



Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Αγροδιατροφής και
Διαχείρισης Φυσικών Πόρων
Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΠΑΡΑΛΙΕΣ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ)

ΜΠΑΛΑΣΚΑ ΕΛΕΝΗ



Επιβλέπων Επίκουρη Καθηγήτρια:

Ναυσικά Παπαγεωργίου

Μάρτιος 2024



Τμήμα Αγροτικής Ανάπτυξης,
Αγροδιατροφής και
Διαχείρισης Φυσικών Πόρων

Εθνικό και Καποδιστριακό
Πανεπιστήμιο Αθηνών

ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΤΩΝ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΠΑΡΑΛΙΕΣ ΤΗΣ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ (ΝΟΤΙΟΣ ΕΥΒΟΪΚΟΣ)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΜΠΑΛΑΣΚΑ ΕΛΕΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΑΥΣΙΚΑ, Επίκουρη καθηγήτρια, ΕΚΠΑ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

ΑΡΒΑΝΙΤΗ ΟΛΓΑ, Επίκουρη καθηγήτρια, ΕΚΠΑ

ΚΟΥΚΟΥ ΜΑΡΙΑ, Επίκουρη καθηγήτρια, ΕΚΠΑ

ΠΑΠΑΓΕΩΡΓΙΟΥ ΝΑΥΣΙΚΑ, Επίκουρη καθηγήτρια, ΕΚΠΑ

ΨΑΧΝΑ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2024

1. Το σύνολο της εργασίας αποτελεί πρωτότυπο έργο, παραχθέν από τον συγγραφέα της, και δεν παραβιάζει δικαιώματα τρίτων καθ' οιονδήποτε τρόπο,
2. Εάν η εργασία περιέχει υλικό, το οποίο δεν έχει παραχθεί από τον συγγραφέα, αυτό είναι ευδιάκριτο και αναφέρεται ρητώς εντός του κειμένου της εργασίας ως προϊόν εργασίας τρίτου, σημειώνοντας με παρομοίως σαφή τρόπο τα στοιχεία ταυτοποίησής του, ενώ παράλληλα βεβαιώνεται πως στην περίπτωση χρήσης αυτούσιων γραφικών αναπαραστάσεων, εικόνων, γραφημάτων κλπ., έχει ληφθεί η χωρίς περιορισμούς άδεια του κατόχου των πνευματικών δικαιωμάτων για την συμπερίληψη και επακόλουθη δημοσίευση του υλικού αυτού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα μικροπλαστικά ορίζονται ως πλαστικά τεμάχια τα οποία έχουν διάμετρο από 1μm - 5mm. Ενώ, τα μακροπλαστικά έχουν διαστάσεις $\geq 5\text{mm}$. Τα πλαστικά απελευθερώνονται στο περιβάλλον μέσω των χειρσαίων και θαλάσσιων οδών. Ειδικότερα στην Μεσόγειο Θάλασσα που θεωρείται από τις πιο επιβαρυμένες περιοχές. Η συγκεκριμένη μελέτη έγινε με σκοπό να εξετασθεί η ρύπανση από πλαστικά σε τέσσερις παραλίες (Παραλία Σχινιά, Μωραΐτη, Αρτέμιδα και Χαμολιά) της Ανατολικής Αττικής (Νότιος Ευβοϊκός), τόσο σε σχέση με τα ποιοτικά (κατηγορίες πλαστικών), όσο και στα ποσοτικά χαρακτηριστικά των μακροπλαστικών (αριθμό τεμαχίων, βάρος, ανά επιφάνεια δειγματοληψίας) που περιέχουν. Γι' αυτόν τον λόγο συλλέχθηκαν δείγματα άμμου και πλαστικών από τις παραλίες. Στο εργαστήριο τα πλαστικά διαχωρίστηκαν από την άμμο και κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το μέγεθος και το βάρος, το χρώμα και τη χρήση τους. Συνολικά συλλέχθηκαν 1933 τεμάχια πλαστικών, εκ των οποίων τα 1358 βρέθηκαν στην παραλία της Χαμολιάς. Στην παραλία του Σχινιά βρέθηκαν 388 τεμάχια πλαστικών. Ενώ, στην Αρτέμιδα συλλέχθηκαν 144 και στην Μωραΐτη 43. Τα περισσότερα πλαστικά βρέθηκαν στην κατηγορία των *πολύ μεγάλων πλαστικών* $> 8\text{mm}$. Σε αντίθεση, με τα *μεγάλα πλαστικά 2* (7.1-6.7 mm). Τα περισσότερα πλαστικά που συλλέχθηκαν είχαν *άσπρο* χρώμα και λιγότερα πλαστικά είχαν το χρώμα *μωβ*. Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι ο συνολικός μέσος όρος των πλαστικών των παραλιών ήταν 57/m². Βρέθηκαν κάποιες σημαντικές διαφοροποιήσεις για συγκεκριμένες κατηγορίες πλαστικών, όπως αυτές των *pellets* που αποδίδονται στην βιομηχανική δραστηριότητα στην περιοχή της Μεσογείου. Παρατηρήθηκε πως ανάλογα την παραλία ποικίλει ο αριθμός των μακροπλαστικών ανάλογα τον προσανατολισμό και την χρήση της.

SUMMARY

Microplastics are defined as plastic fragments that have a diameter of $1\mu\text{m}$ - 5mm . Whereas, macroplastics have dimensions $\geq 5\text{mm}$. Plastics are released into the environment through land and sea routes. Especially in the Mediterranean Sea which is considered one of the most polluted areas. This study was conducted in order to examine the plastic pollution in four beaches (Schinias, Moraitis, Artemis and Hamolia) of East Attica (South Evian), both in terms of qualitative (plastic categories) and quantitative characteristics of the macroplastics (number of pieces, weight, per sampling area) they contain. For this reason, sand and plastic samples were collected from the beaches. In the laboratory the plastics were separated from the sand and categorised by size and weight, colour and use. A total of 1933 pieces of plastic were collected, of which 1358 were found on the beach of Hamolia. 388 pieces of plastic were found on the beach of Schinias. While 144 were collected in Artemis and 43 in Moraiti. Most plastics were found in the category of *very large plastics* $> 8\text{ mm}$. In contrast, *2 large plastics* (7.1-6.7 mm). Most plastics collected were *white* in colour and fewer plastics were *purple* in colour. It is important to note that the overall average of the total beach plastics was $57/\text{m}^2$. Some significant variations were found for specific plastic categories, such as those of *pellets* attributed to industrial activities in the Mediterranean region. It was observed that depending on the beach orientation, geophysical characteristics and use, the number of macroplastics varied.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Περίληψη	4
Summary	5
Πίνακας περιεχομένων	6
Κατάλογος πινάκων	7
Κατάλογος εικόνων.....	8
Κατάλογος διαγραμμάτων.....	9
Εισαγωγή	10
Υλικά και μέθοδοι.....	12
Περιοχές μελέτης.....	12
Διαδικασία δειγματοληψίας	15
Επιλογή σταθμών	15
Συλλογή και ανάλυση πλαστικών.....	16
Αποτελέσματα	19
Κατηγοριοποίηση πλαστικών με βάση το μέγεθος και το βάρος.....	19
Κατηγοριοποίηση πλαστικών με βάση το χρώμα	19
Κατηγοριοποίηση πλαστικών με βάση τη χρήση	20
Συζήτηση – Συμπεράσματα	26
Βιβλιογραφία.....	30
Παράρτημα Ι	34

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ 1	17
ΠΙΝΑΚΑΣ 2	20

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1:	12
ΕΙΚΟΝΑ 2:	13
ΕΙΚΟΝΑ 3:	14
ΕΙΚΟΝΑ 4:	14
ΕΙΚΟΝΑ 5:	15
ΕΙΚΟΝΑ 6:	16
ΕΙΚΟΝΑ 7:	16

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1:	20
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2:	21
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3:	22
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4:	23
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5:	24
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 6:	25

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα πλαστικά αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής του ανθρώπου, καθώς η χρήση τους αποτελεί πλέον καθημερινότητα. Η παραγωγή των πλαστικών είναι πάρα πολύ μεγάλη στην Ευρωπαϊκή Ένωση, εκ των οποίων ένα μικρό ποσοστό ανακυκλώνεται και το υπόλοιπο παραμένει ως απόβλητο και καταλήγει στις χωματερές και κυρίως στο θαλάσσιο περιβάλλον (Jambeck et al., 2015). Όμως τι ορίζεται ως πλαστικό;

Ως πλαστικό ορίζεται το συνθετικό οργανικό πολυμερές το οποίο προέρχεται από τον πολυμερισμό των μονομερών που προέρχονται από το φυσικό αέριο και το πετρέλαιο. Ως μικροπλαστικά ορίζονται τα πολύ μικρά κομμάτια πλαστικών με μέγεθος από 5 mm μέχρι 1μm πολλά από τα οποία δεν είναι ορατά με γυμνό μάτι (UNEP, 2016). Αντίθετα, τα μακροπλαστικά ορίζονται με διαστάσεις ≥ 5 mm. Ωστόσο, αν και αυτή η ταξινόμηση χρησιμοποιείται όλο και πιο συχνά στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν και διαφορετικές προσεγγίσεις που ορίζουν τα μικροπλαστικά μέχρι μικρότερα ή μεγαλύτερα μεγέθη (Lechthaler et al., 2020.).

Η θαλάσσια ρύπανση είναι ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα της εποχής που απασχολεί κράτη, φορείς και μεμονωμένα άτομα κι αποτελεί σοβαρό κίνδυνο για τον άνθρωπο και την παγκόσμια οικονομία (Angelini et al., 2019). Ο συχνότερος και ανθεκτικότερος ρυπαντικός παράγοντας σε παράκτια και υδάτινα περιβάλλοντα είναι τα πλαστικά. Και περίπου το 5% που παράγονται ετησίως καταλήγουν στους ωκεανούς. Λόγω της ιδιαίτερης αντοχής τους δεν αποικοδομούνται εύκολα με αποτέλεσμα να συσσωρεύονται στο υδάτινα οικοσυστήματα (Güven et al., 2017). Οι τρόποι με τους οποίους τα πλαστικά (μάκρο και μικρο) απελευθερώνονται στο περιβάλλον είναι μέσω χερσαίων και θαλάσσιων οδών. Οι χερσαίες διαδρομές εισόδου περιλαμβάνουν τα κακοδιαχειριζόμενα πλαστικά απόβλητα, ενώ οι θαλάσσιες διαδρομές εισόδου περιλαμβάνουν τα απόβλητα από τη ναυτιλία και τις αλιευτικές δραστηριότητες και την παράνομη διάθεση αποβλήτων στην ανοικτή θάλασσα (Lechthaler et al., 2020). Συχνά γίνεται διάκριση μεταξύ της παραγωγής αποβλήτων στην ενδοχώρα και στις ακτές, καθώς μεγάλος αριθμός ανθρώπων ζει σε παράκτιες περιοχές και οι διαδρομές εισόδου εκεί είναι πιο άμεσες από ό,τι με τα πλαστικά απόβλητα στην ενδοχώρα. Ως παράκτια ορίζονται εδώ όλα όσα απέχουν το πολύ 50 χλμ. από την ακτή. Αυτό περιλαμβάνει τους κατοίκους 192 χωρών (Jambeck et al., 2015). Ιδιαίτερα σημαντικό είναι να αναφερθεί πως η Μεσόγειος θάλασσα θεωρείται από τις πιο επιβαρυνμένες περιοχές, επειδή είναι μια ημίκλειστη λεκάνη που δέχεται σημαντικές επιδράσεις της ανθρωπογενούς δραστηριότητας σχεδόν σε όλο το μήκος των ακτών της (Schmidt et al., 2018).

