



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ
ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ**

**Συσχέτιση της τροφικής οικολογίας
της πεπλόγλαυκας (*Tyto alba*) με τις καλλιέργειες**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Φοιτητής: Θεόδωρος Καραμητράκης

Επιβλέπων: Αθανάσιος Σφουγγάρης, Καθηγητής



Βόλος, Φεβρουάριος 2022

Το παρακάτω κείμενο υπογράφεται από τον φοιτητή Καραμητράκη Θεόδωρο που εκπόνησε τη Π.Ε. ‘Βεβαιώνω ότι είμαι ο συγγραφέας αυτής της πτυχιακής εργασίας, η οποία εκπονήθηκε σύμφωνα με τον Κανονισμό Εκπόνησης Πτυχιακής Εργασίας του ΤΓΦΠΑΠ’

Ευχαριστίες

Η παρούσα Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021. Η Εργασία ήταν υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Αθανάσιου Σφουγγάρη τον οποίο θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και κυρίως, για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ και να αποκτήσω περαιτέρω γνώσεις στο αντικείμενο των οικοσυστημάτων και της βιοποικιλότητας.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω επίσης τα μέλη της Τριμελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής μου,

1. τους Καθηγητές κ. Νικόλαο Παπαδόπουλο και κ. Νικόλαο Δαναλάτο τις συμβουλές και υποδείξεις τους.
2. τον Υποψήφιο Διδάκτορα του Εργαστηρίου Διαχείρισης Οικοσυστημάτων και Βιοποικιλότητας κ. Κωνσταντίνο Βλαχόπουλο, για τις συμβουλές του ως προς την στατιστική επεξεργασία των δεδομένων και για τη συμπόρευση στη συγκεκριμένη προσπάθεια.
3. Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον ερευνητή, Διδάκτορα Οικολογίας και Άγριας Πανίδας και πρόεδρο του Δ.Σ. της ΑΜΚΕ ΤΥΤΩ Μποντζώρλο Βασίλειο για την αμέριστη βοήθεια στην εργαστηριακή ανάλυση των δειγμάτων και τη μετάδοση των γνώσεων του στο αντικείμενο αυτό.
4. Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την ηθική και οικονομική στήριξη τους όλα αυτά τα χρόνια για να καταφέρω να επιτύχω τα όνειρά μου.

Θεόδωρος Καραμητράκης

Βόλος, 2022

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	4
Περίληψη	7
Abstract.....	9
Εισαγωγή	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ	12
1.1 Αγροοικοσύστημα	12
1.2 Αγροοικολογία	14
1.3 Βιοποικιλότητα.....	17
1.4 Αγροοικοσυστήματα και ορνιθοπανίδα.....	19
Tyto alba (Τυτώ).....	23
1.5.1 Βασικά χαρακτηριστικά, ετυμολογία, περιγραφή	23
1.5.2 Ταξινόμηση - Φυλογενετικά.....	24
1.5.3 Πληθυσμός σε Ευρώπη και Ελλάδα.....	28
1.5.4 Βιολογία αναπαραγωγής - Θέσεις αναπαραγωγής	31
1.5.5 Τροφικές προτιμήσεις - Θέσεις τροφοληψίας	32
1.5.6 Απειλές	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	36
2.1 Περιοχή μελέτης.....	36
2.2 Κλιματικά δεδομένα	38
2.3 Στοιχεία χρήσεων γης στη Θεσσαλία	40
2.4 Σύλλογή εμεσμάτων (pellets)	43
2.5 Ανάλυση των εμεσμάτων (pellets)	45
2.6 Στατιστική ανάλυση	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	50
3.1 Χαρακτηριστικά των εμεσμάτων	50
3.2 Μετρικές κρανιακές μεταβλητές της λείας.....	57
3.3 Σύνθεση της διαίτας	66
3.3.1 Σύνθεση διαίτας κατά περιοχή	66
3.3.2 Διαφοροποίηση της λείας μεταξύ περιοχών.....	69
3.3.3 Δείκτες ποικιλότητας της λείας	71
3.4 Συμβολή της τυτούς στον έλεγχο των πληθυσμών των τρωκτικών των καλλιεργειών.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο ΣΥΖΗΤΗΣΗ	77
4.1 Σημασία μετρικών κρανιακών μεταβλητών	77
4.2 Σύνθεση της διαίτας της Τυτούς στη Θεσσαλία.....	81
4.3 Η συμβολή της Τυτούς στη γεωργική παραγωγή.....	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	94
5.1 Συμπεράσματα και προτάσεις	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	96
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ.....	96
ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	104
ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ.....	105
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1	107
Αναγνώριση <i>Microtus</i> (Στερεοσκοπική)	107
<i>Microtus hartingi</i> - <i>Microtus levis</i>	107
Αναγνώριση <i>Microtus thomasi</i> (Στερεοσκοπική)	109
Αναγνώριση <i>Cricetulus migratorius</i> (Στερεοσκοπική)	110
Αναγνώριση <i>Crocidura</i> - <i>Crocidura suaveolens</i> - <i>Crocidura leucodon</i> (Στερεοσκοπική)	111
<i>Suncus etruscus</i> (Στερεοσκοπική)	111
Αναγνώριση <i>Rattus</i> (Στερεοσκοπική)	112
<i>Rattus norvegicus</i> (Στερεοσκοπική)	112
Αναγνώριση <i>Apodemus</i> (Στερεοσκοπική)	113
<i>Apodemus sylvaticus</i> - <i>Apodemus flavicollis</i>	113
Αναγνώριση <i>Mus</i> Στερεοσκοπική	114
<i>Mus domesticus</i> Στερεοσκοπική	115

Περίληψη

Η Τυτώ είναι το πιο διαδεδομένο γλαυκόμορφο πτηνό παγκοσμίως, καθώς συναντάται σε όλες τις ηπείρους, εκτός από τη Ανταρκτική. Σε αντίθεση με την άποψη της κοινής γνώμης, δεν είναι κουκουβάγια με την στενή έννοια του όρου, αλλά αποτελεί ένα γλαυκόμορφο πτηνό της οικογένειας των Τυτονιδών, που ανήκει στην ομάδα με την γενική ονομασία πεπλόγλαυκες. Η επιστημονική ονομασία της είναι *Tyto alba*, αλλά λόγω της ευρύτερης εξάπλωσης της σε όλες τις ηπείρους, η συστηματική ταξινόμησή της αντιμετωπίζει πλήθος προβλημάτων, καθιστώντας υπερβολικά δύσκολη την καταγραφή των υποειδών της. Η Τυτώ συναντάται σε ένα ευρύ φάσμα ενδιαιτημάτων, προτιμώντας κυρίως ημι-ανοικτά τοπία, ημι-ερήμους και στέπες με δέντρα. Στην Ευρώπη απαντά σχεδόν αποκλειστικά σε ανοικτές γεωργικές εκτάσεις κοντά σε οικιστικές περιοχές και στην Ελλάδα συγκεκριμένα σε αγρούς και άλλες ανοικτές περιοχές με διάσπαρτα δέντρα και κτίρια όπως αχυρώνες και στάβλους. Η Τυτώ κυνηγεί τα θηράματά της κυρίως τη νύχτα, και τρέφεται κυρίως με τρωκτικά, τα οποία βλάπτουν κυρίως τις καλλιέργειες. Τα άπεπτα τμήματα των θηραμάτων, όπως το τρίχωμα και τα οστά τους, αποβάλλονται με την μορφή συμπαγούς εμέσματος (pellet).

Η ανάλυση των εμεσμάτων της Τυτούς μπορεί να δώσει απαντήσεις σχετικά με τη σύνθεση της διαίτας της, καθώς και με τους πληθυσμούς που επικρατούν στην εκάστοτε περιοχή έρευνας. Στη συγκεκριμένη έρευνα συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν 567 εμέσματα Τυτούς, τα οποία λήφθηκαν από τεχνητές θέσεις φωλεοποίησης (nest boxes), οι οποίες αντικατέστησαν παλαιότερες φυσικές θέσεις, και οι οποίες ήταν τοποθετημένες σε 8 διαφορετικές περιοχές. Τα εμέσματα κάθε περιοχής συλλογής συγκεντρώθηκαν ξεχωριστά και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο, όπου λήφθηκαν οι αρχικές μετρήσεις των χαρακτηριστικών των εμεσμάτων (βάρος, μήκος, πλάτος) με τη βοήθεια ζυγαριάς και παχύμετρου. Έπειτα, με ιδιαίτερη προσοχή άνοιξαν και έγινε διαχωρισμός του τριχώματος και των οστών για να ακολουθήσει η αναγνώριση και ταυτοποίηση της λείας τους. Η Τυτώ στη συγκεκριμένη έρευνα αποδείχτηκε ότι στήριξε τη διατροφή της κυρίως στα τρωκτικά των αγρών. Για μεγαλύτερη ασφάλεια και μία πιο εμπειριστατωμένη ταυτοποίηση των υπολειμμάτων της τροφής στα εμέσματα, αυτά χωρίστηκαν σε ομοειδείς ομάδες και η ταυτοποίηση πραγματοποιήθηκε με δύο τρόπους. Ο πρώτος ήταν η στερεοσκοπική αναγνώριση

βάση της ανατομίας των κρανίων, οδοντοστοιχιών και με τη χρήση κλειδών, ενώ όπου ήταν αδύνατη η αναγνώριση μέσω αυτού του τρόπου, πραγματοποιήθηκαν κρανιακές μετρήσεις με παχύμετρο και χρήση αντίστοιχων κλειδών.

Στη συγκεκριμένη εργασία αναγνωρίστηκαν 11 διαφορετικά είδη μικροθηλαστικών και ο συνολικός αριθμός των ατόμων από όλα τα είδη που αναγνωρίστηκαν ήταν 1.155 άτομα. Συγκεκριμένα, 169 από τη Μελία, 97 από το Αρμένιο, 166 από το Σωτήριο, 88 από το Κιλελέρ, 388 άτομα από την ευρύτερη περιοχή του Ριζόμυλου και 317 από την ευρύτερη περιοχή της Νίκης. Στα εμέσματα από όλες τις περιοχές συλλογής εμεσμάτων εντοπίστηκαν μικροθηλαστικά των ειδών *Microtus hartingi*, *Microtus levis*, *Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Mus domesticus*. Τα συγκεκριμένα είδη αποτέλεσαν την κύρια διατροφή της Τυτούς στην περιοχή της Ανατολικής Θεσσαλίας ως ποσοστό ατόμων λείας επί του συνολικού 20,43%, 30,56%, 14,45%, 11,51% και 14,8% αντίστοιχα. Βρέθηκαν ακόμα τα είδη *Microtus thomasi*, *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Suncus etruscus*, *Rattus norvegicus* και *Cricetulus migratorius* σε πολύ μικρότερα ποσοστά, καθώς και μόνο δύο ράμφη πτηνών.

Τα προαναφερθέντα είδη μικροθηλαστικών και κυρίως τα πέντε που συνέθεσαν το κύριο μέρος της διατροφής της Τυτούς είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για πολλές καλλιέργειες. Η διατροφή της Τυτούς βασίστηκε κυρίως σε τρωκτικά και άλλα μικροθηλαστικά. Μία Τυτώ είναι ικανή να τραφεί με 1.500 έως 3.000 μικροθηλαστικά ετησίως, αριθμός ιδιαίτερα υψηλός και προφανώς μπορεί να υποκαταστήσει τα τρωκτικοκτόνα, τα οποία έχουν σοβαρές επιπτώσεις στα αγροοικοσυστήματα. Η αντιμετώπιση των μεγάλων πληθυσμών των τρωκτικών και άλλων μικροθηλαστικών των καλλιεργειών με τη χρήση χημικών μέσων είναι απαγορευτική, καθώς βλάπτεται σοβαρά το οικοσύστημα από την τοξικότητά τους για τους ανώτερους θηρευτές της τροφικής αλυσίδας και γενικότερα για το περιβάλλον και ταυτόχρονα αυξάνουν ιδιαίτερα το κόστος παραγωγής για τον αγρότη. Η Τυτώ μπορεί να θεωρηθεί ως ένας φυσικός ρυθμιστής των πληθυσμών των επιβλαβών τρωκτικών και άλλων μικροθηλαστικών στις καλλιέργειες αντικαθιστώντας τα χημικά μέσα. Η τοποθέτηση τεχνητών θέσεων φωλεοποίησης (ξύλινων κουτιών) για ενίσχυση της αναπαραγωγής και των πληθυσμών της Τυτούς αποτελεί οικολογικό και συνάμα οικονομικό τρόπο για την αντιμετώπιση του προβλήματος των τρωκτικών στις καλλιέργειες.

Abstract

Tyto is the most widespread strigiformes bird worldwide, found on all continents except Antarctica. Contrary to popular opinion, it is not an owl in the strict sense of the term, but is a glaucous bird of the family Tytonidae, belonging to the group with the general name of Barn owl. Its scientific name is *Tyto alba*, but due to its wide distribution on all continents, its systematic classification faces numerous problems, making it extremely difficult to record its subspecies. Tyto is found in a wide range of habitats, preferring mainly semi-open landscapes, semi-deserts and steppes with trees. In Europe it occurs almost exclusively in open agricultural land near residential areas and in Greece in particular in agricultural and other open areas with scattered trees and buildings such as barns and stables. Tyto hunts its prey mainly at night, and feeds mainly on rodents, which mainly damage crops. The undigested parts of the prey, such as fur and bones, are discarded in the form of compact pellets.

The analysis of pellets may provide information on the composition of Tyto diet and small mammal populations which it preys upon. In the present study, 567 Tyto pellets were collected and analysed, derived from artificial nesting sites (nest boxes), which replaced former natural sites in 8 different collection areas. Each pellet of each collection area was collected separately and transported to the laboratory, where measurements of its characteristics (weight, length, width) were initially taken with the help of a scale and a caliper. Then, they were carefully opened and the hairs and bones were separated in order to identify the prey species. Based on the present data, Tyto was mainly fed on small mammals. The prey remains found in the pellets were divided into different groups for a more accurate identification, which was carried out in two ways. The first was stereoscopic identification based on skull anatomy, dentition and with the aid of keys, while, when identification in this way was not possible, cranial measurements were taken with a caliper and the aid of special keys.

In this study 11 different small mammal species were identified and the total number of individuals from all species identified was 1,155 individuals. Specifically, 169 from Melia, 97 from Armenio, 166 from Sotirio, 88 from Killer, 388 from Rizomylos and 317 from Niki. Remains of the species *Microtus hartingi*, *Microtus levis*,

Crocidura suaveolens, *Crocidura leucodon*, *Mus domesticus* were found in the pellets from all collection areas. These species constituted the main diet of Tyto in the region of Eastern Thessaly, with a percentage of prey individuals of 20.43%, 30.56%, 14.45%, 11.51% and 14.8% respectively. The species *Microtus thomasi*, *Apodemus sylvaticus*, *Apodemus flavicollis*, *Suncus etruscus*, *Rattus norvegicus* and *Cricetulus migratorius* were also found in a much lower percentage of prey individuals, as well as only two bird remains.

The above-mentioned species, and in particular the five ones that constituted the main diet of Tyto, are particularly harmful to many crops. Tyto's diet is based mainly on rodents and other small mammals. A Tyto individual is capable of feeding on 1,500 to 3,000 small mammals per year and can substitute more successfully the rodenticides, thus avoiding negative effects on environment. Controlling such a large number of rodents and other small mammals using chemicals is prohibitive, as their high toxicity causes serious damages to other predators and agroecosystems and simultaneously it greatly increases the cost of production for the farmers. Tyto can be considered as a natural regulatory mechanism of harmful small mammal populations in crops replacing chemical means. The placement of artificial nesting boxes for Tyto is an ecological and economical way of managing the problem of damages to crops due to rodents and other small mammals.

Εισαγωγή

Οι οργανισμοί ενός οικοσυστήματος συνθέτουν την βιοποικιλότητά του (Overmars et al., 2014) και μεταξύ αυτών τα πτηνά, τα οποία επηρεάζουν ιδιαίτερα τη λειτουργικότητά του (Pain και Dixon, 1997). Αυτά βρίσκονται στην κορυφή της τροφικής πυραμίδας, γεγονός που τα καθιστά σημαντικούς βιολογικούς δείκτες, καθώς μπορούμε να αντλήσουμε σημαντικά στοιχεία για τη βιοποικιλότητα του οικοσυστήματος μέσω της ανάλυσης της (Butchart et al., 2004).

Η Τυτώ ανήκει στην οικογένεια των τυτοειδών (Howard και Moore, 2003) και έχει ευρεία γεωγραφική εξάπλωση τόσο στον ελληνικό χώρο όσο και παγκόσμια (Απαλοδήμου, 1988). Φωλιάζει κυρίως σε ψηλά κτίρια και εγκαταλειμμένα σπίτια ή ψηλά δέντρα, τα οποία βρίσκονται κοντά σε γεωργικές περιοχές (Χανδρινός και Δημητρόπουλου, 1982). Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να εντοπίζει πιο εύκολα την κύρια διατροφική της επιλογή, δηλαδή τα μικροθηλαστικά, τα οποία είναι ιδιαίτερα επιβλαβή για τις καλλιέργειες (Lavariega et al., 2015). Η Τυτώ θεωρείται από πολλούς αγρότες ο πιο αποτελεσματικός τρόπος καταπολέμησης των τρωκτικών (Meyrom et al., 2009).

Η εργασία αυτή είχε ως στόχο τη μελέτη της σύνθεσης της διαίτας του είδους σε αγροτικά οικοσυστήματα της Ανατολικής Θεσσαλίας κατά την περίοδο του Οκτωβρίου 2018. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση εμεσμάτων της (pellets), τα οποία συλλέχθηκαν από τεχνητές θέσεις φωλιάσματος (nest boxes), οι οποίες αντικατέστησαν τις παλιές φυσικές θέσεις που είχε δημιουργήσει η Τυτώ. Οι τεχνητές φωλιές έχουν εγκατασταθεί για να παρέχουν ασφαλείς τεχνητές θέσεις φωλιάσματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

1.1 Αγροοικοσύστημα

Ένα οικοσύστημα περιλαμβάνει βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, ενώ στους βιοτικούς παράγοντες εντάσσονται οι μικροοργανισμοί, τα φυτά, και τα ζώα που ζουν και αναπτύσσονται με την επίδραση των αβιοτικών παραγόντων. Ειδικότερα, τα οικοσυστήματα που δέχονται ανθρώπινη παρέμβαση η οποία αποσκοπεί στην καλλιέργεια εκτάσεων ή/και εκτροφή και διαχείριση ζωικού κεφαλαίου, τότε τα παραπάνω οικοσυστήματα ονομάζονται αγροοικοσυστήματα. Διακρίνονται διαφόρων τύπων αγροοικοσυστήματα, όπως π.χ. σιτηρά, εντατικές καλλιέργειες (βαμβάκι), αμπελώνες, λαχανικά, ελαιώνες, πολυετείς καλλιέργειες ψυχανθών, αλλά και λιβάδια (Τι είναι αγροοικοσύστημα, 2022.). Ως αγροοικοσύστημα συνεπώς μπορεί να ορισθεί κάθε τεχνητό οικοσύστημα που έχει δημιουργηθεί από τον άνθρωπο για να αυξήσει τη φυτική ή ζωική παραγωγή (Χατζηχαράλαμους, 2013). Γενικά το αγροοικοσύστημα είναι το φυσικό οικοσύστημα το οποίο δέχτηκε την ανθρώπινη επέμβαση και αποτελεί μια απλούστερη μορφή αυτού, καθώς οι σχέσεις που συνδέουν τη μεταφορά ενέργειας και θρεπτικών μεταξύ των δομικών στοιχείων του δεν είναι τόσο πολύπλοκες όσο στα φυσικά οικοσυστήματα (Fliert και Braun, 1999).

Τα αγροοικοσυστήματα, εκτός από την ανθρώπινη επέμβαση και διαχείριση, γίνονται και αποδέκτες φυσικών και τεχνητών στοιχείων, δέχονται εισροές και δημιουργούν εκροές (Peden, 1998). Στα αγροοικοσυστήματα (όπως και στα φυσικά οικοσυστήματα) δεσμεύεται η ηλιακή ενέργεια από τα φυτά έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί η φωτοσύνθεση και να μεταφερθεί ενέργεια από τον ένα οργανισμό στον άλλο μέσω των τροφικών αλυσίδων. Σε αντίθεση με τα φυσικά οικοσυστήματα, τα οποία έχουν την ηλιακή ακτινοβολία ως κύρια πηγή ενέργειας, τα αγροοικοσυστήματα δέχονται και άλλες ενεργειακές εισροές (Αράπης, 2017; Εισροές και εκροές θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος, 2022;). Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους γίνεται η εκροή θρεπτικών συστατικών.

Σύμφωνα με τον Conway (Conway, 1987), τα αγροοικοσυστήματα διαθέτουν 4 βασικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι :

1. Παραγωγικότητα (productivity): Η οποία ορίζεται ως η απόδοση του συστήματος σε σχέση με την εισροή πόρων και χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της αποδοτικότητας μεταξύ των αγροοικοσυστημάτων.
2. Σταθερότητα (stability): Η σταθερότητα της παραγωγής εξετάζεται με βάση τις εναλλαγές των φυσικών, βιολογικών και κοινωνικών παραμέτρων που μπορεί να επηρεάσουν ένα αγροτικό οικοσύστημα.
3. Αειφορία (sustainability): Η αειφορία κάτω από συνθήκες έντονης πίεσης, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν απρόβλεπτα προβλήματα, προσδιορίζει την ανθεκτικότητα της παραγωγικότητας του αγροοικοσυστήματος.
4. Ισοτιμία (equitability): Βασίζεται σε υποκειμενικά συστήματα αξιών και είναι δύσκολο να οριστεί, αλλά σε γενικές γραμμές αποτελεί τη δίκαιη κατανομή της παραγωγικότητας του αγροοικοσυστήματος σε όσους την δικαιούνται.

Η περιοχή που επιλέγεται για την γεωργική παραγωγή αποτελεί ένα σύνθετο σύστημα στο οποίο πραγματοποιούνται οικολογικές διαδικασίες παρόμοιες με αυτές των φυσικών οικοσυστημάτων. Η εγκατάσταση γεωργικής παραγωγής στην περιοχή καθιστά τα αγροοικοσυστήματα διαφορετικά από τα φυσικά οικοσυστήματα (Mooney, 1996). Τα αγροοικοσυστήματα δημιουργούνται και διατηρούνται με απώτερο σκοπό την παραγωγή αγαθών, τα οποία είναι ικανά να καλύψουν τις διατροφικές ανάγκες των ανθρώπων. Το αποτέλεσμα της διαδικασίας αυτής ορίζεται σε σχέση με την παραγωγικότητα, δηλαδή την απόδοση σε βιομάζα των παραγόμενων προϊόντων, καθώς και με βάση την ποιότητα ή τα κοινωνικά και πολιτιστικά οφέλη που προκύπτουν από την γεωργική διαδικασία (Γραμματικάκη, 2011).

Οι διαφορές μεταξύ αγροτικών και φυσικών οικοσυστημάτων εντοπίζονται κυρίως στους παρακάτω τομείς (Odum, 1969):

1. Ροή ενέργειας: διαφοροποιείται εντός των αγροοικοσυστημάτων λόγω της συχνής επέμβασης του ανθρώπου. Τα αγροοικοσυστήματα αποτελούν ανοικτά συστήματα, καθώς οι εισροές προέρχονται από πρωτογενείς ανθρωπογενείς πηγές και με τις εκροές απομακρύνονται μετά από κάθε συγκομιδή, σημαντικές ποσότητες ενέργειας και βιομάζας

2. Ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών: Στα αγροοικοσυστήματα η ανακύκλωση θρεπτικών ουσιών είναι περιορισμένη, καθώς χάνονται σημαντικές ποσότητες αυτών, κυρίως λόγω της συγκομιδής
3. Μηχανισμοί ρύθμισης των πληθυσμών: Στα αγροοικοσυστήματα οι πληθυσμοί ζώων και φυτών σπάνια είναι αυτορρυθμιζόμενοι ή αυτοαναπαραγωγικοί καθώς δέχονται ανθρώπινες εισροές είτε με την μορφή σπόρων ή παραγόντων ελέγχου που καθορίζουν το τελικό μέγεθος του πληθυσμού.
4. Σταθερότητα: Στα αγροοικοσυστήματα η σταθερότητα είναι μειωμένη λόγω της μειωμένης δομικής και λειτουργικής ποικιλότητάς τους. Κάθε ισορροπία που έχει επιτευχθεί με τις απαραίτητες εισροές - εκροές καταρρέει μετά την συγκομιδή καθιστώντας την αιεφόρο μόνο κατόπιν από κάθε εισροή.

Πάρα τις διαφορές τους κυρίως στη δομή και λειτουργία τους συνδέονται και χαρακτηρίζονται από μια συνέχεια. Η ανθρώπινη επέμβαση διαφέρει σε κάθε αγροτικό οικοσύστημα και για αυτό το λόγο μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να προσεγγίσουν τα φυσικά οικοσυστήματά (Κανδρέλης, 2008)

1.2 Αγροοικολογία

Το αγροοικοσύστημα αποτελεί επίσης θεμελιώδη μονάδα έρευνας της αγροοικολογίας. Με την ευρεία έννοια η αγροοικολογία δίνει την δυνατότητα για μία πιο κοινωνική και περιβαλλοντική προσέγγιση της γεωργίας, η οποία δεν στηρίζεται μόνο στην παραγωγή αλλά και στην οικολογική βιωσιμότητα ολόκληρου του συστήματος. Με μία πιο στενή ερμηνεία η αγροοικολογία μελετά μόνο οικολογικά φαινόμενα που εμφανίζονται σε μία αγροτική περιοχή, όπως τις σχέσεις που αναπτύσσονται για παράδειγμα μεταξύ του θηρευτή και του θηράματος ή τις σχέσεις ανταγωνισμού μεταξύ μιας καλλιέργειας και των ζιζανίων αυτής (UNITED STATES - United States Department of Agriculture (USDA) – Agroecology, 2007).

Όπως γίνεται αντιληπτό η αγροοικολογία αποτελεί ένα σύνολο βασικών αρχών, εννοιών όπως και συγκεκριμένων πρακτικών. Μελετά και διαχειρίζεται τα γεωργικά συστήματα πέρα από γεωργική εκμετάλλευση, εφαρμόζοντας οικολογικές αρχές και έννοιες, με σκοπό να κάνουν τα αγροοικοσυστήματα και τη διαχείριση αυτών περισσότερο βιώσιμη.

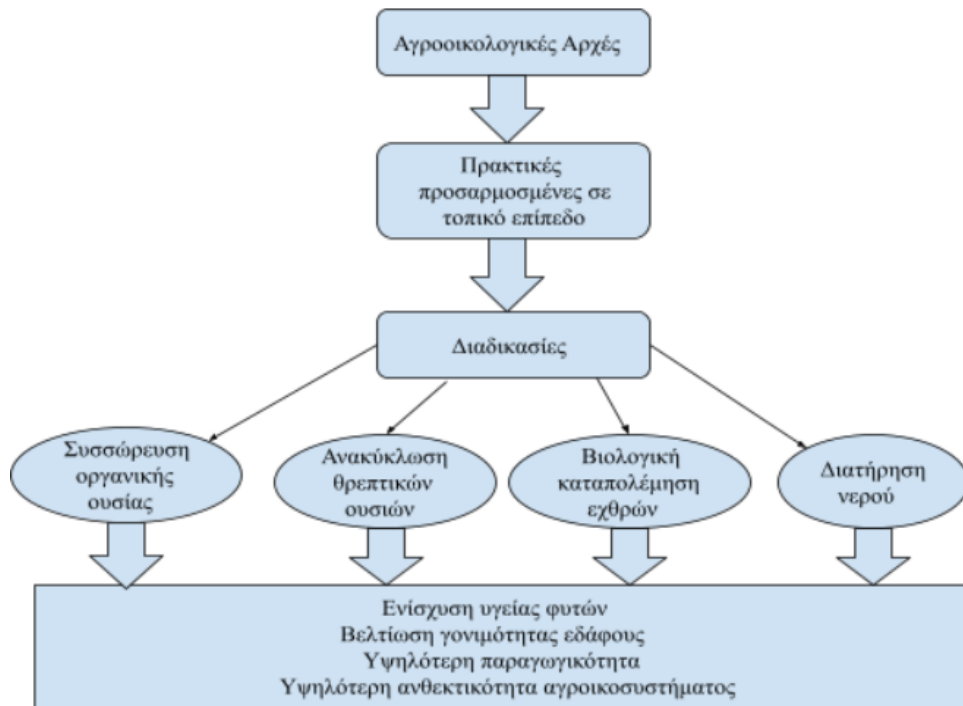
Οι βασικές αρχές της Αγροοικολογίας και οι πρακτικές διαχείρισης που παρουσιάζονται στο σχήμα 1 αποσκοπούν στη δημιουργία ασφαλών και επαρκών προϊόντων, καθώς και στη μόνιμη και σταθερή ανάπτυξη της υπαίθρου .



Σχήμα 1: Σύνδεση αρχών Αγροοικολογίας και πρακτικών διαχείρισης στα αγροοικοσυστήματα.

Η σύνδεση των αρχών της αγροοικολογίας με μία ή περισσότερες πρακτικές συμβάλει ακόμη και στην επίτευξη υψηλής λειτουργικότητας εντός των αγροοικοσυστημάτων. Γίνεται δηλαδή η κινητήριος δύναμη βασικών αλληλεπιδράσεων οικολογικού χαρακτήρα και συμβάλλει στην καλύτερη επίτευξη βασικών λειτουργιών των αγροοικοσυστημάτων, όπως είναι η ρύθμιση επιβλαβών οργανισμών, η παραγωγικότητα, ο κύκλος θρεπτικών ουσιών κλπ. Από το σχήμα 2 γίνεται αντιληπτό ότι η σύνδεση αγροοικολογικών αρχών και πρακτικών συμβάλει στην υψηλή λειτουργικότητα των αγροοικοσυστημάτων. Στο παράδειγμα του σχήματος 2 οι πρακτικές είναι προσαρμοσμένες σε τοπικό επίπεδο, δηλαδή σε ένα καθορισμένο αγροοικοσύστημα, ακολουθώντας τις βασικές Αγροοικολογικές αρχές. Εφαρμόζοντας στην πράξη τις αγροοικολογικές πρακτικές, όπως είναι η βιολογική καταπολέμηση των εχθρών του αγροοικοσυστήματος με εφαρμογή βιολογικών σκευασμάτων, μπορεί να επιτευχθεί υψηλότερη παραγωγικότητα και να ενισχυθεί η υγεία των φυτών του. Το σχήμα 3 παρουσιάζονται κάποιες από αυτές τις αγροοικολογικές πρακτικές, οι οποίες προϋπήρχαν ως έννοιες της αγροοικολογίας, ασχέτως αν χαρακτηρίζονται ως τέτοιες. Η αγροοικολογική επιστήμη παρέχει το

συναφές εννοιολογικό πλαίσιο της επίδρασης και αποτελεσματικότητάς τους, καθώς αναλύει και βελτιώνει, με συμμετοχικό τρόπο, την εφαρμογή τους.



Σχήμα 2: Η συμβολή της σύνδεσης αγροοικολογικών αρχών και πρακτικών στη λειτουργία των αγροοικοσυστημάτων.



Σχήμα 3: Αγροοικολογικές πρακτικές.

1.3 Βιοποικιλότητα

Η βιοποικιλότητα, γενικά, μπορεί να θεωρηθεί ως η ποικιλομορφία όλων των μορφών ζωής, εντός των θαλάσσιων και χερσαίων οικοσυστημάτων (Overmars et al., 2014). Όλα τα είδη και όλοι οι οργανισμοί, όπως και όλοι οι παράγοντες βιοτικές και αβιοτικοί, που περιλαμβάνονται σε ένα οικοσύστημα, βρίσκονται σε αλληλεπίδραση συνεχώς με αυτό. Γίνεται επομένως αντιληπτό ότι η εξαφάνιση ακόμη και ενός μεμονωμένου είδους είναι ικανή να οδηγήσει σε σημαντικές αλλαγές στις ιδιότητες αυτού του οικοσυστήματος (Dirzo και Raven, 2003). Επιπρόσθετα, η βιοποικιλότητα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο για το σύνολο των οικοσυστημικών υπηρεσιών οι οποίες αναπτύσσονται στα αγροτικά οικοσυστήματα. Για παράδειγμα, η βιοποικιλότητα μπορεί να συμβάλει σε πολλά επίπεδα μέσα σε ένα αγροοικοσύστημα, όπως την καταστολή των ανεπιθύμητων οργανισμών και την αδρανοποίηση επιβλαβών χημικών ουσιών, τη ρύθμιση του μικροκλίματος και της ανακύκλωσης θρεπτικών συστατικών (Miguel, 1999). Πολλά είδη επίσης, διαδραματίζουν και σημαντικό ρόλο σε πολιτισμικές, κοινωνικές και πολιτιστικές δραστηριότητες, αναδεικνύοντας τον σημαντικό ρόλο που διαδραματίζει η βιοποικιλότητα και στην κοινωνία (Dirzo και Raven, 2003).

Τα αγροοικοσυστήματα διαφέρουν και αυτά μεταξύ τους ανάλογα με την δομή, την ηλικία, τη διαχείριση, την ποικιλομορφία τους και τα αγρονομικά και οικολογικά χαρακτηριστικά τους. Επομένως, και η βιοποικιλότητα διαφοροποιείται αντίστοιχα ανά αγροοικοσύστημα και επηρεάζεται από τέσσερα βασικά στοιχεία αυτών (Southwood και Way, 1970):

1. Την ποικιλία της βλάστησης που επικρατεί εντός και εκτός του αγροοικοσυστήματος,
2. Την ένταση και έκταση της διαχείρισης,
3. Την μονιμότητα των διαφόρων καλλιεργειών εντός του αγροοικοσυστήματος,
4. Το βαθμό απομόνωσης του αγροοικοσυστήματος από τη φυσική βλάστηση.

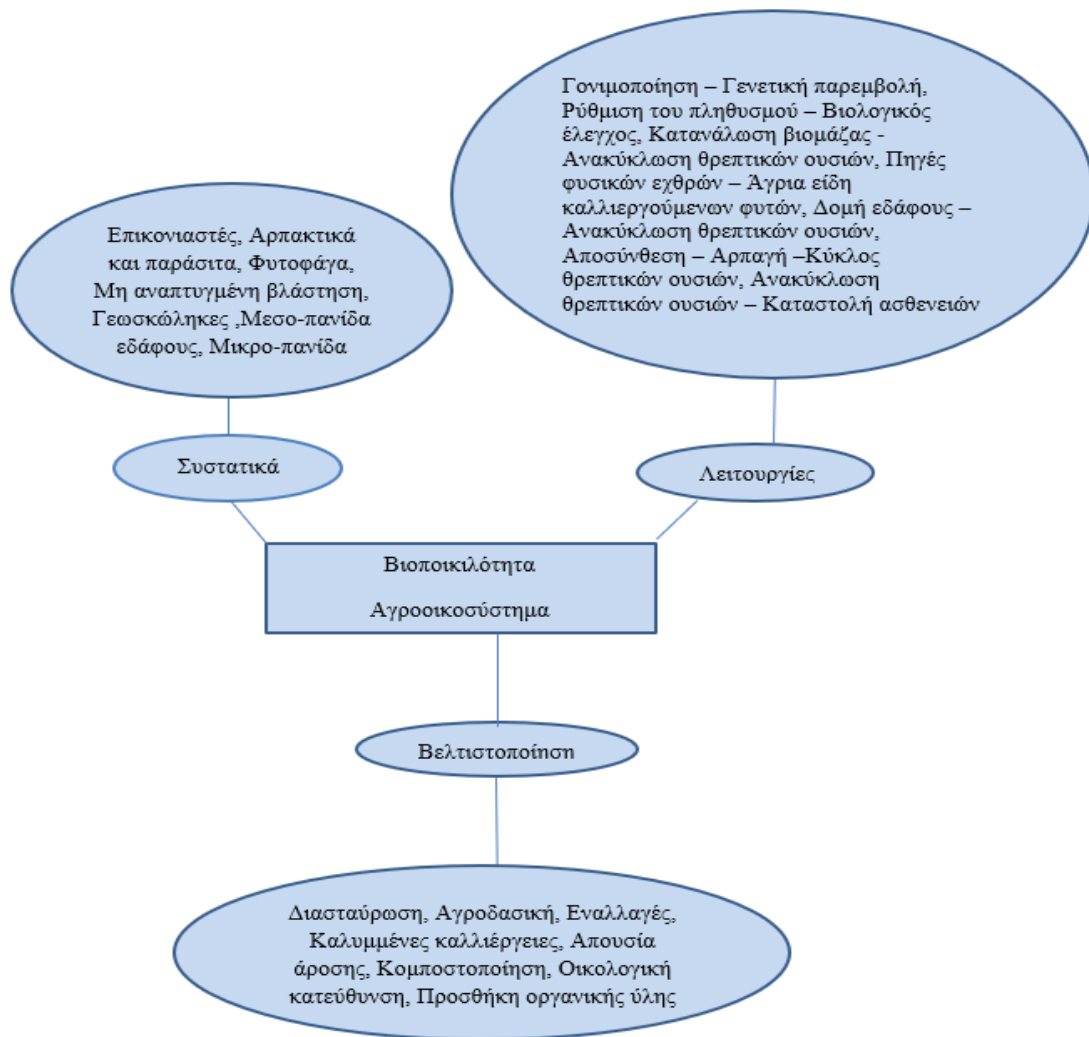
Ο όρος αγροτική βιοποικιλότητα περιλαμβάνει τόσο την ποικιλότητα των άγριων ζωικών και φυτικών οργανισμών, όσο και την αμιγώς γεωργική/αγροτική ποικιλότητα (ποικιλίες καλλιεργειών, είδη κτηνοτροφικών ζώων, κ.α.). Συνεπώς, πέρα από τον γενικό ρόλο της βιοποικιλότητας σε διάφορους τομείς οι οποίοι

προαναφέρθηκαν, η βιοποικιλότητα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στα αγροοικοσυστήματα για τους εξής συγκεκριμένους λόγους (Χατζηχαραλάμπους, 2013):

1. Αυξάνει την παραγωγή των τροφίμων και την ασφάλειά τους, καθώς και τις οικονομικές αποδόσεις,
2. Παρέχει πληθώρα προϊόντων και ευκαιριών εισοδήματος,
3. Προστατεύει ευάλωτες περιοχές, δάση και προστατευόμενα είδη από υπέρμετρη χρήση της γεωργίας,
4. Προσφέρει σταθερά, εύρωστα και βιώσιμα αγροτικά συστήματα,
5. Παρέχει φυσική διαχείριση ασθενειών, εχθρών και παρασίτων,
6. Αυξάνει την υγεία και τη γονιμότητα του εδάφους,
7. Χρησιμοποιεί αποτελεσματικότερα το περιβάλλον και τους φυσικούς πόρους,
8. Μειώνει την συνεχόμενη ανάγκη για εξωτερικές εισροές,
9. Συμβάλλει στην καλύτερη υγεία των ανθρώπων βελτιώνοντας τη διατροφή και παρέχοντας πηγές φαρμάκων.

