



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI

ÇANAKKALE BOĞAZI'NDA DAĞILIM GÖSTEREN *PINNA*
NOBİLİS (LİNNAEUS, 1758)'İN POPÜLASYON DURUMU

DOKTORA TEZİ

ATA AKSU

Tez Danışmanı

PROF. DR. UĞUR ALTINAĞAÇ

ÇANAKKALE – 2022



T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ
ANABİLİM DALI

ÇANAKKALE BOĞAZI'NDA DAĞILIM GÖSTEREN *PINNA NOBİLİS*
(LİNNAEUS, 1758)'İN POPÜLASYON DURUMU

DOKTORA TEZİ

ATA AKSU

Tez Danışmanı

PROF. DR. UĞUR ALTINAĞAÇ

Bu çalışma, İstanbul Gedik Üniversitesi BAP kurumu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: GDK202006-06

ÇANAKKALE – 2022

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.

Ata AKSU

29/08/2022

TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Prof. Dr. Uğur ALTINAĞAÇ'a,

Eş danışman gibi sürekli desteğini hissettiğim hocam Prof. Dr. Adnan AYZAZ'a, bilgi ve yönlendirmeleriyle ufkumu açan değerli hocam Doç. Dr. Cahide Çiğdem YİĞİN'a,

Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen hayat arkadaşım eşim Öğr. Gör. İrem ALTAN AKSU'ya, her koşulda yardımını esirgemeyen değerli akademik arkadaşlarım Öğr. Gör. Deniz TAŞÇI, Öğr.Gör. Talip İBİN, Dr. Öğr. Üyesi Benal GÜL'e, saha çalışmalarında desteğini unutmayacağım yüksek lisans öğrencisi Tekin DEMİRKIRAN kardeşime ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ata AKSU
Çanakkale, Ağustos 2022

ÖZET

ÇANAKKALE BOĞAZI'NDA DAĞILIM GÖSTEREN *PINNA NOBILIS* (LİNNAEUS, 1758)'İN POPÜLASYON DURUMU

Ata AKSU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

SU ÜRÜNLERİ AVLAMA VE İŞLEME TEKNOLOJİSİ

ANABİLİM DALI

Doktora Tezi

Danışman: Prof. Dr. Uğur ALTINAĞAÇ

29/08/2022, 150

Bu çalışmada, Çanakkale Boğazı'nda bulunan *Pinna nobilis* popülasyonlarının durum tespiti yapılmıştır. Araştırma, Haziran 2020- Ekim 2021 tarihleri arasında 0-15 m derinlik konturlarında boğazı temsilen 30 örnekleme istasyonunda gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, su altı örnekleme için tüplü ve serbest dalış yöntemleri birlikte kullanılarak hat-çizgi sayımı yapılmıştır. 4500 m²'lik su altı alanı 2 defa taranmıştır. 2020 yılında aynı istasyonlarda aynı yöntemle su altı sayımlarında 5880 adet pina gözlenirken, 2021 izleme çalışmasında ise; 4002 adet pina sayılmıştır. Pinalardaki ölüm oranı ise 2020'de %81,15'ten 2021'de %94,67'ye yükselmiştir. *P. nobilis*'lerin boy-ağırlık ilişkileri regresyon denklemi bu çalışmada toplam boy (B) için; $W = 0,0138L^{2,9361}$ ($R^2 = 0,913$), genişlik (G) için; $W = 0,0133L^{3,8656}$ ($R^2 = 0,7706$), kalınlık (K) için; $W = 22,741L^{2,1051}$ ($R^2 = 0,8484$) olarak hesaplanmıştır. Pinaların %41'i juvenil, %58'i yetişkin pina olarak gözlenmiştir. İstasyonların tuzluluk değerleriyle ölüm oranları arasında bir ilişki olup olmadığını analiz etmek için Pearson Momentler Çarpımı Kolerasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Çıkan sonuca göre; tuzluluk ile ölüm oranları arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki olduğu görülmüştür ($r=0,624$).

Anahtar Kelimeler: *Pinna nobilis*, Çanakkale Boğazı, Tüplü ve Serbest dalış, Hat-Çizgi Sayım

ABSTRACT

POPULATION STATUS OF *PINNA NOBILIS* (LINNAEUS, 1758) DISTRIBUTED IN ÇANAKKALE STRAIT

Ata AKSU

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Doctoral Dissertation in Fishing and Fish Processing Technology

Advisor: Prof. Dr. Uğur ALTINAĞAÇ

29/08/2022, 150

In this study, the status of *Pinna nobilis* populations in the Çanakkale Strait was determined. The research was carried out at 30 sampling stations representing the Bosphorus at 0-15 m depth contours between June 2020 and October 2021. In the study, line transect counting was performed by using scuba and free diving methods together for underwater sampling. The underwater area of 4500 m² was scanned twice. While 5880 *pina* individuals were observed in underwater counts with the same method at the same stations in 2020, in the 2021 monitoring study; 4002 *pinas* were counted. The mortality rate in *Pina* individuals increased from 81,15% in 2020 to 94,67% in 2021. In this study, the regression equation of length-weight relationships of *P. nobilis* individuals for total length (B); $W = 0.0138L^{2.9361}$ ($R^2 = 0.913$), for width (G); $W = 0.0133L^{3.8656}$ ($R^2 = 0.7706$) for thickness (K); $W = 22.741L^{2.1051}$ ($R^2 = 0.8484$). 41% of *pinas* were observed as juveniles and 58% as adults. Pearson Product Moments Correlation Coefficient was calculated to analyze whether there is a relationship between salinity values and mortality rates of the stations. According to the result it was observed that there was a moderate positive correlation between salinity and mortality rates ($r=0,624$).

Keywords: *Pinna nobilis*, Çanakkale Strait, Scuba and Freediving, Line Transect

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1

1.1. Çift Kabukluların (Bivalvia) Genel Özellikleri.....	2
1.2. Pinaların Genel Özellikleri.....	3
Pinaların Taksonomisi.....	3
1.3. Dünya Denizlerinde Bulunan Pina Türleri.....	4
1.4. Türkiye Denizlerinde Bulunan Pina Türleri.....	7

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

10

2.1. Türkiye’de Pina Popülasyonları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	10
2.2. Dünya’da Pina Popülasyonları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar.....	17

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL YÖNTEM

52

3.1. Çalışma Sahası Özellikleri.....	52
--------------------------------------	----

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM
ARAŞTIRMA BULGULARI

61

4.1. Örneklem İstasyonları.....	61
4.1.1. Kumkale Askeriye Örneklem İstasyonu.....	61
4.1.2. Kumkale Liman Örneklem İstasyonu.....	63
4.1.3. Güzelyalı-İntepe Örneklem İstasyonu.....	63
4.1.4. Dardanos Örneklem İstasyonu.....	64
4.1.5. Kepez Örneklem İstasyonu.....	65
4.1.6. Kıyı Avm Ara Örneklem İstasyonu.....	65
4.1.7. Yeni Kordon Ara Örneklem İstasyonu.....	66
4.1.8. Mega Beach Ara Örneklem İstasyonu.....	67
4.1.9. Çanakkale Marina Örneklem İstasyonu.....	67
4.1.10. Karacaören Altı Örneklem İstasyonu.....	68
4.1.11. Çoraklık Burnu Örneklem İstasyonu.....	69
4.1.12. Yapıldak Örneklem İstasyonu.....	70
4.1.13. Umurbey Örneklem İstasyonu.....	70
4.1.14. Suluca Örneklem İstasyonu.....	71
4.1.15. Köprü Lapseki Örneklem İstasyonu.....	72
4.1.16. Lapseki Dalyan Burnu Örneklem İstasyonu.....	73
4.1.17. Çardak Vts Kulesi Örneklem İstasyonu.....	74
4.1.18. Gelibolu Askeriye Örneklem İstasyonu.....	74
4.1.19. Gelibolu Çamlık Örneklem İstasyonu.....	75
4.1.20. Avrupa Köprü Örneklem İstasyonu.....	76
4.1.21. Gelibolu Tersane Örneklem İstasyonu.....	76
4.1.22. Cennetkoy Örneklem İstasyonu.....	77
4.1.23. Aktepe Örneklem İstasyonu.....	77
4.1.24. Akbaş Koyu Örneklem İstasyonu.....	78
4.1.25. Bigalı Kalesi Örneklem İstasyonu.....	78
4.1.26. Çamburnu Örneklem İstasyonu.....	79
4.1.27. Havuzlar Örneklem İstasyonu.....	80
4.1.28. Soğanlıdere Örneklem İstasyonu.....	81
4.1.29. Abide Altı Örneklem İstasyonu.....	82

