



ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Διερεύνηση της Αποδοχής Αυτόνομων Οχημάτων  
Εδάφους και Αέρος σε Υπηρεσίες Μεταφορών»

Του φοιτητή  
Μουρατίδη Βασίλειου  
Αρ. Μητρώου: 185236

Επιβλέπων  
Τσιντώτας Κωνσταντίνος  
Επίκουρος Καθηγητής

21 Ιανουαρίου 2026

Διερεύνηση της Αποδοχής Αυτόνομων Οχημάτων Εδάφους και Αέρος σε Υπηρεσίες Μεταφορών

Κωδικός Δ.Ε.: 25302

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: Μουρατίδης Βασίλειος

Όνοματεπώνυμο εισηγητή: Τσιντώτας Κωνσταντίνος

Ημερομηνία ανάληψης Δ.Ε.: 27 Σεπτεμβρίου 2025

Ημερομηνία περάτωσης Δ.Ε.: 21 Ιανουαρίου 2026

*Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω καταγράψει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών, εικόνων και κειμένου, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επιπλέον, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά, ειδικά ως διπλωματική εργασία, στο Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του ΔΙ.ΠΑ.Ε.*

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή Μουρατίδη Βασίλειου που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης, ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο Διεθνές Πανεπιστήμιο της Ελλάδος άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσης της εργασίας διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο της εργασίας, δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού, ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, πώληση, εμπορική χρήση, διανομή, έκδοση, μεταφόρτωση (downloading), ανάρτηση (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού.*

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από το Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και Ηλεκτρονικών Συστημάτων του Διεθνούς Πανεπιστημίου της Ελλάδος, δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα, εκ μέρους του Τμήματος.

## Πρόλογος

Τα τελευταία χρόνια και ειδικότερα μετά την πανδημία COVID-19 αυξήθηκε ραγδαία η χρήση ηλεκτρονικού εμπορίου, καθώς δημιουργήθηκε η ανάγκη αγοράς προϊόντων χωρίς την ανθρώπινη επαφή. Αυτό αρχικά προκάλεσε σοβαρά ζητήματα στην παγκόσμια εφοδιαστική αλυσίδα και καθ' όλη την περίοδο της πανδημίας COVID-19 υπήρχε σοβαρό πρόβλημα παραδόσεων των δεμάτων από τις εταιρίες μεταφορών.

Ταυτόχρονα, οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν ανοίξει τον δρόμο σε νέες επιλογές παράδοσης δεμάτων σε σχέση με τον παραδοσιακό τρόπο των couriers. Αναμένεται σύντομα να μετασχηματιστεί ο τομέας μεταφορών. Ωστόσο, η επιτυχής ενσωμάτωση των αυτόνομων οχημάτων στις υπηρεσίες μεταφορών δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνολογική ωριμότητα, αλλά σε μεγάλο βαθμό από τον βαθμό αποδοχής τους από τους χρήστες και την κοινωνία.

Παράγοντες όπως η εμπιστοσύνη στην τεχνολογία, η αντιλαμβανόμενη ασφάλεια, η προστασία της ιδιωτικής ζωής και το κόστος διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στην στη διαμόρφωση της στάσης των πολιτών.

Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στη διερεύνηση της αποδοχής των αυτόνομων οχημάτων εδάφους και αέρος στις υπηρεσίες μεταφορών, αναλύοντας τους βασικούς παράγοντες που επηρεάζουν τη στάση και την πρόθεση χρήσης τους.

## Περίληψη

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνάται το επίπεδο αποδοχής και οι προοπτικές υιοθέτησης αυτόνομων οχημάτων εδάφους (AGV) και αέρος (UAV) σε υπηρεσίες μεταφορών courier στην Ελλάδα. Παρότι οι τεχνικές δυνατότητες αυτών των λύσεων εξελίσσονται διαρκώς, η επιτυχής ενσωμάτωσή τους στον κλάδο των μεταφορών δεν εξαρτάται μόνο από την τεχνολογική ωριμότητα, αλλά και από την κοινωνική αποδοχή, δηλαδή την προθυμία των χρηστών να τις εμπιστευθούν, να τις δοκιμάσουν και τελικά να τις υιοθετήσουν. Η εργασία οργανώνεται σε πέντε κεφάλαια, με σαφή διάκριση μεταξύ θεωρητικού υποβάθρου, εννοιολογικού πλαισίου, μεθοδολογίας και εμπειρικών αποτελεσμάτων. Αρχικά παρατίθεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση, που αφορά τις λύσεις, τα οφέλη και τους κινδύνους μέσα από τη χρήση αυτόνομων οχημάτων για παραδόσεις. Στη συνέχεια, διατυπώνονται τα θεωρητικά θεμέλια στα οποία στηρίζεται η έρευνα που πραγματοποιήθηκε, καθώς και η μεθοδολογία που εφαρμόστηκε, όπως οι εξεταζόμενες μεταβλητές και οι ερευνητικές υποθέσεις. Ειδικότερα, με βάση το επίσημο και διεθνώς αναγνωρισμένο επιστημονικό πλαίσιο πραγματοποιήθηκε ποσοτική έρευνα μέσω ερωτηματολογίου από την οποία συλλέχθηκαν δεδομένα σχετικά με την επιθυμία των συμμετεχόντων να χρησιμοποιούν αυτόνομα οχήματα για παραδόσεις (last-mile). Τα συγκεκριμένα δεδομένα ελέγχθηκαν ως προς την εγκυρότητα και την αξιοπιστία, ενώ παρουσίασαν ξεκάθαρα αποτελέσματα, με άξονα τις ερευνητικές υποθέσεις που είχαν διατυπωθεί. Τέλος, συνοψίζονται και ερμηνεύονται τα ευρήματα, συζητούνται οι θεωρητικές και πρακτικές επιπτώσεις, παρουσιάζονται οι περιορισμοί της έρευνας και προτείνονται κατευθύνσεις για μελλοντική εργασία.

# «Research of the Acceptance of Autonomous Ground and Air Vehicles in Transportation Services»

Vasileios Mouratidis

## **Abstract**

The following thesis investigates the level of acceptance and the prospects for the adoption of Automated Guided Vehicles (AGV) and Unmanned Aerial Vehicles (UAV) in courier transport services in Greece. Although the technical capabilities of these solutions are constantly evolving, their successful integration into the transport sector depends not only on technological maturity, but also on social acceptance, i.e. the willingness of users to trust them, test them and ultimately adopt them. The work is organized into five chapters, with a clear distinction between theoretical background, conceptual framework, methodology and empirical results. Initially, the literature review is presented, which concerns the solutions, benefits and risks through the use of autonomous vehicles for deliveries. Subsequently, the theoretical foundations on which the research is based are formulated, as well as the methodology applied, such as the variables examined and the research hypotheses. In particular, based on the official and internationally recognized scientific framework, a quantitative survey was conducted through a questionnaire from which data were collected regarding the participants' desire to use autonomous vehicles for deliveries (last-mile). The specific data were checked for validity and reliability, while they presented clear results, centered on the research hypotheses that had been formulated. Finally, the findings are summarized and interpreted, the theoretical and practical implications are discussed, the limitations of the research are presented and directions for future work are suggested.

# Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iii
Περίληψη.....	iv
Abstract .....	v
Περιεχόμενα .....	vi
Κατάλογος Σχημάτων .....	viii
Κατάλογος Πινάκων.....	viii
Συνομογραφίες.....	x
Εισαγωγή.....	1
Κεφάλαιο 1ο: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση .....	2
1.1 Εισαγωγή.....	2
1.2 Λύσεις Αυτόνομης Παράδοσης.....	3
1.2.1 Αυτόνομα οχήματα εδάφους .....	4
1.2.2 Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη (drones).....	7
1.3 Οφέλη και Κίνδυνοι Μεταφορών με Αυτόνομα Οχήματα.....	8
1.3.1 Οφέλη Μεταφορών με Αυτόνομα Οχήματα.....	8
1.3.2 Κίνδυνοι Μεταφορών με Αυτόνομα Οχήματα .....	15
1.4 Αποδοχή Κοινού Μέχρι Σήμερα .....	17
Κεφάλαιο 2ο: Ενωσιολογικό Πλαίσιο της Έρευνας .....	20
2.1 Μεθοδολογία .....	20
2.1.1 Ενωσιολογικό Μοντέλο.....	20
2.1.2 Θεωρητική Περιγραφή και Υποθέσεις .....	22
Κεφάλαιο 3ο: Ερευνητική Μεθοδολογία.....	24
3.1 Σχεδιασμός έρευνας .....	24
3.2 Δείγμα και διαδικασία συλλογής δεδομένων .....	24
3.3 Ερευνητικό εργαλείο .....	24
3.4 Επεξεργασία δεδομένων.....	26
3.5 Μεθοδολογία στατιστικής ανάλυσης .....	26
Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα.....	28
4.1 Περιγραφική Ανάλυση .....	28
4.2 Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση EFA .....	43

4.3 Ανάλυση εσωτερική αξιοπιστίας Cronbach A .....	46
4.4 Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων SEM.....	48
Κεφάλαιο 5 <sup>ο</sup> : Συμπεράσματα .....	53
5.1 Σύνοψη Σκοπού και Ερευνητικής Προσέγγισης .....	53
5.2. Κύρια Ευρήματα της Έρευνας .....	53
5.2.1 Ποιότητα μέτρησης: Αξιοπιστία και παραγοντική δομή.....	53
5.2.2 Βασικά αποτελέσματα ελέγχου υποθέσεων (δομικό μοντέλο) .....	53
5.2.3 Συνοπτικός Πίνακας Υποθέσεων .....	54
5.3 Σύνδεση Ευρημάτων με τη Βιβλιογραφία.....	55
5.4 Θεωρητικές Επιπτώσεις .....	55
5.5 Πρακτικές Επιπτώσεις.....	55
5.5.1 Επιχειρήσεις courier και πάροχοι υπηρεσιών.....	56
5.5.2 Πολιτική και ρυθμιστικό πλαίσιο .....	56
5.6 Περιορισμοί της Έρευνας.....	56
5.7 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα .....	56
5.8 Τελικό συμπέρασμα .....	57
Βιβλιογραφία.....	58

## Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1.1: Αυτόνομο ρομπότ παράδοσης (S-ADR) .....	5
Σχήμα 1.2: Αυτόνομο ρομπότ παράδοσης δρόμου που εξετάζεται στο Βέλγιο .....	5
Σχήμα 1.3: ADR της Starship Technologies .....	6
Σχήμα 1.4: ADR της Kiwibot .....	6
Σχήμα 1.5: Δοκιμαστικές μεταφορές με drone από την Amazon .....	7
Σχήμα 1.6: Drone της SF Express κάνουν παραδόσεις στη Σεντζέν .....	8
Σχήμα 2.1: Μοντέλο Παραγόντων που Επηρεάζουν τη Στάση και την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης AGV και UAV .....	21

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 3.1: Κωδικοί ερωτήσεων ανά μεταβλητή για AGV και UAV .....	22
Πίνακας 4.1: Σύνολο Απαντήσεων και Έγκυρες Απαντήσεις .....	28
Πίνακας 4.2: Ηλικία .....	28
Πίνακας 4.3: Περιοχή Κατοικίας .....	29
Πίνακας 4.4: Συχνότητα Online Παραγγελιών .....	29
Πίνακας 4.5: Προηγούμενη εμπειρία με drones .....	29
Πίνακας 4.6: Φύλο .....	30
Πίνακας 4.7: Εκπαίδευση .....	30
Πίνακας 4.8: Αντιληπτή χρησιμότητα (PU) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	31
Πίνακας 4.9: Αντιληπτή ευκολία χρήσης (PU) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	31
Πίνακας 4.10: Στάση (ATT) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	32
Πίνακας 4.11: Συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	32
Πίνακας 4.12: Αντιληπτός κίνδυνος ιδιωτικότητας (PPR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	33
Πίνακας 4.13: Περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	33
Πίνακας 4.14: Χρονικό πλεονέκτημα (SE) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	34
Πίνακας 4.15: Κίνδυνος ασφάλειας (SR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	35
Πίνακας 4.16: Οικονομικός κίνδυνος (FR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	35
Πίνακας 4.17: Κοινωνική επιρροή (SI) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) ..	36
Πίνακας 4.18: Εμπιστοσύνη (TR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV) .....	36
Πίνακας 4.19: Αντιληπτή χρησιμότητα (PU) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) .....	37
Πίνακας 4.20: Αντιληπτή ευκολία χρήσης (PU) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) .....	37
Πίνακας 4.21: Στάση (ATT) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) .....	38
Πίνακας 4.22: Συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) .....	38
Πίνακας 4.23: Αντιληπτός κίνδυνος ιδιωτικότητας (PPR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) ..	39

Πίνακας 4.24: Περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) .....	39
Πίνακας 4.25: Χρονικό πλεονέκτημα (SE) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).....	40
Πίνακας 4.26: Κίνδυνος ασφάλειας (SR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).....	41
Πίνακας 4.27: Οικονομικός κίνδυνος (FR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).....	41
Πίνακας 4.28: Κοινωνική επιρροή (SI) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) .....	42
Πίνακας 4.29: Εμπιστοσύνη (TR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).....	42
Πίνακας 4.30: Προσωπική Καινοτομία (PI).....	43
Πίνακας 4.31: Έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων για EFA – AGV.....	43
Πίνακας 4.32: Σύνοψη Παραγόντων – AGV.....	44
Πίνακας 4.33: Έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων για EFA – UAV.....	44
Πίνακας 4.34: Σύνοψη Παραγόντων – UAV.....	45
Πίνακας 4.35: Έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων για EFA – PI.....	45
Πίνακας 4.36: Παράγοντας PI.....	46
Πίνακας 4.37: Cronbach A για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα AGV.....	46
Πίνακας 4.38: Cronbach A για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV) .....	47
Πίνακας 4.39: Cronbach A για Προσωπική Καινοτομία (PI).....	47
Πίνακας 4.40: Δείκτες Προσαρμογής Μοντέλου SEM.....	48
Πίνακας 4.41: Ανάλυση Υποθέσεων SEM για AGV.....	49
Πίνακας 4.42: Ανάλυση Υποθέσεων SEM για UAV.....	51
Πίνακας 5.1: Πίνακας Υποθέσεων για AGV και UAV .....	54

## Συντομογραφίες

ΑΕΙ	Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα
Δ.Ε.	Διπλωματική Εργασία
ΔΙΠΙΑΕ	Διεθνές Πανεπιστήμιο Ελλάδος
Π.Ε.	Πτυχιακή Εργασία
ADR	Autonomous Delivery Robot   Αυτόνομο Ρομπότ Παράδοσης
ADV	Autonomous Delivery Vehicle   Αυτόνομο Όχημα Παράδοσης
AGV	Automated Guided Vehicle   Αυτοματοποιημένο Καθοδηγούμενο επίγειο Όχημα
AI	Artificial Intelligence   Τεχνητή Νοημοσύνη
ATT	Attitude   Στάση
BI	Behavioural Intention   Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης
CAAC	Civil Aviation Administration of China   Διοίκηση Πολιτικής Αεροπορίας της Κίνας
CFI	Comparative Fit Index   Δείκτης Συγκριτικής Προσαρμογής
EFA	Exploratory Factor Analysis   Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση
ENV	Environmental Benefit   Περιβαλλοντικό Πλεονέκτημα
FR	Financial Risk   Οικονομικός Κίνδυνος
GPS	Global Positioning System   Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης
KMO	Kaiser Meyer Olkin   Δείκτης Επάρκειας Δείγματος
LiDAR	Light Detection And Ranging   Ανίχνευση και Μέτρηση Απόστασης με Φως
PAF	Principal Axis Factoring   Παραγοντοποίηση Κυρίων Αξόνων
PEOU	Perceived Ease of Use   Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης
PI	Personal Innovativeness   Προσωπική Καινοτομία
PPR	Perceived Privacy Risk   Αντιληπτός Κίνδυνος Ιδιωτικότητας
PU	Perceived Usefulness   Αντιληπτή Χρησιμότητα
R-ADR	Road Autonomous Delivery Robot   Αυτόνομο Ρομπότ Παράδοσης Οδικού Δικτύου
RMSEA	Root Mean Square Error of Approximation   Τετραγωνική Ρίζα Μέσου Σφάλματος Προσέγγισης
S-ADR	Sidewalk Autonomous Delivery Robot   Αυτόνομο Ρομπότ Παράδοσης Πεζοδρομίου
SE	Self Efficiency   Χρονικό Πλεονέκτημα
SEM	Structural Equation Modeling   Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων
SI	Social Influence   Κοινωνική Επιρροή
SR	Safety Risk   Κίνδυνος Ασφάλειας
TAM	Technology Acceptance Model   Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας
TAM2	Technology Acceptance Model 2   Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας 2
TLI	Tucker Lewis Index   Δείκτης Tucker Lewis
TR	Trust   Εμπιστοσύνη στον Πάροχο

TRA	Theory of Reasoned Action   Θεωρία Αιτιολογημένης Δράσης
UAV	Unmanned Aerial Vehicle   Μη-επανδρωμένο Εναέριο Όχημα
UTAUT	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology   Ενιαία Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης Τεχνολογίας
UTAUT2	Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2   Ενιαία Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης Τεχνολογίας 2

## Εισαγωγή

Κεντρικό αντικείμενο της μελέτης αποτελεί η αποτύπωση των στάσεων των χρηστών και της πρόθεσής τους να αξιοποιήσουν τις λύσεις της αυτόνομης παράδοσης, καθώς και η εξέταση των παραγόντων οι οποίοι ενισχύουν ή αναστέλλουν την υιοθέτησή τους. Η ανάλυση αντιμετωπίζει τα Μη-επανδρωμένα Εναέρια Οχήματα (Unmanned Aerial Vehicle – UAV) και τα Αυτοματοποιημένα Καθοδηγούμενα Επίγεια Οχήματα (Autonomous Guided Vehicle – AGV) ως διακριτές τεχνολογικές επιλογές με διαφορετικά επιχειρησιακά χαρακτηριστικά και διαφορετική αλληλεπίδραση με το αστικό και κοινωνικό περιβάλλον, ώστε να αναδειχθούν ενδεχόμενες διαφοροποιήσεις στην αποδοχή τους.

Η σημασία του θέματος καθίσταται ιδιαίτερα επίκαιρη λόγω της συνεχούς αύξησης των κατ' οίκον παραδόσεων, της εντατικοποίησης των απαιτήσεων των καταναλωτών για ταχύτητα, συνέπεια και ιχνηλασιμότητα, καθώς και της πίεσης προς τις επιχειρήσεις logistics για βελτιστοποίηση του λειτουργικού κόστους και των διαδικασιών διανομής. Η “Διανομή τελευταίου μιλίου” συγκεντρώνει δυσανάλογο μέρος της πολυπλοκότητας και των δαπανών της εφοδιαστικής αλυσίδας και επηρεάζει άμεσα την εμπειρία του παραλήπτη. Παράλληλα, το επιχειρησιακό περιβάλλον των παραδόσεων επηρεάζεται από την κυκλοφοριακή συμφόρηση, περιορισμούς ανθρώπινων πόρων, όπως και από ζητήματα ασφάλειας, ιδιωτικότητας και εμπιστοσύνης που σχετίζονται με τη λειτουργία αυτόνομων συστημάτων σε δημόσιους και ημι-ιδιωτικούς χώρους. Συνεπώς, η επιτυχής εφαρμογή αυτόνομων λύσεων παράδοσης δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνολογική ωριμότητα, αλλά σε κρίσιμο βαθμό από το κατά πόσο οι τελικοί χρήστες αντιλαμβάνονται τις λύσεις αυτές ως χρήσιμες, αποδεκτές και αξιόπιστες, και είναι διατεθειμένοι να τις εντάξουν στις επιλογές παράδοσης που χρησιμοποιούν στην καθημερινότητά τους.

Στο πλαίσιο αυτό, οι στόχοι της εργασίας είναι να αποτυπωθεί το επίπεδο αποδοχής και η πρόθεση χρήσης και υιοθέτησης υπηρεσιών παράδοσης με UAV και AGV από χρήστες υπηρεσιών courier στην Ελλάδα, να προσδιοριστούν οι κύριοι παράγοντες που διαμορφώνουν τη στάση των χρηστών και επηρεάζουν την επιλογή τους να χρησιμοποιήσουν τις συγκεκριμένες υπηρεσίες και τέλος, να εξεταστεί εάν οι παράγοντες αυτοί διαφοροποιούνται μεταξύ εναέριων και επίγειων αυτόνομων λύσεων. Επιπλέον, επιδιώκεται η εξαγωγή συμπερασμάτων με πρακτική αξία για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη υπηρεσιών από φορείς τους κλάδου των ταχυμεταφορών και της εφοδιαστικής αλυσίδας, καθώς και η διατύπωση τεκμηριωμένων επιστημονικών που μπορούν να υποστηρίξουν τον ευρύτερο σχεδιασμό υπεύθυνων και κοινωνικά αποδεκτών εφαρμογών αυτόνομης παράδοσης στο σύγχρονο περιβάλλον μεταφορών.

## Κεφάλαιο 1ο: Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

### 1.1 Εισαγωγή

Η τελευταία φάση στην αλυσίδα διανομής από την επιχείρηση στον πελάτη ορίζεται ως “Διανομή τελευταίου μιλίου” και αφορά στην αποστολή προϊόντων στον τελικό αποδέκτη [1]. Τα τελευταία χρόνια ο όγκος αποστολών αυξάνεται γεωμετρικά. Η διαχείριση αυτών των αυξανόμενων ποσοτήτων αποστολών με ταυτόχρονη ανάγκη για γρήγορες παραδόσεις στα ήδη υπερφορτωμένα από κίνηση αστικά κέντρα δημιουργεί μια κατάσταση ευάλωτη σε δυσλειτουργίες [2]. Δεν είναι τυχαίο ότι πολλοί πλέον χαρακτηρίζουν την “Διανομή τελευταίου μιλίου” ως αχίλλειος πτέρνα του τομέα των μεταφορών [3]. Όπως όλοι γνωρίζουμε, το ηλεκτρονικό εμπόριο και οι διαδικτυακές αγορές καταλαμβάνουν μεγάλη μερίδα του λόντος των συνολικών αγορών με αποτέλεσμα να δίνεται μεγάλη βαρύτητα στις “last-mile” παραδόσεις [4].

Στον τομέα των μεταφορών οι διαδικασίες εφοδιαστικής αλυσίδας και η μεταφορά και παράδοση δεμάτων είναι πολυδάπανες, χρονοβόρες διεργασίες με πολλά εμπόδια και προκλήσεις. Μερικά από τα κύρια προβλήματα που αντιμετωπίζουν οι συμβατικές μέθοδοι παράδοσης είναι:

1. Αυξημένες δαπάνες μεταφοράς, ως απόρροια των τιμών καυσίμων αλλά και του κόστους εργασίας.
2. Αδυναμία στην εκπλήρωση των αυξανόμενων απαιτήσεων των πελατών για πιο γρήγορες και χωρίς προβλήματα παραδόσεις με αποτέλεσμα τη δυσαρέσκειά τους.
3. Οι ελλειπείς υποδομές και η κυκλοφοριακή συμφόρηση δημιουργούν καθυστερήσεις και μη αποτελεσματικές παραδόσεις.
4. Ανάγκη για στροφή στη βιωσιμότητα του περιβάλλοντος, καθώς αυτή τη στιγμή έχουμε τεράστιο πρόβλημα με τις εκπομπές αερίων από τα οχήματα που μεταφέρουν προϊόντα. [5]

Αντίστοιχα μια ακόμη έρευνα για τα κύρια μειονεκτήματα των παραδοσιακών μεθόδων παράδοσης από τους Moshref-Javadi et al. [6], αναφέρει τα εξής:

1. Δύσκολη προσβασιμότητα: Τα οχήματα που χρησιμοποιούνται σήμερα για τις μεταφορές (πχ φορτηγά) δεν έχουν πρόσβαση σε δυσπρόσιτες ή απομακρυσμένες περιοχές, αλλά φτάνουν μόνο σε εύκολα προσβάσιμα σημεία με οδικό δίκτυο.
2. Προβληματισμός σχετικά με την ταχύτητα: Τα παραδοσιακά επίγεια οχήματα περιορίζονται από την κυκλοφορία και τις συνθήκες του οδοστρώματος και ενδέχεται να αντιμετωπίσουν καθυστερήσεις λόγω συμφόρησης, ατυχημάτων ή άλλων παραγόντων. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερους χρόνους παράδοσης και αυξημένο κόστος.
3. Αυξημένος κίνδυνος ατυχημάτων: Τα παραδοσιακά επίγεια οχήματα λειτουργούν από ανθρώπους οδηγούς, οι οποίοι υπόκεινται σε ανθρώπινο λάθος και μπορούν να προκαλέσουν ατυχήματα. Αυτό αποτελεί κίνδυνο τόσο για τον οδηγό όσο και για το ευρύ κοινό.

Προκειμένου να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια, μεγάλες εταιρείες όπως η Amazon, η Walmart, η Einride, η Eliprot και η UPS αναπτύσσουν λύσεις αυτοματοποιημένης παράδοσης εμπορευμάτων. Οι προβλέψεις για την αγορά αυτόνομων παραδόσεων συμπεριλαμβανομένων των αυτόνομων οχημάτων (AV), των drones και των ρομπότ, κάνουν λόγο για ποσά που θα αγγίξουν τα 665 δισεκατομμύρια

δολάρια (περίπου 2.000 δολάρια ανά άτομο στις ΗΠΑ) έως το 2030, ποσό που αντιστοιχεί περίπου στο 20% του κλάδου διανομής δεμάτων [7].

Τις τελευταίες δεκαετίες το ενδιαφέρον για αυτοματοποιημένη βιομηχανία έχει αυξηθεί, οδηγώντας στην δημιουργία πλήρως αυτοματοποιημένων. Παράλληλα, η ανάγκη για ταχύτερες διανομές και η εξέλιξη της τεχνολογίας προωθούν καινοτόμες λύσεις, όπως τα αυτόνομα οχήματα επίγειας διανομής [8]. Αυτές οι λύσεις μπορούν να αντιμετωπίσουν τις αστικές προκλήσεις των “last-mile” παραδόσεων και ταυτόχρονα να επιτύχουν την ικανοποίηση των πελατών μέσω ταχύτερων υπηρεσιών διανομής και μικρότερου κόστους, καθώς θα χρησιμοποιούνται οχήματα αυτόνομης παράδοσης [9].

Την ίδια στιγμή, τα civil drones έχουν κερδίσει έντονη δημοσιότητα στα social media, αλλά και στα παραδοσιακά media και τις καθημερινές συζητήσεις. Παρά το μεγάλο ενδιαφέρον για τέτοιου είδους τεχνολογία, η κοινωνική αποδοχή τους παραμένει συγκρατημένη, με ποσοστά αποδοχής περίπου 30%-40%. [10].

