T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DENİZ KESTANESİNİN (*Paracentrotus lividus* Lamarck 1816) MARMARA DENİZİ KUZEY DOĞU KIYILARINDAKİ BOLLUĞU VE GONADOSOMATİK İNDEKSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUSENAZ DEĞİRMEN

Tez Danışmanı
PROF. DR. HERDEM ASLAN

ÇANAKKALE – 2025

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DENİZ KESTANESİNİN (*Paracentrotus lividus* Lamarck 1816) MARMARA DENİZİ KUZEY DOĞU KIYILARINDAKİ BOLLUĞU VE GONADOSOMATİK İNDEKSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BUSENAZ DEĞİRMEN

Tez Danışmanı
PROF. DR. HERDEM ASLAN

Bu çalışma, ÇOMÜ BAP kurumu tarafından desteklenmiştir.
Proje No: 4739

ÇANAKKALE – 2025

T.C.
ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Busenaz DEĞİRMEN tarafından Prof. Dr. Herdem ASLAN yönetiminde hazırlanan ve **21/08/2025** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan "**Deniz kestanesinin (*Paracentrotus lividus* Lamarck 1816) Marmara Denizi Kuzey Doğu Kıyılarındaki Bolluğu ve Gonadosomatik İndeksi**" başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Biyoloji Ana Bilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS YETERLİK TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	**İmza**
Prof. Dr. Herdem ASLAN (Danışman)	……
Prof. Dr. Sibel HAYRETDAĞ	……
Prof. Dr. Mehmet AYDIN	……

Tez No : 10752920
Tez Savunma Tarihi : 21/08/2025

……
Prof. Dr. Melis ULU DOĞRU
Enstitü Müdürü

../../20..

ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Busenaz DEĞİRMEN

21/08/2025

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürecimde bilgi ve deneyimleriyle yolumu aydınlatan, desteğini her zaman hissettiğim saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Herdem ASLAN' a tüm emekleri ve sabrı için teşekkür ederim.

Tezime 4739 numaralı proje ile maddi olarak destek veren Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Tezimde numune örneği konusunda yardımlarını esirgemeyen SS. Armutlu Su Ürünleri Kooperatifi Başkanı İbrahim DÖNERTAŞ kanalıyla örnekleme çalışmalarımda bana yardımcı olan Fehmi ERKAL' a ve Mehmet ELBASAN' a, S.S. Eskihisar Gebze Su Ürünleri Kooperatifi Başkanı Ali SARI' ya, S.S. Heybeliada Su Ürünleri Kooperatifi'nden Abdurrahman KIRAN' a teşekkür ederim.

Görsel sayım arazi çalışmalarımda güvenliğimi ve lojistiğimi sağlayan DAK-SAR Denizde Arama Kurtarma Derneği'ne ve Bora ÖZGE'ye, bu çalışmalarımda sualtı dünyasına adım attığım günden bugüne kadar bilgi ve tecrübeleriyle desteklerini esirgemeyen ve arazi çalışmalarıma destek veren Hakan LEVENT hocama, dalış ekipmanı konusunda desteklerini esirgemeyen İspermeçet Dalış Okulu'ndan Kağan TÜRKEN hocama teşekkür ederim.

Lisans eğitimimde sualtında yapmış olduğu çalışmalara beni de dahil ederek deniz biyolojisi alanına yönelmemi sağlayan Doç. Dr. Nur Eda TOPÇU ERYALÇIN' a, Dr. Öğr. Üyesi Benal GÜL'e ve Prof. Dr. Herdem ASLAN ile yollarımızı kesiştiren Su Ekosistemlerini Koruma Derneği Yönetim Kurulu Üyesi Öğr. Gör. S. Ahmet BECAN' a teşekkür ederim.

Beni dalış sporuna başlatan ve bu mesleği seçmeme teşvik eden anneme, yüksek lisans arazi çalışmalarımın tümünde yanımda olan babama, bana her zaman güvendikleri ve maddi, manevi destek oldukları için sonsuz teşekkür ederim.

Tüm bu çalışmalarımda beni yalnız bırakmayan kişilere gönülden teşekkür ederim.

Busenaz DEĞİRMEN

Çanakkale, Ağustos 2025

ÖZET

DENİZ KESTANESİNİN (*Paracentrotus lividus* Lamarck 1816) MARMARA DENİZİ KUZEY DOĞU KIYILARINDAKİ BOLLUĞU VE GONADOSOMATİK İNDEKSİ

Busenaz DEĞİRMEN
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Biyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Prof. Dr. Herdem ASLAN
21/08/2025, 89

Paracentrotus lividus Lamarck, 1816; hem deniz bitkileriyle beslenmesi hem de pek çok balık ve omurgasız canlı için besin kaynağı olması nedeniyle deniz ekosistemlerinde kilit bir otçul tür olarak öne çıkar. Bu tür, deniz suyu sıcaklığındaki artışa, asitleşmeye ve yabancı türlerin varlığına karşı hızlı tepkiler vermesiyle, sağlıklı deniz ekosistemlerinin önemli bir biyolojik göstergesidir. Popülasyonundaki azalma, makroalglerin aşırı çoğalmasına yol açarken, popülasyonun artışı ise bu alglerin aşırı tüketilmesiyle deniz kestanelerinin hâkim olduğu çorak alanların oluşmasına neden olmaktadır. Ekosistem yaklaşımlı sürdürülebilir balıkçılık yönetimi için deniz kestanelerinin bölgedeki stok durumu ve GSİ değerinin bilinmesi gerekmektedir. Eldeki literatüre göre Marmara Denizi için bu temel veriler bulunmamaktadır. Sunulan tez çalışması, bu verilere ulaşabilmek amacıyla iki etap şeklinde gerçekleştirilmiştir. Birinci etapta *P. lividus*' un Marmara Denizi Kuzey Doğu kıyılarındaki bolluğu ilk defa tespit edilmiştir. İkinci etapta ise Marmara Denizi'nde *P. lividus*'un gonadosomatik indeks oranı ilk defa belirlenmiştir. Ağustos-Eylül 2023 ve Ağustos-Kasım 2024 tarihleri arasında *P. lividus* türünün Marmara Denizi Kuzey Doğu kıyılarındaki bolluğu üzerinde bir çalışma yürütülmüştür. Görsel sayım çalışması İstanbul İli Anadolu Yakası'nda bulunan 19 istasyon ve Yalova Armutlu'da bulunan 1 istasyon olmak üzere toplam 20 istasyonda ABC (maske, palet ve şnorkel) ile 0-3 metre arası derinliklerde yapılmıştır. Çalışma alanında 2023 yılında en çok örnek sayısı metrekarede ortalama 5 adet ile Pendik-Yunus 1 İstasyonu, 2024 yılında ise en çok örnek sayısı metrekarede ortalama 18 adet ile Tuzla İstasyonu olmuştur. Ayrıca Kasım 2023- Ekim 2024

tarihleri arasında İstanbul/Tuzla, İstanbul/Adalar, Kocaeli/Gebze ve Yalova/Armutlu olmak üzere toplam 4 istasyonun su sıcaklığı ölçülerek her ay 50 adet *P. lividus*, SCUBA yöntemiyle rastgele toplanmış, morfometrik ölçümleri yapılmış test rengi, gonad rengi, gonad sıkılığı ve GSI değerleri belirlenmiştir. On iki aylık GSI, Armutlu İstasyonu'nda 0,2-11,4; Gebze'de 1,2-9,6; Adalarda 0,1-8,56 ve Tuzla'da 1-8 değerleri arasında bulunmuştur. Üreme dönemleri ise; İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda kasım, şubat, haziran ve eylül aylarında, İstanbul /Adalar İstasyonu'nda mayıs ve eylül aylarında, Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda nisan, haziran ve eylül aylarında, Yalova/ Armutlu İstasyonu'nda ise şubat, mayıs ve eylül aylarında tespit edilmiştir. 2022 yılından beri Marmara Denizi'nde avcılığı yasak olan bu türün ekosistem yaklaşımlı sürdürülebilir avcılık yönetimi için türün izlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Paracentrotus lividus*, Gonad, Gonadosomatik İndeks, Bolluk, Marmara Denizi

ABSTRACT

ABUNDANCEAND GONADOSOMATIC INDEX OF SEA URCHIN (*Paracentrotus lividus*, Lamarck, 1816) ON THE NORTHEAST COASTSOF THE SEA OF MARMARA

Busenaz DEĞİRMEN
Çanakkale Onsekiz Mart University
School of Graduate Studies
Master's Proficiency Thesis in the Department of Biology
Supervisor: Prof. Dr. Herdem ASLAN
21/08/2025, 89

Paracentrotus lividus Lamarck, 1816 stands out as a key herbivorous species in marine ecosystems due to its diet of marine plants and its role as a food source for various fish and invertebrate species. This species is also recognized as an important biological indicator of healthy marine ecosystems, owing to its rapid responses to rising seawater temperatures, acidification, and the presence of non-native species. A decline in its population can lead to the excessive proliferation of macroalgae, while an increase in population may result in the formation of barren zones dominated by sea urchins due to overgrazing of these algae. This thesis was carried out in two phases in order to obtain these data. In the first phase, the abundance of *P. lividus* along the northeastern coasts of the Sea of Marmara was recorded for the first time. In the second phase, the reproductive cycle and gonadosomatic index (GSI) of *P. lividus* in the Sea of Marmara were determined for the first time. Between August–September 2023 and August–November 2024, a study was conducted on the abundance of *P. lividus* along the northeastern coasts of the Sea of Marmara. Visual surveys were carried out at 20 stations in total—19 located on the Anatolian side of Istanbul Province and 1 in Armutlu, Yalova—at depths of 0–3 meters using ABC equipment (mask, fins, and snorkel). In 2023, the station with the highest density was Pendik-Yunus 1, with an average of 5 individuals per square meter, while in 2024, the Tuzla station had the highest density, with an average of 18 individuals per square meter. Additionally, between November 2023 and October 2024, monthly sampling was conducted at four stations: Istanbul/Tuzla, Istanbul/Adalar, Kocaeli/Gebze, and Yalova/Armutlu. At

each station, 50 individuals of *P. lividus* were randomly collected using SCUBA methods. Morphometric measurements were taken, and data were recorded on test color, gonad color, gonad firmness, and GSI values. The twelve-month GSI values ranged from 0.2 to 11.4 at Armutlu, 1.2 to 9.6 at Gebze, 0.1 to 8.56 at the Islands (Adalar), and 1 to 8 at Tuzla. The reproductive periods were determined as follows: in Istanbul/Tuzla during November, February, June, and September; in Istanbul/Adalar during May and September; in Kocaeli/Gebze during April, June, and September; and in Yalova/Armutlu during February, May, and September. Since 2022, the harvesting of this species has been prohibited in the Sea of Marmara. Monitoring this species is of great importance for ecosystem-based and sustainable fisheries management.

Keywords: *Paracentrotus lividus*, Gonad, Gonadosomatic Index, Abundance, Sea of Marmara

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI i
ETİK BEYAN ii
TEŞEKKÜR iii
ÖZET iv
ABSTRACT vi
İÇİNDEKİLER viii
SİMGELER VE KISALTMALAR x
TABLOLAR DİZİNİ xi
ŞEKİLLER DİZİNİ xii

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

İKİNCİ BÖLÜM
KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 10

2.1. Deniz Kestanelerinin Üreme Şekli ve Yaşam Süreci 10
2.2. Sistematikteki Yeri 12
2.3. Önceki Çalışmalar 12
2.3.1. Görsel Sayım Çalışması 12
2.3.2. *P. lividus*'un Gonadosomatik İndeks Oranı Belirlenmesi 15

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MATERYAL VE YÖNTEM 19

3.1. Görsel Sayım Tekniği 19
3.1.1. Çalışma Alanı 19
3.1.2. Çalışma Yöntemi 24
3.2 *P. lividus*'un Gonadosomatik İndeks Oranı Belirlenmesi 26
3.2.1. Çalışma Alanı 26
3.2.2. Çalışma Yöntemi 27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI 31

4.1. Görsel Sayım Tekniği 31
4.2 *P. lividus*'un Gonadosomatik İndeks Oranı Belirlenmesi 33
4.2.1 Deniz Suyu Sıcaklığı 33
4.2.2. Deniz Kestanelerinin Morfolojik Ölçümleri 34
4.2.3. Deniz kestanelerinin Test Renkleri 49
4.2.4. Gonad Rengi 51
4.2.5. Gonad Sıkılığı 53
4.2.6. GSİ Değerleri 54
4.2.7. GSİ Değerleri ve Yüzey Suyu Sıcaklıkları Değerlendirmesi 59

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER 61

5.1. Deniz Kestanelerinin Ekosistem Yaklaşımlı Avcılığının Yönetimi için Bazı Öneriler 71
5.2. Araştırmacılara Tavsiyeler 72
KAYNAKÇA 73

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde Oranı
‰	Binde Oranı
ABC	Maske, Palet ve Şnorkel
AGO	Yıllık Gamet Çıktısı
Gr	Gram
GSI	Gonadosomatik İndeks
IGO	Bireysel Gamet Çıktısı
İnd.	Deniz Kestanesi Örneklerinin Adedi
m^2	Metrekare
SCUBA	Self-Contained Underwater Breathing Apparatus
SH	Standart Hata
SUBIS	Türkiye'de Su Ürünleri Bilgi Sistemi

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	Görsel sayım istasyonların isimleri, koordinatları ve çalışmanın yapıldığı tarihler	23
Tablo 2	Tüm istasyonların koordinatları ve numune alımı tarihleri	27
Tablo 3	İstasyonlardaki SACFOR değeri	31
Tablo 4	Tüm bölgelerdeki 12 aylık deniz suyu sıcaklığı	34
Tablo 5	İstanbul/Tuzla İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri	35
Tablo 6	Yalova/Armutlu İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri	39
Tablo 7	Kocaeli/Gebze İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri	42
Tablo 8	İstanbul/Adalar İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri	46
Tablo 9	Donmuş deniz kestanesi ihracatı (2020-2024)	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Deniz kestanesi ile beslenen canlılar- İstanbul 2022	5
Şekil 2	Market değeri yüksek deniz kestaneleri	6
Şekil 3	Saros Körfezi'nde 2022 Nisan ayında avlanılan deniz kestaneleri	8
Şekil 4	Deniz kestanelerin yaşam döngüleri ve pluteus larvası	11
Şekil 5	Görsel sayım çalışmasında Kadıköy İstasyonları	19
Şekil 6	Görsel sayım çalışmasında Maltepe İstasyonları	20
Şekil 7	Görsel sayım çalışmasında Kartal İstasyonları	20
Şekil 8	Görsel sayım çalışmasında Pendik İstasyonları	21
Şekil 9	Görsel sayım çalışmasında Tuzla ve Armutlu İstasyonları	22
Şekil 10	Su üstünden görsel sayım çalışmasının görüntüleri	24
Şekil 11	Sualtında görsel sayım çalışmasının görüntüleri	25
Şekil 12	Çalışmadaki tüm GSİ istasyonları	26
Şekil 13	Numune toplama aşamaları	28
Şekil 14	Laboratuvarda morfolojik ölçümler	29
Şekil 15	Kesilmiş olan deniz kestanesi ve gonad tartımı	30
Şekil 16	İstasyonlardaki deniz kestanesinin ortalama birey sayısı	33
Şekil 17	Tüm istasyonlardaki deniz suyu sıcaklığı	34
Şekil 18	İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık yaş ağırlığı ortalaması	36
Şekil 19	İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli en ölçümü	36
Şekil 20	İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli boy ölçüm	37
Şekil 21	İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü	37

Şekil 22	İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü	38
Şekil 23	İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık gonad ağırlığı	38
Şekil 24	Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık yaş ağırlığı	39
Şekil 25	Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli en ölçümü	40
Şekil 26	Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli boy ölçümü	40
Şekil 27	Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü	41
Şekil 28	Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü	41
Şekil 29	Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık gonad ağırlığı	42
Şekil 30	Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık yaş ağırlığı	43
Şekil 31	Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli en ölçümü	43
Şekil 32	Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli boy ölçümü	44
Şekil 33	Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü	44
Şekil 34	Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü	45
Şekil 35	Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık gonad ağırlığı	45
Şekil 36	İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık yaş ağırlığı	46
Şekil 37	İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli en ölçümü	47
Şekil 38	İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikenli boy ölçümü	47

Şekil 39	İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü	48
Şekil 40	İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü	48
Şekil 41	İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanesi örneklerinin 12 aylık gonad ağırlığı	49
Şekil 42	Gözlemlenen test renkleri	50
Şekil 43	Dört bölgenin 12 aylık gözlemlenen test renkleri	51
Şekil 44	Gözlemlenen gonad renkleri	52
Şekil 45	Gözlemlenen gonad sıkılıkları	53
Şekil 46	Dört bölgenin 12 aylık gonad renkleri	53
Şekil 47	Dört bölgenin 12 aylık gözlemlenen gonad sıkılıkları	54
Şekil 48	İstanbul/Tuzla İstasyonu 12 aylık GSİ değeri	55
Şekil 49	Yalova/Armutlu İstasyonu 12 aylık GSİ değeri	56
Şekil 50	Kocaeli/Gebze İstasyonu 12 aylık GSİ değeri	57
Şekil 51	İstanbul/Adalar İstasyonu 12 aylık GSİ değeri	58
Şekil 52	Tüm istasyonların 12 aylık GSİ değeri	59
Şekil 53	Tüm istasyonların 12 aylık GSİ değerleri ve yüzey suyu sıcaklıkları değerlendirmesi	60

BİRİNCİ BÖLÜM
GİRİŞ

Ülkemiz; kıyı uzunluğu yaklaşık 8333 km olup (Tekelioğlu vd., 2007; Hoşsucu vd., 2001), Marmara Denizi, Trakya ve Anadolu yarımadalarını ayıran ve Türk Boğazlar Sistemi (Çanakkale ve İstanbul Boğazları) vasıtasıyla Karadeniz ve Akdeniz'i birbirine bağlayan bir iç denizdir (Gazioğlu vd., 2002). Bu özelliğiyle, Marmara Denizi, tamamı tek bir ülkenin egemenlik sınırları içerisinde yer alan dünyadaki tek deniz olma niteliğini taşımaktadır (Balık vd., 2022). Marmara Denizi, 11500 km^2 yüzey alana, 3378 km^3 bir hacme ve Avrupa ile Asya kıtaları arasında, 1025 km kıyı uzunluğuna sahiptir (Ünlüata vd., 1990; Beşiktepe vd., 1994; Sakınç, 2008). Yüzey alanı yaklaşık olarak Karadeniz'in %3'ü, Akdeniz'in ise %4'ü kadardır (TUİK, 2022). En derin olduğu yer -1273 metredir (Gazioğlu vd., 2002). Marmara Denizi'nin yüzey alanı ve hacmi küçük olmasına rağmen, derinlikleri 1000 metreyi geçen 3 büyük çukur bulunur. Bunlar; Marmara Ereğlisi (1390 m), Çınarcık (1238 m) ve Tekirdağ (1112 m) çukurlarıdır (Sönmez, 2008). Taban yüksekliğindeki farklılıklardan dolayı bünyesinde birçok ada ve adacık bulundurmaktadır (Yalçınlar, 2000).

Marmara Denizi'nde iki tabakalı akım yapısı hâkimdir (Ünlüata vd., 1990; Beşiktepe vd., 1994). Bu sistemde, yüzey tabakasındaki akıntılar güney yönünde Marmara Denizi'ne doğru gerçekleşirken, derin tabakadaki akıntılar ise kuzey yönünde Karadeniz'e doğru hareket etmektedir (Yüce, 1996; Özsoy vd., 1998; Yücel vd., 2021). Marmara Denizi'ne Karadeniz'den yılda net olarak 560 km^3, Akdeniz'den ise Çanakkale Boğazı vasıtasıyla yılda net 550 km^3 su gelmektedir (Ünlüata vd., 1990; Beşiktepe vd., 1994). Marmara Denizi'nde, özellikle yaz aylarında yüzey akıntıları daha belirgin olmakla beraber kış aylarında bu akıntılar zayıflar (Kurt vd., 2020). Bu iki katmanlı akıntı düzeni, İstanbul Boğazı'nın hidrolojik ve ekolojik yapısının önemli bir bileşenidir.

Karadeniz etkisindeki yüzey suları düşük tuzluluğa sahip iken Ege Denizi'nin etkisindeki dip sularında tuzluluk daha yüksektir (Ayyıldız ve Balık, 2019). Alt tabaka tazelenme süresi 6-7 sene gibi uzun bir süre alırken, üst tabaka suyunun tazelenmesi 5-6 ayı bulmaktadır (Müftüoğlu, 2008). Bu durum ise alt tabakada yaşayan canlı ekosistemini olumsuz etkilemektedir (Baykut vd., 1987).

Marmara Denizi'nin yüzeyinden yaklaşık 15-20 metre derinliğe kadar olan üst katmanında, Karadeniz kaynaklı az tuzlu su bulunur. Bu tabakadaki tuzluluk oranı, İstanbul Boğazı ve Boğaziçi'nin Marmara Denizi'ne açıldığı bölgede, akıntıların da etkisiyle ‰o 200-230 civarındadır. Ancak batıya doğru ilerledikçe tuzluluk artmakta; Çanakkale Boğazı'na yaklaştıkça, 30 metre ve daha derin seviyelerde tuzluluk oranı ‰o 360–370'ye kadar ulaşmaktadır (Sönmez vd., 2008).

Sıcaklık değerleri yönünden Marmara Denizi'nin yüzey suyu sıcaklık değerleri kışın 4-10 °C, yazın ise 20-25 °C derece arasında değişir (Demirel vd., 2024). Yüzey suyu sıcaklıkları; Kuzeydoğu bölgesinde azalırken, batı tarafına gidildikçe yüzey suyu sıcaklığı artar (Çakır vd., 2022). Son yıllarda, çevre denizlerde olduğu gibi Marmara Denizi'nde de yüzey suyu sıcaklıklarında artış eğilimi gözlemlenmektedir (Öztürk vd., 2022)

Marmara Denizi denizel canlılar için zengin biyolojik çeşitliliğe sahip çok önemli bir üreme ve göç alanı olduğundan dolayı EBSA (Ecologically or Biologically Significant Marine Areas/ Ekolojik veya Biyolojik Açıdan Önemli Deniz Alanları) kriterlerinin ilk altı maddesini, "yüksek" kategori seviyesinde karşılamaktadır (Yüksek, 2021). EBSA'nın ilk altı maddesi; C1: Eşsizlik, benzersizlik, C2: Türün yaşam döngüsü içerisinde özel bir önemi olması, C3: Tehlike altında bir tür veya habitatın olması, C4: Hassaslık, kırılganlık ve iyileşmenin yavaş olduğu alanlar, C5: Biyolojik üretkenlik, C6: Biyolojik çeşitlilik'dir. EBSA yüksek kategorisi; çeşitli türlerin korunması, sağlıklı bir ekosistemin sürdürülebilirliği (Topçu, 2015; Yeşil, 2016) ve sürdürülebilir çevre yönetimi konusunda halkın bilinçlendirilmesini (Topdağ ve Ürker, 2024) sağlamaktadır. Biyoçeşitlilik ve ekosistem sağlığının korunmasına yönelik verilerin toplanmasını ve analiz edilmesini teşvik etmektedir (Şeker ve Keleş, 2022). Bunlara ek olarak ekonomik olarak da önemli avantajlar sağlamakta; sürdürülebilir ekoturizm ve yerel kalkınma için fırsatlar yaratmaktadır. (Kıraç ve Ertuğrul, 2021; Binboğa ve Daşdemir, 2023).

Deniz ekosistemleri kirlilik, habitat bozulması, okyanus asitlenmesi, deniz seviyesinin yükselmesi, aşırı avlanma ve iklim değişikliği gibi insan nüfusunun etkilerinden kaynaklanan tehditlere maruz kalmaktadır (UNEP, 2006, Kenny vd., 2018). Bu değişiklikler türlerin bolluğu, kaynakların varoluşu ve ekolojik süreçlerin genel dengesi gibi deniz ekosistemlerinin sağlığını ve işleyişini doğrudan etkileyebilir (IPCC, 2022).

Marmara Denizi, diğer denizlerimize kıyasla daha küçük bir yüzölçümüne sahip olmasına rağmen, Türkiye balıkçılığı içerisindeki payı %10–15 arasında değişmektedir (TÜİK, 2022). Ancak, Marmara Denizi balıkçılığında av baskısı nedeniyle popülasyonları %80'in üzerinde azalan ya da tamamen kaybolan birçok balık ve omurgasız tür bulunmaktadır. Bu durum, hem stok değerlendirme sonuçlarının etkin biçimde yönetilemediğini hem de Marmara Denizi'ne yönelik iklimsel ve antropojenik baskılar karşısında balıkçılık faaliyetlerinin yeterince uyarlanamadığını göstermektedir (Demirel vd., 2023). Ayrıca, bu olgular ekosistemin dengesinin giderek bozulduğuna dair önemli bir kanıt olarak değerlendirilmektedir (Ulman vd., 2020).

Marmara Denizi tüm dinamik yapısına rağmen ciddi ekolojik sorunlara sahiptir. Bu sorunlar başlıca;

- Marmara Denizi'nin genel kirliği
- Kıyı yönetiminin yetersizliği
- Kıyısal aşırı ve bilinçsiz yapılaşma
- Atık su kontrolünün yetersizliğidir (Kayhan ve Büyükurgancı, 2017).

Bunlara ek olarak balıkçılık ile ilgili;

- Aşırı, bilinçsiz ve yasadışı avcılık
- Denetimlerin ve cezaların yetersizliği (Ayyıldız ve Balık, 2019) gibi problemler de söz konusudur.

Marmara Denizi'nde ciddi bir kirlilik baskısı bulunmaktadır (Beduk vd., 2021; Özturk vd., 2021; Yücel vd., 2021). Bu kirlilik baskısının başlıca sebepleri; tarımsal faaliyetler (Yaylı, 2024), karayolu trafiği (Bodur, 2023), petrol ve doğalgaz faaliyetleri (Özdemir, 2018), deniz trafiği, mikroplastikler (Gül vd., 2022), evsel ve endüstriyel atıksu deşarjlarıdır (Beduk vd., 2021; Öztürk vd., 2021).

Müsilaj, denizlerin yüzey suyu tabakasında sıcaklık artışı ve karbondioksit birikimi gibi çevresel faktörlerin etkisiyle oluşan jelatinimsi bir yapıya sahip, organik kökenli bir materyaldir (Tüfekçi vd., 2010; Erkan, 2022). Askıda (pelajik) veya dipte (bentik)

bulunabilen bu oluşumlar, zamanla büyük kütlelere ulaşarak yüzlerce kilometrelik kıyı şeridini kaplayabilmektedir (Herndl ve Peduzzi, 1988; Fogg, 1995; Innamorati, 1995; Myklestad, 1995; MacKenzie vd., 2002; Schaffelke vd., 2004; Caronni vd., 2016; Gül vd., 2022).

Müsilaj, dünyada ilk kez 1729 yılında Adriyatik Denizi'nde, Türkiye'de ise ilk kez 1992 yılında Erdek Körfezi'nde gözlemlenmiştir (Tüfekçi vd., 2010). Türkiye'de ikinci müsilaj olayı, 2007 Ekim ayında İzmit Körfezi'nden başlayarak Çanakkale Boğazı'na kadar yayılım göstermiştir (Aktan vd., 2008a). Ekim-Kasım 2008'de Marmara Denizi'nde üçüncü bir müsilaj olayı gözlemlenmiştir (Aktan vd., 2008b; Okyar vd., 2015). 2020 yılı sonlarına doğru müsilaj özellikle Marmara Denizi ve Kuzey Ege'de yoğunlaşmış ve 2021 yılı yaz döneminde (Aslan vd., 2021; Balkıs vd., 2021; Özalp, 2021; Topçu ve Öztürk, 2021) Türkiye'nin ve dünyanın en büyük müsilaj olayı gerçekleşmiş, müsilajın zamanla dibe çökmesi sonucu bölgede yaşayan denizel canlılar ise tehdit altında kalmıştır (Gül vd., 2022). Ayrıca bu olaydan dolayı turizm ve balıkçılık sektörleri de ekonomik olarak olumsuz yönde etkilenmiştir (Keleş vd., 2020; Yıldız ve Gönülal, 2021; Sarı, 2022).

Deniz kestaneleri, makroalg topluluklarının kontrolünde önemli bir ekolojik role sahiptir (Torres vd., 2019). Bu özellikleri sayesinde, denizel çevresel tehditlerin izlenmesinde ideal biyolojik göstergeler olarak değerlendirilmektedirler (Kassahn vd., 2009). *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816; hem tükettikleri deniz bitkileri hem de birçok balık ve omurgasız türü için besin kaynağı olmaları nedeniyle (Şekil 1) deniz ekosistemlerinde kilit bir otçul tür konumundadır (Migliaccio vd., 2016; Ceccherelli vd., 2022; Ruocco vd., 2017). Ayrıca, deniz suyu sıcaklığındaki artışa, asitleşmeye ve istilacı türlerin varlığına karşı hızlı tepkiler vererek sağlıklı deniz ekosistemlerinin bir göstergesi olma niteliği taşır (Aslan, 2022).



Şekil 1. Deniz kestanesi ile beslenen canlılar- İstanbul 2022 (Özgün)

Deniz kestanesi popülasyonundaki azalma, özellikle makroalglerin aşırı çoğalmasına yol açarken; popülasyonun artması ise makroalglerin yoğun şekilde tüketilmesine bağlı olarak deniz kestanelerinin baskın olduğu çorak alanların oluşmasına neden olmaktadır (Ruocco vd., 2017; Aslan, 2022).

P. lividus ayrıca, eşzamanlı olarak gelişen embriyoların morfolojik sapmalar açısından kolayca analizi yapılabilen bir türdür. Bu sebeple toksikoloji, fizyoloji ve biyoloji araştırmalarında kullanılabilecek ideal bir hayvan modelidir (Ruocco vd., 2017).

P. lividus, gonadlarının gastronomik bir lezzeti olmasından dolayı ekonomik olarak da değerlidir (Palacín vd., 1998). Deniz kestanesinin protein içeriği incelendiğinde karides ve yengeçlerden düşük; fakat istiridye ve midyelerden yüksek bir protein değerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Mataix-Verdu, 1993; Sağlam vd., 2013). Bu sebeple su ürünlerinde tüketilen bir gıdadır (Şekil 2).



Şekil 2. Market değeri yüksek deniz kestaneleri (H. Eyi, Gökçeada, 2022)

Yiyecek-içecek endüstrisinin yoğun talebini karşılayabilmek için *P. lividus* Akdeniz'de aşırı avlanmıştır. Ayrıca *P. lividus* stok durumu ve sıcaklık değişimleri nedeniyle de tehdit altındadır (Grosso vd., 2022; Paredes vd., 2022). Bu durum, bazı bölgelerde özellikle Avrupa'da popülasyonlarının tükenmesine sebep olmuştur (Torres vd., 2019).

Birçok ülke stok kontrolünü sağlama ve sürdürülebilir avcılık faaliyetlerini oluşturmak amacı ile bu tür için avcılığı yasaklamış veya kotalar koymuşlardır. Örneğin; 2000-2009 yılları arasında kontrolsüz avcılık yapılan İtalya'nın Sardunya Adası'nda 2009 yılında çıkartılan kararname ile lisanslı balıkçı sayısı 189'a ulaşmasına rağmen kasım nisan ayları arasında çapı 5 cm'den büyük olmak şartıyla günlük her balıkçı için 2000 adet deniz kestanesi avcılığına izin verilmiştir (Farina vd., 2023). İspanya'nın Galicia Bölgesi'nde ise mayıs- eylül ayları arasında 12 metre derinliğe kadar 09.00-15.00 saatleri arası çapı 5,5 cm'den büyük olmak şartıyla günlük her tekneye 300 kg veya teknedeki her balıkçı için 100 kg deniz kestanesi avlanılmasına izin verilmiştir. Ayrıca en etkili avcılık kısıtlamasının "Bölgesel Temelli Kullanım Ayrıcalıklı (TURF)" avcılığın olduğu belirtilmiştir (Farina vd., 2023; Aslan, 2022).

Yoğun market taleplerini karşılayabilmek için Avrupa ülkeleri deniz kestanesi ithalatı yapmak zorunda kalmıştır (Farina vd., 2023). Bu nedenle, Türkiye yoğun ihracat talepleri ile karşılaşmış ve denizlerimizde yoğun bir şekilde avcılık baskısı oluşmuştur (Aslan, 2022).

Ülkemiz kıyılarında afrodizyak etkisiyle bilinen deniz kestanelerinin (Paracentrotus lividus) avcılığı, Ayvalık bölgesinde yaklaşık otuz yıla uzanan bir geçmişe sahiptir (Demir-Sağlam vd., 2013). Bu tür, özellikle ocak-nisan ayları arasında havyarlarının olgunlaştığı dönemde, serbest dalış yöntemi ya da deniz kestanesi kepçeleriyle avlanmakta ve başta İstanbul ile İzmir olmak üzere büyükşehirlerdeki restoranlara pazarlanmaktadır. Ancak son iki-üç yılda artan dış pazar talebi nedeniyle yoğun bir av baskısı altına girmiştir (Şekil 3). Bu gelişmeler doğrultusunda, T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü, *P. lividus* türüne yönelik artan avcılık talebi ve ihracat hacmini dikkate alarak, 2022 yılı Mart ayı itibarıyla ülkemiz karasularında deniz kestanesi avcılığına yönelik bazı düzenlemeler getirmiştir. 5/1 Numaralı "Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ"in Ek-2'sine göre, İl Müdürlüklerinden "izin belgesi" almış balıkçı teknelerine, yalnızca dalma yöntemiyle avcılık yapma izni verilmiştir. Marmara Denizi Eylem Planı (MDEP) kapsamında ise, Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğazlarında ekosistem temelli balıkçılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliği amacıyla, 15 Mayıs 2022 tarihi itibarıyla deniz kestanesinin ticari amaçlı avcılığı ve toplanması yasaklanmıştır. Bu yasak, Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 09.05.2022 tarihinde gönderilen yazı ile, 5/1 Numaralı Tebliğin 48. maddesinin 30. fıkrasına dayanılarak uygulanmaya başlanmıştır (Aslan, 2022).

6/1 Tebliğ

Deniz salyangozu, deniz patlıcanı ve deniz kestanesi avcılığı

MADDE 29

(3) Deniz kestanesi avcılığına ilişkin düzenlemeler aşağıda belirtilmiştir:

a) Deniz kestanesi avcılığı yalnızca dalma yöntemi ile yapılır.

b) Deniz kestanesi avcılığında kullanılacak balıkçı gemileri için gemi ruhsat tezkeresinin verildiği il/ilçe müdürlüğünden Ek-2'de yer alan avcılık "İzin Belgesi" 'nin alınması zorunludur.

c) İzin almış balıkçı gemilerinde avcılık faaliyetleri esnasında deniz kestanesi dışında su ürünleri bulundurulamaz.

d) İzin almış balıkçı gemilerinde su altı tüfeği ve zıpkını bulundurulamaz.

e) Gün batımı ile gün doğumu arasında deniz kestanesi avcılığı yasaktır.

f) Deniz kestanesi avcılığının uygulama yöntemi, takibi, kullanılacak belgeler avlanılan ürünlerin karaya çıkarılması ve nakli, izlenmesi, günlük avlanılabilecek miktarı, zaman ve alan ile deniz kestanesinin yasadışı avcılığının önlenmesi kapsamında alınacak ek tedbirlere yönelik usul ve esaslar Bakanlıkça belirlenir.

g) Bakanlıkça belirlenen usul ve esaslara aykırı olarak deniz kestanesi avcılığı faaliyetlerinde bulunan balıkçı gemilerinin Ek-2 'de yer alan avcılık "İzin Belgesi "iptal edilir. İptal edilen iznin geçerli olduğu av dönemi için yeni izin belgesi düzenlenmez.

h) Deniz kestanesi avcılığında bulunacak balıkçı gemileri için il/ilçe müdürlüklerinden Ek-6'da yer alan "Nakil/Menşe Belgesi" 'nin alınması zorunludur.