4.1.30. Seddülbahir Örnekleme İstasyonu.....	83
4.2. 2020 Yılı Saha Bulguları.....	83
4.2.1. 2020 Saha Çalışmasında Elde Edilen Boy-Ağırlık Verileri.....	97
4.2.2. Boy-Ağırlık Frekans Grafikleri.....	97
4.2.3. Boy-Ağırlık İlişkisi Grafikleri.....	100
4.2.4. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizleri	109
4.3. 2021 Yılı Saha Bulguları.....	123

BEŞİNCİ BÖLÜM
SONUÇ ve ÖNERİLER

129

KAYNAKÇA	134
EK 1.	I
ÖZGEÇMİŞ	II

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	Yüzde Oranı
Kg	Kilogram
g	Gram
m	Metre
m ²	Metrekare
‰	Binde Oranı
sp.	Tür
X	Tam Boy
W	Ağırlık
L	Boy
Y	Genişlik
Z	Kalınlık
r	Korelasyon Katsayısı
FAO	Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
IUCN	Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği
vd.	ve Diğerleri
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
EEC	Avrupa Konseyi Direktifleri
°C	Santigrat Derece
SGR%	Spesifik Büyüme Oranı
L ₁ , L ₂	Kabuk Uzunlukları
Δt	Belirli Zaman
Nt	t Zamandaki Canlı Pina Sayısı
No	Deney Başlangıcındaki Canlı Pina Sayısı
mm	Milimetre
PIM	Partikül İnorganik Madde
POM	Partikül Organik Madde
°	Derece İşareti
,	Dakika İşareti

"	Saniye İşareti
<	Küçük İşareti
>	Büyük İşareti
±	Tolerans İşareti
μ	Mikro Simgesi
φ	Büyüme Performans İndeksi
a	Regresyon Analizinde Kesme Noktası
b	Regresyon Analizinde Eğim
μg/l	Litre başına mikrogram
mg/l	Litre başına miligram
GSI	Gonadosomatik İndeks
ARC-GIS	Coğrafik Bilgi Sistemi Yazılımı
SPSS	Statistics Package for the Social Sciences
GLM	General Lineer Model
min.	Minimum
max.	Maksimum
cm	Santimetre
(φ')	Pi Katsayısı
n	Birey Sayısı
TL	Toplam Uzunluk
SOD	Süperoksit Dismutaz
CAT	Katalaz
GPx	Glutasyon Peroksidaz
F	Balıkçılık Ölümü
nt	Nükleid Toplam
¹⁸ O	Kabuk Karbonattaki Oksijen
L.	Linneaus
Mg:Ca	Magnezyum-Kalsiyum Oranı
Sr:Ca	Stronsiyum-Kalsiyum Oranı
Lp	Posterior Addüktör Kas İzleri
SD	Standart Hata
Lmax	Maksimum Uzunluk
Ht	Toplam Yükseklik

psu	Pratik Tuzluluk Birimleri
DNA	Deoksribo Nükleik Asit
MDH	Malat Dehidrojenaz
LDH	Laktat Dehidrojenaz
μm	Mikrometre
χ^2_c	Yates'in süreklilik düzeltmesi
MPA	Deniz Koruma Alanı
J'	Pielou' nun Düzgünlüğü
COI	Mitokondriyal Sitokrom Oksidaz I
RR	Solunum Hızı
R^2	Belirlilik Katsayısı
T	Sıcaklık
~	Yaklaşık
Ht	Kabuğun Toplam Boyutu
DNL	Sırt Sedef Lobu
Cd	Kadmiyum
Cu	Bakır
Hg	Cıva
Pb	Kurşun
Zn	Çinko
MME	Toplu Ölüm Olayı
SrRNA	Stronisyum Ribonükleik Asit
A	Alan
NATURA 2000	Coğrafi Veri
PCR	Polimeraz Zincir Reaksiyonu
DEB	Dinamik Enerji Bütçesi
f	Çevresel Gıda Seviyesi
UV	Mor Ötesi
ppt	Trilyon Başına Parça
NGS	Yeni Nesil Dizileme
spp.	Türleri
SCUBA	Kendinden İkmalli Su Altı Solunum Aparatları
B	Bor

Ag	Gümüş
As	Arsenik
Mn	Mangan
Mo	Molibden
Se	Selenyum
Cr	Krom
Sb	Antimon
Sn	Kalay
V	Vanadyum
Fe	Demir
Ni	Nikel
L_{∞}	Sonsuzdaki Kuramsal Boy
Chl-a	Klorofil-a
m^3	Metreküp
O_2/L	Litre Başına Oksijen
Ho	Heterozigositeler
qPCR	Gerçek Zamanlı Polimeraz Zincir Reaksiyonu
CBS	Coğrafik Bilgi Sistemi
eDNA	Çevresel DNA
tRNA	Transfer RNA
$\delta^{15}N_{CBOM}$	Karbonata Bağlı Organik Madde
δ	Delta
gram (-)	Gram Negatif
N/m^2	Newton Bölü Metrekare
İHA	İnsansız Hava Aracı
CTD	İletkenlik-Sıcaklık-Derinlik
YUI	CTD Cihaz Markası
Navionics	Yüksek Çözünürlüklü Denizci Haritası
Boating HD	
UVC	Su Altı Görsel Sayımı
BAD	Bağımsız Aletli Dalış Donanımı
ABC	Maske, Palet, Şnorkel
pH	Asitlik Seviyesi

QGIS	Kuantum Coğrafik Bilgi Sistemi
Vts	Gemi Trafik Hizmeti
mS/cm	Milisiemens Bölü Santimetre
TDS	Toplam Çözünmüş Katı Madde Miktarı
DO%	Doymuş Oksijen Yüzdesi
pHmV	pH milivolt
Bofor	Rüzgar Hız Birimi
dk.	Dakika



TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa No
Tablo 1	2020 yılı örnekleme istasyon numaraları, koordinatları, ölü, canlı pına sayıları, ölüm oranları ve yoğunlukları	84
Tablo 2	Ctd prob ölçümlerinden elde edilen deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri	85
Tablo 3	Ctd cihazı ile deniz suyu iletkenlik ölçüm değerleri	86
Tablo 4	2020 yılı örnekleme istasyonlarında tutulan diğer veriler-1	87
Tablo 5	2020 yılı örnekleme istasyonlarında tutulan diğer veriler-2	88
Tablo 6	İstasyonlara göre örneklenen pinalardaki boy-ağırlık ilişkisi	108
Tablo 7	Pinaların ölüm oranı ile deniz suyu tuzluluk değerlerini tanımlayıcı istatistikler	109
Tablo 8	Örnekleme istasyonları sıcaklık değerlerini tanımlayıcı istatistikler	109
Tablo 9	Pinaların ölüm oranı ile deniz suyu sıcaklık değerleri arasındaki korelasyon analizi	110
Tablo 10	Pinaların yoğunluk değerlerini tanımlayıcı istatistikler	111
Tablo 11	Pinaların ölüm oranı ile yoğunluk değerleri arasındaki korelasyon analizi	111
Tablo 12	Örnekleme istasyonlarındaki deniz suyu pH değerlerini tanımlayıcı istatistikler	112
Tablo 13	Pinaların ölüm oranı ile deniz suyu pH değerleri arasındaki korelasyon analizi	112

Tablo 14	Canlı pınalar ile deniz suyu tuzluluk değerlerini tanımlayıcı istatistikleri	113
Tablo 15	Canlı pına ile deniz suyu tuzluluk değerleri arasındaki korelasyon analizi	113
Tablo 16	Çanakkale Boğazı <i>P. nobilis</i> örnekleme istasyonlarının 2021 izleme çalışmasındaki ölü, canlı pına sayıları, ölüm oranları (%) ve yoğunlukları (100m ²)	123
Tablo 17	2021 yılı araştırma dalışlarında su altında harcanan zaman	125