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας των drones για τις διανομές αγαθών σε πελάτες μπορεί να μεταμορφώσει τα επιχειρηματικά μοντέλα και τις στρατηγικές marketing των εταιριών. Οι οικολογικές και ταχύτερες αποστολές με drones προσφέρουν σημαντικό πλεονέκτημα ως προς το κόστος σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους σύμφωνα με την έρευνα των Chi et al., [11]. Όπως επισημαίνουν οι Beninger & Robson, [12] η εφαρμογή των παραδόσεων με drones στον τομέα των μεταφορών και της εφοδιαστικής αλυσίδας μπορεί να οδηγήσει τις εταιρείες σε μετασχηματισμό σχετικά με τις στρατηγικές μάρκετινγκ τους και να επιφέρει ευρύτερες κοινωνικές και πολιτικές συνέπειες.

## 1.2 Λύσεις Αυτόνομης Παράδοσης

Οι πρόσφατες εξελίξεις έχουν οδηγήσει σε ποικίλες λύσεις αυτοματοποιημένων παραδόσεων, οι οποίες είναι κατάλληλες για “last-mile” σε αστικά κέντρα. Περιλαμβάνονται αυτόνομα ρομπότ παράδοσης που κινούνται σε πεζοδρόμια ή και σε δρόμους, καθώς και μη επανδρωμένα εναέρια οχήματα [13]. Σύμφωνα με τις εξελίξεις στην ηλεκτροκίνηση, την τεχνητή νοημοσύνη και την ρομποτική μια λύση στον κλάδο της εφοδιαστικής αλυσίδας είναι η εμφάνιση προηγμένων αυτόνομων συστημάτων. Έχουν διαμορφωθεί τρεις κύριες κατηγορίες αυτόνομων ρομπότ “last-mile” παράδοσης, τα τροχοφόρα ρομπότ πεζοδρομίων (Droids), τα drones και τα αυτόνομα οχήματα εδάφους (AGVs) με θυρίδες [14]. Τα τελευταία εξυπηρετούν καλύτερα μαζικές διανομές στις πόλεις, ικανοποιώντας ταυτόχρονα τις ανάγκες πελατών, βιωσιμότητας και οικονομικής αποδοτικότητας [15].

Με τη χρήση αυτών των ρομπότ στις “last-mile” παραδόσεις επιτυγχάνονται πιο ασφαλείς παραδόσεις, πιο σύντομοι χρόνοι διανομής και στο πλαίσιο της βιωσιμότητας έχουμε μειωμένες εκπομπές αερίων. [4], γεγονός που δικαιολογεί την αυξημένη εφαρμογή αυτής της τεχνολογίας τα τελευταία χρόνια. Η αγορά των αυτόνομων ρομπότ παράδοσης αυξάνεται με ταχείς ρυθμούς παγκοσμίως. Στην Ασία, η Κίνα πρωτοπορεί στην αγορά ρομποτικής από το 2013, με τις εξαγωγές ρομπότ να φτάνουν τα 3.379,75 δισεκατομμύρια δολάρια το 2023 και η εταιρία Siasun, να παράγει μόνη της 0,42 δισεκατομμύρια δολάρια στον τομέα των ρομποτικών υπηρεσιών και της έξυπνης εφοδιαστικής αλυσίδας [16]. Οι Ηνωμένες Πολιτείες ακολουθούν το παράδειγμα της βιομηχανίας αυτόνομων παραδόσεων με αρκετές εταιρείες που λειτουργούν Αυτόνομα Ρομπότ Παράδοσης (Autonomous Delivery Robots – ADR) όπως οι Kiiwibot, Nuro και Amazon. Στην Ευρώπη, η υιοθέτηση αυτής της τεχνολογίας στην αγορά είναι πιο αργή. Παρ' όλα αυτά, οι Baum et al. [13] εντόπισαν μερικές δεκάδες αυτόνομα μικρο-οχήματα για

παράδοση δεμάτων στα αστικά κέντρα, εκ των οποίων τα 19 είχαν την έδρα τους στην Ευρώπη, ενώ η Γερμανία και η Μεγάλη Βρετανία αντιπροσώπευαν τον μεγαλύτερο αριθμό αυτών των εταιρειών.

Τα αυτόνομα οχήματα διανομής μπορεί να περιλαμβάνουν αυτοκίνητα χωρίς οδηγό, ρομπότ παράδοσης, drones ή άλλες αυτόνομες πλατφόρμες. Αυτά τα οχήματα είναι εξοπλισμένα με αισθητήρες, κάμερες και συστήματα πλοήγησης που θεωρητικά τους επιτρέπουν να λειτουργούν χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Στην πράξη, ωστόσο, συχνά χρειάζεται να παρακολουθούνται (απομακρυσμένα) από ελεγκτές, προκειμένου να συμμορφώνονται με τους τοπικούς και εθνικούς κανονισμούς. Φυσικά, τα αυτόνομα οχήματα πρέπει επίσης να συμμορφώνονται με τους νόμους και τα πρότυπα για να διασφαλίζεται ότι είναι κατάλληλα για κυκλοφορία και ασφαλή. Η Ανίχνευση και Μέτρηση Απόστασης με Φως (Light Detection And Ranging – LiDAR), το Παγκόσμιο Σύστημα Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning System – GPS) και τα προηγμένα συστήματα κάμερας είναι αναπόσπαστα στοιχεία που διευκολύνουν την πλοήγηση του οχήματος και την αναγνώριση αντικειμένων. Αυτοί οι αισθητήρες παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να τροφοδοτούν τους αλγορίθμους απόφασης και τη βελτιστοποίηση της διαδρομής [17].

### 1.2.1. Αυτόνομα οχήματα εδάφους

Τα Αυτόνομα Ρομπότ Παράδοσης (ADR) περιγράφονται ως «ρομπότ μεγέθους πεζών που παραδίδουν αντικείμενα σε πελάτες χωρίς να υπάρχει άτομο παράδοσης» [18]. Η βιβλιογραφία διακρίνει δύο τύπους ADR: Αυτόνομα Ρομπότ Παράδοσης Πεζοδρομίου (Sidewalk Autonomous Delivery Robot - S-ADR) και Αυτόνομα Ρομπότ Παράδοσης Οδικού Δικτύου (Road Autonomous Delivery Robot - R-ADR). Ενώ τα S-ADR χρησιμοποιούν μόνο πεζοδρόμια ή ποδηλατόδρομους, τα R-ADR μοιράζονται τον δρόμο με άλλα μηχανοκίνητα οχήματα [13]. Μια κρίσιμη πτυχή που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι ότι τα S-ADR δεν πληρούν τις απαιτήσεις των μηχανοκίνητων οχημάτων βάσει του νόμου. Επομένως, τα S-ADR ενδέχεται να απαιτούνται ειδικές ρυθμίσεις για τη νομιμότητά τους [19].

Τα S-ADR ενδέχεται να διαφέρουν ελαφρώς όσον αφορά την εμβέλεια και την ταχύτητα. Οι τρέχουσες εξελίξεις αναφέρουν αυτονομία περίπου 20 km, ταχύτητα 8 km/h και ωφέλιμο φορτίο έως και 100 kg [8]. Η χαμηλή ταχύτητα και, συνεπώς, οι μικρές αποστάσεις φρεναρίσματος των S-ADR αποτελούν σύμφωνα από την έρευνα των Baum et al., [13] πλεονέκτημα για την ασφάλεια. Σχετικά με τα R-ADR, διαπιστώθηκε ότι έχουν παρόμοια ενεργειακή κατανάλωση, οδική επίπτωση και τη συνολική απόδοση με τα ηλεκτρικά βανς ανά εξυπηρετούμενο πελάτη και η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται από τον αριθμό των πελατών ανά διαδρομή και το μέγεθος του στόλου. Η προσθήκη R-ADR στους δρόμους χωρίς την αντικατάσταση άλλων τύπων οχημάτων θα μπορούσε να επιδεινώσει την κυκλοφορία [20].



Σχήμα 1.1 Αυτόνομο ρομπότ παράδοσης (S-ADR) [8]



Σχήμα 1.2 Αυτόνομο ρομπότ παράδοσης δρόμου που εξετάζεται στο Βέλγιο [8]

Οι Hoffmann και Prause, [21] υποστηρίζουν ότι μέσω των “last-mile” παραδόσεων προϊόντων με ADR μπορεί να δημιουργηθεί επιχειρηματική αξία. Για παράδειγμα, μία από τις κορυφαίες εταιρείες στον κλάδο, η Starship Technologies, παρέχει ήδη υπηρεσίες δεμάτων και προϊόντων παντοπωλείου που κατασκευάζονται από ADR στο Λονδίνο και την Ουάσινγκτον. Αυτά τα αυτόνομα ρομπότ κοστίζουν περίπου 5.500 δολάρια, ζυγίζουν 35 κιλά, μπορούν να μεταφέρουν έως και 10 κιλά αγαθών, να ταξιδεύουν με ταχύτητα πεζού 6 χλμ./ώρα και να παραδίδουν σε πελάτες εντός ακτίνας 6,4 χλμ. [18], [22].

Άλλα παραδείγματα περιλαμβάνουν το Kiwibot, το οποίο εκτελεί παραδόσεις τροφίμων σε πανεπιστημιούπολεις στην Καλιφόρνια, το Amazon Scout, το οποίο πραγματοποιεί παραδόσεις δεμάτων σε μερικές πόλεις στις Ηνωμένες Πολιτείες, και το PostBOT της DHL που δοκιμάζεται στη Γερμανία. Ωστόσο, αυτά και άλλα παραδείγματα είναι σχετικά μικρής κλίμακας και πολλά μοιάζουν με πιλοτικά έργα. Αρκετά έργα επικεντρώνονται σε περιορισμένες περιοχές, όπως οι πανεπιστημιούπολεις [4].

Τα ADR είναι συνήθως μικρά και τροφοδοτούνται από μπαταρίες, σε σχήμα κουτιού, με τέσσερις έως έξι τροχούς και ένα κουτί φορτίου στην κορυφή, αν και υπάρχουν και άλλα σχέδια, όπως τα ρομπότ που περπατούν (βλ Σχήματα 3,4).



Σχήμα 1.3 ADR της Starship Technologies [4]



Σχήμα 1.4 ADR της Kiwibot [4]

Ένας διαφορετικός τύπος οχήματος που έχει χρησιμοποιηθεί για λειτουργίες logistics αποθήκης είναι τα αυτοματοποιημένα καθοδηγούμενα οχήματα (AGV), τα οποία κινούνται σε προκαθορισμένες διαδρομές μέσω μαγνητικών ταινιών ή λέιζερ και ψηφιακών χαρτών [23]. Για παράδειγμα, η JD Logistics στην Κίνα υιοθετεί εξελιγμένα AGV για να βελτιστοποιήσει τις διαδικασίες της αλυσίδας εφοδιασμού [24].

### 1.2.2. Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη (drones)

Τα Μη Επανδρωμένα Αεροσκάφη (UAV), επίσης γνωστά ως drones, έχουν μετατραπεί σε ένα ελκυστικό τεχνολογικό εργαλείο για την εφοδιαστική αλυσίδα. Τα μικρά μη επανδρωμένα αεροσκάφη (UAV) έχουν προσελκύσει μεγάλη προσοχή την τελευταία δεκαετία. Και υπόσχονται να ανατρέψουν τον τρόπο διανομής δεμάτων [25]. Τα UAV μπορούν να λειτουργούν τόσο αυτόνομα όσο και με τηλεχειριστήριο [26]. Σύμφωνα με τους Macrina et al., [27] η χρήση UAV μοιάζει πολλά υποσχόμενη για τις “last-mile” παραδόσεις. Επιπλέον, τα UAV μπορούν να βοηθήσουν στην εγγύηση της εξυπηρέτησης των ταχυμεταφορών και να διασφαλίσουν την διαθεσιμότητα των ταχυμεταφορών σε ώρες που δεν θα λειτουργούσαν, όταν εξυπηρετεί τους πελάτες [28].

Με την ραγδαία αύξηση του ηλεκτρονικού εμπορίου και των απαιτήσεων των πελατών, τα UAV μπορούν να αποτελέσουν μια ωφέλιμη και βιώσιμη λύση για τις “last-mile” μεταφορές [27]. Για να δώσουμε παραδείγματα, εταιρείες όπως η Amazon, η Google και η DHL έχουν ήδη ξεκινήσει τις δοκιμές και την εισαγωγή UAV στις διαδικασίες παράδοσης [29]. Σε σύγκριση με άλλες χώρες, η κινεζική αγορά είναι η ισχυρότερη όσον αφορά την ανάπτυξη UAV, ακολουθούμενη από τις Ηνωμένες Πολιτείες [30].

Σε σύγκριση με άλλες χώρες, η κινεζική αγορά είναι η ισχυρότερη όσον αφορά την ανάπτυξη UAV, ακολουθούμενη από τις Ηνωμένες Πολιτείες [30].

Τα drones διαφέρουν σημαντικά ως προς το μέγεθος, τη σχεδίαση και τον μηχανισμό πρόωσης. Συνήθως ταξινομούνται ανάλογα με το βάρος και το άνοιγμα των πτερύγων, ή τον τύπο πρόωσης (σταθερές πτέρυγες, περιστροφικές πτέρυγες ή μεταβλητές πτέρυγες) [25].



Σχήμα 1.5 Δοκιμαστικές μεταφορές με drone από την Amazon [31]



Σχήμα 1.6 Drone της SF Express κάνουν παραδόσεις στη Σεντζέν [31]

### 1.3 Οφέλη και Κίνδυνοι Μεταφορών με Αυτόνομα Οχήματα

Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης δεν δύναται να παραλειφθούν όλα εκείνα τα οφέλη και οι κίνδυνοι που είτε έχουν ήδη παρατηρηθεί σε περιπτώσεις που χρησιμοποιήθηκαν αυτόνομα οχήματα εδάφους ή αέρος για μεταφορές τύπου courier, είτε προβλέπονται από διάφορες έρευνες ότι θα προκύψουν σε περίπτωση που πραγματοποιηθεί αυτό το καινοτόμο εγχείρημα. Η καταγραφή και ανάλυση των οφελών και των κινδύνων αποτελεί εξαιρετικά σημαντική διαδικασία, καθώς τα παραπάνω επηρεάζουν τη γνώμη κάθε σκεπτόμενου καταναλωτή ως προς την διάθεσή του να αποδεχτεί τέτοιου είδους πρωτοποριακές τεχνολογίες. Ακόμα και στο ενδεχόμενο δισταγμού ως προς την υιοθέτηση αυτών των συστημάτων στην καθημερινότητα των πολιτών, η εν λόγω διαδικασία θα αποτελέσει κίνητρο και κατευθυντήριο άξονα σε ειδικούς να επιλύσουν τους ενδεχόμενους κινδύνους με σκοπό να αυξηθεί στην κοινωνία το αίσθημα αποδοχής αυτόνομων οχημάτων για μεταφορές courier.

#### 1.3.1. Οφέλη Μεταφορών με Αυτόνομα Οχήματα

Παρακάτω παρατίθενται τα οφέλη της χρήσης αυτόνομων οχημάτων εδάφους ή αέρος σε υπηρεσίες μεταφορών τα οποία και λαμβάνονται υπόψιν του καταναλωτή ως προς την αποδοχή εφαρμογής τους. Για την ευκολότερη και πιο κατανοητή παράθεση των στοιχείων αυτών επιλέχθηκε η ομαδοποίησή τους στους παράγοντες: περιβάλλον, οικονομία, ασφάλεια, ταχύτητα, αξιοπιστία και αποσυμφόρηση της κίνησης στους δρόμους.

##### Περιβάλλον

Υπό το πρίσμα της προστασίας του περιβάλλοντος, οι παραδόσεις με drone μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, καθώς αντικαθιστούν μέρος των αποστολών οι οποίες πραγματοποιούνται με φορτηγά ή μοτοσικλέτες. Ορισμένες μελέτες με προσομοιώσεις υποδεικνύουν ότι οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σε last-mile μεταφορές, μπορεί να περιοριστούν όταν τα drones αξιοποιούνται βέλτιστα, για παράδειγμα σε μικρές και επείγουσες αποστολές [32]. Αυτά τα πλεονεκτήματα βιωσιμότητας μπορούν να ενισχύσουν τη θετική αντίληψη του δημοσίου αισθήματος για τα drones, ιδιαίτερα όσο οι καταναλωτές αποκτούν μεγαλύτερη ευαισθητοποίηση για το περιβάλλον [33], [34], [35].

Κάτοικοι σε αστικές περιοχές τονίζουν την φιλικότητα των drones προς το περιβάλλον, αναφέροντας τη χρήση ανακυκλώσιμων συσκευασιών και τη χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, ως βασικά θετικά

στοιχεία αυτής της σύγχρονης τεχνολογίας [36]. Επιπλέον, εκτιμάται πως εκπέμπουν λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα. Τα ίδια τα οχήματα δεν παράγουν διοξείδιο του άνθρακα, ενώ οι σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής εκπέμπουν μόνο όταν δεν χρησιμοποιούνται ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [21]. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου μπορεί επίσης να περιοριστεί και η κατανάλωση ενέργειας να μειωθεί, χάρη στη μικρότερη χρήση πόρων [37]. Τα αυτόνομα οχήματα και drones μπορούν να μετριάσουν τις ανησυχίες οι οποίες αφορούν το περιβάλλον, μειώνοντας τις εκπομπές και την κατανάλωση καυσίμου [38].

Σε θεωρητικό επίπεδο, τα συστήματα διανομής που αξιοποιούν drones διαθέτουν σαφή πλεονεκτήματα συγκριτικά με τις συμβατικές μεθόδους παράδοσης, ιδιαίτερα ως προς την ταχύτητα και την βιωσιμότητα. Τα drones μπορούν να κατευθύνονται απευθείας στον παραλήπτη χωρίς να συναντούν κυκλοφοριακά εμπόδια, ένα σύννηθες πρόβλημα το οποίο συναντάται κυρίως στις πυκνοκατοικημένες πόλεις. Παράλληλα, το μικρό τους μέγεθος και τα συστήματα που διαθέτουν, τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για να παράγουν την κίνηση (πρόωση) τους, συνεπάγονται λιγότερες εκπομπές σε σύγκριση με τα φορτηγά παράδοσης που χρησιμοποιούν καύσιμα, καθιστώντας τα ελκυστική επιλογή για εταιρείες που επιδιώκουν να περιορίσουν την ανθρακική επιβάρυνση του πλανήτη. Αυτά τα πλεονεκτήματα συνάδουν με την αυξανόμενη έμφαση στη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας, όπου οι επιχειρήσεις υιοθετούν όλο και πιο φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές προκειμένου να ανταποκριθούν στους κανονισμούς και στις προσδοκίες των καταναλωτών με περιβαλλοντική συνείδηση [39].

Τα περιβαλλοντικά οφέλη των παραδόσεων με drone δεν μπορούν να προβλεφθούν με σιγουριά και εξαρτώνται από πληθώρα παραγόντων όπως το μέγεθος της επιχείρησης, τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά και τις πηγές ενέργειας οι οποίες τροφοδοτούν τα drones. Στις περιοχές αστικής ανάπτυξης τα drones μπορούν να μειώσουν τη χρήση μεγάλων οχημάτων διανομής αποφέροντας σημαντικά οφέλη [39]. Στο πλαίσιο της αειφορίας, οι δυνατότητες των αυτόνομων οχημάτων υπόσχονται να βοηθήσουν την προστασία του περιβάλλοντος, περιορίζοντας τα ρυπογόνα και επιβλαβή αέρια, εκμεταλλευόμενα λιγότερους φυσικούς πόρους [40].

Ο Kirschstein [41] παρατήρησε ότι τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των drones διαφέρουν ανάλογα με την πληθυσμιακή πυκνότητα. Σε αστικές περιοχές με συγκέντρωση πληθυσμού υψηλότερη από 4000/km<sup>2</sup>, τα drones μπορούν να μειώσουν τα αέρια του θερμοκηπίου κατά 38,4% και να εξοικονομήσουν 0,82 kWh ανά παράδοση, ενώ σε αγροτικές ζώνες με μικρότερες πυκνότητες η μείωση των εκπομπών είναι 24,7% με ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας 0,45 kWh [39].

Μακροπρόθεσμα (5+ έτη): Σε ορίζοντα άνω της πενταετίας, οι αλλαγές προσφέρουν αξιόλογα αποτελέσματα με θετικό πρόσημο, όπως σημαντική μείωση των εκπομπών (περίπου 40%). Επίσης, το οικοσύστημα προσαρμόζεται στις νέες συνθήκες, συμβάλλοντας θετικά στην προστασία του περιβάλλοντος. Η προσθήκη των drones στον τομέα των διανομών της εφοδιαστικής αλυσίδας, υπόσχεται, μακροπρόθεσμα, σημαντικές περιβαλλοντικές βελτιώσεις. Σύμφωνα με την έρευνα εκτιμάται ότι τα μεγάλα drones έχουν χαμηλότερες εκπομπές από τα πετρελαιοκίνητα φορτηγά σε αγροτικές αποστολές, υποδηλώνοντας ότι τα drones θα ήταν δυνατό να μειώσουν αισθητά την εκπομπή ατμοσφαιρικών ρύπων στις εμπορευματικές μεταφορές [39].

### Οικονομία

Αναφορικά με τον οικονομικό παράγοντα, η χρήση αυτόνομων οχημάτων στον τομέα των μεταφορών μπορεί να προσφέρει στους παρόχους προϊόντων λιανικής και στις εταιρείες logistics τη δυνατότητα να αυξήσουν την αποδοτική λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας και να μειώσουν το κόστος [21],[42].

Τα drones κινούνται ηλεκτρικά και δεν απαιτείται η ύπαρξη οδηγού για να πιλοτάρει το όχημα, γεγονός που περιορίζει την κατανάλωση πόρων, καθώς δεν είναι απαραίτητα καύσιμα ή μισθωμένοι άνθρωποι για την λειτουργία τους [43], [44].

Κατά περίπτωση, η αξιοποίηση των (ADR) μπορεί να οδηγήσει σε χαμηλότερα έξοδα [22]. Επιπρόσθετα, όταν τα ADR χρησιμοποιούνται για φορτηγά, το κόστος της last-mile παράδοσης δύναται να μειωθεί έως και 68% σε σύγκριση με τις συμβατικές παραδόσεις με φορτηγά. Οι αυτόνομες διανομές συμβάλλουν στην εξοικονόμηση χρόνου, γεγονός που μεταφράζεται σε μεγαλύτερη οικονομική αποδοτικότητα [18]. Έρευνα στις Ηνωμένες Πολιτείες κατέδειξε ότι έστω θεωρητικά, η χρήση ADR πεζοδρομίων οδηγεί σε εξοικονόμηση χρόνου και, συνεπώς, χρήματα. Η καλύτερη οργάνωση των διανομών μπορεί να επιφέρει ταυτόχρονα εξοικονόμηση χρόνου και κόστους. [45].

Η οικονομική αποδοτικότητα προκύπτει και από τη μείωση του κόστους προσωπικού, αφού τα ADR δεν χρειάζονται μισθό, αντίθετα με τη συμβατική μεταφορά με φορτηγά, όπου ο οδηγός του φορτηγού εκτελεί την συγκεκριμένη εργασία και πληρώνεται για αυτή. Επιπλέον, για τα ADR δεν απαιτούνται διαλείμματα κατά την διάρκεια του ωραρίου εργασίας [45]. Η συνδυασμένη χρήση φορτηγών με την συμβολή του ADR αποδίδει επίσης ποιοτικά αποτελέσματα, συμπεριλαμβανομένων των κερδών σε χρόνο στις last-mile παραδόσεις [46].

Επομένως, τα μη επανδρωμένα ηλεκτρικά οχήματα προσφέρουν πλεονεκτήματα στο λειτουργικό κόστος συγκριτικά με τα επανδρωμένα γήινα οχήματα, τα οποία επιβαρύνονται με καύσιμα και μισθούς οδηγών, επιτρέποντας μεγαλύτερη μείωση των εξόδων διανομής [47]. Καθώς η τεχνολογία αυτή αναπτύσσεται διαρκώς, τα drones βρίσκονται όλο και περισσότερο στο επίκεντρο της έρευνας σε διάφορους τομείς. Ένα βασικό πλεονέκτημα των drones είναι ότι μπορούν να λειτουργούν αποδοτικά σε περιοχές όπου η ανθρώπινη παρουσία είναι δύσκολη έως αδύνατη ή δαπανηρή και εξοδοφόρα, βελτιώνοντας την επιχειρησιακή απόδοση και ελαχιστοποιώντας το κόστος [48].

Στην Κίνα, για παράδειγμα, εταιρείες ηλεκτρονικού εμπορίου όπως η JD.com έχουν εισαγάγει την δυνατότητα παράδοσης με drone σε αγροτικές περιοχές για να ελαττώσουν το κόστος και να ενισχύσουν την αποδοτικότητα της εφοδιαστικής [49], [50]. Παράλληλα, τα ADR θεωρείται ότι θα μπορούσαν να περιορίσουν το κόστος, αν και οι εκτιμήσεις προκύπτουν κυρίως από θεωρητικές μελέτες και δοκιμές μικρής κλίμακας. Η μείωση του λειτουργικού κόστους είναι το κύριο κίνητρο για την υιοθέτηση της χρήσης των ADR. Σύμφωνα με τους Hoffmann και Prause, [21], σημειώνεται ότι το κόστος παράδοσης ανά μονάδα είναι κάτω από 1 ευρώ, δηλαδή 15 φορές χαμηλότερο από τις συμβατικές υπηρεσίες διανομής που χρησιμοποιούνται για τον ίδιο σκοπό [4].

Οι Cornell et al., [51] υπογραμμίζουν ως επιπλέον πλεονέκτημα τη μείωση των εξόδων εργασίας και των καυσίμων. Τα drones δεν απαιτούν ανθρώπινους χειριστές, μειώνοντας το εργατικό κόστος και καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τα επίγεια οχήματα, των οποίων οι λειτουργία βασίζεται σε καύσιμα. Κατά συνέπεια περιορίζονται και οι δαπάνες καυσίμων. Την άποψη αυτή ενισχύει και η έρευνα των Hashem et al., [38] σύμφωνα με την οποία τα αυτόνομα οχήματα και τα drones θα μειώσουν τα έξοδα μεταφοράς, καταστέλλοντας την ανάγκη για ανθρώπινη εργασία και αυξάνοντας την αποδοτικότητα των διαδρομών.

Η χρήση των S-ADR μπορεί να μειώσει την ανάγκη για ανθρώπινο δυναμικό παράδοσης και, χάρη στη βελτιωμένη υπολογιστική ισχύ, στα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο και στην τεχνητή νοημοσύνη (Artificial Intelligence - AI), καθίσταται εφικτός ο ταχύτερος σχεδιασμός διαδρομών, η προσαρμογή σε αλλαγές και η συνολική βελτιστοποίηση των διαδρομών [17].

Μια τεχνολογία η οποία αναδύεται σε αυτόν τον χώρο είναι τα αυτόνομα ρομπότ παράδοσης (ADR). Πρόκειται για ηλεκτρικά οχήματα που κινούνται αυτόνομα στο αστικό περιβάλλον, διανέμοντας δέματα και αγαθά. Τα ADR έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον, ιδίως επειδή οι μισθοί των οδηγών αποτελούν σημαντικό ποσοστό του κόστους λειτουργίας στις last-mile παραδόσεις. Με την λειτουργία των ADR μπορεί να επιτευχθεί μείωση έως και 10% στο λειτουργικό κόστος [52].