Ακόμη, μια κατηγορία που παίζει σημαντικό ρόλο στην ρύπανση των θαλάσσιων οικοσυστημάτων είναι τα πλαστικά μικροσφαιρίδια ή *pellets*. Τα μικροσφαιρίδια από πλαστική ρητίνη αποτελούν την πρώτη ύλη για την κατασκευή πλαστικών ειδών (Moreira et al., 2016). Η απελευθέρωση *pellets* στο περιβάλλον προέρχεται από διαρροές και ατυχήματα που συμβαίνουν τυχαία κατά τη διαδικασία παραγωγής και μεταφοράς τους, είτε μέσω θαλάσσης είτε μέσω ξηράς (Fanini and Bozzeda, 2018). Τα πλαστικά μικροσφαιρίδια είναι εύκολα αναγνωρίσιμα και έχουν συνήθως σφαιρικό ή ημισφαιρικό σχήμα, ενώ στην ξένη βιβλιογραφία ορίζονται με διάφορα ονόματα όπως *pellets*, *nurdles*, *granules*, *microbeads* και *resins* (Fanini and Bozzeda, 2018). Ωστόσο, τα ονόματα αναφέρονται γενικά στο μέγεθος και το σχήμα τους, όχι στη σύνθεσή τους, που είναι συνήθως πολυαιθυλένιο, πολυπροπυλένιο και νάιλον (Karapanagioti and Klontza, 2008). Σύμφωνα με τους Izar et al. (2023) τα *pellets* που είναι πρόσφατα κατασκευασμένα είναι συνήθως λευκά ή ημιδιαφανή και μπορούν να ονομαστούν και παρθένα σφαιρίδια (Hammer et al., 2012). Αυτά τα σφαιρίδια περιέχουν συχνά υψηλές συγκεντρώσεις χημικών ουσιών που ενσωματώνονται στα πολυμερή κατά τη διάρκεια βιομηχανικών διεργασιών (Hammer et al., 2012; Andrady and Rajapakse, 2016; Yamashita et al., 2021). Όταν τα πλαστικά

σφαιρίδια εισέλθουν στα οικοσυστήματα, αυτά τα χημικά πρόσθετα μπορούν να διαρρεύσουν γρήγορα στο περιβάλλον (Teuten et al., 2009; Nobre et al., 2015). Σε αντίθεση με τα παρθένα σφαιρίδια, τα πλαστικά σφαιρίδια που βρίσκονται στις παραλίες είναι συνήθως κιτρινωπά ή καφετιά λόγω της έκθεσής τους στις καιρικές συνθήκες (Karapanagioti and Klontza, 2007; Fanini and Bozzeda, 2018). Οι μεγάλες περιόδους έκθεσης στο περιβάλλον σκουραίνουν τον κιτρινωπό τόνο των πλαστικών σφαιριδίων σε αποχρώσεις του πορτοκαλί και του καφέ. Αυτή η χρωματική διαβάθμιση προέρχεται από τις υδρόφοβες χημικές ουσίες που υπάρχουν στα σφαιρίδια ή τα προϊόντα αποικοδόμησής τους, τα οποία έχουν γενικά υψηλή παρουσία σε σκούρους τόνους (Endo et al., 2005; Fotopoulou and Karapanagioti, 2012; Yamashita et al., 2018; Fanini and Bozzeda, 2018). Αυτές οι υδρόφοβες χημικές ουσίες των πλαστικών σφαιριδίων μπορούν να φτάσουν σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από εκείνες που βρίσκονται στα ωκεάνια ύδατα (Andrady et al., 2011; Mato et al., 2001). Έτσι, ο χρωματικός βαθμός των σφαιριδίων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης παραμονής στο περιβάλλον (Fanini and Bozzeda, 2018), αλλά και χημικής μόλυνσης (Endo et al., 2005; Izar et al., 2022a).

Στόχος, αυτής της μελέτης ήταν να δημιουργηθεί ένα προφίλ για 4 παραλίες της Ανατολικής Αττικής (Νότιος Ευβοϊκός), τόσο στα ποιοτικά (κατηγορίες πλαστικών) όσο και στα ποσοτικά χαρακτηριστικά των μάκροπλαστικών (αριθμός τεμαχίων, βάρος ανά επιφάνεια δειγματοληψίας) που περιέχουν. Οι 4 παραλίες που μελετήθηκαν συνιστούν μέρος της ακτογραμμής της ανατολικής Αττικής αλλά έχουν διαφορετικό προσανατολισμό, ενώ παράλληλα δέχονται διαφορετικές ανθρωπογενείς πιέσεις, δημιουργώντας το κατάλληλο πεδίο για τη μελέτη της συσσώρευσης των μακροπλαστικών σε παράκτιες αστικές περιοχές.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

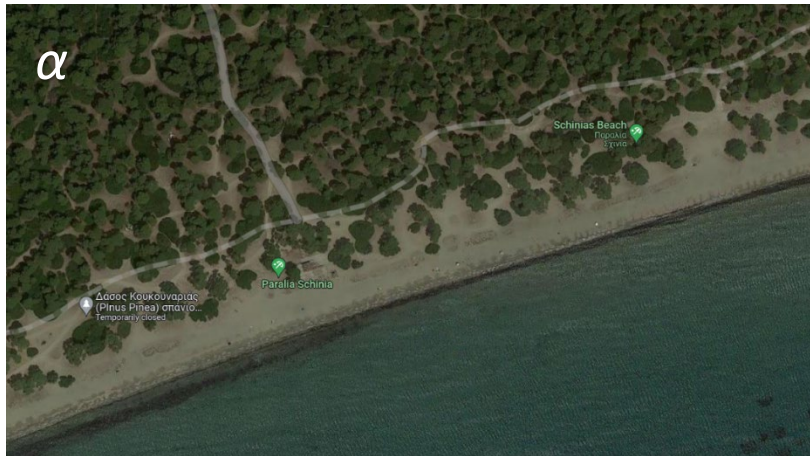
ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Οι τέσσερις αμμώδεις παραλίες της Ανατολικής Αττικής που επιλέχθηκαν για τις δειγματοληψίες ήταν η παραλία του Σχινιά, η παραλία Μωραΐτη, η παραλία της Αρτέμιδας και η παραλία της Χαμολιάς. Όλες αυτές οι παραλίες βρίσκονται στην Ανατολική Αττική και βρέχονται από τον Νότιο Ευβοϊκό κόλπο. Πραγματοποιήθηκε μια δειγματοληψία, η οποία έλαβε χώρα την άνοιξη και συγκεκριμένα στις 8 Μαΐου του 2023. Την ημέρα της δειγματοληψίας ο καιρός ήταν αίθριος, χωρίς ανέμους και με σχετική υψηλή θερμοκρασία για Μάιο μήνα.



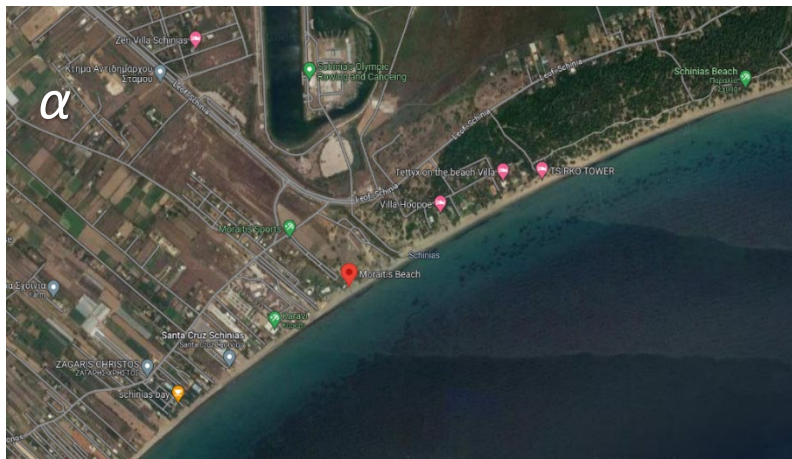
Εικόνα 1. Τα σημεία των 4 παραλιών της δειγματοληψίας

Η επιλογή των παραλιών έγινε με σκοπό να πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια σε σχέση με τους στόχους της μελέτης. Η παραλία του Σχινιά (Εικόνα 2) είναι μια από τις μεγαλύτερες παραλίες της Αττικής, η οποία βρίσκεται στην βορειοανατολική Αττική με μικρό οικισμό και έχει ΝΑ προσανατολισμό. Εκτός του ότι αποτελεί ένα εκβολικό σύστημα με εκτεταμένα έλη, τα οποία αποτελούν σημαντικό υδροβιότοπο, έχει ένα από τα μεγαλύτερα δάση κουκουναριάς (*Pinus pinea*) στην Ελλάδα το οποίο είναι προστατευόμενο και ανήκει στο δίκτυο Natura 2000. Επιπλέον, αποτελεί δημοφιλή τουριστικό προορισμό. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί πως κατά την δειγματοληψία στην παραλία του Σχινιά υπήρχαν άφθονα υπολείμματα Ποσειδωνίας (*Posidonia oceanica*), η οποία παίζει σημαντικό ρόλο στην ισορροπία των παράκτιων και των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Terrados & Borum, 2004). Τέλος, όπως παρατηρήθηκε κατά την δειγματοληψία η παραλία δεν είχε καθαριστεί από τα απορρίμματα που είχαν συσσωρευτεί κατά τους χειμερινούς μήνες.



Εικόνα 2. Η παραλία του Σχινιά: (α) δορυφορική εικόνα από το Google earth, (β) πανοραμική άποψη της παραλίας

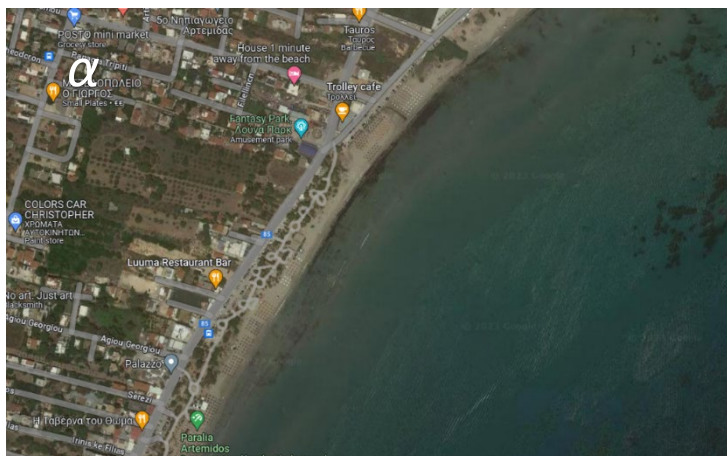
Η παραλία Μωραϊτή (Εικόνα 3) βρίσκεται στην στο ίδιο παράκτιο μέτωπο με τον Σχινιά και αποτελεί φυσική της συνέχεια, αλλά ο προσανατολισμός της είναι ανατολικός, ενώ διαθέτει έναν μικρό οικισμό. Τα καλοκαίρια υπάρχει αυξημένη τουριστική κίνηση και στο συγκεκριμένο σημείο λαμβάνουν χώρα θαλάσσια σπορ. Η παραλία πιθανόν να μην είχε καθαριστεί από τα απορρίμματα.





Εικόνα 3. Η παραλία Μωραΐτη: (α) δορυφορική εικόνα από το Google earth, (β) πανοραμική άποψη της παραλίας

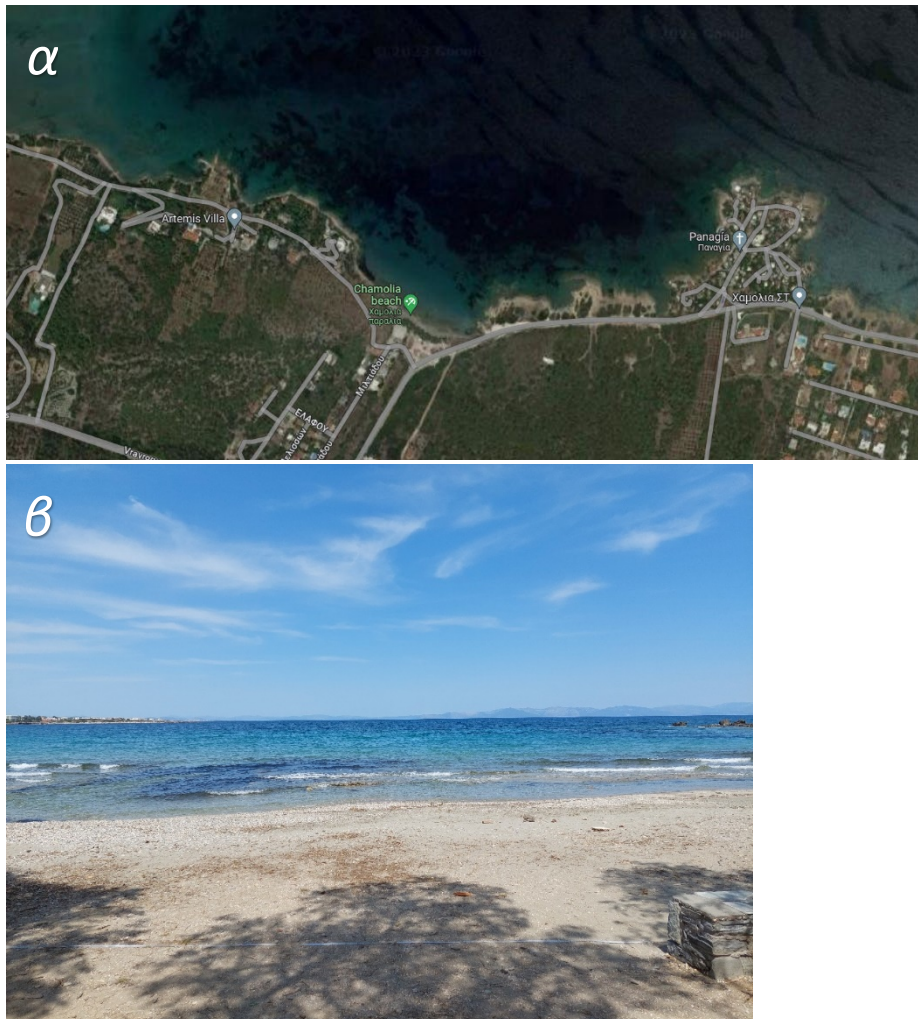
Η παραλία της Αρτέμιδας (Εικόνα 4) βρίσκεται στα Ανατολικά προάστια της Αθήνας και έχει ανατολικό προσανατολισμό. Η Αρτέμιδα είναι κωμόπολη και μια από τις μεγαλύτερες σε πληθυσμό περιοχές της Ανατολικής Αττικής. Αποτελεί οικονομικό και εμπορικό κέντρο για τις γύρω περιοχές και τους καλοκαιρινούς μήνες υπάρχει αυξημένη τουριστική κίνηση. Πιθανόν να είχε καθαριστεί από τα απορρίμματα.



