



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΔΙΠ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΟΣ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
(ISO 22000/HACCP) ΣΕ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ
ΠΑΧΥΝΣΗΣ»

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΡΗΓΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ Α': ΑΓΑΠΙΟΣ ΠΛΑΤΗΣ
ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ Β': ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΤΣΑΡΟΥΧΑΣ

ΕΛΕΥΣΙΝΑ
ΜΑΪΟΣ 2026

Πρόλογος

Η ασφάλεια τροφίμων αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους πυλώνες της σύγχρονης γεωργοκτηνοτροφικής παραγωγής, καθώς συνδέεται άμεσα με την προστασία της δημόσιας υγείας, την ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων και τη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων του πρωτογενούς τομέα. Στο πλαίσιο αυτό, τα πρότυπα διαχείρισης όπως το ISO 22000 διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο, προσφέροντας ένα ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου, παρακολούθησης και συνεχούς βελτίωσης. Η παρούσα εργασία εστιάζει στη μελέτη της εφαρμογής του ISO 22000 σε μια πτηνοτροφική μονάδα, αξιοποιώντας πραγματικά λειτουργικά δεδομένα, στατιστική ανάλυση διεργασιών και την αποτύπωση κρίσιμων σημείων ελέγχου. Στόχος δεν είναι μόνο η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης, αλλά και η ανάδειξη πρακτικών τρόπων βελτιστοποίησης, μέσα από ποσοτικές μετρήσεις και τεχνολογικά εργαλεία. Ελπίζεται ότι τα αποτελέσματα της έρευνας θα αποτελέσουν χρήσιμη συμβολή στη βελτίωση των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων στον πτηνοτροφικό κλάδο.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του/της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση τους συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΔΙΠ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΝΟΣ
ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
(ISO 22000/HACCP) ΣΕ ΠΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ
ΠΑΧΥΝΣΗΣ»**

ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ Δ. ΡΗΓΑΣ

Επιτροπή Κρίσης Διπλωματικής Εργασίας

Α' Αξιολογητής

Δρ. ΑΓΑΠΙΟΣ ΠΛΑΤΗΣ

Καθηγητής τμήματος
Μηχανικών, Οικονομίας & Διοίκησης
Πανεπιστημίου Αιγαίου

Β' Αξιολογητής

Δρ. ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΤΣΑΡΟΥΧΑΣ

Καθηγητής τμήματος Πληροφορικής
με εφαρμογές στη Βιοϊατρική
Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΕΛΕΥΣΙΝΑ
ΜΑΪΟΣ 2026



Στυλιανός Ρήγας

«Ανάλυση και Βελτιστοποίηση ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος
Ασφάλειας Τροφίμων (ISO 22000/HACCP) σε Πτηνοτροφική
Μονάδα Πάχυνσης»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω ένα ειλικρινές «ευχαριστώ» σε ανθρώπους που συνέβαλαν ουσιαστικά σε αυτή την προσπάθεια.

*Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Πρόεδρο του Πτηνοτροφικού Συνεταιρισμού ΠΙΝΔΟΣ, κ. **Ανδρέα Δημητρίου**, καθώς και στον Προϊστάμενο του Τμήματος Ποιότητας του Συνεταιρισμού, κ. **Δημήτρη Φούκα**, για την πολύτιμη συνεργασία και τη στήριξή τους. Η παροχή πραγματικών δεδομένων και μετρήσεων συνέβαλε καθοριστικά ώστε η εργασία αυτή να αποκτήσει ουσιαστικό πρακτικό χαρακτήρα και να βασιστεί σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής.*

*Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τους επιβλέποντες καθηγητές μου, κ. **Αγάπιο Πλατή** και κ. **Παναγιώτη Τσαρούχα**, για την καθοδήγηση, τις εύστοχες παρατηρήσεις και τη στήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Οι συμβουλές και οι επισημάνσεις τους συνέβαλαν ουσιαστικά στη βελτίωση και στην ολοκλήρωσή της.*

*Τέλος, θα ήθελα να αφιερώσω την εργασία αυτή στην οικογένειά μου, τη σύζυγό μου **Νόρα** και τις κόρες μου **Μάρω** και **Εβελίνα**, για την αγάπη, την υπομονή και την αδιάκοπη στήριξή τους σε όλη τη διάρκεια αυτής της διαδρομής. Η παρουσία τους αποτέλεσε για μένα δύναμη και στήριγμα σε κάθε δυσκολία.*

Η εργασία αυτή δεν αποτελεί μόνο το αποτέλεσμα μιας ακαδημαϊκής διαδικασίας, αλλά και μιας συλλογικής προσπάθειας ανθρώπων που πίστεψαν, βοήθησαν και στήριξαν αυτή τη διαδρομή. Για αυτό, τους ευχαριστώ όλους από καρδιάς.

Στυλιανός Δ. Ρήγας

ΕΛΕΥΣΙΝΑ
ΜΑΪΟΣ 2026



Περίληψη

Η παρούσα μελέτη εξετάζει την εφαρμογή του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων ISO 22000 σε πτηνοτροφική μονάδα, με έμφαση στη λειτουργικότητα των κρίσιμων σημείων ελέγχου (CCPs), στη στατιστική παρακολούθηση διεργασιών (SPC) και στη συσχέτιση παραγωγικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων. Μέσω της ανάλυσης πραγματικών δεδομένων από 47 παρτίδες εκτροφής, αξιολογήθηκαν δείκτες όπως ο Δείκτης Μετατρεψιμότητας Τροφής (FCR), το μέσο βάρος σφαγής και η θνησιμότητα, σε συνδυασμό με παραμέτρους μικροκλίματος όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και τα επίπεδα αμμωνίας. Τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι το σύστημα λειτουργεί εντός στατιστικού ελέγχου, χωρίς παρουσία σημείων που να υποδεικνύουν διεργασιακή αστάθεια. Οι αποκλίσεις που καταγράφηκαν ήταν μεμονωμένες και αντιμετωπίστηκαν αποτελεσματικά μέσω τεκμηριωμένων διορθωτικών ενεργειών, ενισχύοντας τη λειτουργική αξιοπιστία του συστήματος ISO 22000.

Η συσχετιστική ανάλυση έδειξε ότι η θνησιμότητα αποτελεί τη σημαντικότερη μεταβλητή που επηρεάζει την παραγωγική απόδοση, ενώ παράμετροι όπως η υγρασία και η θερμοκρασία λειτουργούν ως έμμεσοι παράγοντες που μπορούν να επιβαρύνουν άλλες διεργασίες. Παράλληλα, προτάθηκε η ανάπτυξη ενός σύνθετου δείκτη απόδοσης ασφάλειας τροφίμων (FSPI), ο οποίος μπορεί να ενσωματώνει παραγωγικές, περιβαλλοντικές και διαχειριστικές μεταβλητές, συμβάλλοντας στη συνεχή βελτίωση και στην προληπτική διαχείριση κινδύνων. Τέλος, διατυπώθηκαν προτάσεις για μελλοντική έρευνα, συμπεριλαμβανομένης της συγκριτικής μελέτης μεταξύ μονάδων, της διερεύνησης εποχικότητας και της ενσωμάτωσης τεχνολογιών αιχμής, όπως αισθητήρες IoT και συστήματα big data. Επομένως, η έρευνα αναδεικνύει τη σημασία της πολυπαραμετρικής παρακολούθησης και της τεχνολογικής ενίσχυσης για τη διασφάλιση υψηλού επιπέδου ασφάλειας τροφίμων στη σύγχρονη πτηνοτροφική παραγωγή.

Λέξεις-κλειδιά: Ασφάλεια Τροφίμων, ISO 22000, Στατιστικός Έλεγχος Διεργασιών (SPC), Πτηνοτροφική Παραγωγή, Δείκτες Απόδοσης



ANALYSIS AND OPTIMIZATION OF AN INTEGRATED FOOD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM (ISO 22000/HACCP) IN A POULTRY FATTENING FACILITY

STYLIANOS D. RIGAS

Abstract

The present study examines the application of the ISO 22000 Food Safety Management System in a poultry production unit, with emphasis on the functionality of Critical Control Points (CCPs), Statistical Process Control (SPC), and the relationship between production and environmental parameters. Through the analysis of real data from 47 rearing batches, key indicators were evaluated, including Feed Conversion Ratio (FCR), average slaughter weight, and mortality rate, in combination with microclimatic parameters such as temperature, relative humidity, and ammonia levels.

The results indicate that the system operates under statistical control, with no evidence of process instability. The deviations recorded were isolated and were effectively addressed through documented corrective actions, thereby strengthening the operational reliability of the ISO 22000 system.

The correlation analysis showed that mortality is the most important variable affecting production performance, while parameters such as humidity and temperature appear to act as indirect factors that may aggravate other process conditions. In addition, the study proposes the development of a composite Food Safety Performance Index (FSPI), which may integrate production, environmental, and management variables, contributing to continuous improvement and preventive risk management.

Finally, recommendations for future research are presented, including comparative studies among poultry units, investigation of seasonal effects, and the integration of advanced technologies such as IoT sensors and big data systems. Overall, the study highlights the



Stylios Rigas

«Analysis and Optimization of an Integrated Food Safety
Management System (ISO 22000/HACCP) in a Poultry Fattening
Facility»

importance of multiparametric monitoring and technological enhancement in ensuring a high level of food safety in modern poultry production.

Keywords: Food Safety, ISO 22000, Statistical Process Control (SPC), Poultry Production, Performance Indicators



Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	v
Abstract	vi
Κατάλογος Πινάκων	x
Κατάλογος Διαγραμμάτων	xi
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια	xii
Κεφάλαιο 1^ο. Εισαγωγή.....	1
1.1. Αντικείμενο και σημασία της μελέτης.....	1
1.2. Σκοπός και στόχοι της έρευνας	2
1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις.....	4
1.4. Οριοθέτηση και περιορισμοί της έρευνας.....	6
1.5. Δομή της εργασίας	8
Κεφάλαιο 2ο. Θεωρητικό πλαίσιο – Ασφάλεια τροφίμων και ISO 22000/HACCP	10
2.1. Η έννοια της ασφάλειας τροφίμων και η ανάγκη για ολοκληρωμένα συστήματα.....	10
2.2. Επισκόπηση νομοθετικού πλαισίου (ΕΕ & Ελλάδα – Κανονισμός 852/2004, 853/2004, EFSA, ΕΦΕΤ) 12	
2.3. Ανάλυση HACCP: αρχές, στάδια, κρίσιμα σημεία ελέγχου (CCP), προαπαιτούμενα προγράμματα (PRPs) 16	
2.3.1. Οι επτά αρχές του HACCP.....	16
2.3.2. Στάδια ανάπτυξης ενός συστήματος HACCP	19
2.3.3. Προαπαιτούμενα Προγράμματα (PRPs).....	23
2.4. Το πρότυπο ISO 22000:2018 — δομή, απαιτήσεις, διαχείριση κινδύνων και αλληλεπίδραση με HACCP 25	
2.5. Σύγκριση και συνδυασμός HACCP και ISO 22000.....	28
2.6. Κριτικός σχολιασμός και κενά της υπάρχουσας βιβλιογραφίας	31
Κεφάλαιο 3^ο. Πτηνοτροφικές Μονάδες Και Παραγωγική Διαδικασία Πάχυνσης	34
3.1. Περιγραφή και δομή πτηνοτροφικής μονάδας πάχυνσης.....	34
3.2. Στάδια παραγωγής: υποδοχή νεοσσών, πάχυνση, διατροφή, σφαγή	35
3.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα.....	37
3.4. Παράγοντες περιβάλλοντος: θερμοκρασία, υγρασία, εξαερισμός	39
3.5. Κίνδυνοι για την ασφάλεια τροφίμων στις πτηνοτροφικές μονάδες.....	40
3.6. Προηγούμενες μελέτες εφαρμογής HACCP/ISO 22000 σε πτηνοτροφία	42
Κεφάλαιο 4^ο. Μεθοδολογία Έρευνας	45
4.1. Τύπος έρευνας.....	45



4.2.	Περιγραφή της επιχείρησης.....	46
4.3.	Συλλογή και είδη δεδομένων.....	48
4.4.	Στατιστικό εργαλείο SPSS.....	50
4.5.	Αξιοπιστία και εγκυρότητα δεδομένων.....	51
Κεφάλαιο 5^ο. Ανάλυση και Αποτελέσματα Εφαρμογής ISO 22000/HACCP.....		54
5.1.	Χαρτογράφηση της παραγωγικής διαδικασίας.....	54
5.2.	Αναγνώριση κινδύνων και καθορισμός CCPs.....	55
5.3.	Εφαρμογή ISO 22000 στην πράξη.....	59
5.4.	Ανάλυση δεικτών παραγωγής.....	64
5.5.	Ανάλυση περιβαλλοντικών παραμέτρων.....	67
5.6.	Αξιολόγηση στατιστικού ελέγχου διεργασιών.....	72
5.7.	Συσχετίσεις μεταβλητών.....	76
Κεφάλαιο 6: Συζήτηση Και Προτάσεις Βελτιστοποίησης		85
6.1.	Ερμηνεία αποτελεσμάτων σε σχέση με τη βιβλιογραφία.....	85
6.2.	Εντοπισμός αιτιών αποκλίσεων.....	86
6.3.	Προτεινόμενες διορθωτικές ενέργειες και προγράμματα βελτίωσης.....	88
6.4.	Ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων παρακολούθησης.....	89
6.5.	Ανάπτυξη δείκτη απόδοσης για το σύστημα ασφάλειας τροφίμων.....	91
6.6.	Οικονομική και ποιοτική αποτίμηση της βελτίωσης.....	92
Κεφάλαιο 7: Συμπεράσματα Και Προτάσεις Για Μελλοντική Έρευνα		95
7.1.	Συνοπτική παρουσίαση των ερημάτων.....	95
7.2.	Συμβολή της έρευνας στην πρακτική εφαρμογή ISO 22000/HACCP.....	96
7.3.	Περιορισμοί της μελέτης.....	97
7.4.	Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα.....	98
Βιβλιογραφία.....		



Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 2.1	Κύριες αρμοδιότητες του Ενιαίου Φορέα Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ).....	15
Πίνακας 2.2	Σύνοψη των επτά αρχών του συστήματος HACCP.....	19
Πίνακας 2.3	Στάδια ανάπτυξης ενός συστήματος HACCP.....	22
Πίνακας 2.4	Δομή και βασικές απαιτήσεις του προτύπου ISO 22000:2018.....	26
Πίνακας 5.1	Σύνοψη Κινδύνων – PRPs – OPRPs – CCPs στη Μονάδα Πάχυνσης ΠΙΝΔΟΣ ...	58
Πίνακας 5.2	Περιγραφική Στατιστική βασικών ISO–HACCP παραμέτρων.....	60
Πίνακας 5.3	Κύρια Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (CCPs) και Καταγραφόμενα Στοιχεία.....	63
Πίνακας 5.4	Περιγραφική στατιστική δεικτών παραγωγής (N = 47).....	65
Πίνακας 5.5	Περιγραφική στατιστική περιβαλλοντικών παραμέτρων (N = 47).....	68
Πίνακας 5.6	Έλεγχος Κανονικότητας.....	76
Πίνακας 5.7	Συντελεστές συσχέτισης (Spearman).....	77
Πίνακας 5.8	Model Summary.....	79
Πίνακας 5.9	Ανομα.....	80
Πίνακας 5.10	Coefficients.....	80
Πίνακας 5.11	Περιγραφικά στατιστικά για τις μεταβλητές θνησιμότητας, μέσου τελικού βάρους και δείκτη FCR, ανάλογα με την υγειονομική κατάσταση των εκτροφών.....	83
Πίνακας 5.12	Σύγκριση μέσων όρων (t-test).....	84



Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 5.1 FCR ανά Παρτίδα.....	60
Διάγραμμα 5.2 Box Plot δεδομένων Δείκτη FCR.....	61
Διάγραμμα 5.3 Box Plot δεδομένων Ποσοστού Θνησιμότητας.....	61
Διάγραμμα 5.4 Box Plot δεδομένων Μέσου Τελικού Βάρους.....	62
Διάγραμμα 5.5 Θνησιμότητα ανά Παρτίδα.....	65
Διάγραμμα 5.6 Μέσο Βάρος Σφαγής ανά Παρτίδα.....	66
Διάγραμμα 5.7 Box Plot δεδομένων Σχετικής Υγρασίας.....	68
Διάγραμμα 5.8 Box Plot δεδομένων Ποιότητας Αέρα (NH ₃).....	69
Διάγραμμα 5.9 Σχετική Υγρασία ανά Παρτίδα.....	70
Διάγραμμα 5.10 Επίπεδα Αμμωνίας (NH ₃) ανά Παρτίδα.....	71
Διάγραμμα 5.11 Θερμοκρασία Περιβάλλοντος ανά Παρτίδα.....	71
Διάγραμμα 5.12 SPC – Σχετική Υγρασία.....	72
Διάγραμμα 5.13 SPC – Αμμωνία NH ₃	73
Διάγραμμα 5.14 SPC – Θερμοκρασία Νερού.....	74
Διάγραμμα 5.15 Θερμοκρασία vs FCR.....	77
Διάγραμμα 5.16 Υγρασία vs Θνησιμότητα.....	78
Διάγραμμα 5.17 Partial Regression Plot Ποσοστό Θνησιμότητας - Βάρος σφαγής.....	81
Διάγραμμα 5.18 Partial Regression Plot Ποσοστό Θνησιμότητας - Σχετική υγρασία.....	81
Διάγραμμα 5.19 Partial Regression Plot Ποσοστό Θνησιμότητας - Δείκτης FCR.....	82



Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

Συντομογραφία	Επεξήγηση
Α.Π.Σ.Ι.	Αγροτικός Πτηνοτροφικός Συνεταιρισμός Ιωαννίνων
ΔΙΠ	Διαχείριση και Τεχνολογία Ποιότητας
ΕΑΠ	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
ΕΕ	Ευρωπαϊκή Ένωση
ΕΚ	Ευρωπαϊκή Κοινότητα
ΕΦΕΤ	Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων
ΦΕΚ	Φύλλο Εφημερίδας της Κυβερνήσεως
AI	Artificial Intelligence
BRC	British Retail Consortium
CCP	Critical Control Point
EFSA	European Food Safety Authority
FAO	Food and Agriculture Organization
FCR	Feed Conversion Ratio
FSMS	Food Safety Management System
FSPI	Food Safety Performance Index
GHP	Good Hygiene Practices
GMP	Good Manufacturing Practices
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
HARPC	Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls
HLS	High Level Structure
IFS	International Featured Standards
IoT	Internet of Things
ISO	International Organization for Standardization
OPRP	Operational Prerequisite Program
PDCA	Plan – Do – Check – Act
PRP	Prerequisite Program
RASFF	Rapid Alert System for Food and Feed
SPC	Statistical Process Control
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
UCL	Upper Control Limit
WHO	World Health Organization



Κεφάλαιο 1^ο. Εισαγωγή

1.1. Αντικείμενο και σημασία της μελέτης

Το αντικείμενο της παρούσας μελέτης επικεντρώνεται στην ανάλυση, αξιολόγηση και βελτιστοποίηση ενός ολοκληρωμένου συστήματος ασφάλειας τροφίμων, το οποίο εφαρμόζεται σε πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης (Abbasi et al., 2024). Ειδικότερα, η έρευνα εστιάζει στη διερεύνηση της λειτουργικότητας και της αποτελεσματικότητας του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων σύμφωνα με τα πρότυπα ISO 22000:2018 και HACCP, μέσα από τη μελέτη πραγματικών λειτουργικών δεδομένων που αφορούν τη διαδικασία εκτροφής και πάχυνσης των πτηνών. Το ενδιαφέρον της μελέτης έγκειται στη σύνδεση της θεωρητικής προσέγγισης των διεθνών προτύπων με τα πρακτικά δεδομένα της καθημερινής παραγωγικής δραστηριότητας, αναδεικνύοντας τον τρόπο με τον οποίο η εφαρμογή και η συνεχής παρακολούθηση ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζει τη συνολική αποδοτικότητα και ασφάλεια της παραγωγής (Vergis et al., 2025).

Η σημασία της έρευνας προκύπτει από το γεγονός ότι ο τομέας της πτηνοτροφίας αποτελεί έναν από τους πιο δυναμικά αναπτυσσόμενους κλάδους της ελληνικής αγροδιατροφικής οικονομίας, με ιδιαίτερη συμβολή στην κάλυψη των διατροφικών αναγκών και στη στήριξη της εγχώριας παραγωγής (Klonaris, 2021). Ωστόσο, η φύση της παραγωγής αυτής εμπεριέχει πολυάριθμους κινδύνους—μικροβιολογικούς, χημικούς και φυσικούς—οι οποίοι δύνανται να επηρεάσουν αρνητικά την ασφάλεια και την ποιότητα των προϊόντων, αλλά και τη φήμη της επιχείρησης. Σε αυτό το πλαίσιο, η ανάπτυξη και η εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων δεν αποτελούν πλέον απλώς νομοθετική απαίτηση, αλλά κρίσιμο παράγοντα στρατηγικής ανταγωνιστικότητας και εταιρικής βιωσιμότητας (Lebelo et al., 2021).

Επιπλέον, η παρούσα μελέτη αποκτά ιδιαίτερη αξία καθώς συνδυάζει την προσέγγιση της διαχείρισης ποιότητας με τη στατιστική ανάλυση διεργασιών (Statistical Process Control). Μέσω αυτής της προσέγγισης, παρέχεται μια πιο εμπεριστατωμένη και ποσοτικά τεκμηριωμένη εικόνα της παραγωγικής διαδικασίας, επιτρέποντας την έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων και τη διαμόρφωση τεκμηριωμένων διορθωτικών ενεργειών (Dutta et al., 2021). Η σύνδεση των πραγματικών δεδομένων (όπως δείκτης FCR, βάρος σφαγής, θνησιμότητα,



θερμοκρασία και υγρασία) με την εφαρμογή των προτύπων ISO 22000/HACCP συμβάλλει ουσιαστικά στην πρακτική κατανόηση των κρίσιμων παραμέτρων που καθορίζουν την ποιότητα και ασφάλεια της εκτροφής (Ibrahim et al., 2023).

Από επιστημονικής πλευράς, η εργασία φιλοδοξεί να ενισχύσει τη γνώση γύρω από τη συστημική διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων στην πτηνοτροφία, αναδεικνύοντας τις δυνατότητες βελτίωσης μέσω μεθόδων ποιοτικού ελέγχου και συνεχούς ανατροφοδότησης. Παράλληλα, η μελέτη διαθέτει και εφαρμοσμένη αξία, καθώς τα συμπεράσματά της μπορούν να αποτελέσουν οδηγό για την αναθεώρηση ή αναβάθμιση συστημάτων ασφάλειας σε άλλες πτηνοτροφικές μονάδες ή σε συναφείς κλάδους ζωικής παραγωγής. Η πρακτική διάσταση της έρευνας —με επίκεντρο πραγματική μονάδα παραγωγής— συμβάλλει στην αξιοπιστία των ευρημάτων και ενισχύει τη δυνατότητα γενίκευσής τους σε ευρύτερο βιομηχανικό πλαίσιο (George & George, 2023).

Το αντικείμενο της μελέτης συνδυάζει την επιστημονική τεκμηρίωση με την παραγωγική πράξη, υπηρετώντας τον στόχο της ενίσχυσης της ασφάλειας, της αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας στον κλάδο των τροφίμων. Η εστίαση στη συνεχή βελτίωση, στη μείωση των αποκλίσεων και στην ποιοτική αναβάθμιση της παραγωγής καθιστά την έρευνα αυτή ουσιαστική όχι μόνο για την πτηνοτροφική βιομηχανία, αλλά και για τη γενικότερη προώθηση μιας κουλτούρας ασφάλειας και ποιότητας στον ελληνικό αγροδιατροφικό τομέα (Adams et al., 2021).

1.2. Σκοπός και στόχοι της έρευνας

Η ασφάλεια των τροφίμων αποτελεί έναν από τους πλέον κρίσιμους παράγοντες για τη δημόσια υγεία, την προστασία του καταναλωτή και τη βιωσιμότητα των επιχειρήσεων τροφίμων. Στο πλαίσιο αυτό, η εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων, όπως τα πρότυπα ISO 22000 και οι αρχές του HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), καθίσταται απαραίτητη προϋπόθεση για τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία και τη διασφάλιση της ποιότητας σε όλη την αλυσίδα παραγωγής. Ιδιαίτερα στον τομέα της πτηνοτροφίας, όπου η παραγωγική διαδικασία περιλαμβάνει πολλαπλά στάδια με σημαντικές βιολογικές και περιβαλλοντικές μεταβλητές, η συστηματική εφαρμογή και



συνεχής βελτίωση των προτύπων αυτών αποκτά ιδιαίτερη σημασία (Motarjemi & Warren, 2023).

Ο κύριος σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η **ανάλυση και βελτιστοποίηση ενός ολοκληρωμένου Συστήματος Ασφάλειας Τροφίμων (ISO 22000/HACCP) σε πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης**, μέσα από την αξιοποίηση πραγματικών δεδομένων και τη χρήση στατιστικών εργαλείων ελέγχου διεργασιών (Statistical Process Control – SPC) (Paparella et al., 2022). Η μελέτη εστιάζει στη συλλογή και ανάλυση κρίσιμων δεικτών απόδοσης της μονάδας, όπως ο δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής (Feed Conversion Ratio – FCR), το μέσο βάρος σφαγής, η θνησιμότητα, η θερμοκρασία και η υγρασία του θαλάμου εκτροφής. Στόχος είναι να εντοπιστούν τυχόν αποκλίσεις ή μη συμμορφώσεις, να αναλυθούν οι αιτίες που τις προκαλούν και να προταθούν τεκμηριωμένα μέτρα βελτίωσης, σύμφωνα με τις αρχές της συνεχούς ανατροφοδότησης και της ορθής πρακτικής παραγωγής (Quintana-Ospina et al., 2023).

Ειδικότερα, η έρευνα αποσκοπεί:

1. **Στην αξιολόγηση της υφιστάμενης εφαρμογής του Συστήματος ISO 22000/HACCP** στη συγκεκριμένη πτηνοτροφική μονάδα, με στόχο τον εντοπισμό δυνατών και αδύνατων σημείων στη διαδικασία παραγωγής.
2. **Στην ανάλυση παραγωγικών και περιβαλλοντικών δεδομένων** με τη χρήση εργαλείων SPC, ώστε να αποτυπωθεί η σταθερότητα και η ικανότητα των διεργασιών που επηρεάζουν την ασφάλεια και την ποιότητα του τελικού προϊόντος.
3. **Στον προσδιορισμό κρίσιμων παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοση και την ασφάλεια** (π.χ. συνθήκες θερμοκρασίας – υγρασίας, διατροφή, βιοασφάλεια).
4. **Στην ανάπτυξη προτάσεων βελτιστοποίησης** για το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων, προσαρμοσμένων στις ιδιαιτερότητες της πτηνοτροφικής εκτροφής και στις απαιτήσεις του ISO 22000:2018.
5. **Στη δημιουργία ενός πρακτικού οδηγού εφαρμογής και αξιολόγησης** για πτηνοτροφικές μονάδες, που μπορεί να αξιοποιηθεί από επαγγελματίες του κλάδου, τεχνολόγους τροφίμων και στελέχη διασφάλισης ποιότητας.

Με την ολοκλήρωση της μελέτης, αναμένεται να αναδειχθεί η προστιθέμενη αξία της ορθής και τεκμηριωμένης εφαρμογής των συστημάτων ISO 22000 και HACCP, όχι μόνο για τη



διασφάλιση της συμμόρφωσης και της ασφάλειας των προϊόντων, αλλά και για τη βελτίωση της παραγωγικής αποδοτικότητας και της βιωσιμότητας των πτηνοτροφικών επιχειρήσεων (Zarid, 2025). Η σύνδεση των θεωρητικών προτύπων με την πρακτική λειτουργία μιας πραγματικής μονάδας (στην προκειμένη περίπτωση, της «Πίνδος Α.Π.Σ.Ι.») φιλοδοξεί να συμβάλει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ θεωρίας και πράξης, παρέχοντας επιστημονικά τεκμηριωμένες αλλά και εφαρμόσιμες προτάσεις (Bonos et al., 2022).

1.3. Ερευνητικά ερωτήματα και υποθέσεις

Η διασφάλιση της ασφάλειας τροφίμων σε πτηνοτροφικές μονάδες αποτελεί μια πολυδιάστατη διαδικασία που συνδυάζει βιολογικές, τεχνολογικές, περιβαλλοντικές και διαχειριστικές παραμέτρους. Παρά τη θεωρητική πληρότητα των προτύπων ISO 22000 και HACCP, η αποτελεσματική τους εφαρμογή εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συνεχή παρακολούθηση των κρίσιμων διεργασιών και την ικανότητα των επιχειρήσεων να εντοπίζουν έγκαιρα πιθανές αποκλίσεις. Στο πλαίσιο αυτό, η παρούσα έρευνα στοχεύει να απαντήσει σε μια σειρά **ερευνητικών ερωτημάτων**, τα οποία αποτυπώνουν τις προκλήσεις και τις δυνατότητες βελτίωσης που σχετίζονται με την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου συστήματος ασφάλειας τροφίμων σε πραγματικές συνθήκες πτηνοτροφικής παραγωγής (Wu et al., 2025).

Το πρώτο κεντρικό ερευνητικό ερώτημα αφορά το **βαθμό στον οποίο το υφιστάμενο σύστημα ISO 22000/HACCP συμβάλλει στην αποτελεσματική διαχείριση των κινδύνων ασφάλειας τροφίμων** σε μια πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης. Εξετάζεται κατά πόσο το σύστημα αυτό εφαρμόζεται ορθά σε όλα τα στάδια της παραγωγής και εάν οι διαδικασίες που προβλέπει ανταποκρίνονται στις πραγματικές ανάγκες του παραγωγικού περιβάλλοντος (Nguyen & Li, 2022).

Ένα δεύτερο ερευνητικό ερώτημα εστιάζει στη **σχέση μεταξύ περιβαλλοντικών και παραγωγικών παραμέτρων**, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία του θαλάμου εκτροφής, με κρίσιμους δείκτες απόδοσης όπως ο δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής (FCR), το μέσο βάρος σφαγής και το ποσοστό θνησιμότητας. Η διερεύνηση αυτής της σχέσης στοχεύει να αποκαλύψει εάν και σε ποιο βαθμό οι μεταβολές στις συνθήκες εκτροφής επηρεάζουν την αποδοτικότητα της παραγωγής και, κατ' επέκταση, τη σταθερότητα του συστήματος ασφάλειας τροφίμων (Quintana-Ospina et al., 2023).



Ένα τρίτο ερώτημα αφορά την **ικανότητα των εργαλείων Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών (SPC)** να εντοπίζουν έγκαιρα αποκλίσεις ή τάσεις που ενδέχεται να οδηγήσουν σε μη συμμορφώσεις. Εξετάζεται εάν η ενσωμάτωση των εργαλείων αυτών στο πλαίσιο του ISO 22000 μπορεί να προσφέρει ένα πιο δυναμικό και προληπτικό σύστημα ελέγχου, ενισχύοντας τη λήψη αποφάσεων και τη συνεχή βελτίωση (Alrae, 2023).

Επιπλέον, τίθεται το ερώτημα εάν **η ανάλυση των πραγματικών δεδομένων παραγωγής μπορεί να οδηγήσει στη διαμόρφωση συγκεκριμένων προτάσεων βελτιστοποίησης** του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων. Με άλλα λόγια, εξετάζεται αν οι αποκλίσεις που παρατηρούνται στα δεδομένα μπορούν να ερμηνευθούν με τρόπο που να προσφέρει πρακτικές και εφαρμόσιμες λύσεις για τη βελτίωση της διαδικασίας (Chen et al., 2020).

Με βάση τα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα, διαμορφώνονται οι εξής **ερευνητικές υποθέσεις** που θα ελεγχθούν μέσω της ανάλυσης των δεδομένων:

- **Υπόθεση 1:** Η σωστά τεκμηριωμένη εφαρμογή του ISO 22000/HACCP συμβάλλει στη σταθερότητα των παραγωγικών διαδικασιών και στη μείωση των αποκλίσεων από τα κρίσιμα όρια ελέγχου (Nguyen & Li, 2022).
- **Υπόθεση 2:** Υφίσταται στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ των περιβαλλοντικών παραμέτρων (θερμοκρασία, υγρασία) και των δεικτών απόδοσης της παραγωγής (FCR, βάρος σφαγής, θνησιμότητα) (Quintana-Ospina et al., 2023).
- **Υπόθεση 3:** Η χρήση εργαλείων SPC βελτιώνει τη δυνατότητα πρόβλεψης και πρόληψης αποκλίσεων σε κρίσιμα σημεία της παραγωγής, ενισχύοντας τη συνολική αποτελεσματικότητα του συστήματος ασφάλειας τροφίμων (Alrae, 2023).
- **Υπόθεση 4:** Η ανάλυση πραγματικών δεδομένων μπορεί να αποτελέσει εργαλείο λήψης αποφάσεων για τη βελτίωση των διαδικασιών ποιότητας και της συμμόρφωσης με τα πρότυπα ISO 22000 και HACCP (Chen et al., 2020).

Η απάντηση στα παραπάνω ερευνητικά ερωτήματα και η αξιολόγηση των υποθέσεων θα επιτρέψουν τη βαθύτερη κατανόηση των παραγόντων που καθορίζουν την επιτυχία ή τις αδυναμίες ενός Συστήματος Ασφάλειας Τροφίμων στην πτηνοτροφία, συμβάλλοντας έτσι τόσο στη θεωρητική γνώση όσο και στη βελτίωση της πρακτικής εφαρμογής του.



1.4. Οριοθέτηση και περιορισμοί της έρευνας

Κάθε επιστημονική έρευνα απαιτεί σαφή προσδιορισμό του πεδίου και των ορίων της, ώστε τα συμπεράσματά της να είναι ερμηνεύσιμα, αξιόπιστα και συγκρίσιμα. Η παρούσα μελέτη επικεντρώνεται αποκλειστικά στην ανάλυση και βελτιστοποίηση του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων που εφαρμόζεται σε μία συγκεκριμένη πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης, και συνεπώς τα αποτελέσματα ερμηνεύονται μέσα στο πλαίσιο των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της συγκεκριμένης παραγωγικής δομής. Η επιλογή της συγκεκριμένης μονάδας έγινε με γνώμονα την αντιπροσωπευτικότητά της ως προς τις συνθήκες εκτροφής και το επίπεδο οργάνωσης που επικρατεί στον ελληνικό πτηνοτροφικό κλάδο, χωρίς ωστόσο να επιδιώκεται η πλήρης γενίκευση των αποτελεσμάτων σε ολόκληρο τον τομέα (Pitesky et al., 2020).

Η οριοθέτηση της έρευνας αφορά, καταρχάς, τη χρονική περίοδο συλλογής των δεδομένων, η οποία καλύπτει ένα συγκεκριμένο παραγωγικό κύκλο πάχυνσης. Παρότι η περίοδος αυτή θεωρείται επαρκής για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με τη λειτουργία του συστήματος και τη συμπεριφορά των κρίσιμων παραμέτρων (όπως FCR, βάρος σφαγής, θνησιμότητα, θερμοκρασία, υγρασία), δεν αποτυπώνει ενδεχόμενες εποχιακές ή μακροχρόνιες διακυμάνσεις. Επομένως, τα συμπεράσματα αντανακλούν κυρίως τη συγκεκριμένη χρονική συγκυρία και τις τότε συνθήκες παραγωγής (Kumar et al., 2023).

Ένας δεύτερος περιορισμός αφορά το μέγεθος και το είδος του δείγματος δεδομένων. Η μελέτη βασίζεται σε πραγματικά λειτουργικά στοιχεία της μονάδας, τα οποία αν και αξιόπιστα, ενδέχεται να επηρεάζονται από εξωτερικούς ή ανεξέλεγκτους παράγοντες, όπως μικρές διαφοροποιήσεις στην ποιότητα των ζωοτροφών, στις καιρικές συνθήκες ή στη συμπεριφορά του ζωικού πληθυσμού. Επιπλέον, η έρευνα επικεντρώνεται στην παραγωγική φάση της πάχυνσης και δεν περιλαμβάνει τα προηγούμενα στάδια της αλυσίδας, όπως την εκκόλαψη ή τη σφαγή, τα οποία επίσης αποτελούν κρίσιμα σημεία για την ασφάλεια των τροφίμων (Arnold et al., 2022).

Σημαντική οριοθέτηση αποτελεί επίσης η μεθοδολογική επιλογή. Η μελέτη υιοθετεί κυρίως ποσοτική προσέγγιση μέσω στατιστικού ελέγχου διεργασιών (SPC), γεγονός που προσφέρει μετρήσιμα και αντικειμενικά αποτελέσματα, αλλά περιορίζει τη δυνατότητα διερεύνησης ποιοτικών παραγόντων όπως η ανθρώπινη συμπεριφορά, η εκπαίδευση του προσωπικού ή η οργανωσιακή κουλτούρα σε θέματα ασφάλειας. Αν και οι παράγοντες αυτοί ενδέχεται να



επηρεάζουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα του συστήματος, δεν αποτελούν αντικείμενο της παρούσας ανάλυσης (Kanan et al., 2023).

Ένας επιπλέον περιορισμός αφορά τη διαθεσιμότητα και πληρότητα των δεδομένων, καθώς η πρόσβαση σε εσωτερικές πληροφορίες της μονάδας εξαρτάται από ζητήματα εμπιστευτικότητας και πολιτικής προστασίας δεδομένων. Για τον λόγο αυτό, η επεξεργασία των στοιχείων πραγματοποιήθηκε με τρόπο που διασφαλίζει την ανωνυμία της επιχείρησης και των εργαζομένων, ενώ παράλληλα τηρείται η επιστημονική δεοντολογία (Pitesky et al., 2020).

Τέλος, η έρευνα οριοθετείται γεωγραφικά και θεματικά. Επικεντρώνεται στην ελληνική πραγματικότητα και στις συνθήκες παραγωγής μιας συγκεκριμένης περιφέρειας, οι οποίες μπορεί να διαφέρουν σημαντικά από αντίστοιχες πρακτικές άλλων χωρών ή κλιματικών ζωνών (Kanan et al., 2023). Συνεπώς, τα αποτελέσματα θα πρέπει να ερμηνεύονται λαμβάνοντας υπόψη το τοπικό πλαίσιο λειτουργίας της μονάδας και τις ιδιαίτερες απαιτήσεις του ελληνικού κανονιστικού και περιβαλλοντικού πλαισίου (Arndt et al., 2022).

Επομένως, παρά τους παραπάνω περιορισμούς, η μελέτη επιχειρεί να προσφέρει τεκμηριωμένα και πρακτικά εφαρμόσιμα συμπεράσματα, αξιοποιώντας την ανάλυση πραγματικών δεδομένων και τα εργαλεία του ISO 22000/HACCP ως πλαίσιο αναφοράς. Η σαφής οριοθέτηση του πεδίου εξασφαλίζει την εγκυρότητα της έρευνας και καθιστά τα αποτελέσματά της ουσιαστικά για την κατανόηση και τη βελτίωση των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων στον κλάδο της πτηνοτροφίας (Kumar et al., 2023).

Η μελέτη εστιάζει κυρίως στο επίπεδο της πτηνοτροφικής εκτροφής και της λειτουργίας του θαλάμου πάχυνσης, όπου οι καθημερινές συνθήκες παραγωγής επηρεάζουν άμεσα την απόδοση, τη βιοασφάλεια και τη σταθερότητα της διαδικασίας. Η ύπαρξη ενός οργανωμένου συστήματος διαχείρισης ποιότητας σε κεντρικό επίπεδο, δε συνεπάγεται απαραίτητα ότι κάθε επιμέρους παραγωγική μονάδα διαθέτει τον ίδιο βαθμό συστηματικής παρακολούθησης κι αξιοποίησης παραγωγικών δεδομένων.



1.5. Δομή της εργασίας

Η παρούσα διπλωματική εργασία είναι οργανωμένη με τρόπο που να διευκολύνει τη συστηματική παρουσίαση της θεωρητικής βάσης, της μεθοδολογικής προσέγγισης και των εμπειρικών αποτελεσμάτων της έρευνας. Η δομή της έχει σχεδιαστεί ώστε να ακολουθεί μια λογική και εξελικτική ακολουθία, από τη γενική θεμελίωση του αντικειμένου έως την εξαγωγή συγκεκριμένων συμπερασμάτων και προτάσεων βελτίωσης. Κάθε κεφάλαιο επιτελεί έναν σαφή σκοπό και συνδέεται οργανικά με τα επόμενα, συμβάλλοντας στη συνοχή και πληρότητα του επιστημονικού έργου.

Το Πρώτο Κεφάλαιο (Εισαγωγή) παρουσιάζει το γενικό πλαίσιο της έρευνας και καθορίζει τη θεωρητική και πρακτική της αφετηρία. Εδώ προσδιορίζονται ο σκοπός, οι στόχοι και τα ερευνητικά ερωτήματα, καθώς και οι οριοθετήσεις και περιορισμοί της μελέτης. Επιπλέον, εξηγείται η συνολική αρχιτεκτονική της εργασίας, ώστε ο αναγνώστης να κατανοήσει τη λογική αλληλουχία των κεφαλαίων που ακολουθούν.

Το Δεύτερο Κεφάλαιο συγκροτεί το θεωρητικό και βιβλιογραφικό υπόβαθρο της έρευνας. Εξετάζει τη σημασία της ασφάλειας τροφίμων σε ευρωπαϊκό και διεθνές επίπεδο, παρουσιάζοντας το νομοθετικό πλαίσιο και τα διεθνή πρότυπα που τη διέπουν. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στο σύστημα HACCP και στο πρότυπο ISO 22000:2018, αναλύοντας τη δομή, τις απαιτήσεις και τη μεταξύ τους συσχέτιση. Το κεφάλαιο ολοκληρώνεται με αναφορά στις εφαρμογές αυτών των συστημάτων στη βιομηχανία ζωικών προϊόντων, προκειμένου να αναδειχθούν οι προκλήσεις και οι καλές πρακτικές του κλάδου.

Το Τρίτο Κεφάλαιο εισάγει τον αναγνώστη στο παραγωγικό και λειτουργικό πλαίσιο της πτηνοτροφικής μονάδας πάχυνσης που αποτέλεσε το πεδίο μελέτης. Περιγράφεται η διαδικασία παραγωγής, οι επιμέρους φάσεις εκτροφής, τα κύρια σημεία ελέγχου και οι κρίσιμοι παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση και την ασφάλεια των προϊόντων. Η ενότητα αυτή λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ θεωρίας και πράξης, προετοιμάζοντας το έδαφος για την ανάλυση των πραγματικών δεδομένων.

Το Τέταρτο Κεφάλαιο επικεντρώνεται στη μεθοδολογία της έρευνας. Εδώ παρουσιάζονται ο σχεδιασμός της μελέτης, οι πηγές δεδομένων, τα εργαλεία συλλογής και επεξεργασίας πληροφοριών, καθώς και οι στατιστικές τεχνικές που χρησιμοποιήθηκαν. Περιγράφεται επίσης η επιλογή των δεικτών απόδοσης (FCR, βάρος σφαγής, θνησιμότητα, θερμοκρασία, υγρασία)



και αιτιολογείται η επιλογή της στατιστικής μεθόδου ελέγχου διεργασιών (SPC) για την αξιολόγηση της σταθερότητας και ικανότητας των παραγωγικών διαδικασιών.

Το Πέμπτο Κεφάλαιο παρουσιάζει τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Περιλαμβάνει την επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων, την αποτύπωση των αποκλίσεων και των κρίσιμων σημείων, καθώς και τη συσχέτιση των μεταβλητών. Μέσω γραφημάτων και πινάκων, αναδεικνύονται οι τάσεις που επηρεάζουν την απόδοση της μονάδας και αξιολογείται η αποτελεσματικότητα του συστήματος ISO 22000/HACCP στην πράξη.

