημα δεν εμφανίζει μεγάλη

οξύτητα καθώς μόλις τρεις δήμοι έχουν μόνο τιμή μεγαλύτερη από 1.5 και η μέγιστη οξύτητα αντιπροσωπεύεται με 3. Αντίθετα, οι δήμοι με τις μικρότερες τιμές του δείκτη κατά αύξουσα σειρά είναι Πεντέλη, Πετρούπολη, Ραφήνα, Άγιος Δημήτριος και οι τιμές του δείκτη είναι 0.00, 0.06, 0.22 και 0.24 αντίστοιχα. Οι δήμοι Καισαριανής και Διονύσου έχουν λάβει τη μέγιστη τιμή από τον τρίτο επιμέρους κανονικοποιημένο δείκτη γι' αυτό έχουν μεγάλη τιμή συνολικού δείκτη. Δηλαδή, έχουν το μέγιστο λόγο θετικών προς αρνητικών μεταβολών για την περίοδο μελέτης. Επειδή, πολλοί δήμοι, οι οποίοι έχουν ελάχιστα περιστατικά τα οποία δεν είναι κατανεμημένα στο χρονικό διάστημα των πέντε ετών αλλά συγκεντρωμένα στο 2015, παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές στο δεύτερο κανονικοποιημένο δείκτη. Ωστόσο, αυτή η αυξημένη βαρύτητα που δίνεται δεν ανταποκρίνεται σε μεγάλο βαθμό στην πραγματικότητα. Συνεπώς, γίνεται κατανοητό ότι ο συγκεκριμένος δείκτης στην παρούσα περίπτωση δε λειτούργησε τέλεια, δηλαδή δε ήταν ικανός να αναδείξει με σιγουριά τους δήμους που έχουν οξύ πρόβλημα αλλά τουλάχιστον έδωσε μια διαφορετική προσέγγιση του προβλήματος για τους δήμους της Αττικής η οποία συνδύαζε διάφορες παραμέτρους.

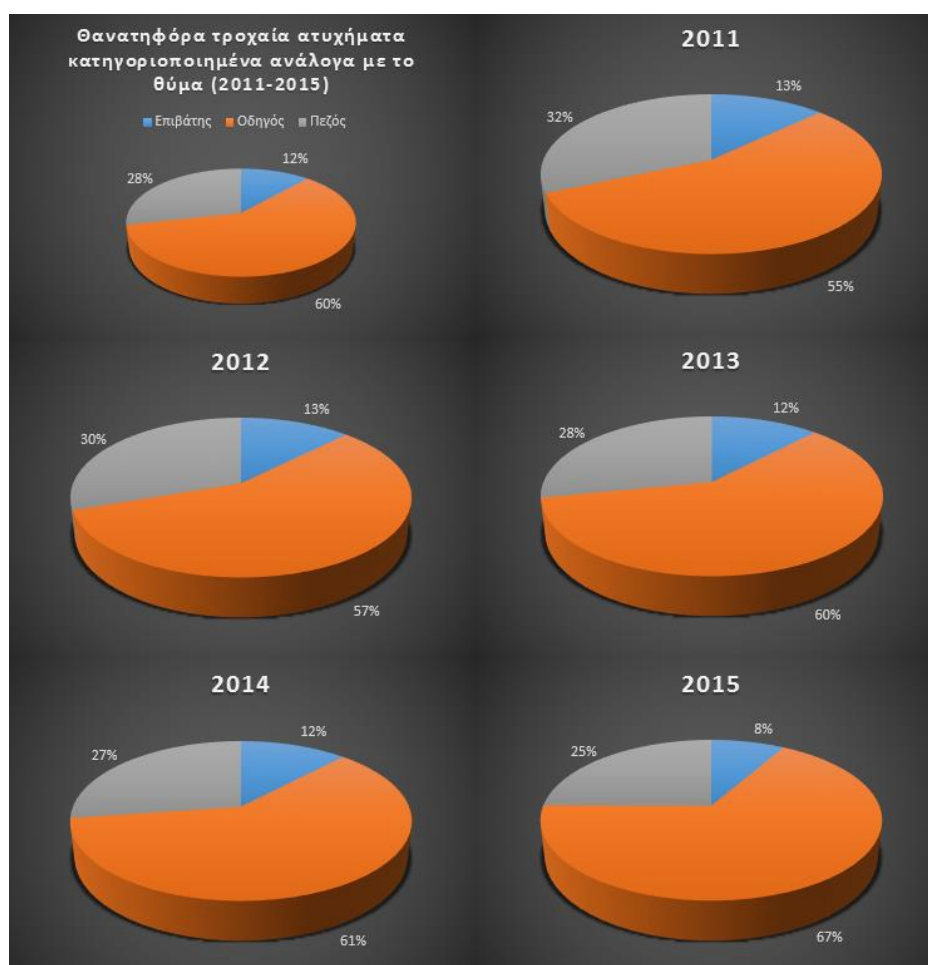
Χάρτης 4.47 Οι δήμοι της Αττικής κατηγοριοποιημένοι με έναν δείκτη που σχετίζεται ισόποσα με το μέσο όρο, το χρονικό μέσο και το λόγο θετικών προς αρνητικών μεταβολών των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για την περίοδο 2011-2015



4.4.2 Ανάλυση βάσει του είδους του θύματος

Μετά την περάτωση της μη κατηγοριοποιημένης ανάλυσης του προβλήματος, τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για το νομό Αττικής θα μελετηθούν βάσει του είδους του θύματος δηλαδή αν ήταν οδηγός, πεζός ή επιβάτης. Το **Διάγραμμα 4.11** παρουσιάζει τα ποσοστά της κάθε κατηγορίας για κάθε έτος της περιόδου μελέτης αλλά και συνολικά (το πάνω αριστερά διάγραμμα). Περίπου 6 στα 10 θύματα από

θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα είναι οδηγοί, σχεδόν 3 οδηγοί και 1 πεζός. Ωστόσο, τα ποσοστά κάθε κατηγορίας δεν είναι σταθερά και μεταβάλλονται από έτος σε έτος. Τη μεγαλύτερη τυπική απόκλιση παρουσιάζει η κατηγορία οδηγός και οι τιμές της κυμαίνονται από 55% έως και 66%. Αντιθέτως, τη μικρότερη τυπική απόκλιση έχει ο επιβάτης και οι τιμές του κυμαίνονται στο διάστημα 8-13%. Επίσης, είναι σημαντικό να τονιστεί η αύξηση κατά 20% που σημείωσε η κατηγορία οδηγός τη διετία 2014-2015 αλλά και η μείωση κατά 31% για τον επιβάτη την ίδια διετία. Οι μεταβολές των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα πεζό έχουν αρνητικό πρόσημο κάθε διετία αλλά δεν ξεπερνούν το 9%. Ακόμα, είναι σημαντικό να γίνει σύγκριση αυτών των αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα για όλη την Ελλάδα (βλέπε Διάγραμμα 4.1). Παρατηρείται ότι το συνολικό ποσοστό για την κατηγορία του οδηγού στην Αττική

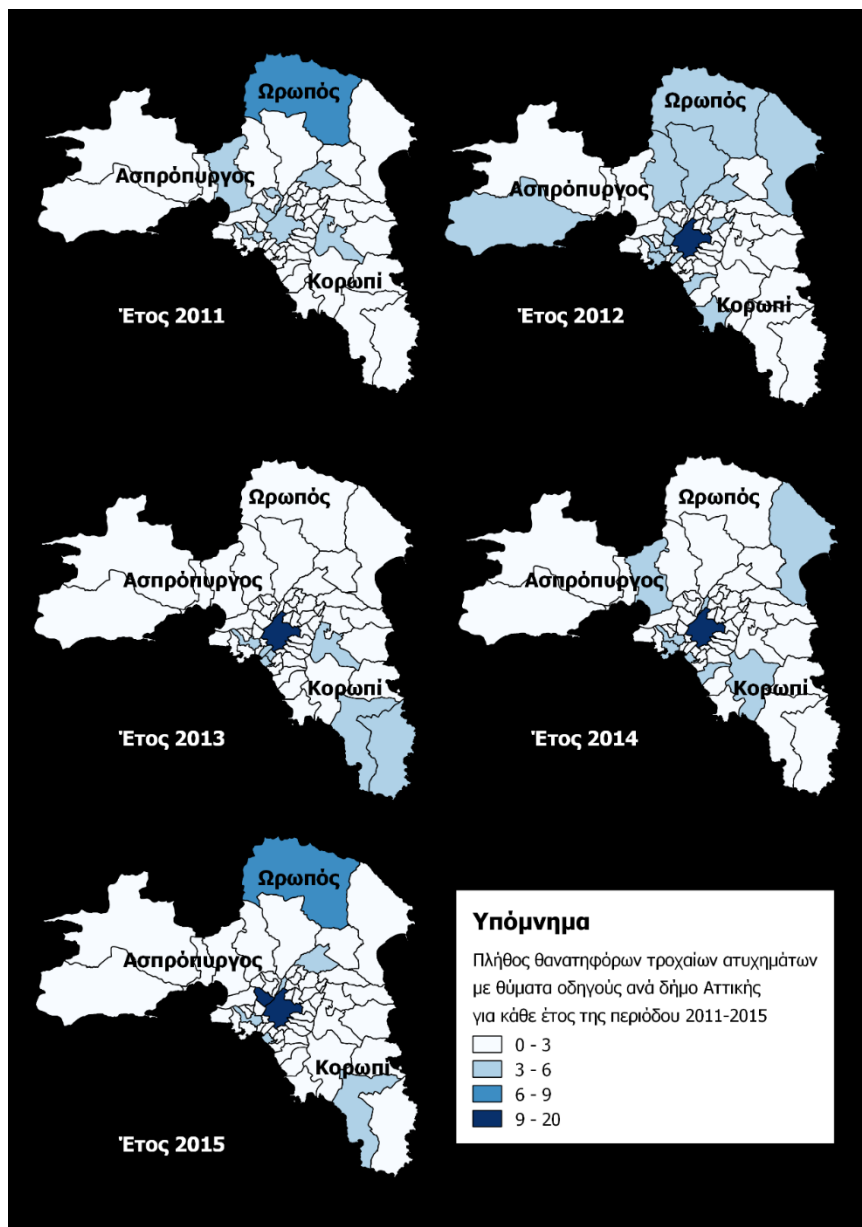


Διάγραμμα 4.11 Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος για το νομό Αττικής

είναι κατά 10% λιγότερο σε σχέση με το σύνολο της χώρας ενώ για τον πεζό είναι 10% μεγαλύτερο. Ωστόσο, το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανάλογα με το είδος του θύματος ανά δήμο θα δείξει τον τρόπο με τον οποίο κατανέμεται το φαινόμενο χωρικά σε όλη την Αττική. Γι' αυτό το λόγο υλοποιήθηκαν οι παρακάτω χάρτες. Ο **Χάρτης 4.48** παρουσιάζει τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα στα οποία το θύμα ήταν οδηγός ανά έτος. Είναι ξεκάθαρο ότι ο δήμος των Αθηναίων κυριαρχεί όλα τα έτη εκτός από το έτος 2011 και 2015. Το πλήθος των θυμάτων-οδηγών του

κυμαίνεται από 4 έως 19 τα οποία σημειώθηκαν το 2011 και 2013 αντίστοιχα. Το 2011 ο κυρίαρχος δήμος είναι ο Ωρωπός με 9 περιστατικά ενώ ακολουθεί ο δήμος Κηφισιάς και Παιανίας με 6. Το 2015 ο δήμος Περιστερίου συγκεντρώνει το μεγαλύτερο αριθμό συμβάντων (12) και ακολουθεί ο δήμος Αθηναίων με 11. Για το δήμο Περιστερίου είναι να σημαντικό να υπογραμμιστεί η αλματώδης αύξηση των περιστατικών του κατά

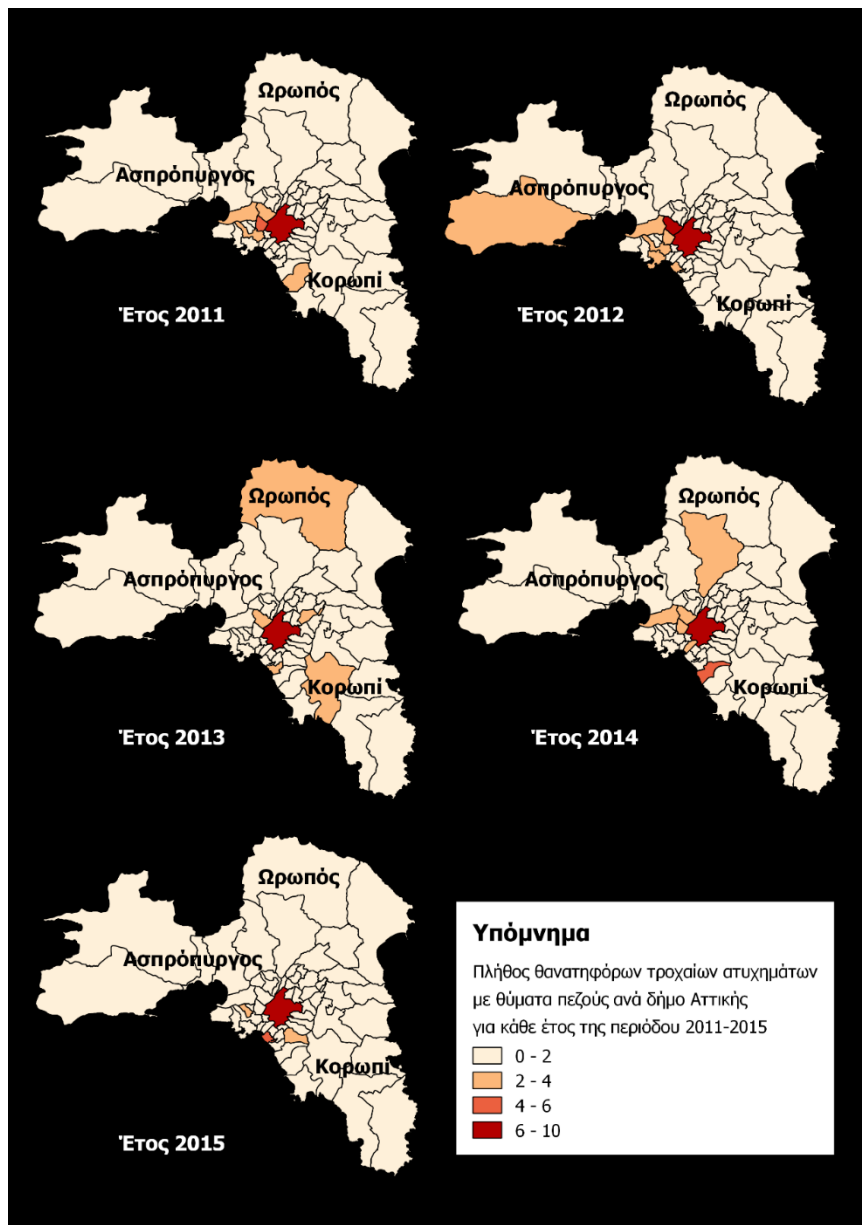
Χάρτης 4.48 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύματα οδηγούς ανά δήμο Αττικής ανά έτος για την περίοδο 2011-2015



τη διετία 2014-2015 (από 2 περιστατικά σε 12). Για το 2013 υψηλές τιμές παρουσιάζει η Νίκαια, ενώ το Παλαιό Φάληρο έχει υψηλές τιμές μόνο τα έτη 2013, 2014 και 2015. Όσον αφορά στον Ωρωπό σημειώνει υψηλές τιμές μόνο τα έτη 2011 και 2015 ενώ τα υπόλοιπα οι τιμές του είναι κατά πολύ μειωμένες. Εν αντιθέσει οι δήμοι με λίγα περιστατικά όπου το θύμα ήταν οδηγός είναι εκτός που αυτούς που αναφέρθηκαν [παραπάνω](#) και οι ακόλουθοι: Παλλήνη, Μαρούσι και Γαλάτσι. Στη συνέχεια ο **Χάρτης**

4.49 παραθέτει τα ίδια με τον προηγούμενο με τη μόνη διαφορά ότι το θύμα είναι πεζός. Σε αυτή την κατηγοριοποίηση κυριαρχεί ο δήμος Αθηναίων με σημαντική διαφορά σε σχέση με τους υπόλοιπους. Επίσης, άξια μνείας είναι η πολύ μικρή τυπική απόκλιση

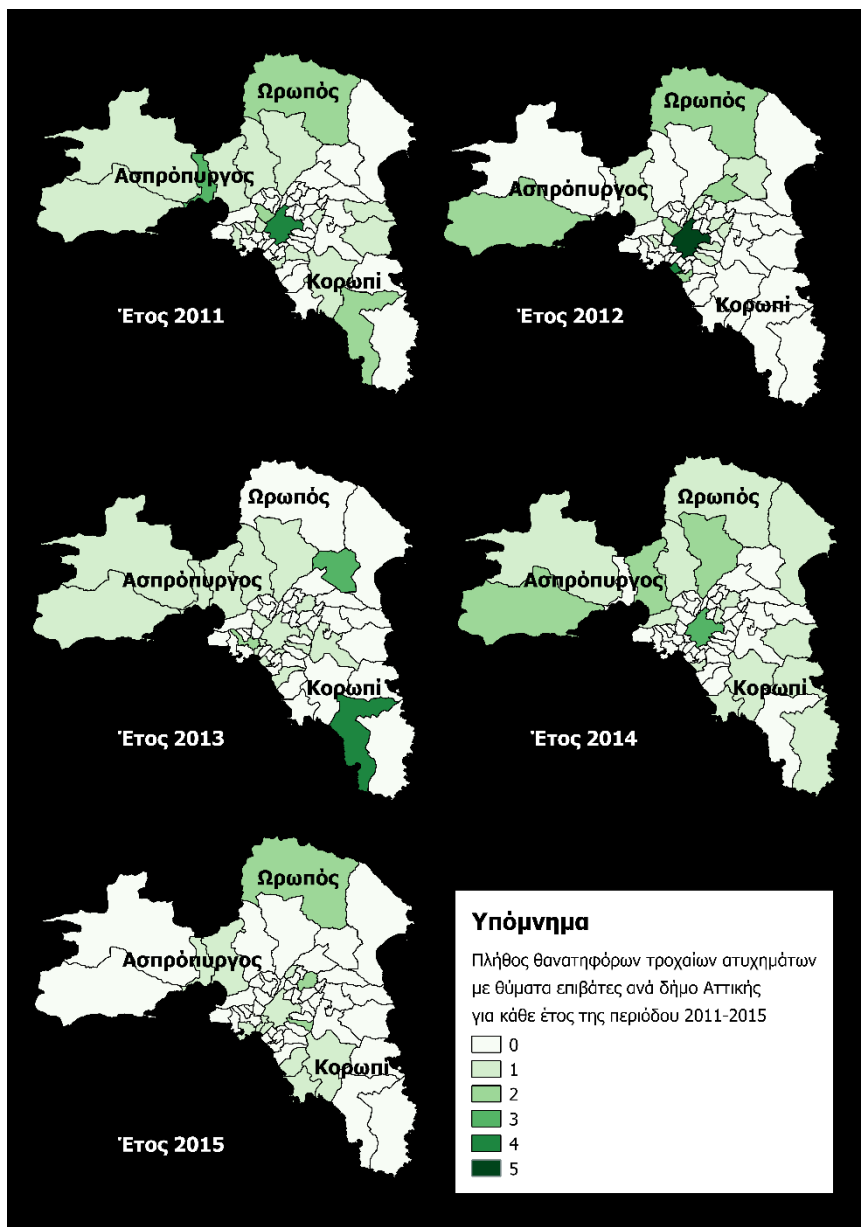
Χάρτης 4.49 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύματα πεζούς ανά δήμο Αττικής ανά έτος για την περίοδο 2011-2015



που έχει σε σχέση με την αντίστοιχη όπου το θύμα ήταν οδηγός. Ακόμα, το Αιγάλεω και το Χαϊδάρι παρουσιάζουν σχετικά υψηλές τιμές για το 2011 και 2012 ενώ τα υπόλοιπα έτη φθίνουν. Επιπλέον, οι δήμοι Παλαιού Φαλήρου και Κορυδαλλού έχουν σχετικά υψηλές τιμές μόνο για το 2015 και όχι για τα άλλα έτη. Τέλος, το Περιστερί έχει αυξημένο πλήθος θυμάτων-πεζών (8) μόνο το 2012 γι' αυτό απεικονίζεται με κόκκινο χρώμα στο σχετικό χάρτη. Ο παρακάτω χάρτης 4.50 είναι ίδιος με τους δύο προηγούμενους με τη διαφορά ότι το θύμα είναι επιβάτης. Εδώ οι τιμές που λαμβάνει ο κάθε δήμος κυμαίνονται από 0 έως και 5. Ο δήμος Αθηναίων έχει υψηλές τιμές τα έτη 2011, 2012 και 2014 ενώ το 2013 κυριαρχεί ο Σαρωνικός. Το 2015 σε κανένα δήμο

δε συνέβησαν παραπάνω από 2 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα τον επιβάτη. Επίσης, πρέπει να τονιστεί και η υψηλή τιμή που έχει το Παλαιό Φάληρο εν έτει 2012 σε αντίθεση με τα άλλα έτη. Επειδή τα θύματα που έχουν την ιδιότητα του επιβάτη αποτελούν πολύ μικρό μέρος του συνόλου σε σχέση με τις άλλες δύο κατηγοριοποιήσεις (οδηγός και πεζός), η συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση δεν έχει

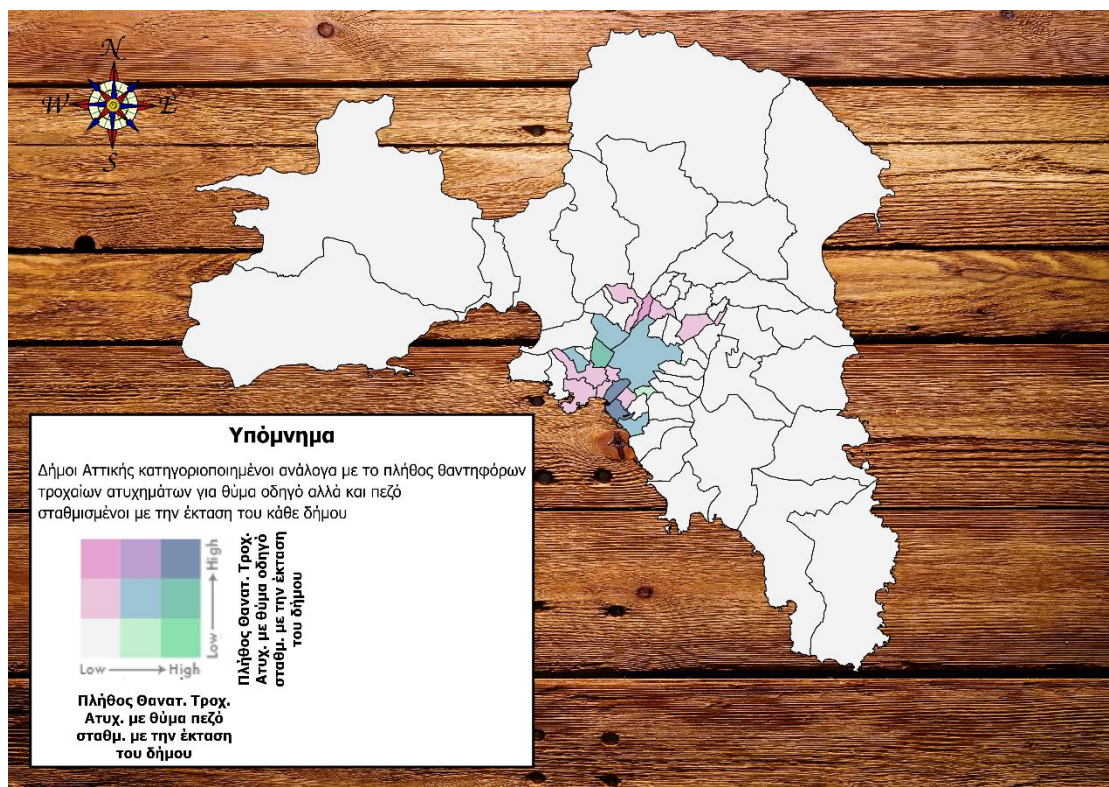
Χάρτης 4.50 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύματα πεζούς ανά δήμο Αττικής ανά έτος για την περίοδο 2011-2015



ιδιαίτερο ενδιαφέρον συγκρινόμενη με τις άλλες δύο. Στη συνέχεια ακολουθεί ο παρακάτω χάρτης 4.51 ο οποίος είναι δι-μεταβλητός με πρώτη μεταβλητή το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα οδηγό για το διάστημα 2011-2015 ανά δήμο της Αττικής και δεύτερη ίδια με την πρώτη αλλά το θύμα είναι πεζός και οι δύο σταθμισμένες με την έκταση του δήμου. Ο τρόπος ερμηνείας του συγκεκριμένου χάρτη είναι ίδιος με τον αντίστοιχο που χρησιμοποιήθηκε για τους

νομούς (βλέπε παραπάνω). Παρατηρείται ότι οι νομοί που αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα δηλαδή σε αυτούς που συμβαίνουν πολλά περιστατικά με θύμα τον οδηγό αλλά και τον πεζό είναι η Καλλιθέα και το Παλαιό Φάληρο. Το αποτέλεσμα αυτό είναι διαφορετικό από αυτό των προηγούμενων χαρτών όπου κυριαρχούσε ο δήμος Αθηναίων και αυτό οφείλεται στη στάθμιση των συμβάντων με την έκταση του κάθε δήμου. Επίσης, το Αιγάλεω παρουσιάζει πολλά περιστατικά με θύμα πεζό και σχετικά πολλά με θύμα οδηγό. Κάποιοι άλλοι δήμοι οι οποίοι εντάσσονται στην κλάση B2 και έχουν σχετικά υψηλά ποσοστά και για τα δύο είδη θύματος είναι: Αθηναίων, Αλίμου, Κορυδαλλού και Περιστερίου. Ο δήμος Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνος έχει πολλά περιστατικά με θύμα οδηγό και λίγα με θύμα πεζό γι' αυτό απεικονίζεται με έντονο ροζ χρώμα (το πάνω-αριστερά τετράγωνο στην παλέτα χρωμάτων του υπομνήματος). Οι υπόλοιποι νομοί οι οποίοι είναι όλοι περιφερειακοί παρουσιάζονται με εκρού χρώμα (κλάση A1) και δεν αντιμετωπίζουν ιδιαίτερο πρόβλημα. Ουσιαστικά, το αποτέλεσμα που προκύπτει δείχνει ότι όσο πιο μακριά από το κέντρο βρίσκεται ο δήμος, τόσο λιγότερη ένταση παρουσιάζει το φαινόμενο που μελετάται.

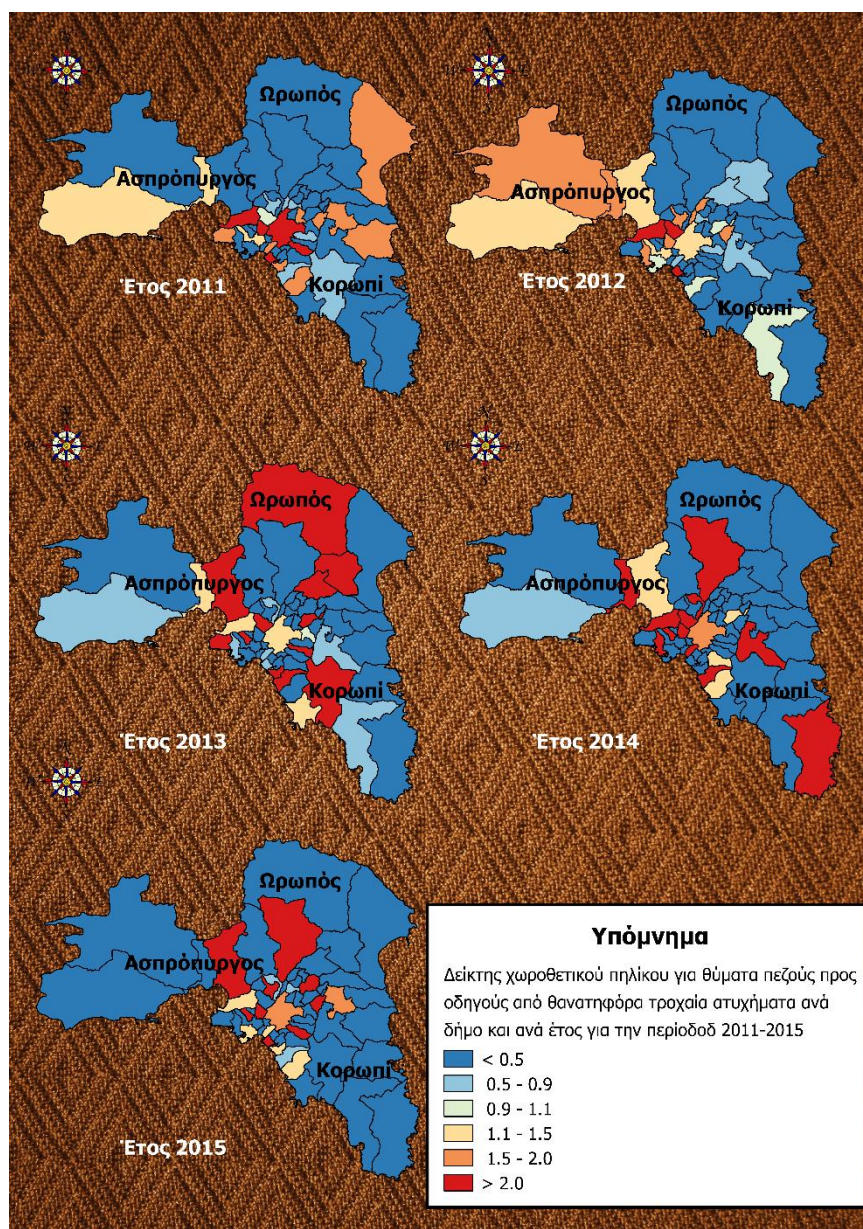
Χάρτης 4.51 Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα τον οδηγό και τον πεζό αντίστοιχα σταθμισμένο με την έκταση του δήμου για την περίοδο 2011-2015



Έπειτα, προσδιορίστηκε το χωροθετικό πηλίκο για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύματα πεζούς προς τα αντίστοιχα με θύματα οδηγούς ανά δήμο της Αττικής για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015 το οποίο δείχνει το κατά πόσο αποκλίνει η τιμή του συγκεκριμένου μεγέθους σε κάθε δήμο σε σχέση με το σύνολο της Αττικής. Σύμφωνα με τον παρακάτω χάρτη 4.52 οι δήμοι που είναι αντιπροσωπευτικοί για την Αττική, δηλαδή ο λόγος θυμάτων-πεζών προς θύματα-

οδηγούς για το σύνολο της Αττικής είναι ίδιος (ή σχεδόν ίδιος) με το συγκεκριμένο δήμο είναι για το 2011, ο δήμος Περιστερίου ενώ για το 2012 οι δήμοι Ελληνικού-Αργυρούπολης, Πειραιώς, Σαρωνικού και Χαλανδρίου. Για το έτος 2013 είναι ο δήμος Παπάγου ενώ για το 2015 οι δήμοι Αγίων Αναργύρων-Καματερού, Ελληνικού-Αργυρούπολης και Νέας Ιωνίας. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι δεν υπάρχει κανένας αντιπροσωπευτικός δήμος για το έτος 2014.

Χάρτης 4.52 Διαχρονική εξέλιξη του χωροθετικού πηλίκου για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύματα πεζούς προς οδηγούς ανά δήμο της Αττικής για το διάστημα 2011-2015



Επιπρόσθετα, για το 2011 οι δήμοι που έχουν χωροθετικό πηλίκo μεγαλύτερο από το 2.5 είναι με φθίνουσα σειρά οι ακόλουθοι: Αθηναίων, Βύρωνος, Παλαιού Φαλήρου, Αιγάλεω και Χαϊδαρίου ενώ για το 2012 είναι Παλαιού Φαλήρου, Χαλανδρίου και Περιστερίου πάλι σε φθίνουσα σειρά κατάταξης. Όσον αφορά στο έτος 2013 οι δήμοι που η τιμή του λόγου θύματα-πεζοί προς θύματα-οδηγοί είναι

τουλάχιστον μεγαλύτερη κατά δύομισι φορές από την αντίστοιχη της Αττικής είναι Αλίμου, Ελληνικού-Αργυρούπολης, Κρωπίας και Ωρωπού. Για το 2014 οι δήμοι που ικανοποιούν την προηγούμενη προϋπόθεση είναι σε φθίνουσα σειρά Αχαρνών, Περιστερίου, Χαϊδαρίου, Καλλιθέας και Ελληνικού-Αργυρούπολης. Τέλος, για το 2015 πολύ υψηλές τιμές έχουν οι Αχαρνές, το Αιγάλεω και το Ίλιον. Ακόμα, ένα άλλο σημείο που πρέπει να τονιστεί είναι ότι μόνο οι δήμοι Αθηνών και Χαϊδαρίου έχουν χωροθετικό πηλίκο μεγαλύτερο από 1.1 για κάθε χρόνο της περιόδου μελέτης και επίσης οι δήμοι Αχαρνών, Αλίμου και Παλαιού Φαλήρου παρουσιάζουν υψηλές τυπικές αποκλίσεις.

Στο επόμενο κομμάτι της παρούσας εργασίας χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ανάλυσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα έτσι ώστε να προσδιοριστεί το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα κάθε έτους αφού έχει προηγηθεί η κατηγοριοποίηση τους βάσει της ιδιότητας του αποθανόντος. Τα αποτελέσματα της παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.16. Παρατηρείται ότι οι κατηγορίες οδηγού και πεζού έχουν συγκεντρωμένο πρότυπο για όλα τα έτη της περιόδου μελέτης. Αναλυτικότερα, όταν η τιμή του δείκτη (ratio) είναι κοντά στη μονάδα το χωρικό πρότυπο είναι τυχαίο (random), όσο πλησιάζει στο 2.149 τόσο πιο πολύ ομοιόμορφο (uniform) και τέλος όσο πλησιάζει στο 0 τόσο πιο πολύ συγκεντρωμένο (clustered). Επίσης, για να υπάρχει συγκέντρωση πρέπει η τιμή του z-score να είναι υψηλή αρνητική και η τιμή p-value να είναι πολύ μικρή. Οι τιμές z-score και p-value δείχνουν αν μπορεί να απορριφθεί η μηδενική υπόθεση και κατά πόσο είναι πιθανό η κατανομή να έχει προκύψει με τυχαίο τρόπο. Αντίθετα, τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα τον επιβάτη για όλα τα έτη εκτός από το 2012 έχουν τυχαίο πρότυπο. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα τον οδηγό και τον πεζό έχουν μέση τιμή του δείκτη 0.5447 και 0.7183 αντίστοιχα και ακόμα οι τυπικές αποκλίσεις τους είναι πολύ μικρές. Ακόμα, σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι τα περιστατικά με θύμα οδηγό έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σχέση με αυτά με θύμα πεζό.