Εικόνα 4. Η παραλία της Αρτέμιδας: (α) δορυφορική εικόνα από το Google earth, (β) πανοραμική άποψη της παραλίας

Η παραλία της Χαμολιάς (Εικόνα 5) βρίσκεται νότια της Αρτέμιδας και έχει βόρειο προσανατολισμό. Υπάρχει ένας μικρός παραθαλάσσιος οικισμός, αλλά κατά την θερινή περίοδο αποτελεί σημαντικό τουριστικό προορισμό. Η παραλία της Χαμολιάς δεν είχε καθαριστεί από τα απορρίμματα. Επιπλέον,

πρέπει να αναφερθεί πως πλησίον της παραλίας μελέτης βρίσκεται ο υγρότοπος της Βραυρώνας, ένας από τους ελάχιστους εναπομείναντες υγροτόπους της Αττικής με μεγάλη οικολογική σημασία και μέρος του δικτύου Natura 2000.



Εικόνα 5. Η παραλία της Χαμολιάς: (α) δορυφορική εικόνα από το Google earth, (β) πανοραμική άποψη της παραλίας

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Επιλογή σταθμών

Για την συλλογή των πλαστικών από τις παραλίες ορίστηκαν 3 διατομές δειγματοληψίας (Εικόνα 6) μεταβλητού μήκους ανάλογα την παραλία. Οι 3 διατομές, είχαν ίση απόσταση μεταξύ τους (Στ1, Στ2 και Στ3). Επειδή το μήκος των παραλιών ήταν διαφορετικό, για την μελέτη μας ορίστηκε το συνολικό μήκος των 8m ως αντιπροσωπευτικό με κάθε διατομή να απέχει 2,6m από την άλλη. Το πλάτος (μήκος των διατομών) ήταν διαφορετικό ανάλογα με τα φυσικά χαρακτηριστικά της κάθε παραλίας. Πιο συγκεκριμένα, στην παραλία του Σχινιά ορίσαμε το πλάτος στα 15m, στην παραλία Μωραΐτη στα 13m, στην παραλία της Αρτέμιδας στα 17m και στην παραλία της Χαμολιάς στα 12m.



Εικόνα 6. Απεικόνιση των 3 διατομών δειγματοληψίας.

Συλλογή και ανάλυση πλαστικών

Αφού οριοθετήθηκαν οι διατομές με την χρήση σημαδιών, συλλέχθηκαν όλα τα πλαστικά τεμάχια που ήταν ευδιάκριτα με γυμνό οφθαλμό στην επιφάνεια της διατομής (συμπεριλαμβανομένων των τεμαχίων που βρίσκονταν στα όρια). Επίσης σε σημεία που τα πλαστικά είχαν πολύ μικρό μέγεθος ώστε να συλλεχθούν με το χέρι, επιλέχθηκε η μέθοδος συλλογής της επιφανειακής άμμου. Τα συλλεχθέντα κομμάτια αποθηκεύτηκαν σε σακούλες απορριμμάτων, ξεχωριστή για κάθε διατομή, σημάνθηκαν και μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο Βιοποικιλότητας και Οικοσυστημικών Υπηρεσιών του τμήματος Αγροτικής Ανάπτυξης, Αγροδιατροφής και Διαχείρισης Φυσικών Πόρων του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στο Συγκρότημα Ευρίπου.



Εικόνα 7. Διαδικασία διαχωρισμού και ομαδοποίησης των πλαστικών στο εργαστήριο: (α) Σειρά κοσκίνων για αρχικό διαχωρισμό των πλαστικών σε μεγέθη, (β) κοσκινισμένο δείγμα <math><4.5\text{mm}</math>, (γ) διαχωρισμός πλαστικών βάση του χρώματος στο μέγεθος κοσκίνου <math><4.5\text{mm}</math>

Στο εργαστήριο για κάθε τεμάχιο πλαστικού προσδιορίστηκε το χρώμα, το μέγεθος και η κατηγορία του πλαστικού σύμφωνα με τον γενικό κώδικα TSG_ML General Code της ΕΕ (Hanke et al., 2013). Αρχικά για τον διαχωρισμό των πλαστικών τα συλλεχθέντα πλαστικά κοσκινίστηκαν σε μηχανικό αναδευτήρα με σειρά κοσκίνων (8mm, 7.1mm, 6.7mm, 6.3mm, 5.6mm, 5mm, 4.75mm, 4.5mm και μικρότερο του 4.5mm) για να γίνει ο αρχικός διαχωρισμός τους ανά μέγεθος (Εικόνα 6α). Στη συνέχεια για κάθε κόσκινο έγινε η διαλογή και η μέτρηση βάρους των πλαστικών (Εικόνα 6β και γ). Για κάθε κατηγορία μεγέθους πραγματοποιήθηκε και ομαδοποίηση των πλαστικών βάση του χρώματος και ανά κατηγορία πλαστικού.

Πίνακας 1. Ομαδοποίηση των πλαστικών σε γενικές κατηγορίες με βάση τον ML General Code

Κατηγορία	TSG_ML General Code	Περιγραφή
Καπάκια	G20-G214	διάφορες κατηγορίες από καπάκια
Φίλτρα και γόπες	G27	
Καλαμάκια	G35	
Υγειονομικά	G39	γάντια
	G211	άλλα ιατρικά είδη (αυτοκόλλητα επιθέματα)
	G95	βελόνες, σύριγγες
Συσκευασίες	G67	βιομηχανικές συσκευασίες, πλαστικά φύλλα
Αλιευτικά	G55/G59	πετονιά μπερδεμένη/κομμάτι
	G82	κομμάτι καταδυτικού εξοπλισμού (από αναπνευστήρα)
Χρηστικά	G29	χτένα
	G32	παιχνίδια
	G66	κολλητικές ταινίες
	G192	καλώδια
	G2-G5	σακούλες
	G52-G54	δίχτυ από συσκευασία ετικέτες, μανταλάκια, βραχιόλι
Διάφορα	G73/G74/G75- G78/G111/G113/G117/G120-G121	αφρολεξ, φελιζόλ (πολυστερίνη)
	G122	μπαλόνια
Σχοινιά	G49/G50	
Μεμβράνες	G110	films
Σκληρά πλαστικά > 8 mm	G79	Διάφορα κομμάτια σκληρών πλαστικών
Σκληρά πλαστικά < 8mm	G99-G102/G118	Διάφορα κομμάτια σκληρών πλαστικών
Μαλακά πλαστικά > 8mm	G79	Διάφορα κομμάτια μαλακών πλαστικών
Μαλακά πλαστικά < 8mm	G99-G102/G118	
Pellets	G103-G108	
Μη πλαστικά υλικά	G173	κουτάκια αναψυκτικών
	G83	χαρτοταινίες
	G140	υφασμάτινες κλωστές
	G176	μεταλλικά καπάκια
	G207/G208	κομμάτια γυαλιού
	G136	δερμάτινο υλικό

Για την κατηγοριοποίηση των *pellets* ως προς την προέλευση και την ηλικία τους χρησιμοποιήθηκε μια πεντάχρωμη κλίμακα βασιζόμενη στην κλίμακα των Turner και Holmes (2011). Η χρήση του χρώματος ως δείκτης της ηλικίας των *pellets* χρησιμοποιήθηκε για την διάκριση των *pellets* σε πολύ νέα (λευκά ή ημιδιαφανή), νέα (κίτρινα) και πολυκαιρισμένα (σκούρα πορτοκαλί) ανάλογα με το χρόνο που παρέμειναν στο θαλάσσιο περιβάλλον. Πλαστικά σφαιρίδια άλλων χρωμάτων (μπλε, πράσινα, μαύρα) εξαιρέθηκαν από αυτήν την ανάλυση παλαιότητας.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στις τέσσερις παραλίες που πραγματοποιήθηκε η έρευνα, συλλέχθηκαν ταξινομήθηκαν, και καταγράφηκαν συνολικά 1933 τεμάχια πλαστικών. Εκ των οποίων τα 1358 συλλέχθηκαν στην παραλία της Χαμολιάς, τα 388 στην παραλία του Σχινιά, τα 144 στην παραλία της Αρτέμιδας και τα 43 στην παραλία Μωραΐτη. Τα αναλυτικά δεδομένα της καταγραφής πλαστικών βρίσκονται στο Παράρτημα Ι.

Η παραλία στην οποία βρέθηκαν τα περισσότερα πλαστικά ανά τετραγωνικό μέτρο ήταν η Χαμολιά ($42,43/m^2$). Έπειτα ακολουθεί η παραλία του Σχινιά ($9,7/m^2$), προτελευταία η παραλία της Αρτέμιδας ($3,17/m^2$) και τελευταία η παραλία Μωραΐτη ($1,24/m^2$).

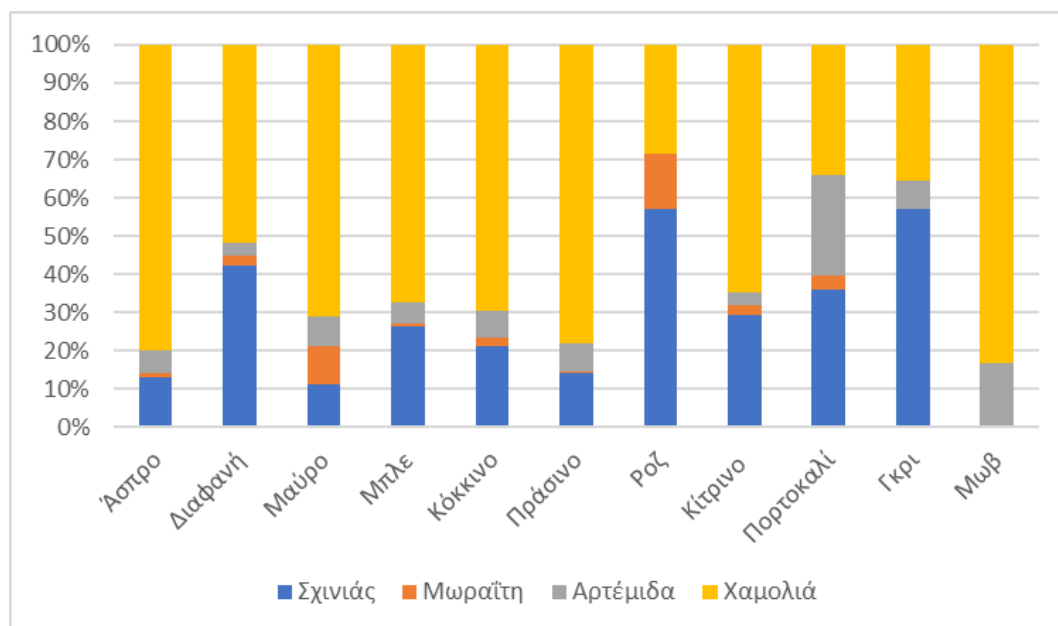
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΜΕΓΕΘΟΣ ΚΑΙ ΤΟ ΒΑΡΟΣ

Τα πλαστικά διαχωρίστηκαν με βάση το μέγεθος στις εξής κατηγορίες: *a) πολύ μεγάλα πλαστικά (> 8mm), b) μεγάλα πλαστικά 1 (8-7.1mm) c) μεγάλα πλαστικά 2 (7.1-6.7mm), d) μεσαία πλαστικά 1 (6.7-6.3mm), e) μεσαία πλαστικά 2 (6.3-5.6mm), f) μεσαία πλαστικά 3 (5.6-5mm), g) μικροπλαστικά 1 (5-4.75mm), h) μικροπλαστικά 2 (4.75-4.5mm), i) μικροπλαστικά 3 (< 4.5mm)*. Τα πολύ μεγάλα πλαστικά (> 8 mm) ήταν τα περισσότερα με ποσοστό 39,16%. Έπειτα, ακολουθούν τα μικροπλαστικά 3 (< 4.5 mm) με ποσοστό 32,73%. Σε αντίθεση με τα μεγάλα πλαστικά 2 (7.1-6.7 mm) που βρέθηκαν τα λιγότερα πλαστικά απ' όλες τις κατηγορίες με ποσοστό 2,41%. Στις διατομές ΜωρΑ και ΜωρΒ για τις κατηγορίες μεγέθους *μεγάλα πλαστικά 1* και *μικροπλαστικά 2* αντίστοιχα δεν βρέθηκε κανένα πλαστικό.