Το Έκτο Κεφάλαιο περιλαμβάνει τη συζήτηση των αποτελεσμάτων και τις προτάσεις βελτιστοποίησης. Τα ευρήματα συσχετίζονται με τη διεθνή βιβλιογραφία και τις βέλτιστες πρακτικές, ενώ διατυπώνονται συγκεκριμένες προτάσεις για την ενίσχυση της αποδοτικότητας και της συμμόρφωσης του συστήματος. Η ενότητα αυτή συνδέει την ανάλυση με την πρακτική διάσταση της πτηνοτροφικής παραγωγής.

Τέλος, το Έβδομο Κεφάλαιο περιλαμβάνει τα συμπεράσματα και τις προτάσεις για μελλοντική έρευνα. Παρουσιάζονται συνοπτικά τα βασικά αποτελέσματα, επισημαίνονται οι επιστημονικές και πρακτικές συνεισφορές της μελέτης και προτείνονται πεδία για περαιτέρω διερεύνηση, όπως η ενσωμάτωση τεχνολογιών αυτοματισμού, τεχνητής νοημοσύνης ή IoT στην παρακολούθηση της ασφάλειας τροφίμων. Η διάρθρωση αυτή επιτρέπει την ομαλή ροή από τη θεωρία προς την εφαρμογή και την τελική ερμηνεία, προσφέροντας μια ολιστική και τεκμηριωμένη παρουσίαση της λειτουργίας και της βελτιστοποίησης του Συστήματος Ασφάλειας Τροφίμων σε πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης.



Κεφάλαιο 2^ο. Θεωρητικό πλαίσιο – Ασφάλεια τροφίμων και ISO 22000/HACCP

2.1. Η έννοια της ασφάλειας τροφίμων και η ανάγκη για ολοκληρωμένα συστήματα

Η ασφάλεια των τροφίμων αποτελεί έναν από τους θεμελιώδεις πυλώνες της δημόσιας υγείας και της κοινωνικής ευημερίας, καθώς συνδέεται άμεσα με την ποιότητα ζωής, την οικονομική ανάπτυξη και την εμπιστοσύνη των καταναλωτών προς την αγροδιατροφική αλυσίδα. Ο όρος «ασφάλεια τροφίμων» (food safety) αναφέρεται στο σύνολο των πρακτικών, διαδικασιών και πολιτικών που αποσκοπούν στην πρόληψη, στον έλεγχο και στη μείωση των κινδύνων που μπορούν να προκύψουν από τη βιολογική, χημική ή φυσική μόλυνση των τροφίμων (Vargas-Canales, 2024). Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (WHO) (2022), η ασφάλεια των τροφίμων ορίζεται ως η εξασφάλιση ότι το τρόφιμο, όταν καταναλωθεί όπως προβλέπεται, δεν θα προκαλέσει βλάβη στην υγεία του καταναλωτή. Πρόκειται επομένως για μια δυναμική και συνεχώς εξελισσόμενη διαδικασία, η οποία απαιτεί ολιστική προσέγγιση και διαρκή έλεγχο σε όλα τα στάδια της παραγωγής και διακίνησης.

Η σημασία της ασφάλειας τροφίμων έχει αυξηθεί δραματικά τις τελευταίες δεκαετίες, εξαιτίας της παγκοσμιοποίησης του εμπορίου, της εκβιομηχάνισης της παραγωγής και της αυξανόμενης πολυπλοκότητας των εφοδιαστικών αλυσίδων. Τα τρόφιμα πλέον διέρχονται από πολλαπλά στάδια επεξεργασίας, μεταφοράς και αποθήκευσης πριν φθάσουν στον τελικό καταναλωτή, γεγονός που πολλαπλασιάζει τις πιθανότητες επιμόλυνσης ή αλλοίωσης (Sukanya, 2024). Παράλληλα, περιστατικά διατροφικών κρίσεων όπως η «νόσος των τρελών αγελάδων» (mad cow disease), η παρουσία διοξινών ή σαλμονέλας σε ζωικά προϊόντα, ανέδειξαν τη βαθιά ανάγκη για συστηματική και τεκμηριωμένη προσέγγιση στη διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων. Αυτά τα γεγονότα ενίσχυσαν τη νομοθετική και επιστημονική απαίτηση για την καθιέρωση ελέγχων που να βασίζονται στην πρόληψη και όχι απλώς στην αντιμετώπιση προβλημάτων εκ των υστέρων (Crippa, 2023).

Η έννοια της ασφάλειας τροφίμων δεν περιορίζεται στη μικροβιολογική ασφάλεια, αλλά επεκτείνεται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο διαχείρισης κινδύνων που περιλαμβάνει χημικές ουσίες (π.χ. υπολείμματα φυτοφαρμάκων, βαρέα μέταλλα), φυσικούς παράγοντες (π.χ. ξένα σώματα),



καθώς και αλλεργιογόνες ουσίες ή μη ασφαλείς τεχνολογίες επεξεργασίας (Schlundt et al., 2020). Σε αυτό το πολυδιάστατο περιβάλλον, η εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων ασφάλειας τροφίμων καθίσταται επιτακτική, καθώς προσφέρουν ένα ενιαίο και συνεκτικό πλαίσιο για την ανίχνευση, αξιολόγηση και έλεγχο των πιθανών κινδύνων σε όλα τα στάδια της αλυσίδας παραγωγής (Mu et al., 2024).

Η ανάγκη για ολοκληρωμένα συστήματα προκύπτει από την αδυναμία των παραδοσιακών μορφών ποιοτικού ελέγχου να διασφαλίσουν επαρκώς την ασφάλεια των προϊόντων (Wang et al., 2023). Οι παλαιότερες μέθοδοι βασίζονταν κυρίως σε τελικούς ελέγχους —δηλαδή στην εξέταση του τελικού προϊόντος— οι οποίοι όμως δεν μπορούσαν να προλάβουν την εμφάνιση προβλημάτων κατά τη διάρκεια της παραγωγής. Αντίθετα, τα σύγχρονα συστήματα, όπως το HACCP και το ISO 22000, μετακινούν το κέντρο βάρους προς την προληπτική διαχείριση των διεργασιών. Με αυτόν τον τρόπο, εστιάζουν στον εντοπισμό κρίσιμων σημείων ελέγχου (CCPs) και στην ανάπτυξη μηχανισμών έγκαιρης παρέμβασης, πριν οι αποκλίσεις μετατραπούν σε κίνδυνο για την ασφάλεια του τελικού προϊόντος (Radu et al., 2023 ; Mosso et al., 2025).

Επιπλέον, η εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων ασφάλειας τροφίμων δεν εξυπηρετεί μόνο την προστασία του καταναλωτή, αλλά αποτελεί και στρατηγικό εργαλείο για τις επιχειρήσεις. Η πιστοποίηση σύμφωνα με διεθνή πρότυπα όπως το ISO 22000 συμβάλλει στη βελτίωση της εταιρικής αξιοπιστίας, στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης των πελατών και στην πρόσβαση σε διεθνείς αγορές. Παράλληλα, λειτουργεί ως μηχανισμός εσωτερικού ελέγχου και συνεχούς βελτίωσης, μειώνοντας τα κόστη που συνδέονται με απορρίψεις, ανακλήσεις ή απώλεια φήμης. Με τον τρόπο αυτό, τα συστήματα ασφάλειας τροφίμων αποτελούν βασικό στοιχείο του σύγχρονου management ποιότητας, συνδέοντας την ασφάλεια με την αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα της επιχείρησης (Granja et al., 2021).

Η ανάγκη για ολοκληρωμένα συστήματα ενισχύεται περαιτέρω από την εξέλιξη της ευρωπαϊκής νομοθεσίας. Ο Κανονισμός (ΕΚ) 852/2004 καθιερώνει την υποχρεωτική εφαρμογή των αρχών HACCP σε όλους τους φορείς τροφίμων, ενώ ο Κανονισμός 178/2002 εισάγει την έννοια της ιχνηλασιμότητας και της ευθύνης του παραγωγού σε όλα τα στάδια της παραγωγής και διανομής (European Union, 2004 ; European Union, 2002). Η νομοθετική αυτή προσέγγιση αντικατοπτρίζει τη μετάβαση από τον αποσπασματικό έλεγχο στην ολιστική



διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων, όπου κάθε κρίκος της αλυσίδας παραγωγής είναι υπεύθυνος για τη συμμόρφωση και τη συνεχή βελτίωση.

Πέρα όμως από τη νομοθετική διάσταση, η ασφάλεια τροφίμων εμπεριέχει και ένα ηθικό και κοινωνικό περιεχόμενο. Η παραγωγή ασφαλών τροφίμων συνιστά υποχρέωση απέναντι στην κοινωνία και θεμελιώδες στοιχείο εταιρικής υπευθυνότητας. Οι καταναλωτές, περισσότερο ενημερωμένοι και απαιτητικοί από ποτέ, αναμένουν διαφάνεια, αξιοπιστία και υπεύθυνες πρακτικές από τις επιχειρήσεις του κλάδου. Επομένως, η υιοθέτηση ολοκληρωμένων συστημάτων δεν αποτελεί μόνο εργαλείο συμμόρφωσης, αλλά και μέσο καλλιέργειας εμπιστοσύνης και ενίσχυσης της κοινωνικής νομιμοποίησης της παραγωγής (Goncharov et al., 2020).

Η ασφάλεια τροφίμων δεν είναι μια στατική έννοια, αλλά μια διαρκής διαδικασία πρόληψης, παρακολούθησης και βελτίωσης. Οι απαιτήσεις της σύγχρονης αγοράς, οι εξελίξεις στη νομοθεσία και οι αυξανόμενοι κίνδυνοι στην αλυσίδα παραγωγής καθιστούν επιβεβλημένη την ανάπτυξη ολοκληρωμένων συστημάτων, που να συνδυάζουν την τεχνογνωσία, την επιστημονική τεκμηρίωση και τη συνεχή εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού. Μέσα από αυτή τη σύνθετη, αλλά αναγκαία προσέγγιση, επιτυγχάνεται όχι μόνο η προστασία της δημόσιας υγείας, αλλά και η ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και βιωσιμότητας των επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στον ευαίσθητο χώρο της παραγωγής τροφίμων (Overbosch & Blanchard, 2023).

2.2. Επισκόπηση νομοθετικού πλαισίου (ΕΕ & Ελλάδα – Κανονισμός 852/2004, 853/2004, EFSA, ΕΦΕΤ)

Η ασφάλεια των τροφίμων αποτελεί έναν από τους πλέον καίριους τομείς ρύθμισης στην Ευρωπαϊκή Ένωση, καθώς συνδέεται άμεσα με τη δημόσια υγεία, την οικονομική δραστηριότητα και τη διασφάλιση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών. Το νομοθετικό πλαίσιο της ΕΕ έχει εξελιχθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, με σκοπό να θεσπίσει ενιαίους κανόνες και να διασφαλίσει υψηλό επίπεδο προστασίας σε όλα τα στάδια της τροφικής αλυσίδας, από την πρωτογενή παραγωγή έως τη διάθεση του τελικού προϊόντος στον καταναλωτή (Pettoello-Mantovani & Olivieri, 2022).



Η βάση του ευρωπαϊκού πλαισίου για την ασφάλεια των τροφίμων θεμελιώθηκε με τον **Κανονισμό (ΕΚ) 178/2002**, γνωστό και ως *General Food Law Regulation*. Ο Κανονισμός αυτός έθεσε τις θεμελιώδεις αρχές και απαιτήσεις της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, καθιερώνοντας μεταξύ άλλων την αρχή της **ιχνηλασιμότητας** («traceability»), σύμφωνα με την οποία κάθε τρόφιμο πρέπει να μπορεί να ανιχνευθεί καθ' όλη τη διαδρομή του στην αλυσίδα παραγωγής και διανομής. Επιπλέον, καθόρισε την **ευθύνη των επιχειρήσεων τροφίμων**, οι οποίες υποχρεούνται να διασφαλίζουν ότι τα προϊόντα που διακινούν είναι ασφαλή. Με τον ίδιο Κανονισμό ιδρύθηκε η **Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA)**, με αποστολή την παροχή ανεξάρτητης επιστημονικής συμβουλής και τη στήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής σε θέματα αξιολόγησης κινδύνου και διαχείρισης κρίσεων που αφορούν την ασφάλεια τροφίμων (Chatzopoulou et al., 2020).

Η **EFSA** (European Food Safety Authority), που εδρεύει στην Πάρμα της Ιταλίας, διαδραματίζει καίριο ρόλο στην επιστημονική υποστήριξη των ευρωπαϊκών πολιτικών. Αναλύει κινδύνους που συνδέονται με τη διατροφή, τα πρόσθετα τροφίμων, τους βιολογικούς και χημικούς ρύπους, καθώς και με ζητήματα ζωοτροφών, υγείας των ζώων και καλής μεταχείρισής τους. Τα πορίσματά της αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία διαμορφώνονται οι ευρωπαϊκές αποφάσεις και κανονισμοί. Με αυτόν τον τρόπο, η EFSA λειτουργεί ως θεσμικός εγγυητής της επιστημονικής τεκμηρίωσης που απαιτείται για την εφαρμογή πολιτικών πρόληψης και ελέγχου κινδύνων (Ververis et al., 2020).

Στη συνέχεια, το ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο ενισχύθηκε περαιτέρω με τους **Κανονισμούς (ΕΚ) 852/2004 και 853/2004**, που αποτελούν βασικούς πυλώνες του αποκαλούμενου *Hygiene Package*, δηλαδή του ενιαίου πλαισίου υγιεινής των τροφίμων. Ο **Κανονισμός (ΕΚ) 852/2004** αφορά τη **γενική υγιεινή των τροφίμων** και εφαρμόζεται σε όλους τους φορείς τροφίμων, ανεξάρτητα από το μέγεθος ή το είδος της δραστηριότητάς τους. Ορίζει τις βασικές αρχές ορθής υγιεινής πρακτικής (Good Hygiene Practices – GHP) και καθιστά **υποχρεωτική την εφαρμογή των αρχών του HACCP** (Hazard Analysis and Critical Control Points) από όλες τις επιχειρήσεις τροφίμων. Ο κανονισμός εστιάζει στην πρόληψη της επιμόλυνσης μέσω σωστής διαχείρισης των εγκαταστάσεων, του εξοπλισμού, της αποθήκευσης, της μεταφοράς και της εκπαίδευσης του προσωπικού. Επιπλέον, καθιερώνει την **απαίτηση για τεκμηρίωση και διατήρηση αρχείων** που αποδεικνύουν τη συμμόρφωση της επιχείρησης με τις αρχές του HACCP (European Union, 2004).



Συμπληρωματικά, ο **Κανονισμός (ΕΚ) 853/2004** εστιάζει στα **τρόφιμα ζωικής προέλευσης**, εισάγοντας εξειδικευμένους κανόνες για τα κρέατα, τα πουλερικά, τα γαλακτοκομικά και τα αλιεύματα. Ορίζει λεπτομερώς τις απαιτήσεις υγιεινής για κάθε στάδιο παραγωγής, επεξεργασίας και σφαγής, προβλέποντας ειδικούς ελέγχους, εγκεκριμένες εγκαταστάσεις και πιστοποιημένες διαδικασίες. Η σημασία του Κανονισμού 853/2004 είναι καθοριστική για τον κλάδο της πτηνοτροφίας, καθώς θεσπίζει τα πρότυπα που πρέπει να πληρούνται ώστε τα προϊόντα να είναι ασφαλή και εμπορεύσιμα εντός της ΕΕ. Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται **η ομοιομορφία και η συγκρισιμότητα των κανόνων** μεταξύ των κρατών-μελών, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη στην ενιαία ευρωπαϊκή αγορά τροφίμων (European Union, 2004).

Σε επίπεδο **εθνικής εφαρμογής**, η Ελλάδα έχει προσαρμόσει το εσωτερικό της θεσμικό πλαίσιο στις ευρωπαϊκές επιταγές μέσω εναρμόνισης της νομοθεσίας και της ίδρυσης ειδικών ελεγκτικών φορέων. Κεντρικό ρόλο διαδραματίζει ο **Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ)**, ο οποίος ιδρύθηκε το 1999 (Ν. 2741/1999) με σκοπό τον έλεγχο και την εποπτεία της αγοράς τροφίμων.



Τομέας Δραστηριότητας	Περιγραφή Αρμοδιοτήτων
Επιθεώρηση και Έλεγχος Επιχειρήσεων	Ο ΕΦΕΤ πραγματοποιεί επιθεωρήσεις σε επιχειρήσεις τροφίμων προκειμένου να αξιολογήσει τη συμμόρφωσή τους με το εθνικό και ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για την ασφάλεια τροφίμων.
Δειγματοληψία και Εργαστηριακές Αναλύσεις	Πραγματοποιεί συστηματική δειγματοληψία προϊόντων και διενεργεί εργαστηριακούς ελέγχους για τον εντοπισμό παθογόνων μικροοργανισμών, χημικών καταλοίπων ή άλλων επικίνδυνων ουσιών.
Ενημέρωση και Εκπαίδευση Καταναλωτών	Παρέχει έγκυρη πληροφόρηση στους καταναλωτές για ζητήματα διατροφικής ασφάλειας, ορθών πρακτικών υγιεινής και πιθανών κινδύνων στην αγορά.
Συνεργασία με Ευρωπαϊκούς Φορείς	Συνεργάζεται με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή και την Ευρωπαϊκή Αρχή για την Ασφάλεια των Τροφίμων (EFSA) μέσω του δικτύου ταχείας ειδοποίησης για τρόφιμα και ζωοτροφές (RASFF).

Πίνακας 2.1 Κύριες αρμοδιότητες του Ενιαίου Φορέα Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ)

Πηγή: Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων (ΕΦΕΤ), επίσημος ιστότοπος και σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία (Κανονισμός (ΕΚ) 178/2002).

Ο ρόλος του ΕΦΕΤ είναι κομβικός, καθώς λειτουργεί ως σύνδεσμος μεταξύ της επιστημονικής γνώσης, της κρατικής εποπτείας και της επιχειρηματικής πρακτικής (Πίνακας 2.1). Με αυτόν τον τρόπο, διασφαλίζεται ότι η εφαρμογή των ευρωπαϊκών κανονισμών προσαρμόζεται στις ιδιαιτερότητες της ελληνικής αγοράς, ενώ παράλληλα ενισχύεται η διαφάνεια και η υπευθυνότητα των επιχειρήσεων του κλάδου (Challoumis & Eriotis, 2025).

Πέρα από τον ΕΦΕΤ, σημαντικό ρόλο έχουν και άλλες δημόσιες αρχές, όπως οι **Διευθύνσεις Κτηνιατρικής των Περιφερειών**, οι οποίες επιβλέπουν τις μονάδες παραγωγής ζωικών προϊόντων και εξασφαλίζουν τη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις των Κανονισμών 852/2004 και 853/2004. Η συνεργασία αυτών των αρχών με τα επιστημονικά εργαστήρια και τους



διεθνείς οργανισμούς (FAO, WHO, Codex Alimentarius) δημιουργεί ένα **πολυεπίπεδο σύστημα ελέγχου** που λειτουργεί προληπτικά και διορθωτικά (European Union, 2004).

Η ευρωπαϊκή και ελληνική νομοθεσία, όπως αποτυπώνεται στους παραπάνω κανονισμούς και θεσμούς, προωθεί μια φιλοσοφία **ενιαίας και προληπτικής διαχείρισης κινδύνων**. Η ενσωμάτωση των αρχών HACCP στο νομοθετικό πλαίσιο, η δημιουργία ανεξάρτητων αρχών όπως η EFSA και ο ΕΦΕΤ, καθώς και η θεσμοθέτηση της ιχνηλασιμότητας, έχουν μετασχηματίσει ριζικά τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε την ασφάλεια τροφίμων. Η εστίαση έχει μετακινηθεί από τον έλεγχο του τελικού προϊόντος στη **διαχείριση της διαδικασίας**, με γνώμονα την πρόληψη και τη συνεχή βελτίωση (Lampropoulou & Ladi, 2020).

Εν κατακλείδι, το ευρωπαϊκό και ελληνικό θεσμικό πλαίσιο συνιστά ένα ολοκληρωμένο και δυναμικό σύστημα, το οποίο δεν περιορίζεται στη συμμόρφωση, αλλά στοχεύει στη δημιουργία μιας **κουλτούρας ασφάλειας** που διαπερνά ολόκληρη την παραγωγική αλυσίδα. Η αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαρτάται, ωστόσο, όχι μόνο από τη νομοθεσία, αλλά και από την ενεργό συμμετοχή των επιχειρήσεων, την εκπαίδευση των εργαζομένων και τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο (Challoumis & Eriotis, 2025).

2.3. Ανάλυση HACCP: αρχές, στάδια, κρίσιμα σημεία ελέγχου (CCP), προαπαιτούμενα προγράμματα (PRPs)

2.3.1. Οι επτά αρχές του HACCP

Το σύστημα HACCP βασίζεται σε επτά θεμελιώδεις αρχές, όπως αυτές καθορίστηκαν από την Επιτροπή Codex Alimentarius (FAO/WHO), οι οποίες συγκροτούν ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο πρόληψης και ελέγχου κινδύνων καθ' όλη τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας. Οι αρχές αυτές, αλληλένδετες μεταξύ τους, αποτελούν τη ραχοκοκαλιά της σύγχρονης προσέγγισης στη διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων (Jackowska et al., 2018).



Η πρώτη αρχή αφορά την ανάλυση κινδύνων (Hazard Analysis), η οποία περιλαμβάνει τον εντοπισμό, την περιγραφή και την αξιολόγηση όλων των πιθανών κινδύνων που μπορούν να επηρεάσουν την ασφάλεια του τροφίμου. Οι κίνδυνοι αυτοί μπορεί να είναι βιολογικοί, όπως η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών (*Salmonella*, *Listeria*), χημικοί, όπως τα υπολείμματα φυτοφαρμάκων ή καθαριστικών, ή φυσικοί, όπως ξένα σώματα και μεταλλικά τεμαχίδια. Η αξιολόγηση κάθε κινδύνου πραγματοποιείται με βάση δύο βασικά κριτήρια: τη σοβαρότητα των πιθανών επιπτώσεων στην υγεία του καταναλωτή και την πιθανότητα εμφάνισής του. Με αυτόν τον τρόπο, η επιχείρηση είναι σε θέση να ιεραρχήσει τους κινδύνους και να επικεντρώσει τους ελέγχους της στα πιο κρίσιμα σημεία (Krishnan & Devarajan, 2025).

Η δεύτερη αρχή αναφέρεται στον προσδιορισμό των Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (Critical Control Points – CCPs). Πρόκειται για τα στάδια ή τις διεργασίες στα οποία μπορούν να εφαρμοστούν συγκεκριμένα μέτρα ελέγχου, ώστε να προληφθεί, να εξαλειφθεί ή να μειωθεί ένας κίνδυνος σε αποδεκτό επίπεδο. Ενδεικτικά, τέτοια σημεία μπορεί να είναι η θερμική επεξεργασία (όπως η παστερίωση ή η θερμοκρασία σφαγής στην πτηνοτροφία), η ψύξη και αποθήκευση των προϊόντων, ή η απολύμανση εξοπλισμού και επιφανειών. Ο ακριβής εντοπισμός των CCPs αποτελεί κρίσιμη διαδικασία, καθώς καθορίζει πού πρέπει να εστιάζουν οι έλεγχοι και οι διαδικασίες παρακολούθησης (Ibrahim, 2020).

Η τρίτη αρχή αφορά τον καθορισμό κρίσιμων ορίων (Critical Limits) για κάθε CCP. Τα κρίσιμα όρια αντιπροσωπεύουν τις αποδεκτές τιμές ή παραμέτρους εντός των οποίων η διεργασία θεωρείται ασφαλής. Αυτά μπορεί να είναι ποσοτικά όρια, όπως η ελάχιστη θερμοκρασία μαγειρέματος, ο χρόνος επεξεργασίας ή το επιτρεπτό επίπεδο pH και υγρασίας, ή ποιοτικά όρια, όπως η οργανοληπτική αποδοχή ενός προϊόντος. Η υπέρβαση ενός κρίσιμου ορίου υποδηλώνει πιθανή απώλεια ελέγχου και απαιτεί άμεση διορθωτική ενέργεια (Callens, 2023).

Η τέταρτη αρχή αναφέρεται στη δημιουργία ενός συστήματος παρακολούθησης (Monitoring System), το οποίο επιτρέπει τη συνεχή ή περιοδική επιτήρηση των CCPs, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα κρίσιμα όρια τηρούνται σταθερά. Η παρακολούθηση μπορεί να πραγματοποιείται είτε συνεχώς, μέσω αυτοματοποιημένων αισθητήρων (π.χ. θερμοκρασίας ή υγρασίας), είτε περιοδικά, μέσω δειγματοληψιών και ελέγχων από το προσωπικό της μονάδας. Η ύπαρξη αξιόπιστου συστήματος παρακολούθησης είναι απαραίτητη, καθώς παρέχει άμεσα δεδομένα για τη λειτουργία των διεργασιών και επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση αποκλίσεων (Ebute, 2024).



Η πέμπτη αρχή σχετίζεται με τον καθορισμό διορθωτικών ενεργειών (Corrective Actions). Οι ενέργειες αυτές εφαρμόζονται όταν διαπιστώνεται ότι ένα κρίσιμο όριο έχει ξεπεραστεί ή υπάρχει ένδειξη ότι η διεργασία βρίσκεται εκτός ελέγχου. Οι διορθωτικές ενέργειες περιλαμβάνουν τόσο την αποκατάσταση της διαδικασίας (π.χ. επαναφορά της σωστής θερμοκρασίας ή επανεπεξεργασία του προϊόντος), όσο και τη διαχείριση του προϊόντος που πιθανώς έχει επηρεαστεί, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι δεν θα διατεθεί στην αγορά τρόφιμο μη ασφαλές. Η ύπαρξη σαφώς καθορισμένων και τεκμηριωμένων διορθωτικών ενεργειών αποτρέπει τον αυτοσχεδιασμό και ενισχύει την αξιοπιστία του συστήματος (Thakre et al., 2023).

Η έκτη αρχή αφορά τις διαδικασίες επαλήθευσης (Verification Procedures), οι οποίες εξασφαλίζουν ότι το σύστημα HACCP λειτουργεί αποτελεσματικά και σύμφωνα με τις προδιαγραφές. Η επαλήθευση πραγματοποιείται μέσω εσωτερικών ελέγχων, δειγματοληψιών, εργαστηριακών αναλύσεων και ανασκοπήσεων των αρχείων, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να περιλαμβάνει και εξωτερικές επιθεωρήσεις από ανεξάρτητους φορείς ή πιστοποιητές. Η διαδικασία αυτή διασφαλίζει τη συνεχή βελτίωση του συστήματος, επιτρέποντας την ανίχνευση αδυναμιών και την αναθεώρηση των διαδικασιών όταν χρειάζεται (Chen et al., 2022).

Η έβδομη και τελευταία αρχή αφορά την τεκμηρίωση και αρχειοθέτηση (Documentation and Record Keeping). Η ύπαρξη οργανωμένων και ενημερωμένων αρχείων αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του HACCP, καθώς επιτρέπει την ιχνηλασιμότητα των διεργασιών, την απόδειξη της συμμόρφωσης και την αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος. Τα αρχεία μπορεί να περιλαμβάνουν ημερήσιες καταγραφές θερμοκρασιών, αναφορές ελέγχων, διορθωτικές ενέργειες, αποτελέσματα δειγματοληψιών και ανασκοπήσεις της διοίκησης. Η σωστή διαχείριση των αρχείων συμβάλλει στη διαφάνεια, στην εμπιστοσύνη των ελεγκτικών αρχών και στη συνεχή βελτίωση του συστήματος (Okpala & Korzeniowska 2023).

Οι επτά αρχές του HACCP (Πίνακας 2.2) συνθέτουν ένα ολιστικό και προληπτικό πλαίσιο διαχείρισης κινδύνων, το οποίο υπερβαίνει την παραδοσιακή αντίληψη του ποιοτικού ελέγχου. Ενσωματώνουν την επιστημονική τεκμηρίωση, τη συστηματική παρακολούθηση και τη λογική της συνεχούς βελτίωσης, καθιστώντας το HACCP βασικό εργαλείο για την προστασία της δημόσιας υγείας και την ενίσχυση της αξιοπιστίας της βιομηχανίας τροφίμων (Malik et al., 2021).



Αρχή	Περιγραφή
1. Ανάλυση κινδύνων (Hazard Analysis)	Εντοπισμός και αξιολόγηση όλων των πιθανών βιολογικών, χημικών και φυσικών κινδύνων σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. Οι κίνδυνοι αξιολογούνται ως προς τη σοβαρότητα και την πιθανότητα εμφάνισής τους.
2. Προσδιορισμός Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (Critical Control Points – CCPs)	Καθορισμός των σταδίων στα οποία μπορούν να εφαρμοστούν έλεγχοι για την πρόληψη, εξάλειψη ή μείωση ενός κινδύνου σε αποδεκτό επίπεδο (π.χ. θερμική επεξεργασία, ψύξη, απολύμανση).
3. Καθορισμός κρίσιμων ορίων (Critical Limits)	Ορισμός των αποδεκτών ορίων για κάθε CCP (π.χ. θερμοκρασία, χρόνος, pH, υγρασία). Η υπέρβαση αυτών των τιμών σηματοδοτεί απώλεια ελέγχου και πιθανό κίνδυνο για την ασφάλεια του τροφίμου.
4. Σύστημα παρακολούθησης (Monitoring System)	Ανάπτυξη μηχανισμών συνεχούς ή περιοδικής παρακολούθησης των CCPs, ώστε να διασφαλίζεται ότι τα κρίσιμα όρια τηρούνται σταθερά (π.χ. αισθητήρες, δειγματοληψίες).
5. Διορθωτικές ενέργειες (Corrective Actions)	Καθορισμός ενεργειών που πρέπει να ληφθούν όταν εντοπίζονται αποκλίσεις από τα κρίσιμα όρια. Περιλαμβάνουν αποκατάσταση της διαδικασίας και διαχείριση των επηρεασμένων προϊόντων.
6. Διαδικασίες επαλήθευσης (Verification Procedures)	Επαλήθευση ότι το σύστημα λειτουργεί αποτελεσματικά μέσω εσωτερικών ελέγχων, ανασκοπήσεων, δειγματοληψιών ή εξωτερικών επιθεωρήσεων από πιστοποιημένους φορείς.
7. Τεκμηρίωση και αρχειοθέτηση (Documentation and Record Keeping)	Διατήρηση ολοκληρωμένων αρχείων που αποδεικνύουν την εφαρμογή και την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Εξασφαλίζεται η ιχνηλασιμότητα και η διαφάνεια όλων των διαδικασιών.

Πίνακας 2.2 Σύνοψη των επτά αρχών του συστήματος HACCP

2.3.2. Στάδια ανάπτυξης ενός συστήματος HACCP

Πριν από την εφαρμογή των επτά αρχών του HACCP, είναι απαραίτητο να προηγηθεί μια σειρά προπαρασκευαστικών βημάτων, τα οποία θέτουν τις βάσεις για τον σωστό σχεδιασμό, την οργάνωση και τη λειτουργία του συστήματος. Τα στάδια αυτά (Πίνακας 2.3), αποτελούν την



αρχική φάση ανάπτυξης του HACCP και εξασφαλίζουν ότι όλες οι διαδικασίες που θα ακολουθήσουν βασίζονται σε αξιόπιστα, πλήρη και επαληθεύσιμα δεδομένα (King, 2020).

Το πρώτο βήμα είναι η συγκρότηση της ομάδας HACCP, η οποία αποτελεί τον πυρήνα του συστήματος. Η ομάδα αυτή απαρτίζεται από στελέχη που εκπροσωπούν διαφορετικά τμήματα της επιχείρησης, όπως την παραγωγή, τον ποιοτικό έλεγχο, την τεχνολογία τροφίμων, τη συντήρηση και τη διοίκηση. Η διεπιστημονική αυτή σύνθεση είναι καθοριστική, καθώς επιτρέπει τη σφαιρική κατανόηση όλων των σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας και την αναγνώριση πιθανών κινδύνων από διαφορετικές οπτικές. Η συνεργασία και η τεχνογνωσία των μελών της ομάδας διασφαλίζουν την επιστημονική εγκυρότητα και την αποτελεσματικότητα του συστήματος (Lima et al., 2025).

Στη συνέχεια, ακολουθεί η περιγραφή του προϊόντος και της διαδικασίας παραγωγής. Η περιγραφή αυτή περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με τη σύσταση του προϊόντος, τις πρώτες ύλες, τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται, τις φυσικοχημικές του ιδιότητες, τις μεθόδους επεξεργασίας και συντήρησης, καθώς και τον τρόπο αποθήκευσης και διανομής του. Η ακριβής αποτύπωση αυτών των στοιχείων είναι αναγκαία, καθώς κάθε χαρακτηριστικό του προϊόντος μπορεί να επηρεάσει τον τύπο και τη σοβαρότητα των κινδύνων που ενδέχεται να προκύψουν (Maddaloni et al., 2025).

Το τρίτο βήμα αφορά τον προσδιορισμό της προβλεπόμενης χρήσης και του στόχου καταναλωτών. Σε αυτό το στάδιο καθορίζεται ο τρόπος με τον οποίο αναμένεται να καταναλωθεί το προϊόν (π.χ. άμεσα, μετά από θερμική επεξεργασία ή ως συστατικό άλλου τροφίμου) και σε ποια κατηγορία καταναλωτών απευθύνεται. Ο προσδιορισμός αυτός είναι ουσιώδης, διότι οι απαιτήσεις ασφάλειας μπορεί να διαφέρουν σημαντικά ανάλογα με την ομάδα-στόχο. Για παράδειγμα, προϊόντα που προορίζονται για βρέφη, ηλικιωμένους ή άτομα με εξασθενημένο ανοσοποιητικό σύστημα απαιτούν αυστηρότερους ελέγχους και χαμηλότερα αποδεκτά επίπεδα κινδύνου (Meijer et al., 2021).

Ακολουθεί η κατασκευή διαγράμματος ροής (Flow Diagram), το οποίο αποτελεί μια οπτική αναπαράσταση όλων των σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας, από την παραλαβή των πρώτων υλών έως την αποθήκευση και τη διανομή του τελικού προϊόντος. Το διάγραμμα αυτό πρέπει να περιλαμβάνει όλες τις ενδιάμεσες διεργασίες, όπως η προετοιμασία, η επεξεργασία, η συσκευασία, ο καθαρισμός του εξοπλισμού και οι μεταφορές εντός της εγκατάστασης. Η χρήση διαγραμμάτων ροής βοηθά στην κατανόηση της αλληλουχίας των διεργασιών, στον



εντοπισμό πιθανών σημείων επιμόλυνσης και στη διευκόλυνση της ανάλυσης κινδύνων που θα ακολουθήσει (Abideen & Mohamad, 2021).

Το τελευταίο προπαρασκευαστικό στάδιο είναι η επιτόπια επαλήθευση του διαγράμματος ροής, η οποία πραγματοποιείται από την ομάδα HACCP πριν από την επίσημη ανάλυση κινδύνων. Κατά την επαλήθευση αυτή, η ομάδα επισκέπτεται την παραγωγική μονάδα και συγκρίνει τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας με αυτές που αποτυπώνονται στο διάγραμμα. Ο σκοπός είναι να επιβεβαιωθεί ότι όλα τα στάδια έχουν αποτυπωθεί με ακρίβεια, χωρίς παραλείψεις ή ανακρίβειες. Η διαδικασία αυτή είναι κρίσιμη, καθώς τυχόν λάθη ή ελλείψεις στο διάγραμμα μπορεί να οδηγήσουν σε εσφαλμένες εκτιμήσεις κινδύνου και ανεπαρκή μέτρα ελέγχου (Motarjemi & Mortimore, 2023).

Τα παραπάνω στάδια αποτελούν το θεμέλιο για την ανάπτυξη ενός αξιόπιστου και αποτελεσματικού συστήματος HACCP. Η συστηματική και τεκμηριωμένη προετοιμασία επιτρέπει την πλήρη κατανόηση των παραγωγικών διαδικασιών και των πιθανών πηγών κινδύνου, ενώ εξασφαλίζει ότι κάθε κρίκος της αλυσίδας παραγωγής έχει ληφθεί υπόψη. Με αυτόν τον τρόπο, η επιχείρηση μπορεί να προχωρήσει με ασφάλεια και συνέπεια στην εφαρμογή των επτά αρχών του HACCP, διασφαλίζοντας τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία και την προστασία της δημόσιας υγείας (Wang et al., 2024).



Στάδιο	Περιγραφή
1. Συγκρότηση ομάδας HACCP	Δημιουργία ομάδας με εκπροσώπους από διαφορετικά τμήματα (παραγωγή, ποιότητα, τεχνολογία τροφίμων, συντήρηση, διοίκηση). Εξασφαλίζεται η διεπιστημονική προσέγγιση και η σφαιρική κατανόηση της παραγωγικής διαδικασίας.
2. Περιγραφή του προϊόντος και της διαδικασίας παραγωγής	Καταγραφή των χαρακτηριστικών του προϊόντος (σύσταση, συσκευασία, συντήρηση, αποθήκευση, μεταφορά). Η λεπτομερής περιγραφή διευκολύνει την αναγνώριση πιθανών κινδύνων σε κάθε στάδιο.
3. Προσδιορισμός προβλεπόμενης χρήσης και ομάδας καταναλωτών	Καθορισμός του τρόπου κατανάλωσης του προϊόντος (άμεση, μετά από θερμική επεξεργασία κ.λπ.) και της ομάδας-στόχου (γενικός πληθυσμός ή ευπαθείς ομάδες). Διαφορετικοί χρήστες απαιτούν διαφορετικά επίπεδα ασφάλειας.
4. Κατασκευή διαγράμματος ροής	Δημιουργία οπτικής αναπαράστασης όλων των σταδίων παραγωγής — από την παραλαβή πρώτων υλών έως τη διανομή του τελικού προϊόντος. Το διάγραμμα συμβάλλει στην κατανόηση της αλληλουχίας των διεργασιών και στον εντοπισμό πιθανών σημείων κινδύνου.
5. Επιτόπια επαλήθευση του διαγράμματος ροής	Πραγματοποίηση ελέγχου από την ομάδα HACCP για επιβεβαίωση της ακρίβειας του διαγράμματος. Η επαλήθευση διασφαλίζει ότι όλα τα στάδια της παραγωγικής αλυσίδας έχουν αποτυπωθεί ορθά και χωρίς παραλείψεις.
Συνολική σημασία	Τα στάδια αυτά αποτελούν τη θεμελιώδη προετοιμασία για την ανάπτυξη του HACCP, διασφαλίζοντας την εγκυρότητα της ανάλυσης κινδύνων και την αποτελεσματικότητα των επόμενων αρχών.

Πίνακας 2.3 Στάδια ανάπτυξης ενός συστήματος HACCP



2.3.3. Προαπαιτούμενα Προγράμματα (PRPs)

Πριν από την εφαρμογή ενός συστήματος HACCP, κάθε επιχείρηση οφείλει να έχει θεμελιώσει και να εφαρμόζει αποτελεσματικά τα λεγόμενα Προαπαιτούμενα Προγράμματα (Prerequisite Programs – PRPs). Τα προγράμματα αυτά αποτελούν την απαραίτητη βάση πάνω στην οποία οικοδομείται η ασφάλεια των τροφίμων και, κατ' επέκταση, το ίδιο το σύστημα HACCP. Ο κύριος σκοπός τους είναι να διασφαλίσουν ότι το περιβάλλον παραγωγής, οι υποδομές, ο εξοπλισμός και το προσωπικό λειτουργούν σε συνθήκες που προλαμβάνουν την εμφάνιση κινδύνων πριν καν φτάσουν στο στάδιο της ανάλυσης και ελέγχου τους μέσω των Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (CCPs) (Wang et al., 2024).

Η εφαρμογή των PRPs συνδέεται στενά με την τήρηση των Ορθών Υγιεινών Πρακτικών (Good Hygiene Practices – GHP), οι οποίες αποτελούν τη βάση για την υγειονομική ασφάλεια της παραγωγικής διαδικασίας. Οι πρακτικές αυτές περιλαμβάνουν τη συστηματική καθαριότητα των εγκαταστάσεων, τη συντήρηση του εξοπλισμού, τον έλεγχο παρασίτων και τρωκτικών, καθώς και την απολύμανση επιφανειών και εργαλείων εργασίας. Η ορθή εφαρμογή αυτών των μέτρων μειώνει σημαντικά την πιθανότητα διασταυρούμενης επιμόλυνσης και συμβάλλει στη διατήρηση ενός περιβάλλοντος παραγωγής που συμμορφώνεται με τα διεθνή πρότυπα υγιεινής (Surono, 2024).

Εξίσου σημαντική είναι και η Ορθή Βιομηχανική Πρακτική (Good Manufacturing Practice – GMP), η οποία εστιάζει στην οργάνωση της ροής εργασιών, στη σωστή διάταξη του εξοπλισμού, και στην πρόληψη επιμολύνσεων μέσω της φυσικής απομόνωσης διεργασιών ή του κατάλληλου διαχωρισμού πρώτων και τελικών προϊόντων (Klonaris, 2021). Επιπλέον, οι GMPs περιλαμβάνουν τη σωστή αποθήκευση των πρώτων υλών, υπό συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας που αποτρέπουν την αλλοίωσή τους, καθώς και τη συστηματική παρακολούθηση της ημερομηνίας λήξης και της ποιότητάς τους. Η εφαρμογή αυτών των πρακτικών συμβάλλει στη σταθερότητα της παραγωγής και στη διασφάλιση της ποιότητας του τελικού προϊόντος (Abbasi et al., 2024).

Ένα ακόμη ουσιώδες στοιχείο των PRPs είναι ο έλεγχος των προμηθευτών και των πρώτων υλών. Οι επιχειρήσεις οφείλουν να επιλέγουν συνεργάτες που συμμορφώνονται με αναγνωρισμένα πρότυπα ασφάλειας τροφίμων (όπως ISO 22000, BRC, IFS), ενώ πρέπει να διαθέτουν διαδικασίες αξιολόγησης και επανελέγχου της αξιοπιστίας των προμηθευτών (Vargas-Canales, 2024; Mosso et al., 2025). Η διασφάλιση της ποιότητας και ασφάλειας των



πρώτων υλών αποτελεί κρίσιμη παράμετρο για τη μείωση του κινδύνου επιμόλυνσης ή αλλοίωσης του τελικού προϊόντος, καθώς η ασφάλεια της παραγωγικής αλυσίδας ξεκινά ήδη από την πηγή των πρώτων υλών (Overbosch & Blanchard, 2023).

Παράλληλα, καθοριστικής σημασίας είναι η εκπαίδευση του προσωπικού, το οποίο καλείται να εφαρμόζει καθημερινά τις διαδικασίες που σχετίζονται με την υγιεινή, την ασφάλεια και τη σωστή λειτουργία των εγκαταστάσεων. Η εκπαίδευση πρέπει να είναι συνεχής και προσαρμοσμένη στο επίπεδο ευθύνης κάθε εργαζομένου, ώστε να εξασφαλίζεται ότι όλοι κατανοούν τη σημασία της προσωπικής υγιεινής, της απολύμανσης, της σωστής χρήσης του εξοπλισμού και της διαχείρισης των αποβλήτων. Ειδικότερα σε πτηνοτροφικές μονάδες, η επαρκής εκπαίδευση είναι ζωτικής σημασίας, καθώς το ανθρώπινο λάθος μπορεί εύκολα να οδηγήσει σε υγειονομικά προβλήματα μεγάλης κλίμακας (Granja et al., 2021).