Τα ADR μπορούν να περιορίσουν την ανάγκη για ανθρώπινο προσωπικό και να βελτιώσουν τον σχεδιασμό των διαδρομών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα το λειτουργικό κόστος των επιχειρήσεων να μπορεί να μειωθεί σημαντικά, καθιστώντας τα μια ιδιαίτερα ελκυστική οικονομική λύση της εφοδιαστικής αλυσίδας [17].

### Ασφάλεια

Πολλοί κοινωνικοί και εμπορικοί φορείς έχουν επιστρατεύσει drones για να μεταφέρουν φάρμακα σε απομακρυσμένες περιοχές, παρέχοντας υπηρεσίες παράδοσης σε οποιονδήποτε χρόνο και τόπο [53]. Οι νεότερες επιστημονικές έρευνες εστιάζουν στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των drones [54], [55] καθώς και στην βελτίωση των τροχιών πτήσης [56], [57], γεγονός που αυξάνει την επιχειρησιακή απόδοση, περιορίζει το λειτουργικό κόστος και αναβαθμίζει την ασφάλεια των πτήσεων.

Αυτές οι πρωτοβουλίες υποστηρίζονται από κρατικές αρχές στο πλαίσιο ευρύτερων προγραμμάτων για την αναζωογόνηση των αγροτικών περιοχών. Οι εφαρμογές στην πράξη αποδεικνύουν επίσης ότι η αποδοχή είναι μεγαλύτερη όταν τα drones ανταποκρίνονται σε σημαντικές τοπικές ανάγκες. Για παράδειγμα, στη Ρουάντα και στην Γκάνα, δίκτυα drones της Zipline μεταφέρουν ζωτικής σημασίας ιατρικά υλικά σε απομονωμένες κοινότητες, αντιμετωπίζοντας επιτυχώς χρόνια ελλείμματα στις υποδομές [58].

Καθώς οι υπηρεσίες αυτές τελούν υπό κυβερνητική έγκριση και έχουν ενσωματωθεί στα συστήματα υγείας, συνέβαλαν στην καθιέρωση των drones ως λειτουργικών μέσων, επιτυγχάνοντας υψηλά επίπεδα δημόσιας αποδοχής χάρη στον από αντίκτυπό τους. Στην περίοδο της πανδημίας, τα drones προωθήθηκαν ταχύτατα σε πολλές χώρες για την διανομή ιατρικών ειδών, κιτ εξετάσεων αλλά και καθημερινών προϊόντων σε άτομα τα οποία είχαν τεθεί σε καθεστώς καραντίνας, αναδεικνύοντας την αξία τους στην ελαχιστοποίηση της ανθρώπινης επαφής [59].

Έρευνες της συγκεκριμένης περιόδου καταγράφουν σημαντική αύξηση της αποδοχής, κυρίως για λόγους υγείας και ασφάλειας [1], [59]. Στο διάστημα των γενικών lockdown στις πόλεις, εταιρείες όπως η JD.com και η Antwork (Terra Drone) συνεργάστηκαν με τις τοπικές αρχές για να διανείμουν προμήθειες και κλινικά δείγματα μέσω drones, όταν οι παραδοσιακές μεταφορές ήταν περιορισμένες [60]. Αυτές οι εναέριες αποστολές με drone, οι οποίες συχνά προβλήθηκαν στα μέσα ενημέρωσης, τόνισαν την ικανότητα των τεχνολογικών μέσων να επιχειρούνται σε επικίνδυνες ή δυσπρόσιτες καταστάσεις, ενισχύοντας την αποδοχή τους από το κοινό.

Οι Cornell et al., [51] υποστηρίζουν ότι τα drones και τα αυτόνομα οχήματα μπορούν να ενισχύσουν την ασφάλεια. Τα drones εφαρμόζονται με αυτοματοποιημένα συστήματα χωρίς να είναι απαραίτητος ο ανθρώπινος χειρισμός. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μείωση των πιθανών ατυχημάτων που οφείλονται σε ανθρώπινο σφάλμα. Οι αυτόνομες λύσεις διαθέτουν σημαντικό πλεονέκτημα ασφάλειας, εφόσον το 90% των οδικών ατυχημάτων αποδίδεται σε ανθρώπους [61].

Τα μέλη της κοινότητας που δοκίμασαν για πρώτη φορά παραδόσεις με drone εν μέσω της πανδημίας COVID-19, ανταποκρίθηκαν γενικά θετικά, συσχετίζοντας τα drones με την κατεπείγουσα σημασίας βοήθεια και το δημόσιο συμφέρον [62]. Ενδεικτικά, η Διοίκηση Πολιτικής Αεροπορίας της Κίνας (Civil

Aviation Administration of China - CAAC) θέσπισε ειδική κατηγορία αδειών για αστικές παραδόσεις με drones, η οποία αποδόθηκε πρώτη φορά το 2019 με σκοπό να στηρίξει ιατρικές πτήσεις με drones στη Zhejiang [60].

Σύμφωνα με μελέτη των Hashem et al., [38], ένα επιπλέον όφελος είναι η βελτίωση της ασφάλειας και ο περιορισμός του κινδύνου ατυχημάτων, καθώς τα drones και τα αυτόνομα οχήματα είναι ικανά να εκτελούν τις λειτουργίες τους σε περιβάλλοντα αυξημένου ρίσκου, χωρίς να τίθεται σε κίνδυνο η ασφάλεια ανθρώπινων ζώων.

### Ταχύτητα

Τα ρομπότ παράδοσης προσφέρουν πλεονεκτήματα και για τον πελάτη. Ένα ρομπότ παράδοσης μπορεί να ορίσει ένα παράθυρο διανομής 15 έως 20 λεπτών, ενώ οι παραδοσιακές μέθοδοι συχνά καθορίζουν μόνο την ημέρα κατά την οποία πρόκειται να πραγματοποιηθεί η παράδοση [21]. Καθώς οι καταναλωτές αναμένουν ολοένα και πιο άμεσες και αποτελεσματικές υπηρεσίες, οι απαιτήσεις αυτές μπορούν να ικανοποιηθούν παρέχοντας συγκεκριμένα χρονικά παράθυρα μέσω διανομών από ρομπότ [63].

Εφόσον οι παραδόσεις αφορούν τον εναέριο χώρο, τα drones μπορούν να ακολουθούν ευθείες διαδρομές αποφεύγοντας την κυκλοφοριακή συμφόρηση, επιτυγχάνοντας πιο σταθερές και υψηλότερες ταχύτητες στις αποστολές. Υπό αυτές τις συνθήκες μπορεί να μειωθεί ο χρόνος παράδοσης και να αυξηθεί η ικανοποίηση των πελατών [6]. Επιπλέον, τα drones καθιστούν ευκολότερες τις αυθημερόν παραδόσεις, γεγονός που έχει υψίστης σημασίας για τους σημερινούς καταναλωτές [64]. Μια μελέτη δείχνει ότι σχεδόν το 25% των πελατών είναι διατεθειμένο να πληρώσει τιμή η οποία παρέχει σημαντικά οφέλη για υπηρεσίες διανομής όπως η αυθημερόν ή η ταχεία παράδοση [2]. Το ποσοστό αυτό αναμένεται να αυξηθεί μελλοντικά, καθώς η προτίμηση αυτής της μορφής παράδοσης είναι ιδιαίτερα έντονη στις νεότερες ηλικιακά κατηγορίες καταναλωτών [65].

Επιπλέον, έρευνες αποκαλύπτουν ότι οι συνδυασμένες λειτουργίες drone και φορτηγών προσφέρουν αμεσότερη και πιο αποδοτική συνολική διανομή, μειώνοντας ταυτόχρονα το κόστος της last-mile παράδοσης [66], [67], [68]. Μια διεθνής μελέτη κατέγραψε ότι έως το 2023 η ταχύτητα παράδοσης είχε καταστεί το πιο ελκυστικό χαρακτηριστικό των υπηρεσιών που παρείχαν τα drone για τους καταναλωτές (υπερβαίνοντας το ζήτημα του κόστους), με πολλούς να δηλώνουν διατεθειμένοι να πληρώσουν επιπλέον για υψηλής προτεραιότητας παραδόσεις με drone [51].

Σε πόλεις τις Κίνας, οι πρωτοπόροι χρήστες εκφράζουν θετική αξιολόγηση για τα drones, για την ταχύτητα και την αξιοπιστία τους. Για παράδειγμα στη Σεντζέν οι παραγγελίες φαγητού που διανέμονται με τη χρήση drone είναι στη διάθεση του πελάτη μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα από τον προβλεπόμενο χρόνο ενώ εκτιμάται ότι δεν υπάρχουν καθυστερήσεις στην κυκλοφορία, ούτε η ανθρώπινη επαφή για συνηθισμένες αγορές [36].

Έρευνες σχετικά με τα UAV στις μεταφορές δίνουν έμφαση στην βελτίωση του χρόνου παράδοσης και στη μείωση του κόστους μεταφοράς. Τα UAV σημειώνουν ικανοποιητικές επιδόσεις ως προς την ταχύτητα και την απουσία εξάρτησης από την κυκλοφορία, αφού κινούνται διανύοντας εναέρια διαδρομή, γεγονός το οποίο μπορεί να βελτιώσει την εξυπηρέτηση [27]. Οι χρόνοι που εξοικονομούνται μπορούν επιπλέον να οδηγήσουν σε θετικές κοινωνικές συνέπειες [40].

Οι ταχύτερες υπηρεσίες διανομών και το μικρότερο κόστος, όπως μπορεί να εξασφαλιστεί με τα αυτόνομα οχήματα, είναι δυνατό να επιφέρουν μεγαλύτερη ικανοποίηση στους καταναλωτές [9]. Οι κινεζικές εταιρείες έχουν εφαρμόσει πελατοκεντρικές λύσεις στον τομέα των logistics, προκειμένου να

εξασφαλίσουν σύντομους χρόνους διανομής και χαμηλό κόστος. Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος προσφέρουν παραδόσεις εντός 24 ωρών στην Κίνα και εντός 72 ωρών σε παγκόσμια κλίμακα [69]. Μείζων παράγοντας είναι και η ελαχιστοποίηση των αποτυχημένων παραδόσεων, αφού τα δέματα μπορούν να διανέμονται εκτός ωραρίου, όταν οι παραλήπτες. Ένα βασικό πλεονέκτημα των S-ADR είναι η διαθεσιμότητά τους 24 ώρες το εικοσιτετράωρο, 7 μέρες την εβδομάδα. Αυτά τα ρομπότ μπορούν να λειτουργούν συνεχώς, προσφέροντας μια υπηρεσία "πάντα σε λειτουργία", η οποία δεν εξαρτάται από ανθρώπινο προσωπικό [17].

Οι βελτιώσεις στην αξιοποίηση του χρόνου συσχετίζονται με εξοικονόμηση λειτουργικού κόστους για μία επιχείρηση και με ταχύτερους χρόνους παράδοσης για τον πελάτη. Κάποιες λειτουργικές καθυστερήσεις στην last-mile παράδοση μπορούν να αντιμετωπιστούν με βελτιστοποίηση διαδρομών σε ένα σύστημα ADR, βασισμένο σε κόμβους [70]. Σε αυτή την βελτιστοποίηση, ο πρωταρχικός στόχος είναι η μείωση της καθυστέρησης, βασιζόμενη σε τρία κριτήρια. Πρώτον συνολική καθυστέρηση, δεύτερον μέγιστη καθυστέρηση και τρίτον, αριθμός καθυστερημένων παραδόσεων. Η βέλτιστη λύση εξαρτάται από παράγοντες όπως η ταχύτητα των ADR, ο αριθμός των εγκαταστάσεων και τέλος, των πελατών. Οι καθυστερήσεις μειώνονται όσο αυξάνεται ο αριθμός των κόμβων [45]. Η επιλογή των ADR για μικρές παραδόσεις κοντινές αποστάσεις μπορεί να μειώσει τον αριθμό των καθυστερημένων αποστολών. Επιπλέον, τα ADR στο πεζοδρόμιο μπορούν χρόνο και αυξάνουν την ικανοποίηση των καταναλωτών, καθώς οι αποδέκτες λαμβάνουν τα προϊόντα τους πιο γρήγορα [18]. Όταν το χρονικό παράθυρο παράδοσης είναι περιορισμένο, τα ADR είναι αποτελεσματικά στην παροχή ταχύτερων και πιο αποδοτικών παραδόσεων [22]. Με τα ADR μπορούν οι παραλήπτες να παραλάβουν τα δέματά τους πιο άμεσα, να κυκλοφορούν λιγότερα οχήματα στους δρόμους και να αυξηθούν οι δυνατότητες και οι αποδοτικότητα της διανομής [18]. Τα ADR έχουν την δυνατότητα να εξοικονομήσουν σημαντικό χρόνο μετακίνησης, ειδικά όταν το ίδιο εξυπηρετεί πολλαπλές παραγγελίες.

### Αξιοπιστία

Οι πελάτες δεν χρειάζεται να ανησυχούν ότι το δέμα τους θα κλαπεί κατά τη μεταφορά. Σημειώνεται από τους Jennings και Figliozzi, [18] ότι η κλοπή είναι λιγότερο πιθανή, επειδή τα ρομπότ παράδοσης διαθέτουν εξοπλισμό με κάμερες, συστήματα GPS trackers και αισθητήρες για τη ζύγιση του φορτίου και των θυρίδων, επιτρέποντας την παρακολούθηση του χρόνου και του χώρου που αφαιρέθηκε το φορτίο.

Για παράδειγμα, ένα φορτηγό ενός κατασκευαστή αυτοκινήτων μπορεί να λειτουργεί ως κινητή βάση για έως οκτώ ρομπότ φόρτωσης και μεταφοράς [71]. Το φορτηγό μεταφέρει τα ρομπότ σε μια τοποθεσία, όπως για παράδειγμα στο κέντρο μιας πόλης, όπου τα ρομπότ αποβιβάζονται. Στη συνέχεια πηγαίνουν στον αντίστοιχο πελάτη με το δέμα του και επιστρέφουν στο φορτηγό. Οι καταναλωτές μπορούν να παρακολουθούν τις παραδόσεις μέσω των κινητών τους, ενώ ο κλειδωμένος χώρος φόρτωσης ανοίγει με το τηλέφωνο [42].

Η πρώτη υπηρεσία διανομής με ρομπότ παγκοσμίως λειτούργησε ήδη στα τέλη του 2019 στο Ηνωμένο Βασίλειο. Τα δέματα προωθούνται σε μια αποθήκη, οι κάτοικοι ενημερώνονται για την άφιξη τους και στη συνέχεια τους δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουν την ώρα παράδοσης, με τα ρομπότ να τα φέρνουν μέχρι την πόρτα τους [72]. Τα drones μπορούν να προγραμματιστούν εκ των προτέρων για αυτόνομες πτήσεις, ενώ οι λειτουργίες ελέγχου είναι ενσωματωμένες ή τηλεχειριζόμενες [73]. Κατά συνέπεια, το παράθυρο παράδοσης γίνεται πολύ μικρότερο και ακριβέστερο, δίνοντας στους καταναλωτές την επιλογή καλύτερου προγραμματισμού και λιγότερες χαμένες παραδόσεις [47].

Ο συνδυασμός παραδόσεων με drone και εφαρμογών για τα κινητά τηλέφωνα θα εξασφάλιζε επίσης την ιχνηλασιμότητα και τις σαφείς διαδικασίες ολοκλήρωσης, ώστε να ανταποκριθεί στη μεγαλύτερη ζήτηση των καταναλωτών [47]. Γενικά, τα drones παράδοσης αντιπροσωπεύουν ένα νέο επίπεδο ποιότητας στην τεχνολογία και την οργάνωση για τους εμπόρους ηλεκτρονικού εμπορίου και κυρίως για τους καταναλωτές [44]. Πέρα από αυτά τα τεχνολογικά άλματα, δίνεται αυξανόμενη προσοχή στην ενσωμάτωση έξυπνων συστημάτων προγραμματισμού και αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης για τη διευκόλυνση συνεργατικών λειτουργιών μεταξύ πολλών drones. Αυτές οι ενσωματώσεις προβλέπουν μεγαλύτερη ευελιξία, αποδοτικότητα και έξυπνο έλεγχο στην διανομή της εφοδιαστικής αλυσίδας [74], [75].

### Αποσυμφόρηση κυκλοφορίας/ Προσβασιμότητα

Στον παράγοντα της αποσυμφόρησης, τα ρομπότ έχουν σαφές προβάδισμα έναντι των συμβατικών οχημάτων παράδοσης, όπως τα φορτηγά ή τα βαν, διότι μπορούν να μειώσουν την ροή των οχημάτων και επομένως την κυκλοφοριακή πίεση [21]. Ωστόσο, είναι απαραίτητο να ληφθεί υπόψη ότι η κυκλοφορία στα πεζοδρόμια αυξάνεται [18]. Η αστική κινητικότητα θα μπορούσε να βελτιωθεί μεταφέροντας τις αποστολές στον αέρα και όχι στον δρόμο, μέσω μη επανδρωμένων αεροσκαφών [76].

Επιπλέον, η αξιοποίηση των drones για την επίλυση ζητημάτων προσβασιμότητας διαφέρει σημαντικά μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών. Σε πυκνοκατοικημένες περιοχές του αστικού χώρου, τα drones μπορούν να παρακάμπτουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και να προσφέρουν ταχύτατες και άμεσες διανομές, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο την κίνηση, ένα ζήτημα το οποίο τέθηκε νωρίτερα ως ένα σοβαρό πρόβλημα, ειδικά στις μεγαλουπόλεις [77].

Η αποφυγή της κυκλοφοριακής συμφόρησης και η δυνατότητα ευθύγραμμων διαδρομών προσφέρουν πλεονεκτήματα και από τη σκοπιά του καταναλωτή. Καθώς δεν εμπλέκονται σε κυκλοφορία, οι καθυστερήσεις στις παραδόσεις με drones είναι σχεδόν ανύπαρκτες [47]. Στην εφοδιαστική αλυσίδα τα drones έχουν καθιερωθεί ως μία σημαντική τεχνολογική λύση, επιτρέποντας ταχύτερες και πιο αποδοτικές μεταφορές. Αυτό είναι ιδιαίτερα επωφελές στα αστικά περιβάλλοντα, στα οποία τα drones μπορούν να ακολουθούν μικρότερες και πιο άμεσες διαδρομές, χωρίς να εξαρτώνται από τις παραδοσιακές οδικές υποδομές ή την κίνηση, ενισχύοντας σημαντικά την απόδοση των διανομών [31].

Στις αγροτικές ζώνες, όπου οι υποδομές είναι πιο περιορισμένες, τα drones μπορούν να εξυπηρετήσουν σε απομονωμένες τοποθεσίες στις οποίες διαφορετικά θα ήταν δύσκολο ή δαπανηρό να προσεγγιστούν με συμβατικά οχήματα παράδοσης [39]. Παρόμοια συμπεράσματα παραθέτει και η έρευνα των Cornell et al., [51], καθώς υποστηρίζει ότι τα drones φτάνουν σε μέρη απρόσιτα για επίγεια οχήματα, όπως απομακρυσμένα ή δυσπρόσιτα σημεία. Αυτό μπορεί να βελτιώσει τις υπηρεσίες παράδοσης για τους πελάτες που κατοικούν εκεί.

Οι Hashem et al., [38] επισημαίνουν ότι οι πρόσφατες εξελίξεις στην τεχνολογία των drones και των αυτόνομων οχημάτων έχουν την δυνατότητα:

1. Να αυξήσουν την αμεσότητα και την συνέπεια των παραδόσεων, παρακάμπτοντας την κυκλοφορία και αποκτώντας πρόσβαση σε δύσβατες περιοχές.
2. Να βελτιώσουν την αποδοτικότητα και να ελαττώσουν τις καθυστερήσεις επικοινωνίας με άλλα drones και οχήματα για την βελτίωση των διαδρομών και της ροής της κυκλοφορίας.

Καθώς αυξάνονται οι αποστολές, αυξάνεται και ο αριθμός των οχημάτων διανομής και ο κίνδυνος συμφόρησης στις πόλεις. Με τον αυτοματισμό του τελικού σταδίου της διαδικασίας παράδοσης, οι

εταιρείες προσδοκούν να βελτιώσουν την αποδοτικότητα, να μειώσουν το λειτουργικό κόστος και να περιορίσουν το περιβαλλοντικό τους αποτύπωμα [17].

### 1.3.2. Κίνδυνοι Μεταφορών με Αυτόνομα Οχήματα

Παρομοίως παρακάτω παρατίθενται οι πιθανοί κίνδυνοι σε μεταφορές τύπου courier από αυτόνομα οχήματα εδάφους ή αέρος.

#### Περιβάλλον

Σε απομακρυσμένες ή αγροτικές περιοχές, όπου οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων αποστολής και των σημείων παράδοσης είναι μεγαλύτερες, επισημαίνεται ότι τα drones είναι πιθανό να καταναλώνουν μεγαλύτερα ποσά ενέργειας και να παράγουν περισσότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά αποστολή [78]. Εκτός από τις εκπομπές διοξειδίου που παράγονται κατά την χρήση των drones σε αποστολές, ο συνολικός περιβαλλοντικός αντίκτυπος περιλαμβάνει και τις διαδικασίες κατασκευής, συντήρησης και απόσυρσης αυτών των τεχνολογιών που απαιτούν υψηλές ενεργειακές δαπάνες. Επιπλέον, δεν γίνεται να μην ληφθούν υπόψη και οι πιθανές εξωτερικές επιπτώσεις όπως η ηχορύπανση και οι δυσμενείς συνέπειες εις βάρος της εκάστοτε τοπικής πανίδας [39].

Η ενσωμάτωση των drones στα υπάρχοντα δίκτυα logistics επιφυλάσσει μια σειρά προκλήσεων που αποτελούν επιτακτική ανάγκη να αντιμετωπιστούν για την μαζική υιοθέτησή του καθώς και για την βιωσιμότητά τους. Μεταξύ αυτών των προκλήσεων συγκαταλέγονται η δημιουργία νέων υποδομών, όπως οι σταθμοί φόρτισης των εναέριων αυτόνομων οχημάτων και οι χώροι προσγείωσής τους, ενώ δεν πρέπει να παραλειφθεί και η ανάπτυξη σύγχρονου λογισμικού για την διαχείριση των στόλων και την βελτιστοποίηση των διαδρομών παράδοσης [79].

Με τον ίδιο τρόπο, απαιτούνται κατάλληλα ρυθμιστικά πλαίσια που να προωθούν τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, να επιδιώκουν τη δημιουργία αθόρυβων και αποδοτικών σχεδιασμών συστημάτων drones και να ελέγχουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της παραγωγής και της απόρριψής τους, ώστε να δημιουργηθεί η σωστή κατεύθυνση για την ανάπτυξη αυτής της τεχνολογίας [39].

Παρά το γεγονός ότι τα αυτόνομα οχήματα για μεταφορές μειώνουν τις εκπομπές καυσαερίων σε σύγκριση με τις παραδοσιακές μεθόδους μεταφορών, τα στάδια κατασκευής και συντήρησής τους εξακολουθούν να συμβάλλουν στην επιβάρυνση του συνολικού περιβαλλοντικού αποτυπώματος [39]. Επίσης, ενώ μπορούν να ενισχύσουν την ενεργειακή αποδοτικότητα στις παραδόσεις last-mile, σε ορισμένα σενάρια που περιλαμβάνουν δυσμενείς καιρικές συνθήκες ή μεγαλύτερες αποστάσεις ενδέχεται να είναι λιγότερα αποδοτικά από τα φορτηγά [80].

#### Ιδιωτικότητα

Αν και τα drones προσφέρουν διάφορα οφέλη, δημιουργούν και ανησυχίες σχετικά με την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια, όπως τονίζουν οι Chi et al., [11]. Εξίσου καθοριστικός είναι ο ρόλος της πολιτικής στη διαμόρφωση του μέλλοντος των παραδόσεων με drones. Με την αύξηση του αριθμού των drones στον εναέριο χώρο, οι κυβερνήσεις θα χρειαστεί να θεσπίσουν ειδικά ρυθμιστικά πλαίσια για την διαχείρισή τους, την κατοχύρωση της ασφάλειας και την προστασία της ιδιωτικής ζωής [81].

Τα θέματα προστασίας των προσωπικών δεδομένων, όπως η ασφάλεια των πληροφοριών και ο κίνδυνος παρακολούθησης, αποτελούν σημαντικά εμπόδια σε αυτό το εγχείρημα. Οι εταιρείες οφείλουν να σχεδιάζουν υπηρεσίες με επίκεντρο την ιδιωτική ζωή και να τηρούν απόλυτα αυτά τα μέτρα για να ενισχύσουν την εμπιστοσύνη των καταναλωτών και να αυξήσουν την αποδοχή [82].

«Ο διαμεσολαβητικός ρόλος των στάσεων των καταναλωτών στη σχέση μεταξύ του Αντιληπτού Κινδύνου Ιδιωτικότητας (Perceived Privacy Risk - PPR) και της πρόθεσης υιοθέτησης είναι κρίσιμος για την κατανόηση των εμποδίων που αντιμετωπίζουν οι υπηρεσίες παράδοσης με drone. Καθώς τα άτομα αντιλαμβάνονται μεγαλύτερους κινδύνους για την ιδιωτικότητά τους, η προθυμία τους να ασχοληθούν με αυτές τις υπηρεσίες μειώνεται», όπως δηλώνουν οι Yoo et al., [29]. Η μείωση αυτή,

εκτιμάται πως οφείλεται σε ανησυχίες ότι τα προσωπικά δεδομένα ενδέχεται να παραβιαστούν, υπονομεύοντας έτσι την εμπιστοσύνη στην τεχνολογία. Η εμπιστοσύνη αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο στη διαμόρφωση των στάσεων που έχουν οι καταναλωτές και όταν οι ανησυχίες περί παραβίασης την διαβρώνουν, επηρεάζουν αρνητικά τις προθέσεις υιοθέτησής τους. Παρ' όλα αυτά, οι καταναλωτές τείνουν να έχουν θετική στάση απέναντι σε υπηρεσίες παράδοσης με drone διότι θεωρούν ότι θα τους προσφέρουν μια βελτιωμένη εμπειρία στην εν λόγω διαδικασία [82].

Οι ανησυχίες σχετικά με την ιδιωτικότητα των καταναλωτών, επιφέρουν αρνητικές εντυπώσεις που λειτουργούν ως ισχυρό εμπόδιο στην ολοκληρωτική υιοθέτηση των drones σε υπηρεσίες μεταφορών – παραδόσεων [83]. Η στάση των καταναλωτών είναι σημαντική καθώς μετατρέπει τον αντιληπτό κίνδυνο σε συμπεριφορικές προθέσεις, αυξάνοντας την άρνηση των καταναλωτών να αποδεχτούν αυτή την τεχνολογία. «Επομένως, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο αλληλεπιδρούν ο Αντιληπτός Κίνδυνος Ιδιωτικότητας (PPR), οι στάσεις και οι προθέσεις υιοθέτησης είναι απαραίτητη για τις επιχειρήσεις που επιδιώκουν να εφαρμόσουν με επιτυχία υπηρεσίες παράδοσης με drone», σύμφωνα με τους Dabic et al. [82].