Το συνολικό βάρος των πλαστικών που βρέθηκαν σε κάθε παραλία ήταν το εξής: i) Σχινιάς με 99,75gr (ΣχΑ=56,95gr, ΣχΒ=21,48gr, ΣχΓ=21,32gr), ii) Μωραΐτη με 14,64gr (ΜωρΑ=4,69gr, ΜωρΒ=7,79gr, ΜωρΓ=5,16gr), iii) Αρτέμιδα με 44,42gr (ΑρτΑ=7,12gr, ΑρτΒ=13,68gr, ΑρτΓ=21,54gr) και iv) Χαμολιά με 237,8gr (ΧαμΑ=68,68gr, ΧαμΒ=47,17gr, ΧαμΓ=121,95gr). Στην διατομή ΧαμΓ βρέθηκαν τα βαρύτερα πλαστικά. Σε κάποιες διατομές τα πλαστικά που βρέθηκαν ήταν τόσα λίγα ή/και μικρά σε μέγεθος ή/και ελαφριά που το συνολικό τους βάρος ήταν μικρότερο του 0,0001 γραμμαρίων. Πράγματι, στις διατομές ΜωρΓ και ΑρτΓ για τις κατηγορίες μεγέθους *μεγάλα πλαστικά 2* και *μεσαία πλαστικά* αντίστοιχα, βρέθηκαν ελάχιστα και ελαφριά πλαστικά με αποτέλεσμα το συνολικό τους βάρος να μην είναι μετρήσιμο.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΧΡΩΜΑ

Όσον αφορά την ομαδοποίηση βάση του χρώματος είχε τις εξής κατηγορίες: 1. Άσπρο, 2. Διαφανές, 3. Μαύρο, 4. Μπλε, 5. Κόκκινο, 6. Πράσινο, 7. Ροζ, 8. Κίτρινο, 9. Πορτοκαλί, 10. Γκρι, 11. Μωβ. Τα περισσότερα πλαστικά που βρέθηκαν είχαν *άσπρο* χρώμα με ποσοστό 32,21%. Έπειτα, ακολουθεί το χρώμα *μπλε* με ποσοστό 20,71%. Σε αντίθεση με τα *μωβ* πλαστικά που ήταν τα λιγότερα που βρέθηκαν με ποσοστό 0,32% (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1. Ποσοστά των πλαστικών βάση χρώματος σε σχέση με την αφθονία τους στις 4 παραλίες μελέτης

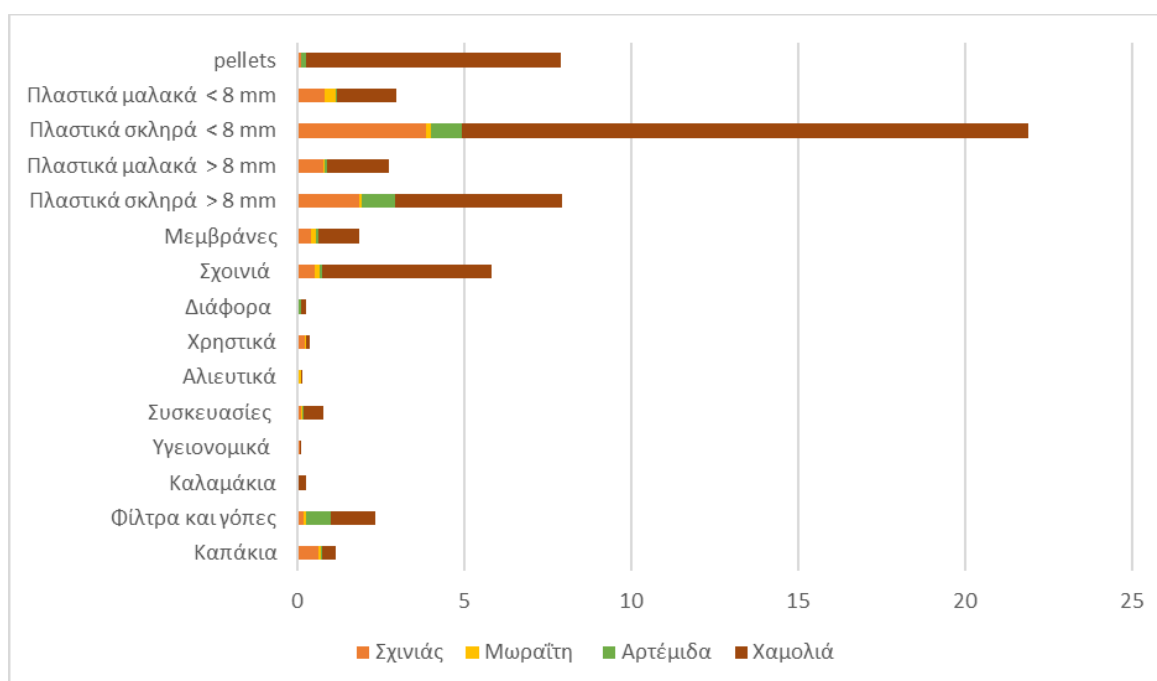
ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΧΡΗΣΗ

Ο συνολικός μέσος όρος πλαστικών στο σύνολο των παραλιών, όπως προκύπτει από τα δεδομένα που αναλύθηκαν ήταν 57 πλαστικά /m². Από τον Πίνακα 2 γίνεται φανερό ότι οι περισσότερες κατηγορίες πλαστικών απαντήθηκαν σε όλες τις παραλίες. Εξαιρέση αποτελούν η παραλία Μωραΐτη, στην οποία δεν βρέθηκαν οι εξής κατηγορίες πλαστικών: 1. Καλαμάκια, 2. Υγειονομικά πλαστικά, 3. Pellets. Όπως, επίσης, στην παραλία της Αρτέμιδας δεν βρέθηκαν οι εξής κατηγορίες πλαστικών: 1. Καλαμάκια, 2. Υγειονομικά πλαστικά, 3. Αλιευτικά πλαστικά, 4. Χρηστικά πλαστικά.

Πίνακας 2 Κατηγορίες πλαστικών που βρέθηκαν ανά παραλία

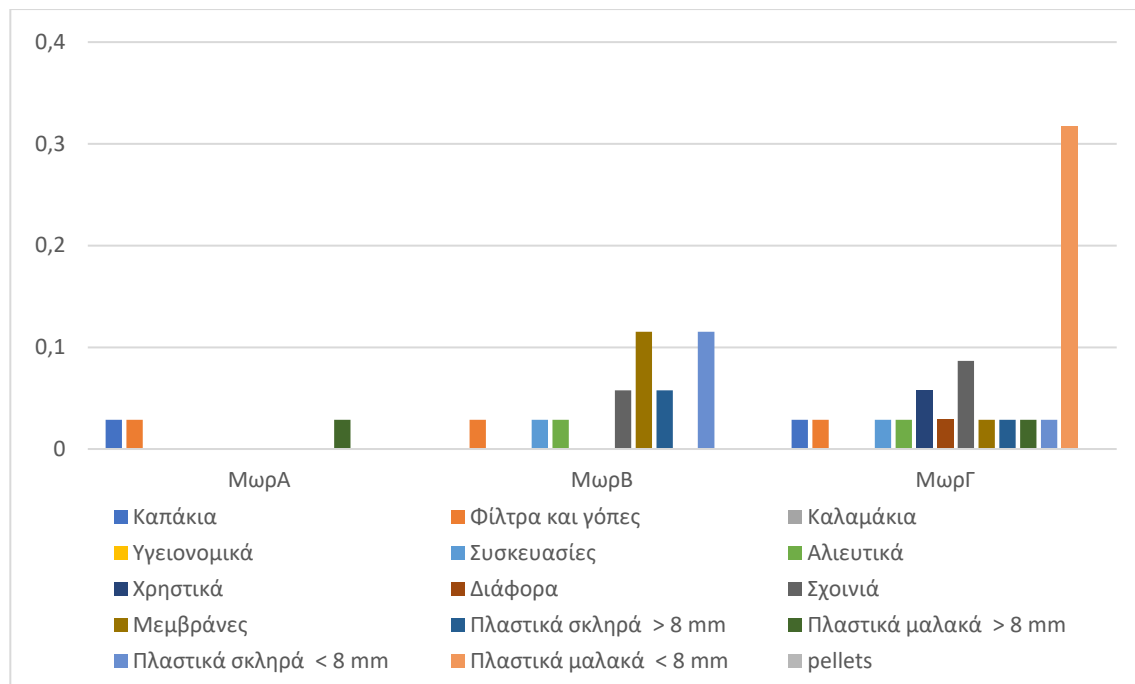
Παραλία	Σχινιάς	Μωραΐτη	Αρτέμιδα	Χαμολιά
Καπάκια	✓	✓	✓	✓
Φίλτρα και γόπες	✓	✓	✓	✓
Καλαμάκια	✓			✓
Υγειονομικά	✓			✓
Συσκευασίες	✓	✓	✓	✓
Αλιευτικά	✓	✓		✓
Χρηστικά	✓	✓		✓
Διάφορα	✓	✓	✓	✓
Σχοινιά	✓	✓	✓	✓
Μεμβράνες	✓	✓	✓	✓
Πλ. Σκλ.> 8 mm	✓	✓	✓	✓
Πλ. Μαλ.> 8 mm	✓	✓	✓	✓
Πλ. Σκλ. < 8 mm	✓	✓	✓	✓
Πλ. Μαλ. < 8 mm	✓	✓	✓	✓
Pellets	✓		✓	✓

Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 2 - αλλά και όπως προαναφέρθηκε- η παραλία της Χαμολιάς είχε τα περισσότερα πλαστικά απ' όλες τις παραλίες. Πιο συγκεκριμένα, πάνω από το 50% των πλαστικών που συλλέχθηκαν προερχόταν από την παραλία της Χαμολιάς. Σε αντίθεση με την παραλία Μωραΐτη που βρέθηκαν τα λιγότερα πλαστικά. Όπως και στην παραλία της Αρτέμιδας βρέθηκε επίσης μικρό ποσοστό πλαστικών, αλλά μεγαλύτερο απ' αυτό του Μωραΐτη. Και η παραλία του Σχινιά είχε αρκετά πλαστικά. Τα περισσότερα πλαστικά (38,74 %) που βρέθηκαν ανήκαν στην κατηγορία των σκληρών πλαστικών < 8mm ακολουθούμενα από την κατηγορία σκληρών πλαστικών > 8mm με ποσοστό 14,02%. Επόμενα στην σειρά ήταν η κατηγορία των pellets με ποσοστό 13,9%. Ενώ, σε μικρότερο ποσοστό 0,66% βρέθηκαν τα χρηστικά πλαστικά, ακολουθούμενα από τα καλαμάκια με ποσοστό 0,48%. Έπειτα ακολουθούν τα διάφορα πλαστικά με ποσοστό 0,44%. Προτελευταία βρέθηκαν τα αλιευτικά πλαστικά με ποσοστό 0,3% και τελευταία ήταν η κατηγορία των υγειονομικών πλαστικών με ποσοστό 0,18%.