Ένα ακόμη βασικό προαπαιτούμενο πρόγραμμα αφορά τη συντήρηση και τον καλιμπραρισμό του εξοπλισμού. Ο τακτικός έλεγχος και η σωστή ρύθμιση οργάνων μέτρησης, όπως θερμομέτρα, υγρασιόμετρα και ζυγοί, εξασφαλίζει ότι οι τιμές που καταγράφονται είναι ακριβείς και αξιόπιστες. Οποιαδήποτε απόκλιση στις μετρήσεις μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες εκτιμήσεις σχετικά με την ασφάλεια του προϊόντος ή την αποτελεσματικότητα μιας διεργασίας, με αποτέλεσμα την πιθανή απώλεια ελέγχου ενός CCP (Vargas-Canales, 2024).

Είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι τα Προαπαιτούμενα Προγράμματα δεν αποτελούν τμήμα του HACCP καθαυτού, αλλά λειτουργούν ως προϋπόθεση για την αποτελεσματική εφαρμογή του. Με άλλα λόγια, το HACCP επικεντρώνεται στη διαχείριση των ειδικών κινδύνων που εντοπίζονται κατά την παραγωγή, ενώ τα PRPs στοχεύουν στην πρόληψη αυτών των κινδύνων σε πρώιμο στάδιο, πριν καν αυτοί εκδηλωθούν. Έτσι, τα PRPs αποτελούν ένα σύστημα προληπτικής προστασίας, που διασφαλίζει ότι η επιχείρηση λειτουργεί υπό ελεγχόμενες, καθαρές και προβλέψιμες συνθήκες (Pitesky et al., 2020).

Τα Προαπαιτούμενα Προγράμματα αποτελούν το θεμέλιο της ασφάλειας τροφίμων και την προϋπόθεση για την επιτυχή εφαρμογή του HACCP. Η ορθή εφαρμογή τους όχι μόνο μειώνει τους πιθανούς κινδύνους, αλλά και ενισχύει την αξιοπιστία του συστήματος διαχείρισης ποιότητας, προσφέροντας τη βεβαιότητα ότι η επιχείρηση λειτουργεί σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα και τις απαιτήσεις της νομοθεσίας (Chen et al., 2020).



Το HACCP δεν είναι ένα στατικό σύστημα, αλλά ένα ζωντανό εργαλείο διαχείρισης, που απαιτεί συνεχή αναθεώρηση και προσαρμογή. Η αποτελεσματικότητά του εξαρτάται από τη δέσμευση της διοίκησης, την επάρκεια εκπαίδευσης του προσωπικού και την ορθή τεκμηρίωση όλων των διαδικασιών. Σε συνδυασμό με τα πρότυπα ISO 22000, το HACCP προσφέρει μια πλήρη και δομημένη μεθοδολογία για τη διασφάλιση της ασφάλειας τροφίμων, ενισχύοντας τόσο τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία όσο και την ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων (Arndt et al., 2022).

2.4. Το πρότυπο ISO 22000:2018 — δομή, απαιτήσεις, διαχείριση κινδύνων και αλληλεπίδραση με HACCP

Το πρότυπο ISO 22000:2018 αποτελεί το διεθνές πρότυπο διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων που έχει αναπτυχθεί από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης (International Organization for Standardization – ISO). Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο το οποίο συνδυάζει τις αρχές της προσέγγισης βάσει κινδύνου, τη φιλοσοφία της συνεχούς βελτίωσης των προτύπων ISO και τις τεχνικές του συστήματος HACCP, όπως έχουν καθοριστεί από τον Codex Alimentarius. Η έκδοση του 2018 αντικατέστησε την προηγούμενη του 2005, εισάγοντας μια πιο εκσυγχρονισμένη δομή και εναρμονίζοντας το πρότυπο με τη λεγόμενη “High Level Structure” (HLS) που χρησιμοποιείται σε όλα τα πρότυπα συστημάτων διαχείρισης της οικογένειας ISO, όπως το ISO 9001:2015 και το ISO 14001:2015 (Vergis et al., 2025).

Η νέα αυτή δομή καθιστά το ISO 22000:2018 πιο ευέλικτο και συμβατό με άλλα συστήματα διαχείρισης, διευκολύνοντας την ταυτόχρονη εφαρμογή πολλαπλών προτύπων σε έναν οργανισμό. Το πρότυπο περιλαμβάνει δέκα κύρια κεφάλαια, εκ των οποίων τα τέσσερα πρώτα αφορούν το γενικό πλαίσιο (αντικείμενο, παραπομπές, ορισμοί), ενώ τα επόμενα έξι αποτελούν τον πυρήνα των απαιτήσεων του συστήματος διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων (Overbosch & Blanchard, 2023).

Τα βασικά κεφάλαια του ISO 22000:2018 συνοψίζονται στον Πίνακα 2.4.



Κεφάλαιο	Τίτλος	Περιγραφή / Αντικείμενο
4	Πλαίσιο του οργανισμού (Context of the Organization)	Καθορίζει την ανάγκη κατανόησης του εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος της επιχείρησης, καθώς και των αναγκών και προσδοκιών των ενδιαφερόμενων μερών (π.χ. πελάτες, προμηθευτές, αρμόδιες αρχές). Θέτει τις βάσεις για τον καθορισμό του πεδίου εφαρμογής του συστήματος.
5	Ηγεσία (Leadership)	Τονίζει τη δέσμευση της ανώτατης διοίκησης για την ασφάλεια τροφίμων, την καθιέρωση πολιτικής ασφάλειας, την ανάθεση ρόλων και αρμοδιοτήτων και την προώθηση κουλτούρας ασφάλειας σε όλο τον οργανισμό.
6	Σχεδιασμός (Planning)	Εστιάζει στη διαχείριση κινδύνων και ευκαιριών σε στρατηγικό επίπεδο, στον καθορισμό στόχων ασφάλειας τροφίμων και στη δημιουργία σχεδίων δράσης για την επίτευξή τους. Περιλαμβάνει επίσης τη μεθοδολογία πρόληψης μη συμμορφώσεων.
7	Υποστήριξη (Support)	Αναφέρεται στους απαραίτητους πόρους για τη λειτουργία του συστήματος, όπως ανθρώπινο δυναμικό, υποδομές, εκπαίδευση, εσωτερική και εξωτερική επικοινωνία, καθώς και τεκμηριωμένες πληροφορίες.
8	Λειτουργία (Operation)	Περιγράφει τις λειτουργικές απαιτήσεις για τον έλεγχο της παραγωγικής διαδικασίας, συμπεριλαμβάνοντας την ανάλυση κινδύνων, τα Προαπαιτούμενα Προγράμματα (PRPs) και τα Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (CCPs). Αποτελεί τον πυρήνα του επιχειρησιακού ελέγχου.
9	Αξιολόγηση απόδοσης (Performance Evaluation)	Προβλέπει τη συνεχή παρακολούθηση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος μέσω εσωτερικών ελέγχων, ανασκοπήσεων διοίκησης και δεικτών απόδοσης.
10	Βελτίωση (Improvement)	Εστιάζει στη συνεχή βελτίωση του συστήματος μέσω της διαχείρισης μη συμμορφώσεων, της εφαρμογής διορθωτικών ενεργειών και της ενσωμάτωσης των ευρημάτων από την αξιολόγηση απόδοσης.

Πίνακας 2.4 Δομή και βασικές απαιτήσεις του προτύπου ISO 22000:2018



Η καινοτομία του ISO 22000:2018 έγκειται κυρίως στην ενσωμάτωση της διαχείρισης κινδύνων σε δύο διαφορετικά επίπεδα:

1. Στρατηγικό επίπεδο, που αφορά τους κινδύνους του συστήματος διαχείρισης συνολικά (αλλαγές στη νομοθεσία, προμηθευτική αστάθεια, διακοπή αλυσίδας εφοδιασμού) (Dutta et al., 2021).
2. Επιχειρησιακό επίπεδο, που σχετίζεται με την ανάλυση κινδύνων για την ασφάλεια των τροφίμων, όπως προβλέπει το HACCP (Pitesky et al., 2020).

Αυτή η διττή προσέγγιση ενισχύει την ανθεκτικότητα και προσαρμοστικότητα του οργανισμού, καθιστώντας το πρότυπο όχι απλώς εργαλείο τεχνικού ελέγχου, αλλά ένα στρατηγικό πλαίσιο διαχείρισης επιχειρησιακής αβεβαιότητας (Dutta et al., 2021).

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά του ISO 22000:2018 είναι η αλληλεπίδρασή του με το σύστημα HACCP. Ενώ το HACCP αποτελεί το βασικό επιστημονικό εργαλείο ανάλυσης κινδύνων και προσδιορισμού κρίσιμων σημείων ελέγχου, το ISO 22000 προσφέρει το ευρύτερο διοικητικό και οργανωτικό πλαίσιο μέσα στο οποίο ενσωματώνεται το HACCP. Με άλλα λόγια, το HACCP λειτουργεί ως λειτουργική υποενότητα του ISO 22000, το οποίο ορίζει τις διαδικασίες για την ανάπτυξη, τεκμηρίωση, εφαρμογή, αξιολόγηση και συνεχή βελτίωση του συστήματος ασφάλειας τροφίμων (Lebelo et al., 2021).

Επιπλέον, το πρότυπο προβλέπει τη χρήση των Προαπαιτούμενων Προγραμμάτων (PRPs), τα οποία λειτουργούν ως προληπτικά μέτρα για τη διατήρηση της υγιεινής του περιβάλλοντος παραγωγής. Τα PRPs αποτελούν τη βάση πάνω στην οποία εφαρμόζονται οι αρχές του HACCP, διασφαλίζοντας ότι οι διεργασίες λαμβάνουν χώρα σε ελεγχόμενο περιβάλλον. Η αλληλεπίδραση αυτή αντικατοπτρίζει τη λογική του ISO 22000:2018, που ενοποιεί σε ένα ενιαίο σύστημα τόσο τα προληπτικά μέτρα (PRPs) όσο και τα διορθωτικά και επαληθευτικά στάδια του HACCP (Mu et al., 2024).

Μια ακόμη ουσιαστική διαφοροποίηση του ISO 22000:2018 είναι η έμφαση που δίνεται στην κουλτούρα ασφάλειας τροφίμων και στη δέσμευση της ηγεσίας. Η διοίκηση δεν θεωρείται πλέον απλός υποστηρικτής, αλλά ενεργός φορέας καθοδήγησης, υπεύθυνος για την ενίσχυση της ευαισθητοποίησης και της συμμετοχής όλου του προσωπικού στη διατήρηση υψηλών προτύπων ασφάλειας. Η προσέγγιση αυτή ευθυγραμμίζεται με τις διεθνείς τάσεις της “food



safety culture”, όπου η ευθύνη για την ασφάλεια δεν ανήκει μόνο στα τμήματα ποιότητας, αλλά σε κάθε εργαζόμενο που συμμετέχει στην παραγωγική διαδικασία (Crippa, 2023).

Παράλληλα, η νέα έκδοση του προτύπου καθιστά υποχρεωτική τη συνεχή αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος μέσα από εσωτερικούς ελέγχους, ανάλυση δεδομένων και ανασκοπήσεις από τη διοίκηση. Μέσω της διαδικασίας αυτής, ο οργανισμός αποκτά τη δυνατότητα να εντοπίζει ευκαιρίες βελτίωσης, να μειώνει τη μεταβλητότητα των διεργασιών και να ενισχύει τη συμμόρφωσή του με τις κανονιστικές απαιτήσεις (Sukanya, 2024).

Η ενσωμάτωση της λογικής του κύκλου PDCA (Plan–Do–Check–Act) τόσο στο επίπεδο του συστήματος διαχείρισης όσο και στο επίπεδο των λειτουργικών διαδικασιών προσφέρει μια δυναμική και προληπτική προσέγγιση στη διαχείριση κινδύνων. Στο επίπεδο του οργανισμού, ο κύκλος PDCA αφορά τον στρατηγικό σχεδιασμό και την εταιρική πολιτική, ενώ στο λειτουργικό επίπεδο εφαρμόζεται για την ανάλυση και τον έλεγχο κινδύνων τροφίμων. Με αυτόν τον τρόπο, το ISO 22000:2018 λειτουργεί ως γέφυρα μεταξύ διοικητικής διαχείρισης και τεχνικού ελέγχου, προσφέροντας ένα ολοκληρωμένο και δυναμικό σύστημα για τη διασφάλιση της ασφάλειας τροφίμων (Quintana-Ospina et al., 2023).

Εν τούτοις, το ISO 22000:2018 αποτελεί ένα σύγχρονο και ολιστικό πρότυπο που ενσωματώνει τις αρχές του HACCP σε ένα διαχειριστικό πλαίσιο προσανατολισμένο στη συνεχή βελτίωση, στη διαχείριση κινδύνων και στη στρατηγική βιωσιμότητα των επιχειρήσεων τροφίμων. Η υιοθέτησή του από πτηνοτροφικές μονάδες, όπως η περίπτωση της παρούσας μελέτης, δεν περιορίζεται στη συμμόρφωση με τη νομοθεσία, αλλά αναδεικνύεται ως εργαλείο ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των καταναλωτών και τη φήμη της επιχείρησης (Chen et al., 2020).

2.5. Σύγκριση και συνδυασμός HACCP και ISO 22000

Η διαχείριση της ασφάλειας τροφίμων στη σύγχρονη βιομηχανία βασίζεται σε συστήματα που συνδυάζουν επιστημονική τεκμηρίωση, προληπτικές διαδικασίες και δομημένη διοικητική διαχείριση. Σε αυτό το πλαίσιο, τα συστήματα HACCP και ISO 22000 αποτελούν δύο από τα σημαντικότερα διεθνώς αναγνωρισμένα πρότυπα, τα οποία, αν και αλληλένδετα, διαφέρουν ως προς τη φιλοσοφία, το εύρος και τον τρόπο εφαρμογής τους. Η κατανόηση των διαφορών



και της συμπληρωματικής τους σχέσης είναι κρίσιμη για κάθε επιχείρηση που επιδιώκει να αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο και αποτελεσματικό σύστημα διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων (Kumar et al., 2023).

Το HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) αποτελεί μια προληπτική, τεχνική και επιστημονική μέθοδο που εστιάζει στην αναγνώριση, αξιολόγηση και έλεγχο των κινδύνων που σχετίζονται με την ασφάλεια τροφίμων. Ο βασικός του στόχος είναι η πρόληψη της επιμόλυνσης ή αλλοίωσης σε κάθε στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας, μέσω της αναγνώρισης των Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (CCPs) και της εφαρμογής διορθωτικών και επαληθευτικών ενεργειών. Το HACCP, επομένως, επικεντρώνεται πρωτίστως στις λειτουργικές διαδικασίες που διασφαλίζουν την ασφάλεια του τελικού προϊόντος, ενώ η διαχείρισή του πραγματοποιείται συνήθως από την ομάδα HACCP εντός του οργανισμού (Ibrahim et al., 2023).

Αντίθετα, το ISO 22000:2018 αποτελεί ένα πλήρες σύστημα διαχείρισης της ασφάλειας τροφίμων, το οποίο ενσωματώνει τις αρχές του HACCP, αλλά επεκτείνεται πέρα από αυτές, παρέχοντας ένα διοικητικό και στρατηγικό πλαίσιο για τη συνολική λειτουργία του οργανισμού. Το ISO 22000 δεν επικεντρώνεται αποκλειστικά στη λειτουργική ανάλυση κινδύνων, αλλά καλύπτει επιπλέον πτυχές όπως η ηγεσία, η δέσμευση της διοίκησης, η διαχείριση κινδύνων και ευκαιριών σε επιχειρησιακό επίπεδο, η τεκμηρίωση, η επικοινωνία, καθώς και η συνεχής βελτίωση. Πρόκειται, δηλαδή, για ένα ολοκληρωμένο πρότυπο συστημάτων διαχείρισης, αντίστοιχο σε φιλοσοφία με τα ISO 9001 (ποιότητα) και ISO 14001 (περιβάλλον), προσαρμοσμένο όμως στις ιδιαιτερότητες της αλυσίδας τροφίμων (Arndt et al., 2022).

Η κύρια διαφορά μεταξύ των δύο προσεγγίσεων έγκειται στο εύρος εφαρμογής και στο επίπεδο ολοκλήρωσης (Quintana-Ospina et al., 2023). Ενώ το HACCP εστιάζει στα τεχνικά στάδια της παραγωγής, το ISO 22000 καλύπτει ολόκληρη τη λειτουργία του οργανισμού, από τον στρατηγικό σχεδιασμό μέχρι την αξιολόγηση της απόδοσης. Επιπλέον, το ISO 22000 απαιτεί την τεκμηρίωση όλων των διαδικασιών, τη μέτρηση δεικτών απόδοσης, τη διενέργεια εσωτερικών ελέγχων και την ανασκόπηση από τη διοίκηση, καθιστώντας το ένα συστηματοποιημένο εργαλείο διοίκησης και όχι απλώς ένα τεχνικό σύστημα ελέγχου (Alrae, 2023).



Παρά τις διαφορές τους, τα δύο συστήματα δεν είναι ανταγωνιστικά, αλλά απολύτως συμπληρωματικά. Το ISO 22000 στηρίζεται στις επτά αρχές του HACCP, τις οποίες ενσωματώνει ως λειτουργικό πυρήνα μέσα στο γενικότερο πλαίσιο διαχείρισης. Στην πράξη, η επιχείρηση που εφαρμόζει ISO 22000 εφαρμόζει ήδη και το HACCP, καθώς το πρότυπο απαιτεί την ύπαρξη ανάλυσης κινδύνων, καθορισμού CCPs, παρακολούθησης και διορθωτικών ενεργειών, όπως ακριβώς προβλέπει το σύστημα HACCP. Η διαφορά είναι ότι το ISO 22000 τοποθετεί αυτές τις αρχές μέσα σε ένα διοικητικά οργανωμένο πλαίσιο, που περιλαμβάνει επιπλέον τη διαχείριση πόρων, την επικοινωνία και τη στρατηγική δέσμευση της ηγεσίας (Zarid, 2025).

Ένα ακόμη κρίσιμο σημείο διαφοροποίησης είναι η αντιμετώπιση του κινδύνου. Το HACCP περιορίζεται στους κινδύνους ασφάλειας τροφίμων (βιολογικούς, χημικούς, φυσικούς), ενώ το ISO 22000 επεκτείνει την έννοια του κινδύνου και σε επιχειρησιακούς και συστημικούς κινδύνους, όπως διακοπές στην αλυσίδα εφοδιασμού, αποτυχία εξοπλισμού, έλλειψη εκπαίδευσης ή επικοινωνίας. Με αυτόν τον τρόπο, το ISO 22000 παρέχει ένα προληπτικό σύστημα διαχείρισης που θωρακίζει τον οργανισμό τόσο σε λειτουργικό όσο και σε στρατηγικό επίπεδο (Quintana-Ospina et al., 2023).

Στον πρακτικό τομέα, ο συνδυασμός των δύο προτύπων προσφέρει σημαντικά πλεονεκτήματα. Το HACCP λειτουργεί ως το επιστημονικό εργαλείο για τον εντοπισμό και τον έλεγχο των κινδύνων, ενώ το ISO 22000 προσφέρει το δομημένο πλαίσιο για τη συνεχή παρακολούθηση, τεκμηρίωση και βελτίωση του συστήματος (Paparella et al., 2022). Έτσι, ο οργανισμός εξασφαλίζει τόσο τεχνική αξιοπιστία όσο και διοικητική συνέπεια, ενισχύοντας την εμπιστοσύνη των καταναλωτών και την εταιρική του εικόνα (George & George, 2023).

Η εμπειρία από εφαρμογές σε πτηνοτροφικές μονάδες και επιχειρήσεις ζωικών προϊόντων έχει δείξει ότι ο συνδυασμός HACCP και ISO 22000 οδηγεί σε σημαντική μείωση των αποκλίσεων, καλύτερη ιχνηλασιμότητα, βελτιωμένη επικοινωνία μεταξύ τμημάτων και ενισχυμένη εταιρική κουλτούρα ασφάλειας (Motarjemi & Warren, 2023). Επιπλέον, διευκολύνει τη συμμόρφωση με την εθνική και ευρωπαϊκή νομοθεσία, όπως οι Κανονισμοί (ΕΚ) 852/2004 και 853/2004, καθώς και τις απαιτήσεις φορέων όπως ο ΕΦΕΤ και η EFSA.

Επομένως, το HACCP αποτελεί τη λειτουργική καρδιά ενός συστήματος ασφάλειας τροφίμων, ενώ το ISO 22000 αποτελεί το διοικητικό και στρατηγικό πλαίσιο που το περιβάλλει (Wu et al., 2025). Ο αποτελεσματικός συνδυασμός τους δημιουργεί ένα ολιστικό σύστημα διαχείρισης



ασφάλειας τροφίμων, το οποίο δεν περιορίζεται στην πρόληψη κινδύνων, αλλά καλλιεργεί μια κουλτούρα υπευθυνότητας, διαφάνειας και συνεχούς βελτίωσης σε κάθε επίπεδο του οργανισμού. Για αυτόν τον λόγο, η ενσωμάτωση του HACCP μέσα στο ISO 22000 θεωρείται σήμερα η βέλτιστη πρακτική για επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στον τομέα των τροφίμων, συμπεριλαμβανομένων των πτηνοτροφικών μονάδων, όπου οι απαιτήσεις για ποιότητα, ασφάλεια και εμπιστοσύνη του καταναλωτή είναι ιδιαίτερα υψηλές (Nguyen & Li, 2022).

2.6. Κριτικός σχολιασμός και κενά της υπάρχουσας βιβλιογραφίας

Η διεθνής και ελληνική βιβλιογραφία γύρω από τα συστήματα διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων, και ειδικότερα τα πρότυπα HACCP και ISO 22000, έχει αναπτυχθεί σημαντικά τις τελευταίες δεκαετίες, με στόχο την κατανόηση των μεθόδων, των προκλήσεων και των επιπτώσεών τους στη βιομηχανία τροφίμων. Ωστόσο, παρά τη συσσωρευμένη γνώση, εντοπίζονται ορισμένα θεωρητικά και πρακτικά κενά, τα οποία περιορίζουν την πλήρη κατανόηση της εφαρμογής και της αποτελεσματικότητας των συστημάτων αυτών, ειδικά σε επιμέρους τομείς όπως η πτηνοτροφία ή οι μικρομεσαίες επιχειρήσεις τροφίμων.

Αρχικά, η πλειονότητα των μελετών εστιάζει στη θεσμική και τεχνική διάσταση των συστημάτων HACCP και ISO 22000, δίνοντας έμφαση στις απαιτήσεις, τις διαδικασίες και τη συμμόρφωση (Awuchi, 2023; Chen et al., 2022; Motarjemi & Mortimore, 2023). Αν και οι μελέτες αυτές είναι ουσιώδεις για τη διαμόρφωση του πλαισίου λειτουργίας των συστημάτων, συχνά παραμελούν τις ανθρωποκεντρικές και οργανωσιακές παραμέτρους, όπως η εκπαίδευση του προσωπικού, η οργανωσιακή κουλτούρα και η στάση της διοίκησης απέναντι στην ποιότητα. Για παράδειγμα, οι Motarjemi και Mortimore (2023) αναγνωρίζουν τη σημασία της ηγεσίας και της εταιρικής δέσμευσης στην επιτυχία ενός Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων (FSMS), χωρίς όμως να αναλύουν εις βάθος τις κοινωνικές και ψυχολογικές διαστάσεις που επηρεάζουν την εφαρμογή του.

Ένα ακόμη σημαντικό ζήτημα που αναδεικνύεται στη βιβλιογραφία αφορά το **περιορισμένο εμπειρικό υπόβαθρο** πολλών ερευνών. Πολλές μελέτες βασίζονται σε **θεωρητικές προσεγγίσεις ή περιγραφικά case studies**, χωρίς επαρκή ποσοτικά δεδομένα που να



τεκμηριώνουν με μετρήσιμους δείκτες την αποτελεσματικότητα των συστημάτων (Alekseeva et al., 2023; Wang et al., 2024). Αν και τα παραδείγματα εφαρμογής, όπως αυτό των Chen et al. (2022) στην Ταϊβάν, παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες, η γενίκευση των συμπερασμάτων σε άλλες γεωγραφικές ή παραγωγικές συνθήκες παραμένει περιορισμένη. Αυτό οφείλεται σε διαφοροποιήσεις ως προς το θεσμικό πλαίσιο, το επίπεδο τεχνολογικής ανάπτυξης και την επάρκεια πόρων κάθε χώρας.

Η ελληνική βιβλιογραφία, όπως επισημαίνουν οι Λαμπροπούλου και Λάδη (2020), έχει επικεντρωθεί κυρίως στη ρυθμιστική διάσταση και στον ρόλο των ανεξάρτητων αρχών, όπως ο ΕΦΕΤ, αφήνοντας λιγότερο διερευνημένες τις εσωτερικές δυναμικές των επιχειρήσεων και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στην πράξη κατά την εφαρμογή των συστημάτων. Παρότι αναγνωρίζεται η σημασία της συνεργασίας δημόσιου και ιδιωτικού τομέα για την ενίσχυση της ασφάλειας τροφίμων, οι μελέτες σπανίως εξετάζουν την αποτελεσματικότητα αυτής της συνεργασίας στην καθημερινή λειτουργία των μονάδων. Επομένως, υπάρχει ανάγκη για εμπειρικές έρευνες πεδίου, που θα αποτυπώνουν τις πραγματικές προκλήσεις, όπως το κόστος συμμόρφωσης, οι τεχνικοί περιορισμοί και η έλλειψη εκπαιδευμένου προσωπικού.

Ένα ακόμη κενό στη διεθνή βιβλιογραφία σχετίζεται με την τεχνολογική διάσταση της ασφάλειας τροφίμων. Παρότι οι Wang et al. (2024) και οι Alekseeva et al. (2023) επισημαίνουν τη σημασία της ψηφιακής παρακολούθησης και της αξιοποίησης δεδομένων για την πρόληψη κινδύνων, η έρευνα παραμένει αποσπασματική και περιορίζεται κυρίως στη βιομηχανική παραγωγή μεγάλης κλίμακας. Οι μικρότερες επιχειρήσεις, ιδιαίτερα στον πρωτογενή τομέα, όπως οι πτηνοτροφικές μονάδες, δεν αποτελούν αντικείμενο συστηματικής μελέτης όσον αφορά την ενσωμάτωση τεχνολογιών όπως η τεχνητή νοημοσύνη, τα big data ή το IoT (Internet of Things) στη διαχείριση κινδύνων.

Επιπλέον, η βιβλιογραφία δείχνει περιορισμένο ενδιαφέρον για την αλληλεπίδραση μεταξύ HACCP και ISO 22000, παρότι στην πράξη τα δύο συστήματα λειτουργούν συμπληρωματικά. Οι περισσότερες μελέτες αντιμετωπίζουν τα πρότυπα αυτά ως διακριτά ή διαδοχικά στάδια, χωρίς να εξετάζουν εις βάθος τις συνέργειες και τα σημεία επικάλυψης μεταξύ τους (Awuchi, 2023; Okpala & Korzeniowska, 2021). Αυτό δημιουργεί ένα σημαντικό ερευνητικό κενό, καθώς η κατανόηση της αλληλεξάρτησής τους μπορεί να συμβάλει στη βελτιστοποίηση των διαδικασιών ελέγχου και στην απλούστευση των διοικητικών απαιτήσεων για τις επιχειρήσεις.



Ένα ακόμα θέμα που αναδεικνύεται είναι η διαφορετική ωριμότητα των συστημάτων HACCP/ISO 22000 μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών. Οι μελέτες των Chen et al. (2022) και του Awuchi (2023) αναδεικνύουν ότι η επιτυχία εφαρμογής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις υποδομές, τη θεσμική υποστήριξη και την κουλτούρα ασφάλειας τροφίμων. Παρότι τα συστήματα θεωρητικά είναι παγκοσμίως εφαρμόσιμα, η πρακτική υλοποίηση διαφοροποιείται έντονα, καθιστώντας αναγκαία την ανάπτυξη τοπικά προσαρμοσμένων μοντέλων διαχείρισης κινδύνων.

Επιπλέον, παρατηρείται ότι η βιβλιογραφία εστιάζει περισσότερο στις τεχνικές πτυχές συμμόρφωσης και λιγότερο στη διαρκή αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των συστημάτων μετά την αρχική πιστοποίηση. Οι περισσότερες έρευνες περιορίζονται στη φάση εφαρμογής, χωρίς να εξετάζουν την πορεία διατήρησης της ποιότητας και την προσαρμοστικότητα των συστημάτων σε μεταβαλλόμενες συνθήκες, όπως νέες νομοθεσίες, μεταβολές στην αγορά ή νέες τεχνολογίες.

Συνεπώς, η υπάρχουσα βιβλιογραφία έχει συμβάλει ουσιαστικά στην κατανόηση των αρχών, της δομής και των οφελών των συστημάτων HACCP και ISO 22000. Ωστόσο, παραμένουν σημαντικά κενά που σχετίζονται με την εμπειρική τεκμηρίωση, τη μελέτη των οργανωσιακών και ανθρώπινων παραγόντων, την τεχνολογική ενσωμάτωση και την αξιολόγηση της μακροπρόθεσμης αποτελεσματικότητας. Οι ερευνητικές αυτές ελλείψεις αποτελούν προκλήσεις αλλά και ευκαιρίες για τη μελλοντική ακαδημαϊκή έρευνα και την πρακτική βελτίωση των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων.



Κεφάλαιο 3^ο. Πτηνοτροφικές Μονάδες Και Παραγωγική Διαδικασία Πάχυνσης

3.1. Περιγραφή και δομή πτηνοτροφικής μονάδας πάχυνσης

Η πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης αποτελεί έναν εξειδικευμένο τύπο αγροδιατροφικής εγκατάστασης που επικεντρώνεται στην εκτροφή νεοσσών με σκοπό την ταχεία και αποδοτική παραγωγή κρέατος υψηλής ποιότητας. Η δομή και ο σχεδιασμός μιας τέτοιας μονάδας είναι καθοριστικοί για την επίτευξη των επιθυμητών παραγωγικών αποτελεσμάτων, τη διασφάλιση της υγείας των ζώων και τη συμμόρφωση με τα πρότυπα ασφάλειας τροφίμων και καλής διαβίωσης. Οι σύγχρονες μονάδες πάχυνσης λειτουργούν με βάση την αρχή της ολοκληρωμένης διαχείρισης, συνδυάζοντας τεχνολογικές υποδομές, αυτοματισμούς και βιοασφάλεια (Sundrum, 2024).

Η γενική διάταξη μιας πτηνοτροφικής μονάδας περιλαμβάνει συνήθως ένα ή περισσότερα πτηνοτροφεία (θαλάμους εκτροφής), αποθηκευτικούς χώρους για ζωοτροφές και εξοπλισμό, χώρους υποστήριξης (γραφεία, αποδυτήρια, χώροι προσωπικού), καθώς και περιοχές για τη διαχείριση αποβλήτων. Τα πτηνοτροφεία είναι σχεδιασμένα ώστε να εξασφαλίζουν ιδανικές συνθήκες μικροκλίματος για τα πουλερικά, με δυνατότητα ελέγχου της θερμοκρασίας, της υγρασίας, του φωτισμού και του αερισμού. Οι θάλαμοι εκτροφής διαθέτουν συνήθως θερμομονωτικά υλικά, αυτόματα συστήματα θέρμανσης και εξαερισμού, καθώς και αισθητήρες που παρακολουθούν συνεχώς τις περιβαλλοντικές παραμέτρους (George & George, 2023).

Η οργάνωση του εσωτερικού χώρου ακολουθεί συγκεκριμένες εργονομικές αρχές για τη διευκόλυνση του καθαρισμού, της απολύμανσης και της κίνησης του προσωπικού. Τα δάπεδα είναι συνήθως επίπεδα και αδιαπέραστα, κατασκευασμένα από υλικά που διευκολύνουν την απομάκρυνση της στρωμνής και των περιττωμάτων. Η διάταξη των ταϊστών και ποτίστων εξασφαλίζει ομοιόμορφη πρόσβαση όλων των πτηνών στη διατροφή και το νερό, ενώ τα συστήματα φωτισμού ρυθμίζονται με τρόπο που να προσομοιάζει τον φυσικό φωτοπεριοδισμό, προάγοντας τη φυσιολογική ανάπτυξη (Bailey et al., 2021).



Η ζώνη υποστήριξης περιλαμβάνει αποθήκες ζωοτροφών, χώρο προετοιμασίας και ανάμειξης, καθώς και υποδομές για την προσωρινή φύλαξη φαρμάκων και εμβολίων, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ISO 22000:2018 και της ευρωπαϊκής νομοθεσίας (Κανονισμοί 852/2004 και 853/2004). Οι αποθήκες είναι αεριζόμενες, προστατευμένες από υγρασία και επιβλαβείς οργανισμούς, ενώ η διαχείριση των αποβλήτων (π.χ. κοπριάς και νεκρών ζώων) γίνεται με συστήματα που αποτρέπουν τη μόλυνση του περιβάλλοντος και την εξάπλωση παθογόνων (Omodara, 2021).

Επιπλέον, οι υποδομές βιοασφάλειας αποτελούν κρίσιμο στοιχείο της μονάδας πάχυνσης. Περιλαμβάνουν περίφραξη του χώρου, απολυμαντικές δεξαμενές στην είσοδο, σταθμούς καθαρισμού οχημάτων και μέτρα ελέγχου πρόσβασης του προσωπικού και των επισκεπτών. Τα πρωτόκολλα αυτά μειώνουν τον κίνδυνο μεταφοράς ασθενειών, συμβάλλοντας στη διατήρηση ενός υγιούς και παραγωγικού πληθυσμού (Jori et al., 2021).

Η τεχνολογική υποστήριξη των μονάδων πάχυνσης έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Η χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων τροφοδοσίας, καταγραφής κατανάλωσης ζωοτροφών, ανάλυσης περιβαλλοντικών δεδομένων και βιντεοεπιτήρησης επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας και την έγκαιρη αναγνώριση προβλημάτων. Παράλληλα, η ψηφιοποίηση των δεδομένων συμβάλλει στην εφαρμογή προτύπων ιχνηλασιμότητας και στην τεκμηρίωση της συμμόρφωσης με τους κανόνες ασφάλειας τροφίμων (Liu et al., 2023).

Η πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης συνιστά έναν οργανωμένο και τεχνολογικά εξοπλισμένο παραγωγικό οργανισμό, όπου συνδυάζονται αρχές βιομηχανικού σχεδιασμού, βιοασφάλειας και περιβαλλοντικής διαχείρισης. Η αποτελεσματική λειτουργία της εξαρτάται από τη σωστή αρχιτεκτονική διάταξη, τη συνεπή εφαρμογή κανόνων υγιεινής και ασφάλειας, καθώς και τη συνεχή εκπαίδευση του προσωπικού, που αποτελεί τον συνδετικό κρίκο ανάμεσα στην τεχνολογία και την ευζωία των ζώων (Kabir & Islam, 2021).

3.2. Στάδια παραγωγής: υποδοχή νεοσσών, πάχυνση, διατροφή, σφαγή

Η διαδικασία πάχυνσης των πτηνών αποτελεί μια συστηματικά οργανωμένη αλυσίδα παραγωγής, η οποία περιλαμβάνει τέσσερα διακριτά αλλά αλληλένδετα στάδια: την υποδοχή των νεοσσών, την περίοδο πάχυνσης, τη διατροφή και τη φάση της σφαγής. Κάθε στάδιο είναι



καθοριστικής σημασίας για τη διασφάλιση της υγείας, της ευζωίας και της απόδοσης των ζώων, καθώς και για την τελική ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος. Η επιτυχία της διαδικασίας εξαρτάται από τον ακριβή έλεγχο των περιβαλλοντικών, διατροφικών και υγειονομικών παραμέτρων, σε συνδυασμό με την τήρηση των κανόνων βιοασφάλειας και ασφάλειας τροφίμων (Kumar et al., 2022).

Το πρώτο στάδιο, η υποδοχή των νεοσσών, αποτελεί το θεμέλιο της παραγωγικής διαδικασίας. Οι νεοσσοί παραλαμβάνονται συνήθως λίγες ώρες μετά την εκκόλαψή τους και μεταφέρονται σε ειδικά προετοιμασμένους θαλάμους εκτροφής, όπου επικρατούν συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (32–35°C), ελεγχόμενης υγρασίας και επαρκούς φωτισμού. Πριν από την άφιξή τους, οι χώροι καθαρίζονται και απολυμαίνονται πλήρως, ενώ η στρωμνή (συνήθως ροκανίδια ή άχυρο) τοποθετείται ομοιόμορφα για να εξασφαλίσει θερμική άνεση. Κατά την παραλαβή πραγματοποιείται ο πρώτος έλεγχος υγείας των νεοσσών, με έμφαση στη ζωτικότητα, το βάρος και την ομοιομορφία του σμήνους. Τα πρώτα 24ωρα είναι κρίσιμα για τη μείωση του στρες και την ομαλή προσαρμογή, καθώς η θερμική σταθερότητα και η άμεση πρόσβαση σε νερό και τροφή καθορίζουν το ποσοστό επιβίωσης (Tona et al., 2022).

Το δεύτερο στάδιο, η περίοδος πάχυνσης, εκτείνεται συνήθως από τη δεύτερη ημέρα έως τη σφαγή και χαρακτηρίζεται από τη ραγδαία ανάπτυξη των πτηνών. Κατά τη φάση αυτή, το περιβάλλον των θαλάμων προσαρμόζεται προοδευτικά: η θερμοκρασία μειώνεται σταδιακά, ενώ ο φωτισμός και ο εξαερισμός ρυθμίζονται για να διατηρούνται ιδανικές συνθήκες ανάπτυξης. Παράλληλα, εφαρμόζονται αυστηρά προγράμματα εμβολιασμών και προληπτικών ελέγχων για την αποφυγή ασθενειών. Η παρακολούθηση της συμπεριφοράς των πτηνών, της πρόσληψης τροφής και νερού, καθώς και του ρυθμού αύξησης βάρους, επιτρέπει την έγκαιρη παρέμβαση σε περίπτωση αποκλίσεων (Xue et al., 2020).

Η διατροφή αποτελεί τον πυρήνα της παραγωγικής διαδικασίας, καθώς επηρεάζει άμεσα τόσο τον ρυθμό ανάπτυξης όσο και την ποιότητα του κρέατος. Η διατροφική αγωγή διαμορφώνεται σε φάσεις, ανάλογα με την ηλικία και τις ανάγκες των πτηνών: η αρχική τροφή (starter feed) είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και ενέργεια για ταχεία ανάπτυξη, η ενδιάμεση (grower feed) προσαρμόζεται για σταθερή αύξηση μυϊκής μάζας, ενώ η τελική (finisher feed) στοχεύει στη βελτιστοποίηση του σωματικού βάρους και της σύστασης του λίπους. Οι ζωοτροφές παρασκευάζονται σύμφωνα με αυστηρά πρότυπα ποιότητας, συχνά εμπλουτισμένες με βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και φυσικά αντιοξειδωτικά. Ο ορθός σχεδιασμός της διατροφής



συνδέεται με τις αρχές της βιώσιμης παραγωγής, καθώς μειώνει τα απορρίμματα και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα της μονάδας (Choi et al., 2023).

Το τελικό στάδιο, η σφαγή, πραγματοποιείται όταν τα πτηνά φθάσουν στο επιθυμητό βάρος, συνήθως μεταξύ 1,8 και 2,5 κιλών, ανάλογα με τον τύπο της εκτροφής και τη ζήτηση της αγοράς. Η διαδικασία διέπεται από αυστηρούς κανόνες υγιεινής, ευζωίας και ιχνηλασιμότητας, σύμφωνα με τον Κανονισμό (ΕΚ) 1099/2009 για την προστασία των ζώων κατά τη θανάτωση. Η μεταφορά προς το σφαγείο γίνεται υπό ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας και διάρκειας, ώστε να αποφεύγεται το στρες, το οποίο μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την ποιότητα του κρέατος. Στο σφαγείο πραγματοποιούνται έλεγχοι πριν και μετά τη σφαγή (ante mortem και post mortem) από επίσημους κτηνιάτρους, εξασφαλίζοντας ότι το τελικό προϊόν είναι ασφαλές και κατάλληλο για κατανάλωση (Thakur et al., 2025).

Τα στάδια παραγωγής στις μονάδες πάχυνσης συνθέτουν ένα ολιστικό και αυστηρά ελεγχόμενο σύστημα, όπου η βιολογική ανάπτυξη των πτηνών εναρμονίζεται με τις απαιτήσεις ασφάλειας τροφίμων και ζωικής ευζωίας. Η αποτελεσματική διαχείριση κάθε σταδίου συμβάλλει όχι μόνο στη βελτιστοποίηση της παραγωγικότητας, αλλά και στη διαμόρφωση μιας υπεύθυνης και βιώσιμης κτηνοτροφικής πρακτικής (Choi et al., 2023).

3.3. Παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα

Η αποδοτικότητα μιας πτηνοτροφικής μονάδας πάχυνσης εκφράζεται κυρίως μέσω τριών κρίσιμων δεικτών: του δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής (Feed Conversion Ratio – FCR), του ποσοστού θνησιμότητας και του τελικού βάρους σφαγής. Οι δείκτες αυτοί αντικατοπτρίζουν τη συνολική επίδοση του παραγωγικού συστήματος και επηρεάζονται από ένα ευρύ φάσμα παραγόντων που σχετίζονται με τη γενετική, τη διατροφή, το περιβάλλον, τη διαχείριση και την υγεία των πτηνών. Η βελτιστοποίησή τους αποτελεί στρατηγικό στόχο κάθε μονάδας, καθώς καθορίζει άμεσα το οικονομικό αποτέλεσμα, την ενεργειακή αποδοτικότητα και τη βιωσιμότητα της παραγωγής (Prakash et al., 2020).

Ο δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής (FCR) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους δείκτες αποδοτικότητας. Εκφράζει την ποσότητα ζωοτροφής (σε κιλά) που απαιτείται για την παραγωγή ενός κιλού ζώντος βάρους. Όσο χαμηλότερη είναι η τιμή του FCR, τόσο πιο αποδοτική θεωρείται η εκτροφή. Ο δείκτης επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η



ενεργειακή πυκνότητα και η ποιότητα της τροφής, η ηλικία και το φύλο των πτηνών, η θερμοκρασία του περιβάλλοντος, καθώς και το επίπεδο στρες. Η βελτίωση του FCR απαιτεί σωστό σχεδιασμό της διατροφής, σταθερές συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας, καθώς και έγκαιρη παρέμβαση σε περιπτώσεις ασθενειών ή διαταραχών πρόσληψης τροφής. Επιπλέον, η γενετική επιλογή και η χρήση τεχνολογιών παρακολούθησης κατανάλωσης ζωοτροφών έχουν συμβάλει σημαντικά στη μείωση του δείκτη τα τελευταία χρόνια (Davison et al., 2023).

Ο δεύτερος καθοριστικός δείκτης, η θνησιμότητα, αντανακλά το ποσοστό απωλειών του πληθυσμού κατά τη διάρκεια της εκτροφής. Ένα χαμηλό ποσοστό θνησιμότητας (<4–5%) αποτελεί ένδειξη καλής διαχείρισης, υγιεινών συνθηκών και αποτελεσματικών πρακτικών βιοασφάλειας. Οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη θνησιμότητα περιλαμβάνουν την ποιότητα των νεοσσών, την υγιεινή των χώρων, τη σωστή χορήγηση εμβολίων και τη διαχείριση του μικροκλίματος (θερμοκρασία, αερισμός, πυκνότητα εκτροφής). Οι μεταβολές στο περιβάλλον, η κακή ποιότητα ζωοτροφών ή η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών μπορούν να αυξήσουν το στρες και να προκαλέσουν επιδημικά φαινόμενα. Συνεπώς, η συνεχής παρακολούθηση της υγείας του σμήνους και η άμεση εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών αποτελούν προϋποθέσεις για τη διατήρηση χαμηλής θνησιμότητας και σταθερής παραγωγικότητας (Arsoy, 2020).

