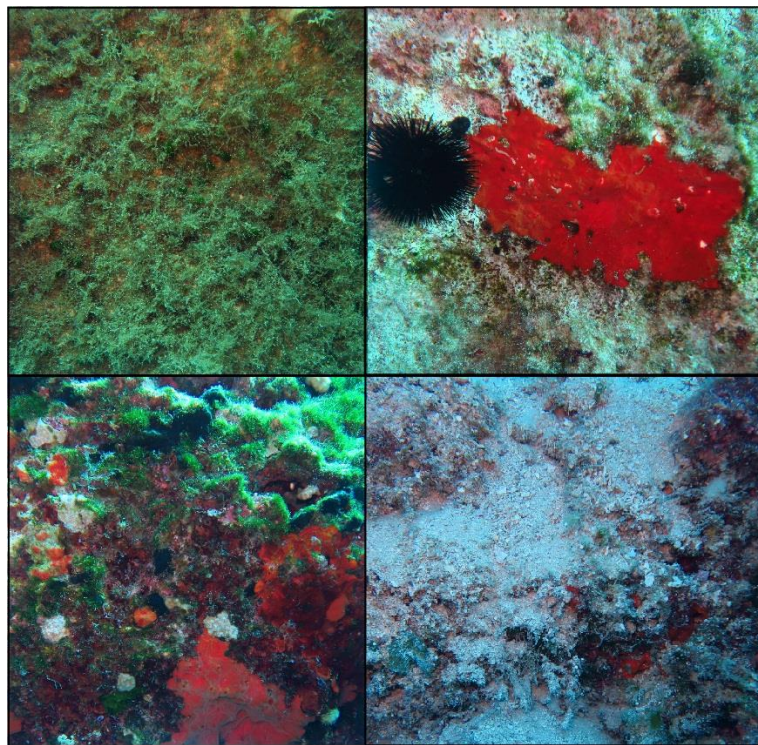




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΒΙΟΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΜΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Δομή βενθικών βιοκοινοτήτων σκληρού υποστρώματος στο Αιγαίο
Πέλαγος**



Βασιλική Λιούπα

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Στέλιος Κατσανεβάκης

Μυτιλήνη, 2019

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΩΚΕΑΝΟΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΒΙΟΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΠΜΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Δομή βενθικών βιοκοινοτήτων σκληρού υποστρώματος στο Αιγαίο
Πέλαγος**

Βασιλική Λιούπα

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Στυλιανός Κατσανεβάκης, Αναπληρωτής Καθηγητής (επιβλέπων)

Γεώργιος Κόκκορης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Δρόσος Κουτσούμπας, Καθηγητής

Συμμετοχή στην επίβλεψη: Δρ Μαρία Σίνη

Ευχαριστίες

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Στυλιανό Κατσανεβάκη για τη συνεργασία και την ανάθεση του θέματος της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά την Μαρία Σίνη που με καθοδήγησε, με τις πολύτιμες συμβουλές και διορθώσεις της, σε όλη τη διάρκεια διεξαγωγής της παρούσας εργασίας.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω τον Ορέστη για την βοήθεια και συμπαράσταση του, την αδελφή μου Ελένη, τον πατέρα μου Ιωάννη και τη μητέρα μου Βαρβάρα, που είναι πάντα δίπλα μου και με στηρίζουν.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
ABSTRACT	2
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
Θαλάσσια βιοποικιλότητα της Μεσογείου.....	3
Σκληρό υπόστρωμα.....	4
Βαθυμετρική ζώνωση.....	4
Τύποι οικοτόπων	4
Τύποι βιοκοινοτήτων.....	4
Οικολογική αξία σκληρού υποστρώματος	4
Κύριες απειλές που δέχονται οι οικοτόποι σκληρού υποστρώματος.....	5
Βιοποικιλότητα βενθικών βιοκοινωνιών.....	5
Σκοπός της μελέτης.....	5
2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	5
Ερευνητικό πρόγραμμα PROTOMEDEA.....	5
Περιοχή μελέτης	6
Οπτικές-Φωτογραφικές Μέθοδοι Δειγματοληψίας Βένθους	7
Επιλογή σταθμών δειγματοληψίας	7
Ανάλυση φωτογραφικών δεδομένων.....	9
Στατιστική επεξεργασία δεδομένων	10
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	11
Ανάλυση καταγραφών στα 15 m.....	11
Ανάλυση καταγραφών στα 5 m.....	22
Στατιστική ανάλυση καταγραφών στα 15 m.....	30
Στατιστική ανάλυση καταγραφών στα 5 m.....	31
Σύγκριση 5-15 m.....	33
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	35
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	39

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα μελέτη διερευνάται η δομή των βενθικών βιοκοινοτήτων σε βραχώδεις υφάλους της ανώτερης υποπαραλιακής ζώνης στο Αιγαίο Πέλαγος, στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος PROTOMEDEA, κύριος στόχος του οποίου είναι ο σχεδιασμός ενός δικτύου Θαλάσσιων Προστατευόμενων Περιοχών στο Αιγαίο Πέλαγος και τις ακτές της Κύπρου.

Τα φωτογραφικά δείγματα που συλλέχθηκαν, σε βάθος 15 μέτρων, αναλύθηκαν μέσω του λογισμικού photoQuad (Trygonis & Sini, 2012), ενώ ακολούθησε μονοδιάστατη και πολυδιάστατη στατιστική επεξεργασία, με τις μεθόδους Cluster, MDS και PERMANOVA, με στόχο την περιγραφή της σύνθεσης των βενθικών βιοκοινοτήτων και της διαφοροποίησης των διαφορών που πιθανόν εμφανίζουν λόγω της γεωγραφικής τους θέσης. Επίσης, έγινε σύγκριση με τα αποτελέσματα φωτογραφικών δεδομένων αντίστοιχης μελέτης από σταθμούς βάθους 5 μέτρων, τα οποία αναλύθηκαν περαιτέρω με τις ίδιες στατιστικές μεθόδους που εφαρμόστηκαν στα δείγματα βάθους 15 μέτρων.

Τα διαφορετικά βάθη και γεωγραφικές περιοχές που μελετήθηκαν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές, στο ποσοστό κάλυψης της κάθε ομάδας οργανισμών και υποστρωμάτων, γεγονός που μας δείχνει πως η βενθική ποικιλότητα διαφέρει με το βάθος. Πιο συγκεκριμένα, τους σταθμούς βάθους 15m, κυρίαρχη ομάδα είναι ο “Εποχιακός χλοοτάπητας” αφού καταλαμβάνει το 48.7% των καταγραφών. Επίσης, στο ίδιο βάθος, τα ποσοστά κάλυψης για την ομάδα “Φυλλώδη φύκη” ήταν σχετικά υψηλά στο Βόρειο Αιγαίο σε αντίθεση με το Νότιο Αιγαίο που ήταν ελάχιστα. Αντίστροφη κατανομή, με υψηλότερα ποσοστά στο Νότιο Αιγαίο και ελάχιστα στο Βόρειο Αιγαίο, εμφανίζει η ομάδα “Τυμνός βράχος”. Στους σταθμούς βάθους 5m, κυρίαρχη ομάδα είναι ξανά ο “Εποχιακός χλοοτάπητας” (44.5% των καταγραφών) αλλά επίσης πολύ μεγάλο ποσοστό (35.3%), κοντά σε αυτό της κυρίαρχης ομάδας, έχει και η ομάδα “Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη”. Όσο αφορά την ομάδα “Φυλλώδη φύκη” το πρότυπο κατανομής της είναι ίδιο με τους βαθύτερους σταθμούς.

Τέλος, έγινε σύγκριση με αποτελέσματα μελετών που πραγματοποιήθηκαν στην ανατολική και δυτική Μεσόγειο, τα οποία συμφωνούν με την επικράτηση του “Εποχιακού χλοοτάπητα” και την έλλειψη των “Δενδρωδών φυκών”. Συνολικά, οι οικολογικά σημαντικές κοινότητες μακροφυκών φαίνεται να μειώνονται, ως αποτέλεσμα, κυρίως, των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων.

ABSTRACT

The present study investigates the structure of benthic bio-communities on rocky reefs of the intermediate infralittoral zone at the Aegean Sea, within the framework of the research program PROTOMEDEA, main goal of which is to design a potential Marine Protected Areas network in the Aegean Sea and the coasts of Cyprus.

The photographic samples were collected at the depth of 15 meters and analyzed using the photoQuad software (Trygonis & Sini, 2012) and the statistical analysis followed with the methods Cluster, MDS and PERMANOVA, aiming to describe the composition of benthic bio-communities and the differentiations that can possibly be detected due to geographic location. Further comparison was made with the results of photographic analysis of a corresponding study at 5 meters depth, the results of which were further analyzed with the same statistical methods applied in the samples of 15 m.

The different depths and geographical locations studied, showed significant differences, at the coverage percentage of every group of organisms and substrates, indicating that benthic diversity differs with depth. More specifically, at the 15 meters depth stations, the dominant group was the “Seasonal algal turf” since it occupied 48.7% of the total coverage. At the same depth, the coverage of the group “Foliose algae” was relatively high in North Aegean as opposed to those in South Aegean where they were less. Reverse distribution, with higher percentages in South Aegean and few in North Aegean, was detected for the group “Barre rock”. At 5 meters stations, the dominant group was also “Seasonal algal turf” (44.5% coverage) but at the same time the group “Encrusting calcareous algae” had also big coverage (35.3%), close to the dominant group. Regarding the group “Foliose algae” the distribution pattern is the same with the deeper stations.

Finally, the results of this study were compared with studies conducted in the eastern and western Mediterranean, which are in line with the dominance of “Seasonal turf” and the lack of “Canopy algae”. In total, the macroalgal bio-communities with high ecological value seem to decline, mainly as result of anthropogenic activities.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η θαλάσσια βιοποικιλότητα απειλείται λόγω των ιστορικών και των σημερινών συσσωρευτικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων (Halpern et al., 2008; Katsanevakis et al., 2017). Ένα σημαντικό εργαλείο για την αποτελεσματική προστασία της θαλάσσιας βιοποικιλότητας είναι ο συστηματικός σχεδιασμός διατήρησης για τη δημιουργία δικτύου Θαλάσσιων Προστατευόμενων Περιοχών (ΘΠΠ) (π.χ. Maiorano et al., 2007; Giakoumi et al., 2011, Guidetti et al., 2014, Katsanevakis et al., 2017). Σε παγκόσμιο επίπεδο, ο συστηματικός σχεδιασμός διατήρησης έχει βοηθήσει στο σχεδιασμό επιτυχημένων δικτύων προστατευόμενων περιοχών, όπως για παράδειγμα τα νησιά Channel στην Καλιφόρνια (Airamé et al., 2003; Giakoumi et al., 2011) και το θαλάσσιο πάρκο του Great Barrier Reef στην Αυστραλία (Fernandes et al., 2005; Giakoumi et al., 2011). Οι ζώνες αποκλειστικής προστασίας, αυξάνουν την πυκνότητα, την βιομάζα, το ατομικό μέγεθος και την ποικιλία ειδών εντός των συνόρων τους (Lester et al., 2009; Giakoumi et al., 2011), ενώ σε βραχώδεις υφάλους, μπορούν να οδηγήσουν σε μετάβαση από γυμνούς υπερβοσκημένους υφάλους σε συστάδες μακροφυκών (Guidetti, 2007; Giakoumi et al., 2011). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, μέσω σχετικών πολιτικών όπως για την ανάπτυξη του δικτύου Natura 2000 (Giakoumi et al., 2011) και την προώθηση του θαλάσσιου χωροταξικού σχεδιασμού, γίνεται προσπάθεια για προστασία της βιοποικιλότητας και του θαλασσιού περιβάλλοντος (European Directive 2014/89/EU; Katsanevakis et al., 2017). Ωστόσο, όπως αναφέρεται στην μελέτη των Giakoumi et al. (και σε άλλες εντός της, π.χ. Dimitrakopoulos et al., 2004, Maiorano et al., 2007) οι περιοχές του Natura 2000 έχουν αποδειχτεί αρκετές φορές ελλιπείς στην αντιπροσώπευση της βιοποικιλότητας. Σε διεθνές επίπεδο, σημαντική είναι η Σύμβαση για τη Βιολογική Ποικιλότητα (CBD), όπου ο στόχος 11, δηλώνει την ανάγκη για αποτελεσματική προστασία τουλάχιστον 10% των θαλάσσιων και παράκτιων οικοσυστημάτων ιδιαίτερης σημασίας για τη βιοποικιλότητα, μέσω συστημάτων προστατευόμενων περιοχών και άλλων αποτελεσματικών μέτρων διατήρησης έως το 2020 (Aichi Target 11, CBD; Sini et al., 2017).

Θαλάσσια βιοποικιλότητα της Μεσογείου

Η Μεσόγειος θάλασσα βρίσκεται σε σημαντική γεωγραφική θέση, αφού ενώνει τρεις ηπείρους, Ευρώπη, Ασία και Αφρική, αλλά και τρεις θάλασσες, τον Ατλαντικό Ωκεανό δυτικά, τη Μαύρη Θάλασσα βορειο-ανατολικά και τον Ινδικό Ωκεανό νοτιο-ανατολικά. Το περιβάλλον αυτό, που καταλαμβάνει λιγότερο από το 0.8% της συνολικής έκτασης των ωκεανών, περιλαμβάνει 4-18% των θαλάσσιων ειδών (17000 είδη) (Coll et al., 2010). Μερικά σημαντικά είδη που έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι τα λιβάδια του φανερόγαμου *Posidonia oceanica*, οι θαλάσσιες χελώνες *Caretta caretta*, αρκετά κητώδη (π.χ. *Tursiops truncatus*, *Delphinus delphis*, *Physeter macrocephalus*) και η απειλούμενη με εξαφάνιση μεσογειακή φώκια *Monachus monachus*. Τα πρότυπα χωρικής κατανομής της βιοποικιλότητας, δείχνουν μείωση από τη βορειο-δυτική προς τη νοτιο-ανατολική Μεσόγειο (Coll et al., 2010). Η βιοποικιλότητα της Μεσογείου καθορίστηκε στο παρελθόν από το συνδυασμό φυσικών και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και πιθανώς το ίδιο να συνεχίσει να γίνεται (Coll et al., 2010) καθώς πλήθος παραγόντων αλλάζουν και στρεσάρουν το περιβάλλον. Οι παράγοντες αυτοί είναι εισβολικά είδη, υπερθέρμανση του πλανήτη/ άνοδος στάθμης της θάλασσας, ρύπανση, ναυτιλία, τουρισμός, υπεραλίευση (π.χ. Halpern et al., 2008; Coll et al., 2010; UNEP-MAP RAC/SPA, 2010; Giakoumi et al., 2011; Thibaut et al. 2017). Αξίζει να σημειωθεί ότι παρόλη την υψηλή βιοποικιλότητα μόνο το 0.01% της Μεσογείου έχει οριστεί ως ζώνες αποκλειστικής προστασίας (Abdulla et al., 2008).

Σκληρό υπόστρωμα

Η πολυπλοκότητα των κοινοτήτων σκληρών υποστρωμάτων ορισμένες φορές μπορεί να συγκριθεί με αυτή των κοραλλιογενών υφάλων (Bellan-Santini et al., 1994; Chintiroglou et al., 2005). Το μεγαλύτερο ποσοστό οικολογικών μελετών για σκληρά υποστρώματα που έχουν πραγματοποιηθεί στη Μεσόγειο αφορούν κυρίως τη δυτική και κεντρική της λεκάνη (Antoniadou et al., 2005).

Βαθυμετρική ζώνωση

Τρεις διαφορετικές οικολογικές ζώνες μπορούν να διακριθούν στην υποπαραλιακή ζώνη σκληρού υποστρώματος. Η ανώτερη (upper infralittoral: 0-1m), όπου βρίσκεται η φωτόφιλη βιοκοινότητα φυκών, η ενδιάμεση (intermediate infralittoral) και η κατώτερη (lower infralittoral: 15-40m), όπου βρίσκεται η σκυόφιλη βιοκοινότητα φυκών (Bellan-Santini et al., 1994; Antoniadou et al., 2004a,b; Antoniadou et al., 2005).

Τύποι οικοτόπων

Σημαντικοί οικοτόποι που συναντάμε στα σκληρά υποστρώματα είναι θαλάσσια λιβάδια φανερόγαμων, π.χ. *Cymodocea nodosa* και *Posidonia oceanica*, τα οποία παρέχουν τροφή και ενδιαίτημα για μία ποικιλία βιοκοινοτήτων και παίζουν βασικό ρόλο στον κύκλο του άνθρακα και των θρεπτικών, στον έλεγχο της ποιότητας του νερού και της δυναμικής των ιζημάτων (Duarte 2002).

Άλλος ένας οικοτόπος είναι οι συστάδες μακροφυκών που δημιουργούν σχετικά μεγάλους βιογενείς οικοτόπους (Airoidi et al., 2007). Οι συστάδες μακροφυκών σχηματίζουν ποικιλόμορφα, παραγωγικά και πολύτιμα εύκρατα οικοσυστήματα (Steneck et al. 2002). Είναι ευρέως διαδεδομένα σε ρηγά σκληρά υποστρώματα γύρω από την Ευρώπη (Birkett et al., 1998, Steneck et al., 2002, Thibaut et al., 2005; Airoidi et al., 2007), με κύρια γένη στη Μεσόγειο τα *Cystoseira* spp. και *Sargassum* spp. (Airoidi et al., 2007).

Επίσης, τα θαλάσσια σπήλαια (μερικώς ή πλήρως βυθισμένα), πολλές φορές χαρακτηρίζονται από υψηλή βιοποικιλότητα, είναι καλά διαχωρισμένες και απομονωμένες από τους γειτονικούς οικοτόπους αφού προσεγγίζονται δύσκολα (Gerovasileiou et al., 2012; Salomidi et al., 2012).

Τέλος, σημαντικός οικοτόπος που σχηματίζεται σε σκληρά υποστρώματα, είναι οι κοραλλιογενείς οικοτόποι. Φιλοξενούν περισσότερα από 1600 είδη, πολλά εκ των οποίων είναι παραγωγικοί ενασβεστωμένοι οργανισμοί (Ballesteros, 2003&2006; Salomidi et al., 2012)

Τύποι βιοκοινοτήτων

Οι βενθικές ρηχές βιοκοινότητες της Μεσογείου φιλοξενούν εκατοντάδες είδη φυκών και ασπόνδυλων, αλλά τείνουν να κυριαρχούνται σε κάλυψη και βιομάζα από φύκη (Zabala et al., 1989; Sala et al., 2012). Οι πιο υγιείς κοινότητες κυριαρχούνται από “Δενδρώδη φύκη”, κυρίως φύκη *Cystoseira* spp. (Airoidi et al., 2007; Sales et al., 2009&2010; Sala et al., 2012). Η αφθονία της *Cystoseira* φαίνεται να καθορίζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η ποιότητα του νερού, η βόσκηση από αχινούς, η παράκτια ανάπτυξη, η ιστορική και παρούσα αλιευτική πίεση (Ballesteros et al., 2007; Thibaut et al., 2005; Perkol-Finkel et al., 2010; Sales et al., 2011; Mangialajo et al., 2008; Sala et al., 2012). Τα “Δενδρώδη φύκη” υπέστησαν μακροχρόνια μείωση στη ΒΔ Μεσόγειο τον τελευταίο αιώνα εξαιτίας του συνδυασμού των παραπάνω άμεσων και έμμεσων ανθρωπογενών επιπτώσεων (Thibaut et al., 2005; Sala et al., 2012).

Οικολογική αξία σκληρού υποστρώματος

- Παρέχουν «στέγη» σε πολλούς οργανισμούς
- Βρεφοκομία για πολλά ψάρια και καρκινοειδή (Cheminne, et al., 2013&2017)
- Καταφύγιο σε περιοχές όπου τα φύκη μειώνουν την κυματική ενέργεια
- Οι συστάδες φυκών παρέχουν τροφή σε ψάρια

Κύριες απειλές που δέχονται οι οικοτόποι σκληρού υποστρώματος

Η διατάραξη του οικοσυστήματος, η ρύπανση, τα εισβολικά είδη και η κλιματική αλλαγή είναι οι κύριες απειλές που αντιμετωπίζουν οι οικοτόποι της Μεσογείου (Airoidi et al., 2007; Coll et al., 2010).

Μία αλυσιδωτή αντίδραση, που ξεκινά με την υπεραλίευση (Guidetti, et al., 2006), έχει ως συνέχεια την απομάκρυνση των θηρευτών, την αύξηση της πυκνότητας των αχινών, την υπερβόσκηση των μακροφυκών με αποτέλεσμα την υποβάθμιση και διατάραξη των οικοσυστημάτων (Salomidi et al., 2016, Tsirintanis et al., 2018).

Ιστορικά, οι αλλαγές των χρήσεων γης στην περιοχή της Μεσογείου συνοδεύονται από μεταβολές των θρεπτικών της ιζηματομεταφοράς καθώς και σημαντική απώλεια παράκτιων οικοτόπων (Airoidi et al., 2007).