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Pina türlerinin (Atrina türleri yeşil, Pinna türleri turuncu ve Streptopinna türleri mavi) dağılım aralıkları içinde bulunabileceği bölgeler	6
Şekil 2	Çalışma Sahası Çanakkale Boğazı.....	52
Şekil 3	CTD cihazı prob yardımıyla deniz suyu fiziksel ve kimyasal parametrelerinin ölçümü.....	53
Şekil 4	YSI marka CTD cihazıyla deniz suyu fiziksel parametrelerinin ölçümü.....	54
Şekil 5	Su altında transekt ölçümü için kullanılan şerit metre.....	54
Şekil 6	1 g hassasiyetli terazi ile canlı pina ağırlık ölçümü.....	54
Şekil 7	<i>P. nobilis</i> in morfometrik boyutları. Lw - uzunluk, W - genişlik, T - kalınlık	55
Şekil 8	<i>P. nobilis</i> 'in toplam boy (B) (cm), genişlik (G) (cm) ve kalınlık (K) (cm).....	56
Şekil 9	Su altında hat çizgi sayım için kullanılacak hattın önceden işaretlenmesi.....	58
Şekil 10	Canlı ve ölü durumda olan <i>P. nobilis</i> yataklarının su altı görüntüsü	59
Şekil 11	Ölü pina kabuğunu yaşam habitatı olarak kullanan deniz anemonu	62
Şekil 12	Kumkale istasyonunda ölü <i>P. nobilis</i> ve kabuklarını kaplayan <i>C. Racemosa</i>	62
Şekil 13	Kumkale liman istasyonunda 2020 yılında çekilmiş su altı görüntüsü.....	63

Şekil 14	Güzelyalı-İntepe örnekleme istasyonunda ölü bir <i>P. nobilis</i> ve içerisinde barınan ahtapot.....	64
Şekil 15	Dardanos örnekleme istasyonu.....	64
Şekil 16	Kepez istasyonunda görüntülenmiş ölü pina.....	65
Şekil 17	2021 Kıyı avm istasyonunda ölü pina	66
Şekil 18	Yeni kordon örnekleme istasyonu su altı fotoğrafı.....	66
Şekil 19	Megabeach istasyonunda gün batımına yakın (19:45) çekilen ölü pina.....	67
Şekil 20	Çanakkale Marina istasyonunda kaydedilen canlı ve ölü <i>P. nobilis</i>	68
Şekil 21	Karacaören altı istasyonunda 2021 yılındaki ölü pina.....	69
Şekil 22	Çoraklık Burnu istasyonunda su altı yazı tahtasına kayıt alan araştırmacı.....	69
Şekil 23	Yapıldak istasyonunda canlı ve ölü pinalar.....	70
Şekil 24	2020 ve 2021 yılı Umurbey istasyonu pina örnekleri.....	71
Şekil 25	2021 yılında Suluca istasyonunda bulunan ölü bir <i>P. nobilis</i>	72
Şekil 26	Köprü Lapseki istasyonunda çizgi-hat sayımı ile su altı görüntüleme.....	72
Şekil 27	2020 yılı <i>P. nobilis</i> canlı ve ölü pinaların yazı tahtasına kaydı...	73
Şekil 28	2020 yılı Çardak Vts Kulesi istasyonundan canlı pina görseli.....	74
Şekil 29	Gelibolu Çamlık istasyonundaki canlı ve ölü pinalar.....	75
Şekil 30	Avrupa Köprü örnekleme istasyonu.....	76

Şekil 31	Cennetkoy istasyonunda bulunan ölü <i>P. nobilis</i> kabukları.....	77
Şekil 32	Bigalı Kalesi taşlık zemininde bulunan pinalar.....	79
Şekil 33	Çamburnu istasyonundaki canlı pina örneği.....	80
Şekil 34	Havuzlar istasyonu 2020 yılı ölü pinalar.....	81
Şekil 35	Soğanlıdere istasyonu <i>P. nobilis</i> kitlesel ölümleri.....	82
Şekil 36	Abide Altı örnekleme istasyonu.....	83
Şekil 37	İstasyonlara göre 2020 yılı (Haziran-Ekim) tuzluluk ve su sıcaklığı değişimi.....	89
Şekil 38	Çanakkale Boğazı örnekleme istasyonlarındaki adet bazında ölü ve canlı pina dağılımları (2020 Haziran-Ekim).....	90
Şekil 39	İstasyonlara göre ölü pina sayısı (adet) ve pina ölüm oranı (%) değişim grafiği (2020 Haziran-Ekim).....	90
Şekil 40	2020 yılı koordinatlara göre örnekleme istasyonları ve <i>P. nobilis</i> ölü/canlı pina oranlarını gösteren pay grafikler	92
Şekil 41	2020 yılı örnekleme istasyonları pinaların ölüm ve canlılık oranları pasta grafikleri.....	93
Şekil 42	Koordinatlara göre örnekleme istasyonları ve <i>P. nobilis</i> ölü/canlı pina oranlarını gösteren pasta grafikleri.....	94
Şekil 43	2021 yılı örnekleme istasyonları pinaların ölüm ve canlılık oranları pasta grafikleri.....	95
Şekil 44	2020-2021 yılı <i>P. nobilis</i> 'in örnekleme istasyonlarından elde edilen verilere göre toplam canlılık ve ölüm oranları.....	96
Şekil 45	Canlı pinaların ağırlık (g) sınıflarına göre frekans grafiği.....	98

Şekil 46	Canlı pinaların boy (B) sınıflarına göre frekans grafiği.....	98
Şekil 47	Canlı pinaların genişlik (G) sınıflarına göre frekans grafiği.....	99
Şekil 48	Canlı pinaların kalınlık (K) sınıflarına göre frekans grafiği.....	99
Şekil 49	Canlı pinaların toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	100
Şekil 50	Canlı pinaların genişlik (G)-ağırlık ilişkisi.....	101
Şekil 51	Canlı pinalarda kalınlık (K)-ağırlık ilişkisi.....	101
Şekil 52	Yapıldak istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi..	102
Şekil 53	Umurbey istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi..	102
Şekil 54	Çoraklık Burnu istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	103
Şekil 55	Karacaören Altı istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	103
Şekil 56	Köprü Lapseki istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	103
Şekil 57	Lapseki Dalyan Burnu istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	104
Şekil 58	Suluca istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi....	104
Şekil 59	Çardak Vts Kulesi istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	104
Şekil 60	Gelibolu Çamlık istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	105
Şekil 61	Avrupa Köprü istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	105

Şekil 62	Gelibolu Tersane istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	105
Şekil 63	Cennetkoy istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi	106
Şekil 64	Aktepe istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi...	106
Şekil 65	Akbaş istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi...	106
Şekil 66	Bigalı Kalesi istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi.....	107
Şekil 67	Çamburnu istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi..	107
Şekil 68	Örnekleme istasyonlarına göre 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki oksijen düzeyleri(mg/l).....	115
Şekil 69	Örnekleme istasyonlarına göre 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki tuzluluk değerleri grafiği.....	116
Şekil 70	Örnekleme istasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki su sıcaklık değerleri (°C).....	116
Şekil 71	Örnekleme İstasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki deniz suyu pH değerleri.....	117
Şekil 72	2020 yılı örnekleme istasyonları dalış süreleri	117
Şekil 73	Örnekleme istasyonlarına göre 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki maksimum derinlik (m) – ölüm oranı (%) grafiği	118
Şekil 74	Ölüm oranı-tuzluluk grafiği	118
Şekil 75	Örnekleme istasyonlarındaki 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki su sıcaklığı (°C)-ölüm oranı (%) grafiği.....	119
Şekil 76	2020 yılı Haziran ve Ekim ayları arasında deniz suyu pH-pinaların ölüm oranları grafiği.....	119