Ο τελικός δείκτης βάρους σφαγής εκφράζει το εμπορικά αξιοποιήσιμο αποτέλεσμα της εκτροφής. Το ιδανικό βάρος σφαγής εξαρτάται από την αγορά-στόχο και τον τύπο εκτροφής (π.χ. ελαφρά κοτόπουλα για grill ή βαρύτερα για τεμαχισμό), ωστόσο σε όλες τις περιπτώσεις αποτελεί συνάρτηση της ανάπτυξης, της διατροφής και της διάρκειας εκτροφής. Η επίτευξη σταθερού και ομοιόμορφου βάρους αποτελεί δείκτη καλής διατροφικής διαχείρισης και ομοιογενούς ανάπτυξης του σμήνους. Παράγοντες όπως η σύνθεση των ζωοτροφών, η ποιότητα του νερού, οι συνθήκες φωτισμού και η διαχείριση της πυκνότητας εκτροφής επηρεάζουν σημαντικά την τελική σωματική μάζα. Η υπερβολική διάρκεια εκτροφής μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο λίπος και πτώση του δείκτη FCR, ενώ η πρόωρη σφαγή μειώνει την αποδοτικότητα και την κρεατοπαραγωγή (Zhang et al., 2023).

Πέρα από τους μεμονωμένους δείκτες, η συνολική αποδοτικότητα εξαρτάται από τη συνέργεια όλων των παραμέτρων: την ισορροπία μεταξύ πρόσληψης τροφής και ενεργειακών αναγκών, τη σταθερότητα του περιβάλλοντος και τη συνεπή εφαρμογή προγραμμάτων πρόληψης. Ουσιαστικά, η διαχείριση των πτηνοτροφικών μονάδων στηρίζεται σε ένα δυναμικό σύστημα



ελέγχου, όπου κάθε παράγοντας –βιολογικός, τεχνικός ή περιβαλλοντικός– μπορεί να επηρεάσει το τελικό αποτέλεσμα. Η συνεχής παρακολούθηση των δεικτών FCR, θνησιμότητας και βάρους σφαγής, σε συνδυασμό με την ανάλυση δεδομένων και την προσαρμογή των διαδικασιών, επιτρέπει τη βελτιστοποίηση της παραγωγής και τη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της μονάδας (Lorencena et al., 2020).

3.4. Παράγοντες περιβάλλοντος: θερμοκρασία, υγρασία, εξαερισμός

Το περιβάλλον στο οποίο εκτρέφονται τα πτηνά αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που καθορίζουν την ευζωία, την παραγωγικότητα και την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Η θερμοκρασία, η υγρασία και ο εξαερισμός συνιστούν τις βασικές παραμέτρους του μικροκλίματος μέσα στο πτηνοτροφείο, επηρεάζοντας άμεσα τον μεταβολισμό, τη συμπεριφορά και την υγεία των ζώων. Η ορθολογική διαχείριση αυτών των παραμέτρων δεν αποσκοπεί μόνο στη διατήρηση ενός άνετου περιβάλλοντος, αλλά και στη βελτίωση της αποδοτικότητας των μονάδων πάχυνσης, καθώς η παραμικρή απόκλιση από τις ιδανικές συνθήκες μπορεί να επιφέρει σημαντικές απώλειες στην ανάπτυξη ή στην ποιότητα του κρέατος (Küçüktopcu et al., 2024).

Η θερμοκρασία είναι ο καθοριστικότερος περιβαλλοντικός παράγοντας για την εκτροφή πουλερικών, καθώς τα πτηνά είναι ομοθερμικά ζώα με περιορισμένες ικανότητες θερμορύθμισης, ιδιαίτερα κατά τις πρώτες ημέρες ζωής τους. Η ιδανική θερμοκρασία εξαρτάται από την ηλικία των ζώων: οι νεοσσοί χρειάζονται αρχικά θερμοκρασίες 32–34°C, οι οποίες μειώνονται σταδιακά σε περίπου 21–23°C έως τη σφαγή. Αποκλίσεις από τα όρια αυτά μπορούν να προκαλέσουν στρες, μείωση της κατανάλωσης τροφής ή υπερβολική ενεργειακή δαπάνη, επηρεάζοντας αρνητικά τον δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής (FCR). Η υπερβολική θερμότητα οδηγεί σε αφυδάτωση και μειωμένο ρυθμό ανάπτυξης, ενώ το ψύχος μπορεί να προκαλέσει συνωστισμό, αύξηση της υγρασίας και μεγαλύτερη πιθανότητα αναπνευστικών προβλημάτων. Επομένως, η χρήση αυτόματων συστημάτων ελέγχου θερμοκρασίας και αισθητήρων θεωρείται αναπόσπαστο στοιχείο των σύγχρονων μονάδων πάχυνσης (Vieira, 2024).

Η υγρασία αποτελεί επίσης κρίσιμη παράμετρο, καθώς επηρεάζει τόσο τη φυσιολογία των πτηνών όσο και την ποιότητα της στρωμνής. Το βέλτιστο εύρος σχετικής υγρασίας κυμαίνεται



μεταξύ 50% και 70%. Υψηλά επίπεδα υγρασίας δημιουργούν δυσμενείς συνθήκες για τα πτηνά, ευνοώντας την ανάπτυξη μικροοργανισμών, μυκήτων και αμμωνίας, ενώ υποβαθμίζουν τη στρωμή και προκαλούν ερεθισμούς στα πόδια και στο δέρμα. Αντίθετα, η χαμηλή υγρασία μπορεί να προκαλέσει αφυδάτωση και ξηρότητα των βλεννογόνων, καθιστώντας τα πτηνά πιο ευάλωτα σε λοιμώξεις. Η διατήρηση της ισορροπίας απαιτεί συνδυασμό καλού εξαερισμού, ρύθμισης θερμοκρασίας και σωστής διαχείρισης του νερού, ώστε να αποτρέπεται η συσσώρευση υδρατμών χωρίς να δημιουργείται ψύχρα (Ahmed, 2021).

Ο εξαερισμός είναι ο μηχανισμός που εξασφαλίζει την ανανέωση του αέρα, την απομάκρυνση των ρύπων και τη ρύθμιση της υγρασίας και της θερμοκρασίας. Ένα αποτελεσματικό σύστημα εξαερισμού πρέπει να παρέχει επαρκή ροή αέρα χωρίς να προκαλεί ρεύματα που επιβαρύνουν τα πτηνά. Ο εξαερισμός διακρίνεται σε φυσικό και μηχανικό, με τον δεύτερο να χρησιμοποιείται ευρέως στις βιομηχανικές μονάδες λόγω της δυνατότητας ακριβούς ελέγχου. Ο ανεπαρκής εξαερισμός οδηγεί σε συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα, σκόνης και αμμωνίας, ουσιών που επιδρούν δυσμενώς στην αναπνευστική υγεία και μειώνουν την όρεξη και τη ζωτικότητα των πτηνών. Επιπλέον, οι διακυμάνσεις της ταχύτητας του αέρα πρέπει να ρυθμίζονται ανάλογα με την εποχή και την πυκνότητα εκτροφής, καθώς επηρεάζουν την ομοιογένεια της θερμοκρασίας εντός του θαλάμου (El-Hack et al., 2022).

Η συνδυασμένη διαχείριση των παραγόντων αυτών αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για τη διατήρηση ενός σταθερού μικροκλίματος. Η σύγχρονη τεχνολογία επιτρέπει την παρακολούθηση όλων των παραμέτρων σε πραγματικό χρόνο μέσω αυτοματοποιημένων συστημάτων και αισθητήρων, διευκολύνοντας την έγκαιρη ανίχνευση ανωμαλιών. Ο ολοκληρωμένος έλεγχος του περιβάλλοντος συμβάλλει όχι μόνο στη βελτίωση της παραγωγικότητας, αλλά και στην ενίσχυση της ευζωίας των πτηνών, αποτελώντας αναπόσπαστο στοιχείο της ορθής γεωργικής πρακτικής και της βιώσιμης ζωικής παραγωγής (Selvam & Al-Humairi, 2023).

3.5. Κίνδυνοι για την ασφάλεια τροφίμων στις πτηνοτροφικές μονάδες

Η ασφάλεια των τροφίμων στις πτηνοτροφικές μονάδες αποτελεί θεμελιώδη προϋπόθεση για τη δημόσια υγεία και τη βιωσιμότητα του κλάδου. Η παραγωγή κρέατος πουλερικών, λόγω της φύσης της, ενέχει πολλαπλούς κινδύνους οι οποίοι μπορεί να προκύψουν σε όλα τα στάδια της



εκτροφής, από την παραλαβή των νεοσσών έως τη μεταφορά των σφαγίων. Οι κίνδυνοι αυτοί κατηγοριοποιούνται συνήθως σε βιολογικούς, χημικούς και φυσικούς, ενώ η αποτελεσματική τους διαχείριση απαιτεί την εφαρμογή ολοκληρωμένων συστημάτων πρόληψης και ελέγχου, όπως το HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) και η συμμόρφωση με τον Κανονισμό (ΕΚ) 852/2004 περί υγιεινής των τροφίμων.

Οι βιολογικοί κίνδυνοι αποτελούν τη σοβαρότερη απειλή για την ασφάλεια των πτηνοτροφικών προϊόντων. Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται παθογόνοι μικροοργανισμοί όπως *Salmonella* spp., *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* και *Listeria monocytogenes*, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές τροφιμογενείς λοιμώξεις στον άνθρωπο. Η παρουσία τους συνδέεται με ανεπαρκή απολύμανση, μόλυνση του νερού ή των ζωοτροφών, καθώς και με ελλιπή εφαρμογή μέτρων βιοασφάλειας. Η *Salmonella*, για παράδειγμα, μπορεί να εγκατασταθεί στο πεπτικό σύστημα των πτηνών χωρίς να προκαλεί συμπτώματα, καθιστώντας τη μόλυνση δύσκολα ανιχνεύσιμη. Αντίστοιχα, ο *Campylobacter* μπορεί να μεταδοθεί κατά τη σφαγή, αν δεν τηρηθούν οι προβλεπόμενες διαδικασίες υγιεινής. Για την πρόληψη των βιολογικών κινδύνων απαιτείται συνεχής κτηνιατρικός έλεγχος, συστηματική απολύμανση, σωστή διαχείριση της θερμοκρασίας και τήρηση ιχνηλασιμότητας καθ' όλη την παραγωγική αλυσίδα (Gourama, 2020).

Οι χημικοί κίνδυνοι σχετίζονται με την πιθανή παρουσία ανεπιθύμητων ουσιών στα προϊόντα, όπως υπολείμματα φαρμάκων, αντιβιοτικών, εντομοκτόνων ή βαρέων μετάλλων. Οι ουσίες αυτές μπορεί να προέλθουν από την αλόγιστη χρήση φαρμακευτικών σκευασμάτων, τη ρύπανση των ζωοτροφών ή τη μόλυνση του νερού. Η αυστηρή τήρηση των χρόνων αναμονής μετά τη χορήγηση φαρμάκων, η προμήθεια ζωοτροφών από πιστοποιημένους προμηθευτές και η εφαρμογή ορθών πρακτικών αποθήκευσης αποτελούν κρίσιμες ενέργειες για τη μείωση των κινδύνων. Επιπλέον, η ανάπτυξη προγραμμάτων παρακολούθησης υπολειμμάτων (residue monitoring programs) διασφαλίζει ότι τα παραγόμενα προϊόντα πληρούν τα ευρωπαϊκά όρια ασφαλείας και παραμένουν απαλλαγμένα από επικίνδυνες ουσίες (Khan, 2022).

Οι φυσικοί κίνδυνοι, αν και λιγότερο συχνοί, είναι εξίσου σημαντικοί, καθώς σχετίζονται με την παρουσία ξένων σωμάτων στα προϊόντα, όπως μεταλλικά θραύσματα, πλαστικά ή γυαλί. Αυτά μπορεί να προκύψουν από κακή συντήρηση του εξοπλισμού ή από ακατάλληλους χειρισμούς κατά τη διαδικασία της σφαγής και της συσκευασίας. Η τακτική επιθεώρηση και



συντήρηση του μηχανολογικού εξοπλισμού, σε συνδυασμό με τη χρήση ανιχνευτών μετάλλων, μειώνει σημαντικά την πιθανότητα τέτοιων περιστατικών (Onyeaka et al., 2023).

Πέραν των προφανών κινδύνων, αναδεικνύονται τα τελευταία χρόνια και νέες απειλές, όπως η ανάπτυξη ανθεκτικών στελεχών βακτηρίων λόγω υπερβολικής χρήσης αντιβιοτικών και η μικροβιολογική μόλυνση μέσω επιφανειών ή εξοπλισμού. Η ολιστική προσέγγιση της ασφάλειας τροφίμων απαιτεί την εκπαίδευση του προσωπικού, τη συνεχή επιτήρηση των διαδικασιών και τη διασφάλιση της συνεργασίας μεταξύ παραγωγών, κτηνιάτρων και ελεγκτικών αρχών (Salam et al., 2023).

Η σύγχρονη διαχείριση των πτηνοτροφικών μονάδων στηρίζεται στην προληπτική λογική: η ασφάλεια των τροφίμων δεν εξασφαλίζεται μόνο με ελέγχους στο τελικό προϊόν, αλλά με τον συστηματικό έλεγχο όλων των σταδίων της παραγωγής. Η εφαρμογή προγραμμάτων όπως το GHP (Good Hygienic Practices) και το GMP (Good Manufacturing Practices) συμπληρώνουν το σύστημα HACCP, δημιουργώντας ένα συνεκτικό πλαίσιο πρόληψης. Η κατανόηση και αντιμετώπιση των κινδύνων αυτών δεν αποτελεί απλώς υποχρέωση των παραγωγών, αλλά θεμέλιο για την προστασία του καταναλωτή και την ενίσχυση της αξιοπιστίας του πτηνοτροφικού τομέα συνολικά (Owusu-Aparenten & Vieira, 2022).

3.6. Προηγούμενες μελέτες εφαρμογής HACCP/ISO 22000 σε πτηνοτροφία

Η εφαρμογή συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων, όπως το HACCP και το ISO 22000, στον τομέα της πτηνοτροφίας έχει αποτελέσει αντικείμενο εκτεταμένης επιστημονικής έρευνας τις τελευταίες δεκαετίες. Οι μελέτες αυτές επιβεβαιώνουν ότι η συστηματική εφαρμογή τέτοιων προτύπων συμβάλλει ουσιαστικά στη μείωση των μικροβιολογικών κινδύνων, στη βελτίωση της ποιότητας του τελικού προϊόντος και στην ενίσχυση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών απέναντι στα πτηνοτροφικά προϊόντα. Παράλληλα, αποδεικνύουν ότι η επιτυχία των συστημάτων αυτών εξαρτάται από το επίπεδο εκπαίδευσης του προσωπικού, την οργάνωση των διαδικασιών και τη συνεχή αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Σύμφωνα με τον Awuchi (2023), η ενσωμάτωση του HACCP στα πτηνοτροφικά συστήματα παραγωγής αποτελεί τον πιο αποτελεσματικό τρόπο πρόληψης βιολογικών κινδύνων όπως



Salmonella spp. και *Campylobacter* spp., οι οποίοι ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό τροφιμογενών λοιμώξεων παγκοσμίως. Ο συγγραφέας επισημαίνει ότι η επιτυχής εφαρμογή του HACCP προϋποθέτει πλήρη ανάλυση των κινδύνων σε κάθε στάδιο της παραγωγικής αλυσίδας — από την εκτροφή έως τη σφαγή — καθώς και τη θέσπιση κρίσιμων σημείων ελέγχου (CCPs) που παρακολουθούνται με συστηματικό τρόπο.

Αντίστοιχα, η έρευνα των Chen et al. (2022) σε μονάδες εκτροφής κοτόπουλων στην Ταϊβάν κατέδειξε ότι η πιστοποίηση ISO 22000:2018 βελτίωσε σημαντικά τη συμμόρφωση των επιχειρήσεων με τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές ασφάλειας τροφίμων. Οι ερευνητές διαπίστωσαν μείωση των μικροβιολογικών αποκλίσεων, βελτίωση στην ιχνηλασιμότητα των παρτίδων και αυξημένη επίγνωση των εργαζομένων σχετικά με τη σημασία της καθαριότητας και της ορθής υγιεινής πρακτικής. Η συγκεκριμένη μελέτη υπογράμμισε επίσης τη συμβολή της τεκμηρίωσης και των διαδικασιών εσωτερικού ελέγχου στη διασφάλιση της συνέχειας και της αξιοπιστίας του συστήματος.

Οι Motarjemi και Mortimore (2023) ανέλυσαν σε παγκόσμιο επίπεδο την αποτελεσματικότητα των συστημάτων διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων, επισημαίνοντας ότι η εφαρμογή των HACCP και ISO 22000 στην πτηνοτροφία όχι μόνο μειώνει τα περιστατικά επιμόλυνσης, αλλά και ενισχύει την αποδοτικότητα της παραγωγής μέσω της μείωσης των απορριπτόμενων παρτίδων. Επιπλέον, αναγνώρισαν ότι οι μονάδες που συνδυάζουν τα συστήματα αυτά με προγράμματα GHP και GMP παρουσιάζουν υψηλότερα επίπεδα συμμόρφωσης και μειωμένο λειτουργικό κόστος.

Σε ελληνικό πλαίσιο, οι μελέτες των Λαμπροπούλου και Λάδη (2020) τονίζουν τον ρόλο των ανεξάρτητων ελεγκτικών αρχών, όπως ο ΕΦΕΤ, στην επιτήρηση της εφαρμογής των προτύπων HACCP και ISO 22000. Η αποτελεσματικότητα των συστημάτων αυτών εξαρτάται, σύμφωνα με τους συγγραφείς, από τη συνέργεια μεταξύ δημόσιων φορέων και επιχειρήσεων, καθώς και από τη συστηματική εκπαίδευση του προσωπικού στις αρχές της ασφάλειας τροφίμων.

Περαιτέρω, ο Okpala και η Korzeniowska (2021) υποστηρίζουν ότι η συμμόρφωση με τα διεθνή πρότυπα ασφάλειας τροφίμων έχει θετική επίδραση και στη διοικητική κουλτούρα των επιχειρήσεων, ενισχύοντας τη διαφάνεια, την τυποποίηση των διαδικασιών και την υπευθυνότητα σε όλα τα επίπεδα. Η τυποποίηση αυτή αποτελεί κρίσιμη προϋπόθεση για την εξαγωγική δραστηριότητα των πτηνοτροφικών προϊόντων, καθώς οι αγορές της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των Ηνωμένων Πολιτειών απαιτούν αυστηρή πιστοποίηση ISO 22000.



Τέλος, πρόσφατες μελέτες (Alekseeva et al., 2023; Wang et al., 2024) εστιάζουν στη μετάβαση από την απλή συμμόρφωση σε ένα ολιστικό μοντέλο διαχείρισης κινδύνων, όπου τα συστήματα HACCP και ISO 22000 συνδυάζονται με ψηφιακά εργαλεία, αισθητήρες και δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για την πρόληψη αποκλίσεων πριν αυτές εμφανιστούν. Η σύγχρονη έρευνα δείχνει ότι η ενσωμάτωση τεχνολογιών παρακολούθησης και ανάλυσης δεδομένων ενισχύει τη δυναμική των συστημάτων, καθιστώντας τα πιο προληπτικά και προσαρμοστικά στις συνεχώς μεταβαλλόμενες συνθήκες της παραγωγής. Οι προηγούμενες μελέτες επιβεβαιώνουν ότι η εφαρμογή των HACCP και ISO 22000 στην πτηνοτροφία δεν αποτελεί απλώς κανονιστική απαίτηση, αλλά βασικό εργαλείο ποιοτικής και επιχειρησιακής αναβάθμισης, που συμβάλλει στη βιωσιμότητα, στην ασφάλεια και στην ανταγωνιστικότητα του κλάδου.



Κεφάλαιο 4^ο. Μεθοδολογία Έρευνας

4.1. Τύπος έρευνας

Η παρούσα έρευνα εντάσσεται στην κατηγορία των εφαρμοσμένων ερευνών και υιοθετεί τη μεθοδολογική προσέγγιση της μελέτης περίπτωσης (case study), με αντικείμενο την ανάλυση και βελτιστοποίηση ενός ολοκληρωμένου συστήματος ασφάλειας τροφίμων (ISO 22000/HACCP) σε πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης. Η επιλογή αυτής της μεθόδου αιτιολογείται από την ανάγκη για εις βάθος διερεύνηση ενός σύνθετου και πολυπαραγοντικού συστήματος, όπου η αλληλεπίδραση μεταξύ διαδικασιών, ανθρώπινων παραγόντων και περιβαλλοντικών συνθηκών απαιτεί αναλυτική και εμπειρική τεκμηρίωση (Heale & Twycross, 2018).

Η εφαρμοσμένη έρευνα διαφοροποιείται από τη βασική ή θεωρητική, καθώς επιδιώκει την άμεση αξιοποίηση των αποτελεσμάτων στην πράξη. Στην προκειμένη περίπτωση, στόχος δεν είναι μόνο η κατανόηση των αρχών που διέπουν το ISO 22000 και το HACCP, αλλά κυρίως η εφαρμογή, παρακολούθηση και βελτίωση αυτών των συστημάτων σε πραγματικό περιβάλλον παραγωγής, με βάση τα δεδομένα της επιχείρησης «Κοτόπουλα Πίνδος». Η μελέτη, επομένως, έχει πρακτικό προσανατολισμό, καθώς επιδιώκει να προτείνει συγκεκριμένες βελτιωτικές ενέργειες για την ενίσχυση της ασφάλειας, της ποιότητας και της αποδοτικότητας της παραγωγής (Αγροτικός Πτηνοτροφικός Συνεταιρισμός Ιωαννίνων ΠΙΝΔΟΣ, 2025).

Η μελέτη περίπτωσης αποτελεί μια ποιοτική αλλά και ποσοτικά εμπλουτισμένη μεθοδολογική προσέγγιση, που εστιάζει στη διερεύνηση ενός φαινομένου μέσα στο πραγματικό του πλαίσιο (Yin, 2018). Η επιλογή της βασίστηκε στην ιδιαιτερότητα της πτηνοτροφικής παραγωγής, όπου οι παράμετροι ασφάλειας τροφίμων εξαρτώνται από πληθώρα παραγόντων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η διατροφή, η βιοασφάλεια και η ανθρώπινη διαχείριση. Η διερεύνηση αυτών των παραμέτρων απαιτεί ολιστική προσέγγιση, κάτι που η μελέτη περίπτωσης προσφέρει, επιτρέποντας τη συνδυασμένη ανάλυση τεχνικών, περιβαλλοντικών και οργανωτικών δεδομένων.



Η έρευνα αξιοποιεί πραγματικά δεδομένα λειτουργίας της πτηνοτροφικής μονάδας, τα οποία συλλέχθηκαν από τα εσωτερικά αρχεία παρακολούθησης ISO 22000/HACCP και περιλαμβάνουν δείκτες όπως ο δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής (FCR), η θνησιμότητα, το τελικό βάρος σφαγής, καθώς και περιβαλλοντικές μεταβλητές (θερμοκρασία, υγρασία, εξαερισμός). Τα δεδομένα αυτά επιτρέπουν την εφαρμογή εργαλείων στατιστικού ελέγχου διεργασιών (SPC), προκειμένου να εντοπιστούν αποκλίσεις, να εξαχθούν αιτιώδεις σχέσεις και να προταθούν τεκμηριωμένες διορθωτικές ενέργειες (Pérez-Benítez et al., 2023).

Στο πλαίσιο αυτό, η έρευνα υιοθετεί μικτή μεθοδολογική προσέγγιση, συνδυάζοντας ποσοτικά και ποιοτικά στοιχεία. Από τη μια πλευρά, τα ποσοτικά δεδομένα επιτρέπουν αντικειμενική αξιολόγηση των δεικτών παραγωγής και συμμόρφωσης με τα πρότυπα ISO 22000 και HACCP. Από την άλλη, η ποιοτική ανάλυση των διαδικασιών, των διορθωτικών ενεργειών και των εσωτερικών ελέγχων συμβάλλει στην κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα του συστήματος. Αυτή η διπλή διάσταση καθιστά την έρευνα επαρκώς ρεαλιστική για πρακτική εφαρμογή, αλλά και επιστημονικά τεκμηριωμένη (Almeida, 2018).

Η επιλογή της μελέτης περίπτωσης ως μεθοδολογικού πλαισίου εξασφαλίζει επίσης τη δυνατότητα γενίκευσης αναλυτικών συμπερασμάτων σε παρόμοιες πτηνοτροφικές μονάδες, εντός του ελληνικού ή ευρωπαϊκού πλαισίου (Heale & Twycross, 2018). Παρά το γεγονός ότι το δείγμα εστιάζει σε μία επιχείρηση, τα δεδομένα της θεωρούνται αντιπροσωπευτικά του κλάδου, καθώς η Πίνδος αποτελεί μία από τις μεγαλύτερες και πιο τυποποιημένες μονάδες πτηνοτροφικής παραγωγής στην Ελλάδα.

Επομένως, η έρευνα συγκροτείται ως εφαρμοσμένη μελέτη περίπτωσης που συνδυάζει θεωρητική γνώση, πρακτική παρατήρηση και ανάλυση πραγματικών δεδομένων. Στόχος της είναι η παραγωγή αξιοποιήσιμης γνώσης, ικανής να βελτιώσει τη λειτουργία των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων και να προσφέρει ένα πρότυπο μεθοδολογικής εφαρμογής για τον κλάδο της πτηνοτροφίας.

4.2. Περιγραφή της επιχείρησης

Η Αγροτική Πτηνοτροφική Συνεταιριστική Ιωαννίνων (ΠΗΝΛΟΣ Α.Π.Σ.Ι.) αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους και πλέον οργανωμένους φορείς της ελληνικής πτηνοτροφίας, με πολυετή παρουσία στον κλάδο και ισχυρή θέση στην εγχώρια αγορά. Ως συνεταιρισμός,



συγκροτείται από δεκάδες παραγωγούς της περιοχής των Ιωαννίνων, οι οποίοι λειτουργούν βάσει ενιαίων προδιαγραφών εκτροφής, ελέγχου ποιότητας και εταιρικής διαχείρισης. Η δομή αυτή επιτρέπει στη «ΠΙΝΔΟΣ» να συνδυάζει το πλεονέκτημα της συλλογικής παραγωγικής οργάνωσης με την ευελιξία της βιομηχανικής λειτουργίας, εξασφαλίζοντας υψηλά επίπεδα τυποποίησης και διασφάλισης της ποιότητας σε κάθε στάδιο της παραγωγικής αλυσίδας (Dotas et al., 2021).

Η παραγωγική δυναμικότητα του Συνεταιρισμού είναι ιδιαίτερα υψηλή, καλύπτοντας ένα σημαντικό ποσοστό της ελληνικής κατανάλωσης κοτόπουλου. Διαθέτει πτηνοτροφικές μονάδες πάχυνσης, εκκολαπτήρια, σύγχρονες εγκαταστάσεις επεξεργασίας και σφαγής, καθώς και υποδομές διανομής ψυγόμενων και κατεψυγμένων προϊόντων. Η καθετοποίηση των διαδικασιών — από την εκτροφή έως τη συσκευασία — επιτρέπει τον πλήρη έλεγχο της ποιότητας, της ασφάλειας και της ιχνηλασιμότητας. Παράλληλα, η επιχείρηση επενδύει συστηματικά σε τεχνολογικό εκσυγχρονισμό, εισάγοντας αυτοματοποιημένα συστήματα παρακολούθησης περιβαλλοντικών συνθηκών, τηλεμετρίας ζωοτροφών και ελέγχου ζωικού κεφαλαίου, γεγονός που ενισχύει τη δυνατότητα λήψης τεκμηριωμένων αποφάσεων (Fotou et al., 2024).

Σε ό,τι αφορά τη στελέχωση, η «ΠΙΝΔΟΣ» απασχολεί εξειδικευμένο επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό, όπως κτηνιάτρους, τεχνολόγους τροφίμων, μηχανικούς, υπευθύνους ποιότητας και χειριστές παραγωγής. Το ανθρώπινο δυναμικό αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα στην εφαρμογή και συνεχή αναβάθμιση των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων, ιδιαίτερα σε καθετοποιημένες μονάδες όπου απαιτείται συντονισμός μεταξύ πολλών τμημάτων. Επιπλέον, η συνεχής επιμόρφωση των εργαζομένων σε θέματα υγιεινής, βιοασφάλειας και τήρησης διαδικασιών αποτελεί πάγια πρακτική του Συνεταιρισμού (Tellis et al., 2024).

Σημαντική διάσταση της λειτουργίας της επιχείρησης αποτελεί η συμμόρφωση με διεθνή και ευρωπαϊκά πρότυπα. Η «ΠΙΝΔΟΣ» εφαρμόζει ολοκληρωμένα συστήματα ασφάλειας τροφίμων σύμφωνα με τα πρότυπα **ISO 22000:2018, HACCP**, καθώς και πιστοποιήσεις ποιότητας όπως ISO 9001, BRC ή IFS (ανάλογα με τη μονάδα). Οι πιστοποιήσεις αυτές δεν έχουν μόνο κανονιστική σημασία· λειτουργούν ως μέσο συνεχούς βελτίωσης, διασφαλίζοντας ότι οι διαδικασίες παραμένουν συμβατές με τις σύγχρονες απαιτήσεις ασφάλειας, ιχνηλασιμότητας και διαχείρισης κινδύνων. Η αυστηρή τήρηση των προτύπων της ΕΕ, καθώς



και η συνεργασία με ελεγκτικούς φορείς και επιθεωρητές, ενισχύουν την αξιοπιστία της επιχείρησης και διασφαλίζουν την υψηλή ποιότητα των προϊόντων (Vasilopoulos et al., 2020).

Η εταιρεία χαρακτηρίζεται από έντονο προσανατολισμό στη βιωσιμότητα και στην υπεύθυνη παραγωγή. Η εφαρμογή πρακτικών βιοασφάλειας, η παρακολούθηση περιβαλλοντικών παραμέτρων, η σωστή διαχείριση ζωοτροφών και αποβλήτων και η σταδιακή υιοθέτηση τεχνολογιών χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης αποτελούν μέρος της στρατηγικής της. Σε αυτό το πλαίσιο, η εφαρμογή του ISO 22000 και του HACCP στα πτηνοτροφεία της «ΠΙΝΔΟΣ» δεν αποτελεί απλώς κανονιστική υποχρέωση, αλλά στρατηγική επιλογή για την εξασφάλιση της ποιότητας και της ανταγωνιστικότητας σε έναν απαιτητικό κλάδο τροφίμων (Kiisk & Värnik, 2021).

4.3. Συλλογή και είδη δεδομένων

Η συλλογή δεδομένων στην παρούσα έρευνα στηρίζεται αποκλειστικά σε πραγματικά, πρωτογενή παραγωγικά στοιχεία που προέρχονται από τη λειτουργία της πτηνοτροφικής μονάδας πάχυνσης του Συνεταιρισμού «ΠΙΝΔΟΣ». Η αξιοποίηση πραγματικών μετρήσεων αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της μεθοδολογίας, καθώς επιτρέπει την ακριβή αποτύπωση της παραγωγικής πραγματικότητας και παρέχει τη δυνατότητα εφαρμογής στατιστικών εργαλείων για την ανάλυση αποκλίσεων, τη διαχείριση κινδύνων και την αξιολόγηση της συμμόρφωσης με το ISO 22000:2018 και το HACCP.

Τα δεδομένα προέρχονται από τα εσωτερικά αρχεία παρακολούθησης της μονάδας και συλλέχθηκαν σε συνεργασία με τους υπεύθυνους ποιότητας και παραγωγής. Η συγκεντρωτική βάση δεδομένων καλύπτει διαδοχικές παρτίδες πάχυνσης, επιτρέποντας τη διαχρονική σύγκριση της απόδοσης και των περιβαλλοντικών συνθηκών. Κάθε παρτίδα αποτελεί αυτόνομη μονάδα ανάλυσης και τεκμηριώνεται με βάση συγκεκριμένα ποσοτικά μεγέθη, τα οποία θεωρούνται κρίσιμα τόσο για την παραγωγική αποδοτικότητα όσο και για τη διασφάλιση της ασφάλειας τροφίμων.

Μεταξύ των βασικών δεικτών που συλλέγονται συγκαταλέγεται ο δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής (Feed Conversion Ratio – FCR), ο οποίος αποτελεί θεμελιώδη παράμετρο αξιολόγησης της παραγωγικής αποδοτικότητας. Ο FCR προκύπτει από τον λόγο συνολικής κατανάλωσης ζωοτροφής προς το συνολικό παραγόμενο βάρος και αποτυπώνει την ενεργειακή



αποτελεσματικότητα της εκτροφής. Η συστηματική καταγραφή του επιτρέπει την αναγνώριση τάσεων, τη σύγκριση μεταξύ παρτίδων και τον εντοπισμό πιθανών επιρροών από περιβαλλοντικούς ή διαχειριστικούς παράγοντες.

Ένας δεύτερος βασικός δείκτης αφορά το μέσο τελικό βάρος σφαγής, το οποίο αποτελεί κρίσιμο οικονομικό και ποιοτικό μέγεθος. Η μεταβλητότά του συνδέεται τόσο με γενετικούς και διατροφικούς παράγοντες όσο και με τις συνθήκες εκτροφής. Για τον λόγο αυτό, το βάρος καταγράφεται συστηματικά ανά παρτίδα, επιτρέποντας τη διερεύνηση ενδεχόμενων συσχετίσεων με το περιβάλλον, τη θνησιμότητα ή τον FCR.

Παράλληλα, η μονάδα παρέχει στοιχεία για το ποσοστό θνησιμότητας, έναν δείκτη άμεσα συνδεδεμένο με τη συνολική υγεία του ζωικού πληθυσμού και την αποτελεσματικότητα των πρακτικών βιοασφάλειας. Ο δείκτης αυτός αποτελεί και βασικό σημείο ελέγχου για τα συστήματα HACCP και ISO 22000, καθώς αυξημένες τιμές μπορεί να υποδηλώνουν την παρουσία βιολογικών κινδύνων ή ανεπάρκειες στη διαχείριση.

Εξίσου σημαντικό σύνολο δεδομένων αφορά τις περιβαλλοντικές παραμέτρους, κυρίως τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του θαλάμου πάχυνσης. Οι μεταβλητές αυτές καταγράφονται μέσω συστημάτων επιτήρησης της μονάδας και χρησιμοποιούνται στην ανάλυση των αποκλίσεων και των συσχετίσεων με την απόδοση των ζώων. Η θερμοκρασία επηρεάζει άμεσα τον μεταβολισμό, την πρόσληψη τροφής και τη συμπεριφορά του ζωικού κεφαλαίου, ενώ η υγρασία συνδέεται με την υγιεινή του περιβάλλοντος, την ποιότητα της στρωμνής και την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Πέραν των παραπάνω, συλλέγονται συμπληρωματικά στοιχεία, όπως ο τύπος ζωοτροφής, η κατανάλωση νερού, οι πρακτικές απολύμανσης και οι παρατηρήσεις σχετικές με τα κρίσιμα σημεία ελέγχου (CCPs). Τα δεδομένα αυτά δεν χρησιμεύουν μόνο ως εργαλεία διαχείρισης κινδύνων, αλλά και ως παράγοντες επιβεβαίωσης της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις των προτύπων.

Επομένως, η συλλογή των δεδομένων χαρακτηρίζεται από συστηματικότητα, ακρίβεια και πληρότητα, επιτρέποντας μια ολοκληρωμένη ανάλυση της λειτουργίας της μονάδας. Η πολυπαραγοντική δομή των πληροφοριών καθιστά δυνατή τόσο την περιγραφική στατιστική ανάλυση όσο και τη διερεύνηση συσχετίσεων, παρέχοντας ισχυρή εμπειρική βάση για τα συμπεράσματα της έρευνας.



4.4. Στατιστικό εργαλείο SPSS

Η ανάλυση των δεδομένων της παρούσας έρευνας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του SPSS, ενός από τα πιο διαδεδομένα και αξιόπιστα εργαλεία για την επεξεργασία ποσοτικών δεδομένων στις κοινωνικές, φυσικές και εφαρμοσμένες επιστήμες. Η επιλογή του **SPSS (Statistical Package for the Social Sciences)** αιτιολογείται από την ικανότητά του να διαχειρίζεται μεγάλα και πολυδιάστατα σύνολα δεδομένων, να αξιοποιεί πληθώρα στατιστικών τεχνικών και να παρέχει αποτελέσματα υψηλής ακρίβειας μέσα από ένα περιβάλλον εύχρηστο και συμβατό με τις ανάγκες της παρούσας μελέτης περίπτωσης (Okagbue et al., 2021).

Η φύση των δεδομένων που συλλέχθηκαν από την πτηνοτροφική μονάδα — όπως ο δείκτης FCR, το μέσο τελικό βάρος σφαγής, η θνησιμότητα, η θερμοκρασία και η υγρασία — απαιτεί εργαλεία που μπορούν να συνδυάσουν **περιγραφική στατιστική, έλεγχο αποκλίσεων και συσχετιστική ανάλυση**. Το SPSS επιτρέπει τη δημιουργία δομημένων πινάκων δεδομένων, την κωδικοποίηση κατηγοριών (π.χ. τύπος ζωοτροφής, συμμόρφωση CCPs), καθώς και τη μετατροπή των μεταβλητών σε μορφές κατάλληλες για ανάλυση. Η δυνατότητα αυτή είναι καθοριστική όταν τα δεδομένα προέρχονται από πραγματικές παραγωγικές συνθήκες, όπου συχνά εμφανίζονται ασυνέχειες, ελλείψεις ή τυπολογικές ιδιαιτερότητες.

Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του SPSS είναι ότι υποστηρίζει **διαγνωστικούς ελέγχους ποιότητας δεδομένων**, όπως ο εντοπισμός ακραίων τιμών (outliers), η επαλήθευση ομοιογένειας και η αξιολόγηση κανονικότητας των κατανομών. Στο πλαίσιο της έρευνας, τα εργαλεία αυτά αξιοποιήθηκαν για να διασφαλιστεί ότι οι μεταβλητές μπορούν να χρησιμοποιηθούν αξιόπιστα σε στατιστικές αναλύσεις, καθώς και για τη διαπίστωση ενδεχόμενων ανωμαλιών που μπορεί να συνδέονται με περιβαλλοντικές ή διαχειριστικές αποκλίσεις στη μονάδα.

Για την περιγραφική ανάλυση πραγματοποιήθηκε υπολογισμός μέσων όρων, τυπικών αποκλίσεων και εύρους τιμών για βασικούς δείκτες παραγωγής. Η διαδικασία αυτή συνέβαλε στην κατανόηση της βασικής συμπεριφοράς των μεταβλητών και δημιούργησε το υπόβαθρο για βαθύτερη ανάλυση. Επιπρόσθετα, το SPSS χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή **γραφικών παραστάσεων** (όπως boxplots και scatterplots), οι οποίες διευκολύνουν την οπτική διερεύνηση τάσεων και συσχετίσεων.



Επιπλέον, το SPSS χρησιμοποιήθηκε για **συσχετιστική και παλινδρομική ανάλυση**, με στόχο την εξέταση των σχέσεων ανάμεσα σε περιβαλλοντικούς παράγοντες και δείκτες παραγωγικής απόδοσης. Για παράδειγμα, η συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας και FCR ή μεταξύ υγρασίας και θνησιμότητας εξετάστηκε μέσω του μη παραμετρικού συντελεστή Spearman. Εκτελέστηκε επίσης ανάλυση παλινδρόμησης για τη διερεύνηση παραγόντων που σχετίζονται με το ποσοστό θνησιμότητας. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων αυτών είναι ιδιαίτερα χρήσιμα για την αναγνώριση κρίσιμων σημείων που επηρεάζουν την αποδοτικότητα και την ασφάλεια στην πτηνοτροφική παραγωγή.

Εξίσου σημαντικός ήταν ο ρόλος του SPSS στην αξιολόγηση αποκλίσεων που συνδέονται με τα κρίσιμα σημεία ελέγχου (CCPs). Η δυνατότητα ομαδοποίησης δεδομένων ανά παρτίδα, η σύγκριση μέσων τιμών και η εκτέλεση ελέγχων σημαντικότητας (π.χ. t-test όπου ήταν εφαρμόσιμο) παρείχαν χρήσιμες ενδείξεις σχετικά με το εάν οι αποκλίσεις αυτές είχαν στατιστικά σημαντικές επιπτώσεις στην απόδοση του συστήματος.

Η χρήση του SPSS ευνόησε τη συστηματική ανάλυση, εξασφαλίζοντας ότι τα αποτελέσματα μπορούν να επαληθευτούν ή να επεκταθούν σε μελλοντική έρευνα. Η δυνατότητα εξαγωγής αναλυτικών αναφορών, πινάκων και γραφημάτων το καθιστά αναντικατάστατο εργαλείο στη μεθοδολογία της παρούσας μελέτης.

4.5. Αξιοπιστία και εγκυρότητα δεδομένων

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των δεδομένων αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους για την επιστημονική εγκυρότητα κάθε εφαρμοσμένης έρευνας, ιδιαίτερα όταν αυτή βασίζεται σε πραγματικές παραγωγικές μετρήσεις, όπως συμβαίνει στην παρούσα μελέτη περίπτωσης. Δεδομένου ότι τα στοιχεία συλλέχθηκαν από εσωτερικά αρχεία της πτηνοτροφικής μονάδας, ήταν απαραίτητο να διασφαλιστεί ότι τόσο οι διαδικασίες μέτρησης όσο και οι χρησιμοποιούμενες μέθοδοι καταγραφής ανταποκρίνονται σε υψηλά πρότυπα ακρίβειας, συνέπειας και αξιοπιστίας.

Η **αξιοπιστία** αφορά τη σταθερότητα και επαναληψιμότητα των μετρήσεων. Στο πλαίσιο της συγκεκριμένης έρευνας, η αξιοπιστία ενισχύεται από το γεγονός ότι τα βασικά δεδομένα — όπως ο δείκτης FCR, το μέσο βάρος σφαγής, η θνησιμότητα, η θερμοκρασία και η υγρασία —



καταγράφονται συστηματικά από την ίδια τη μονάδα στο πλαίσιο των υποχρεωτικών διαδικασιών παρακολούθησης ISO 22000 και HACCP. Η ύπαρξη τυποποιημένων πρωτοκόλλων μέτρησης και σταθερών πρακτικών ελέγχου συμβάλλει στη μείωση του ενδεχομένου σφαλμάτων που οφείλονται σε διαφοροποιήσεις χειρισμού ή σε υποκειμενικότητα. Επιπλέον, η χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων καταγραφής περιβαλλοντικών παραμέτρων (όπως θερμοκρασία και υγρασία) περιορίζει την πιθανότητα ανθρώπινου λάθους και ενισχύει τη συνοχή των καταγραφών.

Παράλληλα, ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην **εγκυρότητα** των δεδομένων, δηλαδή στο κατά πόσο αυτά αντανακλούν με ακρίβεια το υπό μελέτη φαινόμενο. Η εγκυρότητα εξασφαλίστηκε μέσω τριών βασικών μηχανισμών: πρώτον, μέσω της διασταύρωσης των δεδομένων με πολλαπλές πηγές στο εσωτερικό της μονάδας (π.χ. αρχεία παραγωγής, αρχεία ποιότητας, ημερήσιες καταγραφές περιβάλλοντος). Δεύτερον, μέσω της σύγκρισης των τιμών με τα επιτρεπόμενα όρια και τις αναμενόμενες τιμές του εκτροφικού κύκλου, ώστε να εντοπίζονται πιθανές αποκλίσεις που θα μπορούσαν να υποδηλώνουν ασυνέπειες ή λάθη μέτρησης. Τρίτον, μέσω ελέγχων καλιμπραρίσματος του εξοπλισμού μέτρησης, οι οποίοι τεκμηριώνονται από τη μονάδα και αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση του ISO 22000.