Η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται σταθερά ενώ τα ακραία κλιματικά φαινόμενα γίνονται όλο και πιο συχνά (Lejeusne et al., 2010; Occhipinti-Ambrogi et al., 2010).

Την ίδια στιγμή, μεγάλοι αριθμοί τουριστών, όταν δεν διαχειρίζονται σωστά, μπορούν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις. Αυτό οφείλεται σε καταστροφή οικοτόπων για την ανάπτυξη υποδομών, αυξημένη πίεση σε θαλάσσιους πόρους για παροχή τροφίμων ή αναμνηστικών (π.χ. κοχύλια), άμεσες επιπτώσεις από καταδυτικές δραστηριότητες, ανεπαρκή διαχείριση λυμάτων και στερεών απορριμμάτων, μεγάλη κυκλοφορία πλοίων και απορρίψεις τους (Stewart, 1993; Giakoumi et al., 2011).

Βιοποικιλότητα βενθικών βιοκοινωνιών

Οι κύριοι περιβαλλοντικοί παράγοντες που καθορίζουν την δομή της βιοκοινότητας είναι: φως, υδροδυναμικές συνθήκες, αλατότητα και καθίζηση ιζήματος, ανάλογα με το βάθος (Peres, 1982; Margalef, 1984; Marinopoulos, 1988; Chintiroglou, et al., 2005). Οι κοινότητες σκληρού υποστρώματος είναι πολύ ευαίσθητες λόγω της δομικής και λειτουργικής τους πολυπλοκότητας, της υψηλής τους παραγωγικότητας και της θέσης τους στο τροφικό πλέγμα (πρωτογενείς και δευτερογενείς καταναλωτές) (Chintiroglou, et al., 2005).

Σκοπός της μελέτης

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι:

- i) η καταγραφή της βενθικής ποικιλότητας σε βραχώδεις υφάλους της ανώτερης υποπαραλιακής ζώνης,
- ii) ο εντοπισμός και η ερμηνεία γεωγραφικών προτύπων
- iii) η καταγραφή και ερμηνεία διαφορών της βενθικής ποικιλότητας σε ζώνες διαφορετικών βαθών (5 και 15 μέτρα βάθος), μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων των δεδομένων της παρούσας μελέτης (15 μέτρα), με αποτελέσματα που προέκυψαν από την ανάλυση δεδομένων προηγούμενης μελέτης που πραγματοποιήθηκε σε μικρότερο βάθος (5 μέτρα)
- iv) η σύγκριση με άλλες μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στην περιοχή μελέτης και στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Ερευνητικό πρόγραμμα PROTOMEDEA

Το πρόγραμμα PROTOMEDEA στοχεύει στην «Εγκαθίδρυση Δικτύων Θαλάσσιων Προστατευόμενων Περιοχών στην Ανατολική Μεσόγειο» και είναι ένα έργο, σε απάντηση της προκήρυξης “Θαλάσσιες Προστατευόμενες Περιοχές: Δίκτυο για την ενίσχυση της βιώσιμης αλιείας στη Μεσόγειο (Ref MARE / 2014/41). Το έργο, χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση, συγκεκριμένα από τη Γενική Διεύθυνση Θαλάσσιων υποθέσεων και Αλιείας (DG

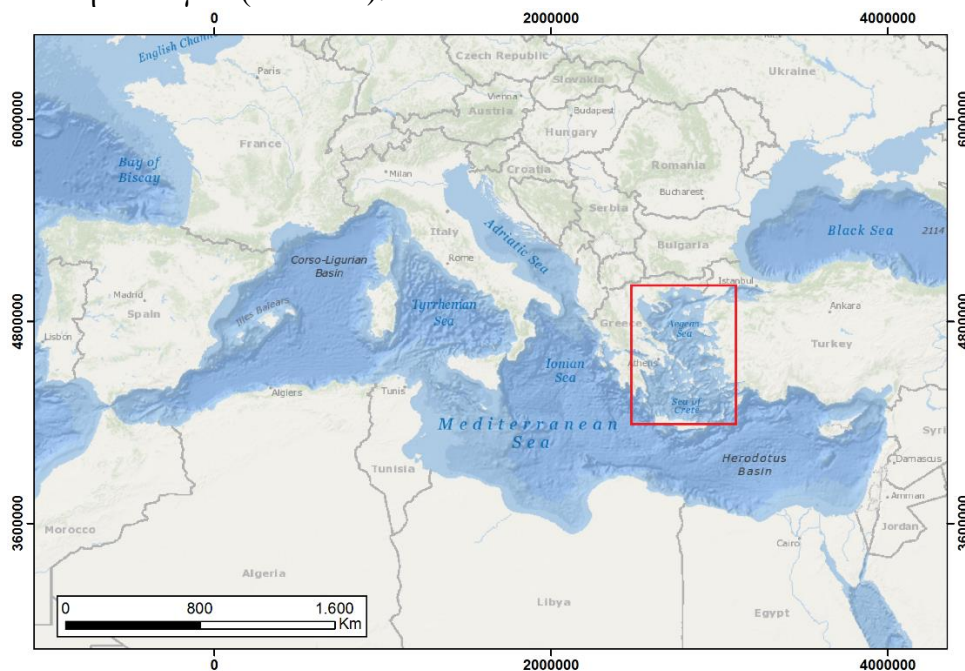
MARE). Ο χρονικός του ορίζοντα είναι 40 μήνες από το Δεκέμβριο του 2015 έως και τον Απρίλιο του 2019 (www.protomedea.eu).

Ο κύριος στόχος του PROTOMEDEA

Ο στόχος του προγράμματος είναι να σχεδιαστούν δίκτυα ΘΠΠ στο Αιγαίο Πέλαγος και την Κύπρο. Για την δημιουργία αυτών των δικτύων, μέσω της διαδικασίας στην οποία θα συμμετέχουν οι ενδιαφερόμενοι φορείς, θα ληφθούν υπόψη η προστασία και διαχείριση των οικολογικών χαρακτηριστικών των περιοχών αυτών, τα βασικά τους ιχθυο-ενδιαίτηματα, οι κύριες αλιευτικές περιοχές, οι κοινωνικο-οικονομικές επιπτώσεις των ισχυρότων αλιευτικών περιορισμών προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η διαχείριση της αλιείας. Για να επιτευχθούν τα παραπάνω, θα χαρτογραφηθούν οι υφιστάμενες ΘΠΠ με τα βασικά ιχθυο-ενδιαίτημα τους, θα αναπτυχθούν οικολογικά/οικοσυστημικά μοντέλα σε επιλεγμένες ΘΠΠ χρησιμοποιώντας ήδη υπάρχοντα αλλά και νέα δεδομένα, θα αξιολογηθούν σενάρια επιπτώσεων και θα εξεταστούν διάφορα συστήματα διαχείρισης, εστιάζοντας στην επίτευξη των στόχων της Μέγιστης Αειφορικής Απόδοσης (ΜΑΑ) και της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής (ΚΑΛΠ) (www.protomedea.eu).

Περιοχή μελέτης

Περιοχή μελέτης της παρούσας έρευνας είναι το Αιγαίο Πέλαγος, το οποίο βρίσκεται στη βορειο-ανατολική Μεσόγειο (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Χάρτης της Μεσογείου στον οποίο έχει επισημανθεί σε κόκκινο πλαίσιο η περιοχή μελέτης, το Αιγαίο Πέλαγος.

Το Αιγαίο πέλαγος, βρίσκεται στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου, εκεί όπου η Ασιατική, η Ευρωπαϊκή και η Αφρικανική πλάκα συγκλίνουν. Η γεωλογική του ιστορία σε συνδυασμό με τις πρόσφατες γεωλογικές διεργασίες, διαμορφώνουν έναν πολύπλοκα γεωλογικά πυθμένα. (Sakellariou and Parouliou, 2005; Sini et al., 2017). Χαρακτηρίζεται από ρηχή υφαλοκρηπίδα και βαθιές λεκάνες, με το βαθύτερο του σημείο φτάνει τα 2500 m βάθος (Sakellariou et al., 2005; Sini et al., 2017). Στο Αιγαίο, υπάρχουν περισσότερα από 1400 νησιά και βραχονησίδες. Έχει εκτεταμένη ακτογραμμή με μεγάλη μορφολογική ποικιλία, όπως αμμώδεις παραλίες, βραχώδεις ακτές, απότομους κρημνούς, παράκτιες λιμνοθάλασσες και

δελταϊκά συστήματα αλλά και πλήθος σημαντικών οικοτόπων (Anagnostou et al., 2005; Sini et al., 2017).

Μπορούμε να κατατάξουμε την περιοχή μελέτης σε δύο υπο-λεκάνες, το Βόρειο και το Νότιο Αιγαίο, όπου βασικό φυσικό διαχωριστικό είναι το πλατό των Κυκλάδων (Sakellariou et al., 2005; Sini et al., 2017). Πέρα από αυτό το διαχωριστικό, η θαλάσσια κυκλοφορία, η θερμοκρασία αλλά και η παραγωγικότητα είναι διαφορετική (Ignatiades et al., 2002; Lykousis et al., 2002; Zervakis et al., 2004; Sini et al., 2017).

Στο Βορείο Αιγαίο η υφαλοκρηπίδα είναι εκτεταμένη, αφού τροφοδοτείται με χερσαία κλαστικά ιζήματα και αποτελείται από ρηχές ζώνες που αντιπροσωπεύουν την παράκτια συνέχεια των αλλουβιακών πεδιάδων της βόρειας Ελλάδας (Sakellariou et al. 2005; Katsanevakis et al., 2017). Επίσης λόγω των ποταμών της νοτιο-ανατολικής Ευρώπης που καταλήγουν στην λεκάνη, οι απορρίψεις γλυκού νερού πλούσιου σε θρεπτικά είναι μεγάλες (Lykousis et al., 2002; Zervakis et al., 2004; Sini et al., 2017). Η τροφική κατάσταση της λεκάνης του Βορείου Αιγαίου χαρακτηρίζεται ως χαμηλότερη ή μεγαλύτερη μεσοτροφική (Gotsis-Skretas & Ignatiades, 2005; Katsanevakis et al., 2017). Λόγω της εισροής ελαφρών νερών από τη Μαύρης Θάλασσας, μέσω του στενού των Δαρδανελίων, η λεκάνη είναι αραιώσης (Zervakis et al. 2005; Katsanevakis et al., 2017).

Αντίθετα, το Νότιο Αιγαίο χαρακτηρίζεται ως λεκάνη συμπύκνωσης, αφού η εξάτμιση υπερβαίνει την εισροή γλυκού νερού (Sakellariou et al., 2005; Katsanevakis et al., 2017). Χαρακτηρίζεται από υψηλότερες μέσες και εποχιακές τιμές θερμοκρασίας και αλατότητας των επιφανειακών υδάτινων μαζών σε σύγκριση με το Βόρειο Αιγαίο (Velaoras et al., 2013; Katsanevakis et al., 2017). Η τροφική κατάσταση της λεκάνης του στο νότιο Αιγαίο θεωρείται ολιγοτροφική (Gotsis-Skretas & Ignatiades, 2005; Katsanevakis et al., 2017).

Οπτικές-Φωτογραφικές Μέθοδοι Δειγματοληψίας Βένθους

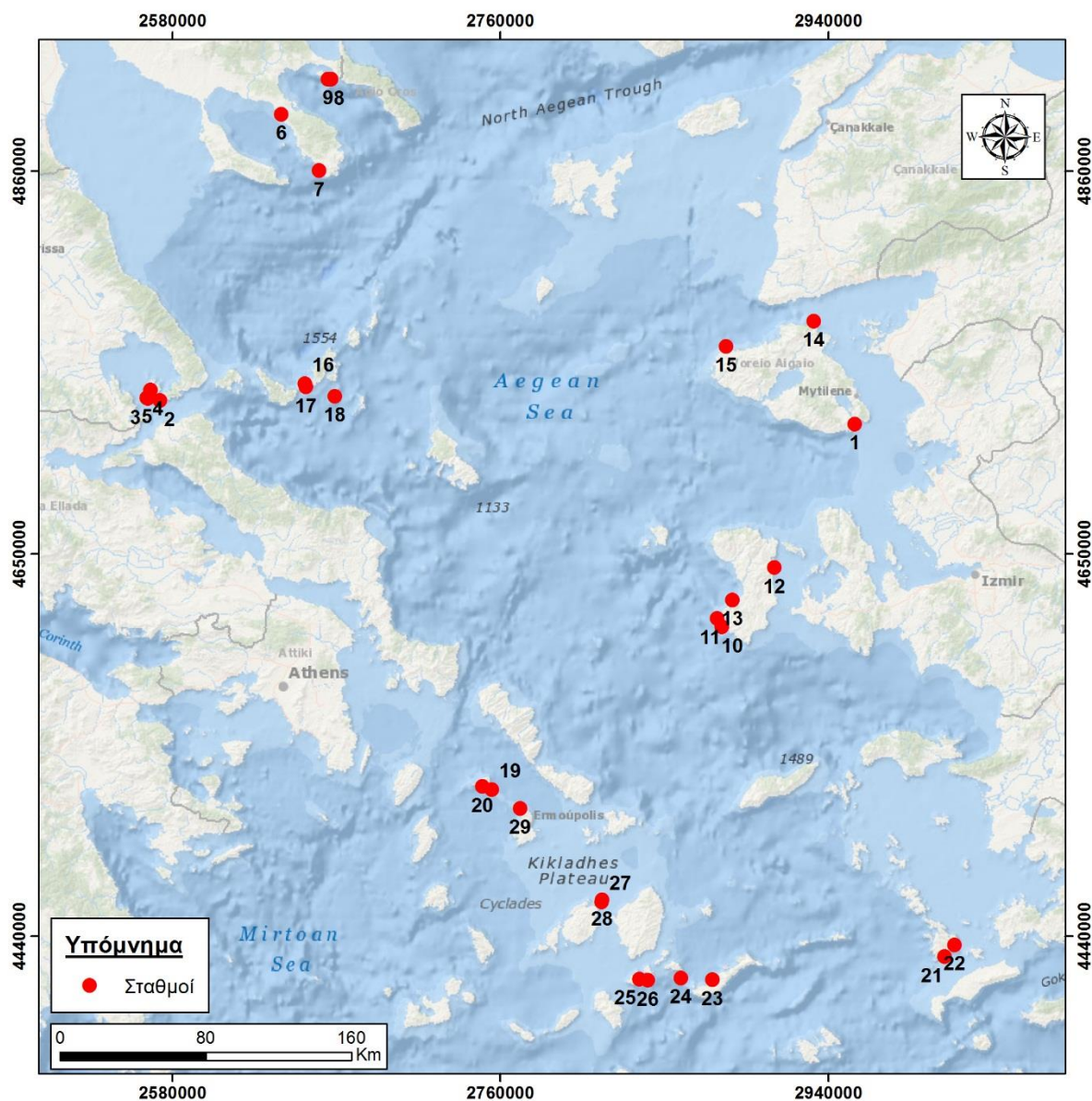
Οι οπτικές μέθοδοι, αναπτύχθηκαν ως εργαλείο καταγραφής και μελέτης των βραχωδών ακτών, δεδομένου ότι αυτές παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη δυσκολία στη συλλογή βιολογικών δειγμάτων (Σαλωμίδη, 2009).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της φωτογραφικής μεθόδου είναι η ταχύτητα, η μη καταστρεπτικότητα της μεθόδου, η σταθερότητα των θέσεων δειγματοληψίας (μελέτη των ίδιων πληθυσμών μέσα στο χρόνο), η καταλληλότητα και αποτελεσματικότητα της μεθόδου στην περιγραφή των μακροβενθικών κοινωνιών και τον εντοπισμό βιολογικών δεικτών (Σαλωμίδη, 2009).

Μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η δυσκολία αναγνώρισης ειδών μικρών διαστάσεων που αποκλείει τη δυνατότητα υψηλής ταξινομικής ανάλυσης και τον ορθό προσδιορισμό των ειδών καθώς και την ορθή εκτίμηση της αφθονίας/ποικιλότητας (Σαλωμίδη, 2009).

Επιλογή σταθμών δειγματοληψίας

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν σε διάφορες περιοχές του Αιγαίου (Εικόνα 2) κατά το διάστημα Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 2016. Σκοπός της έρευνας πεδίου ήταν να καλυφθούν οι περισσότερες περιοχές του Αιγαίου με αντιπροσωπευτικό τρόπο, ωστόσο η τελική επιλογή της θέσης των σταθμών δειγματοληψίας καθορίστηκε από τους στόχους των διαφόρων προγραμμάτων, τους υλικοτεχνικούς περιορισμούς, τις καιρικές συνθήκες και τη διαθεσιμότητα εκτεταμένων οικοτόπων σκληρού υποστρώματος.



Εικόνα 2: Χάρτης της περιοχής μελέτης στον οποίο απεικονίζονται οι σταθμοί δειγματοληψίας.

Πίνακας 1: Στον παρακάτω πίνακα περιλαμβάνεται ο αριθμός, η ονομασία, οι συντεταγμένες και η τοποθεσία των σταθμών δειγματοληψίας.

Αριθμός σταθμού	Όνομα σταθμού	Γεωγρ. πλάτος	Γεωγρ. μήκος	Τοποθεσία
1	Αστακοί	40.3078	23.944	Βόρειο Αιγαίο
2	Δρένια	40.3069	23.9595	Βόρειο Αιγαίο
3	Ακτή Καλογριάς	40.1755	23.7136	Βόρειο Αιγαίο
4	Περιστερονήσι	39.9625	23.8998	Βόρειο Αιγαίο
5	Κόρακας	39.3908	26.3417	Βόρειο Αιγαίο
6	Πόχη	39.2944	25.9096	Βόρειο Αιγαίο
7	Ακρ. Παπάς	39.1519	23.83	Βόρειο Αιγαίο
8	Μικρός μουρτιάς	39.1389	23.8365	Βόρειο Αιγαίο
9	Βορά	39.1287	23.0684	Βόρειο Αιγαίο
10	Μεγάλο αδελφή	39.1044	23.9793	Βόρειο Αιγαίο
11	Φάρος	39.0979	23.0505	Βόρειο Αιγαίο

12	Γεροπλήνα	39.0952	23.0573	Βόρειο Αιγαίο
13	Νερό	39.087	23.116	Βόρειο Αιγαίο
14	Βίλλα	38.9978	26.543	Βόρειο Αιγαίο
15	Γλάροι	38.4443	26.1456	Βόρειο Αιγαίο
16	Πελογόνησος	38.3196	25.9404	Βόρειο Αιγαίο
17	Παχύ νησί	38.2479	25.8632	Βόρειο Αιγαίο
18	Μούλα βράχοι	38.2154	25.8866	Βόρειο Αιγαίο
19	Γλαρονήσι Γιάρος	37.5934	24.7076	Νότιο Αιγαίο
20	Γιάρος II	37.5822	24.7517	Νότιο Αιγαίο
24	Βαθύ	36.9728	27.0362	Νότιο Αιγαίο
25	Πόθια	36.9253	26.9859	Νότιο Αιγαίο
26	Άνω Αντίκερι- Σπηλιά	36.8414	25.6856	Νότιο Αιγαίο
27	Ηράκλειά	36.838	25.4801	Νότιο Αιγαίο
28	Κατάπολα	36.835	25.841	Νότιο Αιγαίο
29	Οφιούσα	36.8322	25.5228	Νότιο Αιγαίο

Σε κάθε σταθμό, οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν με αυτόνομη κατάδυση κατά μήκος τριών διαδοχικών λουριδών 25×5 m (125 m²), τοποθετημένων με αρκετά μέτρα απόσταση μεταξύ τους, σε ευθεία γραμμή και βάθος 15 m.

Για τη μελέτη του βενθικού υποστρώματος, συλλέχθηκαν δεδομένα χρησιμοποιώντας φωτογραφικά πλαίσια. Οι εικόνες των δειγμάτων συγκεντρώθηκαν με τη χρήση μιας κάμερας Cannon G7X η οποία ήταν τοποθετημένη πάνω σε ένα πλαίσιο 25×25 cm έτσι ώστε να διατηρείται μια σταθερή απόσταση από την δειγματοληπτική επιφάνεια. Έξι φωτογραφικά δείγματα λήφθηκαν σε κανονικά διαστήματα 5 m κατά μήκος των διατομών αθροίζοντας τη συνολική δειγματοληπτική επιφάνεια σε 11250 cm² ανά σταθμό. Συγκεντρωτικά, οι σταθμοί δειγματοληψίας είναι 29 (Πίνακας 1) και τα φωτογραφικά δείγματα που αναλύθηκαν είναι 522.

Ανάλυση φωτογραφικών δεδομένων

Φωτογραφικά δείγματα του βενθικού υποστρώματος αναλύθηκαν χρησιμοποιώντας το εργαλείο καταμέτρησης τυχαίων σημείων που παρέχεται στο λογισμικό photoQuad (Trygonis & Sini, 2012).