Τα βασικά στοιχεία της βιοποικιλότητας των αγροοικοσυστημάτων ταξινομούνται με βάση τον λειτουργικό ρόλο τους στο σύστημα καλλιέργειών (Σχήμα 4). Επομένως, η αγροτική βιοποικιλότητα αποτελείται από τρεις βασικές ομάδες (Swift και Anderson, 1993):

1. Παραγωγική ομάδα οργανισμών η οποία περιλαμβάνει τα δέντρα, τα ζώα και τις καλλιέργειες οι οποίες επιλέχθηκαν και χρησιμοποιούνται από τους αγρότες και διαμορφώνουν την ποικιλότητα και πολυπλοκότητα της αμιγώς αγροτικής, γεωργικής εκμετάλλευσης,
2. Ομάδα άγριων οργανισμών η οποία παρέχει υπηρεσίες, όπως επικονίαση, δέσμευση θρεπτικών ουσιών, ρύθμιση επιβλαβών, διατήρηση υδατικού ισοζυγίου, κ.α. και με τη σειρά τους συμβάλλουν στην παραγωγικότητα,
3. Επιβλαβή ομάδα οργανισμών η οποία περιλαμβάνει επιβλαβή τα οποία ζημιώνουν παραγωγικά και οικονομικά μία ορθή αγροτική διαχείριση (δηλαδή παθογόνα, έντομα, αυτοφυή κ.λπ.



Σχήμα 4: Οι λειτουργίες, οι στρατηγικές βελτίωσης και τα συστατικά στοιχεία της αγροτικής βιοποικιλότητας.

1.4 Αγροοικοσυστήματα και ορνιθοπανίδα

Η Ευρώπη φιλοξενεί περισσότερα από 530 είδη άγριων πτηνών τα οποία ταξινομούνται σε 69 οικογένειες και ο συνολικός αναπαραγωγικός πληθυσμός τους εκτιμάται ότι είναι περίπου δύο δισεκατομμύρια ζευγάρια. Πολλά μεταναστεύουν μέσω της Ευρώπης προς την Αφρική ή εκατομμύρια άλλα προερχόμενα από την Ανταρκτική ή τη Ρωσία περνούν το χειμώνα τους σε εύκρατες περιοχές της Ευρώπης. Περίπου το 17% της ορνιθοπανίδας της Ευρώπης είναι ενδημικά είδη ή μερικώς ενδημικά. Περισσότερο από το μισό των ενδημικών ή μερικώς ενδημικών ειδών προέρχεται από 6 οικογένειες (Bird Life International, 2015):

1. Περιστερίδες (Columbidae)
2. Ρινοτρόπες (Procellariidae)
3. Λαρίδες (Laridae)
4. Σπιζίδες (Fringillidae)
5. Μυγοθηρίδες, μυιοθηρίδες ή μουσκικαπίδες (Muscicapidae)
6. Συλβίδες (Sylviidae)

Στην Ελλάδα συναντάμε 442 είδη πτηνών, μέσα στα οποία συμπεριλαμβάνονται 18 νέα είδη, τα περισσότερα από τα οποία είναι τυχαίοι ή περιπλανώμενοι επισκέπτες. Ο ανωτέρω αριθμός ειδών κατανέμεται σε 6 βασικές ομάδες, ανάλογα με την παρουσία του στον Ελληνικό χώρο, άσχετα αν μερικά είδη μπορούν να ενταχθούν σε παραπάνω από μία κατηγορίες.

Πίνακας 1: Αριθμός ειδών πτηνών ανά ομάδα, αναφορικά με την παρουσία τους στον ελληνικό χώρο.

ΟΜΑΔΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΙΔΩΝ
Τακτικά αναπαραγόμενα	242
Χειμερινοί επισκέπτες	76
Διερχόμενοι μετανάστες	29
Τυχαίοι/περιπλανώμενοι επισκέπτες	91
Απροσδιόριστα	3
Εκλιπόντα	1

Στην Ελλάδα περισσότερα από τα μισά είδη (55%) αναπαράγονται τακτικά και (60%) αυτών έχει μόνιμους πληθυσμούς ενώ τα υπόλοιπα συναντώνται ως καλοκαιρινοί επισκέπτες στη χώρα. Κατά την χειμερινή περίοδο και με την κάθοδο υποπληθυσμών από βορειότερες χώρες αυξάνονται σημαντικά οι επιδημητικοί πληθυσμοί, ωστόσο 76 είδη συναντώνται στην χώρα μόνο ή κυρίως ως χειμερινοί επισκέπτες. Η Ελλάδα λόγω της γεωγραφικής θέσης και του ανάγλυφου της αποτελεί ευνοϊκό περιβάλλον για μεταναστευτικές μετακινήσεις πολλών ειδών από και προς την Αφρική. Τουλάχιστον 29 είδη χαρακτηρίζονται ως διερχόμενα μετακαστευτικά καθώς απαντώνται στη χώρα μόνο κατά την ανοιξιάτικη ή φθινοπωρινή

μετανάστευση. Ακόμη, τρία μόνο είδη έχουν χαρακτηριστεί ως απροσδιόριστα, καθώς αν και απαντώνται όλο το χρόνο στη χώρα, δεν φωλιάζουν, έχουν φωλιάσει περιστασιακά ή έχουν επιχειρήσει να φωλιάσουν. Ορισμένες φορές έχουν καταγραφεί και μεμονωμένα άτομα από κάποια είδη που ενώ κανονικά δεν απαντώνται στη χώρα, ή την περιοχή της ΝΑ Μεσογείου, εμφανίζονται τυχαία και περιστασιακά λόγω διαφόρων παραγόντων, όπως είναι οι καιρικές συνθήκες και οι μετακινήσεις συγγενικών ειδών τους. Από την έναρξη της ορνιθολογικής επιστήμης το 1833 και μετά, στην Ελλάδα μόνο ένα είδος έχει χαρακτηριστεί ως εκλιπόν. Υπάρχουν είδη που αν και σταμάτησαν να φωλιάζουν στον Ελληνικό χώρο, ορισμένες φορές απαντώνται είτε ως τακτικά είτε ως τυχαία οπότε δεν θεωρούνται εκλιπόντα (Χανδρινός, 2009).

Τα πουλιά επηρεάζουν τη λειτουργία του οικοσυστήματος, καθώς βρίσκονται στο κορυφαίο επίπεδο της τροφικής πυραμίδας και αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον (Rain και Dixon, 1997). Μείωση σε πληθυσμούς τους μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγή της κατάστασης που επικρατεί στα ενδιαίτηματα, υποβάθμισή τους ακόμη και ολική καταστροφή τους. Για αυτό το λόγο θεωρούνται από τους πλέον αξιόπιστους βιολογικούς δείκτες (*bio-indicators*) μέσω των οποίων μελετάμε τη μείωση της βιοποικιλότητας και τις αρνητικές επιδράσεις πολλών παραμέτρων στη φύση. Ακόμη, ένας λόγος που τους καθιστά ως τους περισσότερο σημαντικούς δείκτες είναι ότι σε σύγκριση με άλλους οργανισμούς που μελετήθηκαν ως δείκτες, αυτοί μπορεί να δείξουν και τις αρνητικές επιδράσεις και σε άλλους βιοτικούς παράγοντες του οικοσυστήματος, όπως έντομα, δέντρα, φυτά, μικροθηλαστικά και άλλα (Butchart et al., 2004).

Το 2014 το Birdlife International καθιέρωσε επισήμως ότι 1.373 είδη πτηνών απειλούνται παγκοσμίως με εξαφάνιση, αριθμός που αντιστοιχεί στο 13% του συνόλου, περίπου 1 στα 8 είδη. Οι περιοχές που συναντώνται αυτά τα είδη είναι μικρές, κατακερματισμένες ή έχουν την τάση να συρρικνώνονται και αντίστοιχα οι πληθυσμοί τους είναι μικροί ή μειώνονται συνεχώς. Από τα προαναφερθέντα είδη 213 αντιμετωπίζουν υψηλό κίνδυνο εξαφάνισης στο άμεσο μέλλον.

Στις 69 οικογένειες που συναντώνται στην Ευρώπη οι οικογένειες με μικρό αριθμό ειδών, όπως οι Αλκωνίδες (Alcedinidae - 3 είδη), Προκελαριίδες (Oceanitidae - 1 είδος), Τουρνικίδες (Turnicidae - 1 είδος) περιλαμβάνουν είδη που

έχουν χαρακτηριστεί ως απειλούμενα, ενώ άλλες όπως οι Κορακίδες (Corvidae -11 είδη), Παρίδες (Paridae - 9 είδη), Συλβίδες (Sylviidae - 46 είδη) δεν περιλαμβάνουν απειλούμενα είδη. Οικογένειες με υψηλό αριθμό ειδών που έχουν χαρακτηριστεί απειλούμενα είναι οι Κολυμβίδες ή Γαβίδες (Gaviidae - 4 είδη), Χαμωτίδες (Haematopidae - 2 είδη), Ωτιδίδες (Otididae - 4 είδη), Πτεροκλίδες (Pteroclididae - 3 είδη) και Ρινοτρουπίδες (Procellariidae) (Bird Life International, 2015).

Σύμφωνα με την EUROPEAN RED LIST της IUCN που δημοσιεύτηκε το 2015, αξιολογώντας τις απειλές για τα είδη πτηνών σύμφωνα με το σχέδιο ταξινόμησης απειλών IUCN, οι κυριότερες απειλές για τα πτηνά στην Ευρώπη κατατάσσονται σε δέκα κατηγορίες (Bird Life International, 2015):

1. Χρήση βιολογικών πόρων: Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με απειλές όπως είναι το κυνήγι και η συλλογή πτηνών, ιδίως όταν αυτά έχουν χαρακτηριστεί ως απειλούμενα είδη
2. Γεωργία και υδατοκαλλιέργεια: Η κατηγορία αυτή σχετίζεται με αλλαγές στις χρήσεις γης όπως της εντατικοποίησης της γεωργίας και της εγκατάλειψης της γης, που οδηγούν στην μείωση των ειδών των πτηνών κυρίως εντός των χωραφιών
3. Ρύπανση: Γεωργικά απόβλητα, φυτοφάρμακα, καθώς και βιοχημικά λύματα αποτελούν σημαντικές απειλές για την ορνιθοπανίδα
4. Προβληματικά και εισβλητικά είδη, γονίδια και ασθένειες: Τα εισβλητικά είδη είναι μία σημαντική απειλή επηρεάζοντας 35 απειλούμενα είδη. Εξωγενή είδη είναι ιδιαίτερα σημαντικά και επηρεάζουν 21 απειλούμενα είδη.
5. Φυσικές τροποποιήσεις συστήματος: Η κατηγορία αυτή αναφέρεται σε διάφορες αλλαγές που μπορεί να υποστεί ένα οικοσύστημα, όπως για παράδειγμα αλλαγές στις υδρολογικές του συνθήκες
6. Κλιματική αλλαγή και σοβαρές καιρικές συνθήκες: μπορεί να οδηγήσει σε υποβάθμιση ακόμη και απώλεια οικοτόπων που φιλοξενούν μεγάλο αριθμό ειδών πτηνών
7. Οικιστική και εμπορική ανάπτυξη: αναφέρεται στην απώλεια ενδιαιτημάτων και στην αναστάτωσή τους λόγω της οικιστικής και τουριστικής ανάπτυξης

8. Ανθρώπινη εισβολή και διαταραχή: Οι ψυχαγωγικές δραστηριότητες αποτελούν τις περισσότερες περιπτώσεις «ανθρώπινης εισβολής και διαταραχής»
9. Παραγωγή ενέργειας και εξόρυξη: Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται απειλές που σχετίζονται με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως πιθανή σύγκρουση πτηνών με ανεμογεννήτριες,
10. Διάδρομοι μεταφοράς και εξυπηρέτησης: Αυτή η κατηγορία απειλών περιλαμβάνει επίσης δρόμους και σιδηροδρόμους και συνεπώς κατακερματισμό ενδιαιτημάτων.

Tyto alba (Τυτώ)

1.5.1 Βασικά χαρακτηριστικά, ετυμολογία, περιγραφή

Η Τυτώ είναι ένα γλαυκόμορφο πτηνό που ανήκει στην οικογένεια των Τυτονιδών (Howard και Moore, 2003) και εντοπίζεται σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας, τόσο στην χερσαία ενδοχώρα όσο και στα νησιωτικά οικοσυστήματα, κυρίως σε αγροτικά οικοσυστήματα, και οικοσυστήματα με χαμηλή βλάστηση. Στην Ελλάδα αναφέρεται και με άλλες ονομασίες όπως Ανθρωποπούλι, Χαροπούλι, Στριγγλοπούλι, Κλαυσοπούλι, Πεπλόγλαυκα, Νεκροπούλι, Μπαρμπαγιάννης, ενώ στην Κρήτη και ως Ζαρί (Απαλοδήμου, 1988). Στον επιστημονικό χώρο συναντιέται με το όνομα *Tyto alba* (Howard και Moore, 2003). Η λατινική ονομασία του γένους *Tyto* αναφέρθηκε πρώτη φορά από τον Ησύχιο με την έννοια της λέξης γλαυξ. Ο σχηματισμός της είναι, πιθανότατα, ηχομιμητικός με το επίθημα -ώ (πρβλ. λεχ-ώ) και εμφανίζει το ίδιο θέμα με τα: λατ. *tutubāre* (=κλαίω -για κουκουβάγια-), *tūtūoti* (=σαλπίζω) κ.λπ. Ο τύπος των λέξεων που αναφέρονται στον Ησύχιο είναι: «τούτις ό κόσσυφος και ταύτασος, ὄρνις ποιός», και έχουν σχηματισθεί με παρόμοιο τρόπο, δηλαδή ηχομιμητικά (Πάπυρος Larousse Britannica, 1997). Ωστόσο, αντίθετα με την κοινή γνώμη η Τυτώ δεν είναι κουκουβάγια με την ευρεία έννοια του όρου αλλά είναι ένα ιδιαίτερο γλαυκόμορφο πτηνό που εντάσσεται στην οικογένεια με τη γενική ονομασία πεπλόγλαυκες (Οντριας, 1988).

Όσον αφορά τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της, το μήκος της κυμαίνεται από 10,16 έως 50,8 εκατοστά και το άνοιγμα των πτερύγων της μπορεί να φτάσει τα

1,22 μέτρα. Το σώμα της έχει χρώμα χρυσαφί - καφέ στο πίσω μέρος, ενώ στην περιοχή του στήθους και της κοιλίας το χρώμα της είναι γκριζωπό - άσπρο. Μικρά μαύρα στίγματα εμφανίζονται σε όλο το κάτω μέρος του σώματος. Το πρόσωπό της έχει σχήμα καρδιάς, είναι άσπρο και χωρίζεται με ένα καφετί δαχτυλίδι από το υπόλοιπο κεφάλι (*Barn Owl – Tyto alba*, n.d.). Ο χρωματισμός του ράμφους ποικίλει από ωχροκίτρινο έως ανοιχτό γκρι ή σκούρο καφετί. Έχει μικρά μάτια και το χρώμα της ίριδας είναι καφέ-μαύρο (Matics et al., 2002) . Ακόμη τα πόδια είναι και αυτά μικρά, το ίδιο και η ουρά (*Barn Owl – Tyto alba*, n.d). Οι βιότοποι στους οποίους μπορεί να ζήσει η Τυτώ είναι κυρίως ανοιχτές περιοχές, γεωργικές εκτάσεις, δάση και περιαστικές περιοχές. Οι ανοιχτές περιοχές ενδείκνυνται καθώς τη βοηθούν στο κυνήγι των θηραμάτων της λόγω χαμηλού ύψους της βλάστησης. Ακόμη η Τυτώ μπορεί να εντοπιστεί και σε όχθες ποταμών, κοιλότητες δέντρων και ρωγμές βράχων (*Barn Owl – Tyto alba*, n.d). Στον ελληνικό χώρο φωλεοποιεί σε ανοιχτές περιοχές και ειδικότερα σε ανθρώπινες κατασκευές, όπως παλαιά κτίρια, αγροικίες, αχυρώνες, ερείπια και στάβλους (Χανδρινός και Δημητρόπουλος, 1982).

1.5.2 Ταξινόμηση - Φυλογενετικά

Η οικογένεια πτηνών των Τυτονιδών (Tytonidae) είναι σχετική μικρή, αλλά ξεχωριστή ομάδα νυχτόβιων πουλιών που συναντάται σε κάθε ήπειρο, εκτός της Ανταρκτικής (Hoyo και Collar, 2014). Σύμφωνα με την τελευταία IOC World Bird List (Gill και Donsker, 2018) η οικογένεια Τυτονιδών (Tytonidae) περιλαμβάνει 20 είδη που ανήκουν σε δύο γένη, το *Tyto* με 17 είδη και το *Phodilus* με 3 είδη. Ο κυριότερος εκπρόσωπος του γένους *Tyto* είναι η *Tyto alba* (Hoyo, Collar, 2014). Το είδος περιγράφηκε πρώτη φορά από τον Τζιοβάνι Σκόπολι (1723-1788), το 1769, ως *Strix alba*. Η Τυτώ, όπως συχνά συμβαίνει με όλα τα είδη με παγκόσμια εξάπλωση, εμφανίζει πολλά προβλήματα στη συστηματική ταξινόμησή της, με πολλά υποείδη, ενδημισμούς, γεωγραφικές αλληλοεπικαλύψεις, ενδιάμεσες μορφές κ.ο.κ., γεγονός που διατηρεί μια διαρκή κατάσταση διαφωνιών γύρω από την κατάταξη των διαφόρων taxa του πτηνού. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την κατά Howard and Moore (2003) Checklist of the Birds of the World, ταξινομική, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει ότι δεν υπάρχουν διαρκείς αλλαγές, που χρήζουν τη βοήθεια ειδικής βιβλιογραφίας (Howard και Moore, 2003).

Πίνακας 2: Συστηματική ταξινόμηση της *Tyto* κατά Howard και Moore (2003) Checklist of the Birds of the World.

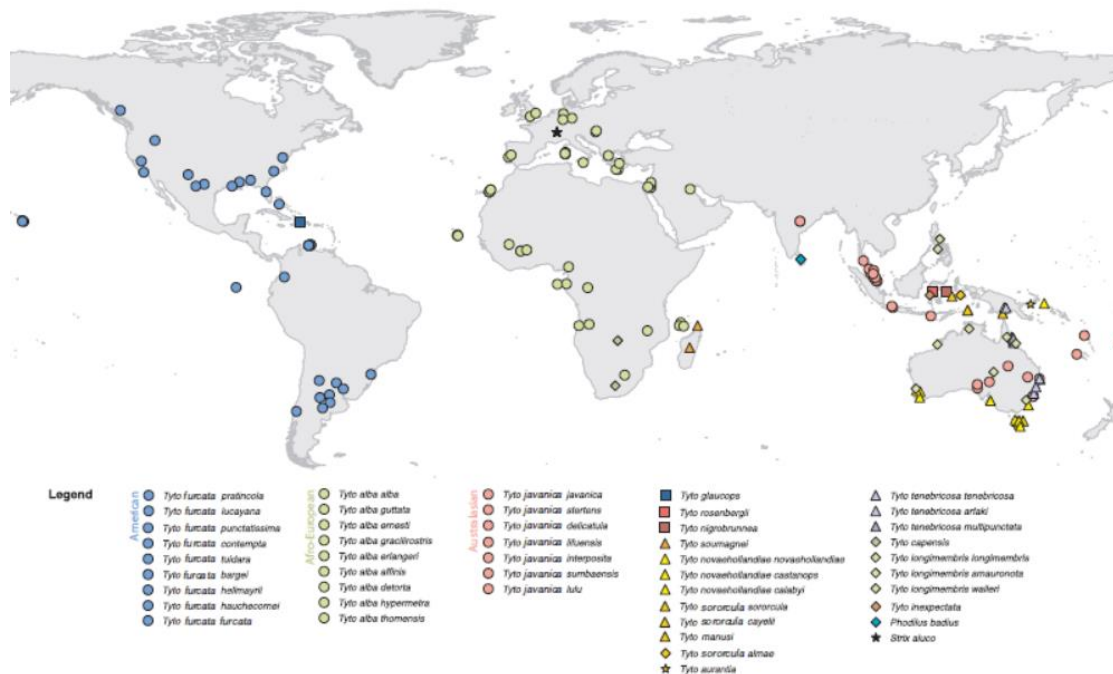
Βασίλειο	Ζώα (<i>Animalia</i>)
Συνομοταξία	Χορδωτά (<i>Chordata</i>)
Ομοταξία	Πτηνα (<i>Aves</i>)
Τάξη	Γλαυκόμορφα (<i>Strigiformes</i>)
Οικογένεια	Τυτονίδες (<i>Tytonidae</i>)
Υποοικογένεια	Τυτονίνες (<i>Tytoninae</i>)
Γένος	Τυτώ (<i>Tyto</i>) (<i>Billberg, 1828</i>)
Είδος	<i>T.alba</i>

Το γένος Τυτώ με κυριότερο εκπρόσωπο το *Tyto alba*, περιλαμβάνει 28 υποείδη παγκοσμίως, ταξινομημένα σε 8 ομάδες ειδών (Hoyo και Collar, 2014) και σύμφωνα με την IOC List περιλαμβάνει 4 διαφορετικά είδη. Αυτό το σύμπλεγμα ειδών ακολουθείται από 2 είδη *Tyto longimembris*, διάφορες *Tyto novaehollandiae* και δύο *Tyto tenebricosa*. Οι κουκουβάγιες του γένους *Phodilus* εμφανίζονται σε λιγότερες περιοχές και συγκεκριμένα, στα δάση και τα λιβάδια της Ινδίας, της Νοτιοανατολικής Ασίας (*P. badius*), της Σρι Λάνκα (*P. assimilis*) και του Κονγκό, Αφρική (*P. prigoginei*) (Hoyo, Collar, 2014). Σύμφωνα με τους (Clements et al., 2017) το *T. deroepstorffi* διαφοροποιείται από το *T.alba*, ενώ κατά Howard and Moore αναγνωρίζονται τρία είδη: *T. alba*, *T. deliculata* και *T. Deroepstorffi* (Dickinson και Remsen, 2013). Η IOC αναγνωρίζει τέσσερα είδη πεπλόγλαυκας (Gill και Donsker, 2018) :

1. *T. alba*, με 10 υποείδη ευρέως διαδεδομένα στην Αφρική και την Ευρώπη
2. *T. furcata*, με 12 υποείδη ευρέως διαδεδομένα στη Βόρεια, Μέση και Νότια Αμερική
3. *T. javanica*, με 7 υποείδη που κατανέμονται από τη νότια και νοτιοανατολική Ασία έως την Αυστραλία και τον νοτιοδυτικό Ειρηνικό
4. *T. deroepstorffi*, που εντοπίζονται κυρίως στα νησιά Adaman

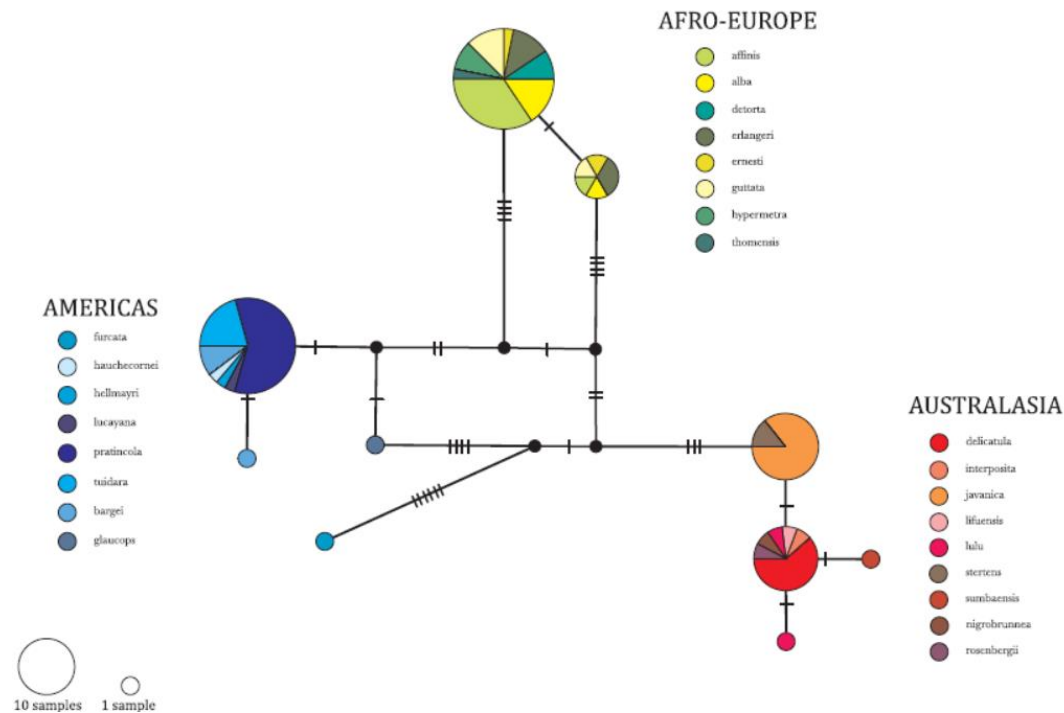
Μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως το μέγεθος σώματος, ο χρωματισμός και το μοτίβο των φτερών, η ποσότητα φτερών στον ταρσό και η δύναμη του ταρσού και των ποδιών έχουν προταθεί να συσχετιστούν με την υποδιαίρεση των τριών ειδών (Wink et al., 2009; Alibadian et al., 2016;).

Σύμφωνα με μοριακές μελέτες του Alibadian (Alibadian et al., 2016) οι φυλογενετικές αναλύσεις αποκάλυψαν τρεις κύριες τάξεις με ισχυρή γεωγραφική δομή. Η Uva (Uva et al., 2018) δημοσίευσε μια άλλη μοριακή μελέτη των συστηματικών σχέσεων των κουκουβαγιών και των συγγενικών τους ειδών, (βλ. παρακάτω εικόνα).



Εικόνα 1: Χάρτης προέλευσης των δειγμάτων της μελέτης ταξινόμησης ακολουθώντας την ταξινόμηση κατά Gill και Donsker (2018).

Οι αναλύσεις απλότυπων ανακάλυψαν τρεις κύριες γενεαλογίες στην ομάδα της κοινής πεπλόγλαυκας, υποστηρίζοντας τα αποτελέσματα του Uva (Uva et al., 2018). Τα επιστημονικά και κοινά ονόματα που χρησιμοποιούνται από τους Uva Päckert A. Cibois, L. Fumagalli, and A. Roulin (2018) ακολούθησε η IOC World Bird List και παρουσιάζονται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 2: Γενετική δομή στην ομάδα της κοινής πεπλόγλαυκας, συμπεριλαμβανομένων όλων των τάξεων που βρίσκονται μέσα στις τρεις κύριες ομάδες - δίκτυα απλότυπου TSC μετά την ταξινόμηση κατά Gill και Donsker (2018) .

Η Uva κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η κοινή πεπλόγλαυκα αποτελείται από τρεις εξελικτικές μονάδες, όπως και ο Alibadian (Alibadian et al., 2016) και ανέφερε ότι πρέπει να αναγνωριστούν τρία είδη:

1. Αφρικανικοί και ευρωπαϊκοί πληθυσμοί: *Tyto alba*,
2. Βόρειοι, Κεντρικοί και Νοτιοαμερικανικοί πληθυσμοί: *Tyto furcata*,
3. Νότιοι και νοτιοανατολικοί πληθυσμοί της Ασίας και Αυστραλίας: *Tyto javanica*,

Τα φυλογενετικά στοιχεία δείχνουν τη γεωγραφική και γενετική απομόνωση των τριών γενών (Wink et al., 2009; Alibadian, 2013; Alibadian et al., 2016; Uva et al., 2018;), εκτός από τα συσχετισμένα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά (Alibadian et al., 2016) :

1. Αφροτροπικοί και παλαιοακτικοί πληθυσμοί: *Tyto alba*,
2. Αμερικανικοί πληθυσμοί: *Tyto furcata*,
3. Πληθυσμοί της Ανατολικής Ασίας και της Αυστραλίας: *Tyto javanica*,

Τα προτεινόμενα αγγλικά ονόματα βασίζονται σε αυτά που προτείνει η Uva (Uva et al., 2018), τα οποία χρησιμοποιούνται επί του παρόντος από την IOC World Bird List.

1.5.3 Πληθυσμός σε Ευρώπη και Ελλάδα

Σύμφωνα με πληθυσμιακές εκτιμήσεις που έγιναν σε 27 χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης από την IUCN, το είδος *Tyto alba* επειδή: (i) έχει πολύ μεγάλη γεωγραφική εξάπλωση και παρουσία σε πολλές χώρες, και (ii) σε ότι αφορά τα πληθυσμιακά επίπεδα, βάσει του κριτηρίου του μεγέθους του πληθυσμιακού εύρους ανά γεωγραφική μονάδα έκτασης (Έκταση εμφάνισης 10% σε δέκα χρόνια, ή τριών γενεών, ή με συγκεκριμένη πληθυσμιακή δομή), έχει σταθερή πληθυσμιακή τάση, με αποτέλεσμα να μην εντάσσεται σε κάποια κατηγορία τρωτότητας και να καταγράφεται ως LC (Least Concern). Για αυτούς τους λόγους ο πληθυσμός του συγκεκριμένου είδους δεν θεωρείται ιδιαίτερα ευάλωτος (BirdLife International, 2015). Αναλυτικά, ο ευρωπαϊκός πληθυσμός του είδους *Tyto alba* εκτιμάται σε 111.000 έως 230.000 ζεύγη, που αντιστοιχεί σε 222.000 έως 460.000 ώριμα άτομα. Ακόμη, οι πληθυσμιακές εκτιμήσεις της τυτούς στις 27 χώρες σύμφωνα με την IUCN καταλήγουν σε πληθυσμό που κυμαίνεται από 103.000 έως 216.000 ζεύγη, που αντιστοιχούν σε 206.000 έως 431.000 ώριμα άτομα (BirdLife International, 2015)

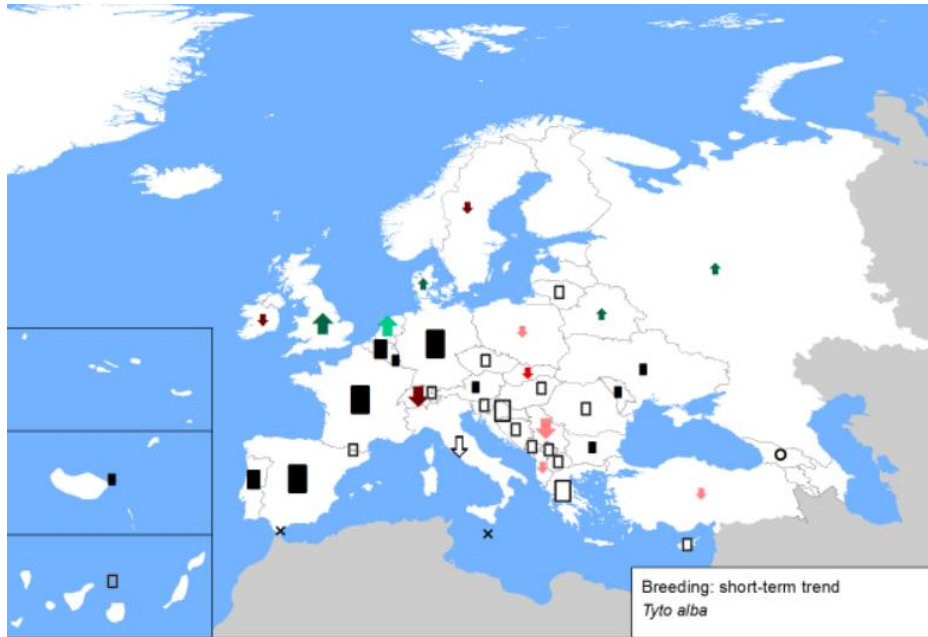
Παρακάτω παρουσιάζονται δύο χάρτες, από τους οποίους ο πρώτος δείχνει τις πληθυσμιακές εκτιμήσεις και βραχυπρόθεσμες πληθυσμιακές τάσεις της τυτούς σε όλη την Ευρώπη και ο δεύτερος χάρτης τις πληθυσμιακές τάσεις παράλληλα με τις μακροπρόθεσμες πληθυσμιακές τάσεις. Σε κάθε χώρα στην οποία εμφανίζεται το είδος *Tyto alba* εμφανίζεται ένα σύμβολο όπου το σχήμα και το χρώμα του αντιπροσωπεύει την πληθυσμιακή τάση στη συγκεκριμένη χώρα και το μέγεθός του αντιστοιχεί στην αναλογία του ευρωπαϊκού πληθυσμού και πληθυσμού της χώρας αυτής. Των δύο συγκεκριμένων χαρτών προηγούνται δύο πίνακες που επεξηγούν τα σύμβολα εντός των χαρτών. Ο πρώτος πίνακας (Πίνακας 3) εξηγεί την σημασία των συμβόλων με βάση το σχήμα και το χρώμα τους ενώ ο δεύτερος (Πίνακας 4) βάση του μεγέθους τους.

Πίνακας 3: Σημασία των συμβόλων που εμφανίζονται εντός των χαρτών (**Εικόνα 3** και **Εικόνα 4**) με βάση το σχήμα και το χρώμα τους.

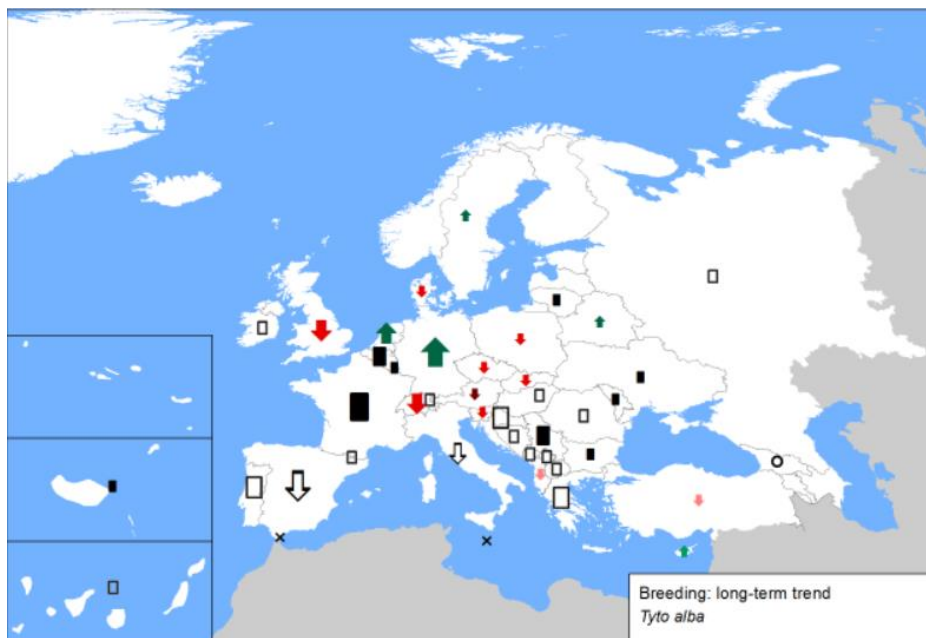
Σύμβολα	Εξήγηση
	Μεγάλη αύξηση ($\geq 50\%$)
	Μέτρια αύξηση (20-49%)
	Μικρή αύξηση (<20%)
	Αύξηση αγνώστου μεγέθους
	Μεγάλη μείωση ($\geq 50\%$)
	Μέτρια μείωση (20-49%)
	Μικρή μείωση (<20%)
	Μείωση αγνώστου μεγέθους
	Σταθερό ή κυμαινόμενο
	Άγνωστο
	Παροντικό (χωρίς στοιχεία πληθυσμού ή τάσεων)
	Εξαφανισμένο από το 1980

Πίνακας 4: Σημασία των συμβόλων που εμφανίζονται εντός των χαρτών (Χάρτης 1 και Χάρτης 2) με βάση το μέγεθός τους.

Σύμβολα	Εξήγηση
	Μεγάλο: $\geq 10\%$ του ευρωπαϊκού πληθυσμού
	↑ Μεσαίο: 1-9% του ευρωπαϊκού πληθυσμού
	↑ Μικρό: <1% του ευρωπαϊκού πληθυσμού



Εικόνα 3: Πληθυσμιακές εκτιμήσεις και βραχυπρόθεσμες πληθυσμιακές τάσεις της τυτούς στην την Ευρώπη .



Εικόνα 4: Πληθυσμιακές εκτιμήσεις και Μακροπρόθεσμες πληθυσμιακές τάσεις της τυτούς στην Ευρώπη.