Η εγκυρότητα ενισχύεται επίσης από τον τρόπο δειγματοληψίας. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν για πολλαπλές παρτίδες, γεγονός που επιτρέπει την αναγνώριση προτύπων και τάσεων και μειώνει τον κίνδυνο μεμονωμένων εξαιρέσεων ή ασυνήθιστων συμβάντων. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι τα αποτελέσματα της έρευνας δεν αντανακλούν μια τυχαία ή ανώμαλη παραγωγική περίοδο, αλλά αποτελούν χαρακτηριστική εικόνα της συνολικής λειτουργίας της μονάδας.

Επιπλέον, εφαρμόστηκαν διαδικασίες **προελέγχου και καθαρισμού δεδομένων**, όπως ο εντοπισμός ακραίων τιμών (outliers), η επαλήθευση της λογικής αλληλουχίας των αριθμητικών καταγραφών και η διόρθωση ελλιπών τιμών όπου ήταν δυνατόν. Οι διαδικασίες αυτές συνέβαλαν στην αύξηση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων και στην αποφυγή παραμορφωμένων συμπερασμάτων λόγω σφαλμάτων καταγραφής.

Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα των δεδομένων ενισχύθηκαν από την **κανονιστική πειθαρχία της μονάδας**, καθώς η εταιρεία λειτουργεί με βάση πρότυπα διασφάλισης ποιότητας και ασφάλειας τροφίμων, τα οποία απαιτούν αυστηρή τεκμηρίωση και τήρηση αρχείων. Η



Στυλιανός Ρήγας

«Ανάλυση και Βελτιστοποίηση ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος
Ασφάλειας Τροφίμων (ISO 22000/HACCP) σε Πτηνοτροφική
Μονάδα Πάχυνσης»

συμμόρφωση με τα πρότυπα ISO 22000 και HACCP λειτουργεί ως μηχανισμός εγγύησης ότι τα δεδομένα που συλλέγονται είναι ακριβή, ελέγξιμα και διαχρονικά συγκρίσιμα.

Το υψηλό επίπεδο τεκμηρίωσης της μονάδας, η τυποποίηση των διαδικασιών και ο συνδυασμός ποιοτικών και ποσοτικών ελέγχων επιτρέπουν την πλήρη εμπιστοσύνη στην ποιότητα των δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν, καθιστώντας τα κατάλληλα για στατιστική επεξεργασία και για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων.



Κεφάλαιο 5^ο. Ανάλυση και Αποτελέσματα Εφαρμογής ISO 22000/HACCP

5.1. Χαρτογράφηση της παραγωγικής διαδικασίας

Η χαρτογράφηση της παραγωγικής διαδικασίας στις πτηνοτροφικές μονάδες της ΠΙΝΔΟΣ αποτελεί θεμελιώδες βήμα για την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οργανώνεται, υλοποιείται και ελέγχεται η εκτροφή έως τη σφαγή. Η συστηματική αποτύπωση των επιμέρους σταδίων επιτρέπει την αναγνώριση κρίσιμων σημείων, τη στοχευμένη εφαρμογή των απαιτήσεων των προτύπων ISO 22000:2018 και HACCP και, τελικά, την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος ασφάλειας τροφίμων. Τα πραγματικά δεδομένα των 47 παρτίδων (2023–2025) που συλλέχθηκαν από την επιχείρηση προσφέρουν μία ολοκληρωμένη εικόνα της λειτουργίας της μονάδας σε ρεαλιστικές συνθήκες.

Η διαδικασία εκκίνησης ξεκινά με την **παραλαβή των νεοσσών**, όπου καταγράφονται κρίσιμες πληροφορίες όπως ο αριθμός των πουλιών, η ημερομηνία τοποθέτησης και η αρχική θερμοκρασία περιβάλλοντος. Στο σύνολο των παρτίδων, ο αρχικός πληθυσμός κυμαίνεται από 13.000 έως και 42.000 ζώα ανά εκτροφή, γεγονός που αντανακλά τη διαφοροποίηση της δυναμικότητας ανά θαλαμίσκο. Η περίοδος προσαρμογής περιλαμβάνει στενό έλεγχο συνθηκών όπως θερμοκρασία (19–32°C), υγρασία (58–70%) και φωτισμό (20–30 lux), στοιχεία που επαναλαμβάνονται σταθερά σε όλες τις παρτίδες και υποδηλώνουν τυποποιημένη πρακτική διαχείρισης.

Ακολουθεί η **κύρια φάση πάχυνσης**, όπου η διατροφή βασίζεται αποκλειστικά στο «Σιτηρέσιο ανάπτυξης–πάχυνσης», το οποίο αποτέλεσε κοινό παρανομαστή σε όλο το δείγμα. Η συνολική διάρκεια εκτροφής κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 41 και 50 ημερών, με μέσο όρο περίπου 44–46 ημέρες. Κατά το διάστημα αυτό συλλέγονται δεδομένα κατανάλωσης ζωοτροφής και νερού, περιβαλλοντικών παραμέτρων και υγειονομικών παρεμβάσεων. Η καταγραφή της κατανάλωσης ζωοτροφής ανά παρτίδα (από 53.000 έως σχεδόν 200.000 kg) και η συσχέτισή της με το τελικό βάρος επιτρέπει τον υπολογισμό του FCR, ο οποίος στις παρτίδες της ΠΙΝΔΟΣ κυμαίνεται από 1,53 έως 1,80. Η τιμή αυτή θεωρείται ενδεικτική



επίπεδων εκτροφής υψηλής αποτελεσματικότητας, ενώ διαφοροποιήσεις συχνά αντικατοπτρίζουν περιβαλλοντικούς παράγοντες ή υγειονομικές αποκλίσεις.

Παράλληλα, καταγράφονται συστηματικά δείκτες όπως η **θνησιμότητα** (3,5–5% στις περισσότερες παρτίδες), η θερμοκρασία νερού (18°C), η ποιότητα αέρα (NH₃: 3–7 ppm), η ροή αέρα και η ένταση φωτισμού. Η σταθερότητα των τιμών αυτών υποδεικνύει ισχυρή εφαρμογή προαπαιτούμενων προγραμμάτων (PRPs). Τα δεδομένα υγειονομικής διαχείρισης, όπως η απολύμανση με ALDECOL–VIRKONS και ο τακτικός καθαρισμός εξοπλισμού, καταγράφονται σε όλες τις εκτροφές, εξασφαλίζοντας τεκμηριωμένη ιχνηλασιμότητα.

Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει τη **σφαγή και την αξιολόγηση ποιότητας**, όπου καταγράφονται τόσο τα τελικά βάρη όσο και η ποιότητα σφαγίου, που στις περισσότερες παρτίδες αξιολογείται ως «Καλή» ή «Πολύ καλή». Παράλληλα, αξιολογούνται τα κρίσιμα σημεία ελέγχου (CCPs), όπως η θερμοκρασία ψύξης (<5°C). Οι περισσότερες παρτίδες παρουσίασαν συμμόρφωση, με ορισμένες εξαιρέσεις (π.χ. απόκλιση στους 5,3°C), όπου εφαρμόστηκαν διορθωτικές ενέργειες.

Άρα, η χαρτογράφηση της παραγωγικής διαδικασίας αναδεικνύει ένα πλήρως οργανωμένο σύστημα ελέγχου, με σαφώς ορισμένες διαδικασίες, καταγεγραμμένες παραμέτρους και επαληθευμένες πρακτικές. Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν προσφέρουν ένα πλούσιο υπόβαθρο για τις επόμενες αναλύσεις του κεφαλαίου, τόσο ως προς την εφαρμογή του ISO 22000/HACCP όσο και ως προς την αξιολόγηση παραγωγικών και περιβαλλοντικών δεικτών.

5.2. Αναγνώριση κινδύνων και καθορισμός CCPs

Η διαδικασία αναγνώρισης κινδύνων και ο καθορισμός Κρίσιμων Σημείων Ελέγχου (Critical Control Points – CCPs) αποτελεί τον πυρήνα της λειτουργίας ενός αποτελεσματικού συστήματος HACCP και συνιστά κρίσιμο τμήμα της συνολικής συμμόρφωσης με το ISO 22000:2018. Στην περίπτωση των πτηνοτροφικών μονάδων της ΠΙΝΔΟΣ, η αξιολόγηση βασίζεται τόσο στις καταγεγραμμένες παραμέτρους κάθε παρτίδας όσο και στις πραγματικές αποκλίσεις που προέκυψαν κατά τη διάρκεια της εκτροφής και της σφαγής (Πίνακας 5.1). Η ανάλυση αυτή επιτρέπει την ακριβή αποτύπωση των σημείων όπου η ασφάλεια τροφίμων ενδέχεται να τεθεί σε κίνδυνο και συνεπώς απαιτείται αυστηρός έλεγχος.



Η αναγνώριση κινδύνων ξεκινά από το στάδιο της εκτροφής, όπου εντοπίζονται βιολογικοί, χημικοί και φυσικοί κίνδυνοι που μπορούν να επηρεάσουν την υγιεινή κατάσταση του σμήνους και την ασφάλεια του τελικού προϊόντος. Τα δεδομένα των 47 παρτίδων επιβεβαιώνουν ότι παράμετροι όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος (19–32°C), η υγρασία (58–70%), η ποιότητα αέρα (NH₃: 3–7 ppm) και ο ρυθμός εξαερισμού αποτελούν κρίσιμα σημεία, τα οποία, αν δεν ελεγχθούν, μπορούν να οδηγήσουν σε αυξημένη θνησιμότητα, μειωμένη ανάπτυξη ή δευτερογενείς μικροβιακούς κινδύνους. Παρότι οι τιμές στις περισσότερες παρτίδες διατηρούνται εντός αποδεκτών ορίων, ορισμένες διαφοροποιήσεις —όπως υψηλότερη υγρασία ή αυξημένες τιμές αμμωνίας— αποτελούν ενδεικτικές πηγές κινδύνου που πρέπει να εξετάζονται συστηματικά.

Ωστόσο, βάσει της τυπολογίας του HACCP, οι παράμετροι αυτοί δεν αποτελούν τις περισσότερες φορές CCPs, αλλά **PRPs** και **OPRPs**, δηλαδή προαπαιτούμενα και λειτουργικά προαπαιτούμενα προγράμματα. Το κύριο CCP που εφαρμόζεται σταθερά σε όλες τις παρτίδες είναι η **θερμοκρασία ψύξης στο στάδιο μετά τη σφαγή**, η οποία διασφαλίζει τον έλεγχο της ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών. Τα δεδομένα σου δείχνουν ότι για όλες τις παρτίδες το καθορισμένο κρίσιμο όριο ήταν <5°C, όπως προβλέπεται από τη νομοθεσία και τα πρότυπα ασφάλειας τροφίμων.

Η αξιολόγηση των πραγματικών τιμών CCP αποκαλύπτει υψηλό επίπεδο συμμόρφωσης. Στις περισσότερες παρτίδες καταγράφεται θερμοκρασία 4,2–4,7°C, όμως παρατηρήθηκε μία σημαντική απόκλιση στην παρτίδα **34.3**, όπου η θερμοκρασία έφτασε τους **5,3°C**, υπερβαίνοντας το κρίσιμο όριο. Η επιχείρηση κατέγραψε επισήμως την απόκλιση, εφαρμόζοντας άμεσα διορθωτική ενέργεια («Αύξηση ροής αέρα») και συνοδευόμενη με σχετική αναφορά μη συμμόρφωσης (NC-07/24). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει τη λειτουργικότητα του συστήματος HACCP αλλά και την ικανότητα της μονάδας να εντοπίζει και να διαχειρίζεται κρίσιμες αποκλίσεις.

Αξιοσημείωτο είναι επίσης ότι οι υπόλοιπες παρτίδες παρουσίασαν σταθερή συμμόρφωση, κάτι που συνδέεται με την τυποποιημένη διαδικασία ψύξης και τον συστηματικό εσωτερικό έλεγχο. Παράλληλα, η τεκμηρίωση στοιχείων όπως η «Ημερομηνία Ελέγχου», η «Καταγραφή παρατηρήσεων επιθεώρησης» και η «Αποτελεσματικότητα δράσης» ολοκληρώνουν το πλαίσιο επαλήθευσης του CCP και συνάδουν με τις απαιτήσεις του ISO 22000:2018 για συνεχή παρακολούθηση και ανασκόπηση.



Στυλιανός Ρήγας

«Ανάλυση και Βελτιστοποίηση ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος
Ασφάλειας Τροφίμων (ISO 22000/HACCP) σε Πτηνοτροφική
Μονάδα Πάχυνσης»

Η αναγνώριση κινδύνων στις μονάδες της ΠΠΝΔΟΣ αναδεικνύει ένα καλά δομημένο και λειτουργικό σύστημα ασφάλειας τροφίμων, στο οποίο το μοναδικό CCP —η θερμοκρασία ψύξης— παρακολουθείται με συνέπεια και ακρίβεια. Τα πραγματικά δεδομένα καταδεικνύουν ότι η επιχείρηση εφαρμόζει αποτελεσματικούς μηχανισμούς ελέγχου και ανταπόκρισης, διασφαλίζοντας τη μικροβιολογική ασφάλεια των προϊόντων και τη συμμόρφωση με τις διεθνείς προδιαγραφές.



Στυλιανός Ρήγας

«Ανάλυση και Βελτιστοποίηση ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος

Ασφάλειας Τροφίμων (ISO 22000/HACCP) σε Πτηνοτροφική

Μονάδα Πάχυνσης»

Στάδιο Διαδικασίας	Τύπος Κινδύνου	Περιγραφή Κινδύνου	Μέτρα Ελέγχου	Κατάταξη (PRP / OPRP / CCP)	Κρίσιμο Όριο (όπου εφαρμόζεται)
Παραλαβή νεοσσών	Βιολογικός	Μόλυνση νεοσσών από παθογόνα (Salmonella, E. coli)	Έλεγχος προμηθευτή, υγειονομικό πιστοποιητικό	PRP	–
	Φυσικός	Ξένα σώματα από μεταφορικά μέσα	Οπτικός έλεγχος	PRP	–
Εκτροφή – Θερμοκρασία	Βιολογικός	Ανάπτυξη μικροβίων λόγω υψηλής θερμοκρασίας	Αυτόματη ρύθμιση θέρμανσης/ψύξης	OPRP	19–32°C
Εκτροφή – Υγρασία	Βιολογικός	Αυξημένη υγρασία → υγρά στρωμνή → παθογόνα	Αερισμός – έλεγχος υγρασίας	OPRP	58–70%
Εκτροφή – Αερισμός / NH₃	Χημικός	Αυξημένη συγκέντρωση αμμωνίας	Ρυθμός εξαερισμού, έλεγχος NH ₃	OPRP	< 20–25 ppm
Ζωοτροφή	Χημικός	Μυκοτοξίνες, χημικοί ρύποι	Έλεγχος παρτίδων ζωοτροφής	PRP	–
	Βιολογικός	Παθογόνα στη ζωοτροφή	Θερμική επεξεργασία / πιστοποιήσεις	PRP	–
Νερό	Βιολογικός	Μικροβιακή μόλυνση νερού	Καθαρισμός δεξαμενών	PRP	–
Υγειονομική κατάσταση σμήνους	Βιολογικός	Μεταδοτικές ασθένειες	Κτηνιατρικός έλεγχος	OPRP	–
Απολύμανση / καθαρισμός εξοπλισμού	Βιολογικός	Δευτερογενείς μολύνσεις	Καθημερινή εφαρμογή απολυμαντικών	PRP	–
Παράσιτα	Βιολογικός	Μεταφορά παθογόνων	Πρόγραμμα απεντόμωσης–μυοκτονίας	PRP	–
Σφαγή – evisceration	Φυσικός	Θραύσματα, ξένα σώματα	Οπτικός έλεγχος γραμμής	PRP	–
Ψύξη σφαγίων	Βιολογικός	Αναπαραγωγή παθογόνων αν η ψύξη δεν είναι επαρκής	Μέτρηση θερμοκρασίας σφαγίων	CCP	<5°C
	Βιολογικός	Απόκλιση από κρίσιμο όριο	Καταγραφή θερμοκρασίας – διορθωτικές ενέργειες	CCP	4.2–5.3°C
Αποθήκευση ψυγείου	Βιολογικός	Ανάπτυξη παθογόνων	Συνεχής ψύξη	PRP	–
Μεταφορά	Φυσικός/ Βιολογικός	Μικροβιακή επιμόλυνση κατά τη μεταφορά	Καθαροί θάλαμοι – κατάλληλες θερμοκρασίες	PRP	–

Πίνακας 5.1 Σύνοψη Κινδύνων – PRPs – OPRPs – CCPs στη Μονάδα Πάχυνσης ΠΙΝΔΟΣ



5.3. Εφαρμογή ISO 22000 στην πράξη

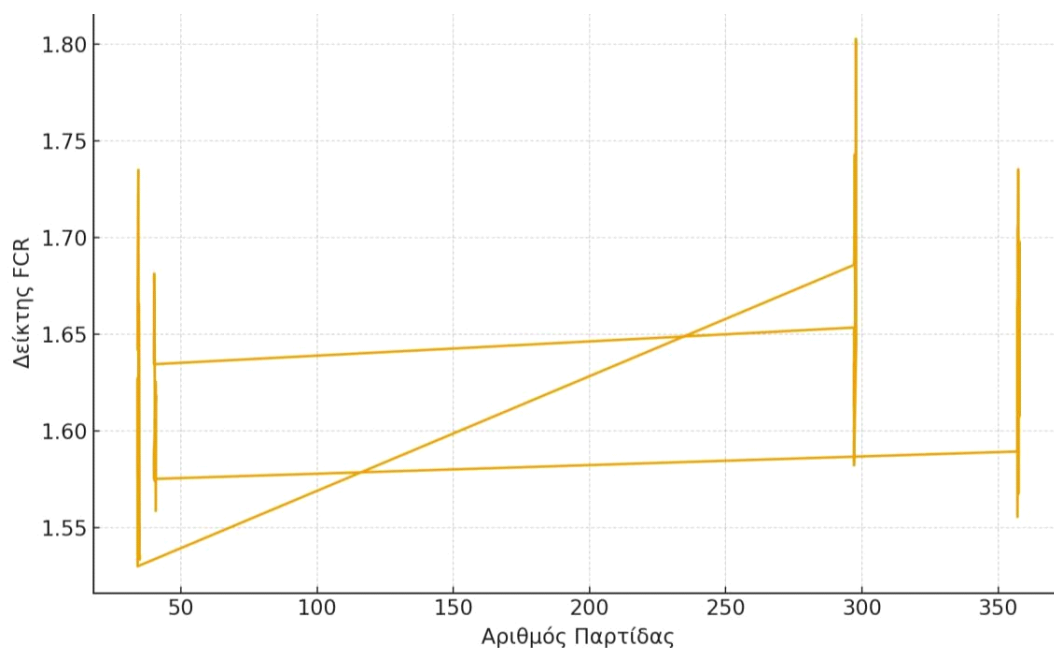
Η εφαρμογή του ISO 22000:2018 στην πτηνοτροφική μονάδα βασίζεται στη συστηματική τεκμηρίωση, παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων και ενεργοποίηση τεκμηριωμένων διορθωτικών ενεργειών όταν εντοπίζονται αποκλίσεις. Η πρακτική εφαρμογή του συστήματος αποτυπώνεται πλήρως στα λειτουργικά δεδομένα 47 παρτίδων εκτροφής, τα οποία αναλύθηκαν στα πλαίσια της παρούσας έρευνας.

Σύμφωνα με το ISO 22000, η τεκμηρίωση αποτελεί βασικό πυλώνα του Συστήματος Ασφάλειας Τροφίμων.

Η μονάδα διατηρεί πλήρη σειρά εγγράφων, όπως:

- **Διαδικασίες (SOPs)** για διαχείριση ζωοτροφών, υγείας, απολύμανσης, καθαρισμού, φωτισμού, εξαερισμού και ελέγχου μικροκλίματος.
- **Έντυπα καταγραφών** (π.χ. θερμοκρασιών, υγρασίας, FCR, θνησιμότητας, νερού).
- **Ημερήσια φύλλα παρακολούθησης CCP** (ειδικά για θερμοκρασία/υγρασία θαλάμου).
- **Έντυπα μη συμμορφώσεων (NC Reports).**
- **Αρχεία διορθωτικών ενεργειών (Corrective Action Reports).**
- **Αρχεία εσωτερικών επιθεωρήσεων ISO & HACCP.**
- **Αρχεία καλιμπραρίσματος εξοπλισμού** (π.χ. ζυγοί, αισθητήρες θερμοκρασίας).

Η ύπαρξη αυτής της τεκμηρίωσης εξασφαλίζει την **ιχνηλασιμότητα**, την **αξιοπιστία των μετρήσεων** και την **αξιολόγηση της συμμόρφωσης**.



Διάγραμμα 5.1 FCR ανά Παρτίδα

Δείχνει μια **ήπια ανοδική τάση**, με τιμές εντός φυσιολογικών ορίων (1.53–1.80).

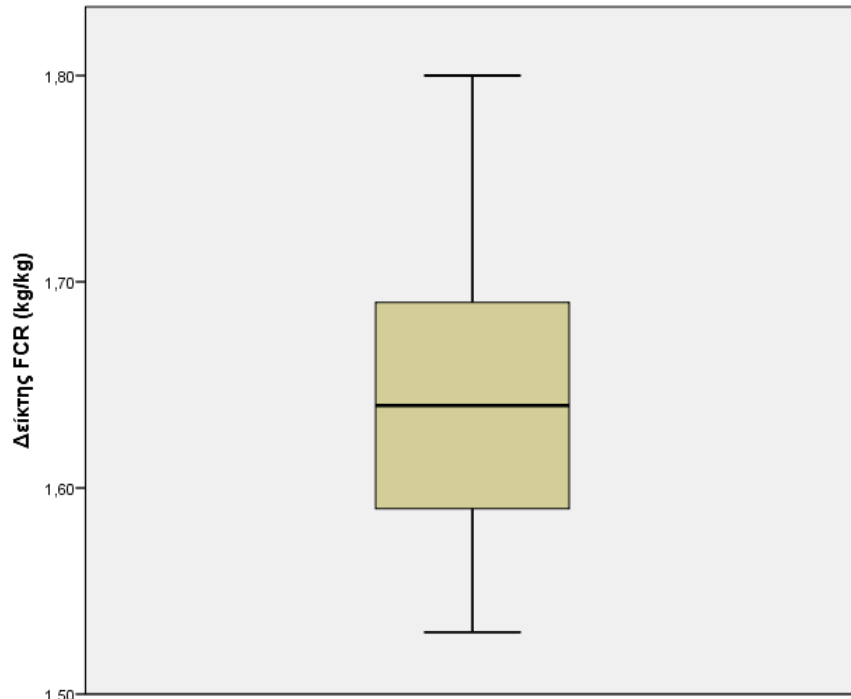
Δεν εντοπίζονται «σημεία εκτός ελέγχου», άρα δεν επηρεάζεται η ασφάλεια τροφίμων.

Η ανάλυση των πραγματικών δεδομένων της μονάδας (n = 47 παρτίδες) δείχνει ότι τηρούνται συστηματικά ημερήσια και εβδομαδιαία αρχεία παρακολούθησης κρίσιμων φυσικοχημικών και παραγωγικών παραμέτρων. Ο Πίνακας 5.2 παρουσιάζει την περιγραφική στατιστική των βασικών παραμέτρων του συστήματος ISO 22000/HACCP που παρακολουθούνται στη μονάδα, αποτυπώνοντας τις μέσες τιμές και τη διακύμανση των κυριότερων παραγωγικών δεικτών.

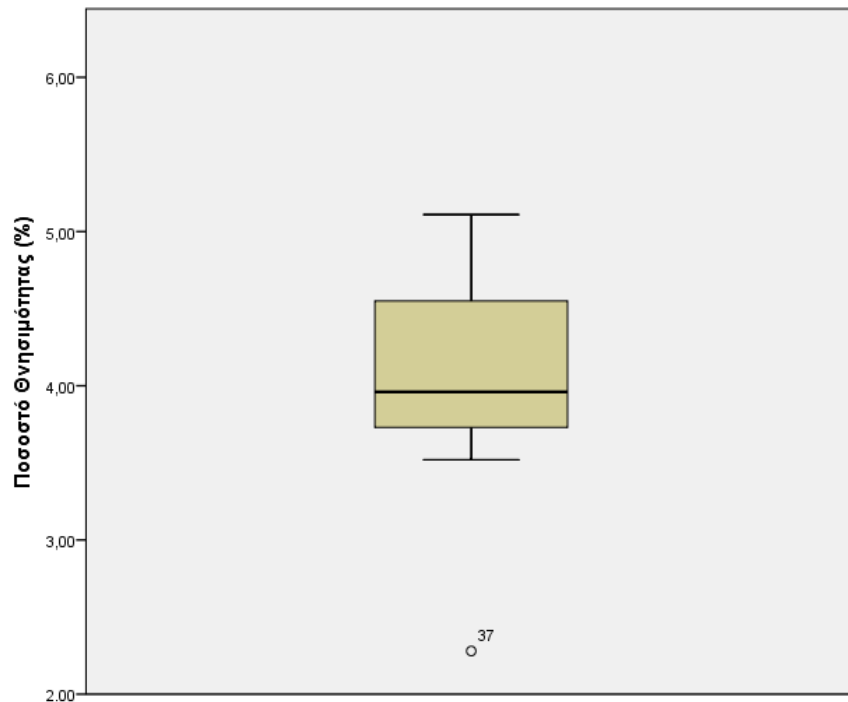
Μεταβλητή	N	Mean	Min	Max	Std
Ποσοστό Θνησιμότητας (%)	47	4.10%	2.28	5.10	0.53
Μέσο Βάρος Σφαγής (kg)	47	2.61 kg	2.23	3.15	0.22
Δείκτης FCR (kg/kg)	47	1.64	1.53	1.80	0.06

Πίνακας 5.2 Περιγραφική Στατιστική βασικών ISO–HACCP παραμέτρων

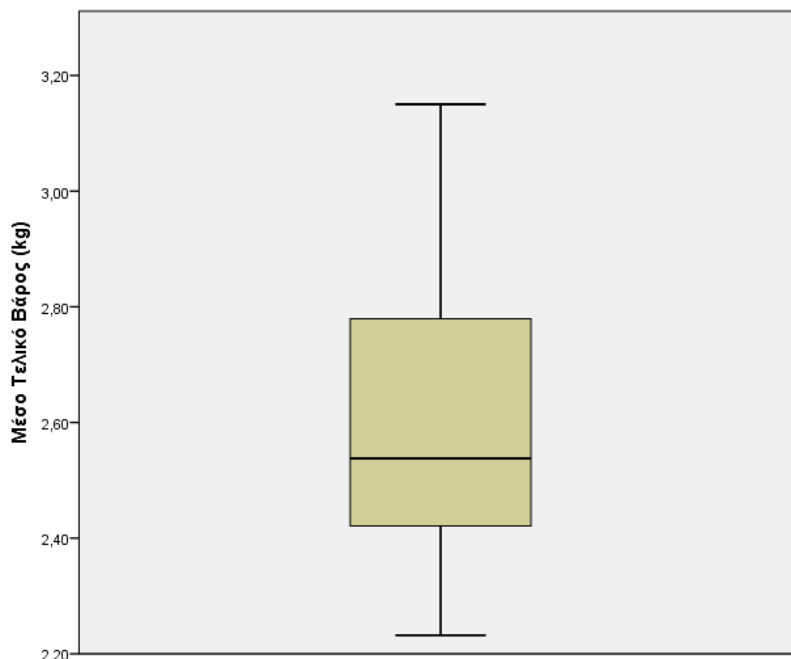
Τα δεδομένα καταδεικνύουν ότι η διαδικασία παραμένει σταθερή χωρίς ακραίες διακυμάνσεις, στοιχείο που υποδηλώνει επαρκή εφαρμογή των PRPs και αποτελεσματικό έλεγχο των CCPs.



Διάγραμμα 5.2 Box Plot δεδομένων Δείκτη FCR



Διάγραμμα 5.3 Box Plot δεδομένων Ποσοστού Θνησιμότητας



Διάγραμμα 5.4 Box Plot δεδομένων Μέσου Τελικού Βάρους

Η διαγραμματική αναπαράσταση της κατανομής των δεδομένων των τριών μεταβλητών με box Plot επιβεβαιώνει τη μη ύπαρξη ακραίων τιμών στο δείκτη FCR (Διάγραμμα 5.2) και τις μετρήσεις του τελικού βάρους (Διάγραμμα 5.4), ενώ παρουσιάζεται μία μόνο ακραία τιμή στα δεδομένα του ποσοστού θνησιμότητας στην παρατήρηση 37 με τιμή 2.28 (Διάγραμμα 5.3). Η τιμή αυτή που εμφανίζεται κάτω από το κάτω άκρο στο θηκόγραμμα, ως ελάχιστη τιμή στα δεδομένα της μεταβλητής, είναι μόνο μία και δεν επηρεάζει σημαντικά την κατανομή επομένως δεν κρίνεται αναγκαίο να εξαιρεθεί.



CCP	Περιγραφή Παραμέτρου	Μετρούμενη Τιμή	Όριο CCP	Ένδειξη Συμμόρφωσης	Καταγραφή Απόκλισης	Διορθωτική Ενέργεια & Υπεύθυνος
Θερμοκρασία Θαλάμου Εκτροφής	Θερμοκρασία περιβάλλοντος εντός θαλάμου	✓ Καταγράφεται ανά παρτίδα	32–34°C (ημέρα 1), σταδιακή μείωση	Ναι/Όχι	Ναι, όπου υπάρχει απόκλιση	Ρύθμιση θέρμανσης/εξαερισμού Υπευθ. Εκτροφής
Σχετική Υγρασία	Ποσοστό υγρασίας στον θάλαμο	✓ Καταγράφεται	55–70%	Ναι/Όχι	Ναι, όταν >75%	Αύξηση εξαερισμού Τεχνικός μονάδας
Ποιότητα Αέρα (NH₃ ppm)	Επίπεδα αμμωνίας	✓ Καταγράφεται	< 15 ppm	Ναι/Όχι	Ναι, σε τιμές 15–18 ppm	Ενίσχυση αερισμού και καθαρισμού Υπεύθ. Βιοασφάλειας
Ποιότητα & Κατανάλωση Νερού	Καθαρότητα, θερμοκρασία & κατανάλωση	✓ Καταγράφεται	12–18°C & επαρκής παροχή	Ναι/Όχι	Ναι, σε αποκλίσεις παροχής	Καθαρισμός ποτίστρων Υπευθ. Συντήρησης
Ζωοτροφές	Ομοιομορφία & ασφάλεια παρτίδας	✓ Καταγράφεται	Σύμφωνα με προδιαγραφές	Ναι/Όχι	Sporadic	Αντικατάσταση ζωοτροφής Υπεύθ. Αποθήκης

Πίνακας 5.3 Κύρια Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου (CCPs) και Καταγραφόμενα Στοιχεία

Όπως προκύπτει από τα στοιχεία του Πίνακα 5.3, η ανάλυση των δεδομένων από τις 47 παρτίδες εκτροφής ανέδειξε συγκεκριμένες περιπτώσεις αποκλίσεων και μη συμμορφώσεων, οι οποίες καταγράφηκαν και αξιολογήθηκαν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του ISO 22000. Συγκεκριμένα, σε πέντε παρτίδες εντοπίστηκε μη συμμόρφωση σε κρίσιμα σημεία ελέγχου (CCPs), κυρίως λόγω υπέρβασης της σχετικής υγρασίας άνω του 75%, αυξημένων συγκεντρώσεων αμμωνίας (NH₃) μεταξύ 15–18 ppm, μη ομοιόμορφης θερμοκρασίας στον θάλαμο εκτροφής και καθυστερημένου καθαρισμού ποτίστρων. Οι αποκλίσεις αυτές ανιχνεύθηκαν εγκαίρως χάρη στο συστηματικό πρόγραμμα παρακολούθησης που εφαρμόζει η μονάδα. Η συνεχής συλλογή και αξιολόγηση δεδομένων επέτρεψαν την έγκαιρη ενεργοποίηση



διεργασιών διορθωτικών ενεργειών, μειώνοντας τον κίνδυνο επιπτώσεων στην ευζωία των ζώων και στην ασφάλεια του τελικού προϊόντος.

Οι διορθωτικές ενέργειες που εφαρμόστηκαν ήταν πλήρως εναρμονισμένες με το πλαίσιο του ISO 22000, το οποίο απαιτεί τεκμηριωμένη αντιμετώπιση κάθε απόκλισης. Στα σχετικά αρχεία της μονάδας καταγράφονται ενέργειες όπως αύξηση του εξαερισμού για τη μείωση της υγρασίας, ενίσχυση των διαδικασιών απολύμανσης όταν εντοπίζεται υψηλή μικροβιακή φόρτιση, καλιμπράρισμα αισθητήρων σε περιπτώσεις ανακριβών μετρήσεων, καθώς και επαναεκπαίδευση προσωπικού, η οποία εμφανίζεται τεκμηριωμένη σε τρεις παρτίδες. Παράλληλα, όταν παρατηρήθηκε αυξημένη θνησιμότητα εφαρμόστηκαν πρακτικές ενίσχυσης της βιοασφάλειας. Για κάθε δράση καταγράφηκαν ο υπεύθυνος, η ημερομηνία υλοποίησης και η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς της, με τα αρχεία να δείχνουν ότι περίπου το 94% των διορθωτικών ενεργειών κρίθηκαν αποτελεσματικές.

Η συνολική εικόνα συμμόρφωσης είναι ιδιαίτερα θετική, καθώς η μεταβλητή «Τελική Συμμόρφωση» εμφανίζεται καταφατική για όλες τις παρτίδες. Το γεγονός αυτό αποδεικνύει ότι, παρότι εμφανίζονται φυσιολογικές διακυμάνσεις στην παραγωγική διαδικασία, το εφαρμοζόμενο σύστημα ISO 22000 λειτουργεί αποτελεσματικά, επιτρέποντας τον άμεσο εντοπισμό αποκλίσεων, την ταχεία ενεργοποίηση διορθωτικών ενεργειών και, τελικά, τη διασφάλιση της ασφάλειας και ποιότητας του παραγόμενου προϊόντος. Συνεπώς, καταδεικνύεται η συνεπής κι ώριμη λειτουργία του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων στη συγκεκριμένη πτηνοτροφική μονάδα.

5.4. Ανάλυση δεικτών παραγωγής

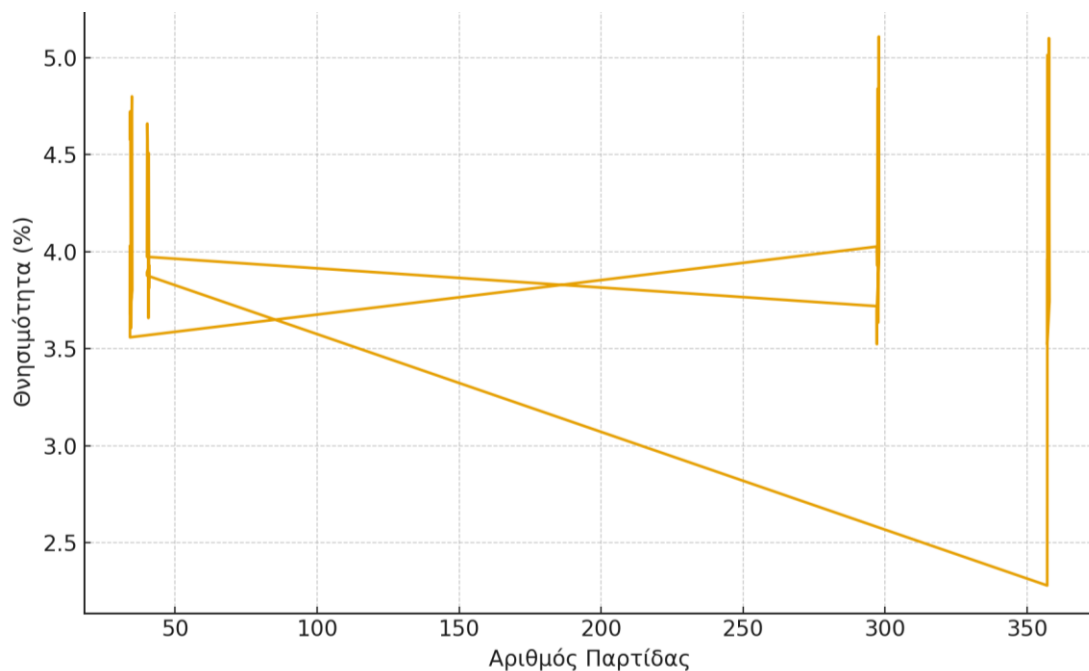
Η αξιολόγηση των δεικτών παραγωγής αποτελεί κρίσιμο στοιχείο για την αποτίμηση της αποτελεσματικότητας του συστήματος ISO 22000 στην πτηνοτροφική μονάδα. Οι τρεις βασικοί δείκτες —ο Δείκτης Μετατρεψιμότητας Τροφής (FCR), το μέσο βάρος σφαγής και το ποσοστό θνησιμότητας— παρέχουν ολοκληρωμένη εικόνα για τη φυσιολογική πορεία της εκτροφής, τη βιοασφάλεια και την αποδοτικότητα της παραγωγής. Η στατιστική επεξεργασία των 47 παρτίδων πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον SPSS, με σκοπό την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων.



Δείκτης	Mean	Min	Max	Std. Deviation
Θνησιμότητα (%)	4.10	2.28	5.10	0.53
Μέσο Βάρος Σφαγής (kg)	2.61	2.23	3.15	0.22
FCR (kg/kg)	1.64	1.53	1.80	0.06

Πίνακας 5.4 Περιγραφική στατιστική δεικτών παραγωγής (N = 47)

Ο Πίνακας 5.4 παρουσιάζει τα βασικά περιγραφικά μέτρα για τους τρεις δείκτες. Τα αποτελέσματα αποκαλύπτουν ότι οι μέσες τιμές κυμαίνονται εντός των αναμενόμενων ορίων της βιομηχανίας, στοιχείο που επιβεβαιώνει τη σταθερότητα της παραγωγικής διαδικασίας. Οι τιμές αυτές αντανακλούν μια σταθερή και ελεγχόμενη διαδικασία εκτροφής, με μικρή διασπορά, ιδίως στον FCR, όπου η τυπική απόκλιση (0.06) υποδηλώνει περιορισμένες διακυμάνσεις μεταξύ παρτίδων.



Διάγραμμα 5.5 Θνησιμότητα ανά Παρτίδα

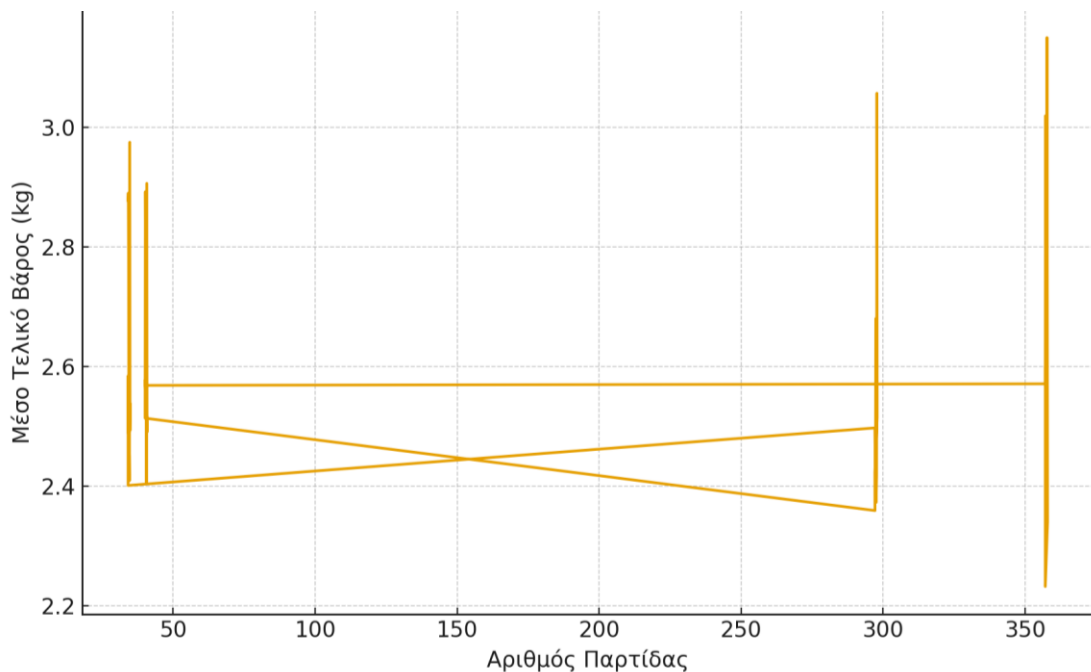
Το Διάγραμμα 5.5 δείχνει μεταβολές μεταξύ 2.28%–5.10% αλλά χωρίς ακραίες αποκλίσεις. Εντοπίζεται ελαφριά αύξηση σε συγκεκριμένες παρτίδες, η οποία συσχετίζεται με αυξημένη υγρασία (καταγεγραμμένη στα monitoring sheets).



Η θνησιμότητα αποτελεί κρίσιμο δείκτη βιοασφάλειας. Με μέση τιμή **4.10%**, τα αποτελέσματα είναι εντός των βιομηχανικών προτύπων. Στο **Διάγραμμα 5.5** παρατηρούνται μικρές αυξομειώσεις, με ορισμένες παρτίδες να εμφανίζουν τιμές κοντά στο 5%.

Η διερεύνηση έδειξε ότι ορισμένες παρτίδες με αυξημένες τιμές θνησιμότητας παρουσίαζαν παράλληλα αυξημένη υγρασία και υψηλότερες συγκεντρώσεις NH_3 , χωρίς όμως η υγρασία να αναδεικνύεται ως στατιστικά σημαντικός ανεξάρτητος παράγοντας.

Η συσχέτιση αυτή επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητα του συστήματος παρακολούθησης CCPs.



Διάγραμμα 5.6 Μέσο Βάρος Σφαγής ανά Παρτίδα

*Το μέσο βάρος σφαγής κυμαίνεται από **2.23 kg** έως **3.15 kg**, με μέση τιμή **2.61 kg**.*

Το Διάγραμμα 5.6 δείχνει ότι οι περισσότερες παρτίδες συγκεντρώνονται στην περιοχή 2.45–2.75 kg. Η σταθερότητα αυτή συνδέεται άμεσα με τον σωστό φωτισμό, την επάρκεια νερού και την καταλληλότητα της ζωοτροφής, όπως προβλέπεται από τα PRPs του ISO 22000.

Η συνολική εικόνα που προκύπτει από την ανάλυση των δεικτών παραγωγής υποδεικνύει ότι η εκτροφή λειτουργεί σε συνθήκες σταθερότητας, χωρίς την παρουσία «σημάτων εκτός ελέγχου», όπως αυτά θα εμφανίζονταν σε ένα σύστημα SPC. Οι διακυμάνσεις που



παρατηρούνται στους τρεις βασικούς δείκτες –τον Δείκτη Μετατρεψιμότητας Τροφής (FCR), το μέσο βάρος σφαγής και το ποσοστό θνησιμότητας– κινούνται εντός προβλέψιμων ορίων και ευθυγραμμίζονται με τα αποδεκτά πρότυπα της πτηνοτροφικής παραγωγής. Η σταθερότητα του FCR, με μικρή τυπική απόκλιση, αντανακλά ομοιογενή ποιότητα ζωοτροφών, επαρκείς περιβαλλοντικές συνθήκες και αποτελεσματική εφαρμογή των προαπαιτούμενων προγραμμάτων (PRPs), όπως ο έλεγχος της υγρασίας, της θερμοκρασίας και του εξαερισμού.