### Ασφάλεια

Η διαχείριση της εναέριας αυξανόμενη κυκλοφορίας και η τήρηση των κανόνων ασφαλείας αποτελούν βασικές προκλήσεις. Για το λόγο αυτό απαιτούνται προηγμένα συστήματα ελέγχου εναέριας κυκλοφορίας και ενημερωμένα πλαίσια κανόνων που θα συντονίζουν τις κινήσεις των drones και την επίλυση ζητημάτων που αφορούν την ασφαλή μεταφορά εντός του εναέριου χώρου [82].

Ακόμα και σε καταναλωτές που ενδιαφέρονται και αναγνωρίζουν τα οφέλη που προσφέρουν οι παραδόσεις δεμάτων με drones, όπως η ελάττωση του χρόνου παράδοσης και η μειωμένη κυκλοφοριακή συμφόρηση, δεν παύουν οι ανησυχίες τους ως προς την ασφάλεια και την αξιοπιστία των υπηρεσιών αυτών με αυτόνομα οχήματα να αποθαρρύνουν τους ίδιους από το να τα αποδεχτούν και να τα υιοθετήσουν στη καθημερινότητά τους [29].

Οι εγκληματικές δραστηριότητες αποτελούν επίσης πιθανή απειλή που έχει ήδη εξεταστεί στην έρευνα [84]. Τα σήματα GPS είναι ανοιχτά συστήματα, εύκολα προσβάσιμα σε όλους πράγμα που τα καθιστά ευάλωτα στην παραποίηση ή στην πλαστογράφησή τους [85]. Κατά αυτόν τον τρόπο δίνεται η δυνατότητα σε επιτιθέμενους να πάρουν τον έλεγχο ενός drone υπό τις συνθήκες μίας κυβερνοεπίθεσης χωρίς να το γνωρίζει ο χειριστής του. Για την αποφυγή τέτοιων επιθέσεων απαιτείται η εγκατάσταση επιπλέον τεχνολογιών, όπως συστήματα συναγερμού με σκοπό να ελαχιστοποιηθούν αυτοί οι κίνδυνοι [84]. Αξίζει να επισημανθεί ότι υπάρχουν οικονομικά αποδοτικές άμυνες και πρακτικές κατά της πλαστογράφησης που θα δυσχέραιναν τις εγκληματικές ενέργειες μόλις εφαρμοστούν. Ωστόσο, το εύρος και η φύση αυτών των εγκληματικών πρακτικών πρέπει να διερευνηθούν με μακροπρόθεσμες δοκιμές [85].

Σύμφωνα με έρευνες των Ηνωμένων Πολιτειών, περισσότεροι από τους μισούς ερωτηθέντες της χώρας επιβεβαίωσαν ότι δεν έχουν εμπιστοσύνη ότι τα drones θα παραδίδουν με ασφάλεια τα προϊόντα τους, επικαλούμενοι φόβους για ατυχήματα και παραβιάσεις προσωπικών δεδομένων [86]. Τα ευρήματα αυτά υποδηλώνουν ότι στις ανεπτυγμένες χώρες που διαθέτουν εδραιωμένα συστήματα διανομών, ο αντιληπτός τεχνολογικός κίνδυνος και η χαμηλότερη ανοχή σε πιθανές διαταραχές, εμποδίζουν σημαντικά την αποδοχή από τους καταναλωτές [10].

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Ιράν διαπιστώθηκε ότι τα υψηλά ποσοστά βανδαλισμών και κλοπής θεωρούνται σημαντικά εμπόδια στην υιοθέτηση αναδυόμενων τεχνολογιών μεταφοράς, όπως τα ηλεκτρικά ποδήλατα. Τα ίδια υψηλά ποσοστά μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά και τα Αυτόνομα Οχήματα Παράδοσης (Autonomous Delivery Vehicles – ADV) καθώς είναι πιο ευάλωτα σε κλοπή σε σχέση με τις παραδοσιακές μοτοσυκλέτες. Βασική αιτία σε αυτό θεωρείται η απουσία οδηγού που θα μπορούσε να λειτουργήσει ως φυσικός αποτρεπτικός παράγοντας [87].

Προσβασιμότητα

Οι αντίξοες καιρικές συνθήκες μπορούν να εμποδίσουν την αποτελεσματικότητα των drone, εξαλείφοντας την λειτουργικότητά τους [88]. Επίσης, οι περιορισμοί υλικοτεχνικής υποδομής καθιστούν αδύνατο οι παραδόσεις με drone να φτάνουν σε όλες τις τοποθεσίες, καθώς τα drone εκτελούν αναγκαστικά παραδόσεις μόνο σε περιοχές με προσβασιμότητα [89].

Ένα ακόμη ζήτημα που ανακύπτει αναφορικά με την προσβασιμότητα, είναι ότι η διανομή με ρομπότ συχνά καθιστά αναγκαία την συνεργασία με φορτηγά, κάτι το οποίο οφείλεται στο περιορισμένο εύρος εμβέλειας τους. Συγκεκριμένα η εμβέλεια τους δεν υπερβαίνει τα 3 χιλιόμετρα περίπου [90]. Παρόλα αυτά, εντός του παρόντος χρονικού πλαισίου, τα ρομπότ εξαρτώνται από ανθρώπινη παρέμβαση για τις παραδόσεις των φορτίων, γεγονός που υποδηλώνει ότι η τεχνολογία τους περιορίζεται στις παραδόσεις κατ' οίκον. Μελλοντικά, ωστόσο, η συνθήκη αυτή αναμένεται να αλλάξει με την βοήθεια τεχνολογιών έξυπνης κλειδαριάς, όπως για παράδειγμα το Amazon Key [42]. Πρέπει επίσης να συνεκτιμηθεί ότι η εκτεταμένη χρήση ρομπότ παράδοσης στον κλάδο της διανομής δεμάτων, υπόκειται σε κανονιστικούς περιορισμούς ή διευκολύνσεις, εξαρτώμενη από τις αποφάσεις των υπευθύνων χάραξης πολιτικής [18].

Σε συγκεκριμένες χώρες, όπως η Εσθονία έχει επιτραπεί η χρήση ρομπότ παράδοσης και οι κανόνες κυκλοφορίας έχουν προσαρμοστεί για να ενσωματώσουν την παρουσία τους στους κοινόχρηστους χώρους πεζοδρομίων. Αντίθετα, το Σαν Φρανσίσκο έχει θεσπίσει νομοθεσία, η οποία απαγορεύει τη μετακίνηση των ρομπότ παράδοσης στα περισσότερα πεζοδρόμια [21]. Γερμανική έρευνα επισημαίνει ότι δεν υπάρχει ακόμη νομοθεσία για την χρήση ρομπότ. Επιπλέον, οι περιορισμοί όσον αφορά το μέγεθος και το βάρος των ρομπότ, καθώς και η μέγιστη ταχύτητα περίπου 6 km/h, ίσως περιορίσουν την λειτουργικότητα των ρομπότ παράδοσης [78], [90]. Μέχρι στιγμής το ζήτημα έχει εξεταστεί ελάχιστα, πιθανότατα επειδή τα ρομπότ κυκλοφορούν στην αγορά λιγότερο καιρό, σε σχέση με τα drones [6], [18], [21], [42].

Η τρέχουσα τεχνολογία μπαταριών καθορίζει την γεωγραφική εμβέλεια των drones σε 30 έως 40 λεπτά ταξιδιού ανά αποστολή [6]. Ως εκ τούτου, διαπιστώνεται ότι τα drones είναι κατάλληλα μόνο για σύντομες αποστάσεις και δεν δύναται να χρησιμοποιηθούν σε μεγάλες διαδρομές, με αποτέλεσμα να προορίζονται κυρίως για τις αστικές περιοχές. Μία προσέγγιση για την μείωση των αποστάσεων και την καλύτερη εξυπηρέτηση της παράδοσης με drone θα ήταν η μεταφορά των κέντρων διανομής πλησιέστερα στους πελάτες, ή η εγκατάσταση νέων κέντρων διανομής [91].

**1.4 Αποδοχή Κοινού Μέχρι Σήμερα**

Η κρίσιμη πτυχή της αποδοχής των υπηρεσιών παράδοσης με drone από τους χρήστες έχει παραμείνει σχετικά υποφωτισμένη. Η αποδοχή των χρηστών επηρεάζει ουσιαστικά όχι μόνο την υλοποίηση της εφοδιαστικής αλυσίδας με drone, αλλά και τη χάραξη στρατηγικής, τη βελτίωση των επιχειρησιακών μοντέλων και την ενσωμάτωση σε κοινωνικά πλαίσια. Οι απόψεις των καταναλωτών σχετικά με τις παραδόσεις με drone διαφέρουν έντονα ανά χώρα και περιοχή, με τις αναπτυσσόμενες χώρες να δείχνουν συχνά μεγαλύτερο ενθουσιασμό από τις ανεπτυγμένες χώρες. Η αποδοχή, η υιοθέτηση και η χρήση τεχνολογιών αυτοματισμού έχουν προσελκύσει το ενδιαφέρον της έρευνας στις μεταφορές, καθώς μπορούν να ενισχύσουν την αποτελεσματικότητα των αστικών μετακινήσεων, βελτιστοποιώντας παράλληλα τον χρόνο, το κόστος, την αξιοπιστία και την ασφάλεια [92]. Ως εκ τούτου, έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες τη διερεύνηση της κοινής γνώμης για τα αυτόνομα οχήματα, ως καινοτόμο μέσο μεταφοράς.

Μια πρόσφατη διεθνής έρευνα της McKinsey κατέδειξε ότι η προθυμία χρήσης drone για παραδόσεις ξεπερνά το 80% σε χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία, η Βραζιλία και η Σαουδική Αραβία, ενώ κυμαίνεται περίπου στο 50-60% στις Ηνωμένες Πολιτείες και τη Γερμανία [51]. Άτομα που είναι ήδη εξοικειωμένα με την τεχνολογία ADR τείνουν να δείχνουν μεγαλύτερη αποδοχή, επηρεασμένη από παράγοντες όπως ο σχεδιασμός τους, τα αντιληπτά περιβαλλοντικά οφέλη σε αστικά περιβάλλοντα και η συνολική εμπιστοσύνη και η καλή αντίληψη για την τεχνολογία [93].

Πολλοί καταναλωτές σε αναδυόμενες οικονομίες βλέπουν τα drones ως τεχνολογία που μπορεί να φέρει άλματα στην ταχύτητα και την αξιοπιστία της εφοδιαστικής αλυσίδας, ενώ σε ορισμένες ανεπτυγμένες αγορές επικρατεί μεγαλύτερος σκεπτικισμός ή ικανοποίηση με τα υπάρχοντα συστήματα παράδοσης. Πρόσφατες μελέτες φωτίζουν τους λόγους πίσω από αυτές τις διαφορές. Σε πολλές ανεπτυγμένες χώρες, οι ανησυχίες των πολιτών επικεντρώνονται κυρίως στην ασφάλεια, στον θόρυβο και στην ιδιωτικότητα – παράγοντες που συχνά μετριάζουν τον ενθουσιασμό παρά τα πιθανά πλεονεκτήματα της τεχνολογίας. Μια αντιπροσωπευτική έρευνα στη Γερμανία έδειξε ότι οι αναμενόμενοι κίνδυνοι, όπως η αυξημένη εναέρια κίνηση σε χαμηλό υψόμετρο, η ηχορύπανση και η οπτική όχληση, μειώνουν σημαντικά τη θετική στάση απέναντι στις παραδόσεις με drones, υπερσχίζοντας των αντιληπτών οφελών όπως η ταχύτερη ή πιο ευέλικτη παράδοση [94].

Αντίθετα, οι αναπτυσσόμενες και αναδυόμενες οικονομίες τείνουν να επιδεικνύουν μεγαλύτερη αισιοδοξία για τις υπηρεσίες παράδοσης με drone, συχνά βλέποντάς τες ως τρόπο αντιμετώπισης των ελλείψεων στις υποδομές. Αναλυτές υποστηρίζουν ότι οι μεταφορές με drone επιτρέπουν σε αυτές τις χώρες να παρακάμψουν τα δαπανηρά παραδοσιακά δίκτυα, προσφέροντας παραδόσεις σε απομακρυσμένες ή ελλιπώς εξυπηρετούμενες περιοχές χωρίς να απαιτούνται εκτεταμένοι οδικοί άξονες [95]. Αυτό βοηθά να εξηγηθεί ο υψηλότερος ενθουσιασμός σε χώρες όπως η Ινδία, η Ρουάντα και η Κίνα, όπου τα drones προσφέρουν απτές βελτιώσεις σε περιβάλλοντα όπου οι επίγειες μεταφορές είναι περιορισμένες ή αναποτελεσματικές. Εντός των χωρών, οι διαφορές μεταξύ πόλης και υπαίθρου επηρεάζουν επίσης την αποδοχή: οι κάτοικοι των πόλεων, εξοικειωμένοι με εφαρμογές logistics και νέες τεχνολογίες, εμφανίζουν υψηλότερα επίπεδα εξοικείωσης και δεκτικότητας στις παραδόσεις με drone [95]. Σύμφωνα με τους Cornell et al., [51] το 80% των ερωτηθέντων που ζουν σε ή κοντά σε μεγάλες πόλεις εξέφρασαν την προθυμία τους να υιοθετήσουν την παράδοση με drone, σε σύγκριση με το 67% σε πιο απομακρυσμένες περιοχές.

Η πανδημία COVID 19 ενίσχυσε περαιτέρω αυτή την αντίληψη χρησιμότητας, λειτουργώντας ως σημείο καμπής για την αποδοχή από το κοινό. Οι Yuen et al., [1] διαπίστωσαν ότι ο φόβος μετάδοσης του COVID 19 αύξησε την αντιληπτή ωφελιμότητα των παραδόσεων με drone. Σε έρευνα στη Σιγκαπούρη, όσοι ένιωθαν πιο ευάλωτοι στον ιό και θεωρούσαν τα drones αποτελεσματικό μέσο ανέπαφης παράδοσης δήλωσαν ότι σκοπεύουν σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό να χρησιμοποιήσουν τέτοιες υπηρεσίες. Ο φόβος της μόλυνσης αναδείχθηκε ως ο ισχυρότερος παράγοντας αύξησης της πρόθεσης υιοθέτησης. Δείχνοντας την αξία τους σε μια υγειονομική κρίση, τα drones ξεπέρασαν έναν μέρος του σκεπτικισμού: οι άνθρωποι τα είδαν όχι μόνο ως τεχνολογική καινοτομία αλλά και ως πρακτική λύση σε έκτακτα προβλήματα. Συνοπτικά, η COVID 19 λειτούργησε ως καταλύτης που ανέδειξε τα πλεονεκτήματα των παραδόσεων με drone και μείωσε προσωρινά τα εμπόδια αποδοχής, αφήνοντας πιθανώς μια διαρκή αύξηση στην προθυμία χρήσης στο μέλλον.

Παράλληλα, οι αντιληπτοί κίνδυνοι και οι ανησυχίες εξακολουθούν να εμποδίζουν την αποδοχή. Η ιδιωτικότητα αποτελεί επαναλαμβανόμενο θέμα, με τους καταναλωτές να ανησυχούν για κάμερες ή αισθητήρες που συλλέγουν δεδομένα ή να αισθάνονται άβολα με μη επανδρωμένες συσκευές κοντά στα σπίτια τους [96]. Μια έρευνα στο Πακιστάν, παράδειγμα αναπτυσσόμενης χώρας, διαπίστωσε ότι

ζητήματα ιδιωτικότητας αποτελούν τη μεγαλύτερη ανησυχία για τις παραδόσεις με drone, ακόμη και περισσότερο από πρακτικά ζητήματα [97]. Ανησυχίες για την ασφάλεια και την προστασία είναι επίσης σημαντικές: ιδιαίτερα οι κάτοικοι πόλεων φοβούνται πιθανές συγκρούσεις των drones με ανθρώπους ή περιουσίες. Μέχρι να εδραιωθεί εμπιστοσύνη, πολλοί δεν επιθυμούν να βλέπουν συχνά drones να πετούν από πάνω τους [98].

Παράγοντες κόστους και οικονομίας επηρεάζουν επίσης την αποδοχή. Αν και οι εταιρείες υποστηρίζουν ότι τα drones θα μειώσουν μακροπρόθεσμα το κόστος παράδοσης, οι καταναλωτές ίσως είναι επιφυλακτικοί αν χρειαστεί να πληρώσουν επιπλέον [99]. Ο βαθμός στον οποίο μια τεχνολογία θεωρείται ευχάριστη και διασκεδαστική είναι ακόμη ένας παράγοντας που μπορεί να επηρεάσει την πρόθεση χρήσης [100].

Περιβαλλοντικοί και πολιτικοί παράγοντες διαμορφώνουν επίσης την αποδοχή των παραδόσεων με drone. Από περιβαλλοντική σκοπιά, οι αποστολές με drones μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές άνθρακα και την κυκλοφοριακή συμφόρηση, αντικαθιστώντας ορισμένες παραδόσεις με φορτηγά ή μοτοσικλέτες. Προσομιώσεις δείχνουν ότι οι εκπομπές στις “last-mile” παραδόσεις μπορούν να μειωθούν όταν τα drones χρησιμοποιούνται σωστά, όπως για ελαφριές και επείγουσες αποστολές. Αυτά τα οφέλη αειφορίας μπορούν να βελτιώσουν τη δημόσια εικόνα των drones, ιδιαίτερα καθώς οι καταναλωτές γίνονται πιο ευαίσθητοι στο περιβάλλον. Μερικοί κάτοικοι πόλεων θεωρούν θετικό στοιχείο τη χρήση ανακυκλώσιμων συσκευασιών και τη χαμηλή κατανάλωση καυσίμου από τα drones [31].

Παρότι η έρευνα για την αποδοχή των παραδόσεων με drone έχει επεκταθεί τα τελευταία χρόνια, υπάρχουν ακόμη σημαντικά κενά γνώσης – ειδικά στην κατανόηση της δυναμικής μεταξύ αστικών και αγροτικών περιοχών στις αναπτυσσόμενες χώρες. Λίγες μελέτες παρέχουν άμεση σύγκριση αντιλήψεων αστικών και αγροτικών καταναλωτών στο ίδιο πολιτιστικό πλαίσιο. Οι περισσότερες έρευνες μέχρι σήμερα εστιάζουν σε μία πόλη ή γενικές εθνικές τάσεις [101]. Αυτό αφήνει κενό στην κατανόηση του πώς οι διαφορές αυτές διαμορφώνουν τους παράγοντες αποδοχής. Μια συγκριτική μελέτη σε αστικούς και αγροτικούς καταναλωτές της Κίνας θα μπορούσε να δείξει κατά πόσο ανησυχίες για την ασφάλεια ή αντιληπτά οφέλη έχουν διαφορετική βαρύτητα σε αυτά τα περιβάλλοντα [31]. Επιπλέον, οι αγροτικοί πληθυσμοί είναι ελλιπώς εκπροσωπημένοι στην έρευνα αποδοχής της εφοδιαστικής αλυσίδας με drone. Όπως τονίζει πρόσφατη διατριβή, οι ανάγκες logistics και οι ανισότητες στην παροχή υπηρεσιών στην ύπαιθρο δημιουργούν ιδιαίτερες ανησυχίες για την ισότητα στην παράδοση και την προθυμία υιοθέτησης [31].

## Κεφάλαιο 2ο: Εννοιολογικό Πλαίσιο της Έρευνας

Στο παρόν κεφάλαιο ακολουθεί παρουσίαση της έρευνας που πραγματοποιήθηκε ως προς τη μεθοδολογία καθώς και την στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων που συλλέχθηκαν.

### 2.1 Μεθοδολογία

Για την ορθή διερεύνηση της αποδοχής των αυτόνομων οχημάτων εδάφους και αέρος σε υπηρεσίες μεταφορών δεν αρκεί μόνο να ανατρέξουμε στην ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία και σε αντίστοιχες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, αλλά χρειάζεται να απευθυνθούμε απευθείας στον καταναλωτή με σκοπό να παραθέσει ο ίδιος την άποψή του επί του θέματος μέσα από μερικές εύστοχες ερωτήσεις. Αυτό έγινε με τη δημιουργία ενός ερωτηματολογίου μέσω Google Forms το οποίο διατέθηκε δημόσια και στην συνέχεια τα αποτελέσματά του αναλύθηκαν σε συγκεκριμένους στατιστικούς άξονες.

#### 2.1.1. Εννοιολογικό Μοντέλο

Το ερωτηματολόγιο βασίστηκε στο πρώτο μοντέλο για την αξιολόγηση της αποδοχής της τεχνολογίας μεταξύ των ανθρώπων, το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model - TAM) [102], το οποίο αρχικά αναπτύχθηκε από τη Θεωρία της Λογικής Δράσης (Theory of Reasoned Action - TRA) [103]. Η TRA είναι ένα από τα πιο ευρέως αναφερόμενα και αναγνωρισμένα μοντέλα για την εκτίμηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς. Περιλαμβάνει τις θεμελιώδεις έννοιες των στάσεων απέναντι στη συμπεριφορά και των υποκειμενικών κανόνων [104]. Ο Davis [105] προσάρμοσε το TRA για να μετρήσει τις στάσεις απέναντι στην τεχνολογία και πρότεινε το TAM εισάγοντας δύο νέους παράγοντες, την Αντιληπτή Χρησιμότητα (Perceived Usefulness - PU) και την Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease Of Use - PEOU). Σύμφωνα με το TAM, οι έννοιες PU και PEOU μπορούν να επηρεάσουν την πρόθεση χρήσης της τεχνολογίας. Οι ερευνητές έχουν αναπτύξει νέα μοντέλα βασισμένα σε διαφορετικές εκδοχές του TAM.

Επιπλέον βασίστηκε στα νέα μοντέλα βασισμένα σε διαφορετικές εκδοχές του TAM που δημιουργήθηκαν από τους ερευνητές. Για παράδειγμα, οι Venkatesh και Davis [100] ανέπτυξαν το Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας 2 (Technology Acceptance Model 2 – TAM2) προσθέτοντας υποκειμενικούς κανόνες ως εξωτερική έννοια στο TAM. Η Ενιαία Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης Τεχνολογίας (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology - UTAUT) ήταν ένα άλλο εκτεταμένο μοντέλο βασισμένο στο TAM που περιλάμβανε παράγοντες όπως η ηδονική κινητοποίηση και οι διευκολυντικές συνθήκες [106]. Οι Venkatesh et al. [107] τροποποίησαν αργότερα το UTAUT και ανέπτυξαν την Ενιαία Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης Τεχνολογίας (Unified Theory of Acceptance and Use of Technology 2 - UTAUT2) τα οποία είναι ευρέως αναγνωρισμένα μοντέλα διερεύνησης αποδοχής και χρήσης νέας τεχνολογίας από τους καταναλωτές. Το εννοιολογικό μοντέλο απεικονίζει τις σχέσεις μεταξύ των παραγόντων που μετρήθηκαν και πως αυτοί επηρεάζουν την Στάση (Attitude - ATT) και την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (Behavioural Intention - BI) των χρηστών.

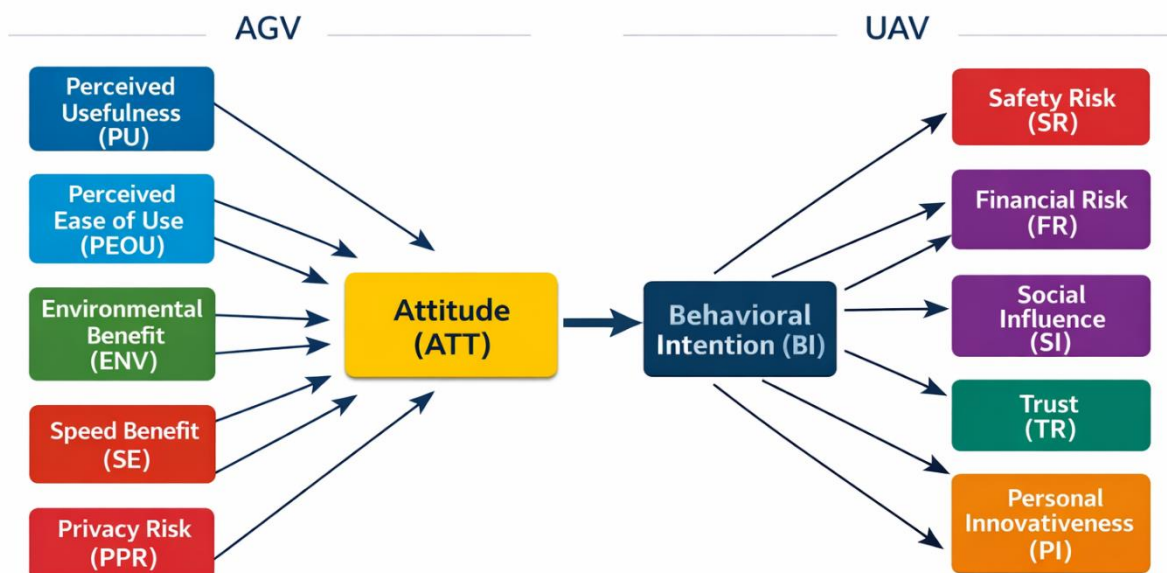
**Θετικές Προσδοκίες:**

- Αντιληπτή Χρησιμότητα (Perceived Usefulness - PU)
- Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease Of Use - PEOU)
- Περιβαλλοντικό Πλεονέκτημα (Environmental Benefit - ENV)
- Χρονικό Πλεονέκτημα (Self Efficiency - SE)
- Κοινωνική Επιρροή (Social Influence - SI)
- Εμπιστοσύνη στον Πάροχο (Trust - TR)
- Προσωπική Καινοτομία (Personal Innovation - PI)

**Αρνητικές Προσδοκίες:**

- Αντιληπτός Κίνδυνος Ιδιωτικότητας (Perceived Privacy Risk - PPR)
- Κίνδυνος Ασφάλειας (Safety Risk - SR)
- Οικονομικός Κίνδυνος (Financial Risk - FR)

Οι παραπάνω μεταβλητές θεωρούνται παράγοντες που προσδιορίζουν την Στάση (ATT) απέναντι στις παραδόσεις courier με αυτόνομα οχήματα. Η Στάση (ATT) μεσολαβεί και οδηγεί στην Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI). Για ορισμένες μεταβλητές όπως η κοινωνική επιρροή, η εμπιστοσύνη και η προσωπική καινοτομία, εξετάζονται και άμεσες επιδράσεις στην Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI). Ο συνδυασμός των παραπάνω μοντέλων εφαρμόζεται παράλληλα για AGV και UAV ώστε να συγκριθούν και μεταξύ τους οι δύο αυτές τεχνολογίες.



Σχήμα 2.1 Μοντέλο Παραγόντων που Επηρεάζουν τη Στάση και την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης AGV και UAV

### 2.1.2. Θεωρητική Περιγραφή και Υποθέσεις

**Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU):** ο βαθμός κατά τον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρήση αυτόνομων οχημάτων θα βελτιώσει την εμπειρία των παραδόσεων courier (ταχύτητα, αξιοπιστία, ευκολία). Σημαντικό να σημειωθεί ότι έχει θετική επίδραση στην Στάση (ATT).

**Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (PEOU):** η προσπάθεια που απαιτείται για τη χρήση της συγκεκριμένης υπηρεσίας και βελτιώνει άμεσα την Στάση (ATT) και έμμεσα την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (PU).

**Περιβαλλοντικό Πλεονέκτημα (ENV):** οι χρήστες θεωρούν ότι τα αυτόνομα οχήματα μειώνουν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και την κυκλοφοριακή συμφόρηση, δηλαδή το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.

**Χρονικό Πλεονέκτημα (SE):** η αντίληψη ότι οι μεταφορές / παραδόσεις γίνονται γρηγορότερα με αυτόνομα οχήματα εδάφους ή αέρος.

**Κοινωνική Επιρροή (SI):** η αντιληπτή πίεση από τον στενό κοινωνικό κύκλο ενός ατόμου, ώστε το ίδιο να χρησιμοποιήσει την υπηρεσία.

**Εμπιστοσύνη στον Πάροχο (TR):** η πίστη ότι ο πάροχος θα λειτουργήσει με ασφάλεια και υπευθυνότητα την υπηρεσία χωρίς να εκμεταλλευτεί τις όποιες πληροφορίες διαθέσει για άλλους σκοπούς.

**Προσωπική Καινοτομία (PI):** η προδιάθεση του ατόμου να δοκιμάζει νέες τεχνολογίες.

**Αντιληπτός Κίνδυνος Ιδιωτικότητας (PPR):** ο φόβος ότι οι κάμερες / αισθητήρες των συστημάτων θα συλλέγουν και θα διαρρέουν προσωπικά δεδομένα.

**Κίνδυνος Ασφάλειας (SR):** ο φόβος για πρόκληση ατυχημάτων από αυτή την τεχνολογία με άλλα οχήματα ή πεζούς.

**Οικονομικός Κίνδυνος (FR):** η ανησυχία για το κόστος, για πιθανές επιπλέον χρεώσεις ή οποιεσδήποτε άλλες οικονομικές επιπτώσεις από την χρήση αυτής της υπηρεσίας.

Με βάση τα μοντέλα που προαναφέρθηκαν δημιουργήθηκαν οι παρακάτω υποθέσεις:

1. Η Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (PEOU) επηρεάζει θετικά (+) την Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU).
2. Η Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU) επηρεάζει θετικά (+) την Στάση (ATT).
3. Η Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (PEOU) επηρεάζει θετικά (+) την Στάση (ATT).
4. Η Στάση (ATT) επηρεάζει θετικά (+) την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI).
5. Η Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU) επηρεάζει θετικά (+) την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI).
6. Το Χρονικό Πλεονέκτημα (SE) επηρεάζει θετικά (+) την Στάση (ATT) και την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI).
7. Η Κοινωνική Επιρροή (SI) επηρεάζει θετικά (+) την Στάση (ATT) και την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI).
8. Η Εμπιστοσύνη (TR) επηρεάζει θετικά (+) την Στάση (ATT) και την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI).

9. Ο **Κίνδυνος Ιδιωτικότητας (PPR)** επηρεάζει αρνητικά (-) την **Στάση (ATT)** και την **Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI)**.
10. Ο **Κίνδυνος Ασφάλειας (SR)** επηρεάζει αρνητικά (-) την **Στάση (ATT)** και την **Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI)**.
11. Ο **Οικονομικός Κίνδυνος (FR)** επηρεάζει αρνητικά (-) την **Στάση (ATT)** και την **Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI)**.
12. Το **Περιβαλλοντικό Όφελος (ENV)** επηρεάζει θετικά (+) την **Στάση (ATT)** και την **Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI)**.

Οι υποθέσεις διατυπώνονται ξεχωριστά για τις δύο τεχνολογίες AGV και UAV με σκοπό να εντοπιστούν και ενδεχόμενες διαφορές μεταξύ τους.

## Κεφάλαιο 3ο: Ερευνητική Μεθοδολογία

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η σχεδίαση και η υλοποίηση της έρευνας για την αποδοχή αυτόνομων οχημάτων εδάφους (AGV) και αέρος (UAV) σε υπηρεσίες μεταφορών. Συγκεκριμένα, ο τρόπος συλλογής των δεδομένων, το δείγμα, το ερωτηματολόγιο και οι στατιστικές μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για να ελεγχθούν οι ερευνητικές υποθέσεις.

### 3.1 Σχεδιασμός έρευνας

Η παρούσα έρευνα είναι ποσοτική με διατομεακό σχεδιασμό (cross-sectional survey). Η εν λόγω επιλογή επέτρεψε την μέτρηση της Στάσης (ATT) και της Συμπεριφορικής Πρόθεσης Χρήσης (BI) σε ένα χρονικό σημείο καθώς και την εξερεύνηση σχέσεων μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών. Ο σχεδιασμός βασίστηκε στα μοντέλα TAM, UTAUT και UTAUT2 όπως αναλύθηκε στο Κεφάλαιο 2 όπου διατυπώθηκαν και οι μεταβλητές που ορίστηκαν καθώς και οι ερευνητικές υποθέσεις.

### 3.2 Δείγμα και διαδικασία συλλογής δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων πραγματοποιήθηκε διαδικτυακά μέσω ερωτηματολογίου το οποίο δημιουργήθηκε στην ηλεκτρονική πλατφόρμα Google Forms στοχεύοντας σε άτομα που είχαν πρόσφατη εμπειρία από παραλαβές δεμάτων που αποτελούσε και κρίσιμο όρο συμμετοχής. Η φόρμα διανεμήθηκε σε μέσα κοινωνικής δικτύωσης, στο εργασιακό περιβάλλον και μέσω email. Συγκεντρώθηκαν 138 απαντημένα ερωτηματολόγια εκ των οποίων τα 9 δεν πληρούσαν τον όρο συμμετοχής και άλλα 3 αποκλείστηκαν διότι δεν απάντησαν σωστά στις δύο τελευταίες ερωτήσεις που τοποθετήθηκαν στο ερωτηματολόγιο ως έλεγχοι προσοχής. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα, το τελικό δείγμα να αποτελείται από 126 άτομα.

Οι ερωτώμενοι κλήθηκαν να δηλώσουν αν έλαβαν κάποιο δέμα εντός των τελευταίων έξι μηνών (όρος συμμετοχής), να δώσουν δημογραφικά στοιχεία και να αξιολογήσουν μια σειρά δηλώσεων που αφορούν την αποδοχή αυτόνομων οχημάτων παραδόσεων.

### 3.3 Ερευνητικό εργαλείο

Το ερωτηματολόγιο συντάχθηκε σε ελληνική γλώσσα και βασίστηκε σε εγκεκριμένες κλίμακες από τη διεθνή βιβλιογραφία. Κάθε μεταβλητή του μοντέλου μετρήθηκε με τρεις ή τέσσερις ερωτήσεις σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1 = «Διαφωνώ απόλυτα», 2 = «Διαφωνώ», 3 = «Ούτε Διαφωνώ/Ούτε Συμφωνώ», 4 = «Συμφωνώ», 5 = «Συμφωνώ απόλυτα»).

Παρακάτω παρουσιάζεται η αντιστοίχιση των ερευνητικών μεταβλητών με τα ερωτήματα του ερωτηματολογίου. Οι κωδικοί προέρχονται από τα αγγλικά αρκτικόλεξα AGV και UAV τα οποία ακολουθούνται από την αντίστοιχη μεταβλητή που εξετάζεται στην ερώτηση. Σκοπός της χρήσης κωδικών για καθεμία από τις ερωτήσεις είναι η διευκόλυνση στην διαδικασία που ακολουθεί μετά την συλλογή των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου, δηλαδή στην στατιστική τους ανάλυση. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει συγκεντρωτικά την χαρτογράφηση των ερωτήσεων:

Πίνακας 3.1 Κωδικοί ερωτήσεων ανά μεταβλητή για AGV και UAV

ΜΕΤΑΒΛΗΤΗ	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ AGV	ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΓΙΑ UAV
Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU)	AGV_PU1, AGV_PU2, AGV_PU3, AGV_PU4,	UAV_PU1, UAV_PU2, UAV_PU3, UAV_PU4,
Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (PEOU)	AGV_PEOU1, AGV_PEOU2, AGV_PEOU3, AGV_PEOU4,	UAV_PEOU1, UAV_PEOU2, UAV_PEOU3, UAV_PEOU4,
Στάση (ATT)	AGV_ATT1, AGV_ATT2, AGV_ATT3, AGV_ATT4,	UAV_ATT1, UAV_ATT2, UAV_ATT3, UAV_ATT4,
Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI)	AGV_BI1, AGV_BI2, AGV_BI3, AGV_BI4,	UAV_BI1, UAV_BI2, UAV_BI3, UAV_BI4,
Περιβαλλοντικό Πλεονέκτημα (ENV)	AGV_ENV1, AGV_ENV2, AGV_ENV3	UAV_ENV1, UAV_ENV2, UAV_ENV3
Χρονικό Πλεονέκτημα (SE)	AGV_SE1, AGV_SE2, AGV_SE3	UAV_SE1, UAV_SE2, UAV_SE3
Κοινωνική Επιρροή (SI)	AGV_SI1, AGV_SI2, AGV_SI3	UAV_SI1, UAV_SI2, UAV_SI3
Εμπιστοσύνη στον Πάροχο (TR)	AGV_TR1, AGV_TR2, AGV_TR3	UAV_TR1, UAV_TR2, UAV_TR3
Προσωπική Καινοτομία (PI)	PI1, PI2, PI3	PI1, PI2, PI3
Αντιληπτός Κίνδυνος Ιδιωτικότητας (PPR)	AGV_PPR1, AGV_PPR2, AGV_PPR3, AGV_PPR4,	UAV_PPR1, UAV_PPR2, UAV_PPR3, UAV_PPR4,
Κίνδυνος Ασφάλειας (SR)	AGV_SR1, AGV_SR2, AGV_SR3	UAV_SR1, UAV_SR2, UAV_SR3
Οικονομικός Κίνδυνος (FR)	AGV_FR1, AGV_FR2, AGV_FR3	UAV_FR1, UAV_FR2, UAV_FR3

Εκτός από τις μεταβλητές που προαναφέρθηκαν, για την συλλογή ορθών και επιστημονικά έγκυρων αποτελεσμάτων, το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει επιπλέον:

- **Κριτήριο Συμμετοχής:** Μία βασική ερώτηση αν ο συμμετέχων έχει παραγγείλει για να λάβει κάποιο δέμα από υπηρεσία courier μέσα στους τελευταίους έξι μήνες, με κωδικό [DEM\_COURIER6M].

- **Δημογραφικά:** Ερωτήσεις που αποσκοπούν στην καταγραφή των δημογραφικών στοιχείων των συμμετεχόντων όπως η περιοχή κατοικίας [DEM\_AREA], η συχνότητα online παραγγελιών [DEM\_FREQ], η προηγούμενη εμπειρία του χρήστη με τα drones [DEM\_DRONEXP], η ηλικία [DEM\_AGE], το φύλο [DEM\_GENDER] και το επίπεδο εκπαίδευσης [DEM\_EDU].
- **Έλεγχος Προσοχής:** Στο τέλος του ερωτηματολογίου υπάρχουν δύο ερωτήσεις που ελέγχουν αν ο χρήστης παρακολουθεί ενδελεχώς το ερωτηματολόγιο και διαβάζει όλες τις οδηγίες [QC1, QC2].

Όλες οι παραπάνω πληροφορίες αποτελούν τη συνολική μεθοδολογία που ακολουθήθηκε προκειμένου να συλλεχθούν με τον κατάλληλο τρόπο όλα τα απαραίτητα δεδομένα για την διερεύνηση της αποδοχής των αυτόνομων οχημάτων εδάφους και αέρος σε υπηρεσίες μεταφορών.

### 3.4 Επεξεργασία δεδομένων

Οι απαντήσεις εξήχθησαν από το Google Forms σε αρχείο csv. Πριν από την ανάλυση:

**Μετονομασία και καθαρισμός:** Τα ονόματα των στηλών μετονομάστηκαν στους κωδικούς των μεταβλητών (πχ. AGV\_PU1) αφαιρώντας τα ελληνικά κείμενα. Οι δύο έλεγχοι προσοχής χρησιμοποιήθηκαν για να αποκλειστούν οι συμμετέχοντες που δεν απάντησαν σωστά.

**Κωδικοποίηση απαντήσεων:** Οι απαντήσεις της κλίμακας Likert μετατράπηκαν σε αριθμητικές τιμές (1-5) για κάθε ερώτηση. Ο μέσος όρος των ερωτήσεων αποτέλεσε και το συνολικό βαθμό κάθε κλίμακας ανά συμμετέχοντα.

**Αντιμετώπιση ελλειπτικών τιμών:** Λόγω της υποχρεωτικής συμπλήρωσης όλων των ερωτήσεων δεν υπήρχαν κενά ούτε απουσίες απαντήσεων.

### 3.5 Μεθοδολογία στατιστικής ανάλυσης

Η στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε με τη γλώσσα Python και τις βιβλιοθήκες pandas, numby, scipy, sklearn και statsmodels. Η διαδικασία περιλάμβανε τα εξής στάδια:

**Περιγραφική Στατιστική:** Υπολογίστηκαν συχνότητες και ποσοστά για τις δημογραφικές μεταβλητές και μέσοι όροι-τυπικές αποκλίσεις για όλες τις κλίμακες (AGV και UAV).

**Έλεγχος Αξιοπιστίας:** Για κάθε κλίμακα υπολογίστηκε ο δείκτης Cronbach A κατά τον οποίο τιμές άνω του 0,7 θεωρούνται ικανοποιητικές.

**Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση (Exploratory Factor Analysis - EFA):** Στο σύνολο των ερωτήσεων εφαρμόστηκε EFA με ορθογώνια περιστροφή (varimax) για να εξεταστεί η δομή των παραγόντων. Ο αριθμός των παραγόντων καθορίστηκε με βάση το κριτήριο Kaiser. Η EFA συνεισφέρει στην εγκυρότητα της κατασκευής.

**Έλεγχος Υποθέσεων με Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων (Structural Equation Modeling - SEM):** Χρησιμοποιήθηκε γραμμική παλινδρόμηση εκτιμώντας δύο εξισώσεις για κάθε τεχνολογία

- Η Στάση (Attitude – ATT) ως συνάρτηση των ανεξάρτητων μεταβλητών (PU, PEOU, ENV, SE, SI, TR, PPR, SR,FR).
- Η Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (Behavioral Intention – BI) ως συνάρτηση της Στάσης. Η ανάλυση παρείχε συντελεστές παλινδρόμησης, στατιστικά σημαντικότητας (t,p) και δείκτες προσαρμογής ( $R^2$ ).

Οι αναλύσεις επικεντρώθηκαν στην αξιολόγηση των ερευνητικών υποθέσεων που διατυπώθηκαν στο Κεφάλαιο 2.

## Κεφάλαιο 4ο: Αποτελέσματα

Στο ερωτηματολόγιο της έρευνας συμμετείχαν 138 άτομα. Από τα 138 άτομα, τα 9 απάντησαν ΟΧΙ στην πρώτη ερώτηση, δηλαδή δεν έχουν χρησιμοποιήσει υπηρεσίες courier τους τελευταίους 6 μήνες, γεγονός που οδηγεί τις απαντήσεις σε 129. Στις ερωτήσεις ελέγχου υπήρξαν 3 λάθος απαντήσεις και αυτό μας οδηγεί σε ένα τελικό δείγμα 126 έγκυρων απαντήσεων.

### 4.1 Περιγραφική Ανάλυση

Η περιγραφική ανάλυση που ακολουθεί έχει ως N=126

Πίνακας 4.1 *Σύνολο Απαντήσεων και Έγκυρες Απαντήσεις*

N_total	N_valid_attention
138	126

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα Δημογραφικά Στοιχεία της Έρευνας.

### Ηλικία

Πίνακας 4.2 *Ηλικία*

	Age
N	126
Μέση τιμή	34,68
Τυπ. απόκλιση	10,52
Διάμεσος	34
Ελάχιστο	18

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα το δείγμα αποτελείται κυρίως από ενήλικες 30-35 ετών με μέση τιμή 34,7 έτη. Το νεαρότερο άτομο που απάντησε είναι 18 ετών και το γηραιότερο 65.

**Περιοχή Κατοικίας**Πίνακας 4.3 *Περιοχή Κατοικίας*

DEM_AREA	n	% (επί των έγκυρων)
Αστικό κέντρο	98	77,78
Κωμόπολη	16	12,70
Χωριό	10	7,94
Νησί	2	1,59

Η συντριπτική πλειοψηφία που απάντησε στην έρευνα ζει σε αστικό κέντρο με ποσοστό 77,77%, γεγονός που θα μπορούσε να χαρακτηρίσει την έρευνα πιο προσανατολισμένη σε υπηρεσίες που ταιριάζουν στην πόλη.

**Συχνότητα online παραγγελιών**Πίνακας 4.4 *Συχνότητα Online Παραγγελιών*

DEM_FREQ	n	% (επί των έγκυρων)
<1/μήνα	43	34,13
1-2/μήνα	41	32,54
3-5/μήνα	31	24,60
>5/μήνα	11	8,73

Τα αποτελέσματα δείχνουν ένα δείγμα αρκετά ενεργών χρηστών online παραγγελιών, με σχεδόν τα 2/3 να κάνουν  $\geq 1$  παραγγελία online/μήνα. Επικρατέστερες ήταν οι απαντήσεις <1/μήνα με ποσοστό 34,12% και 1-2 μήνα με ποσοστό 32,54%. Αυτό το αποτέλεσμα είναι θετικό για την έρευνα, καθώς εντοπίστηκαν χρήστες τέτοιων υπηρεσιών.

**Προηγούμενη Εμπειρία με drones**Πίνακας 4.5 *Προηγούμενη εμπειρία με drones*

DEM_DRONEEXP	n	% (επί των έγκυρων)
Όχι	115	91,27
Ναι	11	8,73

Σε αυτό το σημείο το 91,26% απάντησε πως δεν έχει προηγούμενη εμπειρία με drones σε σχέση με ένα πολύ μικρό 8,73% που έχει τέτοια εμπειρία. Αυτό ως αποτέλεσμα μας οδηγεί στο ότι η στάση προς τις υπηρεσίες drones που απαντάνε στη συνέχεια του ερωτηματολογίου προκύπτει από αντιλήψεις/σκέψεις/φαντασία που μπορεί να έχουν και όχι από προσωπική εμπειρία.

**Φύλο**

Πίνακας 4.6 Φύλο

DEM_GENDER	n	% (επί των έγκυρων)
Γυναίκα	68	53,97
Άνδρας	55	43,65
Δε θέλω να απαντήσω	3	2,38

Σχετικά με το φύλο υπάρχει λίγο υψηλότερη εκπροσώπηση των γυναικών στην έρευνα με ποσοστό σχεδόν 54%, έναντι περίπου 44% αντρών.

**Εκπαίδευση**

Πίνακας 4.7 Εκπαίδευση

DEM_EDU	n	% (επί των έγκυρων)
ΑΕΙ	62	49,21
Μεταπτυχιακό	28	22,22
Λύκειο	19	15,08
ΙΕΚ	12	9,52
Διδακτορικό	3	2,38
Γυμνάσιο	2	1,59

Το δείγμα της έρευνας έχει αρκετά υψηλό μορφωτικό επίπεδο, με ποσοστό πάνω από 74% να έχει σπουδές από ΑΕΙ και πάνω. Αυτό θα μπορούσε να σχετίζεται με μεγαλύτερη εξοικείωση με τεχνολογίες, χωρίς να αποτελεί ασφαλές συμπέρασμα.

Παρακάτω αναλύονται όλες τις μεταβλητές της έρευνας ανά ομάδα και ανά όχημα (AGV και UAV). Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται ο μέσος όρος “Mean” ανά δήλωση, η διασπορά “Standard Deviation” και τα ποσοστά συμφωνίας (4-5) επί τοις εκατό και διαφωνίας (1-2) επί τοις εκατό.

**Αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)**

Η πρώτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η αντιληπτή χρησιμότητα (PU) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.8 Αντιληπτή χρησιμότητα (PU) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_PU1	126	3,37	1,11	52,38	23,02
AGV_PU2	126	3,31	1,11	47,62	23,81
AGV_PU3	126	3,33	1,07	47,62	22,22
AGV_PU4	126	3,51	1,08	60,32	21,43

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την αντιληπτή χρησιμότητα (PU) είναι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση (1,1) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 50\%$  στις πρώτες τρεις δηλώσεις (θα με βοηθούσε να παραλαμβάνω πιο γρήγορα τα δέματά μου, θα βελτιώνε την αξιοπιστία των παραδόσεων, θα ήταν βολικό/χρήσιμο για την καθημερινότητά μου), ενώ στην τέταρτη είναι στο 60% (θα μείωνε κόπο/ταλαιπωρία κατά την παράδοση). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 22\%$  σε όλες τις δηλώσεις.

Η δεύτερη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η αντιληπτή ευκολία χρήσης (PEOU) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Πίνακας 4.9 Αντιληπτή ευκολία χρήσης (PEOU) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_PEOU1	126	3,46	1,03	57,14	19,84
AGV_PEOU2	126	3,51	0,99	58,73	15,87
AGV_PEOU3	126	3,57	0,92	61,90	12,70
AGV_PEOU4	126	3,43	1,04	53,97	19,05

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την αντιληπτή ευκολία χρήσης (PEOU) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι συμφωνούν είναι  $\approx 58\%$  για τις τρεις πρώτες δηλώσεις (η διαδικασία παραλαβής θα ήταν εύκολη για εμένα, θα ήταν εύκολο να μάθω πως λειτουργεί, οι οδηγίες/βήματα παραλαβής θα ήταν κατανοητά), ενώ με λίγο χαμηλότερο ποσοστό 53% ακολουθεί η τέταρτη δήλωση (γενικά θεωρώ την υπηρεσία απλή στη χρήση). Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι διαφωνούν είναι  $\approx 15\%-19\%$ .

Η τρίτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η στάση (ATT) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.10 Στάση (ATT) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_ATT1	126	3,35	1,11	54,76	21,43
AGV_ATT2	126	3,32	1,10	51,59	23,81
AGV_ATT3	126	3,60	1,07	66,67	18,25
AGV_ATT4	126	3,44	0,98	53,17	14,29

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την στάση (ATT) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,1$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι συμφωνούν είναι  $\approx 53\%$  για τις δύο πρώτες και την τέταρτη δηλώσεις (η χρήση AGV για παραδόσεις είναι καλή ιδέα, έχω θετική άποψη για τέτοιες παραδόσεις, η χρήση τους είναι ωφέλιμη προς τους καταναλωτές), ενώ με αρκετά υψηλότερο ποσοστό  $\approx 67\%$  ακολουθεί η τρίτη δήλωση (η ιδέα μου φαίνεται ελκυστική/σύγχρονη). Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι διαφωνούν είναι μεταξύ 14% και 24% με χαμηλότερο αυτό της ωφέλιμης χρήσης προς τους καταναλωτές και υψηλότερο της θετικής άποψης για τέτοιες παραδόσεις.

Η τέταρτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.11 Συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_BI1	126	3,53	1,15	62,70	23,02
AGV_BI2	126	3,33	1,11	48,41	23,02
AGV_BI3	126	3,37	1,07	50,79	22,22
AGV_BI4	126	3,36	1,13	48,41	21,43

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση (1,1) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 63\%$  στην πρώτη

δήλωση (θα χρησιμοποιούσα μια τέτοια υπηρεσία αν ήταν διαθέσιμη), ενώ για τις υπόλοιπες τρεις δηλώσεις το ποσοστό συμφωνίας είναι  $\approx 50\%$  (θα προτιμούσα παραδόσεις με AGV όταν είναι εφικτό, θα σύστηνα τη χρήση της σε άλλους, σκοπεύω να επιλέγω τέτοιες παραδόσεις στο μέλλον). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 22\%$  σε όλες τις δηλώσεις.

Η πέμπτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι ο αντιληπτός κίνδυνος ιδιωτικότητας (PPR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.12 *Αντιληπτό κίνδυνος ιδιωτικότητας (PPR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)*

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_PPR1	126	3,36	1,15	48,41	26,19
AGV_PPR2	126	3,62	1,11	61,90	19,84
AGV_PPR3	126	3,66	1,05	61,90	15,08
AGV_PPR4	126	3,63	1,09	61,90	18,25

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για τον αντιληπτό κίνδυνο ιδιωτικότητας (PPR) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση (1,1) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 50\%$  στην πρώτη δήλωση (ανησυχώ ότι καταγράφονται δεδομένα χωρίς τον έλεγχό μου), ενώ για τις υπόλοιπες τρεις δηλώσεις το ποσοστό συμφωνίας είναι υψηλότερο  $\approx 62\%$  (με προβληματίζει η λήψη εικόνων/βίντεο σε ιδιωτικούς χώρους, φοβάμαι κατάχρηση ή διαρροή δεδομένων που με αφορούν, γενικά με ανησυχεί η παραβίαση ιδιωτικότητάς μου από τέτοιες υπηρεσίες). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι μεταξύ 15% και 26% με χαμηλότερο ποσοστό να αφορά στον φόβο κατάχρησης ή διαρροής δεδομένων και υψηλότερο ποσοστό να αφορά στην ανησυχία καταγραφής δεδομένων χωρίς τον έλεγχο του ατόμου.

Η έκτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι το περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.13 *Περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)*

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_ENV1	126	3,69	0,94	64,29	9,52

## Κεφάλαιο 4

AGV_ENV2	126	3,67	0,99	63,49	11,90
AGV_ENV3	126	3,59	1,04	57,94	14,29

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για το περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,6. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 60\%$  και στις τρεις δηλώσεις (η χρήση AGV θα μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα, οι παραδόσεις με AGV θα συμβάλουν σε πιο βιώσιμες/πράσινες μεταφορές, τα επίγεια αυτόνομα οχήματα θα μειώσουν την κίνηση και την ρύπανση στις πόλεις). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι μεταξύ 9% και 15% με χαμηλότερο ποσοστό να αφορά στην μείωση των εκπομπών CO<sub>2</sub> σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα και υψηλότερο ποσοστό να αφορά στην μείωση κίνησης και ρύπανσης στις πόλεις.