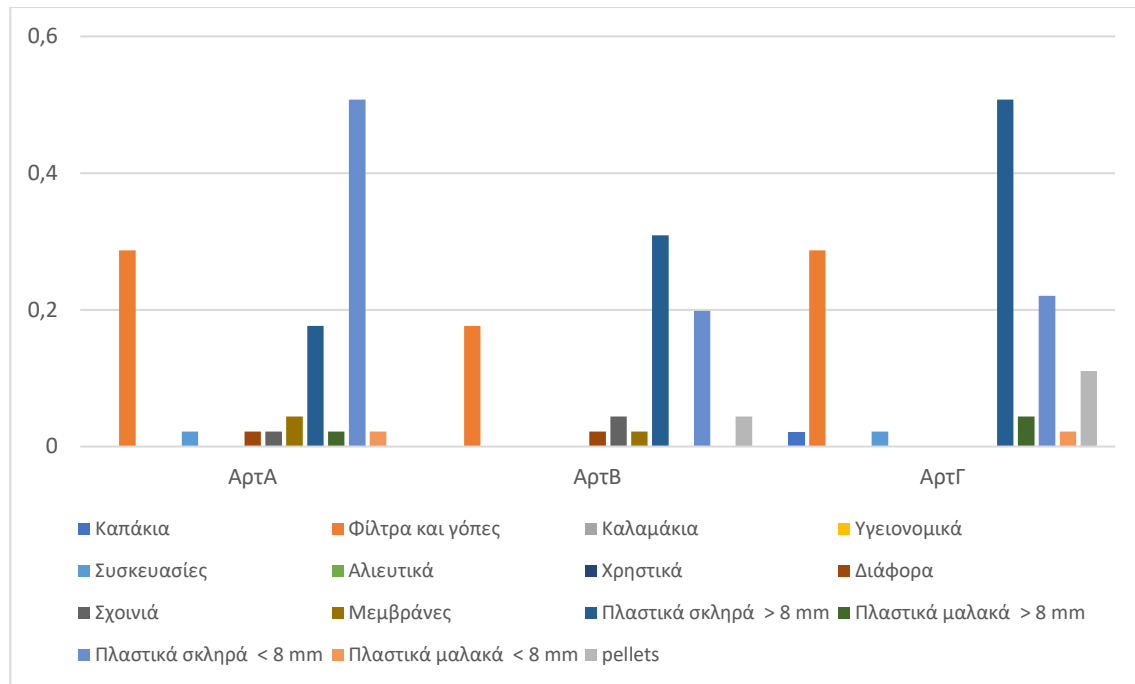
Διάγραμμα 2. Κατηγορίες και ποσότητες πλαστικών (ανά m²) για όλες τις παραλίες

Αναλύοντας τα δεδομένα των πλαστικών για κάθε περιοχή μελέτης παρατηρήθηκε ότι στην παραλία του Μωραΐτη βρέθηκε μειωμένη ποσότητα πλαστικών (Διάγραμμα 3). Πιο συγκεκριμένα, βρέθηκαν ελάχιστα καπάκια, λίγες γόπες, κάποιες πλαστικές μεμβράνες, λίγα σκληρά και μαλακά κομμάτια πλαστικών και λίγα σχοινιά. Επίσης βρέθηκαν δύο πλαστικά αλιευτικών υλικών, το ένα στην δεύτερη διατομή (ΜωρΒ) και το άλλο στην τρίτη διατομή (ΜωρΓ) και δύο χρηστικά πλαστικά στην δεύτερη διατομή (ΜωρΒ). Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 3 στην τρίτη διατομή (ΜωρΓ) βρέθηκαν τα περισσότερα πλαστικά, τα οποία ήταν μαλακά πλαστικά < 8mm (0,317/m²). Δεν βρέθηκαν καθόλου καλαμάκια, pellets και υγειονομικά πλαστικά.



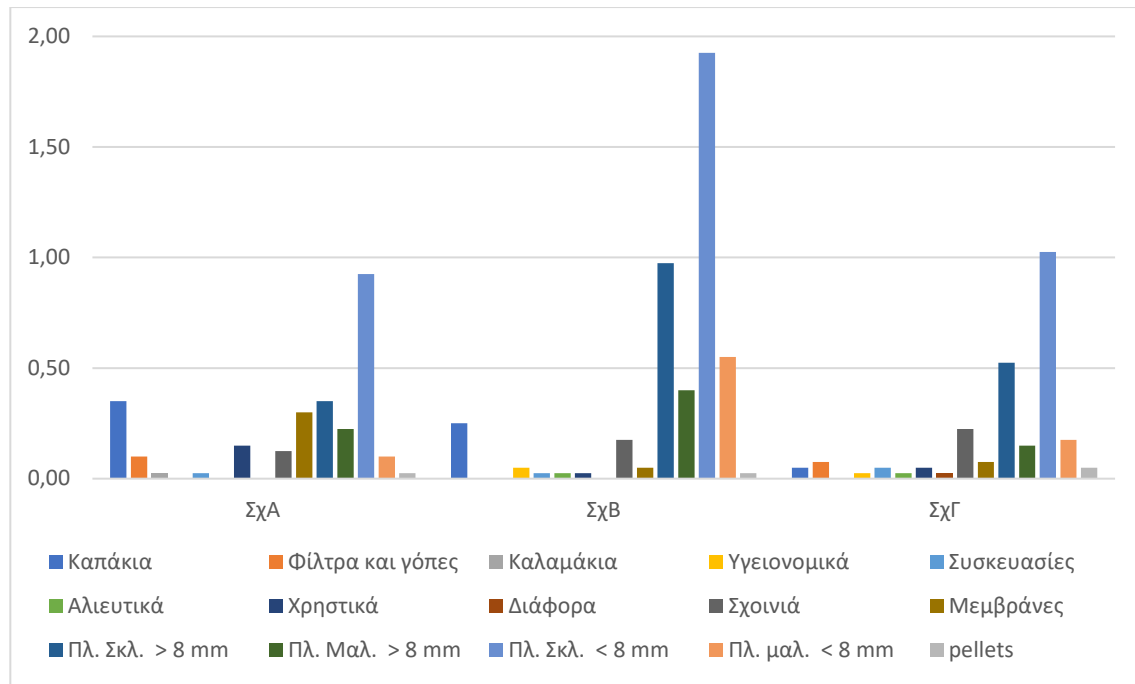
Διάγραμμα 3. Κατηγορίες και ποσότητες πλαστικών (ανά m^2) στην παραλία Μωραΐτη

Η παραλία της Αρτέμιδας είχε επίσης μειωμένο ποσοστό πλαστικών, αλλά μεγαλύτερο απ' αυτό που βρέθηκε στην παραλία Μωραΐτη (Διάγραμμα 4). Συλλέχθηκαν αρκετές γόπες και φίλτρα τσιγάρων, ελάχιστες συσκευασίες, καπάκια και πλαστικές μεμβράνες. Βρέθηκαν, επίσης, αρκετά σκληρά πλαστικά μεγαλύτερα και μικρότερα των 8mm και σχεδόν καθόλου μαλακά πλαστικά (μεγαλύτερα ή μικρότερα των 8mm), pellets, σχοινιά και διάφορα πλαστικά. Στην πρώτη διατομή (ΑρτΑ) είναι εμφανές πως βρέθηκαν αρκετά σκληρά πλαστικά < 8mm (0,5/ m^2) καθώς και φίλτρα και γόπες (0,28/ m^2). Στην δεύτερη διατομή (ΑρτΒ) βρέθηκαν επίσης σχετικά αυξημένα σκληρά πλαστικά > 8mm (0,3/ m^2) και σκληρά πλαστικά < 8mm (0,19/ m^2). Στην τρίτη διατομή (ΑρτΓ) τα σκληρά πλαστικά > 8mm (0,5/ m^2) και τα φίλτρα και οι γόπες (0,28/ m^2) βρίσκονται συγκριτικά σε μεγαλύτερο ποσοστό απ' ότι οι υπόλοιπες κατηγορίες. Δεν βρέθηκαν καθόλου καλαμάκια, υγειονομικά πλαστικά, αλιευτικά πλαστικά και χρηστικά πλαστικά (Διάγραμμα 4).



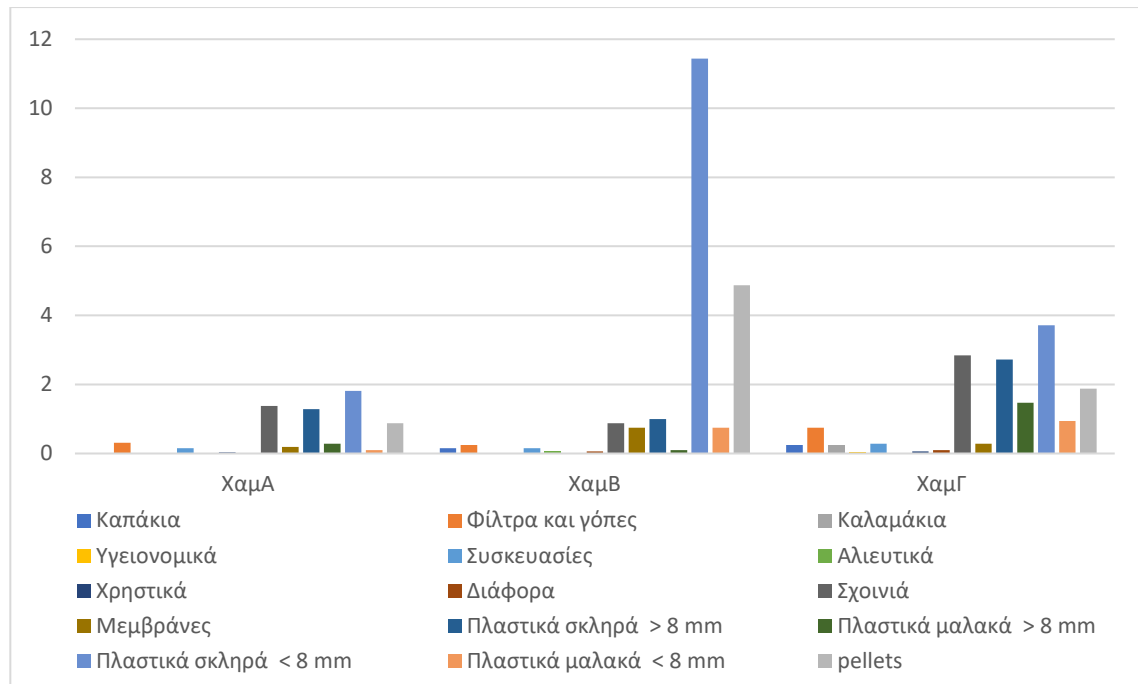
Διάγραμμα 4. Κατηγορίες και ποσότητες πλαστικών (ανά m^2) στην παραλία της Αρτέμιδας

Η παραλία του Σχινιά παρουσίασε αυξημένο ποσοστό πλαστικών συγκριτικά με τις προαναφερθείσες παραλίες, αλλά μικρότερο από την Χαμολιά. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 5 στην πρώτη διατομή (ΣχΑ) βρέθηκαν αρκετά σκληρά πλαστικά < 8mm (0,925/ m^2), καπάκια (0,35/ m^2), σκληρά πλαστικά > 8 mm (0,35/ m^2), μεμβράνες (0,3/ m^2), μαλακά πλαστικά > 8mm (0,225/ m^2). Βρέθηκαν ελάχιστα καλαμάκια (0,025/ m^2), συσκευασίες (0,025/ m^2) και pellets (0,025/ m^2). Στην δεύτερη διατομή (ΣχΒ), βρέθηκαν αρκετά σκληρά πλαστικά > 8mm (1,925/ m^2), σκληρά πλαστικά < 8mm (0,975/ m^2) και μαλακά πλαστικά < 8mm (0,4/ m^2). Ενώ, μειωμένο ήταν το ποσοστό των συσκευασιών (0,025/ m^2), των αλιευτικών πλαστικών (0,025/ m^2), των χρηστικών πλαστικών (0,025/ m^2) και των pellets (0,025/ m^2). Τέλος, στην τρίτη διατομή (ΣχΓ) βρέθηκαν σε αυξημένο ποσοστό τα σκληρά πλαστικά < 8mm (1,025/ m^2), τα σκληρά πλαστικά > 8mm (0,525/ m^2) και τα σχοινιά (0,225/ m^2). Σε αντίθεση με τα υγειονομικά πλαστικά (0,025/ m^2), τα αλιευτικά πλαστικά (0,025/ m^2) και τα διάφορα πλαστικά (0,025/ m^2) που βρέθηκαν σε μικρό ποσοστό. Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε τα σκληρά πλαστικά < 8mm ήταν και στις τρεις διατομές η κατηγορία με το μεγαλύτερο ποσοστό.



Διάγραμμα 5. Κατηγορίες και ποσότητες πλαστικών (ανά m^2) στην παραλία του Σχινιά

Στην παραλία της Χαμολιάς παρατηρήθηκε το μεγαλύτερο ποσοστό πλαστικών απ' όλες τις παραλίες που διεξάχθηκε η μελέτη. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 6 στην πρώτη διατομή (ΧαμΑ) βρέθηκαν σε μεγάλο ποσοστό οι εξής κατηγορίες: σκληρά πλαστικά < 8mm (1,8125/ m^2), σχοινιά (1,375/ m^2) και τα σκληρά πλαστικά > 8mm (1,2812/ m^2). Σε μικρό ποσοστό βρέθηκαν οι συσκευασίες (0,156/ m^2), τα μαλακά πλαστικά < 8 mm (0,093/ m^2) και τα χρηστικά πλαστικά (0,031/ m^2). Στην δεύτερη διατομή (ΧαμΒ) διαπιστώθηκε σημαντική άνοδος στην κατηγορία των σκληρών πλαστικών < 8 mm (11,43/ m^2), και στα pellets (4,875/ m^2). Ωστόσο, τα σκληρά πλαστικά > 8mm (0,93/ m^2), τα διάφορα πλαστικά (0,0625/ m^2) και τα αλιευτικά πλαστικά (0,0625/ m^2) είχαν ελάχιστες αυξομειώσεις. Τέλος, στην τρίτη διατομή (ΧαμΓ) βρέθηκαν σε αυξημένο ποσοστό τα σκληρά πλαστικά < 8mm (3,78/ m^2), τα σχοινιά (2,28/ m^2), και τα σκληρά πλαστικά > 8mm (2,28/ m^2). Αντίθετα, σε μειωμένο ποσοστό βρέθηκαν τα διάφορα πλαστικά (0,093/ m^2), τα χρηστικά πλαστικά (0,0625/ m^2) και τα υγειονομικά πλαστικά (0,031/ m^2).