1.5.4 Βιολογία αναπαραγωγής - Θέσεις αναπαραγωγής

Οι πληθυσμοί της τυτούς που ζουν σε τροπικές περιοχές μπορούν να αναπαραχθούν οποιαδήποτε στιγμή του χρόνου, ασχέτως αν η φωλεοποίηση τους, λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένες εποχές του έτους. Σε περιοχές με εναλλαγή υγρών και ξηρών περιόδων, η ωτοκία πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια ξηρασίας, καθώς η βλάστηση μειώνεται αισθητά, γεγονός που συμβάλλει στην εύρεση των θηραμάτων τους, κυρίως τρωκτικών, με μεγαλύτερη ευκολία. Σε άγονες περιοχές η αναπαραγωγή μπορεί να συμβεί κυρίως σε υγρές περιόδους λόγω προσωρινής αύξησης των πληθυσμών των μικρών θηλαστικών. Σε εύκρατες περιοχές οι περίοδοι αναπαραγωγής είναι περισσότερο διακριτές. Στην Ευρώπη, η φωλεοποίηση με σκοπό την αναπαραγωγή πραγματοποιείται κυρίως τους μήνες Μάρτιο έως Ιούνιο όταν οι θερμοκρασίες αυξάνονται. Οι πραγματικές ημερομηνίες ωτοκίας ποικίλουν ανά έτος και τοποθεσία, καθώς σχετίζονται και με την ποσότητα των θηραμάτων γύρω από τις θέσεις φωλεοποίησης (Taylor, 2004). Η αύξηση των τοπικών πληθυσμών τρωκτικών μπορεί να αυξήσει τις θέσεις φωλεοποίησης και να οδηγήσει σε 2 ωτοκίες ετησίως, ακόμη και σε ψυχρότερα μέρη (British Trust for Ornithology, 2009)

Τα θηλυκά είναι έτοιμα να αναπαραχθούν σε ηλικία 10 έως 11 μηνών. Σε ψυχρότερα κλίματα, με δυσμενείς καιρικές συνθήκες και μειωμένα χειμερινά αποθέματα τροφής επιλέγουν κυρίως κτίρια αγροκτημάτων και αχυρώνες, αν και εγκυμονεί ο κίνδυνος να καταληφθεί η φωλιά τους από άλλα είδη (Shawyer και Colin, 1994). Σε γενικές γραμμές φωλιάζουν κυρίως σε τρύπες δέντρων, σχισμές γκρεμών, φωλιές άλλων πτηνών και ιδιαίτερα στην Ευρώπη σε παλιά κτίρια κοντά σε αγροκτήματα, σε πύργους ή εκκλησίες. Τα κτίρια προτιμώνται από δέντρα κυρίως σε υγρά κλίματα γιατί εκεί προστατεύονται καλύτερα τα νεοσσοί από δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Ακόμη, οι φωλιές σε δέντρα βρίσκονται κυρίως σε ανοικτούς βιοτόπους παρά σε μεγάλες δασικές εκτάσεις (Taylor 2004).

Η διαδικασία της ερωτοτροπίας ξεκινά με πτήσεις του αρσενικού προς το θηλυκό και κάλεσμα αυτού με ήχους. Κατά τη διάρκεια αυτής και τα δύο φύλα επικοινωνούν με ήχους. Η συνουσία συμβαίνει κάθε λίγα λεπτά κατά τη διάρκεια εύρεσης φωλιάς. Η συνεύρεση συνεχίζεται όλη τη διάρκεια επώασης και εκτροφής των νεοσσών, εντός της φωλιάς. Ορισμένες φορές επιλέγουν μία εγκαταλειμμένη για δεκαετίες φωλιά πάρα να χτίσουν μία νέα. Το θηλυκό γεννά συνήθως από 2 έως 18

αυγά (μέσος όρος συνήθως 4 έως 7) και με ρυθμό συνήθως 1 αυγό κάθε 2 έως 3 ημέρες. Η επώαση που γίνεται από το θηλυκό διαρκεί περίπου 29 έως 30 ημέρες. Το θηλυκό ταΐζει τους νεοσσούς έως και 25 ημέρες μετά την εκκόλαψη των αυγών. Η πρώτη τους πτήση γίνεται 50 έως 70 ημέρες μετά την εκκόλαψη και γίνονται ανεξάρτητοι 3 έως 5 εβδομάδες συνήθως μετά την πρώτη πτήση τους (Bachynski και Harris, 2002).

Η θηλυκιά Τυτώ αφήνει για πολύ σύντομο χρονικό διάστημα τη φωλιά κατά τη διάρκεια της επώασης, καθώς σε όλο αυτό το διάστημα το αρσενικό ταΐζει το θηλυκό. Τα αρσενικά φέρνουν την τροφή στα θηλυκά και θηλυκά τεμαχίζουν την τροφή ταΐζοντας τα μικρά τους. Οι γονείς συνεχίζουν να ταΐζουν τα μικρά τους έως και 5 εβδομάδες μετά τη φυγή τους (Bachynski και Harris, 2002).

1.5.5 Τροφικές προτιμήσεις - Θέσεις τροφοληψίας

Η Τυτώ κυνηγάει κυρίως τα θηράματά της το σούρουπο ή αργά τη νύχτα και τα ενδιαιτήματα τα οποία επιλέγει είναι οι μεγάλες εκτάσεις, όπως αγροί και λιβάδια. Πετάει χαμηλά και σχετικά αργά πάνω από το έδαφος, εποπτεύοντας το χώρο για σημεία που πιθανόν κρύβουν θηράματα (University of Florida, 1999). Ακόμη, μπορεί να σκαρφαλώσει σε κλαδιά, στύλους, φράχτες ή σε άλλα σημεία επιτήρησης για σάρωση του περιβάλλοντός της (Meyrom et al., 2009). Μελέτες έχουν δείξει ότι χρησιμοποιεί τους ίδιους εναέριους «διαδρόμους» για το καθημερινό της κυνήγι σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Έχει εξαιρετικά οξεία ακοή, στην οποία συμβάλλει ο επίπεδος δίσκος του προσώπου της, ο οποίος λειτουργεί σαν "δορυφορικό πιάτο", λαμβάνοντας σήματα από την κατεύθυνση που το στρέφει ενώ, ταυτόχρονα, λειτουργεί ως ασπίδα για άλλους, αδιάφορους ήχους. Τα αυτιά της είναι τοποθετημένα ασυμμετρικά στο κεφάλι και της δίνουν «στερεοφωνική» αντίληψη της πηγής και της απόστασης των ήχων, γεγονός που πρακτικά σημαίνει ότι δεν χρειάζεται καθόλου να βλέπει, κυνηγώντας άνετα μέσα στο απόλυτο σκοτάδι. Βέβαια, όταν κυνηγάει όσο υπάρχει ακόμη φως, χρησιμοποιεί και την όρασή της. Μόλις αντιληφθεί κάποιον ήχο, ορμάει ταχύτατα και κατευθύνεται με ακρίβεια εκατοστού στο στόχο, βυθίζοντας τα νύχια της βαθιά στη λεία, ακόμη και αν βρίσκεται κάτω από το χώμα, τη βλάστηση ή κάτω από παχύ στρώμα χιονιού. Πρακτικά, όταν ένα τρωκτικό προδώσει τη θέση του, δεν έχει καμία ελπίδα διαφυγής (University of Florida, 1999).

Τα τρωκτικά και άλλα μικρά θηλαστικά μπορούν να αποτελέσουν πάνω από το 90% των θηραμάτων της (Lavariega et al., 2015). Ακόμη πουλιά, σαύρες, αμφίβια, έντομα συμπληρώνουν τη διατροφή της Τυτώ σε πολύ μικρά ποσοστά, ενώ ακόμη και σε περιπτώσεις όπου όλες οι προαναφερθείσες προτιμήσεις της αποτελούν σπάνια λεία και οι γαιοσκώληκες είναι σε αφθονία, αυτοί φαίνεται ότι δεν καταναλώνονται (Taylor, 2004). Στην περιοχή της Ευρώπης και της Μεσογείου τα μικροθηλαστικά, κυρίως των γενών *Microtus*, *Mus*, *Apodemus*, *Rattus*, *Crocidura*, συνθέτουν το κύριο μέρος της διατροφής της (Kelleher et al., 2010). Είναι εξειδικευμένος θηρευτής, επειδή, σε περιπτώσεις που η λεία τους αφθονεί και ποικίλει επιλέγουν να τραφούν κυρίως με τα προαναφερθέντα γένη μικροθηλαστικών. Αντίθετα σε περιπτώσεις που η λεία της είναι περιορισμένη γίνεται γενικευμένος θηρευτής, δηλαδή επιλέγει να τρέφεται με διαφορετικά είδη λείας, διατηρώντας όμως ως κύρια διατροφή τους τα μικροθηλαστικά. Έτσι, λαμβάνει την ποσότητα της βιομάζας που είναι απαραίτητη για την επίτευξη των φυσιολογικών λειτουργιών της. (Taylor, 2004). Σε νησιά με μεγάλο αριθμό πουλιών είναι πιθανόν να τα συμπεριλαμβάνει στη διατροφή της σε ποσοστό έως και 20%, ενώ σε λιβάδια πολύ πιθανόν να συμπεριλάβει στη διατροφής της τερμίτες, ορθόπτερα και γρύλλους. Τα μικρότερα θηράματά της σχίζονται και τεμαχίζονται και στη συνέχεια καταναλώνονται με τμήματα οστών και τριχώματος ενώ θηράματα μεγαλύτερου μεγέθους τεμαχίζονται και στη συνέχεια καταναλώνονται μόνο τα βρώσιμα μέρη (Laudet et al., 2002)].

Η Τυτώ έχει πολύ υψηλό μεταβολικό ρυθμό και για αυτό απαιτεί αρκετή τροφή. Ακόμη, αναλογικά με το μέγεθός της καταναλώνει πολύ μεγάλο αριθμό τρωκτικών, τα οποία θεωρούνται από τον άνθρωπο παράσιτα. Πολλές φορές η υπερβολική τροφή αποθηκεύεται σε διάφορα σημεία κατά τη διάρκεια της θήρευσης, γιατί θα χρειαστεί στο μέλλον σε περιόδους με μειωμένη λεία (Taylor, 2004) Γίνεται επομένως αντιληπτή η αξία της Τυτούς στην γεωργία ως φυσικού τρόπου καταπολέμησης των τρωκτικών. Πολλοί αγρότες τη θεωρούν αποτελεσματικότερη στην αντιμετώπιση των τρωκτικών σε σύγκριση με χημικά σκευάσματα και για αυτό τα τελευταία χρόνια παρέχουν οι ίδιοι τεχνητές θέσεις φωλιάσματος εντός των αγροοικοσυστημάτων (Meyrom et al., 2009).

1.5.6 Απειλές

Τα περισσότερα άτομα τυτούς έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Μάλιστα πολλά ζουν μόνο για μία αναπαραγωγική περίοδο και το ποσοστό θνησιμότητας μπορεί να φτάσει το 75% τον πρώτο χρόνο της ζωής τους, ενώ από έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 572 άτομα του είδους παρατηρήθηκε ως μέση ηλικία θανάτου οι 20,9 μήνες. Ωστόσο, η διάρκεια ζωής για ορισμένα άτομα μπορεί να φτάσει τα 34 χρόνια (Martí, 1992). Στις εύκρατες περιοχές η έλλειψη τροφής που οδηγεί στον υποσιτισμό αποτελεί ίσως την κυριότερη αιτία θανάτου, κυρίως τις περιόδους του χειμώνα και του φθινοπώρου, όπου τα πτηνά που βρίσκονται στο πρώτο έτος της ζωής τους προσπαθούν να τελειοποιήσουν τις δεξιότητές τους. Όσο αφορά στα άτομα μεγαλύτερης ηλικίας των βόρειων και ορεινών περιοχών, ορισμένες αιτίες θανάτου σχετίζονται με δυσμενείς καιρικές συνθήκες, όπως μεγάλη χιονόπτωση και χαμηλές θερμοκρασίες. Ακόμη μία αιτία θανάτου θα μπορούσε να θεωρηθεί η σύγκρουσή τους με οχήματα. Τα ποσοστά θνησιμότητας λόγω σύγκρουσης με οχήματα αυξάνονται όταν οι οδικές αρτηρίες χαρακτηρίζονται από μεγάλη ημερήσια διέλευση οχημάτων, καθώς και από την ύπαρξη ποών αντί θάμνων κοντά στις οδικές αρτηρίες που θα μπορούσαν να προφυλάξουν καλύτερα τα μικροθηλαστικά που βρίσκονται σε αφθονία (Arnold et al., 2019). Συνοψίζοντας, οι απειλές για αυτό το είδος και οι κυριότερες αιτίες θνησιμότητας και μείωσης του πληθυσμού του είναι οι παρακάτω (Bruce et al., 2014):

- Κατακερματισμός και επομένως απώλεια ενδιαιτημάτων,
- Εντατικοποίηση γεωργικών πρακτικών εντός ενδιαιτημάτων,
- Αστικοποίηση και οδική ανάπτυξη που συνδέεται περισσότερο την οδική θνησιμότητα,
- Έντονοι χειμώνες,
- Η υπέρμετρη μηχανοποίηση γεωργικών εκμεταλλεύσεων που οδήγησε στην εγκατάλειψη χώρων, όπως αποθηκών και στάβλων άλλα και η απώλεια εγκαταλειμμένων αγροτικών κτιρίων που αποτελούσαν ιδανικούς χώρους για τη δημιουργία φωλιών,
- Η εφαρμογή οργανοχλωριωμένων φυτοφαρμάκων και τρωκτικοκτόνων, με βάση έρευνες για τη χρήση τους την περίοδο 1950 έως 1980 στην Ευρώπη και κυρίως στις Βορειοδυτικές περιοχές της.

Η τοποθέτηση τεχνητών φωλιών κάτω από κτίρια ή σε άλλες τοποθεσίες συμβάλλει στην αύξηση του τοπικού πληθυσμού. Η πιθανότητα μια φωλιά να φιλοξενήσει ένα ζευγάρι εξαρτάται από την επάρκεια της τροφής κοντά στην περιοχή, καθώς και από την τελική της θέση (Newton, 2010). Η τακτική αυτή εφαρμόζεται όταν υπάρχει υπερβολική μείωση του πληθυσμού, η οποία μπορεί να οφείλεται σε διάφορες αιτίες οι οποίες προαναφέρθηκαν, όπως η διαθεσιμότητα φυσικών θέσεων (Watts, 2004).. Η μεγάλη επιτυχία της μεθόδου αυτής οδήγησε στο να θεωρείται η κυριότερη μέθοδος διαχείρισης και συντήρησης του πληθυσμού. Η Τυτώ όχι μόνο δέχεται τις συγκεκριμένες φωλιές ως κατοικία της, αλλά ενίοτε τις προτιμάει αν αυτές είναι διαθέσιμες σε φυσικές περιοχές (Meysom, 2009). Επιπλέον μέτρα διατήρησης του πληθυσμού είναι οι έλεγχοι της χρήσης τροφτικοκτόνων δεύτερης γενιάς και η διατήρηση των ενδιαιτημάτων των βοσκοτόπων, που έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη επαρκούς τροφής για την Τυτώ. Τα προγράμματα επανεισαγωγής δεν είχαν ξεκάθαρη επιτυχία και οδήγησαν σε συγκρούσεις με τους άγριους πληθυσμούς (Bruce et al., 2014). Ακόμη ένα απαραίτητο μέτρο κρίνεται η συνέχιση της προστασίας και της διατήρησης των βοσκοτόπων και άλλων περιοχών, όπως τα όρια δασών, τα περιθώρια μεταξύ αγρών και οι παραποτάμιες θέσεις, έτσι ώστε να μειωθεί η καταστροφή τέτοιων ενδιαιτημάτων και να αποτελέσουν περιοχές με επάρκεια τροφής για την Τυτώ. Επομένως, η τοποθέτηση φωλιών σε τέτοια ενδιαιτήματα είναι ιδιαίτερα σημαντική. Η χρήση τροφτικοκτόνων πρέπει να ελέγχεται. Τα σχέδια επανεισαγωγής πρέπει να γίνονται με γνώση των κινδύνων από την εισαγωγή ανεπαρκών και εσφαλμένων γενετικών αποθεμάτων (Tucker και Heath, 1994). Τέλος, έχει γίνει αποδεκτό ότι η τοποθέτηση ξύλινων κουτιών φωλιάσματος για την Τυτώ με στόχο τον έλεγχο των τροφτικών από αυτά αποτελεί λιγότερο δαπανηρή μέθοδο από την παραδοσιακή μέθοδο καταπολέμησης με τροφτικοκτόνα (Paz et al., 2013).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Περιοχή μελέτης

Η παρούσα διατριβή αφορά στην Ανατολική Θεσσαλία και ειδικότερα τις αγροτικές περιοχές που αυτή περιλαμβάνει. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των διατροφικών επιλογών της Τυτούς μέσω της ανάλυσης των εμεσμάτων της (pellets), τα οποία συλλέχθηκαν τον Οκτώβριο του 2018. Τα εμέσματα (pellets) συλλέχθηκαν από τεχνητές θέσεις φωλιάσματος (nest boxes), οι οποίες αντικατέστησαν παλιές φυσικές θέσεις που είχε επιλέξει η Τυτώ. Τα τεχνητές φωλιές έχουν εγκατασταθεί για να παρέχουν ασφαλείς θέσεις φωλιάσματος.



Εικόνα 5: Γεωφυσικός χάρτης της Θεσσαλίας

Το γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα του ηπειρωτικού κορμού της Ελλάδας και τα γεωγραφικά διαμερίσματα, με τα οποία συνορεύει, είναι: της κεντρικής και δυτικής Μακεδονίας, της Στερεάς Ελλάδας και

της Ηπείρου, ενώ από την ανατολή βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος. Η Θεσσαλία έχει έκταση 140.550 τετραγωνικά χιλιόμετρα που αντιστοιχεί στο 10,7 % της συνολικής έκτασης της χώρας. Διοικητικά ανήκει στην Αποκεντρωμένη Διοίκηση Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας, αποτελούμενη από τις περιφερειακές ενότητες της Λάρισας, της Μαγνησίας, των Τρικάλων και της Καρδίτσας, ενώ σε αυτή εντάσσονται και τα νησιά των Σποράδων. Στη Θεσσαλία βρίσκεται η μεγαλύτερη πεδιάδα της Ελλάδας, ο Θεσσαλικός κάμπος, ο οποίος περικλείεται από μεγάλους ορεινούς όγκους, με υψηλότερα βουνά τον Όλυμπο και τον Τίταρο στα βόρεια, τα Θεσσαλικά Άγραφα και το Αυγό στα δυτικά, την Όσσα ή αλλιώς Κίσσαβο, το Πήλιο και το Μαυροβούνι στα ανατολικά και τέλος, την Όθρυ στα νότια. Το γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας διαρρέεται από τον ποταμό Πηνειό, ο οποίος είναι ο μεγαλύτερος ποταμός της Θεσσαλίας και ο τρίτος μεγαλύτερος της Ελλάδας. Ο Πηνειός τροφοδοτείται από ένα δίκτυο παραποτάμων, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι: προς το βόρειο τμήμα του ο Τιταρήσιος, ο Ληθαίος, ο Νεοχωρίτης, προς το νότιο ο Σοφαδίτης, ο Φαρσαλιώτης, ο Ενιπέας και ο Καλέντζης και προς το δυτικό και νοτιοδυτικό ο Πορταϊκός, το Μουργκάνι και ο Πάμισος. Όλοι αυτοί οι ποταμοί συμβάλλουν στον Πηνειό, ο οποίος, μέσω της κοιλάδας των Τεμπών, εκβάλλει στο Αιγαίο Πέλαγος. Τα πλημμυρικά νερά του ποταμού τροφοδοτούσαν την λίμνη Κάρλα, η οποία ήταν η μεγαλύτερη φυσική λίμνη της Ελλάδας, μέχρι την αποξήρανσή της το 1962, όταν και σταμάτησε η τροφοδότησή της από τον Πηνειό ποταμό, λόγω της κατασκευής φράγματος στην κοίτη του ποταμού. Η αποξήρανσή της προκάλεσε σημαντικά φυσικά και κοινωνικά προβλήματα, γεγονός που οδήγησε στην προσπάθεια ανασύστασής της με την κατασκευή ταμιευτήρα 42.000 στρεμμάτων στο χαμηλότερο τμήμα της πρώην λίμνης, κοντά στο χωριό Κανάλια. Ακόμη, στο γεωγραφικό διαμέρισμα της Θεσσαλίας εντοπίζονται και τεχνητές λίμνες, όπως η Πλαστήρα ή αλλιώς Ταυρωπού, η οποία δημιουργήθηκε στην κοίτη του Ταυρωπού, παραπόταμου του Αχελώου, και η πιο πρόσφατη του Σμοκόβου (WWF Ελλάς, 2010).



Εικόνα 6: Η Περιοχή μελέτης.

2.2 Κλιματικά δεδομένα

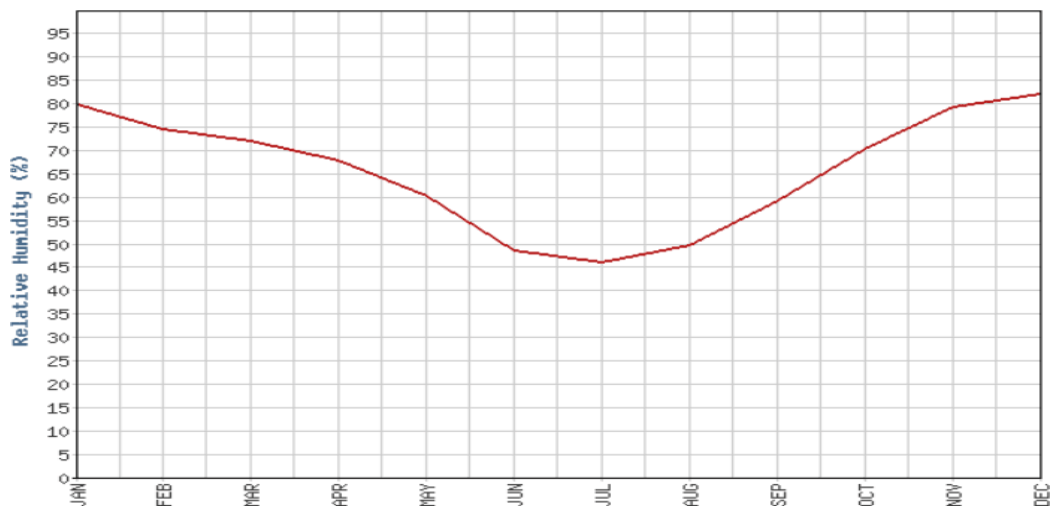
Το κλίμα της Θεσσαλίας, λόγω του φυσικού της αποκλεισμού από τη θάλασσα, είναι μεσογειακό, με χαρακτηριστικά ηπειρωτικού κλίματος και με βάση αυτό η Θεσσαλία μπορεί να χωριστεί σε τρεις περιοχές (Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών (ΕΘΙΑΓΕ), 2012; Πανάκογλου, 2018) :

- Την κεντρική πεδινή με ηπειρωτικό κλίμα, όπου ο χειμώνας είναι κρύος και το ψύχος παραμένει για αρκετές μέρες. Αν και οι χιονοπτώσεις είναι σπάνιες, υπάρχουν και χρονιές με σημαντικούς παγετούς και υψηλή χιονόπτωση. Τα καλοκαίρια είναι αρκετά ζεστά, πέραν κάποιων διαλειμμάτων καταιγίδων και δροσερών ημερών. Ωστόσο, σε περιόδους καυσώνων, σημειώνονται αρκετά υψηλές τιμές θερμοκρασίας σε ευπαθείς περιοχές, ακόμη και πάνω από 40-43 °C.
- Την ανατολική παράκτια και ορεινή με μεσογειακό κλίμα, όπου οι χειμώνες είναι σχετικά κρύοι, με κάποιους παγετούς σε περιόδους κυμάτων ψύχους, ενώ τα καλοκαίρια είναι θερμά και ξερά. Όπως και στην κεντρική πεδινή

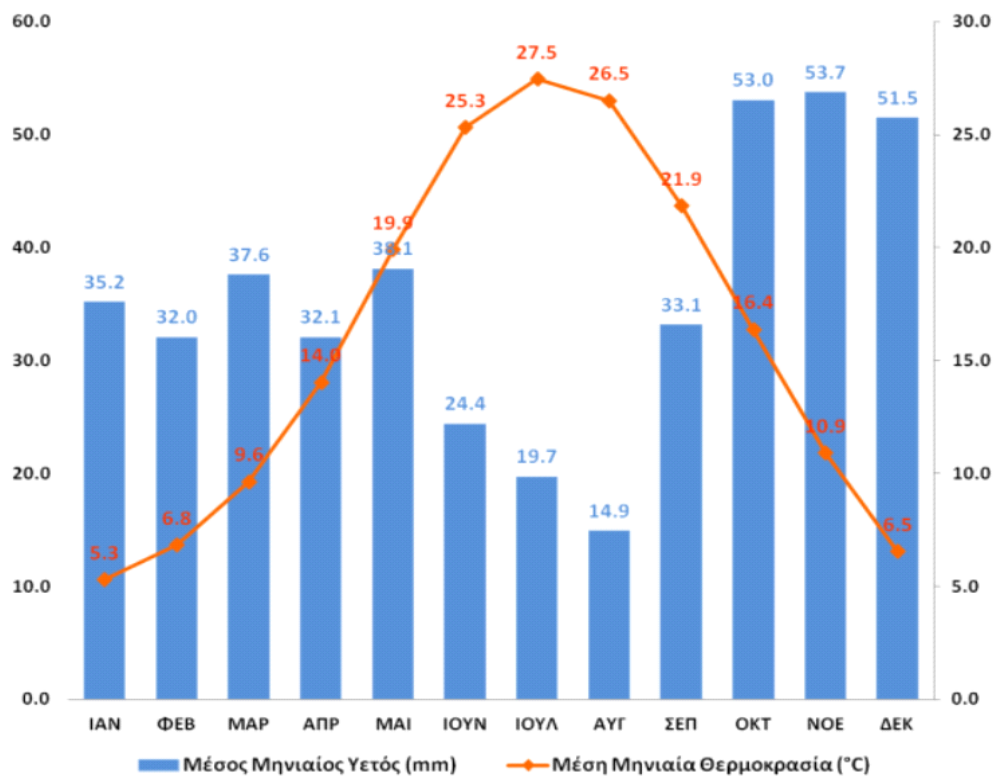
περιοχή με ηπειρωτικό κλίμα, έτσι και σε αυτήν, σε περιόδους καύσωνα, σημειώνονται αρκετά υψηλές θερμοκρασίες σε ευπαθείς περιοχές, ακόμη και πάνω από 40-43°C.

- Την δυτική ορεινή με ορεινό κλίμα, που βρίσκεται σε ένα υψόμετρο κατά μέσο όρο πάνω από 600-800m με βαρείς χειμώνες διαρκείας, με ισχυρό ψύχος κατά διαστήματα. Τα καλοκαίρια είναι δροσερά και τα κύματα καύσωνα σπάνια τις επηρεάζουν.

Παρακάτω παρουσιάζονται δύο εικόνες (7 και 8) που αναπαριστούν τα κλιματικά δεδομένα για την περιοχή της Θεσσαλίας. Τα δεδομένα αυτά λήφθηκαν από τον μετεωρολογικό σταθμό της Λάρισας και αφορούν τη χρονική περίοδο από το 1955 έως 2010. Στην πρώτη εικόνα απεικονίζεται η μέση μηνιαία υγρασία, ενώ στην δεύτερη παρουσιάζεται ένα ομβροθερμικό διάγραμμα, το οποίο απεικονίζει τις τιμές των μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών, καθώς και του μέσου μηνιαίου υετού.



Εικόνα 7: Μέση μηνιαία υγρασία στη Λάρισα για τη χρονική περίοδο 1955-2010



Εικόνα 8: Ομβροθερμικό διάγραμμα απεικόνισης των τιμών της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας καθώς και του μέσου μηνιαίου υετού στη Λάρισα για τη χρονική περίοδο 1955-2010.

2.3 Στοιχεία χρήσεων γης στη Θεσσαλία

Οι χρήσεις γης στην Περιφέρεια Θεσσαλίας αντιστοιχούν κυρίως στην γεωργία και την κτηνοτροφία αλλά υπάρχουν και δάση και δασικές εκτάσεις που ανάλογα την γεωγραφική θέση και το υψόμετρο αποτελούνται από πλατύφυλλα είδη όπως καστανιά, οξιά, δρυ, από κωνοφόρα είδη όπως ελάτη και μαύρη πεύκη, καθώς και από αειφυλλα πλατύφυλλα είδη της χαμηλότερης υψομετρικής ζώνης (Περιφέρεια Θεσσαλίας, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε. Π. Θεσσαλίας και Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ορυκτολογίας και Γεωλογίας, 2007). Η καλλιεργήσιμη έκταση της Θεσσαλίας ανέρχεται σε 4.999.353 στρέμματα και εντοπίζεται κυρίως στην περιοχή του Θεσσαλικού κάμπου, με το μεγαλύτερο τμήμα να αντιστοιχεί στην Περιφερειακή Ενότητα της Λάρισας. Στο σύνολο είναι το 12,68% της καλλιεργήσιμης έκτασης της χώρας (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011). Οι περισσότερες καλλιεργήσιμες εκτάσεις βρίσκονται στους νομούς Λάρισας και

Καρδίτσας, ενώ ο νομός Τρικάλων διαθέτει τις μεγαλύτερες δασικές εκτάσεις. Ειδικότερα, οι γεωργικές εκτάσεις της Περιφέρειας περιλαμβάνουν αρόσιμη γη (57%), ενώ ένα ποσοστό 20% των γεωργικών εκτάσεων είναι βοσκοτόπια. Τα αμιγή δάση αποτελούν το 36% του συνόλου των δασικών εκτάσεων, ενώ το 60% είναι μίξη θαμνώδους και ποώδους βλάστησης. Η Περιφέρεια Θεσσαλίας διαθέτει υδάτινες επιφάνειες συνολικής έκτασης 81,7 km², εκ των οποίων το 98% είναι χερσαία ύδατα. Οι τεχνητές περιοχές αποτελούνται κυρίως από την αστική δόμηση (σε ποσοστό 91%), ενώ οι βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες καλύπτουν το 5% των τεχνητών επιφανειών της Περιφέρειας (ΥΠΕΧΩΔΕ, 2006).. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας ο οποίος απεικονίζει την κατάταξη των κυριότερων καλλιεργειών της Περιφέρειας Θεσσαλίας σε σχέση με τη συνολική καλλιεργήσιμη έκταση. Η καλλιέργεια σκληρού σιταριού υπερτερεί σήμερα σε ποσοστό περίπου 30%, ενώ ακολουθεί το βαμβάκι με ποσοστό σχεδόν 28% (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011).

Πίνακας 5: Κατάταξη των κυριότερων καλλιεργειών φυτικής παραγωγής της Περιφέρειας Θεσσαλίας σε σχέση με τη συνολική καλλιεργήσιμη έκταση (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011)

Σειρά Κατάταξης	Τύπος καλλιέργειας	Καλλιεργήσιμη Έκταση (στρ.)	Καλλιεργήσιμη Έκταση/Σύνολο Αροτραίων Εκτάσεων (%)
1	Σκληρό σιτάρι	1.311.541	29,97
2	Βαμβάκι	1.227.461	28,05
3	Λοιπά σιτηρά	466.330	10,66
4	Αραβόσιτος	335.596	7,67
5	Ελιά	335.569	7,67
6	Ζωοτροφές	312.871	7,15
7	Δέντρα ξηρών καρπών	121.801	2,78
8	Κηπευτικά - Λαχανικά	76.933	1,76
9	Βιομηχανικά φυτά	57.998	1,33
10	Μηλοειδή	46.040	1,05

11	Αμπελώνες	37.687	0,86
12	Πυρηνόκαρπα	23.748	0,54
13	Οσπριοειδή	20.725	0,47
14	Αρωματικά φυτά	1.618	0,04
15	Ανθοκομικές καλλιέργειες	578	0,01
	Σύνολο	4.376.496	100,000

Μερικά επιπλέον σημαντικά στοιχεία για την αγροτική παραγωγή στην περιοχή της Θεσσαλίας τα οποία πρέπει να αναφερθούν είναι τα εξής (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011):

- Τα θερμοκήπια παρουσιάζουν αυξητική τάση, λόγω των αυξημένων απαιτήσεων των καταναλωτών για ασφαλή και υγιεινά προϊόντα σε όλη την διάρκεια του έτους, αλλά κυρίως λόγω της ανάγκης αντιμετώπισης του προβλήματος της κλιματικής αλλαγής και των περιορισμένων αποθεμάτων υδατικών πόρων,
- Με εξαίρεση τον καπνό ο οποίος παρουσίασε δραματική πτώση, σχεδόν 95%, την περίοδο 1978-2008, όπως επίσης και τα ζαχαρότευτλα, γεγονός που ενδεχομένως οφείλεται στην αποδέσμευση της επιδότησης από την παραγωγή στο πλαίσιο της νέας ΚΑΠ και στο κλείσιμο των εργοστασίων ζάχαρης, στα βιομηχανικά φυτά παρουσιάζεται μία αύξηση στο σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων.
- Στην περιφέρεια Θεσσαλίας παρατηρείται είσοδος νέων δυναμικών καλλιεργειών, όπως αυτή του ακτινιδίου αλλά και νέων εναλλακτικών καλλιεργειών όπως η καλλιέργεια της ροδιάς, της στέβιας και του ιπποφαούς.

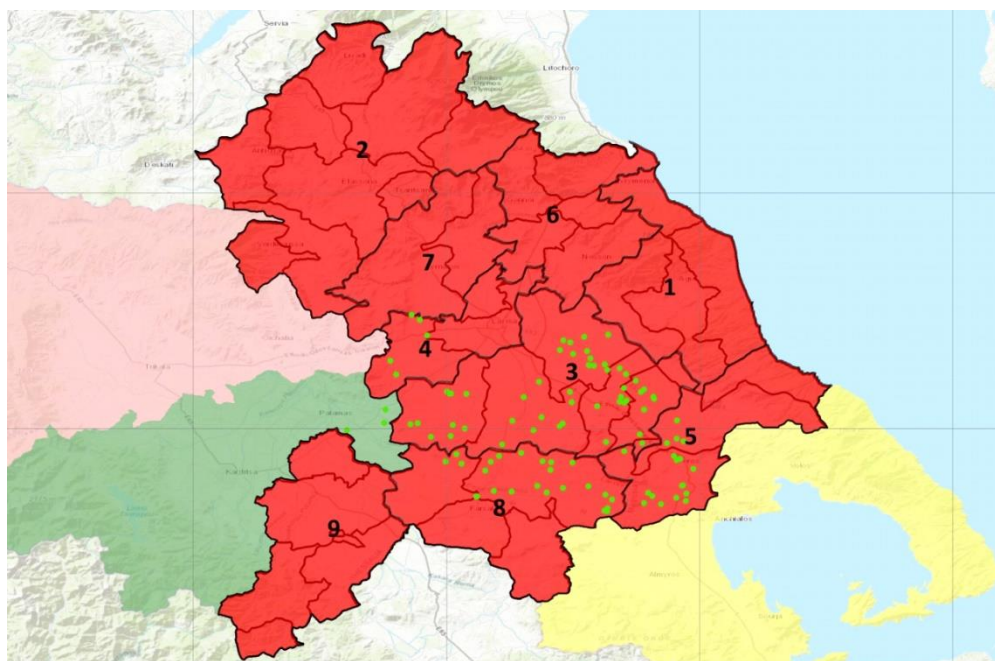
Στη Θεσσαλία έχει αναπτυχθεί πέραν του πρωτογενούς τομέα και μία πολύ σημαντική βιομηχανική και οικονομική δραστηριότητα η οποία καλύπτει όλο το φάσμα του τομέα των τροφίμων, από την παραγωγή έως και την κατανάλωση

(συσκευασία, τυποποίηση, μεταφορά, αποθήκευση, συντήρηση, μεταποίηση, εμπορία (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2007).

2.4 Συλλογή εμεσμάτων (pellets)

Τα εμέσματα συχνά περιέχουν υπολείμματα που αντιστοιχούν σε 4 έως 5 μικροθηλαστικά και η ανάλυση αυτών μπορεί να δείξει τα είδη με τα οποία τρέφεται η Τυτώ. Τα εμέσματα εντοπίζονται σε τοποθεσίες φωλιάσματος της Τυτούς (The Barn Owl Trust, n.d.).

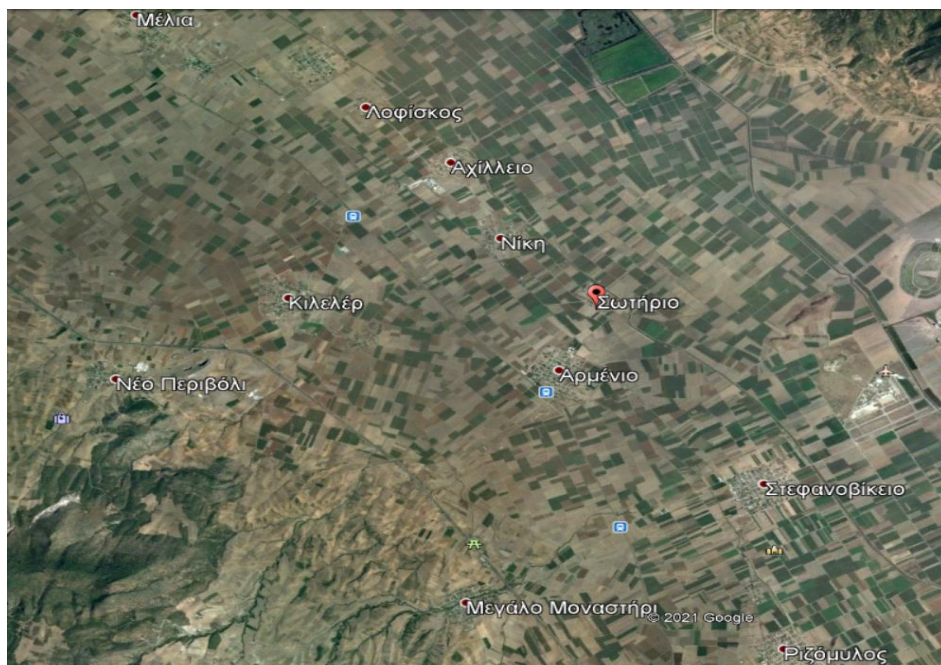
Όλα τα εμέσματα συλλέχθηκαν από τεχνητές φωλιές (nest boxes), δηλαδή από τεχνητά κατασκευασμένα ξύλινα κουτιά, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν από την Τυτώ ως θέσεις φωλιάσματος. Οι τεχνητές αυτές θέσεις φωλιάσματος εγκαταστάθηκαν σε συγκεκριμένα σημεία, με σκοπό να αντικαταστήσουν τις παλιές φυσικές θέσεις φωλιάσματος της Τυτούς. Παρακάτω παρουσιάζεται ένας χάρτης, ο οποίος απεικονίζει την κατανομή 102 τεχνητών κλωβών φωλεοποίησης (πράσινα σημεία), οι οποίοι τοποθετήθηκαν από το 2016 έως το 2018 στην Περιφέρεια Θεσσαλίας από τον ερευνητή Βασίλειο Μποτζώρλο.