Şekil 3. Saros Körfezi'nde 2022 Nisan ayında avlanılan deniz kestaneleri (Aslan, 2022)

Balıkçılar tarafından deniz kestanesi avcılığının kalkması için T. C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Şubesi'ne yoğun bir baskı bulunmaktadır. Ayrıca yerel balıkçılar tarafından Marmara Denizi'nde kaçak deniz kestanesi avcılığı yapıldığı gözlemlenmektedir. Bugüne kadar Türkiye kıyılarında yaşayan deniz kestanesi stokları hakkında bir çalışma yapılmamış olması ve özellikle GSİ konusundaki eksik bilgiler sebebiyle, türün bilimsel temelli kota uygulamaları ve dolayısıyla sürdürülebilir avcılık yönetimi şimdilik mümkün görünmemektedir.

Bu tez çalışması ile *Paracentrotus lividus*'un Marmara Denizi Kuzey Doğu kıyılarında yoğunluğunun tespit edilmesiyle birlikte gonadosomatik indeks değerinin araştırılması amaçlanmıştır.

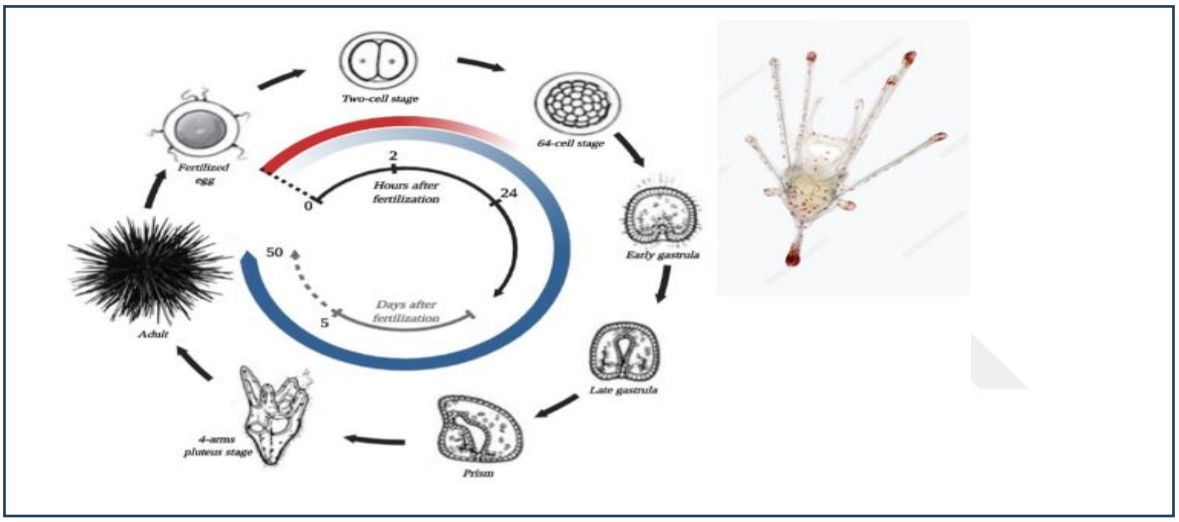
İKİNCİ BÖLÜM
KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Echinodea (derisi dikenliler) grubunda bulunan deniz kestanelerinin dünyada yaklaşık 800 türü bulunmaktadır. Çeşitli deniz ortamlarında tüm enlemlere dağılmış ve gelgitlerden derin denizlere kadar rastlanmaktadır (Iken vd., 2001, Lebrato vd., 2010). Bu türlerden yalnızca 20 tanesi gıda olarak tüketilmektedir (Byrne, 1990). Türkiye'de ise 20 tür deniz kestanesi bulunmaktadır (Çınar vd., 2024). Ülkemiz sınırlarında Akdeniz ve Ege sahilleri boyunca littoral bölgede 2 tane baskın deniz kestanesi türü vardır. Bunlar mor deniz kestanesi *Paracentrotus lividus* ve siyah deniz kestanesi *Arbacia lixula*'dır (Linneaus, 1758). *P. lividus*, gıda olarak en çok tercih edilen deniz kestanesi türlerinden biridir. Genel adı "mor deniz kestanesi" olsada, deniz kestanesi örnekleri kahverengi tonlardan yeşile kadar değişen farklı renklerde gözlemlenebilmektedir. Yapılan çalışmalar, deniz kestanesi örneklerinin bulundukları derinlik ile sahip oldukları kabuk rengi arasında herhangi bir ilişkinin bulunmadığını ortaya koymuştur (Boudoresque, 2001). Genellikle kayalık ve taşlık zeminlerde yatay düzlemde, 0-3 metre derinlikte sublittoral bölgede yaşamaktadırlar fakat derin sularda da rastlanmaktadır (Crook vd., 1990). *A. lixula* ise dikey ve yarı dikey kayalıklarda 2-15 metre derinliklerde yaşamaktadır (Gianguzza vd., 2010). İki deniz kestanesi biyolojik ve ekolojik olarak farklı özelliklere sahiptir. *P. lividus* makroalglerle beslenirken, *A. lixula* omnivordur (Wangensteen vd., 2012; Agnetta vd., 2015). *P. lividus* gölgelik yerleri tercih ederken, *A. lixula* ışık sever. Stenohalin özellik gösteren deniz kestaneleri, düşük tuzluluk toleranslarının sınırlı olması nedeniyle tatlı su girişlerinin yoğun olduğu bölgelerde ve Karadeniz gibi düşük tuzluluk seviyelerine sahip denizel ortamlarda yaşamlarını sürdüremezler (Özaydın vd., 1995; Öztürk, 1999). *Paracentrotus lividus* türünün ülkemiz denizlerindeki dağılımı büyük ölçüde Kuzey Ege Denizi'nde yoğunlaşmakla birlikte, Karadeniz hariç tüm denizlerimizde bulunduğu daha önceki çalışmalarla ortaya konulmuştur (Artüz, 1968; Ünsal, 1973; Özaydın vd., 1995; Köktürk,2014).

2.1. Deniz Kestanelerinin Üreme Şekli ve Yaşam Süreci

Paracentrotus lividus, gonokorik bir tür olup (dişi ve erkek deniz kestaneleri ayrı), dış döllenme yoluyla üremektedir. Dişi deniz kestaneleri yumurtalarını, erkekler ise

spermlerini deniz ortamına bırakmakta ve döllenme su kolonu içerisinde gerçekleşmektedir (Byrne, 1990; Spirlet vd., 2000). Döllenmiş yumurtalar birkaç gün içerisinde planktonik pluteus larva evresine ulaşmaktadır. Bu larvalar 3–6 hafta boyunca serbest bir şekilde yüzmekte ve planktonla beslenmektedir. Uygun bir zemin bulduğunda metamorfoz geçirerek juvenil (genç) deniz kestanelerine dönüşmektedir (Cellario ve Fenaux, 1990). Juvenil deniz kestaneleri yaklaşık olarak ilk 5 aylık gelişim süreci içerisinde 13–20 mm boya ulaşmakta ve cinsel olgunluk kazanmaktadır (Azzolina, 1987; Fenaux, 1990). Yetişkin deniz kestaneleri yaklaşık 6–7 cm çapında olup, doğal ortamda 8–10 yıl kadar yaşayabilmektedir (Shpigel vd., 2004; Şekil 4).



Şekil 4. Deniz kestanelerin yaşam döngüleri ve pluteus larvası (Adonin vd., 2021)

Bryne (1990) ile Spirlet vd., (2000), *Paracentrotus lividus*'un gonad gelişiminin genellikle yılın en soğuk aylarında başladığını ve deniz suyu sıcaklığının artmaya başladığı ilkbahar döneminde olgunlaştığını rapor etmiştir. Öte yandan, Shpigel vd., (2004), *P. lividus*'ta gonad gelişimi ve besin (nutrient) birikiminin, sıcaklıkların 24–26 °C'nin üzerine çıkması durumunda olumsuz yönde etkilendiğini ortaya koymuştur.

Paracentrotus lividus türünün üreme dönemi, Türkiye denizlerinde genellikle nisan ayının başından eylül ayının sonuna kadar olan süreçte gerçekleşmektedir (Artüz, 1992).

2.2. Sistematikteki Yeri

Şube: Derisidikenliler
Aile: Parechinidae
Cins: Paracentrotus
Türler: Paracentrotus lividus
Sinonim:
Echinus (Toxopneustes) lividus (Lamarck, 1816)
Echinus lividus (Lamarck, 1816)
Echinus purpureus Risso, 1826
Echinus vulgaris Blainville, 1825
Euryechinus lividus (Lamarck, 1816)

2.3. Önceki Çalışmalar

2.3.1. Görsel Sayım Çalışması

Aslan (2022), *Paracentrotus lividus* türünün Gökçeada kıyılarındaki yoğunluğunu belirlemek amacıyla, 2012 yılı yaz döneminde (temmuz–ağustos) 10 istasyonda ve 2018 yılı Temmuz ile Ekim aylarında 15 istasyonda görsel sayım yöntemi kullanarak bir çalışma gerçekleştirmiştir. Gözlemler, farklı derinlik aralıklarında ve değişken uzunluktaki transektler boyunca yürütülmüştür. Çalışma bulgularına göre; 2012 yılında en yüksek deniz kestanesi örneklerinin yoğunluğu, Laz Koyu'nun kayalık kıyılarında metrekarede 4 adet ile kaydedilmiştir. 2018 yılı verilerine göre ise en yüksek yoğunluk, Kuzulimanı transektinin 112–120 m arasındaki 5 m genişliğindeki (40 m^2) kesiminde ve Kokina III transektinin 0–52 m aralığındaki 10 m genişliğindeki (520 m^2) bölümünde metrekarede 5 adet olarak tespit edilmiştir.

P. lividus türünün Marmara Denizi'ndeki popülasyonu konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamış olmakla birlikte ülkemiz kıyılarında başka bir kestane türünün dağılımı ve bolluğu konusunda yapılmış bir çalışma da bulunmamaktadır.

Blount vd., (2024) Yeni Güney Galler'deki ortalama 800 km alanı kapsayan 51 istasyonunda Mart 2000- Nisan 2001 arasında ticari olarak avlanan uzun dikenli deniz kestanesini (*Centrostephanus rodgersii*) ve kırmızı deniz kestanesinin (*Heliocidaris tuberculata*) yoğunluğu görsel sayım tekniği kullanılarak tespit edilmiştir. Gözlemler 15 m uzunluğunda bir transekt kullanılarak 15 tekrar ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucuna göre en fazla deniz kestanesi; *Heliocidaris* türünde 5 m^2 alanda 8,3 adet, *Centrostephanus* türünde ise 5 m^2 başına 4,9 adet gözlemlenmiştir.

Gianguzza vd., (2006) Sicilya'nın 60 km kuzeyinde, güney Tiren Denizi'nde bulunan Ustica Adası'nda 2003-2004 tarihleri arasında tüplü dalış yaparak *P. lividus* ve *A. lixula* türlerinin yoğunluğunu tespit etmiştir. *P. lividus*'un ortalama yoğunluğu sonbahar ve yaz olarak sırasıyla; 4,0 ± 0,5 adet/m^2 ile 0,7 ± 0,1 adet/m^2, *A. lixula*' nın yoğunluğu sonbahar ve yaz olarak sırasıyla 0,7 ± 0,2 adet/m^2, 3,1 ± 0,5 adet/m^2 olarak kaydedilmiştir.

Addis vd., (2009a) ve Addis vd., (2009b) 2007 yılı sonbahar mevsiminde *P. lividus* popülasyonlarının mekansal yapısını belirlemek amacıyla Sardunya'da balıkçılığın yoğun olduğu dört istasyonda görsel sayım tekniği kullanılarak türün istasyonlardaki yoğunluğu tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda en yoğun olduğu istasyonun Porto Palma (5,11 ± 0,70 m^2; örnek sayısı = 1550) ve en az olduğu istasyonun ise Teulada (1,95 ± 0,22 m^2; örnek sayısı = 540) olduğu gözlemlenmiştir.

Owen vd., (2013) tarafından 2008 Kasım- 2012 Eylül 2012 tarihleri arasında Tossa de Mar (KD İspanya, 41°43.2′K, 2°56.4′D) kıyılarında 3-10 m derinliklerde Ağustos 2010'a kadar ayda 10 adet, daha sonraki aylarda 20 adet *A. lixula* türü toplanmıştır. Çalışmanın başında ve sonunda 50 metrekarelik 6 transekt hattı kullanılarak *A. lixula* popülasyonuna bakılmıştır. Çalışmanın başlangıcında metrekarede 0,6 ± 0,8 adet ve çalışmanın sonunda metrekarede 0,8 ± 0,3 adet tespit edilmiştir. Dört yıl içinde *A. lixula* yoğunlukları arasında önemli bir fark görülmemiştir.

Bellas vd., (2016) Aralık 2011-Nisan 2012 tarihinde Santa Catarina bölgesinde yaşayan deniz kestanelerinin yoğunluğunu tespit etmek amacıyla çalışma yürütmüştür. 3-7 m ve 2-5 m derinliklerde görsel sayım tekniği uygulaması ve SCUBA yöntemi ile 20x1 m'lik transekt kullanılarak sayım yapılmıştır. Çalışma sonucunda *E. lucunterwas* açık ara farkla

en bol bulunan türdür (12,7 ± 1,1 m^2). Bu türü sırasıyla *Arbacia lixula* (1,67 m^2) ve *Paracentrotus gaimardi* (1,34 m^2) takip etmektedir.

McLaren vd., (2024a) ve McLaren vd., (2024b) 2010, 2012, 2016 ve 2019 yıllarında ağustos-ekim ayları arasında Avustralya'daki 7 istasyonda görsel sayım tekniği kullanarak deniz kestanelerinin popülasyon dinamikleri tespit edilmiştir. Gözlemler 30 metre uzunluğunda bir transekt kullanılarak 5 tekrar yapılmıştır. Çalışmada sekiz adet deniz kestanesi türü kaydedilmiştir. Bu türler; *Tripneustes australiae, Centrostephanus rodgersii*, *Diadema* spp. (*D. savignyi* veya *D. setosum*), *Tripneustes gratilla gratilla*, *Heliocidaris tuberculata, Phyllacanthus parvispinus, Heliocidaris eritrogramma* ve *Phyllacanthus callista*'dır. En çok gözlemlenen tür 2010 yılında 3,18 adet m^2 ve 2012 yılında 2,61 adet m^2 ile *Centrostephanus rodgersii*, 2016 yılında 5 adet m^2 ile *Phyllacanthus callista*, 2019 yılında ise 4 adet ile m^2 ile *Tripneustes gratilla gratilla*' dır.

Vera-Duarte vd., (2024) tarafından Güney Pasifik'de Şili'ye ait adalar grubu olan Juan Fernández Takımadaları'nda Ocak 2014, Mart 2017 ve Ocak 2024 tarihlerinde uzun dikenli deniz kestanesi *Centrostephanus sylviae* türünün bolluğunu tespit etmek amacıyla kıyıya paralel 10-20 metre derinlikte SCUBA ve görsel sayım tekniği yöntemi ile çalışma yürütülmüştür. Çalışma sonucunda; 2014 ile 2024 yılları arasında, *C. sylviae* bolluğunun 0.91 ± 0.00 m^2 adetten 4.12 ± 1.33 m^2 adede çıktığı gözlemlenmiştir. Juan Fernández Takımadaları'nda *Paracentrotus lividus* popülasyonundaki artışın nedeni olarak doğal yırtıcıların azalması, deniz suyu sıcaklığındaki artış, yabancı türlerin ortama girişi ve insan kaynaklı habitat değişikliklerinin bir araya gelmesiyle açıklanmıştır.

Klaoudatus vd., (2022) tarafından 2016-2017 tarihleri arasında Pagasitikos Körfezi'nin kuzeyinde bulunan iki lokasyondan 3 ila 7 metre derinlikten her ay 40 adet olmak üzere toplamda 920 adet *A. lixula* toplanmıştır. Popülasyonları; en yüksek yaz aylarında 4,0 ± 5,96 ind. m^{-2} ve en düşük sonbahar aylarında (0,8 ± 1,69 ind. m^{-2}) tespit edilmiştir.

King vd., (2024) Temmuz ve Ekim 2020 tarihlerinde deniz kestanesi popülasyonunu belirlemek amacıyla Hong Kong'da 3-5 m ve 15-17 m derinlikte görsel sayım tekniği uygulaması ve SCUBA dalışı ile deniz kestanelerinin varlığı veya yokluğu kaydedilmiştir.

Çalışma sonucunda 6 familyadan toplam 11 tür kaydedilmiştir. Çalışma kapsamında, 3–5 metre derinlik aralığında yapılan gözlemlerde *Diadema setosum, Heliocidaris crassispina, Parasalenia gratiosa, Salmacis sphaeroides, Echinothrix calamaris Temnopleurus reevesi, Echinometra mathaei* ve *Temnopleurus toreumaticus* türleri olmak üzere dört farklı familyaya ait toplam sekiz tür tespit edilmiştir. Buna karşılık, 15–17 metre derinlik aralığında gerçekleştirilen incelemelerde, yukarıda adı geçen türlere ek olarak *Diadema savignyi, Prionocidaris baculosa* ve *Stomopneustes variolaris* türlerinin de gözlemlenmesiyle, altı farklı familyaya ait toplam on türün varlığı belirlenmiştir.

Piacentini vd. (2025), *Paracentrotus lividus* popülasyonlarının mekânsal ve zamansal dinamiklerini değerlendirmek amacıyla 2013–2022 yılları arasında Korsika kıyılarında çalışmalar yürütmüştür. Tür dağılım modellemesi (Boosted Regression Trees) sonuçları, popülasyon yoğunluğunun özellikle 2016 sonrasında ciddi biçimde azaldığını; büyük bireylerde %54–79, orta boy bireylerde ise %72–100 oranında düşüş yaşandığını ortaya koymuştur.

2.3.2. *P. lividus*'un Gonadosomatik İndeks Oranı Belirlenmesi

Lök ve Köse (2006) tarafından Aralık 2001–Eylül 2002 tarihleri arasında Urla İskelesi'nde yürütülen çalışmada, ***Paracentrotus lividus*** türünde beş farklı test (kabuk) rengi tespit edilmiştir. Araştırma süresince yapılan gözlemler sonucunda, türün şubat ve mayıs aylarında olmak üzere iki ayrı pik üreme dönemi gösterdiği belirlenmiş; gonad oranının ise maksimum %8,97 ± 0,56 olarak ölçüldüğü bildirilmiştir (Lök ve Köse, 2006).

Özvarol (2003) tarafından Eylül 2001 Ağustos 2002 tarihleri arasında Antalya Körfezi kıyılarında mevsimsel olarak 0-10 metre derinliklerde *P. lividus* örneklemesi yapılmış ve biyolojik özellikleri incelenmiştir. Gonad indekslerinin ilkbaharda en yüksek seviyede olduğu ve gonad gelişiminin su sıcaklığı ile ters orantılı olduğu tespit edilmiştir (Özvarol, 2003).

Küçükdegirmenci vd., (2016) tarafından 2003 Haziran- Mayıs 2004 tarihleri arasında İzmir Çeşme'de her ay 0.5-1 m derinlikten 60 adet *P. lividus* türü toplanmıştır. Gonad

indeksi nisan ayında %6.22 ± 0.56, ocak ayında (%6.31 ± 0.71) ve mayıs ayında (%6.07 ± 0.70) tespit edilmiştir.

Küçükdegirmenci vd., (2017) tarafından 2004 Kasım -2005 Mayıs tarihleri arasında İzmir Çeşme'de *P. lividus*'un fekondite ve gonad indeksi çalışması yapılmıştır. Her ay 0.5-1 metreden 30 örnek toplanarak biyometrik ölçümleri (test çapı ve toplam ağırlık) yapılmıştır. En düşük gonad ağırlığı ocak ayında ölçülmüştür ve en yüksek değer mart ayında görülmüştür (Küçükdegirmenci vd., 2017).

Köktürk (2014) tarafından Mayıs 2011- Nisan 2012 tarihleri arasında Çanakkale Güzelyalı'da *Paracentrotus lividus* türü rastgele bir şekilde toplanmıştır. Her örneğin yaş ağırlıkları 0,01gr hassasiyetindeki tartı ile tartılmıştır ve biyometrik (dikenli en-boy, dikensiz test en-boy) ölçümleri kumpas ile ölçülmüştür. Her kestanenin gonad lobu ayrı ayrı hassas terazi ile tartılmıştır. Daha sonra ise histolojik analiz çalışmaları için kesit alma ve boyama işlemi yapılmıştır. Gonad gelişim evreleri belirlenmiş ve 6 evrede gonad gelişiminin tamamlandığı tespit edilmiştir. Döl verme dönemlerinin sonbahar ve yaz mevsimleri olduğu gözlemlenmiştir (Köktürk, 2014).

Yılmaz ve Tunçer (2016) tarafından 2014–2015 yılları arasında yürütülen çalışmada, Çanakkale Boğazı kıyıları ile Gökçeada kıyılarından mevsimsel olarak toplam 20 adet *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula* türü toplanmıştır.

P. lividus türünün Marmara Denizi'ndeki üreme stratejisi konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Owen vd., (2013) tarafından 2008 Kasım- 2012 Eylül 2012 tarihleri arasında Tossa de Mar (KD İspanya) kıyılarında 3-10 m derinliklerde Ağustos 2010'a kadar ayda 10 adet, daha sonraki aylarda 20 adet *A. lixula* türü toplanmıştır. *A. lixula*'nın GSI'sinin mayıs-haziran-temmuz aylarında doğrusal olarak arttığını ve planktondaki larvaların varlığına göre haziran- kasım ayları arasında yumurtlama döneminin uzayabildiği görülmüştür. Histolojik çalışmalar sonucunda ise; deniz kestanelerinin cinsiyetleri tespit edilmiş ve deniz kestanelerinin beş gelişimsel evreden birine (harcanmış-iyileşmiş-büyüyen-erken-olgun) sınıflandırılmıştır.

Raposo vd., (2023a) ve Raposo vd., (2023b) tarafından Temmuz 2015- Aralık 2016 tarihleri arasında 18 ay boyunca Peniche'deki (Portekiz'in orta batı kıyısı) Praia do Abalo'da test çapları 30 ila 50 mm arasında değişen toplam 30 adet deniz kestanesi toplanmıştır. Deniz kestaneleri en yüksek yaş ağırlığa Temmuz 2015'te (53,19 ± 12,72 g), en düşük yaş ağırlığa ise Aralık 2015'te (17,99 ± 3,43 g) sahiptir. Gonad ağırlığı ise en yüksek Aralık 2016 ayında (4,41 ± 2,27 g), en düşük ise Haziran 2016 ayında (1,17 ± 0,4 g) ölçülmüştür. En yüksek GSİ değerleri Nisan 2016'dır (%12,87 ± 6,43) ve en düşük GSİ değerleri Temmuz 2015 (%4.18 ± 1.3) olarak belirlenmiştir. Deniz suyu sıcaklığı en düşük Şubat 2016 ve Mart 2016'da (her iki ayda 13 °C) ölçülmüştür. En yüksek deniz suyu sıcaklığı ise Temmuz 2016 ve Ağustos 2016'da (her iki ayda 19 °C) ölçülmüştür. Ayrıca histolojik çalışmalar yapılmıştır ve sonuçta gonadlar 7 gruba ayrılmıştır. Bunlar; Aşama 1-İlk aşama, Aşama 2- Büyüme, Aşama 3- Erken Evre, Aşama 4- Olgun, Aşama 5- Yumurtlama, Aşama 6-Tükendi, Aşama 7- Yeniden Emilim'dir.

Klaoudatus vd., (2022) tarafından 2016-2017 tarihleri arasında Pagasitikos Körfezi'nin kuzeyinde bulunan iki lokasyondan 3 ila 7 metre derinlikten her ay 40 adet olmak üzere toplamda 920 adet *A. lixula* toplanmıştır. Biyometrik ölçümlerinde ise; test çapı 16,07 ila 54,66 mm, test yüksekliği 8,45 ila 30,96 mm, toplam ağırlık 7,08 ila 67,83 g ve kabuk ağırlığı 0,65 ila 43,21 g arasında değişmektedir.

Elmasry vd., (2023) tarafından sonbahar 2017/sonbahar 2018 tarihleri arasında Mısır'ın İskenderiye kentindeki Miami bölgesinden, toplam 1895 adet yabani *P. lividus* aylık olarak toplanmıştır. Cinsiyet oranı; cinsiyeti yayma testi ve mikroskobik inceleme ile incelenmiştir. 1895 örneğin incelenmesi sonucunda 1607'sinin cinsiyeti belirlenmiştir. Ocak, şubat, nisan, haziran, temmuz, ağustos ve kasım aylarında erkek, eylül, ekim ve aralık aylarında ise dişinin baskın olduğu, mart ve mayıs aylarında daha dengeli bir cinsiyet oranı olduğu tespit edilmiştir. Diseksiyondan sonra, ortalama gonadosomatik indeks belirlenmiştir. Erkek deniz kestanelerinde en yüksek GSİ değerini (8,64 ± 5,11) mart ayında gözlemlenirken, dişi deniz kestanelerinde en yüksek GSİ değeri nisan ayında (6,68 ± 4,48) gözlemlenmiştir. Hem erkek deniz kestaneleri hem de dişi deniz kestaneleri temmuz ayında yüksek GSI değerleri göstermiştir. Bu dönem iyileşme dönemi olarak yorumlanmıştır. Üreme dönemi 2 dönem olarak tespit edilmiştir; Birinci üreme dönemi mart ve haziran ayları arasında, ikinci üreme dönemi ise kasım ve aralık ayları arasındadır. En düşük GSI değerleri

ise kış mevsiminde daha düşük su sıcaklıklarında (18–19 °C) gözlemlenmiştir. (aralık: erkek deniz kestaneleri için 1,31 ± 1,69 ve dişi deniz kestaneleri için 1,46 ± 2,04; ve ocak: erkek deniz kestaneleri için 1,57 ± 2,36 ve dişi deniz kestaneleri için 1,97 ± 2,26) ve en yüksek değerler ilkbahar mevsiminin başlangıcında orta su sıcaklığıyla (20–22 °C) tespit edilmiştir. Mevsimsel GSI eğilimi yıllık deniz suyu sıcaklığıyla pozitif korelasyon göstermiştir. Histolojik analiz için ay başına rastgele 34 örnek kullanılmıştır. Erkek ve dişi gonadlar için dört farklı olgunluk aşaması tespit edilmiştir.

Yahiaoui vd., (2024) tarafından Mart ve Ağustos 2019 tarihinde Cezayir'in batı kıyısı boyunca (Güneybatı Akdeniz) biri gelgit alanına yakın, diğer dördü ise gelgit altı bölge olmak üzere 5 farklı noktadan 15 adet, toplamda 150 adet *P. lividus* toplanmıştır. Toplanılan deniz kestaneleri arındırma işlemi için deniz suyunda 18-26 saat bekletilmiş ve daha sonra her bir deniz kestanesinde morfometrik parametreler ölçülmüş. Toplam ağırlık 45,60 ± 15,14 gr, test ağırlığı 22,20 ± 6,21 gr, gonad ağırlığı 1,70 ± 1,24 gr, test çapı, 42,28 ± 9,29 mm, test yüksekliği; 24,93 ± 7,34 mm ve test hacmi 30,39 ± 21,37 cm^3 bulunmuştur. Gelgit alanına yakın olan bölgeden hasat edilen deniz kestaneleri, gelgit altı bölgesindeki diğer dört bölgeden hasat edilen deniz kestanelerinden daha küçük olduğu tespit edilmiştir.

Ruberti vd., (2023) tarafından 2013-2019 tarihleri arasında her ay Sinis Yarımadası'nın kuzeyinde (orta batı Sardunya) bulunan Su Pallosu Körfezi'nde 12-20 adet deniz kestanesi toplanmıştır. Bu sayı yılda ortalama 400 deniz kestanesine ve 5 yılda 2000 deniz kestanesine denk gelmektedir. Tüm yıl boyunca Bireysel Gamet Çıktılarının (IGO') toplamı, Yıllık Gamet Çıktısını (AGO) temsil etmektedir. Hasat bölgesindeki aylık ortalama GSI'nin zamansal örüntüsü 5 yıl içinde önemli bir ölçüde değişmediği saptanamamıştır. Deniz kestanelerinde 2 yumurtlama dönemi tespit edilmiş; ana yumurtlama dönemi mart ayında, daha küçük yumurtlama dönemi ise sonbahar dönemine ait bulunmuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM
MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Görsel Sayım Tekniği

3.1.1. Çalışma Alanı

İstanbul İli Anadolu Yakası'nda bulunan 5 ilçede olmak üzere toplam 37 km'lik bir hat boyunca 19 istasyon belirlenmiştir. Bu ilçeler Tuzla, Pendik, Kartal, Maltepe, Kadıköy'dür. Daha sonra bu çalışmaya ek olarak Yalova'nın Armutlu ilçesinde 1 istasyon daha eklenmiştir (Şekil 5-9 ve Tablo 1).



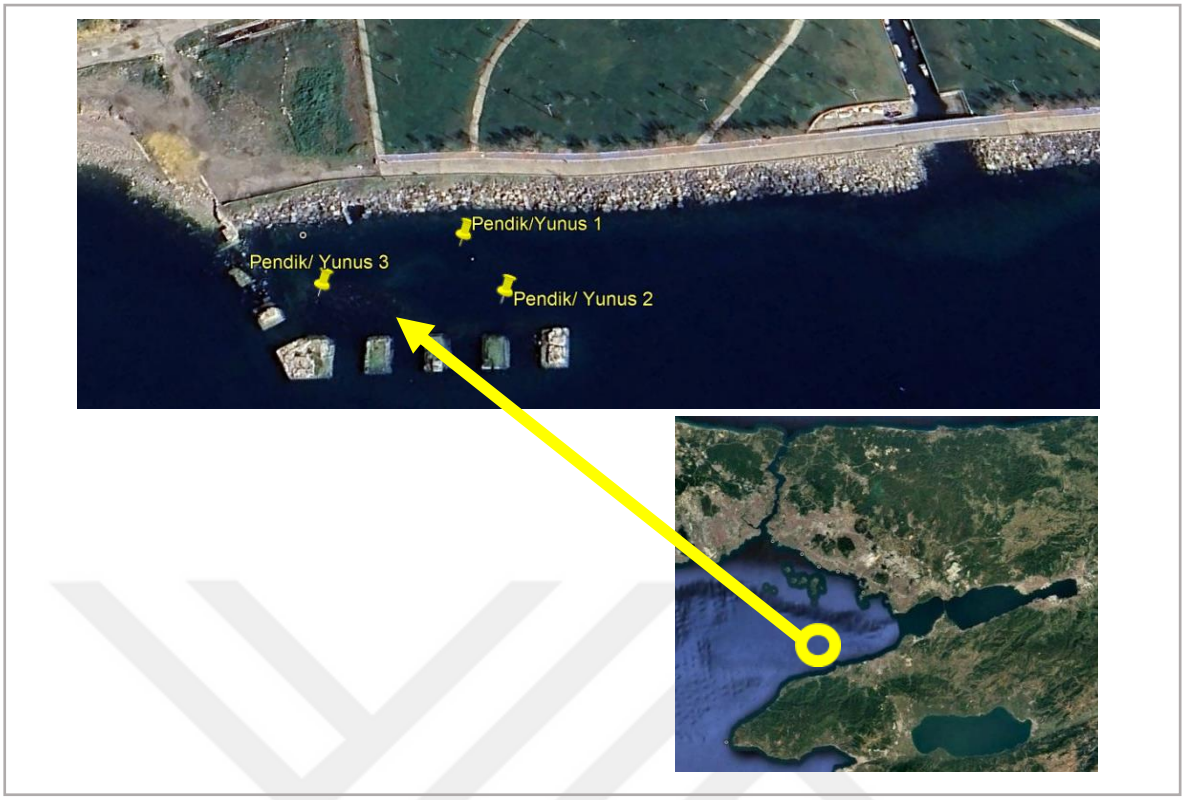
Şekil 5. Görsel sayım çalışmasında Kadıköy İstasyonları



Şekil 6. Görsel sayım çalışmasında Maltepe İstasyonları



Şekil 7.Görsel sayım çalışmasında Kartal İstasyonları



Şekil 8. Görsel sayım çalışmasında Pendik İstasyonları



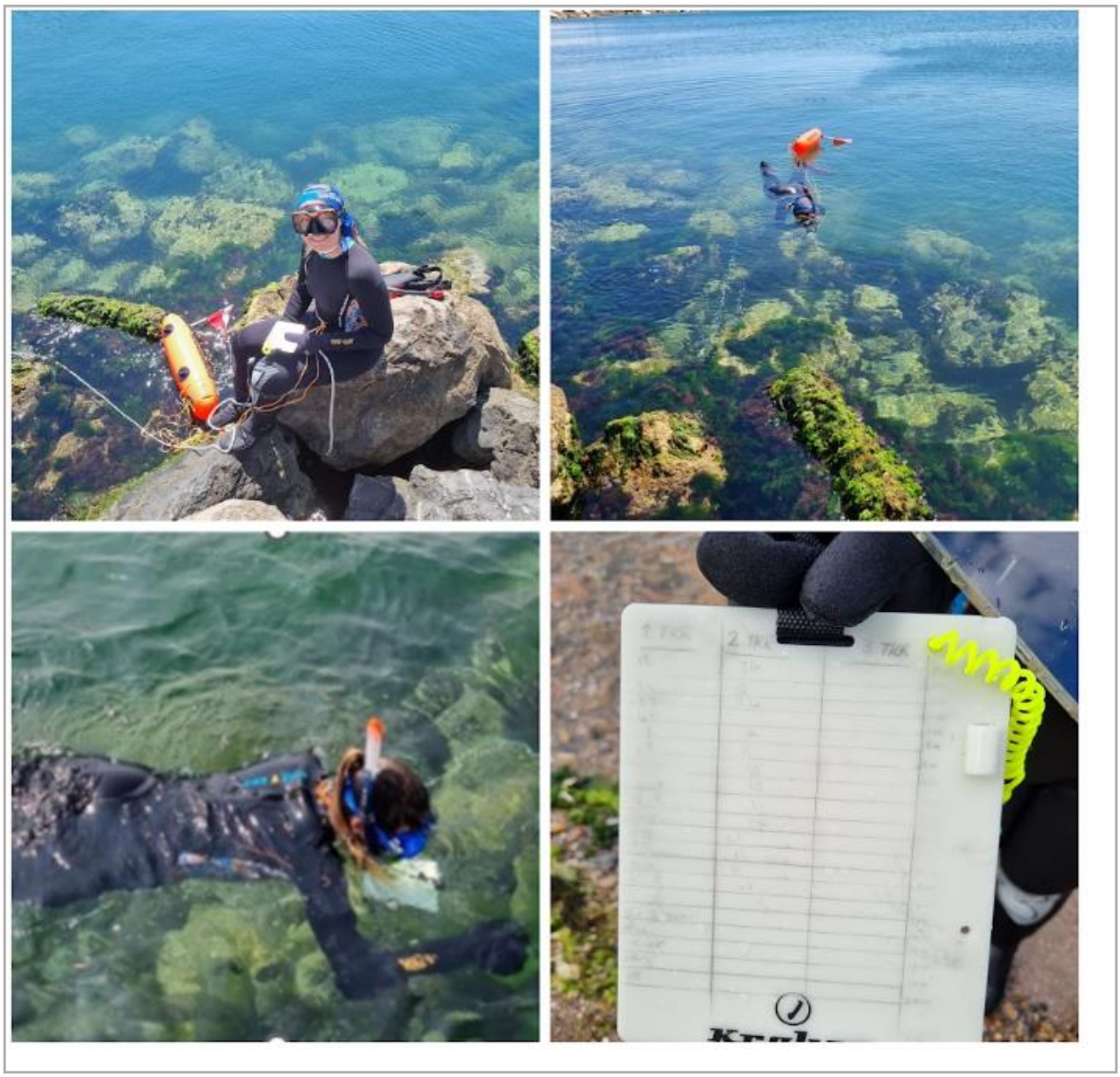
Şekil 9. Görsel sayım çalışmasında Tuzla ve Armutlu İstasyonları