Το photoQuad (<http://www.mar.aegean.gr/sonarlab/8888photoquad/>) δημιουργήθηκε για προηγμένη επεξεργασία εικόνας 2D από φωτογραφικά δείγματα, αφιερωμένο στις οικολογικές εφαρμογές. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε να ενσωματώσει όλες τις σημαντικές 2D αναλύσεις που χρησιμοποιούνται στη θαλάσσια βιολογία και την οικολογία για τη μελέτη της βιοποικιλότητας των άμισχων κοινοτήτων μέσα από τη φωτογραφική δειγματοληψία (Trygonis & Sini, 2012).

Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν 100 στρωματοποιημένα τυχαία σημεία ανά εικόνα και κάθε σημείο αποδόθηκε σε μια από τις 18 ομάδες βενθικών οργανισμών και υποστρωμάτων, οι οποίες με τη σειρά τους διαχωρίζονται σε 3 βασικές υπερκατηγορίες (i. μακροφύκη, ii. ασπόνδυλα, iii. γυμνό υπόστρωμα), για τον υπολογισμό της ποσοστιαίας κάλυψης της καθεμίας (Πίνακας 2).

Πίνακας 2: Οι ομάδες κάλυψης που χρησιμοποιήθηκαν.

	Ομάδα	Παραδείγματα
Μακροφύκη	Εποχιακός χλοοτάπητας	Πλήθος ευκαιριακών ειδών χαμηλής βλάστησης
	Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη	<i>Liagora viscida</i>

	Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη	<i>Lithophyllum sp.</i> , <i>Peyssonnelia sp.</i>
	Δενδρώδη φύκη	<i>Cystoseira sp.</i>
	Φυλλώδη φύκη	<i>Padina pavonica</i> , <i>Flabellia petiolata</i>
	Νηματοειδή κολλώδη φύκη	<i>Nematochryopsis marina</i> , <i>Cladophora sp.</i>
	Συμπαγή φύκη	<i>Codium bursa</i>
	Εισβολικά φύκη	<i>Caulerpa cylindracea</i>
Ασπόνδυλα	Διατρητικά ασπόνδυλα	<i>Cliona viridis</i>
	Ασπόνδυλα σχήματος κούπας	<i>Calyx nicaeensis</i> , <i>Balanophyllia europaea</i>
	Κρουστώδη ασπόνδυλα	<i>Crambe crambe</i>
	Συμπαγή ασπόνδυλα	<i>Oscarella lobularis</i> , <i>Spongia officinalis</i>
	Δενδροειδή ασπόνδυλα	<i>Axinella sp.</i>
	Σωληνοειδή ασπόνδυλα	<i>Protula tubularia</i>
	Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων	<i>Aglaophenia sp.</i> , <i>Sertularella sp.</i>
Υπόστρωμα	Γυμνός βράχος	
	Χαλίκια	
	Άμμος	

Τα δεδομένα της κάθε εικόνας εξάχθηκαν σε μορφή .xls, τα οποία τελικώς ενοποιήθηκαν σε ένα κοινό φύλλο, για την περαιτέρω δυνατότητα επεξεργασίας και στατιστικής ανάλυσης. Στη συνέχεια ακολούθησε η δημιουργία γραφημάτων στο Excel.

Επιπλέον χρησιμοποιήθηκαν αντίστοιχα αρχεία .xls από τους ίδιους σταθμούς για βάθος 5 μέτρων που προέκυψαν από αναλύσεις της διδακτορικής διατριβής της Simona Noé (Noé, 2018) και αναλύθηκαν περαιτέρω με τις ίδιες μεθοδολογίες που εφαρμόστηκαν στα δεδομένα των 15 μέτρων ώστε να γίνει σύγκριση μεταξύ τους.

Στατιστική επεξεργασία δεδομένων

Τα δεδομένα που προέκυψαν από την ανάλυση στο λογισμικό photoQuad χρησιμοποιήθηκαν για την στατιστική επεξεργασία, στην οποία χρησιμοποιήθηκαν μονοδιάστατες και πολυμεταβλητές μέθοδοι ανάλυσης.

Με τη χρήση του λογισμικού PRIMER 6 έγινε στατιστική ανάλυση των δεδομένων με τους εξής τρόπους:

- Ανάλυση σε συστάδες (Cluster Analysis)

Για τον εντοπισμό των επιπέδων (αν)ομοιότητας μεταξύ των δειγμάτων, την ταξινόμηση των παρατηρήσεων και τη δημιουργία ενός δενδρογράμματος ιεράρχησης.

- Non-Metric Multidimensional Scaling (MDS)

Για την κατασκευή «χαρτών» διδιάστατης τοποθέτησης των δειγμάτων ανάλογα με το βαθμό ομοιότητας που παρουσιάζουν μεταξύ τους.

- PERMANOVA

Για να ελεγχθεί αν ο παράγοντας τοποθεσία ή/και βάθος είναι στατιστικά σημαντικός και ευθύνεται για την ομαδοποίηση των δεδομένων.

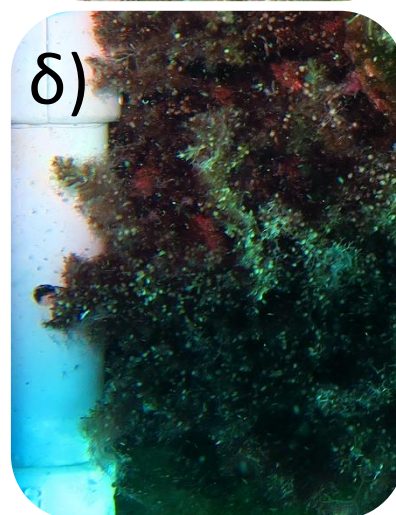
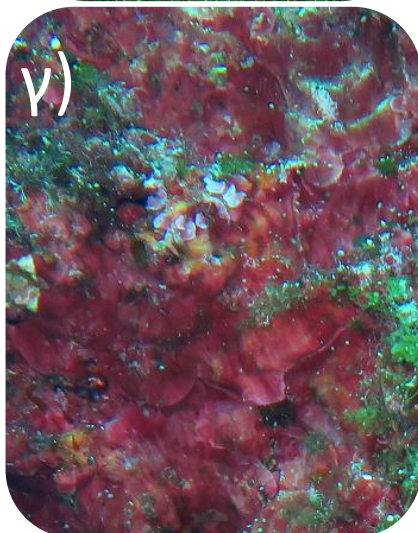
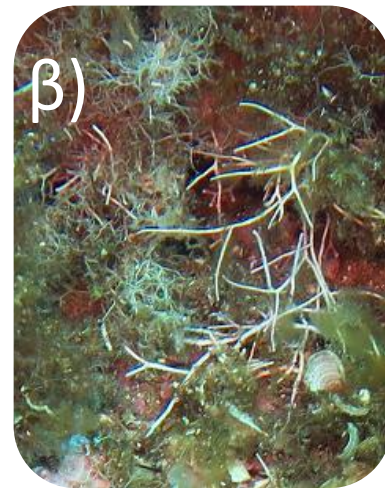
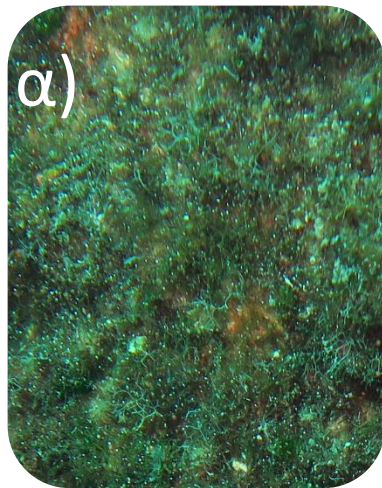
Επίσης με τη χρήση του λογισμικού SPSS έγινε ανάλυση Non parametric 2 related samples Wilcoxon test, μεταξύ των δειγμάτων των 5 και των 15 μέτρων για καθεμία από τις ομάδες, ώστε να εντοπίσουμε που υπάρχουν διαφορές και πόσο μεγάλες είναι.

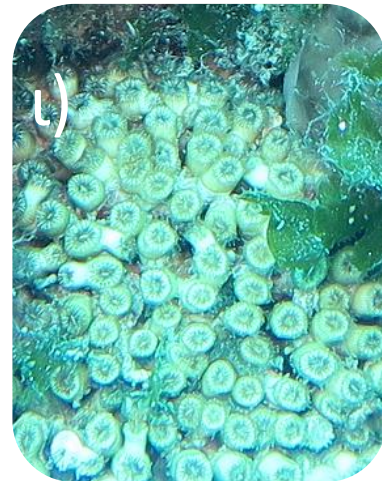
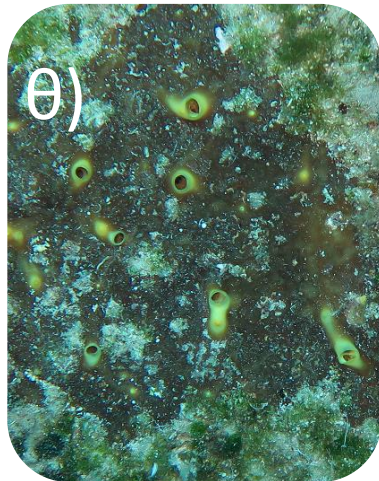
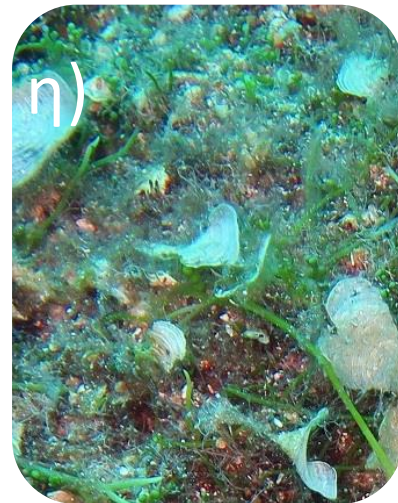
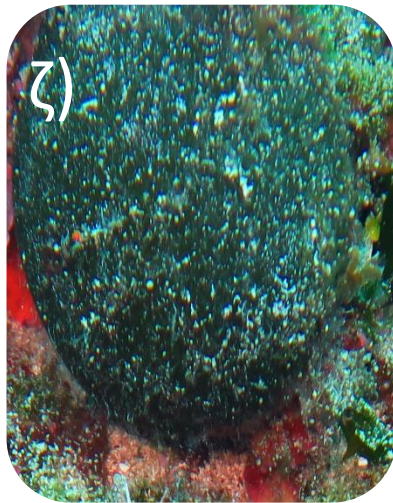
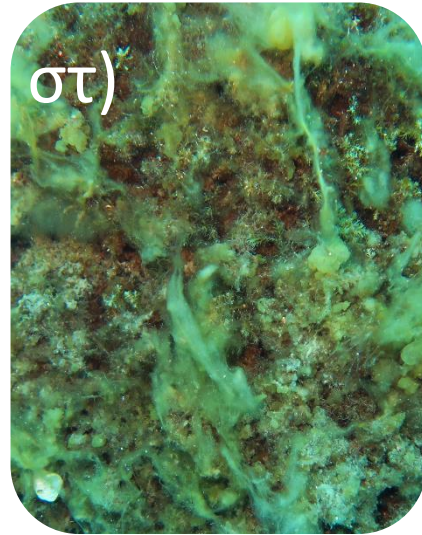
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

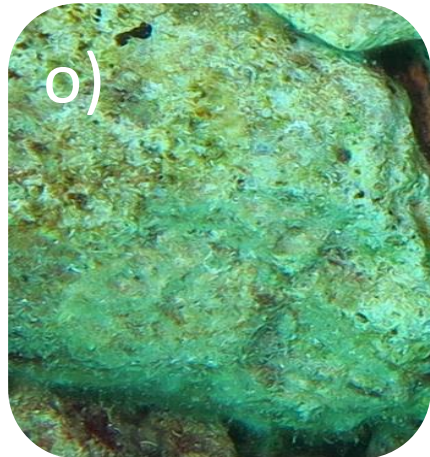
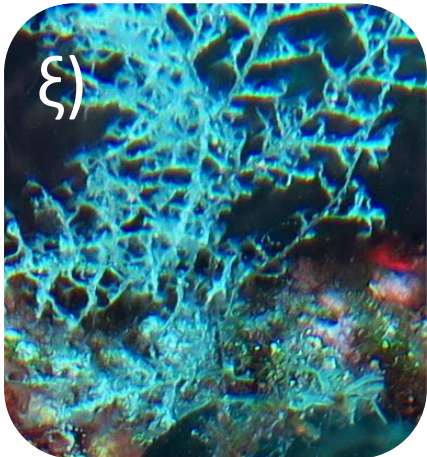
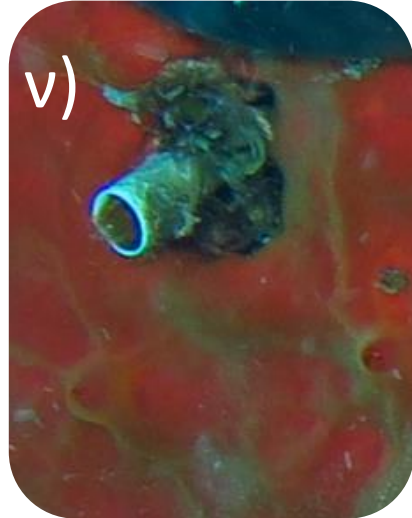
Ανάλυση καταγραφών στα 15 m

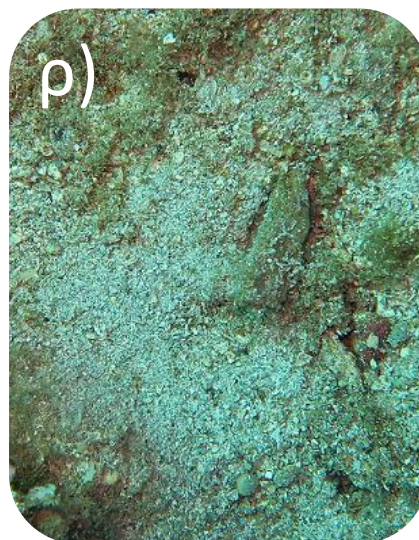
Παρακάτω (Πίνακας 3) παρουσιάζονται οι ομάδες βενθικών οργανισμών και υποστρωμάτων με φωτογραφικό παράδειγμα από τα δείγματα της μελέτης. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην ομάδα “Εισβολικά φύκη” συμπεριλαμβάνονται φύκη που σύμφωνα με τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά μπορεί να ανήκουν και σε κάποια άλλη από τις ομάδες. Παρόλα αυτά συμπεριλαμβάνονται όλα σε αυτή την ομάδα ώστε να εκτιμηθεί η γεωγραφική τους εξάπλωση με σκοπό την ερμηνεία των πιθανών προτύπων εξάπλωσης, εφόσον εντοπιστούν.

Πίνακας 3: Φωτογραφικά παραδείγματα για την κάθε κατηγορία κάλυψης. α) Εποχιακός χλοοτάπητας, β) Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη, γ) Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη, δ) Δενδρώδη φύκη, ε) Φυλλώδη φύκη, στ) Νηματοειδή κολλώδη φύκη, ζ) Συμπαγή φύκη, η) Εισβολικά φύκη, θ) Διατρητικά ασπόνδυλα, ι) Ασπόνδυλα σχήματος κούπας, κ) Κρουστώδη ασπόνδυλα, λ) Συμπαγή ασπόνδυλα, μ) Δενδροειδή ασπόνδυλα, ν) Σωληνοειδή ασπόνδυλα, ξ) Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων, ο) Γυμνός βράχος, π) Χαλίκια, ρ) Άμμος.









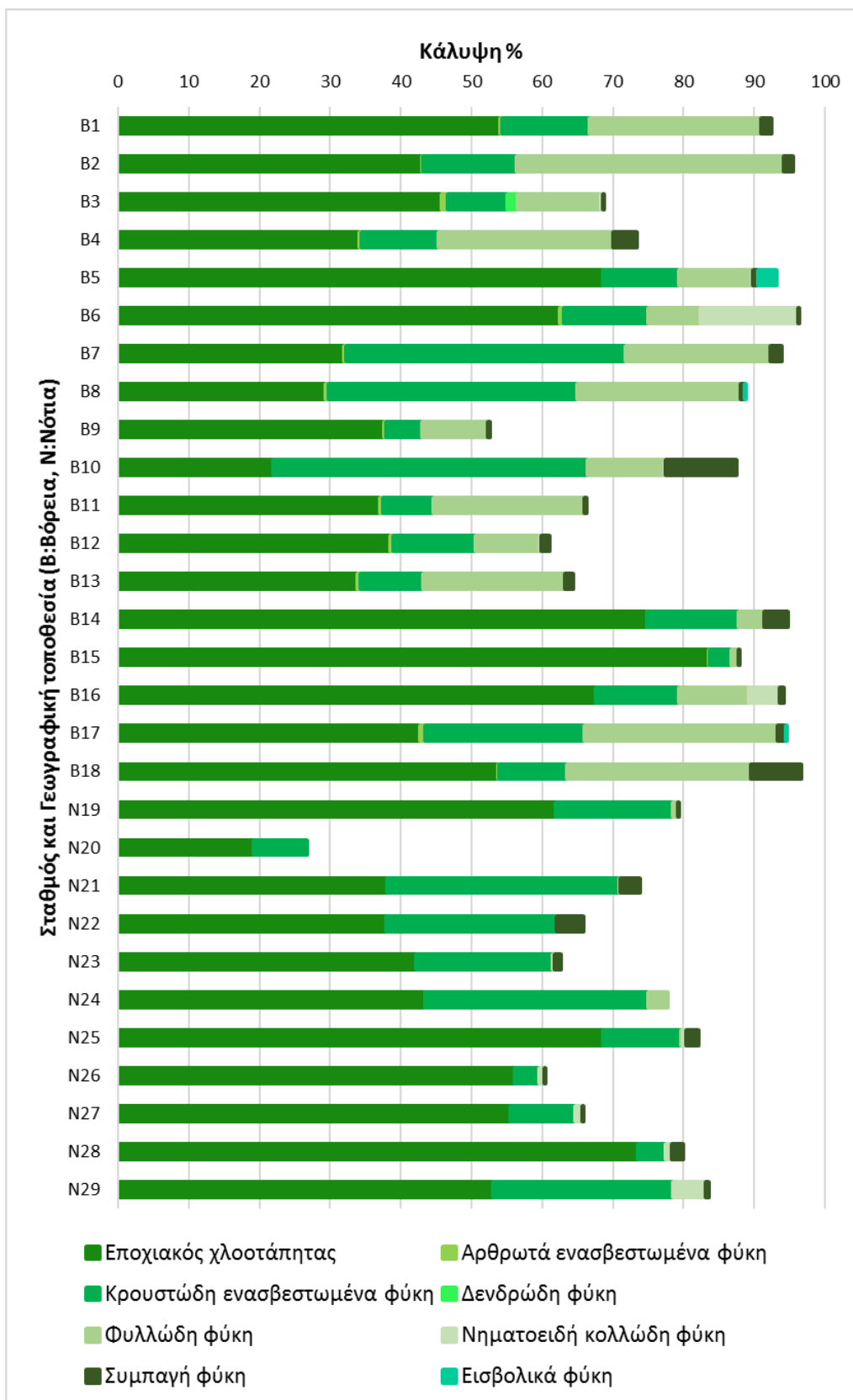
Από την επεξεργασία των φωτογραφικών δειγμάτων με το λογισμικό photoQuad προέκυψαν τα ποσοστά κάλυψης που παρατίθενται στους παρακάτω πίνακες.

Στον Πίνακα 4 παρατίθενται τα ποσοστά % για τις ομάδες της κατηγορίας των μακροφυκών. Όπως βλέπουμε η ομάδα “Εποχιακός χλοοτάπητας” έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης (19.12-83.56%) και καταγράφηκε σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Η ομάδα “Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη” έχει πολύ μικρά ποσοστά κάλυψης (μέγιστο: 0.89%), δεν καταγράφηκε σε όλους τους σταθμούς και η πλειοψηφία από τους σταθμούς που καταγράφηκε είναι στο Βόρειο Αιγαίο. Η ομάδα “Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη”, είναι η δεύτερη από τις ομάδες μακροφυκών με τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης (2.94-44.50%) και καταγράφηκε σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Η ομάδα “Δενδρώδη φύκη” καταγράφηκε μόνο σε ένα σταθμό με ποσοστό 1.39%. Η ομάδα “Φυλλώδη φύκη” καταγράφηκε σχεδόν σε όλους τους σταθμούς και το μέγιστο ποσοστό είναι 27.28%. Το μέγιστο ποσοστό για την ομάδα “Νηματοειδή κολλώδη φύκη” είναι 13.83%, για τη “Συμπαγή φύκη” είναι 9.89%, ενώ για τη “Εισβολικά φύκη” είναι 2.61%.