Εικόνα 9: Χάρτης με την κατανομή 102 τεχνητών κλωβών φωλεοποίησης Τυτούς (πράσινα σημεία), οι οποίοι τοποθετήθηκαν από το 2016 έως το 2018 στην Περιφέρεια Θεσσαλίας.

Οι τεχνητές φωλιές χρησιμοποιούνται από τους ερευνητές, με σκοπό να αυξήσουν τη διαθεσιμότητα των φωλιών, όπου αυτές λείπουν. Οι τεχνητές φωλιές κατασκευάζονται εύκολα, με σκοπό να αποτελέσουν θέση αναπαραγωγής της Τυτούς και τοποθετούνται σε προκαθορισμένα σημεία, γεγονός που επιτρέπει τη μελέτη του είδους, ακόμη και σε μη αναπαραγωγικές περιόδους (Newton, 1998). Σε περιοχές όπου οι φυσικές φωλιές είναι ελάχιστες, οι πληθυσμοί της Τυτούς αυξήθηκαν και ζουν αποκλειστικά σε τεχνητές φωλιές (Hakkarainen an Korpinmäki, 1996) ενώ σε άλλες τοποθεσίες, αν και υπάρχουν φυσικές θέσεις, το είδος θα προτιμήσει τις τεχνητές (Petty et al., 1994). Σε μέρη όπου οι φυσικές φωλιές είναι περιορισμένες, η τοποθέτηση τεχνητών φωλιών είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση και την επιτυχή διαχείριση των τοπικών πληθυσμών της Τυτούς, καθώς αυτές προτίμησαν τις τεχνητές φωλιές (Petty et al., 1994). Ακόμη, συνέβαλαν στο βιολογικό έλεγχο παρασίτων και εχθρών των καλλιεργειών (Hafidzi και Mohd, 2003), προωθώντας τη μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων, κυρίως τρωκτικοκτόνων, και ευαισθητοποιώντας την κοινή γνώμη σχετικά με την οικολογική αξία του είδους.

Η συλλογή των εμεσμάτων πραγματοποιήθηκε σε περιοχές - χωριά ανάμεσα στις πόλεις της Λάρισας και του Βόλου.



Εικόνα 10: Περιοχές συλλογής εμεσμάτων.

Όλα τα έμεσματα συλλέχθηκαν στις 7-10-2018 από τις περιοχές που αναφέρονται στον παρακάτω πίνακα, ο οποίος αναγράφει και τον αριθμό των εμεσμάτων που συλλέχθηκαν σε κάθε περιοχή.

Πίνακας 6: Αριθμός συλλεχθέντων εμεσμάτων ανά περιοχή συλλογής.

Περιοχή - Τοπική Κοινότητα	Αριθμός συλλεχθέντων εμεσμάτων
Ριζόμυλος - Σημείο 1	70
Νίκη - Σημείο 1	97
Σωτήριο	95
Μέλια	68
Νίκη - Σημείο 2	51
Αρμένιο	47
Ριζόμυλος - Σημείο 2	91
Κιλελέρ	48
ΣΥΝΟΛΟ	567

2.5 Ανάλυση των εμεσμάτων (pellets)

Η ανάλυση των εμεσμάτων της Τυτούς, τα οποία περιέχουν άπεπτα τμήματα των θηραμάτων της, όπως οστά και τρίχωμα, είναι γενικά αποδεκτή για να δώσει μια ακριβή ένδειξη της διατροφής της (Taylor, 1994). Αρχικά, πριν το άνοιγμα των εμεσμάτων και την ταυτοποίηση των άπεπτων μερών, κυρίως οστών μικροθηλαστικών, λήφθηκαν τέσσερις μετρήσεις από κάθε έμεσμα που συλλέχθηκε. Οι τέσσερις μετρήσεις που λήφθηκαν ήταν το ύψος του και δύο πάχη, το μικρότερο και το μεγαλύτερο του, με τη βοήθεια παχύμετρου, και όλα προσδιορισμένα με ακρίβεια mm, ενώ με τη βοήθεια ζυγαριάς λήφθηκε το βάρος του εμέσματος σε γραμμάρια (g). Έπειτα, καθαρίστηκε και ταυτοποιήθηκε το περιεχόμενο καθενός εμέσματος ξεχωριστά. Κατά περισσότερα περιλάμβαναν τρίχωμα και οστά μικροθηλαστικών, ενώ σε ορισμένα βρέθηκαν και ράμφη πτηνών μαζί με τρίχωμα ή μόνο τρίχωμα. Τα οστά ήταν κυρίως κρανία και ισχία, τα οποία αντιστοιχούσαν σε 1 έως 8 άτομα, αλλά ο μέσος όρος ήταν 4-5 άτομα. Ανάλογα με το γένος-είδος του μικροθηλαστικού, ακολουθήθηκε διαφορετικός τρόπος αναγνώρισής του. Τα γένη-είδη των μικροθηλαστικών που εντοπίστηκαν και ταυτοποιήθηκαν, στο σύνολο των 567 εμεσμάτων από όλες τις περιοχές, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 7: Γένη - είδη μικροθλαστικών που εντοπίστηκαν στα αναλυθέντα εμύσματα.

A/A	Γένος –είδος λείας
1	<i>Microtus hartingi</i>
2	<i>Microtus levis</i>
3	<i>Microtus thomasi</i>
4	<i>Cricetulus migratorius</i>
5	<i>Apodemus sylvaticus</i>
6	<i>Apodemus flavicollis</i>
7	<i>Crocidura suaveolens</i>
8	<i>Crocidura leucodon</i>
9	<i>Suncus etruscus</i>
10	<i>Mus domesticus</i>
11	<i>Rattus norvegicus</i>

Για την ασφαλέστερη και εμπειρισταωμένη ταυτοποίηση τα είδη λείας χωρίστηκαν σε ομάδες και αυτή πραγματοποιήθηκε με δύο τρόπους :

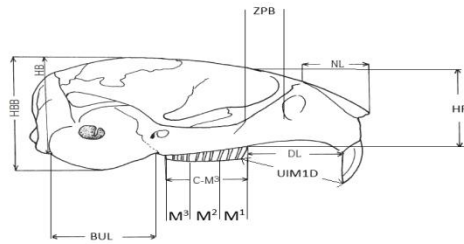
- Στερεοσκοπική αναγνώριση βάσει της ανατομίας κρανίων, οδοντοστοιχιών και με τη χρήση κλειδών
- Κρανιακές μετρήσεις με παχύμετρο και χρήση κλειδών

Και οι δύο τρόποι βασίστηκαν σε συγκεκριμένη βιβλιογραφία και σύγκριση αυτών μεταξύ τους (Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;). Σε ό,τι αφορά τις κρανιακές μετρήσεις, λήφθηκαν υπόψιν συνολικά οι παρακάτω 6 κατηγορίες μετρικών μεταβλητών.

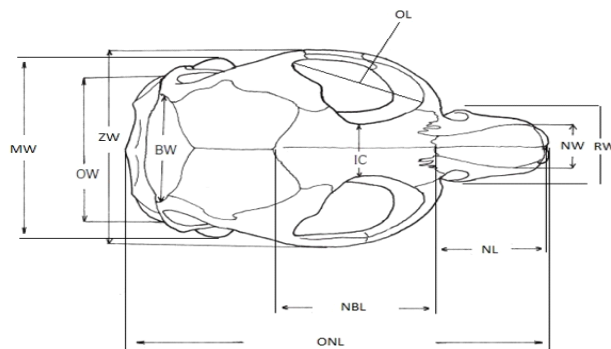
Πίνακας 8: Κατηγορίες μετρικών μεταβλητών που λήφθηκαν για την αναγνώριση των μικροθλαστικών.

Ελληνική ονομασία	Αγγλική ονομασία	Συντομογραφία
Κονδυλο-βασικό μήκος	Condyllo basal length	CBL
Μήκος Διαστήματος	Diastema length	DL
Μήκος Τυμπανικών Φυσαλίδων	Tympanic bullae length	TBL
Ύψος Ρύγχους	Height of rostrum	HR
Μήκος Ρινικών οστών	Nasal length	NL
Πλάτος μεταξύ Οφθαλμικών κογχών	Interorbital constriction	IC

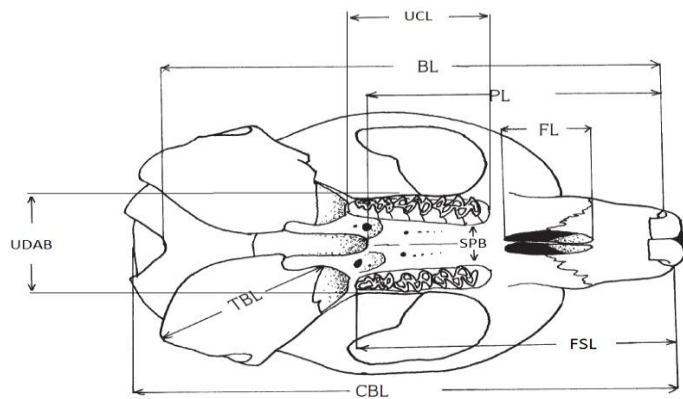
Στις παρακάτω τρεις εικόνες παρουσιάζονται όλες οι κατηγορίες μετρικών μεταβλητών που αφορούν στις κρανιακές μετρήσεις, μαζί με τις έξι προαναφερθείσες, πάνω σε κρανίο του γένους *Microtus*. Με τον ίδιο ακριβώς τρόπο πραγματοποιήθηκαν οι κρανιακές μετρήσεις και σε μικροθηλαστικά του γένους *Apodemus*, με τη βοήθεια του παχύμετρου.



Εικόνα 11: Αποστάσεις μέτρησης κρανιακών μετρικών μεταβλητών εφαρμοσμένες σε πλάγια δεξιά απεικόνιση κρανίου



Εικόνα 12: Αποστάσεις μέτρησης κρανιακών μετρικών μεταβλητών εφαρμοσμένες σε απεικόνιση άνω τμήματος κρανίου



Εικόνα 13: Αποστάσεις μέτρησης κρανιακών μετρικών μεταβλητών εφαρμοσμένες σε απεικόνιση του κάτωθι τμήματος του κρανίου

Η πλήρης διαδικασία αναγνώρισης των ειδών στηριζόμενη είτε στην στερεοσκοπική αναγνώριση της ανατομίας κρανίων, οδοντοστοιχιών και χρήση κλειδών είτε στηριζόμενη σε κρανιακές μετρήσεις με παχύμετρο και χρήση κλειδών παρουσιάζετε εκτενώς στο Παράρτημα I.

2.6 Στατιστική ανάλυση

Πραγματοποιήθηκε διαδικασία περιγραφικής στατιστικής της αφθονίας των μικροθηλαστικών που εντοπίστηκαν στα δείγματα (εμέσματα), του βάρους των εμεσμάτων και των κρανιομετρικών μετρήσεων των μικροθηλαστικών που ταυτοποιήθηκαν. Επίσης, αποτυπώθηκαν σε θηκογράμματα (boxplots) οι τιμές αφθονίας των μικροθηλαστικών που εντοπίστηκαν στα εμέσματα ανά περιοχή δειγματοληψίας.

Ο πλούτος ειδών εκτιμήθηκε και εκφράστηκε με τον δείκτη Shannon και τον δείκτη ισοδιανομής Pielou. Ο δείκτης Shannon (Σχέση 1) βασίζεται στη θεωρία της πληροφορίας (Shannon και Weaver 1949) και ποσοτικοποιεί εντροπία. Ωστόσο βρίσκει εφαρμογή και στην οικολογία ως δείκτης ποικιλότητας. Είναι χρήσιμος γιατί εκτιμά τη μέση αβεβαιότητα της πρόβλεψης σε ποιο είδος ανήκει ένα άτομο που έχει τυχαία επιλεγεί από μια συλλογή S ειδών και N ατόμων. Όσο μικρότερη η τιμή του

δείκτη τόσο πιο μικρή η ποικιλότητα ειδών και υποδηλώνει κυριαρχία συγκεκριμένων ειδών.

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

(Σχέση 1)

Όπου:

P_i = σχετική αφθονία του i -οστού είδους στη βιοκοινότητα

S = ο πλούτος ειδών

Ο δείκτης Pielou (Σχέση 2) εκτιμά την ισοκατανομή των ειδών στη βιοκοινότητα. Ο δείκτης παίρνει τιμές από 0 (υποδηλώνει απόλυτη κυριαρχία) έως 1 (υποδηλώνει απόλυτη ισοδιανομή, οι τιμές του επηρεάζονται από το μέγεθος του δείγματος και τον πλούτο ειδών.

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

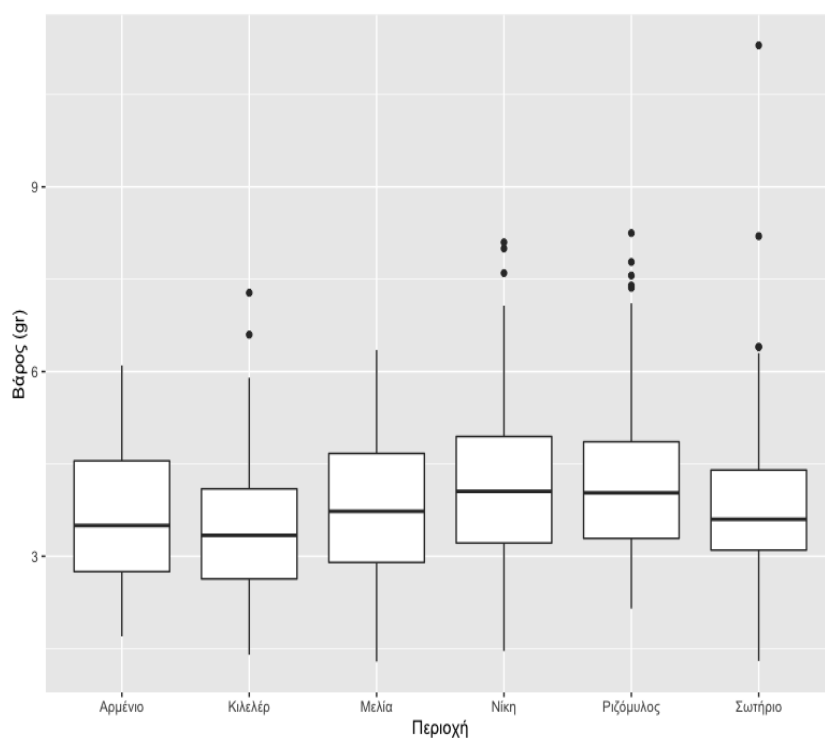
(Σχέση 2)

Τέλος, για να διερευνηθεί αν υπάρχουν διαφοροποιήσεις στη σύνθεση της δίαιτας της Τυτούς εφαρμόστηκε έλεγχος ομογένειας χ^2 (chi-square test of homogeneity). Όλες οι στατιστικές αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στη γλώσσα στατιστικού προγραμματισμού R (έκδοση 4.0.0) και τα διαγράμματα διαμορφώθηκαν με το πακέτο ggplot2.

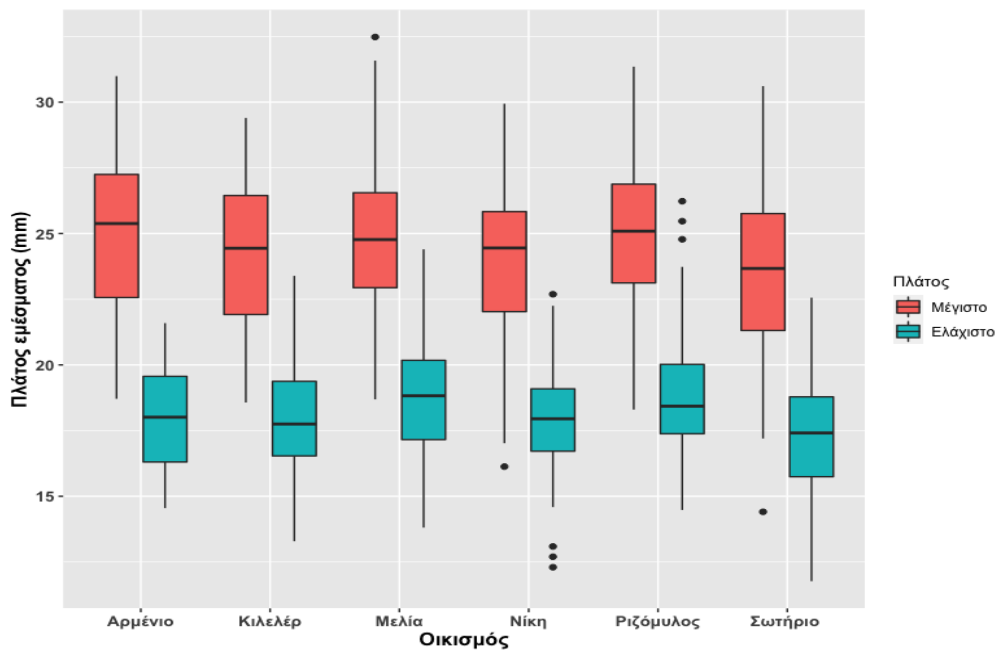
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Χαρακτηριστικά των εμεσμάτων

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων του βάρους, καθώς και του μέγιστου και ελάχιστου πάχους των εμεσμάτων με τη χρήση ζυγαριάς και παχύμετρου αντίστοιχα, παρουσιάζονται στα παρακάτω δύο διαγράμματα. Στο διάγραμμα 1 απεικονίζονται το εύρος τιμών του βάρους, καθώς και το μέσο βάρος των εμεσμάτων για κάθε περιοχή συλλογής. Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζονται το μέγιστο και ελάχιστο πάχος εμέσματος για κάθε περιοχή ξεχωριστά.



Διάγραμμα 1: Εύρη τιμών βάρους και μέσο βάρος εμεσμάτων για κάθε περιοχή ξεχωριστά.



Διάγραμμα 2: Εύρη τιμών, μέσο μέγιστο και μέσο ελάχιστο πάχος εμέσματος για κάθε περιοχή συλλογής.

Όπως γίνεται αντιληπτό από το διάγραμμα 1, το βάρος του εμέσματος κυμάνθηκε σε παρόμοιο εύρος τιμών για κάθε περιοχή, χωρίς να υπάρξουν μεγάλες αποκλίσεις, μεταξύ των περιοχών, πλην ελαχίστων περιπτώσεων. Το βάρος εμέσματος κυμάνθηκε από 1,29 gr έως 11,3 gr. Στην περιοχή της Μελίας εμφανίστηκε το ελαφρύτερο έμεσμα, ενώ το βαρύτερο στο Σωτήριο. Το μέσο βάρος εμέσματος κυμάνθηκε από 3,49 gr έως 4,19 gr, με την περιοχή του Κιλελέρ να εμφανίζει τα ελαφρύτερα έμεσματα και ο Ριζόμυλος τα βαρύτερα. Ακόμη, το Κιλελέρ εμφάνισε τη χαμηλότερη διάμεσο με τιμή 3,34 gr, ενώ η Νίκη την υψηλότερη με τιμή 4,06 gr. Όπως προαναφέρθηκε, δεν υπήρξαν μεγάλες αποκλίσεις στο βάρος του εμέσματος μεταξύ των περιοχών. Η μεγαλύτερη απόκλιση εντοπίστηκε στην περιοχή του Σωτηρίου (1,36 gr), ενώ η μικρότερη στην περιοχή του Αρμενίου (1,11 gr). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά, για κάθε περιοχή ξεχωριστά, τις μέγιστες και ελάχιστες τιμές, τη διάμεσο, το μέσο όρο καθώς και την απόκλιση του βάρους του εμέσματος.

Πίνακας 9: Μέγιστο και ελάχιστο, διάμεσος, μέσος όρος, καθώς και απόκλιση του βάρους των εμεσμάτων για κάθε περιοχή συλλογής.

Περιοχή	Ελάχιστο Βάρος Εμέσματος(g)	Μέγιστο Βάρος Εμέσματος (g)	Διάμεσος (g)	Μέσος όρος (g)	Απόκλιση (g)
Αρμένιο	1,7	6,1	3,5	3,63	1,11
Κιλελέρ	1,4	7,28	3,34	3,49	1,29
Μελία	1,29	6,35	3,73	3,78	1,28
Νίκη	1,46	8,1	4,06	4,16	1,28
Ριζόμυλος	2,15	8,25	4,03	4,19	1,19
Σωτήριο	1,3	11,3	3,6	3,79	1,36

Αντίστοιχα, το ίδιο συνέβη και όσο αφορά τις δύο διαστάσεις του εμέσματος (μέγιστη και ελάχιστη) όπως γίνεται αντιληπτό από το διάγραμμα 2. Όσο αφορά τη μέγιστη διάσταση του εμέσματος, οι μέγιστες τιμές του κυμάνθηκαν από 29,4 mm έως 32,5 mm αντίστοιχα στις περιοχές Μελία και Κιλελέρ, ενώ οι ελάχιστες τιμές της κυμάνθηκαν από 14,4 mm, τιμή που καταγράφηκε μόνο στο Σωτήριο, έως 18,7 mm, τιμή που καταγράφηκε σε δυο περιοχές, το Αρμένιο και τη Μελία. Ακόμη, από τη Μελία προέρχονταν τα εμέσματα με τη μικρότερη τιμή μέσου όρου (23,7 mm), ενώ από το Αρμένιο με την υψηλότερη τιμή (25,2 mm). Η διάμεσος κυμάνθηκε από 23,7 mm (Σωτήριο) έως 25,4 mm (Αρμένιο). Δεν υπήρξαν μεγάλες αποκλίσεις στις τιμές της μέγιστης διάστασης εμέσματος μεταξύ των περιοχών, καθώς και εντός των περιοχών. Η μικρότερη απόκλιση εντοπίστηκε στην περιοχή του Ριζόμυλου (2,61 mm), ενώ η μεγαλύτερη στη Μελία (3,31 mm).

Επίσης, αντίστοιχες μετρήσεις λήφθηκαν και για τη μικρή διάσταση του εμέσματος, με τις μέγιστες τιμές του να κυμαίνονται από 21,6 mm έως 26,2 mm και τις ελάχιστες από 11,8 mm έως 14,6 mm. Αυτές οι τέσσερις τιμές εντοπίστηκαν κατά σειρά στις περιοχές Αρμένιο, Ριζόμυλος, Σωτήριο και ξανά Αρμένιο. Οι τιμές του μέσου όρου της μικρής διάστασης του εμέσματος, καθώς και της διαμέσου ήταν σχεδόν όμοιες, και κυμάνθηκαν από 17,4 mm στην περιοχή του Σωτηρίου, έως 18,8 mm στην περιοχή της Μελίας. Όπως στο βάρος εμέσματος έτσι και στη μέγιστη διάσταση εμέσματος δεν υπήρξαν μεγάλες αποκλίσεις στις τιμές τους μεταξύ των περιοχών συλλογής και εντός των περιοχών. Το ίδιο συνέβη και για τις τιμές της ελάχιστης διάστασης του εμέσματος. Η μικρότερη απόκλιση εμφανίστηκε στην

περιοχή της Νίκης (1,87 mm), ενώ η μεγαλύτερη στην περιοχή της Μελίας (2,32 mm). Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει αναλυτικά τα περιγραφικά στατιστικά μέτρα (μέσος όρος, μέγιστη τιμή, ελάχιστη τιμή, μέση τιμή, τυπική απόκλιση) των δύο διαστάσεων του εμέσματος που μετρήθηκαν.

Πίνακας 10: Περιγραφικά στατιστικά μέτρα (μέσος όρος, μέγιστη τιμή, ελάχιστη τιμή, μέση τιμή, τυπική απόκλιση) των δύο διαστάσεων του εμέσματος.

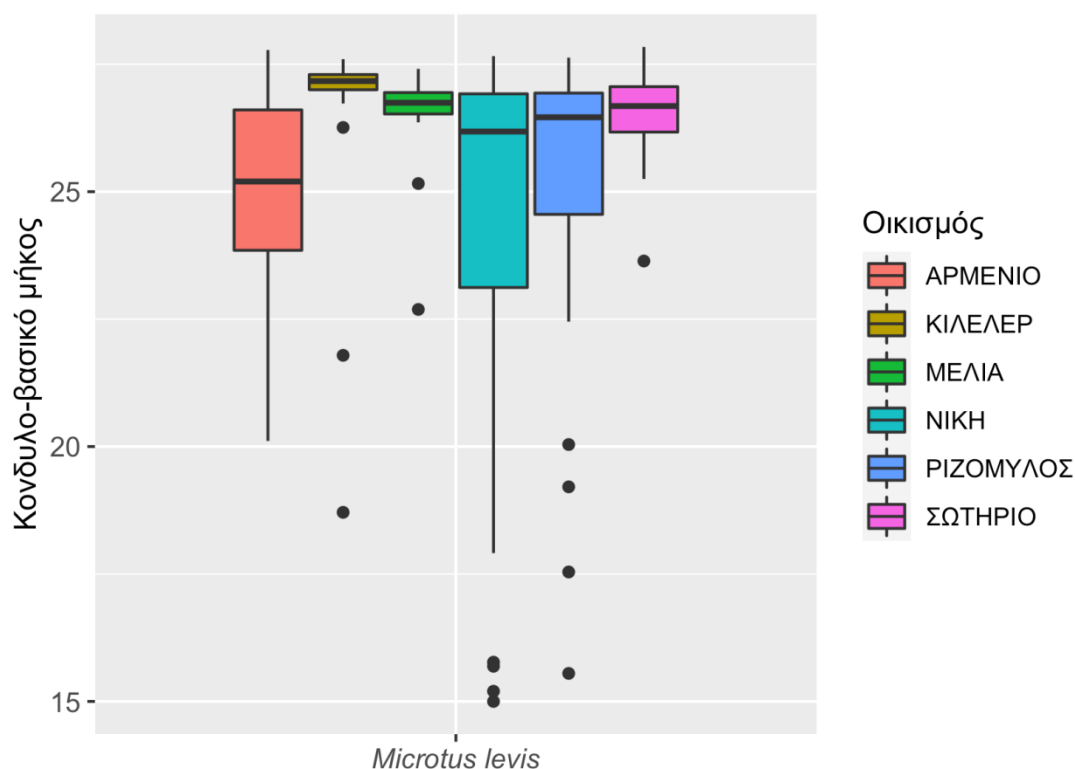
Περιοχή		Ελάχιστη τιμή (Min)	Μέγιστη τιμή (Max)	Διάμεση τιμή (Median)	Μέσος όρος (Mean)	Τυπική απόκλιση (Standard deviation)
Αρμένιο	Μεγάλη διάσταση του εμέσματος (mm)	18,7	31,0	25,4	25,2	3,07
	Μικρή διάσταση του εμέσματος (mm)	14,6	21,6	18,0	18,0	1,89
Κιλελέρ	Μεγάλη διάσταση του εμέσματος (mm)	18,6	29,4	24,4	24,1	2,77
	Μικρή διάσταση του	13,3	23,4	17,8	17,9	2,13

	εμέσματος (mm)					
Μελία	Μεγάλη διάσταση του εμέσματος (mm)	18,7	32,5	24,8	24,9	3,31
	Μικρή διάσταση του εμέσματος (mm)	13,8	24,4	18,8	18,8	2,32
Νίκη	Μεγάλη διάσταση του εμέσματος (mm)	16,1	29,9	24,5	23,9	2,70
	Μικρή διάσταση του εμέσματος (mm)	12,3	22,7	18,0	18,0	1,87

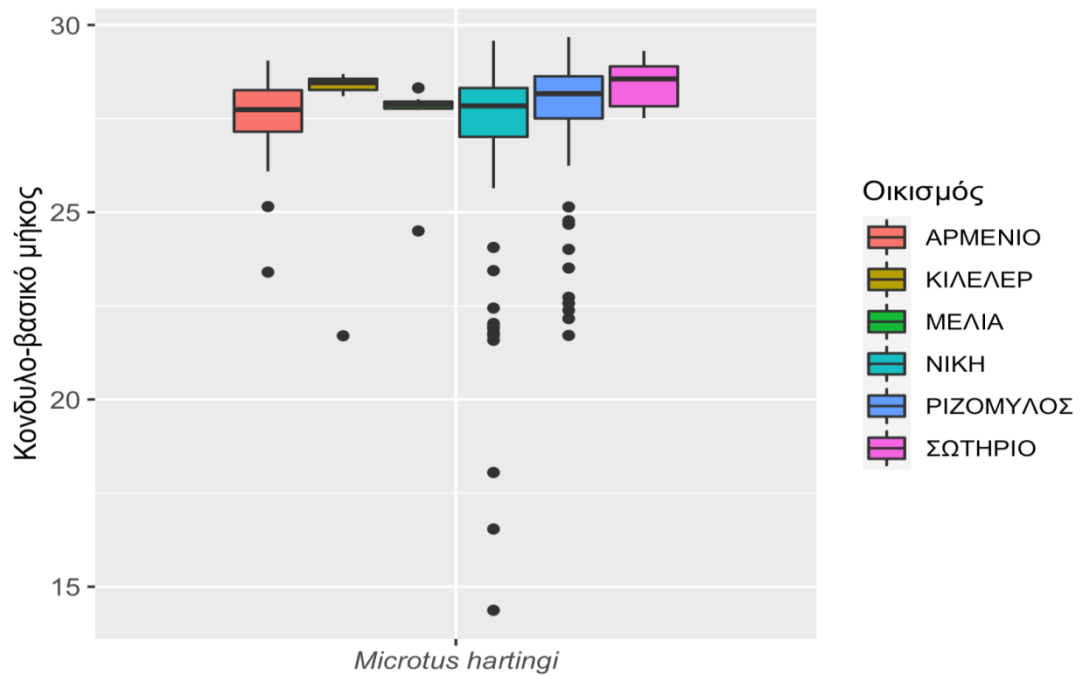
Ριζόμυλος	Μεγάλη διάσταση του εμέσματος (mm)	18,3	31,4	25,1	25,0	2,61
	Μικρή διάσταση του εμέσματος (mm)	14,5	26,2	18,4	18,7	2,05
Σωτήριο	Μεγάλη διάσταση του εμέσματος (mm)	14,4	30,6	23,7	23,7	3,15
	Μικρή διάσταση του εμέσματος (mm)	11,8	22,6	17,4	17,4	2,12

3.2 Μετρικές κρανιακές μεταβλητές της λείας

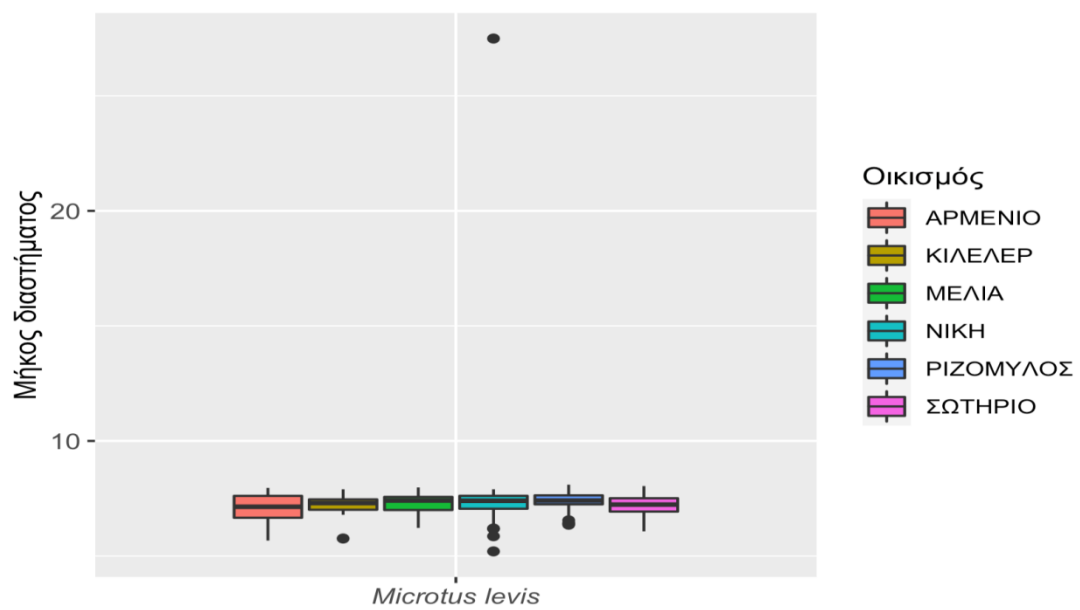
Τα τρωκτικά *Microtus thomasi*, *Cricetulus migratorius*, *Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Suncus etruscus*, *Mus domesticus* και *Rattus norvegicus* αναγνωρίστηκαν μόνο στερεοσκοπικά, οπότε δεν λήφθηκαν κρανιακές μετρήσεις. Τα τρωκτικά τα *Microtus hartingi* και *Microtus levis*, καθώς και τα τρωκτικά του γένους *Apodemus* και συγκεκριμένα τα *Apodemus sylvaticus* και *Apodemis flavicollis*, λόγω της μορφολογικής ομοιότητας των κρανίων τους, πέραν της στερεοσκοπικής αναγνώρισης τους κρίθηκε απαραίτητη και η λήψη κρανιακών μετρήσεων για την τελική ταυτοποίηση τους. Για τις κρανιακές μετρήσεις των *Microtus* λήφθηκαν οι μετρικές μεταβλητές κονδυλο-βασικό μήκος (CBL), μήκος διαστήματος (DL), μήκος τυμπανικών φυσαλίδων (TBL) και ύψος ρύγχους (HR), τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται αναλυτικά για κάθε περιοχή ξεχωριστά στα παρακάτω οχτώ διακριτά διαγράμματα.



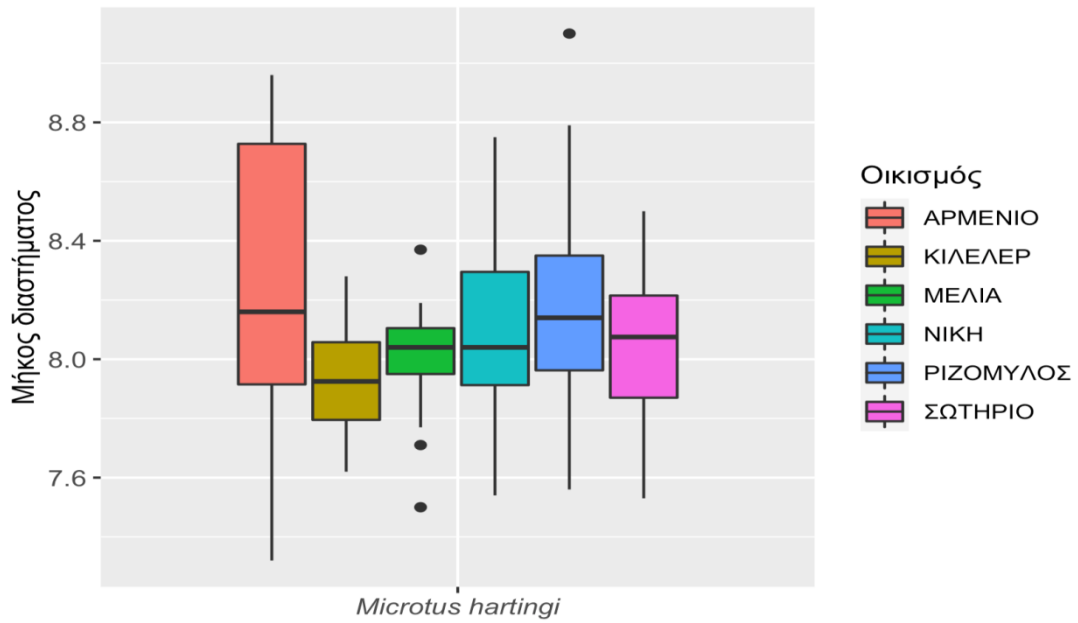
Διάγραμμα 3: Κονδυλο-βασικό μήκος (CBL) του *Microtus levis* για κάθε θέση συλλογής.



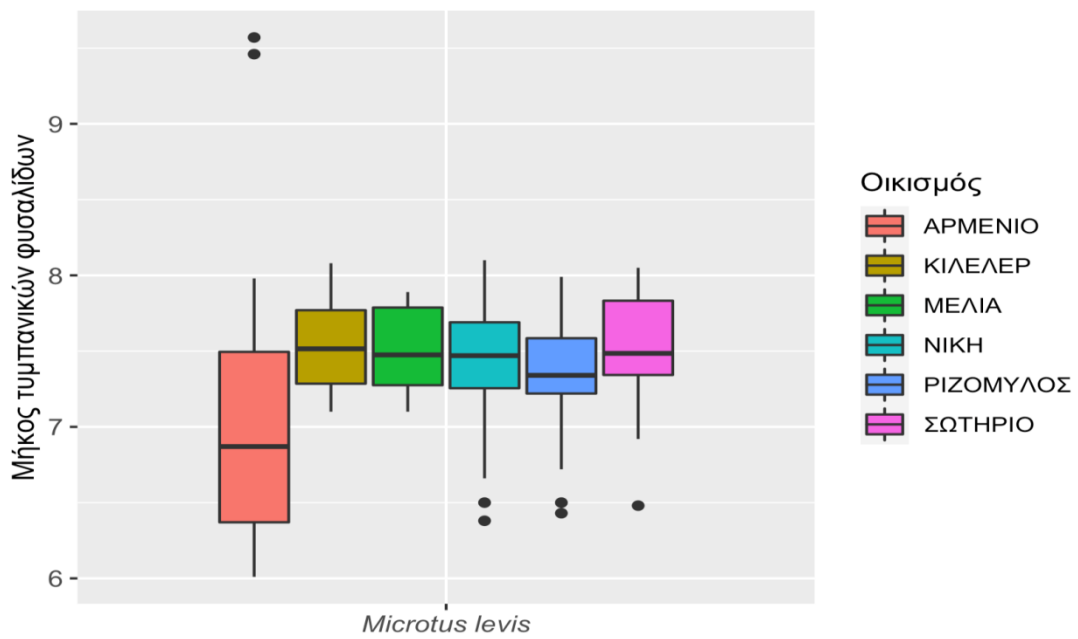
Διάγραμμα 4: Κονδυλο-βασικό μήκος (CBL) του *Microtus hartingi* για κάθε θέση συλλογής.