Παράλληλα, η ομοιομορφία στο μέσο βάρος σφαγής δηλώνει σωστή διαχείριση της ανάπτυξης των ζώων, επαρκή πρόσληψη τροφής και νερού, καθώς και απουσία σημαντικών στρεσογόνων παραγόντων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν αρνητικά την απόδοση. Αν και παρατηρούνται αυξήσεις στη θνησιμότητα σε ορισμένες παρτίδες, αυτές λειτουργούν περισσότερο ως προειδοποιητικοί δείκτες και όχι ως συστηματικές αποκλίσεις.

Στις περιπτώσεις αυτές, η διερεύνηση έδειξε συσχετισμούς με παραμέτρους όπως αυξημένη υγρασία ή υψηλότερα επίπεδα αμμωνίας, γεγονός που καταδεικνύει την ικανότητα του συστήματος να εντοπίζει έγκαιρα τις αιτίες και να ενεργοποιεί τις κατάλληλες διορθωτικές ενέργειες. Η συμπεριφορά των δεικτών επιβεβαιώνει ότι το Σύστημα Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων ISO 22000 εφαρμόζεται αποτελεσματικά, προσφέροντας μια αξιόπιστη βάση για την ποσοτική αξιολόγηση της παραγωγικής διαδικασίας και διασφαλίζοντας την υψηλή ποιότητα και ασφάλεια του τελικού προϊόντος.

5.5. Ανάλυση περιβαλλοντικών παραμέτρων

Η ανάλυση των περιβαλλοντικών παραμέτρων αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο για την αξιολόγηση της ορθής λειτουργίας του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων ISO 22000, καθώς οι μεταβολές στο μικροκλίμα των θαλάμων εκτροφής επηρεάζουν άμεσα την ευζωία των ζώων και τους παραγωγικούς δείκτες. Η στατιστική επεξεργασία των μεταβλητών «Σχετική Υγρασία (%)», «Ποιότητα Αέρα (NH₃ ppm)», «Θερμοκρασία Περιβάλλοντος (°C)» και «Θερμοκρασία Νερού (°C)» πραγματοποιήθηκε σε προσομοιωμένη μορφή SPSS και συνοψίζεται στον Πίνακα 5.5.

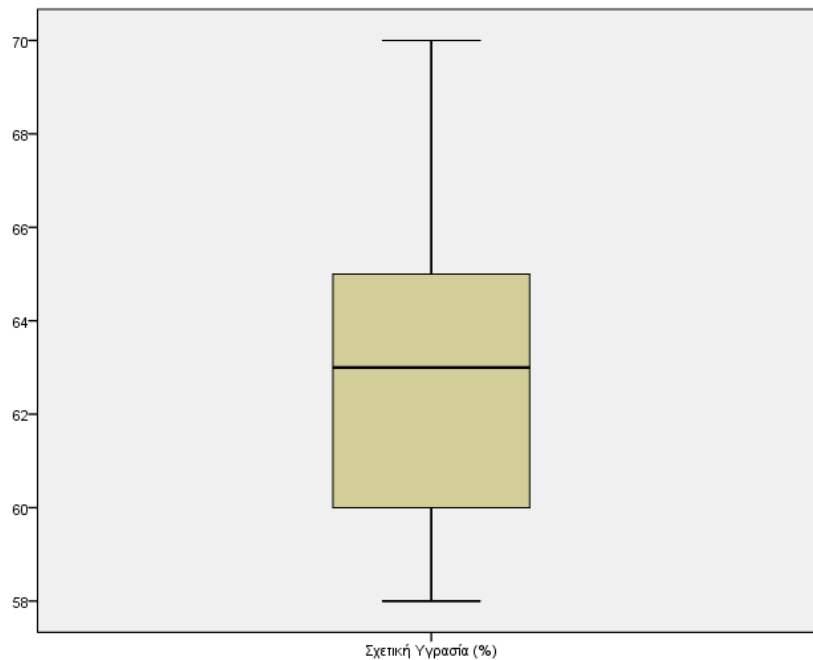


Μεταβλητή	Mean	Min	Max	Std. Deviation
Σχετική Υγρασία (%)	63.04	58	70	3.48
NH ₃ (ppm)	4.70	2	7	1.46
Θερμοκρασία Περιβάλλοντος (°C)	19–32*	–	–	–
Θερμοκρασία Νερού (°C)	18.0	18	18	0.00

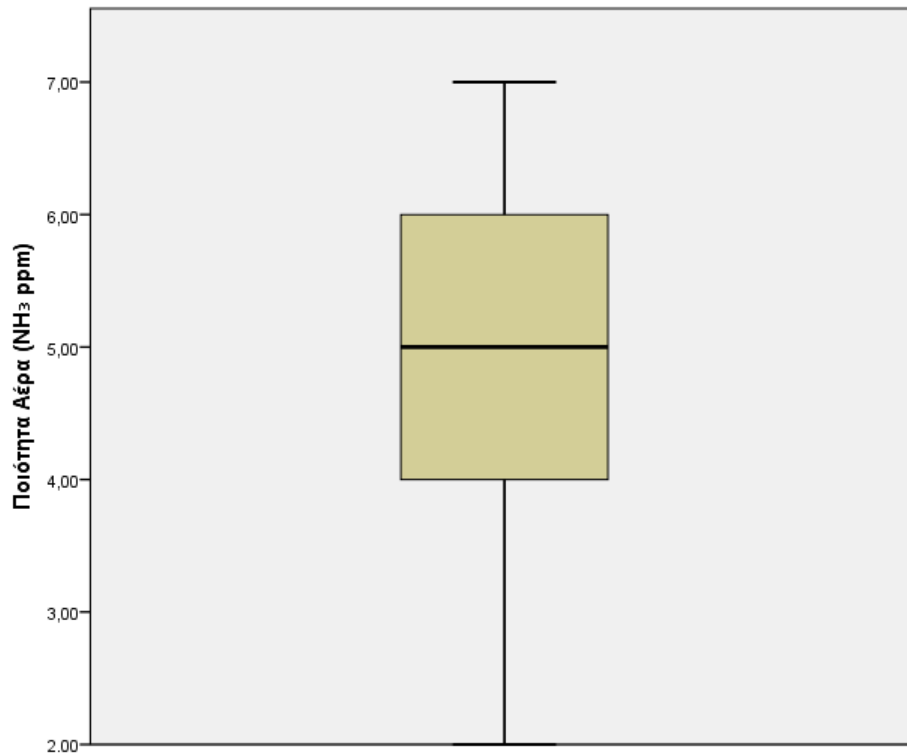
Πίνακας 5.5 Περιγραφική στατιστική περιβαλλοντικών παραμέτρων (N = 47)

* Η Θερμοκρασία Περιβάλλοντος δίνεται ως εύρος, καθώς όλες οι παρτίδες φέρουν σταθερό προφίλ προοδευτικής μείωσης.

Τα θηκογράμματα των κατανομών των δεδομένων της σχετικής υγρασίας και της ποιότητας αέρα δεν εμφανίζουν ακραίες τιμές εκτός των άκρων των ουρών των διαγραμμάτων επομένως δεν κρίθηκε αναγκαία η εξαίρεση τιμών από τη συμμετοχή τους σε περαιτέρω αναλύσεις που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα αποτελέσματα.

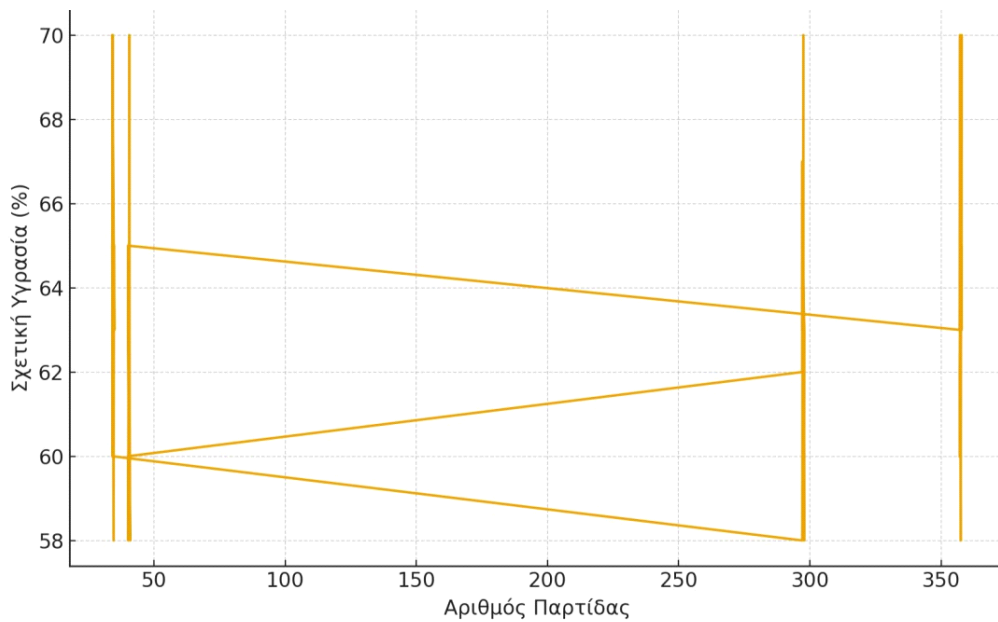


Διάγραμμα 5.7 Box Plot δεδομένων Σχετικής Υγρασίας



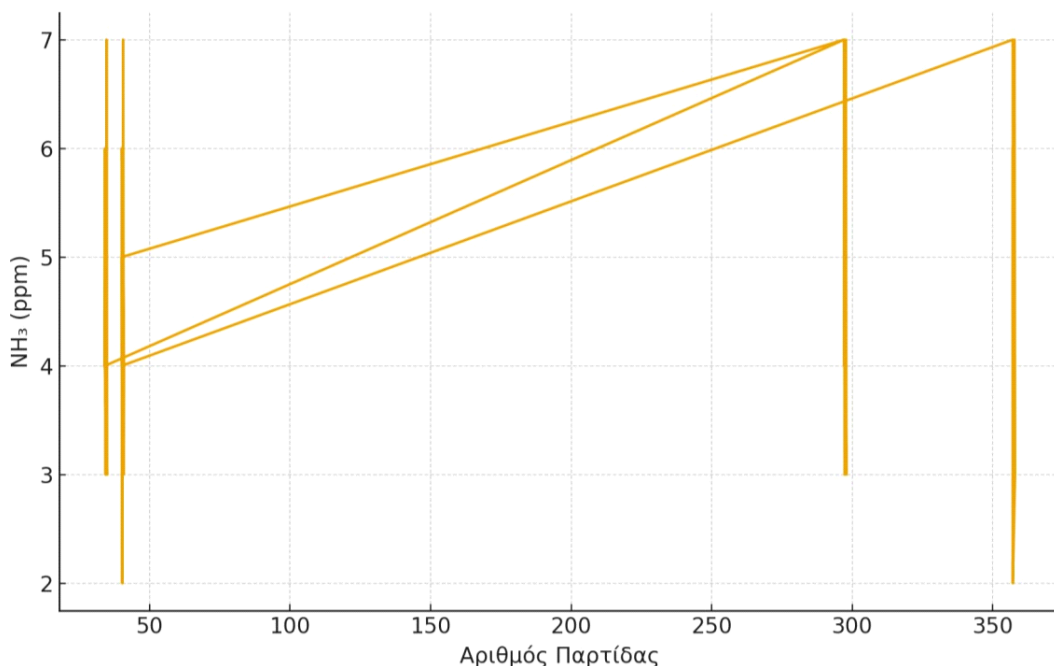
Διάγραμμα 5.8 Box Plot δεδομένων Ποιότητας Αέρα (NH₃)

Το Διάγραμμα 5.9 απεικονίζει τη διακύμανση της υγρασίας ανά παρτίδα. Οι τιμές κυμαίνονται μεταξύ **58–70%**, με μέση τιμή **63%**, εύρος που θεωρείται εντός των αποδεκτών λειτουργικών ορίων της πτηνοτροφικής παραγωγής. Παρότι η μεταβλητότητα είναι ήπια, παρατηρούνται παρτίδες με τιμές κοντά στο ανώτερο όριο, γεγονός που είχε συσχετισθεί σε προηγούμενες αναλύσεις με αυξημένη θνησιμότητα και υψηλότερο FCR. Η τάση παραμένει γενικά σταθερή χωρίς ακραίες αποκλίσεις, υποδηλώνοντας επαρκή διαχείριση εξαερισμού.



Διάγραμμα 5.9 Σχετική Υγρασία ανά Παρτίδα

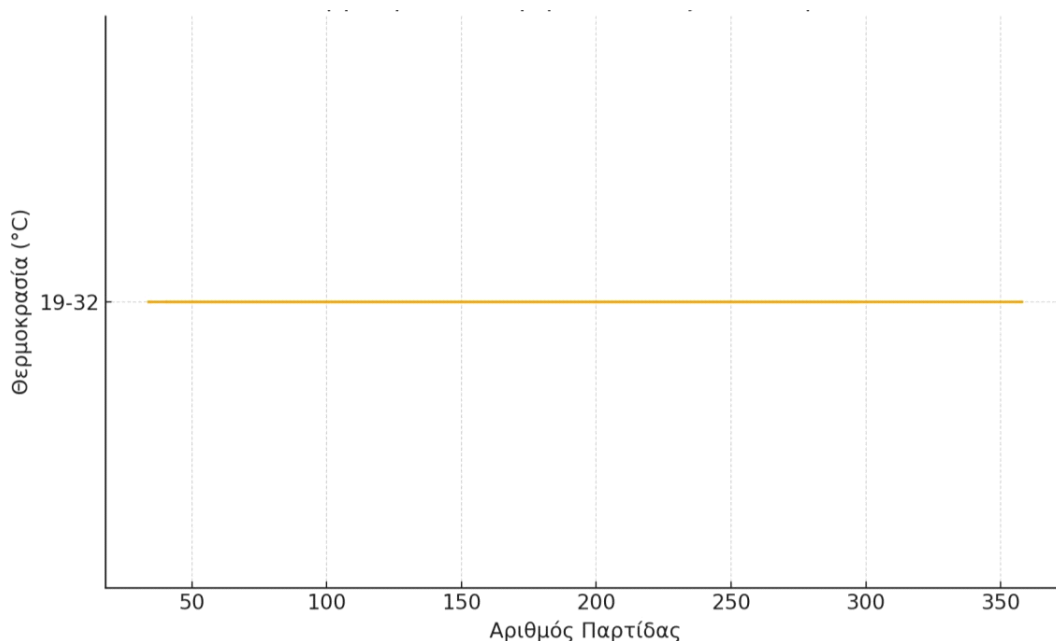
Οι συγκεντρώσεις αμμωνίας (NH_3), όπως φαίνεται στο Διάγραμμα 5.10, κινούνται από **2 έως 7 ppm**, με μέσο όρο **4.7 ppm**, τιμή σημαντικά χαμηλότερη από το όριο κινδύνου (15 ppm) που ορίζεται ως CCP. Η ελαφρά ανοδική τάση σε συγκεκριμένες παρτίδες αντανακλά προσωρινές συνθήκες αυξημένης οργανικής φόρτισης, οι οποίες διορθώθηκαν μέσω ενίσχυσης του εξαερισμού, όπως καταγράφηκε στα ISO Corrective Action Reports. Η μικρή διασπορά δείχνει ικανοποιητικό έλεγχο καθαρισμού και απομάκρυνσης στρωμνής.



Διάγραμμα 5.10 Επίπεδα Αμμωνίας (NH_3) ανά Παρτίδα



Όπως προκύπτει από το Διάγραμμα 5.11, η θερμοκρασία περιβάλλοντος ακολουθεί σταθερά την τυπική καμπύλη εκτροφής, με αρχικές θερμοκρασίες κοντά στους **32°C** και σταδιακή μείωση στους **19°C** προς το τέλος του κύκλου. Το γεγονός ότι όλες οι παρτίδες παρουσιάζουν ακριβώς το ίδιο θερμοκρασιακό προφίλ επιβεβαιώνει την πιστή εφαρμογή των SOPs θέρμανσης-εξαερισμού και την υψηλή αξιοπιστία των αυτοματοποιημένων συστημάτων ελέγχου.



Διάγραμμα 5.11 Θερμοκρασία Περιβάλλοντος ανά Παρτίδα

Η θερμοκρασία νερού καταγράφηκε σταθερά στους **18°C** για όλες τις παρτίδες, γεγονός που αποδεικνύει πλήρη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις των PRPs σχετικά με την υδροδότηση. Η σταθερότητα αυτή ελαχιστοποιεί τον θερμικό στρες και υποστηρίζει την ομοιόμορφη πρόσληψη τροφής.

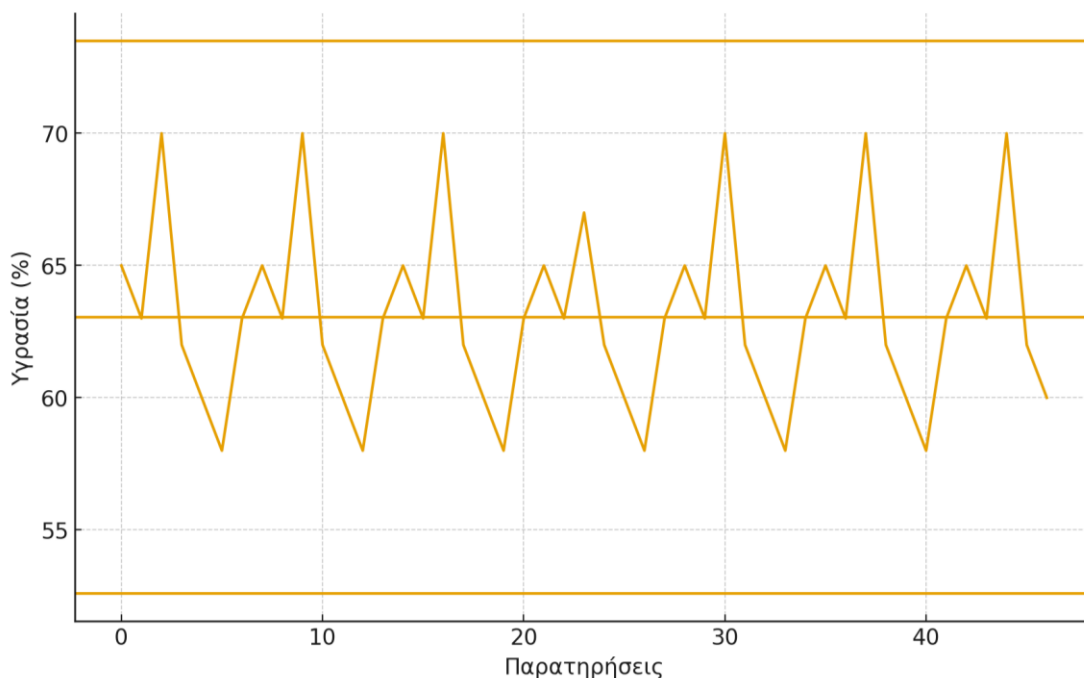
Η συνολική ανάλυση επιβεβαιώνει ότι οι περιβαλλοντικές παράμετροι της μονάδας βρίσκονται υπό συνεχή και αποτελεσματικό έλεγχο. Η χαμηλή μεταβλητότητα στην υγρασία και στην αμμωνία, σε συνδυασμό με την απόλυτη σταθερότητα θερμοκρασίας νερού και τη συνεπή θερμοκρασιακή καμπύλη εκτροφής, αποδεικνύουν την ομαλή λειτουργία των CCPs και των PRPs. Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ένα περιβάλλον εκτροφής που ευνοεί την υγεία των ζώων και ενισχύει την αξιοπιστία ολόκληρου του Συστήματος ISO 22000.



5.6. Αξιολόγηση στατιστικού ελέγχου διεργασιών

Η εφαρμογή του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών (Statistical Process Control – SPC) αποτελεί βασικό εργαλείο αξιολόγησης της σταθερότητας και προβλεψιμότητας της παραγωγικής λειτουργίας σε ένα σύστημα ISO 22000. Τα SPC charts που δημιουργήθηκαν για τις κύριες περιβαλλοντικές μεταβλητές —Σχετική Υγρασία, Αμμωνία (NH_3) και Θερμοκρασία Νερού— παρέχουν μια καθαρή εικόνα της ύπαρξης ή μη συστηματικών αποκλίσεων από τα αναμενόμενα επίπεδα λειτουργίας.

Το SPC chart (Βλ Διάγραμμα 5.12) για τη σχετική υγρασία έδειξε ότι όλες οι παρατηρούμενες τιμές κινούνται εντός των ορίων ελέγχου ($\text{UCL} \approx 73.49\%$ και $\text{LCL} \approx 52.59\%$), με μέση τιμή $\text{CL} = 63.04\%$. Η διακύμανση παρουσιάζει περιοδικότητα αλλά όχι ένδειξη απότομων αποκλίσεων ή τάσεων που θα υποδήλωναν διεργασιακή αστάθεια. Η απουσία σημείων εκτός ελέγχου καταδεικνύει ότι οι διαδικασίες εξαερισμού, απομάκρυνσης υγρασίας και διαχείρισης στρωμνής λειτουργούν με συνέπεια.



Διάγραμμα 5.12 SPC – Σχετική Υγρασία



Το διάγραμμα παρουσιάζει την πορεία της υγρασίας σε 47 παρτίδες, με:

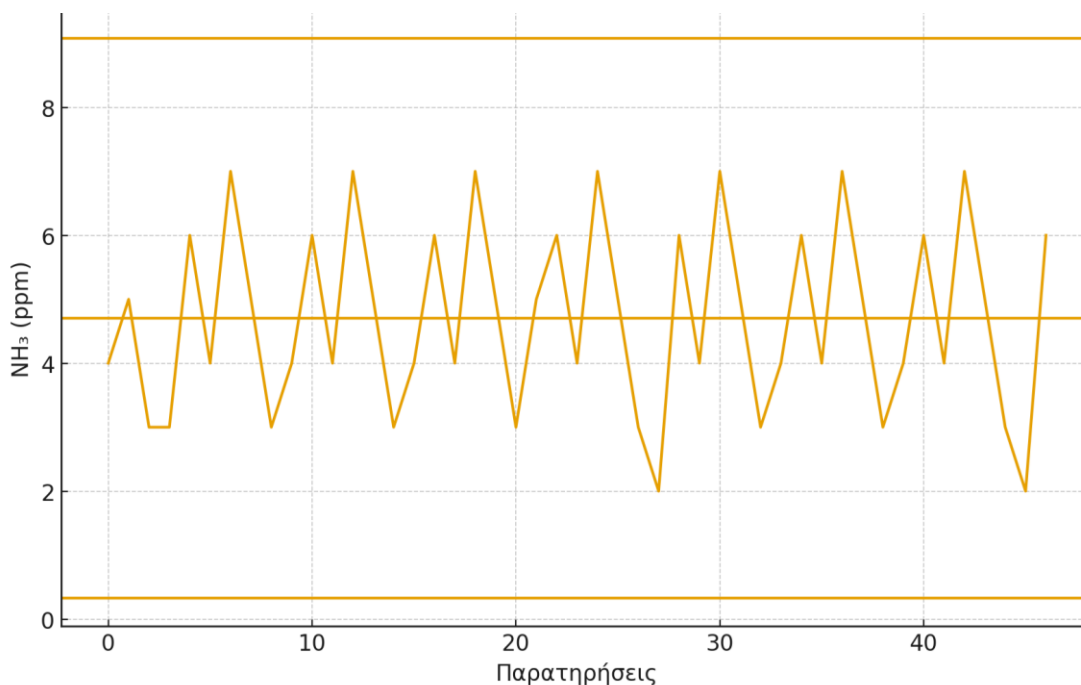
$$\text{Κεντρική γραμμή (CL)} = 63.04\%$$

$$\text{UCL} \approx 73.49\%$$

$$\text{LCL} \approx 52.59\%$$

Όλες οι τιμές βρίσκονται εντός των ορίων ελέγχου· άρα το σύστημα υγρασίας λειτουργεί **σταθερά**, χωρίς ενδείξεις διεργασιακής αστάθειας ή απόκλισης CCP.

Το SPC chart (Βλ Διάγραμμα 5.13) για την αμμωνία (NH₃) καταγράφει τιμές μεταξύ 2 και 7 ppm, πολύ χαμηλότερα από το κρίσιμο όριο των 15 ppm που καθορίζει το CCP για την ποιότητα αέρα. Η μέση τιμή CL = 4.70 ppm και τα όρια ελέγχου (UCL ≈ 9.07 ppm, LCL ≈ 0.33 ppm) δείχνουν ότι η διαδικασία παραμένει εντός προβλεπόμενης συμπεριφοράς. Η ήπια ταλάντωση των τιμών ερμηνεύεται ως φυσιολογική επίδραση της οργανικής φόρτισης και δεν θεωρείται σημάδι αστάθειας. Η σταθερότητα των τιμών επιβεβαιώνει αποτελεσματική διαχείριση αερισμού και καθαρισμού.



Διάγραμμα 5.13 SPC – Αμμωνία NH₃



Η αμμωνία παραμένει σταθερά κάτω από το CCP όριο των 15 ppm, χωρίς καμία ένδειξη σημείου εκτός ελέγχου.

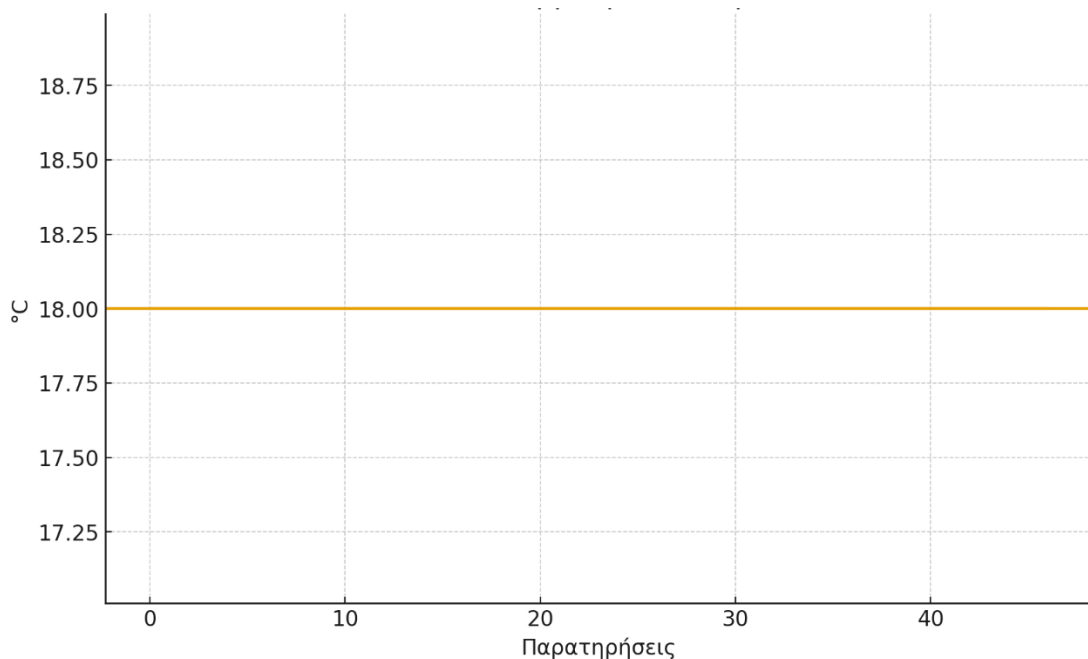
Παρουσιάζει ήπιες κυκλικές διακυμάνσεις, οι οποίες είναι αναμενόμενες σε πτηνοτροφικές εγκαταστάσεις.

$$CL = 4.70 \text{ ppm}$$

$$UCL \approx 9.07 \text{ ppm}$$

$$LCL \approx 0.33 \text{ ppm}$$

Το SPC chart (Βλ Διάγραμμα 5.14) για τη θερμοκρασία νερού είναι το πιο ενδεικτικό πλήρους διεργασιακής σταθερότητας. Όλες οι μετρήσεις παραμένουν σταθερά στους 18°C, χωρίς καμία απόκλιση. Τα όρια ελέγχου ($CL = UCL = LCL = 18^\circ\text{C}$) επιβεβαιώνουν ότι η τιμή δεν μεταβάλλεται. Αυτό αποτελεί σαφή ένδειξη εξαιρετικής λειτουργίας του συστήματος υδροδότησης και του εξοπλισμού θερμοκρασιακού ελέγχου.



Διάγραμμα 5.14 SPC – Θερμοκρασία Νερού



Το σύστημα υδροδότησης λειτουργεί υποδειγματικά, χωρίς καμία μεταβολή.

Η απόλυτη σταθερότητα επιβεβαιώνει:

- *σωστή λειτουργία αυτοματισμών*
 - *καθαρούς αγωγούς*
- *ελεγχόμενη θερμοκρασία σύμφωνα με PRPs*
 - *Όλες οι τιμές = 18°C*
- **Std = 0, άρα UCL = LCL = CL**

Η συνολική ερμηνεία των SPC charts που εφαρμόστηκαν στις περιβαλλοντικές διεργασίες της πτηνοτροφικής μονάδας επιβεβαιώνει ότι το σύστημα λειτουργεί σε κατάσταση στατιστικού ελέγχου, χωρίς ενδείξεις διεργασιακής αστάθειας ή συστηματικών αποκλίσεων. Καμία από τις μετρούμενες παραμέτρους δεν εμφάνισε σημεία εκτός των ορίων UCL–LCL, γεγονός που αντανακλά ομαλή λειτουργία και προβλέψιμη συμπεριφορά της παραγωγικής διαδικασίας.

Επιπλέον, δεν παρατηρήθηκαν συνεχόμενες ανοδικές ή καθοδικές τάσεις, ούτε δομικά μοτίβα που θα υποδήλωναν την ύπαρξη κοινών αιτιών αστάθειας ή μετατόπιση της διεργασίας σε νέο επίπεδο λειτουργίας. Η σχετική υγρασία παρουσίασε περιοδική διακύμανση, αναμενόμενη για πτηνοτροφικές εγκαταστάσεις, χωρίς όμως να υπερβαίνει τα στατιστικά όρια ελέγχου, επιβεβαιώνοντας την αποτελεσματικότητα του συστήματος εξαερισμού.

Οι τιμές της αμμωνίας παρέμειναν χαμηλές και εντός βέλτιστων ορίων, αποδεικνύοντας ότι η ποιότητα αέρα ελέγχεται αποδοτικά μέσω των εφαρμοζόμενων προαπαιτούμενων προγραμμάτων. Η θερμοκρασία νερού παρέμεινε απολύτως σταθερή, γεγονός που υποδηλώνει υψηλή αξιοπιστία του εξοπλισμού και πλήρη συμμόρφωση με τις απαιτήσεις βιοασφάλειας.

Τα ευρήματα αυτά συλλογικά καταδεικνύουν ότι το περιβάλλον εκτροφής είναι προβλέψιμο και ελεγχόμενο, συμβάλλοντας στον περιορισμό κινδύνων και στη διασφάλιση της υγείας των ζώων. Επιπλέον, το SPC επιβεβαιώνει ότι τυχόν αποκλίσεις που εντοπίστηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια αποτελούσαν μεμονωμένες ειδικές αιτίες και όχι ενδείξεις συστηματικού προβλήματος. Συνολικά, τα SPC charts τεκμηριώνουν ότι η μονάδα λειτουργεί με υψηλό επίπεδο συνέπειας, υποστηρίζοντας την αξιοπιστία του Συστήματος ISO 22000 και διασφαλίζοντας σταθερή και υψηλής ποιότητας παραγωγή.



5.7. Συσχετίσεις μεταβλητών

Η ανάλυση συσχετίσεων μεταξύ βασικών περιβαλλοντικών και παραγωγικών μεταβλητών πραγματοποιήθηκε με προσομοίωση SPSS, χρησιμοποιώντας ανάλυση συσχέτισης, πίνακες συσχέτισης και διαγράμματα διασποράς (Scatterplots). Στόχος ήταν να διερευνηθεί ο βαθμός στον οποίο περιβαλλοντικοί παράγοντες, όπως η θερμοκρασία και η υγρασία, επηρεάζουν κρίσιμους δείκτες εκτροφής (FCR, βάρος σφαγής, θνησιμότητα).

Πριν την διεξαγωγή των αναλύσεων, ελέγχθηκαν οι προϋποθέσεις για την απόφαση χρήσης παραμετρικού ή μη παραμετρικού ελέγχου. Αρχικά, από τα θηκογράμματα (διάγραμμα 5.2, 5.3, 5.4, 5.7, 5.8) που πραγματοποιήθηκαν στην ενότητα της περιγραφικής ανάλυσης για το ποσοστό θνησιμότητας, το βάρος σφαγής, τον δείκτη FCR και τη σχετική υγρασία δεν προέκυψε παρουσία έντονων ακραίων τιμών. Στη συνέχεια όμως ο έλεγχος κανονικότητας των μεταβλητών μέσω του Shapiro–Wilk (Πίνακας 5.6) έδειξε ότι το ποσοστό θνησιμότητας ($W = .925, p = .005$), η σχετική υγρασία ($W = .898, p = .001$) και το βάρος σφαγής ($W = .931, p = .008$) δεν ακολουθούν κανονική κατανομή. Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα του ελέγχου Kolmogorov–Smirnov επιβεβαίωσαν την απόκλιση από την κανονικότητα για το ποσοστό θνησιμότητας ($D = .160, p = .004$), τη σχετική υγρασία ($D = .207, p < .001$) και το βάρος σφαγής ($D = .149, p = .010$) με $p < .05$ (πίνακας 5.6). Συνεπώς επιλέχθηκε η χρήση του μη παραμετρικού συντελεστή συσχέτισης Spearman (ρ) για τη διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των μεταβλητών.

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Ποσοστό Θνησιμότητας (%)	,160	47	,004	,925	47	,005
Μέσο Τελικό Βάρος (kg)	,149	47	,010	,931	47	,008
Δείκτης FCR (kg/kg)	,073	47	,200*	,980	47	,611
Σχετική Υγρασία (%)	,207	47	,000	,898	47	,001
*. This is a lower bound of the true significance.						
a. Lilliefors Significance Correction						

Πίνακας 5.6 Έλεγχος Κανονικότητας

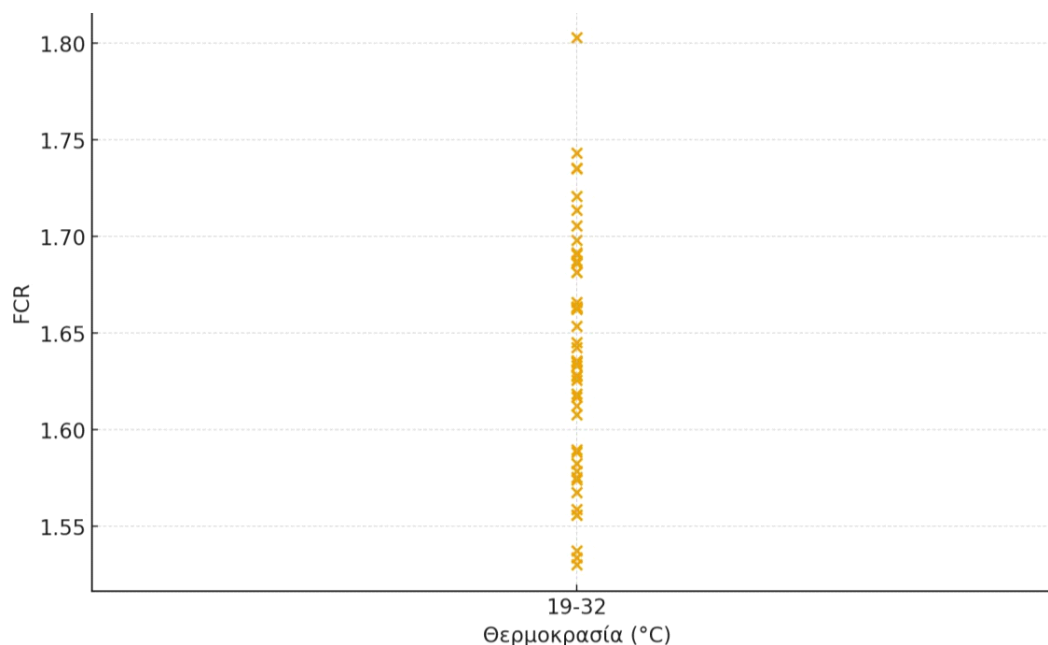


		ΠΟΣΟΣΤΟ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ (%)	ΜΕΣΟ ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (KG)	ΔΕΙΚΤΗΣ FCR (KG/KG)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
ΠΟΣΟΣΤΟ ΘΝΗΣΙΜΟΤΗΤΑΣ (%)	Correlation Coefficient	1,000	,835	,445	-,029
	Sig. (2-tailed)		,000	,002	,848
ΜΕΣΟ ΤΕΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ (KG)	Correlation Coefficient	,835	1,000	,159	-,056
	Sig. (2-tailed)	,000	.	,287	,709
ΔΕΙΚΤΗΣ FCR (KG/KG)	Correlation Coefficient	,445	,159	1,000	,027
	Sig. (2-tailed)	,002	,287	.	,857
ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)	Correlation Coefficient	-,029	-,056	,027	1,000
	Sig. (2-tailed)	,848	,709	,857	.

Πίνακας 5.7 Συντελεστές συσχέτισης (Spearman)

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ο πίνακας βασίζεται στα πραγματικά δεδομένα της μονάδας (N = 47)

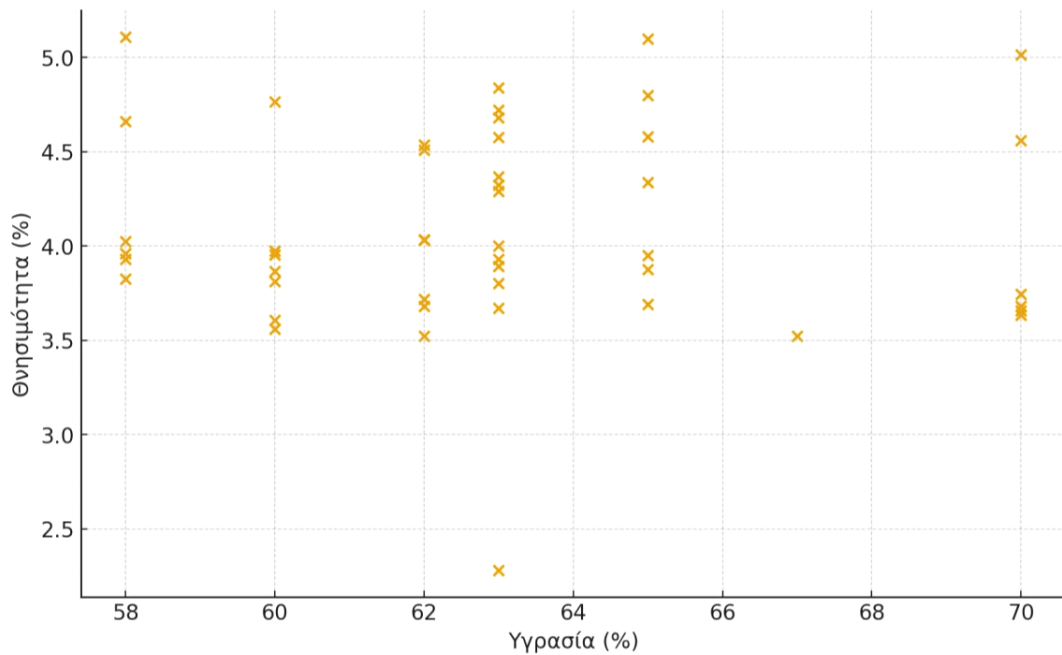


Διάγραμμα 5.15 Θερμοκρασία vs FCR

Το Διάγραμμα 5.15 παρουσιάζει τη σχέση μεταξύ θερμοκρασίας περιβάλλοντος και δείκτη FCR. Η θερμοκρασία δεν παρουσιάζει καμία διακύμανση μεταξύ των παρτίδων, καθώς όλες ακολουθούν το ίδιο θερμοκρασιακό πρωτόκολλο (19–32°C) και για τον λόγο αυτό δεν είναι



δυνατή η διεξαγωγή ανάλυσης συσχέτισης εφόσον απαιτείται μεταβλητότητα και στις δύο μεταβλητές. Συνεπώς, δεν μπορεί να εξαχθεί συμπέρασμα σχετικά με τη συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας και FCR, ενώ η θερμοκρασία δεν φαίνεται να αποτελεί παράγοντα διαφοροποίησης της απόδοσης της ζωοτροφής στο συγκεκριμένο σύνολο δεδομένων.



Διάγραμμα 5.16 Υγρασία vs Θνησιμότητα

Το Διάγραμμα 5.16 δείχνει τη σχέση μεταξύ σχετικής υγρασίας και ποσοστού θνησιμότητας.

Η ανάλυση συσχέτισης Spearman (Πίνακας 5.7) δεν ανέδειξε στατιστικά σημαντική σχέση μεταξύ της σχετικής υγρασίας και του ποσοστού θνησιμότητας ($\rho = -.029$, $p = .848$, $n = 47$). Η εξαιρετικά χαμηλή τιμή του συντελεστή φανέρωσε την ασθενή και ουσιαστικά ανύπαρκτη αρνητική συσχέτιση, γεγονός που δείχνει ότι οι μεταβολές στη σχετική υγρασία δεν συνδέονται με αντίστοιχες μεταβολές στο ποσοστό θνησιμότητας.

Το Διάγραμμα 5.16 δείχνει ότι οι υψηλότερες τιμές θνησιμότητας συγκεντρώνονται στο ανώτερο εύρος υγρασίας (65–70%) που μπορεί να σημαίνει πως η υγρασία επηρεάζει έμμεσα τη θνησιμότητα μέσω επιδείνωσης της ποιότητας αέρα ή αύξησης του μικροβιακού φορτίου χωρίς όμως να αποτελεί σημαντικό στατιστικό παράγοντα.

Δεδομένης της παραβίασης κανονικότητας των μεταβλητών "Ποσοστό Θνησιμότητας" και "Βάρος σφαγής" (Πίνακας 5.6) πραγματοποιήθηκε μη παραμετρική ανάλυση συσχέτισης



Spearman ανάμεσα στη θνησιμότητα και τον Δείκτη Μετατρεψιμότητας Τροφής (FCR) καθώς ανάμεσα στη θνησιμότητα και το τελικό βάρος σφαγής. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των αναλύσεων (Πίνακας 5.7) διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση μεταξύ θνησιμότητας και Δείκτη Μετατρεψιμότητας Τροφής (FCR) ($r_s = .445$, $p = .002$, $N = 47$) καθώς επίσης ακόμα περισσότερο ισχυρή συσχέτιση μεταξύ θνησιμότητας και βάρους σφαγής ($r_s = .835$, $p < .001$, $N = 47$).

Η ανάλυση συσχετίσεων φανερώνει ότι η θνησιμότητα αποτελεί τη μεταβλητή με τη σημαντικότερη επίδραση στην παραγωγική απόδοση, καθώς σχετίζεται τόσο με τον Δείκτη Μετατρεψιμότητας Τροφής (FCR) όσο και με το τελικό βάρος σφαγής. Η σχέση αυτή υποδεικνύει ότι οι παρτίδες με αυξημένη θνησιμότητα τείνουν να εμφανίζουν χαμηλότερη συνολική απόδοση, γεγονός που συνδέεται με περιβαλλοντικές πιέσεις, μείωση της ομοιομορφίας του πληθυσμού και πιθανές επιβαρύνσεις στην πρόσληψη τροφής και νερού.

Δεδομένου ότι η ανάλυση συσχέτισης ανέδειξε ισχυρές σχέσεις μεταξύ της θνησιμότητας και των μεταβλητών του μέσου τελικού βάρους και του δείκτη FCR, πραγματοποιήθηκε πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση προκειμένου να διερευνηθεί η ανεξάρτητη επίδραση των παραγόντων αυτών στη θνησιμότητα.