Ακολούθως, υπολογίστηκαν οι χωρικοί μέσοι για τα συμβάντα της Αττικής με θύμα οδηγό αλλά και πεζό για κάθε έτος της περιόδου μελέτης αλλά και οι σχετικές ελλείψεις τυπικού σφάλματος τα οποία παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη 4.53. Οι χωρικοί μέσοι για τους οδηγούς όλων των ετών βρίσκονται στο δήμο Αθηναίων και βρίσκονται σε πολύ κοντινές αποστάσεις μεταξύ τους. Όσον αφορά στη διαχρονική μεταβολή τους, ο χωρικός μέσος μετατοπίστηκε ελάχιστα ανατολικά το έτος 2012, το έτος 2013 σε μεγαλύτερο βαθμό νότια, έπειτα βορειοδυτικά το 2014 και τέλος βορειοανατολικά σε για το 2015. Επίσης, όλες οι ελλείψεις εκτός από αυτή για το 2012 έχουν προσανατολισμό βορειοδυτικό-νοτιοανατολικό γεγονός που δείχνει τον τρόπο που έχουν κατανεμηθεί τα περιστατικά για κάθε έτος. Η έλλειψη του 2012 έχει προσανατολισμό βορειοανατολικό-νοτιοδυτικό. Οι χωρικοί μέσοι των περιστατικών με θύμα πεζό δεν είναι τόσο συγκεντρωμένοι όσο οι προηγούμενοι. Πρέπει να αναφερθεί ότι ο χωρικός μέσος του 2014 βρίσκεται σχετικά μακριά σε σχέση με τους υπόλοιπους. Ακόμα, οι ελλείψεις του 2011 και 2012 έχουν προσανατολισμό ανατολή-

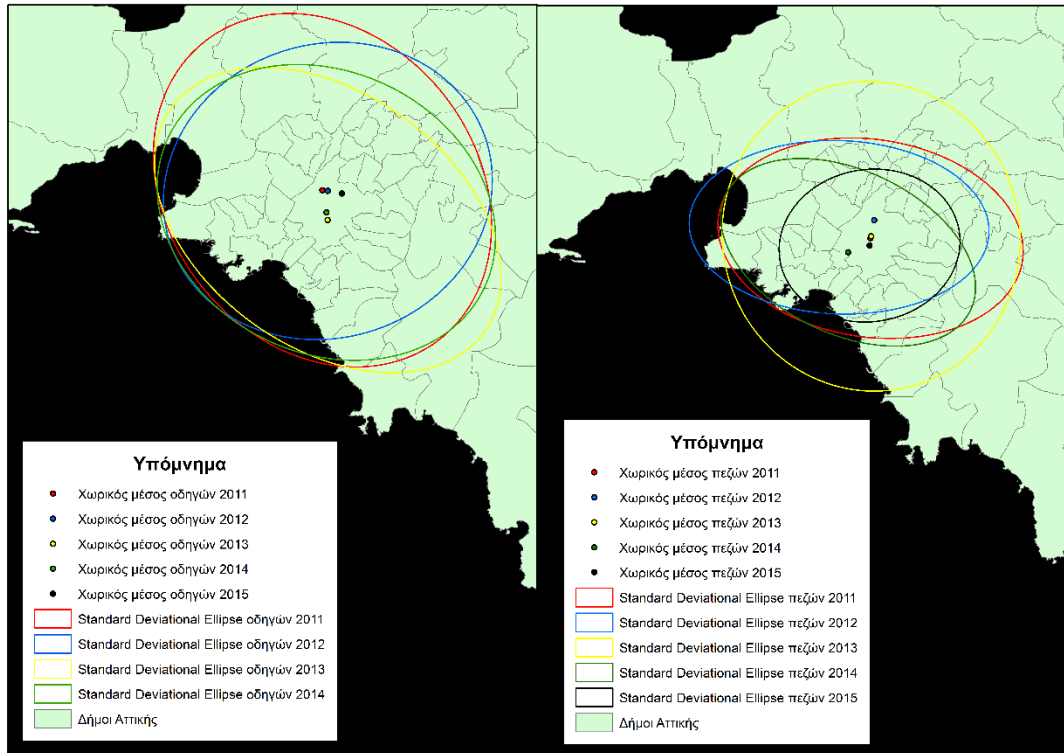
δύση και είναι σχετικά συμπιεσμένες δηλαδή ο μικρός τους άξονας είναι αρκετά μικρός.

Πίνακας 4.16 Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης

Year	category	pattern	Ratio	z-score	p-value
2011	passenger	random	1,0739	0,7345	0,4626
	driver	clustered	0,6098	-8,1088	0,0000
	pedestrian	clustered	0,6647	-5,2115	0,0000
2012	passenger	clustered	0,4998	-5,0637	0,0000
	driver	clustered	0,5228	-10,3278	0,0000
	pedestrian	clustered	0,7020	-4,7008	0,0000
2013	passenger	random	0,8485	-1,4488	0,1474
	driver	clustered	0,5197	-10,2314	0,0000
	pedestrian	clustered	0,7137	-4,1714	0,0000
2014	passenger	random	1,1836	1,6477	0,0994
	driver	clustered	0,5657	-8,5538	0,0000
	pedestrian	clustered	0,7939	-2,7876	0,0053
2015	passenger	random	0,9089	-0,6968	0,4859
	driver	clustered	0,5057	-10,7413	0,0000
	pedestrian	clustered	0,7172	-3,7869	0,0002

Η έλλειψη του 2013 για τους πεζούς θυμίζει περισσότερο κύκλο ενώ του 2014 έχει ίδιο προσανατολισμό με τις δύο προηγούμενες αλλά καταλαμβάνει μικρότερη έκταση. Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητός ο τρόπος κατανομής των συμβάντων αλλά και η διασπορά τους στο χώρο. Τέλος, η έλλειψη το 2015 είναι πολύ μικρή και ο μικρός με τον μεγάλο άξονα της έχουν σχεδόν το ίδιο μήκος και έτσι δεν είναι ευδιάκριτος κάποιος προσανατολισμός. Από αυτό συμπεραίνεται ότι το 2015 αυξήθηκε η συγκέντρωση των συγκεκριμένων περιστατικών και επίσης εξαλείφθηκε ο προαναφερθέν προσανατολισμός με τον οποίο ήταν κατανεμημένα. Επίσης, είναι χρήσιμο να γίνει σύγκριση των ελλείψεων των δύο κατηγοριών από την οποία προκύπτει εύκολα και οπτικά ότι τα συμβάντα με θύμα οδηγό έχουν μεγαλύτερη διασπορά σε σχέση με αυτά με θύμα πεζό.

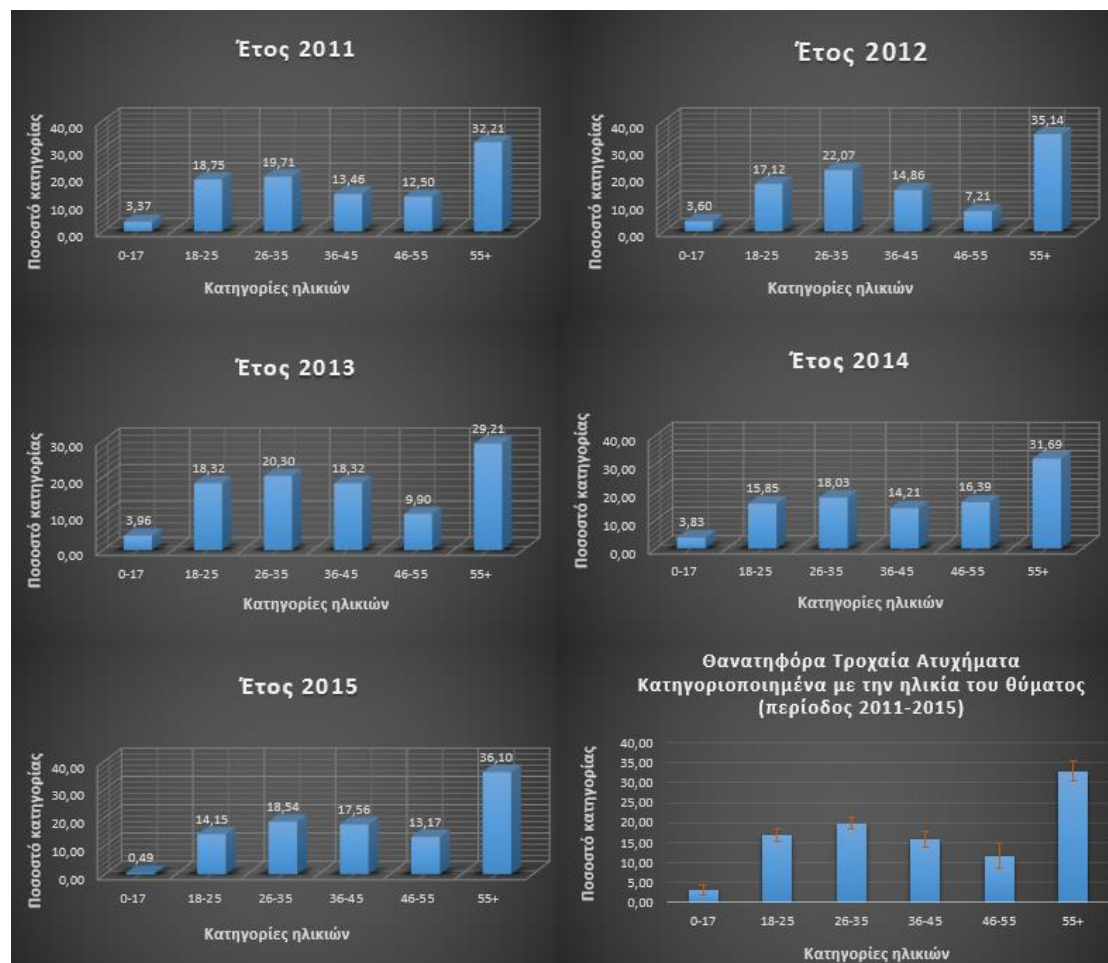
Χάρτης 4.53 Χωρικοί μέσοι και ελλείψεις τυπικού σφάλματος για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα οδηγό και πεζό για κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2011-2015



4.4.3 Ανάλυση βάσει της ηλικίας του θύματος

Η επόμενη κατηγοριοποίηση που μελετήθηκε ήταν η ηλικία του θύματος η οποία όπως έχει αναφερθεί είναι χωρισμένοι σε έξι κλάσεις. Η διαχρονική μεταβολή των ποσοστών σύμφωνα με αυτή την κατηγοριοποίηση παρουσιάζεται αναλυτικά στο παρακάτω διάγραμμα 4.12 όπου είναι ξεκάθαρο ότι τα θύματα ηλικίας μεγαλύτερης από 55 χρονών είναι περισσότερα σε σχέση με τις άλλες ηλικίες και το μέσο ποσοστό τους είναι 32.94%. Ωστόσο, η συγκεκριμένη κατηγορία περιστατικών παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση σε σχέση με τους υπόλοιπους και τα ποσοστά της κυμαίνονται από 29.21% έως και 36.10% τα οποία σημειώθηκαν τα έτη 2013 και 2015 αντίστοιχα. Ύστερα, ακολουθεί η ηλικιακή ομάδα 26-35 με μέσο ποσοστό που προσεγγίζει το 20% ενώ το μέγιστο ποσοστό της είναι 22.07% και σημειώθηκε το έτος 2012. Όσον αφορά στις διαχρονικές μεταβολές των ποσοστών της κατηγορίας της ηλικίας 55+ ξεχωρίζει η μείωση κατά 17% τη διετία 2012-2013 αλλά και η αύξηση κατά 14% τη διετία 2014-2015. Η λιγότερη σταθερή στα ποσοστά της είναι η κατηγορία ηλικίας 46-55 γι' αυτό έχει τη μεγαλύτερη τυπική απόκλιση όπως φαίνεται στο κάτω δεξιά διάγραμμα. Αναλυτικότερα, οι διαχρονικές μεταβολές της ξεκινώντας από τη διετία 2011-2012 είναι οι ακόλουθες -42%, +37%, +65% και -20%. Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει σύγκριση του νομού Αττικής σε σχέση με όλη τη χώρα βάσει αυτών των κατηγοριοποιήσεων. Παρατηρείται ότι οι μέσοι όροι των ποσοστών τους σχεδόν ταυτίζονται με τις διαφορές τους να μην ξεπερνούν το 2.5% (βλέπε διάγραμμα 4.2). Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι ο επιμερισμός των θανατηφόρων τροχαίων

ατυχημάτων στην Αττική βάσει της ηλικίας των θυμάτων είναι ίδιος με αυτόν για το σύνολο της χώρας.



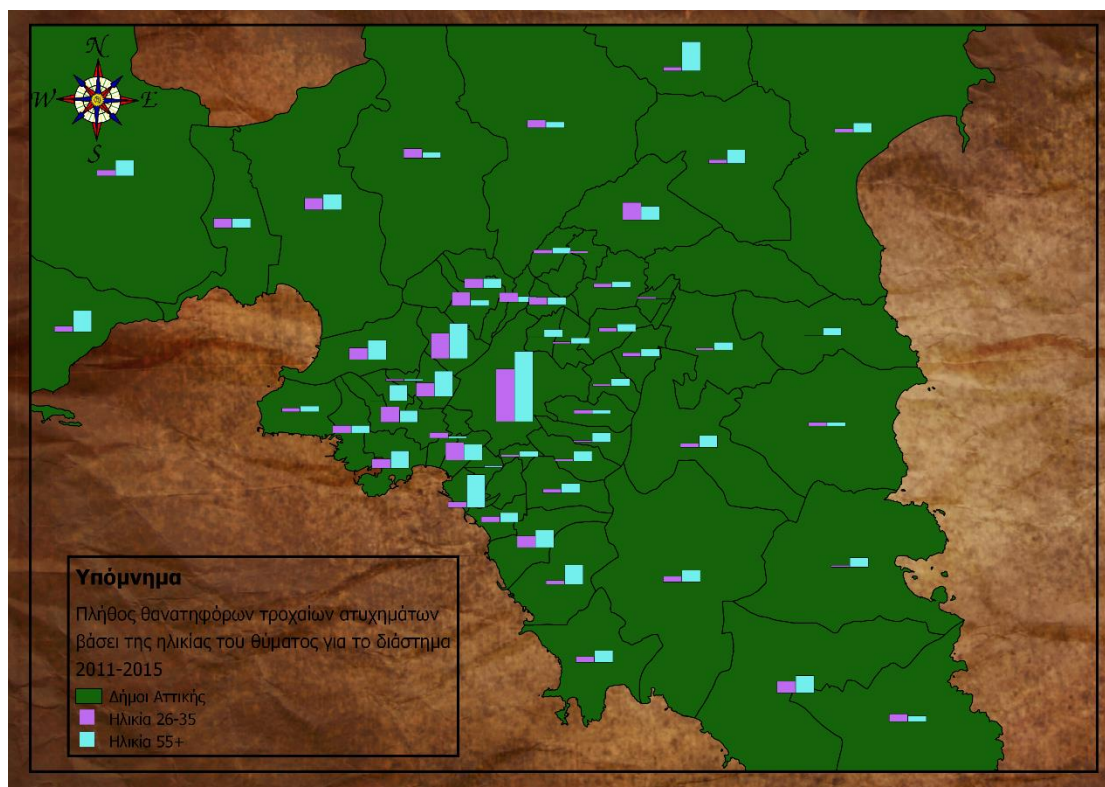
Διάγραμμα 4.12 Διαχρονική μεταβολή θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένα με την ηλικία του θύματος για το νομό Αττικής

Έπειτα, στον παρακάτω χάρτη 4.54 παρατίθεται το πλήθος των συμβάντων με θύμα ηλικίας 26-35 και 55+ για κάθε δήμο για ολόκληρη την περίοδο μελέτης. Απεικονίζονται μόνο αυτές οι δύο κατηγορίες γιατί είναι οι κυρίαρχες. Δήμοι που ξεχωρίζουν για τα πολλά θύματα ηλικίας 55+ είναι το Παλαιό Φάληρο με αναλογία 15/3 αλλά και ο Ωρωπός με 15/2 αντίστοιχα. Εν αντιθέσει, οι δήμοι στους οποίους τα θέματα ηλικίας 26-35 είναι περισσότερα είναι ελάχιστα και αυτοί είναι Κηφισιάς και Φυλής με αναλογίες 9/7 και 5/3 αντίστοιχα.

Ύστερα, προκειμένου να προσδιοριστεί το χωρικό πρότυπο των συμβάντων βάσει των προαναφερθέντων κατηγοριοποιήσεων διαχρονικά εφαρμόστηκε η μέθοδος της ανάλυσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στον πίνακα 4.17 (βλέπε παρακάτω). Η κατηγορία για ηλικία μεγαλύτερη από 55 χρονών παρουσιάζει ομαδοποιημένο πρότυπο και τα πέντε έτη μελέτης με το μέσο όρο του δείκτη να είναι 0.6603. Η μέγιστη ομαδοποίηση εμφανίζεται το έτος 2012 ενώ η μικρότερη το επόμενο έτος. Ακόμα, τα συμβάντα για θύματα ηλικίας 26-35 έχουν και αυτά ομαδοποιημένο πρότυπο εκτός από το έτος 2014. Ωστόσο, πρέπει να τονιστεί

ότι η μέση τιμή του δείκτη τους είναι 0.8070 δηλαδή αρκετά μεγαλύτερη σε σχέση με αυτή για των 55+ και η κατανομή τους είναι πιο κοντά στο τυχαίο πρότυπο. Αντιθέτως, το πρότυπο των περιστατικών με θύμα ηλικίας 0-17 είναι ομοιόμορφο και η μέγιστη τιμή του υπολογισμένου δείκτη (ratio) σημειώνεται το έτος 2014 καθώς το z-score έχει πολύ υψηλή θετική τιμή και η τιμή p-value είναι 0. Για το 2015 δεν ήταν δυνατό να εφαρμοστεί η μέθοδος για τη συγκεκριμένη κατηγοριοποίηση επειδή τα περιστατικά ήταν ελάχιστα. Όσον αφορά στη κατηγορία 18-25 το χωρικό πρότυπο της είναι τυχαίο για όλα τα έτη εκτός από το 2013 όπου είναι ομαδοποιημένο με το z-score της είναι -2.3087 και η τιμή του p-value προσεγγίζει το 0. Τέλος, πρέπει να επισημανθεί ότι η κατηγορία ηλικίας 46-55 έχει χωρικό πρότυπο που πλησιάζει το απόλυτα τυχαίο σε μεγαλύτερο βαθμό σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες (η μέση τιμή του δείκτη είναι 0.963).

Χάρτης 4.54 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για δύο κυρίαρχες ηλικιακές ομάδες του θύματος ανά δήμο Αττικής για το διάστημα 2011 έως και 2015



Οι χωρικοί μέσοι για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με θύμα ηλικίας 18-25, 26-35, 36-45 και 55+ για κάθε έτος του χρονικού διαστήματος 2011-2015 εκθέτονται στον παρακάτω χάρτη 4.55. Είναι έκδηλο ότι οι χωρικοί μέσοι για την κατηγορία 55+ έχουν τη μικρότερη διασπορά διαχρονικά και βρίσκονται εντός του δήμου Αθηναίων. Για την κατηγορία 18-25 πρέπει να υπογραμμιστεί ότι ο χωρικός μέσος του 2014 βρίσκεται έξω από το δήμο Αθηναίων σε σχέση με τα άλλα έτη γεγονός που δείχνει ότι η κατανομή των περιστατικών ήταν διαφορετική εκείνο το έτος. Ακόμα, για την κατηγορία ηλικίας 26-35 τα έτη 2014 και 2015 οι χωρικοί μέσοι είναι μετατοπισμένοι νοτιοδυτικά σε σημαντικό βαθμό σε σχέση με τους αντίστοιχους των άλλων ετών και βρίσκονται στο σύνορο των δήμων Νίκαιας και Αιγάλεω. Τα

προηγούμενα έτη οι χωρικοί μέσοι βρίσκονται εντός του δήμου Αθηναίων. Επίσης, ενδιαφέρον παρουσιάζει η διαχρονική μεταβολή του χωρικού μέσου για την κατηγορία ηλικίας 36-45. Το 2011 βρίσκεται στο δήμο Περιστερίου, έπειτα το 2012 μετατοπίζεται λίγο νοτιοανατολικά και το έτος 2013 μετατοπίζεται νότια και βρίσκεται στο δήμο Αθηναίων. Το έτος 2014 μετατοπίζεται λίγο βόρεια και το έτος 2015 μετακινείται βορειοανατολικά και βρίσκεται στα σύνορα των δήμων Αθηναίων και Γαλατσίου. Από τα παραπάνω γίνεται αντιληπτό ότι το έτος 2014 παρουσιάστηκαν αρκετές μεταβολές στους χωρικούς μέσους των προαναφερθέντων ηλικιακών κατηγοριοποιήσεων σε σχέση με τα άλλα έτη. Οι υπόλοιπες ηλικιακές κατηγορίες δεν παρουσιάζονται καθώς δεν έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Πίνακας 4.17 Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με την ηλικία του θύματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης

Year	category	pattern	Ratio	z-score	p-value
2011	0-17	dispersed	1,7811	3,9534	0,0000
	18-25	random	0,8683	-1,6135	0,1066
	26-35	clustered	0,7760	-2,7437	0,0061
	36-45	clustered	0,8197	-1,8255	0,0679
	46-55	random	1,0170	0,1658	0,8683
	55+	clustered	0,6421	-5,6038	0,0000
2012	0-17	dispersed	1,9362	5,0657	0,0000
	18-25	random	0,8611	-1,6384	0,1013
	26-35	clustered	0,7038	-3,9671	0,0000
	36-45	clustered	0,7941	-2,2623	0,0237
	46-55	random	1,1782	1,3640	0,1726
	55+	clustered	0,6011	-6,7403	0,0000
2013	0-17	clustered	0,5265	-2,5621	0,0104
	18-25	clustered	0,8016	-2,3087	0,0210
	26-35	clustered	0,8459	-1,8877	0,0591
	36-45	clustered	0,7067	-3,4130	0,0006
	46-55	random	0,8866	-0,9702	0,3320
	55+	clustered	0,8032	-2,9160	0,0035
2014	0-17	dispersed	2,0372	5,2496	0,0000
	18-25	random	1,0866	0,8612	0,3891
	26-35	random	0,9375	-0,6764	0,4988
	36-45	random	0,9744	-0,2444	0,8069
	46-55	clustered	0,8179	-1,8432	0,0653
	55+	clustered	0,6402	-5,2417	0,0000
2015	0-17	-	-	-	-
	18-25	random	0,8966	-1,0464	0,2954
	26-35	clustered	0,7718	-2,6550	0,0079
	36-45	random	0,9712	-0,3217	0,7477
	46-55	random	0,9174	-0,7575	0,4487
	55+	clustered	0,6147	-6,2113	0,0000

Χάρτης 4.55 Διαχρονική εξέλιξη των χωρικών μέσων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για διάφορες ηλικιακές κατηγορίες των θυμάτων



4.4.4 Ανάλυση βάσει του είδους οχήματος

Η επόμενη κατηγοριοποίηση που μελετήθηκε είναι το είδος του οχήματος που ενεπλάκη στο θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα. Τα είδη είναι τα ακόλουθα: δίκυκλο στα οποία δε συμπεριλαμβάνεται το ποδήλατο, ΙΧΕ, φορτηγό και όλα τα υπόλοιπα τρένο, ποδήλατο, λεωφορείο. κ.α. εντάσσονται στην κατηγορία άλλο. Στο παρακάτω διάγραμμα 4.13 παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη του φαινομένου βάσει αυτής της κατηγοριοποίησης από το οποίο προκύπτουν χρήσιμα συμπεράσματα. Τα περιστατικά με όχημα δίκυκλο κυμαίνονται από 47.54% έως και 51.72% ενώ τα για όχημα ΙΧΕ κυμαίνονται από 38.71% έως και 47.13% αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα ποσοστά για όχημα ΙΧΕ έχουν μεγαλύτερη τυπική απόκλιση από αυτή για όχημα δίκυκλο. Επίσης, πρέπει να υπογραμμιστεί η ραγδαία αύξηση των περιστατικών με όχημα φορτηγό τη διετία 2014-2015. Αναλυτικότερα τα ποσοστά του φορτηγού δεν ξεπερνούσαν το 2% για τα έτη 2011, 2012 και 2013 ενώ τα δύο τελευταία έτη ξεπερνούν το 5%. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί η μείωση κατά 10% των περιστατικών με ΙΧΕ τη διετία 2011-2012. Παρακάτω γίνεται σύγκριση αυτών των αποτελεσμάτων σε σχέση με το σύνολο της χώρας (βλέπε παραπάνω). Τα μέσα ποσοστά των συμβάντων για όχημα δίκυκλο και ΙΧΕ για τη χώρα είναι 38.6% και 47.4% ενώ για την Αττική είναι 50.3% και 42.1% αντίστοιχα. Υπάρχει δηλαδή μια αύξηση της τάξεως του 10% για το δίκυκλο στην Αττική ενώ μείωση κατά 5% για το ΙΧΕ. Ωστόσο, είναι σημαντικό αυτή η κατηγοριοποίηση των συμβάντων να παρασταθεί χωρικά ανά δήμο ώστε να φανούν οι δήμοι που έχουν τάση προς κάποιο είδος οχήματος το οποίο υλοποιείται μέσα από τον παρακάτω χάρτη 4.56. Ο δήμος που κυριαρχεί στα συμβάντα με όχημα

δίκυκλο είναι ο δήμος Ζωγράφου καθώς στο διάστημα μελέτης 2011-2015 έχουν συμβεί 8 περιστατικά με δίκυκλο και κανένα με ΙΧΕ. Αν και άλλοι δήμοι της Αττικής



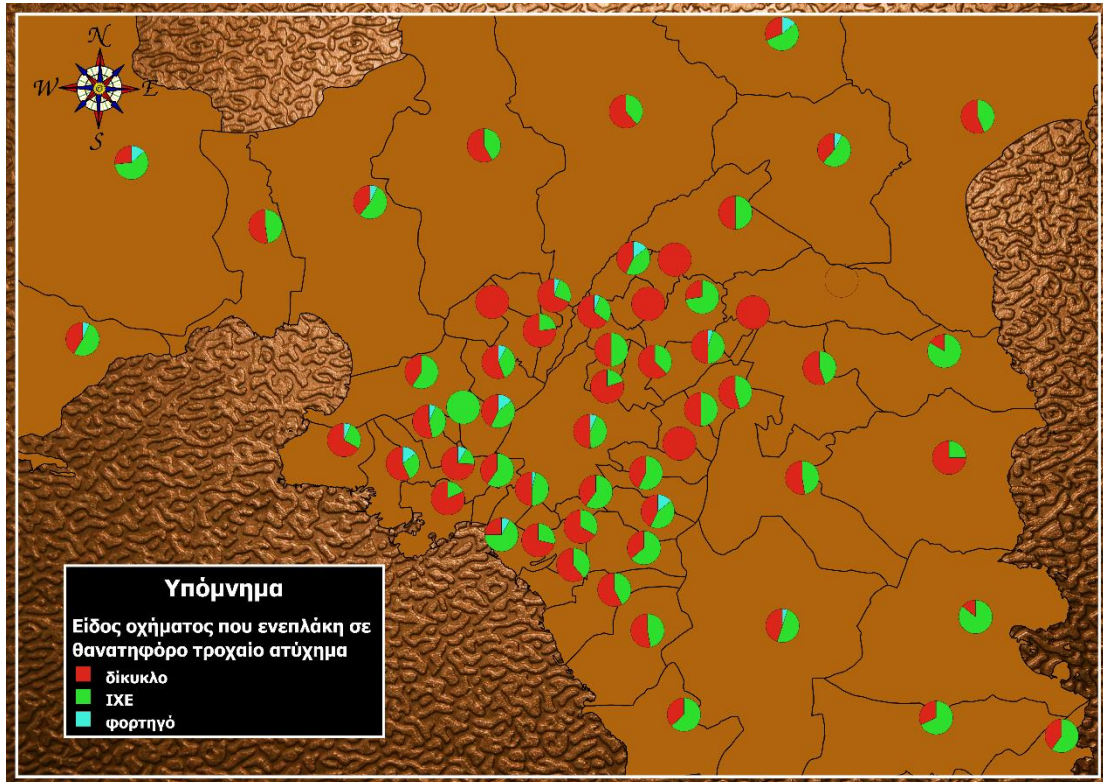
Διάγραμμα 4.13 Διαχρονική εξέλιξη των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων του νομού Αττικής ανάλογα με το είδος του οχήματος για την περίοδο 2011-2015

απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα δεν κυριαρχούν τα ατυχήματα με δίκυκλο σε αυτούς καθώς έχει συμβεί μόνο ένα περιστατικό. Άλλοι δήμοι στους οποίους έχουν συμβεί πολλά ατυχήματα με όχημα δίκυκλο είναι οι δήμοι Πειραιώς, Περάματος, Αλίμου, αλλά και Αγίου Δημητρίου. Αντίθετα, δήμοι στους οποίους κυριαρχούν τα περιστατικά με όχημα ΙΧΕ σε σχέση με το δίκυκλο είναι το Παλαιό Φάληρο, το Μαρούσι αλλά και η Ηλιούπολη. Επίσης, κάποιοι περιφερειακοί δήμοι που ισχύει το ίδιο είναι το Μαρόκοπουλο, η Ραφήνα, ο Ωρωπός και η Μάνδρα-Ειδυλλίας. Αν και η πίτα για το δήμο της Αγίας Βαρβάρας απεικονίζεται ολόκληρη με πράσινο χρώμα έχουν συμβεί συνολικά μόλις δύο ατυχήματα στα οποία το όχημα ήταν ΙΧΕ και συνεπώς αυτός ο δήμος δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικός. Όσον αφορά στους δήμους που συμβαίνουν θανατηφόρα ατυχήματα με όχημα φορτηγό είναι ο Ωρωπός, η Νίκαια, το Αιγάλεω, η Μάνδρα-Ειδυλλία και ο Ασπρόπυργος. Σε αυτούς τους δήμους βρίσκεται μέρος εθνικών οδών (Μάνδρα-Ειδυλλία και Ασπρόπυργος - Ε.Ο. Αθηνών-Κορίνθου και Ωρωπός-Π.Ε.Ο. Αθηνών-Θεσσαλονίκης) συνεπώς φαίνεται κάποια συσχέτιση στα περιστατικά με φορτηγό και στο μήκος εθνικών οδών που περιλαμβάνονται στον δήμο. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι στο ανατολικό τμήμα της Αττικής δεν έχουν συμβεί περιστατικά με όχημα φορτηγό. Τέλος, για το δήμο Αθηναίων πρέπει να τονιστεί ότι τα ποσοστά του για θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με όχημα δίκυκλο και ΙΧΕ είναι ίδια με αυτά για το σύνολο της Αττικής.

Ο παρακάτω δι-μεταβλητός χάρτης 4.57 συνδυάζει δύο μεταβλητές: το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο αλλά και ΙΧΕ

σταθμισμένο με την έκταση του δήμου και με αυτό τον τρόπο προσφέρει μια διαφορετική παρουσίαση της υπάρχουσας κατάστασης η οποία είναι πολύ χρήσιμη.

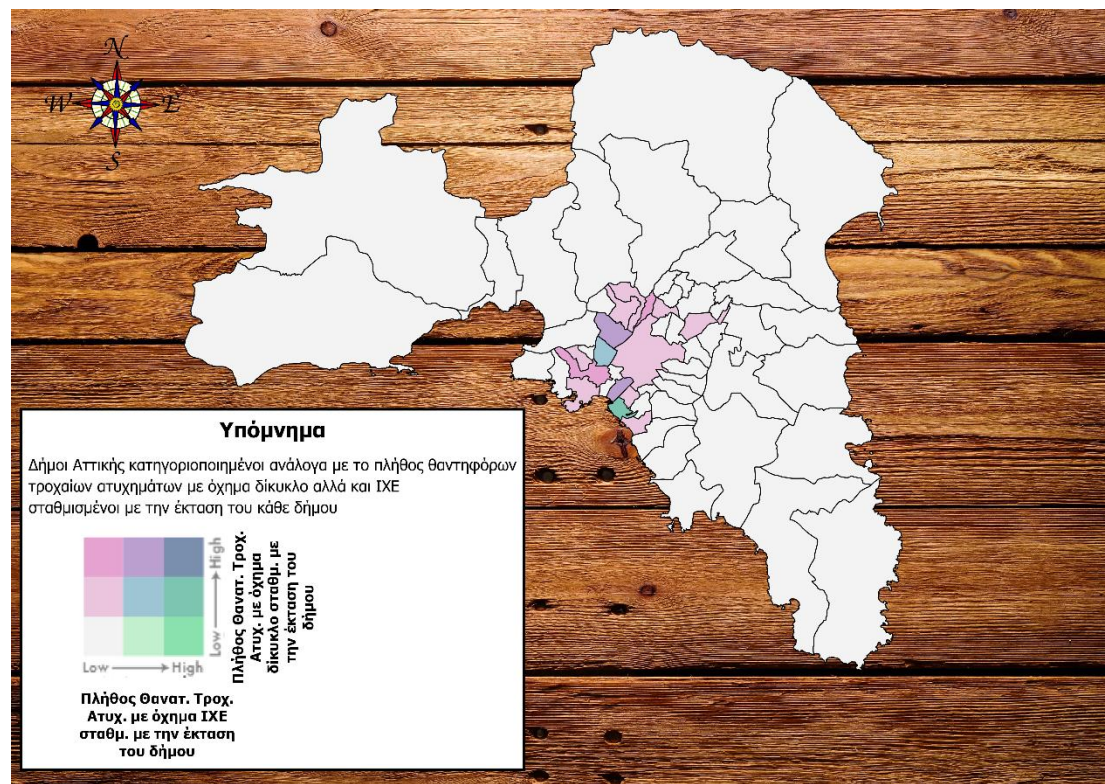
Χάρτης 4.56 Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων κατηγοριοποιημένο με το είδος του οχήματος ανά δήμο της Αττικής



Αναλυτικότερα, οι δήμοι που απεικονίζονται με εκρού χρώμα έχουν χαμηλές τιμές και για τις δύο μεταβλητές και συνεπώς δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα. Οι δήμοι Φιλαδέλφειας και Νίκαιας οι οποίοι παρουσιάζονται με έντονο ροζ χρώμα έχουν υψηλή τιμή για την πρώτη μεταβλητή και χαμηλή για τη δεύτερη δηλαδή λαμβάνουν χώρα πολλά περιστατικά με όχημα δίκυκλο σε σχέση με αυτά με ΙΧΕ πάντα σταθμισμένα με την έκταση του δήμου τους. Πρέπει να τονιστεί ότι δεν υπάρχει κανένας δήμος που να έχει υψηλή τιμή και για τις δύο μεταβλητές δηλαδή να απεικονίζεται με μωβ χρώμα. Οι δήμοι που σημειώνουν πολλά ατυχήματα με δίκυκλο και σχετικά υψηλά με όχημα ΙΧΕ, απεικονίζονται με το χρώμα της πρώτης γραμμής και δεύτερης στήλης από την παλέτα χρωμάτων και είναι η Καλλιθέα και το Περιστέρι. Ο δήμος που απεικονίζεται με το χρώμα που βρίσκεται στη συμμετρική θέση του προηγούμενου στην παλέτα χρωμάτων και οι τιμές των μεταβλητών του έχουν αντιστραφεί είναι ο δήμος Παλαιού Φαλήρου. Ακόμα, μερικοί δήμοι που έχουν χαμηλά ποσοστά για ΙΧΕ και σχετικά υψηλά για δίκυκλο είναι των Αθηναίων, του Ιλίου, του Αλίμου και του Πειραιώς οι οποίοι παρουσιάζονται με το χρώμα της δεύτερης γραμμής και πρώτης στήλης στην παλέτα χρωμάτων. Τέλος, μόνο το Αιγάλεω έχει σχετικά υψηλές τιμές και για τις δύο μεταβλητές. Και με αυτό το χάρτη γίνεται αντιληπτό ότι το πρόβλημα που μελετάται έχει επίκεντρο το κέντρο του νομού και όχι περιφερειακές θέσεις.

Μετά υπολογίστηκε ο δείκτης των περιστατικών βάσει του είδους του οχήματος για κάθε έτος ο οποίος δείχνει το χωρικό πρότυπο της κατανομής, με την εφαρμογή της ανάλυσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα. Τα σχετικά αποτελέσματα παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.18 όπου αξιολογήθηκε είναι το γεγονός ότι περιστατικά με

Χάρτης 4.57 Δί-μεταβλητός χάρτης με μεταβλητές το συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με όχημα δίκυκλο αλλά και ΙΧΕ για την περίοδο 2011-2015 σταθμισμένο με την έκταση του κάθε δήμου



όχημα ΙΧΕ και δίκυκλο έχουν συγκεντρωμένο πρότυπο (clustered) σε όλα τα έτη της περιόδου μελέτης 2011-2015. Επίσης, η μέση τιμή του δείκτη για όχημα ΙΧΕ και δίκυκλο είναι 0.586 και 0.610 αντίστοιχα. Αν και η κατηγορία ΙΧΕ έχει μεγαλύτερη συγκέντρωση, δεν είναι αρκετά ισχυρή και η τυπική της απόκλιση είναι μικρότερη από την αντίστοιχη για όχημα δίκυκλο. Τη μεγαλύτερη συγκέντρωση για την κατηγορία του ΙΧΕ παρουσιάζει το έτος 2012 όπου η τιμή z-score είναι υψηλή ενώ για την κατηγορία δίκυκλο παρουσιάζεται το έτος 2013.