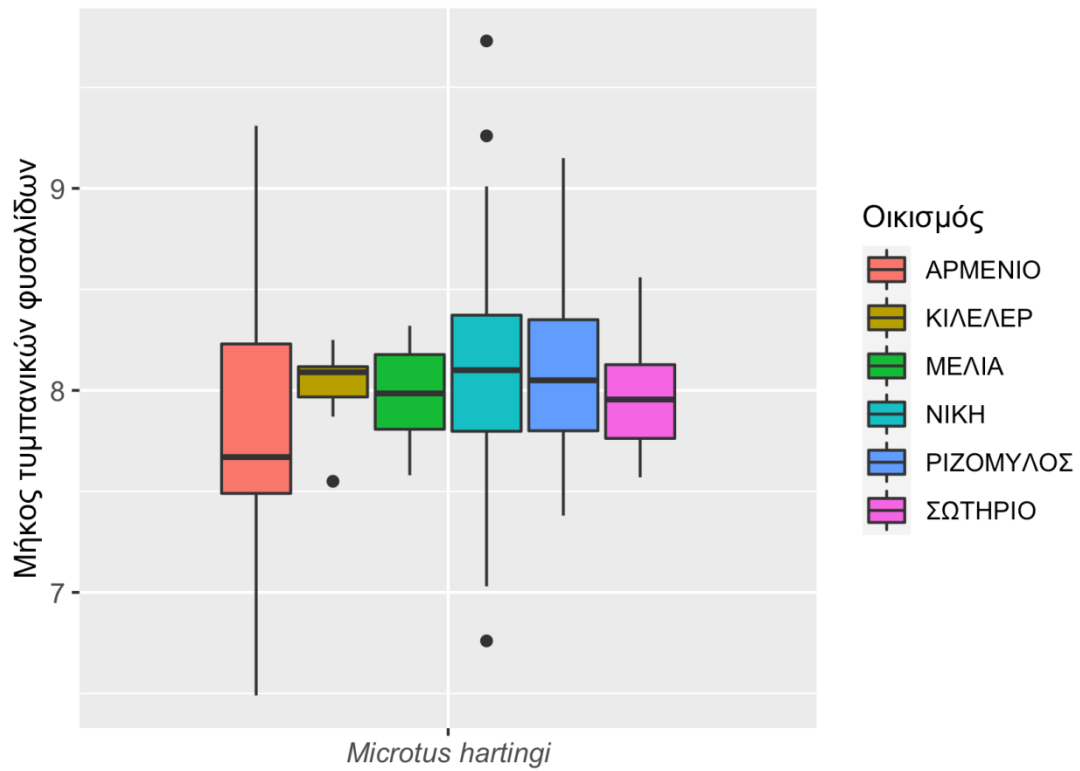
Διάγραμμα 5: Μήκος διαστήματος (DL) του *Microtus levis* για κάθε θέση συλλογής.



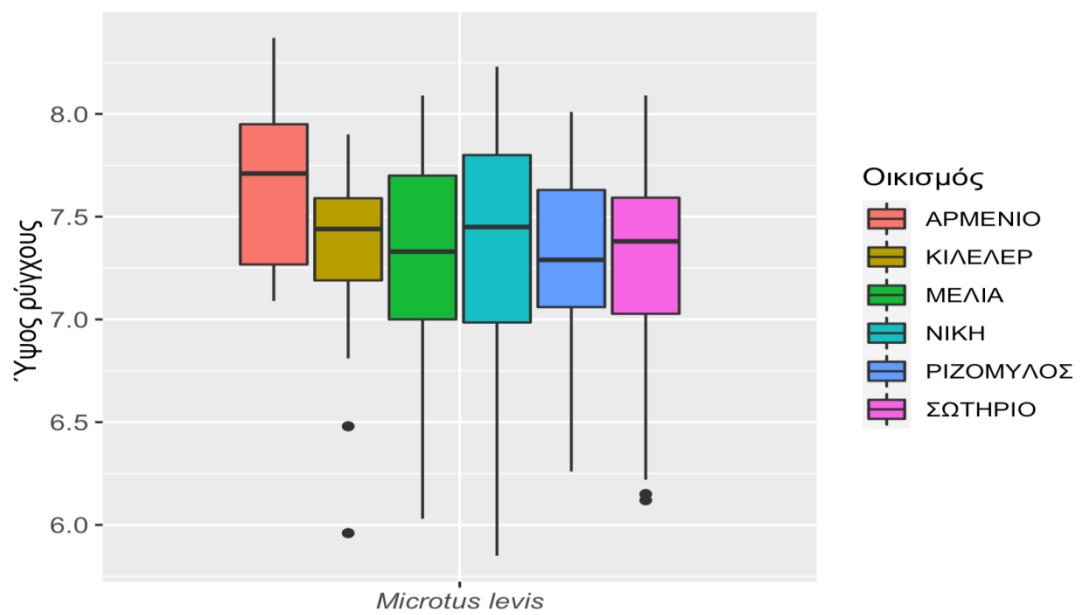
Διάγραμμα 6: Μήκος διαστήματος (DL) του *Microtus hartingi* για κάθε θέση συλλογής.



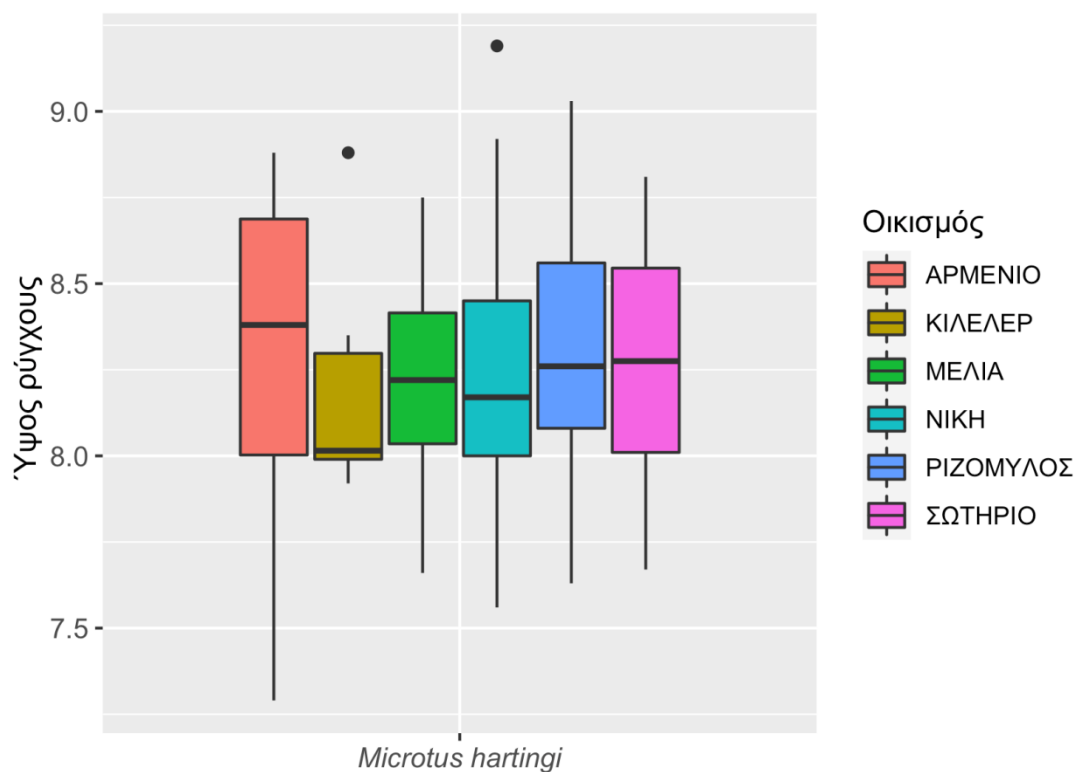
Διάγραμμα 7: Μήκος τυμπανικών φυμαλίδων (TBL) του *Microtus levis* για κάθε θέση συλλογής.



Διάγραμμα 8: Μήκος τυμπανικών φυμαλίδων (TBL) του *Microtus hartingi* για κάθε θέση συλλογής.



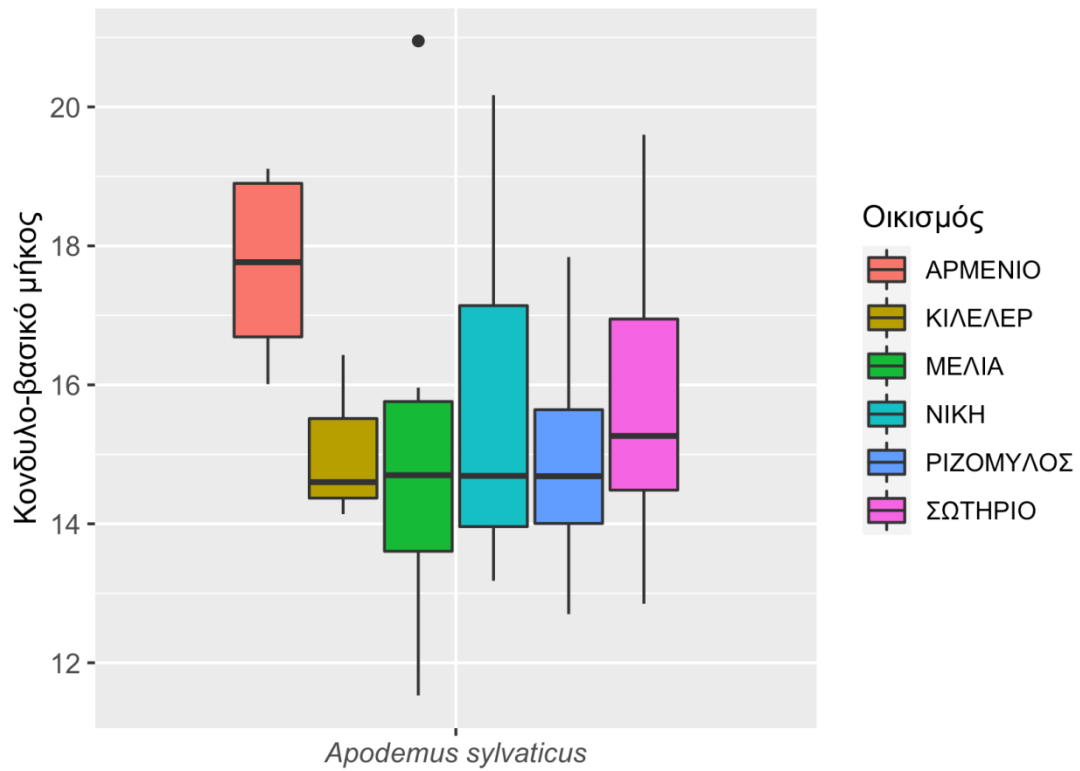
Διάγραμμα 9: Ύψος ρύγχους (HR) του *Microtus levis* για κάθε θέση συλλογής.



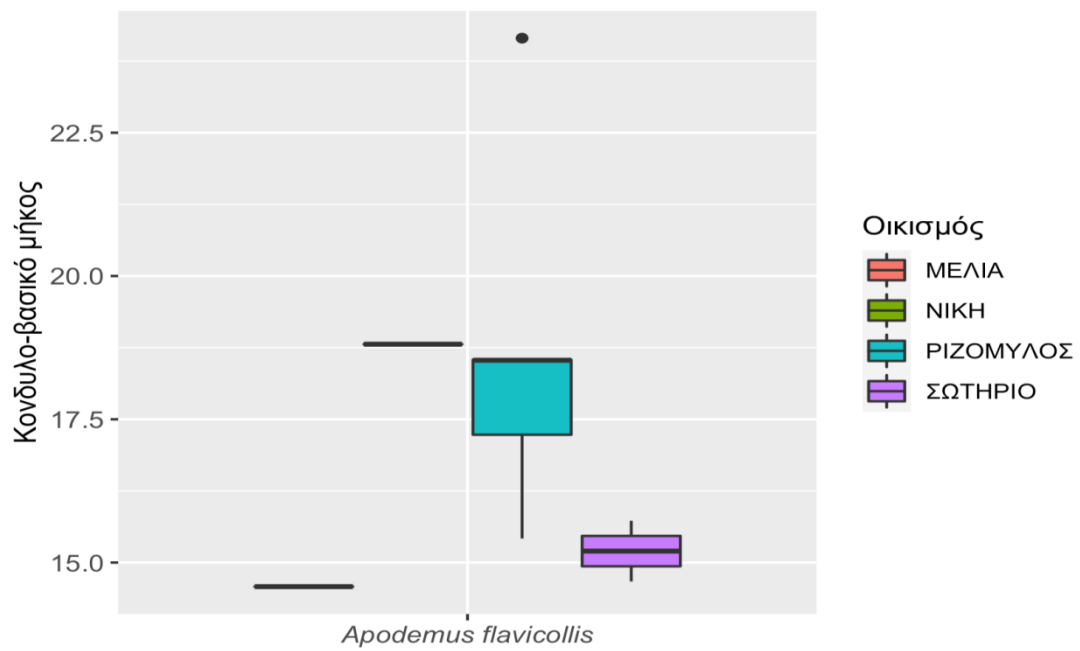
Διάγραμμα 10: Ύψος ρύγχους (HR) του *Microtus hartingi* για κάθε θέση συλλογής.

Από τα παραπάνω διαγράμματα γίνεται αντιληπτό ότι τα τροκτικά του γένους *Microtus* εμφάνισαν μορφολογική ομοιότητα στα κρανία και ειδικότερα στο μέγεθος και στο σχήμα μεταξύ των περιοχών συλλογής. Οι τιμές όλων των μετρικών μεταβλητών των κρανίων είχαν παρόμοια εύρη, χωρίς να υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των περιοχών. Το σημαντικότερο είναι ότι ο μέσος όρος όλων αυτών των μετρικών κρανιακών μεταβλητών κυμάνθηκε σε παρόμοια επίπεδα χωρίς αξιοσημείωτες αποκλίσεις.

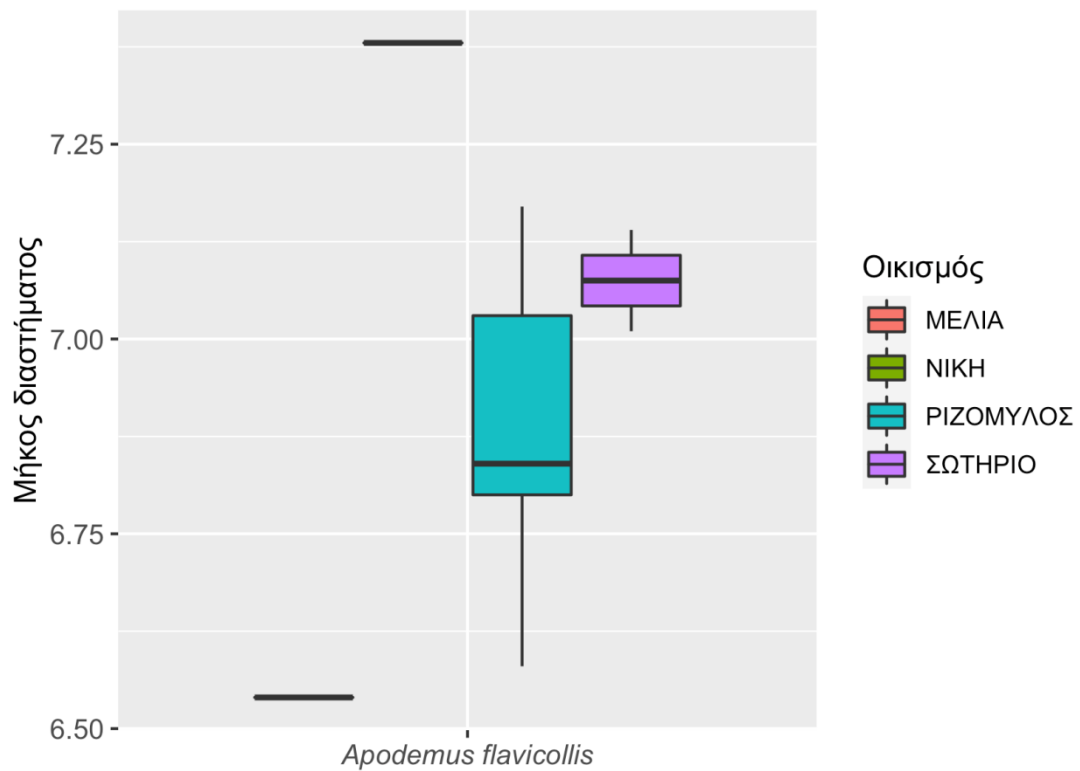
Όσον αφορά τα τροκτικά του γένους *Apodemus* για την αναγνώρισή τους λήφθηκαν αντίστοιχα οι μετρικές κρανιακές μεταβλητές κονδυλο-βασικό μήκος (CBL), μήκος διαστήματος (DL), μήκος ρινικών οστών (NL) και πλάτος μεταξύ οφθαλμικών κονγγών (IC), τα αποτελέσματα των οποίων παρουσιάζονται στα αντίστοιχα οχτώ διακριτά διαγράμματα που ακολουθούν.



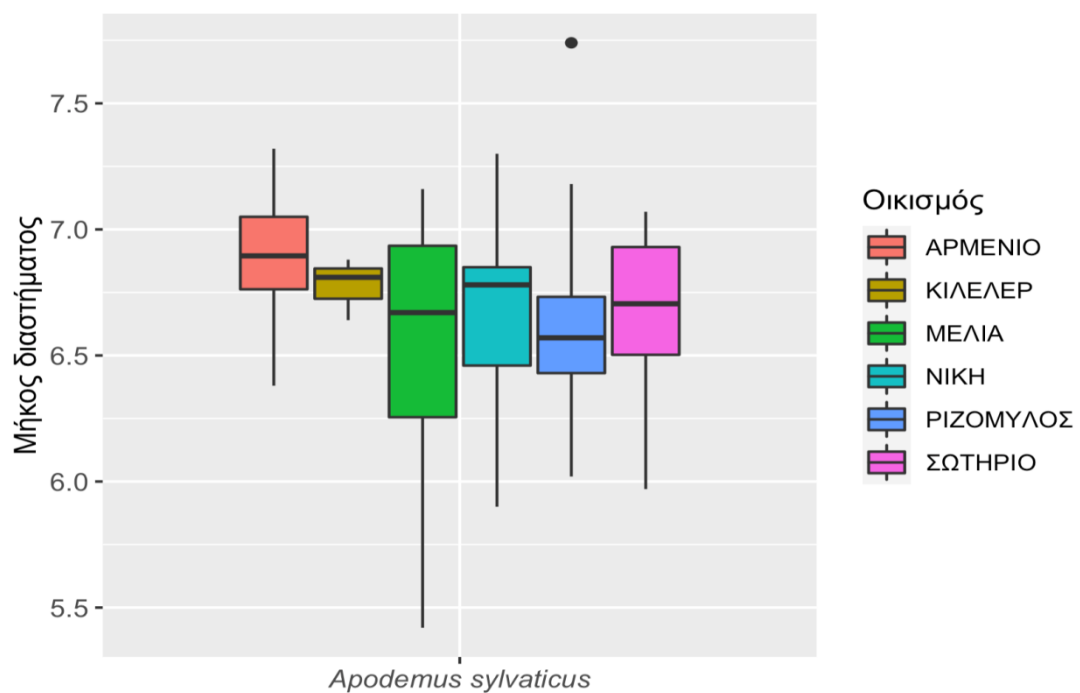
Διάγραμμα 11: Κονδυλο-βασικό μήκος (CBL) του *Apodemus sylvaticus* για κάθε θέση συλλογής.



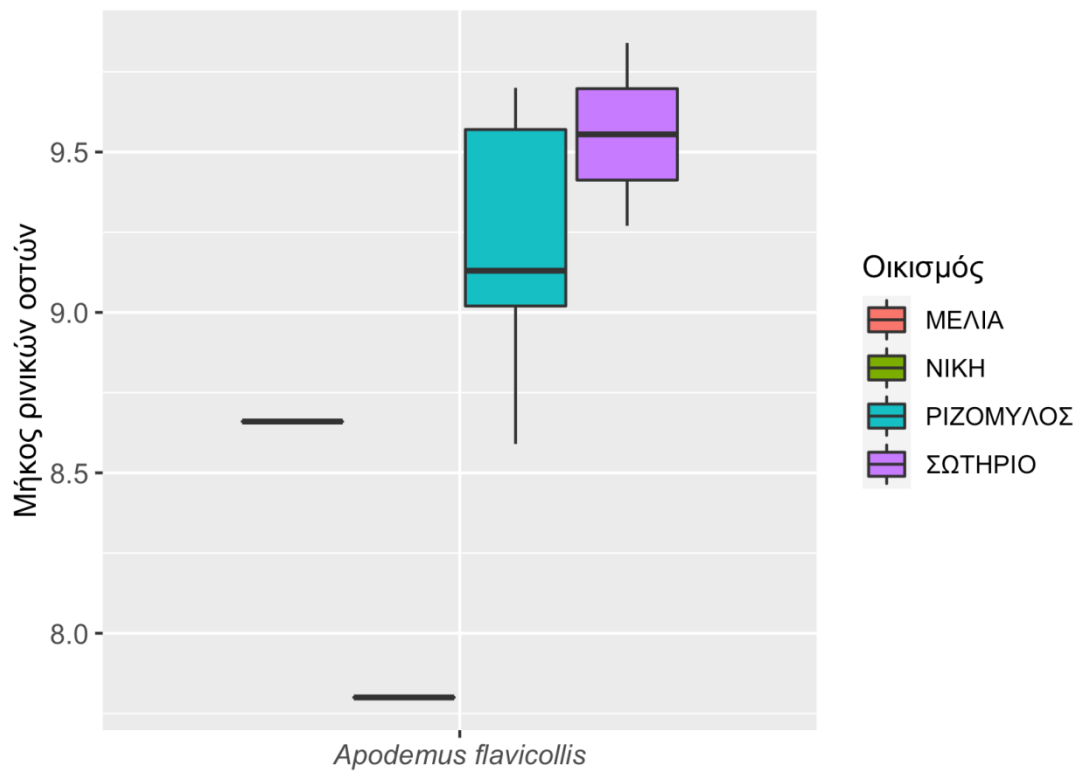
Διάγραμμα 12: Κονδυλο-βασικό μήκος (CBL) του *Apodemus flavicollis* για κάθε θέση συλλογής



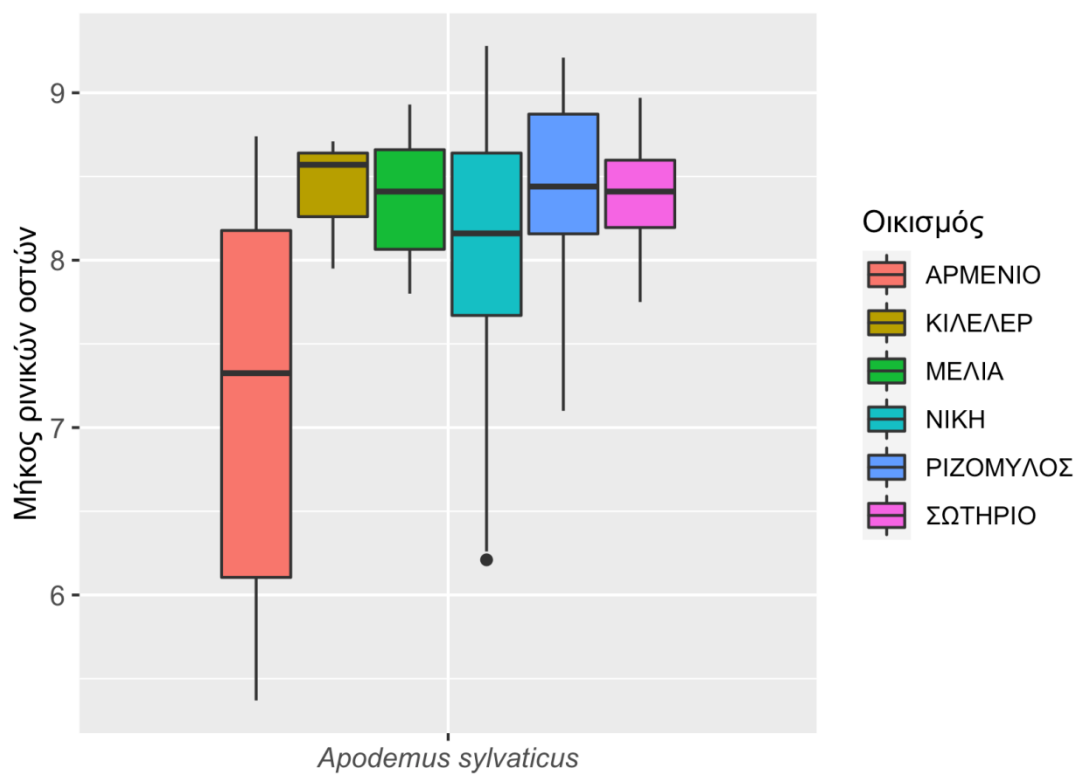
Διάγραμμα 13: Μήκος διαστήματος (DL) του *Apodemus flavicollis* για κάθε θέση συλλογής.



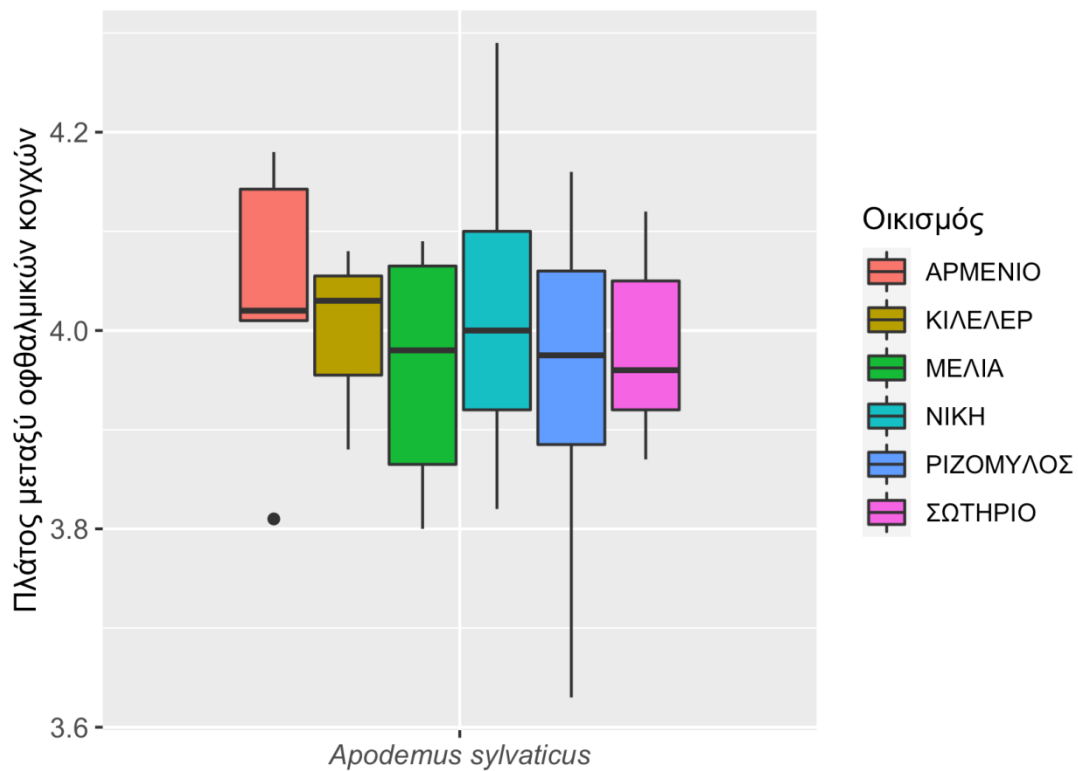
Διάγραμμα 14: Μήκος διαστήματος (DL) του *Apodemus sylvaticus* για κάθε θέση συλλογής.



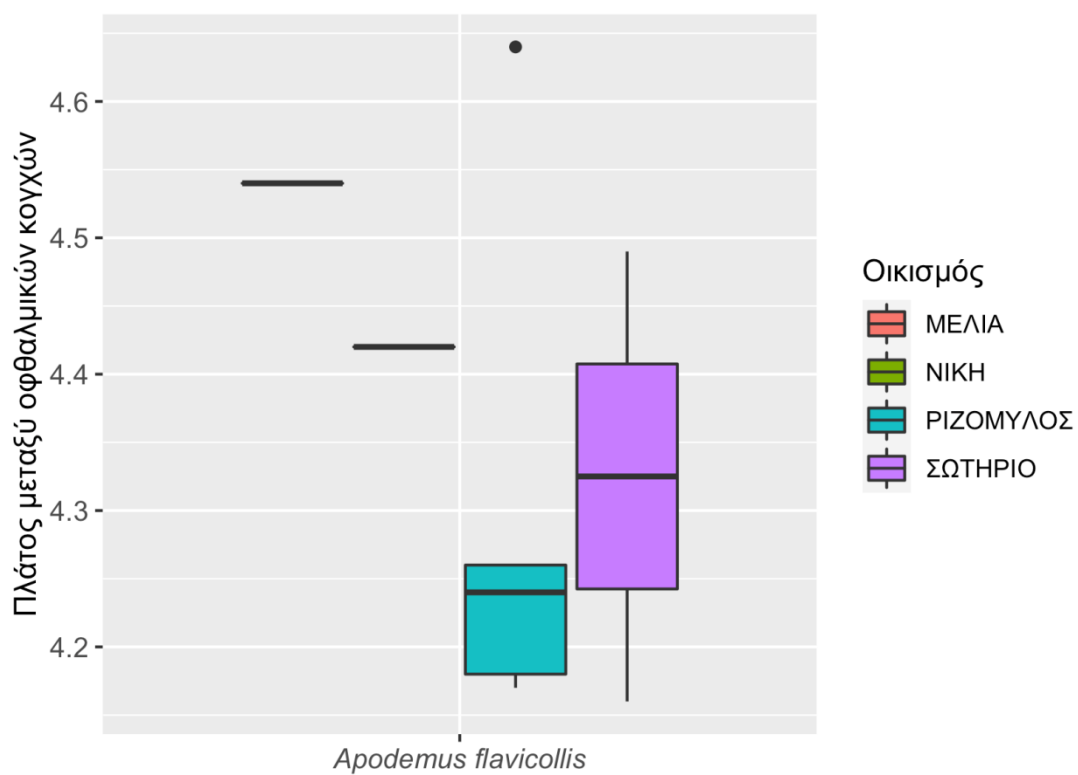
Διάγραμμα 15: Μήκος ρινικών οστών (NL) του *Apodemus flavicollis* για κάθε θέση συλλογής.



Διάγραμμα 16: Μήκος ρινικών οστών (NL) του *Apodemus sylvaticus* για κάθε θέση συλλογής.



Διάγραμμα 17: Πλάτος μεταξύ οφθαλμικών κογχών (IC) του *Apodemus sylvaticus* για κάθε θέση συλλογής.



Διάγραμμα 18: Πλάτος μεταξύ οφθαλμικών κογχών (IC) του *Apodemus flavicollis* για κάθε συλλογής.

Οι τιμές του κονδυλο-βασικού μήκους (CBL) όσον αφορά τα *Apodemus* ήταν ιδιαίτερα χαμηλές σε όλες τις περιοχές, καθώς υπήρξε μεγάλη σύνθλιψη κρανίων κατά το άνοιγμα των εμεσμάτων. Το τρίχωμα και το χόμα των εμεσμάτων, κυρίως το τρίχωμα, έγινε ένα με το κρανίο των *Apodemus*, λόγω του μικρού και στενού μεγέθους τους μπλέκοντας έτσι μέσα σε αυτό. Επομένως είτε καλύπτονταν όλο το κρανίο από τρίχωμα και χόμα και κατά το άνοιγμα των εμεσμάτων συνθλίβονταν τα κρανία τους γιατί δεν ήταν εύκολος ο διαχωρισμός για το που αρχίζει και το που τελειώνει το κρανίο τους, είτε κατά τον καθαρισμό του κρανίου από το τρίχωμα απομακρυνόταν και κάποιο τμήμα του κρανίου.

Όσο αφορά το *Apodemus sylvaticus*, όλες οι τιμές των μετρικών κρανιακών μεταβλητών κυμάνθηκαν στα ίδια επίπεδα για όλες τις περιοχές ξεχωριστά, εκτός του Αρμενίου. Στο Αρμένιο ο μέσος όρος του κονδυλο-βασικού μήκους (CBL) ήταν μεγαλύτερος ενώ ο μέσος όρος του μήκους ρινικών οστών (NL) μικρότερος σε σύγκριση με τις άλλες περιοχές. Ακόμη, όσο αφορά το *Apodemus flavicollis* αξίζει να σημειωθεί ότι εμφάνισε σημαντικές διαφορές και στις τέσσερις μετρικές κρανιακές μεταβλητές μεταξύ των δύο περιοχών όπου καταγράφηκε, τόσο στα εύρη τιμών όσο και στο μέσο όρο αυτών. Συνεπώς, το *Apodemus sylvaticus* εμφάνισε μορφολογικά όμοια κρανία μεταξύ των περιοχών, με μόνη εξαίρεση την περιοχή του Αρμενίου, ενώ το *Apodemus flavicollis* εμφάνισε ανόμοια κρανία μεταξύ των δύο περιοχών όπου εντοπίστηκε.

3.3 Σύνθεση της δίαιτας

3.3.1 Σύνθεση δίαιτας κατά περιοχή

Η σύνθεση της δίαιτας της τυτούς στη βάση της εκατοστιαίας σύνθεσης των ατόμων κάθε λείας στο σύνολο των ατόμων που αναγνωρίστηκαν στα εμέσματα κάθε περιοχής συλλογής και συνολικά στην περιοχή μελέτης παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 11: Ποσοστό (%) των ατόμων κάθε είδους λείας επί του συνόλου ατόμων λείας ανά περιοχή συλλογής και συνολικά στην περιοχή μελέτης.

Γένος-είδος	Περιοχή								Σύνολο
	Μέλια	Αρμένιο	Σωτήριο	Ριζόμυλος 1	Ριζόμυλος 2	Κιλελέρ	Νίκη 1	Νίκη 2	
	Ποσοστό ατόμων κάθε περιοχής								
<i>Microtus hartingi</i>	8,87	18,55	14,45	44,61	24,46	9,09	18,18	26,85	20,43
<i>Microtus levis</i>	16,56	30,92	45,78	34,61	24,46	32,95	33,97	25,92	30,56
<i>Microtus thomasi</i>	0	2,06	0	0	0	0	0	3,70	0,51
<i>Cricetulus migratorius</i>	1,18	0	0	0	0	0	0	0	0,17
<i>Apodemus sylvaticus</i>	6,50	6,18	7,22	9,23	4,25	3,40	3,34	5,55	5,62
<i>Apodemus flavicollis</i>	0,59	0	1,20	0,76	2,12	0	0	0,92	0,77
<i>Crocidura suaveolens</i>	15,97	14,43	10,24	1,53	22,34	19,31	18,18	9,25	14,45
<i>Crocidura leucodon</i>	12,42	10,30	7,83	2,30	15,42	20,45	13,39	10,18	11,51

<i>Suncus etruscus</i>	1,77	0	0	0,76	1,06	0	1,43	1,85	0,95
<i>Mus domesticus</i>	36,14	17,56	13,28	6,2	5,89	12,5	11,5 1	15,7 8	14,80
<i>Rattus norvegicus</i>	0	0	0	0	0	2,3	0	0	0,23
Σύνολο	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Στη συγκεκριμένη εργασία αναγνωρίστηκαν 11 διαφορετικά είδη τρωκτικών και ο συνολικός αριθμός των ατόμων από όλα τα είδη που αναγνωρίστηκαν ήταν 1.155 άτομα. Συγκεκριμένα, 169 στη Μελία, 97 στο Αρμένιο, 166 στο Σωτήριο, 88 στο Κιλελέρ, 388 άτομα στην ευρύτερη περιοχή του Ριζόμυλου και 317 στην ευρύτερη περιοχή της Νίκης. Σε όλες τις περιοχές συλλογής εμεσμάτων εντοπίστηκαν τρωκτικά των ειδών *Microtus hartingi*, *Microtus levis*, *Crocidura suaveolens*, *Crocidura leucodon*, *Mus domesticus*. Στο συνολικό αριθμό ατόμων λείας ποσοστό 30,56%, ήταν *Microtus levis* και ποσοστό 20,43%, *Microtus hartingi*. Άτομα του είδους *Mus domesticus* βρέθηκαν σε ποσοστό 14,80%. Ακόμη, καταγράφηκαν δύο είδη του γένους *Crocidura*, συγκεκριμένα το *Crocidura suaveolens* σε ποσοστό 14,45% και το *Crocidura leucodon* σε ποσοστό 11,51%. Τα προαναφερθέντα είδη συνέθεσαν το διαιτολόγιο με το οποίο τράφηκε κατά το πλείστον η τυτώ. Τα υπόλοιπα τρωκτικά αποτέλεσαν δευτερεύουσα επιλογή στη σύνθεση της διαίτας της και εντοπίστηκαν σε ορισμένες μόνο από τις περιοχές συλλογής εμεσμάτων. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τα είδη *Apodemus sylvaticus* (5,62%) και *Apodemus flavicollis* (0,77%), τα οποία δεν εντοπίστηκαν στα εμέσματα που προέρχονταν από το Αρμένιο και τη μία από τις δύο περιοχές συλλογής της Νίκης, καθώς επίσης και το είδος *Suncus etruscus* (0,95%), το οποίο δεν βρέθηκε στα εμέσματα από το Αρμένιο, το Σωτήριο και το Κιλελέρ. Επιπροσθέτως, υπήρξαν τρωκτικά που βρέθηκαν μόνο σε δύο περιοχές (*Microtus thomasi* σε ποσοστό ατόμων λείας 0,51% εντοπίστηκε μόνο σε Αρμένιο και στη μία από τις δύο περιοχές συλλογής της Νίκης, *Cricetulus migratorius* σε ποσοστό ατόμων λείας 0,17 % στη Μελία και στο Αρμένιο), ενώ το είδος *Rattus norvegicus* εντοπίστηκε μόνο στην περιοχή του Κιλελέρ και σε συνολικό ποσοστό ατόμων λείας 0,23%.