Tablo 1

Görsel sayım istasyonların isimleri, koordinatları ve çalışmanın yapıldığı tarihler

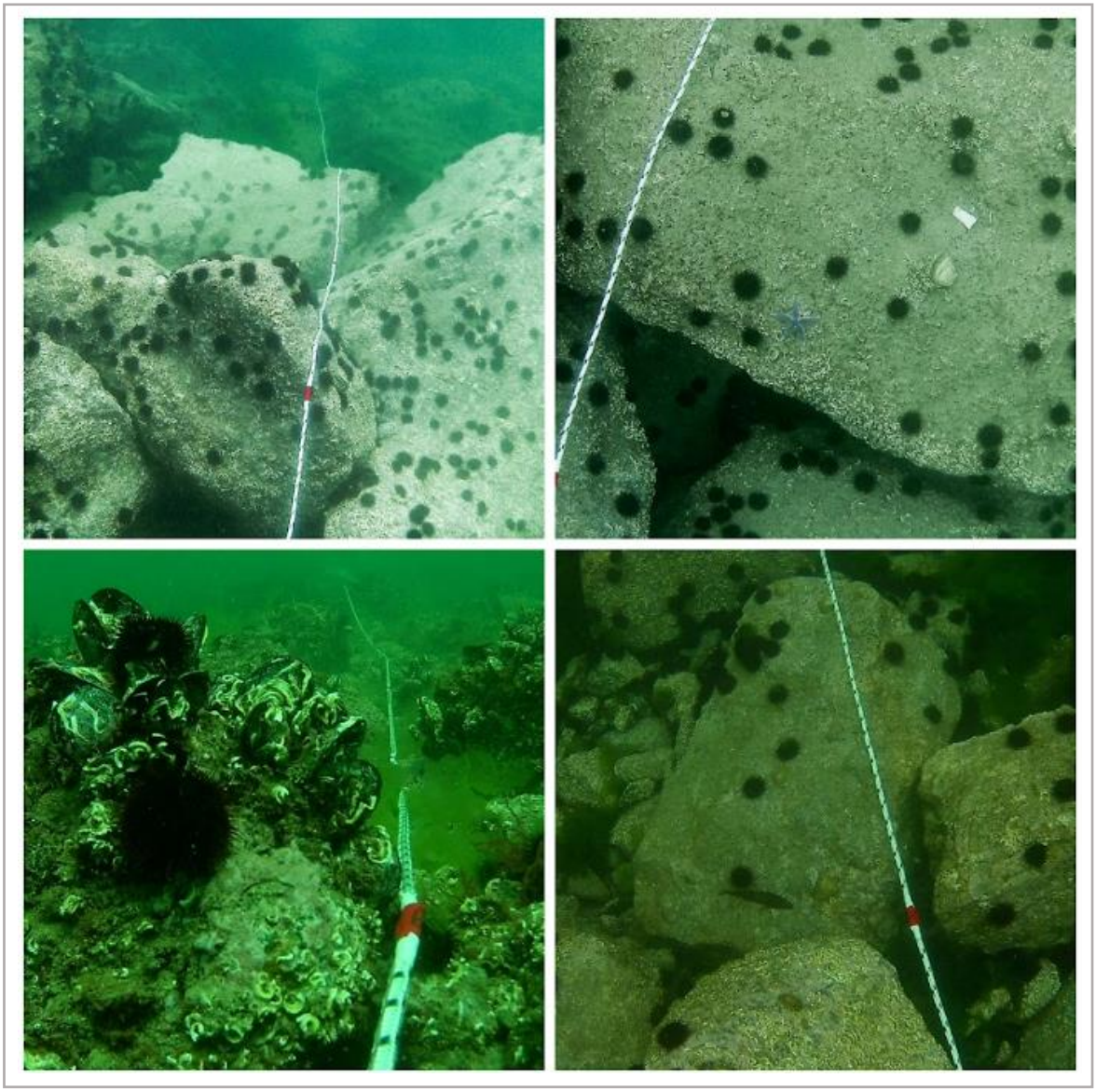
İSTASYONLAR	KOORDİNATLAR		TARİH
İstanbul/Tuzla:	N 40°49'12.9396"	E 29°16'28.2252"	13 Ağustos 2023
			22 Ağustos 2024
İstanbul/Pendik	N 40°52'54.2748"	E 29°12'24.516"	15 Ağustos 2023
	N 40°52'53.238"	E 29°12'24.0264"	06 Ağustos 2024
	N 40°52'53.8608"	E 29°12'22.6476"	
İstanbul/Kartal:	N 40°54'03.2292"	E 29°09'12.4596"	17 Ağustos 2023
	N 40°54'03.0492"	E 29°09'11.0592"	24 Temmuz 2024
	N40°54'05.4756"	E 29°09'05.1768"	
	N40°54'05.6304"	E 29°08'57.7248"	
İstanbul/Maltepe:	N 40°56'29.1768"	E 29°06'07.5456”	14 Ağustos 2023
	N 40°56'39.498"	E 29°06'09.5832"	29 Temmuz 2024
	N 40°56'42.3492"	E 29°06'07.3008”	
İstanbul/Kadıköy:	N 40°58'04.3644"	E 29°03'05.49"	18 Ağustos 2023
			05 Ağustos 2024
	N 40°58'03.1692"	E 29°01'51.7836"	16 Ağustos 2023
	N 40°58'03.1692"	E 29°01'51.7836"	24 Kasım 2024
	N 40°58'46.0956"	E 29°01'43.0788"	
	N 40°58'41.7072"	E 29°01'21.7128"	
	N 4057'56.6712"	E 2902'02.1372"	16 Ağustos 2023
	N 40°58'50.0196"	E 29°01'11.9532"	18 Kasım 2024
	N 40°59'07.062"	E 29°01'11.8128"	
Yalova/Armutlu	N 40°31'40.8288"	E 28°45'16.5708"	17 Kasım 2023
			31 Mayıs 2024

3.1.2. Çalışma Yöntemi



Şekil 10. Su üstünden görsel sayım çalışmasının görüntüleri (Özgün)

İki yıl boyunca yılda 1 kere *P. lividus* türüne ait deniz kestaneleri, ABC (maske, palet ve şnorkel) ile kıyıya paralel 0-3 metre derinliklerde görsel sayım tekniği ile tespit edilmiştir. Çalışma alanı her metresi işaretli 20 metre uzunluğundaki bir halatın sağı ve solundan 3'er metre genişliği kapsamıştır, toplamda 120 m^2 alan ardışık olarak 3 tekrar şeklinde gözlemlenmiştir (Şekil 10 ve Şekil 11). Her istasyon için toplam 360 m^2'lik bir alan 19 istasyonun tamamında toplamda 6840 m^2 alan taranmıştır.



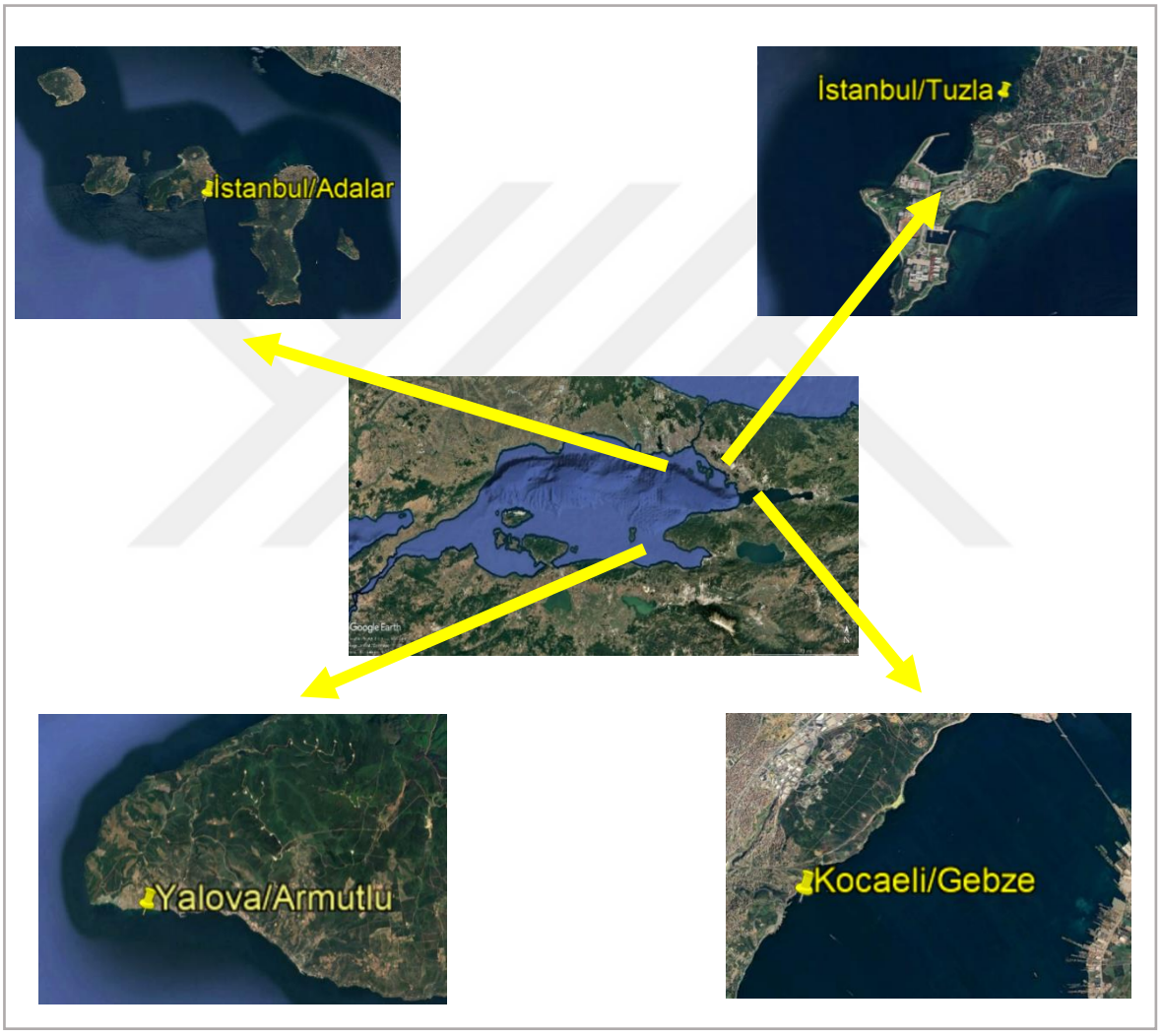
Şekil 11. Sualtında görsel sayım çalışmasının görüntüleri (Özgün)

Belirlenen istasyonlarda, işaretli halat boyunca sayımı yapılan deniz kestaneleri, **SACFOR** ölçeği (Strong ve Johnson, 2020) esas alınarak kaydedilmiştir. Bu ölçeğe göre; metrekare başına 100–999 adet "Çok Bol (S)", 10–99 adet "Bol (A)", 1–9 adet "Yaygın (C)" olarak sınıflandırılmaktadır. Ayrıca, 10 m²'de 1–9 adet "Sık (F)", 100 m²'de 1–9 adet "Nadir (O)" ve 1000 m²'de 1–9 adet ise "Ender (R)" kategorisine dâhil edilmektedir (Aslan, 2022).

3.2 *P. lividus*'un Gonadosomatik İndeks Oranı Belirlenmesi

3.2.1. Çalışma Alanı

Çalışmanın ikinci kısmında İstanbul-Tuzla, İstanbul-Adalar, Kocaeli-Gebze ve Yalova-Armutlu bölgelerinden *P. lividus*'un gonadosomatik indeks oranı araştırılmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Çalışmadaki tüm GSİ istasyonları

Çalışma İstanbul/Tuzla ve Yalova/Armutlu İstasyonları'nda Kasım 2023- Ekim 2024 tarihleri arasında, Kocaeli/Gebze ve İstanbul/Adalar İstasyonları'nda Aralık 2023- Kasım 2024 tarihleri arasında aylık olarak yapılmıştır. Bölgelerdeki çalışmalar koordinatları ve tarihleriyle sırasıyla Tablo 2'de verilmiştir.

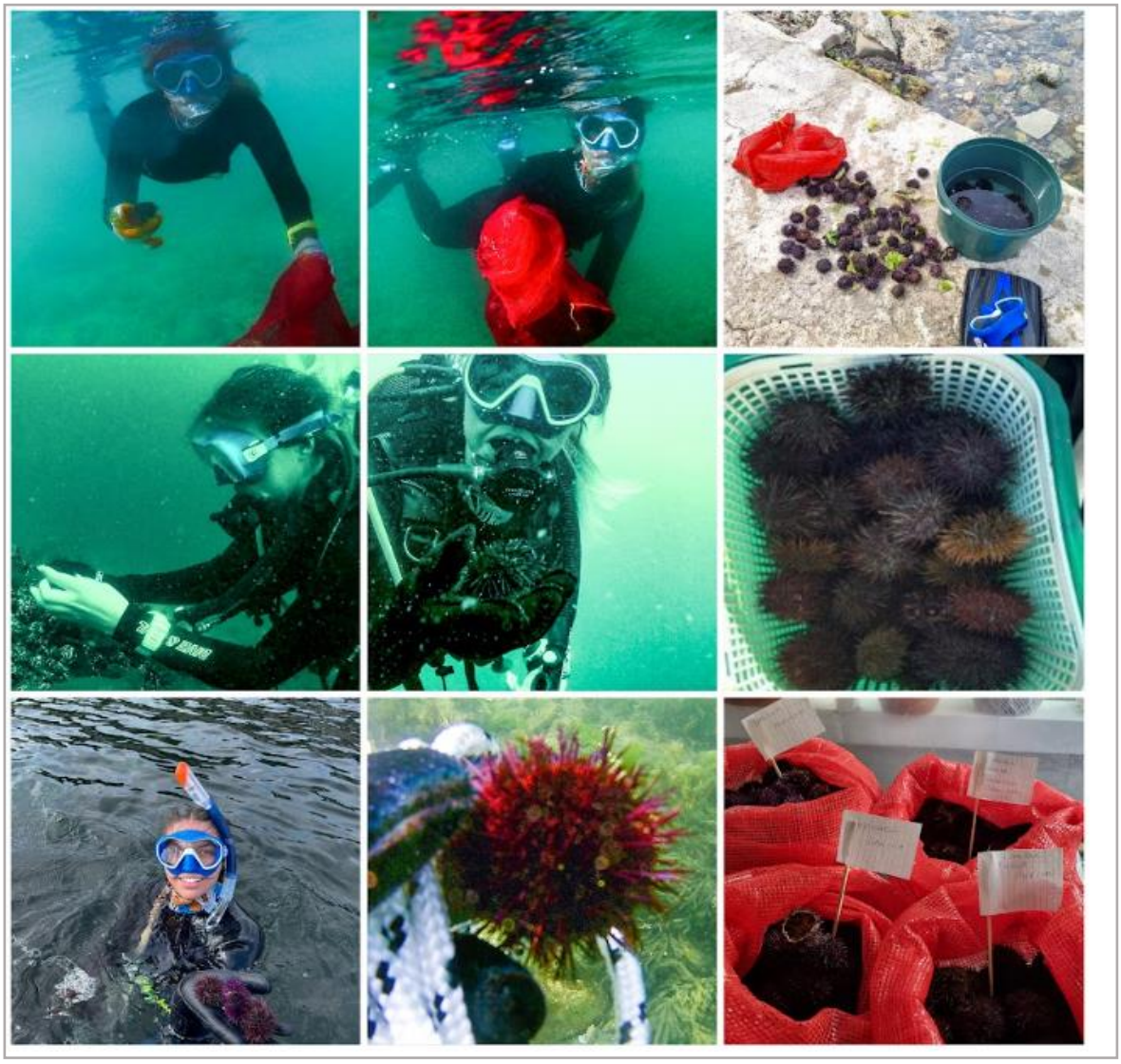
Tablo 2

Tüm istasyonların koordinatları ve numune alım tarihleri

İstasyonların Koordinatları ve Örneklerin Aylık Toplanma Tarihleri			
Yalova / Armutlu İstasyonu	Kocaeli /Gebze İstasyonu	İstanbul / Tuzla İstasyonu	İstanbul / Adalar İstasyonu
40° 30.636'K	40° 46.633' K	40° 49.324'K	40° 52.103'K
28° 48.400'D	29° 29.937'D	29° 29.937'D	29° 5.770 'D
17 Kasım 2023	5 Kasım 2024	4 Kasım 2023	Hava muhalefeti sebebiyle örneklenemedi
7 Aralık 2023	2 Aralık 2023	7 Aralık 2023	19 Aralık 2023
5 Ocak 2024	7 Ocak 2024	7 Ocak 2024	Hava muhalefeti sebebiyle örneklenemedi-
2 Şubat 2024	2 Şubat 2024	4 Şubat 2024	2 Şubat 2024
8 Mart 2024	10 Mart 2024	5 Mart 2024	14 Mart 2024
30.03.2024 (Nisan ayı örneklemesi)	1 Nisan 2024	1 Nisan 2024	4 Nisan 2024
10 Mayıs 2024	7 Mayıs 2024	7 Mayıs 2024	10 Mayıs 2024
1 Haziran 2024	3 Haziran 2024	3 Haziran 2024	5 Haziran 2024
3 Temmuz 2024	4 Temmuz 2024	9 Temmuz 2024	10 Temmuz 2024
2 Ağustos 2024	3 Ağustos 2024	10 Ağustos 2024	3 Ağustos 2024
20 Eylül 2024	9 Eylül 2024	10 Eylül 2024	14 Eylül 2024
18 Ekim 2024	15 Ekim 2024	12 Ekim 2024	16 Ekim 2024

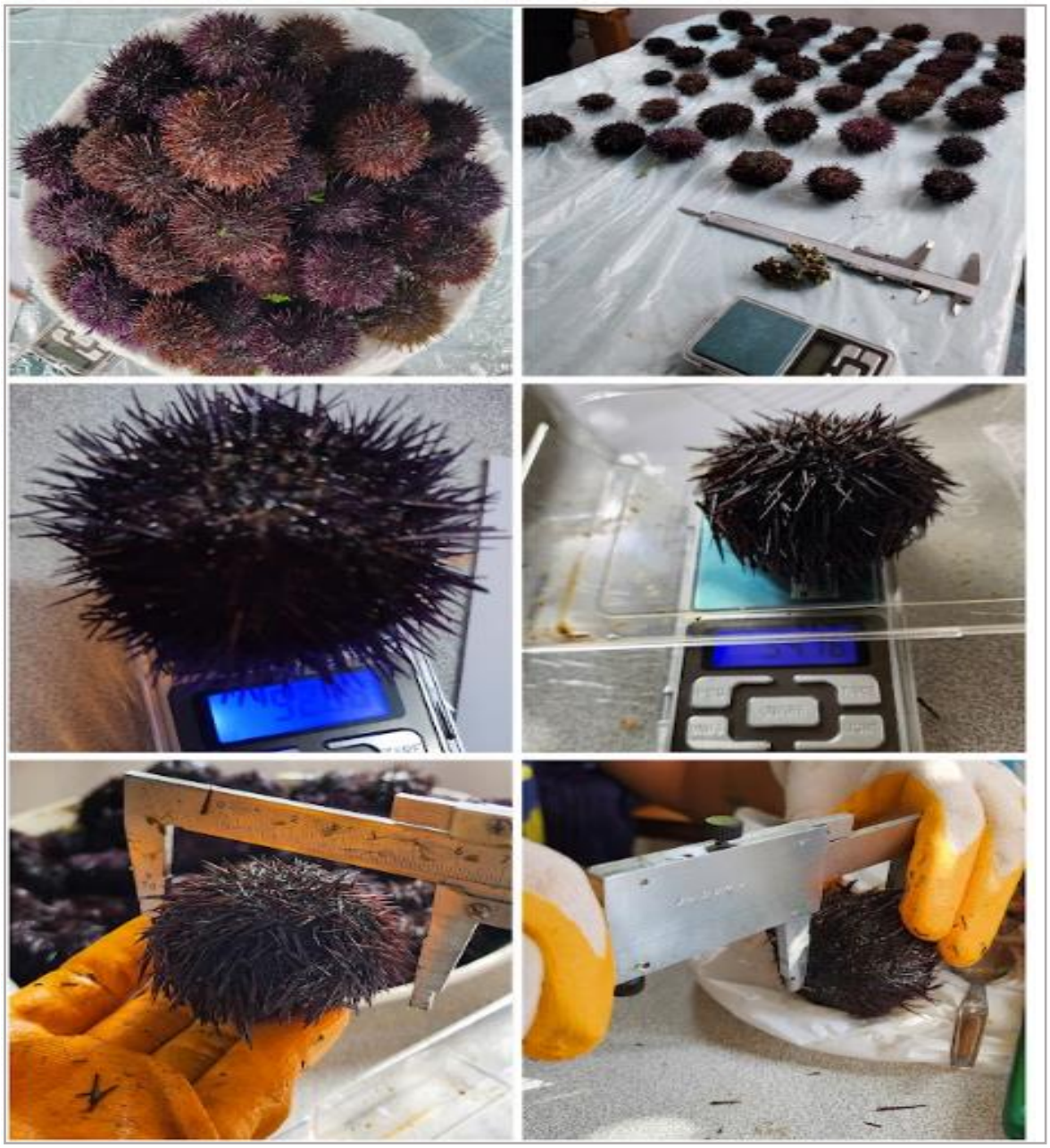
3.2.2. Çalışma Yöntemi

Bir yıl boyunca ayda 1 kez olmak üzere denizden 50 adet *P. lividus* SCUBA ve serbest dalış yöntemleriyle 0-5 metre derinlikten rastgele toplanmıştır. Aylık olarak yüzey suyu sıcaklığı cıvalı termometre ile ölçülmüştür. Toplanan deniz kestaneleri strafor kutu içerisine ağızları (oral) aşağıya gelecek şekilde ve canlılığı kaybettirilmeden çalışma için uygun olan alana taşınmıştır (Şekil 13).



Şekil 13. Numune toplama aşamaları (Özgün)

Canlılıklarını koruyan deniz kestanelerinin yaş ağırlıkları ölçüldükten sonra, biyometrik ölçümler öncesinde sırasıyla dikenli test en-boy ölçümleri alınmış; ardından, deniz kestaneleri uygun şekilde fırça ile fırçalanarak dikenlerinden arındırılmış ve dikensiz test en-boy ölçümleri alınmıştır. Biyometrik ölçümleri 0,01gr hassasiyetindeki tartı ve kumpas ile yapılmıştır (Şekil 14).



Şekil 14. Laboratuvarda morfometrik ölçümler (Özgün)

Makas yardımıyla deniz kestaneleri peristom kısımlarından kesilerek içlerinde bulunan su boşaltılmış, Aristo feneri ve mide pens yardımıyla alınmıştır. Her deniz kestanesinin 5 adet gonad lobunun yaş ağırlıkları alınmıştır (Şekil 15). Daha sonra Gonadosomatik indeks (GSI) değeri hesaplanmıştır. Gonadosomatik İndeks Hesaplamasında Agatsuma'ya (1998) ait aşağıdaki metot kullanılmıştır.

GSI= Yaş gonad ağırlığı (g) / Toplam canlı ağırlık (g) * 100 (Agutsuma, 1998)

Yaş ağırlıkları alınan gonadların renkleri ve sıkılıkları nitel olarak belirlenmiştir.



Şekil 15. Kesilmiş olan deniz kestanesi ve gonad tartımı (Özgün)

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Görsel Sayım Tekniği

2023 yılında görsel sayım çalışmasının sonuçlarına göre en çok deniz kestanesi metrekarede ortalama 5 adet ile Pendik-Yunus 1 İstasyonu olmuş ve bu istasyonu 4 adet ile Maltepe-Küçükyalı İstasyonu ve 3 adet ile Tuzla İstasyonu takip etmiştir. Kadıköy-Caddebostan Plajı2 İstasyonu, Kadıköy-Öreke İstasyonu ve Kadıköy-Moda1 İstasyonu'nda ise hiçbir *P. lividus* türüne rastlanmamıştır.

2024 yılında ise en çok deniz kestanesi metrekarede ortalama 18 adet ile Tuzla İstasyonu olmuş ve bu istasyonu 10 adet ile Maltepe-Küçükyalı İstasyonu ve 9 adet ile Pendik-Yunus1 İstasyonu takip etmiştir. Kadıköy-Öreke, Kadıköy-Öreke Doğu, Kadıköy-Moda2 ve Kadıköy Deniz Kulübü İstasyonları'nda hava muhalefeti sebebiyle sayım yapılamamıştır.

Tablo 3

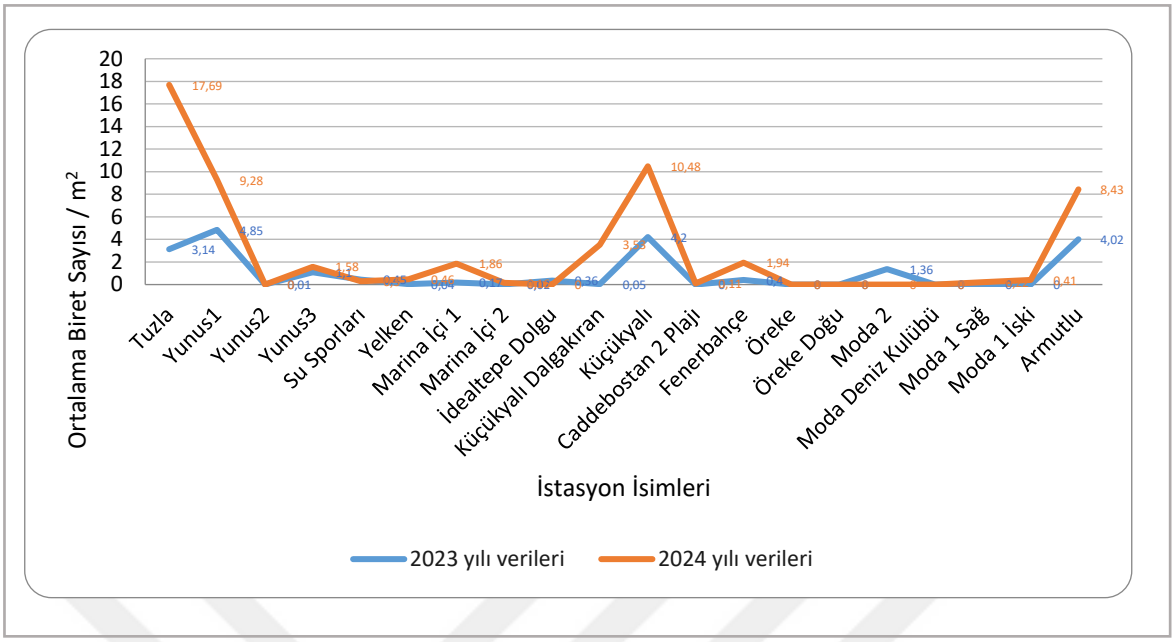
İstasyonlardaki SACFOR değeri

İstasyon Adı	Tarih	Ortalama deniz kestanesi sayısı m^{-2} SH	SACFOR Değerleri
Tuzla	11-13 Ağustos 2023	3,14 ± 0,30	C
	22 Ağustos 2024	17,69 ± 0,17	A
Yunus-1	15 Ağustos 2023	4,85 ± 1,66	C
	06 Ağustos 2024	9,28 ± 0,14	C
Yunus-2	15 Ağustos 2023	0,01 ±0	R
	06 Ağustos 2024	0 ± 0	R
Yunus-3	15 Ağustos 2023	1,1 ± 0,02	C
	06 Ağustos 2024	1,58 ± 0,14	C
Su Sporları	17 Ağustos 2023	0,45 ± 0,05	O
	24 Temmuz 2024	0,3 ± 0	F
Yelken	17 Ağustos 2023	0,04 ± 0	O
	24 Temmuz 2024	0,46 ± 0,02	O
Marina İçi-1	17 Ağustos 2023	0,17 ± 0	O
	24 Temmuz 2024	1,86 / 0,09	O
Marina İçi-2	17 Ağustos 2023	0,02 ± 0	O
	24 Temmuz 2024	0,16 ± 0	O

Tablo 3'ün devamı

İstasyon Adı	Tarih	Ortalama deniz kestanesi sayısı m^{-2} SH	SACFOR Değerleri
İdealtepe	14 Ağustos 2023	0,36 ± 0,06	O
Dolgu	29 Temmuz 2024	0 ± 0	O
Küçükyalı	14 Ağustos 2023	0,05 ± 0	O
Dalgakıran	29 Temmuz 2024	3,53 ± 0,11	C
Küçükyalı	14 Ağustos 2023	4,2 ± 0,16	C
	29 Temmuz 2024	10,48 ± 0,35	A
Caddebostan	18 Ağustos 2023	0 ± 0	R
Plajı	5 Ağustos 2024	0,11 ± 0	O
Fenerbahçe	16 Ağustos 2023	0,4 ± 0,03	F
	18 Kasım 2024	1,94 ± 0,02	C
Öreke	16 Ağustos 2023	0 ± 0	R
		-	-
Öreke Doğu	16 Ağustos 2023	0 ± 0	R
		-	-
Moda-2	16 Ağustos 2023	1,36 ± 0,01	C
		-	-
Moda Deniz Kulübü	16 Ağustos 2023	0 ± 0	R
		-	-
Moda-1 Sağ	16 Ağustos 2023	0 ± 0	R
	18 Kasım 2024	0,22 ± 0	O
Moda-1 Sol	16 Ağustos 2023	0 ± 0	R
	18 Kasım 2024	0,41 ± 0,02	O
Armutlu	17 Kasım 2023	4,02 ± 0,11	C
	31 Mayıs 2024	8,43 ± 0,22	C

Yunus 1, Yunus 2, Yunus 3, Yelken, Marina İçi-1, Marina İçi-2, İdealtepe Dolgu ve Armutlu İstasyonları'nda 2023 ve 2024 yıllarında yapılan çalışmada SACFOR değerleri aynı çıkmıştır. Öreke, Öreke Doğu, Moda-2 ve Moda Deniz Kulübü İstasyonları'nda 2024 yılında hava muhalefeti sebebiyle çalışma yapılamamıştır (Tablo 3; Şekil 16).



Şekil 16. İstasyonlardaki deniz kestanesinin ortalama birey sayısı

4.2 *P. lividus*'un Gonadosomatik İndeks Oranı Belirlenmesi

4.2.1 Deniz Suyu Sıcaklığı

On iki aylık çalışma sonucunda istasyonlarda en yüksek ve en düşük deniz suyu sıcaklığı sırasıyla; Yalova/Armutlu İstasyonu ağustos ayı 28°C- mart ayı 11°C, İstanbul/Tuzla İstasyonu ağustos ayı 28°C- ocak 9°C, Kocaeli/Gebze İstasyonu şubat 11°C- ağustos 28°C ve İstanbul/Adalar İstasyonu şubat 10°C- ağustos 28°C olarak ölçülmüştür.

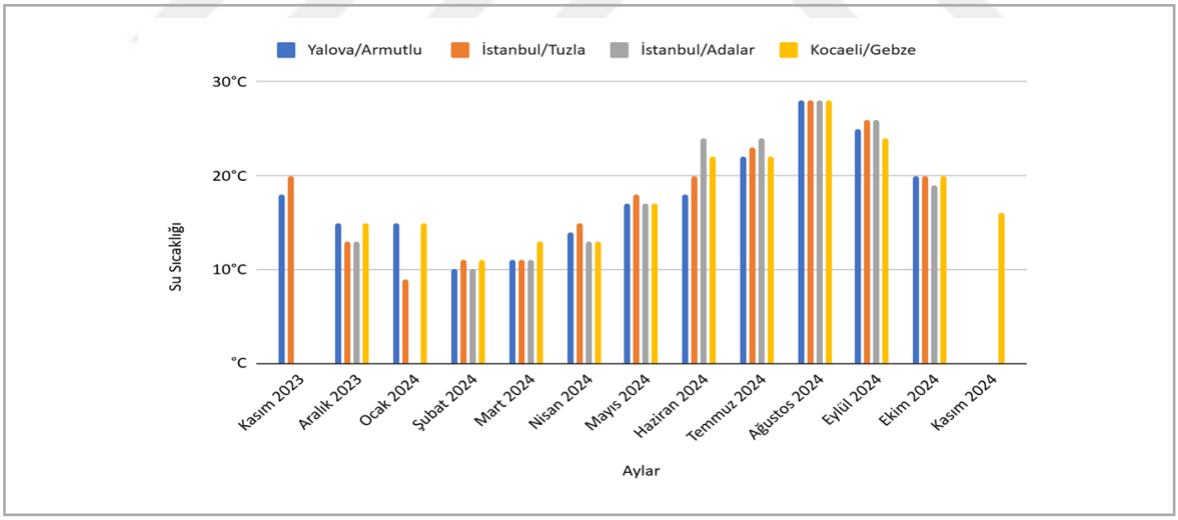
Dört bölgedeki deniz suyu sıcaklığı aylara göre Tablo 4'de ve Şekil 17'de gösterilmiştir.

Tablo 4

Tüm bölgelerdeki 12 aylık deniz suyu sıcaklığı

Tarih	İstasyon İsimleri ve Koordinatları			
	Yalova Armutlu İstasyonu	Kocaeli Gebze İstasyonu	İstanbul Tuzla İstasyonu	İstanbul Adalar İstasyonu
Kasım 2023	18°C	-	20°C	-
Aralık 2023	15°C	15°C	13°C	13°C
Ocak 2024	15°C	15°C	9°C	Yapılamadı
Şubat 2024	10°C	11°C	11°C	10°C
Mart 2024	11°C	13°C	11°C	11°C
Nisan 2024	14°C	13°C	15°C	13°C
Mayıs 2024	17°C	17°C	18°C	17°C
Haziran 2024	18°C	22°C	20°C	24°C
Temmuz 2024	22°C	22°C	23°C	24°C
Ağustos 2024	28°C	28°C	28°C	28°C
Eylül 2024	25°C	24°C	26°C	26°C
Ekim 2024	20°C	20°C	20°C	19°C
Kasım 2024	-	16°C	-	Yapılamadı

Çalışma alanındaki tüm bölgelerin yüzey su sıcaklıkları grafikte verilmiştir;



Şekil 17. Tüm istasyonlardaki deniz suyu sıcaklığı

4.2.2. Deniz Kestanelerinin Morfolojik Ölçümleri

İstanbul/Tuzla, Yalova/Armutlu, Kocaeli/Gebze ve İstanbul/Adalar bölgesinden 12 ay boyunca 2300 adet *P. lividus* toplanmıştır. Yaş ağırlık ortalaması; en fazla 57,13 gram ile 2024 Mart tarihinde Yalova/ Armutlu İstasyonu'nda en az ise 20,05 gram ile 2024 Mayıs

tarihinde Kocaeli/ Gebze İstasyonu'nda, dikenli en ortalaması; en fazla 7,15 cm ile 2024 Mart tarihinde Yalova /Armutlu İstasyonu'nda en az ise Ağustos 2024 tarihinde İstanbul/ Adalar İstasyonu'nda, dikenli boy ortalaması; en fazla 4,38 cm ile 2024 Mart tarihinde Yalova/Armutlu İstasyonu'nda en az ise 2,63 cm ile Kasım 2023 tarihinde İstanbul/ Tuzla İstasyonu'nda, dikensiz en ortalaması en fazla 5,25 cm ile Ocak 2024 tarihinde İstanbul/ Tuzla İstasyonu'nda en az 3,42 cm ile Ağustos 2024 tarihinde Yalova/Armutlu İstasyonu'nda, dikensiz boy ortalaması en fazla 2,98 cm ile Nisan 2024 tarihinde Yalova/ Armutlu İstasyonu'nda en az 1,47 cm ile Kasım 2023 tarihinde İstanbul/ Tuzla İstasyonu'nda, gonad ağırlığı ortalaması en fazla 5,61 gram ile Mart 2024 tarihinde Yalova/ Armutlu İstasyonu'nda en az 0,33 gram ile Şubat 2024 tarihinde yine Yalova/ Armutlu İstasyonu'nda ölçülmüştür.

İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda *P. lividus* Türünün Morfolojik Ölçüm Değerleri

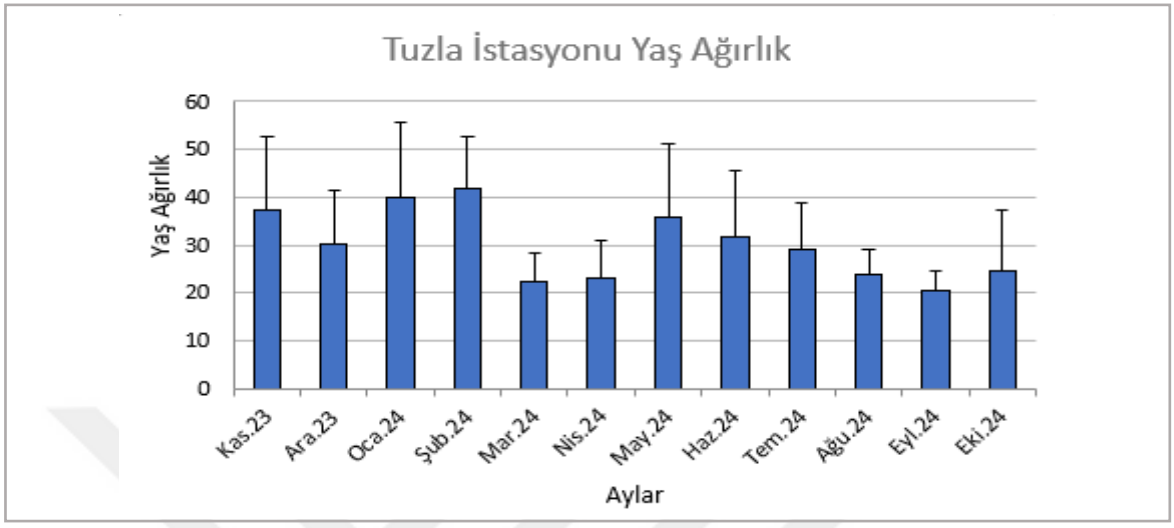
İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda *P. lividus* türünün yaş ağırlık, testlerinin dikenli ve dikensiz en ve boy ortalamaları ile gonad ağırlıklarının ortalamalarını ve standart sapmalarını kapsayan morfolojik ölçüm değerleri Tablo 5'de sunulmuştur.

Tablo 5

İstanbul/Tuzla İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri

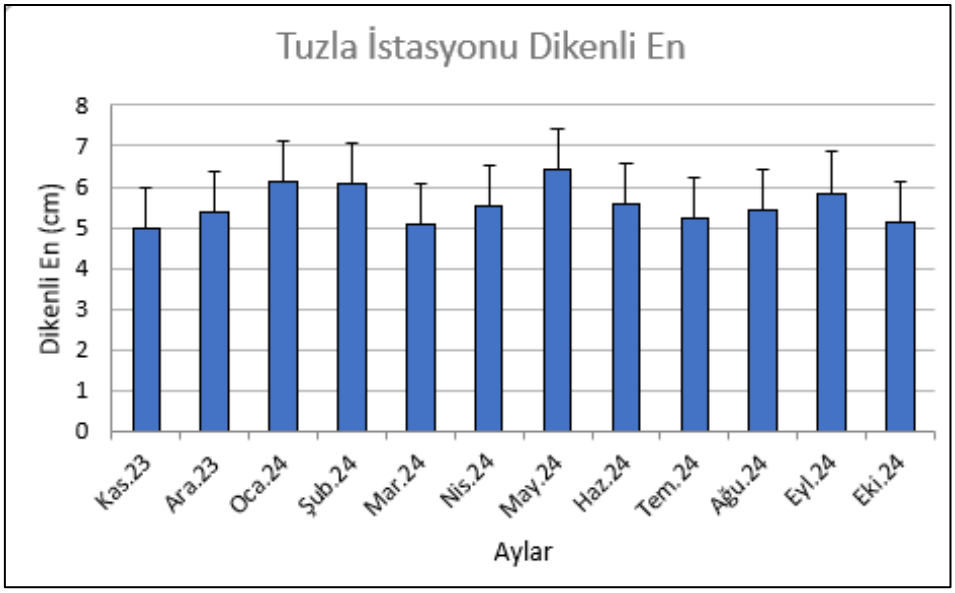
İstanbul/Tuzla	Yaş Ağırlık ±SH	Dikenli En±SH	Dikenli Boy ±SH	Dikensiz En±SH	Dikensiz Boy±SH	Gonad Ağırlığı ±SH
Kasım 2023	37,27±15,34	4,96±0,90	2,63±0,73	3,53±0,79	1,49±0,46	1,71±1,22
Aralık 2023	30,16±11,45	5,39±0,86	3,18±0,50	4,22±0,70	2,36±0,44	0,59±0,51
Ocak 2024	39,79±15,92	6,12±0,79	3,52±0,59	5,25±5,64	2,44±0,45	1,08±0,95
Şubat 2024	41,82±10,79	6,07±0,55	3,72±0,56	4,71±0,53	2,56±0,30	2,08±0,91
Mart 2024	22,37±6,08	5,09±0,61	2,80±0,40	3,65±0,42	1,89±0,29	2,53±1,06
Nisan 2024	23,13±8,00	5,54±0,49	3,17±0,37	3,84±0,42	2,11±0,25	3,15±0,86
Mayıs 2024	36,01±15,13	6,4±0,93	3,60±0,70	4,66±0,63	2,51±0,41	2,13±1,11
Haziran 2024	31,68±13,75	5,58±0,80	3,05±0,45	4,31±0,59	2,34±0,37	2,29±1,45
Temmuz 2024	29,05±9,76	5,25±0,68	3,01±0,37	4,09±0,65	2,32±0,27	2,93±1,06
Ağustos 2024	23,94±5,11	5,41±0,90	3,02±0,54	4,03±0,41	2,17±0,20	1,26±0,66
Eylül 2024	20,58±4,01	5,85±0,41	3,13±0,28	3,79±0,25	2,11±0,20	1,65±0,71
Ekim 2024	24,61±12,91	5,12±0,68	3,31±4,30	3,87±0,36	2,11±0,25	1,79±1,00

En yüksek yaş ağırlık Şubat 2024 tarihinde, en düşük yaş ağırlık ise Eylül 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 18).



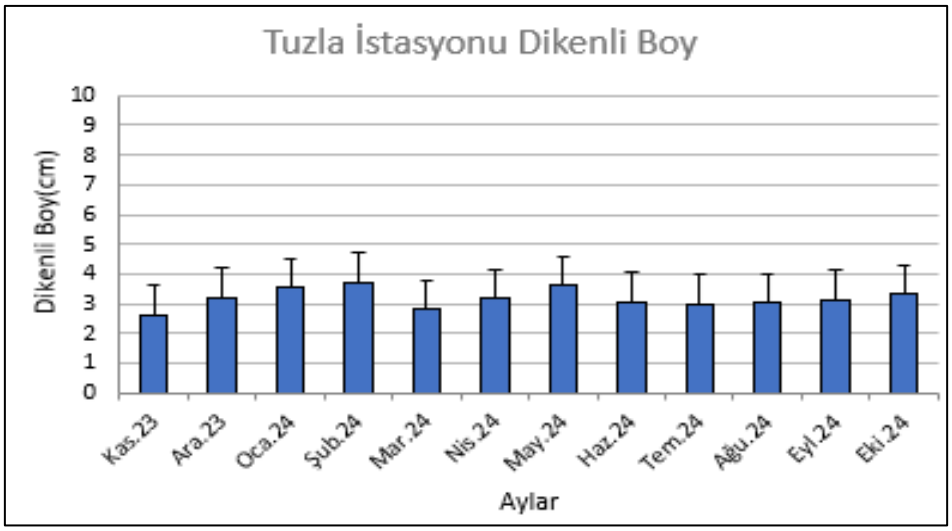
Şekil 18. İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık yaş ağırlığı ortalamaları

En yüksek dikenli en Mayıs 2024 tarihinde, en düşük dikenli en ise Kasım 2023 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 19).



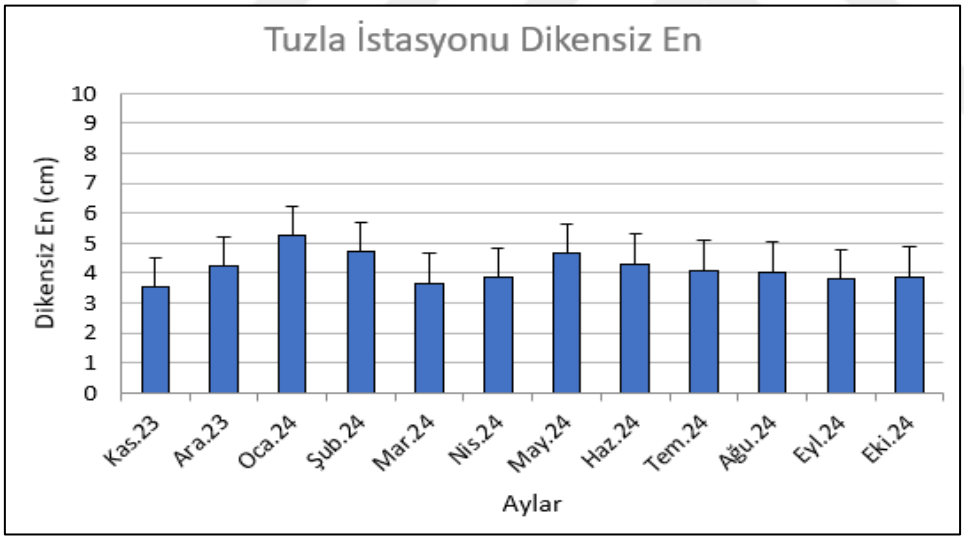
Şekil 19. İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli en ölçümü

En yüksek dikenli boy Şubat 2024 tarihinde, en düşük dikenli boy ise Kasım 2023 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 20).



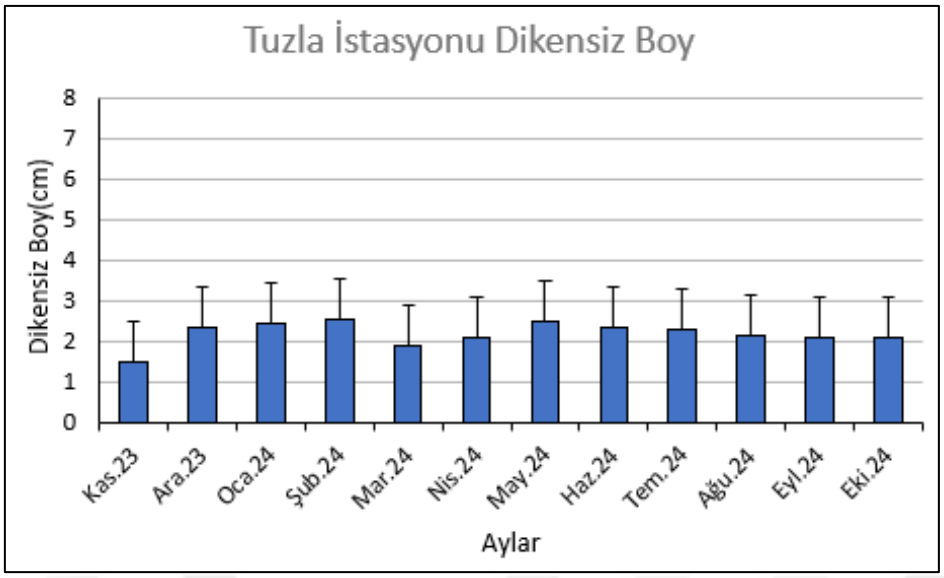
Şekil 20. İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli boy ölçümü

En yüksek dikensiz en Ocak 2024 tarihinde, en düşük dikensiz en ise Kasım 2023 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 21).



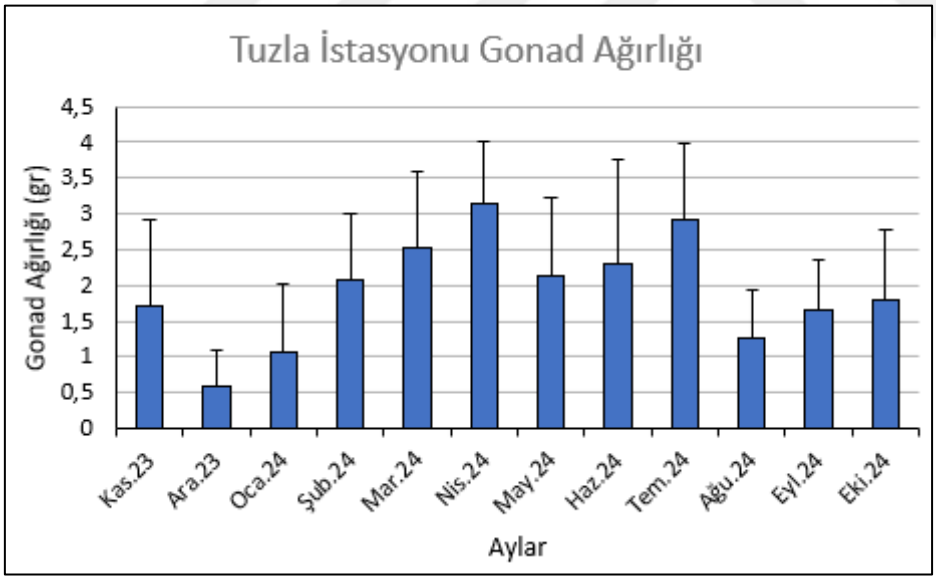
Şekil 21. İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü

En yüksek dikensiz boy Şubat 2024 tarihinde, en düşük dikensiz boy ise Kasım 2023 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 22).



Şekil 22.İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü

En yüksek gonad ağırlığı Nisan 2024 tarihinde, en düşük gonad ağırlığı ise Aralık 2023 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 23).



Şekil 23. İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık gonad ağırlığı

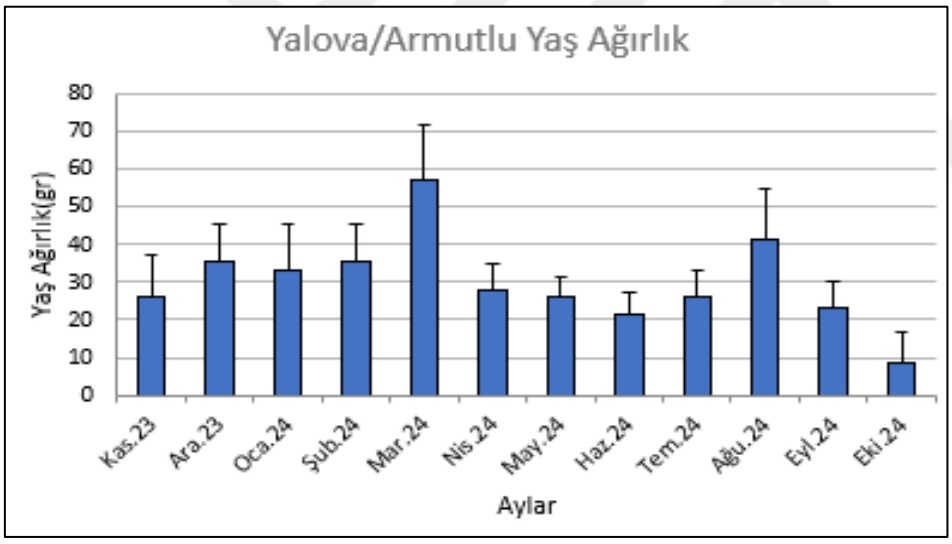
Yalova/Armutlu İstasyonu'nda *P. lividus* Türünün Morfolojik Ölçüm Değerleri

Yalova/Armutlu İstasyonu'nda *P. lividus* türünün yaş ağırlık, testlerinin dikenli ve dikensiz en ve boy ortalamaları ile gonad ağırlıklarının ortalamalarını ve standart sapmalarını kapsayan morfolojik ölçüm değerleri Tablo 6'de sunulmuştur.

Tablo 6

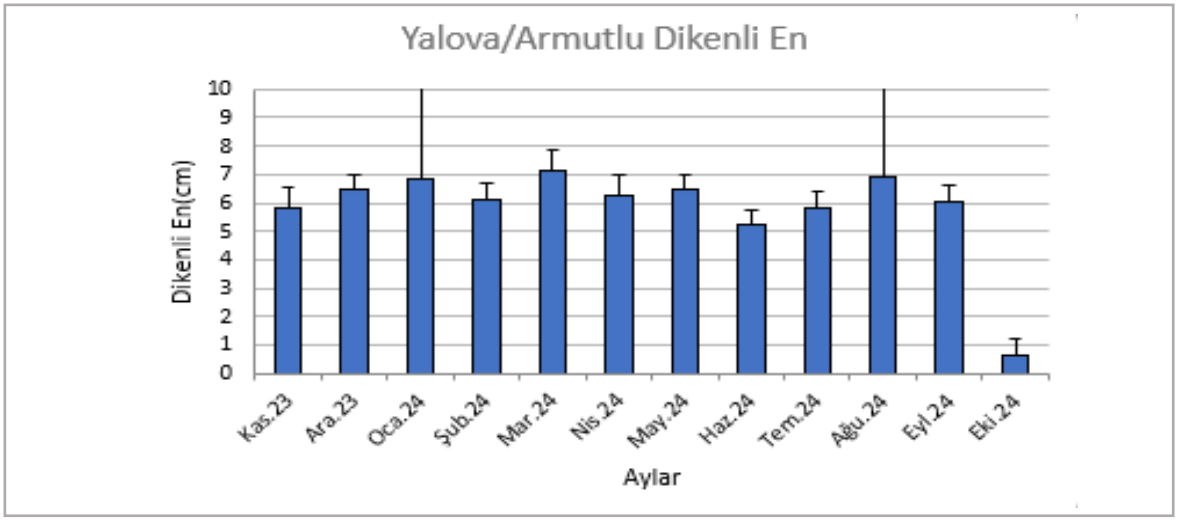
Yalova/Armutlu İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri

Yalova/Armutlu	Yaş Ağırlık ±SH	Dikenli En±SH	Dikenli Boy ±SH	Dikensiz En±SH	Dikensiz Boy±SH	Gonad Ağırlığı ±SH
Kasım 2023	25,90±11,17	5,83±0,74	3,61±0,66	3,61±0,68	1,94±0,38	1,98±0,81
Aralık 2023	35,29±9,83	6,48±0,48	3,99±0,42	4,38±0,41	2,31±0,26	1,02±0,59
Ocak 2024	33,37±12,05	6,86±7,12	3,47±0,49	4,27±0,56	2,36±0,38	1,53±0,57
Şubat 2024	35,57±9,91	6,12±0,57	3,29±0,40	4,42±0,44	2,37±0,44	3,25±0,33
Mart 2024	57,13±14,60	7,15±0,69	4,38±0,47	5,16±0,48	2,81±0,30	5,61±1,98
Nisan 2024	27,63±6,98	6,24±0,71	3,22±0,52	4,08±0,49	2,98±1,17	3,28±4,22
Mayıs 2024	26,15±5,43	6,49±0,50	3,54±0,41	4,27±0,36	2,29±0,24	2,99±0,81
Haziran 2024	21,37±5,93	5,24±0,53	2,83±0,35	3,74±0,42	1,95±0,23	2,06±1,07
Temmuz 2024	25,97±7,13	5,81±0,56	3,11±0,32	4,22±0,39	2,38±0,23	1,31±0,52
Ağustos 2024	41,10±13,59	6,95±3,52	3,63±0,49	3,42±0,89	1,47±0,64	2,11±1,27
Eylül 2024	23,19±7,09	6,03±0,57	3,21±0,36	4,43±0,40	2,48±0,24	1,38±0,80
Ekim 2024	35,73±8,27	6,85±0,60	3,70±0,39	4,65±0,41	2,53±0,27	1,83±1,14



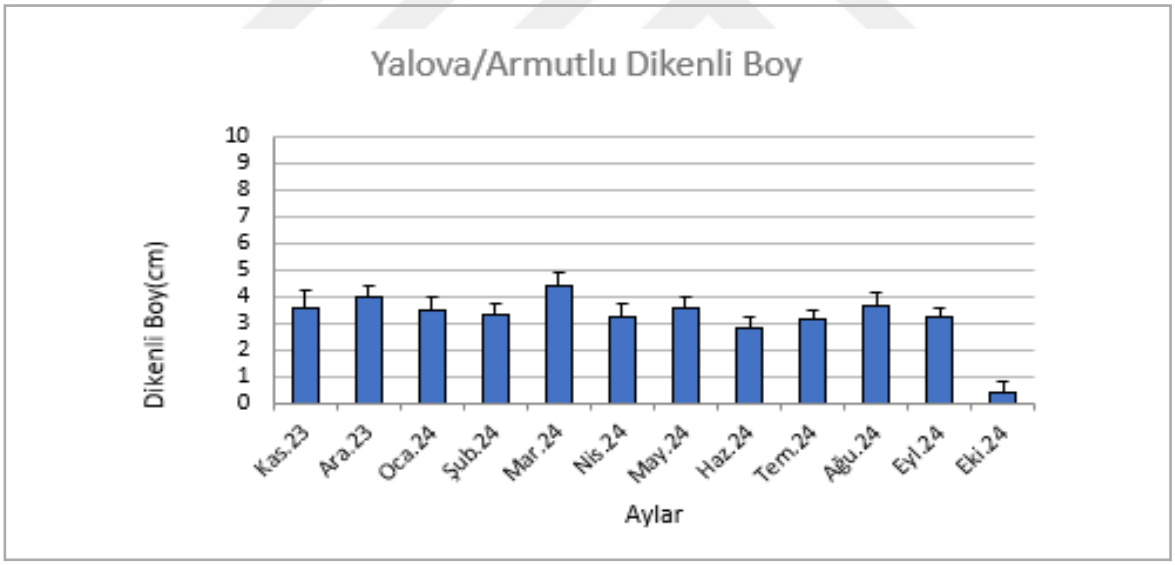
Şekil 24. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık yaş ağırlığı

En yüksek yaş ağırlık Mart 2024 tarihinde, en düşük yaş ağırlık ise Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 24).



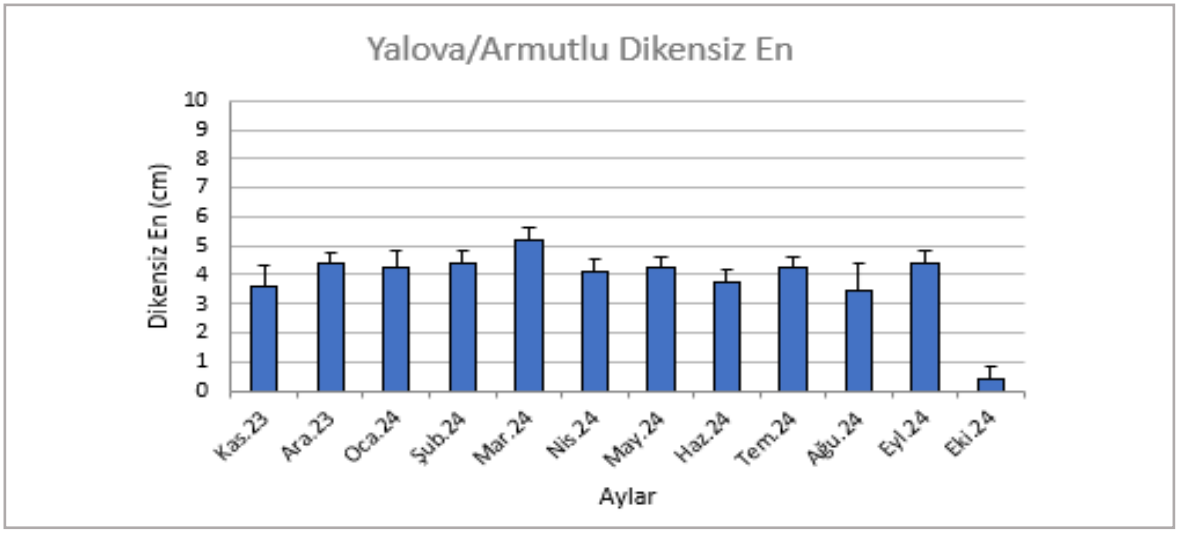
Şekil 25. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli en ölçümü

En yüksek dikenli en Mart 2024 tarihinde, en düşük dikenli en ise Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 25).



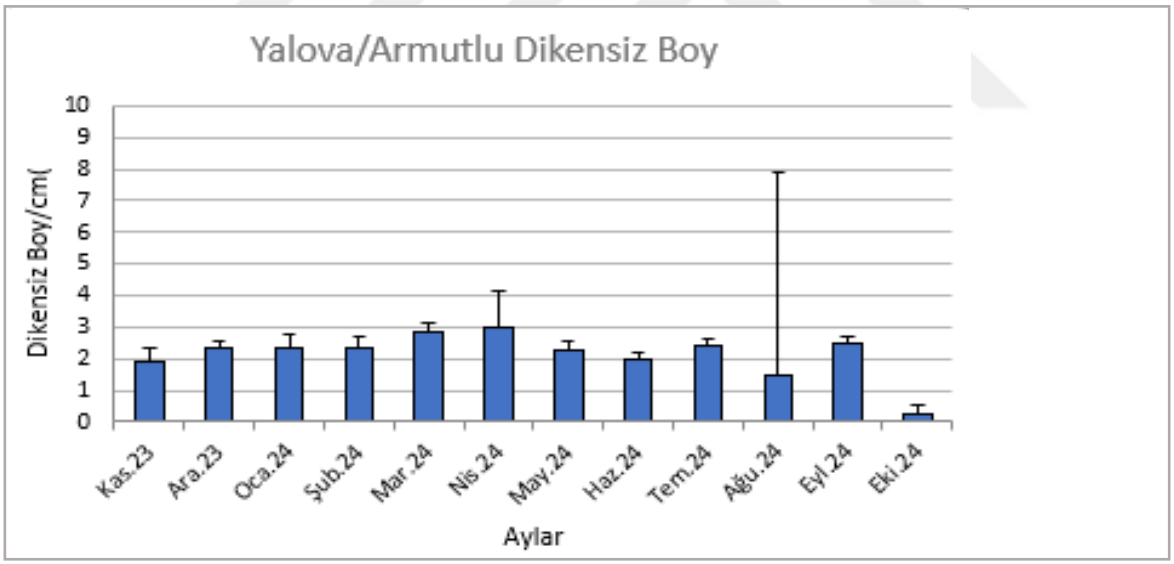
Şekil 26. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli boy ölçümü

En yüksek dikenli boy Mart 2024 tarihinde, en düşük dikenli boy ise Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 26).



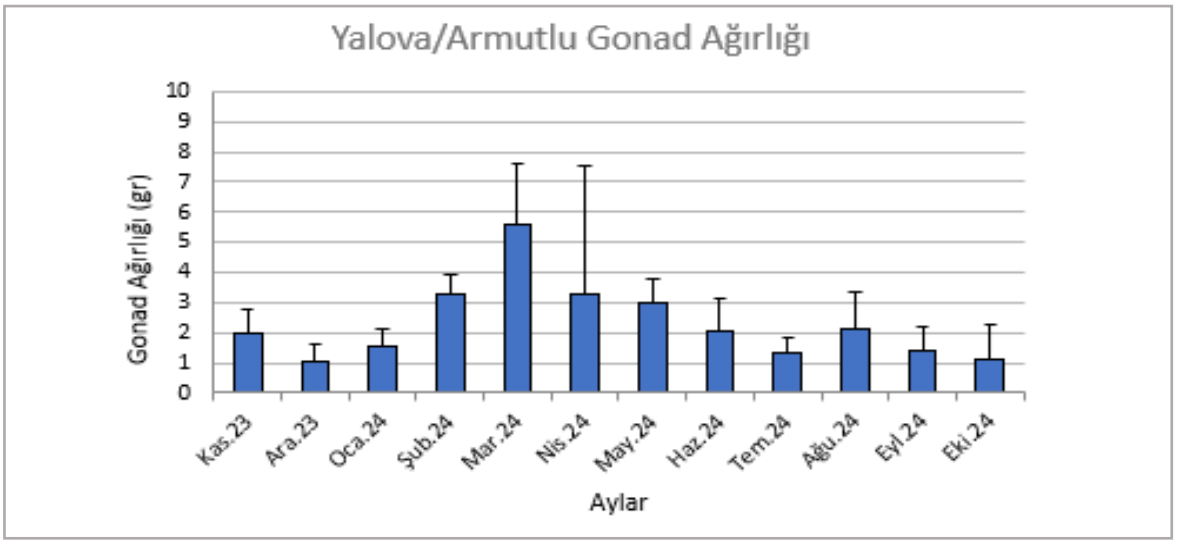
Şekil 27. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü

En yüksek dikensiz en, Mart 2024 tarihinde, en düşük dikensiz en ise Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 27).



Şekil 28. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü

En yüksek dikensiz boy Nisan 2024 tarihinde, en düşük dikensiz boy ise Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 28).



Şekil 29. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık gonad ağırlığı

En yüksek gonad ağırlığı Mart 2024 tarihinde, en düşük gonad ağırlığı ise Aralık 2023 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 29).

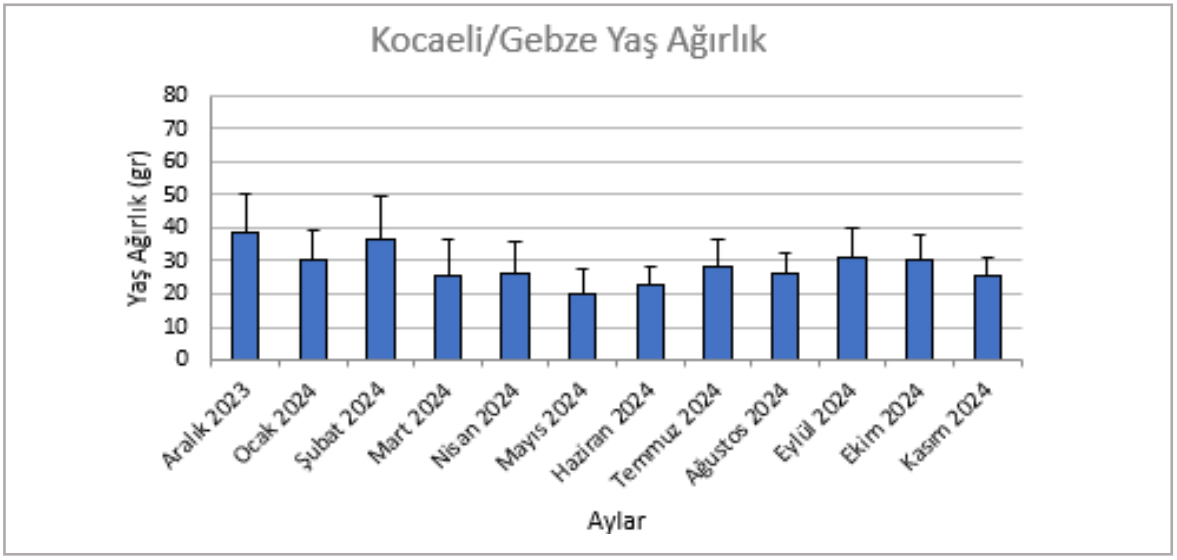
Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda *P. lividus* Türünün Morfolojik Ölçüm Değerleri

Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda *P. lividus* türünün yaş ağırlık, testlerinin dikenli ve dikensiz en ve boy ortalamaları ile gonad ağırlıklarının ortalamalarını ve standart sapmalarını kapsayan morfolojik ölçüm değerleri tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7

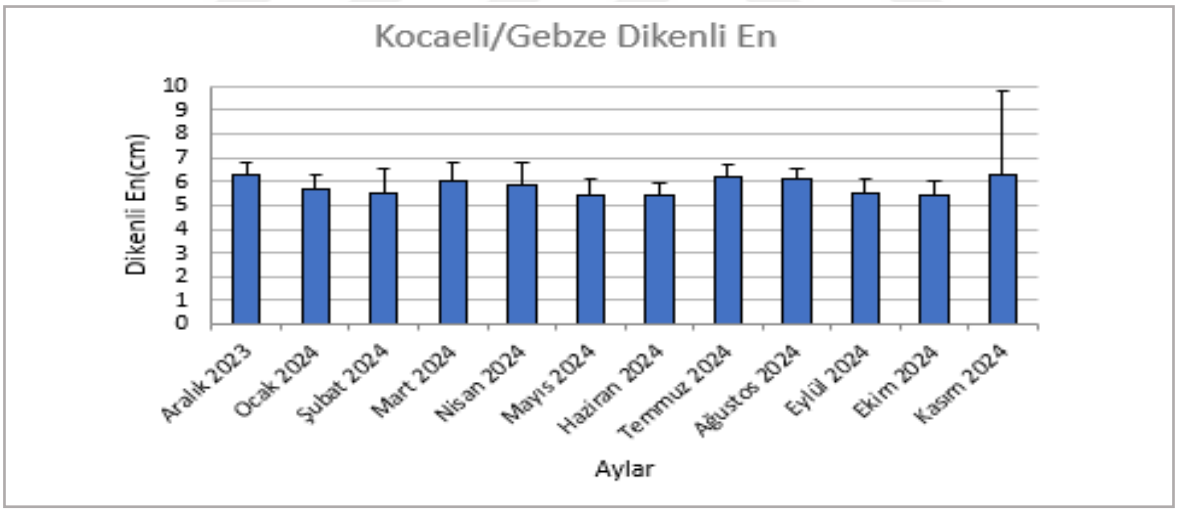
Kocaeli/Gebze İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri

Kocaeli/Gebze	Yaş Ağırlık ±SH	Dikenli En±SH	Dikenli Boy ±SH	Dikensiz En±SH	Dikensiz Boy±SH	Gonad Ağırlığı ±SH
Aralık 2023	38,81±11,6	6,30±0,51	3,88±0,38	4,43±0,49	2,41±0,41	1,46±0,95
Ocak 2024	30,26±9,01	5,71±0,62	3,05±0,39	4,20±0,49	2,12±0,25	1,48±1,02
Şubat 2024	36,57±13,19	5,48±1,07	3,36±0,67	4,53±0,80	2,58±0,53	1,89±0,96
Mart 2024	25,55±10,88	6,04±0,73	3,48±0,51	3,84±0,50	2,06±0,34	1,90±0,78
Nisan 2024	26,15±9,81	5,86±0,92	3,44±0,49	4,06±0,49	2,20±0,33	2,61±1,04
Mayıs 2024	20,05±7,49	5,42±0,70	3,07±0,43	3,92±0,45	2,10±0,32	1,85±0,96
Haziran 2024	22,57±6,01	5,40±0,53	2,92±0,38	3,83±0,37	2,07±0,29	2,73±1,48
Temmuz 2024	28,46±8,32	6,16±0,58	3,49±0,34	4,29±0,41	2,46±0,28	0,94±0,78
Ağustos 2024	26,42±6,16	6,08±0,47	3,45±0,49	3,98±0,34	2,26±0,24	1,35±0,71
Eylül 2024	31,35±8,90	5,53±0,58	3,02±0,40	4,25±0,38	2,33±0,27	2,09±1,12
Ekim 2024	30,23±7,66	5,40±0,64	3,03±0,38	4,33±0,40	2,34±0,26	1,75±1,11
Kasım 2024	25,59±5,45	6,27±3,56	3,01±0,33	3,92±0,35	2,16±0,27	0,85±0,57



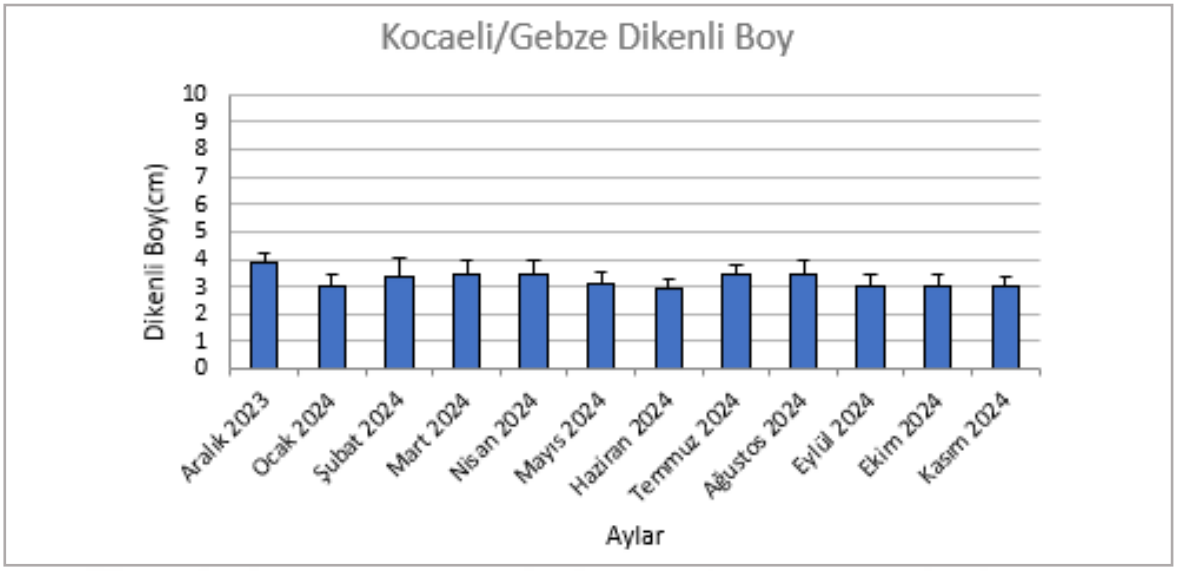
Şekil 30. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık yaş ağırlığı

En yüksek yaş ağırlığı Aralık 2023 tarihinde, en düşük yaş ağırlığı ise Mayıs 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 30).