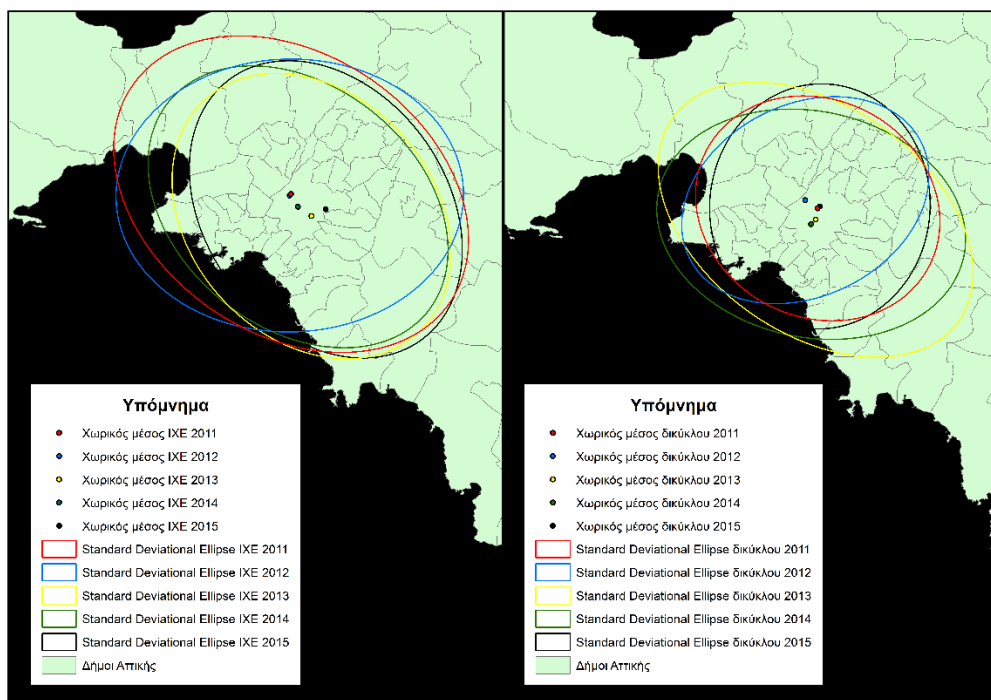
Τέλος, υπολογίστηκαν οι χωρικοί μέσοι των παραπάνω δύο κατηγοριών (για όχημα: ΙΧΕ και δίκυκλο) για κάθε έτος της περιόδου μελέτης αλλά και οι αντίστοιχες ελλείψεις τυπικού σφάλματος τα οποία παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη 4.58. Καταρχάς, πρέπει να τονιστεί ότι οι χωρικοί μέσοι όλων των ετών και για τις δύο κατηγορίες βρίσκονται εντός του δήμου Αθηναίων αν και μεταβάλλονται από έτος σε έτος. Όσον αφορά στη διαχρονική εξέλιξη του χωρικού μέσου για την κατηγορία ΙΧΕ, το 2012 δεν μεταβλήθηκε και παρέμεινε σχεδόν στην ίδια θέση με του 2011. Έπειτα, μετακινήθηκε νοτιοανατολικά για το 2013, ύστερα βορειοδυτικά σε λιγότερο βαθμό για το 2014 και τέλος ανατολικά για το 2015. Για την κατηγορία του δίκυκλου οι χωρικοί μέσοι παρουσιάζουν μια τάση προς το νότιο μέρος του δήμου Αθηναίων για

το 2013 και 2014 γεγονός που δείχνει τον τρόπο που έχουν κατανομηθεί τα περιστατικά, ωστόσο το 2015 η θέση του χωρικού μέσου ταυτίζεται με αυτή για το έτος 2011. Επίσης, οι ελλείψεις τυπικού σφάλματος χρήζουν αναφοράς καθώς αναδεικνύουν σημαντικά στοιχεία για την κατανομή των συμβάντων. Συγκεκριμένα, όλες οι ελλείψεις για την κατηγορία του ΙΧΕ έχουν προσανατολισμό βορειοδυτικό-νοτιοανατολικό εκτός από αυτή για το 2014 που έχει σχεδόν ανατολή-δύση δείχνοντας ότι εκείνο το έτος η κατανομή των συμβάντων ήταν διαφορετική. Για τις ελλείψεις της κατηγορίας δίκυκλου πρέπει να αναφερθεί ότι τα έτη 2011, 2012 και 2015 έχουν

Πίνακας 4.18 Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του θύματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης

Year	category	pattern	Ratio	z-score	p-value
2011	ΙΧΕ	clustered	0,5733	-8,1226	0,0000
	δίκυκλο	clustered	0,6352	-6,9786	0,0000
	φορτηγό	random	1,2084	1,1277	0,2594
2012	ΙΧΕ	clustered	0,5039	-9,5373	0,0000
	δίκυκλο	clustered	0,5704	-8,5803	0,0000
	φορτηγό	random	1,2360	1,4974	0,1342
2013	ΙΧΕ	clustered	0,5847	-7,8253	0,0000
	δίκυκλο	clustered	0,5374	-8,8050	0,0000
	φορτηγό	dispersed	1,5529	2,9917	0,0028
2014	ΙΧΕ	clustered	0,6706	-5,1580	0,0000
	δίκυκλο	clustered	0,6768	-6,0577	0,0000
	φορτηγό	dispersed	2,6451	7,0372	0,0000
2015	ΙΧΕ	clustered	0,5948	-6,9773	0,0000
	δίκυκλο	clustered	0,6309	-6,8467	0,0000
	φορτηγό	dispersed	1,3464	2,0958	0,0361

Χάρτης 4.58 Χωρικοί μέσοι και ελλείψεις τυπικού σφάλματος για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με όχημα ΙΧΕ και δίκυκλο για κάθε έτος της χρονικής περιόδου 2011-2015

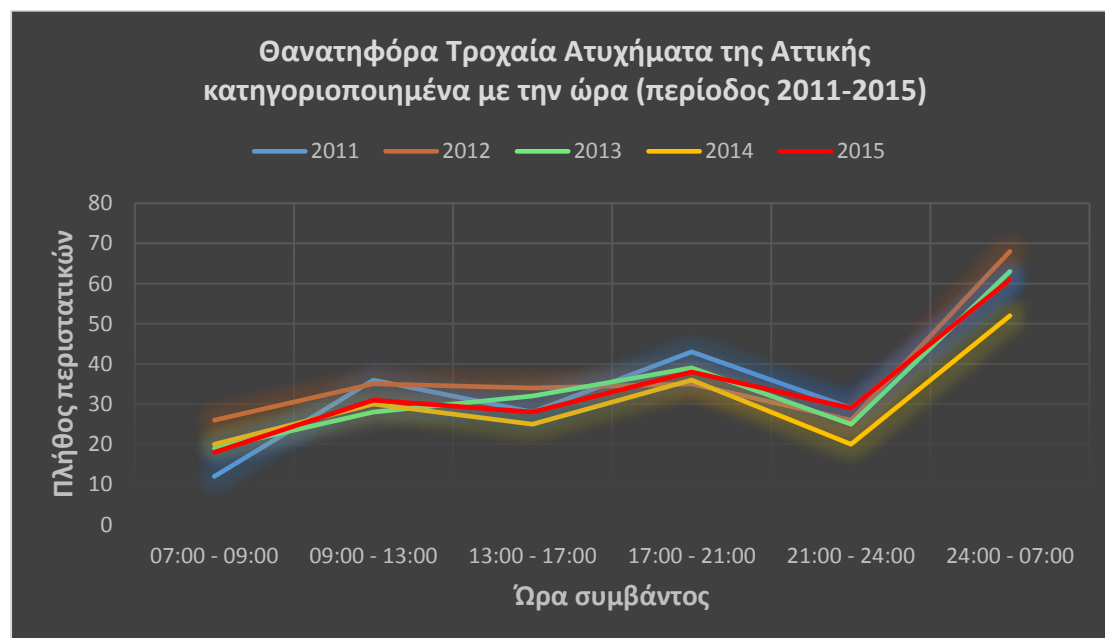


βόρειο-ανατολικό προσανατολισμό σε αντίθεση με τις αντίστοιχες των ετών 2013 και 2014 των οποίων ο προσανατολισμός είναι σχεδόν ανατολή-δύση

4.4.5 Ανάλυση βάσει του χρόνου συμβάντος των περιστατικών

4.4.5.1 Ανάλυση σύμφωνα με την ώρα των περιστατικών

Μια άλλη σημαντική κατηγοριοποίηση που πρέπει να γίνει στα δεδομένα είναι αυτή του χρονικού διαστήματος κατά τη διάρκεια της ημέρας. Όπως έχει αναφερθεί παραπάνω η ημέρα είναι χωρισμένη σε έξι μη ισόποσα χρονικά διαστήματα και η κατανομή των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής σε αυτά για κάθε έτος της περιόδου 2011-2015 παρουσιάζεται στο **Διάγραμμα 4.14**. Παρατηρείται ότι τα περιστατικά αυξάνονται με αργό ρυθμό κατά τη διάρκεια της ημέρας ξεκινώντας στις 7 το πρωί και μέχρι τις 9 το βράδυ. Στη συνέχεια σημειώνουν μια σημαντική πτώση στο διάστημα 21:00-24:00 και τέλος ραγδαία αύξηση στο διάστημα 24:00-07:00. Αναλυτικότερα, το 30% των συνολικών περιστατικών συμβαίνει στο διάστημα 24:00-07:00 και έπειτα ακολουθεί το διάστημα 17:00-21:00 με ποσοστό 19%. Πρέπει να τονιστεί ότι ο τρόπος που είναι κατανομημένα τα περιστατικά στην Αττική βάσει αυτής της κατηγοριοποίησης είναι ίδιος με αυτόν για όλη τη χώρα (βλέπε παραπάνω). Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το ποσοστό για το διάστημα 24:00-07:00 στην Αττική είναι μεγαλύτερο κατά 8 ποσοστιαίες μονάδες σε σχέση με το αντίστοιχο για ολόκληρη την Ελλάδα. Οι άλλες κλάσεις δεν εμφανίζουν διαφορές μεγαλύτερες από 4.3% και συνεπώς δε χρήζουν αναφοράς. Επίσης, η κλάση του χρονικού διαστήματος 21:00-24:00 για την Αττική πρέπει να υπογραμμιστεί ότι σημειώνει μη σταθερότητα διαχρονικά και συγκεκριμένα αύξησε το ποσοστό της κατά 30% τη διετία 2014-2015.



Διάγραμμα 4.14 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής κατηγοριοποιημένα με την ώρα συμβάντος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

Έπειτα εφαρμόστηκε η ανάλυση απόστασης από εγγύτερο γείτονα για όλες τις χρονικές κλάσεις της ημέρας για κάθε έτος τα αποτελέσματα της οποίας παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.19. Τα περιστατικά για το διάστημα 24:00-07:00 εμφανίζουν συγκεντρωμένο χωρικό πρότυπο και για τα πέντε έτη μελέτης και η μεγαλύτερη συγκέντρωση παρουσιάζεται το έτος 2014. Το άλλο κυρίαρχο διάστημα 17:00-21:00 παρουσιάζει συγκεντρωμένο χωρικό πρότυπο σε όλα τα έτη εκτός από το 2015 που είναι τυχαίο. Όμως, η συγκέντρωση που παρουσιάζει δεν είναι αρκετά ισχυρή καθώς οι τιμές του υπολογιζόμενου δείκτη προσεγγίζουν τη μονάδα. Εξαίρεση αποτελεί το έτος 2013 όπου παρουσιάζει τη μεγαλύτερη συγκέντρωση καθώς ο δείκτης έχει τη μικρότερη τιμή του σε σχέση με τις άλλες χρονιές και η τιμή z-score έχει υψηλή

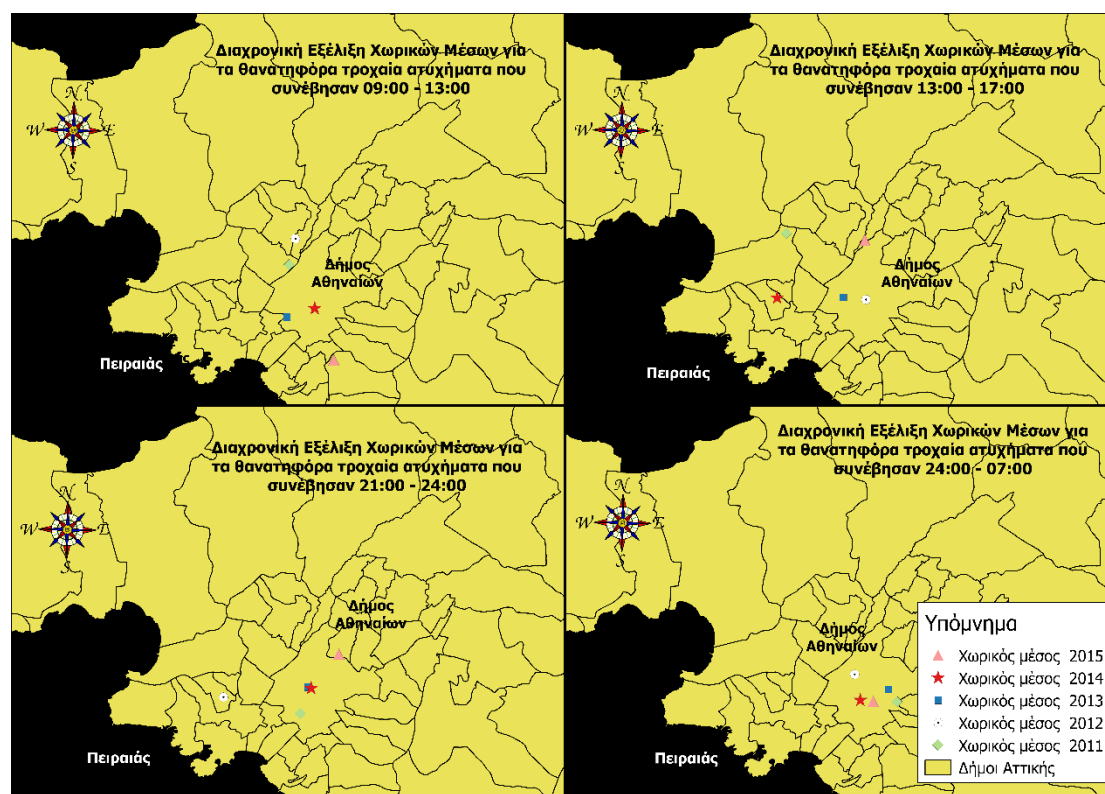
Πίνακας 4.19 Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με την ώρα του συμβάντος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης

Year	category	pattern	Ratio	z-score	p-value
2011	07:00 - 09:00	dispersed	1,3121	2,0680	0,0386
	09:00 - 13:00	clustered	0,7932	-2,3739	0,0180
	13:00 - 17:00	clustered	0,6433	-3,611	0,0003
	17:00 - 21:00	clustered	0,8481	-1,9059	0,0567
	21:00 - 24:00	clustered	0,7938	-2,1966	0,0281
	24:00 - 07:00	clustered	0,7475	-3,7729	0,0002
2012	07:00 - 09:00	random	1,0539	0,5261	0,5988
	09:00 - 13:00	random	0,8975	-1,1603	0,2459
	13:00 - 17:00	random	0,9646	-0,3953	0,6926
	17:00 - 21:00	clustered	0,7873	-2,4069	0,0161
	21:00 - 24:00	clustered	0,6331	-3,5789	0,0003
	24:00 - 07:00	clustered	0,6540	-5,4577	0,0000
2013	07:00 - 09:00	clustered	0,7530	-2,0595	0,0394
	09:00 - 13:00	clustered	0,7842	-2,1845	0,0289
	13:00 - 17:00	clustered	0,7266	-2,9592	0,0031
	17:00 - 21:00	clustered	0,6357	-4,3526	0,0000
	21:00 - 24:00	clustered	0,7682	-2,2608	0,0238
	24:00 - 07:00	clustered	0,6976	-4,5920	0,0000
2014	07:00 - 09:00	random	1,0064	0,0528	0,9579
	09:00 - 13:00	random	0,8646	-1,4187	0,1560
	13:00 - 17:00	clustered	0,7441	-2,3471	0,0189
	17:00 - 21:00	clustered	0,8116	-2,1622	0,0306
	21:00 - 24:00	random	0,9627	0,3114	0,7555
	24:00 - 07:00	clustered	0,7773	-3,0128	0,0026
2015	07:00 - 09:00	random	0,9569	-0,3399	0,7339
	09:00 - 13:00	clustered	0,7159	-2,8764	0,0040
	13:00 - 17:00	clustered	0,8169	-1,8202	0,0687
	17:00 - 21:00	random	0,8719	-1,4286	0,1531
	21:00 - 24:00	random	0,8944	-1,0495	0,2939
	24:00 - 07:00	clustered	0,7564	-3,6402	0,0003

αρνητική τιμή αλλά και η p-value ισούται με μηδέν. Επίσης, για τα έτη 2011, 2012 και 2013 το χωρικό πρότυπο για το χρονικό διάστημα 21:00-24:00 είναι ομαδοποιημένο ενώ τις υπόλοιπες χρονιές τυχαίο. Τέλος, το χωρικό πρότυπο για το διάστημα 07:00-09:00 προσεγγίζει το εντελώς τυχαίο για μερικά έτη ενώ τα υπόλοιπα χρονικά διαστήματα έχουν ομαδοποιημένο πρότυπο και η συγκέντρωση τους δεν είναι ισχυρή.

Ο **Χάρτης 4.59** εκθέτει τις θέσεις των χωρικών μέσων για κάθε έτος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν 09:00-13:00, 13:00-17:00, 21:00-24:00 και 24:00-07:00. Είναι επιτακτική ανάγκη να αναφερθεί ότι τη μικρότερη διασπορά εμφανίζει η κατηγορία 24:00-07:00 ενώ τη μεγαλύτερη η κατηγορία 13:00-17:00. Για την κατηγορία 24:00-07:00 πρέπει να τονιστεί ότι η θέση του χωρικού μέσου του 2012 διαφέρει σημαντικά από αυτή των άλλων ετών. Επίσης, πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι η πλειονότητα των χωρικών μέσων βρίσκεται εντός του δήμου Αθηναίων. Όταν δε βρίσκονται εντός αυτού είναι στα προάστια γύρω από αυτόν όπως εντός του δήμου Περιστερίου για την κατηγορία 09:00-13:00 για το έτος 2011.

Χάρτης 4.59 Διαχρονική εξέλιξη των χωρικών μέσων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για διάφορα χρονικά διαστήματα στη διάρκεια της ημέρας



4.4.5.2 Ανάλυση σύμφωνα με τον εβδομαδιαία ημέρα των περιστατικών

Επίσης, όπως έγινε και στους νομούς είναι χρήσιμο να προσδιοριστεί αν κάποια ημέρα της εβδομάδας συμβαίνουν πολύ περισσότερα ατυχήματα σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες (βλέπε **Διάγραμμα 4.15**). Παρατηρείται ότι η Κυριακή είναι η ημέρα που κυριαρχεί και ακολουθεί το Σάββατο με ισχυρή διαφορά που μόλις προσεγγίζει το 2%. Τα συνολικά ποσοστά των ημερών κυμαίνονται από 17% έως και 12% με το χαμηλότερο να σημειώνεται την Τετάρτη. Με αυτό τον τρόπο γίνεται αντιληπτό ότι

δεν υπάρχει κάποια ημέρα της εβδομάδας όπου το φαινόμενο να παρουσιάζει ιδιαίτερη ένταση αλλά ούτε και πτώση σε σχέση με τις υπόλοιπες ημέρες της εβδομάδας. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι τη μεγαλύτερη τυπική απόκλιση παρουσιάζει η Δευτέρα ενώ τη μικρότερη η Πέμπτη. Η μέγιστη μεταβολή του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής για ημέρα Δευτέρα προσεγγίζει το 40% για τη διετία 2014-2015. Τέλος, είναι σημαντικό να πραγματοποιηθεί σύγκριση της κατανομής των περιστατικών της Αττικής στις μέρες της εβδομάδας σε σχέση με την αντίστοιχη για όλη την Ελλάδα. Παρατηρείται ότι τα συνολικά ποσοστά τους για κάθε ημέρα σχεδόν ταυτίζονται με τη μέγιστη διαφορά τους να σημειώνεται την Τετάρτη και να ξεπερνά μόλις το 1%



Διάγραμμα 4.15 Πλήθος Θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά εβδομαδιαία ημέρα και ανά έτος για την Αττική για το διάστημα 2011-2015

4.4.5.3 Ανάλυση σύμφωνα με τον μήνα των περιστατικών

Τέλος, στο παρακάτω διάγραμμα 4.16 παρατίθεται η διαχρονική εξέλιξη του φαινομένου στην Αττική αλλά και στο σύνολο της χώρας ανά μήνα για το χρονικό διάστημα μελέτης 2011-2015. Καταρχάς, οι κυρίαρχοι μήνες για την Αττική ανά έτος ξεκινώντας από το 2011 έως το 2015 είναι ο Σεπτέμβριος, ο Νοέμβριος, ο Ιανουάριος, ο Αύγουστος και ο Δεκέμβριος. Υπάρχει μεγάλη διαφορά από τους αντίστοιχους για το σύνολο της χώρας όπου κυριαρχούν μόνο ο Ιούλιος και ο Αύγουστος. Αντίθετα, οι μήνες που συμβαίνουν τα λιγότερα περιστατικά στην Αττική είναι ξεκινώντας από το 2011 οι ακόλουθοι: Ιανουάριος, Ιούνιος, Ιούλιος, Φεβρουάριος και Μάρτιος. Γίνεται αντιληπτό ότι δεν υπάρχει σταθερότητα για την Αττική στους μήνες που το φαινόμενο φθίνει σε αντίθεση με ολόκληρη τη χώρα για την οποία τα περιστατικά του Φεβρουαρίου είναι αισθητά μειωμένα σε σχέση με τους άλλους μήνες. Επίσης, η υψηλότερη τιμή για την Αττική από όλα τα έτη σημειώνεται το Σεπτέμβριο του 2011 ενώ η μικρότερη τιμή συμβαίνει τρεις φορές: τον Μάρτιο του 2012, τον Ιούλιο του 2013 αλλά και τον Φεβρουάριο του 2014. Συνοψίζοντας, από τη σύγκριση των δύο γραφικών παραστάσεων η κατανομή των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της

Αττική στο πέρασμα του χρόνου δεν είναι σε μεγάλο βαθμό παρόμοια με αυτή για όλη την επικράτεια. Η γραμμή που αντιπροσωπεύει την Ελλάδα έχει πιο αιχμηρές κορυφές τον Ιούλιο-Αύγουστο από αυτήν για την Αττική γεγονός που δείχνει ότι οι μεταβολές είναι ιδιαίτερα σημαντικές σε σχέση με την περίοδο πριν αλλά και μετά αυτούς τους μήνες.

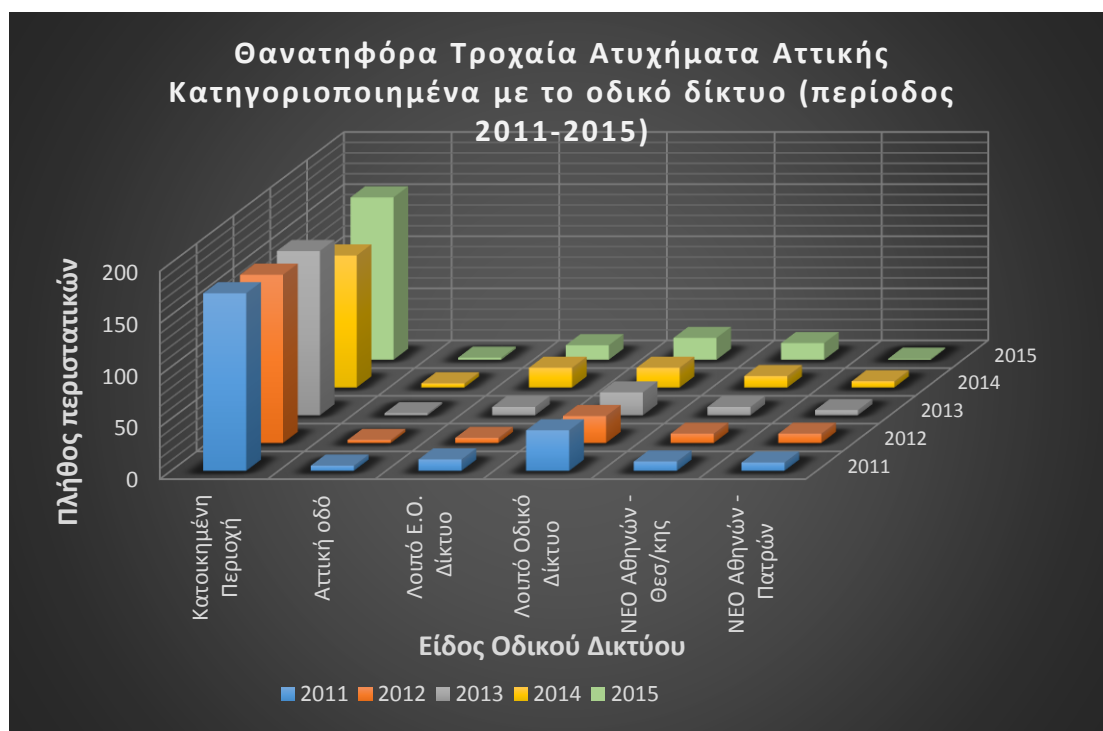


Διάγραμμα 4.16 Σύγκριση Διαχρονικής εξέλιξης θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής και της Ελλάδας ανά μήνα (περίοδος 2011-2015)

4.4.6 Ανάλυση βάσει του οδικού δικτύου

Έπειτα, ακολουθεί η κατηγοριοποίηση του οδικού δικτύου όπου συνέβησαν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής και η μεταβολή τους διαχρονικά εκτίθεται στο παρακάτω **Διάγραμμα 4.17**. Κατά μέσο όρο 7 στα 10 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής συμβαίνουν σε οδικό δίκτυο κατοικημένης περιοχής ενώ μόλις 1 λαμβάνει χώρα στο λοιπό οδικό δίκτυο της Αττικής. Το μέγιστο ετήσιο ποσοστό για το λοιπό οδικό δίκτυο είναι 16% και σημειώνεται το έτος 2011. Τα συνολικά ποσοστά των υπόλοιπων κατηγοριών δεν ξεπερνούν το 6% και συνεπώς δε χρήζουν ιδιαίτερης ανάλυσης. Το ποσοστό του οδικού δικτύου της κατοικημένης περιοχής κυμαίνεται από 68.3% έως και 77.8% τα οποία σημειώνονται τα έτη 2014 και 2013 αντίστοιχα. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι όλες τις διετίες σημειώνει αύξηση στο ποσοστό της εκτός από τη διετία 2013-2014 που παρουσιάζει μείωση κατά 12%. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι το ποσοστό του λοιπού οδικού δικτύου μειώνεται συνεχώς από έτος σε έτος με φθίνοντα ρυθμό. Όσον αφορά στα περιστατικά που συμβαίνουν στην Αττική οδό είναι ελάχιστα και το μέγιστο ποσοστό αυτής της κατηγοριοποίησης εμφανίζεται το έτος 2014 και μόλις ξεπερνά το 2%. Ωστόσο, είναι σημαντικό να γίνει σύγκριση αυτού του διαγράμματος με το αντίστοιχο για όλη τη χώρα (βλέπε παραπάνω). Η κατηγορία οδικού δικτύου κατοικημένη περιοχή για όλη την επικράτεια έχει συνολικό ποσοστό 33% το οποίο είναι σχεδόν το μισό ποσοστό

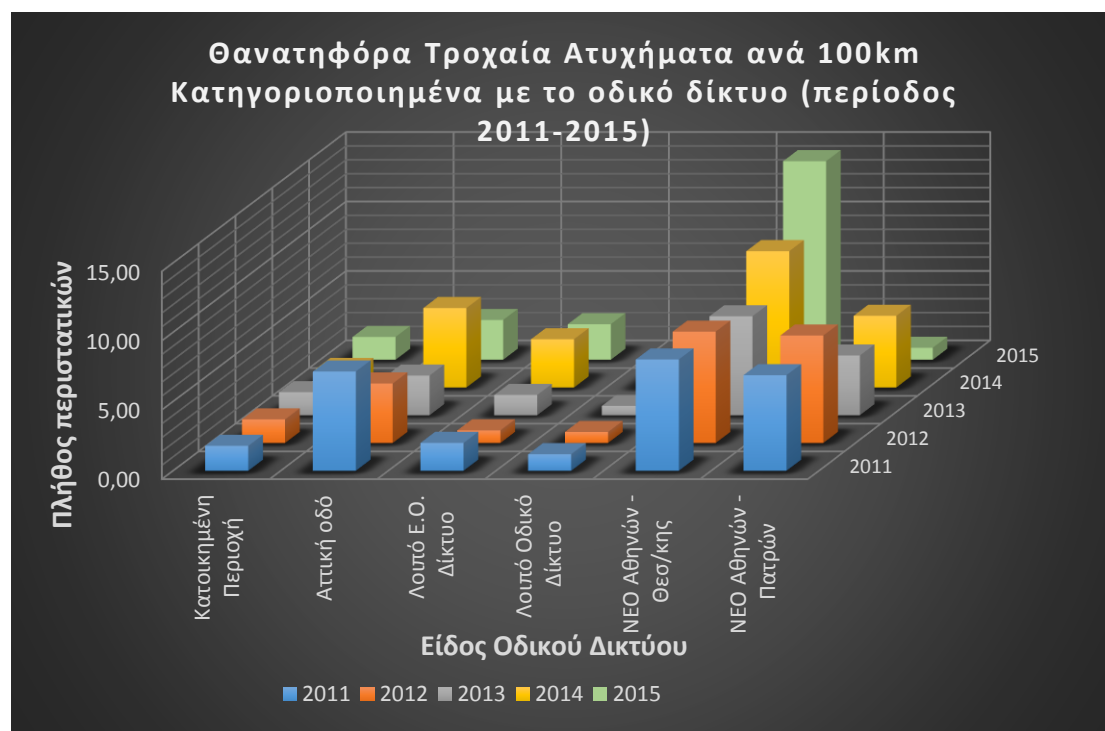
από αυτό της Αττικής. Επίσης, το λοιπό οδικό δίκτυο είναι η κυρίαρχη κατηγοριοποίηση για όλη τη χώρα, ωστόσο για το νομό Αττικής το συνολικό ποσοστό του είναι το 1/3 του αντίστοιχου της Ελλάδος.



Διάγραμμα 4.17 Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

Ωστόσο, είναι αναγκαίο να γίνει στάθμιση του πλήθους των περιστατικών που συνέβησαν για κάθε συγκεκριμένη κατηγορία δρόμου με το μήκος του οδικού δικτύου της εντός του νομού Αττικής, το οποίο παρουσιάζεται στο **Διάγραμμα 4.18**. Παρατηρείται ότι η Ν.Ε.Ο. Αθηνών-Θεσσαλονίκης έχει αρκετά υψηλά ποσοστά τα οποία κυμαίνονται από 7.15% (για το έτος 2013) έως και 14.30 (για το έτος 2015). Επίσης, αξίζει να σημειωθούν οι αλματώδεις αυξήσεις της συγκεκριμένης κατηγορίας οδικού δικτύου για τις διετίες 2013-2014 και 2014-2015 (37.50% και 45.45% αντίστοιχα). Επίσης, η Ν.Ε.Ο. Αθηνών-Πατρών έχει επίσης υψηλά ποσοστά με τη μέγιστη τιμή του να εμφανίζεται το έτος 2012 (7.77%) ενώ η ελάχιστη του είναι για το έτος 2015 (0.86%). Όσον αφορά στην Αττική οδό η οποία έχει συνολικό μήκος 69.7km έχει σχετικά υψηλά ποσοστά μόνο τα έτη 2011 και 2014 (7.17% και 5.74% αντίστοιχα) ενώ τα υπόλοιπα έτη τα ποσοστά της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι χαμηλά. Επίσης, πρέπει να αναφερθεί η μεταβολή της διετίας 2013-2014 η οποία άγγιξε το 100%. Τέλος, οι υπόλοιπες κατηγορίες οδικού δικτύου έχουν πολύ χαμηλά ποσοστά και είναι σημαντικό να τονιστεί η μεγάλη διαφορά στα ποσοστά της κατοικημένης περιοχής πριν και μετά την στάθμιση με το μήκος του οδικού δικτύου. Πριν τη στάθμιση, το οδικό δίκτυο της κατοικημένης περιοχής ήταν αυτό το οποίο είχε έντονο πρόβλημα το οποίο δεν ισχύει μετά τη στάθμιση. Τα ποσοστά αυτής της κατηγορίας μειώθηκαν αρκετά λόγω του μεγάλου μήκους του συγκεκριμένου οδικού δικτύου σε αντίθεση με τις εθνικές οδούς οι οποίες βρίσκονται μόνο σε μερικούς δήμους και έχουν

πολύ μικρότερο μήκος. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι η στάθμιση παρουσίασε με διαφορετικό τρόπο την υπάρχουσα κατάσταση παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες για την παρούσα ανάλυση.

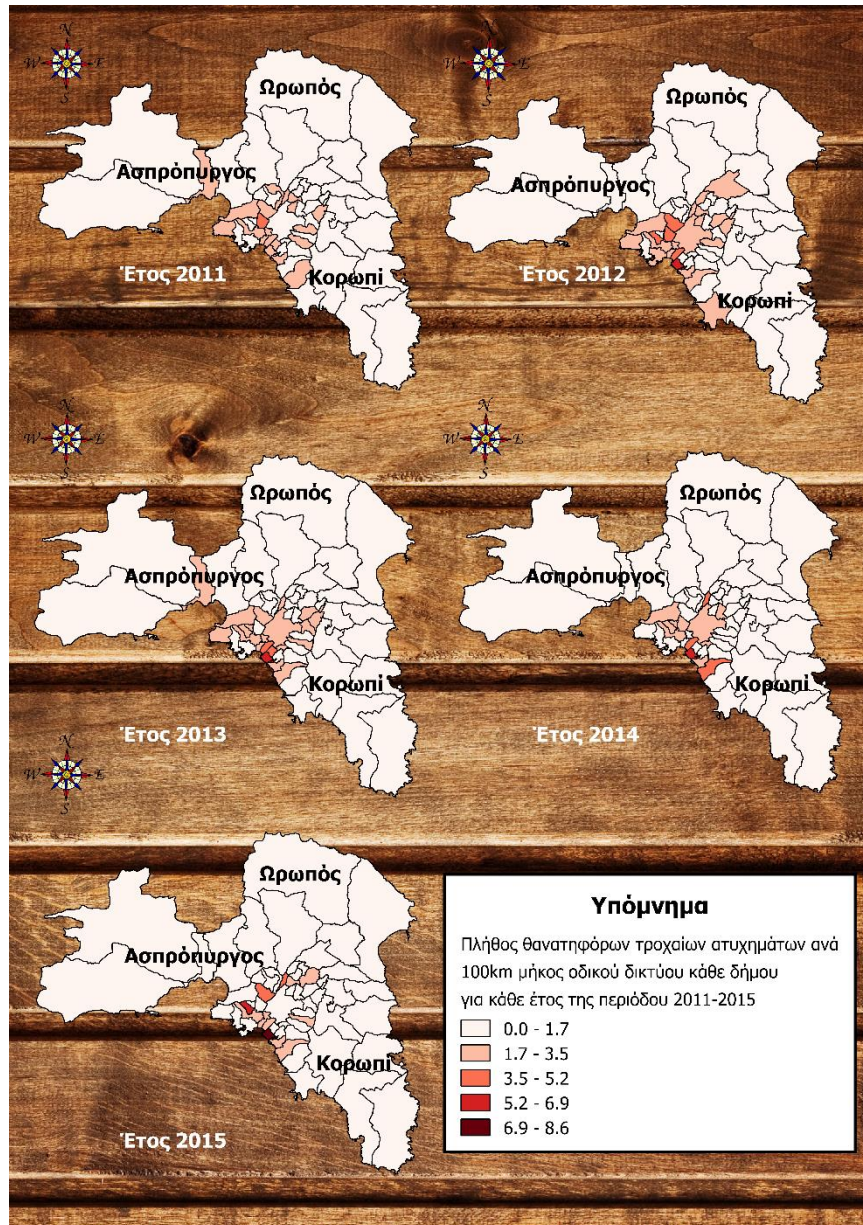


Διάγραμμα 4.18 Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής ανά 100km κατηγοριοποιημένα με το είδος του οδικού δικτύου για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

Έπειτα παρατίθεται η διαχρονική εξέλιξη του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων σταθμισμένου με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου ανά δήμο Αττικής για το χρονικό διάστημα 2011-2015 στον παρακάτω χάρτη 4.60. Αρχικά, πρέπει να αναφερθεί ότι όλοι οι περιφερειακοί δήμοι του νομού εντάσσονται στην κλίμακα με τις μικρότερες τιμές εκτός από το δήμο Ελευσίνας ο οποίος εντάσσεται στην αμέσως επόμενη για τα έτη 2011 και 2013. Το Παλαιό Φάληρο είναι ο δήμος με τα περισσότερα περιστατικά όλα τα έτη εκτός από το έτος 2011 όπου κυριαρχεί το Αιγάλεω. Το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων του ανά 100km μήκος οδικού δικτύου κυμαίνεται από 2.36 έως και 8.64 τα οποία σημειώθηκαν τα έτη 2011 και 2015 αντίστοιχα. Πρέπει να τονιστεί ότι το Παλαιό Φάληρο σημειώνει μεγάλη αύξηση στις τιμές του τις διετίες 2011-2012 αλλά και 2014-2015. Το Αιγάλεω παρουσιάζει υψηλές τιμές τα έτη 2011, 2012 και 2014 ενώ τα υπόλοιπα η πτώση της τιμής του είναι αισθητή. Επίσης, είναι επιτακτική ανάγκη να υπογραμμιστεί ότι ο δήμος Αθηναίων έχει πολύ χαμηλές τιμές και εντάσσεται στην προτελευταία κλάση (όπου η πρώτη κλάση είναι αυτή με τα περισσότερα συμβάντα) για τα έτη 2012, 2013 και 2015 αλλά και στην τελευταία για τα υπόλοιπα έτη στην οποία εντάσσονται και οι περιφερειακοί δήμοι. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτή η διαφορά της κατάστασης του φαινομένου που παρουσιάζεται στο δήμο Αθηναίων όταν η ανάλυση γίνει με ακατέργαστη πληροφορία (raw data) δηλαδή χωρίς να έχει γίνει στάθμιση. Επίσης, υψηλές τιμές για το 2012 εμφανίζει η Καλλιθέα, το Περιστέρι αλλά και ο Ζωγράφος

ενώ το 2013 η Καλλιθέα, η Νέα Σμύρνη και ο Παπάγος. Για το έτος 2014 μετά το Παλαιό Φάληρο, άλλοι δήμοι στους οποίους το φαινόμενο είναι έντονο είναι η Φιλαδέλφεια και το Ελληνικό-Αργυρούπολη. Τέλος, για το 2015 πολύ υψηλή τιμή έχει ο Κορυδαλλός η οποία είναι και η μέγιστη του.