3.3.2 Διαφοροποίηση της λείας μεταξύ περιοχών

Με τον έλεγχο χ^2 διερευνήθηκαν πιθανές διαφοροποιήσεις των τιμών αφθονίας των διαφόρων ειδών μικροθηλαστικών που αποτέλεσαν λεία της Τυτούς μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την τιμή p του ελέγχου χ^2 ξεχωριστά για κάθε είδος που συνέθεσε την κύρια διατροφή της Τυτούς.

Πίνακα 12: Έλεγχος X^2 για τις τιμές αφθονίας των μικροθηλαστικών που αποτέλεσαν την κύρια λεία της Τυτούς μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας.

Είδος	Τιμή X^2	Βαθμοί ελευθερίας	Τιμή p
<i>Microtus hartingi</i>	67,525	7	4,666e-12
<i>Microtus levis</i>	60,983	7	9,604e-11
<i>Crocidura suaveolens</i>	63,659	7	2,796e-11
<i>Crocidura leucodon</i>	34,759	7	1,241e-05
<i>Mus domesticus</i>	94,029	7	2,2e-16

Λαμβάνοντας υπόψη την τιμή p του ελέγχου X^2 προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της αφθονίας του *Microtus hartingi* ανάμεσα στις περιοχές δειγματοληψίας ($X^2= 67,52$, $p < 0,05$). Αντίστοιχα, υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά της αφθονίας του *Microtus levis* ανάμεσα στις περιοχές δειγματοληψίας ($X^2= 60,98$, $p < 0,05$). Επίσης όσο αφορά στα δύο είδη του γένους *Crocidura*, το *Crocidura suaveolens* και το *Crocidura leucodon*, από τον έλεγχο X^2 , προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της αφθονίας και για τα δύο είδη, ανάμεσα στις περιοχές δειγματοληψίας ($X^2= 63,65$, $p < 0,05$ και $X^2=34,75$, $p < 0,05$). Ομοίως, στατιστικά σημαντικές είναι και οι διαφορές ανάμεσα στις περιοχές δειγματοληψίας των τιμών αφθονίας του είδους *Mus domesticus* ($X^2= 94,09$, $p < 0,05$). Συνεπώς και για τα πέντε είδη που συνέθεσαν την κύρια διατροφή της Τυτούς διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση των τιμών αφθονίας τους μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας. Επομένως οι αφθονίες των μικροθηλαστικών από περιοχή σε

περιοχή διαφέρουν και η Τυτώ επιλέγει να τραφεί κατά το πλείστον με το είδος που ήταν περισσότερο άφθονο στην περιοχή.

3.3.3 Δείκτες ποικιλότητας της λείας

Για την εκτίμηση και την έκφραση του πλούτου των ειδών λείας μεταξύ των περιοχών δειγματοληψίας χρησιμοποιήθηκαν δύο δείκτες ποικιλότητας και συγκεκριμένα, ο δείκτης Shannon και ο δείκτης ισοδιανομής Pielou. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις τιμές αυτών των δεικτών για κάθε περιοχή δειγματοληψίας.

Πίνακας 13 : Δείκτες ποικιλότητας των ειδών λείας για κάθε περιοχή δειγματοληψίας.

Περιοχή δειγματοληψίας	Δείκτης Shannon (H)	Δείκτης Pielou (J)
Αρμένιο	1,66646487	0,85639354
Μέλια	1,765003266	0,803287604
Σωτήριο	1,33795913	0,687574979
Ριζόμυλος 1	1,050083277	0,504983312
Ριζομυλος 2	1,478166713	0,710847929
Κιλελέρ	1,615380846	0,701550987
Νίκη 1	1,679180924	0,862928293
Νίκη 2	1,846921415	0,84057016

Όσο αφορά στην ποικιλότητα των ειδών λείας, καθώς και την κυριαρχία συγκεκριμένων ειδών εντός κάθε περιοχής δειγματοληψίας, τα οποία εκφράζονται από τον δείκτη Shannon (H), οι δύο περιοχές δειγματοληψίας του οικισμού Νίκης (H=1,679180924 και H=1,846921415), καθώς και οι περιοχές δειγματοληψίας της Μελίας (H=1,765003266), του Αρμενίου (H=1,66646487) και του Κιλελέρ (H=1,615380846) εμφάνισαν τη μεγαλύτερη ποικιλότητα ειδών. Στις υπόλοιπες περιοχές δειγματοληψίας και ειδικά: οι δύο του οικισμού Ριζομύλου (H=1,050083277 και H=1,478166713) και η μία του Σωτηρίου (H=1,33795913) εμφάνισαν μικρότερη ποικιλότητα ειδών και επομένως υπήρξαν είδη που ήταν περισσότερο κυρίαρχα έναντι άλλων εντός της περιοχής, σύμφωνα με τις τιμές του δείκτη Shannon (H). Η μεγαλύτερη ποικιλότητα καταγράφηκε σε μία από τις δύο περιοχές δειγματοληψίας της Νίκης (H=1,846921415), ενώ η μικρότερη σε μία από τις δύο περιοχές του Ριζομύλου (H=1,050083277). Οι άλλες δύο περιοχές δειγματοληψίας της Νίκης και του Ριζομύλου, εμφάνισαν μεγάλη και μικρή ποικιλότητα αντίστοιχα (H=1,679180924 και H=1,478166713). Επομένως, γενικά η περιοχή της Νίκης

εμφανίζει μεγάλη ποικιλότητα ειδών μικροθηλαστικών που αποτελούν λεία της Τυτούς, υποδηλώνοντας όχι και τόσο ξεκάθαρη κυριαρχία συγκεκριμένων ειδών εντός της περιοχής, σε σύγκριση με την περιοχή του Ριζομούλου, όπου με βάση τις τιμές του δείκτη Shannon, φαίνεται ότι υπάρχει εμφανής κυριαρχία συγκεκριμένων ειδών εντός της περιοχής, καθώς καταγράφηκε πολύ μικρότερη ποικιλότητα.

Όσο αφορά στην ισοκατανομή των ειδών μικροθηλαστικών εντός της βιοκοινότητας που εκτιμήθηκε με τον δείκτη Pielou (J) για κάθε περιοχή δειγματοληψίας ξεχωριστά, οι δύο περιοχές δειγματοληψίας του οικισμού Νίκης ($P=0,862928293$ και $P=0,84057016$), καθώς και οι περιοχές δειγματοληψίας Αρμενίου ($P=0,85639354$) και Μελίας ($P=0,803287604$) εμφάνισαν, μεγαλύτερη ισοδιανομή ειδών. Αντίθετα, οι δύο περιοχές δειγματοληψίας του Ριζομούλου ($P=0,504983312$ και $P=0,710847929$), καθώς και οι περιοχές δειγματοληψίας σε Κιλελέρ ($P=0,701550987$) και Σωτήριο ($P=0,687574979$) εμφάνισαν μικρότερη ισοδιανομή ειδών σε σύγκριση με τις προαναφερθείσες τέσσερις περιοχές. Την μεγαλύτερη ισοδιανομή εμφάνισε η μία από τις δύο περιοχές συλλογής της Νίκης ($P=0,862928293$), ενώ την μικρότερη η μία από τις δύο περιοχές δειγματοληψίας του Ριζομούλου ($P=0,504983312$). Αντίστοιχα, και στις άλλες δύο περιοχές δειγματοληψίας της Νίκης ($P=0,84057016$) καταγράφηκε μεγαλύτερη ισοδιανομή ειδών σε σύγκριση με αυτές του Ριζομούλου ($P=0,710847929$).

Συνοψίζοντας, η περιοχή της Νίκης χαρακτηρίζεται από αυξημένη ποικιλότητα ειδών χωρίς σαφή κυριαρχία ενός είδους μικροθηλαστικού σε σύγκριση με τις άλλες περιοχές δειγματοληψίας και κυρίως, σε σύγκριση με την περιοχή του Ριζομούλου, όπου καταγράφηκε μικρότερη ποικιλομορφία και ισοδιανομή ειδών μικροθηλαστικών που αποτέλεσαν λεία της Τυτούς, με μερικά είδη να εμφανίζουν μεγαλύτερη κυριαρχία έναντι άλλων.

3.4 Συμβολή της τυτούς στον έλεγχο των πληθυσμών των τρωκτικών των καλλιιεργειών

Τα μικροθηλαστικά που συνέθεσαν το βασικό τμήμα της διαίτας της τυτούς στην παρούσα εργασία ήταν δύο είδη του γένους *Microtus* και συγκεκριμένα τα *Microtus hartingi* και *Microtus levis*, δύο είδη του γένους *Crocidura* και

συγκεκριμένα τα *Crocidura suaveolens* και *Crocidura leucodon*, καθώς και το είδος *Mus domesticus*.

Το είδος *Microtus hartingi* (*guentheri*) έχει ελάχιστη ανεκτικότητα στη βαθιά άροση και αποφεύγει έντονα όσες περιοχές είναι καλλιεργούμενες εντατικά. Αντίστοιχα, σχετίζεται στενά με αγροτικές εκμεταλλεύσεις που έχουν αγρανάπαυση, πολυετείς καλλιέργειες, βοσκοτόπια (Bontzorlos et al., 2005) και κυρίως εντοπίζεται σε καλλιέργειες σιτηρών (Pakistan, 2015). Το *Microtus levis* σχετίζεται κυρίως με καλλιέργειες φυτών για κτηνοτροφική χρήση (Norwegian Polar Institute, n.d.). Όσο αφορά στα δύο είδη του γένους *Crocidura*, αυτά σχετίζονται κυρίως με κηπευτικές καλλιέργειες, αν και το *Crocidura suaveolens* εμφανίζει ιδιαίτερα στενή συσχέτιση κυρίως με τη δομή και την κοκκομετρική σύσταση του εδάφους, παρά με συγκεκριμένες καλλιέργειες και τύπους ενδιαιτημάτων. Ειδικότερα, δείχνει έντονη συσχέτιση με εδάφη τύπου Vertisol με αργιλλοπηλώδη δομή (Bontzorlos et al., 2005). Γενικότερα το *Crocidura suaveolens* προτιμά το ξηρό έδαφος, συμπεριλαμβανομένων θάμνων και κήπων (Alcover, 1988) και το *Crocidura leucodon* κυρίως βοσκοτόπια και κήπους (Konig, 1973). Τέλος, το *Mus domesticus* μπορεί να έχει επίδραση σε καλλιέργειες σιτηρών και βιομηχανικές καλλιέργειες (Bontzorlos et al., 2005).

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει την έκταση σε στρέμματα διαφόρων καλλιεργειών για την Ελλάδα και για την περιφέρεια Θεσσαλίας για το έτος 2018, κατά το οποίο συλλέχθηκαν τα εμέσματα της τυτούς. Οι καλλιέργειες που παρουσιάζονται έχουν άμεση συσχέτιση με τα μικροθηλαστικά τα οποία συνέθεσαν το κύριο μέρος της διατροφής της τυτούς στην παρούσα διατριβή.

Πίνακας 14: Καλλιεργούμενες εκτάσεις (σε στρέμματα) της χώρας και της Περιφέρειας Θεσσαλίας για το έτος 2018.

	Τύποι καλλιεργειών και καλλιεργούμενα είδη								
	Αγρανάπαυση (1 - 5) ετών	Κηπευτική γη	Βιομηχανικά φυτά	Σιτηρά	Μαλακό σιτάρι	Σκληρό σιτάρι	Κτηνοτροφικά φυτά για βοσκή	Κτηνοτροφικά φυτά για χλωρό χόρτο και ριζώματα	Κτηνοτροφικά φυτά για σανό
Ελλάδα	3.551.252	618.903	4.004.535	7.728.756	1.162.471	3.123.101	494.361	177.860	3.343.907
Περιφέρεια Θεσσαλίας	398.811	70.872	937.487	1.648.100	126.241	873.846	23.703	22.650	532.961
Π.Ε. Λάρισας	204.015	18.963	327.769	1.012.613	55.456	598.167	13.307	12.592	188.750
Π.Ε. Καρδίτσας	75.758	33.659	448.282	258.713	32.229	144.330	2.665	2.393	162.497
Π.Ε. Μαγνησίας	113.352	17.201	60.876	203.609	8.517	100.075	1.853	436	61.006
Σποράδες	1.055	263	44	64	20	0	0	0	36
Π.Ε. Τρικάλων	4.631	786	100.516	173.101	30.019	31.274	5.878	7.229	120.672

Για την όσο το δυνατό πιο ρεαλιστική προσέγγιση της θετικής επίδρασης της τυτούς στις καλλιέργειες μέσω της κατανάλωσης μικροθηλαστικών που ζούν σε αυτές και δυνητικά προκαλούν ζημιές στην παραγωγή αναπτύσσεται στη συνέχεια σχετικό σενάριο. Συγκεκριμένα, υποθέτοντας με βάση τα ερευνητικά δεδομένα, ότι μία τυτώ μπορεί να καταναλώσει από 4 έως 8 ενήλικα τρωκτικά την ημέρα (αν η λεία της αποτελείται από μικροθηλαστικά μικρού μεγέθους, όπως είδη του γένους *Crocidura* ή του γένους *Mus*, τότε μπορεί να τραφεί με περισσότερα τρωκτικά ημερησίως), τότε κάθε τυτώ μπορεί να καταναλώσει από 1.500 έως 3.000 άτομα ετησίως. Βέβαια, η τυτώ δεν τρέφεται μόνο με ενήλικα άτομα, που σημαίνει ότι λογικά καταναλώνει και νεότερα άτομα που έχουν μικρότερο μέγεθος, άρα συνολικά μεγαλύτερο αριθμό τρωκτικών (Leshem, 2013).

Συνεπώς, αν τα ποσοστά ατόμων λείας που βρέθηκαν στο κεφάλαιο «Σύνθεση της διαίτας της Τυτούς» αντικατοπτρίζουν την ετήσια σύνθεση της διαίτας της και υποθέτοντας ότι μία τυτώ κατανάλωσε 2.000 τρωκτικά σε ένα έτος, τότε αυτά δυνητικά αντιστοιχούν σε 611 άτομα *Microtus levis*, 408 άτομα *Microtus hartingi*, 296 *Mus domesticus*, 289 *Crocidura suaveolens*, 231 *Crocidura leucodon* και 165 άτομα διαφόρων ειδών.

Οι εκτιμήσεις για τον πανευρωπαϊκό πληθυσμό της τυτούς περιλαμβάνονται στο σύγγραμμα Birds in Europe 2004. Δεν υπάρχει πιο πρόσφατη εκτίμηση πληθυσμού, τόσο πανευρωπαϊκά, όσο και για τον ελληνικό χώρο. Ο συνολικός πληθυσμός της τυτούς στην Ελλάδα εκτιμάται στα 3.000 με 6.000 ζευγάρια (BirdLife International, 2004). Η αντίστοιχη εκτίμηση για τη Θεσσαλία στις αρχές της δεκαετίας του 2000 ήταν κατά προσέγγιση 600 έως 800 ζευγάρια, ενώ το 2021 στα 150 έως 300 ζευγάρια (Βασίλειος Μποντζώρλος, προσωπική επικοινωνία).

Υποθέτοντας συντηρητικά έναν πληθυσμό τυτούς στη Θεσσαλία 300 ατόμων, αυτά δυνητικά θα μπορούσαν να καταναλώσουν ετησίως 183.300 άτομα *Microtus levis*, 122.400 άτομα *Microtus hartingi*, 88.800 *Mus domesticus*, 86.700 άτομα *Crocidura suaveolens*, 69.300 άτομα *Crocidura leucodon* και 49.500 άτομα διαφόρων ειδών, ήτοι συνολικά 600.000 τρωκτικά ετησίως.

Όπως προαναφέρθηκε το κάθε είδος σχετίζεται στενά κατά κανόνα με μία καλλιέργεια. Το είδος *Microtus hartingi* σχετίζεται με τα σιτηρά (Pakistan, 2015) και βάση των προαναφερθέντων αν η Θεσσαλία διατηρεί ένα πληθυσμό από 300 άτομα

τυτούς, τα 1.648.100 στρέμματα της Θεσσαλίας με σιτηρά θα μπορούσαν να απαλλαγούν από 122.400 άτομα αυτού του είδους που είναι επιβλαβές για αυτή την καλλιέργεια. Το είδος *Microtus levis* σχετίζεται με καλλιέργειες και φυτά που έχουν κτηνοτροφική κυρίως χρήση (Norwegian Polar Institute, n.d.) επομένως τα 532.961 στρέμματα κτηνοτροφικών φυτών για παραγωγή σανού θα μπορούσαν να απαλλαγούν από 183.300 άτομα αυτού του τρωκτικού. Τα είδη του γένους *Crocidura* σχετίζονται κυρίως με κηπευτικές καλλιέργειες (Konig, 1793; Alcover, 1988;), επομένως τα 70.872 στρέμματα κηπευτικής γης στη Θεσσαλία θα μπορούσαν να απαλλαγούν από 86.700 άτομα *Crocidura suaveolens* και 69.300 άτομα *Crocidura leucodon* στη διάρκεια ενός έτους. Τέλος, το είδος *Mus domesticus* σχετίζεται κυρίως με τα σιτηρά και τις βιομηχανικές καλλιέργειες (Bontzorlo et al., 2005) και επομένως τα 1.648.100 στρέμματα σιτηρών, καθώς και τα 937.487 στρέμματα βιομηχανικών φυτών θα μπορούσαν να απαλλαγούν από 86.700 άτομα αυτού του τρωκτικού κατά τη διάρκεια ενός έτους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Σημασία μετρικών κρανιακών μεταβλητών

Τα είδη των μικροθηλαστικών που βρέθηκαν στα εμέσματα είχαν σχετικά μορφολογικά όμοια κρανία μεταξύ τους. Σε είδη τα οποία δεν επαρκούσε μόνο η στερεοσκοπική αναγνώρισή τους, κρίθηκε απαραίτητη η λήψη κρανιακών μετρικών μεταβλητών για την πλήρη ταυτοποίησή τους. Τα είδη τα οποία για την πλήρη ταυτοποίηση τους χρειάστηκαν πέραν της στερεοσκοπικής τους αναγνώρισης και λήψη κρανιακών μετρικών μεταβλητών, οι οποίες λήφθηκαν με την βοήθεια του παχύμετρου, ήταν δύο είδη του γένους *Microtus* και συγκεκριμένα τα *Microtus levis* και *Microtus hartingi*, καθώς και τα δύο είδη του γένους *Apodemus* και συγκεκριμένα τα *Apodemus sylvaticus* και *Apodemus flavicollis*. Αυτό οφείλεται στα υπερβολικά μορφολογικά όμοια κρανία που εμφανίζουν τα *Microtus levis* και *Microtus hartingi* μεταξύ τους, καθώς και τα *Apodemus sylvaticus* με τα *Apodemus flavicollis*. Τα *Microtus thomasi* που εντοπίστηκαν, αν και ανήκουν και αυτά στο ίδιο γένος με τα *Microtus levis* και *Microtus hartingi*, παρά τις όποιες μορφολογικές ομοιότητες των κρανίων τους, η αναγνώρισή τους και η πλήρης ταυτοποίησή τους προήλθε αποκλειστικά στερεοσκοπικά. Τα υπόλοιπα είδη τα οποία εντοπίστηκαν στην παρούσα εργασία και συγκεκριμένα τα *Cricetulus migratorius*, *Crocidura leucodon*, *Crocidura suaveolens*, *Mus domesticus*, *Suncus etruscus* και *Rattus norvegicus* αναγνωρίστηκαν και ταυτοποιήθηκαν πλήρως μόνο στερεοσκοπικά χωρίς τη λήψη κρανιακών μετρικών μεταβλητών.

Τα τρωκτικά *Microtus hartingi* και *Microtus levis* εμφάνισαν μορφολογικά σχετικά όμοια κρανία, τόσο στερεοσκοπικά όσο και με βάση της κρανιακές μετρικές μεταβλητές. Οι τιμές και για τις τέσσερις κρανιακές μετρικές μεταβλητές όσον αφορά το *Microtus levis* κυμάνθηκαν για το CBL από 20,9 mm έως 28,3 mm, για το DL από 5,2 mm έως 8,04 mm, για το TBL από 5,7 mm έως 8,3 mm και για το HR από 5,85 mm έως 8,37 mm, ενώ όσο αφορά στα *Microtus hartingi* οι τιμές κυμάνθηκαν για το CBL από 21,7 mm έως 28,69 mm, για το DL από 7,53 mm έως 8,96 mm, για το TBL από 7,55 mm έως 8,25 mm και για το HR από 7,92 mm έως 9,19 mm. Οι τιμές αυτές είναι παρόμοιες και εντός των ορίων που αναφέρονται εκτενώς στη διεθνή βιβλιογραφία, με τις ελάχιστες τιμές να εμφανίζουν μικρές

αποκλίσεις από αυτές της βιβλιογραφίας (Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;). Πιθανόν αυτό να οφείλεται στην ποικιλομορφία που εμφανίζεται μεταξύ ειδών εντός του ίδιου γένους. Επίσης πιθανόν οι μικρές αποκλίσεις μεταξύ των τιμών των μετρικών κρανιακών μεταβλητών που λήφθηκαν στο εργαστήριο και αυτών που αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία να οφείλονται στο γεγονός ότι κατά τη λήψη των μετρήσεων το παχύμετρο να μην τοποθετήθηκε στα ακριβή σημεία λήψης κάθε μέτρησης. Οι αντίστοιχες τιμές για τις κρανιακές μετρικές μεταβλητές βάσει της διεθνούς βιβλιογραφίας (Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;) κυμαίνονται όσο αφορά στο *Microtus levis* για το CBL από 21,1 mm έως 28,2 mm, για το DL από 6,1 mm έως 8,2 mm, για το TBL από 5,8 mm έως 8,2 mm, για το HR από 6,6 mm έως 8,3 mm, ενώ αντίστοιχα για τα *Microtus hartingi* οι τιμές κυμαίνονται, όσο αφορά στο CBL από 26,5 mm έως 29,6 mm, το DL από 6 mm έως 9,8 mm, το TBL από 7,5 mm έως 9,5 mm και τέλος για το HR από 7,5 mm έως 9,6 mm.

Όσο αφορά στα *Apodemus sylvaticus* και *Apodemus flavicollis* εμφάνισαν μορφολογικά όμοια μεταξύ τους κρανία σε όλες τις περιοχές. Ωστόσο υπήρξαν διαφοροποιήσεις στις τιμές των μετρικών κρανιακών μεταβλητών τόσο μεταξύ των περιοχών όσο και με βάση τις τιμές που αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία ((Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;). Συγκεκριμένα όσο αφορά στα *Apodemus sylvaticus*, ενώ οι τιμές των μετρικών κρανιακών μεταβλητών ήταν παρόμοιες για όλες της περιοχές στο Αρμένιο, οι τιμές της κρανιακής μεταβλητής CBL ήταν υψηλότερες, ενώ οι τιμές της κρανιακής μεταβλητής NL ήταν μικρότερες σε σύγκριση με τις τιμές των υπολοίπων περιοχών. Σύμφωνα με τον κανόνα του Μπέργκμαν όσο αφορά σε άτομα του ίδιου είδους η μάζα του σώματός τους θα αυξάνεται όσο αυξάνεται το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα γίνεται ψυχρότερο, ενώ μεταξύ ατόμων συγγενικών ειδών τα οποία διαφέρουν μόνο ως προς το μέγεθος, το μεγαλύτερο είδος βρίσκεται σε μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος (Miguel et al., 2006). Ο κανόνας του Μπέργκαμ μπορεί να συνδυαστεί και με την επιστημονική θεωρία της κρανιακής εξελικτικής αλλομετρίας, σύμφωνα με την οποία στα άτομα στενά συγγενικών ειδών θηλαστικών, τα κρανία μικρότερων σε

μέγεθος ειδών είναι μικρότερα και αυτά μεγαλύτερων ειδών είναι μεγαλύτερα (Tamagnini et al., 2017). Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε για την μορφολογία του κρανίου του *Apodemus sylvaticus* στην περιοχή της Μεσογείου και η οποία βασίστηκε σε μετρήσεις κρανιακών μεταβλητών, παρατηρήθηκε ότι οι διαφορές σε αυτές τις τιμές των μετρικών κρανιακών μεταβλητών, καθώς και τα μεγαλύτερα σε μέγεθος κρανία των *Apodemus sylvaticus* στα νησιά τη νότιας Ιταλίας οφείλονται στις διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτές τις περιοχές (Maurizio και Giulia, 1995). Ακόμη, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Σλοβακία για κρανιομετρικές παραμέτρους των *Apodemus sylvaticus* στη χώρα, οι διαφορές στις τιμές των μετρικών κρανιακών μεταβλητών και οι υψηλότερες τιμές αυτών στις βόρειες και ψυχρότερες περιοχές, καθώς και τα μεγαλύτερα σε μέγεθος κρανία των *Apodemus sylvaticus* σε αυτές τις περιοχές αποδόθηκαν, σύμφωνα με τον κανόνα του Μπέργκαμ, στις διαφορετικές κλιματολογικές και υψομετρικές συνθήκες που επικρατούν σε αυτές τις περιοχές (Canady και Mosansky, 2015).

Στα τρωκτικά του γένους *Apodemus* οι τιμές της μετρικής κρανιακής μεταβλητή CBL ήταν οι μόνες που εμφάνισαν μεγάλες αποκλίσεις από τις τιμές που προτείνει η διεθνής βιβλιογραφία (Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;), καθώς κυμάνθηκαν, όσο αφορά στα *Apodemus sylvaticus* από 11,53 mm έως 20,95 mm και τα *Apodemus flavicollis* από 14,58 mm έως 24,15, τιμές πολύ χαμηλότερες από αυτές που αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία (Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;) και συγκεκριμένα τιμές CBL για τα *Apodemus sylvaticus* από 21,4 mm έως 25,3 mm και αντίστοιχα για τα *Apodemus flavicollis* από 22,1 mm έως 27,1 mm. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα κρανία των τρωκτικών του γένους *Apodemus* είναι μικρότερα σε μέγεθος από αυτά των *Microtus* και επιπλέον, κατά το άνοιγμα των εμεσμάτων στο εργαστήριο και τον διαχωρισμό και καθαρισμό των κρανίων από το τρίχωμα και το χόμα, μεγάλο τμήμα των κρανίων των *Apodemus* συνθλίφτηκε, καθιστώντας σε πολλά άτομα του είδους αδύνατη την επακριβή μέτρηση την συγκεκριμένης μετρικής μεταβλητής.

Αντίθετα, οι υπόλοιπες τρεις μετρικές κρανιακές μεταβλητές ήταν εντός των διαστημάτων που παν αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία με ελάχιστες τιμές να είναι εκτός αυτών των ορίων. Όσο αφορά στο *Apodemus sylvaticus* οι μετρήσεις

κυμάνθηκαν για το DL από 5,42 mm έως 7,74 mm, για το NL από 6,21 mm έως 9,28 mm, για το IC από 3,88 mm έως 4,29 mm, ενώ αντίστοιχα για τα *Apodemus flavicollis* οι τιμές αυτών των κρανιακών μεταβλητών κυμάνθηκαν για το DL από 6,54 mm έως 7,38 mm, για το NL από 8,59 mm έως 9,84 mm και για το IC από 4,16 mm έως 4,64 mm. Οι τιμές που αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία (Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;) για τις συγκεκριμένες κρανιακές μεταβλητές όσο αφορά στα *Apodemus sylvaticus* είναι για το DL από 6,1 mm έως 7,2 mm, για το NL από 7,8 mm έως 9,7 mm, για το IC από 3,8 mm έως 4,1 mm, και αντίστοιχα, όσο αφορά στα *Apodemus flavicollis* για το DL από 6,4 mm έως 8,1 mm, για το NL από 9,0 mm έως 11,1 mm και τέλος για το IC από 4,1 mm έως 4,8 mm.

Ωστόσο, στα *Apodemus flavicollis* υπήρξαν διαφορές στις τιμές και των τεσσάρων μετρικών μεταβλητών μεταξύ των περιοχών, ασχέτως αν όπως προαναφέρθηκε ήταν όλες εντός των ορίων που αναφέρει η διεθνής βιβλιογραφία (Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;), πέραν ελαχίστων αμελητέων εξαιρέσεων. Συγκεκριμένα, οι τιμές των μετρικών κρανιακών μεταβλητών DL, NL, IC ήταν χαμηλότερες στην περιοχή συλλογής του Ριζόμυλου σε σύγκριση με αυτή του Σωτήριου, ενώ οι τιμές της κρανιακής μεταβλητής CBL ήταν μεγαλύτερες. Σε έρευνες που πραγματοποιήθηκαν σχετικά με τη μορφολογία των κρανίων των *Apodemus flavicollis* μεταξύ διαφορετικών περιοχών, δεν δόθηκε τόσο βάση σε κρανιακές μετρικές μεταβλητές, αλλά αυτές επικεντρώθηκαν κυρίως στην ύπαρξη του χρωμοσώματος Bs, το οποίο καθορίζει την τελική μορφή των κρανίων στα *Apodemus*. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στη Σερβία σχετικά με το πώς η ηλικία και οι διάφορες λοιμώξεις επηρεάζουν την τελική μορφή των κρανίων των *Apodemus flavicollis*, βρέθηκε ότι οι διάφορες κλιματολογικές και υψομετρικές συνθήκες που επικρατούν σε μία περιοχή, καθώς και η ύπαρξη του χρωμοσώματος Bs επηρεάζει καθοριστικά την τελική μορφή των κρανίων των *Apodemus*, ενώ η ηλικία και η προσβολή των τρακτικών από ασθένειες δεν έχει τόση μεγάλη επίδραση (Vida et al., 2021). Ακόμη πραγματοποιήθηκε ακόμη μία έρευνα στην Σερβία αποκλειστικά με το πώς η ύπαρξη του Bs χρωμοσώματος επηρεάζει το τελικό μέγεθος των κρανίων των *Apodemus flavicollis*, και επιβεβαιώθηκε ότι η ύπαρξη αυτού του χρωμοσώματος

σε συνδυασμό με το φύλο καθώς και με τις περιβαλλοντικές συνθήκες στις οποίες αναπτύσσεται κάθε άτομο *Apodemus flavicollis* μπορεί να επηρεάσουν τη τελική μορφή των κρανίων τους (Vida et al., 2011).

4.2 Σύνθεση της δίαιτας της Τυτούς στη Θεσσαλία

Σε γενικές γραμμές η διατροφή της τυτούς αποτελείται κυρίως από τρωκτικά και άλλα μικροθηλαστικά, τα οποία μπορεί να συνθέσουν ακόμη και το 90% της λείας της (Ingles, 1995). Η κατανάλωση τρωκτικών και άλλων μικροθηλαστικών αποτελεί πιθανότατα έως και $\frac{3}{4}$ της βιομάζας που καταναλώνει κάθε άτομο, γεγονός όμως όχι και τόσο απόλυτο όσο αφορά νησιωτικούς πληθυσμούς (Ehrlich et al., 1994). Σε παγκόσμιο επίπεδο, πέραν των τρωκτικών, καταναλώνονται από το είδος διάφορα θηράματα ανάλογα με τη διαθεσιμότητά τους (Traylor et al., 1967) και συγκεκριμένα, ποντίκια και αρουραίοι και σε μικρότερο βαθμό πουλιά, σαύρες, έντομα, βατράχια ακόμα και ψάρια (*North American Birds: Barn Owl – Tyto alba*, n.d.). Έτσι ακόμη και αν έχει χαρακτηριστεί ως εξειδικευμένος θηρευτής, δηλαδή ακόμη και αν η συνολική λεία αφθονεί, θα επιλέξει να τραφεί με συγκεκριμένα είδη μικροθηλαστικών, ενώ σε περιοχές με περιορισμένες επιλογές στη διατροφή θα τραφεί με διάφορα ζωικά είδη, διατηρώντας όμως τα μικροθηλαστικά ως κύρια επιλογή στη διατροφή της (Σμυριλίου-Ζέρβα, 2019). Στην παρούσα διατριβή καταγράφησαν 11 διαφορετικά είδη μικροθηλαστικών και μόλις 2 διαφορετικά ράμφη πουλιών, γεγονός που πιθανόν αποδεικνύει ότι τα μικροθηλαστικά αποτέλεσαν την κύρια διατροφική επιλογή της τυτούς στη Θεσσαλία. Επιπλέον, πιθανόν επέλεξε τα μικροθηλαστικά ως κύρια λεία γιατί οι πληθυσμοί των συγκεκριμένων ειδών υπερτερούσαν ίσως έναντι των πληθυσμών των άλλων ειδών-διατροφικών επιλογών της τυτούς.

Τα είδη μικροθηλαστικών τα οποία είχαν πρωτεύοντα ρόλο στη σύνθεση της δίαιτας της τυτούς ήταν 5 από τα συνολικά 11 είδη μικροθηλαστικών που κατανάλωσε, και συγκεκριμένα 2 είδη του γένους *Microtus*, τα *Microtus levis* και *Microtus hartingi*, καθώς και 2 είδη του γένους *Crocidura*, τα *Crocidura leucodon* και *Crocidura suaveolens* και τέλος το είδος *Mus domesticus*. Το *Microtus levis* είναι ένα είδος τρωκτικού της Οικογενείας Critidae (Musser, Carleton, 2005) με εξάπλωση

από την κεντρική Φιλανδία έως την Βαλκανική χερσόνησο, το οποίο προτιμάει κυρίως περιοχές με πυκνή βλάστηση αναμειγμένη με ογκόλιθους, καθώς αυτές οι περιοχές του προσφέρουν καλύτερη κάλυψη από τους θηρευτές του (Norwegian Polar Institute, n.d.). Όσο αφορά το δεύτερο είδος του γένους *Microtus*, το *Microtus hartingi* (Amr et al., 2008) αυτό εντοπίζεται κυρίως στην Νοτιοδυτική Ασία. Στην Ευρώπη εμφανίζεται σε διάσπαρτους διάσπαρτους υποπληθυσμούς που συχνά υφίστανται μεγάλες πληθυσμιακές διακυμάνσεις με έντονες μειώσεις, χωρίς να έχουν καταγραφεί εξαφανίσεις υποπληθυσμών του σε τοπικό επίπεδο. Στα Βαλκάνια θεωρείται κοινό είδος σε διάφορες περιοχές (National Geographic, n.d.). Το συγκεκριμένο είδος εντοπίζεται κυρίως σε ορεινές περιοχές με καλά στραγγιζόμενα εδάφη και δεν προτιμά ξηρά εδάφη, καθώς σε αυτά δεν μπορεί να σκάψει και να βρεθεί 20 έως 45 εκατοστά κάτω από την επιφάνεια του εδάφους για να ξεφύγει από την υπερβολική ζέστη κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ακόμη, μπορεί να κάνει αισθητή την παρουσία του σε λιβάδια, χωρίς αυτά να είναι ιδιαίτερα εκτεταμένα και συνεχή (Bontzorlos et al., 2018). Η επιλογή των δύο ειδών του γένους *Microtus* από την τυτώ, ως κύρια διατροφική πηγή, οφείλεται στο γεγονός ότι αν αυτά βρεθούν σε ανοικτές εκτάσεις, χωρίς πυκνή βλάστηση (Norwegian Polar Institute n.d.) και ξηρό έδαφος (Bontzorlos et al., 2018) δεν μπορούν να καλυφθούν ιδιαίτερα αποτελεσματικά από τους θηρευτές τους και έτσι πιθανόν αποτέλεσαν εύκολο θήραμα για την τυτώ.

Σχετικά με τα δύο είδη του γένους *Crocidura*, τα *Crocidura leucodon* και *Crocidura suaveolens*, τα οποία αποτέλεσαν και αυτά κύριες διατροφικές επιλογές της τυτούς, το *Crocidura suaveolens* εμφανίζεται ευρέως από την Γαλλία και την Ισπανία στα δυτικά, σε όλη την Ευρώπη και την Ασία έως την Ιαπωνία και την Β. Αφρική. Οι περιοχές στις οποίες μπορεί να εντοπισθεί χαρακτηρίζονται κυρίως από ξηρά εδάφη, ενώ πληθυσμοί του έχουν εντοπισθεί απομονωμένοι και σε παραλίες των Γαλλικών ακτών με βότσαλα και αμμόλοφους (Yalden, 1999). Στον αντίποδα, το *Crocidura leucodon* εντοπίζεται κυρίως στην ανατολική, κεντρική και νότια Ευρώπη, αλλά όχι στην νοτιοδυτική Γαλλία, την Ιβηρική χερσόνησο και τη Νότια Ιταλία. Ακόμη έχει βρεθεί στον Καύκασο, στην Κριμαία και το Ιράν και στις Άλπεις σε υψόμετρο 1000 μ. Το ενδιαίτημά του είναι καλλιεργούμενα χωράφια, κήποι, βοσκοτόπια, φράχτες ακόμη και σωροί από μάζα ή σκουπίδια. Επιπλέον, το χειμώνα αναζητά καταφύγιο σε κτίρια και αποφεύγει τοποθεσίες με υγρασία. Το συγκεκριμένο

είδος είναι κυρίως νυκτόβιο, καθώς παραμένει κρυμμένο σε σχισμές ή λαγούμια κάποιων μικρών ζώων την ημέρα και δραστηριοποιείται το σούρουπο (Konig, 1973) Η τυτώ κυνηγά τη λεία της κυρίως το σούρουπο ή τη νύχτα (Knudsen και Konishi, 1979) και έτσι είναι πιθανό το νυκτόβιο είδος *Crocidura leucodon* να αποτέλεσε εύκολη και πιο προσιτή λεία, άρα και κύρια διατροφική της επιλογής.