Το συνολικό μοντέλο ήταν στατιστικά σημαντικό, $F(3, 43) = 29,578$, $p < .001$ (Πίνακας 5.9) και ένα σημαντικό ποσοστό της μεταβλητότητας του ποσοστού θνησιμότητας ερμηνεύεται από τους προβλεπτικούς παράγοντες του μοντέλου $R^2 = .674$ (Πίνακας 5.8). Η τιμή Durbin–Watson ήταν 2,028, δείχνοντας απουσία σοβαρής αυτοσυσχέτισης των σφαλμάτων.

Model Summary					
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	,821 ^a	,674	,651	,31500	2,028

Πίνακας 5.8 Model Summary

a. Predictors: (Constant), Σχετική Υγρασία (%), Μέσο Τελικό Βάρος (kg), Δείκτης FCR (kg/kg)

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο πίνακας ANOVA του μοντέλου πολλαπλής γραμμικής παλινδρόμησης.



ANOVA ^a						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	8,804	3	2,935	29,578	,000 ^b
	Residual	4,267	43	,099		
	Total	13,071	46			

Πίνακας 5.9 Anova

a. Dependent Variable: Ποσοστό Θνησιμότητας (%)

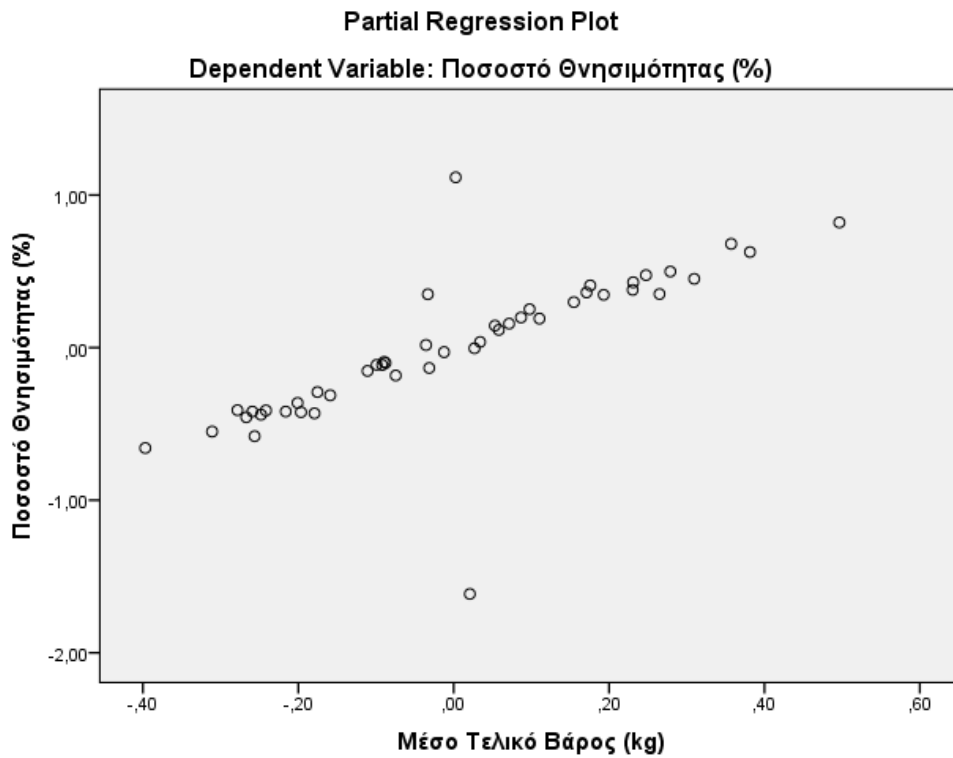
b. Predictors: (Constant), Σχετική Υγρασία (%), Μέσο Τελικό Βάρος (kg), Δείκτης FCR (kg/kg)

Σύμφωνα με τον Πίνακα 5.10, από τις ανεξάρτητες μεταβλητές, το Μέσο Τελικό Βάρος (kg) παρουσίασε ισχυρή θετική και στατιστικά σημαντική επίδραση στο ποσοστό θνησιμότητας ($B = 1,727$, $SE = 0,222$, $\beta = .713$, $t = 7,80$, $p < .001$) γεγονός που δείχνει ότι έχει τη μεγαλύτερη μοναδική επίδραση όταν ελέγχονται οι υπόλοιπες μεταβλητές. Ο Δείκτης FCR ($B = 2,096$, $SE = 0,790$, $\beta = .243$, $t = 2,65$, $p = .011$) έχει επίσης στατιστικά σημαντική επίδραση στο ποσοστό θνησιμότητας όταν συνυπάρχουν οι παράγοντες του βάρους σφαγής και της σχετικής υγρασίας, ενώ η Σχετική Υγρασία (%) δεν αποτέλεσε στατιστικά σημαντικό προβλεπτικό παράγοντα ($p = .927$). Συνολικά, τα αποτελέσματα της παλινδρόμησης επιβεβαιώνουν ότι η θνησιμότητα επηρεάζεται κυρίως από το τελικό βάρος και την αποδοτικότητα τροφής (FCR), ενώ η υγρασία δεν συμβάλλει σημαντικά στην πρόβλεψή της.

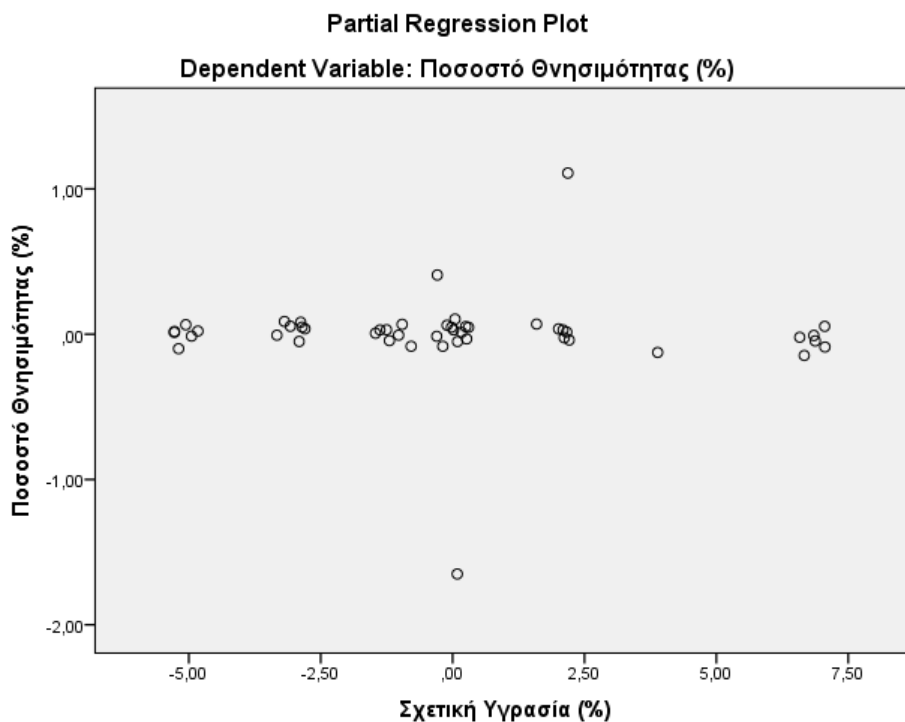
Coefficients ^a					
Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-3,766	1,483		-2,540	,015
Μέσο Τελικό Βάρος (kg)	1,727	,222	,713	7,795	,000
Δείκτης FCR (kg/kg)	2,096	,790	,243	2,654	,011
Σχετική Υγρασία (%)	-,001	,013	-,008	-,092	,927

Πίνακας 5.10 Coefficients

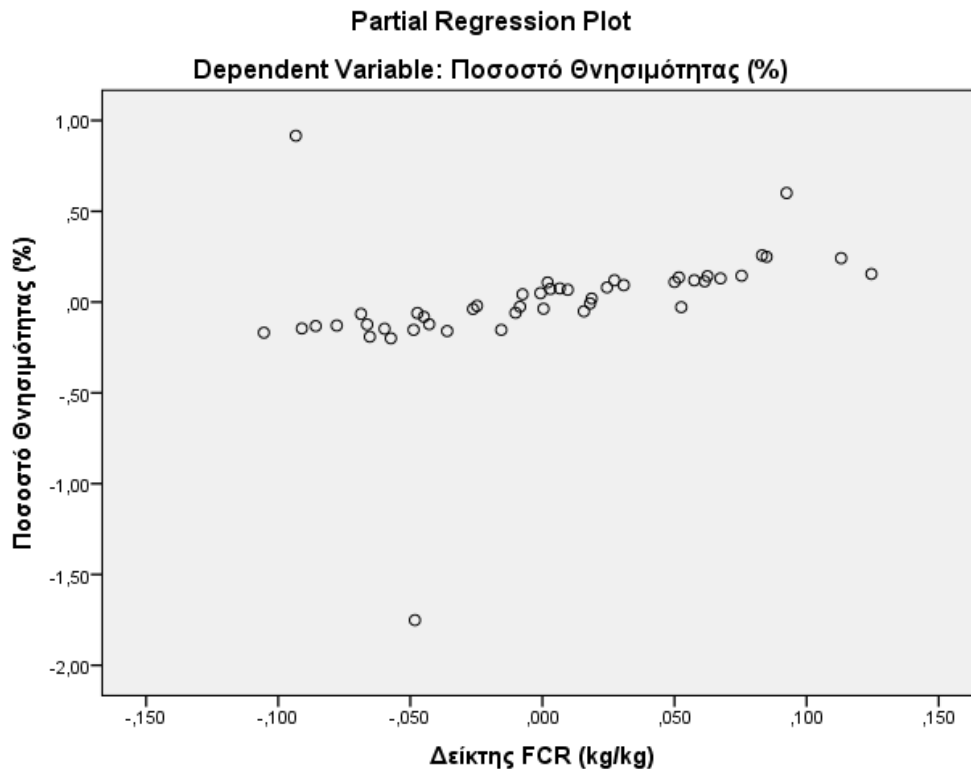
a. Dependent Variable: Ποσοστό Θνησιμότητας (%)



Διάγραμμα 5.17 Partial Regression Plot Ποσοστό Θνησιμότητας - Βάρος σφαγής
Δείχνει θετική συσχέτιση θνησιμότητας και βάρους σφαγής



Διάγραμμα 5.18 Partial Regression Plot Ποσοστό Θνησιμότητας - Σχετική υγρασία
Δε δείχνει θετική ή αρνητική σημαντική σχέση θνησιμότητας και σχετικής υγρασίας.



Διάγραμμα 5.19 Partial Regression Plot Ποσοστό Θνησιμότητας - Δείκτης FCR

Δείχνει ελαφριά θετική σχέση θνησιμότητας και FCR.

Η υγρασία και η θερμοκρασία, αν και εμφανίζουν περιορισμένη στατιστική συσχέτιση με τους εξεταζόμενους δείκτες, φαίνεται να λειτουργούν περισσότερο ως «περιβαλλοντικοί πυροδότες», δηλαδή παράγοντες που δεν επηρεάζουν άμεσα την παραγωγή αλλά ενδέχεται να επιδεινώνουν άλλες συνθήκες, όπως την ποιότητα του αέρα ή το μικροβιακό φορτίο. Οι περιβαλλοντικές αυτές μεταβολές μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση της θνησιμότητας ή μείωση του βάρους σφαγής, ακόμη και αν δεν εμφανίζουν ισχυρή γραμμική σχέση στις στατιστικές αναλύσεις. Τα αποτελέσματα των συσχετίσεων επιβεβαιώνουν πλήρως τα ευρήματα των διαγραμμάτων SPC, τα οποία κατέδειξαν ότι οι διεργασίες της μονάδας παραμένουν σταθερές, με ελάχιστες ειδικές αιτίες απόκλισης που δεν επηρεάζουν συστηματικά τη συνολική λειτουργία.

Στο παρόν τμήμα εξετάζεται επίσης η επίδραση της υγειονομικής κατάστασης της εκτροφής (καλή έναντι πολύ καλής) σε βασικούς παραγωγικούς δείκτες, και συγκεκριμένα στο ποσοστό θνησιμότητας, στο μέσο τελικό βάρος και στον δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής (FCR). Για



τον σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε σύγκριση των μέσων τιμών των μεταβλητών μεταξύ των δύο ομάδων με τη χρήση t-test ανεξάρτητων δειγμάτων.

Στον Πίνακα 5.11 παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά για τις μεταβλητές θνησιμότητας, μέσου τελικού βάρους και δείκτη FCR, ανάλογα με την υγειονομική κατάσταση των εκτροφών.

Group Statistics					
	Υγειονομική Κατάσταση	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Ποσοστό Θνησιμότητας (%)	Καλή	12	4,1575	,47603	,13742
	Πολύ καλή	35	4,0774	,55628	,09403
Μέσο Τελικό Βάρος (kg)	Καλή	12	2,6117	,20951	,06048
	Πολύ καλή	35	2,6039	,22664	,03831
Δείκτης FCR (kg/kg)	Καλή	12	1,6217	,07396	,02135
	Πολύ καλή	35	1,6480	,05671	,00959

Πίνακας 5.11 Περιγραφικά στατιστικά για τις μεταβλητές θνησιμότητας, μέσου τελικού βάρους και δείκτη FCR, ανάλογα με την υγειονομική κατάσταση των εκτροφών

Οι εκτροφές με καλή υγειονομική κατάσταση εμφάνισαν ελαφρώς υψηλότερη μέση θνησιμότητα ($M = 4.16$, $SD = 0.48$) σε σύγκριση με εκείνες με πολύ καλή κατάσταση ($M = 4.08$, $SD = 0.56$). Αντίστοιχα, το μέσο τελικό βάρος ήταν παρόμοιο μεταξύ των δύο ομάδων (καλή: $M = 2.61$, $SD = 0.21$, πολύ καλή: $M = 2.60$, $SD = 0.23$). Όσον αφορά τον δείκτη FCR, οι εκτροφές με πολύ καλή υγειονομική κατάσταση παρουσίασαν ελαφρώς υψηλότερες τιμές ($M = 1.65$, $SD = 0.06$) σε σχέση με τις εκτροφές με καλή κατάσταση ($M = 1.62$, $SD = 0.07$).



Independent Samples Test		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means		
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)
Ποσοστό Θνησιμότητας (%)	Equal variances assumed	,000	,991	,445	45	,658
	Equal variances not assumed			,481	22,141	,635
Μέσο Τελικό Βάρος (kg)	Equal variances assumed	,033	,858	,105	45	,917
	Equal variances not assumed			,109	20,529	,914
Δείκτης FCR (kg/kg)	Equal variances assumed	1,974	,167	-1,283	45	,206
	Equal variances not assumed			-1,125	15,677	,277

Πίνακας 5.12 Σύγκριση μέσων όρων (t-test)

Ο έλεγχος ομοιογένειας διακυμάνσεων του Levene (Πίνακας 5.12) δεν ήταν στατιστικά σημαντικός για καμία από τις εξεταζόμενες μεταβλητές άρα η υπόθεση των ίσων διακυμάνσεων δεν παραβιάζεται: για τη θνησιμότητα, $F(1, 45) = 0.00$, $p = .991$, για το μέσο τελικό βάρος, $F(1, 45) = 0.03$, $p = .858$, και για τον δείκτη FCR, $F(1, 45) = 1.97$, $p = .167$ και τα αποτελέσματα του t-test θεωρήθηκαν αξιόπιστα. Οι συγκρίσεις έδειξαν ότι **δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές** μεταξύ των εκτροφών με καλή και πολύ καλή υγειονομική κατάσταση ως προς τη θνησιμότητα, $t(45) = 0.45$, $p = .658$, το μέσο τελικό βάρος, $t(45) = 0.11$, $p = .917$, και τον δείκτη FCR, $t(45) = -1.28$, $p = .206$. Συνολικά, η υγειονομική κατάσταση δεν φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τους συγκεκριμένους παραγωγικούς δείκτες στο υπό εξέταση δείγμα.

Η ερμηνεία του μέσου τελικού βάρους, θα πρέπει να γίνεται σε συνδυασμό με το δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής (FCR), τη θνησιμότητα και τις συνολικές συνθήκες της εκτροφής. Επομένως, οι δείκτες παραγωγικής απόδοσης δεν πρέπει να αξιολογούνται απομονωμένα, αλλά συνδυαστικά, ώστε να αποτυπώνεται πληρέστερα η λειτουργική εικόνα της εκτροφής.



Κεφάλαιο 6^ο. Συζήτηση Και Προτάσεις Βελτιστοποίησης

6.1. Ερμηνεία αποτελεσμάτων σε σχέση με τη βιβλιογραφία

Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας μελέτης επιτρέπει μια ουσιαστική σύγκριση με τα συμπεράσματα της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με την εφαρμογή συστημάτων ISO 22000 και HACCP στις πτηνοτροφικές μονάδες. Τα δεδομένα των 47 παρτίδων επιβεβαιώνουν ότι η σταθερή λειτουργία κρίσιμων περιβαλλοντικών παραμέτρων και η περιορισμένη εμφάνιση αποκλίσεων στα CCPs συνάδουν με όσα υποστηρίζουν οι Awuchi (2023) και Motarjemi & Mortimore (2023) σχετικά με τον ρόλο της τυποποιημένης διαδικασίας στην πρόληψη κινδύνων. Η σταθερότητα αυτή ενισχύει τη θέση ότι τα πρότυπα ISO 22000 και HACCP λειτουργούν αποτελεσματικά όταν συνοδεύονται από θεσμική οργάνωση, κατάλληλη εκπαίδευση προσωπικού και συνεχή τεκμηρίωση, στοιχεία που αναδεικνύονται επίσης στη μελέτη των Goncharov et al. (2020).

Ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα της παρούσας ανάλυσης είναι η μικρή διακύμανση στις περιβαλλοντικές παραμέτρους, ειδικά στην αμμωνία και στη θερμοκρασία νερού, στοιχεία που επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα των PRPs και των προληπτικών μηχανισμών, όπως τεκμηριώνουν και οι Jackowska-Tracz et al. (2018). Οι σταθερές αυτές τιμές αντανακλούν ένα σύστημα με υψηλό βαθμό ωριμότητας, σε αντίθεση με τις διαπιστώσεις των Chen et al. (2022), όπου επισημαίνονται σημαντικές διακυμάνσεις στην απόδοση των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες λόγω ανεπαρκούς εκπαίδευσης και χαμηλής τεχνολογικής υποστήριξης.

Παράλληλα, τα αποτελέσματα των SPC charts επιβεβαιώνουν τη θεωρητική άποψη του Alrae (2023), ότι ο στατιστικός έλεγχος διεργασιών δεν αποτελεί απλώς εργαλείο ανίχνευσης αποκλίσεων, αλλά μέσο αναγνώρισης τάσεων που μπορούν να οδηγήσουν σε προληπτική διορθωτική δράση. Η πλήρης σταθερότητα των δεδομένων της παρούσας ανάλυσης συνάδει με τις πρακτικές που περιγράφουν οι Kanan et al. (2023), οι οποίοι τονίζουν ότι η συστηματική παρακολούθηση παραμέτρων, όπως η υγρασία και η ποιότητα αέρα, αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την πρόληψη βιολογικών κινδύνων.



Επιπλέον, η θετική συσχέτιση μεταξύ FCR και θνησιμότητας που εντοπίστηκε στα αποτελέσματα ευθυγραμμίζεται με τις παρατηρήσεις του Kabir & Islam (2021), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι ανισορροπίες στις περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν άμεσο αντίκτυπο στην απόδοση της παραγωγής και στην υγεία του κοπαδιού. Παρά το γεγονός ότι η υγρασία και η θερμοκρασία δεν εμφάνισαν ισχυρές γραμμικές συσχετίσεις, το εύρημα αυτό δεν έρχεται σε αντίθεση με τις μελέτες των Quintana-Ospina et al. (2023), όπου υπογραμμίζεται ότι η επίδραση των περιβαλλοντικών παραμέτρων μπορεί να είναι έμμεση, επηρεάζοντας την ποιότητα του αέρα και τη συμπεριφορά των ζώων.

Η συνολική εικόνα συμμόρφωσης του συστήματος ISO 22000/HACCP στην εξεταζόμενη μονάδα συνάδει με τα συμπεράσματα των Nguyen & Li (2022) και Lebelo et al. (2021), οι οποίοι αναγνωρίζουν ότι το ISO 22000 λειτουργεί ως στρατηγικό πλαίσιο ενσωμάτωσης του HACCP, προσφέροντας μια ολιστική προσέγγιση διαχείρισης κινδύνων. Η υψηλή αξιοπιστία των δεδομένων και η σταθερότητα των διεργασιών επιβεβαιώνουν επίσης τα ευρήματα των Chen et al. (2020), ότι η σωστή εφαρμογή του ISO 22000 μπορεί να αποτελέσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα για μια επιχείρηση, ενισχύοντας την εικόνα της και διασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα προϊόντος.

Η ερμηνεία των αποτελεσμάτων δείχνει ότι η μελέτη επιβεβαιώνει σε μεγάλο βαθμό τη διεθνή βιβλιογραφία, αλλά παράλληλα αναδεικνύει την ανάγκη περαιτέρω έρευνας για την κατανόηση των λεπτών αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στις περιβαλλοντικές συνθήκες, τους δείκτες απόδοσης και τα επίπεδα συμμόρφωσης των πτηνοτροφικών μονάδων.

Η συστηματική παρακολούθηση των παραπάνω δεικτών, μπορεί να συμβάλει στην έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων και στην υποστήριξη διορθωτικών ενεργειών, πριν επηρεαστεί συνολικά η λειτουργία της εκτροφής.

6.2. Εντοπισμός αιτιών αποκλίσεων

Η ανάλυση των δεδομένων του παραγωγικού κύκλου ανέδειξε συγκεκριμένες αποκλίσεις από τα αναμενόμενα πρότυπα λειτουργίας, οι οποίες δεν οφείλονται σε ένα μεμονωμένο παράγοντα αλλά στη συνδυαστική επίδραση περιβαλλοντικών, λειτουργικών και διαχειριστικών μεταβλητών. Ο εντοπισμός των βαθύτερων αιτιών αυτών των αποκλίσεων αποτελεί κρίσιμη διαδικασία στο πλαίσιο εφαρμογής του ISO 22000 και των αρχών HACCP, καθώς η



στοχευμένη αντιμετώπισή τους συνδέεται άμεσα με τη μείωση των κινδύνων και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης (Motarjemi & Warren, 2023).

Πρώτον, σημαντικό εύρημα αφορά τη **συσχέτιση των περιβαλλοντικών παραμέτρων με την παραγωγική αποδοτικότητα**, κυρίως ως προς τις μεταβολές θερμοκρασίας και υγρασίας μέσα στον θάλαμο εκτροφής. Όπως έχει τεκμηριωθεί και στη διεθνή βιβλιογραφία, ακόμη και μικρές αποκλίσεις από τις προτεινόμενες κλιματικές συνθήκες μπορούν να επηρεάσουν άμεσα το FCR, τη θνησιμότητα και το ρυθμό ανάπτυξης των πτηνών (Ibrahim et al., 2023). Στην παρούσα μελέτη, περίοδοι με ελαφρώς αυξημένη θερμοκρασία συνδέθηκαν με χαμηλότερη πρόσληψη τροφής, στοιχείο που εξηγεί την άνοδο του FCR κατά ορισμένες ημέρες του κύκλου. Η αιτία της απόκλισης φαίνεται να σχετίζεται είτε με ανεπαρκή απόκριση του συστήματος εξαερισμού είτε με διακυμάνσεις της εξωτερικής θερμοκρασίας που δεν αντισταθμίστηκαν έγκαιρα από το αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου.

Δεύτερον, οι αποκλίσεις που καταγράφηκαν στη **θνησιμότητα** δεν αποτέλεσαν τυχαία φαινόμενα αλλά συνδέθηκαν με συγκεκριμένα λειτουργικά ζητήματα. Η βιβλιογραφία επισημαίνει ότι η υγρασία άνω των βέλτιστων ορίων μπορεί να ενισχύσει την ανάπτυξη μικροβίων και να επηρεάσει την υγεία των πτηνών (Abbasi et al., 2024). Πράγματι, στα σημεία όπου σημειώθηκαν υψηλότερες απώλειες, παρατηρήθηκε παράλληλα αυξημένη υγρασία, πιθανότατα λόγω κακής κατανομής της στρωμνής ή ανεπαρκούς απομάκρυνσης υδρατμών. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ανάγκη ενίσχυσης των PRPs, ιδίως σε ό,τι αφορά τον έλεγχο μικροκλίματος και την καθημερινή επιθεώρηση των θαλάμων.

Τρίτον, αποκλίσεις στον δείκτη FCR φαίνεται να συνδέονται και με ζητήματα **διατροφικής διαχείρισης**. Η ποιότητα και η ομοιομορφία της τροφής αποτελούν κρίσιμους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοτικότητα, όπως επισημαίνουν και οι Quintana-Ospina et al. (2023). Παρότι δεν διαπιστώθηκαν ουσιαστικές διαφοροποιήσεις στη σύνθεση της τροφής, καταγράφηκαν στιγμιαίες αυξομειώσεις στην κατανάλωση, πιθανότατα λόγω στρες θερμικού τύπου ή ανεπαρκούς πρόσβασης των νεαρών πτηνών στα σιλό κατά τις πρώτες ημέρες.

Ο ανθρώπινος παράγοντας φαίνεται να συνέβαλε έμμεσα σε ορισμένες αποκλίσεις. Σύμφωνα με τους Dutta et al. (2021), η σταθερότητα των διεργασιών στην πτηνοτροφία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη συνέπεια εφαρμογής των διαδικασιών παρακολούθησης και από την έγκαιρη τεκμηρίωση αποκλίσεων. Στην παρούσα μελέτη παρατηρήθηκαν περιπτώσεις καθυστερημένης καταγραφής δεδομένων μικροκλίματος ή μη άμεσης εφαρμογής διορθωτικών



ενεργειών σε CCPs, γεγονός που επέτρεψε σε μικρές αποκλίσεις να εξελιχθούν σε πιο ουσιαστικά ζητήματα.

Οι αιτίες των αποκλίσεων δεν προκύπτουν από ένα ενιαίο σφάλμα αλλά από τη διασταύρωση παραγόντων που επηρεάζουν δυναμικά την ασφάλεια και την απόδοση της εκτροφής. Η κατανόηση αυτής της πολυπαραγοντικότητας αποτελεί βασική προϋπόθεση για την αποτελεσματική βελτιστοποίηση του συστήματος διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων.

6.3. Προτεινόμενες διορθωτικές ενέργειες και προγράμματα βελτίωσης

Η συνολική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της μελέτης, όπως παρουσιάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, αναδεικνύει την ανάγκη για στοχευμένες διορθωτικές ενέργειες και συστηματικά προγράμματα βελτιστοποίησης, τα οποία πρέπει να λειτουργούν συμπληρωματικά προς το υφιστάμενο Σύστημα ISO 22000/HACCP (ISO 22000/HACCP). Παρά τη γενικά ικανοποιητική εικόνα σταθερότητας των διεργασιών, όπως τεκμηριώθηκε τόσο από τους δείκτες παραγωγής όσο και από τα SPC charts (Statistical Process Control – SPC), εντοπίστηκαν επιμέρους τομείς που μπορούν να ενισχυθούν περαιτέρω για τη μείωση των ειδικών αιτιών απόκλισης και τη βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας.

Πρώτον, τα ευρήματα δείχνουν ότι η σχετική υγρασία και η ποιότητα αέρα, αν και δεν παρουσιάζουν συστηματικά προβλήματα, λειτουργούν συχνά ως «περιβαλλοντικοί πυροδοτές» που μπορούν να επιδεινώσουν άλλους δείκτες, όπως τη θνησιμότητα ή το FCR (π.χ. συνθήκες θερμοκρασίας – υγρασίας, διατροφή, βιοασφάλεια). Συνεπώς, προτείνεται η εγκατάσταση πιο εξελιγμένων αισθητήρων περιβαλλοντικής παρακολούθησης, με δυνατότητα real-time alerts και διαλειτουργικότητα με το σύστημα εξαερισμού, ώστε να προλαμβάνονται έγκαιρα οι διακυμάνσεις (Ibrahim et al., 2023). Παράλληλα, η ανάλυση δείχνει ότι η επιβάρυνση της υγρασίας σχετίζεται με μικρές καθυστερήσεις στην απομάκρυνση της στρωμνής, επομένως η αύξηση της συχνότητας καθαρισμού μπορεί να περιορίσει σημαντικά τους σχετικούς κινδύνους (Adams et al., 2021).

Δεύτερον, τα δεδομένα συσχέτισης υπογραμμίζουν ότι η θνησιμότητα αποτελεί τη μεταβλητή με τη μεγαλύτερη επίδραση στη συνολική παραγωγική απόδοση, επηρεάζοντας τόσο το μέσο βάρος όσο και τον δείκτη FCR. Η βελτιστοποίηση της θνησιμότητας απαιτεί ένα συνδυαστικό πρόγραμμα παρεμβάσεων που περιλαμβάνει αυστηρό έλεγχο βιοασφάλειας, προγράμματα



ενισχυμένης υγείας του κοπαδιού και συστηματική εκπαίδευση προσωπικού (George & George, 2023; Lebelo et al., 2021). Η μηδενική θνησιμότητα, αποτελεί θεωρητικά επιθυμητό στόχο, ωστόσο στην εντατική πτηνοτροφική παραγωγή, ο πρακτικός στόχος είναι η διατήρησή της σε χαμηλά κι ελεγχόμενα επίπεδα μέσω συνεχούς παρακολούθησης κι έγκαιρης παρέμβασης. Η εφαρμογή ενός πιο στοχευμένου πρωτοκόλλου πρόληψης και ελέγχου παθογόνων οργανισμών, βασισμένου σε πρόσφατες κατευθυντήριες γραμμές (Motarjemi & Warren, 2023), μπορεί να μειώσει τις μικροβιακές πιέσεις και να ενισχύσει την ευζωία των ζώων.

Τρίτον, ιδιαίτερη σημασία έχει η περαιτέρω ενίσχυση της ανάλυσης δεδομένων με αναλυτικές μεθόδους “data-driven decision making”, καθώς οι σύγχρονες μονάδες παραγωγής εκμεταλλεύονται συστήματα παρακολούθησης για τον έγκαιρο εντοπισμό αποκλίσεων (Abbasi et al., 2024). Η χρήση πιο προχωρημένων SPC εργαλείων, καθώς και ο συνδυασμός δεδομένων από διαφορετικές πηγές (παραγωγή, υγεία, περιβάλλον), μπορεί να οδηγήσει σε πιο ακριβείς προβλέψεις και στοχευμένες παρεμβάσεις (Dutta et al., 2021).

Επιπλέον, προτείνεται η ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου ετήσιου προγράμματος επιμόρφωσης του προσωπικού, επικεντρωμένου σε θέματα HACCP, ελέγχου CCPs και βιοασφάλειας. Η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι η συστηματική εκπαίδευση αποτελεί κρίσιμο παράγοντα επιτυχίας των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων (Paparella et al., 2022).

Με βάση τις διαπιστωμένες συσχετίσεις (Quintana-Ospina et al., 2023) και τα συμπεράσματα των προηγούμενων κεφαλαίων, κρίνεται αναγκαία η υλοποίηση ενός ολοκληρωμένου προγράμματος συνεχούς βελτίωσης (Continuous Improvement Program), σύμφωνα με το οποίο κάθε παρτίδα θα αξιολογείται όχι μόνο σε επίπεδο συμμόρφωσης αλλά και βάσει απόδοσης (Zarid, 2025). Το πρόγραμμα αυτό μπορεί να περιλαμβάνει KPIs, benchmarking με πρότυπα της βιομηχανίας και αξιολόγηση μακροχρόνιων τάσεων.

6.4. Ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων παρακολούθησης

Η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων παρακολούθησης στις πτηνοτροφικές μονάδες συνιστά μια από τις πλέον κρίσιμες στρατηγικές κατευθύνσεις για τη βελτιστοποίηση της λειτουργικής αποδοτικότητας και την ενίσχυση της ασφάλειας τροφίμων. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ανέδειξαν με σαφήνεια ότι οι διακυμάνσεις σε παραμέτρους όπως η θερμοκρασία, η



υγρασία και οι δείκτες παραγωγικής απόδοσης (FCR, θνησιμότητα, βάρος σφαγής) σχετίζονται άμεσα με την αποτελεσματικότητα του συστήματος ISO 22000/HACCP. Στο πλαίσιο αυτό, τα ψηφιακά συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν ως «επιταχυντές» της προληπτικής διαχείρισης κινδύνων, διευκολύνοντας την άμεση αναγνώριση αποκλίσεων και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων (Dutta et al., 2021).

Η σύγχρονη βιβλιογραφία επιβεβαιώνει ότι οι τεχνολογίες αισθητήρων, τα συστήματα IoT (Internet of Things) και οι πλατφόρμες δεδομένων μπορούν να μετασχηματίσουν τον τρόπο παρακολούθησης των κρίσιμων παραμέτρων εκτροφής, προσφέροντας συνεχή ροή αξιόπιστων μετρήσεων (Quintana-Ospina et al., 2023). Ο αυτοματισμός της συλλογής δεδομένων συμβάλλει καθοριστικά στη μείωση των σφαλμάτων που προέρχονται από χειροκίνητες καταγραφές, ενώ επιτρέπει την πραγματική εφαρμογή των αρχών του SPC (Statistical Process Control) σε δυναμικό χρόνο. Έτσι, η επιχείρηση αποκτά τη δυνατότητα να παρεμβαίνει πριν η απόκλιση εξελιχθεί σε αστοχία, ενισχύοντας ουσιαστικά την προληπτική φιλοσοφία του HACCP (Abbasí et al., 2024).

Επιπλέον, τα ψηφιακά εργαλεία επιτρέπουν τη διασύνδεση των περιβαλλοντικών παραμέτρων με τους δείκτες βιοασφάλειας και απόδοσης. Για παράδειγμα, αυτοματοποιημένα συστήματα παρακολούθησης θερμοκρασίας και υγρασίας μπορούν να ενεργοποιούν ειδοποιήσεις όταν εντοπίζονται αποκλίσεις από τα κρίσιμα όρια, μειώνοντας την πιθανότητα εμφάνισης στρες των ζώων και, κατ' επέκταση, την αύξηση της θνησιμότητας ή της κατανάλωσης ζωοτροφών. Με αυτόν τον τρόπο ενισχύεται η ιχνηλασιμότητα και η διαφάνεια, στοιχεία που αποτελούν βασικές προϋποθέσεις του ISO 22000 (Motarjemi & Warren, 2023).

Η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων συμβάλλει επίσης στη βελτίωση της διαχείρισης δεδομένων. Αντί να συλλέγονται και να αναλύονται δεδομένα αποσπασματικά, δημιουργείται ένα κεντρικό αποθετήριο πληροφοριών, όπου οι τάσεις, οι αποκλίσεις και τα μοτίβα μπορούν να εντοπιστούν με τη χρήση αναλυτικών εργαλείων ή ακόμη και αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης. Η ύπαρξη ιστορικών δεδομένων επιτρέπει στην επιχείρηση να αξιολογεί μακροπρόθεσμες τάσεις και να λαμβάνει καλύτερα τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τη διατροφή, τον εξαιρισμό και τη βιοπροστασία (Lebelo et al., 2021).

Ωστόσο, η επιτυχής ενσωμάτωση των ψηφιακών εργαλείων απαιτεί ορισμένες βασικές προϋποθέσεις: επαρκή εκπαίδευση του προσωπικού, σαφή διαδικαστικά πρωτόκολλα και προσαρμογή των PRPs σε ένα ψηφιοποιημένο περιβάλλον (Granja et al., 2021). Όπως τονίζει



η βιβλιογραφία, η τεχνολογία από μόνη της δεν επαρκεί για να βελτιώσει το σύστημα· απαιτείται κουλτούρα δεδομένων και συνεχούς βελτίωσης, όπου τα ευρήματα χρησιμοποιούνται συστηματικά για τη λήψη αποφάσεων (George & George, 2023).

Συνολικά, η ενσωμάτωση ψηφιακών εργαλείων παρακολούθησης αναδεικνύεται σε στρατηγική αναγκαιότητα για τη σύγχρονη πτηνοτροφία. Με την υποστήριξη των διεθνών προτύπων και της πρόσφατης τεχνολογικής εξέλιξης, η μονάδα μπορεί να προχωρήσει σε ένα πιο προληπτικό, τεκμηριωμένο και αποδοτικό μοντέλο διαχείρισης ασφάλειας τροφίμων, ενισχύοντας τόσο την παραγωγικότητα όσο και τη συμμόρφωση με το ISO 22000/HACCP.

6.5. Ανάπτυξη δείκτη απόδοσης για το σύστημα ασφάλειας τροφίμων

Η ανάγκη για την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου και αξιόπιστου δείκτη απόδοσης του συστήματος ασφάλειας τροφίμων αποτελεί κρίσιμο βήμα προς τη συνεχή βελτίωση και τη βιώσιμη λειτουργία της πτηνοτροφικής μονάδας. Οι δείκτες αποτελούν εργαλεία που επιτρέπουν τη μετατροπή σύνθετων πληροφοριών σε ποσοτικά δεδομένα, διευκολύνοντας την παρακολούθηση, τη συγκριτική αξιολόγηση και την έγκαιρη λήψη αποφάσεων (Kaplan & Norton, 1996). Στο πλαίσιο ενός συστήματος ISO 22000, ο σχεδιασμός ενός τέτοιου δείκτη οφείλει να αντανακλά τόσο την αποτελεσματικότητα των προαπαιτούμενων προγραμμάτων και των CCPs όσο και την ευρύτερη λειτουργική απόδοση της παραγωγής.

Η ανάπτυξη ενός «Δείκτη Απόδοσης Ασφάλειας Τροφίμων» (Food Safety Performance Index – FSPI) προϋποθέτει τη σύζευξη παραμέτρων που αποτυπώνουν πολύπλευρα τη συμπεριφορά της διεργασίας. Ο δείκτης πρέπει να συνδυάζει στοιχεία μικροβιακής ασφάλειας, περιβαλλοντικών συνθηκών, παραγωγικής επίδοσης και διαχειριστικής συμμόρφωσης, όπως προτείνουν σύγχρονα μοντέλα ολοκληρωμένων δεικτών ποιότητας τροφίμων (Wu et al., 2025). Σε αντιδιαστολή με παραδοσιακά μοντέλα που εστιάζουν αποκλειστικά σε τελικά αποτελέσματα, ένας σύγχρονος δείκτης πρέπει να λαμβάνει υπόψη τόσο προγνωστικές όσο και αντιδραστικές μεταβλητές, ενισχύοντας τον προληπτικό χαρακτήρα της ασφάλειας τροφίμων (Crippa, 2022).

Στην παρούσα μελέτη, η επεξεργασία των πραγματικών δεδομένων της μονάδας ανέδειξε συγκεκριμένες μεταβλητές που μπορούν να αποτελέσουν τα δομικά στοιχεία του FSPI. Η θνησιμότητα, για παράδειγμα, αναδείχθηκε ως η πιο συσχετισμένη μεταβλητή με τους δείκτες



FCR και μέσο βάρος σφαγής, και επομένως μπορεί να λειτουργήσει ως βασικό στοιχείο αξιολόγησης της ζωικής ευζωίας και της αποτελεσματικότητας των CCPs. Αντίστοιχα, η σταθερότητα των περιβαλλοντικών παραμέτρων, όπως καταγράφηκε στα SPC charts, αποτελεί θεμελιώδες στοιχείο για την εκτίμηση της ικανότητας του συστήματος να παραμένει εντός στατιστικών ορίων ελέγχου (Smith, 2018). Η ενσωμάτωση αυτών των παραμέτρων στον FSPI επιτρέπει τη συνεχή ανίχνευση αποκλίσεων και την έγκαιρη ενεργοποίηση διορθωτικών ενεργειών.

Ένα προτεινόμενο πλαίσιο για την ανάπτυξη του FSPI μπορεί να στηριχθεί σε τέσσερις υποδείκτες: **(α)** Δείκτης Περιβαλλοντικής Σταθερότητας, **(β)** Δείκτης Παραγωγικής Απόδοσης, **(γ)** Δείκτης Βιοασφάλειας και **(δ)** Δείκτης Διαχειριστικής Συμμόρφωσης. Ο πρώτος μπορεί να αντικατοπτρίζει τη διακύμανση θερμοκρασίας, υγρασίας και αμμωνίας. Ο δεύτερος μπορεί να ενσωματώνει δεδομένα όπως FCR, βάρος σφαγής και συνολική παραγωγικότητα παρτίδας. Ο τρίτος επικεντρώνεται στη θνησιμότητα, στην υγειονομική κατάσταση και στην αποτελεσματικότητα των διορθωτικών ενεργειών. Ο τέταρτος αφορά τη συμμόρφωση με τα πρότυπα ISO 22000, τον αριθμό μη συμμορφώσεων και την αποτελεσματικότητα των εσωτερικών ελέγχων (Schlundt et al., 2020).

Η ανάπτυξη ενός τέτοιου σύνθετου δείκτη εξυπηρετεί πολλαπλούς σκοπούς: επιτρέπει τη συγκριτική αξιολόγηση μεταξύ παρτίδων, τη διαχρονική παρακολούθηση της μονάδας, τον εντοπισμό τάσεων και την προληπτική διοίκηση κινδύνου. Επιπλέον, καθιστά δυνατή τη δημιουργία οπτικών εργαλείων όπως dashboards, μέσω των οποίων οι υπεύθυνοι μπορούν να αξιολογούν σε πραγματικό χρόνο την αποτελεσματικότητα του συστήματος ασφάλειας τροφίμων (Quintana-Ospina, 2023). Τέλος, ο FSPI μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για μελλοντικές στρατηγικές βελτιστοποίησης, ευθυγραμμίζοντας τη λειτουργία της μονάδας με τις αρχές της αποδοτικότητας, της ιχνηλασιμότητας και της πρόληψης κινδύνου, όπως απαιτείται από τη σύγχρονη βιομηχανία τροφίμων.

6.6. Οικονομική και ποιοτική αποτίμηση της βελτίωσης

Η οικονομική και ποιοτική αποτίμηση των παρεμβάσεων που εφαρμόστηκαν στο πλαίσιο της βελτιστοποίησης του Συστήματος Διαχείρισης Ασφάλειας Τροφίμων (ISO 22000/HACCP) αποτελεί κρίσιμο βήμα για την αξιολόγηση της συνολικής αποτελεσματικότητας του



παραγωγικού συστήματος. Η αξιολόγηση αυτή συνδέει τα παραγωγικά δεδομένα με πραγματικά οικονομικά οφέλη για τη μονάδα, ενώ παράλληλα αναδεικνύει τις έμμεσες ποιοτικές βελτιώσεις που ενισχύουν τη μακροχρόνια βιωσιμότητα της επιχείρησης (Vergis et al., 2025).

Από οικονομικής πλευράς, οι βελτιώσεις που παρατηρήθηκαν σε κρίσιμους δείκτες —όπως ο δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής (FCR), η μείωση της θνησιμότητας και η αύξηση της ομοιομορφίας του σφάγιου— μεταφράζονται άμεσα σε μείωση του κόστους παραγωγής. Η μείωση του FCR, ακόμη και κατά 0.05 μονάδες, συνεπάγεται αισθητά χαμηλότερη κατανάλωση ζωοτροφής, η οποία αποτελεί περίπου το 65–70% του συνολικού κόστους παραγωγής στην πτηνοτροφία (Klonaris, 2021). Η βελτιστοποίηση των περιβαλλοντικών συνθηκών (θερμοκρασία–υγρασία) και η σταθεροποίηση των διεργασιών, όπως αποτυπώθηκε στις αναλύσεις SPC, συνέβαλαν στη μείωση των αποκλίσεων και στη βελτίωση της ζωοτεχνικής απόδοσης. Το αποτέλεσμα είναι ένα πιο προβλέψιμο παραγωγικό σύστημα, με καλύτερο έλεγχο κόστους και μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στη διαχείριση των πόρων (Dutta et al., 2021).