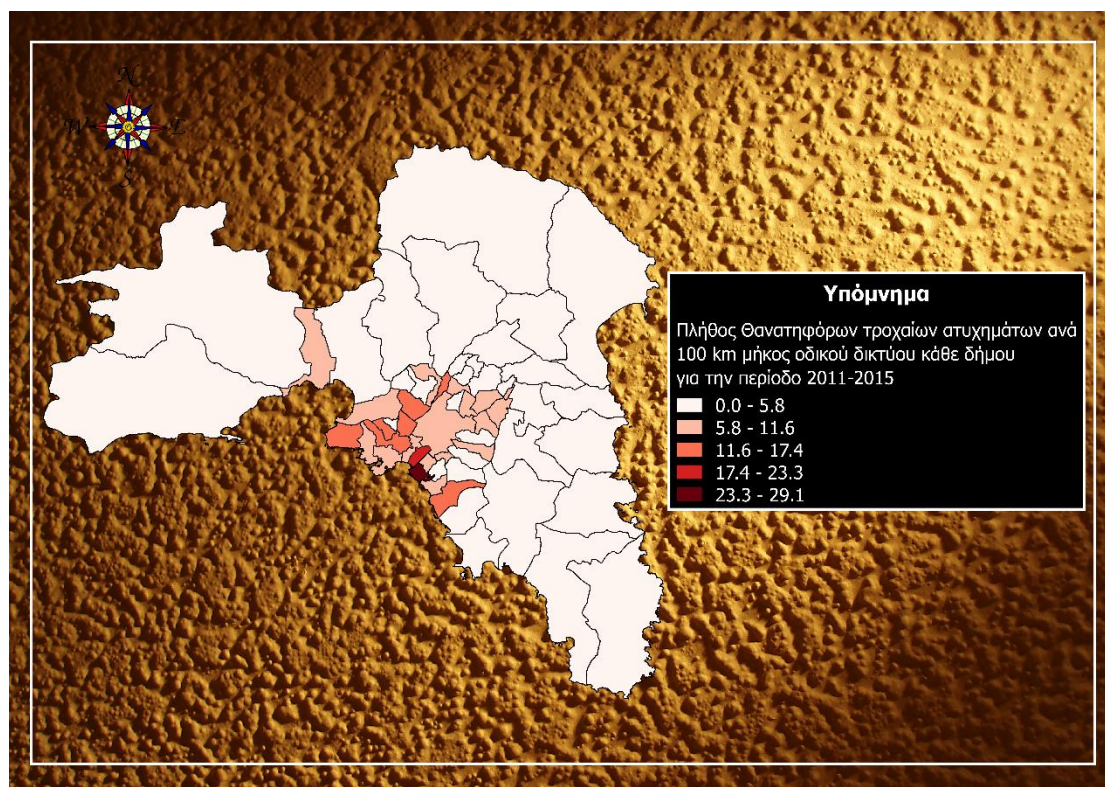
Χάρτης 4.60 Πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100km μήκος οδικού δικτύου ανά δήμο Αττικής για κάθε έτος του διαστήματος 2011-2015



Ο Χάρτης 4.61 αποτελεί μία ένωση της πληροφορίας των πέντε προηγούμενων χαρτών ανά έτος και προσφέρει χρήσιμα συμπεράσματα για την κατάσταση του φαινομένου σε κάθε δήμο της Αττικής. Το Παλαιό Φάληρο είναι το κυρίαρχο ενώ και η Καλλιθέα αντιμετωπίζει σημαντικό πρόβλημα. Ακόμα, οι δήμοι στους οποίους το πρόβλημα είναι αρκετά σοβαρό αλλά όχι όσο στους δύο προαναφερθέντες είναι οι ακόλουθοι με φθίνουσα σειρά: Αιγάλεω, Φιλαδέλφεια, Κορυδαλλός, Περιστέρι, Νίκαια, Ελληνικό-Αργυρούπολη και Πέραμα. Εν αντιθέσει όλοι οι περιφερειακοί

δήμοι δεν αντιμετωπίζουν ιδιαίτερο πρόβλημα εκτός από την Ελευσίνα στην οποία συνέβησαν σχεδόν 7 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ανά 100km μήκος οδικού δικτύου μέσα στην περίοδο μελέτης 2011-2015. Επιπρόσθετα, ο δήμος Αθηναίων αν και είναι αυτός με τα περισσότερα συμβάντα, σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη το φαινόμενο δεν εμφανίζει ένταση σε αυτόν και δεν εντάσσεται στους 10 δήμους όπου το πρόβλημα χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Τέλος, ο παρακάτω χάρτης είναι μια ακόμα απόδειξη ότι το επίκεντρο του προβλήματος βρίσκεται στο κέντρο του νομού και στα κυρίως στα δυτικά προάστια το οποίο επιβεβαιώνεται και από τους παραπάνω χάρτες που δημιουργήθηκαν.

Χάρτης 4.61 Συνολικό πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά 100km μήκος οδικού δικτύου ανά δήμο Αττικής για το διάστημα 2011-2015



Ο Πίνακας 4.20 εκθέτει τα αποτελέσματα από την εφαρμογή της ανάλυσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα για τις δύο κύριες κατηγορίες του οδικού δικτύου στις οποίες λαμβάνουν χώρα τα περισσότερα συμβάντα στην Αττική. Για την κατηγορία κατοικημένη περιοχή το χωρικό πρότυπο είναι συγκεντρωμένο και στα πέντε έτη της περιόδου μελέτης με τη μέση τιμή του δείκτη να είναι 0.5878. Η μέγιστη τιμή του δείκτη για αυτή την κατηγοριοποίηση είναι 0.7155, η οποία σημειώθηκε το 2011, το οποίο σημαίνει ότι το πρότυπο τείνει προς το τυχαίο. Αντιθέτως, το χωρικό πρότυπο τείνει περισσότερο προς το συγκεντρωμένο το έτος 2013 όπου η τιμή του δείκτη πλησιάζει περισσότερο το μηδέν σε σχέση με τα άλλα έτη. Όσον αφορά στα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα τα οποία συνέβησαν στο λοιπό οδικό δίκτυο του νομού Αττικής το χωρικό τους πρότυπο ήταν ομαδοποιημένο τα έτη 2011, 2012 και 2013 ενώ τα υπόλοιπα ομαδοποιημένο. Ο τρόπος χωρικής κατανομής αυτής της κατηγοριοποίησης τείνει προς το τυχαίο πρότυπο περισσότερο το έτος 2015, όπου η

τιμή του δείκτη της ισούται σχεδόν με τη μονάδα ενώ τείνει περισσότερο προς το ομαδοποιημένο πρότυπο το έτος 2011 όπου η τιμή του δείκτη είναι 0.6221 και πλησιάζει το 0 που αντιπροσωπεύει την απόλυτη συγκέντρωση, περισσότερο από τα άλλα έτη. Για τις υπόλοιπες κατηγορίες του οδικού δικτύου όπως Αττική Οδό δεν εφαρμόστηκε η παραπάνω μέθοδος καθώς το πλήθος των συμβάντων τους είναι αρκετά μικρό και ο αλγόριθμος που εφαρμόζεται απαιτεί συγκεκριμένο αριθμό συμβάντων για να μην συμπεριλάβει σφάλματα.

Πίνακας 4.20 Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής βάσει δύο κύριων κατηγοριοποιήσεων του οδικού δικτύου για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης

Year	category	pattern	Ratio	z-score	p-value
2011	Κατοικημένη Περιοχή	clustered	0,7155	-6,5768	0,0000
	Λοιπό Οδικό Δίκτυο	clustered	0,6221	-4,1529	0,0000
2012	Κατοικημένη Περιοχή	clustered	0,5856	-10,3359	0,0000
	Λοιπό Οδικό Δίκτυο	clustered	0,7579	-2,3160	0,0206
2013	Κατοικημένη Περιοχή	clustered	0,4899	-12,4591	0,0000
	Λοιπό Οδικό Δίκτυο	random	0,8220	-1,5975	0,1102
2014	Κατοικημένη Περιοχή	clustered	0,6078	-8,3220	0,0000
	Λοιπό Οδικό Δίκτυο	random	0,7993	-1,5360	0,1245
2015	Κατοικημένη Περιοχή	clustered	0,5402	-10,7726	0,0000
	Λοιπό Οδικό Δίκτυο	random	1,0321	0,2536	0,7998

Ακολουθεί η ανάλυση βάσει των οδικών τμημάτων στα οποία συνέβησαν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής συνολικά για το διάστημα μελέτης 2011-2015. Καταρχάς σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι για να γίνει η παρακάτω ανάλυση η χρήση του λογισμικού ArcGIS έπαιξε καταλυτικό ρόλο. Αναλυτικότερα, προκειμένου τα ενημερωθούν τα οδικά τμήματα με το πλήθος των συμβάντων που έγιναν σε αυτά, ήταν απαραίτητο πρώτα να γίνει μια μετακίνηση των θέσεων των συμβάντων καθώς μέσω της διαδικασίας του geocoding τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα όπως είχαν τοποθετηθεί δεν βρίσκονταν ακριβώς πάνω στις γραμμές που αντιπροσωπεύουν τα οδικά τμήματα. Γι' αυτή τη μετακίνηση δημιουργήθηκε νέο αρχείο και οι θέσεις των συμβάντων είχαν ως συντεταγμένες αυτές της προβολής του συμβάντος στο κοντινότερο οδικό τμήμα. Έπειτα, έγινε καταμέτρηση των περιστατικών για κάθε οδικό τμήμα (road segment). Ακόμα, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι το μήκος του κάθε οδικού τμήματος δεν είναι σταθερό αλλά μεταβαλλόμενο.

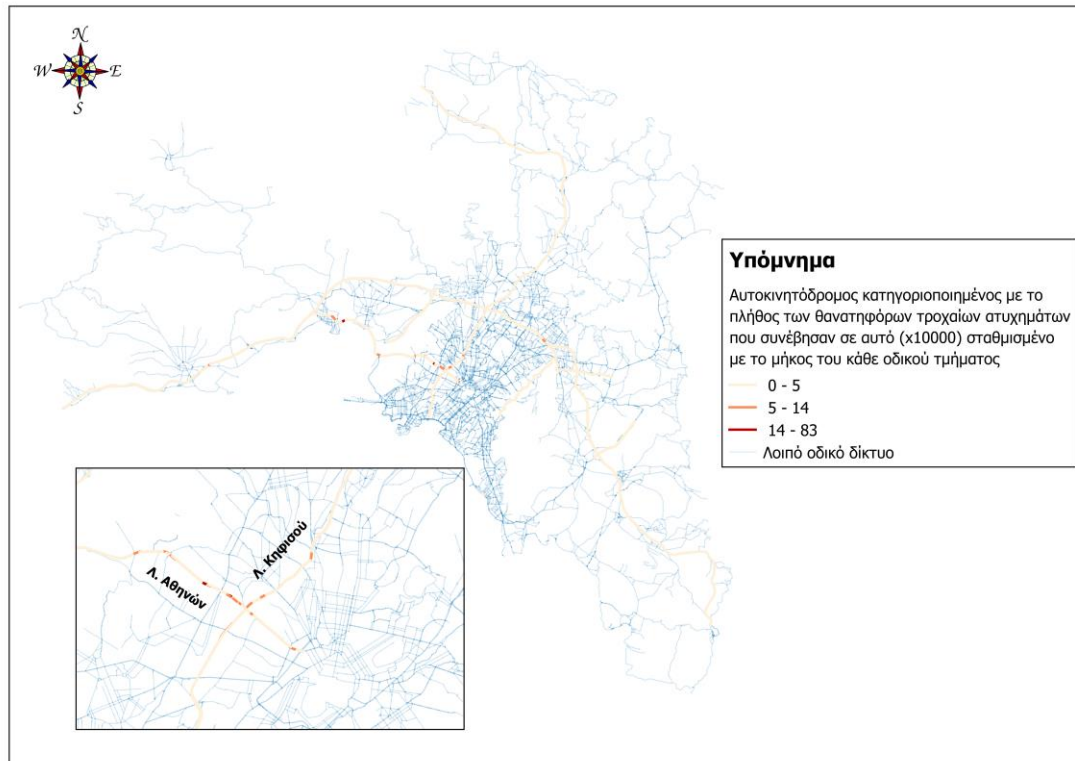
Ο **Χάρτης 4.62** παρουσιάζει τους αυτοκινητοδρόμους του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένους με το πλήθος των περιστατικών που συνέβησαν σε αυτούς, το οποίο είναι σταθμισμένο με το μήκος του κάθε οδικού τμήματος, για το χρονικό διάστημα 2011-2015. Παρατηρείται ότι η εθνική οδός Αθηνών-Θεσσαλονίκης συγκεντρώνει πλήθος περιστατικών σε διάφορα τμήματα της. Επίσης, όπως φαίνεται και στο σχετικό μεγεθυμένο χάρτη οι λεωφόροι Κηφισού και Αθηνών αντιμετωπίζουν

έντονο πρόβλημα κοντά στην περιοχή που διασταυρώνονται, στην περιοχή του Αιγάλεω. Επίσης, σε κάποια τμήματα της Εθνικής οδού Αθηνών-Κορίνθου σημειώνονται αρκετά περιστατικά και ιδιαίτερα στο ύψος του Ασπρόπυργου. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί ότι στη Λαυρίου λαμβάνουν χώρα πολύ λίγα περιστατικά και το σημείο όπου το φαινόμενο είναι έντονο, είναι το Κορωπί. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι στην Αττική οδό δε λαμβάνουν χώρα πολλά συμβάντα για αυτό το λόγο απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα το οποίο σημαίνει ότι είναι αρκετά ασφαλής. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται πολλαπλασιασμένα επί 10000 καθώς το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με το μήκος του κάθε οδικού τμήματος ήταν πολύ μικρό.

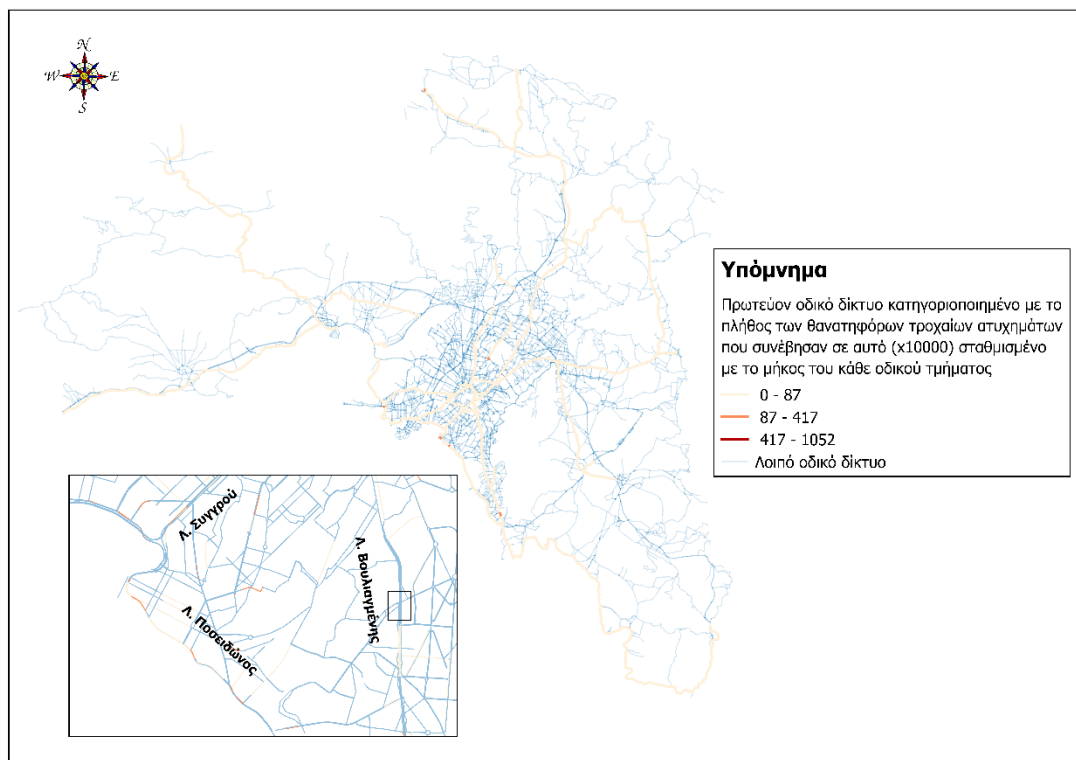
Ακολουθεί ο παρακάτω χάρτης 4.63 ο οποίος δείχνει το πρωτεύον οδικό δίκτυο χωρισμένο σε τρεις κλάσεις ανάλογα το πλήθος των συμβάντων που έλαβε χώρα σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του εκάστοτε οδικού τμήματος. Διάφορες οδικές αρτηρίες στις οποίες παρατηρείται μεγάλο πλήθος συμβάντων είναι η Ποσειδώνος, η Γρηγορίου Λαμπράκη, η Πέτρου Ράλλη αλλά και η Παναγή Τσαλδάρη. Επίσης, στη Λεωφόρο Βουλιαγμένης συμβαίνουν αρκετά περιστατικά σε διάφορες θέσεις της αλλά και στη Λεωφόρο Κωνσταντίνου στο Κορωπί. Τέλος, στο βόρειο τμήμα Α. Συγγρού αλλά και στην Πειραιώς έχουν συμβεί αρκετά περιστατικά το οποίο δείχνει ότι και στους συγκεκριμένους δρόμους υπάρχει πρόβλημα. Ακόμα, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι, το πρωτεύον οδικό δίκτυο στο κέντρο της Αττικής είναι χωρισμένο σε πολλά και μικρού μήκους τμήματα σε αντίθεση με το πρωτεύον οδικό δίκτυο στους περιφερειακούς δήμους όπου τα οδικά τμήματα έχουν μεγάλο μήκος.

Ο **Χάρτης 4.64** παρουσιάζει το ίδιο φαινόμενο με τον προηγούμενο με τη μόνη διαφορά ότι τώρα εξετάζεται το δευτερεύον οδικό δίκτυο της Αττικής. Αρκετά θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα λαμβάνουν χώρα στη Λεωφόρο Αρτέμιδος στα Σπάτα αλλά και στη Θηβών σε διάφορα ύψη της. Το τετράγωνο που απεικονίζεται δείχνει μία από τις πιο επικίνδυνες περιοχές στη Θηβών. Ακόμα, στο δήμο Περάματος στην οδό Δημοκρατίας συμβαίνουν αρκετά ατυχήματα. Κάποιοι άλλα οδικά τμήματα που το φαινόμενο είναι έντονο είναι στην Εθνική Αντιστάσεως στην Καισαριανή αλλά και στη Φυλής στα Άνω Λιόσια. Σημαντικό πρόβλημα υπάρχει επίσης στη Α. Απόλλωνος αλλά και στην τομή των Α. Βασιλίσσης Όλγας με Α. Βασιλέως Κωνσταντίνου όπως φαίνεται στη σχετική μεγέθυνση. Για το τριτεύον οδικό (βλέπε τον παρακάτω χάρτη 4.65) τα πιο επικίνδυνα οδικά τμήματα είναι στην οδό Λέλας Καραγιάννη στον Κορυδαλλό, η διασταύρωση της Κατεχάκη με την Καραθεωδωρή αλλά και η Πελασγίας στο Περιστερί. Κάποια άλλα επικίνδυνα οδικά τμήματα βρίσκονται στην οδό Καραϊσκάκη στο Χαϊδάρι αλλά και στις οδούς Δερβενακίων και Ελ. Βενιζέλου στον Κορυδαλλό, όπως παρουσιάζονται και στο σχετικό μεγεθυμένο χάρτη. Ακόμα, στο Παλαιό Φάληρο σε τρεις παράλληλες οδούς (Αλκυόνης, Ναϊάδων και Αφροδίτης) έχουν συμβεί αρκετά θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα και από αυτές τις τρεις παραπάνω οδούς ξεχωρίζει η Αλκυόνης. Επιπρόσθετα, η λεωφόρος Στρ. Παπάγου (που βρίσκεται στο δήμο Ζωγράφου) έχει αρκετά επικίνδυνα τμήματα όπου ο δείκτης των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων είναι υψηλός. Τέλος, ο **Χάρτης 4.66** παρουσιάζει το πρωτεύον, το δευτερεύον και το τριτεύον οδικό δίκτυο αλλά και τους αυτοκινητοδρόμους της

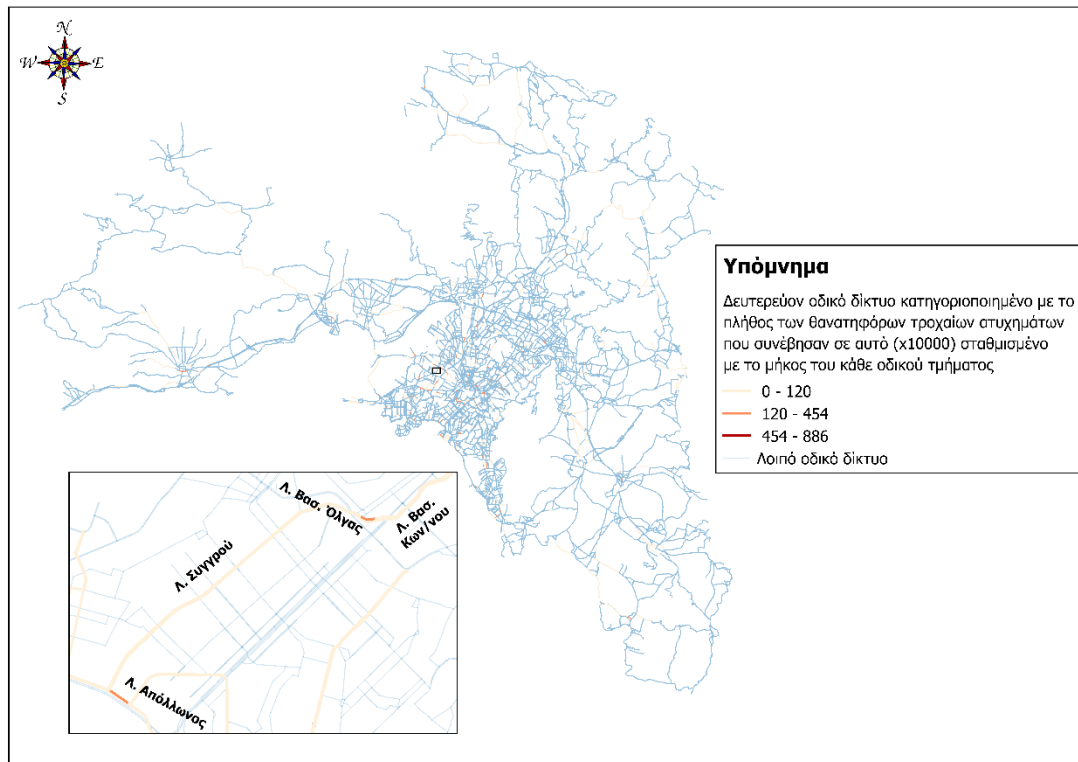
Χάρτης 4.62 Αυτοκινητόδρομοι του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένοι με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτούς σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015



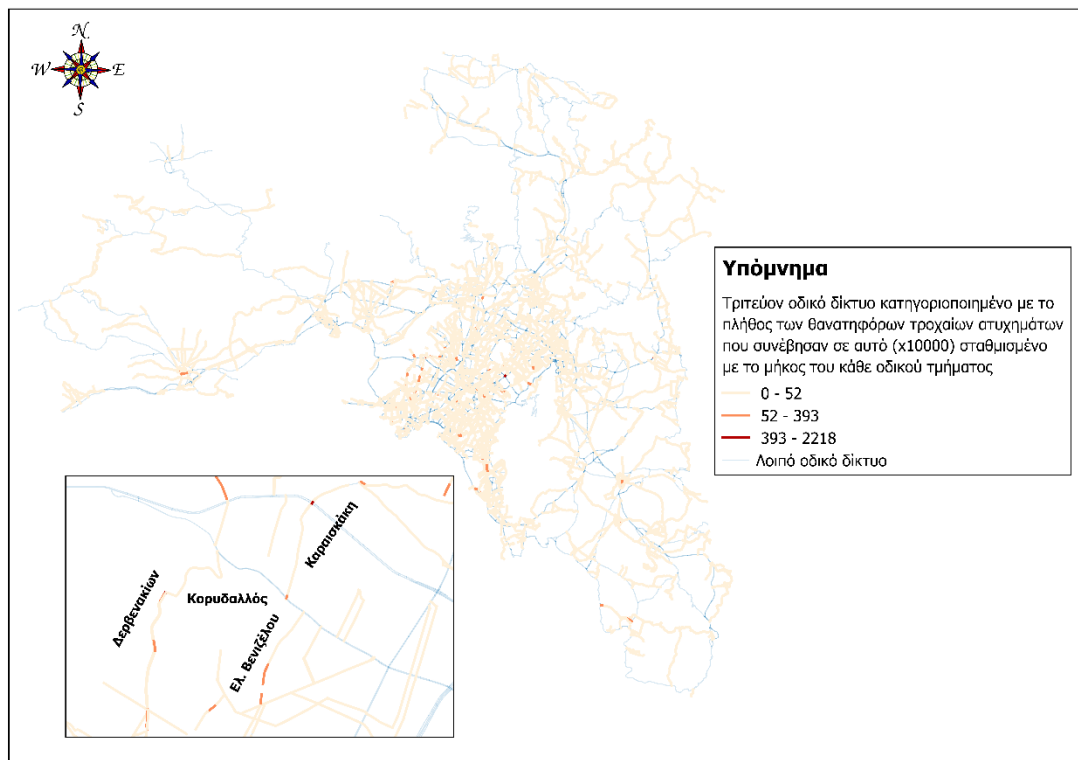
Χάρτης 4.63 Πρωτεύον οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015



Χάρτης 4.64 Δευτερεύον οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015

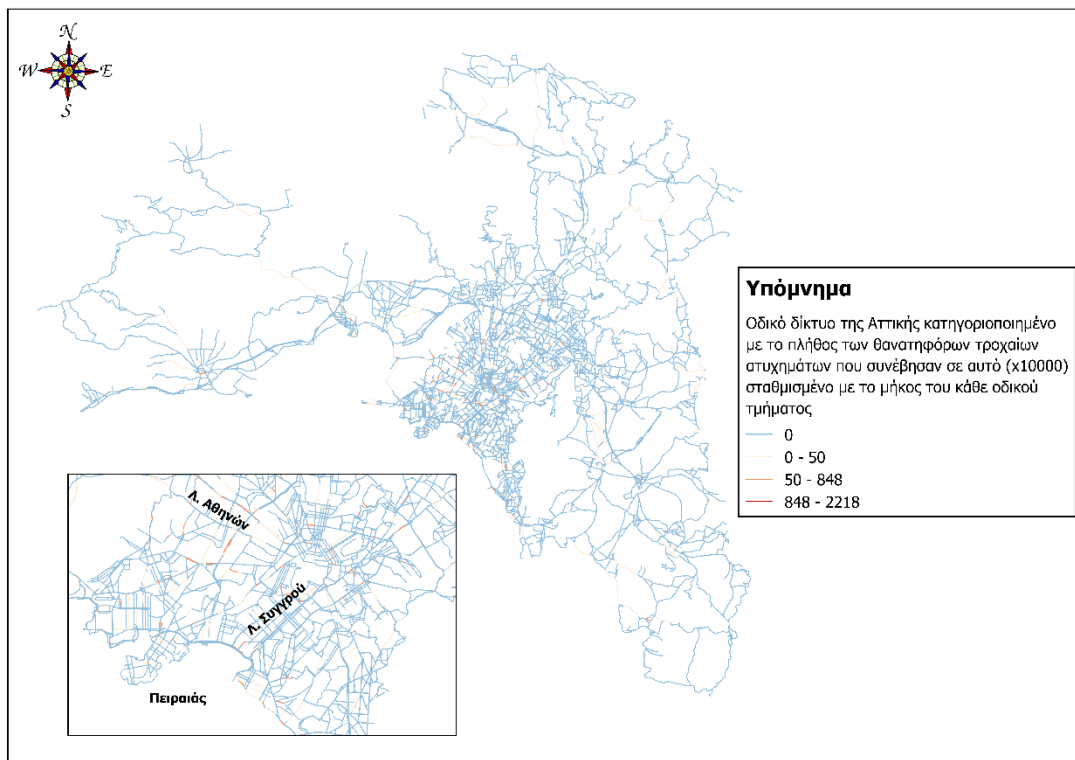


Χάρτης 4.65 Τριτεύον οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015



Αττικής και δίνει μια συνολική εικόνα για το που υπάρχει οξύ πρόβλημα και που όχι. Πρέπει να αναφερθεί η διαφορά στο υπόμνημα, όπου με μπλε χρώμα απεικονίζεται το οδικό δίκτυο στο οποίο δε συνέβη κανένα θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα στο χρονικό διάστημα μελέτης 2011-2015. Οι λεωφόροι Ποσειδώνος και Βουλιαγμένης είναι δύο επικίνδυνοι οδικοί άξονες και σε κάποια τμήματα τους συμβαίνουν πολλά περιστατικά και χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, όπως επίσης και η Παναγή Τσαλδάρη και η Λαυρίου στο Κορωπί. Ακόμα, στην Πέτρου Ράλλη στη Νίκαια και σε διάφορα ύψη της Θηβών λαμβάνουν χώρα αρκετά θανατηφόρα ατυχήματα. Πρέπει να τονιστεί ότι τα οδικά τμήματα στα οποία το φαινόμενο έχει λάβει ανησυχητικές διαστάσεις βρίσκονται στο κέντρο της Αττικής και όχι στην περιφέρεια το οποίο είναι ξεκάθαρο στο μεγεθυμένο χάρτη. Τέλος, οι λεωφόροι Κηφισού και Αθηνών είναι δύο άλλες κύριες οδικές αρτηρίες που έχουν πρόβλημα καθώς η τιμή του σχετικού δείκτη είναι υψηλή σε διάφορα τμήματα τους.

Χάρτης 4.66 Συνολικό οδικό δίκτυο του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένο με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτό σταθμισμένο με το μήκος του οδικού τμήματος για την περίοδο 2011-2015



4.4.7 Ανάλυση βάσει των αιτιών

Τα αίτια που προξένησαν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής είναι μια άλλη σημαντική παράμετρος η οποία πρέπει να αναλυθεί όπως έγινε και για τους νομούς. Ο παρακάτω πίνακας 4.21 παρουσιάζει τα ποσοστά τους. Τα λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς είναι η κυρίαρχη αιτία καθώς το ποσοστό της είναι 44% ενώ της επόμενης κατηγορίας είναι μόλις 14% η οποία είναι αίτια σχετικά με τον πεζό. Σε αντιπαραβολή με τα ποσοστά αυτών των αιτιών για τους νομούς (βλέπε τον παραπάνω πίνακα 4.6) τα λοιπά αίτια σε οδηγούς αλλά και σε πεζούς για την Αττική είναι αυξημένα κατά 7% και 5% αντίστοιχα. Άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ότι για 1 στα 10 περιστατικά δεν έχουν διευκρινιστεί τα αίτια το οποίο είναι ένα σημαντικό ποσοστό. Το ποσοστό της υπερβολικής ταχύτητας είναι σχεδόν ίδιο για την Αττική και για όλη την επικράτεια.

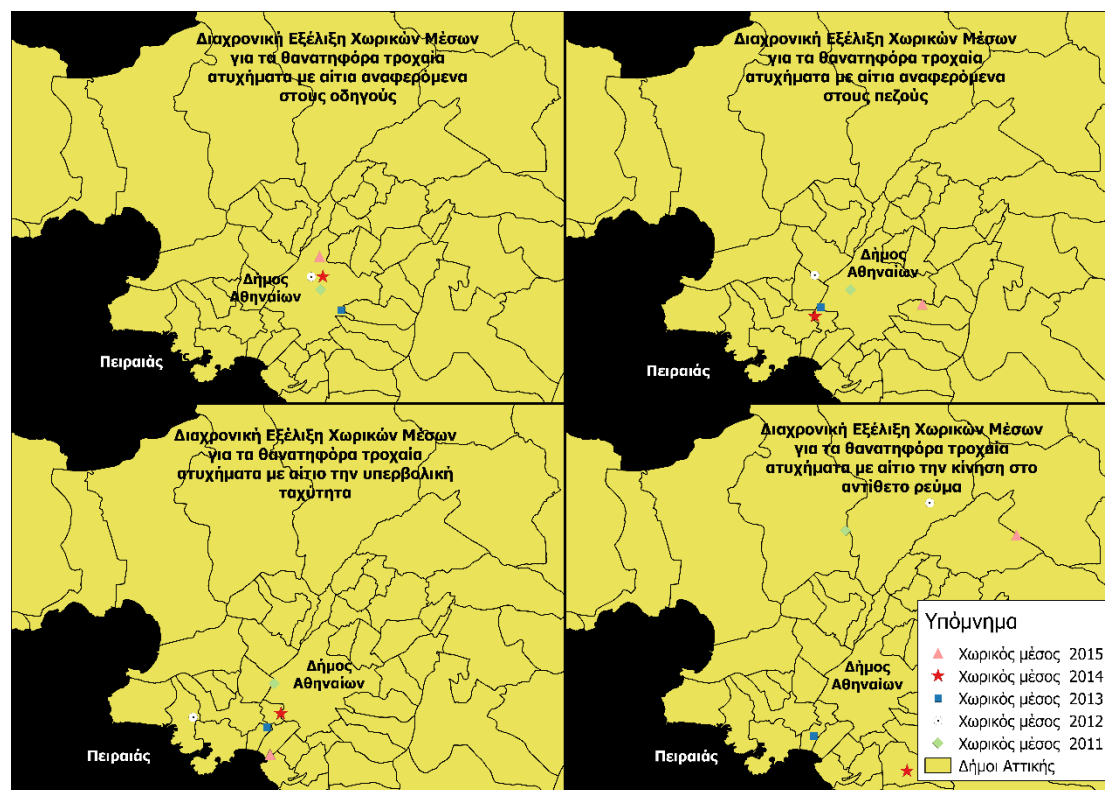
Ακόμα, ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει **Χάρτης 4.67** στον οποίο παρουσιάζεται η διαχρονική εξέλιξη των χωρικών μέσων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής για τις τέσσερις παρακάτω αιτίες: λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς και σε πεζούς, υπερβολική ταχύτητα και κίνηση στο αντίθετο ρεύμα. Τη μικρότερη διασπορά των χωρικών μέσων παρουσιάζει η κατηγορία με τα αίτια αναφερόμενα στους οδηγούς ενώ τη μεγαλύτερη η αιτία κίνησης στο αντίθετο ρεύμα. Μόνο για την κατηγορία αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς οι χωρικοί μέσοι όλων των ετών βρίσκονται στο δήμο Αθηναίων. Επίσης, οι χωρικοί μέσοι για την υπερβολική ταχύτητα βρίσκονται στα νοτιοδυτικά προάστια και ξεχωρίζει αυτός για το 2012 ο οποίος βρίσκεται αρκετά μακριά από αυτούς για τα υπόλοιπα έτη της περιόδου μελέτης. Επιπλέον, οι χωρικοί μέσοι για την κίνηση στο αντίθετο ρεύμα των ετών 2011, 2012 και 2015 βρίσκονται στο βόρειο τμήμα σε αντίθεση με αυτούς των άλλων ετών που βρίσκονται στο νότιο τμήμα του νομού. Ακόμα, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για τα αίτια αναφερόμενα στους πεζούς μόνο το έτος 2011 ο χωρικός μέσος βρίσκεται εντός του δήμου των Αθηναίων. Τέλος, από τα παραπάνω είναι ξεκάθαρη η διαφορετική χωρική κατανομή

Πίνακας 4.21 Ποσοστά αιτιών θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής για το διάστημα μελέτης 2011-2015

Αίτια	Ποσοστό (%)
Αίτια αναφερόμενα σε επιβάτες	0,09
Αίτια αναφερόμενα στην οδό και τον καιρό	0,27
Αίτια αναφερόμενα στο όχημα	0,09
Αίτια αναφερόμενα στους πεζούς	14,04
Αντικανονικό προσπέρασμα	1,60
Απόσπαση προσοχής οδηγού	6,40
Ερευνώνται	10,22
Κίνηση στο αντίθετο ρεύμα	5,51
Λοιπά αίτια αναφερόμενα σε οδηγούς	44,09
Οδήγηση χωρίς σύνεση και προσοχή	2,04
Παραβίαση προτεραιότητας	4,09
Παραβίαση σηματοδότη	2,31
Υπερβολική ταχύτητα	9,24

των περιστατικών βάσει της αιτίας τους το οποίο είναι ένα πολύ χρήσιμο στοιχείο για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Χάρτης 4.67 Διαχρονική εξέλιξη των χωρικών μέσων των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το νομό Αττικής για διάφορες αιτίες



4.4.8 Ανάλυση βάσει του είδους του ατυχήματος

Η τελευταία κατηγοριοποίηση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής η οποία θα εξεταστεί σχετίζεται με το είδος του ατυχήματος. Η σύγκρουση αποτελεί την κυρίαρχη κατηγορία με το ποσοστό της για το σύνολο των ετών μελέτης να φτάνει στο 32% ενώ η παράσυρση πεζού ακολουθεί με ποσοστό που αγγίζει το 30%. Το **Διάγραμμα 4.19** παρουσιάζει τη διαχρονική εξέλιξη των κατηγοριών του είδους του ατυχήματος όπου ξεχωρίζει η μείωση κατά 11% της κατηγορίας παράσυρσης πεζού τη διετία 2013-2014. Οι κατηγορίες ανατροπή και πρόσκρουση έχουν πολύ χαμηλές τιμές (τα συνολικά ποσοστά τους είναι 3.4% και 8.3% αντίστοιχα) και συνεπώς δεν είναι απαραίτητη η περαιτέρω ανάλυση τους. Όσον αφορά στη σύγκριση των συνολικών ποσοστών της Αττικής με τα αντίστοιχα της Ελλάδας, άξιο αναφοράς είναι ότι το ποσοστό της κατηγορίας παράσυρσης πεζού για την Αττική είναι πάνω από 10 ποσοστιαίες μονάδες μεγαλύτερο από αυτό για την Ελλάδα. Το ποσοστό της σύγκρουσης είναι σχεδόν ίδιο ενώ της κατηγορίας εκτροπής είναι 8% μικρότερο στην Αττική. Οι διαφορές αυτών των ποσοστών είναι σε σχέση με τα σύνολο της Αττικής και της Ελλάδας αντίστοιχα και όχι μεταξύ των δύο ποσοστών.