Το τελευταίο είδος το οποίο είχε πρωτεύοντα ρόλο στη σύνθεση της διατροφής της τυτούς είναι το *Mus domesticus*. Η πλήρης ονομασία του είναι *Mus musculus domesticus* και αποτελεί υποείδος του οικιακού ποντικιού *Mus musculus* (Gardiner και Swain, 2015). Το συγκεκριμένο υποείδος ζει κυρίως στη Δυτική και Βόρεια Ευρώπη, ενώ ενδιαυτήματά του είναι επίσης περιοχές της Μέσης Ανατολής, Νότιας Ασίας, Βόρειας Αφρικής και ορισμένες περιοχές της Λατινικής Αμερικής και της Ωκεανίας (McEvoy et al., 2013). Το *M. m. domesticus* έχει ιδιαίτερη σημασία για τον άνθρωπο καθώς, εργαστηριακές φυλές ποντικίων όπως το C57B1/6 προέρχονται από αυτό (Gardiner και Swain, 2015). Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα επιβλαβές καθώς βλάπτει ιδιαίτερα τη βλάστηση και τις καλλιέργειες. Το *M. m. domesticus* είναι χωροκατακτητικό είδος (Lippens et al., 2017). Το χωροκατακτητικό είδος είναι ένας οργανισμός του οποίου αυξάνεται υπερβολικά ο πληθυσμός προκαλώντας αρνητικές επιδράσεις στο νέο περιβάλλον όπου εισήλθε (Davis and Thompson, 2000). Τα χωροκατακτητικά είδη μπορεί να προκαλέσουν περιβαλλοντική και οικονομική ζημιά στους διάφορους οικοτόπους που έχουν εισβάλει (Ehrenfeld, 2010). Η Τυτώ πιθανόν επέλεξε να το συμπεριλάβει στην κύρια διατροφή της, πιθανόν λόγω του υψηλού πληθυσμού του που το έκανε ιδιαίτερα προσιτή και εύκολη στην ανεύρεση λεία.

Τα παραπάνω είδη αποτέλεσαν, όπως προαναφέρθηκε την κύρια διατροφική επιλογή της τυτούς στην περιοχή μελέτης. Τα είδη *Apodemus flavicollis*, *Apodemus sylvaticus*, *Microtus thomasi*, *Suncus etruscus*, *Rattus norvegicus*, καθώς και το *Cricetulus migratorius* αποτέλεσαν δευτερεύουσες επιλογές στη διατροφή της. Τα προαναφερθέντα είδη που αποτελούν την κύρια διατροφή της τυτούς, είναι είδη μικροθηλαστικών των οποίων η παρουσία στην Ελλάδα είναι ευρεία, οπότε το γεγονός ότι εντοπίστηκαν στην περιοχή μελέτης και συμπεριλήφθηκαν στην διατροφή της ήταν αναμενόμενο. Ωστόσο, η τυτώ συμπεριέλαβε στη διατροφή της και το *Cricetulus migratorius*, ένα είδος όχι και τόσο άφθονο στη χώρα μας καθώς εντοπίζεται κυρίως σε χώρες της Ανατολικής Ευρώπης και Ασίας, όπως Αφγανιστάν, Αρμενία, Κίνα, Ιράν, Ιράκ, Ισραήλ, Καζακστάν, Λίβανος, Μολδαβία, Μογγολία,

Πακιστάν, Ρουμανία, Ρωσία, Τουρκία και Ουκρανία. Η τάση του πληθυσμού του είναι άγνωστη χωρίς να έχει καταγραφεί ότι απειλείται ιδιαίτερα, καθώς εντοπίζεται σε πολλές προστατευόμενες περιοχές. Γι' αυτό η Διεθνής Ένωση για τη Διατήρηση της Φύσης (IUCN) έχει χαρακτηρίσει το *Cricetulus migratorius* ως ελάχιστης ανησυχίας. Ωστόσο, αν και στις περιοχές που προαναφέρθηκαν, ο πληθυσμός του είναι άφθονος, στα Βαλκάνια η παρουσία του είναι περιορισμένη. Στην Ελλάδα η τελευταία καταγραφή του έγινε το 1970 (Kryštufek et al., 2008), γεγονός που καθιστά τον εντοπισμό του στη συγκεκριμένη έρευνα μία ιδιαίτερα σημαντική επιστημονική καταγραφή.

Η τροφική οικολογία της τυτούς και οι διατροφικές της συνήθειες, έχουν μελετηθεί τις προηγούμενες δεκαετίες σε πολλά μέρη του κόσμου και διαμορφώνουν ένα όγκο βιβλιογραφίας πολύ μεγάλο για να παρατεθεί συνολικά εδώ. Κατά την εικοσαετία 1960-1980 η πλειοψηφία των επιστημονικών δημοσιεύσεων που ανέλυε τις τροφικές συνήθειες της τυτούς προερχόταν από τις βόρειες Ηνωμένες Πολιτείες, όπως και την κεντρική και βόρεια Ευρώπη. Από το 1980 και έπειτα, συνεισφέρουν σημαντικά στη διερεύνηση της τροφικής της οικολογίας χώρες της νότιας Ευρώπης, όπως η Ισπανία και η Ιταλία, αναλύοντας πλέον και τον τρόπο διατροφής του είδους και στα μεσογειακά οικοσυστήματα (De Bruijn, 1979; Dickman et al., 1991; Marti, 1988; Vohlarik et al., 2002; Roulin, 2004; Avery et al., 2005; Bontzorlos et al., 2005; Shehab and Charabi, 2006;).

Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε πολλές περιοχές της νότιας Ευρώπης και της Μέσης Ανατολής (Slovak, 2009) μελετήθηκε η σύνθεση της διαίτας της τυτούς μέσω της ανάλυσης των εμεσμάτων της. Τα εμέσματα συλλέχθηκαν από 21 διαφορετικές περιοχές σε Ν. Ιταλία, Ν. Ελλάδα συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης, Ν. Τουρκίας, ΒΔ Συρία, ΝΔ Λίβανο, το Β. Ισραήλ και της Β. Αιγύπτου. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης έδειξαν ότι η Τυτώ αποτελεί ένα ομοιογενές κυνητό, ο οποίος είναι διατεθειμένος να συμπεριλάβει στη διατροφή του όλα τα διαθέσιμα θηράματα μιάς περιοχής, έχοντας όμως ως βάση της διατροφής της τα μικροθηλαστικά. Τα θηλαστικά αποτέλεσαν το 90% της διατροφής της και εμφάνισαν μεγάλη ποικιλομορφία, καθώς εντοπίστηκαν 44 διαφορετικά είδη αυτών. Η τυτώ συμπεριέλαβε στη διαίτά της και άλλα ζωικά είδη πέραν των θηλαστικών σε μικρότερα όμως ποσοστά. Αμέσως μετά τα θηλαστικά ακολούθησαν τα πτηνά, ως διατροφική επιλογή, σε ποσοστό της τάξης του 7%, εμφανίζοντας όμως μεγάλη

ποικιλία ως προς τα είδη, καθώς κατανάλωσε 64 διαφορετικά είδη. Τα αμφίβια καταναλώθηκαν σε ποσοστό 0,9%, ενώ τα ασπόνδυλα επιλέχθηκαν σε ποσοστό 2,2% (Slovak, 2009). Ακόμη, αξίζει να σημειωθεί ότι τα συγκεκριμένα είδη λείας της τυτούς αναλύθηκαν, χωρίζοντας τις 21 περιοχές συλλογής εμεσμάτων στις εξής 4 γεωγραφικές ζώνες : α) Την ΝΑ Ευρώπη που περιλάμβανε τις περιοχές συλλογής της Κρήτης, της Πελοποννήσου και της Καλαβρίας Ιταλίας β) Περιοχές συλλογής της Τουρκίας και Συρίας γ) Το Λίβανο και το Β. Ισραήλ και δ) της περιοχές συλλογής της Β. Αιγύπτου (Slovak, 2009).

Τα είδη που εντοπίστηκαν στην ίδια έρευνα σε κάθε γεωγραφική περιοχή εμφάνισαν μεγάλη ποικιλομορφία. Στην ανατολική Μεσόγειο κύριο ρόλο στη σύνθεση της διαίτας της είχαν τα μικροθηλαστικά *Mus sp.*, *Rattus Rattus*, *Suncus etruscus* και *Crocidura suaveolens*, καθώς επίσης και ο σπιτοσπουργίτης. Τα μικροθηλαστικά *Apodemus flavicollis* και *Crocidura leucodon* εντοπίστηκαν κυρίως ως λεία της τυτούς στην περιοχή της Καλαβρίας και όχι στις περιοχές της Συρίας και του Ισραήλ. Όμως, στις περιοχές της Μέσης Ανατολής πρωτεύουσα διατροφική επιλογή αποτέλεσαν τα μικροθηλαστικά *Microtus hartingi* και *Apodemus mystacinus*. Η τυτώ συμπεριέλαβε σε σημαντικό βαθμό τα ερπετά στην Αίγυπτο, ενώ στον Ελλαδικό χώρο συμπεριέλαβε τα έντομα. Στην ηπειρωτική Ελλάδα επικράτησε το μικροθηλαστικό *Microtus thomasi* (Slovak, 2009).

Η διαίτα της τυτούς στην ελληνική επικράτεια, αναλύθηκε σε βάθος μέχρι και το 2009 μέσα από τη διδακτορική διατριβή του Β. Μποντζώρλου, η οποία προσέγγισε τη διαίτα της τυτούς με μετα-ανάλυση όλων των μέχρι εκείνη τη χρονική στιγμή δημοσιευμένων δεδομένων, τόσο στα νησιωτικά οικοσυστήματα (Εύβοια, Κέρκυρα, Κως, Αστυπάλαια, Αντικύθηρα, Κρήτη) όσο και στην ηπειρωτική Ελλάδα, βόρεια, κεντρική και νότια .

Σε όλες τις περιοχές από το σύνολο της ελληνικής επικράτειας, με μικρή εξαίρεση τα Αντικύθηρα και την Κω όπου συμμετείχαν στη διαίτα αρκετά μικροπούλια (16% και 21%), τα μικροθηλαστικά αποτελούν το 95% έως 99% της διατροφής της τυτούς (Bontzorlos, 2009). Τα βασικότερα γένη που θηρεύτηκαν από την Τυτώ στην ελληνική επικράτεια, αφορούν τα *Crocidura spp.*, *Microtus spp.*, *Apodemus spp.*, *Rattus spp.*, *Mus spp.* Συνολικά, στην ελληνική επικράτεια 41 είδη μικροθηλαστικών θηρεύτηκαν από την τυτώ, αν και την κύρια διαίτά της τη

διαμόρφωσαν 5-6 βασικά είδη. Τα πιο συχνά εμφανιζόμενα άτομα λείας προέρχονται από τα τρωκτικά τα οποία εμφανίζονται στη δίαιτα του είδους με 18 διαφορετικά είδη από 3 οικογένειες (Bontzorlos, 2009).

Από τη μελέτη του Β. Μποτζώρλου προέκυψε ότι τα μικρά θηλαστικά αποτέλεσαν το 98% της διατροφής του είδους σε συχνότητα εμφάνισης και το 99% σε βιομάζα. 15 διαφορετικά είδη μικροθηλαστικών, 13 είδη μικρόπουλων, 3 είδη χειρόπτερων και 8 είδη εντόμων (4 ορθόπτερων και 4 κολεόπτερων), διαμόρφωσαν τη λίστα των ειδών που κατανάλωσε η τυτώ στη Θεσσαλία. Παρόλο που τα μικρόπουλα συμμετείχαν στη δίαιτα της τυτούς με 13 διαφορετικά είδη, αποτέλεσαν μόνο το 1% και τα έντομα ακόμη λιγότερο από το 1% αυτής. Από την τάξη των Insectivora (εντομοφάγα) το πιο άφθονο είδος ήταν το *Crocidura suaveolens* με σχετική συχνότητα εμφάνισης στη δίαιτα 21,4%. Αντίθετα, ενώ τα δύο είδη *Rattus* (*R. norvegicus* και *R. rattus*) συμμετείχαν στη διατροφή με πολύ χαμηλή σχετική συχνότητα (3%) προσέφεραν πολύ μεγαλύτερη βιομάζα, που έφτασε το 27,3 της συνολικής βιομάζας, καθώς και ενέργεια. Η τάξη Rodentia (τρωκτικά) συμμετείχε στη δίαιτα της τυτούς με 12 διαφορετικά είδη και το πιο άφθονο ήταν το *Microtus hartingi* (*guenterii*), η σχετική συχνότητα του οποίου έφτασε το 28,6% (Bontzorlos, 2009).

Τόσο από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στις περιοχές της ΝΑ Ευρώπης και της Μέσης Ανατολής για τη σύνθεση της διαίτας της τυτούς όσο και από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τον Β. Μποτζώρλο στον Ελλαδικό χώρο, καθώς και από την παρούσα διατριβή γίνεται απολύτως σαφές ότι η τυτώ, τόσο στην Ελλάδα όσο και σε άλλες περιοχές του κόσμου, βασίζει τη διαίτά της σχεδόν αποκλειστικά στα μικροθηλαστικά. Υπήρξαν διαφορές μεταξύ των τριών μελετών, όπως το γεγονός ότι η τυτώ στις δύο προαναφερθείσες έρευνες εμφάνισε ευρύτερη λίστα ειδών θηλαστικών ως λεία, όσο και στις δευτερεύουσες διατροφικές της επιλογές σε σύγκριση με την παρούσα διατριβή, γεγονός που πιθανόν οφείλεται στο μεγαλύτερο εύρος των περιοχών συλλογής εμεσμάτων στις δύο πρώτες μελέτες, το οποίο σχετίζεται και μεγαλύτερη ποικιλομορφία περιβαλλόντων και επομένως συνθηκών π.χ. κλιματολογικές, υψομετρικές, οι οποίες επηρεάζουν και τους πληθυσμούς των ειδών κάθε περιοχής οδηγώντας την τυτώ να προσαρμόζει τις επιλογές της ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των ειδών λείας κάθε περιοχής. Ωστόσο, το γενικό συμπέρασμα στο οποίο καταλήγουν και οι τρεις μελέτες είναι παρόμοιο. Η τυτώ, τόσο στην

Ελλάδα όσο και σε άλλες περιοχές του κόσμου, βασίζει τη διαίτά της σχεδόν αποκλειστικά στα μικροθηλαστικά. Παρόλο που εμφανίζει μεγάλη προσαρμοστικότητα και ομοιοταξισμό στην επιλογή της τροφής της, η οποία ακολουθεί την ποικιλότητα και την αφθονία των ειδών μικροθηλαστικών σε κάθε περιοχή, παραμένει ένας εξειδικευμένος θηρευτής, καθώς θηρεύει πάντα και σχεδόν αποκλειστικά μόνο μικροθηλαστικά από το μεγάλο εύρος των διαθέσιμων taxa λείας στα οικοσυστήματα που συναντάται.

4.3 Η συμβολή της Τυτούς στη γεωργική παραγωγή

Η διατροφή της Τυτούς αποτελείται κυρίως από μικροθηλαστικά και συγκριμένα τρωκτικά (Ingles, 1995), όπως επιβεβαίωσαν και τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης διατριβής. Τα τρωκτικά αποτελούν μία από τις πιο διαδεδομένες ομάδες θηλαστικών καθώς μπορούν να εξαπλώνονται σε όλες τις ηπείρους, εκτός της Ανταρκτικής (Nowak, 1999). Τα τρωκτικά έχουν καταφέρει να προσαρμοστούν σε κάθε χερσαίο οικοσύστημα από την ψυχρή τούνδρα έως τις θερμές ερήμους (Single et al., 2001). Επιπλέον, έχουν καταφέρει να εγκατασταθούν σε περιβάλλοντα που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο όπως αστικές περιοχές και γεωργικές εκτάσεις (Parshad, 1999).

Τα τρωκτικά είναι υπεύθυνα για πλήθος προβλημάτων, καθώς μπορούν να επηρεάσουν από την υγεία ενός ανθρώπου έως την οικονομία μίας ολόκληρης χώρας. Αρχικά τα τρωκτικά είναι πιθανοί κίνδυνοι για την υγεία των ανθρώπων ως ξενιστές διάφορων μεταδοτικών ασθενειών (Al - Gendy, 2010). Ένα παράδειγμα τρωκτικού-ξενιστή αποτελεί ο μαύρος αρουραίος (*Rattus rattus*), ο οποίος μεταφέρει ψύλλους οι οποίοι παίζουν βασικό ρόλο στην διάδοση του βακτηρίου *Yersinia pestis*, βακτήριο υπεύθυνο για την βουβωνική πανώλη (McCormick, 2003). Τα τρωκτικά ως φορείς μετάδοσης ασθενειών είναι υπεύθυνα για ασθένειες όπως: πανώλη, λεπτοσπείρωση, νόσος Λάιμ, σαλμονέλα, βακτηριολογικές ασθένειες, αιμορραγικός πυρετός, λύσσα, τύφος και πολλές άλλες (Centers for Disease Control and Prevention, 2012). Ακόμη, πέραν των σημαντικών προβλημάτων στην υγεία του ανθρώπου, είναι υπεύθυνα για οικονομικές ή περιουσιακές απώλειές του, που προκαλούνται από την τάση των

τροκτικών να ροκανίζουν τους τοίχους και διάφορες κατασκευές, καθώς και για την έναρξη πυρκαγιών μέσω ροκανίσματος καλωδίων (Al – Gendy, 2010).

Επισημαίνεται ότι τα περισσότερα τρωκτικά είναι φυτοφάγα και τρέφονται αποκλειστικά με φυτικό υλικό, όπως σπόρους, φύλλα, άνθη και ρίζες (Waggoner, 2000). Συνεπώς, τα τρωκτικά θα αναζητήσουν την τροφή τους σε καλλιέργειες διαφόρων ειδών και επομένως αποτελούν κίνδυνο για αυτές. Οικονομικές απώλειες προκαλούνται από την κατανάλωση της παραγωγής οικονομικών καλλιεργειών, προ και μετά την συγκομιδή ετήσιων καλλιεργειών και καλλιεργειών οπωροφόρων δέντρων (Al Gendy, 2010). Ορισμένα είδη τρωκτικών, καταναλώνουν μεγάλες ποσότητες γεωργικών προϊόντων που αποθηκεύονται από τον άνθρωπο προς πώληση ή προσωπική κατανάλωση (Meerburg et al., 2009). Το μεγαλύτερο μέρος της ζημιάς παγκοσμίως προκαλείται από έναν σχετικά μικρό αριθμό ειδών κυρίως από αρουραίους και ποντίκια. Στην Ινδονησία και την Τανζανία, τα τρωκτικά μειώνουν τις αποδόσεις των καλλιεργειών κατά περίπου 15%, ενώ σε ορισμένες περιπτώσεις στη Νότια Αμερική οι απώλειες έχουν φτάσει έως και το 90% της συνολικής παραγωγής. Στην Αφρική τα τρωκτικά βλάπτουν κυρίως καλλιέργειες δημητριακών, φυσιτικών, λαχανικών και στην Ασία αντίστοιχα καλλιέργειες ρυζιού, σόργου, λαχανικών και ξηρών καρπών. Στη Νότια Αμερική βλάπτουν πολλές καλλιέργειες, όπως αυτές του ζαχαροκάλαμου, φρούτων και λαχανικών. Τέλος στην Ευρώπη, κυρίως τα είδη τρωκτικών του γένους *Apodemus* και *Microtus* είναι υπεύθυνα για ζημιές σε οπωρώνες, λαχανικά, βοσκοτόπους, καθώς και σε δημητριακά (Stenseth et al., 2003).

Στη συγκεκριμένη έρευνα στην περιοχή της Θεσσαλίας η Τυτώ βρέθηκε ότι κατανάλωσε κυρίως τρωκτικά, με πέντε από αυτά να συνθέτουν κυρίως τη διατροφή της. Τα πέντε κύρια είδη της διατροφής της ήταν δύο είδη του γένους *Microtus*, το *Microtus levis* και *Microtus hartingi*, δύο είδη του γένους *Crocidura*, το *Crocidura leucodon* και *Crocidura suaveolens*, και το είδος *Mus domesticus*. Ταυτόχρονα τα προαναφερθέντα είδη τρωκτικών αποτελούν σημαντικό πρόβλημα για τις καλλιέργειες διαφόρων ειδών.

Το *Microtus levis* αποτελεί ένα είδος τρωκτικού των λιβαδιών, με πολύ καλή προσαρμογή ακόμη και σε ενδαιτήματα στέπας. Κυρίως ζει σε λιβάδια, καθώς και σε χωράφια με μηδική. Ακόμη, είναι πολύ πιθανό να βρεθεί σε σημαντικούς αριθμούς

και σε άλλες καλλιέργειες, όπως σιτηρών, ελαιοκράμβης, μπιζελιών, καρότων, φασολιών και σπάνια ζαχαρότευτλων και πατάτας. Γίνεται επομένως αντιληπτό ότι λόγω των προτιμήσεών του στα προαναφερθέντα ενδαιτήματα το *Microtus levis* αποτελεί σημαντικό κίνδυνο για καλλιέργειες μηδικής, ελαιοκράμβης και δημητριακών, ενώ αν και σπάνιο, είναι πολύ πιθανό να αποτελέσει κίνδυνο για καλλιέργειες καρποφόρων δέντρων, ζαχαρότευτλων και λαχανικών (Jacob et al., 2014).

Το *Microtus hartingi* συναντιέται κυρίως σε πεδινές γεωργικές εκτάσεις, προκαλώντας σημαντικές ζημιές σε διάφορα είδη καλλιεργειών (Musser και Carleton, 2005). Οι σοβαρότερες οικονομικές ζημιές προκαλούνται κυρίως σε σιτηρά, κτηνοτροφικές καλλιέργειες και ορισμένα λαχανικά. Επιπλέον είναι ικανά να προκαλέσουν ζημιές σε νεαρά δέντρα ροκανίζοντας το φλοιό και τις ρίζες του (Moran και Keidar, 1994).

Όσο αφορά τα δύο είδη του γένους *Crocidura*, αυτά σχετίζονται κυρίως με κηπευτικές καλλιέργειες. Το *Crocidura suaveolens* δεν σχετίζεται τόσο με συγκεκριμένες καλλιέργειες και τύπους ενδαιτημάτων, όσο με εδάφη συγκεκριμένης κοκκομετρικής σύστασης και δομής και ειδικότερα με εδάφη τύπου Vertisol με αργιλλοπηλώδη δομή (Bontzorlos et al., 2005). Γενικά, προτιμάει ξηρά εδάφη, συμπεριλαμβανομένων θαμνώνων και κήπων (Alcover, 1988). Όσο αφορά το *Crocidura leucodon*, αυτό σχετίζεται με ξηρά ορεινά ενδαιτήματα, όπως λιβάδια και δασικές εκτάσεις (Raese, 2004). Ακόμη, όπως και το *Crocidura suaveolens* συναντιέται επίσης σε κήπους, εξοχικές κατοικίες και αγροκτήματα.

Τέλος, το είδος *Mus domesticus* βλάπτει τις καλλιέργειες, κυρίως καλλιέργειες σιτηρών και βιομηχανικές καλλιέργειες, προκαλώντας σε αυτές πληθώρα προβλημάτων (Bontzorlos et al., 2005). Το 1993-1994 στις ΗΠΑ οι απώλειες σε καλλιέργειες σιτηρών από το είδος υπολογίστηκαν σε 60 εκατομμύρια δολάρια. Το *Mus domesticus* προκαλεί ζημιές τόσο εντός όσο και εκτός των καλλιεργειών. Τα προβλήματα που μπορεί να προκαλέσει το συγκεκριμένο είδος εκτός καλλιεργειών περιλαμβάνουν ζημιές σε εγκαταστάσεις και εξοπλισμό εντατικής εκτροφής ζώων (π.χ. μονώσεις, ηλεκτρικό σύστημα), καθώς επίσης και μολύνσεις σε διάφορους χώρους αποθήκευσης προϊόντων. Επίσης, πολύ σημαντικές είναι και οι ζημιές που προκαλούν εντός των καλλιεργειών των σιτηρών κατά τη σπορά ή την συγκομιδή,

καθώς αυτά τρέφονται και καταστρέφουν τις συγκεκριμένες καλλιέργειες. Τέλος, σε μονάδες πουλερικών ή χοιροτροφεία είναι ικανά να μολύνουν τα αποθέματα ζωοτροφών εντός των εγκαταστάσεων και κατ' επέκταση τους χοίρους ή τα πουλερικά που θα την καταναλώσουν (Brown και Singleton, 2000).

Είναι επομένως σαφές ότι τα πέντε είδη που κυρίως συνέθεσαν τη δίαιτα της Τυτούς στη Θεσσαλία στη συγκεκριμένη έρευνα, αλλά και γενικά τα τρωκτικά, δημιουργούν άκρως σοβαρά προβλήματα στον άνθρωπο και τις καλλιέργειες. Ειδικά στην περίπτωση των καλλιεργειών χρειάζεται να δοθεί αποτελεσματική λύση. Η αντιμετώπιση παραδοσιακά περιελάμβανε δηλητηρίαση ή παγίδευση των τρωκτικών, μέθοδοι όχι τόσο ασφαλείς, αλλά και επικίνδυνες (Centers for Disease Control and Prevention, 2006).

Ειδικότερα όσο αφορά την εφαρμογή τρωκτικοκτόνων η εφαρμογή τους έχει ποικίλες αρνητικές συνέπειες. Ορισμένα τρωκτικοκτόνα είναι θανατηφόρα μετά από μία έκθεση του τρωκτικού σε αυτό, ενώ άλλα δρουν όταν το τρωκτικό εκτεθεί πολλές φορές σε αυτό (Karoor et al., 2015), γεγονός που αυξάνει ιδιαίτερα το κόστος αντιμετώπισης στον αγρότη. Ακόμη τα τρωκτικά δεν έχουν την τάση να καταναλώνουν άγνωστες τροφές. Συνήθως καταναλώνουν μικρό δείγμα, περιμένουν και παρατηρούν αν αυτό θα έχει επίδραση σε αυτά ή άλλα άτομα (Nuwer, 2013). Το φαινόμενο αυτό εξηγεί μερικώς τουλάχιστο γιατί τα δηλητήρια και τρωκτικοκτόνα σκοτώνουν τους οργανισμούς-στόχους μόνο μετά από πολλαπλές δόσεις. Το γεγονός αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του κόστους, όσο αφορά την αντιμετώπιση των τρωκτικών από τον αγρότη. Αυτά όμως, εκτός του ότι είναι ιδιαίτερα τοξικά για τα τρωκτικά που τα καταναλώνουν, είναι το ίδιο τοξικά και για θηλαστικά – οργανισμούς μη στόχους, όπως οικόσιτα ζώα που μπορεί να τα καταναλώσουν και να θανατωθούν. Ακόμη αποτελούν δευτερεύοντα κίνδυνο δηλητηρίασης για ζώα που καταναλώνουν ζωντανά ή νεκρά τρωκτικά, που έχουν προσλάβει δηλητήριο, με αποτέλεσμα ή να θανατωθούν τα ίδια, ή υπολείμματα τοξικότητας να βρεθούν σε αυτά και στη συνέχεια στους μετέπειτα θηρευτές τους επηρεάζοντας της φυσιολογικές λειτουργίες τους και διαταράσσοντας την τροφική αλυσίδα (National Pesticide Information Center, n.d.).

Πρόσφατα η ολοκληρωμένη διαχείριση επιβλαβών για τις καλλιέργειες οργανισμών προσπαθεί να βελτιώσει το έλεγχο των τρωκτικών με νέους μεθόδους. Οι

νέες μέθοδοι περιλαμβάνουν θέσπιση και εφαρμογή νόμων και κανονισμών, τροποποίηση ενδαιτημάτων, αλλαγή γεωργικών πρακτικών, καθώς και βιολογικό έλεγχο του πληθυσμού των τρωκτικών, με χρήση αρπακτικών (Centers for Disease Control and Prevention, 2006). Ένα αρπακτικό το οποίο θα μπορούσε να χρησιμεύσει στον έλεγχο των πληθυσμών των τρωκτικών αποτελεί η Τυτώ. Όπως έγινε φανερό και από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας καθώς και από τη παράθεση των αναφερθέντων βιβλιογραφικών αναφορών η διατροφή της Τυτούς αποτελείται από τρωκτικά που βλάπτουν πλήθος καλλιεργειών. Μία (1) Τυτώ μπορεί να καταναλώσει από 1.500 έως 3.000 τρωκτικά ετησίως, ενώ αν τα τρωκτικά είναι νεότερα σε ηλικία και άρα μικρότερα σε μέγεθος ο συνολικός αριθμός ατόμων λείας μπορεί να είναι υψηλότερος (Leshem et al., 2013).

Στη Θεσσαλία για το έτος 2021 υπολογίζεται ότι υπάρχουν 150 έως 300 ζευγάρια του συγκεκριμένου αρπακτικού (Βασίλειος Μποντζώρλος, προσωπική επικοινωνία) . Αυτό σημαίνει ότι η Τυτώ απαλλάσσει τη Θεσσαλία και τις καλλιέργειές της από 450.000 τρωκτικά ετησίως, σύμφωνα με μια συντηρητική εκτίμηση, θεωρώντας ότι ο πληθυσμός της αποτελείται από 150 ζευγάρια (300 άτομα) τα οποία τρέφονται μόνο με 1.500 τρωκτικά ετησίως. Δυνητικά η Θεσσαλία απαλλάσσεται από 1.800.000 τρωκτικά ετησίως, εκτίμηση που προκύπτει αν υποθεθεί ότι η Θεσσαλία υποστηρίζει 300 ζευγάρια (600 άτομα) Τυτούς, τα οποία καταναλώνουν ετησίως 3.000 τρωκτικά. Επομένως η Θεσσαλία απαλλάσσεται χάριτη στην Τυτώ από 450.000 έως 1.800.000 τρωκτικά. Οι αριθμοί αυτοί δείχνουν πόσο αποτελεσματικός είναι ο ρόλος της Τυτούς στην καταπολέμηση των τρωκτικών σε καλλιέργειες του Θεσσαλικού κάμπου.

Για την εξολόθρευση ενός τόσο μεγάλου αριθμού τρωκτικών η χρήση τρωκτικοκτόνων κρίνεται απαγορευτική για δύο κύριους λόγους. Αρχικά το κόστος αντιμετώπισης για 450.000 έως 1.800.000 τρωκτικά ετησίως είναι ιδιαίτερα μεγάλο. Ακόμη, η επιβάρυνση του περιβάλλοντος θα είναι ιδιαίτερα μεγάλη, καθώς η χρήση της συγκεκριμένης ποσότητας χημικών για να αντιμετωπιστεί τόσο μεγάλος πληθυσμός τρωκτικών θα διαταράξει σε μεγάλο βαθμό την τροφική αλυσίδα της περιοχής.

Η εγκατάσταση τεχνητών θέσεων φωλεοποίησης για την Τυτώ έχει αποδειχθεί ότι είναι λιγότερη δαπανηρή μέθοδος καταπολέμησης τρωκτικών σε σύγκριση με τη χρήση τρωκτικοκτόνων (Watts, 2004). Αρχικά πρέπει να αναφερθεί ότι οι τεχνητές

θέσης φωλεοποίησης χρησιμοποιούνται για αύξηση των πληθυσμών της Τυτούς όπου αυτοί έχουν υποστεί πτώση (Meyrom, 2009). Αν και η πτώση αυτή οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, η κυριότερη αιτία αυτής είναι η έλλειψη διαθέσιμων φυσικών θέσεων φωλεοποίησης. Η Τυτώ φωλιάζει σε τεχνητές θέσης και ορισμένες φορές τις προτιμά περισσότερο και από φυσικές. Διάφοροι ερευνητές ενθαρρύνουν τους αγρότες να εγκαταστήσουν τεχνητές θέσης φωλεοποίησης βασιζόμενοι στο γεγονός ότι η αύξηση του πληθυσμού της Τυτούς που θα προκύψει θα τους παρέχει φυσικό έλεγχο τρωκτικών (Newton, 2010). Οι τεχνητές θέσης φωλεοποίησης τοποθετούνται κυρίως σε υψηλά κτίρια και ο αριθμός ζευγών Τυτούς που θα κατοικήσουν σε κάθε μία εξαρτάται από την αφθονία των ατόμων λείας γύρω από τις τοποθεσίες φωλεοποίησης (Newton, 2010).

Στο Ισραήλ πραγματοποιήθηκε έρευνα σχετικά με την αποτελεσματικότητα της εγκατάστασης τεχνητών θέσεων φωλεοποίησης για την αντιμετώπιση των τρωκτικών, καθώς και αν οι αγρότες χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη μέθοδο για να απαλλαγούν από τα τρωκτικά που ζημιώνουν τις καλλιέργειες. Σύμφωνα με τη συγκεκριμένη έρευνα οι αγρότες που αντιμετώπισαν ιδιαίτερα μεγάλο πρόβλημα με τα τρωκτικά στις καλλιέργειές τους, αρχικά χρησιμοποιούσαν σε μεγάλο βαθμό τρωκτικοκτόνα, ενώ στη συνέχεια άρχισαν να αυξάνουν της τεχνητές θέσεις φωλεοποίησης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να είναι ιδιαίτερα ικανοποιημένοι με την αποτελεσματικότητα των τεχνητών θέσεων φωλεοποίησης, καθώς ο αριθμός των τρωκτικών μειωνόταν συνεχώς, με ταυτόχρονη μείωση και της εφαρμογής τρωκτικοκτόνων (Peleg et al., 2018).

Ακόμη μία παρόμοια έρευνα πραγματοποιήθηκε στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ σχετικά με τους παράγοντες που επηρεάζουν την εγκατάσταση της Τυτούς σε τεχνητές θέσεις φωλεοποίησης, καθώς και την αντίληψη των αμπελουργών για αυτήν την μέθοδο αντιμετώπισης τρωκτικών. Στη συγκεκριμένη έρευνα η Τυτώ προτίμησε κυρίως τεχνητές θέσης φωλεοποίησης οι οποίες ήταν κατασκευασμένες από ξύλο και τοποθετημένες σε ανοικτές εκτάσεις, όπως λιβάδια, δάση και μεγάλες καλλιέργειες. Τέλος οι αμπελουργοί άρχισαν να τοποθετούν νέες τεχνητές θέσεις φωλεοποίησης με απώτερο σκοπό να προσελκύσουν όλο και περισσότερα ζευγάρια Τυτούς, καθώς παρατηρήθηκε ότι έχουν τη δυνατότητα να απομακρύνουν σημαντικό αριθμό τρωκτικών από τις καλλιέργειες τους (Wendt και Johnson, 2017).

Γίνεται επομένως αντιληπτό ότι τα τρωκτικά αποτελούν σημαντική απειλή για το σύνολο της παραγωγής καλλιεργειών διαφόρων ειδών. Οι παλαιότερες μέθοδοι αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος δεν είναι πλέον αποτελεσματικές, καθώς εγκυμονούν κινδύνους για το περιβάλλον και αυξάνουν το κόστος της παραγωγής για τους αγρότες. Η τοποθέτηση τεχνητών θέσεων φωλεοποίησης και η εγκατάσταση της Τυτούς με απώτερο σκοπό τον έλεγχο του πληθυσμού των τρωκτικών είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική και οικονομική λύση. Η διατροφή της Τυτούς βασίζεται κυρίως σε μικροθηλαστικά και μάλιστα τρωκτικά. Με την αξιοποίηση του ρόλου της Τυτούς ως εναλλακτικού τρόπου καταπολέμησης των τρωκτικών μειώνονται σημαντικά τα ποσά τρωκτικοκτόνων στις καλλιέργειες, με παράλληλη μείωση των τρωκτικών στις καλλιέργειες, σε συνδυασμό με την μείωση του κόστους της καλλιέργειας για τους αγρότες και την προστασία του περιβάλλοντος από την τοξικότητα των τρωκτικοκτόνων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 Συμπεράσματα και προτάσεις

Τα αποτελέσματα της παρούσας διατριβής τεκμηριώνουν τη σημασία της σύνθεσης της διαίτας της Τυτούς μέσω της ανάλυσης των εμεσμάτων της. Με βάση αυτά προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα: Το πρώτο σημαντικό συμπέρασμα είναι ότι η διατροφή της Τυτούς στη Θεσσαλία βασίζεται σε μικροθηλαστικά, κυρίως τρωκτικά, τα οποία απειλούν τις καλλιέργειες. Τα τρωκτικά του γένους *Microtus*, του γένους *Crocidura* και το είδος *Mus domesticus* αποτελούν της κύριες διατροφικές επιλογές της Τυτούς στη Θεσσαλία και σημαντικές απειλές των καλλιεργειών. Τα συγκεκριμένα είδη είναι υπεύθυνα για πλήθος ζημιών στις καλλιέργειες και κατ' επέκταση οικονομικές ζημιές σε αγρότες, συνεταιρισμούς, επιχειρήσεις και γενικότερα όποιον σχετίζεται με τον αγροτικό τομέα και την παραγωγή αγροτικών προϊόντων άμεσα ή έμμεσα. Τα συγκεκριμένα είδη μικροθηλαστικών βλάπτουν πληθώρα ειδών καλλιεργειών, όπως σιτηρών, δενδροκομικών, βιομηχανικών και κηπευτικών προκαλώντας σημαντικές ζημιές στην παραγωγή τους, οι οποίες μεταφράζονται σε τεράστιες οικονομικές απώλειες.