Διάγραμμα 6. Κατηγορίες και ποσότητες πλαστικών (ανά m²) στην παραλία της Χαμολιάς

Συνολικά τα μικροσφαιρίδια (*pellets*) που καταμετρήθηκαν ήταν 255 και είχαν όλα σχήμα σφαιρικό ή ημισφαιρικό. Στις παραλίες που μελετήθηκαν η Χαμολιά είχε τα περισσότερα *pellets*, που ήταν 244 συνολικά. Στις υπόλοιπες παραλίες ο αριθμός ήταν πολύ μικρότερος, με την Αρτέμιδα με 7 *pellets*, ο Σχοινιάς με 4, ενώ στην παραλία Μωραΐτη δεν βρέθηκε κανένα *pellets*. Ένας μεγάλος αριθμός των *pellets* που συλλέχθηκαν ήταν λευκά ή ημιδιαφανή (159/ 255), ακολουθούμενα από τα κίτρινα (61/255), και τα σκούρα πορτοκαλί (28/255), ενώ πολύ λιγότερα ήταν τα μαύρα *pellets* (6/255).

ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα των αναλύσεων, το πρώτο συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε από την μελέτη είναι πως ενώ όλες οι παραλίες βρίσκονται στην Ανατολική Αττική και βρέχονται από τον Νότιο Ευβοϊκό κόλπο ο αριθμός των μακροπλαστικών που συλλέξαμε ποικίλει ανάλογα την παραλία. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από το γεγονός ότι οι παραλίες έχουν διαφορετικό προσανατολισμό και χρήση. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν στο τέλος της άνοιξης, όπου οι παραλίες δεν είχαν ακόμα μεγάλη επισκεψιμότητα όπως στα μέσα του καλοκαιριού και επομένως η κυριότερη οδός πλαστικών θα περίμενε κανείς να είναι από τη θάλασσα.

Πράγματι, όσο αφορά τον προσανατολισμό η παραλία της Χαμολιάς έχει βορεινό προσανατολισμό και πιθανόν μεγάλο μέρος των πλαστικών που βρέθηκαν σε αυτή να προέρχεται από τη θάλασσα. Στην παραλία αυτή ο έντονος κυματισμός είναι συνήθης και η μεταφορά φερτών υλικών από τον Ευβοϊκό προς τις ακτές της παραλίας ενισχύεται. Στην παραλία της Χαμολιάς παρατηρήθηκε το μεγαλύτερο ποσοστό πλαστικών απ' όλες τις παραλίες που διεξάχθηκε η μελέτη. Οι μεγαλύτεροι αριθμοί πλαστικών βρέθηκαν στις εξής κατηγορίες: Στα *σκληρά πλαστικά* < 8 mm (16,9/m²) και τα *pellets* (7,6/m²). Αυτό μας δείχνει πως η παραλία δέχεται μεγάλη μεταφορά πλαστικών που είναι μικρότερα από 4.5 mm.

Η παραλία του Σχινιά έχει νότιο προσανατολισμό, και λιγότερα πλαστικά, αλλά η θέση της στο άνω και κλειστό κομμάτι του κόλπου, δημιουργεί τις κατάλληλες συνθήκες ώστε τα πλαστικά να «παγιδευτούν» στην ακτή του λόγω των ρευμάτων, όπως αποδεικνύεται και από την πολύ αυξημένη συσσώρευση υπολοίπων Ποσειδωνιάς. Στην συγκεκριμένη παραλία βρέθηκαν πλαστικά απ' όλες τις κατηγορίες πλαστικών, αλλά οι επικρατέστερες ήταν τα *σκληρά πλαστικά* < 8 mm (3,8/m²) και τα *σκληρά πλαστικά* > 8 mm (1,85/m²). Η ποιότητα των πλαστικών που βρέθηκαν ήταν είτε σε σχετικά κακή κατάσταση είτε ήταν φθαρμένα - συγκριτικά με τις παραλίες Μωραϊτή και Αρτέμιδας - υποδεικνύοντας πως βρίσκονταν ήδη κάποιο χρονικό διάστημα στο υδάτινο οικοσύστημα. Μάλιστα ένα σημαντικό μέρος των πλαστικών που βρέθηκαν ήταν κομμάτια πλαστικών που σημαίνει πως είχαν υποστεί διάβρωση μετά από παραμονή τους στη θάλασσα.

Στις άλλες δύο παραλίες (Μωραϊτής και Αρτέμιδα) που είχαν μειωμένο αριθμό πλαστικών πιθανόν ο προσανατολισμός τους να είναι τέτοιος που δεν ευνοεί την αυξημένη μεταφορά πλαστικών και φερτών υλικών μέσω της θαλάσσιας οδού. Πράγματι σύμφωνα με τους Renjaan et al. (2020), ο προσανατολισμός της παραλίας και η κατεύθυνση του ανέμου καθορίζουν το επίπεδο έκθεσης της παραλίας στον άνεμο και τα κύματα, τα οποία ελέγχουν τη συσσώρευση των θαλάσσιων απορριμμάτων στην παραλία.

Ειδικό ενδιαφέρον παρουσιάζει η παραλία της Αρτέμιδας η οποία βρίσκεται μέσα σε μια αστική περιοχή και επομένως έχει αυξημένη επισκεψιμότητα όλες τις εποχές και όχι μόνο τους θερινούς μήνες. Πράγματι τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα πλαστικά που βρέθηκαν σε αυτή την παραλία προέρχονταν κατά κύριο λόγο από την ξηρά, καθώς βρέθηκαν αρκετά *φίλτρα* και *γόπες*. Βέβαια βρέθηκαν και κομμάτια πλαστικών που υποδηλώνουν είσοδο από την θαλάσσια οδό. Κάτι άλλο που αξίζει να αναφερθεί είναι πως ενώ η Αρτέμιδα βρίσκεται πιο κοντά στην παραλία της Χαμολιάς σε σχέση με τις υπόλοιπες παραλίες, είχαν εντελώς διαφορετικά ευρήματα. Η παραλία της Χαμολιάς είχε αυξημένο ποσοστό πλαστικών σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες πλαστικών που βρέθηκαν.

Βάση των προαναφερθέντων καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι παρότι η παραλία της Αρτέμιδας βρίσκεται σε κατοικημένη περιοχή δεν φαίνεται να επηρεάζεται σημαντικά από την πλαστική ρύπανση, καθώς το ποσοστό των πλαστικών που συλλέχθηκε ήταν μικρό. Αντίθετα, στην παραλία της Χαμολιάς,

που είναι πιο αραιοκατοικημένη συλλέχθηκε το μεγαλύτερο ποσοστό πλαστικών απ' όλες τις παραλίες που μελετήθηκαν.

Όσο αφορά της παραλίες του Σχινιά και Μωραϊτή που συνορεύουν και βρίσκονται στον ίδιο κόλπο, παρατηρήθηκε πως είχαν μεγάλη διαφορά ως προς των αριθμό των πλαστικών που συλλέχθηκαν σε αυτές. Εμφανώς η παραλία του Σχινιά είχε αυξημένο ποσοστό στις κατηγορίες των *σκληρών και μαλακών πλαστικών που ήταν μεγαλύτερες και μικρότερες των 8mm*, ενώ οι τιμές στην παραλία Μωραϊτή είναι οριακά μηδενικές σχεδόν σε όλες τις κατηγορίες των πλαστικών.

Επίσης, συγκρίνοντας άλλες μελέτες με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης μπορούμε να εξάγουμε μια ευρύτερη εικόνα των αποτελεσμάτων μας με σκοπό την καλύτερη κατανόηση των προτύπων που παρατηρήσαμε στις παραλίες της μελέτης μας. Στην μελέτη των Mghili et al. (2022), που πραγματοποιήθηκε στο Μαρόκο, διερευνήθηκαν ως προς τα απορρίμματά τους δύο παραλίες που βρέχονται από την Μεσόγειο. Η παραλία Martil, η οποία είναι σχετικά πυκνοκατοικημένη με έντονη εμπορική και βιομηχανική δραστηριότητα, και η παραλία Stehat που βρίσκεται σε μια όχι και τόσο κατοικημένη περιοχή και υπάρχει έντονη δραστηριότητα μόνο κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό που έδειξε η μελέτη είναι πως η συγκέντρωση των θαλάσσιων απορριμμάτων ήταν υψηλή και στην αστική και στην τουριστική παραλία σε όλες τις εποχές. Συγκριτικά, βλέπουμε πως στην δική μας μελέτη τα αποτελέσματα ήταν κάπως διαφορετικά. Βρέθηκαν περισσότερα πλαστικά στις παραλίες που δεν υπάρχει μεγάλος οικισμός π.χ. Χαμολιά, η οποία έχει αυξημένη κίνηση κατά την τουριστική περίοδο, όπως και η παραλία του Σχινιά. Ενώ, παραλία της Αρτέμιδας που είναι κωμόπολη είχε ελάχιστα πλαστικά, και η παραλία του Μωραϊτή η οποία έχει μικρό οικισμό και είναι τουριστικός προορισμός δεν βρέθηκαν σχεδόν καθόλου πλαστικά.

Στην δεύτερη μελέτη που μπορεί να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε καλύτερα τα αποτελέσματα της μελέτη μας είναι αυτή των Vlachogianni et al. (2018). Η συγκεκριμένη μελέτη έλαβε χώρα σε παραλίες της Αδριατικής θάλασσας και του Ιονίου πελάγους. Εμείς, όμως θα ασχοληθούμε με τα αποτελέσματα που βρέθηκαν στην Ελλάδα. Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως από τις δέκα παραλίες που μελετήθηκαν και ήταν στην Ελλάδα μόνο η μία είχε υψηλή αφθονία απορριμμάτων. Ενώ, οι υπόλοιπες εννέα ταξινομήθηκαν ως καθαρές/ μέτρια καθαρές/ πολύ καθαρές. Το μεγαλύτερο μέρος των απορριμμάτων που βρέθηκαν ήταν κατασκευασμένα από τεχνητά/ ανθρωπογενή πολυμερή υλικά, κάτι το οποίο παρατηρήθηκε και στα δικά μας αποτελέσματα. Οι χερσαίες και μεικτές εισροές είχαν την υψηλότερη συνεισφορά (τουρισμός και δραστηριότητες αναψυχής, γεωργία). Ενώ, στην παρούσα μελέτη διαπιστώσαμε πως ανάλογα την παραλία, τον προσανατολισμό της και την χρήση της, οι κύριες πηγές εισροής πλαστικών μπορεί να αλλάζουν. Τέλος, στη μελέτη των Vlachogianni et al. (2018) βρέθηκε μεγάλος αριθμός απορριμμάτων /πλαστικών από τον τομέα της αλιείας (κουτιά ψαριών από πολυστυρένιο και σπάγκος και κορδόνι). Ενώ, στην δική μας μελέτη τα αλιευτικά πλαστικά ήταν σχεδόν μηδαμινά.

Ένα άλλο σημαντικό στοιχείο που θα μπορούσε να εξηγήσει την διαφορετική κατανομή των πλαστικών μεταξύ των μελετούμενων παραλιών είναι τα διαφορετικά υδροδυναμικά χαρακτηριστικά τους (κυματισμός, ρεύματα, πλάτος, μήκος αλλά και σύσταση του ιζήματος) αλλά και η εποχή της δειγματοληψίας. Πράγματι διάφορες μελέτες έχουν επισημάνει τη σημασία των χαρακτηριστικών κάθε παραλίας ως προς τη συσσώρευση των πλαστικών σε αυτές (Browne et al., 2011; Moreira et al., 2016; Fanini and Bozzeda, 2018; Piperagkas and Parageorgiou, 2021). Όπως και στην περίπτωση της Χαμολιάς παραλίες με ισχυρό υδροδυναμισμό και μικρό πλάτος έχουν την τάση να συσσωρεύουν θαλάσσια απορρίμματα και μαζί με αυτά και διάφορα πλαστικά (Fanini and Bozzeda, 2018). Επίσης όπως έδειξε η μελέτη των Piperagkas και Parageorgiou (2021) κατά τους θερινούς μήνες τα πλαστικά τείνουν να συσσωρεύονται στις ακτές, ενώ τους χειμερινούς μήνες επιστρέφουν στη θάλασσα.