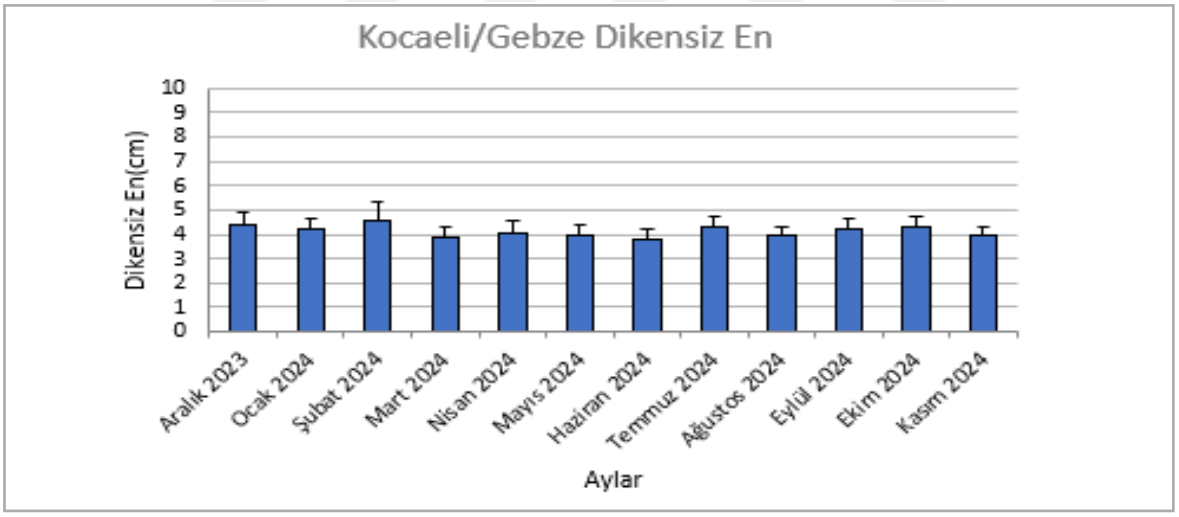
Şekil 31. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli en ölçümü

En yüksek dikenli en Aralık 2023 tarihinde, en düşük dikenli en ise Haziran 2024 ve Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 31).



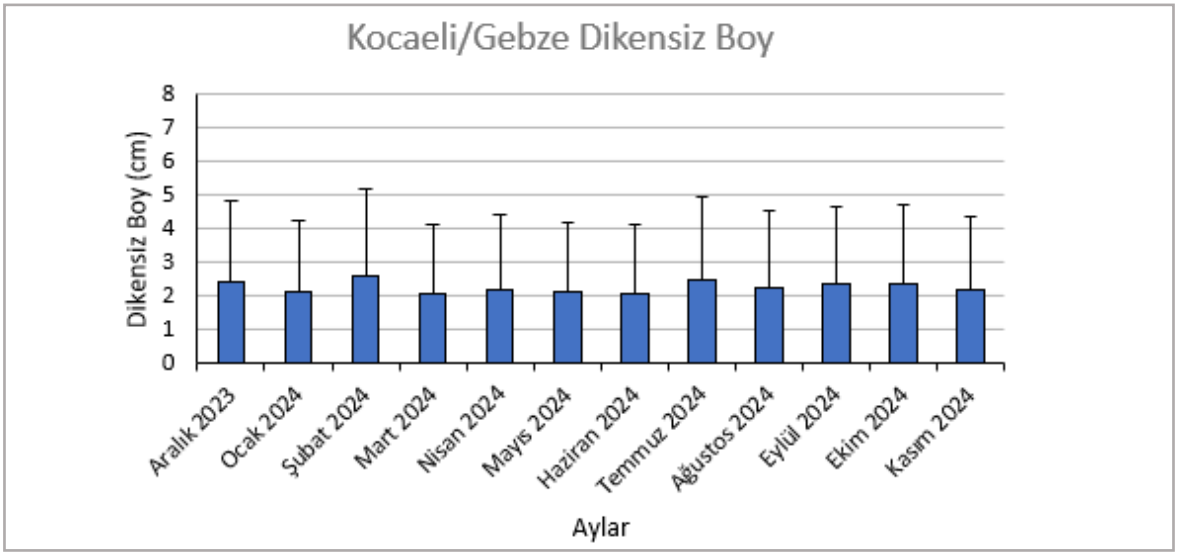
Şekil 32. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli boy ölçümü

En yüksek dikenli boy Aralık 2023 tarihinde, en düşük dikenli boy ise Haziran 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 32).



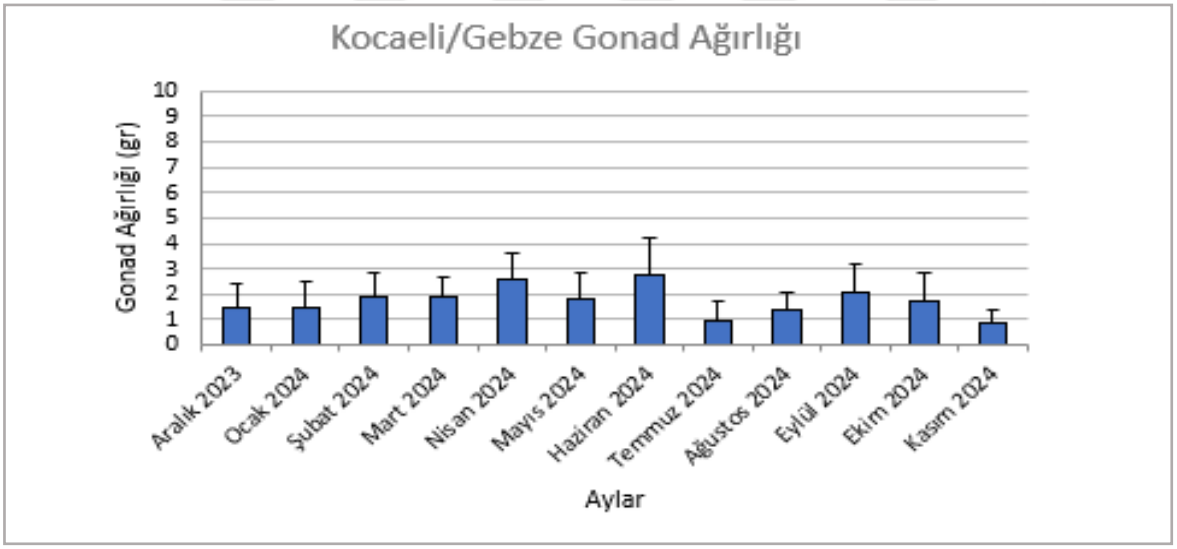
Şekil 33. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü

En yüksek dikensiz en Şubat 2024 tarihinde, en düşük dikensiz en ise Haziran 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 33).



Şekil 34. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü

En yüksek dikensiz boy Şubat 2024 tarihinde, en düşük dikensiz boy ise Mart 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 34).



Şekil 35. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık gonad ağırlığı

En yüksek gonad ağırlığı Haziran 2024 tarihinde, en düşük gonad ağırlığı ise Kasım 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 35).

İstanbul/Adalar İstasyonu'nda *P. lividus* Türünün Morfolojik Ölçüm Değerleri

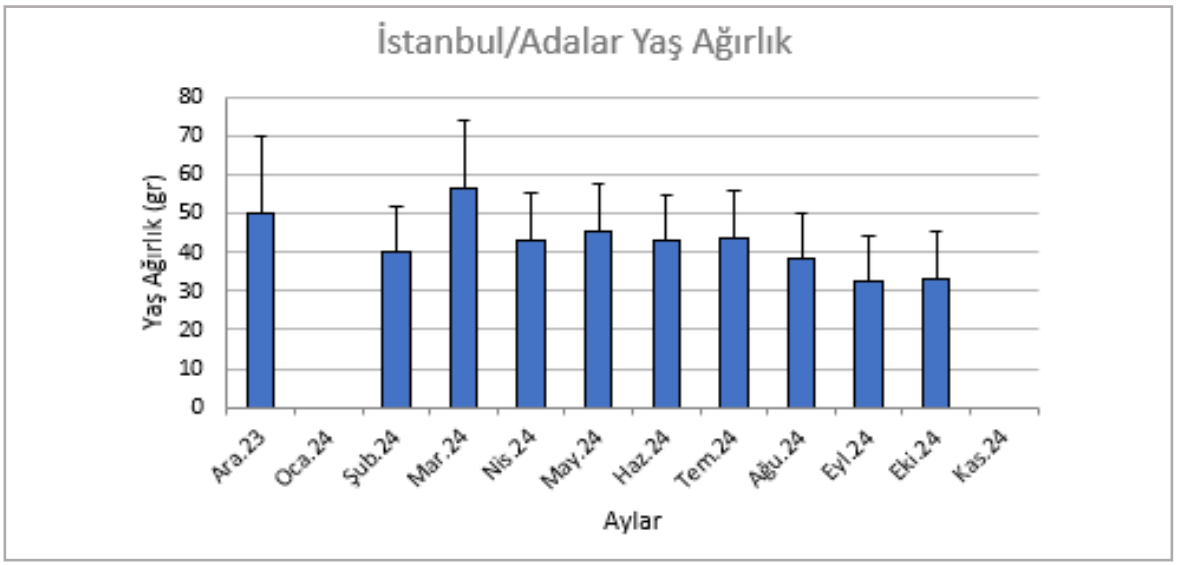
İstanbul/Adalar İstasyonu'nda *P. lividus* türünün yaş ağırlık, testlerinin dikenli ve dikensiz en ve boy ortalamaları ile gonad ağırlıklarının ortalamalarını ve standart sapmalarını kapsayan morfolojik ölçüm değerleri Tablo 8'de sunulmuştur.

Ocak 2024 ve Kasım 2024 tarihlerinde hava muhalefeti sebebiyle çalışma yapılamamıştır.

Tablo 8

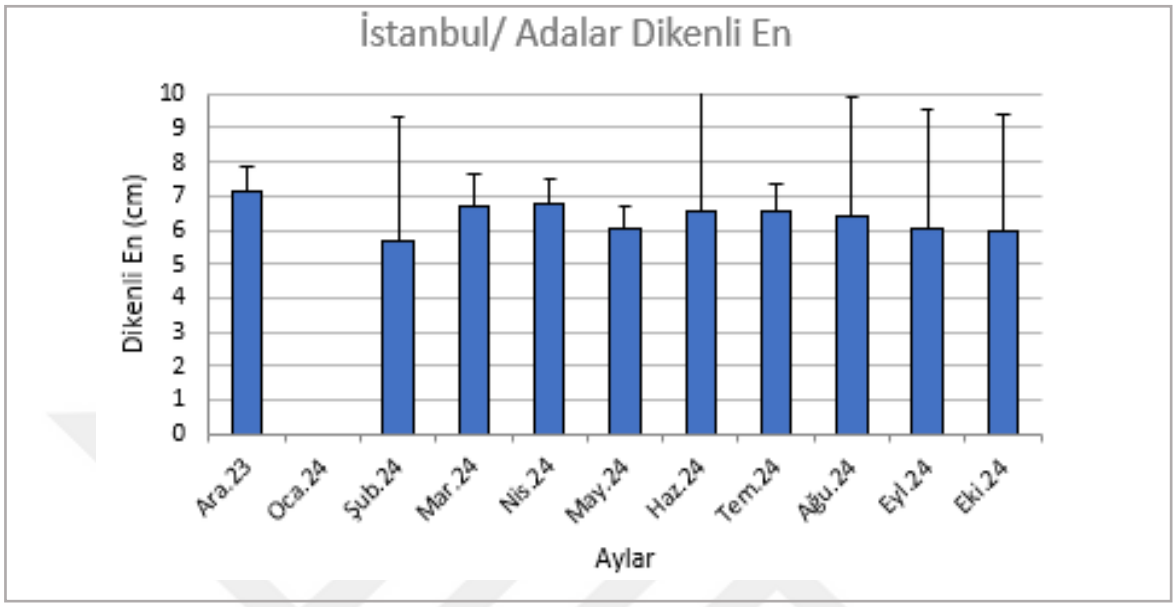
İstanbul/Adalar İstasyonu 12 aylık morfolojik ölçüm değerleri

İstanbul/Adalar	Yaş Ağırlık ±SH	Dikenli En±SH	Dikenli Boy ±SH	Dikensiz En±SH	Dikensiz Boy±SH	Gonad Ağırlığı ±SH
Aralık 2023	50,33±19,75	7,10±0,79	4,09±0,69	5,23±0,71	2,84±0,50	1,59±0,96
Ocak 2024	-	-	-	-	-	-
Şubat 2024	40,33±11,64	5,66±0,76	3,55±0,47	4,65±0,65	2,63±0,28	1,91±0,97
Mart 2024	56,75±17,06	6,72±0,89	3,86±0,57	5,11±0,60	2,93±0,39	4,02±1,27
Nisan 2024	43,04±12,33	6,79±0,71	4,19±0,54	4,70±0,52	2,75±0,41	4,74±1,44
Mayıs 2024	45,42±12,47	6,02±0,70	3,52±0,47	4,72±0,51	2,72±0,38	4,71±2,18
Haziran 2024	42,77±11,86	6,56±0,61	3,84±0,44	4,98±0,51	2,94±0,40	3,26±1,88
Temmuz 2024	43,87±11,84	6,57±0,75	3,88±0,47	4,75±0,53	2,81±0,37	2,67±1,42
Ağustos 2024	38,14±11,79	3,02±0,50	3,54±0,39	4,69±0,44	2,57±0,30	1,98±1,18
Eylül 2024	32,53±8,47	6,07±0,56	3,45±0,40	4,46±0,42	2,52±0,28	2,34±1,26
Ekim 2024	33,40±16,06	5,93±0,88	3,37±0,55	4,27±0,71	2,51±0,51	2,86±2,17
Kasım 2024	-	-	-	-	-	-



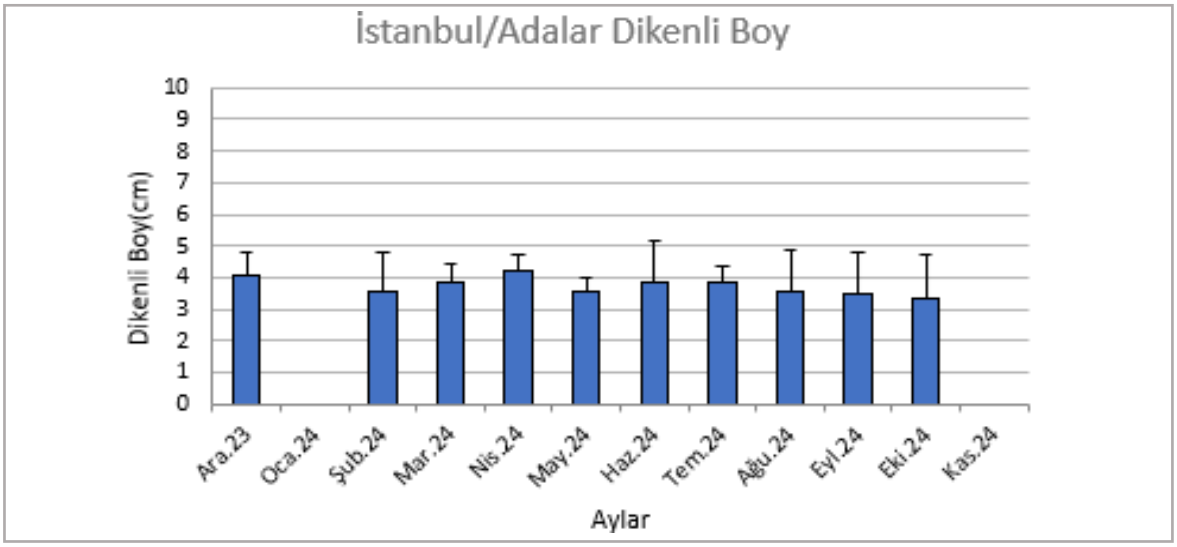
Şekil 36. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık yaş ağırlığı

En yüksek yaş ağırlığı Mart 2024 tarihinde, en düşük yaş ağırlığı ise Eylül 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 36).



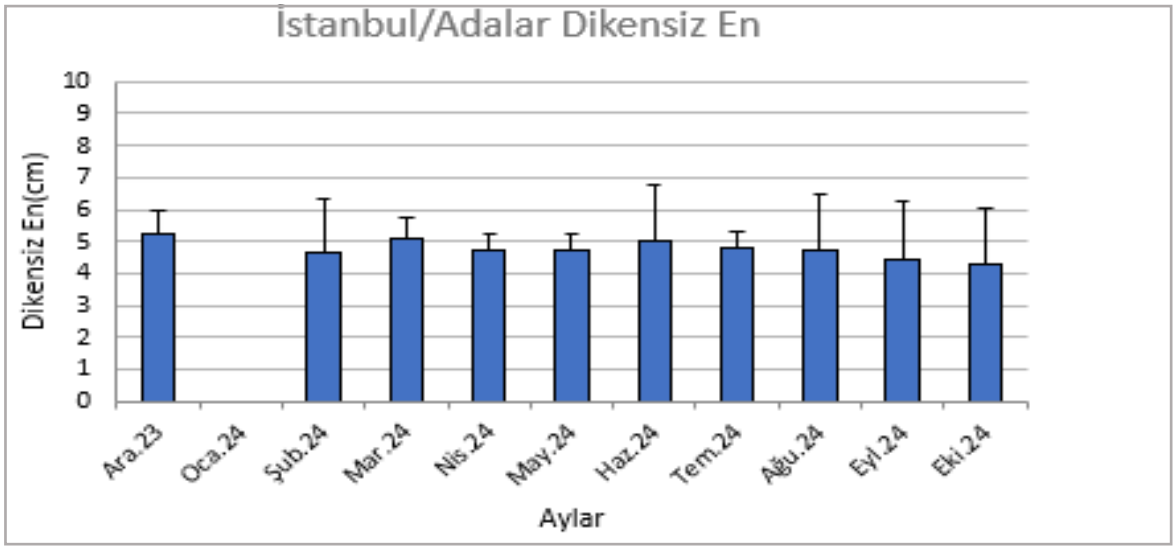
Şekil 37. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli en ölçümü

En yüksek dikenli en Aralık 2023 tarihinde, en düşük dikenli en ise Şubat 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 37).



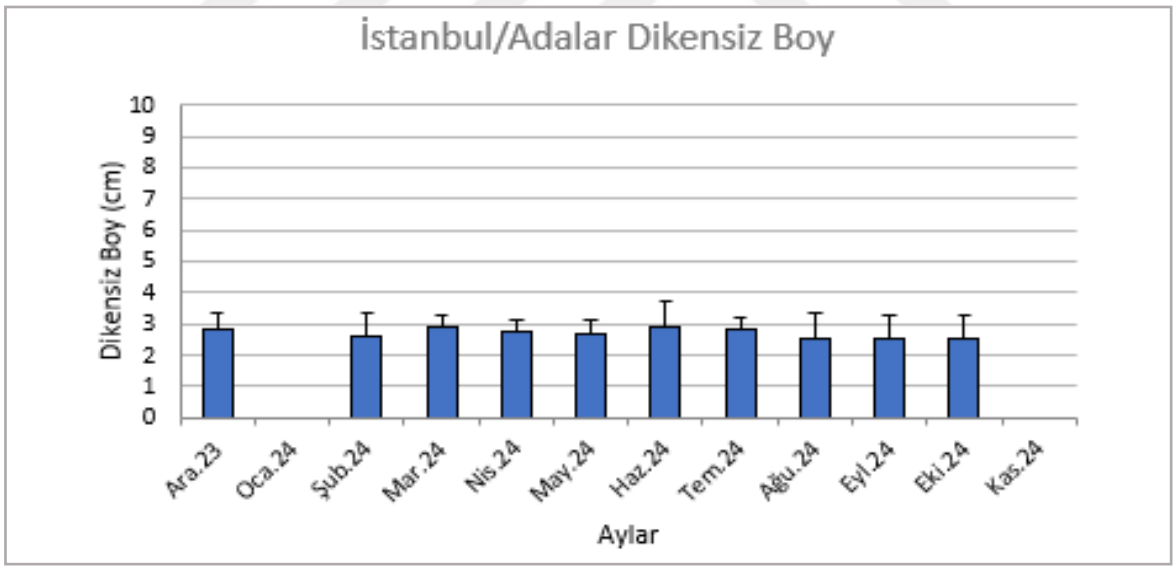
Şekil 38. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikenli boy ölçümü

En yüksek dikenli boy Nisan 2024 tarihinde, en düşük dikenli boy ise Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 38).



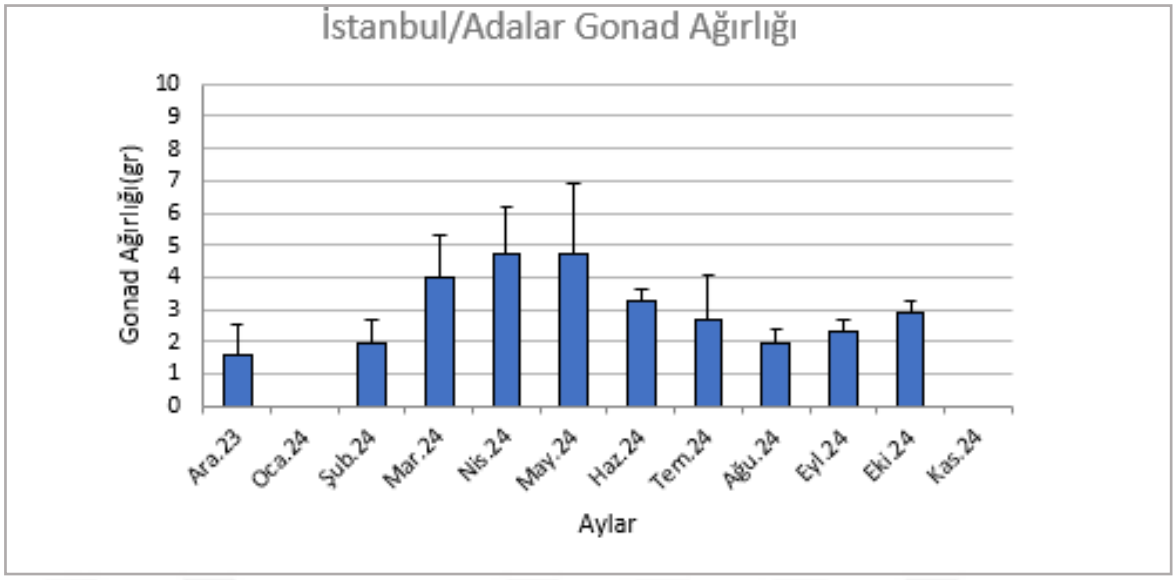
Şekil 39. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz en ölçümü

En yüksek dikensiz en Aralık 2023 tarihinde, en düşük dikensiz en ise Ekim 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 39).



Şekil 40. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık dikensiz boy ölçümü

En yüksek dikensiz boy Haziran 2024 tarihinde, en düşük dikensiz boy ise Ağustos 2024 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 40).

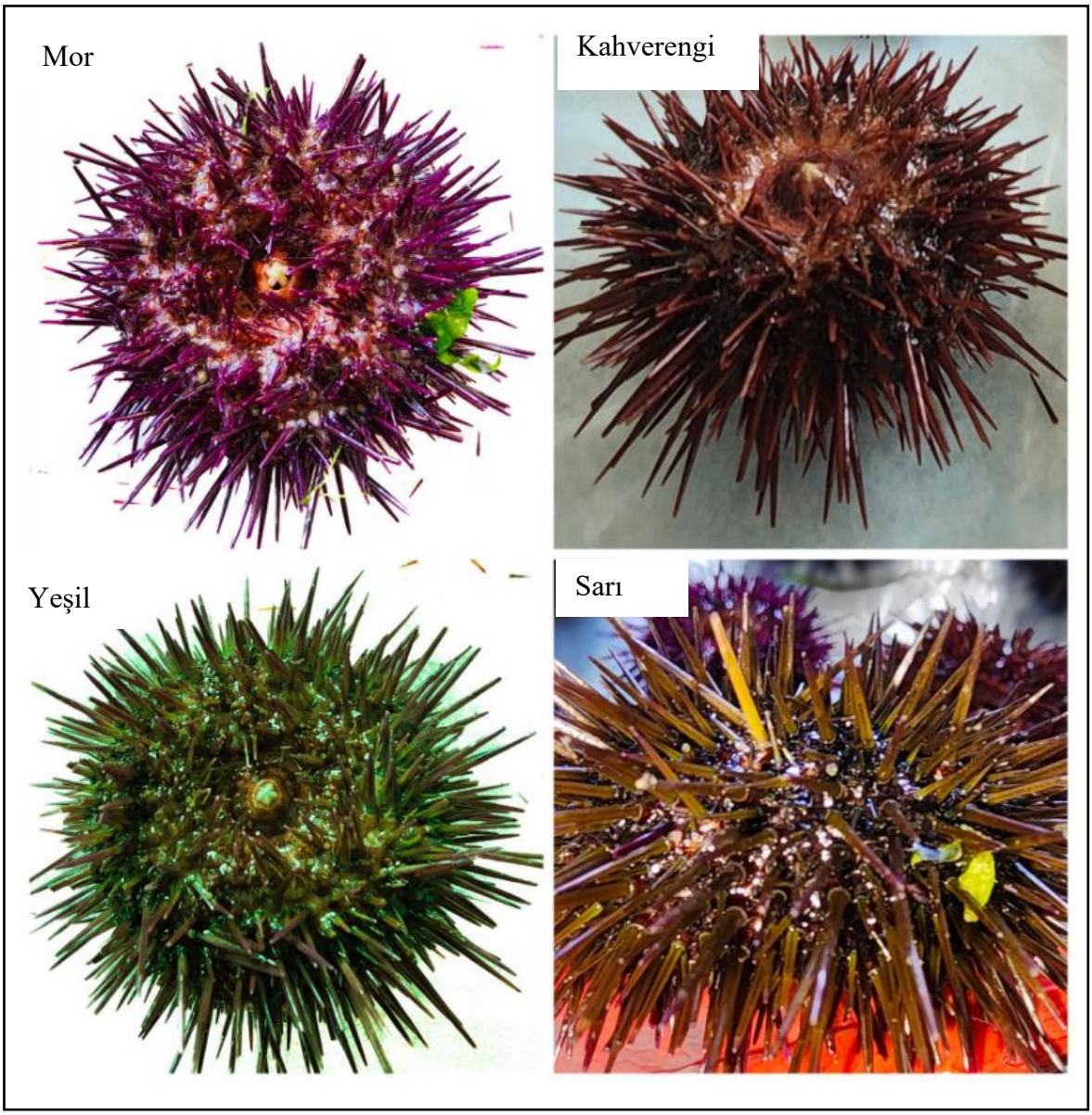


Şekil 41. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda deniz kestanelerinin 12 aylık gonad ağırlığı

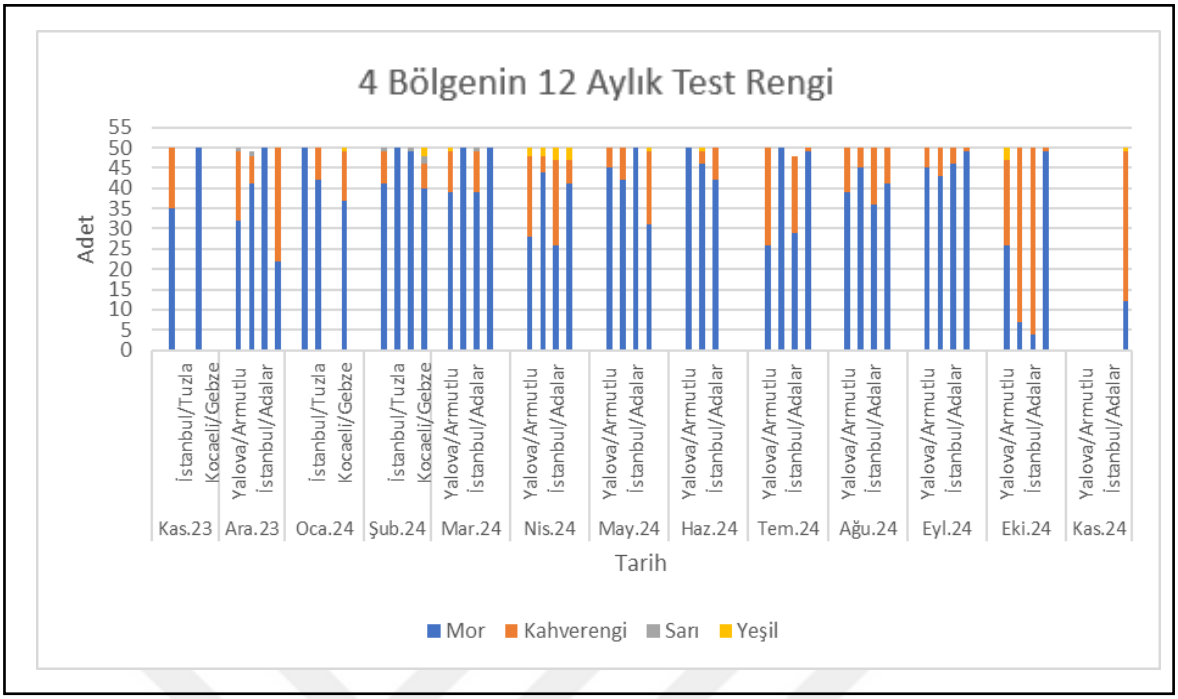
En yüksek gonad ağırlığı Nisan 2024 tarihinde, en düşük gonad ağırlığı ise Aralık 2023 tarihinde ölçülmüştür (Şekil 41).

4.2.3. Deniz kestanelerinin Test Renkleri

12 aylık çalışma sonucunda kahverengi, mor, yeşil ve sarı olmak üzere 4 farklı test rengi gözlemlenmiştir (Şekil 42).