Πίνακας 4: Ποσοστά κάλυψης % μακροφυκών ανά σταθμό, σε βάθος 15 m.

Μακροφύκη - 15 m								
Αριθμός σταθμού	Εποχιακός χλοοτάπητας	Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη	Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη	Δενδρώδη φύκη	Φυλλώδη φύκη	Νηματοειδή κολλώδη φύκη	Συμπαγή φύκη	Εισβολικά φύκη
1	54.11	0.28	12.33	0.00	24.28	0.00	1.39	0.00
2	43.06	0.06	13.28	0.00	37.83	0.00	1.33	0.00
3	45.83	0.89	8.39	1.39	11.89	0.22	0.06	0.00
4	34.11	0.39	10.83	0.00	24.67	0.00	3.44	0.00
5	68.61	0.00	10.78	0.00	10.33	0.17	0.67	2.61
6	62.44	0.67	11.83	0.00	7.50	13.83	0.06	0.00
7	31.94	0.33	39.50	0.00	20.50	0.06	1.56	0.00
8	29.39	0.33	35.28	0.00	23.11	0.06	0.44	0.06
9	37.67	0.33	5.06	0.00	9.33	0.00	0.22	0.00
10	21.89	0.00	44.50	0.00	11.00	0.17	9.89	0.00
11	37.11	0.44	7.00	0.00	21.50	0.00	0.28	0.00
12	38.53	0.35	11.65	0.00	9.18	0.24	1.12	0.00
13	33.82	0.53	8.88	0.00	20.00	0.00	1.24	0.00
14	74.83	0.06	12.89	0.00	3.61	0.00	3.44	0.00
15	83.56	0.22	2.94	0.00	1.06	0.00	0.11	0.00

16	67.61	0.00	11.72	0.00	10.00	4.33	0.56	0.00
17	42.78	0.61	22.67	0.00	27.28	0.00	1.11	0.06
18	53.72	0.17	9.61	0.00	26.06	0.00	7.11	0.00
19	61.94	0.00	16.50	0.00	0.78	0.00	0.17	0.00
20	19.12	0.00	7.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	38.06	0.00	32.94	0.00	0.06	0.06	2.67	0.00
22	37.94	0.00	24.11	0.00	0.00	0.06	3.72	0.00
23	42.11	0.00	19.44	0.00	0.11	0.11	0.83	0.00
24	43.39	0.06	31.56	0.00	2.78	0.00	0.00	0.00
25	68.61	0.00	11.11	0.00	0.22	0.44	1.78	0.00
26	56.17	0.00	3.50	0.00	0.00	0.67	0.06	0.00
27	55.56	0.00	9.11	0.00	0.00	1.11	0.11	0.00
28	73.50	0.00	4.00	0.00	0.00	0.83	1.61	0.00
29	53.11	0.00	25.44	0.00	0.11	4.44	0.50	0.00



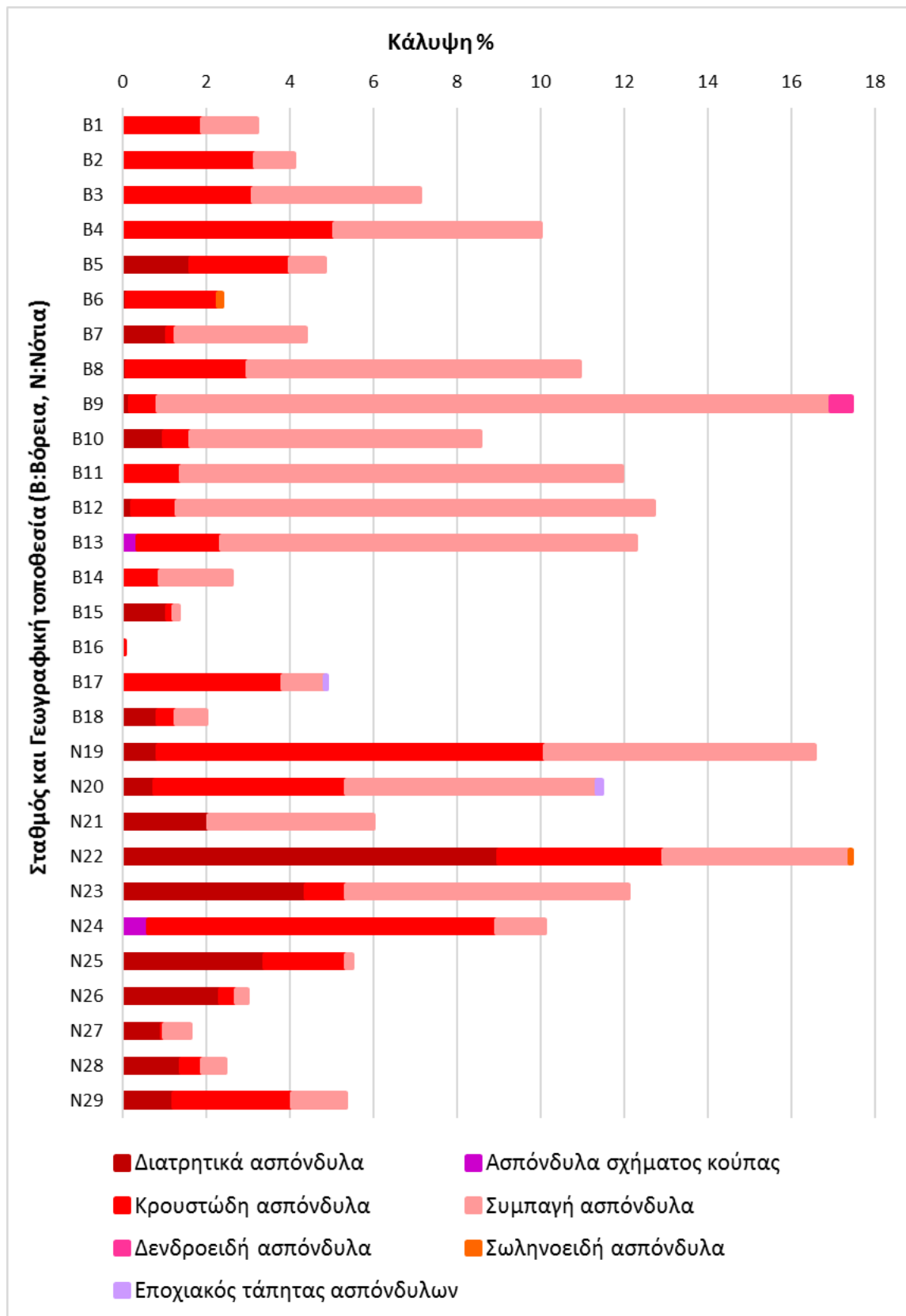
Εικόνα 3: Ποσοστό κάλυψης % μακροφυκών ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 15 m. Το αρχικό B και N πριν από τον αριθμό κάθε σταθμού υποδεικνύει τη τοποθεσία του, δηλαδή B=Βόρειο Αιγαίο και N=Νότιο Αιγαίο αντίστοιχα.

Όπως παρατηρούμε στην Εικόνα 3, η ομάδα “Φυλλώδη φύκη” μειώνεται εξαιρετικά στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 5) παρατίθενται τα ποσοστά % για την κατηγορία ασπόνδυλων. Το μέγιστο ποσοστό για την κατηγορία “Διατρητικά ασπόνδυλα ” είναι 9,00%, για τα “Ασπόνδυλα σχήματος κούπας” είναι 0.61% με καταγραφή μόνο σε δύο σταθμούς, για τα “Κρουστώδη ασπόνδυλα” είναι 9.28% με εμφάνιση σχεδόν σε όλους τους σταθμούς. Η ομάδα “Συμπαγή ασπόνδυλα” εμφανίζεται σχεδόν σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας και έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης (μέγιστο:16.11%). Στις ομάδες “Δενδροειδή ασπόνδυλα”, “Σωληνοειδή ασπόνδυλα”, “Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων” τα ποσοστά κάλυψης είναι πολύ μικρά με καταγραφή σε 1 ή 2 σταθμούς μόνο.

Πίνακας 5: Ποσοστά κάλυψης % ασπονδύλων ανά σταθμό, σε βάθος 15 m.

Ασπόνδυλα - 15 m							
Αριθμός σταθμού	Διατρητικά ασπόνδυλα	Ασπόνδυλα σχήματος κούπας	Κρουστώδη ασπόνδυλα	Συμπαγή ασπόνδυλα	Δενδροειδή ασπόνδυλα	Σωληνοειδή ασπόνδυλα	Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων
1	0.00	0.00	1.89	1.33	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	3.17	0.94	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	3.11	4.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	5.06	4.94	0.00	0.00	0.00
5	1.61	0.00	2.39	0.83	0.00	0.00	0.00
6	0.11	0.00	2.17	0.00	0.00	0.11	0.00
7	1.06	0.00	0.22	3.11	0.00	0.00	0.00
8	0.11	0.00	2.89	7.94	0.00	0.00	0.00
9	0.17	0.00	0.67	16.11	0.50	0.00	0.00
10	1.00	0.00	0.61	6.94	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	1.39	10.56	0.00	0.00	0.00
12	0.24	0.00	1.06	11.41	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.35	2.00	9.94	0.00	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.89	1.72	0.00	0.00	0.00
15	1.06	0.00	0.17	0.11	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	3.83	1.00	0.00	0.00	0.06
18	0.83	0.00	0.44	0.72	0.00	0.00	0.00
19	0.83	0.00	9.28	6.44	0.00	0.00	0.00
20	0.76	0.00	4.59	6.00	0.00	0.00	0.12
21	2.06	0.00	0.00	3.94	0.00	0.00	0.00
22	9.00	0.00	3.94	4.44	0.00	0.06	0.00
23	4.39	0.00	0.94	6.78	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.61	8.33	1.17	0.00	0.00	0.00
25	3.39	0.00	1.94	0.17	0.00	0.00	0.00
26	2.33	0.00	0.39	0.28	0.00	0.00	0.00
27	0.94	0.00	0.06	0.61	0.00	0.00	0.00
28	1.39	0.00	0.50	0.56	0.00	0.00	0.00
29	1.22	0.00	2.83	1.28	0.00	0.00	0.00



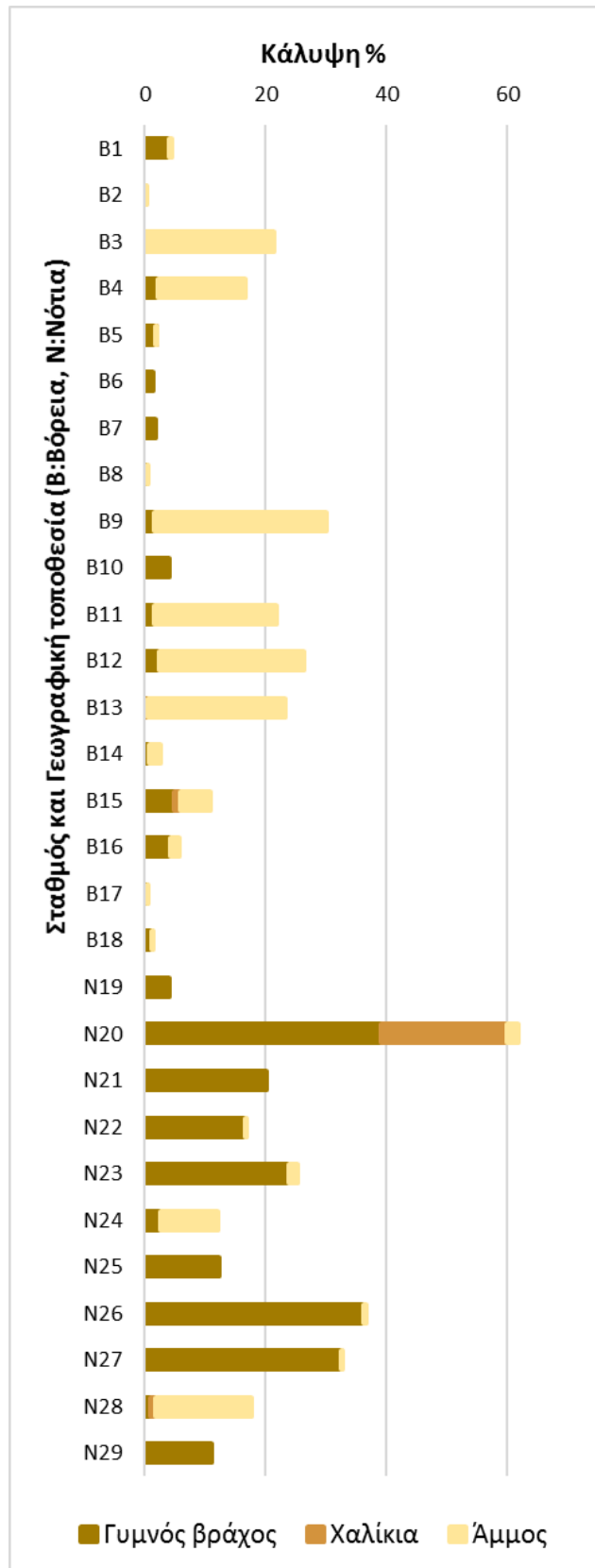
Εικόνα 4: Γράφημα ποσοστών κάλυψης % ασπονδύλων ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 15 m. Το αρχικό B και N πριν από τον αριθμό κάθε σταθμού υποδεικνύει την τοποθεσία του, δηλαδή B=Βόρειο Αιγαίο και N=Νότιο Αιγαίο αντίστοιχα.

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω γράφημα (**Εικόνα 4**) η ομάδα “ Διατρητικά ασπόνδυλα ” αυξάνεται στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 6) παρατίθενται τα ποσοστά % για τις ομάδες υποστρωμάτων. Η ομάδα “Γυμνός βράχος” καταγράφηκε σε όλους τους σταθμούς, με τα μεγαλύτερα ποσοστά από τις άλλες ομάδες (μέγιστο: 39.12%). Η ομάδα “Χαλίκια” ήταν αυτή που καταγράφηκε σε λιγότερους σταθμούς και είχε μικρά ποσοστά κάλυψης με εξαίρεση ένα σταθμό που το ποσοστό που καταγράφηκε είναι 20.29%. Τέλος, η ομάδα “Άμμος” καταγράφηκε σε αρκετούς σταθμούς με μέγιστο 28.39%.

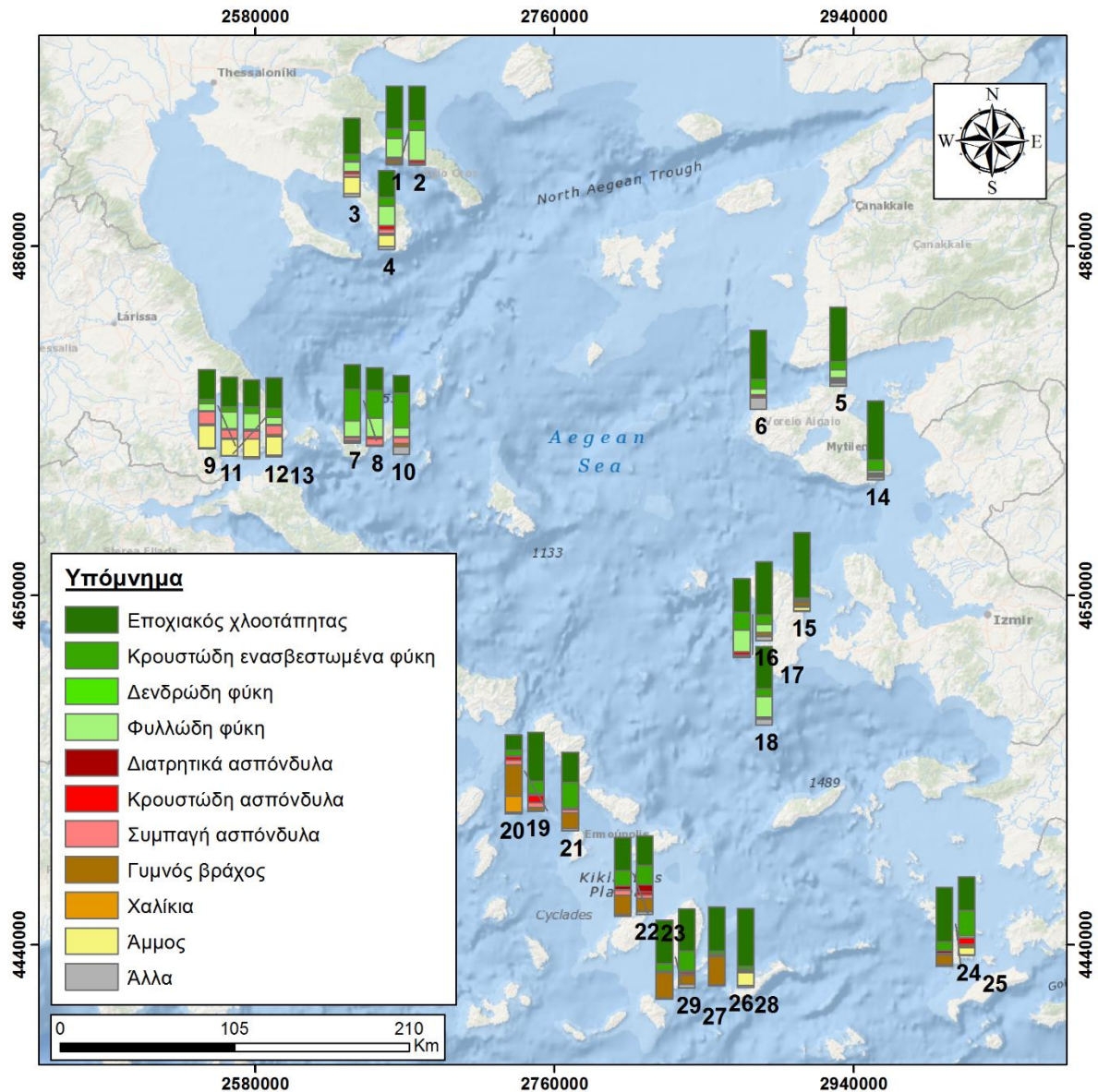
Πίνακας 6: Ποσοστά κάλυψης % υποστρωμάτων ανά σταθμό, σε βάθος 15 m.

Υποστρώματα – 15 m			
Αριθμός σταθμού	Γυμνός βράχος	Χαλίκια	Άμμος
1	4.11	0.00	0.28
2	0.06	0.00	0.28
3	0.17	0.00	21.17
4	2.17	0.00	14.39
5	1.67	0.11	0.22
6	1.28	0.00	0.00
7	1.72	0.00	0.00
8	0.33	0.00	0.06
9	1.56	0.00	28.39
10	4.00	0.00	0.00
11	1.56	0.00	20.17
12	2.29	0.06	23.88
13	0.35	0.12	22.76
14	0.78	0.00	1.78
15	4.83	1.06	4.89
16	4.28	0.00	1.44
17	0.33	0.00	0.28
18	1.17	0.00	0.17
19	4.06	0.00	0.00
20	39.12	20.94	1.71
21	20.22	0.00	0.00
22	16.67	0.00	0.06
23	23.78	0.00	1.50
24	2.50	0.00	9.61
25	12.33	0.00	0.00
26	36.28	0.00	0.33
27	32.44	0.00	0.06
28	1.00	0.72	15.89
29	11.06	0.00	0.00



Εικόνα 5: Γράφημα ποσοστών κάλυψης % υποστρωμάτων ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 15 m. Το αρχικό B και N πριν από τον αριθμό κάθε σταθμού υποδεικνύει την τοποθεσία του, δηλαδή B=Βόρειο Αιγαίο και N=Νότιο Αιγαίο αντίστοιχα.

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω γράφημα (Εικόνα 5) η ομάδα “ Γυμνός βράχος ” αυξάνεται στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου.



Εικόνα 6: Χάρτης απεικόνισης της κάλυψης % των κυριότερων ομάδων, ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 15 m. Για λόγους ευκρίνειας, στο συγκεκριμένο χάρτη, οι ομάδες με μικρά ποσοστά ή/και όχι μεγάλη οικολογική σημασία συμπύχθηκαν σε μια κατηγορία (Άλλες).

Πίνακας 7: Κάλυψη %, για κάθε ομάδα στο σύνολο των σταθμών, σε βάθος 15 m.

Ομάδα	Ποσοστό %
Εποχιακός χλοοτάπητας	48.69
Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη	0.20
Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη	16.03
Δενδρώδη φύκη	0.05
Φυλλώδη φύκη	10.46
Νηματοειδή κολλώδη φύκη	0.92
Συμπαγή φύκη	1.57
Εισβολικά φύκη	0.09
Διατρητικά ασπόνδυλα	1.12

Ασπόνδυλα σχήματος κούπας	0.03
Κρουστώδη ασπόνδυλα	2.24
Συμπαγή ασπόνδυλα	3.91
Δενδροειδή ασπόνδυλα	0.02
Σωληνοειδή ασπόνδυλα	0.01
Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων	0.01
Γυμνός βράχος	8.01
Χαλίκια	0.79
Άμμος	5.84

Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 7) παρουσιάζεται η κάλυψη %, για την κάθε ομάδα βενθικών οργανισμών και υποστρωμάτων στο σύνολο των σταθμών. Όπως παρατηρούμε, το μεγαλύτερο ποσοστό (48.69%), με μεγάλη διαφορά, ανήκει στην ομάδα “Εποχιακός χλοοτάπητας”. Σημαντικά ποσοστά καταλαμβάνουν οι ομάδες “Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη” και “Φυλλώδη φύκη” με ποσοστά 16.03 και 10.46% αντίστοιχα.