Ύστερα για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα με είδος σύγκρουση, παράσυρση πεζού και εκτροπή υπολογίστηκαν οι χωρικοί μέσοι αλλά και οι ελλείψεις τυπικού σφάλματος όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη 4.68. Παρατηρείται ότι οι

χωρικοί μέσοι της κατηγορίας παράσυρσης πεζού είναι λιγότερο διεσπαρμένοι στο χώρο σε σχέση με τις άλλες κατηγορίες και οι ελλείψεις τυπικού σφάλματος καταλαμβάνουν πολύ μικρότερη έκταση σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες δείχνοντας σημαντικά στοιχεία για την χωρική κατανομή. Ακόμα, ο προσανατολισμός των ελλείψεων της παράσυρσης πεζού είναι, για όλα τα έτη εκτός του 2013, σχεδόν ανατολικός-δυτικός σε αντίθεση με τον προσανατολισμό των ελλείψεων για την κατηγορία σύγκρουση που είναι βορειοδυτικός-νοτιοανατολικός. Αυτό δείχνει τον διαφορετικό τρόπο κατανομής των περιστατικών για τις δύο περιπτώσεις. Επίσης, οι περισσότεροι χωρικοί μέσοι βρίσκονται εντός του δήμου Αθηναίων και μόνο ο χωρικός μέσος του 2011 για την κατηγορία σύγκρουση βρίσκεται αρκετά μακριά, προς το βόρειο τμήμα της Αττικής. Πρέπει να τονιστεί ότι ο υπολογισμός των χωρικών μέσων και των ελλείψεων τυπικού σφάλματος έγινε χωρίς να δοθεί βάρος σε κάποιο πεδίο των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων.

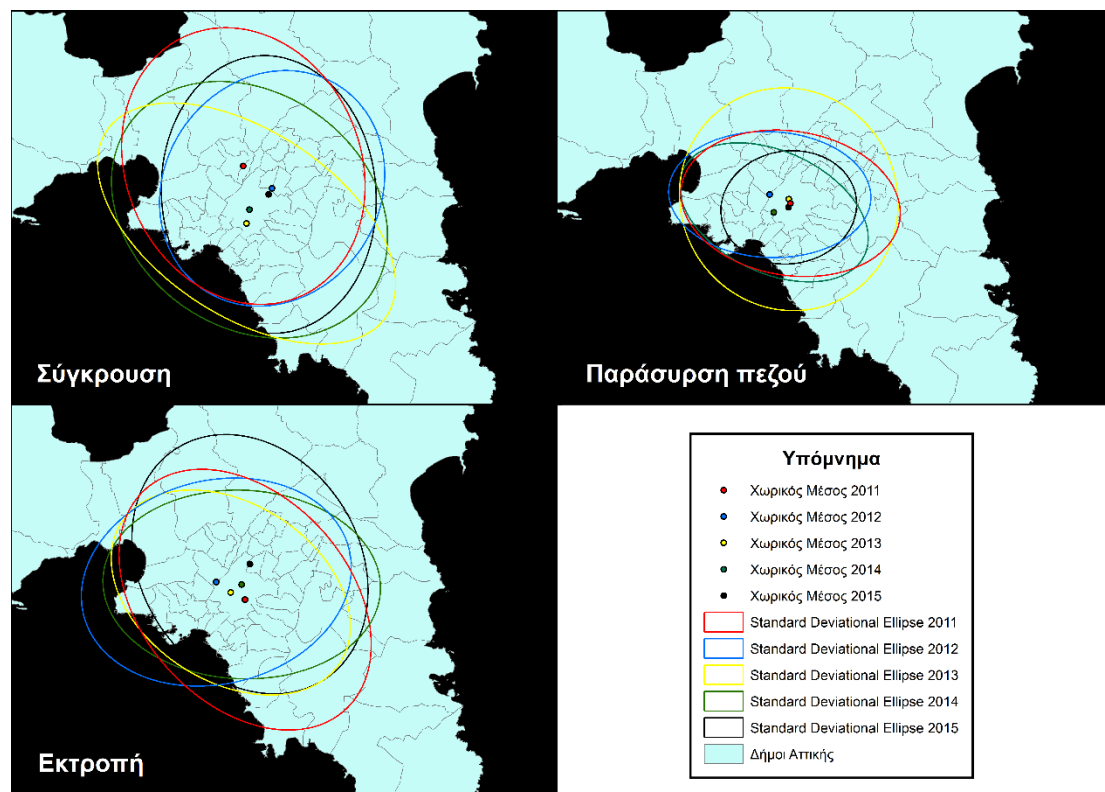


Διάγραμμα 4.19 Θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος του ατυχήματος για κάθε έτος για το χρονικό διάστημα 2011-2015

Τέλος, τα αποτελέσματα της ανάλυσης απόστασης από εγγύτερο γείτονα εκτίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.22 όπου όλες οι κατηγορίες για όλα τα έτη έχουν ομαδοποιημένο πρότυπο. Αν και η κατηγορία εκτροπή παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή του δείκτη εν έτει 2012, τη μικρότερη μέση τιμή για τα πέντε έτη έχει η κατηγορία σύγκρουση. Ακολουθεί η κατηγορία εκτροπή και τέλος η κατηγορία παράσυρση πεζού έχει τη λιγότερο ισχυρή συγκέντρωση συμβάντων. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι η κατηγορία εκτροπή εμφανίζει χωρικό πρότυπο που τείνει περισσότερο προς το τυχαίο εν έτει 2014 σε σχέση με τις υπόλοιπες κατηγορίες, όπου η τιμή του δείκτη είναι 0.7960. Ωστόσο, και για τις τρεις κατηγορίες η συγκέντρωση που παρουσιάζει η χωρική κατανομή είναι ισχνή καθώς η τιμή του δείκτη σε κανένα έτος δεν είναι μικρότερη από 0.5. Σε αυτό το σημείο ολοκληρώθηκε η ενδελεχή ανάλυση σύμφωνα

με τις διάφορες κατηγοριοποιήσεις των θανατηφόρων τροχαίων και έπειτα παρουσιάζεται η χωρική αυτοσυσχέτιση της μελετώμενης μεταβλητής.

Χάρτης 4.68 Χωρικοί μέσοι και ελλείψεις τυπικού σφάλματος για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα της Αττικής για τρία είδη ατυχήματος



Πίνακας 4.22 Το χωρικό πρότυπο που παρουσιάζουν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του νομού Αττικής κατηγοριοποιημένα με το είδος ατυχήματος για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης

Year	category	pattern	Ratio	z-score	p-value
2011	Εκτροπή	clustered	0,6121	-5,6516	0,0000
	Παράσυρση Πεζού	clustered	0,6525	-5,5220	0,0000
	Σύγκρουση	clustered	0,7071	-4,4128	0,0000
2012	Εκτροπή	clustered	0,5590	-7,0585	0,0000
	Παράσυρση Πεζού	clustered	0,7197	-4,4861	0,0000
	Σύγκρουση	clustered	0,6168	-5,9557	0,0000
2013	Εκτροπή	clustered	0,7824	-2,9430	0,0033
	Παράσυρση Πεζού	clustered	0,6926	-4,5928	0,0000
	Σύγκρουση	clustered	0,5614	-6,7656	0,0000
2014	Εκτροπή	clustered	0,7960	-3,0489	0,0023
	Παράσυρση Πεζού	clustered	0,7886	-2,8310	0,0046
	Σύγκρουση	clustered	0,6940	-4,7554	0,0000
2015	Εκτροπή	clustered	0,6741	-4,4093	0,0000
	Παράσυρση Πεζού	clustered	0,7076	-3,9550	0,0001
	Σύγκρουση	clustered	0,6625	-5,1545	0,0000

4.4.9 Χωρική Αυτοσυσχέτιση

4.4.9.1 Γενικοί Δείκτες

Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας υπολογίστηκαν δύο γενικοί δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης οι οποίοι χρησιμοποιούνται σε παρόμοιες μελέτες και δίνουν χρήσιμα συμπεράσματα για την μεταβολή του φαινομένου στο χώρο. Αυτοί οι δείκτες υπολογίστηκαν για δύο περιπτώσεις δεδομένων. Η πρώτη περίπτωση αφορά τους δήμους της Αττικής με ένα πεδίο το οποίο αναφέρεται στο πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτούς και η δεύτερη περίπτωση αφορά την ίδια μεταβλητή αλλά σταθμισμένη με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του κάθε δήμου. Σε αυτό το σημείο είναι κρίσιμο να αναφερθεί ότι κατά την εκτέλεση του αλγορίθμου και για τους δυο δείκτες δεν ελήφθη υπόψη το πλήθος των γειτονικών οντοτήτων στον υπολογισμό του δείκτη και επίσης ως γείτονες θεωρήθηκαν αυτοί με κοινές ακμές και κορυφές. Τα αποτελέσματα από την εφαρμογή του γενικού (global) δείκτη Moran's I παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.23. Η εφαρμογή αυτών των δεικτών εκτός από το βαθμό της χωρικής αυτοσυσχέτισης δείχνει και το χωρικό πρότυπο της κατανομής το οποίο βρίσκεται στην τελευταία στήλη του πίνακα. Για την πρώτη περίπτωση δεν υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση καθώς η τιμή του δείκτη είναι σχεδόν μηδέν και το πρότυπο είναι τυχαίο. Όσον αφορά στη δεύτερη περίπτωση η χωρική αυτοσυσχέτιση της μεταβλητής είναι θετική αλλά δεν είναι ισχυρή καθώς η τιμή του δείκτη Moran's I δεν ξεπερνά το 0.5 ενώ το χωρικό πρότυπο τείνει προς το ομαδοποιημένο δεδομένης της υψηλής τιμής z-score.

Πίνακας 4.23 Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Moran's I για τους δήμους για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων

	Moran's I	Expected I	p-value	z-score	pattern
Πλήθος περιστατικών	-0.0446	-0.0175	0.6591	-0.4412	random
Πλήθος περιστατικών σταθμισμένο με συνολικό μήκος οδικού δικτύου	0.3297	-0.0175	0.0000	4.3393	clustered

Ύστερα, υπολογίστηκε ο δεύτερος δείκτης που είναι ο γενικός (global) δείκτης Getis-Ord για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις και τα αποτελέσματα τους βρίσκονται στον παρακάτω πίνακα 4.24. Και στις δύο περιπτώσεις δεν υπάρχει χωρική αυτοσυσχέτιση και επίσης αμφοτέρωτα τα πρότυπα τους είναι ομαδοποιημένα. Μεγαλύτερη ομαδοποίηση παρουσιάζει η δεύτερη περίπτωση όπου έχει γίνει στάθμιση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου ανά δήμο καθώς η τιμή p-value είναι πολύ μικρή και το z-score μεγαλύτερο από το αντίστοιχο της πρώτης περίπτωσης. Ωστόσο, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι και σε αυτές τις περιπτώσεις η ομαδοποίηση που παρουσιάζεται δεν είναι ιδιαίτερα ισχυρή.

Πίνακας 4.24 Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Getis-Ord για τους δήμους για τρεις διαφορετικές περιπτώσεις δεδομένων

	Observed General G	Expected General G	p-value	z-score	pattern
Πλήθος περιστατικών	0.0218	0.0175	0.0103	2.5650	clustered
Πλήθος περιστατικών σταθμισμένο με συνολικό μήκος οδικού δικτύου	0.0221	0.0175	0.0008	3.3681	clustered

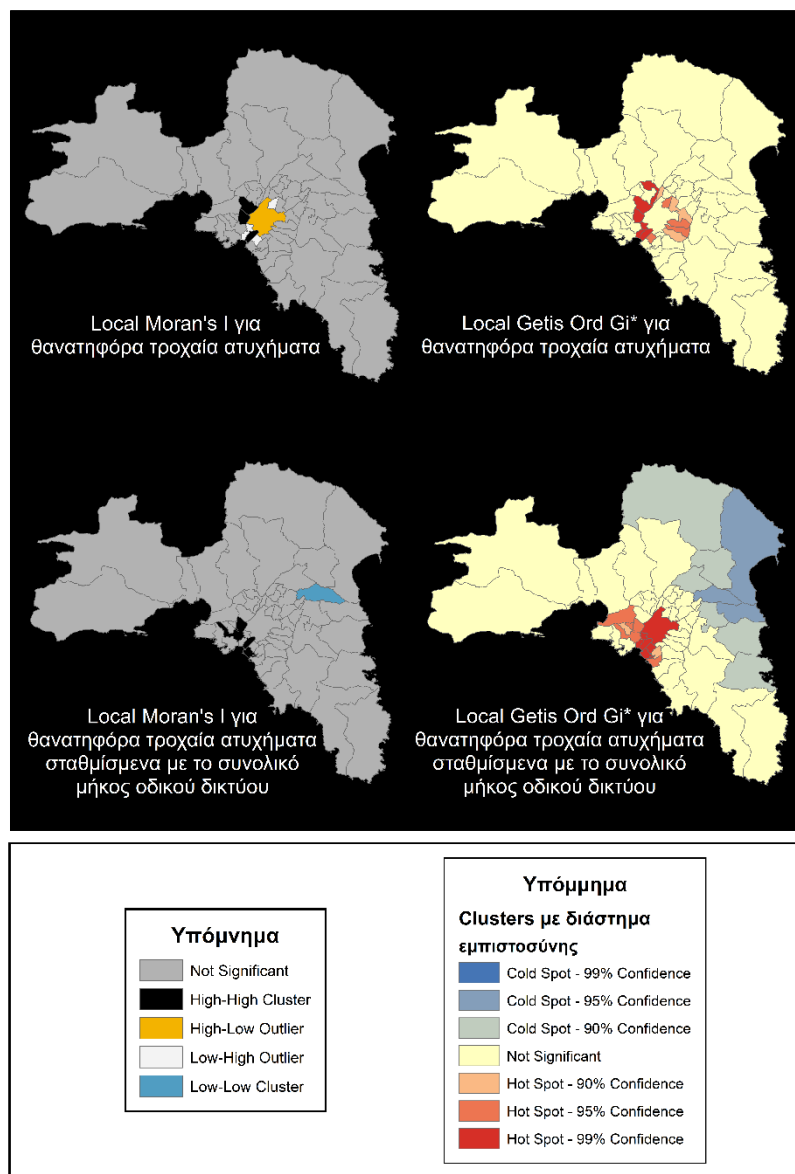
4.4.9.2 Τοπικοί δείκτες

Εκτός από τους γενικούς δείκτες χωρικής αυτοσυσχέτισης χρησιμοποιήθηκαν και οι τοπικοί δείκτες δηλαδή οι Anselin Local Moran's I και Local Getis-Ord G_i^* . Αμφότεροι οι παραπάνω δείκτες εφαρμόστηκαν για τις δύο διαφορετικές περιπτώσεις και τα αποτελέσματα τους παρατίθενται στον παρακάτω χάρτη 4.69. Με τη μέθοδο του Local Moran's I, όπως είχε αναφερθεί και στην αντίστοιχη περίπτωση των νομών, με γκρι χρώμα απεικονίζονται οι μη σημαντικοί δήμοι. Παρατηρείται ότι για την πρώτη περίπτωση (βλέπε επιμέρους χάρτη πάνω-αριστερά), οι περισσότεροι δήμοι δεν είναι στατιστικά σημαντικοί ενώ οι δήμοι Καλλιθέας, Περιστερίου και Αιγάλεω είναι High-High clusters δηλαδή έχουν υψηλή τιμή συμβάντων οι ίδιοι αλλά και οι γείτονες τους. Ο δήμος Αθηναίων απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα, δηλαδή είναι High-Low outlier που σημαίνει ότι έχει πολλά περιστατικά σε αντίθεση με τους γείτονες του. Το αντίθετο από αυτό συμβαίνει στους δήμους Αγίου Δημητρίου, Μοσχάτου και Γαλατσίου στους οποίους λαμβάνουν χώρα λίγα συμβάντα ενώ στους γειτονικούς δήμους πολλά. Για τη δεύτερη περίπτωση με εφαρμογή Anselin Local Moran's I (βλέπε κάτω-αριστερά επιμέρους χάρτη) ο χάρτης είναι λίγο διαφορετικός. Οι δήμοι που είναι κέντρα υψηλών τιμών της μεταβλητής (High-High clusters) είναι το Παλαιό Φάληρο, η Καλλιθέα, η Νίκαια και το Περιστερί. Αντίθετα, ο δήμος Πεντέλης είναι Low-Low cluster (απεικονίζεται με γαλάζιο χρώμα) που σημαίνει ότι συμβαίνουν πολύ λίγα περιστατικά εντός αυτού και το ίδιο συμβαίνει και τους γειτονικούς δήμους του.

Ύστερα, εφαρμόστηκε ο τοπικός δείκτης αυτοσυσχέτισης Local Getis-Ord G_i^* και τα αποτελέσματα του φαίνονται στο δεξιό μέρος του χάρτη. Είναι σημαντικό να τονιστεί η διαφορά με την προηγούμενη μέθοδο που είναι ότι η μέθοδος Getis-Ord G_i^* εντοπίζει μόνο τις συγκεντρώσεις (clusters) είτε θετικές είτε αρνητικές με τα διαστήματα εμπιστοσύνης τους, χωρίς να αναδεικνύονται τα outliers. Οι δήμοι που απεικονίζονται με εκρού χρώμα δεν είναι στατιστικά σημαντικοί, δηλαδή δεν έχει απορριφθεί η μηδενική υπόθεση και η τιμή της μεταβλητής τους έχει προκύψει με τυχαίο τρόπο. Για την πρώτη περίπτωση εντοπίζονται μόνο hot spots και οι δήμοι με το μεγαλύτερο διάστημα εμπιστοσύνης είναι Περιστερί, Αιγάλεω, Άγιοι Ανάργυροι, Καλλιθέα και το Μοσχάτο. Επίσης, κάποιοι δήμοι που αποτελούν hot spots με διάστημα εμπιστοσύνης 95% είναι η Νέα Ιωνία και ο Ζωγράφος ενώ κάποιοι άλλοι με διάστημα 90% είναι ο Παπάγος και η Φιλαδέλφεια. Πρέπει να τονιστεί ότι για αυτή την περίπτωση δεν υπάρχουν δήμοι που να αποτελούν κέντρα περιοχών που

συμβαίνουν λίγα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα (cold spots) για κανένα από τα τρία διαστήματα εμπιστοσύνης. Τέλος, για τη δεύτερη περίπτωση ο χάρτης που προκύπτει είναι τελείως διαφορετικός. Οι περιφερειακοί δήμοι στο βορειοανατολικό μέρος της Αττικής είναι cold clusters με διάστημα εμπιστοσύνης 99% και 95%. Μερικοί δήμοι για το πρώτο διάστημα εμπιστοσύνης είναι η Πεντέλη και η Ραφήνα ενώ για το δεύτερο είναι η Κηφισιά και το Μαρκόπουλο. ενώ όσο πλησιάζουν στο κέντρο του νομού το διάστημα εμπιστοσύνης μειώνεται. Επίσης, οι δήμοι του κέντρου όπως ο δήμος Αθηνών αποτελούν hot spots με διάστημα εμπιστοσύνης 99% και οι γειτονικοί τους δυτικά, όπως Περιστερί, Αιγάλεω και Κορυδαλλός αποτελούν και αυτοί hot spots αλλά με μικρότερο διάστημα εμπιστοσύνης.

Χάρτης 4.69 Υπολογισμός Local Moran's I και Local Getis-Ord G_i^* για δύο διαφορετικές περιπτώσεις θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων της Αττικής ανά δήμο για την περίοδο 2011-2015

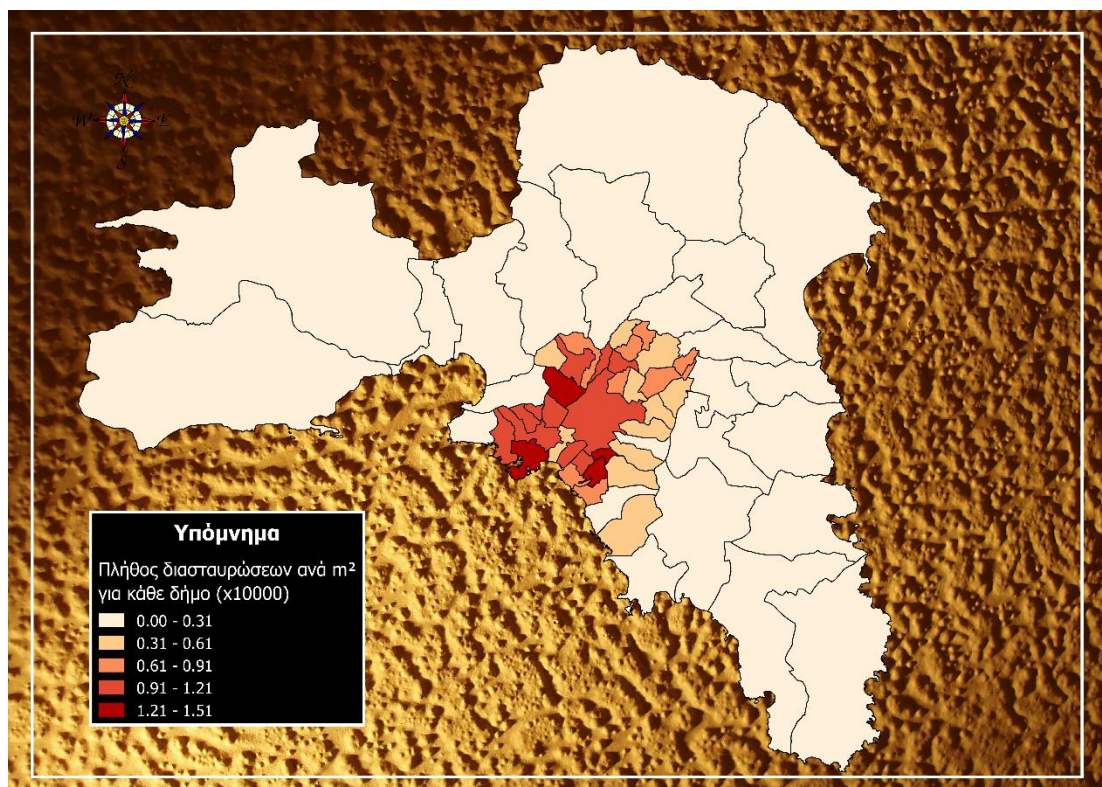


4.5 Συσχέτιση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές για το νομό Αττικής

Μετά την περάτωση του σταδίου ανάλυσης του προβλήματος ακολουθεί η συσχέτιση του πλήθους θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά δήμο της Αττικής με διάφορες μεταβλητές προκειμένου να αναδειχθούν εκείνες οι οποίες έχουν υψηλή συσχέτιση με το πρόβλημα. Οι μεταβλητές αυτές αφορούσαν χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου αλλά και κοινωνικό-οικονομικά χαρακτηριστικά και μερικές είναι ίδιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν για τους νομούς (βλέπε παραπάνω). Αυτές που προστέθηκαν είναι το πλήθος των κτιρίων [build_area] και των καταστημάτων [shops_area] σταθμισμένα με την έκταση του κάθε δήμου αλλά και χωρίς στάθμιση [buildings] και [shops]. Αυτά τα δεδομένα ήταν γνωστά από την κτιριακή απογραφή που πραγματοποιήθηκε εν έτει 2011. Το πλήθος των διασταυρώσεων ανά 10 στρέμματα αποτελεί μια σημαντική μεταβλητή η οποία παρουσιάζεται στον παρακάτω χάρτη 4.70. Παρατηρείται ότι οι δήμοι που βρίσκονται στο κέντρο του νομού έχουν περισσότερες διασταυρώσεις από τους περιφερειακούς δήμους. Τις περισσότερες έχουν οι δήμοι Δάφνης-Υμηττού, Πειραιώς, Περιστερίου και Αγίου Δημητρίου με φθίνουσα σειρά κατάταξης. Εν αντιθέσει οι δήμοι Μάνδρας-Ειδυλλίας, Ωρωπού και Μεγαρέων έχουν τις λιγότερες διασταυρώσεις σταθμισμένες με την έκταση τους με αύξουσα σειρά.

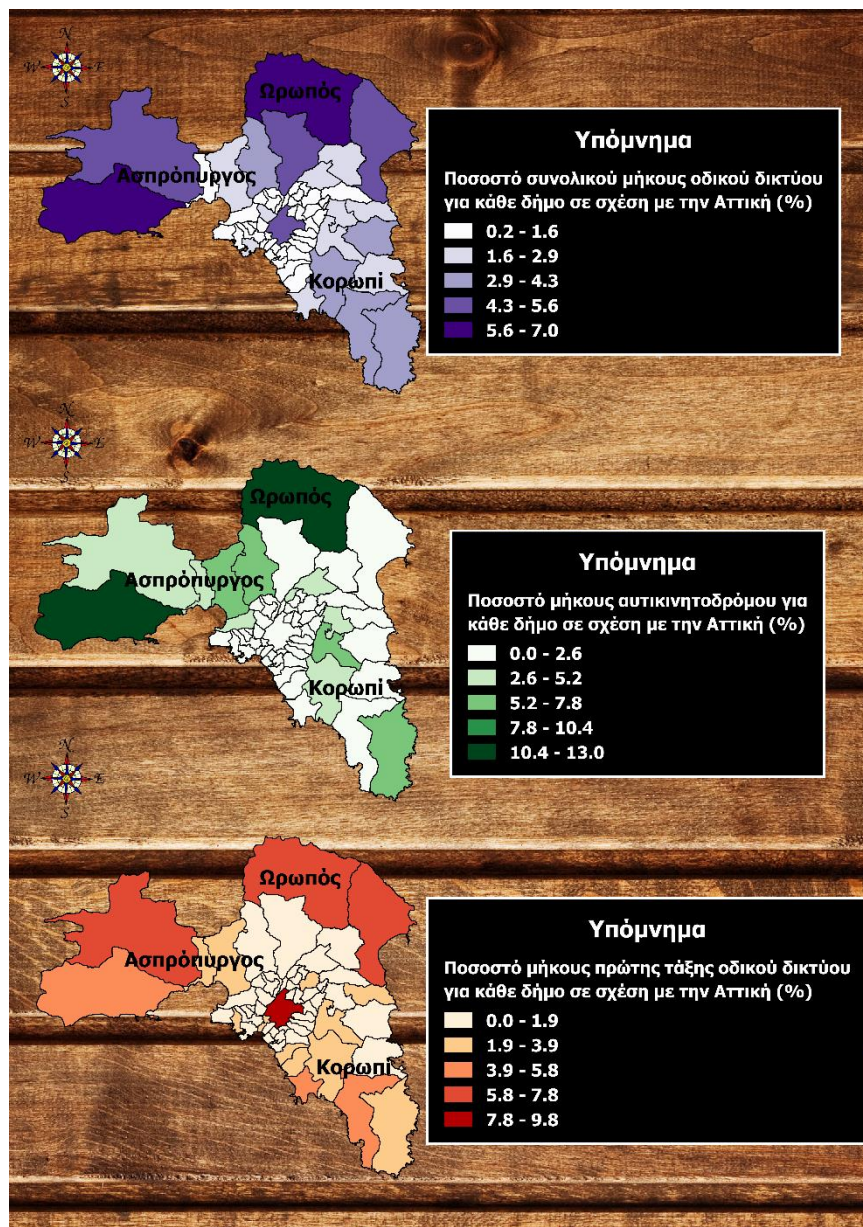
Όσον αφορά στο συνολικό μήκος οδικού δικτύου αλλά και στο οδικό δίκτυο πρώτης και δεύτερης τάξης, ο παρακάτω χάρτης 4.71 παρουσιάζει τα ποσοστά τους σε σχέση με το σύνολο της Αττικής. Οι δήμοι που συγκεντρώνουν τα υψηλότερα ποσοστά είναι του Ωρωπού, των Μεγαρέων και των Αθηναίων με φθίνουσα σειρά κατάταξης.

Χάρτης 4.70 Πλήθος διασταυρώσεων ανά m^2 για κάθε δήμο της Αττικής



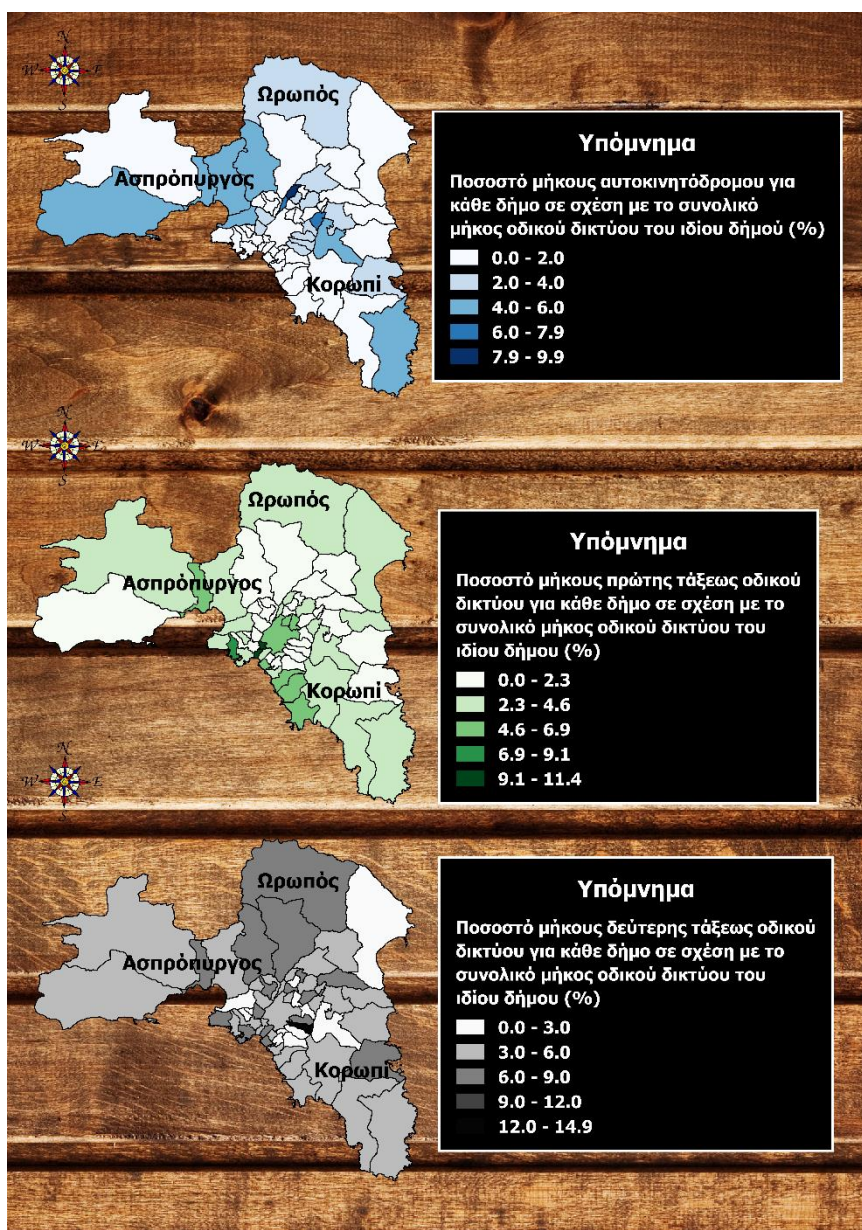
Οι δύο πρώτοι είναι λογικό να έχουν πολύ υψηλά ποσοστά καθώς καταλαμβάνουν πολύ μεγάλη έκταση, ωστόσο ο δήμος Αθηναίων έχει πολύ μικρότερη έκταση σε σχέση με αυτούς. Αντίθετα, πολύ χαμηλά ποσοστά έχουν οι δήμοι Αγίας Βαρβάρας, Δάφνης-Υμηττού και Βριλησίων οι οποίοι έχουν πολύ μικρή έκταση. Όσον αφορά στο ποσοστό για το μήκος αυτοκινητόδρομου κυριαρχούν οι δήμοι Μεγαρέων, Ασπρόπυργου και Ωρωπού καθώς από αυτούς διέρχεται μέρος της Ε.Ο. Αθηνών-Κορίνθου και της Ε.Ο. Αθηνών-Θεσσαλονίκης αντίστοιχα. Οι κεντρικοί δήμοι έχουν μηδενικές τιμές. Για το οδικό δίκτυο πρώτης τάξης κυρίαρχο ποσοστό έχει ο δήμος Αθηναίων και ακολουθούν με ποσοστό μειωμένο περίπου κατά 2% οι δήμοι Ωρωπού και Μάνδρας-Ειδυλλίας. Οι δήμοι του κεντρικού τομέα Αθηνών έχουν και πάλι πολύ χαμηλά ποσοστά.

Χάρτης 4.71 Ποσοστό μήκους συνολικού οδικού δικτύου, αυτοκινητόδρομου και πρώτης τάξεως για κάθε δήμο σε σχέση με όλη την Αττική



Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν τα ποσοστά για κάθε κατηγορία οδικού δικτύου σε σχέση με το συνολικό μήκος του ίδιου νομού ως predictor variables. Αυτά τα ποσοστά για το οδικό δίκτυο πρώτης και δεύτερης τάξης αλλά και για τον αυτοκινητόδρομο παρουσιάζονται γραφικά στον παρακάτω χάρτη 4.72. Παρατηρείται ότι για τους περισσότερους δήμους το ποσοστό αυτοκινητοδρόμου που έχουν προσεγγίζει το 0 ενώ για αυτούς στους οποίους κυριαρχεί δεν ξεπερνά το 10%. Αυτοί είναι οι δήμοι Μεταμορφώσεως και Φιλαδέλφειας από τις οποίες διέρχεται η Ε.Ο. Αθηνών-Λαμίας και Αθηνών-Κορίνθου αντίστοιχα και επίσης έχουν πολύ μικρή έκταση. Για το οδικό δίκτυο πρώτης τάξης κυριαρχούν οι δήμοι Μοσχάτου και Κερατσινίου-Δραπετσώνας ενώ οι δήμοι του κέντρου έχουν σχεδόν μηδενικό ποσοστό. Για το οδικό δίκτυο δεύτερης τάξης κυριαρχεί η Καισαριανή με διαφορά από τους άλλους δήμους και ακολουθούν το Αιγάλεω και η Καλλιθέα ενώ τα μικρότερα ποσοστά συγκεντρώνει η

Χάρτης 4.72 Ποσοστό μήκους αυτοκινητόδρομου, πρώτης και δεύτερης τάξεως για κάθε δήμο Αττικής σε σχέση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του ίδιου δήμου



Αγία Βαρβάρα και ο Άγιος Δημήτριος. Γενικότερα για κάθε δήμο η κατηγορία του οδικού δικτύου κατοικημένης περιοχής είναι η κυρίαρχη και τα ποσοστά τους [r_resident] είναι πάρα πολύ μεγαλύτερα συγκρινόμενα με τις άλλες κατηγορίες το οποίο είναι απόλυτα λογικό. Το οδικό δίκτυο αναλύθηκε εκτενώς σε σχέση με τις άλλες μεταβλητές καθώς είναι εκεί που συμβαίνουν τα περιστατικά. Ο παρακάτω πίνακας 4.25 παραθέτει μία σύνοψη με τα στατιστικά από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στη μετέπειτα exploratory regression προκειμένου να βρεθούν οι κατάλληλες που έχουν συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή. Οι επτά τελευταίες μεταβλητές αναφέρονται στον τομέα παραγωγής (πρωτογενή, δευτερογενή και τριτογενή) σε απόλυτες τιμές αλλά και σε ποσοστά για τον κάθε δήμο και η p_univers αφορά το ποσοστό των κατοίκων του δήμου που έχουν τριτοβάθμια εκπαίδευση.