Şekil 77	Örnekleme istasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki ölüm oranları(%)-yoğunluk (adet/100m ²) grafiği.....	120
Şekil 78	Örnekleme istasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki ölüm oranları (%)-O ₂ düzeyi (mg/L) grafiği.....	120
Şekil 79	2020 Haziran- Ekim ayları arasında pina yoğunluk-deniz tuzluluk grafiği.....	121
Şekil 80	2020 Haziran- Ekim ayları arasında pina yoğunluk- deniz suyu oksijen düzeyi grafiği.....	121
Şekil 81	2020 Haziran- Ekim ayları arasında pina yoğunluk-deniz suyu sıcaklığı grafiği.....	122
Şekil 82	2020 Haziran- Ekim ayları arasında pina yoğunluk-deniz suyu pH grafiği.....	122
Şekil 83	2021 yılı canlı ve ölü pinaların adet bazında dağılımı.....	126
Şekil 84	2021 yılı örnekleme istasyonlarında <i>P. nobilis</i> 'in ölüm oranlarını yüzde (%) olarak gösteren grafik.....	126
Şekil 85	2021 yılı saha çalışmasında su altında harcanan dip zamanı.....	127
Şekil 86	2021 yılı örnekleme istasyonlarındaki <i>P. nobilis</i> yoğunluk(100 m ²) verisi grafiği.....	127
Şekil 87	2021 yılı örnekleme istasyonlarında <i>P. nobilis</i> Ölüm Oranı (%) ve Yoğunluk (100m ²) arasındaki ilişkiyi inceleyen veri grafiği.....	128

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Su ürünleri, insanlığın varlığından itibaren en temel ve doğal gıda kaynakları arasında yer almıştır. Besin kaynağı olarak su ürünlerinden ilk akla gelen balıklar olsa da yumuşakçalar da önemli ölçüde besin zincirinde yerini almaktadır. İstatistiksel su ürünleri tablolarında diğer deniz canlıları olarak balıklardan ayrılan gruptaki canlılarda ithalat ve ihracat kapasitesi anlamında da sektörde önemli bir yer tutmuştur.

Dünyada, su ürünleri tüketiminin önemi her geçen gün artmaktadır. Endüstriyel gelişmeler ile birlikte ortaya çıkan doğal gıdaların bozulması, katkı maddelerinin gıdalarda yerini alması ve kaynak kıtlığı gibi sebeplerle organik gıda pazarına olan ilgi artış göstermektedir. Dünya yüzey alanının yaklaşık %70'inin sularla kaplı olduğu da düşünüldüğünde sucul ekosistemlerden daha fazla istifade edilmesi gerekliliği kaçınılmazdır. Hem doğal besin olması hem de geniş ekosistemlere sahip olması sebebiyle su ürünleri insanların yüksek gıda değerlerine sahip gıda maddeleri olarak tüketilmektedir. Ayrıca besin ihtiyacının yanında ekolojik anlamda önemli olan ve balıkların optimum yaşam ortamlarında sürdürülebilirliğine katkı sağlayan kabuklular da mevcuttur. Okyanuslarda, denizlerde ve iç sularda filtrasyon gibi önemli görevleri üstlenen çift kabuklu (bivalvia) olarak isimlendirilen bu canlıların neslinin devamlılığı önem arz etmektedir.

2019 yılında dünya su ürünleri yetiştiriciliği üretimi 56,3 milyon ton balık (%66,0), 17,6 milyon ton yumuşakça (%20,6), 10,5 milyon ton kabuklu hayvan (%12,3) ve 977 bin ton diğer su hayvanı türünden (%1,1) oluşmuştur. Yüzgeçli balık türlerinin iç su ürünleri yetiştiriciliği, su hayvanlarının dünya su ürünleri yetiştiriciliğinde en önemli sektör olarak değerlendirilmiştir. İç su ürünleri yetiştiriciliğinden 48,4 milyon ton yüzgeçli balık üretimi, 2019'da dünyadaki toplam su ürünleri yetiştiriciliği üretiminin %56,7'sini temsil etmiştir (FAO, 2021).

Bivalvia (çift kabuklu) sınıfına ait deniz canlılarının yüksek besin değerlerine sahip olmaları yanında sucul ekosistemlere katkıları da doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını açısından önem taşır. Bu sebeple denizlerin filtreleri olarak nitelendirilebilecek çift kabuklular ekolojik anlamda çok önemlidirler. Çift kabuklulardan yetiştiricilik yoluyla özellikle midye, istiridye ve akivades gibi türlerin üretimi yapılmaktadır (Gosling, 2003).

Bu çalışmada; ekolojik anlamda değerli olan *Pinna nobilis* türünün Çanakkale Boğazı'ndaki popülasyonlarının durum tespiti yapılması hedeflenmiştir. Özellikle pina türlerinden olan denizel ekosistemlerde önemli bir filtrasyon görevini üstlenen Akdeniz'in en büyük çift kabuklu (bivalvia) sınıfına ait *P. nobilis*'in 2016 yılından itibaren Batı Akdeniz kıyılarından Doğu Akdeniz'e hızla ve artarak devam eden kitlesel ölümlerinin Çanakkale Boğazı'ndaki durumunu belirlemek amaçlanmıştır. *P. nobilis*'in kitlesel ölümleri ile ilgili çalışmalar, İspanya, İtalya, Hırvatistan, Fas, Tunus, Yunanistan gibi birçok Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde yapılmış ve bu popülasyonların güncel durumunun takibi yapılmaya devam edilmektedir. *P. nobilis*, IUCN (Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği) kırmızı listesinde kritik seviyede yer almaktadır (Kersting, vd., 2019a). Çalışma sahasının seçilmesinde; şiddetli akıntı ve dalga kuvvetlerinin etkisiyle suda asılı planktonların bolluğu ve çift kabukluların beslenmesi için uygun ortamın varlığı ve bütün Akdeniz'de katastrofik hale gelen kitlesel ölümlere karşı direnç gösteren pinaların varlığı etkili olmuştur. Böylece nesli tükenme tehlikesi ile karşı karşıya olan *P. nobilis* popülasyonlarının son durumları hakkında literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Bu amaçla *P. nobilis* popülasyonlarının Akdeniz havzasında canlılığının başladığı sınırlar tespit edilmeye çalışılmıştır.

1.1. Çift Kabukluların (Bivalvia) Genel Özellikleri

Yumuşakçalar şubesinde olan çift kabuklu canlı sınıfı 7500'e yakın türe sahiptir. Çift kabuklular kalsiyum karbonattan oluşan bir çift kabukla predatörlerden korunan yumuşakçalardır (Serdar, vd., 2021). İskelet görevi gören iki adet sert kabuğun içinde yumuşak bir canlı barındıran çift kabuklular deniz ve tatlı sularda birçok dip yapısında asılı ve sesil olarak yaşayabilen omurgasız canlılardır.

Çift kabukluların temel besin maddesi fitoplanktonlar olsa da zooplankton, bakteri, sudaki organik maddeler ve detritusdan da enerji sağlanmaktadır (Stuart, vd., 1982; Stirling ve Okumuş 1994; Dame, 1996; Davenport, vd., 2000). Besin maddesi mantodan girerek palial organa ulaşır. Palial organda besin maddesi olarak değerlendirilemeyen inorganik yalancı dışkı olarak dışarıya geri bırakılır (Shumway, vd., 1985; Arapov, vd., 2010). Diğer maddeler özofagustan mideye geçerek sindirimi başlatır. Sindirimden sonra kalan parçalar bağırsağı geçerek sindirilmemiş maddelerle birlikte dışkı olarak atılır (Gosling, 2003). Bu olay çift kabuklu türlerin hemen hepsinde gerçekleşir (Jørgensen, 1996).

Dünyada toplam su ürünleri üretiminin yaklaşık %10'unda çift kabuklu yumuşakçalar yer alır (WHO, 2010). Türkiye'de ise bu oran artarak toplam su ürünleri üretiminin yaklaşık %6,3'ünü oluşturmaktadır (TÜİK, 2009). Türkiye kıyılarında yumuşakçalar grubunda Ege Denizi (825 tür), Akdeniz (Levantin Denizi) (807 tür), Marmara Denizi (537 tür), Karadeniz (155 tür) olarak kayıt altına alınmıştır (Öztürk, vd., 2014). Kabukları genelde süs eşyası olarak kullanılan yumuşakçalar grubundan *P. nobilis* ise Türkiye'de gıda maddesi olarak tüketilmese de Yunanistan'ın Girit Adası'nda tüketilmektedir (Serdar, vd., 2021).

1.2. Pinaların Genel Özellikleri

Pinaların Taksonomisi

Şube: Mollusca

Sınıf: Bivalvia

Alt Sınıf: Pteriomorphia

Takım: Ostreida

Üst Aile: Pinnoidea

Aile: Pinnidae

Cins: *Pinna* (Linnaeus, 1758)

İngilizce; ‘‘ Fan Mussel, Pen Shell, Razor Fish’’, Türkçe; ‘‘Pina’’ olarak yazılmaktadır.