Ανάλυση καταγραφών στα 5 m

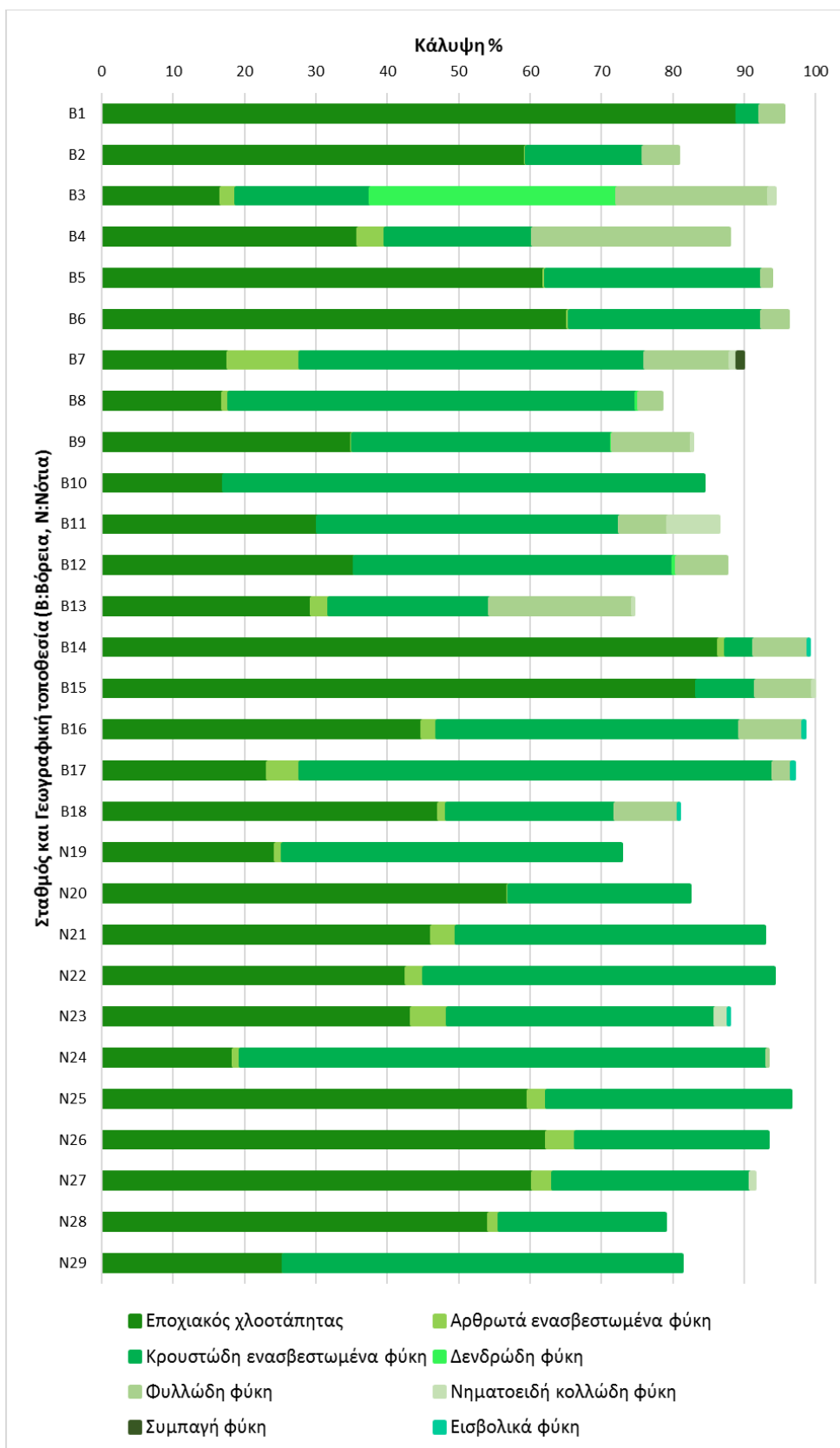
Από τα αποτελέσματα της ανάλυσης των φωτογραφικών δειγμάτων προηγούμενης μελέτης (Νοέ, 2018), με το λογισμικό photoQuad, προέκυψαν τα ποσοστά κάλυψης που παρατίθενται παρακάτω.

Στον Πίνακα 8 παρατίθενται τα ποσοστά % για τις ομάδες μακροφυκών. Όπως βλέπουμε η ομάδα “Εποχιακός χλοοτάπητας” έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης (16.72-89.00%) και καταγράφηκε σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Η ομάδα “Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη” έχει μικρά ποσοστά κάλυψης (μέγιστο: 10.00%). Η ομάδα “Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη”, είναι η δεύτερη από τις ομάδες μακροφυκών με τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης (3.22-73.72%) και καταγράφηκε σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας. Η ομάδα “Δενδρώδη φύκη” καταγράφηκε σε τέσσερις σταθμούς με ποσοστά μικρότερα του 0.5 εκτός ενός σταθμού (3) με το μέγιστο ποσοστό 34.56%. Η ομάδα “Φυλλώδη φύκη” καταγράφηκε σχεδόν σε όλους τους σταθμούς και το μέγιστο ποσοστό είναι 27.56%. Το μέγιστο ποσοστό για την ομάδα “Νηματοειδή κολλώδη φύκη ” είναι 7.06%, για τα “Συμπαγή φύκη” είναι 0.76% (και η μοναδική καταγραφή στους σταθμούς). Οι καταγραφές για τα “Εισβολικά φύκη” είναι λίγες με πολύ μικρά ποσοστά (μικρότερα από 0.4%).

Πίνακας 8: Ποσοστά κάλυψης % μακροφυκών ανά σταθμό, σε βάθος 5 m.

Μακροφύκη – 5 m								
Αριθμός σταθμού	Εποχιακός χλοοτάπητας	Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη	Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη	Δενδρώδη φύκη	Φυλλώδη φύκη	Νηματοειδή κολλώδη φύκη	Συμπαγή φύκη	Εισβολικά φύκη
1	89.00	0.00	3.22	0.00	3.28	0.00	0.00	0.00
2	59.33	0.22	16.28	0.00	5.00	0.00	0.00	0.00
3	16.72	2.06	18.83	34.56	21.33	0.78	0.00	0.00
4	35.89	3.78	20.67	0.00	27.56	0.00	0.00	0.00
5	62.00	0.22	30.22	0.00	1.39	0.00	0.00	0.00
6	65.28	0.28	26.89	0.00	3.67	0.00	0.00	0.00
7	17.76	10.00	48.35	0.00	11.88	1.06	0.76	0.00
8	17.00	0.83	57.06	0.33	3.22	0.00	0.00	0.00
9	35.00	0.19	36.25	0.13	11.00	0.19	0.00	0.00
10	17.11	0.00	67.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	30.28	0.00	42.28	0.00	6.78	7.06	0.00	0.00
12	35.39	0.06	44.61	0.44	7.06	0.00	0.00	0.00
13	29.39	2.50	22.50	0.00	19.94	0.11	0.00	0.00

14	86.44	1.00	3.89	0.00	7.61	0.00	0.00	0.11
15	83.33	0.00	8.28	0.00	7.94	0.22	0.00	0.00
16	44.89	2.06	42.44	0.00	8.83	0.06	0.00	0.17
17	23.28	4.50	66.33	0.00	2.50	0.00	0.00	0.33
18	47.22	1.11	23.56	0.00	8.94	0.00	0.00	0.11
19	24.39	0.89	47.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	56.94	0.17	25.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
21	46.22	3.50	43.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
22	42.61	2.56	49.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
23	43.44	5.06	37.39	0.00	0.06	1.83	0.00	0.06
24	18.39	1.06	73.72	0.00	0.17	0.00	0.00	0.00
25	59.72	2.56	34.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
26	62.33	4.00	26.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
27	60.33	2.89	27.61	0.00	0.00	0.61	0.00	0.00
28	54.22	1.44	23.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
29	25.44	0.06	55.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00



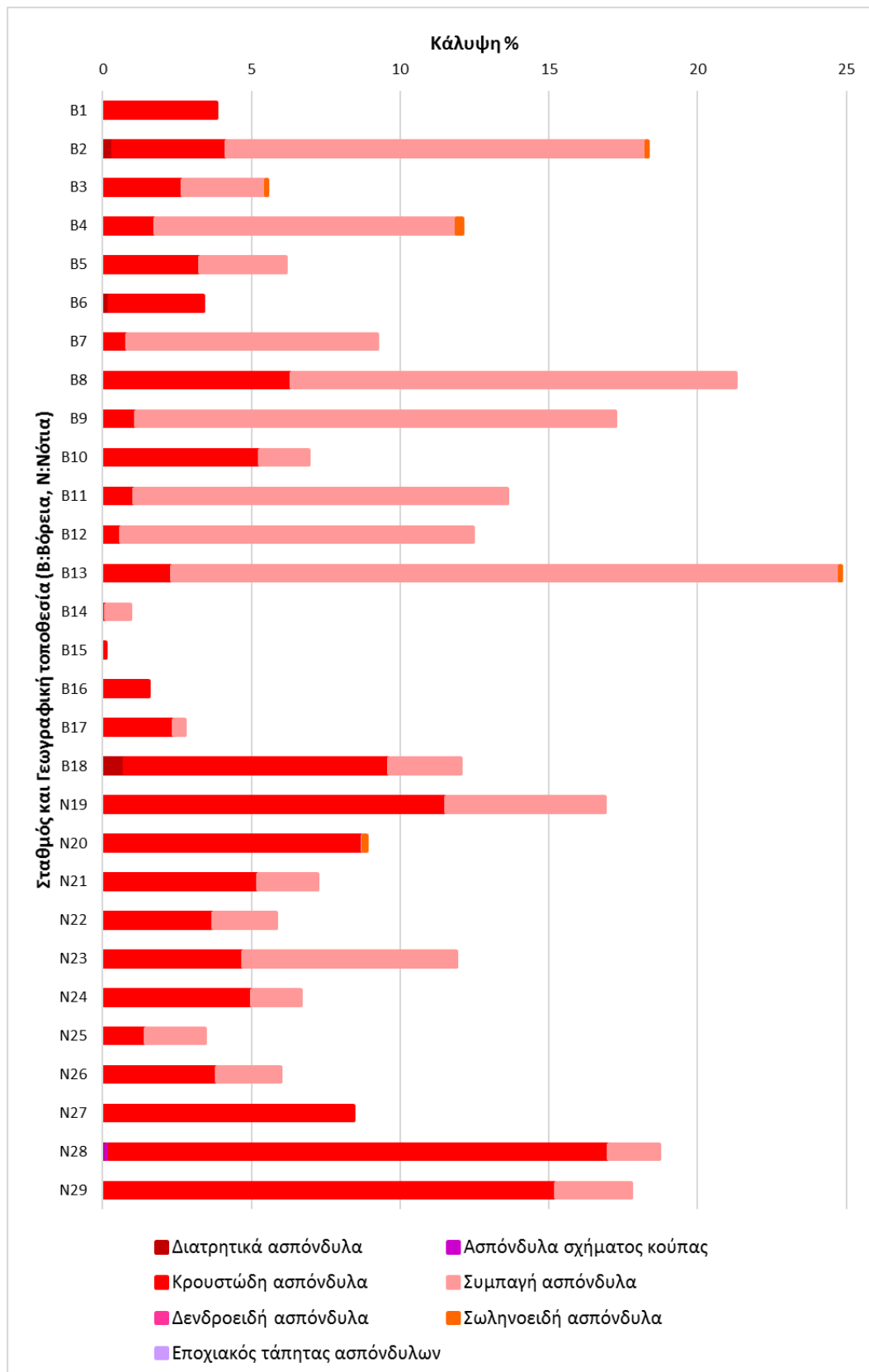
Εικόνα 7: Γράφημα ποσοστών κάλυψης % μακροφυκών ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 5 m. Το αρχικό B και N πριν από τον αριθμό κάθε σταθμού υποδεικνύει την τοποθεσία του, δηλαδή B=Βόρειο Αιγαίο και N=Νότιο Αιγαίο αντίστοιχα.

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω γράφημα (Εικόνα 7) η ομάδα “Φυλλώδη φύκη” μειώνεται αρκετά στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου.

Στον Πίνακα 9 παρατίθενται τα ποσοστά % για τις ομάδες ασπόνδυλων. Το μέγιστο ποσοστό για την κατηγορία “ Διατρητικά ασπόνδυλα ” είναι 0.72%, για τα “ Ασπόνδυλα σχήματος κούπας ” είναι 0,11% με καταγραφή μόνο σε δύο σταθμούς, για τα “ Κρουστώδη ασπόνδυλα” είναι 16.78% με εμφάνιση σε όλους τους σταθμούς. Η ομάδα “ Συμπαγή ασπόνδυλα” εμφανίζεται σχεδόν σε όλους τους σταθμούς δειγματοληψίας και έχει τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης (μέγιστο:22.44%). Στις ομάδες “Δενδροειδή ασπόνδυλα” και “Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων” οι καταγραφές είναι μηδενικές σε όλους τους σταθμούς, ενώ στα “Σωληνοειδή ασπόνδυλα” οι καταγραφές είναι λίγες με μικρά ποσοστά κάλυψης.

Πίνακας 9: Ποσοστά κάλυψης % ασπονδύλων ανά σταθμό, σε βάθος 5 m.

Ασπόνδυλα – 5 m							
Αριθμός σταθμού	Διατρητικά ασπόνδυλα	Ασπόνδυλα σχήματος κούπας	Κρουστώδη ασπόνδυλα	Συμπαγή ασπόνδυλα	Δενδροειδή ασπόνδυλα	Σωληνοειδή ασπόνδυλα	Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων
1	0.00	0.06	3.78	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.33	0.00	3.83	14.11	0.00	0.06	0.00
3	0.00	0.00	2.67	2.83	0.00	0.06	0.00
4	0.00	0.00	1.78	10.11	0.00	0.22	0.00
5	0.00	0.00	3.28	2.89	0.00	0.00	0.00
6	0.22	0.00	3.17	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.82	8.41	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	6.33	14.94	0.00	0.00	0.00
9	0.06	0.00	1.06	16.13	0.00	0.00	0.00
10	0.00	0.00	5.28	1.67	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	1.06	12.56	0.00	0.00	0.00
12	0.06	0.00	0.56	11.83	0.00	0.00	0.00
13	0.00	0.00	2.33	22.44	0.00	0.06	0.00
14	0.00	0.00	0.11	0.83	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00
16	0.00	0.00	1.56	0.00	0.00	0.00	0.00
17	0.00	0.00	2.39	0.39	0.00	0.00	0.00
18	0.72	0.00	8.89	2.44	0.00	0.00	0.00
19	0.00	0.00	11.56	5.33	0.00	0.00	0.00
20	0.06	0.00	8.67	0.06	0.00	0.11	0.00
21	0.00	0.00	5.22	2.00	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	3.72	2.11	0.00	0.00	0.00
23	0.00	0.00	4.72	7.17	0.00	0.00	0.00
24	0.00	0.00	5.00	1.67	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	1.44	2.00	0.00	0.00	0.00
26	0.06	0.00	3.78	2.17	0.00	0.00	0.00
27	0.00	0.00	8.44	0.00	0.00	0.00	0.00
28	0.11	0.11	16.78	1.72	0.00	0.00	0.00
29	0.00	0.00	15.22	2.56	0.00	0.00	0.00



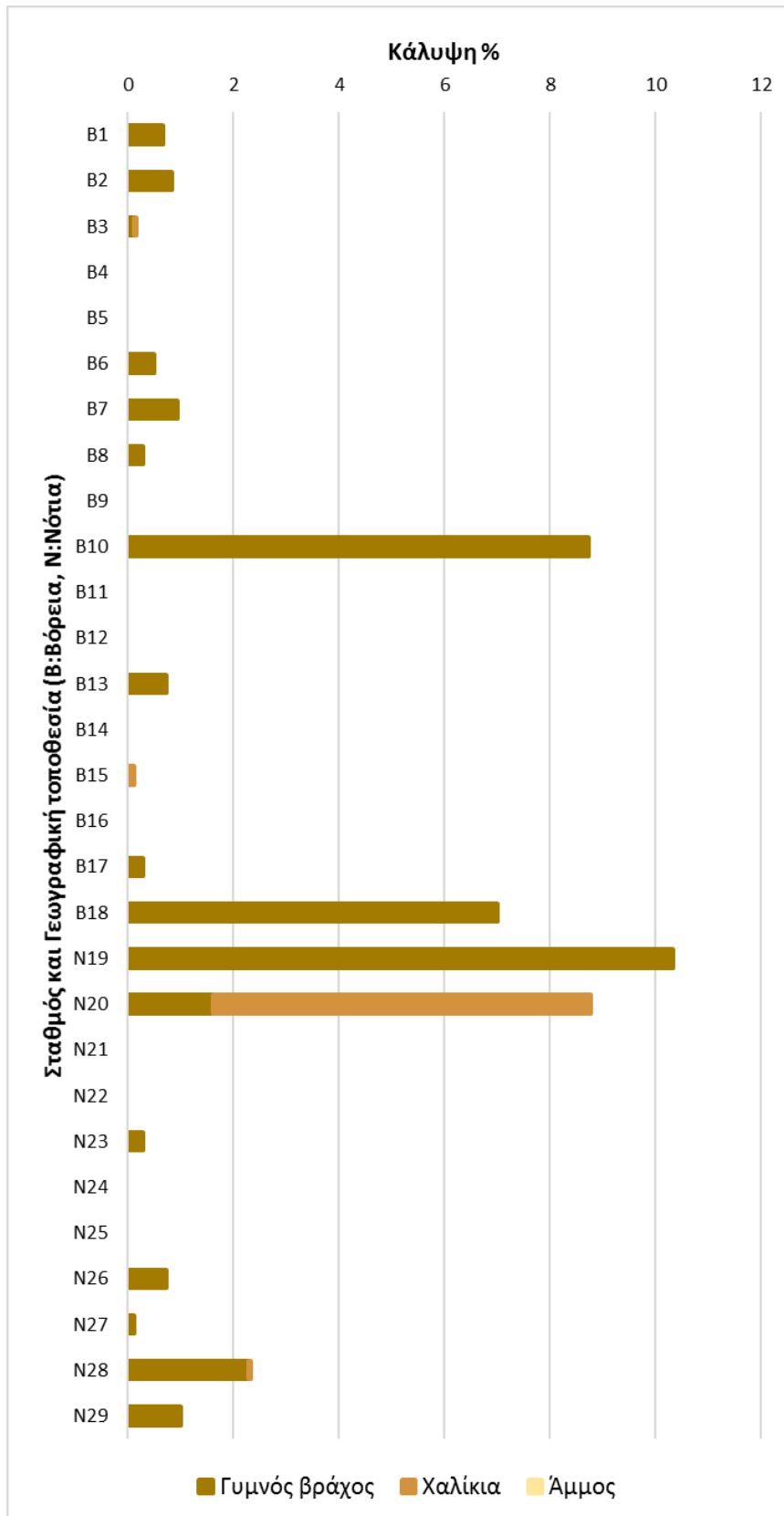
Εικόνα 8: Γράφημα ποσοτών κάλυψης % ασπονδύλων ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 5 m. Το αρχικό B και N πριν από τον αριθμό κάθε σταθμού υποδεικνύει την τοποθεσία του, δηλαδή B=Βόρειο Αιγαίο και N=Νότιο Αιγαίο αντίστοιχα.

Όπως παρατηρούμε στο παραπάνω γράφημα (Εικόνα 8) η ομάδα “Κρουστώδη ασπόνδυλα” αυξάνεται ελαφρώς στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου.