Πίνακας 4.25 Σύνοψη στατιστικών από τις ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα της παλινδρόμησης

	N	Min	Max	Mean	Std. Deviation
junctions	58	0,01	1,51	0,54	0,44
lengthSUM	58	50616,20	1521813,47	376148,42	350880,51
length_mot	58	0,00	59091,86	7854,03	12552,89
length-pri	58	0,00	57183,63	10107,33	12421,82
length-sec	58	0,00	102409,18	19206,45	21035,24
length-ter	58	1195,17	144734,97	39916,39	36042,35
length-res	58	28261,75	685408,37	174561,99	136576,29
p_motor	58	0,00	12,97	1,72	2,76
p_primary	58	0,00	9,75	1,72	2,12
p_secondary	58	0,00	9,19	1,72	1,89
p_tertit	58	0,05	6,25	1,72	1,56
p_resident	58	0,28	6,77	1,72	1,35
p_sum	58	0,23	6,98	1,72	1,61
r_motor	58	0,00	9,92	1,82	2,26
r_primary	58	0,00	11,43	2,64	2,28
r_second	58	0,00	14,94	4,93	2,69
r_tertrit	58	1,26	23,89	11,20	4,00
r_resident	58	15,28	82,45	54,02	15,20
sinuosity	58	1,00	1,21	1,08	0,05
buildings	58	702,00	61769,00	12322,57	9238,24
shops	58	63,00	6161,00	583,17	825,98
build_area	58	0,03	2,62	0,92	0,76
shops_area	58	0,01	1,91	0,45	0,47
urban	58	1,55	38,91	8,86	6,72
p_urban	58	1,71	100,00	58,79	37,21
rural	58	0,00	409,52	39,32	82,94
p_rural	58	0,00	95,97	36,88	36,25
p_univers	58	11,09	71,57	36,71	13,76
sector_pr	58	25,00	3864,00	265,71	553,72
sector_sec	58	1087,00	42683,00	4195,81	5520,40
sector_tert	58	3890,00	216702,00	20187,90	27870,86
sector_SUM	58	5707,00	260658,00	24649,41	33406,69
p_sector_pr	58	0,24	27,69	1,69	4,08
p_sector_sec	58	9,65	34,77	17,92	5,25
p_sector_tert	58	56,87	89,95	80,39	7,22

Έπειτα, υπολογίστηκε ο παρακάτω τετραγωνικός και συμμετρικός πίνακας 4.26 ο οποίος δείχνει τις συσχετίσεις Pearson ανάμεσα σε μερικές από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Παρατηρείται πολύ υψηλή θετική συσχέτιση ανάμεσα στις διασταυρώσεις ανά 10 στρέμματα και το ποσοστό αστικής έκτασης ανά δήμο. Αντίθετα, οι διασταυρώσεις παρουσιάζουν πολύ υψηλή αρνητική συσχέτιση με το ποσοστό αγροτικής έκτασης. Σχεδόν τέλεια αρνητική συσχέτιση έχουν το ποσοστό αστικής με αγροτικής έκτασης ανά δήμο γιατί είναι σχεδόν -1. Καμία συσχέτιση απ' εναντίας δεν έχει το ποσοστό μήκους πρώτης τάξης οδικού δικτύου με αυτό της δεύτερης εντός του δήμου. Ακόμα, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι ο δίνεται η πληροφορία για κάθε συσχέτιση αν είναι στατιστικά σημαντική. Όπως είχε αναφερθεί και στην περίπτωση των νομών οι τιμές Pearson που έχουν ένα ή δύο αστερίσκους ως εκθέτη είναι στατιστικά σημαντικές για διάστημα 95% και 99% αντίστοιχα. Η τελευταία συσχέτιση που αναφέρθηκε δεν είναι στατιστικά σημαντική ενώ η προτελευταία είναι για διάστημα εμπιστοσύνης 99%.

Πίνακας 4.26 Συσχετίσεις Pearson κάποιων ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στην exploratory regression

		junctions	r_motor	r_primary	r_second	r_tertrit	r_resident	sinuocity	build-area	shops-area	p_urban	p_rural
junctions	Pearson Cor.	1	-.285 [*]	-.078	-.101	.263 [*]	.708 ^{**}	.892 ^{**}	.846 ^{**}	-.836 ^{**}	.849 ^{**}	-.847 ^{**}
	Sig. (2-tailed)		.030	.559	.449	.046	.000	.000	.000	.000	.000	.000
r_motor	Pearson Cor.	-.285 [*]	1	-.087	.062	-.110	-.347 ^{**}	-.264 [*]	-.163	.214	-.218	.279 [*]
	Sig. (2-tailed)	.030		.518	.645	.413	.008	.045	.220	.107	.100	.034
r_primary	Pearson Cor.	-.078	-.087	1	-.135	.248	-.194	-.079	.074	-.018	.124	-.169
	Sig. (2-tailed)	.559	.518		.312	.060	.145	.556	.582	.896	.353	.204
r_second	Pearson Cor.	-.101	.062	-.135	1	-.306 [*]	-.311 [*]	-.062	.105	.226	-.038	.084
	Sig. (2-tailed)	.449	.645	.312		.019	.017	.642	.435	.089	.775	.531
r_tertrit	Pearson Cor.	.263 [*]	-.110	.248	-.306 [*]	1	.185	.161	.143	-.258	.319 [*]	-.318 [*]
	Sig. (2-tailed)	.046	.413	.060	.019		.165	.227	.284	.051	.015	.015
r_resident	Pearson Cor.	.708 ^{**}	-.347 ^{**}	-.194	-.311 [*]	.185	1	.699 ^{**}	.514 ^{**}	-.773 ^{**}	.689 ^{**}	-.701 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.008	.145	.017	.165		.000	.000	.000	.000	.000
build-area	Pearson Cor.	.892 ^{**}	-.264 [*]	-.079	-.062	.161	.699 ^{**}	1	.807 ^{**}	-.765 ^{**}	.791 ^{**}	-.802 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.045	.556	.642	.227	.000		.000	.000	.000	.000
shops-area	Pearson Cor.	.846 ^{**}	-.163	.074	.105	.143	.514 ^{**}	.807 ^{**}	1	-.616 ^{**}	.765 ^{**}	-.750 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.220	.582	.435	.284	.000	.000		.000	.000	.000
sinuocity	Pearson Cor.	-.836 ^{**}	.214	-.018	.226	-.258	-.773 ^{**}	-.765 ^{**}	-.616 ^{**}	1	-.808 ^{**}	.801 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.107	.896	.089	.051	.000	.000	.000		.000	.000
p_urban	Pearson Cor.	.849 ^{**}	-.218	.124	-.038	.319 [*]	.689 ^{**}	.791 ^{**}	.765 ^{**}	-.808 ^{**}	1	-.979 ^{**}
	Sig. (2-tailed)	.000	.100	.353	.775	.015	.000	.000	.000	.000		.000
p_rural	Pearson Cor.	-.847 ^{**}	.279 [*]	-.169	.084	-.318 [*]	-.701 ^{**}	-.802 ^{**}	-.750 ^{**}	.801 ^{**}	-.979 ^{**}	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.034	.204	.531	.015	.000	.000	.000	.000	.000	

Ακόμα και για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για κάθε έτος του διαστήματος μελέτης [f11], [f12], [f13], [f14] και [f15] υλοποιήθηκε ο υπολογισμός του συντελεστή Pearson (**Πίνακας 4.27**). Είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι για όλα τα έτη μεταξύ τους υπάρχει υψηλή θετική συσχέτιση καθώς οι τιμές τους είναι πολύ μεγαλύτερες από 0.5 και επίσης είναι στατιστικά σημαντικές για διάστημα εμπιστοσύνης 99%. Εντύπωση προκαλεί η τέλεια θετική συσχέτιση για τα περιστατικά των ετών 2014 και 2015 καθώς ο συντελεστής τους ισούται με τη μονάδα. Η πιο χαμηλή συσχέτιση είναι ανάμεσα στα έτη 2011 με 2014 αλλά και 2011 με 2015.

Στο επόμενο στάδιο της εργασίας πραγματοποιήθηκε η exploratory regression για κάθε έτος προκειμένου να βρεθούν εκείνες οι μεταβλητές με τις οποίες ύστερα έγινε η OLS αλλά και η GWR. Όπως και στην περίπτωση των νομών, υπολογίστηκαν όλοι οι δυνατοί συνδυασμοί με πλήθος ανεξάρτητων μεταβλητών από μία έως και έξι και τα

μοντέλα αυτά ελέγχθηκαν με τα κριτήρια από τον παραπάνω πίνακα 4.12 όπου και έχουν αναλυθεί ενδελεχώς.

Πίνακας 4.27 Συσχέτιση Pearson του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά δήμο της Αττικής για κάθε έτος της περιόδου μελέτης

		f11	f12	f13	f14	f15
f11	Pearson Cor	1	,758**	,732**	,730**	,730**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000
f12	Pearson Cor	,758**	1	,824**	,797**	,797**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000
f13	Pearson Cor	,732**	,824**	1	,808**	,808**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000
f14	Pearson Cor	,730**	,797**	,808**	1	1,000**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		0,000
f15	Pearson Cor	,730**	,797**	,808**	1,000**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	0,000	

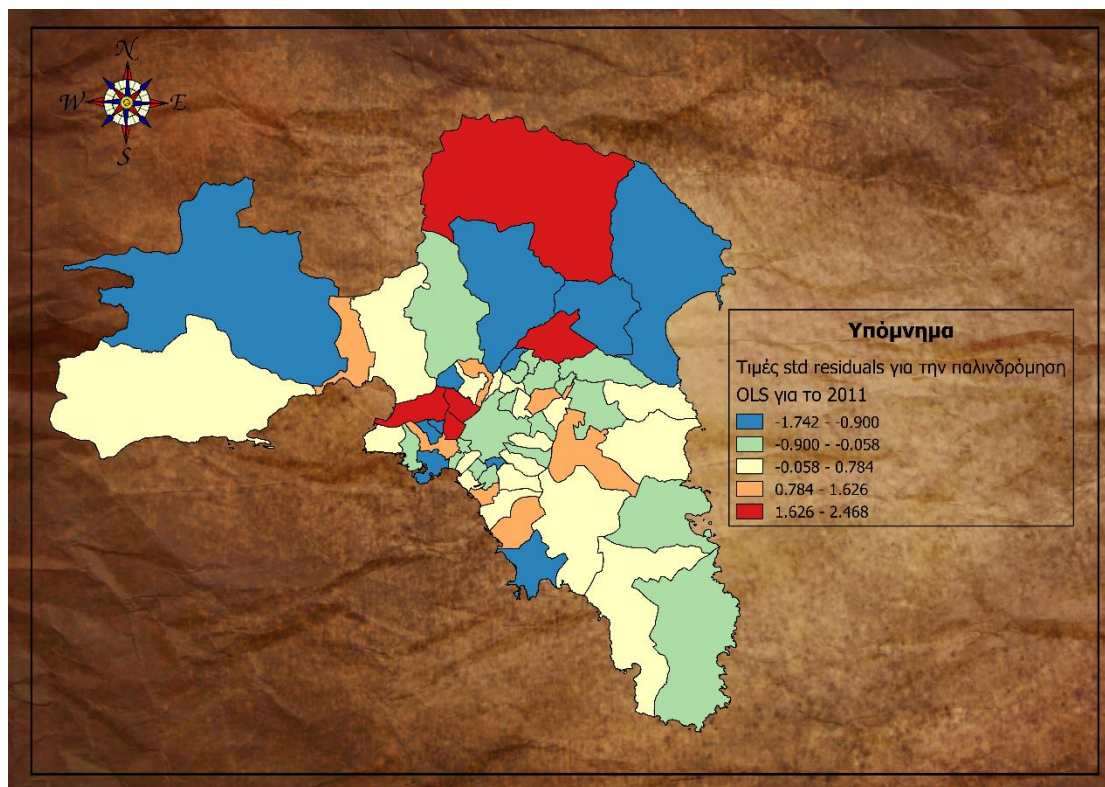
Για το έτος 2011, οι ανεξάρτητες μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν στην OLS και GWR ήταν το [p_primary], [p_univers] και [sector_sec]. Πρέπει να τονιστεί ότι για την εφαρμογή της GWR ο τύπος πυρήνα (kernel type) που χρησιμοποιήθηκε ήταν προσαρμόσιμος (adaptive) και η μέθοδος εύρους (bandwidth method) ήταν το AIC όπως ήταν και για την περίπτωση των νομών. Τα αποτελέσματα των OLS και GWR για τα συμβάντα του 2011 ανά δήμο της Αττικής παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.28. Είναι προφανές ότι η τιμή του adjusted R² δεν είναι αρκετά υψηλή δηλαδή οι ανεξάρτητες μεταβλητές μπορούν να ερμηνεύσουν περίπου το 55% των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων αλλά η προσαρμογή του μοντέλου είναι καλή καθώς η τιμή του AIC είναι αρκετά χαμηλή. Πρέπει να τονιστεί ότι η τιμή αυτή είναι πολύ μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή για το μοντέλο των νομών και συνεπώς η προσαρμογή είναι χειρότερη. Όσον αφορά στους συντελεστές των μεταβλητών υπάρχει θετική συσχέτιση των περιστατικών με το ποσοστό πρωτεύοντος οδικού δικτύου καθώς το πρόσημο είναι θετικό ενώ αρνητική με το ποσοστό κατοίκων με τριτοβάθμια εκπαίδευση. Δηλαδή,

Πίνακας 4.28 Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (δήμοι Αττικής) για το έτος 2011

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	3,2269	0,9276	0,001006*	-	AIC:	261,1799
p_primary	0,4606	0,1527	0,003902*	1,2742	adjusted R ² :	0,5473
p_univers	-0,0459	0,0215	0,037160*	1,0622	Koenker (BP) Statistic:	6,3303
sector_sec	0,0003	0,0001	0,000002*	1,2067		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	2,7837	3,3654	3,5401	3,6873	3,7279	
p_primary	0,3655	0,4497	0,4717	0,4996	0,5443	
p_univers	-0,0585	-0,0561	-0,0536	-0,0492	-0,0352	
sector_sec	0,000283	0,000291	0,000297	0,000301	0,000315	
AIC:	263,7444	Residual Squares:		245,4705		
adjusted R ² :	0,5378	Sigma:		2,1871		

στους δήμους που έχουν χαμηλότερο ποσοστό συμβαίνουν περισσότερα περιστατικά. Επίσης, οι τιμές VIF των μεταβλητών είναι πολύ χαμηλές και δεν υπάρχει ανησυχία για το πρόβλημα της πολυσυγγραμμικότητας και η τιμή του Koenker (BP) Statistic από την OLS είναι σχετικά υψηλή το οποίο δείχνει ότι δεν υπάρχει σταθερότητα των συντελεστών των μεταβλητών στο χώρο και η εφαρμογή της GWR βοήθησε στην αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος. Ωστόσο, είναι σημαντικό να παρουσιαστούν τα υπόλοιπα της OLS, δηλαδή οι διαφορές των προβλεπόμενων τιμών από τις πραγματικές το οποίο γίνεται στον παρακάτω χάρτη 4.73. Πολύ υψηλές τιμές υπολοίπων σημειώνουν οι δήμοι του Αιγάλεω, Περιστερίου και Ωρωπού με φθίνουσα σειρά κατάταξης. Αντίθετα, οι δήμοι Μαραθώνος, Πειραιά και Μάνδρας-Ειδυλλίας έχουν πολύ μεγαλύτερες προβλεπόμενες τιμές από αυτές τις πραγματικότητας για αυτό τα υπόλοιπα τους είναι αρνητικά. Οι δήμοι Ιλίου, Ελληνικού-Αργυρούπολης και Ραφήνας, οι οποίοι απεικονίζονται με κίτρινο χρώμα, έχουν σχεδόν μηδενικό υπόλοιπο το οποίο σημαίνει ότι οι προβλεπόμενες τιμές τους σχεδόν ταυτίζονται με τις πραγματικές.

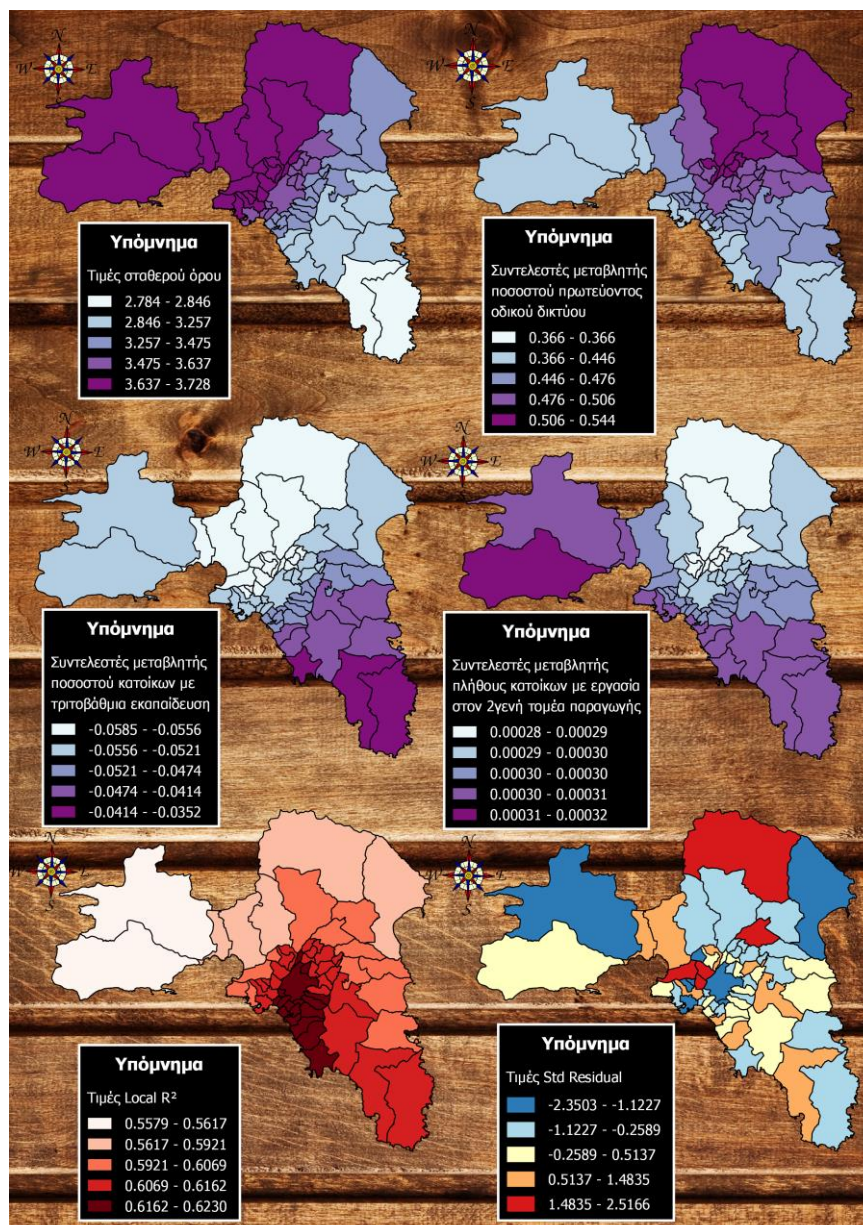
Χάρτης 4.73 Οι τιμές των υπολοίπων (std residuals) για τους δήμους από την OLS για τα περιστατικά του έτους 2011



Εν συνεχεία παρατίθεται ο παρακάτω χάρτης 4.74 ο οποίος δείχνει πως κατανέμονται οι τιμές των συντελεστών των ανεξάρτητων μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στη GWR για το 2011. Οι τιμές του σταθερού όρου έχουν υψηλές τιμές στο δυτικό μέρος του νομού και χαμηλές στο ανατολικό. Δηλαδή, οι τιμές του φθίνουν με προσανατολισμό δύση-ανατολή. Για τη μεταβλητή ποσοστού πρωτεύοντος οδικού δικτύου υψηλές τιμές έχουν οι δήμοι του βόρειου τμήματος της Αττικής ενώ πολύ χαμηλές οι δήμοι Μεγαρέων και Μάνδρας-Ειδυλλίας. Για τη μεταβλητή

ποσοστού κατοίκων με τριτοβάθμια εκπαίδευση, υψηλές αρνητικές τιμές εντοπίζονται στο δυτικό μέρος της Αττικής και οι δήμοι Ιλίου και Πετρούπολης είναι στους κυρίαρχους ενώ μικρότερες αρνητικές τιμές εντοπίζονται στην ανατολική Αττική. Για την τελευταία μεταβλητή ο τρόπος κατανομής των τιμών της είναι διαφορετικός όπου χαμηλές τιμές εντοπίζονται στους κεντρικούς και βόρειους δήμους ενώ υψηλές στους δήμους που βρίσκονται στην ανατολική και δυτική αττική όπως Μεγαρέων και Λαυρεωτικής αντίστοιχα. Στον κάτω-αριστερά χάρτη επίσης παρουσιάζεται η τιμή του Local R^2 για κάθε δήμο που δείχνει πόσο καλή ήταν η προσαρμογή του μοντέλου τοπικά, δηλαδή το πόσο ταιριάζει η τοπική εξίσωση που δημιουργήθηκε για κάθε δήμο στα δεδομένα του. Παρατηρείται ότι η εφαρμογή είναι καλή στους νότιους δήμους με κυρίαρχο το δήμο Καλλιθέας, σε αντίθεση με τους δυτικούς δήμους και η χαμηλότερη τιμή του του Local R^2 εμφανίζεται στο δήμο Μεγαρέων. Τέλος, ο χάρτης των

Χάρτης 4.74 Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2011



υπολοίπων (std residuals) από τη GWR (βλέπε κάτω-δεξιά υπο-χάρτη) παρουσιάζει το πόσο αποκλίνουν οι προβλεπόμενες τιμές από τη GWR σε σχέση με τις πραγματικές για κάθε δήμο. Είναι φανερό ότι μοιάζει σχεδόν απόλυτα με τον αντίστοιχο χάρτη ο οποίος υλοποιήθηκε μέσω της OLS (βλέπε παραπάνω), με διαφορές ωστόσο στα όρια των κλάσεων.

Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε exploratory regression για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του 2012 για να βρεθούν οι κατάλληλες ανεξάρτητες μεταβλητές και μετέπειτα έγιναν οι παλινδρομήσεις OLS και GWR τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα 4.29. Οι μεταβλητές άλλαξαν και επίσης πρέπει να αναφερθεί ότι η τιμή του adjusted R² αυξήθηκε. Για τη μεταβλητή r-resident υπάρχει αρνητική συσχέτιση, δηλαδή όσο αυξάνεται το ποσοστό του μήκους residential οδικού δικτύου σε σχέση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου στο δήμο, τόσο μειώνονται τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα το οποίο είναι λογικό καθώς στα residential οδικό δίκτυο οι ταχύτητες είναι χαμηλές και συνεπώς είναι δύσκολο να συμβεί θανατηφόρο τροχαίο ατύχημα σε αντίθεση με τις άλλες κατηγορίες οδικού δικτύου που αναπτύσσονται πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες. Επίσης, το ποσοστό αγροτικής έκτασης είναι μια άλλη μεταβλητή του μοντέλου που έχει αρνητική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή. Δηλαδή, αν αυξηθεί το ποσοστό της αγροτικής έκτασης κατά 1% και οι υπόλοιπες ανεξάρτητες μεταβλητές παραμείνουν σταθερές τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα θα μειωθούν κατά 0.058 άτομα (σε θεωρητική βάση καθώς το πλήθος των θυμάτων είναι ακέραιος αριθμός). Η τελευταία ανεξάρτητη μεταβλητή είναι το πλήθος των κτιρίων που δείχνει το πόσο δομημένος είναι ο δήμος και έχει θετική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή. Τέλος, είναι σημαντικό να υπογραμμιστεί ότι η εφαρμογή της GWR βοήθησε το μοντέλο καθώς η τιμή του adjusted R² αυξήθηκε σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή του από την OLS.

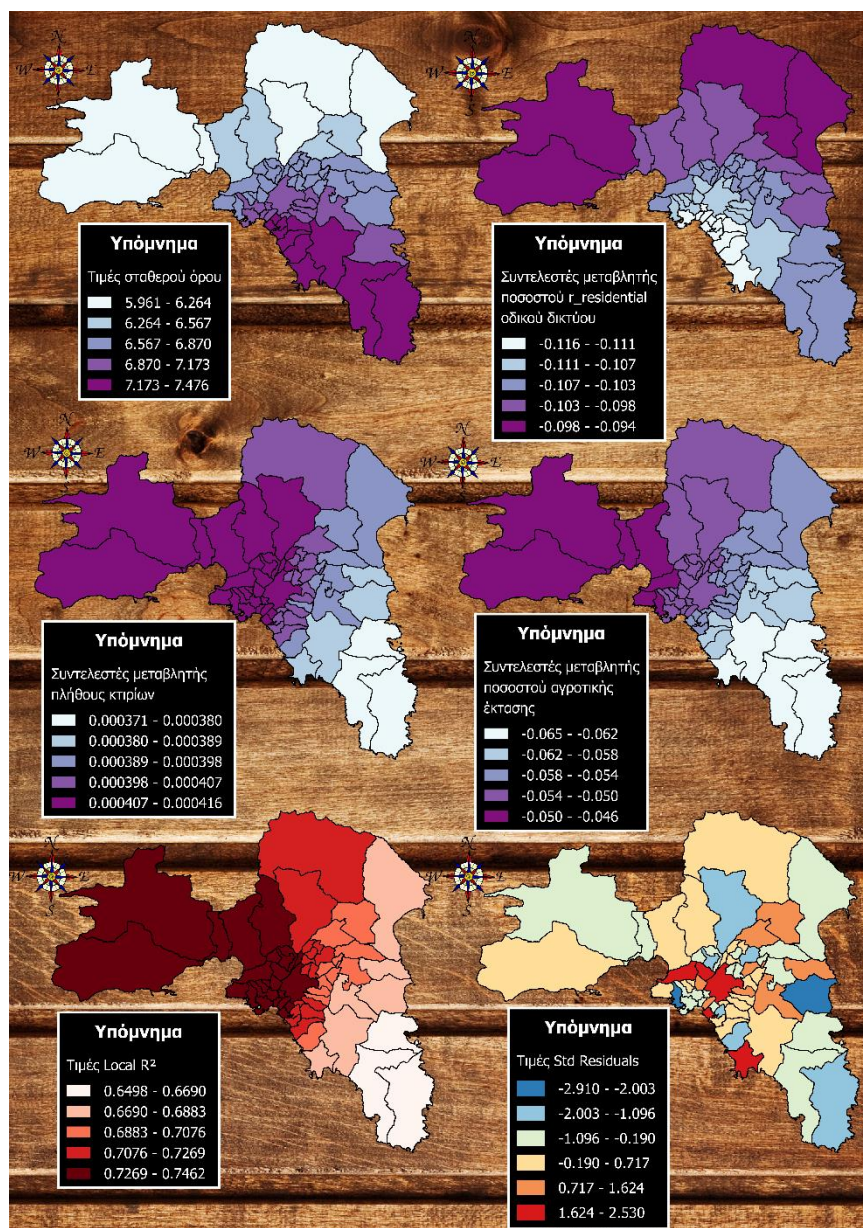
Πίνακας 4.29 Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (δήμοι Αττικής) για το έτος 2012

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	6,7662	2,2897	0,004626*	-	AIC:	287,8846
r_resident	-0,1027	0,0334	0,003273*	1,9734	adjusted R ² :	0,6573
buildings	0,0004	0,0000	0,000000*	1,0201	Koenker (BP) Statistic:	7,1039
p_rural	-0,0581	0,0140	0,000119*	1,9726		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	5,9614	6,6091	6,7818	7,0926	7,4759	
r_resident	-0,1155	-0,1099	-0,1061	-0,1031	-0,0939	
buildings	0,000371	0,000397	0,000404	0,000412	0,000416	
p_rural	-0,065342	-0,057170	-0,054262	-0,051327	-0,046423	
AIC:	288,1040	ResidualSruares:		378,3400		
adjusted R ² :	0,6619	Sigma:		2,7065		

Ο Χάρτης 4.75 παρουσιάζει τις τιμές των προαναφερθέντων συντελεστών που έχει ο κάθε δήμος και με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να εντοπιστούν οι δήμοι που

σχετίζονται με μια μεταβλητή περισσότερο σε σχέση με άλλους. Δηλαδή, η μεταβλητή $r_{resident}$ έχει χαμηλή αρνητική συσχέτιση με την εξαρτημένη μεταβλητή στους δήμους της βόρειας αλλά και της δυτικής Αττικής. Την υψηλότερη αρνητική τιμή έχει ο δήμος Παλαιού Φαλήρου ενώ τη χαμηλότερη αρνητική έχει ο δήμος Μεγαρέων. Για τη δεύτερη μεταβλητή, είναι αντιληπτό ότι οι υψηλές τιμές της εντοπίζονται στους δυτικούς δήμους ενώ φθίνει στους ανατολικούς. Την υψηλότερη συσχέτιση έχει ο Πειραιάς και τη χαμηλότερη η Λαυρεωτική. Όσον αφορά στην τελευταία μεταβλητή, δηλαδή το ποσοστό αγροτικής έκτασης, υψηλές αρνητικές τιμές εμφανίζονται στα ανατολικά προάστια και χαμηλές αρνητικές στα δυτικά. Επίσης, από τον υπο-χάρτη που παρουσιάζει τις τιμές του Local R^2 η GWR προσαρμόστηκε καλά στους δυτικούς

Χάρτης 4.75 Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2012



δήμους αλλά και σε αυτούς που βρίσκονται στο κέντρο του νομού με κυρίαρχο το δήμο Πειραιά όπου η τιμή του ήταν 0.746 σε αντίθεση με τους δήμους της ανατολικής

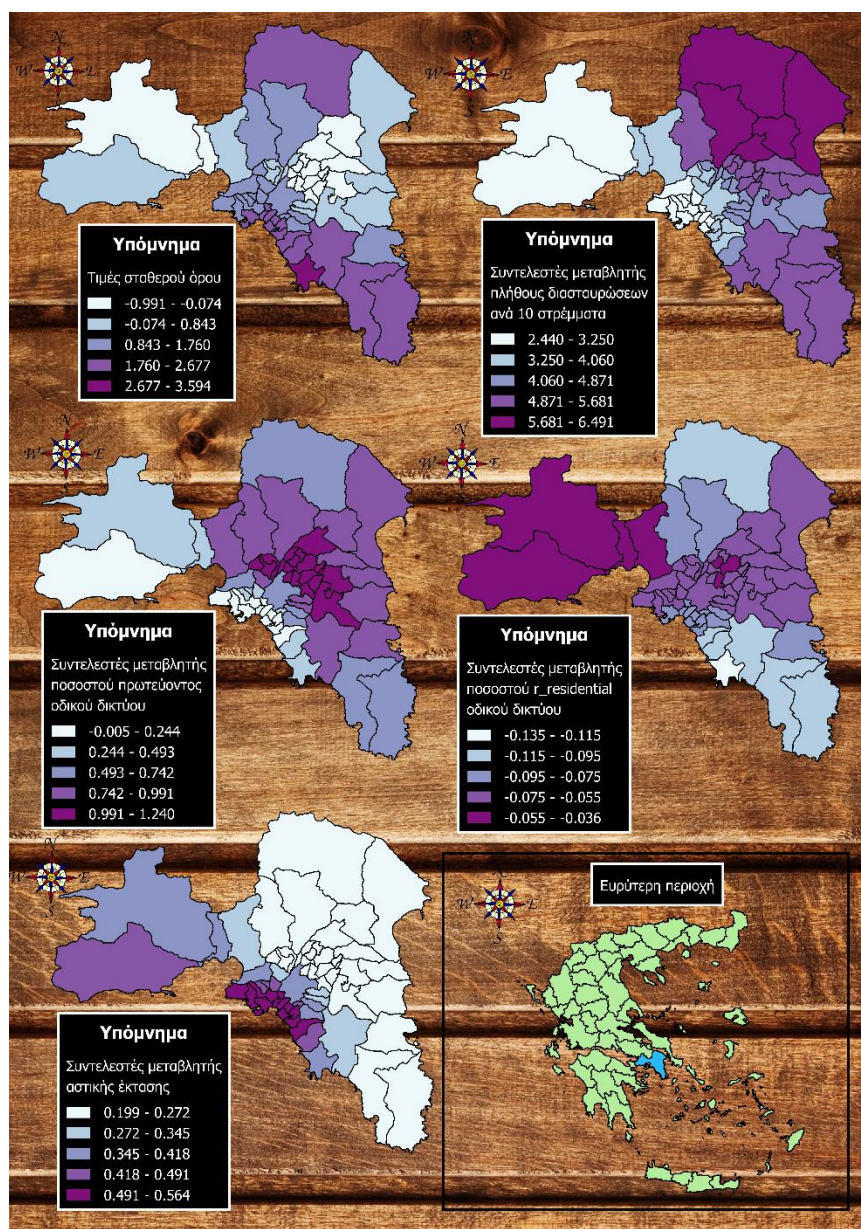
Αττικής. Τέλος, από το χάρτη των υπολοίπων είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι υψηλότερες θετικές διαφορές των προβλεπόμενων τιμών από τις πραγματικές ήταν στους δήμους Αθηνών και Περιστερίου με φθίνουσα σειρά κατάταξης. Το αντίθετο από τους προαναφερθέντες δήμους συνέβη στα Σπάτα.

Για το έτος 2013 έγινε exploratory regression όπως και στα προηγούμενα και μετέπειτα εκτελέστηκαν αμφότερες οι OLS και GWR αφού επελέγησαν οι κατάλληλες ανεξάρτητες μεταβλητές οι οποίες πληρούσαν τα κριτήρια που αναφέρθηκαν παραπάνω. Τα αποτελέσματα αυτών όπως και ο χάρτης με τους συντελεστές των μεταβλητών της GWR παρατίθενται στο [Παράρτημα Β](#). Οι μεταβλητές αυτές ήταν το μήκος του πρωτεύοντος οδικού δικτύου, το πλήθος των κτιρίων και η αγροτική έκταση σε κάθε δήμο. Πρέπει να σημειωθεί ότι η προσαρμογή αυτού του μοντέλου ήταν καλύτερη από αυτή του 2012 το οποίο δηλώνεται μέσα από την αισθητά μειωμένη τιμή του AIC και την ελαφρώς αυξημένη τιμή του adjusted R².

Εν συνεχεία για το έτος 2014 οι μεταβλητές που επιλέχθηκαν είναι τέσσερις στον αριθμό και όχι τρεις όπως στα άλλα έτη. Αυτές ήταν το πλήθος των διασταυρώσεων ανά 10 στρέμματα, το ποσοστό πρωτεύοντος οδικού δικτύου σε σχέση με την Αττική, το ποσοστό μήκους residential οδικού δικτύου σε σχέση με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου του δήμου και την αστική έκταση του σε km². Ο **Πίνακας 4.30** παρουσιάζει τα στατιστικά των OLS και GWR. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο συντελεστής των διασταυρώσεων είναι πολύ μεγάλος, συνεπώς υπάρχει μεγάλη θετική συσχέτιση με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα. Επίσης, η μεταβλητή *r_resident* έχει αρνητικό συντελεστή όπως είχε και για τις παλινδρομήσεις των ετών 2012 και 2013. Ακόμα, πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι η τιμή του AIC είναι μειωμένη σε σχέση με τα έτη 2012 και 2013 που δείχνει ότι η παρούσα προσαρμογή είναι καλύτερη.