Şekil 42. Gözlemlenen test renkleri (Özgün)

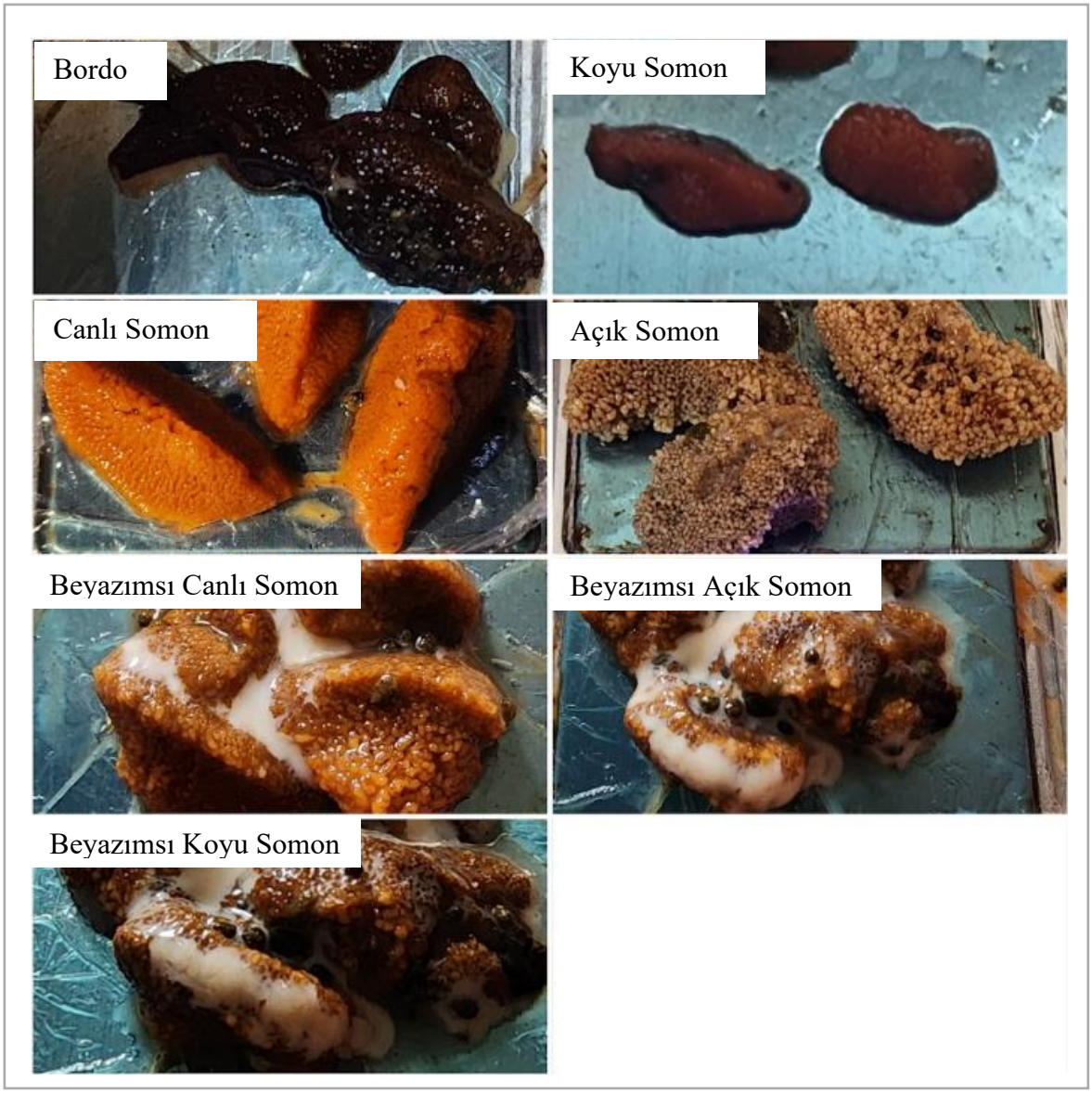


Şekil 43. Dört bölgenin 12 aylık gözlemlenen test renkleri

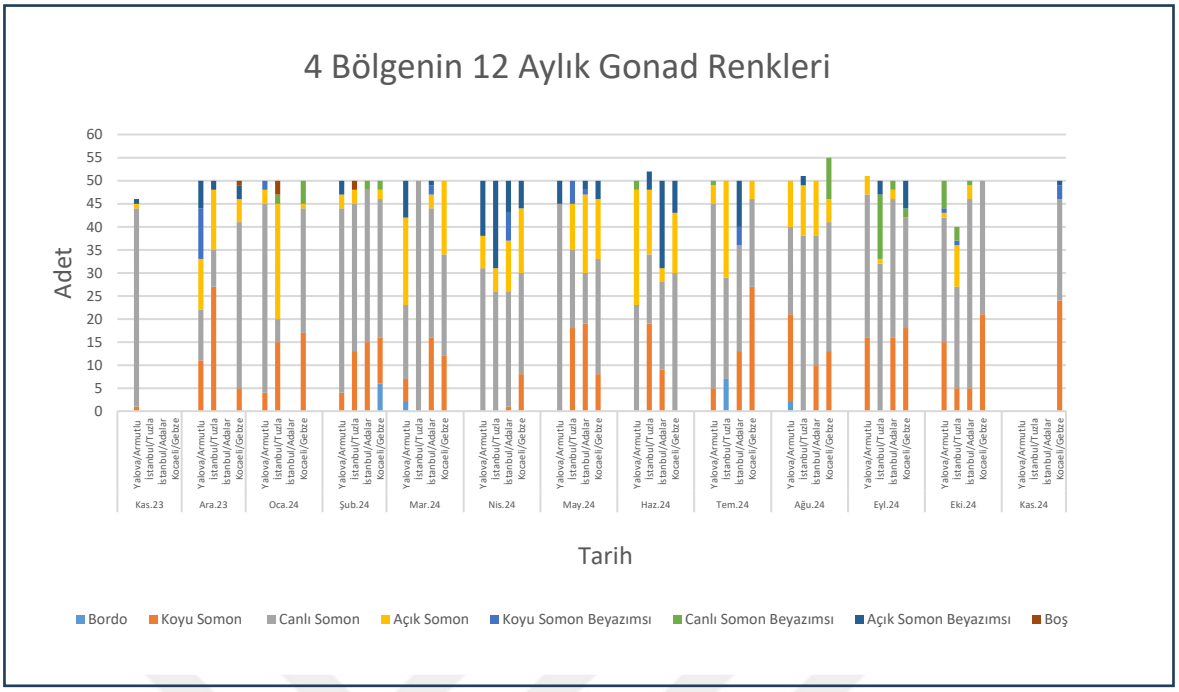
Yalova/Armutlu, İstanbul/Tuzla, İstanbul/Adalar ve Kocaeli/Gebze İstasyonları'nda en çok mor, en az ise sarı renkli test rengine sahip deniz kestaneleri gözlemlenmiştir. Mor renkli test en çok; Yalova/Armutlu İstasyonu'nda Ocak 2024 ve Haziran 2024 tarihlerinde 50 adet, kahverengi test en çok; İstanbul/Adalar İstasyonu'nda Ekim 2023 tarihinde 46 adet, sarı renkli test en çok; Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda Şubat 2024 tarihinde 2 adet, yeşil renkli test en çok; İstanbul/Adalar ve Kocaeli/Gebze İstasyonları'nda Nisan 2024 tarihinde 3 adet tespit edilmiştir (Şekil 43).

4.2.4. Gonad Rengi

12 aylık çalışma sonucunda deniz kestanelerinde bordo, koyu somon, canlı somon, açık somon, beyazımsı koyu somon, beyazımsı canlı somon ve beyazımsı açık somon olmak üzere 7 farklı gonad rengi olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 44).



Şekil 44. Gözlemlenen gonad renkleri (Özgün)

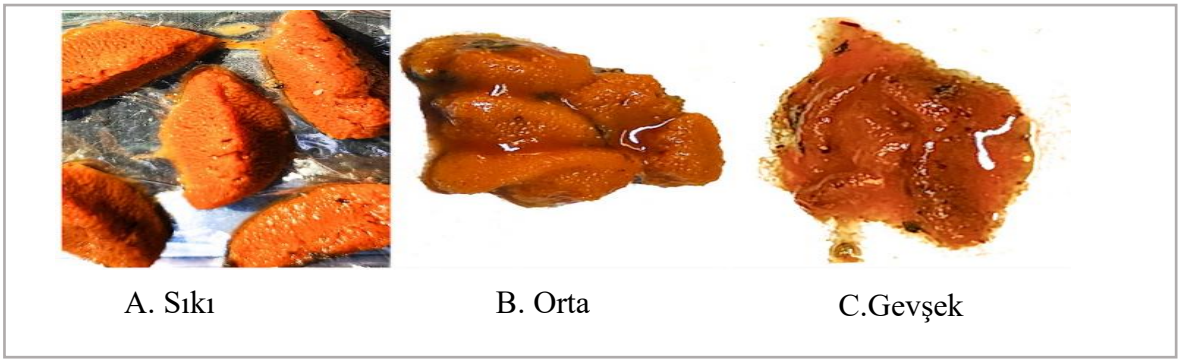


Şekil 45. Dört bölgenin 12 aylık gonad renkleri

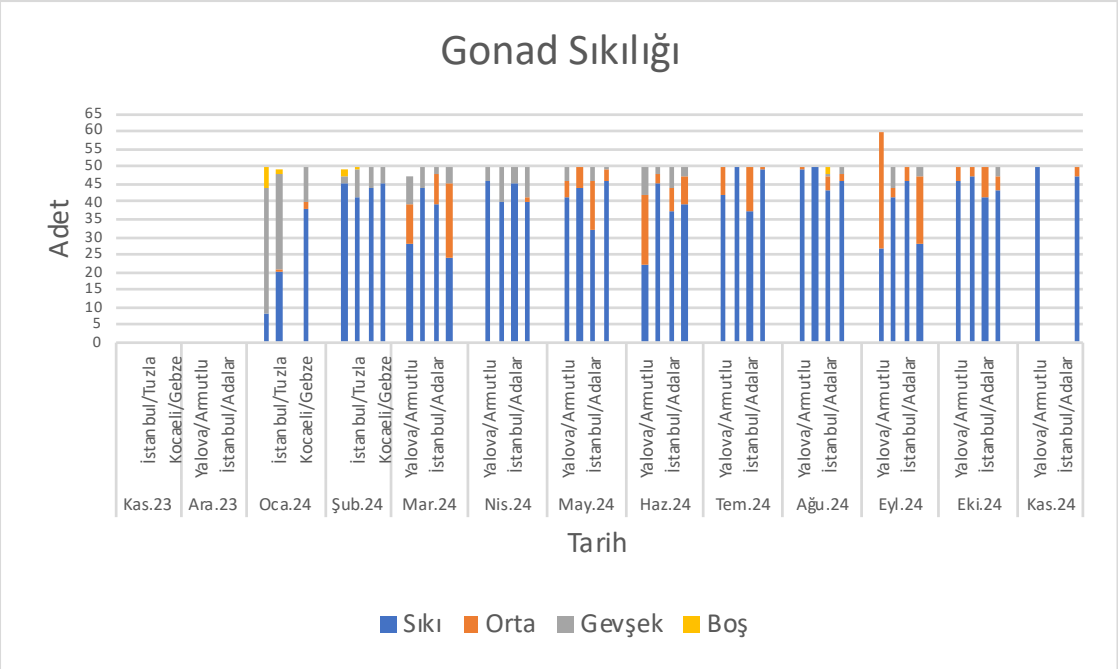
Yalova/Armutlu, İstanbul/Tuzla, İstanbul/Adalar ve Kocaeli/Gebze İstasyonları'nda 12 ay boyunca gonad rengi olarak en fazla canlı somon tespit edilmiştir. Nisan 2024 tarihinde tüm istasyonlarda koyu somon beyazımsı ve açık somon beyazımsı gözlemlenmiştir (Şekil 45).

4.2.5. Gonad Sıkılığı

12 aylık çalışma sonucunda deniz kestanelerinde gonad sıkılıkları; sıkı, orta ve gevşek olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır (Şekil 46).



Şekil 46. Gözlemlenen gonad sıkılıkları (Özgün)

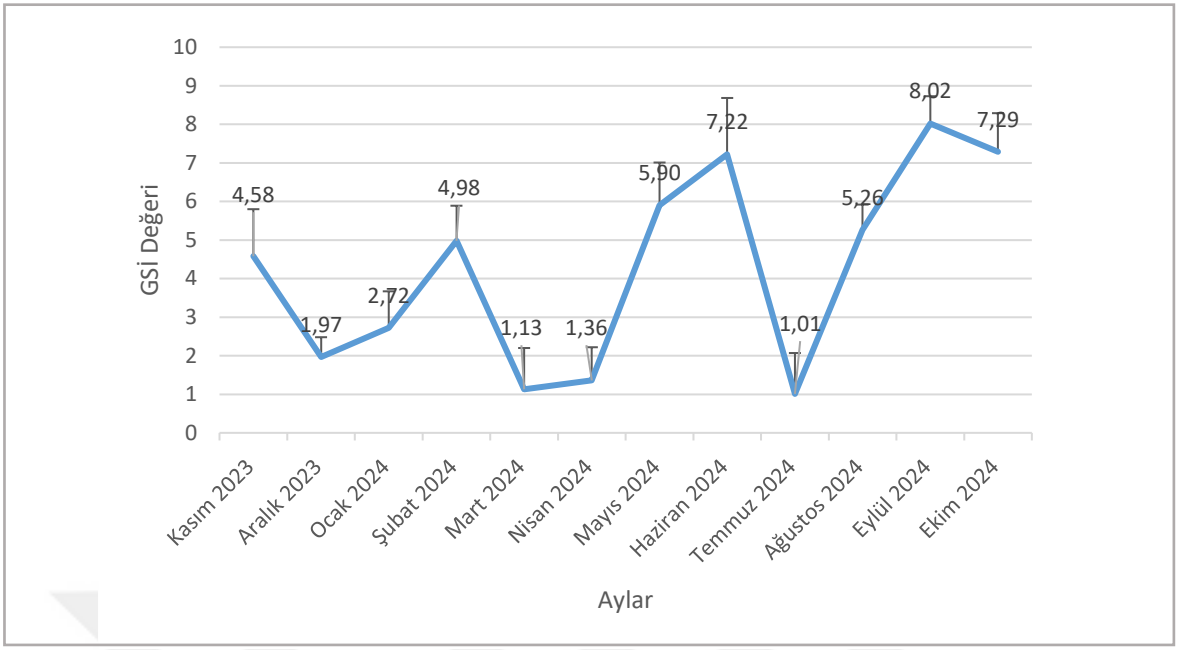


Şekil 47. Dört bölgenin 12 aylık gözlemlenen gonad sıkılıkları

Yalova/Armutlu, İstanbul/Tuzla, İstanbul/Adalar ve Kocaeli/Gebze İstasyonları'nda Ocak 2024 tarihinde sıkı ve gevşek sıkılıkta gonad sayıları birbirine yakınken, Haziran 2024 ve Eylül 2024 tarihlerinde sıkı ve orta sıkılıkta gonad sayıları birbirine yakındır. Şubat 2024, Mart 2024, Nisan 2024, Mayıs 2024, Temmuz 2024, Ağustos 2024, Ekim 2024 ve Kasım 2024 tarihlerinde sıkı gonadlar daha fazla tespit edilmiştir (Şekil 47).

4.2.6. GSİ Değerleri

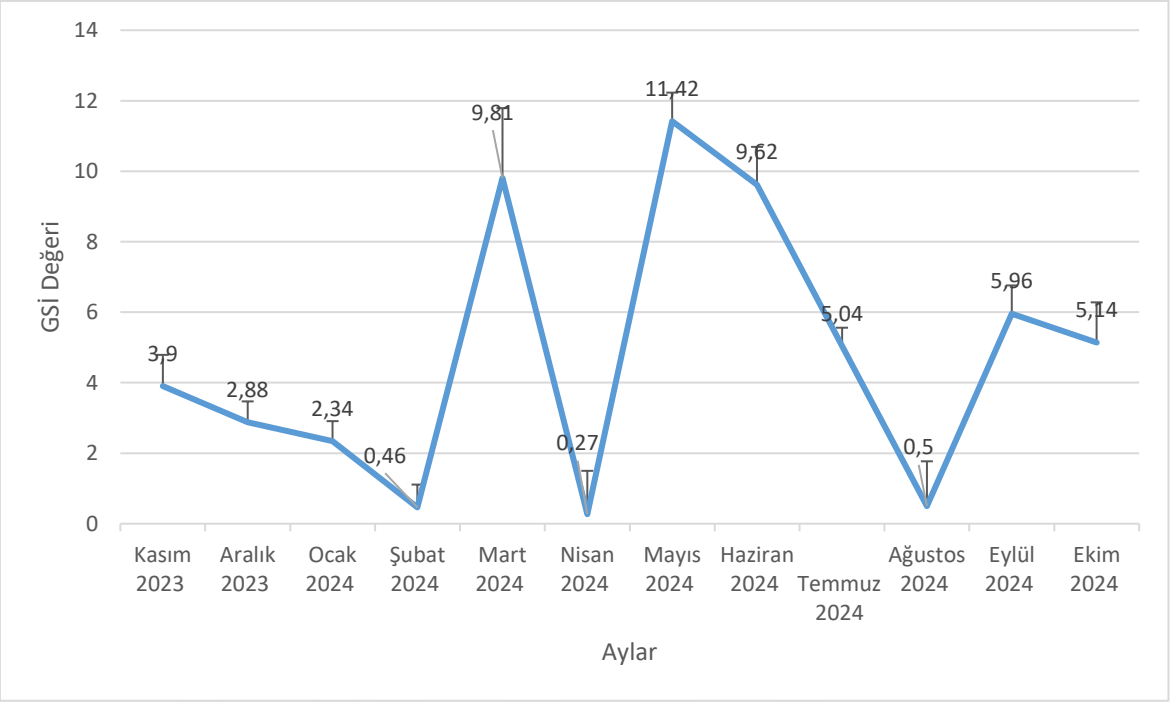
İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda GSİ değerleri sırasıyla Şekil 48'de verilmiştir.



Şekil 48. İstanbul/Tuzla İstasyonu 12 aylık GSİ değeri

İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda kasım ayından aralık ayına GSI değerinde düşüş gözlenirken, aralık- nisan ayları arasında ise GSI değerinde bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Nisan- mayıs aylarında GSİ değeri düşmüştür. Mayıs ayından temmuz ayına GSİ değerinde artış gözlemlenmiştir. Temmuz- ağustos ayında GSİ değeri düşmüştür. Ağustos – ekim aylarında GSİ değerinde tekrar bir artış söz konusudur.

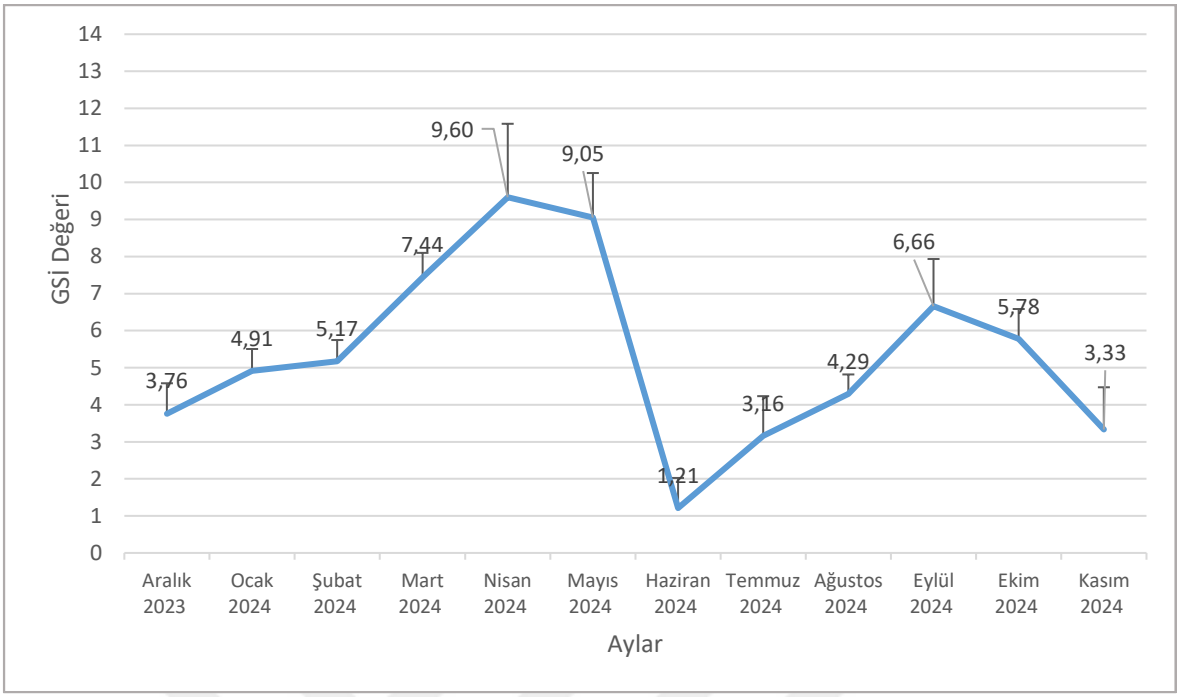
Yalova/Armutlu İstasyonu'nda GSİ değerleri sırasıyla Şekil 49'da verilmiştir.



Şekil 49. Yalova/Armutlu İstasyonu 12 aylık GSİ değeri

Yalova/Armutlu İstasyonu'nda kasım ayından ocak ayına GSI değerinde düşüş gözlenirken, şubat- mart ayları arasında ise GSI değerinde bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Nisan ayında GSİ değeri düşmüştür. Mayıs ayında GSİ değerinde artış gözlemlenmiştir. Temmuz- ağustos ayında GSİ değeri düşmüştür. Ağustos-eylül aylarında GSİ değerinde artış gözlemlenmiştir. Ekim ayında GSİ tekrar bir düşüş söz konusudur.

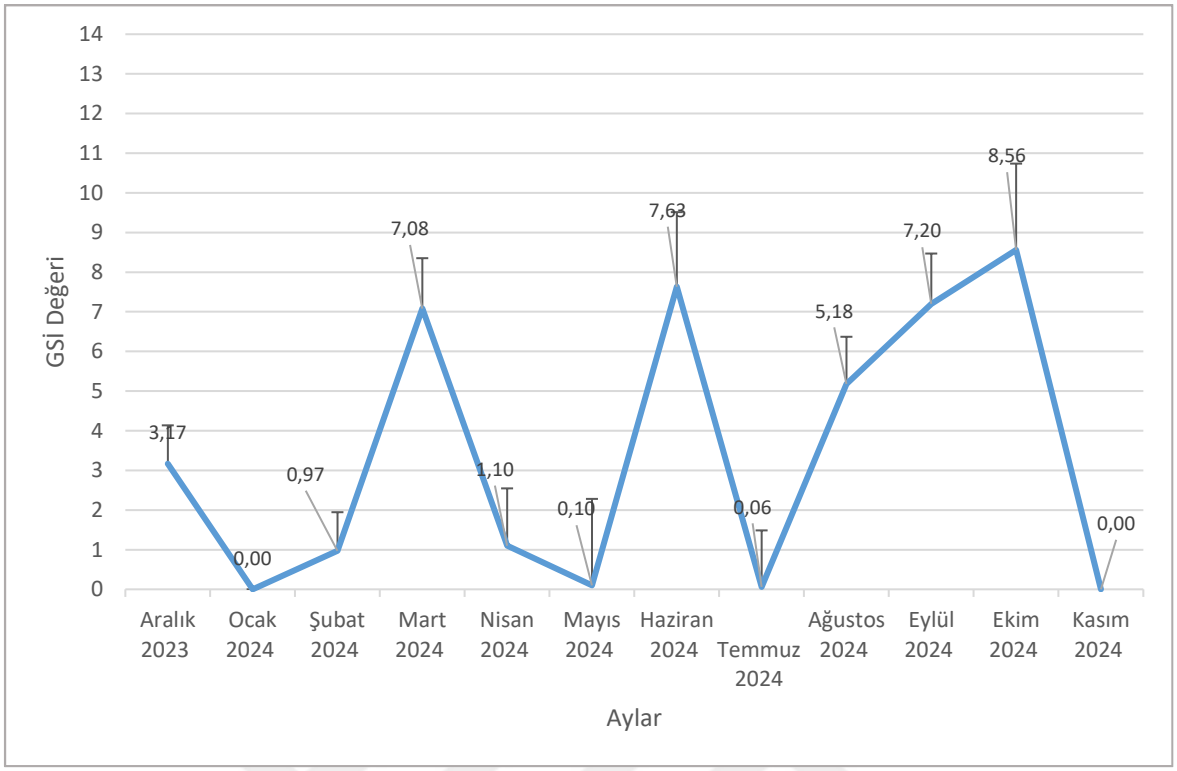
Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda GSİ değerleri sırasıyla Şekil 50'de verilmiştir.



Şekil 50. Kocaeli/Gebze İstasyonu 12 aylık GSİ değeri

Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda aralık ayından nisan ayına GSI değerinde düşüş gözlenirken, mayıs ayında GSİ değerinde bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Haziran ayında GSİ değeri artmıştır. Temmuz ayında GSİ değeri düşmüştür. Ağustos-eylül aylarında GSİ değerinde artış gözlemlenmiştir. Ekim-kasım aylarında GSİ değerinde tekrar bir düşüş söz konusudur.

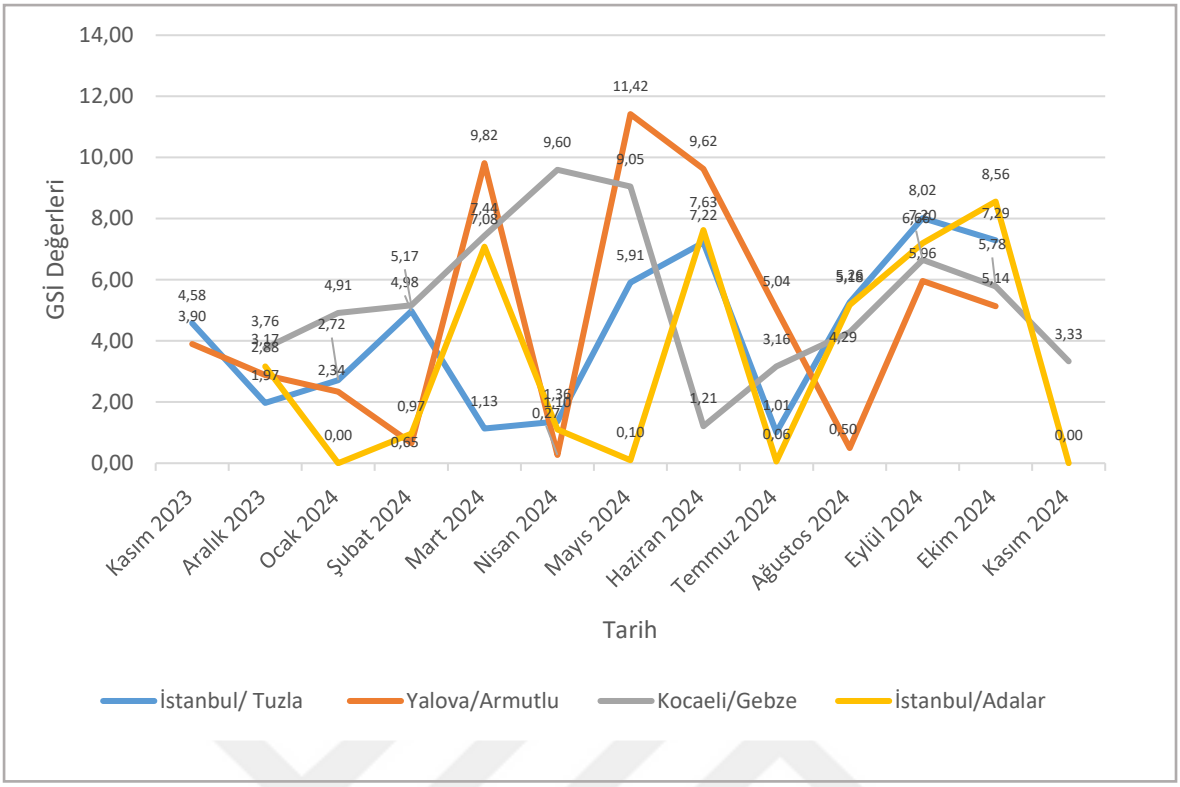
İstanbul/Adalar İstasyonu'nda GSİ değerleri sırasıyla Şekil 51'de verilmiştir.



Şekil 51. İstanbul/Adalar İstasyonu 12 aylık GSİ değerleri

İstanbul/Adalar İstasyonu'nda aralık ayından mayıs ayına GSI değerinde artış gözlenirken, haziran- ağustos ayları arasında ise GSI değerinde bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Eylül- ekim aylarında GSİ değerinde tekrar bir artış söz konusudur.

Tüm istasyonların 12 aylık GSİ değerleri Şekil 52'de gösterilmiştir.

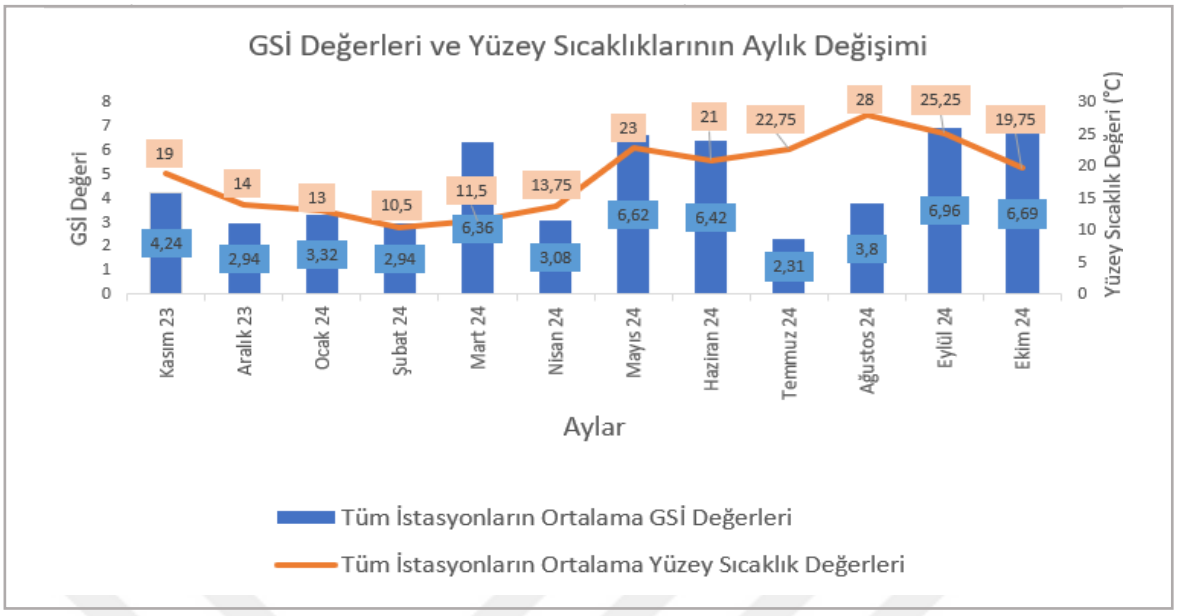


Şekil 52. Tüm istasyonların 12 aylık GSİ değerleri

İstanbul/ Tuzla, Yalova/ Armutlu, Kocaeli/Gebze ve İstanbul/ Adalar İstasyonları'nda GSİ değerlerinin en yüksek çıktığı aylar; Mart 2024- Temmuz 2024 'dür.

4.2.7. GSİ Değerleri ve Yüzey Suyu Sıcaklıkları Değerlendirmesi

Kasım 2023 – Ekim 2024 tarihleri arasında Kocaeli/Gebze, Yalova/Armutlu, İstanbul/Tuzla ve İstanbul/Adalar İstasyonları'nda elde edilen ortalama Gonadosomatik İndeks (GSI) değerleri ve yüzey suyu sıcaklıkları Şekil 53'te sunulmuştur. Çalışmada her iki parametrenin 12 aylık periyottaki değişimleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 53. Tüm istasyonların 12 aylık GSİ değerleri ve yüzey suyu sıcaklıkları değerlendirmesi

GSI değerleri incelendiğinde, en düşük değer Temmuz 2024'te (2,31) kaydedilmiş olup bu dönemde yüzey sıcaklığı 22,75 °C olarak ölçülmüştür. En yüksek GSI artışı ise Mart 2024'te (6,36) gözlenmiş, ardından Eylül 2024'te (6,95) ikinci bir pik değer kaydedilmiştir. Bu durum, gonad gelişiminin özellikle ilkbahar ve sonbahar dönemlerinde yoğunlaştığını göstermektedir.

Öte yandan yüzey suyu sıcaklıkları kış aylarında en düşük seviyelere ulaşmıştır. En düşük sıcaklık Şubat 2024'te (10,5 °C) kaydedilmiş, yaz aylarında belirgin bir artışla en yüksek seviyeye Ağustos 2024'te (28 °C) ulaşmıştır. Ardından sıcaklık değerlerinde kademeli bir azalma gözlenerek Ekim ayında 19,75 °C'ye düşmüştür.

Sonuç olarak, Şekil 53'te görüldüğü üzere GSI ve sıcaklık değerleri farklı dönemlerde pik yapmaktadır. Yüzey suyu sıcaklığı yaz ortasında (ağustos) en yüksek seviyeye ulaşırken, GSI değerleri bahar (mart) ve sonbahar (eylül) dönemlerinde maksimum seviyeye çıkmıştır. Bu bulgu, deniz kestanelerinin üreme döngüsünün sıcaklık artışlarından dolaylı olarak etkilendiğini, ancak gonad gelişiminin aşırı sıcaklıkların gözlendiği yaz aylarından ziyade geçiş dönemlerinde gerçekleştiğini ortaya koymaktadır.

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma iki etap şeklinde gerçekleştirilmiştir. Birinci etapta *P. lividus*'un Marmara Denizi Kuzey Doğu kıyılarındaki bolluğunu tespit etmek için İstanbul İli Anadolu Yakası'nda bulunan Tuzla, Pendik, Kartal, Maltepe, Kadıköy ve Yalova İli Armutlu ilçelerinde toplamda 20 istasyonda 2 yıl boyunca yılda 1 kez görsel sayım tekniği uygulanarak yürütülmüştür.

Türkiye'de deniz kestanesi ile ilgili ilk görsel sayım çalışması 2012 ve 2018 yılında Ege Denizi'nde bulunan Gökçeada'da *P. lividus* türü araştırmasıyla yapılmıştır. En fazla deniz kestanesi; 2012 yılında Laz Koyu İstasyonu'nda m^2'de ortalama 4 adet, 2018 yılında ise Kuzulimanı ve Kokina III İstasyonları'nda m^2'de ortalama 5 adet gözlenmiştir (Aslan, 2022). Marmara Denizi'nde yapılan ilk görsel sayım çalışmasında ise *P. lividus* türü en fazla; 2023 yılında Pendik-Yunus 1 İstasyonu'nda m^2'de ortalama 5 adet, 2024 yılında ise Tuzla İstasyonu'nda m^2'de ortalama 18 adet gözlemlenmiştir.

Çalışma sırasında istasyonlarda Echinoidea (deniz kestanesi)' ye ait belirlenen tür (*P. lividus*) dışında herhangi bir türe rastlanılmamıştır.

P. lividus'un yoğun bir şekilde bulunduğu bölgelerde özellikle Tuzla İstasyonu'nda anemon türlerinden *Anemonia viridis* ve *Sagartia* sp. türlerinin 6 m^2 de 1 adet bulunduğu gözlemlenmiştir. Anemon türleri ile *P. lividus* türünün ilişkisi hakkında bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Marmara Denizi'nde yapılan çalışmada ise küçük ölçekli balıkçılığın yoğun olduğu istasyonlar; Tuzla/Mercan, Kartal/Su Sporları, Kartal/Yelken, Kartal/Marina İçi-1, Kartal/Marina İçi-2 ve Maltepe/Küçükyalı'dır. Bu istasyonlarda *P. lividus* türü 2023 yılında en fazla Maltepe/Küçükyalı İstasyonu'nda m^2'de 4,2 adet, en az Marina İçi-2 İstasyonu'nda m^2'de 0,02 ve 2024 yılında en fazla İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda m^2'de 17,69 adet, en az Marina İçi-2 İstasyonu'nda m^2' 0,16 adet gözlemlenmiştir.

2023 yılında m^2'de 4 adet, 2024 yılında m^2'de 10 adet ile yoğun istasyon olan bir diğer istasyon Maltepe/Küçükyalı'da ise dere bulunmaktadır. Çalışmanın yapıldığı 2023 ve 2024 yıllarında istasyonda ağır bir lağım kokusu gözlemlenmiştir. Bayed vd., (2005) tarafından, deniz kestanelerin kanalizasyon çıkışına doğru kademeli olarak artmakta ve deşarj noktasının yakınında deniz kestanelerinin daha yüksek yoğunlukta bulunmakta olduğu rapor edilmiştir. Genel olarak deniz kestanelerinin bolluklarında etkili olabilecek faktörler; besin, suyun fiziko-kimyasal yapısı, dip yapısı, avcılık baskısı ve kirliliktir (Tortonese vd., 1965; Merki,1988; Byre,1990).

Addis vd., (2009a) ve Addis vd., (2009b) 2007 yılında Sardunya'da balıkçılığın yoğun olduğu bölgelerde *P. lividus* türünün en fazla Porto Palma İstasyonu'nda (5,11 ± 0,70 m^2) ve en az Teulada İstasyonu'nda (1,95 ± 0,22 m^2) olduğu gözlemlenmiştir.

Piacentini vd. (2025), 2013–2022 yılları arasında Korsika Adası'nda yaptıkları çalışmalarda, özellikle 2016 yılından itibaren *Paracentrotus lividus* yoğunluklarında belirgin düşüşler olduğunu bildirmiştir. Büyük boy bireylerde %54–79, orta boy bireylerde ise %72–100 oranında azalma kaydedilmiştir. Bu gerilemenin denizel sıcak hava dalgalarıyla güçlü biçimde ilişkili olduğu ortaya konmuştur. Güney bölgelerde popülasyonların daha dirençli kaldığı, ancak kuzeydeki bazı alanlarda aşırı avcılık ve habitat bozulmaları nedeniyle yoğunlukların oldukça düşük seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Marmara Denizi'nde yapılan çalışmada ise *Paracentrotus lividus* yoğunluğu ve yüzey suyu sıcaklığı 2022 ve 2023 yılları arasında birbirine yakın bulunmuştur.