Η έβδομη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι το χρονικό πλεονέκτημα (SE) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.14 Χρονικό πλεονέκτημα (SE) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_SE1	126	3,44	1,04	50,79	18,25
AGV_SE2	126	3,43	1,06	54,76	20,63
AGV_SE3	126	3,43	1,09	51,59	20,63

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για το χρονικό πλεονέκτημα (SE) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,1$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 53\%$  και στις τρεις δηλώσεις (τα AGV μπορούν να παραδίδουν γρηγορότερα τα δέματά μου από τους παραδοσιακούς courier, η χρήση AGV θα μειώσει τον χρόνο αναμονής για τις παραγγελίες μου, τα AGV θα προσφέρουν γρήγορες παραδόσεις ακόμη και σε ώρες αιχμής). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 20\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η όγδοη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι ο κίνδυνος ασφάλειας (SR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.15 Κίνδυνος ασφάλειας (SR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_SR1	126	3,58	0,95	61,11	16,67
AGV_SR2	126	3,42	0,96	50,00	20,63
AGV_SR3	126	3,42	1,02	49,21	19,84

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για τον κίνδυνο ασφάλειας (SR) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 61\%$  στην πρώτη δήλωση (ανησυχώ ότι τα AGV μπορεί να εμπλακούν σε ατύχημα στο δρόμο ή στο πεζοδρόμιο) και  $\approx 50\%$  στις άλλες δύο δηλώσεις (η παρουσία αυτόνομων οχημάτων στην περιοχή μου ενέχει κίνδυνο τραυματισμών, νιώθω ανασφάλεια όταν ένα αυτόνομο ρομπότ κινείται κοντά σε πεζούς ή κατοικίες). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 19\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η ένατη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι ο οικονομικός κίνδυνος (FR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.16 Οικονομικός κίνδυνος (FR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_FR1	126	3,51	0,99	53,97	15,08
AGV_FR2	126	3,39	0,97	46,83	19,05
AGV_FR3	126	3,47	0,95	50,00	14,29

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για τον οικονομικό κίνδυνο (FR) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 50\%$  σε όλες τις δηλώσεις (ανησυχώ ότι η παράδοση με AGV είναι ακριβότερη από τις συμβατικές υπηρεσίες, υπάρχει πιθανότητα να υπάρξουν κρυφές χρεώσεις στις παραδόσεις με AGV, φοβάμαι ότι ενδέχεται να προκληθούν οικονομικές ζημιές αν συμβεί αστοχία στο AGV). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 16\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η δέκατη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η κοινωνική επιρροή (SI) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.17 Κοινωνική επιρροή (SI) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_SI1	126	2,98	0,89	27,78	24,60
AGV_SI2	126	3,04	0,97	33,33	27,78
AGV_SI3	126	2,68	1,11	25,40	43,65

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την κοινωνική επιρροή (SI) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 2,9. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 30\%$  σε όλες τις δηλώσεις (άτομα που είναι σημαντικά για εμένα θεωρώ ότι πρέπει να χρησιμοποιούν υπηρεσίες AGV, οι φίλοι και η οικογένειά μου θα υποστήριζαν παραδόσεις με αυτόνομα οχήματα, θα δεχόμουν πίεση από άλλους να υιοθετήσω παράδοση με AGV αν αυτή γίνει δημοφιλής). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 25\%$  για τις πρώτες δύο δηλώσεις, ενώ αρκετά υψηλότερο ποσοστό  $\approx 44\%$  αφορά στην τρίτη δήλωση.

Η εντέκατη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η εμπιστοσύνη (TR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV).

Πίνακας 4.18 Εμπιστοσύνη (TR) για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
AGV_TR1	126	2,92	1,00	31,75	32,54
AGV_TR2	126	3,05	0,92	34,13	23,81
AGV_TR3	126	3,03	0,95	35,71	26,98

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την εμπιστοσύνη (TR) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ουδέτερη με μέσο όρο κοντά στο 3. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 33\%$  σε όλες τις δηλώσεις (εμπιστεύομαι ότι οι εταιρίες courier θα λειτουργούν τα AGV με ασφάλεια και υπευθυνότητα, πιστεύω ότι τα αυτόνομα οχήματα είναι αξιόπιστα και ασφαλή για την παράδοση δεμάτων, έχω εμπιστοσύνη στην ικανότητα των χειριστών/παρόχων να προστατεύσουν το πακέτο μου κατά την παράδοση). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 33\%$  για την πρώτη δήλωση και  $\approx 25\%$  για τις επόμενες δύο δηλώσεις.

**Μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)**

Η πρώτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η αντιληπτή χρησιμότητα (PU) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.19 *Αντιληπτή χρησιμότητα (PU) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)*

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_PU1	126	3,57	1,11	62,70	16,67
UAV_PU2	126	3,36	1,11	49,21	23,02
UAV_PU3	126	3,40	1,11	51,59	22,22
UAV_PU4	126	3,67	1,06	63,49	15,87

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την αντιληπτή χρησιμότητα (PU) είναι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση (1,1) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 62\%$  στην πρώτη και τέταρτη δήλωση (θα με βοηθούσε να παραλαμβάνω πιο γρήγορα τα δέματά μου θα μείωνε κόπο/ταλαιπωρία κατά την παράδοση), ενώ στις άλλες δύο δηλώσεις είναι στο 50% (θα βελτιώνε την αξιοπιστία των παραδόσεων, θα ήταν βολικό/χρήσιμο για την καθημερινότητά μου). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι αντίστοιχα  $\approx 15\%$  για την πρώτη και την τέταρτη δήλωση και  $\approx 22\%$  για τις άλλες δύο δηλώσεις.

Η δεύτερη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η αντιληπτή ευκολία χρήσης (PEOU) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.20 *Αντιληπτή ευκολία χρήσης (PEOU) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)*

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_PEOU1	126	3,45	1,06	53,17	15,87
UAV_PEOU2	126	3,44	1,01	52,38	15,08
UAV_PEOU3	126	3,46	0,97	52,38	14,29
UAV_PEOU4	126	3,33	1,07	46,83	22,22

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την αντιληπτή ευκολία χρήσης (PEOU) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,4. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι συμφωνούν είναι

## Κεφάλαιο 4

≈50% και για τις τέσσερις δηλώσεις (η διαδικασία παραλαβής θα ήταν εύκολη για εμένα, θα ήταν εύκολο να μάθω πως λειτουργεί, οι οδηγίες/βήματα παραλαβής θα ήταν κατανοητά, γενικά θεωρώ την υπηρεσία απλή στη χρήση). Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι διαφωνούν είναι ≈15% για τις πρώτες τρεις δηλώσεις και ≈22% για την τέταρτη δήλωση.

Η τρίτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η στάση (ATT) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.21 Στάση (ATT) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_ATT1	126	3,44	1,15	57,94	21,43
UAV_ATT2	126	3,38	1,12	50,79	22,22
UAV_ATT3	126	3,60	1,19	66,67	20,63
UAV_ATT4	126	3,50	1,12	57,94	16,67

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την στάση (ATT) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση (≈1,1) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι συμφωνούν είναι ≈57% για την πρώτη και την τέταρτη δήλωση και την τρίτη δήλωση (η χρήση UAV για παραδόσεις είναι καλή ιδέα, η χρήση τους είναι ωφέλιμη προς τους καταναλωτές), ≈50% για την δεύτερη δήλωση (έχω θετική άποψη για τέτοιες παραδόσεις), ενώ με αρκετά υψηλότερο ποσοστό ≈67% ακολουθεί η τρίτη δήλωση (η ιδέα μου φαίνεται ελκυστική/σύγχρονη). Το ποσοστό των ερωτηθέντων που απάντησαν ότι διαφωνούν είναι μεταξύ ≈21% για τις πρώτες τρεις δηλώσεις και ≈17% για την τέταρτη δήλωση.

Η τέταρτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.22 Συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_BI1	126	3,52	1,24	63,49	24,60
UAV_BI2	126	3,39	1,21	55,56	26,98
UAV_BI3	126	3,40	1,19	52,38	26,19
UAV_BI4	126	3,33	1,23	50,79	27,78

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την συμπεριφορική πρόθεση χρήσης (BI) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,4. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,2$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 63\%$  στην πρώτη δήλωση (θα χρησιμοποιούσα μια τέτοια υπηρεσία αν ήταν διαθέσιμη), ενώ για τις υπόλοιπες τρεις δηλώσεις το ποσοστό συμφωνίας είναι  $\approx 52\%$  (θα προτιμούσα παραδόσεις με UAV όταν είναι εφικτό, θα σύστηνα τη χρήση της σε άλλους, σκοπεύω να επιλέγω τέτοιες παραδόσεις στο μέλλον). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 26\%$  σε όλες τις δηλώσεις.

Η πέμπτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι ο αντιληπτός κίνδυνος ιδιωτικότητας (PPR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.23 *Αντιληπτός κίνδυνος ιδιωτικότητας (PPR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)*

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_PPR1	126	3,55	1,11	57,94	21,43
UAV_PPR2	126	3,71	1,13	66,67	19,84
UAV_PPR3	126	3,72	1,10	67,46	19,05
UAV_PPR4	126	3,71	1,12	66,67	19,84

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για τον αντιληπτό κίνδυνο ιδιωτικότητας (PPR) είναι ότι και στις τέσσερις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 3,6. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση (1,1) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 57\%$  στην πρώτη δήλωση (ανησυχώ ότι καταγράφονται δεδομένα χωρίς τον έλεγχό μου), ενώ για τις υπόλοιπες τρεις δηλώσεις το ποσοστό συμφωνίας είναι υψηλότερο  $\approx 67\%$  (με προβληματίζει η λήψη εικόνων/βίντεο σε ιδιωτικούς χώρους, φοβάμαι κατάχρηση ή διαρροή δεδομένων που με αφορούν, γενικά με ανησυχεί η παραβίαση ιδιωτικότητάς μου από τέτοιες υπηρεσίες). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 20\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η έκτη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι το περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.24 *Περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)*

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_ENV1	126	3,83	0,97	68,25	8,73

## Κεφάλαιο 4

UAV_ENV2	126	3,78	1,02	65,08	10,32
UAV_ENV3	126	3,98	1,00	73,81	8,73

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για το περιβαλλοντικό πλεονέκτημα (ENV) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι αρκετά θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,8. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 70\%$  και στις τρεις δηλώσεις (η χρήση UAV θα μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> σε σχέση με τα συμβατικά οχήματα, οι παραδόσεις με UAV θα συμβάλουν σε πιο βιώσιμες/πράσινες μεταφορές, η κυκλοφορία drones θα μειώσει την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την ρύπανση στις πόλεις). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 9\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η έβδομη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι το χρονικό πλεονέκτημα (SE) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.25 Χρονικό πλεονέκτημα (SE) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_SE1	126	3,89	1,02	72,22	10,32
UAV_SE2	126	3,83	1,04	70,63	10,32
UAV_SE3	126	3,87	1,04	70,63	11,11

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για το χρονικό πλεονέκτημα (SE) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι αρκετά θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,8. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 70\%$  και στις τρεις δηλώσεις (πιστεύω ότι τα drones θα παραδίδουν τα δέματά μου ταχύτερα από τους συμβατικούς courier, η χρήση UAV θα μειώσει τον χρόνο αναμονής για τις παραγγελίες μου, τα UAV θα εξασφαλίσουν γρήγορες παραδόσεις ακόμη και σε ώρες αιχμής). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 10\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η όγδοη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι ο κίνδυνος ασφάλειας (SR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.26 Κίνδυνος ασφάλειας (SR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_SR1	126	3,47	1,09	58,73	22,22
UAV_SR2	126	3,41	1,07	54,76	23,02
UAV_SR3	126	3,30	1,10	47,62	25,40

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για τον κίνδυνο ασφάλειας (SR) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 3,4. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,1$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 55\%$  στην πρώτη και δεύτερη δήλωση (φοβάμαι ότι τα UAV μπορεί να δυσλειτουργήσουν και να προκαλέσουν ατυχήματα, η πτήση drones πάνω από κατοικημένες περιοχές μπορεί να προκαλέσει ζημιές ή τραυματισμούς) και  $\approx 48\%$  στην τρίτη δήλωση (νιώθω ανασφάλεια με drones να πετούν πάνω από εμένα). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 23\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η ένατη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι ο οικονομικός κίνδυνος (FR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.27 Οικονομικός κίνδυνος (FR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_FR1	126	3,68	1,06	62,70	13,49
UAV_FR2	126	3,49	1,03	50,79	15,87
UAV_FR3	126	3,51	1,05	52,38	15,87

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για τον οικονομικό κίνδυνο (FR) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 3,5. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 63\%$  για την πρώτη δήλωση (ανησυχώ ότι η παράδοση με UAV είναι ακριβότερη από τις συμβατικές υπηρεσίες) και  $\approx 51\%$  για τις άλλες δύο δηλώσεις (υπάρχει πιθανότητα να υπάρξουν κρυφές χρεώσεις στις παραδόσεις με UAV, φοβάμαι ότι τα drones μπορεί να προκαλέσουν οικονομικές ζημιές σε περίπτωση αστοχίας). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 15\%$  για όλες τις δηλώσεις.

Η δέκατη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η κοινωνική επιρροή (SI) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.28 Κοινωνική επιρροή (SI) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_SI1	126	2,93	0,97	27,78	30,95
UAV_SI2	126	3,01	0,96	30,95	29,37
UAV_SI3	126	2,67	1,09	24,60	45,24

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την κοινωνική επιρροή (SI) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 2,9. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 29\%$  σε όλες τις δηλώσεις (άτομα που είναι σημαντικά για εμένα θεωρώ ότι πρέπει να χρησιμοποιούν υπηρεσίες UAV, οι φίλοι και η οικογένειά μου θα υποστήριζαν παραδόσεις με drones, θα ένιωθα πίεση από άλλους να υιοθετήσω παράδοση με UAV αν αυτή γίνει δημοφιλής). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 30\%$  για τις πρώτες δύο δηλώσεις, ενώ αρκετά υψηλότερο ποσοστό  $\approx 45\%$  αφορά στην τρίτη δήλωση.

Η εντέκατη μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η εμπιστοσύνη (TR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV).

Πίνακας 4.29 Εμπιστοσύνη (TR) για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
UAV_TR1	126	2,88	1,03	31,75	34,92
UAV_TR2	126	2,99	0,98	32,54	27,78
UAV_TR3	126	2,97	0,99	34,92	28,57

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την εμπιστοσύνη (TR) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια αρνητική με μέσο όρο κοντά στο 2,9. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,0$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 32\%$  σε όλες τις δηλώσεις (εμπιστεύομαι ότι οι εταιρίες courier θα λειτουργούν τα UAV με ασφάλεια και υπευθυνότητα, πιστεύω ότι τα drones είναι αξιόπιστα και ασφαλή για την παράδοση δεμάτων, έχω εμπιστοσύνη στην ικανότητα των χειριστών/παρόχων να προστατεύσουν το πακέτο μου κατά την παράδοση με UAV). Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 35\%$  για την πρώτη δήλωση και  $\approx 28\%$  για τις επόμενες δύο δηλώσεις.

### **Προσωπική Καινοτομία (PI)**

Η τελευταία μεταβλητή που παρουσιάζεται είναι η Προσωπική Καινοτομία (PI).

Πίνακας 4.30 Προσωπική Καινοτομία (PI)

Item_code	N	Mean	Standard Deviation	%Agree(4-5)	%Disagree(1-2)
PI1	126	3,29	1,29	4,00	53,17
PI2	126	3,11	1,26	3,00	43,65
PI3	126	3,51	1,14	4,00	59,52

Αυτό που μας δείχνουν τα αποτελέσματα για την προσωπική καινοτομία (PI) είναι ότι και στις τρεις δηλώσεις η τάση είναι ήπια θετική με μέσο όρο κοντά στο 3,3. Ωστόσο, η σχετικά υψηλή τυπική απόκλιση ( $\approx 1,2$ ) καταδεικνύει σημαντική διασπορά στις απαντήσεις, γεγονός που υποδηλώνει ετερογένεια απόψεων στο δείγμα. Το ποσοστό που απάντησε ότι συμφωνεί είναι  $\approx 55\%$  για την πρώτη και τρίτη δήλωση (μου αρέσει να δοκιμάζω νέες τεχνολογίες πριν από τους περισσότερους ανθρώπους, είμαι ανοιχτός/ή να πειραματίζομαι με καινοτόμες υπηρεσίες όπως οι αυτόνομες παραδόσεις) και  $\approx 60\%$  για την δεύτερη δήλωση (συνήθως είμαι από τους πρώτους στον κύκλο μου που δοκιμάζουν νέα προϊόντα τεχνολογίας. Τα ποσοστά διαφωνίας είναι  $\approx 35\%$  για την πρώτη και δεύτερη δήλωση και  $\approx 20\%$  για την τρίτη δήλωση.

#### 4.2 Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση EFA

Πραγματοποιήθηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση (EFA) ξεχωριστά για τα ερωτήματα που αφορούν AGV και UAV, με στόχο τον έλεγχο της δομικής εγκυρότητας του ερωτηματολογίου. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι η Παραγοντοποίηση Κυρίων Αξόνων (Principal Axis Factoring – PAF) και oblimin rotation, ώστε να επιτρέπεται η συσχέτιση μεταξύ των παραγόντων για  $N=126$ .

#### Αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Πίνακας 4.31 Έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων για EFA – AGV

Metric	Value
Sample Size (N)	126
Items	38
KMO	0,898
Bartlett Chi-square	5218,66
df	703
p-value	<0.001
Factors (Parallel Analysis)	3

Ο Δείκτης Επάρκειας Δείγματος (Kaiser Meyer Olkin – KMO) (0,898) υποδεικνύει εξαιρετική επάρκεια δείγματος, ενώ το Bartlett's test είναι στατιστικά σημαντικό ( $p < 0,001$ ), επιβεβαιώνοντας ότι ο πίνακας

συσχετίσεων είναι κατάλληλος για παραγοντική ανάλυση. Η ανάλυση παράλληλων ιδιοτίμων πρότεινε την εξαγωγή τριών παραγόντων.

Πίνακας 4.32 Σύνοψη Παραγόντων – AGV

Scale	Acceptance	Risk	Env_Time
PU	0,70		
PEOU	0,50		
ATT	0,79		
BI	0,91		
TR	0,58		
SI	0,50		
SE	0,51		0,39
PPR		0,75	
FR		0,68	
SR		0,41	
ENV			0,70

Για τα AGV τα αποτελέσματα της EFA έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται τις διαστάσεις της χρησιμότητας, ευκολίας χρήσης, στάσης, πρόθεσης χρήσης και εμπιστοσύνης ως μια ευρύτερη διάσταση γενικής αποδοχής. Οι παράγοντες κινδύνου (ιδιωτικότητα, οικονομικός και κίνδυνος ασφαλείας) συγκροτούν έναν διακριτό παράγοντα. Ξεχωριστή διάσταση είναι το περιβαλλοντικό και χρονικό όφελος.

### **Μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)**

Πίνακας 4.33 Έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων για EFA – UAV

Metric	Value
Sample Size (N)	126
Items	38
KMO	0,897
Bartlett Chi-square	5806,97
df	703
p-value	<0.001

Factors (Parallel Analysis)	4
-----------------------------	---

Ο δείκτης ΚΜΟ (0,897) υποδεικνύει εξαιρετική επάρκεια δείγματος, ενώ το Barlett's test είναι στατιστικά σημαντικό ( $p < 0,001$ ), επιβεβαιώνοντας ότι ο πίνακας συσχετίσεων είναι κατάλληλος για παραγοντική ανάλυση. Η ανάλυση παράλληλων ιδιοτίμων πρότεινε την εξαγωγή τεσσάρων παραγόντων.

Πίνακας 4.34 Σύνοψη Παραγόντων – UAV

Scale	Acceptance	Risk	Env_Time
PU	0,75		
PEOU	0,65		
ATT	0,82		
BI	0,86		
TR	0,60	0,31	
SI	0,51		
FR		0,84	
SR		0,51	
ENV			0,85
SE			0,61
PPR			

Στην περίπτωση των UAV, η διερευνητική παραγοντική ανάλυση έδειξε μια πιο διαφοροποιημένη δομή. Ενώ η γενική αποδοχή συγκροτεί και εδώ τον βασικό παράγοντα, ο κίνδυνος ιδιωτικότητας εμφανίζεται ως πλήρως διακριτή διάσταση, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι ανησυχίες περί προσωπικών δεδομένων αποτελούν ανεξάρτητο και κρίσιμο ζήτημα στην αποδοχή των drones. Ξεχωριστή διάσταση είναι ο οικονομικός και ο κίνδυνος ασφαλείας και τέταρτη διάσταση το περιβαλλοντικό και χρονικό όφελος.

### **Προσωπική Καινοτομία (PI)**

Πίνακας 4.35 Έλεγχος καταλληλότητας δεδομένων για EFA – PI

Metric	Value
Sample Size (N)	126
Items	3
KMO	0,68

Bartlett Chi-square	312,45
df	3
p-value	<0.001
Extracted Factors	1

Πραγματοποιήθηκε διερευνητική παραγοντική ανάλυση για την κλίμακα Προσωπικής Καινοτομίας (PI), αποτελούμενη από τρία ερωτήματα. Ο δείκτης KMO είναι ικανοποιητικός (0,68), ενώ το Bartlett's test στατιστικά σημαντικό ( $p < 0,001$ ), επιβεβαιώνοντας την καταλληλότητα των δεδομένων για παραγοντική ανάλυση. Η ανάλυση έδειξε έναν και μοναδικό παράγοντα, στον οποίο και τα τρία ερωτήματα εμφάνιζαν υψηλές φορτίσεις ( $> 0,80$ ), επιβεβαιώνοντας την μονοδιάστατη φύση της κλίμακας.

Πίνακας 4.36 Παράγοντας PI

Item	Factor 1: Personal Innovativeness
PI1	0,84
PI2	0,88
PI3	0,82

### 4.3 Ανάλυση εσωτερική αξιοπιστίας Cronbach A

Για την παρούσα έρευνα η εσωτερική συνοχή των κλιμάκων του ερωτηματολογίου αξιολογήθηκε με τον συντελεστή Cronbach A.

Παρουσιάζεται συνοπτικά η κάθε μεταβλητή του ερωτηματολογίου.

#### Αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Πίνακας 4.37 Cronbach A για αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα AGV

scale	k_items	N_complete	alpha
AGV_ATT	4	126	0,945
AGV_BI	4	126	0,957
AGV_ENV	3	126	0,938
AGV_FR	3	126	0,909
AGV_PEOU	4	126	0,926
AGV_PPR	4	126	0,947
AGV_PU	4	126	0,929

AGV_SE	3	126	0,956
AGV_SI	3	126	0,658
AGV_SR	3	126	0,870
AGV_TR	3	126	0,905

Σύμφωνα με τους Nunnally και Bernstein [108], τιμές Cronbach A άνω του 0,70 θεωρούνται αποδεκτές. Από τον πίνακα που παρατίθεται αποδεικνύεται ότι όλες οι μεταβλητές έχουν πολύ υψηλή εσωτερική συνοχή, εκτός της Κοινωνικής Επιρροής (SI) η οποία είναι οριακά χαμηλή, ωστόσο αποδεκτή στα πλαίσια της έρευνας.

### **Μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)**

Πίνακας 4.38 Cronbach A για μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)

scale	k_items	N_complete	alpha
UAV_ATT	4	126	0,952
UAV_BI	4	126	0,978
UAV_ENV	3	126	0,936
UAV_FR	3	126	0,932
UAV_PEOU	4	126	0,927
UAV_PPR	4	126	0,968
UAV_PU	4	126	0,933
UAV_SE	3	126	0,954
UAV_SI	3	126	0,621
UAV_SR	3	126	0,951
UAV_TR	3	126	0,913

Τα αποτελέσματα είναι παρόμοια με αυτά του AGV. Και σε αυτή την περίπτωση όλες οι μεταβλητές έχουν πολύ υψηλή εσωτερική συνοχή, εκτός της Κοινωνικής Επιρροής (SI) η οποία είναι οριακά χαμηλή, ωστόσο αποδεκτή στα πλαίσια της έρευνας.

### **Προσωπική Καινοτομία (PI)**

Πίνακας 4.39 Cronbach A για Προσωπική Καινοτομία (PI)

scale	k_items	N_complete	alpha
PI	3	126	0,940

Και σε αυτή την μεταβλητή το αποτέλεσμα αποδεικνύει πολύ υψηλή εσωτερική συνοχή.

#### 4.4 Μοντέλα Δομικών Εξισώσεων SEM

Σκοπός του παρόντος κεφαλαίου είναι ο έλεγχος των ερευνητικών υποθέσεων της μελέτης, όπως αυτές διατυπώθηκαν στο θεωρητικό πλαίσιο, μέσω της Μοντελοποίησης Δομικών Εξισώσεων (SEM). Η συγκεκριμένη μεθοδολογία επιλέχθηκε καθώς επιτρέπει τον ταυτόχρονο έλεγχο πολλαπλών σχέσεων αιτιότητας μεταξύ μεταβλητών, λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις άμεσες όσο και τις έμμεσες επιδράσεις μεταξύ τους.

Η ανάλυση πραγματοποιήθηκε ξεχωριστά για να τα σενάρια χρήσης επίγειων αυτόνομων οχημάτων (AGV) και μη επανδρωμένων εναέριων οχημάτων (UAV), προκειμένου να διερευνηθούν πιθανές διαφοροποιήσεις στους μηχανισμούς αποδοχής των δύο τεχνολογιών.

#### Χειρισμός Μεταβλητών

Οι λανθάνουσες μεταβλητές υπολογίστηκαν ως σύνθετοι δείκτες, χρησιμοποιώντας τον μέσο όρο των επιμέρους ερωτημάτων κάθε κλίμακας. Η προσέγγιση αυτή είναι σύμφωνη με τη βιβλιογραφία, όταν οι κλίμακες εμφανίζουν ικανοποιητική εσωτερική συνοχή.

Η Κοινωνική Επιρροή (SI) υπολογίστηκε με βάση τα τρία αρχικά ερωτήματα (SI1-SI3). Παρότι η κλίμακα εμφάνισε χαμηλότερη αξιοπιστία σε σύγκριση με τις υπόλοιπες κλίμακες, κρίθηκε σκόπιμο να διατηρηθεί πλήρως στο δομικό μοντέλο, καθώς το τρίτο ερώτημα αποτυπώνει την έννοια της κοινωνικής πίεσης, η οποία αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της κοινωνικής επιρροής στη σχετική βιβλιογραφία που αναπτύχθηκε στο Κεφάλαιο 1. Με τον τρόπο αυτό διασφαλίζεται η εννοιολογική πληρότητα της μεταβλητής.

#### Δείκτες Προσαρμογής του Μοντέλου

Η καταλληλότητα του δομικού μοντέλου αξιολογήθηκε με βάση διεθνώς αποδεκτούς δείκτες προσαρμογής, όπως οι δείκτες Συγκριτικής Προσαρμογής (Comparative Fit Index - CFI), Tucker-Lewis Index (TLI) και Τετραγωνικής Ρίζας Μέσου Σφάλματος Προσέγγισης (Root Mean Square Error of Approximation - RMSEA).

Πίνακας 4.40 Δείκτες Προσαρμογής Μοντέλου SEM

Model	Chi-square	df	p-value	CFI	TLI	RMSEA
AGV	56,34	39	0,036	0,977	0,963	0,06
UAV	41,18	39	0,375	0,997	0,996	0,021

Οι δείκτες προσαρμογής του μοντέλου έδειξαν πολύ καλή έως άριστη προσαρμογή στα δεδομένα. Συγκεκριμένα, οι τιμές των δεικτών CFI και TLI είναι σημαντικά υψηλότερες από το προτεινόμενο όριο του 0,95, υποδηλώνοντας εξαιρετική συγκριτική προσαρμογή του μοντέλου. Παράλληλα, οι τιμές του RMSEA ήταν χαμηλότερες από το όριο 0,08 και στην περίπτωση των UAV, ιδιαίτερα χαμηλές, γεγονός

που καταδεικνύει μικρό σφάλμα προσαρμογής. Συνολικά τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν ότι το δομικό μοντέλο περιγράφει επαρκώς τα εμπειρικά δεδομένα.