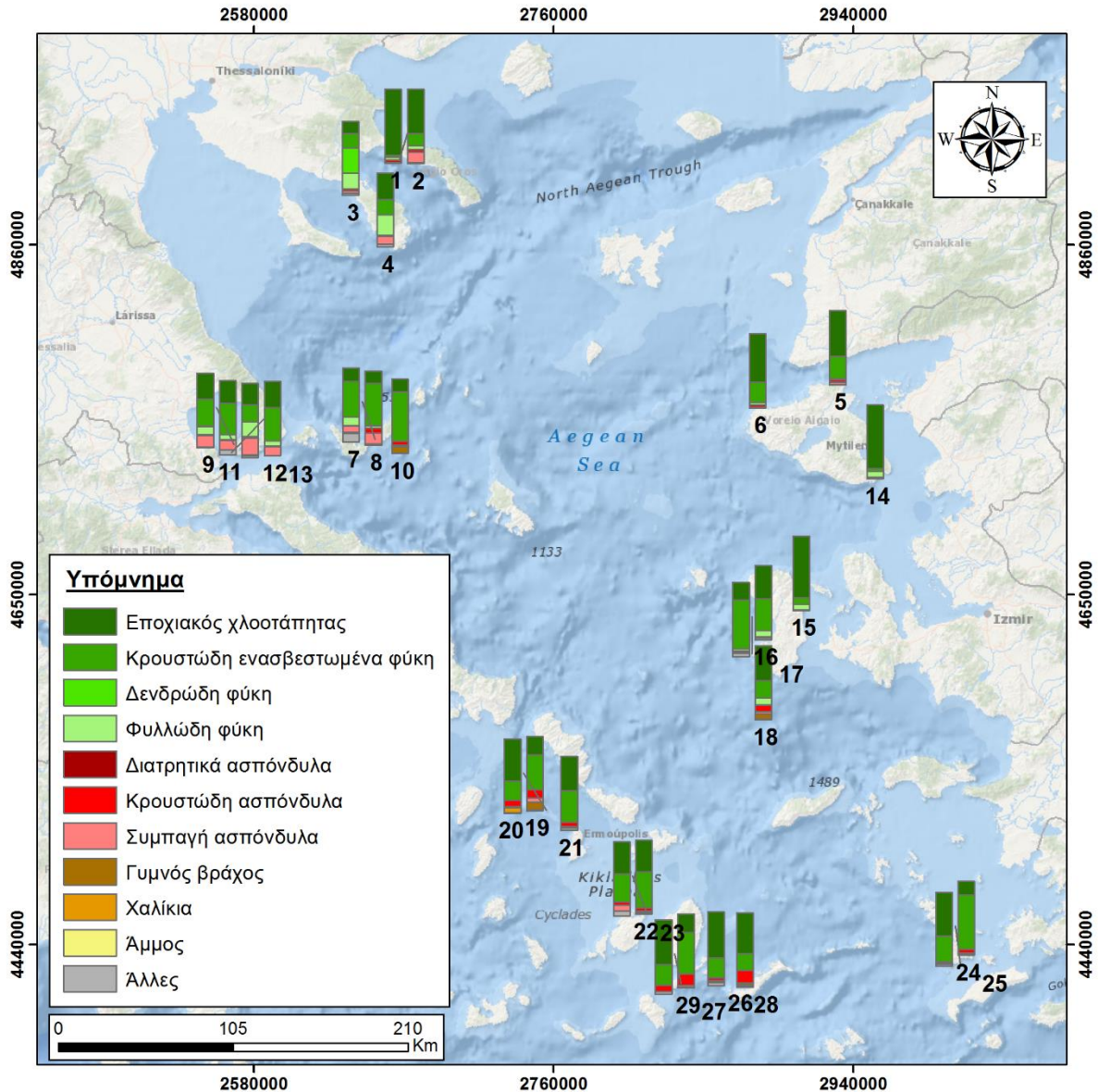
Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 10) παρατίθενται τα ποσοστά % για τις ομάδες υποστρωμάτων. Η ομάδα “Γυμνός βράχος” καταγράφηκε σε αρκετούς σταθμούς, με τα μεγαλύτερα ποσοστά από τις άλλες ομάδες υποστρωμάτων (μέγιστο: 10.33%). Η ομάδα “Χαλίκια” είχε λίγες καταγραφές με μικρά ποσοστά κάλυψης (μέγιστο: 7.17%). Τέλος, η ομάδα “Άμμος” δεν καταγράφηκε σε κανένα σταθμό.

Πίνακας 10: Ποσοστά κάλυψης % υποστρωμάτων σε βάθος 5 m.

Υποστρώματα – 5 m			
Αριθμός σταθμού	Γυμνός βράχος	Χαλίκια	Άμμος
1	0.67	0.00	0.00
2	0.83	0.00	0.00
3	0.11	0.06	0.00
4	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00
6	0.50	0.00	0.00
7	0.94	0.00	0.00
8	0.28	0.00	0.00
9	0.00	0.00	0.00
10	8.72	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00
12	0.00	0.00	0.00
13	0.72	0.00	0.00
14	0.00	0.00	0.00
15	0.00	0.11	0.00
16	0.00	0.00	0.00
17	0.28	0.00	0.00
18	7.00	0.00	0.00
19	10.33	0.00	0.00
20	1.61	7.17	0.00
21	0.00	0.00	0.00
22	0.00	0.00	0.00
23	0.28	0.00	0.00
24	0.00	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00
26	0.72	0.00	0.00
27	0.11	0.00	0.00
28	2.28	0.06	0.00
29	1.00	0.00	0.00



Εικόνα 9: Γράφημα ποσοστών κάλυψης % υποστρωμάτων ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 5 m. Το αρχικό B και N πριν από τον αριθμό κάθε σταθμού υποδεικνύει την τοποθεσία του, δηλαδή B=Βόρειο Αιγαίο και N=Νότιο Αιγαίο αντίστοιχα.



Εικόνα 10: Χάρτης απεικόνισης της κάλυψης % των κυριότερων ομάδων, ανά σταθμό δειγματοληψίας, σε βάθος 5 m. Για λόγους ευκρίνειας, στο συγκεκριμένο χάρτη, οι ομάδες με μικρά ποσοστά ή/και όχι μεγάλη οικολογική σημασία συμπύχθηκαν σε μια κατηγορία (Άλλες).

Πίνακας 11: Κάλυψη %, για κάθε ομάδα στο σύνολο των σταθμών, σε βάθος 5m.

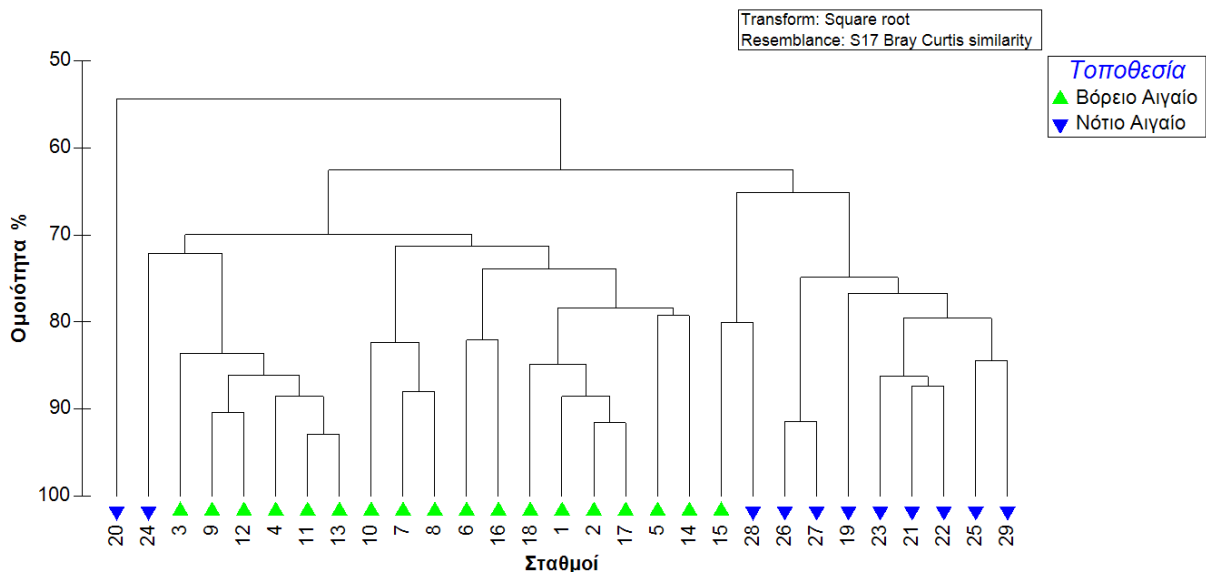
Ομάδα	Ποσοστό %
Εποχιακός χλοοτάπητας	44.46
Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη	1.83
Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη	35.26
Δενδρώδη φύκη	1.22
Φυλλώδη φύκη	5.45
Νηματοειδή κολλώδη φύκη	0.41
Συμπαγή φύκη	0.03
Εισβολικά φύκη	0.03
Διατρητικά ασπόνδυλα	0.06
Ασπόνδυλα σχήματος κούπας	0.01

Κρουστώδη ασπόνδυλα	4.61
Συμπαγή ασπόνδυλα	5.12
Δενδροειδή ασπόνδυλα	0.00
Σωληνοειδή ασπόνδυλα	0.02
Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων	0.00
Γυμνός βράχος	1.25
Χαλίκια	0.25
Άμμος	0.00

Στον παραπάνω πίνακα (Πίνακας 11) παρουσιάζεται η κάλυψη %, για την κάθε ομάδα βενθικών οργανισμών και υποστρωμάτων στο σύνολο των σταθμών. Όπως παρατηρούμε, το μεγαλύτερο ποσοστό (44.46%), ανήκει στην ομάδα Εποχιακός χλοοτάπητας. Σημαντικό ποσοστό καταλαμβάνει η ομάδα Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη με ποσοστό 35.26%.

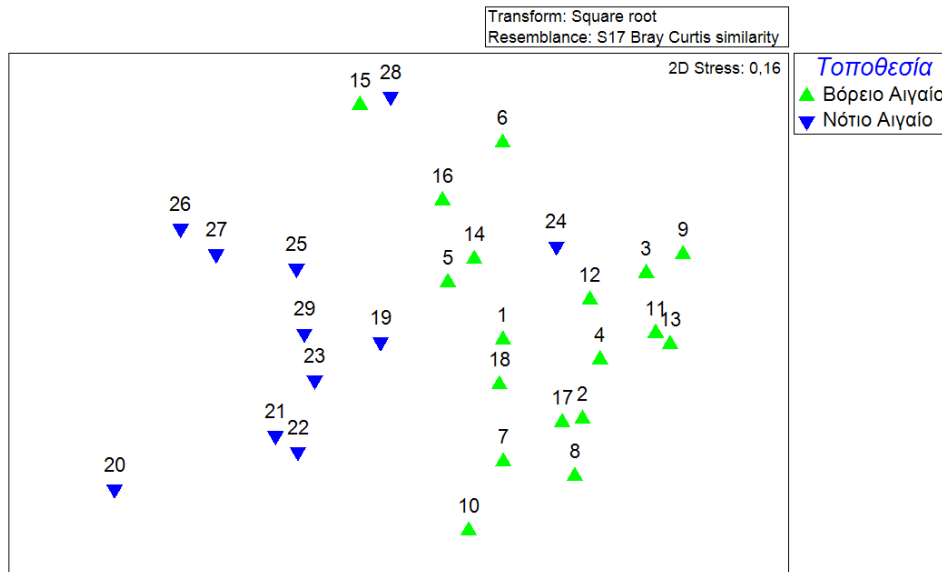
Στατιστική ανάλυση καταγραφών στα 15 m

Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα (Εικόνα 11) ιεραρχικής ομαδοποίησης (Cluster analysis), στο οποίο αρχικά παρατηρούμε διαφοροποίηση του σταθμού 19 (Νότιο Αιγαίο) σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους σταθμούς. Έπειτα, γίνεται δεύτερος διαχωρισμός σε δύο ομάδες, κυρίως βάση της τοποθεσίας (Βόρειο-Νότιο Αιγαίο) με εξαίρεση και στις δύο ομάδες ένα σταθμό. Οι δύο σταθμοί που δεν ανήκουν στην ομάδα με την αντίστοιχη τοποθεσία είναι οι σταθμοί 15 και 24.



Εικόνα 11: Δενδρόγραμμα ιεράρχησης των επιπέδων (αν)ομοιότητας μεταξύ των δειγμάτων, σε βάθος 15 m.

Στο παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 12) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της MDS ανάλυσης. Όπου η ομοιότητα είναι μεγαλύτερη σημαίνει πως περιέχουν κοινές κατηγορίες σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι οι υπόλοιποι σταθμοί. Ο σταθμός 20 παρόλο που διέφερε αρκετά από όλους τους άλλους σταθμούς είχε 54% ομοιότητα με τους υπόλοιπους, ενώ οι υπόλοιποι είχαν 62% ομοιότητα. Η μεγαλύτερη ομοιότητα μεταξύ δύο σταθμών είναι 92% και εμφανίζεται μεταξύ των σταθμών 11 και 13.



Εικόνα 12: Διάγραμμα δισδιάστατης τοποθέτησης των δειγμάτων, βάθους 15 m, ανάλογα με το βαθμό ομοιότητας που παρουσιάζουν μεταξύ τους.

Από την πολυμεταβλητή ανάλυση PERMANOVA μεταξύ των σταθμών, βρέθηκε ότι ο παράγοντας τοποθεσία ήταν στατιστικά σημαντικός ($p \leq 0.001$) (Πίνακας 12). Το αποτέλεσμα αυτό ήταν εμφανές και στις απεικονίσεις των προηγούμενων αναλύσεων, όπου οι περισσότεροι σταθμοί προβάλλονται σε ομοιόμορφες ομάδες.

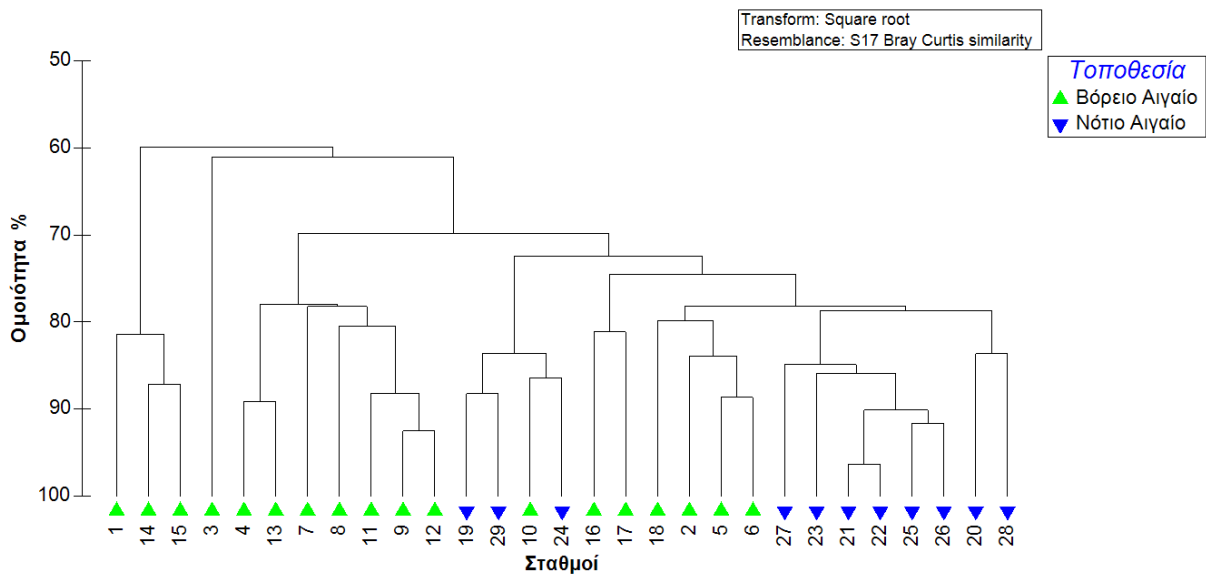
Πίνακας 12: Αποτελέσματα ανάλυσης PERMANOVA, σε βάθος 15 m.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
To	1	4708.8	4708.8	10.917	0.0001	9926	0.0001
Res	27	11646	431.33				
Total	28	16355					

(To: Τοποθεσία, Df: βαθμός ελευθερίας, Pseudo-F: λόγος F)

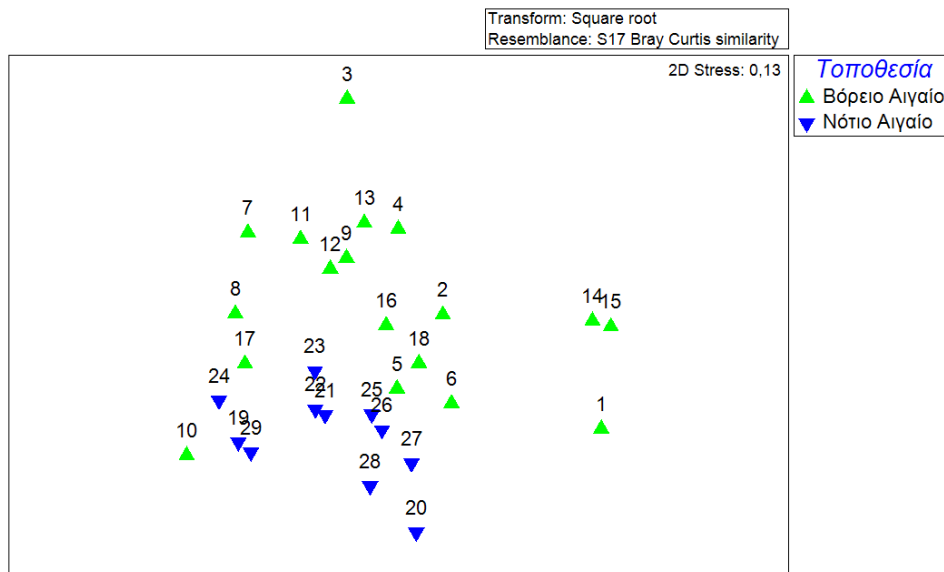
Στατιστική ανάλυση καταγραφών στα 5 m

Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα (Εικόνα 13) ιεραρχικής ομαδοποίησης (Cluster analysis), στο οποίο αρχικά παρατηρούμε διαφοροποίηση των σταθμών 1,14,15 (Βόρειο Αιγαίο) σε σχέση με όλους τους υπόλοιπους σταθμούς. Έπειτα, γίνεται δεύτερος διαχωρισμός, του σταθμού 6, όμοιας τοποθεσίας με τους προηγούμενους, από τους υπόλοιπους σταθμούς.



Εικόνα 13: Δενδρόγραμμα ιεράρχησης των επιπέδων (αν)ομοιότητας μεταξύ των δειγμάτων, σε βάθος 5 m.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της MDS ανάλυσης. Όπου η ομοιότητα είναι μεγαλύτερη σημαίνει πως περιέχουν κοινές κατηγορίες σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ότι οι υπόλοιποι σταθμοί. Οι σταθμοί 1,14,15 παρόλο που διαφέρουν από όλους τους άλλους σταθμούς είχαν 59% ομοιότητα.



Εικόνα 14: Διάγραμμα δισδιάστατης τοποθέτησης των δειγμάτων, βάθους 5 m, ανάλογα με το βαθμό ομοιότητας που παρουσιάζουν μεταξύ τους.

Από την πολυμεταβλητή ανάλυση PERMANOVA μεταξύ των σταθμών, βρέθηκε ότι ο παράγοντας τοποθεσία ήταν στατιστικά σημαντικός ($p \leq 0.001$) (Πίνακας).

Πίνακας 13: Αποτελέσματα ανάλυσης PERMANOVA, σε βάθος 5 m.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
To	1	2590.4	2590.4	6.3635	0.0002	9947	0.0008
Res	27	10991	407.08				

Total	28	13582				
-------	----	-------	--	--	--	--

(To: Τοποθεσία, Df: βαθμός ελευθερίας, Pseudo-F: λόγος F)

Σύγκριση 5-15 m

Αρχικά, με τη χρήση του λογισμικού SPSS έγινε Non parametric Wilcoxon Test ανάμεσα στα δείγματα των 5 και 15 μέτρων για καθεμία από τις κατηγορίες. Στα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης που παρουσιάζονται στον Πίνακα 14, όπου υπήρξαν σημαντικές διαφορές, σημειώθηκαν με μπλε χρώμα τα πεδία εκείνα όπου η κάλυψη ήταν υψηλότερη στα βαθιά και με πράσινο χρώμα τα πεδία όπου η κάλυψη ήταν υψηλότερη στα ρηχά. Οι ομάδες στις οποίες είχαμε στατιστικά σημαντικές διαφορές με υψηλότερη κάλυψη στους σταθμούς των 15 m είναι Φυλλώδη φύκη, Συμπαγή φύκη, Διατρητικά ασπόνδυλα, Γυμνός βράχος και Άμμος. Στατιστικά σημαντικές διαφορές με υψηλότερη κάλυψη στους σταθμούς των 5 m εντοπίστηκαν στις ομάδες Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη, Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη και Κρουστώδη ασπόνδυλα.

Πίνακας 14: Αποτελέσματα Non parametric Wilcoxon Signed Ranks Test. Σημαντικές διαφορές σημειώθηκαν με μπλε χρώμα όπου η κάλυψη ήταν υψηλότερη στα βαθιά και με πράσινο χρώμα τα πεδία όπου η κάλυψη ήταν υψηλότερη στα ρηχά.