Επιπρόσθετα, ο **Χάρτης 4.76** εκθέτει τις τιμές που λαμβάνουν οι μεταβλητές της GWR για το συγκεκριμένο έτος όπου παρατηρείται ότι η μεταβλητή του πλήθους των διασταυρώσεων ανά 10 στρέμματα έχει πολύ υψηλές τιμές στους δήμους που βρίσκονται στο βόρειο τμήμα της Αττικής και χαμηλές στο δυτικό. Η μεταβλητή του πρωτεύοντος οδικού δικτύου παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές της σε έναν πυρήνα κοντά στο κέντρο της Αθήνας με κυρίαρχους τους δήμους Αμαρουσίου, Ηρακλείου και Μεταμορφώσεως ενώ οι τιμές του φθίνουν στους περιφερειακούς δήμους. Όσον αφορά στη μεταβλητή *r_resident* πολύ χαμηλές αρνητικές συσχετίσεις εντοπίζονται στους δήμους Μεγαρέων, Ηρακλείου και Φιλοθέης ενώ στους δήμους της ανατολικής Αττικής οι υψηλότερες. Για την τελευταία μεταβλητή που χρησιμοποιήθηκε στο παρόν μοντέλο πρέπει να υπογραμμιστεί ότι οι πιο υψηλές συσχετίσεις εντοπίζονται στους δήμους του νότιου μέρους της Αττικής με κυρίαρχους τους δήμους Παλαιού Φαλήρου, Πειραιά και Αλίμου με φθίνουσα σειρά κατάταξης

Χάρτης 4.76 Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2014



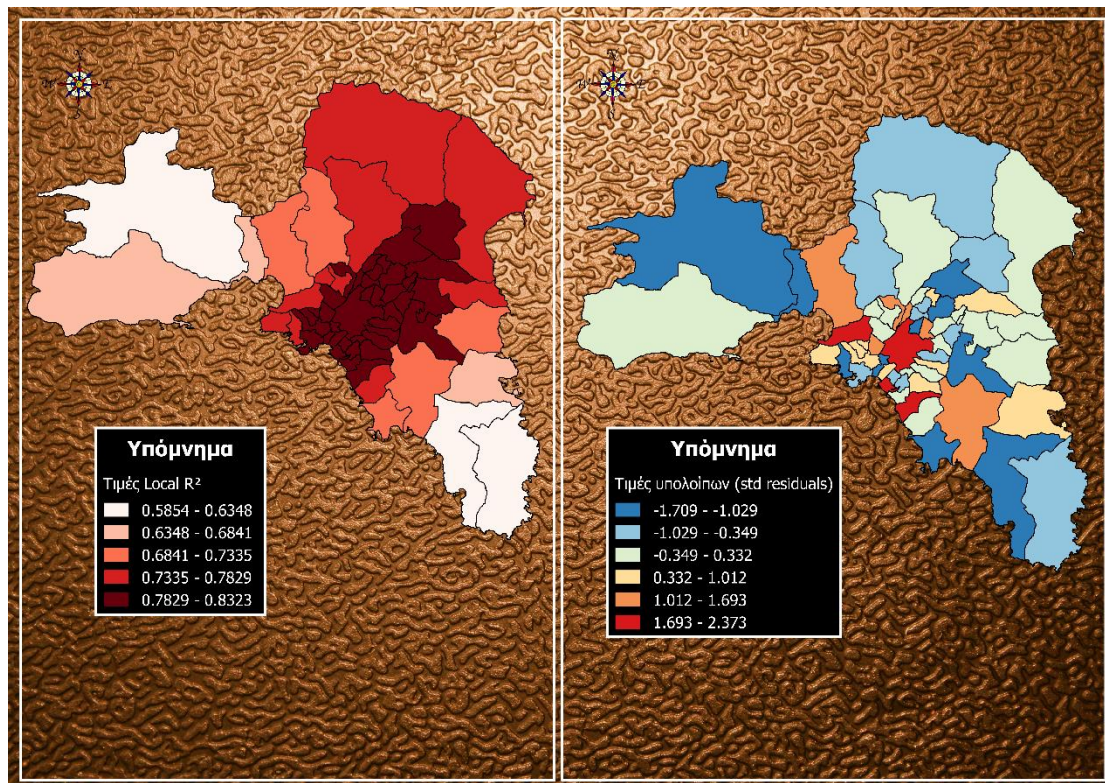
Ύστερα, παρουσιάζονται οι τιμές του Local R^2 αλλά και τα υπόλοιπα για κάθε δήμο της Αττικής (βλέπε παρακάτω χάρτη 4.77). Είναι φανερό ότι το μοντέλο δουλεύει ικανοποιητικά στο κέντρο της Αττικής ιδιαίτερα στους δήμους Αμαρουσίου, Γαλασίου και Φιλοθέης που έχουν τις υψηλότερες τιμές ενώ όσο πιο μακριά βρίσκεται ο δήμος από αυτό τον πυρήνα, τόσο περισσότερο μειώνεται η τιμή του Local R^2 . Όσον αφορά στα υπόλοιπα, είναι κρίσιμο να αναφερθεί ότι οι δήμοι Ελληνικού-Αργυρούπολης και Χαϊδαρίου είχαν υψηλότερες πραγματικές τιμές από τις προβλεπόμενες ενώ το αντίθετο συνέβη στους δήμους Ελευσίνας και Παιανίας. Τέλος, έγινε και πάλι exploratory regression προκειμένου να προσδιοριστούν οι μεταβλητές που θα χρησιμοποιηθούν για την OLS και την GWR για τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα του 2015, τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στο [Παράρτημα Β](#) όπως και ο σχετικός χάρτης των συντελεστών των μεταβλητών που προέκυψε από την

εφαρμογή της GWR. Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν ήταν ίδιες με αυτές του 2012.

Πίνακας 4.30 Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR (δήμοι Αττικής) για το έτος 2014

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	0,8600	1,4923	0,566866	-	AIC:	263,9093
junctions	4,8911	0,9295	0,000003*	2,0163	adjusted R ² :	0,6428
p_primary	0,5930	0,1730	0,001187*	1,5981	Koenker (BP) Statistic:	9,3574
r_resident	-0,0754	0,0286	0,011055*	2,2510		
urban	0,2926	0,0507	0,000000*	1,3807		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	-0,991	-0,082	0,937	1,701	3,594	
junctions	2,440	3,333	4,287	5,064	6,491	
p_primary	-0,005	0,351	0,766	1,039	1,240	
r_resident	-0,135	-0,082	-0,067	-0,059	-0,036	
urban	0,199	0,233	0,286	0,454	0,564	
AIC:	260,7815	Residual Squares:		162,7671		
adjusted R ² :	0,7128	Sigma:		1,9631		

Χάρτης 4.77 Οι τιμές των Local R² των υπολοίπων (std residuals) για τους δήμους της Αττικής από τη GWR για το έτος 2014

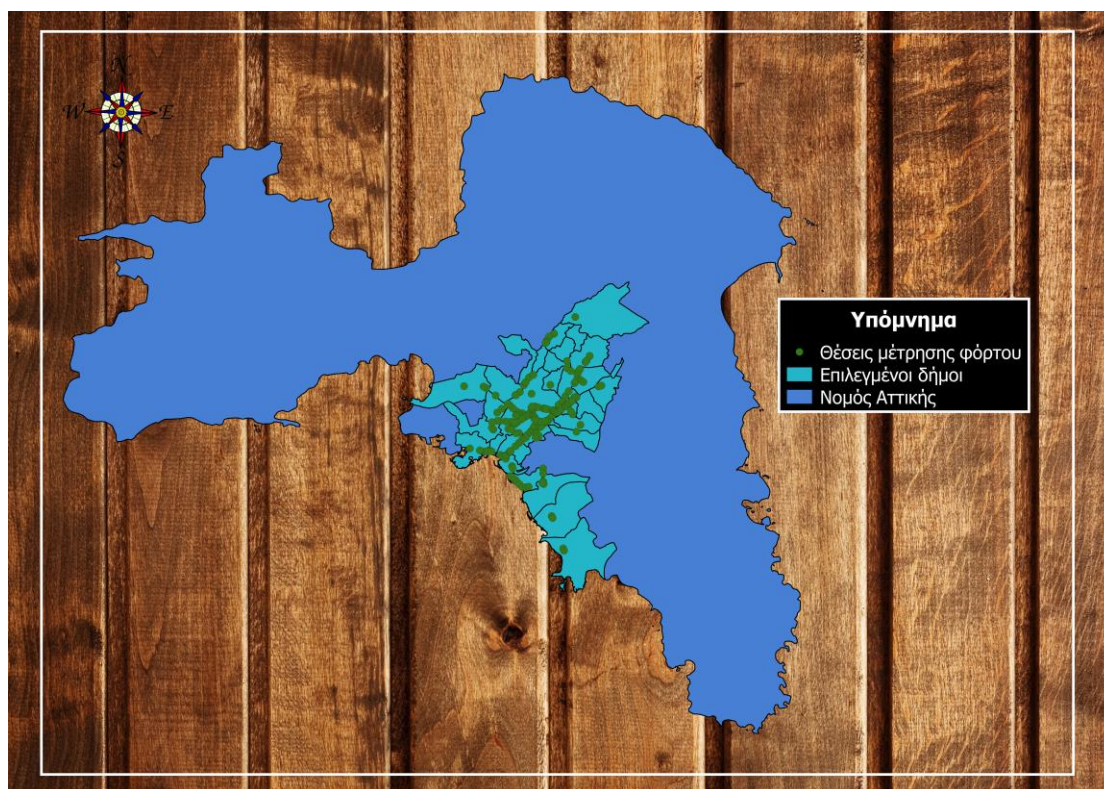


Τέλος, έγινε συσχέτιση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με τον κυκλοφοριακό φόρτο στο οδικό δίκτυο. Οι θέσεις μέτρησης παρουσιάζονται στον παρακάτω χάρτη 4.78 και οι μετρήσεις αφορούν την 5/5/2015. Ωστόσο, οι θέσεις τους

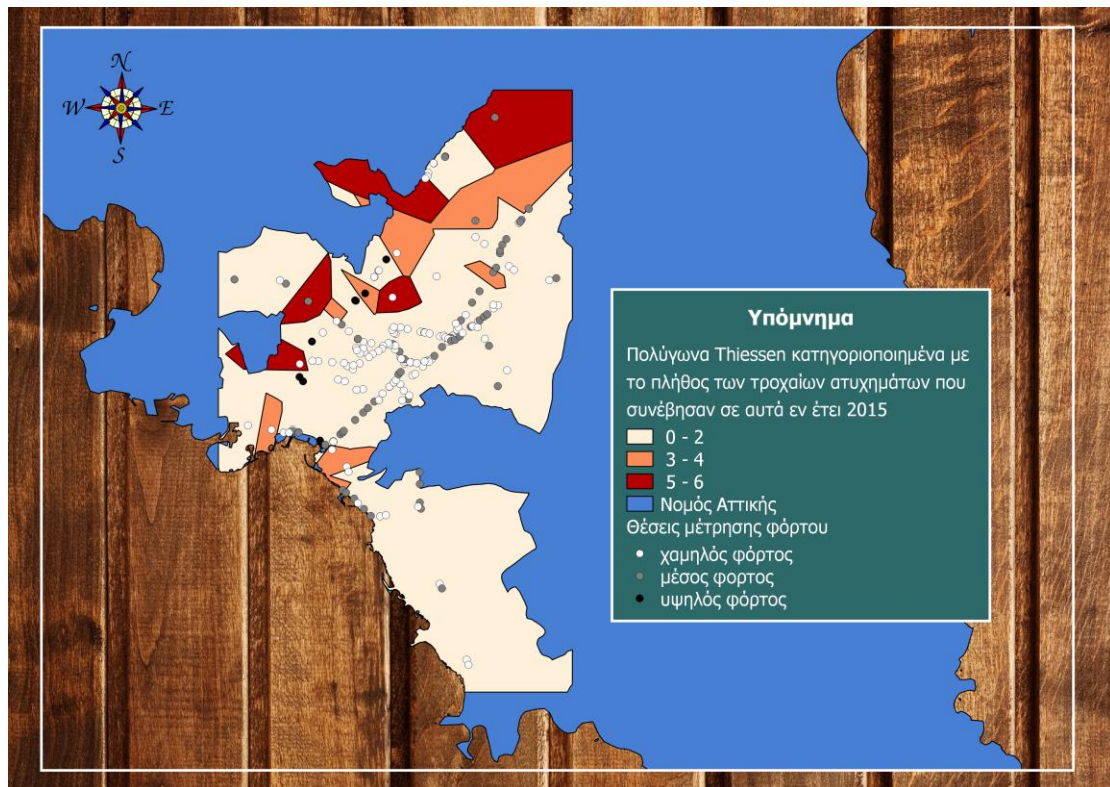
βρίσκονται στις κεντρικές οδικές αρτηρίες και ως περιοχή μελέτης ορίστηκε το σύνολο των δήμων στους οποίους βρίσκονται οι θέσεις μέτρησης και απεικονίζεται με ανοιχτό μπλε χρώμα. Μερικές οδικές αρτηρίες σε διάφορες θέσεις των οποίων υπάρχουν μετρητές είναι οι Λ. Συγγρού, Λ. Κηφισού, Λ. Μεσογείων, Λ. Κηφισιάς, Λ. Αλεξάνδρας, Λ. Αθηνών και Λ. Ποσειδώνος. Ακόμα, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι φόρτοι κυκλοφορίας προέρχονται από το Κέντρο Διαχείρισης Κυκλοφορίας και υπολογίστηκε ο μέσος ημερήσιος καθώς δινόταν ο φόρτος για κάθε μία ώρα. Επίσης, αυτή η ημέρα θεωρήθηκε αντιπροσωπευτική για όλο το μήνα του συγκεκριμένου έτους.

Εν συνεχεία, δημιουργήθηκαν τα πολύγωνα Thiessen για τις θέσεις μέτρησης. Κάθε πολύγωνο Thiessen ορίζει την περιοχή επιρροής γύρω από το σημείο, ώστε κάθε τοποθεσία εντός του πολυγώνου είναι πιο κοντά στο συγκεκριμένο σημείο παρά σε οποιοδήποτε άλλο (Support.esri.com, 2016). Έπειτα, μετρήθηκαν τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα που συνέβησαν το έτος 2015 στην έκταση του κάθε πολυγώνου (βλέπε τον παρακάτω χάρτη 4.79). Ακολούθως, υπολογίστηκε ο δείκτης Pearson προκειμένου να διερευνηθεί η συσχέτιση του κυκλοφοριακού φόρτου με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Η τιμή ήταν 0.11 το οποίο δείχνει ότι δεν υπάρχει σχέση ανάμεσα στις δύο μεταβλητές. Ωστόσο, πρέπει να υπογραμμιστεί το γεγονός ότι έγιναν αρκετές θεωρήσεις-γενικεύσεις λόγω έλλειψης δεδομένων το οποίο είναι πάρα πολύ πιθανό να επηρέασε το τελικό αποτέλεσμα. Δηλαδή, η τιμή του συντελεστή Pearson θα ήταν άλλη αν ήταν γνωστές οι μετρήσεις των κυκλοφοριακών φόρτων για όλο το χρόνο καθώς και αν ήταν γνωστές οι τιμές όλων των μετρητών και όχι ενός μικρού δείγματος που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη.

Χάρτης 4.78 Οι θέσεις μέτρησης κυκλοφοριακού φόρτου και ο ορισμός της περιοχής μελέτης



Χάρτης 4.79 Τα πολύγωνα Thiessen για τις θέσεις μέτρησης φόρτου κατηγοριοποιημένα με το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων που συνέβησαν σε αυτά για το έτος 2015



Έπειτα, για τα πολύγωνα Thiessen υπολογίστηκε ο δείκτης Global Moran's I με μεταβλητές κάθε φορά μία από τις ακόλουθες: το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων, το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων προς την έκταση του πολυγώνου και το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων προς το συνολικό μήκος οδικού δικτύου εντός του πολυγώνου. Αυτό το στάδιο έγινε τρεις φορές όπου στην πρώτη ελήφθησαν υπόψη όλα τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, τη δεύτερη μόνο για θύματα οδηγούς και επιβάτες ενώ την τρίτη μόνο για πεζούς. Τα αποτελέσματα τους παρατίθενται στον παρακάτω πίνακα 4.31 και επίσης καθορίζεται το χωρικό τους πρότυπο κάθε φορά. (Το FRA σημαίνει Fatal Road Accidents και χρησιμοποιήθηκε λόγω έλλειψης χώρου). Το χωρικό πρότυπο είναι ομαδοποιημένο μόνο για το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για το σύνολο των θυμάτων αλλά και μόνο για οδηγούς και επιβάτες και η τιμή του δεν είναι υψηλή καθώς απέχει αρκετά από το 1. Σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις το πρότυπο είναι τυχαίο.

Στη συνέχεια, υπολογίστηκε και ο τοπικός δείκτης χωρικής αυτοσυσχέτισης Anselin Local Moran's I και για τις τρεις περιπτώσεις ανάλογα με το είδος του θύματος. Στον πρώτο παρακάτω χάρτη 4.80 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για όλα τα θύματα, στον δεύτερο 4.81 μόνο για επιβάτες και οδηγούς ενώ στον τρίτο 4.82 μόνο για πεζούς. Όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, με γκρι χρώμα απεικονίζονται τα πολύγωνα των σημείων μέτρησης του φόρτου κυκλοφορίας που δεν είναι στατιστικά σημαντικά. Ενδιαφέροντα αποτελέσματα προέκυψαν μόνο για τη συσχέτιση με το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων χωρίς να γίνει κάποια στάθμιση

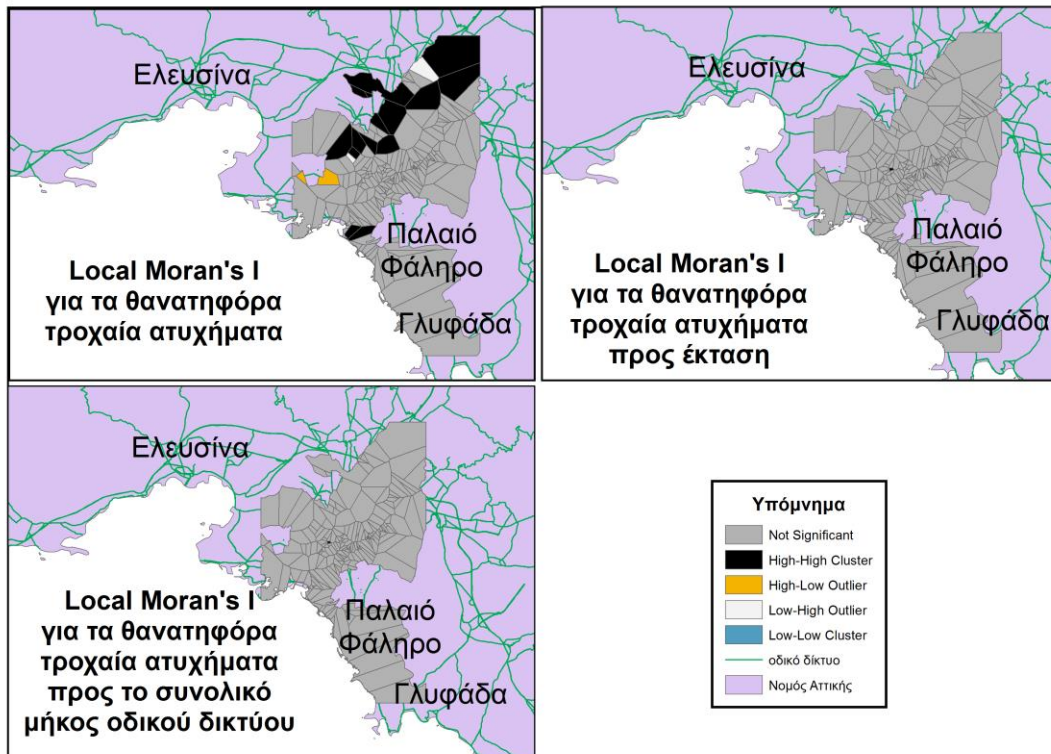
δηλαδή ο πάνω αριστερά επιμέρους χάρτης για κάθε περίπτωση. Με μαύρο χρώμα απεικονίζονται οι περιοχές που έχουν υψηλές τιμές όπως και οι γειτονικές τους και στην πρώτη περίπτωση αυτές εντοπίζονται στο δυτικό μέρος του κέντρου της Αττικής κατά μήκος της Λ. Κηφισού περνώντας από διάφορες περιοχές όπως Περιστέρι. Επίσης, και στο Παλαιό Φάληρο εντοπίζεται ένα High-High πολύγωνο ενώ άξιο αναφοράς είναι το γεγονός ένα πολύγωνο κοντά στη Νίκαια έχει υψηλή τιμή ενώ τα γειτονικά του όχι γι' αυτό και απεικονίζεται με κίτρινο χρώμα (**Χάρτης 4.80**). Ελάχιστες αλλαγές παρατηρούνται για τον αντίστοιχο επιμέρους χάρτη για θύματα μόνο οδηγούς και επιβάτες οι οποίες δε χρήζουν περαιτέρω σχολιασμού (**Χάρτης 4.81**). Τέλος, για την εφαρμογή του Local Moran με θύματα μόνο πεζούς είναι σημαντικό να τονιστούν τα αποτελέσματα όταν χρησιμοποιήθηκε σαν μεταβλητή το πλήθος των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Εντοπίζονται κάποια High-Low outlier πολύγωνα κοντά στην περιοχή Παπάγου στη Λ. Μεσογείου αλλά και στο Ίλιο (**Χάρτης 4.82**). Ακόμα, τα High-High clusters εντοπίζονται στο Αιγάλεω στη Θηβών αλλά και στο Παλιό Φάληρο.

Πίνακας 4.31 Αποτελέσματα εφαρμογής του γενικού δείκτη Moran's I για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου

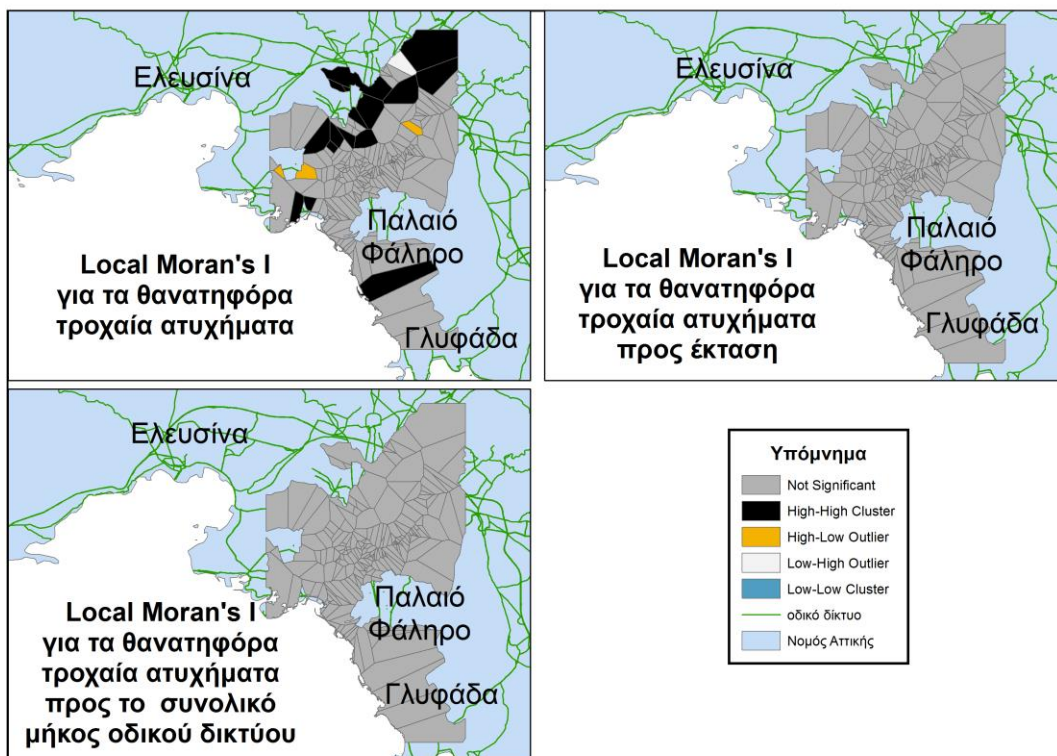
TOTAL				
	Index	p-value	z-score	pattern
FRA	0,1758	0,0000	4,2576	clustered
FRA/area	-0,0140	0,7789	-0,2808	random
FRA/length of road network	-0,1810	0,6958	-0,3910	random
DRIVERS-PASSENGERS				
	Index	p-value	z-score	pattern
FRA	0,1626	0,0001	3,9576	clustered
FRA/area	-0,0174	0,6765	0,4172	random
FRA/length of road network	-0,0214	0,6008	-0,5233	random
PEDESTRIANS				
	Index	p-value	z-score	pattern
FRA	0,0234	0,6729	0,5010	random
FRA/area	-0,0140	0,7789	0,2807	random
FRA/length of road network	-0,0181	0,6958	-0,3910	random

Στη συνέχεια έγινε exploratory regression για όλες τις μεταβλητές που απεικονίζονται σε κάθε επιμέρους χάρτη ως εξαρτημένη κάθε φορά και με ανεξάρτητες μεταβλητές τα μήκη διάφορων κατηγοριοποιήσεων του οδικού δικτύου αλλά και τα πηλικά αυτών με την έκταση του πολυγώνου αλλά και το φόρτο κυκλοφορίας. Ωστόσο, κανένα από τα μοντέλα που δημιουργήθηκαν δεν ικανοποιούσε τα απαραίτητα κριτήρια και απορρίφθηκαν. Συνεπώς, δεν έγινε μετέπειτα εφαρμογή της OLS και της GWR σε καμία από τις παραπάνω περιπτώσεις.

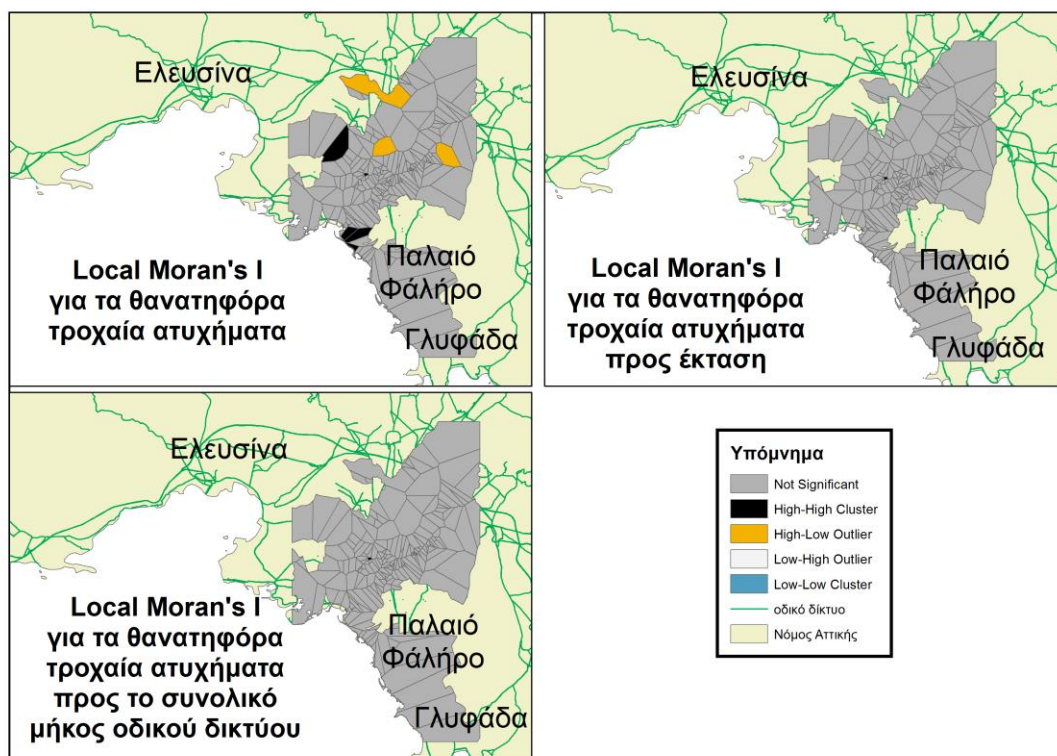
Χάρτης 4.80 Υπολογισμός Local Moran's I και για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για όλα τα θύματα για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου



Χάρτης 4.81 Υπολογισμός Local Moran's I και για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για θύματα οδηγούς και επιβάτες για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου



Χάρτης 4.82 Υπολογισμός Local Moran's I και για τα τρεις διαφορετικές περιπτώσεις συσχέτισης περιστατικών για θύματα πεζούς για τα πολύγωνα των θέσεων μέτρησης του φόρτου



Έπειτα, έγινε συσχέτιση του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με τα διάφορα επίπεδα του κυκλοφοριακού φόρτου αλλά και του τελευταίου σταθμισμένου με την έκταση του πολυγώνου. Τα αποτελέσματα τους παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες όπου ο **Πίνακας 4.32** αφορά τα συμβάντα για όλα τα θύματα, ο **Πίνακας 4.33** για θύματα επιβάτες ή οδηγούς ενώ ο **Πίνακας 4.34** για θύματα πεζούς. Καταρχάς, πρέπει να αναφερθεί ότι σε καμία από τις παρακάτω περιπτώσεις δεν υπήρχε συσχέτιση του υψηλού φόρτου με τα πολλά περιστατικά. Εν αντιθέσει, τα περισσότερα πολύγωνα έχουν χαμηλό κυκλοφοριακό φόρτο και χαμηλή συγκέντρωση θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Το πλήθος των πολυγώνων με χαμηλό αριθμό συμβάντων αυξάνεται όταν η συσχέτιση γίνει με το χαμηλό λόγο κυκλοφοριακού φόρτου προς έκταση για τις περιπτώσεις θυμάτων επιβατών-οδηγών και θυμάτων πεζών αλλά όχι για τα συνολικά θύματα όπως είναι ξεκάθαρο από τη σύγκριση του πάνω με το κάτω μέρος του κάθε πίνακα.

Από τα παραπάνω απορρέουν χρήσιμα συμπεράσματα για το φόρτο κυκλοφορίας που είναι μια πολύ σημαντική παράμετρος η οποία δεν ήταν δυνατό να εισαχθεί στις άλλες παλινδρομήσεις που έγιναν βάσει των δήμων της Αττικής καθώς οι θέσεις μέτρησης του κυκλοφοριακού φόρτου βρίσκονται σε μεγάλες οδικές αρτηρίες του κέντρου της Αττικής και όχι σε περιφερειακές οδούς. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η ίδια μελέτη που έγινε με τα πολύγωνα Thiessen θα μπορούσε να γίνει με buffer για κάθε θέση μέτρησης κυκλοφοριακού φόρτου όπου η ακτίνα θα καθοριζόταν από τη μέση απόσταση όλων των αποστάσεων μεταξύ θέσεων μέτρησης κυκλοφοριακού φόρτου με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα ή με δοκιμές.

Πίνακας 4.32 Κατανομή των πολυγώνων των θέσεων μέτρησης φόρτου βάσει του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων, που συνέβησαν εντός αυτών, με το φόρτο κυκλοφορίας αλλά και το φόρτο κυκλοφορίας προς την έκταση του εκάστοτε πολυγώνου

		φόρτος κυκλοφορίας		
		χαμηλός	μέσος	υψηλός
πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων	χαμηλό	179	2	2
	μέσο	23	0	0
	υψηλό	7	0	0
		φόρτος κυκλοφορίας/έκταση		
		χαμηλός	μέσος	υψηλός
πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων	χαμηλό	121	55	7
	μέσο	11	9	3
	υψηλό	4	3	0

Πίνακας 4.33 Κατανομή των πολυγώνων των θέσεων μέτρησης φόρτου βάσει του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα οδηγό ή επιβάτη, που συνέβησαν εντός αυτών, με το φόρτο κυκλοφορίας αλλά και το φόρτο κυκλοφορίας προς την έκταση του εκάστοτε πολυγώνου

		φόρτος κυκλοφορίας		
		χαμηλός	μέσος	υψηλός
πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων	χαμηλό	126	58	9
	μέσο	7	6	1
	υψηλό	3	3	0
		φόρτος κυκλοφορίας/έκταση		
		χαμηλός	μέσος	υψηλός
πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων	χαμηλό	189	2	2
	μέσο	14	0	0
	υψηλό	6	0	0

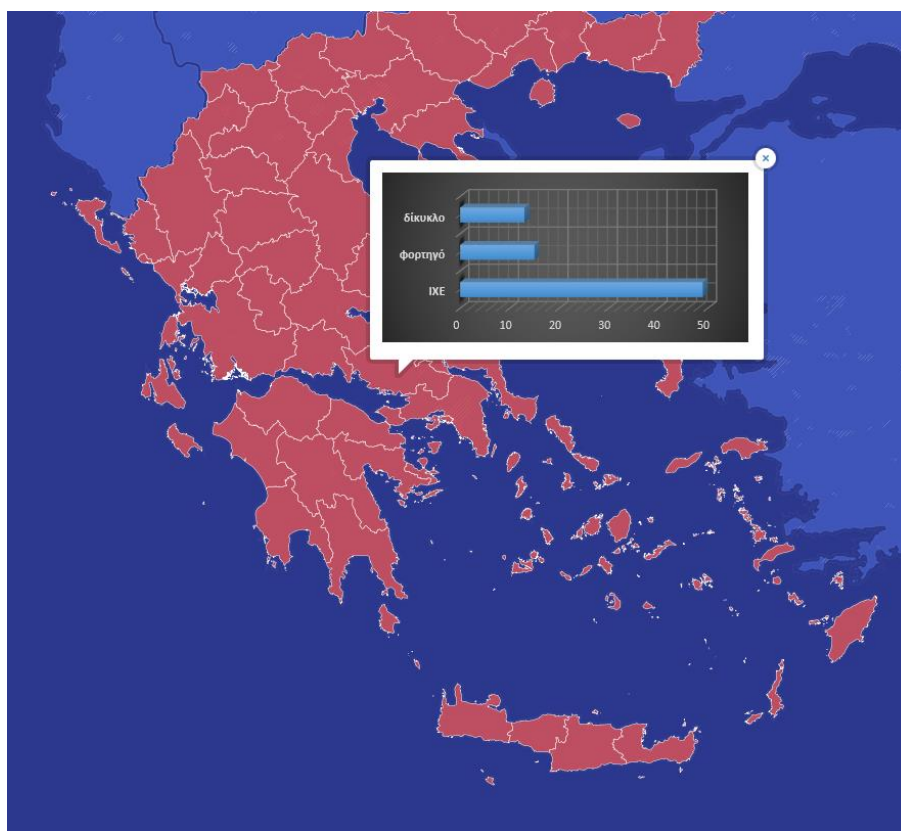
Πίνακας 4.34 Κατανομή των πολυγώνων των θέσεων μέτρησης φόρτου βάσει του πλήθους των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με θύμα οδηγό ή επιβάτη, που συνέβησαν εντός αυτών, με το φόρτο κυκλοφορίας αλλά και το φόρτο κυκλοφορίας προς την έκταση του εκάστοτε πολυγώνου

		φόρτος κυκλοφορίας		
		χαμηλός	μέσος	υψηλός
πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων	χαμηλό	130	66	10
	μέσο	5	1	0
	υψηλό	1	0	0
		φόρτος κυκλοφορίας/έκταση		
		χαμηλός	μέσος	υψηλός
πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων	χαμηλό	202	2	2
	μέσο	6	0	0
	υψηλό	1	0	0

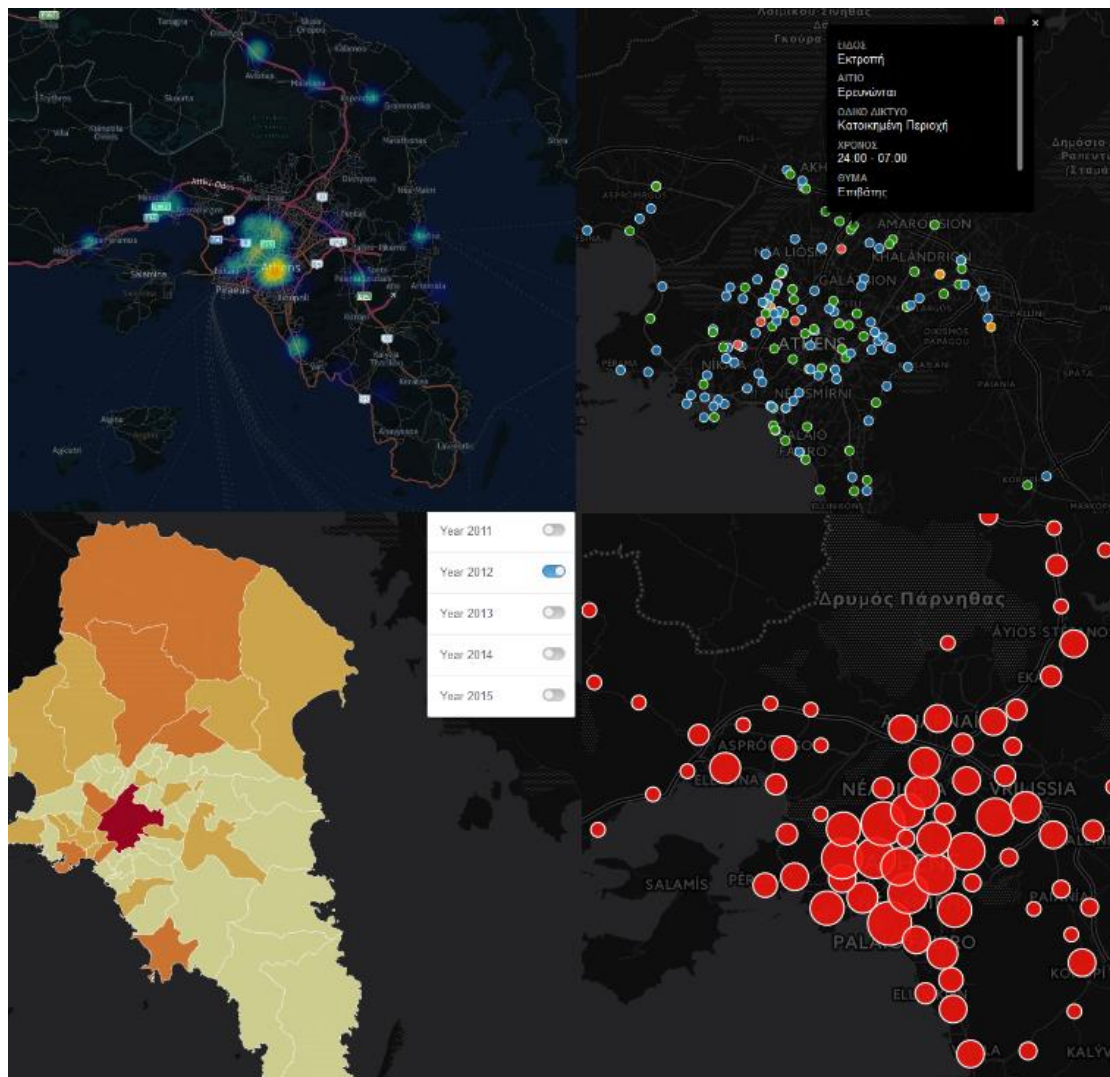
Μερικοί από τους χάρτες ανάλυσης του προβλήματος παρουσιάζονται και διαδραστικά σε web περιβάλλον δίνοντας τη δυνατότητα στο χρήστη να μελετήσει την τιμή του κάθε νομού ή δήμου αντίστοιχα με το επίπεδο μελέτης στον ιστότοπο (<http://iliasmachairas.com/portofolio/>). Στην παρακάτω εικόνα 4.2 παρουσιάζεται ένα παράδειγμα όπου για κάθε νομό της χώρας έχει δημιουργηθεί ένα διάγραμμα που απεικονίζει το πλήθος των οχημάτων κατηγοριοποιημένα σε δίκυκλο, φορτηγό και ΙΧΕ