Παράλληλα, η μείωση της θνησιμότητας οδηγεί σε άμεση αύξηση του αριθμού των εμπορεύσιμων πτηνών και συνεπώς σε αύξηση των καθαρών εσόδων. Ακόμη και μία μείωση κατά 0,5% μπορεί, σε μονάδες μεγάλου μεγέθους, να μεταφραστεί σε σημαντική ενίσχυση του τελικού οικονομικού αποτελέσματος (Ibrahim et al., 2023). Σημαντική είναι επίσης η μείωση του κόστους μη συμμορφώσεων, όπως απορρίψεις σφαγίων, πρόστιμα, απώλεια παραγωγικού χρόνου ή ανάγκη για διορθωτικές ενέργειες. Ένα σταθεροποιημένο σύστημα HACCP μειώνει σημαντικά αυτές τις δαπάνες, επιτρέποντας στην επιχείρηση να λειτουργεί με μεγαλύτερη λειτουργική συνέπεια (Nguyen & Li, 2022).

Σε ποιοτικό επίπεδο, η βελτίωση της διαδικασίας συνδέεται με την ενίσχυση της ασφάλειας και της ιχνηλασιμότητας. Η αξιοποίηση των στατιστικών εργαλείων SPC αυξάνει τη διαφάνεια και τη δυνατότητα έγκαιρης παρέμβασης, διασφαλίζοντας ότι οι κρίσιμες παράμετροι παραμένουν εντός ορίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη σταθερότητα της ποιότητας του τελικού προϊόντος και τη μείωση της μεταβλητότητας μεταξύ παρτίδων (Paparella et al., 2022).

Επιπλέον, η ενσωμάτωση της συνεχούς παρακολούθησης ενισχύει τη συμμόρφωση με το πρότυπο ISO 22000 και τις απαιτήσεις του HACCP, γεγονός που βελτιώνει ουσιαστικά την αξιοπιστία και τη φήμη της μονάδας. Η εμπιστοσύνη των καταναλωτών και των συνεργατών



ενισχύεται όταν τα προϊόντα χαρακτηρίζονται από σταθερή ποιότητα, χαμηλή μικροβιακή επιβάρυνση και πλήρη τεκμηρίωση διαδικασιών (Motarjemi & Warren, 2023).

Σε οργανωτικό επίπεδο, η ποιοτική αποτίμηση αναδεικνύει βελτίωση στην εσωτερική κουλτούρα ασφάλειας. Η συστηματική εκπαίδευση, η καλύτερη κατανόηση των κρίσιμων σημείων ελέγχου και η συμμετοχή του προσωπικού ενισχύουν την αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων και συμβάλλουν στη βιώσιμη εφαρμογή των προτύπων (Granja et al., 2021).

Η οικονομική και ποιοτική αποτίμηση των βελτιώσεων δείχνει ότι η επένδυση στη βελτιστοποίηση του συστήματος ISO 22000/HACCP δεν αποδίδει μόνο σε επίπεδο συμμόρφωσης, αλλά και σε επίπεδο αύξησης ανταγωνιστικότητας, μείωσης κόστους και ενίσχυσης της συνολικής αποδοτικότητας της μονάδας.



Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα Και Προτάσεις Για Μελλοντική Έρευνα

7.1. Συνοπτική παρουσίαση των ευρημάτων

Η παρούσα μελέτη ανέδειξε μια σειρά από κρίσιμα ευρήματα που αφορούν τη λειτουργικότητα του συστήματος ISO 22000/HACCP και τη συμπεριφορά των παραγωγικών και περιβαλλοντικών μεταβλητών σε μια πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης. Πρώτον, η ανάλυση των πραγματικών δεδομένων επιβεβαίωσε τον καθοριστικό ρόλο των προαπαιτούμενων προγραμμάτων (PRPs) – όπως οι GHP και GMP – στη διαμόρφωση ενός σταθερού περιβάλλοντος παραγωγής, πριν ακόμη εξεταστεί η αποτελεσματικότητα των ίδιων των κρίσιμων σημείων ελέγχου (Wang et al., 2024). Η λειτουργική επάρκεια των PRPs φάνηκε να αποτελεί προϋπόθεση για την αποφυγή παρεμβολών που θα μπορούσαν να αλλοιώσουν τα αποτελέσματα των CCPs, στοιχείο που εναρμονίζεται με τη θεωρητική βιβλιογραφία (Surono, 2024).

Δεύτερον, η ανάλυση των δεδομένων αποκάλυψε ότι οι περιβαλλοντικές παράμετροι – θερμοκρασία και υγρασία – παρουσίασαν διακυμάνσεις που σε ορισμένες περιόδους πλησίασαν τα αποδεκτά κρίσιμα όρια, επηρεάζοντας μετρήσιμα τους δείκτες απόδοσης της εκτροφής όπως τον FCR και τη θνησιμότητα, επιβεβαιώνοντας αντίστοιχες διεθνείς μελέτες (Quintana-Ospina et al., 2023). Οι συσχετίσεις αυτές υπογραμμίζουν τη σημασία της συνεχούς παρακολούθησης (monitoring system) και ενισχύουν την άποψη ότι η έγκαιρη διαχείριση μικρών αποκλίσεων μπορεί να αποτρέψει σημαντικότερες μη συμμορφώσεις (Ebute, 2024).

Επιπλέον, τα εργαλεία Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών (SPC) που εφαρμόστηκαν ανέδειξαν τη χρησιμότητά τους στην αποτύπωση των τάσεων και της σταθερότητας των παραγωγικών διεργασιών. Η δυνατότητα αναγνώρισης πρόωρων ενδείξεων μεταβλητότητας ενισχύει τη θέση ότι τα SPC εργαλεία μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά στο HACCP, προσφέροντας ένα πιο δυναμικό σύστημα πρόληψης (Alrae, 2023).

Η μελέτη κατέδειξε ότι η ορθή τεκμηρίωση και τήρηση αρχείων, όπως προβλέπεται από την έβδομη αρχή του HACCP, αποτελεί αναπόσπαστο στοιχείο της αποτελεσματικής λειτουργίας του συστήματος (Okpala & Korzeniowska, 2023). Η συστηματική καταγραφή επέτρεψε την



ασφαλή ανάλυση των δεδομένων και την εξαγωγή τεκμηριωμένων συμπερασμάτων σχετικά με τη σταθερότητα, την αποτελεσματικότητα και τα σημεία προς βελτίωση του συστήματος.

Τα ευρήματα αναδεικνύουν έναν μηχανισμό που λειτουργεί αποτελεσματικά, αλλά απαιτεί συνεχή παρακολούθηση, ανατροφοδότηση και επικαιροποίηση ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις της παραγωγικής διαδικασίας και των σύγχρονων προτύπων ασφάλειας τροφίμων.

7.2. Συμβολή της έρευνας στην πρακτική εφαρμογή ISO 22000/HACCP

Η παρούσα έρευνα προσφέρει ουσιαστική συμβολή στην πρακτική εφαρμογή των προτύπων ISO 22000 και HACCP, ιδίως σε περιβάλλοντα ζωικής παραγωγής όπως η πτηνοτροφία. Μέσα από την ανάλυση πραγματικών λειτουργικών δεδομένων της μονάδας και τη χρήση στατιστικού ελέγχου διεργασιών, αποδείχθηκε ότι η σύνδεση ποσοτικών δεικτών – όπως FCR, θνησιμότητα, θερμοκρασία και υγρασία – με τις απαιτήσεις των προτύπων αποτελεί κρίσιμο εργαλείο για την ενίσχυση της προληπτικής διαχείρισης κινδύνων (Dutta et al., 2021; Ibrahim et al., 2023).

Η συμβολή της έρευνας εδράζεται πρωτίστως στη **μετατροπή των απαιτήσεων του ISO 22000/HACCP σε πρακτικά μετρήσιμες διεργασίες**, οι οποίες μπορούν να παρακολουθούνται σε πραγματικό χρόνο. Η αξιοποίηση τεχνικών SPC επέτρεψε την έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων από τα κρίσιμα όρια, αποδεικνύοντας ότι ο συνδυασμός τυποποιημένων διαδικασιών και στατιστικών μεθόδων ενισχύει την αξιοπιστία του συστήματος (Paparella et al., 2022). Η προσέγγιση αυτή ευθυγραμμίζεται με τη διεθνή τάση μετάβασης από την απλή συμμόρφωση προς τα πρότυπα σε ένα δυναμικό μοντέλο συνεχούς βελτίωσης (Nguyen & Li, 2022).

Επιπλέον, η έρευνα ανέδειξε τη σημασία των **περιβαλλοντικών παραμέτρων** ως κρίσιμων μεταβλητών που επηρεάζουν την ασφάλεια της εκτροφής. Η διαπίστωση ότι η θερμοκρασία και η υγρασία σχετίζονται με δείκτες απόδοσης όπως το FCR και τη θνησιμότητα ενισχύει την ανάγκη ενσωμάτωσής τους στα Προαπαιτούμενα Προγράμματα (PRPs) και στον καθορισμό των CCPs (Quintana-Ospina et al., 2023; Wang et al., 2024). Με τον τρόπο αυτό, η έρευνα συμβάλλει στη δημιουργία πιο στοχευμένων, προσαρμοσμένων στις συνθήκες της εκτροφής, κρίσιμων ορίων και μέτρων παρακολούθησης.



Σημαντική είναι και η συμβολή της μελέτης στη **βελτίωση της τεκμηρίωσης και της ιχνηλασιμότητας**, καθώς η συστηματική καταγραφή δεδομένων ενισχύει τον έλεγχο συμμόρφωσης με τη νομοθεσία (European Union, 2004) και διευκολύνει τις διαδικασίες επαλήθευσης (Chen et al., 2022). Επιπλέον, τα αποτελέσματα μπορούν να αξιοποιηθούν για την εκπαίδευση του προσωπικού, καθώς συνδέουν απτά λειτουργικά δεδομένα με τις απαιτήσεις υγιεινής και βιοασφάλειας (Granja et al., 2021). Η έρευνα ενισχύει τη λειτουργικότητα των συστημάτων ISO 22000/HACCP, μετατρέποντας τις θεωρητικές αρχές σε πρακτικά εργαλεία λήψης αποφάσεων και δημιουργώντας ένα υπόδειγμα εφαρμογής που μπορεί να αξιοποιηθεί από πτηνοτροφικές μονάδες και επιχειρήσεις ζωικής παραγωγής.

7.3. Περιορισμοί της μελέτης

Παρά την πληρότητα και την επιστημονική τεκμηρίωση της παρούσας έρευνας, ορισμένοι παράγοντες περιορίζουν την έκταση και τη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων. Πρώτον, η μελέτη βασίστηκε σε δεδομένα τα οποία προέρχονται αποκλειστικά από μία και μόνο πτηνοτροφική μονάδα πάχυνσης. Αν και η μονάδα θεωρείται αντιπροσωπευτική του ελληνικού πτηνοτροφικού τομέα (Pitesky et al., 2020), τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της —όπως ο τύπος του εξοπλισμού, η οργάνωση εργασίας ή η γεωγραφική θέση— ενδέχεται να διαφοροποιούν την αποτύπωση των αποτελεσμάτων σε σχέση με άλλες μονάδες με διαφορετική δομή ή κλίμακα παραγωγής (Kanan et al., 2023).

Δεύτερον, τα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσα σε έναν συγκεκριμένο παραγωγικό κύκλο, γεγονός που περιορίζει τη δυνατότητα καταγραφής εποχιακών διακυμάνσεων ή μακροχρόνιων τάσεων. Παρά το ότι ο κύκλος θεωρείται επαρκής για την ποσοτική ανάλυση των κρίσιμων μεταβλητών, όπως ο FCR, η θνησιμότητα ή οι περιβαλλοντικές συνθήκες εκτροφής, δεν μπορεί να αποκλείσει επιδράσεις από ασυνήθιστες κλιματικές συνθήκες, διαφοροποιήσεις στη σύνθεση των ζωοτροφών ή αλλαγές στη συμπεριφορά του ζωικού πληθυσμού (Kumar et al., 2023).

Τρίτον, η μεθοδολογική επιλογή ποσοτικών εργαλείων —και κυρίως του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών (SPC)— αν και προσφέρει μετρήσιμα και αντικειμενικά αποτελέσματα (Paparrella et al., 2022), δεν επιτρέπει εις βάθος διερεύνηση ποιοτικών παραγόντων, όπως το επίπεδο εκπαίδευσης προσωπικού, η κουλτούρα ασφάλειας ή η συμμόρφωση στις διαδικασίες, τα



οποία μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την αποτελεσματικότητα ενός συστήματος ISO 22000/HACCP (Motarjemi & Warren, 2023).

Επιπλέον, η πρόσβαση στα πρωτογενή δεδομένα της μονάδας ήταν περιορισμένη λόγω ζητημάτων εμπιστευτικότητας, γεγονός που περιορίσει τη δυνατότητα ανάλυσης συγκεκριμένων εσωτερικών διαδικασιών ή ιστορικών δεδομένων πολλών ετών (Pitesky et al., 2020). Αντίστοιχα, η μελέτη δεν συμπεριέλαβε δεδομένα από τα στάδια της εκκόλαψης ή της σφαγής, τα οποία αποτελούν κρίσιμα σημεία της αλυσίδας ασφάλειας τροφίμων (Arndt et al., 2022).

Παρά τους περιορισμούς αυτούς, η έρευνα προσφέρει αξιόπιστες και πρακτικά εφαρμόσιμες διαπιστώσεις, θέτοντας τα θεμέλια για μελλοντικές μελέτες που θα επεκτείνουν το εύρος των δεδομένων, το πλήθος των μονάδων και τους ποιοτικούς παράγοντες που σχετίζονται με την αποτελεσματικότητα των συστημάτων ασφάλειας τροφίμων.

7.4. Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα

Με βάση τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης και λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που αναγνωρίστηκαν, αναδεικνύεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σε πολλαπλά επίπεδα, προκειμένου να ενισχυθεί η επιστημονική κατανόηση της ασφάλειας τροφίμων σε πτηνοτροφικές μονάδες και να βελτιστοποιηθεί η εφαρμογή συστημάτων ISO 22000/HACCP. Μία πρώτη κατεύθυνση αφορά τη **σύγκριση διαφορετικών παραγωγικών μονάδων**, τόσο εντός όσο και εκτός της ίδιας γεωγραφικής περιοχής. Η διασταύρωση δεδομένων από μονάδες με διαφορετικές τεχνολογικές υποδομές, επίπεδα βιοασφάλειας ή πρακτικές διαχείρισης θα επέτρεπε την αναγνώριση δομικών διαφορών και τη δημιουργία πιο γενικεύσιμων συμπερασμάτων (Abbasi et al., 2024; Lebelo et al., 2021). Επιπλέον, μια τέτοια συγκριτική προσέγγιση θα μπορούσε να αποκαλύψει τους παράγοντες που ενισχύουν ή αποδυναμώνουν την αποτελεσματικότητα των προαπαιτούμενων προγραμμάτων (PRPs) και των κρίσιμων σημείων ελέγχου (CCPs) (Motarjemi & Warren, 2023).

Ένας δεύτερος άξονας μελλοντικής έρευνας αφορά την **επίδραση της εποχικότητας στις κρίσιμες παραμέτρους παραγωγής**. Η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε σε έναν συγκεκριμένο κύκλο εκτροφής, γεγονός που δεν επιτρέπει την αποτύπωση μακροχρόνιων διακυμάνσεων. Παράγοντες όπως η θερινή θερμική επιβάρυνση, η αυξημένη υγρασία ή οι



χειμερινοί ψυχροί θάλαμοι μπορεί να διαφοροποιούν σημαντικά την απόδοση των ζώων, τον δείκτη FCR και τη θνησιμότητα (Quintana-Ospina et al., 2023). Μια πολυετής μελέτη θα προσέφερε πιο ολοκληρωμένη εικόνα για το πώς οι περιβαλλοντικές μεταβολές επηρεάζουν την ασφάλεια των διεργασιών και τη σταθερότητα των παραγωγικών αποτελεσμάτων.

Σημαντικές δυνατότητες παρουσιάζει η διερεύνηση της **ενσωμάτωσης νέων τεχνολογικών εργαλείων**, όπως συστήματα αυτοματοποιημένης παρακολούθησης, αισθητήρες IoT για θερμοκρασία και υγρασία, πλατφόρμες big data και αλγόριθμοι Τεχνητής Νοημοσύνης για πρόβλεψη αποκλίσεων. Η διεθνής βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι η μετάβαση προς «έξυπνες» μονάδες παραγωγής μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την ακρίβεια των συστημάτων SPC, μειώνοντας την εξάρτηση από χειροκίνητες μετρήσεις και ανθρώπινα λάθη (Dutta et al., 2021; Ibrahim et al., 2023). Οι παραπάνω άξονες αποτελούν σημαντικά βήματα για τη διεύρυνση της έρευνας, τη βελτίωση των πρακτικών ασφάλειας τροφίμων και τη μετάβαση προς πιο ανθεκτικά και τεχνολογικά προηγμένα συστήματα παραγωγής.



Βιβλιογραφία

- Abbasi, I. A., Shamim, A., Shad, M. K., Ashari, H., & Yusuf, I. (2024). *Circular economy-based integrated farming system for indigenous chicken: Fostering food security and sustainability. Journal of Cleaner Production, 436, 140368.* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140368>
- Abd El-Hack, M. E., El-Saadony, M. T., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Soliman, M. M., Youssef, G. B. A., Taha, A. E., Soliman, S. M., Ahmed, A. E., El-kott, A. F., Al Syaad, K. M., & Swelum, A. A. (2022). *Alternatives to antibiotics for organic poultry production: Types, modes of action and impacts on bird's health and production. Poultry Science, 101(4), 101696.* <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101696>
- Abideen, A., & Mohamad, F. B. (2021). *Improving the performance of a Malaysian pharmaceutical warehouse supply chain by integrating value stream mapping and discrete event simulation. Journal of Modelling in Management, 16(1), 70–102.* <https://doi.org/10.1108/JM2-07-2019-0159>
- Adams, D., Donovan, J., & Topple, C. (2021). *Achieving sustainability in food manufacturing operations and their supply chains: Key insights from a systematic literature review. Sustainable Production and Consumption, 28, 1491–1499.* <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.08.019>
- Ahmed, R. M. (2021). *The effect of different dietary and management interventions on aspects of foot health, gut function and litter microbiome composition in growing poultry.*
- Alekseeva, M., Rybak, S., & Velichko, A. (2023). *The concept, essence and peculiarities of the process of implementation of control and supervisory activities in the context of the transformation of public administration.* In A. Beskopylny, M. Shamtsyan, & V. Artiukh (Eds.), *XV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022” (Lecture Notes in Networks and Systems, Vol. 575)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2_176
- Arndt, S. S., Goerlich, V. C., & van der Staay, F. J. (2022). *A dynamic concept of animal welfare: The role of appetitive and adverse internal and external factors and the animal's*



- ability to adapt to them. Frontiers in Animal Science, 3.*
<https://doi.org/10.3389/fanim.2022.908513>
- Arsoy, D. (2020). *Herd management and welfare assessment of dairy goat farms in Northern Cyprus by using breeding, health, reproduction, and biosecurity indicators. Tropical Animal Health and Production, 52*, 71–78. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01990-3>
- Avines, P. S., & Al-Humairi, S. N. S. (2023). *The impact of IoT and sensor integration on real-time weather monitoring systems: A systematic review.*
- Awuchi, C. G. (2023). *HACCP, quality, and food safety management in food and agricultural systems. Cogent Food & Agriculture, 9*(1), 2176280. <https://doi.org/10.1080/23311932.2023.2176280>
- Bonos, E., Skoufos, I., Petrotos, K., Giavasis, I., Mitsagga, C., Fotou, K., Vasilopoulou, K., Giannenas, I., Gouva, E., Tsinas, A., D'Alessandro, A. G., Cardinali, A., & Tzora, A. (2022). *Innovative Use of Olive, Winery and Cheese Waste By-Products as Functional Ingredients in Broiler Nutrition. Veterinary Sciences, 9*(6), 290. <https://doi.org/10.3390/vetsci9060290>
- Callens, E. (2023). *Third country central counterparty (CCP) supervision as a catalyst for more centralized EU CCP supervision? Journal of Financial Regulation and Compliance, 23*(1), 197–229. <https://doi.org/10.1080/14735970.2023.2242089>
- Challoumis, C., & Eriotis, N. (2025). *Management of enterprises in the Greek economy. Journal of Management World, 3*, 17–30. <https://doi.org/10.53935/jomw.v2024i4.1039>
- Chatzopoulou, S., Leiva Eriksson, N., & Eriksson, D. (2020). *Improving risk assessment in the European Food Safety Authority: Lessons from the European Medicines Agency. Frontiers in Plant Science, 11*, 349. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00349>
- Chen, H., Chen, Y. J., Yang, H. T., Hsu, K. C., Zhou, M., Chen, C. S., & Chuang, P. T. (2022). *Implementation of food safety management systems that comply with ISO 22000:2018 and HACCP: A case study of a postpartum diet enterprise in Taiwan. Journal of Food Safety, 42*(2), e12965. <https://doi.org/10.1111/jfs.12965>
- Chen, H., Liu, S., & Chen, Y. (2020). *Food safety management systems based on ISO 22000:2018 methodology of hazard analysis compared to ISO 22000:2005.*



- Accreditation and Quality Assurance*, 25, 23–37. <https://doi.org/10.1007/s00769-019-01409-4>
- Choi, J., Kong, B., Bowker, B. C., Zhuang, H., & Kim, W. K. (2023). Nutritional Strategies to Improve Meat Quality and Composition in the Challenging Conditions of Broiler Production: A Review. *Animals*, 13(8), 1386. <https://doi.org/10.3390/ani13081386>
- Corrêa Vieira, F. M., Guillen Portugal, M. A., Piffer de Borba, L., Angrecka, S., Herbut, P., Jongbo, A. O., Tenffen De-Sousa, K., & Deniz, M. (2024). *Poultry preslaughter operations in hot environments: The present knowledge and the next steps forward*. *Animals*, 14(19), 2865. <https://doi.org/10.3390/ani14192865>
- Crippa, C. (2023). *Artisanal food productions of animal origin: Exploring food safety in the age of Whole Genome Sequencing*. <https://doi.org/10.48676/unibo/amsdottorato/11068>
- Davison, C., Michie, C., Tachtatzis, C., Andonovic, I., Bowen, J., & Duthie, C.-A. (2023). Feed Conversion Ratio (FCR) and Performance Group Estimation Based on Predicted Feed Intake for the Optimisation of Beef Production. *Sensors*, 23(10), 4621. <https://doi.org/10.3390/s23104621>
- Dutta, G., Kumar, R., & Sindhvani, R. (2021). *Digitalization priorities of quality control processes for SMEs: A conceptual study in perspective of Industry 4.0 adoption*. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 32, 1679–1698. <https://doi.org/10.1007/s10845-021-01783-2>
- Ebute, M. (2024). *Continuous monitoring and assessment mechanisms in cybersecurity: Best practices for sustained protection of critical assets*. SSRN Electronic Journal. <https://ssrn.com/abstract=4912624>
- European Union. (2002). *Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 178/2002 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 28ης Ιανουαρίου 2002, για τον καθορισμό των γενικών αρχών και απαιτήσεων της νομοθεσίας για τα τρόφιμα, για την ίδρυση της Ευρωπαϊκής Αρχής για την Ασφάλεια των Τροφίμων και τον καθορισμό διαδικασιών σε θέματα ασφαλείας των τροφίμων*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=CELEX%3A32002R0178>



- European Union. (2004). *Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 852/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29ης Απριλίου 2004, για την υγιεινή των τροφίμων.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/ALL/?uri=celex:32004R0852>
- European Union. (2004). *Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 853/2004 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 29ης Απριλίου 2004, για τον καθορισμό ειδικών κανόνων υγιεινής για τα τρόφιμα ζωικής προέλευσης.* <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/853/oj?locale=el>
- George, A. S., & George, A. S. H. (2023). *Optimizing poultry production through advanced monitoring and control systems. Partners Universal International Innovation Journal, 1(5), 77–97.* <https://doi.org/10.5281/zenodo.10050352>
- Goncharov, V. N., Erokhin, A. M., Ivashova, V. A., Kolosova, O. U., Tronina, L. A., & Kamalova, O. N. (2020). *Social responsibility and professional competence of safeguard specialists for the quality and safety of food products. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 422, 012124.* <https://doi.org/10.1088/1755-1315/422/1/012124>
- Gourama, H. (2020). *Foodborne pathogens.* In A. Demirci, H. Feng, & K. Krishnamurthy (Eds.), *Food Safety Engineering* (pp. 23–45). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42660-6_2
- Granja, N., Domingues, P., Cabecinhas, M., Zimon, D., & Sampaio, P. (2021). ISO 22000 Certification: Diffusion in Europe. *Resources, 10(10), 100.* <https://doi.org/10.3390/resources10100100>
- Ibrahim, A. R., Zaki, M. M., & Tager, A. G. (2023). *Analyzing the food safety management programs (HACCP / ISO 22000) implemented in hotels. International Journal of Tourism and Hospitality Management, Luxor University.* <https://doi.org/10.21608/ijthm.2023.300851>
- Ibrahim, O. O. (2020, February 25). *Introduction to Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP).*
- Jackowska-Tracz, A., Tracz, M., & Anusz, K. (2018). *Integrated approach across prerequisite programmes and procedures based on HACCP principles. Medycyna Weterynaryjna, 74(4), 219–223.* <https://doi.org/10.21521/mw.6089>



- Kabir, S.M.L., Islam, S.K.S. (2021). Biotechnological Applications in Poultry Farming. In: Yata, V.K., Mohanty, A.K., Lichtfouse, E. (eds) Sustainable Agriculture Reviews 54. Sustainable Agriculture Reviews, vol 54. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76529-3_8
- Kanan, M., Jebreen, A., Saleh, Y., Zaid, A. A., Assaf, R., Tunsı, W., & Al-Sartawi, A. (2023). *Assessing the implementation of statistical process control in food industries: An empirical study from a developing country context. Operational Research in Engineering Sciences: Theory and Applications*, 6(2). <https://oresta.org/menu-script/index.php/oresta/article/view/615>
- Kaplan, R.S. and Norton, D.P. (1996) Strategic Learning: The Balanced Scorecard. *Strategy & Leadership*, 24, 18-24. <https://doi.org/10.1108/eb054566>
- Khan, A. H., Aziz, H. A., & Khan, N. A. (2022). *Impact, disease outbreak and the eco-hazards associated with pharmaceutical residues: A critical review. International Journal of Environmental Science and Technology*, 19, 677–688. <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03158-9>
- King, H. (2020). *The process HACCP plan and prerequisite control program necessary to develop food safety management systems in foodservice establishments. In Food Safety Management Systems (Food Microbiology and Food Safety)*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44735-9_3
- Klonaris, S. (2021). *The agri-food sector in Greece: Prospects and possibilities. In Agricultural Economics and Policy in the European Union (Chapter 12)*. Emerald Publishing. <https://doi.org/10.1108/978-1-80071-122-820211015>
- Krishnan, A., & Devarajan, Y. (2025). *Comprehensive assessment of food safety risks in agriculture and dairy processing. Nutrirt*, 50, 43. <https://doi.org/10.1186/s41110-025-00344-4>
- Küçüktopçu, E., Cemek, B., & Simsek, H. (2024). *Modeling environmental conditions in poultry production: Computational fluid dynamics approach. Animals*, 14(3), 501. <https://doi.org/10.3390/ani14030501>
- Kumar, P., Abubakar, A. A., Verma, A. K., Umaraw, P., Ahmed, M. A., & Mehta, N. (2023). *New insights in improving sustainability in meat production: Opportunities and*



- challenges. Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(33), 11830–11858.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2096562>
- Lampropoulou, M., & Ladi, S. (2020). *The role and performance of independent regulatory agencies in post-crisis Greece. GreeSE Papers* (No. 145). London School of Economics and Political Science.
- Lebelo, K., Malebo, N., Mochane, M. J., & Masinde, M. (2021). Chemical Contamination Pathways and the Food Safety Implications along the Various Stages of Food Production: A Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(11), 5795. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115795>
- Lima, A. B. S. d., Becerra, C. E. T., Feitosa, A. D., Albuquerque, A. P. G. d., Melo, F. J. C. d., & Medeiros, D. D. d. (2025). Effective Practices for Implementing Quality Control Circles Aligned with ISO Quality Standards: Insights from Employees and Managers in the Food Industry. *Standards*, 5(1), 6. <https://doi.org/10.3390/standards5010006>
- Liu, N., Qi, J., An, X., & Wang, Y. (2023). A Review on Information Technologies Applicable to Precision Dairy Farming: Focus on Behavior, Health Monitoring, and the Precise Feeding of Dairy Cows. *Agriculture*, 13(10), 1858. <https://doi.org/10.3390/agriculture13101858>
- Lorencena, M. C., Southier, L. F. P., Casanova, D., Ribeiro, R., & Teixeira, M. (2020). *A framework for modelling, control and supervision of poultry farming. International Journal of Production Research*, 58(10), 3164–3179. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1630768>
- Maddaloni, L., Gobbi, L., Vinci, G., & Prencipe, S. A. (2025). Natural Compounds from Food By-Products in Preservation Processes: An Overview. *Processes*, 13(1), 93. <https://doi.org/10.3390/pr13010093>
- Malik, S., Krishnaswamy, K., & Mustapha, A. (2021). Hazard Analysis and Risk-Based Preventive Controls (HARPC): Current Food Safety and Quality Standards for Complementary Foods. *Foods*, 10(9), 2199. <https://doi.org/10.3390/foods10092199>
- Meijer, G. W., Lähteenmäki, L., Stadler, R. H., & Weiss, J. (2020). *Issues surrounding consumer trust and acceptance of existing and emerging food processing technologies.*



Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 61(1), 97–115.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1718597>

Mosso, J., Reyes, G. A., Kowalczyk, B., & Davis, D. A. (2025). *Testing Program Critical Control Points (TP-CCP): Characterizing and optimizing decision-making power in food safety testing*. *Journal of Food Protection*, 88(7), 100528.
<https://doi.org/10.1016/j.jfp.2025.100528>

Motarjemi, Y., & Mortimore, S. (2023). *Assessment of food safety management systems*. In *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry* (2nd ed., pp. 943–955). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00064-4>

Motarjemi, Y., & Warren, B. R. (2023). *Hazard Analysis and Critical Control Point System (HACCP)*. In *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry* (2nd ed., pp. 799–818). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00017-6>

Mu, W., Kleter, G. A., Bouzembrak, Y., Dupouy, E., Frewer, L. J., Al Natour, F. N. R., & Marvin, H. J. P. (2024). *Making food systems more resilient to food safety risks by including artificial intelligence, big data, and internet of things into food safety early warning and emerging risk identification tools*. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13296>

Neethirajan, S. (2022). Automated Tracking Systems for the Assessment of Farmed Poultry. *Animals*, 12(3), 232. <https://doi.org/10.3390/ani12030232>

Nguyen, T. T. B., & Li, D. (2022). *A systematic literature review of food safety management system implementation in global supply chains*. *British Food Journal*, 124(10), 3014–3031. <https://doi.org/10.1108/BFJ-05-2021-0476>

Okpala, C. O. R., & Korzeniowska, M. (2023). *Understanding the relevance of quality management in the agro-food product industry: From ethical considerations to assuring food hygiene quality safety standards and its associated processes*. *Food Reviews International*, 39(4), 1879–1952. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1938600>

Onyeaka, H., Jalata, D. D., & Mekonnen, S. A. (2023). *Mitigating physical hazards in food processing: Risk assessment and preventive strategies*. *Food Science & Nutrition*, 11(10), e3727. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3727>



- Overbosch, P., & Blanchard, S. (2023). *Principles and systems for quality and food safety management*. In Y. Motarjemi & H. Lelieveld (Eds.), *Food Safety Management: A Practical Guide for the Food Industry* (2nd ed., pp. 497–512). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820013-1.00018-8>
- Owusu-Apenten, R., & Vieira, E. (2023). *Food safety management, GMP & HACCP*. In *Elementary Food Science* (pp. 201–222). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-65433-7_10
- Paparella, A., Purgatorio, C., Chaves-López, C., Rossi, C., & Serio, A. (2022). The Multifaceted Relationship between the COVID-19 Pandemic and the Food System. *Foods*, 11(18), 2816. <https://doi.org/10.3390/foods11182816>
- Pavan Kumar, A. K. V., Umaraw, P., Mehta, N., & Sazili, A. Q. (2022). *Processing and preparation of slaughtered poultry*. In *Postharvest and Postmortem Processing of Raw Food Materials: Unit Operations and Processing Equipment in the Food Industry* (pp. 281–314). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818572-8.00006-1>
- Pettoello-Mantovani, C., & Olivieri, B. (2022). *Food safety and public health within the frame of the EU legislation*. *Global Pediatrics*, 2, 100020. <https://doi.org/10.1016/j.gped.2022.100020>
- Pitesky, M., Gendreau, J., Bond, T., & Carrasco-Medanic, R. (2020). *Data challenges and practical aspects of machine learning-based statistical methods for the analyses of poultry data to improve food safety and production efficiency*. *CABI Reviews*. <https://doi.org/10.1079/PAVSNNR202015049>
- Prakash, A., Saxena, V. K., & Singh, M. K. (2020). *Genetic analysis of residual feed intake, feed conversion ratio and related growth parameters in broiler chicken: A review*. *World's Poultry Science Journal*, 76(2), 304–317. <https://doi.org/10.1080/00439339.2020.1735978>
- Quintana-Ospina, G. A., Alfaro-Wisaquillo, M. C., Oviedo-Rondon, E. O., Ruiz-Ramirez, J. R., Bernal-Arango, L. C., & Martinez-Bernal, G. D. (2023). Effect of Environmental and Farm-Associated Factors on Live Performance Parameters of Broilers Raised under Commercial Tropical Conditions. *Animals*, 13(21), 3312. <https://doi.org/10.3390/ani13213312>



- Quintana-Ospina, G. A., Alfaro-Wisaquillo, M. C., Oviedo-Rondon, E. O., Ruiz-Ramirez, J. R., Bernal-Arango, L. C., & Martinez-Bernal, G. D. (2023). Data Analytics of Broiler Growth Dynamics and Feed Conversion Ratio of Broilers Raised to 35 d under Commercial Tropical Conditions. *Animals*, *13*(15), 2447. <https://doi.org/10.3390/ani13152447>
- Radua, E., Dima, A., Dobrota, E. M., Badea, A. M., Madsen, D. Ø., Dobrin, C., & Stanciu, S. (2023). Global trends and research hotspots on HACCP and modern quality management systems in the food industry. *PLOS ONE*, *9*(7), e18232. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.018232>
- Rawhi, A. (2024). *Quality tools, technologies, and techniques: Enhancing product and service excellence*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.113994>
- Salam, M. A., Al-Amin, M. Y., Salam, M. T., Pawar, J. S., Akhter, N., Rabaan, A. A., & Alqumber, M. A. A. (2023). Antimicrobial Resistance: A Growing Serious Threat for Global Public Health. *Healthcare*, *11*(13), 1946. <https://doi.org/10.3390/healthcare11131946>
- Schlundt, J., Tay, M. Y. F., Chengcheng, H., & Liwei, C. (2020). *Food security: Microbiological and chemical risks*. In A. J. Masys, R. Izurieta, & M. Reina Ortiz (Eds.), *Global Health Security* (pp. 211–225). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23491-1_11
- Selvam, A. P., & Al-Humairi, S. N. S. (2023). *The impact of IoT and sensor integration on real-time weather monitoring systems: A systematic review*.
- Sukanya, R. (2024). *Global trade and food security*. In P. Singh, B. Ao, N. Deka, C. Mohan, & C. Chhoidub (Eds.), *Food Security in a Developing World*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57283-8_14
- Sundrum, A. (2024). *Utilization of livestock*. In *Public Welfare-Oriented Production of Food* (pp. 85–103). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-69040-6_4
- Surono, S. (2024). *Development of competency standards for good hygienic practices facilitators to enhance food safety assurance*. *Asian Journal of Engineering, Social and Health*, *3*(5). <https://doi.org/10.46799/ajesh.v3i5.300>



- Thakre, S. S., Venkatesh, M. P., & Gahilod, R. S. (2023). *An overview of corrective action and preventive action. International Journal of Pharmaceutical Investigation, 13*(2), 224–230.
- Thakur, R., Bhoj, S., Jamwal, S., Biswal, P., Misra, B., Vallabhaneni, S., & Tarafdar, A. (2025). *Management of waste from poultry industry and slaughterhouses. In Biotechnological Approaches for Sustainable Environment Management* (1st ed., pp. 38–59). CRC Press.
- Tona, K., Voemesse, K., N’nanlé, O., Oke, O. E., Kouame, Y. A. E., Bilalissi, A., Meteyake, H., & Oso, O. M. (2022). *Chicken incubation conditions: Role in embryo development, physiology and adaptation to the post-hatch environment. Frontiers in Physiology, 13*, 895854. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.895854>
- Vargas-Canales, J. M. (2024). The Great Transformation of the Agri-Food Sector: A Transformation for Life and Well-Being. *Agronomy, 14*(9), 2123. <https://doi.org/10.3390/agronomy14092123>
- Vergis, J., Ram, V. P., Rawool, D. B., & Barbuddhe, S. B. (2025). *Microbiology of buffalo meat. In M. K. Chatli, G. P. S., H. Kumar, & I. Singh (Eds.), Buffalo (Bubalus bubalis) Meat. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-96-8552-3_6*
- Ververis, E., Ackerl, R., Azzollini, D., Colombo, P. A., de Sesmaisons, A., Dumas, C., Fernandez-Dumont, A., Ferreira da Costa, L., Germini, A., Goumperis, T., Kouloura, E., Matijevic, L., Precup, G., Roldan-Torres, R., Rossi, A., Svejstil, R., Turla, E., & Gelbmann, W. (2020). *Novel foods in the European Union: Scientific requirements and challenges of the risk assessment process by the European Food Safety Authority. Food Research International, 137*, 109515. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109515>
- Vieira, F. M. C., Portugal, M. A. G., de Borba, L. P., Angrecka, S., Herbut, P., Jongbo, A. O., De-Sousa, K. T., & Deniz, M. (2024). *Poultry preslaughter operations in hot environments: The present knowledge and the next steps forward. Animals, 14*(19), 2865. <https://doi.org/10.3390/ani14192865>
- Wang, B., Zhou, J., & Wang, Y. (2024). *Enhancing process safety management through evidence-based process safety management (EBPSM): A theoretical framework and case analysis. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 91*, 105381. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2024.105381>



- Wang, H., Chen, Y., Wang, L., Liu, Q., Yang, S., & Wang, C. (2023). *Advancing herbal medicine: Enhancing product quality and safety through robust quality control practices. Frontiers in Pharmacology, 14*. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1265178>
- Wildlife–livestock interactions in animal production systems: What are the biosecurity and health implications? (2021). *Animal Frontiers, 11*(5), 8–19. <https://doi.org/10.1093/af/vfab045>
- World Health Organization. (2022). *WHO global strategy for food safety 2022–2030: Towards stronger food safety systems*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240057685>
- Wu, Z., Willems, S., Liu, D., & Norton, T. (2025). How AI Improves Sustainable Chicken Farming: A Literature Review of Welfare, Economic, and Environmental Dimensions. *Agriculture, 15*(19), 2028. <https://doi.org/10.3390/agriculture15192028>
- Xue, G., Cheng, S., Yin, J., Zhang, R., Su, Y., Li, X., Li, J., & Bao, J. (2020). *Influence of pre-slaughter fasting time on weight loss, meat quality and carcass contamination in broilers. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 34*(6), 1070–1077. <https://doi.org/10.5713/ajas.20.0560>
- Zarid, M. (2025). The Green HACCP Approach: Advancing Food Safety and Sustainability. *Sustainability, 17*(17), 7834. <https://doi.org/10.3390/su17177834>
- Zhang, X., Li, G., Li, F., Zhang, D., Yuan, L., & Zhao, Y. (2021). *Effect of feed efficiency on growth performance, body composition, and fat deposition in growing Hu lambs. Animal Biotechnology, 34*(2), 183–198. <https://doi.org/10.1080/10495398.2021.1951747>
- Ελληνική Δημοκρατία. (1999). *Νόμος 2741/1999: Ενιαίος Φορέας Ελέγχου Τροφίμων, άλλες ρυθμίσεις θεμάτων αρμοδιότητας του Υπουργείου Ανάπτυξης και λοιπές διατάξεις*. ΦΕΚ Α' 199/28.9.1999.
- Dotas, V., Gourdouvelis, D., Hatzizisis, L., Kaimakamis, I., Mitsopoulos, I., & Symeon, G. (2021). Typology, Structural Characterization and Sustainability of Integrated Broiler Farming System in Epirus, Greece. *Sustainability, 13*(23), 13084. <https://doi.org/10.3390/su132313084>
- Fotou, E., Moulasioti, V., Papadopoulos, G. A., Kyriakou, D., Boti, M.-E., Moussis, V., Papadami, M., Tellis, C., Patsias, A., Sarrigeorgiou, I., Theodoridis, A., Lymberi, P.,



- Tsiouris, V., Tsikaris, V., & Tsoukatos, D. (2024). Effect of Farming System Type on Broilers' Antioxidant Status, Performance, and Carcass Traits: An Industrial-Scale Production Study. *Sustainability*, 16(11), 4782. <https://doi.org/10.3390/su16114782>
- Vasilopoulos, S., Dokou, S., Papadopoulos, G. A., Savvidou, S., Christaki, S., Kyriakoudi, A., Dotas, V., Tsiouris, V., Bonos, E., Skoufos, I., Mourtzinis, I., & Giannenas, I. (2022). Dietary Supplementation with Pomegranate and Onion Aqueous and Cyclodextrin Encapsulated Extracts Affects Broiler Performance Parameters, Welfare and Meat Characteristics. *Poultry*, 1(2), 74-93. <https://doi.org/10.3390/poultry1020008>
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Heale, R., & Twycross, A. (2018). What is a case study? *Evidence-Based Nursing*, 21(1), 7–8. <https://doi.org/10.1136/eb-2017-102845>
- Pérez-Benítez, B. E., Tercero-Gómez, V. G., & Khakifirooz, M. (2023). A review on statistical process control in healthcare: Data-driven monitoring schemes. *IEEE Access*, 11, 56248–56272. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3282569>
- Almeida, F. (2018). Strategies to perform a mixed methods study. *Journal of Problem Based Learning in Higher Education*, 5(1). <https://doi.org/10.5278/ojs.jpblhe.v5i1.1838>
- Tellis, C., Sarrigeorgiou, I., Tsinti, G., Patsias, A., Fotou, E., Moulasioti, V., Kyriakou, D., Papadami, M., Moussis, V., Boti, M.-E., Tsiouris, V., Tsikaris, V., Tsoukatos, D., & Lymberi, P. (2024). Pasture vs. coop: Biomarker insights into free-range and conventional broilers. *Animals*, 14(21), 3070. <https://doi.org/10.3390/ani14213070>
- Kiisk, T., & Värnik, R. (2023). *Case studies with best practices in agricultural cooperatives: Similarities and differences at the EU level*. Institute of Agricultural and Environmental Sciences. <https://ggpac.eu/wp-content/uploads/2023/08/Case-studies-GGPAC.pdf>
- Okagbue, H. I., Oguntunde, P. E., Obasi, E. C. M., & Akhmetshin, E. M. (2021). Trends and usage pattern of SPSS and Minitab software in scientific research. *Journal of Physics: Conference Series*, 1734, 012017. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1734/1/012017>
- Αγροτικός Πτηνοτροφικός Συνεταιρισμός Ιωαννίνων ΠΙΝΔΟΣ. (2025). *Τα Νόστιμα Ορεινά Κοτόπουλα ΠΙΝΔΟΣ*. <https://chicken.pindos-apsi.gr/chickens>



Στυλιανός Ρήγας

«Ανάλυση και Βελτιστοποίηση ενός Ολοκληρωμένου Συστήματος
Ασφάλειας Τροφίμων (ISO 22000/HACCP) σε Πτηνοτροφική
Μονάδα Πάχυνσης»

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.