Το δεύτερο και σημαντικότερο συμπέρασμα της συγκεκριμένης διατριβής είναι ότι η Τυτώ μπορεί να δώσει λύση στην αντιμετώπιση των τρωκτικών στη Θεσσαλία αλλά και γενικά να αποτελέσει μία εναλλακτική μέθοδο ελέγχου των τρωκτικών για δύο πολύ σημαντικούς λόγους. Ο έλεγχος των τρωκτικών με την αξιοποίηση του ρόλου της Τυτούς ως θηρευτή αποτελεί οικονομικότερο και περισσότερο οικολογικό τρόπο αντιμετώπισης των τρωκτικών σε σύγκριση με όλες τις παλαιότερες μεθόδους και ειδικότερα της εφαρμογής τρωκτικοκτόνων. Συγκεκριμένα, μία Τυτώ μπορεί να καταναλώσει από 1.500 έως 3.000 τρωκτικά ετησίως και ένα ζευγάρι από 3.000 έως 6.000 τρωκτικά ετησίως. Μόνο στη Θεσσαλία υπολογίζεται ότι το έτος 2021 υπάρχουν από 150 έως 300 ζευγάρια, αριθμός που μπορεί να απαλλάξει τις καλλιέργειές της από 450.000 έως 1.800.000 τρωκτικά ετησίως. Για την απαλλαγή ενός τόσο μεγάλου αριθμού τρωκτικών από της καλλιέργειες η εφαρμογή τρωκτικοκτόνων είναι απαγορευτική λόγω κόστους και τοξικότητας για το περιβάλλον, αλλά και λόγω εισόδου στην τροφική αλυσίδα και τους επόμενους καταναλωτές. Η συχνή χρήση τρωκτικοκτόνων αυξάνει το κόστος

της καλλιέργειας και τη συσσώρευσή τους στην τροφική αλυσίδα των αγροτικών οικοσυστημάτων με τοξικές συνέπειες για πολλούς άλλους οργανισμούς και ρύπανση εδαφών και υδάτων.

Επομένως η αξιοποίηση της Τυτούς ως φυσικού τρόπου ελέγχου των πληθυσμών των τρωκτικών στις καλλιέργειες αποτελεί ιδιαίτερα αποτελεσματική μέθοδο αντιμετώπισης του προβλήματος, με ταυτόχρονη μείωση των ποσοτήτων των τρωκτικοκτόνων σε αυτές. Συνεπώς, κρίνεται απαραίτητη η προστασία/διατήρηση των φυσικών θέσεων φωλεοποίησης σε παλιά κτήρια, η εγκατάσταση τεχνητών ξύλινων φωλιών σε κτήρια και στύλους μέσα στην αγροτική ύπαιθρο. Οι παραπάνω ενέργειες θα έχουν ως αποτέλεσμα τη διαχείριση του πληθυσμού της Τυτούς, τον φυσικό έλεγχο μέσω θήρευσης από την Τυτώ των επιβλαβών τρωκτικών, τη μείωση χρήσης τοξικών τρωκτικοκτόνων, τη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος στην αγροδιατροφική αλυσίδα και τη μείωση δευτερογενών δηλητηριάσεων με αρνητική επίδραση στη βιοποικιλότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

1. Ahmed Aatef Reyadh Al-Gendy (2010). *Review article On Losses caused by rodents to economic field crops and fruit trees*. Al-Azhar University. Faculty of Agriculture pp 1-40.
2. Alibadian M., Alaei-Kakhki N., Mirshamsi O., Nijman V., Roulin A., (2016). *Phylogeny, biogeography, and diversification of barn owls*. Biological Journal of the Linnean Society **119**: 904-918.
3. Alibadian M., (2013). *DNA barcoding as a tool for elucidating species delimitation in wide-ranging species as illustrated by owls (Tytonidae and Strigidae)*. Zoological Science **30**: 1005-1009.
4. Amr Z., Shenbrot G., Hutterer R., Amori G., Kryštufek B., Yigit N., Mitsain G. & Muñoz, L.J.P. (2008). "*Microtus guentheri*". IUCN Red List of Threatened Species.
5. Antoni Alcover, J., (1988). *Mamífers Actuals*. Mamífers de les Balears. Palma de Mallorca: Editorial Moll. pp. 82-84.
6. Arnold, E.M., Hanser S.E., Regan T., Thompson J., Lowe M., Kociolek A., Belthoff J.R., (2019). *Spatial, road geometric and biotic factors associated with Barn Owl mortality along an interstate highway*. Ibis. **161(2)**: 147–161.
7. Avery D. M., Avery G. & Palmer N. G. (2005). *Micromammalian distribution and abundance in the Western Cape Province, South Africa, as evidenced by Barn owls Tyto alba (Scopoli)*. Journal of Natural History, **39(22)**: 2047-2071.
8. Barn Owl Tyto alba (1769) *British Trust for Ornithology*. Scopoli
9. BirdLife International. (2015). *European Red List of Birds*. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
10. BirdLife International. (2004). *Birds in Europe Hardcover*.
11. Bontzorlos A.V. (2009). *The trophic ecology of barn owl in the agricultural ecosystems of central greeceits application in the distribution and abundance of its prey = La ecología trófica de la lechuza común en los ecosistemas agrícolas de Grecia Central: su aplicación a la distribución y abundancia de sus presas*. Doctoral dissertation. University of Salamanca. Salamanca.

12. Bontzorlos A.V., Salvador J.P, Vlachos G.C., Bakaloudis E.D. (2005). *The diet of Barnowl in the agricultural landscapes of central Greece*. *Folia Zoologica*, **54(1-2)**: 99-110.
13. Brown, Peter R. and Singleton, Grant R., (2000). *Impacts of house mice on crops in Australia-costs and damage*. *Human Conflicts with Wildlife: Economic Considerations*. p. 6.
14. Bruce, M.D., Christie, D.A. and Kirwan, G.M. (2014). Common Barn-owl (*Tyto alba*). In: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. and de Juana, E. (eds), *Handbook of the Birds of the World Alive*, Lynx Edicions, Barcelona.
15. Butchart M., Stattersfield J. & Brooks T.M. (2004). *Going or gone: defining 'Possibly Extinct' species to give a truer picture of recent extinctions* . BirdLife International.
16. Centers for Disease Control and Prevention (2006). *Integrated pest management: conducting urban rodent surveys*. US Department of Health and Human Services. Atlanta.
17. Chaline J., Baudvin H., Jammot D. & Saint-Girons M.C. (1974). *Les proies des rapaces. Petits mammifères et leur environnement*. Doin, Paris. pp. 141.
18. Ingles C. (1995). *Summary of California studies analyzing the diet of barn owls*. *Sustainable Agriculture/Technical Reviews*. **2**: 14–16.
19. Čanády A. and Mošanský L. (2015). *Craniometric data of *Apodemus sylvaticus* in Slovakia*, *Biologia*.
20. Clements J. F., Schulenberg T. S., Iliff M. J., Roberson D., Fredericks T. A., Sullivan B. L., Wood C. L.. (2017). *The eBird/Clements checklist of birds of the world: v2016*.
21. Conway, G.R. (1987). *The properties of agrosystems*. *Agricultural systems* **24**: 95-117.
22. Davis, Mark A.; Thompson, Ken (2000). *Eight Ways to be a Colonizer; Two Ways to be an Invader: A Proposed Nomenclature Scheme for Invasion Ecology*. *Bulletin of the Ecological Society of America*. Ecological Society of America. **81(3)**: 226–230.
23. De Bruijn O. (1979). *Feeding ecology of the Barn owl in the Netherlands*. *Limosa*, **52**: 91-154.

24. del Hoyo, J., Collar, N.J., (2014). *HBW and BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World*. BirdLife International, Barcelona .
25. Dickinson E.C., and Remsen Jr. J. V. (2013). *The Howard and Moore Complete Checklist of the Birds of the World*. Aves Press, Eastbourne, UK.
26. Dickman C.R., Daly S.E.J. & Connell G.W. (1991). *Dietary relationships of the Barn Owl and Australian Kestrel on Islands of the coast of Western Australia*. *Emu: Austral Ornithology*, **91(2)**: 69-72.
27. Dirzo, R., Raven, P.H., (2003). Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources* **28**: 137–167.
28. Centers for Disease Control and Prevention. (2012). *Diseases indirectly transmitted by rodents*.
29. Ehrenfeld J. G. (2010). *Ecosystem Consequences of Biological Invasions*. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. **41**: 59–80.
30. Ehrlich P.R., Dobkin D.S.; Wheye D. & Pimm S. L. (1994) *The Birdwatcher's Handbook: A Guide to the Natural History of the Birds of Britain and Europe*. Oxford University Press.
31. Elske van de Fliert and Ann R. Braun. (1999) *Farmer Field School for Integrated Crop Management of Sweetpotato. Field guides and Technical Manual*. Indonesia: International Potato Center.
32. Gardiner J.R.; Swain A. (2015) *Sex Determination and Differentiation. Knobil and Neill's Physiology of Reproduction* (4th ed.). Academic Press. pp. 267–292.
33. Gill F., Donsker D., (2018). *IOC World Bird List* (v 8.1).
34. Hardie, D.C., Hutchings, J.A., (2010) *Evolutionary ecology at the extremes of species ranges*. *Environmental Reviews*. **18**: 1–20.
35. Hafidzi M.N., Mohd N. (2003). The use of the Barn Owl, *Tyto alba*, to suppress rat damage in rice fields in Malaysia. *ACIAR Monograph* pp. 274–276.
36. Hakkarainen H. & Korpimäki E. (1996) *Competitive and predatory interactions among raptors: an observational and experimental study*. *Ecology* **77**: 1134-1142.
37. Howard and Moore (2003) *Checklist of the Birds of the World* pp.218-9.
38. Jacob J., Manson P., Barfknecht R., Fredricks T. (2014). *Common vole (Microtus arvalis) ecology and management: implications for risk assessment of plant protection products*. *Pest Management Science* **70**: 869-878

39. Kapoor H., Lohani K.R., Lee T.H., Agrawal D.K., Mittal S.K. (2015). *Animal Models of Barrett's Esophagus and Esophageal Adenocarcinoma-Past, Present, and Future*. Clinical and Translational Science. Wiley. **8(6)**: 841–847.
40. Kelleher K. M., Oliver, G. A., Sleeman, D. P. (2010). *The composition and sex of rodent prey taken by Barn Owls Tyto alba at a roost in County Cork*. Irish Birds. **9**: 35–40.
41. Knudsen E.I.; Konishi M. (1979). *Mechanisms of sound localization in the barn owl (Tyto alba)*. *Journal of Comparative Physiology*. **133(1)**: 13–21.
42. König C. (1973). *Mammals*. Collins & Co. London pp. 27.
43. Kryštufek, B., Bukhnikashvili, A., Sozen, M., Isfendiyaroglu, S. (2008). *Cricetulus migratorius*. IUCN Red List of Threatened Species.
44. Kváč M., McEvoy J., Loudová M., Stenger B., Sak B., Květoňová D., Ditrich O., Rašková V., Moriarty E., Macholán M. Piálek J. (2013). *Coevolution of Cryptosporidium tyzzeri and the house mouse (Mus musculus)*. International Journal for Parasitology. **43(10)**: 805–817.
45. Laudet F. Denys C., Senegas F. (2002). *Owls, multirejection and completeness of prey remains: implications for small mammal taphonomy*. Acta Zoologica Cracoviensia. **45**: 341-355.
46. Lavariega M.C., García-Meza J., Martínez-Ayón Y., Briones-Salas M. (2015). *Análisis de las presas de la Lechuza de Campanario (Tytonidae) en Oaxaca Central, México*. Neotropical Biology and Conservation.
47. Lawrence M.J. & Brown R.W. (1974). *Mammals of Britain. Their tracks, trails and signs*. Blandford Press, Dorset pp. 296.
48. Leshem Y. (2013). *Buma the Barn Owl: The Farmer's Friend* The Hoopoe Library, Hoopoe Foundation.
49. Lippens C, Estoup A, Hima M., Loiseau A, Tatar C, Dalecky A., Bâ K., Berthier, K., Brouat C. (2017). *Genetic structure and invasion history of the house mouse (Mus musculus domesticus) in Senegal, West Africa: a legacy of colonial and contemporary times*. *Heredity*. **119(2)**: 64-75.
50. Marti C.D. (1988). *A long term study of food niche dynamics in the common Barn owl: comparisons within and between populations*. Canadian Journal of Zoology **66**: 1803-1812.
51. Marti, C.D (1992). *Barn Owl*. Washington DC: The American Ornithologists' Union.

52. Mátics R., Hoffmann G. (2002) *Location of the transition zone of the Barn Owl subspecies Tyto alba alba and Tyto alba guttata (Strigiformes: Tytonidae)*. Acta Zoologica Cracoviensia **45(2)**: 245-250.
53. Maurizio S., Casamento G. (1995) *Morphometrics of the wood mouse (Apodemus sylvaticus, Mammalia, Rodentia) in the Mediterranean*, Italian Journal of Zoology. **62:3**: 313-320.
54. McCormick M. (2003). *Rats, communications, and plague: Toward an ecological history* Journal of Interdisciplinary History. **34(1)**: 1-25.
55. Meerburg B. G., Singleton, G.R., Leirs H. (2009). *The Year of the Rat ends: time to fight hunger!*. Pest Management Science. **65(4)**: 351-2.
56. Mehmet A.T. (2015). *Taxonomical and Karyological Features of Microtus hartingi*. Pakistan Journal of Zoology, **47(3)**: 691-698.
57. Meyrom K., Motro, Y., Leshem Y., Charter M. (2009). *Nest-box use by the barn owl Tyto alba in a biological pest control program in the Beit She'an Valley, Israel*. Ardea. **97(4)**: 463–467.
58. Miguel A. (1999) *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*. Agriculture Ecosystems and Environment **74**: 19–31
59. Miguel A. Olalla-Tárraga, Miguel Á. Rodríguez, Bradford A. Hawkins (2006). *Broad-scale patterns of body size in squamate reptiles of Europe and North America*. Journal of Biogeography **33(5)**: 781–793.
60. Mooney, H. A., (1996). Functional Roles of biodiversity: a global perspective.
61. Moran S., Keidar H., (1994). *Assessment of toxic bait efficacy in field trials by counts of burrow openings*. Sixteenth Vertebrate Pest Conference
62. Musser G.G., Carleton M.D. (2005). *Superfamily Muroidea. Species of the World: a Taxonomic and Geographic Reference*. Johns Hopkins University Press., Baltimore. pp. 894–1531.
63. Musser G.G., Carleton M.D. (2005). *Superfamily Muroidea. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Johns Hopkins University Press. pp. 1002.
64. Newton I. (2010). *Population ecology of raptors / monograph*. T & AD Poyser.
65. Newton I. (1998). *Population limitation in birds*. Academic Press, London.
66. Niethammer J., Krapp F. (1977). *Handbuch der Säugetiere Europas- Band 1, Nagetiere I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden*. pp 476.

67. Niethammer J., Krapp F. (1982). *Handbuch der Säugetiere Europas- Band 2/1, Nagetiere 2. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.* pp 649.
68. Niethammer J., Krapp F. (1990) *Handbuch der Säugetiere Europas – Band 3/1, Insektenfresser- Herrentiere.* AULA-Verlag Wiesbaden. pp 523.
69. Niethammer J. (1963). *Die einbürgerung von Säugetieren und Vögeln in Europa.* Paul Parey, Hamburg & Berlin. pp 319.
70. Nowak R.M. (1999). *Walker's Mammals of the World.* Johns Hopkins University Press. pp 1244.
71. Obucj J., Benda P. (2009). *Food of the Barn Owl (Tyto alba) in the Eastern Mediterranean.* Slovak Raptor Journal **3(1)**: 41-50
72. Odum E.P., (1969). *The strategy of ecosystem development.* Science 164, pp. 262-270.
73. Overmars K.P., Schulp C.J.E., Alkemade R., Verburg P.H., Temmec A.J.A.M., Omtzigt N., Schaminéed J.H.J., (2014). *Developing a methodology for a species-based and spatially explicit indicator for biodiversity on agricultural land in the EU.* Ecological Indicators **37**: 186-198.
74. Pain D.J., Dixon J. (1997) *Farming and birds in Europe: the common agricultural policy and its implications for bird conservation.* Academic Pres. San Diego pp. 1-24.
75. Parshad, V.R. (1999). *Rodent control in India.* Integrated Pest Management Reviews. **4(2)**: 97-126.
76. Paz A., Jareño D., Arroyo L., Viñuela J, Arroyo B., Mougeot F., Luque-Larena J., Fargallo, J., (2013). *Avian predators as a biological control system of common vole (Microtus arvalis) populations in north-western Spain: experimental set-up and preliminary results.* Pest Management Science. **69(3)**: 444–50.
77. Peden D.G. (1998). *Agroecosystem Management for Improved Human Health: Applying principles of integrated pest management to people.* New Directions in Animal Production Systems. Annual Meeting of the Canadian Society of Animal Science, Vancouver, British Columbia, Canada.
78. Peleg, Ori Nir, Leshem S., Yossi. (2018). *Three Decades of Satisfied Israeli Farmers: Barn Owls (Tyto alba) as Biological Pest Control of Rodents.* UC Agriculture & Natural Resources. **28**: 28

79. Petty S.J., Shaw G., Anderson D.I.K. (1994). *Value of nest boxes for population studies and conservation of owls in coniferous forests in Britain*. Journal of Raptor Research, **28**: 134–142.
80. Roulin A. (2004). *Covariation between plumage colour polymorphism and diet in the Barn Owl (Tyto alba)*. Ibis, **146(3)**: 509-517.
81. Shawyer C. (1994). *The Barn Owl*, University of Florida pp. 67–87
82. Shehab H.A., Al Charabi M.S. (2006). *Food of the Barn Owl Tyto alba in the Yahmool Area, Northern Syria*. Turkish Journal of Zoology, **30**: 175-179.
83. Single G., Dickman C. R., MacDonald D. W., (2001). *Rodents. The Encyclopedia of Mammals*. Oxford University Press. pp. 578–587.
84. Southwood R.E., Way M.J., (1970). *Ecological background to pest management. Concepts of Pest Management*. North Carolina State University, Raleigh, NC, pp. 6–29.
85. Stenseth N.C., Leirs H., Skonhofs A., Stephen A., Andreassen H.P., Singleton G.R.; Lima M., Machang'u R.S., Zhang Z., Brown P.R., Shi D., Wan X. (2003). *Mice, rats, and people: The bio-economics of agricultural rodent pests*. Frontiers in Ecology and the Environment. **1(77)**: 367–375.
86. Swift M.J, Anderson, J.M., (1993). *Biodiversity and ecosystem function in agroecosystems*. In: *Schultze, E., Mooney, H.A. (Eds.), Biodiversity and Ecosystem Function*. Spinger, New York, pp. 57–83.
87. Tamagnini D., Meloro C., Cardini A., (2017). *Anyone with a Long-Face? Craniofacial Evolutionary Allometry (CREA) in a Family of Short-Faced Mammals, the Felidae*. Evol Biol **44**: 476–495.
88. Mehmet Ali Tabur (2015). *Taxonomical and Karyological Features of Microtus hartingi (Barrett-Hamilton, 1903) (Mammalia: Rodentia) with Some Biological and Ecological Features*, Pakistan Journal of Zoology. **47(3)**: 691-698
89. Taylor I. (1994). *Barn Owls: Predator–Prey Relationships and Conservation*. Cambridge University Press pp. 91-95.
90. Taylor I. (2004). *Barn Owls: Predator-prey Relationships and Conservation*. Cambridge University Press. pp. 29–148.
91. Traylor M. A. & Parelius D. (1967) *A Collection of Birds from the Ivory Coast*. Fieldiana Zool. **51(7)**: 91-117
92. Tucker G.M., Heath M.F. (1994) *Birds in Europe: their conservation status*. BirdLife Conservation Series, BirdLife International, Cambridge.

93. Uva, V., Päckert M., Cibois A., Fumagalli L., Roulin A. (2018). *Comprehensive molecular phylogeny of barn owls and relatives (Family: Tytonidae), and their six major Pleistocene radiations*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. **125**: 127–137.
94. Jojić V., Čabrilo B., Bjelić-Čabrilo O., Jovanović V.M., Budinski I., Vujošević M., Blagojević J. (2021). *Canalization and developmental stability of the yellow-necked mouse (*Apodemus flavicollis*) mandible and cranium related to age and nematode parasitism*, *Frontiers in Zoology*. **18(1)**: 55.
95. Vida J., Blagojević J., Vujošević M. (2011) *B chromosomes and cranial variability in yellow-necked field mice (*Apodemus flavicollis*)*, *Journal of Mammalogy*, **92(2)**: 396–406,
96. Vohralik V., Frynta D., Mikulova P., Benda P., Nova P. (2002) *Multivariate morphometrics of *Apodemus mystacinus* in the near east and its divergence from European *A.m. epimelas* (Mammalia: Rodentia)*. *Israel Journal of Zoology* **48**: 135–148.
97. Waggoner B. (2000). *Introduction to the Rodentia*. University of California Museum of Paleontology.
98. Watts B. (2004). *An evaluation of nest box use by Common Barn Owls in Virginia*. *The Raven*. **75(2)**: 71–72
99. Wendt C. A., Johnson M.D. (2017). *Multi-scale analysis of barn owl nest box selection on Napa Valley vineyards*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **247**: 75-83.
100. Wink M., A. A. Elsayed, H. Sauer-Gurth, and J. Gonzalez. (2009). *Molecular phylogeny of owls (Strigiformes) inferred from DNA sequences of the mitochondrial cytochrome b and the nuclear RAG-1 gene*. *Ardea*. **97**: 581-591.
101. Yalden D. (1999). *The History of British Mammals*. London: T & A D Poyser.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

1. WWF Ελλάς (2010). *Βάση δεδομένων απογραφής των νησιωτικών υγροτόπων της Ελλάδας*.
2. Απαλοδήμου Ντ. (1988). *Λεξικό των ονομάτων των πουλιών της Ελλάδας*. pp38.
3. Γραμματικάκη, Μ. (2011). *Μελέτη της βιοποικιλότητας σε αγροοικοσυστήματα της Δυτικής Ελλάδας και νησιών του Ανατολικού Αιγαίου*. Μυτιλήνη: Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Τμήμα Περιβάλλοντος.
4. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας, Ινστιτούτο Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών (ΕΘΙΑΓΕ) (2012). *Πρόγραμμα “i-adaPt: Innovative approaches to halt desertification in Pinios: Piloting emerging technologies”*.
5. Κανδρέλης Σ. Σ. (2008). *Αγροοικολογία*. Ήπειρος: Τ.Ε.Ι. Ηπείρου.
6. Μποντζώρλος Βασίλειος, προσωπική επικοινωνία.
7. Όντριας Ι. (1988). *Πανίδα της Ελλάδας*, σελ.136.
8. Πάπυρος Larousse Britannica (1997). *Κουκουβάγια*. Αθήνα: Πάπυρος. 32. σ.479
9. Περιφέρεια Θεσσαλίας (2007). *«Πόλος καινοτομίας Θεσσαλίας»*.
10. Περιφέρεια Θεσσαλίας (2011). *Επιχειρησιακό Σχέδιο «Καλάθι Θεσσαλικών Προϊόντων»*.
11. Περιφέρεια Θεσσαλίας, Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Ε. Π. Θεσσαλίας και Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τομέας Γεωλογικών Επιστημών και Ατμοσφαιρικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Ορυκτολογίας και Γεωλογίας (2007). *Καταγραφή - Αξιολόγηση προτάσεων υδραυλικών έργων περιοχής Κάτω Ολύμπου – Όσσας – Μαυροβουνίου*.
12. Σμυρλίου- Ζέρβα Μ. (2019). *«Σύγκριση των διατροφικών συνηθειών αρπακτικών πτηνών της τάξης γλαυκόμορφα, μέσω της μελέτης εμεσμάτων»*. Πάτρα: Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας, Εργαστήριο Ζωολογίας.
13. ΥΠΕΧΩΔΕ (2006). *Σχέδιο διαχείρισης των λεκανών απορροής των ποταμών Αχελώου και Πηνειού Θεσσαλίας*.
14. Χανδρινός Γ. και Δημητρόπουλος Α. (1982). *Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας*. Ευσταθιάδη, Αθήνα.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

1. Bachynski, K., & Harris, M.S. (2002) *Tyto alba* – *Barn owl*. Retrieved from: https://animaldiversity.org/accounts/Tyto_alba/
2. *Barn Owl* – *Tyto alba* (n.d.). Retrieved from: <https://nhpbs.org/natureworks/barnowl.htm>
3. Bird Life International (2015). *European Red List of Birds*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Retrieved from: https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European_birds.pdf
4. National Geographic (n.d). *GUENTHER'S VOLE*. Retrieved from: <https://www.nationalgeographic.org/projects/photo-ark/animal/microtus-guentheri/>
5. National Pesticide Information Center (n.d.). *Rodenticides Topic Fact Sheet* Retrieved from: <http://npic.orst.edu/factsheets/rodenticides.html>
6. *North American Birds: Barn Owl* – *Tyto alba* (n.d.). Retrieved from: <https://www.audubon.org/field-guide/bird/barn-owl>
7. Norwegian Polar Institute (n.d.). *Sibling vole (Microtus levis)*. Retrieved from: <https://www.npolar.no/en/species/sibling-vole/>
8. Nuwer, R. (2013, Απρίλιος 18). Why Rodents Can't Throw Up, In Case You Were Wondering. *Smithsonian Magazine*. Retrieved from: <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/why-rodents-cant-throw-up-in-case-you-were-wondering-25707720/?no-ist>
9. Raese, J. (2004). *Crocidura leucodon - bicolored shrew*. Retrieved from: https://animaldiversity.org/accounts/Crocidura_leucodon/
10. The Barn Owl Trust (n.d.). *Barn Owl pellet analysis*. Retrieved from: <https://www.barnowltrust.org.uk/barn-owl-facts/barn-owl-pellet-analysis/>
11. *Τι είναι αγροοικοσύστημα* (2002). Ανακτήθηκε από <http://www1.aegean.gr/spatpe/Agroecosystems/Main.htm>
12. UNITED STATES - United States Department of Agriculture (USDA) – Agroecology (2007). *Sustainable Agriculture: Definitions and Terms. Related Terms*. Retrieved from: <http://www.fao.org/agroecology/database/detail/en/c/893024>

13. Αράπης, Γ. (2017). Αγρο-οικολογία: ουτοπία ή ανάγκη;. *ΤΡΙΠΤΟΛΕΜΟΣ*, 42.
Ανακτήθηκε από <https://dasarxeio.com/2018/02/25/53262/>
14. *Εισροές και εκροές θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος* (2022). Ανακτήθηκε από <https://geo-analysis.gr/enimerwseis/eisroes-kai-ekroes-threptikon-stoicheion-sto-edafos>
15. Πανάκογλου, Β. (2018, Ιανουάριος 31). *Το κλίμα της Ελλάδας*. Ανακτήθηκε από: http://e-meteolarissa.blogspot.com/2018/01/blog-post_30.html
16. Χανδρινός, Γ. (2009). Πουλιά. Στο Α. Λεγάκις, Π. Μαραγκού, (Επιμ.) *Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας* (σ. 214-353). Αθήνα, Ελλάδα: WWF ΕΛΛΑΣ. Ανακτήθηκε από <http://www.nationalredlist.org/files/2014/08/Legakis-Maragkou-2009-Greek-Red-Data-Book-birds-chapter.pdf>
17. Χατζηχαραλάμπους, Ε. (2013). *Βιοποικιλότητα & Αγροτικά Οικοσυστήματα*. Ανακτήθηκε από <https://docplayer.gr/9225570-Viopoikilotita-agrotika-oikosystimata.html>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1

Αναγνώριση *Microtus* (Στερεοσκοπική)

Οι οδοντοστοιχίες των *Microtus* έχουν την μορφή που διακρίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 11: Στερεοσκοπική απεικόνιση οδοντοστοιχιών *Microtus*

Microtus hartingi-*Microtus levis*

Για την αναγνώριση των συγκεκριμένων ειδών, ακολουθήθηκε αρχικά η στερεοσκοπική αναγνώρισή τους και στη συνέχεια, με τη βοήθεια της συναφούς βιβλιογραφίας κατασκευάστηκε πίνακας με αριθμητικά δεδομένα, τα οποία κατανέμουν τα μικροθηλαστικά στα γένη-είδη τους, ανάλογα με τα αποτελέσματα των κρανιακών μετρήσεων στις κατηγορίες μετρικών μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 12: Βοηθητικός πίνακας αναγνώρισης και ταυτοποίησης των ειδών *Microtus* βάσει μετρήσεων τμημάτων των κρανίων ((Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;).

Τμήμα κρανίου	Βιβλιογραφία	<i>Microtus levis</i>	Σύμπτωση	<i>Microtus hartingi</i>
CBL	Chaline et al.	21,1-28,2(<26,7)	26,7-28,2	26,7-29,6(>28,2)
	Lawrence, Brown	24,9-27,5	27,5-28,2	28,2-29,2
	Niethammer	-		26,5-29,6
DL	Chaline et al.	6,1-8,2	6-8,1	6-9,8(>8,1)
	Lawrence, Brown	-	-	-
	Niethammer	-	-	-
TBL	Chaline et al.	5,8-8,2	7,5-8,2	7,5-9,5(>8,2)
	Lawrence, Brown	-	-	8-9,44
	Niethammer	-	-	-
HR	Chaline et al.	7,2-8,3(<7,5)	7,5-8,3	7,5-9,2(>8,3)
	Lawrence, Brown	6,6-7,2	7,2-7,7	7,7-9,6
	Niethammer	-	-	-

Αναγνώριση *Microtus thomasi* (Στεροσκοπική)

Στις οδοντοστοιχίες και συγκεκριμένα στο δόντι M3 έχουν 3 και 4 απολήξεις στο εσωτερικό του κρανίου, ενώ το *Microtus thomasi* έχει τρεις και τρεις απολήξεις στο M3.



Εικόνα I3: Στερεοσκοπική απεικόνιση οδοντοστοιγιών *Microtus thomasi*.

Αναγνώριση *Cricetulus migratorius* (Στερεοσκοπική)

Παρόμοιο κρανίο με τα *Microtus*, τόσο ανατομικά, όσο και στο μέγεθος, αλλά η οδοντοστοιχία του παρουσιάζει τη μορφή που διακρίνεται στην κάτωθι εικόνα.



Εικόνα 14: Στερεοσκοπική απεικόνιση οδοντοστοιχιών *Cricetulus migratorius*.

Αναγνώριση Crocidura - Crocidura suaveolens - Crocidura leucodon (Στερεοσκοπική)

Στο είδος *Crocidura leucodon*, στο πέμπτο δόντι υπάρχει μία εγκόλπωση μικρή, κοντά στα ούλα και μία μεγάλη, μακριά από τα ούλα. Το αντίθετο ακριβώς ισχύει στο *Crocidura suaveolens*, καθώς έχει εντελώς διαφορετική διαμόρφωση. Ακόμη, στο *Crocidura leucodon*, στην απόληξη της κάτω σιαγόνας τους, εκεί που συνδέεται η σιαγόνα με το κρανίο, σχηματίζεται ένα διαφορετικό επίπεδο. Στο *Crocidura suaveolens*, στην κάτω σιαγόνα, στην έξω πλευρά, υπάρχει μία οπή και τα δόντια τους είναι ευθεία και πλαγιαστά, σε αντίθεση με το *Crocidura leucodon* που δεν έχουν σαφή διάταξη.



Εικόνα 15: Στερεοσκοπική απεικόνιση κρανίου και οδοντοστοιχιών *Crocidura suaveolens*.

Suncus etruscus (Στερεοσκοπική)

Το κρανίο μορφολογικά είναι παρόμοιο με αυτό του *Crocidura suaveolens* και του *Crocidura leucodon*, δηλαδή επίμηκες και επίπεδο, αλλά σε μέγεθος πολύ μικρότερο, καθώς μπορεί να φτάσει το 1/3 αυτών. Ακόμη, πλάγια στο δόντι υπάρχει μία μικρή προεξοχή.

Αναγνώριση *Rattus* (Στερεοσκοπική)

Μορφολογικά παρόμοιο κρανίο με τα *Microtus*, αλλά τεράστιο σε μέγεθος, σχεδόν διπλάσιο από αυτά. Αν εντοπιστεί κυλινδρική πτύχωση στα πλάγια, σε συνδυασμό με μεγάλο σε μέγεθος κρανίο, τότε το κρανίο αντιστοιχεί σε μικροθηλαστικό του γένους *Rattus*.



Εικόνα 16: Στερεοσκοπική απεικόνιση κρανίου *Rattus*.

Rattus norvegicus (Στερεοσκοπική)

Το κρανίο είναι σχετικά στενό, χωρίς να ανοίγει, και η οδοντοστοιχία έχει τη μορφή που παρουσιάζεται στην κάτωθι εικόνα.



Εικόνα 17: Στερεοσκοπική απεικόνιση οδοντοστοιχίας *Rattus norvegicus*.

Αναγνώριση *Apodemus* (Στερεοσκοπική)

Μορφολογικά το κρανίο είναι παρόμοιο με αυτό των *Microtus* και των *Rattus* αλλά πολύ μικρότερο σε μέγεθος από αυτό των *Rattus*. Όσο αφορά στα δόντια τους, αυτά εμφανίζουν έντονες πτυχώσεις και λοβούς. Ακόμη, είναι εμφανείς οι ακτινωτοί λοβοί γύρω από τον γομφίο.



Εικόνα 18: Στερεοσκοπική απεικόνιση οδοντοστοιχίας *Apodemus*.

Apodemus sylvaticus - *Apodemus flavicollis*

Όπως και στα *Microtus*, έτσι και στα *Apodemus* ακολουθήθηκε ακριβώς η ίδια διαδικασία αναγνώρισης, αρχικά στερεοσκοπικά και στη συνέχεια με χρήση κλειδών και κρανιακών μετρήσεων. Η μόνη διαφορά εντοπίζεται στις κατηγορίες μετρικών μεταβλητών που χρησιμοποιήθηκαν στο συγκεκριμένο γένος και οι οποίες αναγράφονται στον κάτωθι πίνακα.

Πίνακας 19: Βοηθητικός πίνακας αναγνώρισης και ταυτοποίησης των ειδών *Apodemus* βάσει μετρήσεων τμημάτων των κρανίων ((Niethammer, 1963; Chaline et al., 1974; Lawrence, Brown, 1974; Niethammer, Krapp, 1977; Niethammer, Krapp, 1982; Niethammer, Krapp, 1990;).

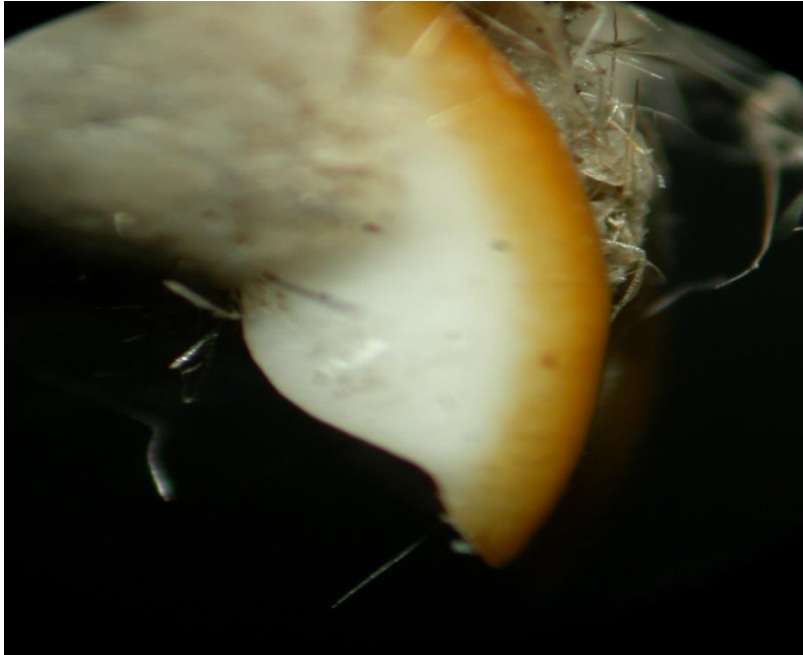
Τμήμα κρανίου	Βιβλιογραφία	<i>Apodemus sylvaticus</i>	<i>Apodemus flavicolis</i>
CBL	Chaline et al.	21,5-24,3	24,4-27,2
	Lawrence, Brown	23,1-25,3	23,0-27,6
	Niethammer	21,4-24,3	22,1-27,1
DL	Chaline et al.	6,3-7,2	6,4-8,1
	Lawrence, Brown	-	-
	Niethammer	6,1-7,0	6,5-8,1
NL	Chaline et al.	8,1-9,6	9,2-11,1
	Lawrence, Brown	-	-
	Niethammer	7,8-9,7	9,0-11,0
IC	Chaline et al.	3,8-4,1	4,1-4,8
	Lawrence, Brown	-	-
	Niethammer	-	-

Αναγνώριση Mus Στερεοσκοπική

Το κρανίο των *Mus* είναι μορφολογικά παρόμοιο με αυτό των *Apodemus*, αλλά σε μέγεθος είναι κατά $\frac{1}{3}$ μικρότερο από αυτά.

Mus domesticus Στερεοσκοπική

Τα δόντια είναι μικρότερα, υπάρχουν πολλά κενά συνήθως, αλλά το σημαντικότερο είναι ότι ο μπροστινός κοπήρας έχει μικρή εγκοπή.



Εικόνα 19: Στερεοσκοπική απεικόνιση εγκοπής στον κοπήρα του *Mus domesticus*.

Με βάση τις προαναφερθείσες πληροφορίες, έγινε η ανάλυση των εμεσμάτων και η ταυτοποίηση των μικροθηλαστικών. Στη συνέχεια, όλες οι μετρήσεις, εμεσμάτων (pellets) και κρανιακών μετρήσεων, εισήχθησαν στο πρόγραμμα Excel και ακολούθησε η στατιστική ανάλυση.