τα οποία ενεπλάκησαν σε θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα για την περίοδο μελέτης 2011-2015. Ακόμα, ένας άλλος σημαντικός χάρτης που δημιουργήθηκε είναι ένας heatmap που απεικονίζει τον τρόπο με τον οποίο εξελίσσονται τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα στην Αττική στη χρονική διάρκεια μελέτης δίνοντας τη δυνατότητα στο viewer για άμεση αντίληψη του προβλήματος. Ακόμα, ένας άλλος χάρτης που δημιουργήθηκε παρουσιάζει τα περιστατικά του έτους 2012 με τα πλήρη στοιχεία τους, κατηγοριοποιημένα με το είδος του οχήματος που ενεπλάκη στο ατύχημα. Επίσης, δημιουργήθηκε και χάρτης για την Αττική ανά δήμο που παρουσιάζει το πλήθος των θυμάτων για κάθε έτος της περιόδου μελέτης. Μερικοί από τους παραπάνω web χάρτες απεικονίζονται στην παρακάτω εικόνα 4.3

Εικόνα 4.2 Παράδειγμα από παραγόμενο web χάρτη με διάγραμμα βάσει του είδους των οχημάτων για κάθε νομό για το χρονικό διάστημα μελέτης 2011-2015



Εικόνα 4.3 Παραδείγματα web χαρτών για το νομό Αττικής



4.6 Συμπεράσματα εφαρμογής

Συνοψίζοντας, στόχος της παρούσας εργασίας ήταν η ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για όλη την Ελλάδα ανά νομό και για την Αττική ανά δήμο αλλά και η συσχέτισή τους με άλλες μεταβλητές. Τα δεδομένα αφορούσαν τη χρονική περίοδο 2011 έως και 2015 και η ανάλυση τους έγινε για τα διάφορα είδη κατηγοριοποιήσεων όπως ώρα συμβάντος, είδος θύματος κ.α. Για την Αττική αξιοποιήθηκε και η χωρική πληροφορία των δεδομένων και έτσι το αποτέλεσμα ήταν άρτιο καθώς ήταν δυνατή η παραγωγή των χωρικών μέσων για διάφορες κατηγορίες όπως και ο σχεδιασμός ελλείψεων τυπικού σφάλματος οι οποίες έδωσαν χρήσιμες πληροφορίες για την κατανομή των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Για το σύνολο της Ελλάδας είναι σημαντικό να τονιστεί ότι χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι τρόποι για να αναδειχθούν οι νομοί που έχουν έντονο πρόβλημα και μερικοί από αυτούς είναι οι νομοί Αιτωλοακαρνανίας, Δωδεκανήσων, Μαγνησίας και Λακωνίας. Παρότι, η Αττική συγκεντρώνει το μεγαλύτερο πλήθος θανατηφόρων περιστατικών όταν έγινε στάθμιση με τον πληθυσμό και για τα πέντε έτη της περιόδου μελέτης δεν

φάνηκε να παρουσιάζει ιδιαίτερο πρόβλημα σε σχέση με άλλους νομούς της επικράτειας. Επίσης, όταν έγινε στάθμιση με τον αριθμό των κυκλοφορούντων οχημάτων ανά νομό, η Αττική ήταν σε κλάση που δεν αντιμετώπιζε πρόβλημα ενώ για την Αιτωλοακαρνανία και τη Λακωνία το πρόβλημα ήταν πολύ έντονο. Αντίθετα, όταν έγινε στάθμιση με το συνολικό μήκος του οδικού δικτύου, φάνηκε ότι η Αττική έχει έντονο πρόβλημα όπως και η Αιτωλοακαρνανία αλλά όχι η Λακωνία. Συνεπώς, γίνεται αντιληπτό ότι η Λακωνία έχει πρόβλημα με τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα καθώς οι τιμές της για τις περισσότερες σταθμίσεις είναι υψηλές.

Σχετικά με το είδος του θύματος διαπιστώθηκε σχεδόν κοινό αποτέλεσμα για την Ελλάδα και για την Αττική. Από τα 10 θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα, 7 φορές το θύμα είναι ο οδηγός, 2 ο επιβάτης και 1 ο πεζός. Άξιο αναφοράς είναι ότι τα αίτια σχετίζονται κυρίως με τις ευθύνες του οδηγού αλλά όταν το θύμα είναι πεζός σε πολύ μεγάλο ποσοστό ευθύνεται ο πεζός το οποίο δείχνει ότι υπάρχει έλλειψη της κατάλληλης κυκλοφοριακής παιδείας στο σύνολο των πολιτών. Όσον αφορά στις ηλικιακές ομάδες διαπιστώθηκε ότι οι ηλικιακές ομάδες 55+ χρονών και 26-35 αντιμετωπίζουν έντονο πρόβλημα ενώ από η διαχρονική εξέλιξη των συμβάντων για την Ελλάδα διαφέρει από την Αττική. Αναλυτικότερα, για την επικράτεια παρουσιάζεται σημαντική αύξηση τους καλοκαιρινούς μήνες (Ιούλιο και Αύγουστο) το οποίο δε συμβαίνει για την Αττική καθώς τα περιστατικά παρουσιάζουν μικρές αυξομειώσεις στο πέρασμα του χρόνου.

Όσον αφορά στη χωρική αυτοσυσχέτιση, χρησιμοποιήθηκε και για τα δύο επίπεδα μελέτης και έδειξε χρήσιμα στοιχεία για το φαινόμενο. Συγκέντρωση του φαινομένου παρουσιάστηκε για τους νομούς της νότιας Πελοποννήσου όταν χρησιμοποιήθηκαν ως δεδομένα τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα σταθμισμένα με τον πληθυσμό. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι για διαφορετικά δεδομένα εισαγωγής άλλαζε και το αποτέλεσμα αλλά ξεχώρισε η Αττική η οποία δύο φορές παρουσιάστηκε ως νομός με πολλά περιστατικά περιτριγυρισμένος από νομούς με λίγα (High-Low outlier). Όσον αφορά στο επίπεδο της Αττικής, η κατάσταση ήταν πιο ξεκάθαρη όπου οι δήμοι στους οποίους το φαινόμενο είχε υψηλή τιμή, βρίσκονταν στο κέντρο με κυρίαρχους τους δήμους Αθηναίων, Περιστερίου και Παλιού Φαλήρου ενώ οι δήμοι που είχαν ελάχιστα έως καθόλου περιστατικά ήταν συγκεντρωμένοι στα βορειοδυτικά προάστια με επίκεντρο το δήμο Πεντέλης που ήταν ο δήμος στον οποίο δεν είχε συμβεί ούτε ένα ατύχημα σε ολόκληρη τη χρονική περίοδο μελέτης. Μεγάλο πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων λαμβάνει χώρα στο δήμο Αθηναίων αλλά και στους δήμους Περιστερίου όπως και Ωρωπού αλλά όταν γίνει στάθμιση με βάση την έκταση του κάθε δήμου, οι περιφερειακοί δήμοι είχαν πολύ χαμηλές τιμές σε αντίθεση με αυτούς που βρίσκονται κεντρικά. Επίσης, οι δήμοι που κυριαρχούν είναι το Παλαιό Φάληρο, το Αιγάλεω αλλά και ο δήμος Αθηναίων. Τέλος, η στάθμιση των συμβάντων με το συνολικό μήκος οδικού δικτύου ανέδειξε ως νομούς που αντιμετωπίζουν έντονο πρόβλημα και πάλι αυτούς που βρίσκονται στο κέντρο και κάποιοι δήμοι που ξεχωρίζουν είναι το Παλαιό Φάληρο, το Αιγάλεω και ο Κορυδαλλός. Συνεπώς, οι δήμοι

που βρίσκονται στο κέντρο της Αττικής χρήζουν άμεσης λήψης μέτρων ώστε να μειωθεί το πρόβλημα.

Έπειτα, έγινε συσχέτιση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με μια σειρά μεταβλητών τόσο σε επίπεδο χώρας όσο και σε επίπεδο Αττικής. Οι μεταβλητές αυτές, για τη μελέτη της χώρας σχετίζονταν με χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου αλλά και τις χρήσεις γης. Για το έτος 2011, χρησιμοποιήθηκαν επίσης κοινωνικό-οικονομικές μεταβλητές οι οποίες ήταν διαθέσιμες λόγω της απογραφής που είχε πραγματοποιηθεί το συγκεκριμένο έτος. Για το έτος 2011 οι ερμηνευτικοί παράγοντες ήταν το συνολικό μήκος οδικού δικτύου, ο πληθυσμός ηλικίας 19-29 ετών και το ποσοστό αστικής έκτασης εντός του νομού. Για τα άλλα τέσσερα έτη οι ερμηνευτικοί παράγοντες ήταν το μήκος του πρωτεύοντος οδικού δικτύου, η αστική έκταση του και το ποσοστό αγροτικής έκτασης. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί για όλα τα έτη έγινε αρχικά η OLS παλινδρόμηση και ύστερα η GWR ώστε να αξιοποιηθεί το πλεονέκτημα της τελευταίας, η οποία δημιούργησε διαφορετική εξίσωση για κάθε νομό. Η καλύτερη προσαρμογή σημειώθηκε για το έτος 2011 και η τιμή του adjusted R^2 ήταν 0.967 ενώ για τα άλλα έτη ήταν μειωμένη αλλά πάντα μεγαλύτερη από 0.9. Πρέπει να τονιστεί ότι υπήρχαν και άλλα μοντέλα με διαφορετικές μεταβλητές τα οποία ικανοποιούσαν τα απαραίτητα κριτήρια, ωστόσο επιλέχθηκαν αυτά που είχαν τη μέγιστη προσαρμογή με τα δεδομένα και ήταν στατιστικά σημαντικά σε διάστημα εμπιστοσύνης 99%. Επίσης, οι χάρτες που δημιουργήθηκαν και απεικονίζουν το Local R^2 έδειξαν ότι η προσαρμογή των πέντε μοντέλων (ένα για κάθε έτος) είναι καλύτερη στους νομούς της Κρήτης και στα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου.

Για την Αττική, χρησιμοποιήθηκαν παρόμοιες μεταβλητές και όπως και πριν για το 2011 προστέθηκαν επιπλέον κοινωνικό-οικονομικές μεταβλητές. Όσον αφορά στους ερμηνευτικούς παράγοντες παρουσιάζεται λιγότερη σταθερότητα σε σχέση με τους νομούς. Δηλαδή, κάποιος από τους παράγοντες αυτούς ήταν ο αριθμός των κτιρίων, η αστική και η αγροτική έκταση, το ποσοστό (residential) οδικού δικτύου κατοικημένης περιοχής αλλά και το πλήθος των διασταυρώσεων ανά 10 στρέμματα. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι για τους δήμους ο συντελεστής προσαρμογής ήταν σχετικά χαμηλός τόσο για τις OLS και τις GWR και η μέγιστη τιμή του σημειώθηκε το έτος 2015. Όσον αφορά στην προσαρμογή του μοντέλου χωρικά αυτή ήταν καλύτερη για τους δήμους που βρίσκονται στο κέντρο της Αττικής και όχι για αυτούς που είναι περιφερειακοί. Πρέπει να τονιστεί ότι επιθυμητό θα ήταν οι κοινωνικό-οικονομικές μεταβλητές να ήταν διαθέσιμες για όλα τα έτη μελέτης και για τα δύο επίπεδα ανάλυσης (Ελλάδα και Αττική) καθώς θα προσέφεραν στην άρτια έρευνα του φαινομένου.

4.7 Αναφορές

Joshuastevens.net. (2016). *Joshua Stevens - Bivariate Choropleth Maps: A How-to Guide*. [online] Available at: <http://www.joshuastevens.net/cartography/make-a-bivariate-choropleth-map/> [Accessed 2 Aug. 2016].

Pro.arcgis.com. (2016). *Interpreting OLS results—ArcGIS Pro / ArcGIS for Desktop*. [online] Available at: <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-statistics/interpreting-ols-results.htm> [Accessed 27 Aug. 2016].

Resources.esri.com. (2016). Interpreting GWR results. [online] Available at: http://resources.esri.com/help/9.3/arcgisdesktop/com/gp_toolref/spatial_statistics_tools/interpreting_gwr_results.htm [Accessed 26 Aug. 2016].

Support.esri.com. (2016). *Thiessen polygons | Definition - Esri Support GIS Dictionary*. [online] Available at: <http://support.esri.com/other-resources/gis-dictionary/term/Thiessen%20polygons> [Accessed 1 Oct. 2016].

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

Το αντικείμενο αυτής της εργασίας ήταν η ανάλυση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων για τον Ελλαδικό χώρο και η συσχέτιση τους με άλλες μεταβλητές. Παρακάτω θα γίνει αναφορά στα συμπεράσματα από την εφαρμογή του μεθοδολογικού πλαισίου που χρησιμοποιήθηκε προκειμένου να υλοποιηθεί ο στόχος της εργασίας. Πρώτα από όλα, ο ορισμός της περιοχής μελέτης σε δύο επίπεδα, ένα ευρύτερο και ένα επιμέρους, υπο-τμήμα του ευρύτερου επιπέδου, που παρουσιάζει ενδιαφέρον, βοήθησε ουσιαστικά στην έρευνα του προβλήματος καθώς ήταν δυνατή η σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο περιοχών. Δηλαδή, έγιναν αντιληπτές ομοιότητες που υπήρχαν αλλά και κάποιες σημαντικές διαφορές στα χαρακτηριστικά των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων αλλά και στον τρόπο που είναι κατανοημένα. Επίσης, η χρήση των διαθέσιμων χωρικών εργαλείων σε συνδυασμό με τη στατιστική έπαιξε καταλυτικό ρόλο για την πραγματοποίηση μιας ολοκληρωμένης μελέτης χωρίς να αγνοήσει τις σύνθετες χωρικές σχέσεις ή διασυνδέσεις που υπήρχαν ανάμεσα στα χωρικά δεδομένα. Σε αυτό το σημείο πρέπει να τονιστεί ότι η χρήση των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS), τα οποία αναπτύσσονται ραγδαία τα τελευταία χρόνια, βοήθησε ουσιαστικά στην άρτια ανάλυση του προβλήματος αξιοποιώντας τη χωρική πληροφορία η οποία θα έμενε ανεκμετάλλευτη με τη χρήση μόνο στατιστικών μεθόδων.

5.1 Εξαγωγή συμπερασμάτων

Αναλυτικότερα, όσον αφορά στα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι σημαντικό να αναφερθεί το χωροθετικό πηλίκο με το οποίο ήταν δυνατή η αναγνώριση περιοχών με διαφορετικές τιμές από το μέσο όρο. Επίσης, η χωρική αυτοσυσχέτιση με τους γενικούς αλλά και τους τοπικούς δείκτες Moran's I και Getis Ord G^* ανέδειξε τις περιοχές στις οποίες υπάρχει συγκέντρωση του προβλήματος (High-High clusters) αλλά και αυτές

στις οποίες το πρόβλημα έχει πολύ μικρές διαστάσεις (Low-Low clusters). Επίσης, τα αποτελέσματα εφαρμογής των γενικών δεικτών καθόρισαν το χωρικό πρότυπο με το οποίο είναι κατανεμημένα τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα και για τα δύο επίπεδα ανάλυσης. Ακόμα, πρέπει να τονιστεί η δημιουργία των δι-μεταβλητών χαρτών μέσω των οποίων ήταν δυνατός ο εντοπισμός περιοχών που αντιμετωπίζουν οξύ πρόβλημα και δεν είχαν αναγνωριστεί με τις προηγούμενες μεθόδους. Επίσης, άξια αναφοράς είναι η χρήση του δείκτη που προέκυψε από τρεις επιμέρους κανονικοποιημένους δείκτες που σχετίζεται με το μέσο όρο, το χρονικό μέσο και το λόγο θετικών προς αρνητικών μεταβολών έδωσε μια συνολική εικόνα για το πρόβλημα των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι δε λειτούργησε τόσο καλά για την υπό-περιοχή μελέτης σε αντίθεση με την ευρύτερη περιοχή.

Δύο ακόμα πολύτιμα εργαλεία που έπαιξαν καταλυτικό ρόλο στη συσχέτιση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με άλλες μεταβλητές ήταν η ελάχιστο-τετραγωνική παλινδρόμηση (OLS) και η Γεωγραφικά Σταθμισμένη παλινδρόμηση (GWR). Οι μεταβλητές που χρησιμοποιήθηκαν σχετίζονταν με χαρακτηριστικά του οδικού δικτύου (όπως μήκος διάφορων κατηγοριών του οδικού δικτύου, καμπυλότητα, διασταυρώσεις), την κοινωνία την οικονομία (Α.Ε.Π.) αλλά και με άλλες παραμέτρους. Η GWR έδειξε τη μεταβολή της συσχέτισης στο χώρο το οποίο είναι ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα σε σχέση με την OLS. Τέλος, έγινε και σύγκριση των δύο ειδών παλινδρομήσεων με βάση το συντελεστή προσαρμογής ο οποίος δείχνει πόσο καλή ήταν η πρόβλεψη από το μοντέλο σε σχέση με τις πραγματικές τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής, δηλαδή των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων.

5.2 Προβληματισμοί και Προοπτικές

Σε αυτό το σημείο είναι επιτακτική ανάγκη να αναφερθεί ότι επειδή η ανάλυση των τροχαίων ατυχημάτων είναι ένα πολύ σύνθετο πρόβλημα λόγω της ύπαρξης πολλών παραγόντων οι οποίοι μεταβάλλονται χωρικά, οι αναφορές (reports) των περιστατικών πρέπει να είναι λεπτομερείς και κατάλληλα διαμορφωμένες ώστε μετέπειτα να μπορεί να γίνει στατιστική και χωρική ανάλυση ταχύτατα και χωρίς δυσκολίες. Συνεπώς, θα ήταν σημαντικό και οι αστυνομικές αρχές να συμβάλλουν με τη σειρά τους παρέχοντας κατάλληλα σεμινάρια στους αστυνομικούς υπαλλήλους για τον ορθό τρόπο συμπλήρωσης των αναφορών. Ακόμα, αντί για το κλασικό σύστημα χειρόγραφων αναφορών, οι υπηρεσίες GPS και GIS θα πρέπει να ενσωματωθούν σε ένα καινούριο εκσυγχρονισμένο σύστημα καταγραφής όπου τα τυχαία λάθη θα εξαλειφθούν και η χωρική ακρίβεια θα αυξηθεί σημαντικά (Erdogan et al., 2007).

Συνοψίζοντας, η Ελλάδα κατέχει έναν από τους υψηλότερους δείκτες τροχαίων ατυχημάτων στην Ευρώπη και οφείλεται κυρίως στη έλλειψη πρόληψης. Αν ο δείκτης θανάτων από τροχαία της Ελλάδος προσέγγιζε τον αντίστοιχο άλλων χωρών-πρότυπων όπως Η.Π.Α., Αγγλία και Ολλανδία τα θανατηφόρα τροχαία ατυχήματα θα μειώνονταν στο 1/3 (Φραντζεσκάκης and Γκόλιας, 1994). Σε αυτή τη διαδικασία κύριο ρόλο μπορεί να παίξει ο μηχανικός με τον κατάλληλο σχεδιασμό του οδικού δικτύου αλλά και η πολιτεία μέσω της σωστής εκπαίδευσης. Η περίοδος εκπαίδευσης των υποψηφίων

οδηγών είναι πολύ σημαντική καθώς σε αυτή μπορεί να θεμελιωθεί μια σωστή κυκλοφοριακή αγωγή στον εκπαιδευόμενο, η οποία θα τον ακολουθεί για τη συνέχεια της ζωής του. Ωστόσο, στην Ελλάδα τα μαθήματα αυτά έχουν ως στόχο να εξασφαλιστεί η απόκτηση του διπλώματος παρά τη διαμόρφωση σωστής οδικής συμπεριφοράς. Αυτό πρέπει να αλλάξει και πρέπει να βοηθήσουν ο κρατικός μηχανισμός με εντατικοποίηση των ελέγχων των εκπαιδευτηρίων αλλά και οι πολίτες με αλλαγή νοοτροπίας κατά την οδήγηση.

Τέλος, όσον αφορά στην επέκταση της παρούσας έρευνας, θα μπορούσαν να είχαν χρησιμοποιηθεί περισσότερες μεταβλητές οι οποίες θα έδειχναν τη συσχέτιση των θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων με αυτές. Ενδιαφέρον θα είχε επίσης η συγκεκριμένη μελέτη που έγινε για όλη την Ελλάδα ανά νομό να γινόταν ανά δήμο, ώστε να εντοπιστούν οι περιοχές που το φαινόμενο παρουσιάζει μεγάλη ένταση πιο λεπτομερώς. Τέλος, μια άλλη σημαντική τροποποίηση θα ήταν η ίδια εργασία να γίνει για το σύνολο των τροχαίων ατυχημάτων (και περιστατικά με βαρείς και ελαφρούς τραυματισμούς εκτός από θανάσιμα) αλλά και να αυξηθεί η περίοδος μελέτης ώστε να αναδειχθούν πιθανές τάσεις του προβλήματος.

5.3 Αναφορές

Erdogan, S., Yilmaz, I., Baybura, T. and Gullu, M. (2007). Geographical information systems aided traffic accident analysis system case study: city of Afyonkarahisar. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), pp.174-181.

Φραντζεσκάκης, Ι. and Γκόλιας, Ι. (1994). *Οδική ασφάλεια*. Αθήνα: Παπασωτηρίου, pp. 23-34.

Παράρτημα Α

Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR για τους νομούς για το έτος 2014

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	161,6783	9,6376	0,000000*	-	AIC:	358,2103
length-pri	0,000046	0,000014	0,001408*	1,9631	adjusted R ² :	0,9317
urban	0,2212	0,0455	0,000013*	1,4230	Koenker (BP) Statistic:	0,0339
p_rural	-1,7520	0,0988	0,000000*	1,7140		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	157,0539	158,7816	160,6779	163,3836	169,6313	
length-pri	0,000033	0,000045	0,000050	0,000054	0,000060	
urban	0,1641	0,1964	0,2217	0,2278	0,2303	
p_rural	-1,8213	-1,7616	-1,7441	-1,7330	-1,7226	
AIC:	357,5276	Residual Squares:		2100,8816		
adjusted R ² :	0,9352	Sigma:		6,8925		

Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR για τους νομούς για το έτος 2015

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	180,7810	12,3791	0,000000*	-	AIC:	384,2455
length-pri	0,000059	0,000018	0,001532*	1,9631	adjusted R ² :	0,9135
urban	0,1785	0,0584	0,003637*	1,4230	Koenker (BP) Statistic:	0,2269
p_rural	-1,9637	0,1269	0,000000*	1,7140		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	177,0784	178,8123	180,0110	182,2109	188,7935	
length-pri	0,000046	0,000056	0,000061	0,000067	0,000072	
urban	0,1276	0,1542	0,1785	0,1874	0,1909	
p_rural	-2,0401	-1,9822	-1,9667	-1,9513	-1,9212	
AIC:	382,9675	Residual Squares:		3477,3463		
adjusted R ² :	0,9183	Sigma:		8,8307		

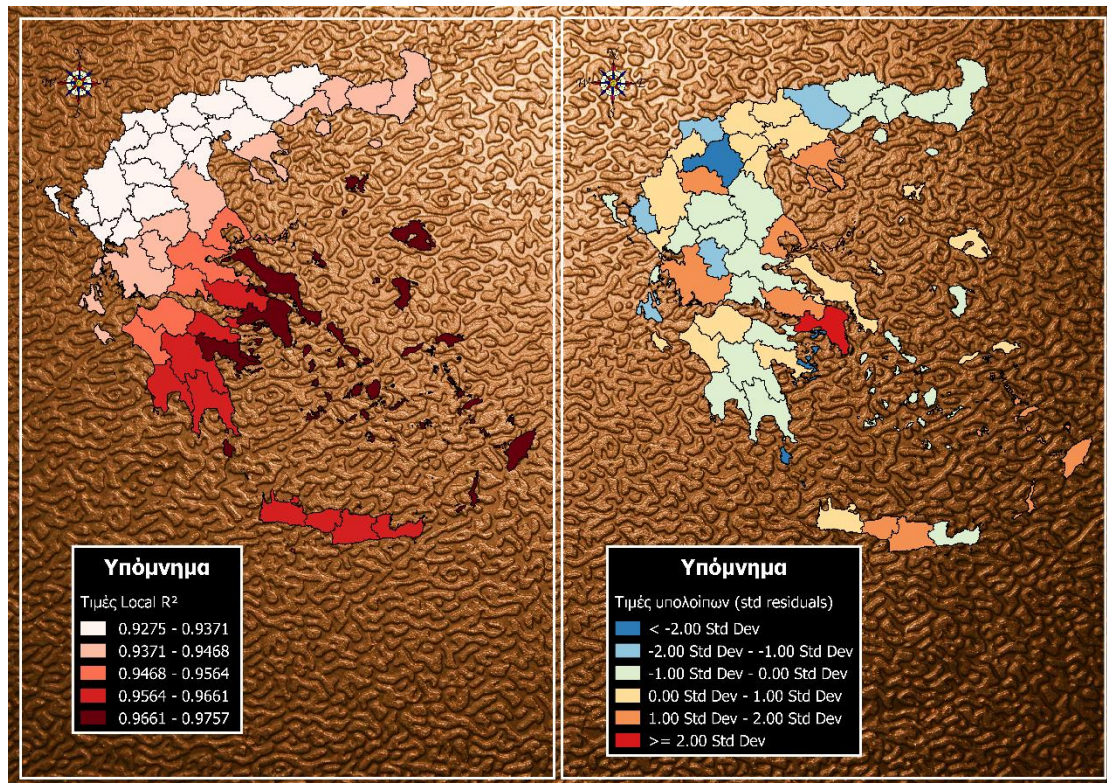
Οι τιμές των συντελεστών των ανεξαρτήτων μεταβλητών (predictor variables) από τη GWR με εξαρτημένη μεταβλητή το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για το έτος 2014



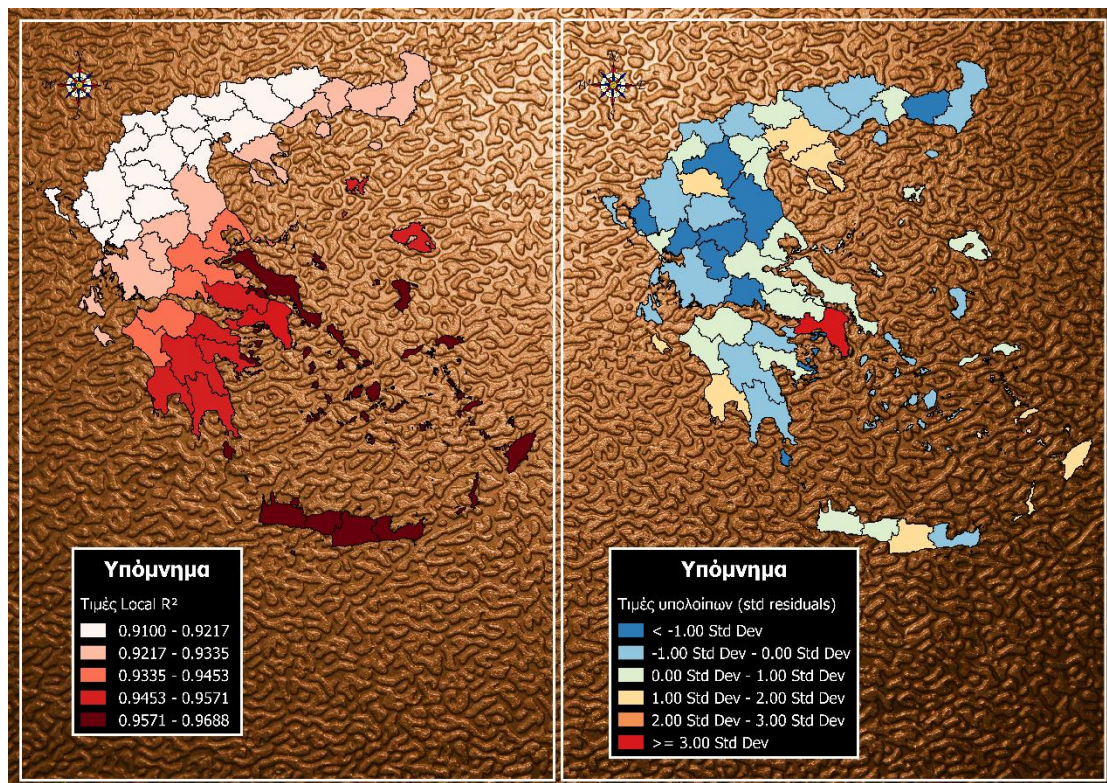
Οι τιμές των συντελεστών των ανεξαρτήτων μεταβλητών (predictor variables) από τη GWR με εξαρτημένη μεταβλητή το πλήθος θανατηφόρων τροχαίων ατυχημάτων ανά νομό για το έτος 2015



Οι τιμές των Local R^2 και των υπολοίπων (std residuals) από την εφαρμογή της GWR για τους νομούς για το έτος 2014



Οι τιμές των Local R^2 και των υπολοίπων (std residuals) από την εφαρμογή της GWR για τους νομούς για το έτος 2015



Παράρτημα Β

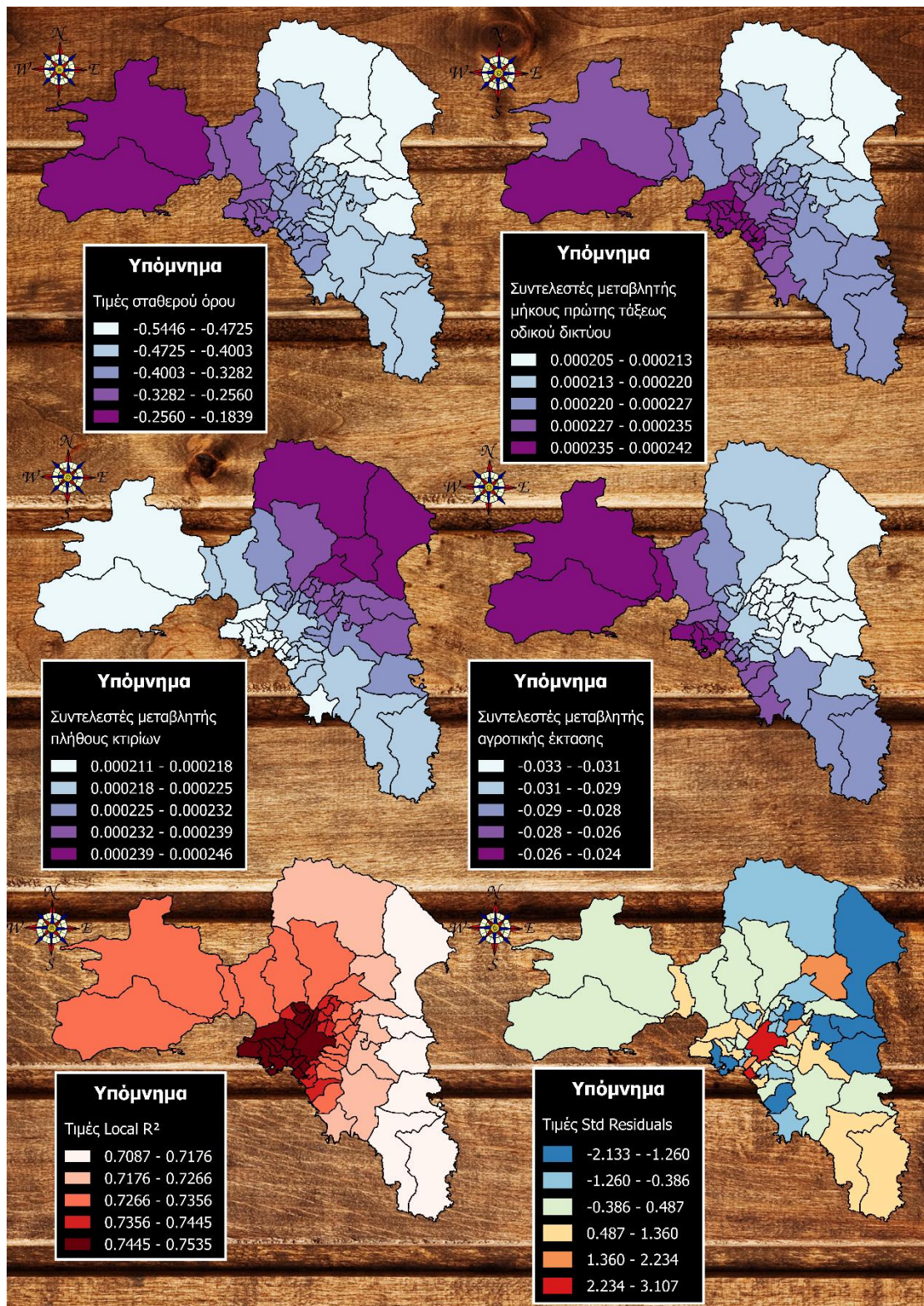
Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2013

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	-0,3751	0,5354	0,4866	-	AIC:	274,2869
length-pri	0,0002	0,0000	0,000006*	2,7082	adjusted R ² :	0,6782
buildings	0,0002	0,0000	0,000007*	1,6658	Koenker (BP) Statistic:	11,9276
rural	-0,0252	0,0053	0,000014*	1,8406		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	-0,5446	-0,4521	-0,4062	-0,3533	-0,1839	
length-pri	0,000205	0,000222	0,000227	0,000235	0,000242	
buildings	0,000211	0,000218	0,000225	0,000233	0,000246	
rural	-0,0333	-0,0323	-0,0297	-0,0268	-0,0238	
AIC:	274,4076	Residual Squares:		291,0078		
adjusted R ² :	0,6868	Sigma:		2,3911		

Σύνοψη αποτελεσμάτων των παλινδρομήσεων OLS και GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2015

OLS						
Μεταβλητή	Συντελεστής	std error	Probability	VIF		
σταθερός όρος	7,2734	1,7106	0,000086*	-	AIC:	254,0585
r_resident	-0,1131	0,0249	0,000033*	1,9734	adjusted R ² :	0,6912
buildings	0,0003	0,0000	0,000000*	1,0201	Koenker (BP) Statistic:	10,5128
p_rural	-0,0492	0,0104	0,000018*	1,9726		
GWR						
Μεταβλητή	min	1st Quarter	Median	3rd Quarter	max	
σταθερός όρος	6,788	7,344	7,410	7,533	7,773	
r_resident	-0,121	-0,119	-0,118	-0,117	-0,105	
buildings	0,000298	0,000309	0,000311	0,000312	0,000314	
p_rural	-0,0507	-0,0481	-0,0472	-0,0460	-0,0431	
AIC:	256,0040	Residual Squares:		217,5316		
adjusted R ² :	0,6861	Sigma:		2,0522		

Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2013



Οι τιμές των συντελεστών των μεταβλητών από τη GWR για τους δήμους της Αττικής για το έτος 2015