Vera-Duarte vd., (2024) Juan Fernández Takımadaları'nda yapmış olduğu çalışmada 2014 ile 2024 yılları arasında, *C. sylviae* türünün bolluğunun 0.91 ± 0.00 m^2 adetten 4.12 ± 1.33 m^2 adete çıktığı gözlemlenmiştir. Marmara Denizi'nde yapılan çalışmada da 2023 ile 2024 yılı arasında 20 istasyonun hepsinde adet sayısının arttığı gözlemlenmiştir. Marmara Denizi Eylem Planı (MDEP) çerçevesinde, Marmara Denizi'nde sürdürülen balıkçılık faaliyetlerinin ekosistem temelli yaklaşımla devamlılığını sağlamak amacıyla, Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğazları'nda deniz kestanesinin ticari amaçlı avcılığı ve toplanması, 15 Mayıs 2022 tarihinden itibaren yasaklanmıştır. Bu yasaklama, Tarım ve Orman Bakanlığı Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü tarafından 09.05.2022 tarihinde yayımlanan resmi yazı ile, 5/1 Numaralı Ticari Amaçlı Su Ürünleri Avcılığının

Düzenlenmesi Hakkında Tebliğ'in 48. maddesinin 30. fıkrası uyarınca yürürlüğe girmiştir (Aslan, 2022).

Marmara Denizi'nde 2021 yılında yaşanan müsilaj olayının ardından, 2023 yılında özellikle bu bölgede yoğun alg oluşumları gözlemlenmiştir. Söz konusu fitoplankton ve makroalg artışının, otçul organizmalar olan deniz kestaneleri tarafından besin olarak tüketilmesi; ekosistemde bozulan dengenin yeniden sağlanması açısından ekolojik olarak kritik bir rol oynamaktadır.

İkinci etap ise Marmara Denizi'nde *P. lividus*'un gonadosomatik indeks oranının ilk defa belirlenebilmesi için İstanbul/Tuzla, İstanbul/Adalar, Kocaeli/Gebze ve Yalova/Armutlu İstasyonları'ndan 12 ay boyunca toplanan örneklerle yürütülmüştür.

On iki aylık gözlem süresi boyunca *P. lividus* türünde toplam dört farklı test (kabuk) rengi belirlenmiştir: mor, kahverengi, yeşil ve sarı. Yalova/Armutlu, İstanbul/Tuzla, İstanbul/Adalar ve Kocaeli/Gebze İstasyonları'nda en yaygın gözlemlenen test rengi mor olurken, en nadir görülen ise sarı olmuştur. Mor testlere en fazla Ocak 2024 ve Haziran 2024'te Yalova/Armutlu İstasyonu'nda (her iki tarihte de 50 adet) rastlanmıştır. Kahverengi testler en yoğun şekilde Ekim 2023'te İstanbul/Adalar İstasyonu'nda (46 adet), sarı testler ise en fazla Şubat 2024'te Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda (2 aadet) gözlemlenmiştir. Yeşil testler ise Nisan 2024'te İstanbul/Adalar ve Kocaeli/Gebze İstasyonları'nda (her biri 3 adet) kaydedilmiştir. Elde edilen bu renk varyasyonları, mevcut literatürde bildirilen test renkleriyle uyumlu olup, bu çalışmada sunulan sayısal dağılım verileri daha önceki çalışmalarda yer almamıştır. Bu yönüyle çalışma, *P. lividus* türünde test rengi frekanslarının nicel olarak belirlendiği ilk araştırma niteliğindedir.

İstanbul/Tuzla İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikenli en/boy değerleri 5,57 ± 0,72/ 3,18 ± 0,82 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikenli en değeri 6,12 ± 0,79 cm olarak 2024 Ocak ayında, maksimum dikenli boy değeri 3,72 ± 0,56 cm olarak şubat ayında tespit edilmiştir. İstanbul/Adalar İstasyonu'ndan 2024 Ocak ve 2024 Kasım aylarında hava muhalefetinden dolayı çalışma yapılamamış olup diğer aylarda toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikenli en/boy değerleri 5,04 ± 0,60/ 3,11 ± 0,42 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikenli en değeri 7,1 ± 0,79 cm olarak 2023 Aralık ayında,

maksimum dikenli boy değeri 4,19 ± 0,54 cm olarak 2024 Nisan ayında tespit edilmiştir. Kocaeli/Gebze İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikenli en/boy değeri 5,80 ± 0,91/ 3,26 ± 0,43 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikenli en/boy değeri 6,3 ± 0,51/ 3,88 ± 0,38 cm ile 2023 Aralık ayında tespit edilmiştir. Yalova/Armutlu İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikenli en/boy değeri 6,34 ± 1,38 / 3,50 ± 0,44 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikenli en/boy değeri 7,15 ± 0,69 / 4,38 ± 0,47 cm ile Mart 2024 ayında tespit edilmiştir. 12 aylık çalışma ortalaması sonucunda diğer istasyonlara göre en yüksek dikenli en/boy değeri Yalova/Armutlu İstasyonu olduğu tespit edilmiştir. İzmir/Çeşme'de Köse (2005) tarafından yapılan araştırmada deniz kestanelerinin ortalama boy değerinin 3-5 cm arasında olduğu ve maksimum boy değerinin 7 cm olarak ölçüldüğü belirtilmiştir. Çanakkale/Güzelyalı'da Köktürk (2014) tarafından yapılan araştırmada deniz kestanelerinin ortalama dikenli en/boy değeri 4,021 ± 0,165 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikenli en değeri 8,26 cm ile Aralık 2011 ayında, maksimum dikenli boy değeri 8,24 cm ile 2012 Eylül ayında ölçüldüğü bildirilmiştir. Cezayir'in batı kıyısı boyunca (Güneybatı Akdeniz) Yahiaoui vd., (2024) tarafından yapılan araştırmada deniz kestanelerinin ortalama dikenli en/boy değeri 4,228 ± 0,929 cm ile 2,493 ± 0,734 cm olarak ölçülmüştür. Bugüne kadar İzmir, Çanakkale, Cezayir, İstanbul, Yalova ve Kocaeli'nde yapılan çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında ortalama dikenli en/boy büyüklükleri benzer olmakla beraber en büyük deniz kestaneleri İstanbul/Adalar ve Yalova/Armutlu bölgelerinde tespit edilmiştir.

İstanbul/Tuzla İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikensiz en 4,16 ± 0,95 / /boy değeri 2,20 ± 0,32 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikensiz en/boy değeri 4,71 ± 0,53 / 2,56 ± 0,3 cm ile Ocak 2024 ayında tespit edilmiştir. İstanbul/Adalar İstasyonu'ndan 2024 Ocak ve 2024 Kasım aylarında hava muhalefetinden dolayı çalışma yapılamamış olup diğer aylarda toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikensiz en/boy değerleri 3,96 ± 0,47 / 2,27 ± 1,99 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikensiz en değeri 5,23 ± 0,71cm ile Aralık 2023 ayında, maksimum dikensiz boy değeri 2,94 ± 20,4 cm ile 2024 Haziran ayında tespit edilmiştir. Kocaeli/Gebze İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikensiz en en/boy değeri 4,13 ± 0,46 / 2,26 ± 0,32 cm olarak ölçülmüştür. Maksimum dikensiz en/boy değeri 4,53 ± 0,8 / 2,58 ± 0,53 cm olarak 2024 Şubat ayında tespit edilmiştir. Yalova/Armutlu İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinin ortalama dikensiz en en/boy değeri 4,22 ± 0,49 / 2,32 ± 0,40 cm olarak

ölçülmüştür. Maksimum dikensiz en değeri 5,16 ± 0,48 cm ile Mart 2024 ayında, maksimum dikensiz boy değeri 2,98 ± 1,17 cm ile 2024 Nisan ayında tespit edilmiştir. 12 aylık çalışma sonucunda İstanbul/Adalar İstasyonu'nda diğer istasyonlara göre dikensiz en değerinin, Yalova/Armutlu İstasyonu'nun ise dikensiz boy değerinin daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Çanakkale/Güzelyalı'da Köktürk (2014) tarafından yapılan araştırmada deniz kestanelerinin ortalama dikensiz en/boy değeri 3,110 ± 0,148 cm olarak ölçülmüştür. Bugüne kadar Çanakkale, İstanbul, Yalova ve Kocaeli'nde yapılan çalışmaların sonuçları karşılaştırıldığında ortalama dikensiz en/boy büyüklükleri benzer olmakla beraber en büyük deniz kestaneleri İstanbul/Adalar bölgesinde tespit edilmiştir.

İstanbul/Tuzla İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinde ortalama yaş ağırlığı 30,03 ± 10,69 g olarak ölçülmüştür. Bu istasyonda tespit edilen maksimum yaş ağırlığı 41,82 ± 10,79 g olup, 2024 yılı Şubat ayında kaydedilmiştir. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda ise deniz kestanelerinin ortalama yaş ağırlığı 42,65 ± 13,32 g olarak belirlenmiş; en yüksek değer 56,75 ± 17,06 g ile 2024 yılı Mart ayında ölçülmüştür. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda toplanan deniz kestanelerinde ortalama yaş ağırlığı 28,50 ± 8,71 g, maksimum yaş ağırlığı ise 38,81 ± 11,60 g olup, bu değer 2023 yılı Aralık ayında kaydedilmiştir. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda ortalama yaş ağırlığı 32,37 ± 9,33 g, maksimum değer ise 57,13 ± 14,6 g olarak 2024 yılı Mart ayında tespit edilmiştir. On iki aylık çalışma süresi boyunca elde edilen veriler değerlendirildiğinde, ortalama yaş ağırlığı bakımından İstanbul/Adalar İstasyonu'nun diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Öte yandan, çalışmada kaydedilen en yüksek yaş ağırlık 57,13 ± 14,6 g ile 2024 yılı Mart ayında Yalova/Armutlu İstasyonu'nda tespit edilmiştir. Çanakkale/Güzelyalı bölgesinde Köktürk (2014) tarafından yapılan çalışmada deniz kestanelerinin ortalama yaş ağırlığı 36,12 ± 2,57 g olarak rapor edilmiştir. Portekiz'in orta batı kıyısındaki Peniche-Praia do Abalo bölgesinde Raposo vd., (2023a) ve Raposo vd., (2023b) tarafından yürütülen araştırmada ise deniz kestanelerinin en yüksek ve en düşük yaş ağırlıkları sırasıyla 53,19 ± 12,72 g ve 17,99 ± 3,43 g olarak ölçülmüştür. Cezayir'in batı kıyılarında (Güneybatı Akdeniz) Yahiaoui vd., (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise ortalama yaş ağırlığı 45,60 ± 15,14 g olarak kaydedilmiştir. Yapılan çalışmaların ortalama yaş ağırlığı sonuçları karşılaştırıldığında, en yüksek ortalama değer 45,60 ± 15,14 g ile Cezayir'in batı kıyılarında (Güneybatı Akdeniz) Yahiaoui vd., (2024) tarafından kaydedilmiştir. Bu değeri 42,65 ± 13,32 g ile İstanbul/Adalar İstasyonu takip etmektedir. En düşük ortalama yaş ağırlığı ise 36,12 ± 2,57 g ile

Çanakkale/Güzelyalı bölgesinde Köktürk (2014) tarafından rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, çalışılan bölgeler arasında ortalama yaş ağırlığı bakımından bölgesel farklılıkların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Maksimum yaş ağırlığı değerleri karşılaştırıldığında ise, en yüksek yaş ağırlığı 57,13 ± 14,6 g ile 2024 yılı Mart ayında Yalova/Armutlu İstasyonu'nda kaydedilmiştir. Bu değeri 53,19 ± 12,72 g ile Portekiz'in orta batı kıyısındaki Peniche-Praia do Abalo bölgesinde Raposo vd., (2023a) ve Raposo vd., (2023b) tarafından tespit edilen maksimum yaş ağırlığı takip etmektedir. Bu bulgular, çalışılan bölgelerdeki deniz kestanelerinin yaş ağırlıkları arasında dikkat çekici farklar olabildiğini ve Yalova/Armutlu İstasyonu'ndaki deniz kestanelerinin daha yüksek yaş ağırlığına ulaşabildiğini göstermektedir.

2014-2015 tarihleri arasında Çanakkale Boğazı Kıyıları ve Gökçeada kıyılarında *P. lividus* türününün diğer istasyonlara göre ağırlık ve çapları daha büyük olduğu tespit edilmiştir (Yilmaz ve Tunçer, 2016). Marmara Denizi'nde yapılan çalışmada *P. lividus* türü İstanbul/Adalar İstasyonu'nda diğer istasyonlara göre ağırlık ve çapları daha büyük olduğu tespit edilmiştir.

İstanbul/Tuzla İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinde ortalama gonad ağırlığı 1,93 ± 0,95 g olarak ölçülmüştür. Bu istasyonda tespit edilen maksimum gonad ağırlığı 3,15 ± 0,86 g olup, 2024 yılı Nisan ayında kaydedilmiştir. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda ise ortalama gonad ağırlığı 3,00 ± 1,47 g olarak belirlenmiş; en yüksek değer 4,74 ± 1,44 g ile yine 2024 yılı Nisan ayında gözlemlenmiştir. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda toplanan deniz kestanelerinin ortalama gonad ağırlığı 1,74 ± 0,96 g, maksimum değeri ise 2,73 ± 1,48 g olarak 2024 yılı Haziran ayında kaydedilmiştir. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda ise ortalama gonad ağırlığı 2,36 ± 1,18 g, maksimum değer ise 5,61 ± 1,98 g olup bu değer 2024 yılı Mart ayında tespit edilmiştir. On iki aylık gözlem süresi boyunca elde edilen veriler değerlendirildiğinde, ortalama gonad ağırlığı bakımından İstanbul/Adalar İstasyonu'nun diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. İzmir/Çeşme bölgesinde Küçükdegirmenci vd., (2017) tarafından yapılan çalışmada en yüksek gonad ağırlığının mart ayında kaydedildiği rapor edilmiştir. Portekiz'in orta batı kıyısında yer alan Peniche-Praia do Abalo bölgesinde Raposo vd., (2023a) ve Raposo vd., (2023b) tarafından yürütülen çalışmada ise en yüksek gonad ağırlığı Aralık 2016'da 4,41 ± 2,27 g, en düşük gonad ağırlığı ise Haziran 2016'da 1,17 ± 0,4 g olarak ölçülmüştür. İstanbul, Yalova,

Kocaeli, İzmir ve Peniche (Portekiz) bölgelerinde yürütülen çalışmalarda kullanılan veri yapılarındaki farklılıklar nedeniyle ortalama gonad ağırlığı değerlerinin doğrudan karşılaştırılması mümkün olmamaktadır. Bununla birlikte, eldeki mevcut bulgulara göre en yüksek gonad ağırlığı Yalova/Armutlu İstasyonu'nda kaydedilmiştir.

İstanbul/Tuzla İstasyonu'ndan toplanan deniz kestanelerinde ortalama Gonadosomatik İndeks (GSİ) değeri 4,29 ± 1,14 g olarak ölçülmüştür. Bu istasyonda tespit edilen maksimum GSİ değeri ise 8,02 ± 0,71 g olup, 2024 yılı Eylül ayında kaydedilmiştir. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda ortalama GSİ değeri 3,41 ± 1,23 g olarak belirlenmiş; en yüksek değer ise 8,56 ± 2,17 g ile 2024 yılı Ekim ayında gözlemlenmiştir. Kocaeli/Gebze İstasyonu'ndaki deniz kestanelerinde ortalama GSİ değeri 5,36 ± 0,95 g olarak ölçülmüş, maksimum değer ise 9,60 ± 1,98 g ile 2024 yılı Nisan ayında tespit edilmiştir. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda ise ortalama GSİ değeri 4,77 ± 0,95 g, maksimum değeri ise 11,42 ± 0,81 g olup, bu en yüksek değer 2024 yılı Mayıs ayında kaydedilmiştir. On iki aylık gözlem süresi boyunca elde edilen verilerin değerlendirilmesi sonucunda, Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda ortalama GSİ değerinin diğer istasyonlara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bununla birlikte, tespit edilen en yüksek GSİ değeri 11,42 ± 0,81 g ile 2024 yılı Mayıs ayında Yalova/Armutlu İstasyonu'nda gözlemlenmiştir. Portekiz'in orta batı kıyısında yer alan Peniche-Praia do Abalo bölgesinde Raposo vd., (2023a) ve Raposo vd., (2023b) tarafından yürütülen çalışmada, en yüksek GSİ değeri 12,87 ± 6,43 g ile 2016 yılı Nisan ayında, en düşük değer ise 4,18 ± 1,3 g ile 2015 yılı Temmuz ayında ölçülmüştür. Bu çalışmada elde edilen en yüksek GSİ değeri (11,42 ± 0,81 g, Yalova/Armutlu, 2024 Mayıs) ile Peniche-Praia do Abalo bölgesinde Raposo vd., (2023a) ve Raposo vd., (2023b) tarafından bildirilen en yüksek GSİ değeri (12,87 ± 6,43 g, 2016 Nisan) birbirine yakın bulunmuştur.

Türkiye'de deniz kestanesi *P. lividus* ile ilgili ilk üreme döngüsü ve gonadosomatik indeks oranını belirlenmesi çalışması 2001 ve 2002 yılında İzmir/Urla'da yapılmıştır. şubat ve mayıs olmak üzere iki pik dönemine sahip olduğu ve maksimum %8.97 ± 0.56 gonad oranı tespit edilmiştir (Lök ve Köse, 2006). Bu çalışmayı takiben; Eylül 2001 Ağustos 2002 tarihleri arasında Antalya Körfezi kıyılarında gonad indekslerinin ilkbaharda en yüksek seviyede olduğu gözlemlenmiştir (Özvarol, 2003). 2003 Haziran- Mayıs 2004 tarihleri arasında İzmir Çeşme'de gonad indeksi nisan ayında %6.22 ± 0.56 tespit edilmiştir

(Küçükdermenci vd., 2016). Marmara Denizi'nde 2023- 2024 tarihleri arasında yapılan ilk gonadosomatik indeks oranını belirlenmesi çalışmasında *P. lividus* türünün; İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda kasım, şubat, haziran ve eylül ayları olmak üzere dört pik dönemine sahip olduğu ve maksimum 8,02 ± 1,01 tespit edilmiştir. İstanbul /Adalar İstasyonu'nda aralık, mart, haziran ve ekim ayları olmak üzere dört pik dönemine sahip olduğu ve maksimum 8,56 ± 0,06 tespit edilmiştir. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda nisan ve eylül ayları olmak üzere iki pik dönemine sahip olduğu ve maksimum 9,60 ± 1,21 tespit edilmiştir. Yalova/ Armutlu İstasyonu'nda mart, mayıs ve eylül ayları olmak üzere üç pik dönemine sahip olduğu ve maksimum 11,42 ± 2,34 tespit edilmiştir. Bu çalışma sonucuna göre; bölgesel olarak gonad indeks pik sayılarının değişkenlik gösterebileceği gözlemlenmiştir.

Eylül 2001–Ağustos 2002 tarihleri arasında Antalya Körfezi kıyılarında yürütülen çalışmada, gonad gelişiminin su sıcaklığı ile ters orantılı olduğu bildirilmiştir (Özvarol, 2003). Marmara Denizi'nde 2023–2024 yılları arasında gerçekleştirilen araştırmada ise istasyonlara göre farklılıklar olmakla birlikte gonad gelişiminin çoklu pik dönemleri gösterdiği belirlenmiştir. İstanbul/Tuzla İstasyonu'nda gonad gelişimi kasım, şubat, haziran ve eylül aylarında olmak üzere dört pik dönemi sergilemiş; bu dönemlerin üçünde su sıcaklığı artış göstermiş, eylül ayında ise düşüş kaydedilmiştir. İstanbul/Adalar İstasyonu'nda aralık, mart, haziran ve ekim aylarında dört pik dönemi saptanmış, bunların üçünde su sıcaklığı artarken ekim ayında azaldığı gözlenmiştir. Kocaeli/Gebze İstasyonu'nda nisan ve eylül aylarında iki pik dönemi tespit edilmiş olup her iki dönemde de su sıcaklığının azaldığı belirlenmiştir. Yalova/Armutlu İstasyonu'nda ise mart, mayıs ve eylül aylarında üç pik dönemi kaydedilmiş ve bu aylarda da su sıcaklığında düşüş olduğu görülmüştür.

Marmara Denizi genelinde değerlendirildiğinde, gonad gelişiminin su sıcaklığı ile ilişkisi istasyonlar arasında değişkenlik göstermekle birlikte, genel eğilim olarak ilkbahar–yaz döneminde sıcaklık artışına paralel şekilde GSI değerlerinde yükselme, sonbaharda ise düşüş eğilimi görülmüştür. Tüm istasyonlar birlikte incelendiğinde, mart, mayıs ve eylül aylarında ortak üç pik dönemi ortaya çıkmakta; bu durum Marmara Denizi'nde deniz kestanelerinin gonad gelişim döngüsünün büyük ölçüde sıcaklık dinamikleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Mayıs 2011- Nisan 2012 tarihleri arasında Çanakkale Güzelyalı'da 6 evrede gonad gelişiminin tamamlandığı tespit edilmiştir. Döl verme dönemlerinin sonbahar ve yaz mevsimleri olduğu gözlemlenmiştir (Köktürk, 2014). Marmara Denizi'nde 2023- 2024 tarihleri arasında yapılan çalışmanın örnekleri uygun koşullar altında saklanmış olup döl verme dönemi ileriki tarihlerde incelenecektir.

Bu çalışma kapsamında *Paracentrotus lividus* türüne ait deniz kestanelerinde gonad rengi ve gonad sıkılığı ilk kez bir arada değerlendirilmiş ve bu özelliklerin mevsimsel değişimi ortaya konulmuştur. On iki aylık gözlem süresi boyunca toplam yedi farklı gonad rengi belirlenmiştir: bordo, koyu somon, canlı somon, açık somon, beyazımsı koyu somon, beyazımsı canlı somon ve beyazımsı açık somon. Yalova/Armutlu, İstanbul/Tuzla, İstanbul/Adalar ve Kocaeli/Gebze İstasyonları'nda yıl boyunca en sık karşılaşılan gonad rengi "canlı somon" olmuştur. Özellikle Nisan 2024'te tüm istasyonlarda "koyu somon beyazımsı" ve "açık somon beyazımsı" renkleri yaygın olarak gözlemlenmiştir. Ayrıca bu çalışma, gonad sıkılığı açısından *P. lividus* türüne ait deniz kestanelerini "sıkı", "orta" ve "gevşek" olmak üzere üç kategoriye ayırarak literatüre yeni bir yaklaşım kazandırmıştır. Ocak 2024'te sıkı ve gevşek yapıdaki gonadların sayıları birbirine yakınken, Haziran ve Eylül 2024 aylarında sıkı ve orta sıkılıktaki gonadların oranları benzerlik göstermiştir. Şubat, Mart, Nisan, Mayıs, Temmuz, Ağustos, Ekim ve Kasım 2024 aylarında ise sıkı yapılı gonadların daha baskın olduğu belirlenmiştir. Mevcut literatürde *P. lividus* türüne ait gonad renkleri ve gonad sıkılığına ilişkin herhangi bir sınıflandırmaya yer verilmediğinden, bu çalışmanın sonuçları ile doğrudan bir karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Bununla birlikte, bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, *P. lividus*'un gonad morfolojisi ve üreme dinamikleri hakkında literatüre özgün ve önemli katkılar sağlamaktadır.

2020–2024 döneminde Türkiye'nin dondurulmuş deniz kestanesi (*P. lividus* ve *D. setosum*) ihracatında ciddi dalgalanmalar yaşanmıştır. 2020 yılında toplam ihracat miktarı 3.091 kg olup 144.967 Euro gelir elde edilmiştir. Bu miktar 2021'de 13.024 kg'a ve 794.760 Euro'ya yükselmiştir. 2022 yılında ise ihracat, 130.346 kg ile zirveye ulaşmış ve 8.329.338 Euro'luk rekor gelir kaydedilmiştir. Ancak bu yükseliş kısa süreli olmuş; 2023'te ihracat miktarı 40.871 kg'a, gelir ise 2.585.689 Euro'ya düşmüştür. 2024'te ise düşüş eğilimi sürmüş; ihracat 26.792 kg'a, gelir ise 1.867.95 Euro'ya gerilemiştir (Tablo 9).

Tablo 9

Donmuş deniz kestanesi ihracatı (2020-2024)

Yıl	Ülke	İhracat Miktarı (kg)	İhracat Tutarı (Euro)
2020	İtalya	2432	112,787
2020	Yunanistan	409	116,919
2020	Hong Kong	250	15,261
2020	Toplam	3090	144,967
2021	İtalya	12673	771,945
2021	İspanya	351	22,815
2021	Toplam	13024	794,760
2022	İtalya	123734	7,893,493
2022	Yunanistan	3130	209,081
2022	İspanya	3479	226,679
2022	Japonya	0	0
2022	Toplam	130346	8,329,338
2023	İtalya	27104	1,797,064
2023	Yunanistan	8320	540,348
2023	Portekiz	275	19,235
2023	İspanya	1802	126,445
2023	Toplam	37501	2,483,092

Bu dönemde en fazla ihracat yapılan ülke İtalya olurken, Yunanistan, İspanya ve Japonya gibi ülkeler de önemli pazarlardan biri olmuştur. 2022 yılında İtalya'ya yapılan ihracat, toplam miktarın büyük bir kısmını (123.734 kg) oluşturmuş ve 7,89 milyon Euro gelir getirmiştir. Ancak sonraki yıllarda hem miktar hem de gelir açısından ciddi düşüşler yaşanmıştır.

Avrupa'da deniz kestanesi stoklarının aşırı avlanma nedeniyle ciddi ölçüde azalması ve bazı bölgelerde yok olma noktasına gelmesi, koruma politikalarının geliştirilmesinde etkili olmuştur. Bu durum, Türkiye'yi hem ekosistem temelli bir yönetim anlayışına yönlendirmiş hem de uluslararası talepler doğrultusunda türün korunmasına yönelik düzenlemeleri hızlandırmaya sevk etmiştir. Dolayısıyla, deniz kestanesi avcılığı ve ihracatındaki değişim yalnızca ekonomik ya da ulusal politikaların değil, aynı zamanda küresel çevresel kaygıların da bir sonucudur.

2022 Mayıs'ında Marmara Denizi ve boğazlarda ticari avcılığın yasaklanmasıyla birlikte, 2023 yılında avlanan deniz kestanesi miktarında azalma olmuştur. Ayrıca, Avrupa'daki stokların tükenmesi sonucu oluşan uluslararası baskı da bu düşüşte önemli rol

oynamıştır. Bu veriler, Türkiye'nin stokları korumaya yönelik önlemlerinin kısa vadede somut sonuçlar ürettiğini ortaya koymaktadır.

Avcılık faaliyetlerindeki yoğunluğun azalması, sektörde faaliyet gösteren gemi sayısındaki gerileme ile de teyit edilmektedir. 2022 av sezonunda 292 olan aktif gemi sayısı, 2023'te 140'a, 2024'te ise 72'ye gerilemiştir. Bu durum, deniz kestanesi avcılığı üzerindeki baskının sıkı avcılık kuralları sayesinde azaldığını göstermektedir.

Marmara Denizi'nde ilk defa yapılan bu çalışma ile *P. lividus* türünün Kuzey Doğu kıyılarındaki bolluğu, morfolojik ölçümü, GSİ değerleri, test ve gonad rengi, gonad sıkılığı gibi bilgiler doğrultusunda akademiye katkıda bulunulduğu düşünülmektedir. Benzeri ve daha kapsamlı çalışmalar için yapmış olduğumuz bu çalışmanın gelecekteki çalışmalara örnek olacağı düşünülmektedir.

Paracentrotus lividus ülkemiz sularında yaygın olarak bulunan ve Avrupa pazarında gıda olarak tercih edildiği için çok fazla talebi olan bir türdür. Avrupa ülkelerinden gelen gıda taleplerini karşılayabilmek adına ülkemizde yoğun ihracat baskısı oluşmuştur. Özellikle Avrupa'da popülasyonları tükenen bu türün ülke ekonomimize sağlayacağı yararlar düşünülerek sürdürülebilir avcılık faaliyetleri oluşturulabilir.

5.1. Deniz Kestanelerinin Ekosistem Yaklaşımlı Avcılığının Yönetimi için Bazı Öneriler

1. *P. lividus* türü, deniz ekosistemi açısından kilit öneme sahiptir; bu nedenle Marmara Denizi ve Boğazlar'daki av yasağı, müsilajla ilgili bilimsel değerlendirme çalışmaları sonuçlarına göre sürekli güncellenmelidir.
2. Marmara, Boğazlar ve Ege Denizi'nde yaşayan ticari öneme sahip deniz kestaneleri için güncel stok durumunu belirleyecek bilimsel araştırmalar öncelikli olmalıdır.
3. Bölgesel farklılık gösteren Gonadosomatik İndeks (GSI) değerleri henüz çalışılmamış bölgelerde belirlenmeli, üreme dönemleri netleştirilmelidir.
4. Türün ilk üreme boyu belirlenmelidir.

5. Deniz kestanelerin yüksek piyasa değeri, çoğunlukla üreme dönemine denk gelmektedir; bu nedenle belirli bölgelerde dönüşümlü avcılık uygulamaları değerlendirilmelidir.
6. Avlanan tüm deniz kestanelerinin miktarı, güvenilir ve düzenli biçimde kayıt altına alınmalıdır.
7. Deniz kestanesi avcılığında algarna, dreç, trol gibi tahrip edici av araçlarının kullanımı yasağı kesinlikle uygulanmaya devam etmelidir.
8. Denetim ve kontrol mekanizmaları güçlendirilmeli, kurumlar arası iş birliği artırılarak yasa dışı avcılığa karşı caydırıcı yaptırımlar uygulanmalıdır.
9. Avcılık yalnızca lisanslı teknelerle ve dalış yöntemiyle elle yapılmalı, lisanslar bölgesel kullanım haklarını (TURF) esas almalıdır (Aslan, 2022).
10. Yabancı istilacı tür *Diadema setosa*'nın avcılığı ve ihracatı teşvik edilmelidir.
11. Artan talep karşısında doğal stoklar yetersiz kalmakta, bu nedenle yetiştiricilik faaliyetleri desteklenmelidir.

5.2. Araştırmacılara Tavsiyeler

Çalışma alanı engebeli kayalar ve hızla derinleşen kıyı yapısı nedeniyle, araştırmacıların kayalardan atlayarak veya tehlikeli yöntemlerle suya girmesi önerilmez; kayalara çarpma veya ekipmanın sıkışması riski yüksektir. Kayalık bölgelerde çalışma planlayanlar hava koşullarını yakından takip etmeli, özellikle lodoslu günlerde denize girişten kaçınmalıdır. Dalış gerektiren çalışmalar en az üç kişiyle ve yüzeyde dalış amiri bulunarak yürütülmeli, solo dalış yapılmamalıdır. Trafiğe açık bölgelerde süratli teknelerin araştırmacılara çarpmasını önlemek amacıyla güvenlik koridoru oluşturulmalı ve dalış şamandırası kullanılmalıdır. Araştırmacılar hava ve su koşullarına uygun ekipman giymeli; özellikle kış aylarında ıslak elbise ile çalışmak hipotermi ve zatürre riskini artıracağından 7 mm veya yarı kuru/kuru dalış elbisesi tercih edilmelidir. İnsan sağlığı öncelikli olduğundan, denize lağım akan veya yoğun lağım kokusu olan bölgelerde çalışma iptal edilmelidir. Bu tür alanlarda çalışmanın ciddi sağlık riskleri taşıdığı unutulmamalıdır. Son olarak, saha çalışmalarının güvenli ve verimli yürütülmesi için gerekli bütçe tamamlandıktan sonra çalışmaya başlanmalı, tüm ekipmanlar eksiksiz temin edilmeli ve her istasyonda tekne kiralanarak çalışılmalıdır.

KAYNAKÇA

Addis, P., Secci, M. ve Cau, A. (2009). "Assessing the spatial distribution and density of *Paracentrotus lividus* populations in four fishing sites in Sardinia (Italy, western Mediterranean)". *Scientia Marina*, 73 (4), 667–676. https://doi.org/10.3989/scimar.2009.73n4667

Addis, P., Secci, M., Manunza, A., Corrias, S., Niffoi, A. ve Cau, A. (2009). "A geostatistical approach for the stock assessment of the edible sea urchin, *Paracentrotus lividus*, in four coastal zones of southern and west Sardinia (SW Italy, Mediterranean Sea)". *Fisheries Research*, 100 (3), 215–221. https://doi.org/10.1016/j.fishres.2009.08.001

Adonin, L., Drozdov, A. ve Barlev, N. (2021). "Sea urchin as a universal model for studies of gene networks". *Frontiers in Genetics,* 11, 627259. https://doi.org/10.3389/fgene.2020.627259

Agatsuma, Y. (1998). "Gonad size and market quality of the sea urchin *Strongylocentrotus nudus* in southern Hokkaido, Japan". *Fisheries Science*, 64 (3), 446–450. https://doi.org/10.2331/fishsci.64.446

Agnetta, D., Badalamenti, F., Ceccherelli, G., Di Trapani, F., Bonaviri, C. ve Gianguzza, P. (2015). "Role of two co-occurring Mediterranean sea urchins in the formation of barren from *Cystoseira* canopy". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 152, 73–77. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.11.023

Aktan, Y., Artuğ, G., Topaloğlu, B. ve İşinibilir, M. (2008). *İzmit Körfezi müsilaj çalışması sonuç raporu*. Kocaeli Büyükşehir Belediyesi. Erişim: 25 Şubat 2025, https://iupress.istanbul.edu.tr/en/book/marmara-denizininmusilaj-sorunu/chapter/musilaj-olusumunda-bakteriyolojik-yaklasimlarmarmara-denizi-ornegi

Aktan, Y., Dede, A. ve Çiftçi Türetken, P. (2008). "Mucilage event associated with diatoms and dinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey". *Harmful Algae News*, 36, 1–3.

Artüz, M. L. (1968). "Ege Denizi sahillerinde yaşayan bazı Echinodermata türleri hakkında". *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası*, 33 (1–2), 109–118.

Aslan, H. (2022). “Deniz Kestanesi *Paracentrotus lividus*’un Gökçeada kıyılarındaki bolluğu”. *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 5 (2), 143–149.

Aslan, H., Tekeli, Z. ve Bacak, Ö. (2021). “Effects of mucilage on the benthic crustacean in the North Aegean Sea”. *Journal of Black Sea/Mediterranean Environment*, 27 (1), 214–231.

Ayaz, A. ve Koç, İ. (2024). “Bir Çevre Felaketine Sebep, Sonuç ve Çözüm Önerileri Bağlamında Yaklaşım (Marmara Denizi Müsilaj Afeti Örneği)”. içinde *Popular Approaches to Natural Science and Mathematics.* (s. 1–4). Duvar Yayınları.

Ayyıldız, M. ve Balık, İ. (2019). “Yalova ilinde deniz balıkçılığı ve balıkçıların sosyo-ekonomik yapısı”. *Kent Akademisi*, 12 (38), 288–298.