1.3. Dünya Denizlerinde Bulunan Pina Türleri

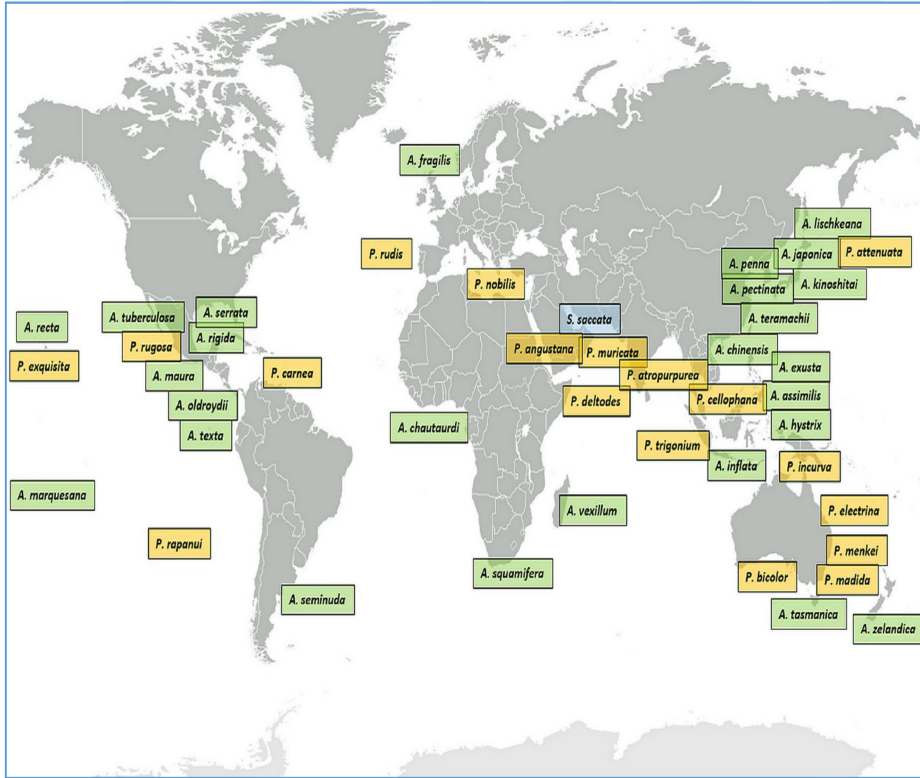
Dünya denizlerinde bulunan bazı pina türleri Şu Őekildedir (MolluscaBase, 2022);

- *Pinna angustana* (Lamarck, 1819)
- *Pinna atropurpurea* (G. B. Sowerby I, 1825)
- *Pinna attenuata* (Reeve, 1858)
- *Pinna bichi* (Thach, 2016)
- *Pinna bicolor* (Gmelin, 1791)
- *Pinna carnea* (Gmelin, 1791)
- *Pinna cellophana* (Matsukuma & Okutani, 1986)
- *Pinna deltodes* (Menke, 1843)
- *Pinna dolabrata* (Lamarck, 1819)
- *Pinna electrina* (Reeve, 1858)
- *Pinna epica* (Jousseau, 1894)
- *Pinna exquisita* (Dall, Bartsch & Rehder, 1938)
- *Pinna fimbriatula* (Reeve, 1859)
- *Pinna incurva* (Gmelin, 1791)
- *Pinna linguafelis* (Habe, 1953)
- *Pinna madida* (Reeve, 1858)
- *Pinna menkei* (Reeve, 1858)
- *Pinna muricata* (Linnaeus, 1758)
- *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758)
- *Pinna papyracea* (Gmelin, 1791)
- *Pinna rapanui* (Araya & Osorio, 2016)
- *Pinna rudis* (Linnaeus, 1758)
- *Pinna rugosa* (G. B. Sowerby I, 1835)
- *Pinna sanguinolenta* (Reeve, 1858)
- *Pinna trigonalis* (Pease, 1861)

- *Pinna trigonium* (Dunker, 1852)
- *Pinna wayae* (P. W. Schultz & M. Huber, 2013)
- *Streptopinna saccata* (Linnaeus, 1758)
- *Atrina egusta* (Gmelin, 1791)
- *Malleus regula* (Forsskål in Niebuhr, 1775)
- *Atrina squamifera* (G. B. Sowerby I, 1835)
- *Atrina seminuda* (Lamarck, 1819)
- *Atrina fragilis* (Pennant, 1777)
- *Atrina assimilis* (Reeve, 1858)
- *Atrina rigida* ([Lightfoot], 1786)
- *Atrina chautardi* (Nicklès, 1953)
- *Atrina chinensis* (Deshayes, 1841)
- *Atrina cumingii* (Reeve, 1858)
- *Pinna atropurpurea* (G. B. Sowerby I, 1825)
- *Atrina vexillum* (Born, 1778)
- *Atrina pectinata* (Linnaeus, 1767)
- *Atrina hystrix* (Hanley, 1858)
- *Atrina inflata* (Dillwyn, 1817)
- *Atrina japonica* (Reeve, 1858)
- *Atrina lischkeana* (Clessin, 1891)
- *Atrina recta* (Dall, Bartsch & Rehder, 1938)
- *Atrina penna* (Reeve, 1858)
- *Atrina zelandica* (Gray, 1835)
- *Atrina serra* (Reeve, 1858)
- *Atrina serrata* (G. B. Sowerby I, 1825)
- *Atrina strangei* (Reeve, 1858)
- *Pinna cellophana* (Matsukuma & Okutani, 1986)
- *Pinna epica* (Jousseau, 1894)
- *Pinna atrata* (Clessin, 1891)
- *Pinna bullata* (Gmelin, 1791)
- *Pinna densecostata* (W. H. Turton, 1932)
- *Pinna marginata* (Lamarck, 1819)

- *Pinna minax* (Hanley, 1858)
- *Pinna rollei* (Clessin, 1891)
- *Pinna rostellum* (Hanley, 1858)
- *Pinna rotundata* (Linnaeus, 1758)
- *Pinna sanguinea* (Gmelin, 1791)
- *Pinna virgata* (Menke, 1843)

Pinnidae familyasından çift kabuklular (Leach, 1819) toplam 55 tanınmış türle, *Atrina* (Gray, 1842), *Pinna* (Linnaeus, 1758) ve *Streptopinna* (Martens, 1880) olmak üzere bilinen üç cinsi kapsar (Lemer, vd., 2014).



Şekil 1. Pina türlerinin (*Atrina* türleri yeşil, *Pinna* türleri turuncu ve *Streptopinna* türleri mavi) dağılım aralıkları içinde bulunabileceği bölgeler (Chávez-Villalba, vd., 2022)

1.4. Türkiye Denizlerinde Bulunan Pina Türleri

Türkiye kıyılarında yumuşakça faunası üzerinde yapılmış taksonomi çalışmasında 2 adet pina türünün yer aldığını belirlenmiştir. Bu *Pinnidae* familyasına ait 2 tür; *P. nobilis* (Linnaeus, 1758) ve *Atrina pectinata* olarak kayıtlara geçmiştir (Öztürk, vd., 2014). Geçmişten beri *P. nobilis* ve *P. rudis* başta olmak üzere nesli tehlike altında olan pinalardaki durumun aksine, *P. bicolor* (Gmelin, 1791), *A. pectinata* (Linnaeus, 1758) ve *Atrina maura* (Sowerby, 1835) gibi pinnidler Meksika'da yetiştiricilik yoluyla besin kaynağı olarak değerlendirilmektedir (Cendejas, vd., 1985).