Ομάδα	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)	Monte Carlo Sig. (2-tailed)	Monte Carlo 99% Confidence Interval Lower	Monte Carlo 99% Confidence Interval Upper
Εποχιακός χλοοτάπητας	-1.524	0.13	0.14	0.13	0.15
Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη	3.666	0.00	0.00	0.00	0.00
Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη	4.508	0.00	0.00	0.00	0.00
Δενδρώδη φύκη	1.826	0.07	0.12	0.11	0.13
Φυλλώδη φύκη	-2.486	0.01	0.01	0.01	0.01
Νηματοειδή κολλώδη φύκη	-0.896	0.37	0.38	0.37	0.39
Συμπαγή φύκη	-4.542	0.00	0.00	0.00	0.00
Εισβολικά φύκη	1,016	0.31	0.36	0.35	0.37
Διατρητικά ασπόνδυλα	-3.622	0.00	0.00	0.00	0.00
Ασπόνδυλα σχήματος κούπας	-0.730	0.47	0.62	0.61	0.63
Κρουστώδη ασπόνδυλα	0.779	0.01	0.00	0.00	0.01
Συμπαγή ασπόνδυλα	1.201	0.23	0.24	0.23	0.25
Δενδροειδή ασπόνδυλα	-1.000	0.32	1.00	1.00	1.00
Σωληνοειδή ασπόνδυλα	1.192	0.23	0.30	0.28	0.31
Εποχιακός τάπητας ασπόνδυλων	-1.342	0.18	0.50	0.49	0.51

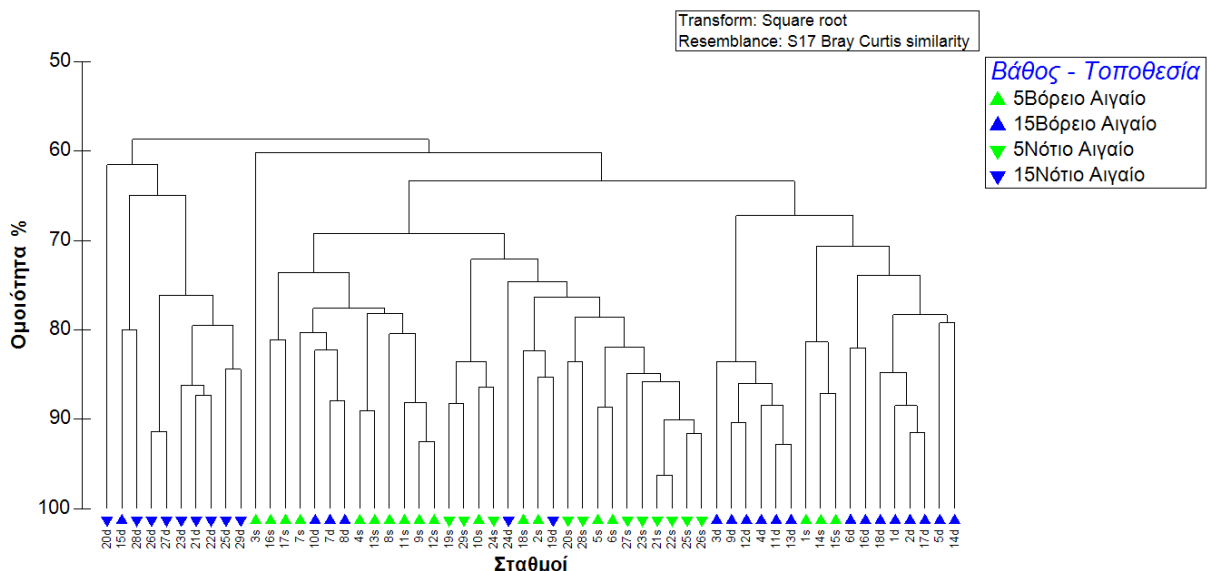
Γυμνός βράχος	-3.038	0.00	0.00	0.00	0.00
Χαλίκια	-2.197	0.03	0.03	0.03	0.04
Άμμος	-4.109	0.00	0.00	0.00	0.00

Πίνακας 15: Ποσοστά κάλυψης των βασικών κατηγοριών για το σύνολο των σταθμών, τους σταθμούς του Βόρειου Αιγαίου, τους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου και για τα δυο βάθη δειγμάτων.

Βάθος	Σταθμοί	Μακροφύκη %	Ασπόνδυλα %	Υποστρώματα %
15 m	Βόρειου Αιγαίου	83.59	6.72	9.69
	Νότιου Αιγαίου	68.92	8.33	22.75
	Όλοι	78.02	7.33	14.65
5 m	Βόρειου Αιγαίου	89.30	9.58	1.12
	Νότιου Αιγαίου	87.70	10.16	2.14
	Όλοι	88.69	9.80	1.51

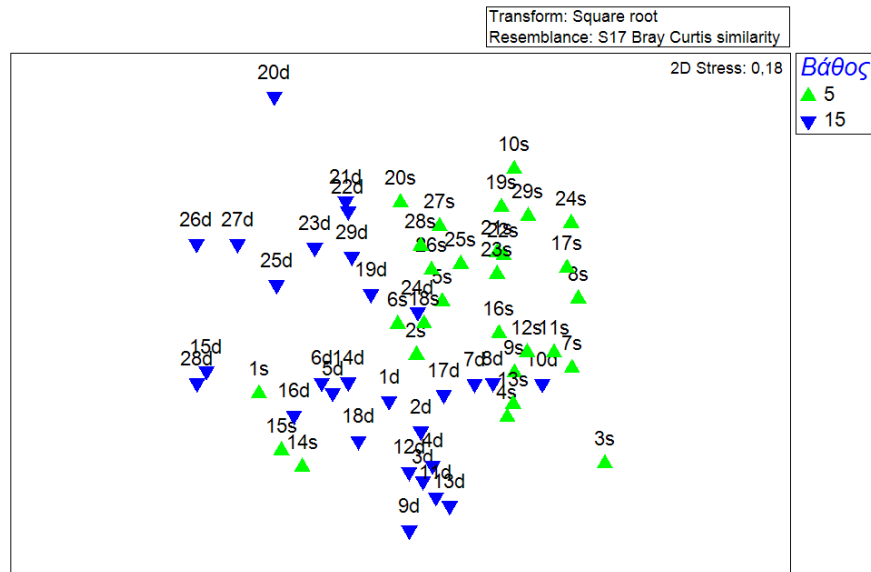
Όπως βλέπουμε στον Πίνακα 15, τα μεγαλύτερα ποσοστά κάλυψης ανήκουν στην κατηγορία των Μακροφυκών, σε όλες τις περιπτώσεις. Στους σταθμούς των 15 m ακολουθεί η κατηγορία Υποστρώματα και τέλος η κατηγορία Ασπόνδυλα. Στους σταθμούς των 5 m ακολουθεί η κατηγορία των Ασπόνδυλων και έπειτα η κατηγορία Υποστρώματα. Στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου σε σχέση με αυτών του Βόρειου Αιγαίου και για τα δύο βάθη, τα ποσοστά των Μακροφυκών μειώνονται ενώ τα ποσοστά των Ασπόνδυλων και των Υποστρωμάτων αυξάνονται (λόγω αύξησης της ομάδας “Γυμνός βράχος”).

Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα (Εικόνα 15) ιεραρχικής ομαδοποίησης (Cluster analysis) μεταξύ όλων των σταθμών βάθους 15 m.



Εικόνα 15: Δενδρόγραμμα ιεράρχησης των επιπέδων (αν)ομοιότητας μεταξύ όλων των δειγμάτων. Όπου, ▲ : Βόρειο Αιγαίο, ▼ : Νότιο Αιγαίο, μπλε: δείγματα 15 m, πράσινο: δείγματα 5 m.

Στο παρακάτω διάγραμμα (Εικόνα 16) παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της MDS ανάλυσης μεταξύ όλων των σταθμών βάθους 5 m.



Εικόνα 16: Διάγραμμα δισδιάστατης τοποθέτησης όλων των δειγμάτων ανάλογα με το βαθμό ομοιότητας που παρουσιάζουν μεταξύ τους. . Όπου, ▲: Βόρειο Αιγαίο, ▼: Νότιο Αιγαίο, μπλε: δείγματα 15 m, πράσινο: δείγματα 5 m.

Από την πολυμεταβλητή ανάλυση PERMANOVA μεταξύ όλων των σταθμών βάθους 5 m, βρέθηκε ότι ο παράγοντας βάθος ήταν στατιστικά σημαντικός ($p \leq 0.001$) (Πίνακας 16). Το ίδιο ισχύει και για τον παράγοντα τοποθεσία.

Πίνακας 16: Αποτελέσματα ανάλυσης PERMANOVA.

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Bά	1	7656.5	7656.5	18.265	0.0001	9955	0.0001
To	1	6362.6	6362.6	15.178	0.0001	9942	0.0001
BάxTo	1	936,55	936.55	2.2341	0.0587	9949	0.0636
Res	54	22637	419.2				
Total	57	37308					

(Bά: Βάθος, To: Τοποθεσία, Df: βαθμός ελευθερίας, Pseudo-F: λόγος F)

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η βενθική ποικιλότητα σε βραχώδεις υφάλους της ανώτερης υποπαραλιακής ζώνης στο Αιγαίο Πέλαγος.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης των φωτογραφικών δεδομένων στο photoQuad, βρέθηκε ότι η ομάδα “Εποχιακός χλοοτάπητας” κατέχει τα μεγαλύτερα ποσοστά σε σχέση με τις υπόλοιπες ομάδες, με ποσοστό καταγραφών 48.69% για τους σταθμούς των 15 m και ποσοστό 44.46% για τους σταθμούς των 5 m αντίστοιχα. Ο “Εποχιακός χλοοτάπητας” περιλαμβάνει πλήθος χαμηλών ευκαιριακών ειδών που μπορούν να αναπαραχθούν πολλές φορές κατά τη διάρκεια του χρόνου και χαρακτηρίζονται από γρήγορη ανάπτυξη. Αυτά τα χαρακτηριστικά, σε συνδυασμό με την ικανότητα να παγιδευεί ίζημα, έχουν συσχετιστεί με αρνητικές επιπτώσεις στη στρατολόγηση των “Δενδρωδών φυκών” και την «επιμονή» υποβαθμισμένης κατάστασης (Benedetti-Cecchi and Cinelli, 1996; Airoidi, 1998; Perkol-Finkel and Airoidi, 2010; Maggi et al., 2018). Λαμβάνοντας υπόψη μας τα χαρακτηριστικά που εμφανίζει αυτή η ομάδα, καθώς και ότι σύμφωνα με τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την παρούσα μελέτη, μιας και αυτή η ομάδα κυριάρχησε τόσο στους σταθμούς των 15 m όσο και σε αυτούς των 5 m, μπορούμε να πούμε πως δεν βρίσκεται σε πολύ καλή οικολογική

κατάσταση η περιοχή μελέτης. Παρόλα αυτά, δεν γνωρίζουμε πως οι “Εποχιακοί χλοοτάπητες” αλληλεπιδρούν ως σύνολο με τα “Δενδρώδη φύκη” υπό διαφορετικές αβιοτικές συνθήκες (Bertocci et al., 2017; Maggi et al., 2018). Επίσης, δεν υπάρχει κάποια μελέτη από την «παρθένα» κατάσταση των βραχωδών υφάλων στο Αιγαίο για να μπορούμε να είμαστε σίγουροι.

Σημαντική είναι και η μεγάλη έλλειψη καταγραφών για την ομάδα “Δενδρώδη φύκη” η οποία καταγράφηκε μόνο σε ένα σταθμό 15 m, (με ποσοστό <2%), στο Βόρειο Αιγαίο. Στους σταθμούς 5 m είχαμε καταγραφή της ομάδας στον ίδιο σταθμό, με το υψηλότερο ποσοστό, 34.56%, αλλά και σε δύο ακόμη σταθμούς του Βορείου Αιγαίου (με ποσοστά < 0.5%). Τα “Δενδρώδη φύκη”, θεωρούνται δείκτες καλής οικολογικής κατάστασης, αφού παρέχουν καταφύγιο, τροφή, ενδιαίτημα και βρεφοκομία σε πλήθος ειδών οργανισμών, παίζουν σημαντικό ρόλο στην πρωτογενή παραγωγή που εμπλέκεται στη διαφοροποίηση των τροφικών επιπέδων, ενώ μειώνουν επίσης την επίδραση της κυματικής ενέργειας (Steneck et al., 2002). Η μείωση τους οφείλεται στις άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις της ανθρωπογενούς δραστηριότητας, π.χ. καταστροφή ενδιαιτημάτων, ευστροφισμός και υπερβόσκηση (Steneck et al., 2002; Airoidi & Beck, 2007).

Η αλλαγή τη δομής των ενδιαιτημάτων από είδη “Δενδρώδη φύκη” οδηγεί στην δημιουργία “Γυμνών εκτάσεων” (barrens) που αποτελούνται από “Γυμνούς βράχους” καλυμμένους από “Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη” (Sala et al., 1998; Guidetti & Sala, 2007; Micheli et al., 2005; Perkol-Finkel & Airoidi, 2010; Sala et al., 2012; Filbee-Dexter & Scheibling, 2014), έχοντας επίδραση στις γειτονικές τους βιοκοινότητες (Bishop et al., 2010). Στην παρούσα μελέτη θεωρήθηκε σκόπιμο να ενώσουμε τις ομάδες “Γυμνός βράχος” και “Κρουστώδη ενασβεστωμένα φύκη” σε μια ομάδα, “Γυμνές εκτάσεις”. Στους σταθμούς 15 m, οι “Γυμνές εκτάσεις” αποτελούν το 24.04% των καταγραφών, ενώ στους σταθμούς των 5 m, οι “Γυμνές εκτάσεις” αποτελούν το 36.51%. Και στα δύο βάθη τα ποσοστά αυτής της ομάδας, η οποία αντιπροσωπεύει κακή οικολογική κατάσταση είναι αρκετά υψηλά.

Τα “Φυλλώδη φύκη” αποτελούν την τρίτη «δημοφιλέστερη» ομάδα για τα δείγματα και των δύο βαθών, ενώ και στις δύο περιπτώσεις η καταγραφή τους μειώνεται εξαιρετικά στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου. Η μείωση αυτή εξηγείται από την εξάπλωση των ξενικών ειδών *Siganus* spp. στο Νότιο Αιγαίο (Salomidi et al., 2016). Είδη των ομάδων “Αρθρωτά ενασβεστωμένα φύκη” και “Φυλλώδη φύκη” (π.χ. *Padina ravnonica* και *Jania* sp. αντίστοιχα) συμβάλλουν σημαντικά στην πολυπλοκότητα των παραγωγικών βενθικών κοινοτήτων που κυριαρχούνται από είδη της ομάδας “Δενδρώδη φύκη” (Ballesteros, 1990; Tsiamis et al., 2006; Tsirintanis et al., 2018).

Εισβολικά φύκη, καταγράφηκαν μόνο σε τρεις σταθμούς των 15 m, με ποσοστά που δεν ξεπερνούν το 3%, σε πέντε σταθμούς των 5 m, με ποσοστά μικρότερα του 1% (Πίνακας 4, Πίνακας 8). Επίσης με εξαίρεση ένα σταθμό των 5 m, οι υπόλοιπες καταγραφές ανήκουν σε του Νότιου Αιγαίου σταθμούς. Πιθανόν τα μικρά ποσοστά καταγραφών να οφείλονται στην υπερβόσκηση από ξενικά είδη ψαριών (Salomidi et al., 2016).

Οι καταγραφές για την ομάδα “Άμμος” ήταν μηδενικές στα δείγματα των 5 m, ενώ στα δείγματα 15 m είναι 5.84%. Αυτό πιθανόν οφείλεται στο ότι τα ιζήματα μικρότερης κοκκομετρίας (άμμος) αποτίθενται σε μεγαλύτερα βάθη, σε αντίθεση με πιο χονδρόκοκκα ιζήματα που αποτίθενται σε μικρότερα βάθη, μεγαλύτερης ενέργειας. Υψηλά ποσοστά (>10%) καταγράφηκαν σε επτά σταθμούς. Οι έξι από αυτούς είναι στο Βόρειο Αιγαίο, όπου η ιζηματομεταφορά και απόθεση είναι μεγαλύτερη, αλλά εκτός αυτού βρίσκονται σε κόλπους (Παγασητικός και Τορωναίος κόλπος), όπου πιθανόν παίζει ρόλο η παρουσία εκβολών ποταμών, εποχιακών χείμαρρων αλλά και η διεύθυνση της κίνησης των παράκτιων ρευμάτων που συντελούν στην συγκέντρωση του λεπτόκοκκου ιζήματος.

Όσο αφορά τα σπόνδυλα, τα “Κρουστώδη ασπόνδυλα” (15 μέτρα: 2.24%, 5 μέτρα: 4.61%) και τα “Συμπαγή ασπόνδυλα” (15 μέτρα: 3.91%, 5 μέτρα: 5.12%), εντοπίσαμε μεγαλύτερα

ποσοστά στους σταθμούς των 5 m και αύξηση των ποσοστών στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου και στα δύο βάθη (Πίνακας 15). Η κατανομή ασπόδουλων της κλάσης Demospongiae, όπου και ανήκουν τα περισσότερα ασπόδουλα που εντοπίσαμε, (π.χ. *Crambe crambe*, *Cliona viridis*, *Spongia officinalis*, *Calyx nicaeensis*, *Axilena* sp.) στην υποπαρالياκή ζώνη έχει συνδεθεί με το επίπεδο της ηλιακής ακτινοβολίας και του ανταγωνισμού των φυκών παρά με το βάθος (Uriz et al. 1992; Pansini, 1997; Voultziadou, 2005). Λαμβάνοντας υπόψη την μείωση των “Φυλλώδη φυκών”, λόγω υπερβόσκησης από ξενικά είδη βοσκητών *Siganus* spp. στο Νότιο Αιγαίο (Salomidi et al., 2016), που σημαίνει μικρότερος ανταγωνισμός φυκών, είναι λογική η αύξηση των ασπόνδουλων στους σταθμούς του Νότιου Αιγαίου.

Τέλος, όπως προέκυψε και από τις στατιστικές αναλύσεις, συνολικά, παίζει ρόλο και το βάθος αλλά και η τοποθεσία των σταθμών, το οποίο περιμέναμε μιας και οι παράγοντες αυτοί (βάθος και τοποθεσία) αλλάζουν και τις συνθήκες όπως το φως, τη θερμοκρασία, την αλατότητα, την υδροδυναμική ενέργεια του νερού και επηρεάζουν την δομή και κατανομή των βενθικών κατηγοριών.

Τα αποτελέσματα της μελέτης των Tsirintanis et al. (2018), στο βορειο-ανατολικό Αιγαίο, έρχονται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης όσο αφορά το ότι και σε εκείνη την περίπτωση ο “Εποχιακός χλοοτάπητας” ήταν η κύρια βενθική ομάδα, τα “Δενδρώδη φύκη” βρέθηκαν είτε ως μικρές φύτρες στην ανώτερη υποπαρالياκή είτε ως μικρές θαμνώδεις μορφές σε βενθικές επιφάνειες όπου εγκαταστάθηκαν κλωβοί που εμπόδιζαν τη βόσκηση. Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι προτείνεται πως ο σημαντικός παράγοντας που διαμορφώνει τις κοινότητες μακροφυκών στο Βόρειο Αιγαίο, είναι η βόσκηση από αχινούς, το οποίο ισχύει και από άλλες μελέτες στη δυτική Μεσόγειο (Hereu et al., 2008).

Από την άλλη, στη μελέτη των Giakoumi et al. (2011), που αφορά το συστηματικό σχεδιασμό προστασίας στις Κυκλάδες, καταγράφηκαν ποσοστά κάλυψης έως 77% για την *Cystoseira* spp (Δενδρώδη φύκη). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης δεν συμφωνούν με αυτά των Giakoumi et al. (2011) κάτι που μπορεί να οφείλεται στα διαφορετικά βάθη των δύο μελετών (3-5m στη μελέτη Giakoumi et al., 2011, 5&15m στην παρούσα). Αυτή η βαθυμετρική διαφοροποίηση στις βιοκοινότητες των *Cystoseira* spp, όπως αναφέρεται και στην μελέτη των Salomidi et al. (2016), είναι ένδειξη υπερβόσκησης, καθώς οι κοινότητες της ανώτερης υποπαρالياκής ζώνης είναι πολύ πιο εκτεθειμένες στην κυματική δραστηριότητα και σε άλλους κινδύνους (π.χ. θήρευση από πτηνά), έχοντας ως αποτέλεσμα τα περισσότερα ψάρια να προτιμούν βαθύτερα τμήματα της υποπαρالياκής ζώνης που είναι πιο προστατευμένα.