Επομένως η συλλογή των πλαστικών στην αρχή της θερινής περιόδου ήταν αναμενόμενο να δείξει μια συσσώρευση των πλαστικών στην πιο υδροδυναμική από τις μελετούμενες παραλίες.

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειωθεί ότι το γεγονός ότι η συλλογή των πλαστικών στην μελέτη μας έγινε πριν την αρχή της τουριστικής περιόδου είναι σημαντικό γιατί σίγουρα δεν εξετάζει τη συσσώρευση πλαστικών από τους επισκέπτες στις παραλίες. Τα πλαστικά αυτά μπορεί να διαφύγουν προς τη θάλασσα ή να συλλέγονται μέσω δράσεων καθαρισμού των παραλιών. Σε πολυσύχναστες παραλίες, ειδικά όταν υπάρχουν εταιρίες και μαγαζιά που δραστηριοποιούνται σε αυτές (ξαπλώστρες, θαλάσσια σπορ κλπ.) είναι συνήθης πρακτική να γίνεται καθημερινή συλλογή των απορριμμάτων που έχουν αφεθεί στην άμμο αλλά και που βρίσκονται σε κάδους εντός της παραλίας. Πάντως από τα αποτελέσματά της μελέτης μας φάνηκε ότι αν και ο καθαρισμός των παραλιών είναι σημαντικός για την μείωση των πλαστικών αλλά και την αποφυγή της εισαγωγής τους στο θαλάσσιο περιβάλλον, δεν αρκεί για την αντιμετώπιση της αυξημένης συγκέντρωσης των πλαστικών στα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Τα *pellets* αποτελούν σημαντικό κομμάτι των ερευνών για τις επιπτώσεις των μικροπλαστικών στο περιβάλλον (Fanini and Bozzeda, 2018; Karlsson et al., 2018), μάλιστα ο Γενικός Κώδικας TSG_ML χρησιμοποιεί έξι κωδικούς (από τους 121) για να περιγράψει διαφορετικά σχήματα *pellets*. Ωστόσο, στη μελέτη μας, βρήκαμε σχετικά μικρές συγκεντρώσεις οποιουδήποτε από αυτούς τους έξι τύπους *pellets*. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 255 σφαιρίδια, εκ των οποίων, περισσότερο από το 50% κατηγοριοποιήθηκε ως «πολύ νέο» ή «νέο». Όσο αφορά τον ηλικιακό δείκτη χρώματος ο μεγάλος αριθμός λευκού και ημιδιαφανούς χρώματος υποδεικνύει ότι τα περισσότερα από αυτά δεν βρίσκονταν πολύ καιρό στην παραλία (159/255), ακολουθούμενα από τα κίτρινα (61/255), και τα σκούρα πορτοκαλί (28/255). Η παρουσία των νεότερων ηλικιακά *pellets* στις παραλίες έρχεται σε συμφωνία με άλλες μελέτες όπως αυτή των Fanini και Bozzeda (2018). Η παρουσία πολύ λίγων *pellets* άλλου χρώματος (μαύρα: 6/255) ήταν αναμενόμενη για την περιοχή της ανατολικής Μεσογείου όπως έχουν δείξει και προηγούμενες μελέτες (Shiber 1972, 1982; Turner and Holmes 2011).

Με εξαίρεση την παραλία της Χαμολιάς που βρέθηκε μεγάλη αφθονία από *pellets* (244/255), στις υπόλοιπες παραλίες τα *pellets* ήταν λιγοστά, ενώ, στην παραλία Μωραΐτη δεν βρέθηκε κανένα. Στην μελέτη των Tziourrou et al. (2019) ελήφθησαν *pellets* από διάφορες παραλίες στην Ελλάδα και ειδικότερα από 2 παραλίες του Σαρωνικού Κόλπου (Ψιλή Άμμος και Κανάκια που βρίσκονται στην Σαλαμίνα), όπου βρέθηκαν 36 και 6 *pellets* αντίστοιχα. Βασική αιτία αυτής της διαφοράς με την δική μας μελέτη είναι ότι ο Σαρωνικός Κόλπος είναι αρκετά επιβαρυσμένος στην ρύπανση από πλαστικά λόγω της εντατικής ναυσιπλοΐας, της αλιευτικής δραστηριότητας αλλά και της βιομηχανοποίησης πολλών παράκτιων περιοχών του. Επομένως ατυχήματα κατά τη μεταφορά/παραγωγή *pellets* είναι πιο πιθανό να συμβούν σε τέτοιες περιοχές.

Σε μια δεύτερη μελέτη των Karkanorachaki et al. (2018) συλλέχθηκαν (σε 2 διαφορετικές δειγματοληψίες) σε 4 παραλίες της Βόρειας Κρήτης (Παραλία Ανάλουκα, Πετρές, Φαλάσαρνα, Σταυρός) 11.084 *pellets* με βάρος 308gr. Η μελέτη εξέτασε τα *pellets* ως προς τον μέσο αριθμό ανά m². Στην παραλία Ανάλουκα βρέθηκαν οι υψηλότερες πυκνότητες από *pellets* με 1195/m², ενώ οι χαμηλότερες βρέθηκαν στην παραλία Πετρές με 4.4/m². Επομένως, δεν συμφωνεί με την δική μας μελέτη, καθώς βρέθηκε πολύ υψηλότερος αριθμός *pellets*. Η Χαμολιά (7,6/m²) παρότι είχε τα περισσότερα *pellets* στην μελέτη μας ο αριθμός ανά m² ήταν λίγο μεγαλύτερος απ' αυτόν στην παραλία Πετρές. Η Αρτέμιδα (0,15/m²) και ο Σχιλιάς (0,1/m²) είχαν ελάχιστα *pellets*. Επίσης ο χρωματισμός των *pellets* διαφέρει, στις παραλίες Φαλάσαρνα και Ανάλουκα κυριαρχούσαν τα πορτοκαλί *pellets*, υποδηλώνοντας πως είχαν παραμείνει στο θαλάσσιο σύστημα για αρκετό καιρό. Ενώ, στην δική μας

μελέτη κυριαρχούσαν τα λευκά (όπως στην παραλία Σταυρός και Πετρές) με λιγότερα κίτρινα και ακόμα λιγότερα πορτοκαλί.

Όσο αφορά την μεγάλη διαφορά στον αριθμό των *pellets* ανάμεσα στις μελετούμενες παραλίες για άλλη μια φορά ο προσανατολισμός και η υδροδυναμική των παραλιών μπορεί να την εξηγήσει. Τα μικροσφαιρίδια, όπως και άλλα ελαφριά πλαστικά μπορούν να παρασυρθούν από τα κύρια επιφανειακά ρεύματα (IPRC, 2008) και να ωθηθούν στην ξηρά από τα κυρίαρχα ρεύματα, και τον κυματισμό (Theocharis et al., 1999). Όπως έχει φανεί και σε προηγούμενες μελέτες υπάρχει σημαντική σχέση μεταξύ του προσανατολισμού και του υδροδυναμισμού της παραλίας σε σχέση με την πυκνότητα των *pellets* (Fanini and Bozzeda, 2018; Piperagkas et al. 2019).

Η θάλασσα ρύπανση είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα που πρέπει να λυθεί, γιατί η παραγωγή των πλαστικών έχει αυξηθεί ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια και ένα μεγάλο μέρος τους καταλήγει στα υδάτινα οικοσυστήματα. Η έρευνα σχετικά με τη συσσώρευση και προέλευση των πλαστικών σε μια παραλία είναι πολύ σημαντική επειδή οι ακτές αποτελούν έναν από τους κύριους δεσμούς μεταξύ της ηπειρωτικής χώρας (κύρια πηγή της ρύπανσης από πλαστικά) και της θάλασσας, όπου τελικά συσσωρεύονται τα πλαστικά. Επιπλέον, οι παραλίες μπορεί να λειτουργήσουν ως ρυθμιστές όπου τα πλαστικά που προστίθενται κατά τη -σχετικά- πιο ήρεμη καλοκαιρινή περίοδο και στη συνέχεια μπορούν να ξεπλυθούν προς τη θάλασσα όταν οι συνθήκες είναι κατάλληλες. Αυτό σημαίνει ότι οι επιλογές διαχείρισης θα πρέπει να προσαρμοστούν ανάλογα, και θα πρέπει να δημιουργηθούν στοχευμένα μέτρα διαχείρισης τόσο για την συγκομιδή των απορριμμάτων που προέρχονται από τη θάλασσα αλλά και για το ποσοστό των απορριμμάτων που προέρχονται από τους χρήστες των παραλιών.

Συγκεκριμένα για τις περιοχές που μελετήθηκαν δεν υπάρχει κάποια καμπάνια για δράσεις και επίσης δεν είχαν μελετηθεί ξανά βάση της ιστοσελίδας της Marine Litter Watch.

Κάποια από τα επόμενα βήματα που θα μπορούσαν να γίνουν θα ήταν δειγματοληψίες σε άλλες εποχές, για παράδειγμα κατά την τουριστική περίοδο ή μελέτη σε άλλες περιοχές (πχ. της Χαλκίδας).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ/ΔΙΕΘΝΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. In *Marine Pollution Bulletin* (Vol. 62, Issue 8, pp. 1596–1605). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>
- Andrady, A.L., & Rajapakse, N. (2016) Additives and chemicals in plastics. The handbook of environmental chemistry. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/698_2016_124
- Angelini, Z., Kinner, N., Thibault, J., Ramsey, P., & Fuld, K. (2019). Marine Debris Visual Identification Assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 69-75. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.02.044>
- Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environmental Science and Technology*, 45, 9175-9179. <https://doi.org/10.1021/es201811s>
- Caron, A., Thomas, C., Ariel, E., Berry, K., Boyle, S., Motti, C., & Brodie J. (2016). Extraction and identification of microplastics from sea turtles: method development and preliminary results, *Tropical Water Report No. 15/52.*, TropWater. 17. <https://www.researchgate.net/publication/299467197>
- Endo, S., Takizawa, R., Okuda, K., Takada, H., Chiba, K., Kanehiro, H., Ogi, H., Yamashita, R., & Date, T. (2005). Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: Variability among individual particles and regional differences. *Marine Pollution Bulletin*, 50(10), 1103–1114. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2005.04.030>
- Fanini, L., & Bozzeda, F. (2018). Dynamics of plastic resin pellets deposition on a microtidal sandy beach: Informative variables and potential integration into sandy beach studies. *Ecological Indicators*, 89, 309-316. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.02.027>
- Fotopoulou, K. N., & Karapanagioti, H. K. (2012). Surface properties of beached plastic pellets. *Marine Environmental Research*, 81, 70–77. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2012.08.010>
- Güven, O., Gökdağ, K., Jovanović, B., & Kıdeys, A.E. (2017). Microplastic litter composition of the Turkish territorial waters of the Mediterranean Sea, and its occurrence in the gastrointestinal tract of fish. *Environmental Pollution*, 223, 286–294. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.01.025>
- Hammer, J., Kraak, M. H. S., & Parsons, J. R. (2012). Plastics in the Marine Environment: The Dark Side of a Modern Gift. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 220, 1-44. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3414-6_1
- International Pacific Research Center. (2008). Tracking Ocean Debris. *IPRC Climate* 8, 14. Available from: http://iprc.soest.hawaii.edu/newsletters/iprc_climate_vol8_no2.pdf