Türkiye'de ve Akdeniz'de pina türlerinden en çok neslinin devamlılığı kritik düzeyde olan *P. nobilis* ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Pina ile ilgili en eski çalışmalar 25 yüzyıl önce Aristoteles'in taksonomi çalışmasında yer almıştır (Voultsiadou ve Vafidis, 2007). *P. nobilis*, Akdeniz'e özgü bir çift kabuklu canlıdır (Kurtay, 2014; García-March, vd., 2007; Zavodnik, vd. 1991; Butler, vd., 1993; Hendriks, vd., 2011; Zotou, vd., 2020). Geçmiş yıllarda *P. nobilis* kabukları dekoratif amaçlı Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde süs eşyası olarak satılmıştır. *P. nobilis* stoklarının azalmasıyla Birleşmiş Milletler tarafından 1992 yılında Avrupa Konseyi Direktifleri doğrultusunda 92/43/EEC numaralı yasa ve 1996 Barcelona anlaşması ile Akdeniz'de koruma altına alınmıştır. Sesil bir yaşantı süren *P. nobilis* kendisini deniz zeminine sabitlemek için bisus iplikçilerini kullanır. *P. nobilis*'in taksonomisi aşağıdaki gibidir:

Şube: Mollusca

Sınıf: Bivalvia

Alt Sınıf: Pteriomorphia

Takım: Ostreida

Üst Aile: Pinnoidea

Aile: Pinnidae

Cins: *Pinna* (Linnaeus, 1758)

Tür: *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758)

P. nobilis, kalem kabuklu, yelpaze midyesi, fan midyesi gibi isimler almıştır (Kurtay, 2014). Kabuk boyu uzunluğu 120 cm'e kadar ulaşabilir ve bentik ortamda bisus iplikçikleri yardımıyla sesil olarak yaşayabilmektedir (Zotou, vd., 2020). Akdeniz'in en büyük çift kabuklu türü *P. nobilis*'in 45 seneye kadar uzayabilen ömürlerinin olduğu belirtilmiştir (Rouanet, vd., 2015; Katsanevakis, 2006; Theodorou, vd., 2017). *P. nobilis* popülasyonlarının yaşadığı derinlik aralığı 0.5-80 m (Öndeş, vd., 2020b) olarak bildirilmiş olsa da daha çok sığ sularda (0-10m) yoğun olarak görüldüğü belirtilmiştir (Vázquez-Luis, vd., 2017).

Barcelona Anlaşması EK II (James, vd., 2010) ve Avrupa Konseyi 92/43/EEC direktifleri (Faulks, 2007) ile yasal olarak koruma altına alınmış olan bu çift kabuklu türün, antropojenik faaliyetler sonucunda da uzun yıllardır sömürüye açık ve neslinin tehdit altında olduğu bildirilmiştir (Katsanevakis, 2007).

Özellikle 2016 yılından beri ciddi kitlesel ölümlere maruz kalan *P. nobilis* popülasyonunun, *Haplosporidium pinnae* paraziti gibi pandemik bir hastalığın bulaşmasından kaynaklı olarak %100 ölümlere maruz kaldığı bölgeler olduğu bildirilmiştir. Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği'nde (IUCN) kırmızı listede neslinin devamının kritik seviyede olduğu belirlenmiştir (Kersting, vd., 2020). Vázquez-Luis vd. (2017), İspanya'nın Balear adalarıyla İber Yarımadası'nın belirli noktalarında yüzlerce kilometrelik alanda yapmış oldukları su altı görsel sayımlarına göre *P. nobilis* popülasyonlarında %100'e yakın ölüm oranları saptamışlardır.

Haplosporidium nelsoni ve *Bonamia spp.* gibi diğer haplosporidan türleri, küresel anlamda çift kabuklu toplu ölümlerine neden olmuştur (Arzul ve Carnegie, 2015). Salgın durumu göz önüne alınırsa, parazitlerin ortadan kaldırılması pek olası görünmemektedir. Çünkü daha önceki bu tarz tarihsel girişimler başarısız olmuştur (Grizel, vd., 1986; Van Banning, 1991).

P. nobilis kabuklarını yoğun bir şekilde çevreleyen canlılar arasında deniz anemonları da bulunmaktadır (Ballesteros, vd., 2022). Kitlesel ölümlerin dışında, bu yumuşakçaların süs eşyası, yiyecek vb. nedenlerle bilinçsizce avcılığı, tesadüfi balıkçılık faaliyetleri, teknelerin çapalama yapmaları (Richardson, vd., 2004; Centoducati, vd., 2007) ve kimyasal kirlilik gibi antropojenik nedenlerle popülasyonları zarar görmüştür (Shahidul ve Masaru, 2004).

P. nobilis asenkron süksesif hermafrodit bir türdür. Kabuğuna dışarıdan bakıldığında cinsiyet ayrımı yapmak mümkün değildir. *P. nobilis* gonadı foliküllerden oluşmuş bir bezdir. *P. nobilis*'in dış kabuk yüzeyi, pinaların yaşının belirlenmesine ve kabuk büyüme hızlarının tahmin edilmesine izin veren belirgin bir büyüme halkasına sahip değildir (Richardson, vd., 1999). *P. nobilis* genellikle dış döllenme yoluyla ürettiği kabul edilse de, yazarlar üreme sisteminde ardışık hermafrodit olarak vücut boşluklarında yumurta tutan dişilerle iç döllenmenin meydana geldiğini (Trigos, vd., 2018) veya aynı anda erkek ve dişi olan pinalarla yüksek seviyede kendi kendine döllenme oranlarını bildirdiğinden, üreme sistemi hala tam olarak anlaşılammıştır (Prado, vd., 2020).

P. nobilis Türkiye'de 1998 yılından bu yana kanunlarla koruma altına alınmıştır. *P. nobilis*, Karadeniz hariç, Türkiye denizlerinde yaygın olarak görülür (Çınar, vd., 2021a). Enfekte olan pinaların, uyaranlara karşı kapakcıklarını kapatmada reaksiyon eksikliği gösterdiği ve bu sayede belirgin bir şekilde ayırt edilebildikleri belirtilmiştir (Vázquez-Luis, vd., 2017). Çanakkale Boğazı'ndaki örnekler üzerinde de yapılan analiz sonuçlarına göre enfekte fakat canlı *P. nobilis*'lerin saha çalışmalarında addüktör kaslarını yavaş kapatma davranışıyla paralellik gösterdiği belirtilmiştir (Künili, vd., 2021).

İKİNCİ BÖLÜM

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Türkiye’ de Pina Popülasyonları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Kurtay (2014)’de İzmir-Urla Karantina Adası’nda (38° 22' 44" N; 26° 47' 12" E) yaptığı tez çalışmasında su sıcaklığı değerlerinin 19°C (Mayıs) ve 27 °C (Ağustos) arasında değiştiğini ve ortalama deniz suyu sıcaklığının 23,1°C olduğunu gözlemlemiştir. Araştırmada en düşük tuzluluk değerinin Ekim 2012’de %35,6 en yüksek tuzluluk değeri ise Temmuz ve Ağustos 2012’de %37,44, ortalama deniz suyu tuzluluğunun ise %36,77 olarak bildirmiştir. Çalışmada en düşük klorofil-*a* değerini ise 0,8 µg/l olarak Eylül ayında ve en yüksek klorofil-*a* değerini de Ağustos ayında 6,1 µg/l olarak ölçmüştür. Partikül organik madde (POM) ve partikül inorganik madde (PIM) değerlerinin örnekleme süresince doğru orantılı bir grafik izlediğini, Eylül ayında ise sabit değerde olduğunu belirlemiştir. En düşük partikül organik madde değerini Ekim ayında 0,7 mg/l, en yüksek partikül organik madde değerini ise Temmuz ayında 2,85 mg/l olarak hesaplamıştır. Tez sonuçlarına göre bölgede kolektör bırakmak için en uygun ayların Haziran ve Temmuz olduğunu bildirmiştir. Kurtay, (2014) çalışmasında bırakılan kolektör grubundan 3 ay boyunca yapılan örneklemede m²'ye 5 adet pina spat verimi almıştır.