Η μελέτη των Sala et al. (Sala et al., 2011), που πραγματοποιήθηκε στις νότιες ακτές της Τουρκίας και αφορά πείραμα αποκλεισμού βόσκησης σε βενθικό σκληρό υπόστρωμα, έδειξε ότι ο ‘γερμανός’, *Siganus luridus*, και η αγριόσαλαπα, *S. rivulatus*, που είναι Λεσεψιανά εισβολικά είδη, είχαν άμεση επίπτωση στις συναθροίσεις φυκών, αφού σχεδόν αφανίστηκαν μέσα σε ένα μήνα και πιθανόν να μπορούν να κατακερματίσουν καλά αναπτυσσόμενα “Δενδρώδη φύκη”. Παρόλο που προτίμηση των ειδών αυτό είναι μη-ενασβεστωμένα και μικρά φυλλώδη φύκη, οι προτιμήσεις τους αλλάζουν κάθε εποχή αλλά μπορούν να καταναλώσουν ότι βενθικά μακροφύκη είναι διαθέσιμα (Bariche, 2006; Sala et al., 2011) προκαλώντας δραματική μείωση στην βιοποικιλότητα, τη βιομάζα και την ανάπτυξη των φυκών, με επιπτώσεις που επηρεάζουν τις τοπικές τροφικές αλυσίδες (Sala et al., 2011). Η εξάπλωση αυτών των ειδών στο νότιο Αιγαίο (καταγραφή τους και στις Κυκλάδες από τους Salomidi et al., 2016), που συνορεύει με την περιοχή μελέτης των Sala et al. (2011), μπορεί να παίζει ρόλο στη εκτεταμένη εξάπλωση της ομάδας “Γυμνός βράχος” που εντοπίσαμε.

Μελέτες που αφορούν κυρίως τη δυτική Μεσόγειο επισημαίνουν ότι οι συστάδες “Δενδρώδη φυκών” βρίσκονται υπό σοβαρή ύφεση (Airoldi et al., 2007).

Σύμφωνα με τη μελέτη των Thibaut et al. (2005), στη δυτική Μεσόγειο, μόνο 5 είδη της τάξης Fucales έχουν απομείνει από τα 14 που είχαν καταγραφεί τα 30 πρώτα χρόνια του 20^{ου} αιώνα από τους Sauvageau (1912) και Feldmann (1937a,b), ή 9 από τα 25 που καταγράφηκαν

από τον Gros (1978) (Thibaut et al., 2005). Οπότε, επιβεβαιώνεται η σταθερή μείωση των πληθυσμών των “Δενδρωδών φυκών” στη δυτική Μεσόγειο (Thibaut et al., 2005), που όπως δείχνουν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης ισχύει και στην ανατολική Μεσόγειο.

Συνολικά, λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης αλλά και προηγούμενων μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί στο Αιγαίο, φαίνεται ότι η οικολογική κατάσταση της περιοχής δεν είναι καλή. Παρόλα αυτά, θα πρέπει να γίνουν περαιτέρω μελέτες, με πιο πυκνό δίκτυο σταθμών δειγματοληψίας, ώστε να κατανοηθεί η αλληλεπίδραση των οργανισμών και να γίνει αξιολόγηση της πιθανής «ιδανικής» σύνθεσης των βιοκοινοτήτων σε διάφορες περιοχές.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdulla, A., Gomei, M., Maison, E., Piante, C., (2008). Status of Marine Protected Areas in the Mediterranean Sea, IUCN, Malaga and WWF, France, pp. 152.
- Airamé, S., Dugan, J.E., Lafferty, K.D., Leslie, H., McArdle, D.A., Warner, R.R., (2003). Applying ecological criteria to marine reserve design: a case study from California Channel islands. *Ecological Applications* 13: 170–184.
- Airoidi, L., (1998). Roles of disturbance, sediment stress, and substratum retention on spatial dominance in algal turf. *Ecology* 79: 2759–2770.
- Airoidi, L., Beck, M., (2007). Loss, status and trends for coastal marine habitats in Europe. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 45: 345–405.
- Anagnostou, C., Chronis, G., Sioulas, A., Karageorgis, A. P., and Tziavos, C. (2005). “Morphodynamics and changes of the coastlines of Hellas,” in *State of the Hellenic Marine Environment*, eds E. Papathanassiou and A. Zenetos (Athens: Hellenic Centre for Marine Research Publications), 21–33.
- Antoniadou, C., (2004). Crustaceans distribution pattern on vertical cliffs in the North Aegean (Eastern Mediterranean). *Fresenius Environmental Bulletin* 13: 726–732.
- Antoniadou, C., Koutsoubas, D., Chintiroglou, C., (2005). Molluscan fauna from infralittoral hard substrate assemblages in the North Aegean Sea. *Belgian Journal of Zoology*, 135 (2): 119-126.
- Antoniadou, C., Chintiroglou C., (2005). Biodiversity of zoobenthic hard-substrate sublittoral communities in the Eastern Mediterranean (North Aegean Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 62: 637–653.
- Bellan-Santini, D., Lacazet, J.C., Poizat, C., (1994). Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. Coll. Patrimoines naturels, Secrétariat dela faune et de la flore, Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 19: 98-117.
- Ballesteros, E., (1990). Structure and dynamics of the *Cystoseira caespitosa* Sauvageau (Fucales, Phaeophyceae) community in the North-Western Mediterranean. *Scientia Marina* 54: 155–168.
- Ballesteros, E., (2003). The coralligenous in the Mediterranean Sea: Definition of the coralligenous assemblage in the Mediterranean, its main builders, its richness and key role in benthic ecology as well as its threats. Project for the preparation of a Strategic Action Plan for the Conservation of the Biodiversity in the Mediterranean Region (SAP BIO). UNEP-MAP-RAC/SPA, 87 pp.
- Ballesteros, E., (2006). Mediterranean coralligenous assemblages: a synthesis of present knowledge. *Oceanography & Marine Biology: an Annual Review* 44: 123-195.
- Ballesteros, E., Torras, X., Pinedo, S., Garcia, M., Mangialajo, L., et al. (2007). A new methodology based on littoral community cartography for the implementation of the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 172–180.
- Benedetti-Cecchi, L., Cinelli, F., (1996). Patterns of disturbance and recovery in littoral rock pools: nonhierarchical competition and spatial variability in secondary succession. *Marine Ecology Progress Series* 135: 145–161.
- Bariche, M., (2006). Diet of the Lessepsian fishes, *Siganus rivulatus* and *S. luridus* (Siganidae) in the eastern Mediterranean: A bibliographic analysis. *Cybiurn* 30: 41–49.
- Bertocci, I., Godino, J.A.D., Freitas, C., Incera, M., Bio, A., Dominguez, R., (2017). Compounded perturbations in coastal areas: contrasting responses to nutrient enrichment and the regime of storm-related disturbance depend on life-history traits. *Functional Ecology* 31: 1122–1134.
- Birkett, D.A., Maggs, C.A., Dring, M.J., Boaden, P.J.S., & Seed, R., (1998). Infralittoral Reef Biotopes with Kelp Species (Volume 7). An Overview of Dynamic and Sensitivity Characteristics for Conservation Management of Marine SACs. Scottish Association for Marine Science (U.K. Marine SACs Project). Online. Available HTTP: <http://www.ukmarinesac.org.uk/pdfs/reefkelp.pdf> (accessed 6 August 2006).
- Bishop, M. J., Coleman, M. A., Kelaher, B.P., (2010). Crosshabitat impacts of species decline: response of estuarine sediment communities to changing detrital resources. *Oecologia*, 163 (2): 517-525.
- CBD, Conventio non Biological Diversity, Convention, Strategic Plan 2011–2020, Aichi Biodiversity Targets, (2010). (accessed 11.03.15).
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., et al. (2010). The Biodiversity of the Mediterranean Sea: Estimates, Patterns, and Threats. *PLoS ONE* 5(8): e11842.
- Cheminée, A., Sala, E., Pastor, J., Bodilis, P., Thiriet, P., Mangialajo, L., Cottalorda, J.M., Francour, P., (2013). Nursery value of *Cystoseira* forests for Mediterranean rocky reef fishes. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 442: 70–79.
- Cheminée, A., Rider, M., Lenfant, P., Zawadzki, A., Mercière, A., Crec'hriou, R., Mercader, M., Saragoni, G., Neveu, R., Ternon, Q., Pastor, J., (2017). Shallow rocky nursery habitat for fish: Spatial variability of juvenile fishes among this poorly protected essential habitat. *Marine Pollution Bulletin* 119: 245–254.
- Chintiroglou, C., Antoniadou, C., Vafidis, D., Koutsoubas, D., (2005). A review on the biodiversity of hard substrate invertebrate communities in the Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science* Volume 6(2): 51-62.

- Dimitrakopoulos, P.G., Memtsas, D., Troumbis, A.Y., (2004). Questioning the effectiveness of the Natura 2000 Special Areas of Conservation strategy: the case of Crete. *Global Ecology and Biogeography* 13: 199–207.
- Duarte, C.M., (2002). The future of seagrass meadows. *Environmental Conservation* 29, 192–206.
- Feldmann, J., (1937a). Les algues marines de la cote des Alberes. I-III. Cyanophycees, Chlorophycees et Pheophycees de la cote des Alberes. Imprimerie Wolf. Rouen, 197 (pl I–X).
- Feldmann, J., (1937b). Recherches sur la ve'ge'tation marine de la Mediterranee. La cote des Alberes. Imprimerie Wolf. Rouen, 339 (pl I–XX).
- Fernandes, L., Day, J., Lewis, A., Slegers, S., Kerrigan, B., Breen, D., Cameron, D., Jago, B., Hall, J., Lowe, D., Innes, J., Tanzer, J., Chadwick, V., Thompson, L., Gorman, K., Simmons, M., Barnett, B., Sampson, K., De'ath, G., Mapstone, B., Marsh, H., Possingham, H., Ball, I., Ward, T., Dobbs, K., Aumend, J., Slater, D., Stapleton, K., (2005). Establishing representative no-take areas in the Great Barrier Reef: largescale implementation of theory on marine protected areas. *Conservation Biology* 19: 1733–1744.
- Filbee-Dexter, K., Scheibling, R.E., (2014). Sea urchin barrens as alternative stable states of collapsed kelp ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 495: 1–25.
- Gerovasileiou, V., Voultziadou, E., (2012). Marine Caves of the Mediterranean Sea: A Sponge Biodiversity Reservoir within a Biodiversity Hotspot. *PLoS ONE* 7(7): e39873.
- Gotsis-Skretas, O., Ignatiades, L., (2005). Phytoplankton in pelagic and coastal waters. In: Papanthassiou E, Zenetos A (eds) State of the Hellenic marine environment. Hellenic Centre for Marine Research, Athens, p 187–193.
- Gros, C., (1978). Le genre *Cystoseira* sur la co'te des Alberes. Repartition Ecologie Morphogenese. Ph.D. thesis, Universite P. et M. Curie, Paris VI, 115pp.
- Guidetti, P., (2006). Marine reserves reestablish lost predatory interactions and cause community changes in rocky reefs. *Ecological Applications*, 16 (3): 963–976.
- Guidetti, P., & Sala, E., (2007). Community-Wide Effects of Marine Reserves in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*. 335: 43–56.
- Guidetti, P., Baiata, P., Ballesteros, E., Di Franco, A., Hereu, B., Macpherson, E., et al. (2014). Large-Scale Assessment of Mediterranean Marine Protected Areas Effects on Fish Assemblages. *PLoS ONE* 9(4): e91841.
- Halpern, B.S., Walbridge, S., Selkoe, K.A., et al. (2008). A global map of human impact on marine ecosystems. *Science* 319: 948–952.
- Hereu, B., Zabala, M., Sala, E., (2008). Multiple controls of community structure and dynamics in a sublittoral marine environment. *Ecology* 89: 3423–3435.
- Ignatiades, L., Psarra, S., Zervakis, V., Pagou, K., Souvermezoglou, E., Assimakopoulou G., et al. (2002). Phytoplankton size-based dynamics in the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Journal of Marine Systems* 36: 11–28.
- Lejeune, C., Chevaldonne, P., Pergent-Martini, C., Boudouresque, C.F., Perez, T., (2010). Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea. *Trends in Ecology & Evolution* 25: 250–260.
- Lester, S.E., Halpern, B.S., Grorud-Colvert, K., et al., (2009). Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology – Progress Series* 384: 33–46.
- Lykousis, V., Chronis, G., Tselepidis, A., Price, N. B., Theocharis, A., Sikou- Frangou, I., et al. (2002). Major outputs of the recent multidisciplinary biogeochemical researches undertaken in the Aegean Sea. *Journal of Marine Systems* 33–34, 313–334.
- Maggi, E., Puccinell, E., Benedetti-Cecchi, L., (2018). Ecological feedback mechanisms and variable disturbance regimes: the uncertain future of Mediterranean macroalgal forests. *Marine Environmental Research* 140, 342–357.
- Maiorano, L., Falcucci, A., Garton, E.O., Boitani, L., (2007). Contribution of the natura 2000 network to biodiversity conservation in Italy. *Conservation Biology* 21: 1433–1444.
- Mangialajo, L., Chiantore, M., Cattaneo-Vietti, R., (2008). Loss of furoid algae along a gradient of urbanisation and relationships with the structure of benthic assemblages. *Marine Ecology Progress Series* 358: 63–74.
- Margalef, R., (1984). *Western Mediterranean*. Oxford, Pergamon Press, 367 pp.
- Marinopoulos, J., (1988). Etude des peuplements infralittoraux de substrats rocheux de la re'gion de Marseille et des facteurs abiotiques (lumie're, hydrodynamique) les influen'ant. Thèse Universite d'Aix Marseille, 317 pp.
- Micheli, F., Benedetti-Cecchi, L., Gambaccini, S., Bertocci, I., Borsini, C. et al., (2005). Cascading human impacts, marine protected areas, and the structure of Mediterranean reef assemblages. *Ecological Monographs*, 75 (1): 81–102.
- Noé, S., (2018). Role of interspecific interactions in biological invasions: new evidence from the Mediterranean Sea. PhD thesis, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare, Universita degli Studi di Palermo.
- Occhipinti-Ambrogi, A., Galil, B., (2010). Marine alien species as an aspect of global change. *Advances in Oceanography and Limnology* 1: 199–218.

- Trygonis, V., Sini, M., (2012). photoQuad: a dedicated seabed image processing software, and a comparative error analysis of four photoquadrat methods. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 424-425: 99–108.
- Pansini, M., (1997). Effetti della luce sulla morfologia, distribuzione ed ecologia di alcune demosponge mediterranee. *Biologia Marina Mediterranea* 4:74–80.
- Peres, J.M., (1982). Major benthic assemblages: 373-522. In: *Marine Ecology* 5(1) O. Kinne ed., John Willey and Sons Ltd, London.
- Perkol-Finkel, S., Airoldi, L., (2010). Loss and recovery potential of marine habitats: an experimental study of factors maintaining resilience in subtidal algal forests at the Adriatic sea. *PLoS One* 5, e10791.
- Sakellariou, D. and Papoulia, I. (2005). “Geotectonic setting and seismicity” in *State of the Hellenic Marine Environment*, eds E. Papathanassiou and A. Zenetos (Athens: Hellenic Centre for Marine Research Publications), 13–15.
- Sakellariou, D., Lykousis, V., Karageorgis, A., and Anagnostou, C. (2005). “Geomorphology and tectonic structure” in *State of the Hellenic Marine Environment*, eds E. Papathanassiou and A. Zenetos (Athens: Hellenic Centre for Marine Research Publications), 16–20.
- Sala, E., Boudouresque, C.F., Harmelin-Vivien, M., (1998). Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: evaluation of an old but untested paradigm. *Oikos*, 425-439.
- Sala, E., Ballesteros, E., Dendrinis, P., Di Franco, A., Ferretti, F., et al. (2012) The Structure of Mediterranean Rocky Reef Ecosystems across Environmental and Human Gradients, and Conservation Implications. *PLoS ONE* 7(2): e32742.
- Sales, M., Ballesteros, E., (2009). Shallow *Cystoseira* (Fucales: Ochrophyta) assemblages thriving in sheltered areas from Menorca (NW Mediterranean): relationships with environmental factors and anthropogenic pressures. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 84: 476–482.
- Sales, M., Ballesteros, E., (2010). Long-term comparison of assemblages dominated by *Cystoseira crinita* Bory (Fucales, Ochrophyta) from Cap Corse (Corsica, Northwestern Mediterranean). *European Journal of Phycology* 45: 404–412.
- Sales, M., Cebrian, E., Tomas, F., Ballesteros, E., (2011). Pollution impacts and recovery potential in three species of the genus *Cystoseira* (Fucales, Heterokontophyta). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 92: 347–357.
- Salomidi, M., Katsanevakis, S., Borja, A., Braeckman, U., Damalas, D., Galparsoro, I., Mifsud, R., Mirto, S., Pascual, M., Pipitone, C., Rabaut, M., Todorova, V., Vassilopoulou, V., & Vega Fernandez, T., (2012). Assessment of goods and services, vulnerability, and conservation status of European seabed biotopes: a stepping stone towards ecosystem-based marine spatial management. *Mediterranean Marine Science*, 13(1): 49-88.
- Salomidi, M., Giakoumi, S., Gerakaris, V., Issaris, Y., Sini, M., Tsiamis, K., (2016). Setting an ecological baseline prior to the bottom-up establishment of a marine protected area in Santorini Island, Aegean Sea. *Mediterranean Marine Science* 17: 720–737.
- Sauvageau, C., (1912). A propos des *Cystoseira* de Banyuls et de Guethary. *Bull. de la Station Biologique d’Arcachon* 14: 133– 556.
- Sini, M., Katsanevakis, S., Koukouroufli, N., Gerovasileiou, V., Dailianis, T., Buhl-Mortensen, L., Damalas, D., Dendrinis P., Dimas X., Frantzis A., Gerakaris V., Giakoumi S., Gonzalez-Mirelis G., Hasiotis T., Issaris Y., Kavadas S.G., Koutsogiannopoulos D.D., Koutsoubas D., Manoutsoglou E., Markantonatou V., Mazaris A.D., Poursanidis D., Papatheodorou G., Salomidi M., Topouzelis K., Trygonis V., Vassilopoulou V. and Zotou M., (2017) Assembling Ecological Pieces to Reconstruct the Conservation Puzzle of the Aegean Sea. *Frontiers in Marine Science* 4: 347.
- Steneck, R.S., Graham, M.H., Bourque, B.J., Corbett, D., Erlandson, J.M., Estes, J.A. & Tegner, M.J., (2002). Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation* 29, 436–459.
- Thibaut, T., Pinedo, S., Torras, X., Ballesteros, E., (2005). Long-term decline of the populations of *Fucales* (*Cystoseira* spp. and *Sargassum* spp.) in the Alberes coast (France, North-western Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin* 50: 1472–1489.
- Tsiamis, K., Orfanidis, S., Diapoulis, A., Panayotidis, P., Siakavara, A., Tsiagga, E., Vakirtzi, I., (2006). *Cystoseira crinita* community under reference conditions (WFD 2000/60/EE) in the Aegean Sea (eastern Mediterranean). In: *Proceedings of the 8th Hellenic Symposium on Oceanography and Fisheries*, 4–8 June 2006, Thessaloniki, Greece, pp. 319–323.
- Tsirintanis K., Sini M., Doumas O., Trygonis V., Katsanevakis S., (2018). Assessment of grazing effects on phytobenthic community structure at shallow rocky reefs: An experimental field study in the North Aegean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 503: 31–40.
- UNEP-MAP RAC/SPA, (2010). *The Mediterranean Sea Biodiversity: state of the ecosystems, pressures, impacts and future priorities*. By Bazairi, H., Ben Haj, S., Boero, F., Cebrian, D., De Juan, S., Limam, A., Leonart, J., Torchia, G., and Rais, C., Ed. RAC/SPA, Tunis; 100 pages.

- Uriz, M.J., Rosell, D., Martin, D., (1992). The sponge population of the Cabrera Archipelago (Balearic Islands): characteristics, distribution and abundance of the most representative species. *PSZNI Marine Ecology* 13:101–117.
- Velaoras, D., Kassis, D., Perivoliotis, L., Pagonis, P., Hondronasios, A., Nittis, K., (2013). Temperature and salinity variability in the Greek Seas based on POSEIDON stations time series: preliminary results. *Mediterranean Marine Science* 14(3): 5–18.
- Voultsiadou, E., (2005). Demosponge distribution in the eastern Mediterranean: a NW–SE gradient. *Helgoland Marine Research*, 59: 237–251.
- Zabala, M., Ballesteros, E., (1989). Surface-dependent strategies and energy flux in benthic marine communities or, why corals do not exist in the Mediterranean. *Scientia Marina* 53: 1–15.
- Zervakis, V., Georgopoulos, D., Karageorgis, A.P., and Theocharis, A. (2004). On the response of the Aegean Sea to climatic variability: a review. *International Journal of Climatology* 24: 1845–1858.
- Σαλωμίδη, Μ., (2009). Ταχεία Εκτίμηση της Οικολογικής Ποιότητας (ΠΟΚΕΤ) Παράκτιων Περιοχών με τη Χρήση Οπτικής Μεθόδου σε Φυτοκοινωνίες της Ανώτερης Υποπαράλιας Ζώνης. Διδακτορική διατριβή. <http://www.protomedea.eu/el/project/in-a-nutshell>