- Izar, G.M., Tan, T.Y., Laurino, I. R.A., Nobre, CR., Vivas, M.P.M., Gusso-Choueri, P.K., Felix, C.S.A., Moreno, B.B., Abessa, D.M.S., de Andrade, J.B., Martinez, S.T., da Rocha, G.O., & Albergaria-Barbosa, A.C.R. (2023). Plastic pellets make *Excirolana armata* more aggressive: Intraspecific interactions and isopod mortality differences between populations. *Science of The Total Environment*,: 168611. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168611>
- Jambeck, J.R., Geyer R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K.L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science* 347:768-771 <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1260352>
- Karlsson, T.M., Arneborg, L., Broström, G., Almroth, B.C., Gipperth, L., & Hassellöv, M. (2018). The unaccountability case of plastic pellets pollution. *Marine Pollution Bulletin*. 129, 52–60. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.041>
- Karkanorachaki, K., Kiparissis, S., Kalogerakis, G. C., Yiantzi, E., Psillakis, E., & Kalogerakis, N. (2018). Plastic pellets, meso- and microplastics on the coastline of Northern Crete: Distribution and organic pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 578–589. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.06.011>
- Karapanagioti, H.K., Endo, S., Ogata, Y., & Takada, H. (2011). Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. *Marine Pollution Bulletin*, 62(2), 312–317. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.10.009>
- Karapanagioti, H.K., & Klontza, I. (2008). Testing phenanthrene distribution properties of virgin plastic pellets and plastic eroded pellets found on Lesvos island beaches (Greece). *Marine Environmental Research*, 65(4), 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2007.11.005>
- Lechthaler, S., Waldschläger, K., Stauch, G., & Schüttrumpf, H. (2020). The way of macroplastic through the environment. In *Environments - MDPI* , 1–30. <https://doi.org/10.3390/environments7100073>
- Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., & Kaminuma, T. (2001). Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental Science and Technology*, 35(2), 318–324. <https://doi.org/10.1021/es0010498>
- Mghili, B., De-la-Torre, G.E., Analla, M., & Aksissou, M. (2022). Marine macroinvertebrates fouled in marine anthropogenic litter in the Moroccan Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 185. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114266>
- Moreira, F.T., Balthazar-Silva, D., Barbosa, L., & Turra, A. (2016). Revealing accumulation zones of plastic pellets in sandy beaches. *Environmental Pollution* 218, 313-321. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envpol.2016.07.006>
- Nobre, C.R., Santana, M.F.M., Maluf, A., Cortez, F.S., Cesar, A., Pereira, C.D.S., & Turra, A. (2015). Assessment of microplastic toxicity to embryonic development of the sea urchin *Lytechinus*

- variegatus (Echinodermata: Echinoidea). *Marine Pollution Bulletin*, 92(1–2), 99–104. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.050>
- Piperagkas, O., & Papageorgiou, N. (2021). Changes in (micro and macro) plastic pollution in the sediment of three sandy beaches in the Eastern Mediterranean Sea, in relation to seasonality, beach use and granulometry. *Marine Pollution Bulletin*, 173, 113014. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113014>
- Piperagkas, O., Papageorgiou, N., & Karakassis, I. (2019). Qualitative and quantitative assessment of microplastics in three sandy Mediterranean beaches, including different methodological approaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 219, 169–175. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2019.02.016>
- Renjaan, E.A., Silubun, D.T., Latar, D.I., & Makailipessy, M. (2020). Beach orientation and exposure accumulate types of marine debris on the coast of Dullah Island, kei archipelago, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 517(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/517/1/012015>
- Schmidt, N., Thibault, D., Galgani, F., Paluselli, A., & Sempéré, R. (2018). Occurrence of microplastics in surface waters of the Gulf of Lion (NW Mediterranean Sea). *Progress in Oceanography*, 163, 214–220. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.11.010>
- Shiber, J.G. (1979). Plastic pellets on the coast of Lebanon. *Marine Pollution Bulletin*. 10, 28–30. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(79\)90321-7](https://doi.org/10.1016/0025-326X(79)90321-7)
- Shiber, J.G. (1982). Plastic pellets on Spain's 'Costa del Sol' beaches. *Marine Pollution Bulletin*. 13, 409–412. [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(82\)90014-5](https://doi.org/10.1016/0025-326X(82)90014-5)
- Terrados, J. & Borum, J. (2004). Why are seagrasses important? – Goods and services provided by seagrass meadows. In: *European seagrasses: an introduction to monitoring and management* (Borum, J., Duarte, C.M., Krouse-Jensen, D., Greve, T., M. eds). The M&MS project, 8-10.
- Teuten, E.L., Saquing, J.M., Knappe, D.R. U., Barlaz, M.A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S.J., Thompson, R.C., Galloway, T.S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P.H., Tana, T.S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M.P., Akkhavong, K., Ogata, Y., Hirai, H., Iwasa, S., Mizukawa, K., Hagino, Y., Imamura, A., Saha, M., & Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2027–2045. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>
- Theocharis, A., Nittis, K., Kontoyiannis, H., Papageorgiou, E., & Balopoulos, E. (1999). Climatic changes in the Aegean Sea influence the Eastern Mediterranean thermohaline circulation (1986-1997). *Geophysical Research Letters*, 26(11), 1617–1620. <https://doi.org/10.1029/1999GL900320>

- Turner, A., & Holmes, L. (2011). Occurrence, distribution and characteristics of beached plastic production pellets on the island of Malta (central Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin*, 62, 377–381. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.09.027>
- Tziourrou, P., Megalovasilis, P., Tsounia, M., & Karapanagioti, H. K. (2019). Characteristics of microplastics on two beaches affected by different land uses in Salamina Island in Saronikos Gulf, east Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, 149. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110531>
- United Nations Environment Programme. (2016). *Marine Plastic Debris and Microplastics: Global Lessons and Research to Inspire Action and Guide Policy Change*. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/7720>
- Vlachogianni, T., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, C., Mazziotti, C., Tutman, P., Varezić, D. B., Palatinus, A., Trdan, Š., Peterlin, M., Mandić, M., Markovic, O., Prvan, M., Kaberi, H., Prevenios, M., Kolutari, J., Kroqi, G., Fusco, M., Kalampokis, E., & Scoullou, M. (2018). Marine litter on the beaches of the Adriatic and Ionian Seas: An assessment of their abundance, composition and sources. *Marine Pollution Bulletin*, 131, 745–756. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.006>
- Tanaka, K., Yamashita, R., & Takada, H. (2018). Hazardous Chemicals Associated with Plastics in the Marine Environment. Transfer of Hazardous Chemicals from Ingested Plastics to Higher-Trophic-Level Organisms. In: Takada, H., Karapanagioti, H.K. (editors) *The Handbook of Environmental Chemistry*, vol 78. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2018_255
- Yamashita, R., Hiki, N., Kashiwada, F., Takada, H., Mizukawa, K., Hardesty, B.D., Roman, L., Hyrenbach, D., Ryan, P.G., Dilley, B.J., Muñoz-Pérez, J.P., Valle, C.A, Pham, C.K., Frias, J., Nishizawa, B., Takahashi, A., Thiebot, J.B., Will, A., Kokobun, N., Watanabe, Y., Yamamoto, T., Shiomi, K., Shimabukuro, U., & Watanuki, Y. (2021). Plastic additives and legacy persistent organic pollutants in the preen gland oil of seabirds sampled across the globe. *Environmental Monitoring and Contaminants Research*, 1, 97-112.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Κούσης Δημήτριος, (2020), Ποσοτικός και ποιοτικός προσδιορισμός των μικροπλαστικών και μελέτη της χωρικής τους κατανομής στον Θερμαϊκό κόλπο: Ανάλυση δειγμάτων επιφανειακού νερού και ψαριών.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Αριθμός (ανά m²) και βάρος (gr) πλαστικών που βρέθηκαν για όλες τις διατομές και όλες τις κατηγοριοποιήσεις

Παραλία	Σχ Α	Σχ Β	Σχ Γ	Μωρ Α	Μωρ Α	Μωρ Γ	Αρτ Α	Αρτ Β	Αρτ Γ	Χαμ Α	Χαμ Β	Χαμ Γ
Σύνολο αριθμού πλαστικών	2,78	4,38	2,68	0,09	0,40	0,69	1,13	0,82	1,19	6,5	20,47	15,72
Σύνολο βάρους (gr)	56,95	21,48	21,32	4,69	4,79	5,16	7,94	14,29	22,19	68,68	47,17	121,95
Μέγεθος												
>8 mm	1,2	1,825	1,425	0,087	0,260	0,260	0,551	0,485	0,882	3,5	3,188	8,594
7.1 mm	0,375	0,425	0,125	0	0	0,029	0,11	0,088	0,066	0,125	0,594	0,906
6.7 mm	0,075	0,225	0,05	0	0	0,058	0,066	0,066	0,022	0,063	0,469	0,281
6.3 mm	0,15	0,225	0,05	0	0,029	0	0,044	0,022	0,022	0,156	0,563	0,563
5.6 mm	0,425	0,4	0,1	0	0	0,029	0,066	0,022	0,022	0,188	0,969	0,406
5 mm	0,2	0,35	0,05	0	0	0	0,066	0,044	0	0,313	0,906	0,375
4.75 mm	0,075	0	0,05	0	0	0	0	0	0,022	0,188	1,156	0,719
4.5 mm	0,05	0,175	0,125	0	0	0	0	0	0,022	0,031	1,313	0,844
< 4.5 mm	0,225	0,75	0,7	0	0,115	0,317	0,221	0,088	0,132	1,938	11,313	3,031
Βάρος(gr)/μέγεθος												
>8 mm	55,9	20,28	20,22	4,69	4,79	4,58	7,12	13,7	21,5	66,24	33,98	116,69
7.1 mm	0,38	0,39	0,2	-	-	0,58	0,32	0,21	0,52	0,37	2,29	1,69
6.7 mm	0,07	0,25	0,32	-	-	0	0,15	0,13	0,06	0,13	1,29	0,52
6.3 mm	0,12	0,13	0,11	-	-	-	0,1	0,12	0	0,3	0,72	0,59
5.6 mm	0,26	0,19	0,17	-	-	0	0,1	0,05	0	0,22	1,25	0,26
5 mm	0,07	0,07	0,06	-	-	-	0,1	0,07	-	0,35	0,75	0,38
4.75 mm	0,05	-	0,06	-	-	-	-	-	0	0,09	1,03	0,88
4.5 mm	0,03	0,04	0,07	-	-	-	-	-	0	0	0,94	0,28
< 4.5 mm	0,07	0,13	0,11	-	0	0	0,05	0,03	0,07	0,98	4,92	0,66
Χρώματα												
Άσπρο	0,725	0,95	0,25	0,029	0,087	0,058	0,256	0,199	0,331	1,625	8,406	4,75
Διαφανή	0,325	0,6	0,325	0	0,029	0,058	0,066	0,022	0	0,281	0,625	1

Μαύρο	0,125	0,2	0,075	0,029	0,058	0,346	0,088	0,066	0,088	0,125	1,313	1,813
Μπλε	0,45	1,4	0,725	0	0,029	0,058	0,176	0,11	0,199	1,813	3,906	2,5
Κόκκινο	0,15	0,125	0,25	0	0,029	0,029	0,044	0,022	0,088	0,313	0,625	1,219
Πράσινο	0,425	0,325	0,225	0	0,029	0	0,221	0,199	0,044	1,5	2,938	2,375
Ροζ	0,025	0	0,075	0	0,029	0	0	0	0	0,031	0,031	0
Κίτρινο	0,25	0,525	0,45	0	0,029	0,087	0,022	0,022	0,088	0,406	1,969	1
Πορτοκαλί	0,1	0,275	0,1	0	0,029	0,029	0,287	0	0,022	0,0625	0,344	0,156
Γκρι	0,1	0,025	0,075	0	0	0	0	0	0,022	0	0	0,156
Μωβ	0	0	0	0	0	0	0	0	0,022	0	0,063	0,094
Κατηγορίες												
Καπάκια	0,35	0,25	0,05	0,029	0	0,029	0	0	0,022	0	0,156	0,25
Φίλτρα και γόπες	0,1	0	0,075	0,029	0,029	0,029	0,287	0,176	0,287	0,313	0,25	0,75
Καλαμάκια	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,25
Υγειονομικά	0	0,05	0,025	0	0	0	0	0	0	0	0	0,031
Συσκευασίες	0,025	0,025	0,05	0	0,029	0,029	0,022	0	0,022	0,156	0,156	0,281
Αλιευτικά	0	0,025	0,025	0	0,029	0,029	0	0	0	0	0,063	0
Χρηστικά	0,15	0,025	0,05	0	0	0,058	0	0	0	0,031	0	0,063
Διάφορα	0	0	0,025	0	0	0,029	0,022	0,022	0	0	0,063	0,094
Σχοινιά	0,125	0,175	0,225	0	0,058	0,087	0,022	0,044	0	1,375	0,875	2,844
Μεμβράνες	0,3	0,05	0,075	0	0,115	0,029	0,044	0,022	0	0,188	0,75	0,281
Πλ. Σκλ.> 8 mm	0,35	0,975	0,525	0	0,058	0,029	0,176	0,309	0,507	1,281	1	2,719
Πλ. Μαλ.> 8 mm	0,225	0,4	0,15	0,029	0	0,029	0,022	0	0,044	0,281	0,094	1,469
Πλ. Σκλ. < 8 mm	0,925	1,925	1,025	0	0,115	0,029	0,507	0,199	0,221	1,813	11,438	3,719
Πλ. Μαλ. < 8 mm	0,1	0,55	0,175	0	0	0,317	0,022	0	0,022	0,094	0,75	0,938
pellets	0,025	0,025	0,05	0	0	0	0	0,044	0,11	0,875	4,875	1,875