Akyol ve Ulaş (2015)’de İzmir Körfezi Urla kıyıları açıklarında dört adet pina üzerinde araştırma yapmışlardır. Nadir türlerden olan dört adet *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) ve iki adet *Nepinnotheres pinnotheres* (Linneaus, 1758)’i ilk kez Türkiye kıyılarından *P. nobilis*’lerin içerisinde gözlemleyerek rapor etmişlerdir. Her iki dekapod kabuklunun bulunması ile bölgede yerleşik popülasyonların olabileceğini ifade etmişlerdir. Hekim ve Eşek Adası’nda bulunan dekapod örneklerinin Akdeniz'deki en büyük boyutlara sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Kurtay vd. (2018), *P. nobilis* yetiştiriciliği amacıyla 2012 yılı Mayıs ve Ocak ayları arasında Urla Karantina Adası’nda yapmış olduğu saha çalışmalarında hedef dışı çift kabuklu türlerini kayıt altına almıştır. Bu çift kabuklu türler *Pinctada radiata* (Leach,

1814), *Chlamys glabra* (Linnaeus, 1758), *Chlamys varia* (Linnaeus, 1758), *Ostrea edulis* (Linnaeus, 1758), *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), *Modiolus barbatus* (Linnaeus, 1758), *Cardys varia* (Linnaeus, 1758), *Lima lima* (Linnaeus, 1758), *Anomia ephippium* (Linnaeus, 1758), *Arca noae* (Linnaeus, 1758) ve *Anadara inaequalis* (Bruguière, 1789)' tir. Bu türlerin yüzdelerini *P. radiata* % 50,2, *O. edulis* % 24,16 ve *C. glabra* için % 11,8 olarak tespit etmişlerdir. Bunlar dışında *Ciona intestinalis* (Linnaeus, 1767), *Styela plicata* (Lesueur, 1823), *Pisidia longimana* (Risso, 1816), *Macropipus holsatus* (Fabricius, 1798), *Macropodia longirostris* (Fabricius, 1775), *Pomatoceros triqueter* (Linnaeus, 1758), *Murex trunculus* (Linnaeus, 1758) ve *Balanus sp.* gibi türleri de kayıt altına almışlardır.

Öndeş vd. (2020a), Mayıs-Ekim 2017'de nesli tükenmekte olan *P. nobilis*'in Türkiye kıyılarındaki yoğunluğu ve dağılımı hakkında veriler sunmuşlardır. 1250 m² toplam etüt alanında 0,4-10 m derinlik arasında su altı gözlemlerine göre toplam 705 adet *P. nobilis* kaydetmişlerdir. Veri kaynaklarını, dalış araştırmalarından ve yerel ekolojik bilgilerden oluşan doğrudan gözlemlerden oluşturmuşlardır. Tüplü dalgıçların bilgisine dayanarak ve trol teknelerinin bilgisine göre en yüksek *P. nobilis* popülasyonlarının konumlarını, ARC-GIS 10.1 kullanılarak haritalamışlardır. İstatistiksel analizleri ise SPSS 20 kullanılarak gerçekleştirmişlerdir. *P. nobilis* yoğunluğu ile derinlik, habitat, örnekleme alanları gibi bilgiler arasındaki ilişkiyi test etmek için genel bir doğrusal modeli (GLM) kullanmışlardır. *P. nobilis*'in tahribat görme seviyelerini farklı seviyelerde antropojenik etkileri olan alanlarda (plajlar, limanlar vb.) karşılaştırmak için bir Kruskal-Wallis testini kullanmışlardır. Dalış sürveyleri sırasında ortalama yoğunluk her 100 m²'de 11,28 birey (min. = 0 ve maks. = 100 birey. 100 m²'de) olarak hesaplamışlardır. Yelpaze midyelerinin en yüksek yoğunluğunu 1,1-2,0 m derinlik sınıfında kaydetmişlerdir. Pinaların çoğunu deniz otu çayırlarında tespit etmişlerdir. Pina yoğunluğunun en yüksek olduğu alanı Torasan, en düşük yoğunlukta ise Akarca olarak bildirmişlerdir. En yüksek pina yoğunluğu değerlerini, insan faaliyetlerinden en az etkilenen alanlarda bulmuşlardır ($\chi^2 = 21.84$, $df = 2$, $P = 0.001$). *P. nobilis*' in durumuna yönelik tehditleri, hedef dışı avlanma ve yasa dışı toplama olarak değerlendirmişler ve insanların pinaların tehlikede olma durumu hakkındaki genel farkındalığını değerlendirmişlerdir. *P. nobilis*'in yoğunluk tahminleri için Türkiye'nin batı kıyılarında güney kıyılarına göre daha yüksek olduğu yönünde görüş

bildirmişlerdir. Balıkçılar ve dalgıçlarla yapılan anketlerde bu türün popülasyonunun son on yılda azaldığını kayıt altına almışlardır. En yüksek hedef dışı av hacminin troller tarafından alındığı tahmininde bulunmuşlardır. Genelde yelpaze midyelerinin korunmanın önemi ve statüsü hakkında, bilgi ve yerel farkındalığın yetersiz olduğu kanısına varmışlardır.

Öndeş vd. (2020b), Haziran-Eylül 2019 döneminde Ege Denizi'nde 12, Marmara Denizi'nde bir bölgeden *P. nobilis*'in toplu ölümleri ile ilgili veri toplamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, Marmara Denizi'nde %10 gibi düşük bir ölüm oranıyla karşılaşmışlarken Ege Denizi'nde bu oranı %97 olarak kaydetmişlerdir. Bu farklılığın deniz suyu sıcaklığı ve tuzluluk değerleri ile ilgili olabileceğini öne sürmüşlerdir. Erdek'te (Marmara Denizi) *P. nobilis*'in ortalama yoğunluğu 100 m²'de 24 pına olarak tahmin etmişler ve Akarca, Çalaltidere ve Kıyıkışlacık'ın tüm replikatları arasında örnekleme sahası başına sadece bir canlı pına gözlemlemişlerdir. Araştırma bulgularına göre örnekleme bölgeleri arasında *P. nobilis* sayısının önemli ölçüde farklılık gösterdiğini tespit etmişlerdir (Kruskal–Wallis, $\chi^2 = 64,15$, $p < 0,001$).

Özalp ve Kersting (2020)'de Çanakkale Boğazı'nda 2014 ve 2020 yılında iki örnekleme istasyonunda (Baykuş Feneri, 40° 06' 11.41" N, 26° 19' 18.52"E ve Havuzlar, 40°07'54.48"N, 26°21'21.44"E) *P. nobilis* popülasyonlarının su altı izleme ve sayım uygulamalarını bildirmişlerdir. 2014 yılında tüplü dalış yöntemi ile sığ sularda (< 5 m) çok yüksek yoğunluklarda (9 birey/m²'ye kadar) gelişen büyük, sağlıklı *P. nobilis* popülasyonlarının varlığını kayıt altına almışlardır. Aynı alanlara 2020 yılında yapılan dalışlarda ölüm oranlarının son derece yüksek olduğunu tespit etmişlerdir (Baykuş Feneri: % 99,68, n = 317; Havuzlar: % 85,71, n = 42).

Aksu vd. (2021)'de Çanakkale Boğazı'nda yaptıkları çalışmada birbirini takip eden iki yıl içerisinde *P. nobilis* popülasyonlarının azaldığını tespit etmişlerdir.

Acarlı vd. (2021)'de Çanakkale Boğazı'nda 9 farklı istasyonda yapmış oldukları çalışmada *P. nobilis* popülasyonları arasında en düşük ölüm oranının %9,6 ile Ilgardere istasyonu (40°16'683"N-26°29'631"E) olduğunu bildirmiştir. $a=0,8061b+28,61$ ($r^2=0,717$) denkleminde a hesaplanan toplam uzunluk, b ise gömülmemiş kabuk uzunluğu olarak hesaplanmıştır. Yapılan su altı gözlemlerinde Abide plajı ve Kumkale Limanı 27°C, Kumkale Köy Plajı 26,8°C, İntepe 26,5°C, Ilgardere 26,3°C, Cennet Bay Yapıldakaltı, Hamza Koyu 26°C olarak kaydetmiş ve Çardak Kum Adası istasyonunda *P. nobilis*'lerin 108 mm ile 200 mm boyları arasında olduğunu ve 1,5-2 m su derinliği boyunca dağılım gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Pinaların büyük boy grup olarak gruplandıkları (>30 cm) pinaların büyük çoğunluğunun 4 m ile 6 m su derinliği arasında dağıldığını tespit etmişlerdir. *P. nobilis* popülasyonlarının dip yapısı olarak pinaların %90' ı *Posidonia sp.* ve *Zostera sp.* geri kalanı ise tamamen kumlu habitatta bulunduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışmada Çanakkale Boğazı'nda toplamda 494 pina için toplamda %71,25 ölüm oranı tespit etmişlerdir. Çalışmada *P. nobilis* popülasyonlarının bolluğunu tahmin etmek için transekt ve görsel sayım yöntemleri kullanmışlardır. Su altındaki görüş mesafesine (2,5-10 m) bağlı olarak dalgıçlar canlı ve ölü pina sayısını tespit etmişlerdir.