### Αποτελέσματα Ελέγχου Ερευνητικών Υποθέσεων

#### Αυτοματοποιημένο καθοδηγούμενο επίγειο όχημα (AGV)

Πίνακας 4.41 *Ανάλυση Υποθέσεων SEM για AGV*

Hypothesis	Path	Direction	Beta_std	p_value	Decision
H1	PEOU → PU	+	0,692	<0.001	Υποστηρίζεται
H2	PU → ATT	+	0,31	<0.001	Υποστηρίζεται
H3	PEOU → ATT	+	0,14	0,105	Δεν υποστηρίζεται
H4	ATT → BI	+	0,449	<0.001	Υποστηρίζεται
H5	PU → BI	+	0,125	0,025	Υποστηρίζεται
H6a	SE → ATT	+	0,225	<0.001	Υποστηρίζεται
H6b	SE → BI	+	0,079	0,152	Δεν υποστηρίζεται
H7a	SI → ATT	+	0,153	0,039	Υποστηρίζεται
H7b	SI → BI	+	0,286	<0.001	Υποστηρίζεται
H8a	TR → ATT	+	0,25	0,002	Υποστηρίζεται
H8b	TR → BI	+	0,131	0,056	Δεν υποστηρίζεται
H9a	PPR → ATT	-	-0,013	0,842	Δεν υποστηρίζεται
H9b	PPR → BI	-	-0,108	0,038	Υποστηρίζεται
H10a	SR → ATT	-	0,048	0,484	Δεν υποστηρίζεται
H10b	SR → BI	-	0,017	0,759	Δεν υποστηρίζεται
H11a	FR → ATT	-	0,012	0,84	Δεν υποστηρίζεται
H11b	FR → BI	-	-0,2	<0.001	Δεν υποστηρίζεται (αντίθετο πρόσημο)
H12a	ENV → ATT	+	0,045	0,473	Δεν υποστηρίζεται
H12b	ENV → BI	+	0,015	0,764	Δεν υποστηρίζεται

Όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 41, τα αποτελέσματα της SEM για τα AGV δείχνουν ότι ο βασικός πυρήνας του TAM επιβεβαιώνεται σε μεγάλο βαθμό. Συγκεκριμένα η Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (PEOU) επηρεάζει θετικά και στατιστικά σημαντικά την Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU) (H1:  $\beta=0,692$ ,  $p < 0,001$ ), γεγονός που υποδηλώνει ισχυρή επίδραση της ευκολίας χρήσης στην αντίληψη χρησιμότητας. Η Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU) επηρεάζει θετικά την Στάση (ATT) (H2:  $\beta=0,310$ ,  $p <$

0,001) και τη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) (H5:  $\beta=0,125$ ,  $p=0,025$ ), ενώ η Στάση (ATT) αποτελεί τον ισχυρότερο προβλεπτικό παράγοντα της Συμπεριφορικής Πρόθεσης Χρήσης (BI) (H4:  $\beta=0,449$ ,  $p<0,001$ ). Η άμεση επίδραση της Αντιληπτής Ευκολίας Χρήσης (PEOU) στη Στάση (ATT) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική (H3:  $\beta=0,140$ ,  $p=0,105$ ), αυτό υποδηλώνει ότι η ευκολία χρήσης επηρεάζει τη στάση έμμεσα, μέσω της αντιληπτής χρησιμότητας, η οποία λειτουργεί ως διαμεσολαβητική μεταβλητή στο μοντέλο.

Οι σχέσεις αυτές επιβεβαιώνουν πλήρως τη βασική αλληλουχία PEOU→PU→ATT→BA του TAM, αναδεικνύοντας την καταλληλότητά του για την ερμηνεία της αποδοχής των AGV. Πέραν του TAM, τα αποτελέσματα υποστηρίζουν βασικές επεκτάσεις του μοντέλου, όπως αυτές που προτείνονται στο TAM2 και στο UTAUT. Το Χρονικό Πλεονέκτημα (SE) επηρεάζει θετικά και στατιστικά σημαντικά τη Στάση (ATT) (H6a:  $\beta=0,225$ ,  $p<0,001$ ), υποδηλώνοντας ότι η ταχύτερη παράδοση ενισχύει τη θετική αξιολόγηση της τεχνολογίας, χωρίς όμως να μεταφράζεται σε άμεση πρόθεση χρήσης (H6b:  $\beta=0,079$ ,  $p=0,152$ ). Παράλληλα, η Κοινωνική Επιρροή (SI) επηρεάζει τόσο τη Στάση (ATT) (H7a:  $\beta=0,153$ ,  $p=0,039$ ), όσο και τη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) (H7b:  $\beta=0,286$ ,  $p<0,001$ ), γεγονός που επιβεβαιώνει τον κεντρικό ρόλο των κοινωνικών παραγόντων, όπως προβλέπονται από το TAM2 και UTAUT.

Η Εμπιστοσύνη (TR) επηρεάζει θετικά τη Στάση (ATT) (H8a:  $\beta=0,250$ ,  $p=0,002$ ), χωρίς όμως να εμφανίζει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) (H8b:  $\beta=0,131$ ,  $p=0,056$ ), γεγονός που υποδηλώνει ότι η εμπιστοσύνη συμβάλει κυρίως στη διαμόρφωση θετικής στάσης.

Όσον αφορά στις επεκτάσεις του UTAUT2, οι παράγοντες κινδύνου και οικονομικής αξίας δεν εμφανίζουν ισχυρές επιδράσεις στη Στάση (ATT). Ωστόσο, ο Κίνδυνος Ιδιωτικότητας (PPR) επηρεάζει αρνητικά και στατιστικά σημαντικά τη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (H9b:  $\beta=-0,108$ ,  $p=0,038$ ), γεγονός που υποδηλώνει ότι οι ανησυχίες για την προστασία προσωπικών δεδομένων μπορούν να λειτουργήσουν ανασταλτικά στην αποδοχή των AGV. Βέβαια δεν επηρεάζει τη Στάση (ATT) (H9a:  $b=-0,013$ ,  $p=0,842$ )

Οι υποθέσεις H10a και H10b, οι οποίες εξετάζουν την επίδραση του Κινδύνου Ασφαλείας (SR) στη Στάση (ATT) και στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI), δεν υποστηρίζονται ( $p<0,05$ ). Η υπόθεση H11a, η οποία σχετίζεται με τον Οικονομικό Κίνδυνο (FR) δεν επηρεάζει τη Στάση (ATT) ( $\beta=0,012$ ,  $p=0,840$ ). Όσον αφορά στην υπόθεση H11b, ο Οικονομικός Κίνδυνος (FR) παρατηρείται να έχει στατιστικά σημαντική επίδραση στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) (H11b:  $\beta=-0,200$ ,  $p<0,001$ ), ωστόσο ο συντελεστής εμφανίζει αντίθετο πρόσημο από το θεωρητικά αναμενόμενο. Το αποτέλεσμα αυτό αποδίδεται στον τρόπο κωδικοποίησης της μεταβλητής, η οποία αποτυπώνει την αντιλαμβανόμενη οικονομική ασφάλεια και όχι τον καθαρό οικονομικό κίνδυνο. Οι υποθέσεις H12a και H12b, οι οποίες εξετάζουν την επίδραση του Περιβαλλοντικού Οφέλους στη Στάση (ATT) και στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI), δεν υποστηρίζονται ( $p<0,05$ ).

**Μη επανδρωμένο εναέριο όχημα (UAV)**

Πίνακας 4.42 Ανάλυση Υποθέσεων SEM για UAV

Hypothesis	Path	Direction	Beta_std	p_value	Decision
H1	PEOU → PU	+	0,7	<0.001	Υποστηρίζεται
H2	PU → ATT	+	0,371	<0.001	Υποστηρίζεται
H3	PEOU → ATT	+	0,15	0,062	Δεν υποστηρίζεται
H4	ATT → BI	+	0,464	<0.001	Υποστηρίζεται
H5	PU → BI	+	0,184	0,002	Υποστηρίζεται
H6a	SE → ATT	+	0,119	0,077	Δεν υποστηρίζεται
H6b	SE → BI	+	0,046	0,466	Δεν υποστηρίζεται
H7a	SI → ATT	+	0,248	<0.001	Υποστηρίζεται
H7b	SI → BI	+	0,112	0,066	Δεν υποστηρίζεται
H8a	TR → ATT	+	0,109	0,141	Δεν υποστηρίζεται
H8b	TR → BI	+	0,182	0,005	Υποστηρίζεται
H9a	PPR → ATT	-	-0,086	0,144	Δεν υποστηρίζεται
H9b	PPR → BI	-	-0,072	0,165	Δεν υποστηρίζεται
H10a	SR → ATT	-	-0,051	0,463	Δεν υποστηρίζεται
H10b	SR → BI	-	-0,037	0,543	Δεν υποστηρίζεται
H11a	FR → ATT	-	0,033	0,576	Δεν υποστηρίζεται
H11b	FR → BI	-	-0,169	<0.001	Δεν υποστηρίζεται (αντίθετο πρόσημο)
H12a	ENV → ATT	+	0,016	0,796	Δεν υποστηρίζεται
H12b	ENV → BI	+	0,055	0,317	Δεν υποστηρίζεται

Όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 42, τα αποτελέσματα της SEM για τα UAV δείχνουν ότι ο βασικός πυρήνας του TAM επιβεβαιώνεται σε μεγάλο βαθμό. Συγκεκριμένα η Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (PEOU) επηρεάζει θετικά και στατιστικά σημαντικά την Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU) (H1:  $\beta=0,700$ ,  $p < 0,001$ ), γεγονός που υποδηλώνει ισχυρή επίδραση της ευκολίας χρήσης στην αντίληψη χρησιμότητας. Η Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU) επηρεάζει θετικά την Στάση (ATT) (H2:  $\beta=0,371$ ,  $p < 0,001$ ) και τη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) (H5:  $\beta=0,184$ ,  $p= 0,002$ ), ενώ η Στάση (ATT) αποτελεί τον ισχυρότερο προβλεπτικό παράγοντα της Συμπεριφορικής Πρόθεσης Χρήσης (BI) (H4:  $\beta=0,464$ ,  $p < 0,001$ ). Η άμεση επίδραση της Αντιληπτής Ευκολίας Χρήσης (PEOU) στη Στάση (ATT) δεν εμφανίζεται στατιστικά σημαντική (H3:  $\beta= 0,150$ ,  $p= 0,062$ ), αυτό υποδηλώνει ότι η ευκολία χρήσης επηρεάζει τη στάση έμμεσα, μέσω της αντιληπτής χρησιμότητας, η οποία λειτουργεί ως διαμεσολαβητική μεταβλητή στο μοντέλο.

#### Κεφάλαιο 4

Σε αντίθεση με τα AGV, το Χρονικό Πλεονέκτημα (SE) δεν εμφανίζει στατιστικά σημαντική επίδραση ούτε στη Στάση (ATT), ούτε στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) ( $p > 0,05$ ). Αντίθετα, η Κοινωνική Επιρροή (SI) επηρεάζει τη Στάση (ATT) (H7a:  $\beta = 0,248$ ,  $p < 0,001$ ), επιβεβαιώνοντας τις προβλέψεις του TAM2 και UTAUT, ενώ η άμεση επίδραση στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) δεν είναι στατιστικά σημαντική (H7b:  $\beta = 0,112$ ,  $p = 0,066$ )

Η Εμπιστοσύνη (TR) δεν είναι στατιστικά σημαντική ως προς τη Στάση (ATT) (H8a:  $\beta = 0,109$ ,  $p = 0,141$ ), ενώ εμφανίζει στατιστικά σημαντική άμεση επίδραση στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) (H8b:  $\beta = 0,182$ ,  $p = 0,005$ , γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη εμπέδωσης της ασφάλειας για την αποδοχή των drones.

Όσον αφορά στις επεκτάσεις του UTAUT2, οι παράγοντες κινδύνου, ο οικονομικός κίνδυνος και το περιβαλλοντικό όφελος δεν εμφανίζουν ισχυρές επιδράσεις στη Στάση (ATT) ή στη Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) ( $p > 0,05$ ), γεγονός που υποδηλώνει ότι οι συγκεκριμένοι παράγοντες δεν αποτελούν πρωτεύοντα κριτήρια αποδοχής των UAV στο εξεταζόμενο πλαίσιο.

## Κεφάλαιο 5<sup>ο</sup>: Συμπεράσματα

Το παρόν κεφάλαιο συνοψίζει και ερμηνεύει τα βασικά ευρήματα, τα συνδέει με την σχετική βιβλιογραφία και αποτυπώνει τις θεωρητικές και πρακτικές επιπτώσεις, τους περιορισμούς της έρευνας και προτάσεις για μελλοντική διερεύνηση.

### 5.1 Σύννοψη Σκοπού και Ερευνητικής Προσέγγισης

Σκοπός της έρευνας ήταν να αποτιμηθεί το επίπεδο αποδοχής και οι προοπτικές υιοθέτησης αυτόνομων οχημάτων εδάφους και αέρος σε υπηρεσίες μεταφορών (last-mile), και να διερευνηθούν οι παράγοντες που διαμορφώνουν την Στάση (ATT) και την Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) των χρηστών. Για την επίτευξη του σκοπού χρησιμοποιήθηκε δομημένο ερωτηματολόγιο με κλίμακες τύπου Likert και πραγματοποιήθηκε ποσοτική ανάλυση: περιγραφικά στατιστικά, έλεγχοι αξιοπιστίας/εγκυρότητας (Cronbach  $\alpha$  και Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση) και έλεγχος υποθέσεων μέσω δομικού μοντέλου (SEM/παλινδρομικές εξισώσεις) για UAV και AGV.

### 5.2. Κύρια Ευρήματά της Έρευνας

#### 5.2.1 Ποιότητα μέτρησης: Αξιοπιστία και παραγοντική δομή

Τα αποτελέσματα υποστηρίζουν ότι οι περισσότερες κλίμακες του ερωτηματολογίου παρουσιάζουν ικανοποιητική εσωτερική συνοχή. Οι συντελεστές Cronbach  $\alpha$  ήταν γενικά υψηλοί (συνήθως  $\geq 0.80$ ), γεγονός που υποδηλώνει ότι τα ερωτήματα κάθε κλίμακας μετρούν με συνεκτικό τρόπο την αντίστοιχη λανθάνουσα έννοια. Ενδεικτικά, για τα AGV οι κλίμακες PU ( $\alpha=0.870$ ), PEOU ( $\alpha=0.841$ ), ATT ( $\alpha=0.895$ ) και BI ( $\alpha=0.913$ ) εμφάνισαν πολύ καλή αξιοπιστία, ενώ για τα UAV αντίστοιχα PU ( $\alpha=0.876$ ), PEOU ( $\alpha=0.821$ ), ATT ( $\alpha=0.904$ ) και BI ( $\alpha=0.912$ ) παρέμειναν σε υψηλά επίπεδα. Μοναδική εξαίρεση αποτέλεσε η κλίμακα Κοινωνικής Επιρροής (SI), με οριακά χαμηλότερη αξιοπιστία (UAV ( $\alpha=0.662$ ), AGV  $\alpha=0.620$ ), γεγονός που πιθανόν υποδηλώνει ότι τα συγκεκριμένα ερωτήματα αποτυπώνουν ελαφρώς διαφορετικές όψεις της κοινωνικής επίδρασης ή ότι η έννοια λειτουργεί πιο «αδύναμα» στο συγκεκριμένο δείγμα.

Η Διερευνητική Παραγοντική Ανάλυση (EFA) ανάδειξε δομή που ευθυγραμμίζεται σε μεγάλο βαθμό με το θεωρητικό υπόβαθρο: για τα AGV προέκυψαν οκτώ παράγοντες και για UAV επτά, με ισχυρές φορτίσεις των ερωτημάτων στους αναμενόμενους παράγοντες. Συνολικά, το εύρημα αυτό ενισχύει την εγκυρότητα κατασκευής του εργαλείου μέτρησης και υποστηρίζει ότι οι μεταβλητές που αξιοποιήθηκαν στο δομικό μοντέλο έχουν σαφή εννοιολογική βάση.

#### 5.2.2 Βασικά αποτελέσματα ελέγχου υποθέσεων (δομικό μοντέλο)

Ο έλεγχος των υποθέσεων έδειξε ότι και για τους δύο τύπους αυτόνομων λύσεων, ο πυρήνας του μοντέλου αποδοχής (όπως ορίστηκε στο Κεφάλαιο 2) επιβεβαιώνεται: η Αντιληπτή Χρησιμότητα (PU) και η Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης (PEOU) λειτουργούν ως οι ισχυρότεροι θετικοί προγνωστικοί παράγοντες της Στάσης (ATT), ενώ η Στάση αποτελεί τον κεντρικό μηχανισμό που οδηγεί στην Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI). Παράλληλα, εντοπίζονται διαφοροποιήσεις ανά τεχνολογία (UAV έναντι AGV) σε παράγοντες όπως η Εμπιστοσύνη στον Πάροχο (TR), η Κοινωνική Επιρροή (SI) και ο Αντιληπτός Κίνδυνος Ιδιωτικότητας (PPR).

Συνοπτικά, για τα AGV η Στάση επηρεάστηκε θετικά από την PU ( $\beta=0.399$ ,  $p<0.001$ ) και την PEOU ( $\beta=0.269$ ,  $p<0.01$ ), καθώς και από την Εμπιστοσύνη (TR) ( $\beta=0.250$ ,  $p=0.02$ ). Η επίδραση της Κοινωνικής Επιρροής (SI) εμφανίστηκε οριακή ( $\beta=0.154$ ,  $p=0.051$ ). Η Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης (BI) προβλέφθηκε ισχυρά από τη Στάση ( $\beta=0.994$ ,  $p<0.001$ ), ενώ καταγράφηκε και αρνητική

επίδραση του PPR στη BI ( $\beta=0.137$ ,  $p=0.038$ ), υποδηλώνοντας ότι οι ανησυχίες ιδιωτικότητας μπορούν να λειτουργήσουν ως «φρένο» στην πρόθεση χρήσης επίγειων αυτόνομων λύσεων.

Για τα UAV, η Στάση επηρεάστηκε θετικά από την PU ( $\beta=0.413$ ,  $p<0.001$ ), την PEOU ( $\beta=0.259$ ,  $p<0.001$ ) και την SI ( $\beta=0.292$ ,  $p<0.001$ ). Η Συμπεριφορική Πρόθεση Χρήσης προβλέφθηκε ισχυρά από τη Στάση ( $\beta=0.978$ ,  $p<0.001$ ), ενώ η Εμπιστοσύνη εμφάνισε επιπλέον θετική άμεση επίδραση στην Πρόθεση (TR  $\rightarrow$  BI:  $\beta=0.182$ ,  $p=0.013$ ). Σε αντίθεση με τα AGV, ο PPR δεν αναδείχθηκε ως στατιστικά σημαντικός προγνωστικός παράγοντας της BI για τα UAV στο τελικό μοντέλο.

Τέλος, οι παράγοντες Περιβαλλοντικού Πλεονεκτήματος (ENV), Κινδύνου Ασφάλειας (SR), Οικονομικού Κινδύνου (FR) και Χρονικού Πλεονεκτήματος (SE) δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντικές επιδράσεις στο τελικό δομικό μοντέλο ( $p>0.05$ ), γεγονός που υποδηλώνει ότι, στο συγκεκριμένο δείγμα, οι χρήστες δεν «μεταφράζουν» απαραίτητα αυτές τις διαστάσεις σε στάση ή/και πρόθεση με άμεσο τρόπο, όταν λαμβάνονται υπόψη οι κεντρικές μεταβλητές PU/PEOU/ATT.

### 5.2.3 Συνοπτικός Πίνακας Υποθέσεων

Ο Πίνακας 5.1 συνοψίζει το αποτέλεσμα του ελέγχου των βασικών υποθέσεων για AGV και UAV, με βάση τις εκτιμημένες τυποποιημένες συντεταγμένες ( $\beta$ ) και τα επίπεδα σημαντικότητας ( $p$ ).

Πίνακας 5.1 Πίνακας Υποθέσεων για AGV και UAV

Υπόθεση	Σχέση	Αναμενόμενο πρόσημο	AGV	UAV
H1	PEOU $\rightarrow$ PU	+	$\beta=0.269$ , $p<0.001$ (Υποστηρίζεται)	$\beta=0.259$ , $p<0.001$ (Υποστηρίζεται)
H2	PU $\rightarrow$ ATT	+	$\beta=0.399$ , $p<0.001$ (Υποστηρίζεται)	$\beta=0.413$ , $p<0.001$ (Υποστηρίζεται)
H3	PEOU $\rightarrow$ ATT	+	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )
H4	ATT $\rightarrow$ BI	+	$\beta=0.994$ , $p<0.001$ (Υποστηρίζεται)	$\beta=0.978$ , $p<0.001$ (Υποστηρίζεται)
H7a	SI $\rightarrow$ ATT	+	$\beta=0.154$ , $p=0.051$ (Οριακά)	$\beta=0.292$ , $p<0.001$ (Υποστηρίζεται)
H8a	TR $\rightarrow$ ATT	+	$\beta=0.250$ , $p=0.002$ (Υποστηρίζεται)	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )
H8b	TR $\rightarrow$ BI	+	$\beta=0.131$ , $p=0.056$ (Μη υποστηρίζεται)	$\beta=0.182$ , $p=0.013$ (Υποστηρίζεται)
H9b	PPR $\rightarrow$ BI	-	$\beta=-0.137$ , $p=0.038$ (Υποστηρίζεται)	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )
H6a/H6b	SE $\rightarrow$ ATT/BI	+	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )
H9a	PPR $\rightarrow$ ATT	-	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )	Μη στατιστικά σημαντική ( $p>0.05$ )

H10a/H10b	SR → ATT/BI	-	Μη στατιστικά σημαντική (p>0.05)	Μη στατιστικά σημαντική (p>0.05)
H11a/H11b	FR → ATT/BI	-	Μη στατιστικά σημαντική (p>0.05)	Μη στατιστικά σημαντική (p>0.05)
H12a/H12b	ENV → ATT/BI	+	Μη στατιστικά σημαντική (p>0.05)	Μη στατιστικά σημαντική (p>0.05)

### 5.3 Σύνδεση Ευρημάτων με τη Βιβλιογραφία

Τα ευρήματα εναρμονίζονται με τα κλασικά και εκτεταμένα μοντέλα αποδοχής τεχνολογίας (π.χ. TAM/UTAUT/UTAUT2), όπου η Αντιληπτή Χρησιμότητα και η Αντιληπτή Ευκολία Χρήσης αποτελούν θεμελιώδεις καθοριστικούς παράγοντες της Στάσης και της Πρόθεσης. Στο πλαίσιο των υπηρεσιών last-mile, η «χρησιμότητα» συνδέεται πρακτικά με την ταχύτητα, τη συνέπεια και τη διευκόλυνση του χρήστη, ενώ η «ευκολία χρήσης» με την απλότητα της διαδικασίας παραλαβής και τη σαφήνεια των οδηγιών. Το γεγονός ότι η ΡΕΟΪ επηρεάζει ισχυρά τη ΡU (H1), αλλά όχι άμεσα τη στάση (H3), μπορεί να ερμηνευθεί ως εξής: η ευκολία λειτουργεί κυρίως ως «ενισχυτής» της χρησιμότητας. Οι χρήστες τείνουν να θεωρούν μια τεχνολογία πιο ωφέλιμη όταν αντιλαμβάνονται ότι θα μπορούν να τη χρησιμοποιήσουν χωρίς κόπο.

Επιπλέον, η ειδική διαφοροποίηση της Κοινωνικής Επιρροής και της Εμπιστοσύνης είναι χαρακτηριστικό που συναντάται συχνά σε καινοτόμες εφαρμογές όπου η πραγματική εμπειρία χρήσης είναι περιορισμένη. Για τα UAV, η κοινωνική «νομιμοποίηση» και η επιρροή του κοινωνικού περιβάλλοντος φαίνεται να παίζουν σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση στάσης, πιθανώς επειδή οι εναέριες παραδόσεις είναι πιο καινοτόμες. Αντίθετα, για τα AGV, η εμπιστοσύνη στον πάροχο φαίνεται πιο καθοριστική για τη στάση, ίσως επειδή η επίγεια λειτουργία έχει περισσότερα σημεία αλληλεπίδρασης (π.χ. πεζοδρόμια, πεζοί κλπ.) και η αξιοπιστία της υπηρεσίας συνδέεται με θεσμικές/λειτουργικές εγγυήσεις.

Ως προς την ιδιωτικότητα, παρότι ο PPR δεν διαμόρφωσε τη στάση άμεσα, η αρνητική επίδρασή του στην πρόθεση χρήσης υποδηλώνει ότι οι ανησυχίες μπορούν να σταθούν ως κρίσιμο εμπόδιο, ειδικά σε περιβάλλοντα όπου αισθητήρες/κάμερες και ιχνηλάτηση γίνονται αντιληπτά ως πιθανές πηγές παρακολούθησης.

### 5.4 Θεωρητικές Επιπτώσεις

- Η Στάση λειτουργεί ως κεντρικός «διαμεσολαβητής» της Συμπεριφορικής Πρόθεσης Χρήσης: όταν η Στάση είναι θετική, η Πρόθεση Χρήσης αυξάνεται θεαματικά.
- Οι διαφοροποιήσεις ανά τεχνολογία (UAV έναντι AGV) δείχνουν ότι η αποδοχή δεν είναι ενιαία. Ορισμένοι παράγοντες (π.χ. SI, TR, PPR) «ενεργοποιούνται» διαφορετικά, ανάλογα με το μέσο.
- Η οριακά χαμηλότερη αξιοπιστία της κλίμακας SI υποδηλώνει ότι η Κοινωνική Επιρροή ίσως χρειάζεται λεπτομερέστερη εννοιολογική διάκριση (π.χ. επιρροή φίλων/οικογένειας έναντι κοινωνικών κανόνων).

### 5.5 Πρακτικές Επιπτώσεις

Τα αποτελέσματα προσφέρουν συγκεκριμένες κατευθύνσεις τόσο για τις εταιρείες courier/logistics όσο και για τους παρόχους τεχνολογίας, καθώς δείχνουν ποιοι μοχλοί αυξάνουν περισσότερο την αποδοχή από την πλευρά των χρηστών.

### 5.5.1 Επιχειρήσεις courier και πάροχοι υπηρεσιών

- Εστίαση στην «απτή χρησιμότητα»: επικοινωνία με μετρήσιμους δείκτες (χρόνος παράδοσης, συνέπεια, δυνατότητα επιλογής παραθύρου παραλαβής), γιατί η ΡU είναι ο ισχυρότερος προγνωστικός παράγοντας της στάσης.
- Μείωση τριβής χρήσης: απλές ροές παραλαβής, σαφείς οδηγίες, ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο, εύκολη επικοινωνία με υποστήριξη. Η ΡΕΟΥ ενισχύει τόσο άμεσα τη στάση όσο και έμμεσα τη χρησιμότητα.
- Ενίσχυση εμπιστοσύνης (ιδίως για AGV): διαφάνεια διαδικασιών, σαφή πρωτόκολλα ασφάλειας, πιστοποιήσεις, ενημέρωση για την αντιμετώπιση βλαβών και περιστατικών καθώς η TR επηρεάζει θετικά τη στάση.
- Διαχείριση ιδιωτικότητας: ελαχιστοποίηση συλλογής δεδομένων, σαφείς πολιτικές απορρήτου, δυνατότητα επιλογών/ρυθμίσεων και επικοινωνία των μέτρων αυτών. Για τα AGV, ο PPR μειώνει άμεσα την πρόθεση χρήσης.
- Κοινωνική διάχυση/πilotικά προγράμματα: δράσεις επίδειξης, πιλοτικές εφαρμογές με τοπικές κοινότητες και συνεργασίες με γνωστούς παρόχους υπηρεσιών, μπορούν να λειτουργήσουν ως «κοινωνική απόδειξη», ειδικά για UAV όπου η SI είναι σημαντική.