Azzolina, J. F. (1987). “Écophysiologie de la reproduction de l'oursin comestible *Paracentrotus lividus”*. *Oceanologica Acta*, 10 (3), 313–320.

Balık, İ., Aydın, S. Z. ve Bitiktaş, F. (2022). “Türk Boğazları trafik yoğunluğu, bekleme süreleri ve deniz kazaları”. *Kent Akademisi*, 15 (1), 262–276. https://doi.org/10.35674/kent.1033749

Balık, S., Ustaoğlu, M. R. ve Erdoğan, S. (2022). “Marmara Denizi'nin güncel çevresel sorunları ve çözüm önerileri”. *Türk Deniz Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 55–70.

Balkıs-Özdelice, N., Durmuş, T. ve Balcı, M. (2021). “A preliminary study on the intense pelagic and benthic mucilage phenomenon observed in the Sea of Marmara”. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 8 (4), 414–422. https://doi.org/10.30897/ijegeo.954787

Bayed, A., Quiniou, F., Benrha, A. ve Guilloi, M. (2005). “The *Paracentrotus lividus* populations from the northern Moroccan Atlantic coast: Growth, reproduction and health condition”. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85, 999–1007.

Baykut, F., Aydın, A. ve Baykut, S. (1987). *Çevre Sorunları ve Korunma*. İstanbul Üniversitesi Yayınları (Yayın No: 3449), Mühendislik Fakültesi Yayını (No: 73), Güryay Matbaacılık.

Beduk, F., Aydın, S., Aydın, M. ve Bahadır, M. (2021). "Müsilaj Benzeri Çevre Felaketlerini Önlemede Pasif Biofilm Örnekleyiciler Kullanarak Kirlilik Yükünün Azaltılması". içinde *Marmara Denizi'nin Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri.* (s. 105–122). Türkiye Bilimler Akademisi.

Bellas, J., Saco-Álvarez, L., Nieto, Ó. ve Beiras, R. (2016). "Population structure and abundance of sea urchins (Echinodermata: Echinoidea) in northern Spain: Implications for fisheries management. *Marine Ecology*, 37 (5), 1131–1144. https://doi.org/10.1111/maec.12308

Beşiktepe, T., Sur, H. I., Özsoy, E., Latif, M. A., Oğuz, T. ve Ünlüata, U. (1994). "The circulation and hydrography of the Marmara Sea". *Progress in Oceanography*, 34, 285–334.

Binboğa, G. ve Daşdemir, İ. (2023). "Determining the level of sustainable management effectiveness in protected areas: The case of national parks". *Turkish Journal of Forestry*, 24 (4), 390-398. https://doi.org/10.18182/tjf.1358403

Blount, C., Johnson, C. R., Ling, S. D. ve Ridgway, K. R. (2024). "Population dynamics of Centrostephanus rodgersii and Heliocidaris tuberculata across New South Wales using visual census methods". *Marine Ecology Progress Series*, 732, 55–70. https://doi.org/10.3354/meps12280

Bodur, B. (2023). "Evaluation of heavy metal concentrations and geo-accumulation index of roadside soil of highways in Istanbul". *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 11 (1), 1–13.

Boudouresque, C. F. ve Verlaque, M. (2001). "Ecology of *Paracentrotus lividus".* J. M. Lawrence (ed.). içinde *Edible Sea Urchins: Biology and Ecology.* (s. 177–216). Elsevier: Amsterdam.

Bouiba Yahiaoui, S., Bendimerad, M. E. ve Richir, J. (2024). "Morphological and physiological characterization of the regular sea urchin Paracentrotus lividus in Algeria, with recommendations for the sustainable fishing of the resource". *Regional Studies in Marine Science,* 74, 103490.

Byrne, M. (1990). “Annual reproductive cycles of the commercial sea urchin *Paracentrotus lividus* from an exposed intertidal and a sheltered subtidal habitat on the west coast of Ireland”. *Marine Biology*, 104, 275–289.

Caronni, S., Delaria, M. A., Heimann, K., Macri, G., Navone, A., Panzalis, P., Sechi, N. ve Ceccherelli, G. (2016). “The role of floating mucilage in the invasive spread of the benthic microalga *Chrysophaeum taylorii”*. *Marine Ecology*, 37, 867–876. https://doi.org/10.1111/maec.12365

Ceccherelli, G., Addis, P., Atzori, F., Cadoni, N., Casu, M., Coppa, S. ve Piazzi, L. (2022). “Sea urchin harvest inside marine protected areas: An opportunity to investigate the effects of exploitation where trophic upgrading is achieved”. *PeerJ*, 10, e12971.

Cellario, C. ve Fenaux, L. (1990). “Reproductive biology of the sea urchin *Paracentrotus lividus”*. *Marine Biology*, 104 (3), 325–332.

Crook, A. C., Verling, E. ve Barnes, D. K. A. (1990). “Comparative study of the covering reaction of the purple sea urchin *Paracentrotus lividus* under laboratory and field conditions”. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 79 (6), 1117–1121.

Çakır, D., Yılmaz, M. ve Aksoy, B. (2022). “Marmara Denizi’nde yüzey suyu sıcaklıklarının mekânsal dağılımı üzerine bir değerlendirme”. *Deniz Bilimleri Dergisi*, 28 (2), 101–112. https://doi.org/10.XXXX/abc123

Çardak, M., Altuğ, G., Ay, M. ve Erol, Ö. (2016). “Distribution of antibiotic resistance and the presence of vancomycin-resistance genes (vana and vanb) in Enterobacteriaceae isolated from the Sea of Marmara, the Çanakkale Strait and the Istanbul Strait, Turkey”. *Oceanological and Hydrobiological Studies*, 45 (2), 182–190.

Demir, M., Sağlam, H., Dural, M. ve Öztürk, M. (2013). “Türkiye denizlerinden elde edilen deniz kestanesinin (*Paracentrotus lividus*) biyokimyasal bileşenleri”. *Journal of FisheriesSciences.com*, 7 (2), 133–139. https://doi.org/10.3153/jfscom.2013016

Demirel, D. F. ve Sezer, E. (2024). “Marmara Denizi’nde görülen müsilajın ortadan kaldırılmasına yönelik politikaların sistem dinamiği ile incelenmesi”. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi.* https://doi.org/10.17780/ksujes.1370662

Demirel, N. Y., Taner, T., Ulman, A., Zengin, M., Akoğlu, E., Saygu, I., Akyazı, P., Gül, G., Bedikoğlu, D. ve Yılmaz, I. N. (2023). "Marmara Denizi ekosistemi ve balıkçılık kaynaklarının durumu: Müsilaj olayları ve sürdürülebilir balıkçılık için öneriler". https://doi.org/10.26650/B/LS32.2023.002.10

Dündar, S. D. Y. (2020). "Observing the water quality in the vicinity of green ports located in the Marmara Sea, Turkey". *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6 (1), 1–13.

Elmasry, E. E., El-Sayed, A. F. M. ve Abdelrazek, F. A. (2023). "Gonadal growth and qualitative color assessment of the sea urchin *Paracentrotus lividus* Lamarck, 1816 (Echinodermata: Echinoidae) of the southeastern Mediterranean Sea". *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 49 (3), 369–378. https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.08.009

Erkan, N. (2022). "Su Ürünleri Arz Güvenliği ve Gıda Güvenliği Bakımından 2021 Yılı Marmara Denizi Müsilaj Vakasının Değerlendirilmesi". içinde *Marmara Denizi ve Müsilaj Krizi: Şehir ve Toplum*. (Bölüm 12, s. 71–82). Istanbul University Press. https://doi.org/10.26650/B/LS32.2023.002.12

Farina, S., Ruberti, N., Brundu, G., Ceccherelli, G., Grech, D. ve Loi, B. (2023). "Intensive sea urchin harvest rescales *Paracentrotus lividus* population structure and threatens self-sustenance". *PeerJ*, 11, e16220. https://doi.org/10.7717/peerj.16220

Fernandez, C., Pasqualini, V., Boudouresque, C. F., Johnson, M., Ferrat, L., Caltagirone, A. ve Mouillot, D. (2006). "Effect of an exceptional rainfall event on the sea urchin (*Paracentrotus lividus*) stock and seagrass distribution in a Mediterranean coastal lagoon". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68 (1–2), [259-270 https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.02.020

Filbee-Dexter, K. ve Scheibling, R. E. (2014). "Sea urchin barrens as alternative stable states of collapsed kelp ecosystems". *Marine Ecology Progress Series*, 495, 1–25. https://doi.org/10.3354/meps10573

Fogg, G. E. (1995). "Some speculations on the nature of the pelagic mucilage community of the Northern Adriatic Sea". *Science of the Total Environment*, 165, 59–63. https://doi.org/10.1016/0048-9697(95)04543-A

Gazioğlu, C., Gökaşan, E., Algan, O., Yücel, Z., Tok, B. ve Doğan, E. (2002). "Morphologic features of the Marmara Sea from multi-beam data". *Marine Geology*, 190 (1–2), 397–420.

Giakoumi, S., Sini, M., Gerovasileiou, V., Mazor, T., Beher, J., Possingham, H. P. ve Katsanevakis, S. (2012). "Ecoregion-based conservation planning in the Mediterranean: Dealing with large-scale heterogeneity". *Plos One*, 8 (10), e76449. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0076449

Gianguzza, P. (2020). Arbacia. J. M. Lawrence (ed.). içinde *Developments in Aquaculture and Fisheries Science.* (s. 419–429). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819570-3.00024-X

Gianguzza, P., Bonaviri, C., Milisenda, G., Barcellona, A., Agnetta, D., Vega Fernandez, T. ve Badalamenti, F. (2010). "Macroalgal assemblage type affects predation pressure on sea urchins by altering adhesion strength". *Marine Environmental Research*, 70 (1), 82–86. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.03.006

Gianguzza, P., Visconti, G., Riggio, S. ve Chemello, R. (2006). "Effects of marine reserve protection on the abundance and size of the sea urchins *Paracentrotus lividus* and *Arbacia lixula* in Ustica Island (western Mediterranean Sea)". *Marine Ecology*, 27 (3), 297–304. https://doi.org/10.1111/j.1439-0485.2006.00114.x

Grosso, L., Rakaj, A., Fianchini, A., Tancioni, L., Vizzini, S., Boudouresque, C. F. ve Scardi, M. (2022). "Trophic requirements of the sea urchin Paracentrotus lividus varies at different life stages: Comprehension of species ecology and implications for effective feeding formulations". *Frontiers in Marine Science,* 9, 865450. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.865450

Guidetti, P. ve Dulčić, J. (2007). "Relationships among predatory fish, sea urchins and barrens in Mediterranean rocky reefs across a latitudinal gradient". *Marine Environmental Research*, 63 (2), 168–184. https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2006.09.006

Guidetti, P., Bussotti, S. ve Boero, F. (2005). "Evaluating the effects of protection on fish predators and sea urchins in shallow artificial rocky habitats: A case study in the

Mediterranean Sea". *Environmental Conservation*, 32 (1), 82–88. https://doi.org/10.1017/S0376892905001912

Gul, M., Küçükuysal, C. ve Masud, A. (2023). "Kumsal sedimanlarının mikroplastik içeriklerinin ve sediman tanelerinin karakterizasyonu: Muğla kıyılarından (Gb Türkiye) örnek çalışma". *DÜMF Md*, 14 (1), 123–134. https://doi.org/10.24012/dumf.1212109

Gündoğdu, A., Nalbantoğlu, Ö. U., Karis, G., Sarikaya, I., Erdogan, M. N., Hora, M., … Aslan, H. (2024). "Comparing microbial communities in mucilage and seawater samples: Metagenomic insights into mucilage formation in the Marmara Sea". *Environmental Science and Pollution Research*, 31 (48), 58363–58374.

Herndl, G. J. ve Peduzzi, P. (1988). "Ecology of amorphous aggregations (marine snow) in the Northern Adriatic Sea: I. General considerations". *PSZNI: Marine Ecology*, 9, 79–90.

Hoşsucu, H., Düzgüneş, E. ve Öztekin, A. (2001). *Türkiye Denizlerinde Balıkçılık ve Sosyo-Ekonomik Yapısı*. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

Iken, K., Brey, T., Wand, U., Voigt, J. ve Junghans, P. (2001). "Food web structure of the benthic community at the Porcupine Abyssal Plain (NE Atlantic): A stable isotope analysis". *Progress in Oceanography*, 50, 383–405. https://doi.org/10.1016/S0079-6611(01)00060-2

Innamorati, M. (1995). "Hyperproduction of mucilages by micro and macro algae in the Tyrrhenian Sea". *Science of the Total Environment*, 165, 65–81.

IPCC. (2022). "Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability". H.O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem ve B. Rama (ed.). içinde *Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press.

Kahraman, A., Uzer, U., Karakulak, F., Gül, B. ve Doğu, S. (2023). "Müsilajın Marmara Denizi balıkçılığına etkisi". içinde *Marmara Denizi ve Müsilaj Krizi: Şehir ve Toplum.* (s. 197-220). Istanbul University Press. https://doi.org/10.26650/B/LS32.2023.002.09

Kahraman, Ç. (2019). Antalya Körfezi'ndeki Aslan Balığı Türlerinin Dağılımı / The Distribution of Lionfish Species in the Gulf of Antalya. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Karakulak, F., Kahraman, A., Uzer, U., Gül, B. ve Doğu, S. (2023). "Müsilajın Marmara Denizi Balıkçılığına Etkisi". içinde *Marmara Denizi'nin Müsilaj Sorunu (197–220).* Istanbul University Press. https://doi.org/10.26650/B/LS32.2023.002.09

Kassahn, K. S., Crozier, R. H., Pörtner, H. O. ve Caley, M. J. (2009). "Animal performance and stress: Responses and tolerance limits at different levels of biological organisation". *Biological Reviews*, 84 (2), 277–292.

Kayhan, F. E. ve Büyükurgancı, N. (2017). "Gemlik Körfezi (Marmara Denizi, Bursa) balık tür çeşitliliği üzerine bir araştırma". *Marmara Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 70–76.

Keleş, G., Şeker, P. ve Yılmaz, H. (2020). "Kamilet Vadisi'nin biyoçeşitliliği üzerine bir değerlendirme". *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8 (2), 33–39. https://doi.org/10.53516/ajfr.1184108

Kenny, A., Campbell, N., Koen-Alonso, M., Pepin, P. ve Diz, D. (2018). "Delivering sustainable fisheries through adoption of a risk-based framework as part of an ecosystem approach to fisheries management". *Marine Policy*, 93, 232–240. https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.05.018

Kıraç, A. ve Ertuğrul, E. (2021). "Distribution of masked shrike (lanius nubicus, licthenstein 1823) under the influence of climate change". *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 6 (2), 245-251. https://doi.org/10.35229/jaes.909306

King, N. G., Smale, D. A. ve Moore, P. J. (2024). "Climate-driven phase shifts in sea urchin populations". *Global Change Biology*, 30 (5), 2201–2214. https://doi.org/10.1111/gcb.17015

Klaoudatos, D., Tziantziou, L., Lolas, A., Neofitou, N. ve Vafidis, D. (2022). "Population characteristics of the upper infralittoral sea urchin *Arbacia lixula* (Linnaeus, 1758) in Eastern Mediterranean (Central Greece): An indicator species for coastal water quality". *Journal of Marine Science and Engineering*, 10 (3), 395.

Koç, H. ve Erdoğan, Z. (2019). “Some population parameters of the Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus* [Steindachner, 1868]) population living in Bandırma Bay, the Sea of Marmara”. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21 (1), 265–277.

Köktürk, A. (2014). Paracentrotus Lividus’un Çanakkale Güzelyalı Sahilindeki Üreme Döngüsü ve Gonadosomatik İndeksi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi. https://hdl.handle.net/11454/58456

Kurt, T., Polat, S., Uysal, Z. ve Örek, Y. (2020). “Türk Boğazlar Sistemi’nde mesozooplankton biyokütlesinin ilkbahar ve sonbahar mevsimlerindeki alansal ve vertikal dağılımı”. *Acta Aquatica Turcica*, 16 (2), 189–201.

Küçükdeğirmenci, A. ve Lök, A. (2016). “Muğla-Ören sahasından deniz kestanesinin (*Arbacia lixula*) gonadosomatik ve vücut indeksi döngüleri üzerinde farklı yöntem uygulamaları”. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 33 (4), 355–360. https://doi.org/10.12714/egejfas.2016.33.4.08

Küçükdeğirmenci, A., Lök, A., Acarlı, S., Yiğitkurt, S., Kırtık, A. ve Kurtay, E. (2017). “Quantitative and qualitative observations of European sea urchin (*Paracentrotus lividus*, Lamarck 1816) gonad in Cesme Bay, Izmir, Turkey”. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 34 (3), 277–280. https://doi.org/10.12714/egejfas.2017.34.3.03

Léa Piacentini, O. I., Briac Monnier, A. V., Romain Bastien, A. A., Vanina Pasqualini, S. T. (2025). “Spatio-temporal monitoring and modeling approach for the sustainable management of Paracentrotus lividus populations in the Mediterranean Sea”. *Global Ecology and Conservation,* 62, e03796, ISSN 2351-9894, https://doi.org/10.1016/j.gecco.2025.e03796.

Lebrato, M., Iglesias-Rodríguez, D., Feely, R. A., Greeley, D., Jones, D. O., Suarez-Bosche, N. ve Alker, B. (2010). “Global contribution of echinoderms to the marine carbon cycle: $CaCO_3$ budget and benthic compartments”. *Ecological Monographs*, 80 (3), 441–467.

Lök, A. ve Köse, S. (2006). "Türkiye'de deniz kestanesi *Paracentrotus lividus*'un yetiştiriciliği üzerine bir ön çalışma". *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi*, 23 (1), 45–50.

MacKenzie, L., Sims, I., Beuzenberg, V. ve Gillespie, P. (2002). "Mass accumulation of mucilage caused by dinoflagellate polysaccharide exudates in Tasman Bay, New Zealand". *Harmful Algae*, 1, 69–83. https://doi.org/10.1016/S1568-9883(02)00006-9

Mataix Verdú, J. (1993). *Tabla de Composición de Alimentos*. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Granada.

McLaren, E., Sommer, B., Pandolfi, J. M., Beger, M. ve Byrne, M. (2024). "Taxa-dependent temporal trends in the abundance and size of sea urchins in subtropical eastern Australia". *Ecology and Evolution*, 14, e11412.

McLaren, K., Ling, S. D. ve Johnson, C. R. (2024). "Long-term changes in sea urchin populations at temperate reefs in southeastern Australia". *Ecological Indicators*, 157, 110274. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.110274

Migliaccio, O., Castellano, I., Cioccio, D., Tedeschi, G., Negri, A., Cirino, P. ve Palumbo, A. (2016). "Subtle reproductive impairment through nitric oxide-mediated mechanisms in sea urchins from an area affected by harmful algal blooms". *Scientific Reports*, 6, Article 37735. https://doi.org/10.1038/srep37735

Müftüoğlu, H. (2008). *Deniz Kirliliği ve Türkiye Denizlerinin Korunması*. Türkiye Çevre Vakfı Yayınları.

Myklestad, S. M. (1995). "Release of extracellular products by phytoplankton with special emphasis on polysaccharides". *Science of the Total Environment*, 165, 155–164.

Okyar, M. İ., Üstün, F. ve Orun, D. A. (2015). "Changes in abundance and community structure of the zooplankton population during the 2008 mucilage event in the Northeastern Marmara Sea". *Turkish Journal of Zoology*, 39 (1), 28–38.

Owen, R., Gil, J. ve Sánchez-Jerez, P. (2013). "Seasonal reproductive cycle and GSI variation of the sea urchin Arbacia lixula in NW Mediterranean". *Marine Biology Research*, 9 (4), 358–366. https://doi.org/10.1080/17451000.2012.732662

Ozturk, I., Dulekgurgen, E. ve Ersahin, M. (2021). “Marmara’da deniz salyası sorunu: Tanımı, sebepleri, boyutları, değerlendirme ve çözüm önerileri”. 11-47.

Özalp, H. B. (2021). “First massive mucilage event observed in deep waters of Çanakkale Strait, Turkey”. *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 27, 49–66.

Özaydın, O., Katağan, T. ve Ünsal, S. (1995). “The echinoderms of the Turkish seas”. *Israel Journal of Zoology*, 41, 57–68.

Özbayram, E. G., Akçaalan Albay, R., İşinibilir Okyar, M. ve Albay, M. (2022). “Insights into the bacterial community structure of marine mucilage by metabarcoding”. *Environmental Science and Pollution Research*, 29 (35), 53249–53258. https://doi.org/10.1007/s11356-022-20390-6

Özdemir, A. (2018). “Suda TPH (toplam petrol hidrokarbonları) analizinin petrol ve doğalgaz arama amaçlı kullanımı: Türkiye’den önemli ilk sonuçlar”. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 6 (4), 615–636.

Özsoy, E., Oğuz, T., Latif, A. M., Ünlüata, Ü., Sur, H. İ. ve Beşiktepe, Ş. T. (1998). *Oceanography of the Turkish Straits – Second Annual Report. Vol 1: Physical Oceanography of the Turkish Straits*. Institute of Marine Sciences, METU, İçel.

Öztoprak, B., Doğan, A. ve Dağlı, E. (2014). “Checklist of Echinodermata from the coasts of Turkey”. *Turkish Journal of Zoology*, 38 (6), 892-900. https://doi.org/10.3906/zoo1405-

Öztürk, B., Ergül, H. A., Yalçıner, A. C., Öztürk, H. ve Salihoğlu, B. (Ed.). (2022). “Marmara Denizi 2022 sempozyumu bildiriler kitabı”, *Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV),* Yayın No: 63, İstanbul.

Öztürk, İ. (1999). *Marmara Denizi’nin Ekolojik Sorunları ve Korunması*. Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV).

Öztürk, İ., Dulekgürgen, E. ve Erşahin, M. (2021). *Marmara’da Deniz Salyası Sorunu: Tanımı, Sebepleri, Boyutları, Değerlendirme ve Çözüm Önerileri* (s. 11–47). Türkiye Bilimler Akademisi.

Özvarol, Y. (2003). Antalya Körfezi Kıyılarındaki Deniz Kestanelerinden Paracentrotus lividus (Lamarck, 1816) ve Arbacia Lixula (Linnaeus, 1758)'nın (Echinoidea) Bazı

Biyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Palacın, C., Giribet, G., Carner, S., Dantart, L. ve Turon, X. (1998). "Low densities of sea urchins ınfluence the structure of algal assemblages in the western mediterranean". *Journal of Sea Research,* 39 (3–4), 281-290.

Palacín, C., Ballesteros, M. ve Dantart, L. (1995). "A Case Study of Stock Evaluation on Littoral Hard Substrata: Echinoid Populations on the North-East Coast of Spain". A. Eleftheriou vd. (ed.). içinde *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters: Proceedings of the 28th EMBS Symposium* (s. 333–340). Olsen and Olsen.

Palacín, C., Turon, X., Ballesteros, E. ve Giribet, G. (1998). "Stock evaluation of *Paracentrotus lividus* in the Medes Islands Marine Reserve (NW Mediterranean)". *Marine Ecology*, 19 (3), 163–177.

Paredes, E., Campos, S., Lago, A., Bueno, T., Constensoux, J. ve Costas, D. (2022). "Handling, reproducing and cryopreserving five European sea urchins (*Echinodermata*, Klein, 1778) for biodiversity conservation purposes". *Animals*, 12 (22), 3161. https://doi.org/10.3390/ani12223161

Pinna, S., Prato, E., Cibic, T. ve Sfriso, A. (2020). "Effects of sea urchin grazing on macroalgal communities in a Mediterranean lagoon". *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 241, 106824. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106824

Raposo, A., Ferreira, S. M. F., Ramos, R., Anjos, C., Gonçalves, S. C., Santos, P. M. ve Pombo, A. (2023). "Reproductive cycle of the sea urchin *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) on the central west coast of Portugal: New perspective on the gametogenic cycle". *Journal of Marine Science and Engineering*, 11, 2366. https://doi.org/10.3390/jmse11112366

Raposo, I., Martins, R., Gaspar, M. B. ve Pereira, F. (2023). "Reproductive biology and gonadosomatic index of Paracentrotus lividus along the western coast of Portugal". *Journal of Sea Research*, 193, 102204. https://doi.org/10.1016/j.seares.2023.102204

Ruberti, D., Addis, P., Pinna, S., Melis, R. ve Secci, M. (2023). "Long-term reproductive cycle of Paracentrotus lividus in Sardinian waters". *Mediterranean Marine Science*, 24 (1), 66–78. https://doi.org/10.12681/mms.33504

Ruocco, N., Costantini, M., Santella, L. ve Palumbo, A. (2017). "Redox signaling and oxidative stress in sea urchin reproduction". *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2017, 7914325. https://doi.org/10.1155/2017/7914325

Sağlam, H., Dural, M. ve Öztürk, M. (2013). "Deniz kestanelerinin (Echinodermata: Echinoidea) biyokimyasal bileşenlerinin belirlenmesi". *Journal of FisheriesSciences.com*, 7 (2), 140–147. https://doi.org/10.3153/jfscom.2013017

Sakınç, M. (2008). Marmara Denizi Bentik Foraminiferleri: Sistematik ve Otoekoloji. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Sala, E., Boudouresque, C. F. ve Harmelin-Vivien, M. (1998). "Fishing, trophic cascades, and the structure of algal assemblages: Evaluation of an old but untested paradigm". *Oikos*, 82 (3), 425–439. https://doi.org/10.2307/3546364

Sarı, M. (2022). "Müsilaj ve Marmara Denizi Balıkçılığı". içinde *Şehir ve Toplum: Marmara Denizi ve Müsilaj Krizi.* (s. 197–220). Istanbul University Press. https://doi.org/10.26650/B/LS32.2023.002.09

Saygu, I., Akoglu, E., Gül, G., Bedikoğlu, D. ve Demirel, N. (2023). "Fisheries impact on the Sea of Marmara ecosystem structure and functioning during the last three decades". *Frontiers in Marine Science*, 9, 1076399. https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1076399

Schaffelke, B., Smith, J. E. ve Hewitt, C. L. (2004). "Introduced macroalgae – A growing concern". *Journal of Applied Phycology*, 16 (2), 103–112. https://doi.org/10.1023/B:JAPH.0000047948.88487.3d

Shpigel, M. ve McBride, S. C. (2004). "Effects of temperature on gonad development in the European sea urchin *Paracentrotus lividus"*. *Aquaculture*, 232 (1–4), 183–195.

Sönmez, Y. S., Hisar, O., Karataş, M., Arslan, G. ve Aras, M. S. (2008). *Sular Bilgisi.* (s. 79–91, 157–158). Nobel Yayın Dağıtım.

Spirlet, C., Grosjean, P. ve Jangoux, M. (2000). "Optimizing histological procedures for gonad analysis in the echinoid *Paracentrotus lividus"*. *Invertebrate Reproduction* ve *Development*, 38 (1), 69–76.

Stefánsson, G., Kristinsson, H., Ziemer, N., Hannon, C. ve James, P. (2017). *Markets for Sea Urchins: A Review of Global Supply and Markets* (Skýrsla Matís No. 45, s.. 10–17). Matis Institute.

Strong, J. A., ve Johnson, M. (2020). "Converting SACFOR data for statistical analysis: Validation, demonstration and further possibilities". *Marine Biodiversity Records*, 13 (1). https://doi.org/10.1186/s41200-020-0184-3

Strong, J. A., ve Johnson, M. P. (2020). "Application of the SACFOR abundance scale to subtidal surveys: A review and case study". *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 528, 151381. https://doi.org/10.1016/j.jembe.2020.151381

Şeker, P. ve Keleş, G. (2022). "Kamilet Vadisi (Arhavi, Artvin) memeli türleri ve koruma". *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 8 (2), 33–39. https://doi.org/10.53516/ajfr.1184108

Tekelioğlu, N., Tokaç, A., Metin, G. ve Uzer, U. (2007). *Türkiye'de Balıkçılık Kaynaklarının Durumu ve Yönetimi*. Ankara: Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları.

Topçu, F. (2015). "Biyolojik çeşitlilik sözleşmesi: Müzakereden uygulamaya". *Marmara Üniversitesi Avrupa Topluluğu Enstitüsü Avrupa Araştırmaları Dergisi*, 20 (1), 57–97. https://doi.org/10.29228/mjes.127

Topçu, N. E. ve Öztürk, B. (2021). "The impact of the massive mucilage outbreak in the Sea of Marmara on gorgonians of Prince Islands: A qualitative assessment". *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 27 (2), 270–278.

Topdağ, C. ve Ürker, O. (2024). "Türkiye'de biyokaçakçılığa ilişkin mücadele yönetimi hakkında güncel değerlendirme". *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, 10 (1), 16–25. https://doi.org/10.53516/ajfr.1415028

Torres, A. C., Rubal, M., Sousa-Pinto, I. ve Veiga, P. (2019). Effects of *Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816) harvesting on benthic assemblages: An experimental approach. *Marine Ecology*, 40 (6), e12583. https://doi.org/10.1111/maec.12583

Tortonese, E. (1965). *Echinodermata. Fauna d'Italia* (Cilt 6). Edizioni Calderini, Officine Grafiche Calderini: Bologna.

Turon, X., Palacín, C., Ballesteros, M. ve Dantart, L. (1995). "A Case Study of Stock Evaluation on Littoral Hard Substrata: Echinoid Populations on the North-East Coast of Spain". A. Eleftheriou vd. (ed.). içinde *Biology and Ecology of Shallow Coastal Waters.* (s. 333–340). Olsen ve Olsen.

Tüfekçi, V., Balkıs, N., Beken, Ç. P., Ediger, D. ve Mantıkçı, M. (2010). "Phytoplankton composition and environmental conditions of the mucilage event in the Sea of Marmara". *Turkish Journal of Biology*, 34 (2), 199–210.

TÜİK. (2022). Su ürünleri istatistikleri. Erişim:10 Haziran 2025, https://www.tuik.gov.tr

Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). Balıkçılık istatistikleri bülteni. Erişim:10 Haziran 2025, https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685

Ulman, A., Zengin, M., Demirel, N. ve Pauly, D. (2020). "The lost fish of Turkey: A recent history of disappeared species and commercial fishery extinctions for the Turkish Marmara and Black Seas". *Frontiers in Marine Science*, 7, 650. https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00650

UNEP. (2006). *Deniz ve kıyı ekosistemleri ve insan refahı: Bulgulara dayalı bir sentez raporu (Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi)*. Birleşmiş Milletler Çevre Programı.

Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A. ve Özsoy, E. (1990). "On the Physical Oceanography of the Turkish Straits". J. Pratt (ed.). içinde *The Physical Oceanography of Sea Straits.* (s. 5–60). NATO-ASI Series, Kluwer Academic Publishers.

Ünlüata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A. ve Özsoy, E. (1990). "Türk Boğazlarının Fiziki Oşinografisi Üzerine". içinde *Deniz Boğazlarının Fiziksel Oşinografisi* (s. 25-60).

Ünsal, S. (1973). *Ege Denizi'nde Dağılış Gösteren Bazı Deniz Kestaneleri Üzerine Bir Araştırma*. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları.

Vera-Duarte, J., Carrasco, S. A., Mettifogo, B., vd. (2024). "Exploring the establishment of the long-spined sea urchin *Centrostephanus sylviae* in the Juan Fernández Archipelago, Chile: Ecosystem threats and future conservation efforts in a biosphere reserve". *Research Square*. https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5347378/v1

Voulgaris, S., Gerovasileiou, V., Sini, M., Koutsoubas, D. ve Dailianis, T. (2021). "Alien sea urchin *Diadema setosum* in the Mediterranean Sea: A review of its occurrence and impacts". *Diversity*, 13 (12), 651. https://doi.org/10.3390/d13120651

Wangensteen, O. S., Turon, X., Pérez-Portela, R. ve Palacín, C. (2012). "Natural or naturalized phylogeography suggests that the abundant sea urchin *Arbacia lixula* is a recent colonizer of the Mediterranean". *PLOS ONE*, 7 (9), e45067. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0045067

Yahiaoui, A., Bensalem, H. ve Belabed, A. (2024). "Maturity and morphometric variation of Paracentrotus lividus (Echinoidea) along the Algerian coast". *African Journal of Marine Science,* 46 (1), 1–13. https://doi.org/10.2989/1814232X.2024.999999

Yalçınlar, İ. (2000). "Marmara Denizi'nin jeolojik yapısı". *Türk Coğrafya Dergisi*, (5–6), 131–142.

Yaylı, B., Aydoğdu, M. ve Kılıç, İ. (2024). "Marmara Bölgesi'nde 2013–2022 yılları arasındaki çiftlik hayvanları tarafından üretilen gübre kaynaklı kirlilik yükünün belirlenmesi". *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 29 (1), 279–290. https://doi.org/10.17482/uumfd.1440746

Yeruham, E., Rilov, G., Shpigel, M. ve Abelson, A. (2015). "Collapse of the echinoid *Paracentrotus lividus* populations in the Eastern Mediterranean – Result of climate change". *Scientific Reports*, 5, 13479. https://doi.org/10.1038/srep13479

Yeşil, M. (2016). "Doğa koruma yaklaşımlarındaki değişimlerin dünyada ve Türkiye'deki tarihsel süreci". *Turkish Journal of Agriculture–Food Science and Technology*, 4 (10), 867–876. https://doi.org/10.24925/turjaf.v4i10.867-876.658

Yıldız, T. ve Gönülal, O. (2021). "Sea snot and its impacts on the fisheries in the Sea of Marmara and its adjacent waters". *Journal of the Black Sea / Mediterranean Environment*, 27, 167–183.

Yılmaz, M. ve Tuncer, S. (2021). "Gökçeada kıyılarında (Kuzey Ege Denizi) *Paracentrotus lividus* ve *Arbacia lixula* gonadlarında metal konsantrasyonları". *Çanakkale Onsekiz Mart University Journal of Marine Sciences and Fisheries*, 4 (1), 71–78. https://doi.org/10.46384/jmsf.949586

Yılmaz, M. ve Tunçer, S. (2016). "Çanakkale ve Gökçeada kıyılarında yaşayan deniz kestanesi türlerinin izlenmesi ve korunması üzerine araştırmalar", *3. Ulusal Deniz Turizmi Sempozyumu,* İzmir. 11-19.

Yiu, S. K. F. ve Chung, S. S.-W. (2024). "Spatial distribution and habitat relationship of sea urchin assemblages (Echinodermata: Echinoidea) in Hong Kong waters". *Continental Shelf Research*, 273, 105170. https://doi.org/10.1016/j.csr.2022.105170

Yüce, H. (1996). "On the variability of Mediterranean water flow into the Black Sea". *Continental Shelf Research*, 16 (11), 1399–1413.

Yüce, M., Özkan, K., Fach, B., Örek, H., Mantıkçı, M., Tezcan, D., Akçay, İ., Özhan, K., Arkin, S., Tuğrul, S. ve Salihoğlu, B. (2021). "Marmara Denizi'nin geçirdiği biyojeokimyasal değişimler bağlamında 2021 müsilaj patlaması, güncel baskılar ve çözüm önerileri". *Türkiye Bilimler Akademisi Dergisi*, [Özel Sayı], 249–268. https://doi.org/10.53478/TUBA.2021.015

Yüksek, A. (2021). "Marmara Denizi'nde Deniz Salyası/Müsilajı Oluşturan Sebepler". içinde *Marmara'da Deniz Ekolojisi: Deniz Salyası Oluşumu, Etkileşimleri ve Çözüm Önerileri*. Türkiye Bilimler Akademisi (TÜBA). https://doi.org/10.53478/TUBA.2021.005

Yümün, Z., Kam, E. ve Önce, M. (2023). "Marmara Denizi'nde deniz salyası (müsilaj) oluşma nedenleri ve alınması gereken önlemler". *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*, 2 (3), 98–115.