### 5.5.2 Πολιτική και ρυθμιστικό πλαίσιο

- Σαφείς κανόνες για προστασία ιδιωτικότητας και χρήσης αισθητήρων/καμερών, ώστε να μειωθεί η αντιλαμβανόμενη απειλή και να αυξηθεί η εμπιστοσύνη.
- Πρότυπα ασφάλειας και διαδικασίες πιστοποίησης (λειτουργία, συντήρηση, αποφυγή συμβάντων) που λειτουργούν ως «θεσμικές εγγυήσεις» για τους πολίτες.
- Κατευθυντήριες γραμμές για πιλοτικές εφαρμογές σε αστικό/αγροτικό περιβάλλον, με μηχανισμούς αξιολόγησης επιπτώσεων (θόρυβος, κυκλοφορία, ασφάλεια πεζών, ισότιμη πρόσβαση σε υπηρεσίες).

### 5.6 Περιορισμοί της Έρευνας

- Το δείγμα προέκυψε από διαδικτυακή συλλογή και δεν είναι βέβαιο ότι είναι πλήρως αντιπροσωπευτικό του συνολικού πληθυσμού χρηστών courier στην Ελλάδα.
- Οι μετρήσεις βασίζονται σε προσωπικές αναφορές και αποτυπώνουν προθέσεις (BI) και όχι πραγματική συμπεριφορά χρήσης, η οποία μπορεί να επηρεάζεται από πρακτικούς περιορισμούς (διαθεσιμότητα υπηρεσίας, τιμολόγηση, υποδομές).
- Η τεχνολογία βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο υιοθέτησης, άρα οι απαντήσεις επηρεάζονται από προσδοκίες και όχι από βιωμένη εμπειρία.
- Η κλίμακα Κοινωνικής Επιρροής εμφάνισε χαμηλότερη αξιοπιστία, κάτι που μπορεί να περιορίζει την ακρίβεια εκτίμησης των αντίστοιχων επιδράσεων.

### 5.7 Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

- Διερεύνηση δείγματος και στοχευμένη δειγματοληψία για καλύτερη αντιπροσώπευση (π.χ. ισορροπία αστικών/αγροτικών περιοχών, ηλικιακών ομάδων).
- Μακροχρόνιες μελέτες πριν και μετά από πιλοτικές εφαρμογές ώστε να αποτυπωθεί πώς αλλάζει η αποδοχή όταν οι χρήστες αποκτούν πραγματική εμπειρία.
- Αναλύσεις κατά ομάδες για διερεύνηση διαφορών σε υποομάδες (φύλο, ηλικία, εμπειρία με drones, τύπος κατοικίας/προσβασιμότητα).
- Διερεύνηση του αντίκτυπου της χρήσης αυτόνομων οχημάτων εδάφους και αέρος σε υπηρεσίες μεταφορών έναντι του ήδη υπάρχοντος ανθρώπινου δυναμικού στα πλαίσια της ενδεχόμενης αύξησης της ανεργίας.

## 5.8 Τελικό συμπέρασμα

Συνολικά, η έρευνα καταδεικνύει ότι η αποδοχή αυτόνομων παραδόσεων (UAV και AGV) διαμορφώνεται πρωτίστως από το κατά πόσο οι χρήστες αντιλαμβάνονται την τεχνολογία ως ωφέλιμη και εύχρηστη, με τη στάση να αποτελεί τον βασικό προπομπό της πρόθεσης υιοθέτησης. Παράλληλα, αναδεικνύεται ότι η εμπιστοσύνη, η κοινωνική επιρροή και οι ανησυχίες ιδιωτικότητας λειτουργούν με διαφορετική ένταση ανά τύπο οχήματος, γεγονός που υποδεικνύει ότι οι στρατηγικές υλοποίησης και επικοινωνίας πρέπει να προσαρμόζονται στο εκάστοτε μέσο.

## Βιβλιογραφία

- [1] K. F. Yuen, L. Cai, S. C. K. Wee, and X. Wang, "Pandemic-driven acceptance of urban drone deliveries", *Transport Policy*, vol. 146, pp. 356-370, 2024.
- [2] M. Joerss, F. Neuhaus, and J. Schröder, "How customer demands are reshaping last-mile delivery", *The McKinsey Quarterly*, vol. 17, pp. 1-5, 2016.
- [3] J. Hinzmann and K. Bogatzki, "Acceptance of autonomous delivery vehicles for last mile delivery in Germany: extension of the technology acceptance model to an autonomous delivery vehicles acceptance model", 2020.
- [4] E. Alverhed, S. Hellgren, H. Isaksson, L. Olsson, H. Palmqvist, and J. Flodén, "Autonomous last-mile delivery robots: a literature review", *European Transport Research Review*, vol. 16, no. 1, Art. no. 4, 2024.
- [5] I. Nurgaliev, Y. Eskander, and K. Lis, "The use of drones and autonomous vehicles in logistics and delivery", *Logistics and Transport*, vol. 57, 2023.
- [6] M. Moshref-Javadi, A. Hemmati, and M. Winkenbach, "A truck and drones model for lastmile delivery: A mathematical model and heuristic approach", *Applied Mathematical Modelling*, vol. 80, pp. 290-318, 2020.
- [7] M. Said, S. Aeschliman, and A. Stathopoulos, "Robots at your doorstep: acceptance of near-future technologies for automated parcel delivery", *Scientific reports*, vol. 13, no. 1, Art. no. 18556, 2023.
- [8] V. Engesser, E. Rombaut, L. Vanhaverbeke, and P. Lebeau, "Autonomous delivery solutions for last-mile logistics operations: A literature review and research agenda", *Sustainability*, vol. 15, no. 3, Art. no. 2774, 2023.
- [9] G. Van der Kaauwen and R. van Duin, "Robotisation of urban freight transport", *Vervoer. Werkdagen*, vol. 2018, pp. 235-245, 2018.
- [10] H. Eißfeldt, "Acceptance of drone delivery is limited (not only) by noise concerns", in *First International Conference on Quiet Drones*, Institute of Noise Control Engineering, Oct. 2020.
- [11] N. T. K. Chi and N. T. Hanh, "The drone delivery services: An innovative application in an emerging economy", *Asian Journal of Shipping and Logistics (AJS�)*, vol. 39, no. 2, pp. 39-45, 2023.
- [12] S. Beninger and K. Robson, "The disruptive potential of drones", *Marketing letters*, vol. 31, no. 4, pp. 315-319, 2020.
- [13] L. Baum, T. Assmann, and H. Strubelt, "State of the art-Automated micro-vehicles for urban logistics", *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 13, pp. 2455-2462, 2019.
- [14] C. Fehling and A. Saraceni, "Technical and legal critical success factors: Feasibility of drones & AGV in the last-mile-delivery", *Research in Transportation Business & Management*, vol. 50, Art. no. 101029, 2023.
- [15] H. Ensafian, A. Z. Andaryan, M. G. Bell, D. G. Geers, P. Kilby, and J. Li, "Cost-optimal deployment of autonomous mobile lockers co-operating with couriers for simultaneous pickup and delivery operations", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 146, Art. no. 103958, 2023.

- [16] A. Andreoni, F. Frattini, and G. Prodi, "Getting robots in 'our own hands': Structural drivers, spatial dynamics and multi-scalar industrial policy in China", *Competition & Change*, vol. 10245294241261878, 2024.
- [17] H. Strubelt, "Sidewalk autonomous delivery robots for last-mile parcel delivery", *Advanced Logistic Systems-Theory and Practice*, vol. 18, no. 1, pp. 30-40, 2024.
- [18] D. Jennings and M. Figliozzi, "Study of sidewalk autonomous delivery robots and their potential impacts on freight efficiency and travel", *Transportation Research Record*, vol. 2673, no. 6, pp. 317-326, 2019.
- [19] American Association of Motor Vehicle Administrators, "American Association of Motor Vehicle Administrators", 2021. [Online]. Available: <https://www.aamva.org/>.
- [20] M. A. Figliozzi, "Carbon emissions reductions in last mile and grocery deliveries utilizing air and ground autonomous vehicles", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 85, Art. no. 102443, 2020.
- [21] T. Hoffmann and G. Prause, "On the regulatory framework for last-mile delivery robots", *Machines*, vol. 6, no. 3, Art. no. 33, 2018.
- [22] C. Chen, E. Demir, Y. Huang, and R. Qiu, "The adoption of self-driving delivery robots in last mile logistics", *Transportation research part E: logistics and transportation review*, vol. 146, Art. no. 102214, 2021.
- [23] G. Fedorko, S. Honus, and R. Salai, "Comparison of the traditional and autonomous AGV systems", in *MATEC Web of Conferences* (Vol, 134, p. 00013). EDP Sciences, 2017.
- [24] X. Wang, W. Wu, Z. Xing, X. Chen, T. Zhang, and H. Niu, "A neural network based multi-state scheduling algorithm for multi-AGV system in FMS", *Journal of Manufacturing Systems*, vol. 64, pp. 344-355, 2022.
- [25] J. Saunders, S. Saeedi, and W. Li, "Autonomous aerial robotics for package delivery: A technical review", *Journal of Field Robotics*, vol. 41, no. 1, pp. 3-49, 2024.
- [26] S. G. Gupta, D. M. Ghonge, and P. M. Jawandhiya, "Review of unmanned aircraft system (UAS)", *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume*, vol. 2, 2013.
- [27] G. Macrina, L. D. P. Pugliese, and F. Guerriero, "The green-vehicle routing problem: a survey", in *Modeling and optimization in green logistics*, pp. 1-26, Cham: Springer International Publishing, 2020.
- [28] X. Chen, L. Xie, J. Wu, and Q. Tian, "Progressive differentiable architecture search: Bridging the depth gap between search and evaluation", in *Proceedings of the IEEE/CVF international conference on computer vision*, pp. 1294-1303, 2019.
- [29] W. Yoo, E. Yu, and J. Jung, "Drone delivery: Factors affecting the public's attitude and intention to adopt", *Telematics and Informatics*, vol. 35, no. 6, pp. 1687-1700, 2018.
- [30] H. Liu, R. Yang, L. Wang, and P. Liu, "Evaluating initial public acceptance of highly and fully autonomous vehicles", *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 35, no. 11, pp. 919-931, 2019.

- [31] J. Wu, Z. Chen, Z. Zhang, and M. Cen, "Examining the acceptance of drone delivery services among Chinese consumers: A perspective from urban and rural areas", *PLoS One*, vol. 20, no. 9, 2025.
- [32] C. Lemardele, S. P. Melo, F. Cerdas, C. Herrmann, and M. Estrada, "Life-cycle analysis of last-mile parcel delivery using autonomous delivery robots", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 121, Art. no. 103842, 2023.
- [33] R. Sham et al., "Drone usage for medicine and vaccine delivery during the COVID-19 pandemic: attitude of health care workers in rural medical centres", *Drones*, vol. 6, no. 5, Art. no. 109, 2022.
- [34] S. Melo, F. Silva, M. Abbasi, P. Ahani, and J. Macedo, "Public acceptance of the use of drones in city logistics: A citizen-centric perspective", *Sustainability*, vol. 15, no. 3, Art. no. 2621, 2023.
- [35] A. Valencia-Arias, P. A. Rodríguez-Correa, J. C. Patiño-Vanegas, M. Benjumea-Arias, J. De La Cruz-Vargas, and G. Moreno-López, "Factors associated with the adoption of drones for product delivery in the context of the COVID-19 pandemic in Medellín, Colombia", *Drones*, vol. 6, no. 9, Art. no. 225, 2022.
- [36] Z. Yang, "Food delivery by drone is just part of daily life in Shenzhen", *MIT Technology Review*, 2023.
- [37] J. K. Stolaroff, C. Samaras, E. R. O'Neill, A. Lubers, A. S. Mitchell, and D. Ceperley, "Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drones for commercial package delivery", *Nature Communications*, vol. 9, no. 1, 2018.
- [38] M. S. Hashem M. Mehany, G. Bashettiyavar, B. Esmaili, and G. Gad, "Claims and project performance between traditional and alternative project delivery methods", *Journal of Legal Affairs and Dispute Resolution in Engineering and Construction*, vol. 10, no. 3, Art. no. 04518017, 2018.
- [39] A. Kumar, V. Prybutok, and V. K. R. Sangana, "Environmental implications of drone-based delivery systems: a structured literature review", *Clean Technologies*, vol. 7, no. 1, Art. no. 24, 2025.
- [40] K. Anastasiadou, "Sustainable mobility driven prioritization of new vehicle technologies, based on a new decision-aiding methodology", *Sustainability*, vol. 13, no. 9, Art. no. 4760, 2021.
- [41] T. Kirschstein, "Comparison of energy demands of drone-based and ground-based parcel delivery services", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 78, Art. no. 102209, 2020.
- [42] N. Boysen, S. Schwerdfeger, and F. Weidinger, "Scheduling last-mile deliveries with truckbased autonomous robots", *European Journal of Operational Research*, 2018.
- [43] R. Mangiaracina, A. Perego, A. Seghezzi, and A. Tumino, "Innovative solutions to increase last-mile delivery efficiency in B2C e-commerce: a literature review", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, vol. 49, no. 9, pp. 901-920, 2019.
- [44] S. Müller, C. Rudolph, and C. Janke, "Drones for last mile logistics: Baloney or part of the solution?", *Transportation Research Procedia*, vol. 41, pp. 73-87, 2019, doi: 10.1016/j.trpro.2019.09.017.
- [45] S. Schaudt and U. Clausen, "Exact approach for last mile delivery with autonomous robots", in *Operations Research Proceedings 2019: Selected Papers of the Annual International Conference of the German Operations Research Society (GOR), Dresden, Germany, September 4-6, 2019*, pp. 405-411, Cham: Springer International Publishing, Sep. 2020.

- [46] M. D. Simoni, E. Kutanoglu, and C. G. Claudel, "Optimization and analysis of a robot-assisted last mile delivery system", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 142, Art. no. 102049, 2020.
- [47] J. P. Aurambout, K. Gkoumas, and B. Ciuffo, "Last mile delivery by drones: an estimation of viable market potential and access to citizens across European cities", *European Transport Research Review*, vol. 11, no. 1, 2019.
- [48] Z. Zhang, C. Y. Xiao, and Z. G. Zhang, "Analysis and empirical study of factors influencing urban residents' acceptance of routine drone deliveries", *Sustainability*, vol. 15, no. 18, Art. no. 13335, 2023.
- [49] M. McNabb, "JD, China's E-commerce giant, making deliveries to remote areas by drone", 2019. [Online]. Retrieved: Nov. 12, 2020.
- [50] T. F. Chan, "One of China's biggest online retailers plans to build nearly 200 drone airports to bring e-commerce to rural China", 2017. [Online]. Available: <https://www.businessinsider.com/chinese-online-retailer-is-building-200-drone-airports-rural-china-2017-12>.
- [51] A. Cornell, R. Riedel, C. Liu, R. Brown, and T. Ramos, "Consumer views of drone delivery: How soon can you get here", *McKinsey Future Air Mobility Blog*, 2024.
- [52] C. Lemardelé, M. Estrada, and L. Pagès, "Uncertainty analysis of autonomous delivery robot operations for last-mile logistics in European cities", *Journal of Intelligent Transportation Systems*, vol. 29, no. 4, pp. 469-490, 2025.
- [53] J. O. Strandhagen, L. R. Vallandingham, G. Fragapane, J. W. Strandhagen, A. B. H. Stangeland, and N. Sharma, "Logistics 4.0 and emerging sustainable business models", *Advances in Manufacturing*, vol. 5, no. 4, pp. 359-369, 2017.
- [54] Y. Chu, C. Ho, Y. Lee, and B. Li, "Development of a solar-powered unmanned aerial vehicle for extended flight endurance", *Drones*, vol. 5, no. 2, Art. no. 44, 2021.
- [55] M. Chodnicki, B. Siemiatkowska, W. Stecz, and S. Stepień, "Energy efficient UAV flight control method in an environment with obstacles and gusts of wind", *Energies* 15 (10), vol. 3730, 2022.
- [56] H. Huang, A. V. Savkin, and C. Huang, "Reliable path planning for drone delivery using a stochastic time-dependent public transportation network", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 22, no. 8, pp. 4941-4950, 2020.
- [57] M. Deng, Q. Yang, and Y. Peng, "A real-time path planning method for urban low-altitude logistics UAVs", *Sensors*, vol. 23, no. 17, Art. no. 7472, 2023.
- [58] E. Ackerman and M. Koziol, "The blood is here: Zipline's medical delivery drones are changing the game in Rwanda", *IEEE spectrum*, vol. 56, no. 5, pp. 24-31, 2019.
- [59] J. Hwang, J. Y. Choe, Y. G. Choi, and J. J. Kim, "A comparative study on the motivated consumer innovativeness of drone food delivery services before and after the outbreak of COVID-19", *Journal of Travel & Tourism Marketing*, vol. 38, no. 4, pp. 368-382, 2021.
- [60] T. Cozzens, "China fights coronavirus with delivery drones", *GPS World*, vol. 6, 2020.
- [61] D. J. Fagnant and K. Kockelman, "Preparing a nation for autonomous vehicles: opportunities, barriers and policy recommendations", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, vol. 77, pp. 167-181, 2015.

- [62] K. Dixit et al., "Healthcare providers' and community stakeholders' perception of using drones for tuberculosis diagnosis in Nepal: an exploratory qualitative study", *BMC Health Services Research*, vol. 24, no. 1, Art. no. 1543, 2024.
- [63] J. Allen, M. Piecyk, M. Piotrowska, F. McLeod, T. Cherrett, K. Ghali, T. Nguyen, T. Bektas, O. Bates, A. Friday, S. Wise, and M. Austwick, "Understanding the impact of ecommerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas: The case of London", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 61, pp. 325-338, 2018.
- [64] M. W. Ulmer and B. W. Thomas, "Same-day delivery with heterogeneous fleets of drones and vehicles", *Networks*, vol. 72, no. 4, pp. 475-505, 2018.
- [65] M. Joerss, J. Schröder, F. Neuhaus, C. Klink, and F. Mann, "Parcel delivery The future of last mile", McKinsey & Company, 2016.
- [66] G. O. Tiniç, O. E. Karasan, B. Y. Kara, J. F. Campbell, and A. Ozel, "Exact solution approaches for the minimum total cost traveling salesman problem with multiple drones", *Transportation Research Part B: Methodological*, vol. 168, pp. 81-123, 2023.
- [67] M. R. Salama and S. Srinivas, "Collaborative truck multi-drone routing and scheduling problem: Package delivery with flexible launch and recovery sites", *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, vol. 164, Art. no. 102788, 2022.
- [68] Q. Luo, G. Wu, A. Trivedi, F. Hong, L. Wang, and D. Srinivasan, "Multi-objective optimization algorithm with adaptive resource allocation for truck-drone collaborative delivery and pick-up services", *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 24, no. 9, pp. 9642-9657, 2023.
- [69] A. Amling and P. J. Daugherty, "Logistics and distribution innovation in China", *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 50, no. 3, pp. 323-332, 2020.
- [70] L. Alfandari, I. Ljubić, and M. D. M. Da Silva, "A tailored Benders decomposition approach for last-mile delivery with autonomous robots", *European Journal of Operational Research*, vol. 299, no. 2, pp. 510-525, 2022.
- [71] Daimler, "Mercedes-Benz Vans invests in Starship Technologies, the world's leading manufacturer of delivery robots", 2017. [Online]. Available: <https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/Mercedes-Benz-Vans-invests-inStarship-Technologies-the-worlds-leading-manufacturer-of-deliveryrobots.xhtml?oid=15274799>. Retrieved: Mar. 11, 2020.
- [72] C. Jee, "The world's first robot delivery service is launching in the UK", 2019. [Online]. Available: <https://www.technologyreview.com/2018/11/01/139250/the-worlds-firstrobot-delivery-service-is-launching-in-the-uk/>. Retrieved: Feb. 7, 2020.
- [73] K. Dalamagkidis, "Definitions and terminology", in *Handbook of Unmanned Aerial Vehicles*, pp. 43-55, Springer Netherlands, 2015.
- [74] S. Poikonen and B. Golden, "Multi-visit drone routing problem", *Computers & Operations Research*, vol. 113, Art. no. 104802, 2020.
- [75] U. Awada, J. Zhang, S. Chen, S. Li, and S. Yang, "EdgeDrones: Co-scheduling of drones for multi-location aerial computing missions", *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 215, Art. no. 103632, 2023.

- [76] Q. M. Ha, Y. Deville, Q. D. Pham, and M. H. Hà, "On the min-cost Traveling Salesman Problem with Drone", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 86, pp. 597-621, 2018.
- [77] A. Mohamed and M. Mohamed, "Unmanned Aerial Vehicles in Last-Mile Parcel Delivery: A State-of-the-Art Review", *Drones*, vol. 9, no. 6, Art. no. 413, 2025.
- [78] F. Borghetti, C. Caballini, A. Carboni, G. Grossato, R. Maja, and B. Barabino, "The use of drones for last-mile delivery: A numerical case study in Milan, Italy", *Sustainability*, vol. 14, no. 3, Art. no. 1766, 2022.
- [79] G. Attenni, V. Arrigoni, N. Bartolini, and G. Maselli, "Drone-based delivery systems: A survey on route planning", *Ieee Access*, vol. 11, pp. 123476-123504, 2023.
- [80] T. Cokyasar, M. Stinson, O. Sahin, N. Prabhakar, and D. Karbowski, "Comparing regional energy consumption for direct drone and truck deliveries", *Transportation Research Record*, vol. 2677, no. 2, pp. 310-327, 2023.
- [81] S. J. McTegg, F. Tarsha Kurdi, S. Simmons, and Z. Gharineiat, "Comparative approach of unmanned aerial vehicle restrictions in controlled airspaces", *Remote Sensing*, vol. 14, no. 4, Art. no. 822, 2022.
- [82] M. Dabić, J. J. Ferreira, J. M. Lopes, and S. Gomes, "Consumer preferences and barriers in the adoption of drone delivery services: A comprehensive analysis", *IEEE transactions on engineering management*, 2024.
- [83] S. Leon, C. Chen, and A. Ratcliffe, "Consumers' perceptions of last mile drone delivery", *International Journal of Logistics Research and Applications*, vol. 26, no. 3, pp. 345-364, 2023.
- [84] M. S. Faughnan et al., "Risk analysis of unmanned aerial vehicle hijacking and methods of its detection", in *2013 IEEE systems and information engineering design symposium*, pp. 145-150, IEEE, Apr. 2013.
- [85] T. Humphreys, "Statement on the vulnerability of civil unmanned aerial vehicles and other systems to civil GPS spoofing", University of Texas at Austin, pp. 1-16, 2012.
- [86] Y. Bash, "Why consumers should trust drone delivery". [Online]. Available: <https://progressivegrocer.com/why-consumers-should-trust-drone-delivery#:~:text=,as%20air%20traffic%20safety%20issues>.
- [87] D. Jahanshahi, B. Van Wee, and O. A. Kharazmi, "Investigating factors affecting bicycle sharing system acceptability in a developing country: The case of Mashhad, Iran", *Case studies on transport policy*, vol. 7, no. 2, pp. 239-249, 2019.
- [88] J. Koiwanit, "Analysis of environmental impacts of drone delivery on an online shopping system", *Advances in Climate Change Research*, vol. 9, no. 3, pp. 201-207, 2018.
- [89] H. Eskandaripour and E. Boldsaikhan, "Last-mile drone delivery: Past, present, and future", *Drones*, vol. 7, no. 2, Art. no. 77, 2023.
- [90] U. Clausen and S. Schaudt, "Delivery robots, a transport innovation for the last mile - Market survey and modelling the logistic system", 9th International Scientific Symposium on Logistics, 2018.

- [91] C. C. Murray and A. G. Chu, "The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, vol. 54, pp. 86-109, 2015.
- [92] I. Panagiotopoulos and G. Dimitrakopoulos, "An empirical investigation on consumers' intentions towards autonomous driving", *Transportation research part C: emerging technologies*, vol. 95, pp. 773-784, 2018.
- [93] L. Kanger, F. W. Geels, B. Sovacool, and J. Schot, "Technological diffusion as a process of societal embedding: Lessons from historical automobile transitions for future electric mobility", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 71, pp. 47-66, 2019.
- [94] R. Kellermann, T. Biehle, and H. Mostofi, "Modelling public attitude towards drone delivery in Germany", *European Transport Research Review*, vol. 15, no. 1, Art. no. 38, 2023.
- [95] S. J. Harshe, G. L. Trostle, and R. Teoh, "Drone medical deliveries in low and moderate income countries: Insights from Vanuatu, Malawi, Rwanda, and Ghana", In: NASA Final Case Study Analysis,, 2023.
- [96] A. Berke et al., "Drone delivery and the value of customer privacy: A discrete choice experiment with U.S. consumers", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2023.
- [97] R. Khan, S. Tausif, and A. Javed Malik, "Consumer acceptance of delivery drones in urban areas", *Int J Consumer Studies*, vol. 43, no. 1, pp. 87-101, 2018.
- [98] H. Eißfeldt and A. End, "Investigating attitudes towards drone delivery", *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, vol. 64, no. 1, pp. 169-73, 2020.
- [99] S. Schmidt and A. Saraceni, "Consumer acceptance of drone-based technology for last mile delivery", *Research in Transportation Economics*, vol. 103, Art. no. 101404, 2024.
- [100] V. Venkatesh and F. D. Davis, "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies", *Management science*, vol. 46, no. 2, pp. 186-204, 2000.
- [101] H. Zhu, "Characterizing rural resident acceptance of drone delivery: A large language model (LLM) empowered approach", Troy, New York, United States: Rensselaer Polytechnic Institute, 2024.
- [102] F. D. Davis, "A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology)", 1985.
- [103] M. Fishbein and I. Ajzen, "Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research", 1977.
- [104] T. Dirsehan and C. Can, "Examination of trust and sustainability concerns in autonomous vehicle adoption", *Technology in Society*, vol. 63, Art. no. 101361, 2020.
- [105] F. D. Davis, "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use and User Acceptance of Information Technology", *MIS quarterly*, 1989.
- [106] V. Venkatesh, M. G. Morris, G. B. Davis, and F. D. Davis, "User acceptance of information technology: Toward a unified view", *MIS quarterly*, pp. 425-478, 2003.
- [107] V. Venkatesh, J. Y. Thong, and X. Xu, "Consumer acceptance and use of information technology: extending the unified theory of acceptance and use of technology", *MIS quarterly*, pp. 157-178, 2012.

[108] J. C. Nunnally and I. H. Bernstein, *Psychometric Theory*, 3rd ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill, 1994.