Çınar vd. (2021a) Güney Marmara Adaları'nda 2 ile 6 m derinlik arasında 12 *P. nobilis* yataklarındaki yapmış oldukları başka bir yayın çalışmasında ise pina kabukları üzerinde 10 sesil 4 hareketli olmak üzere makroalg ve balıklardan oluşan 14 tür tespit etmişlerdir. Araştırmada 17 farklı bölgede 0-25 m derinlik aralığında scuba dalışıyla 50 m hat üzerinde 5m*2m (10m²) olacak şekilde 5 tekrarlı parselde canlı ve ölü pinaları saymışlardır. İstasyonlardaki ortalama *P. nobilis* yoğunluğunun 10 m²'de 0,6 ile 24 pina arasında değiştiğini, yavru ve ergin pinaların kabuklarının farklı tür topluluklarına sahiplik ettiklerini belirtmişlerdir. Araştırma yapılan pina kabuklarında başlıca kırmızı alg *Gracilaria bursa-postaris*, istilacı yabancı *Rapana venosa*'nın yumurta kozaları, gastropod *Bittium reticulatum* ve serpulid polychaete *Spirobranchus polytrema* tarafından oluşturulan dört farklı topluluğu tespit etmişlerdir. İstasyonlardan birinde hayalet ağın *P. nobilis*'leri kapladığı gözlemlenirken; diğer pina yataklarında görünür bir insan etkisini tespit edemediklerini bildirmişlerdir. *P. nobilis* popülasyonları ile ilgili yoğunluk çalışmalarının eksikliğini belirtmişlerdir.

Çınar vd. (2021b)'de Güney Marmara Adaları'nda (Marmara Denizi) 7 istasyonda toplamda 191 adet *P. nobilis*'te %88 ölüm oranını tespit etmiştir. Örnekleme istasyonlarında kıyıya dik gelecek şekilde iki adet 100 m'lik transekt hat yöntemi uygulamışlardır. Transektin sağ ve sol taraflarında 2 m genişliğinde (toplam 4 m genişliğinde) bölgeleri iki bilimsel dalgıç gözlemlemiş her bir transektin toplam araştırma alanını 400 m² olarak belirlemişlerdir. *P. nobilis* 'lerin az sayıda eski ölü pinalarla sağlıklı olduğu görülmüş, bunun da Akdeniz'deki *P. nobilis* popülasyonlarını kitlesel ölümlere sürükleyen salgının Marmara Denizi'ne ulaşmadığını ve bölgeyi türler için sığınma alanı haline getirdiğini ifade etmişlerdir. Bölgede *P. nobilis*'in ortalama yoğunluğunun 100 m²'de 0,3 ile 12 pina arasında değiştiğini bulmuşlardır. Örnekleme dönemleri sırasında, Marmara Denizi'nde meydana gelen ve *P. nobilis* ve *C. nodosa* çayırıları üzerinde yoğun bir müsilaj olayı meydana geldiğini belirtmişlerdir. En çok sayıda ölü *P. nobilis*'e sığ sularda (0-4 m derinlik) rastlamışlardır. *P. nobilis*'lerin ölü kabuklarında 6 taksonomik gruba (Sipuncula, Oligochaeta, Polychaeta, Crustacea, Mollusca ve Pisces) ait toplam 34 tür bulmuşlardır. *P. nobilis* kabuklarındaki en baskın yumuşakça türünün (çoğunlukla gastropod) *S. triqueter* olduğu ancak *T. Reticulata*'ların kabukların çürüten dokusuyla beslendiğini bulmuşlardır. Annelidler *Neanthes acuminata* ve özellikle yaygın olan *Capitella teleta* gibi yüksek sayıda organik kirlilik göstergesi türü, tüm *P. nobilis*'lerin çürüten dokularında mevcut olduğunu tespit etmişlerdir. Üç hareketli tür, yengeç *Xantho poressa*, pagurid *Pagurus sp.* ve balık türlerinden *Parablennius tentacularis* çürüten dokularda gözlemişlerdir. Araştırmada, ölü *P. nobilis*'lerin büyük bir kısmını sığ sularda (1-4 m derinlik) tespit etmişler ancak bölgedeki dağılımının 10 m'den daha derin bölgelerde bile ölü pinaları da gözlemlemişlerdir. Canlı *P. nobilis*'lere daha çok 2,3 m ile 13 m arası derinliklerde rastlamışlar, ancak en fazla canlı sayıyı 14 pina ile 2,3-6 m derinliklerinde tespit etmişlerdir. 0,8 m ile 8 m arasında değişen derinliklerde yaşayan genç pinaları da gözlemlemişlerdir. En büyük ölü pina kümesine bir *Cymodocea nodosa* yatağında rastlarken çakıllı kaba kum bulunan dip yapısı üzerinde de diğer ölü pinaları gözlemlemişlerdir. *P. nobilis*'in kitlesel ölümlerinden en az ve en son etkilenen denizlerinden olan Marmara Denizi'nin acil eylem planları dahilinde koruma altına alınması gerektiğini çalışmada vurgulamışlardır.

Künili vd. (2021), Çanakkale Boğazı'nda *P. nobilis* üzerine Türkiye'de ilk histopatolojik çalışmayı yapmışlardır. Çalışmadaki tüm istasyonlarda *Haplosporidium* protozoanı tespit etmişlerdir. Histopatolojik analizlere göre, özellikle manto, bağ dokusu, sindirim bezi ve bağırsakta *P. nobilis*'te *H. pinnae* varlığını göstermişlerdir. Sağlıklı *P. nobilis* örneklerinin ise normal histolojik yapı gösterdiğini bulmuşlardır. 6 enfekte ve 12 enfekte olmayan *P. nobilis* örneğinin solungaç ve sindirim bezi dokularında süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) enzimlerinin aktivitelerini araştırmışlardır. Bu çalışmada toplanan *P. nobilis* örneklerinin solungaç dokularında ölçülen SOD enzim aktivite değerleri sağlıklı pinalarda $46,2 \pm 4,9 \text{ U mg}^{-1}$ iken, enfekte pinalarda $64,1 \pm 10,4 \text{ U mg}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir. SOD aktivitesi açısından solungaç dokusunda görülen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu bildirmişlerdir ($F=25,4$, $p<0,05$). Benzer şekilde aynı pinaların sindirim bezi dokularında ölçülen SOD aktivite değerleri sağlıklı pinalarda $49,1 \pm 14,4 \text{ U mg}^{-1}$ iken, enfekte pinalarda $67,5 \pm 6,8 \text{ U mg}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir. Sağlıklı ve enfekte pinalar arasındaki SOD aktivitesindeki bu farkı ise istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır ($F=8,6$, $p<0,05$). Sağlıklı pinalarda solungaç dokularında CAT aktiviteleri $181,5 \pm 30,5 \text{ U mg}^{-1}$ olarak ölçerlerken ölçülen değerler enfekte pinalarda artmış ve $244,6 \pm 15,8 \text{ U mg}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptamışlardır ($F=22,2$, $p<0,05$). Sindirim bezinde ölçülen CAT değerleri sağlıklı pinalarda $211,1 \pm 23,8 \text{ U mg}^{-1}$ ve enfekte pinalarda $240,7 \pm 23,5 \text{ U mg}^{-1}$ olarak ölçmüşlerdir. Yine bu farkı istatistiksel olarak da anlamlı bulmuşlardır ($F=6,3$, $p<0,05$). GPx aktivite ölçümleri sağlıklı pinaların solungaç dokusunda $10,8 \pm 2,8 \text{ U mg}^{-1}$ ve enfekte pinalarda $14,0 \pm 3,8 \text{ U mg}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler arasındaki farkı istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır ($F=4,1$, $p>0,05$). Sindirim bezi dokusundaki GPx değerlerine bakıldığında değerler; sağlıklı pinalarda $9,8 \pm 1 \text{ U mg}^{-1}$ ve enfekte pinalarda $11,8 \pm 1,5 \text{ U mg}^{-1}$ ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını bulmuşlardır ($F=12,3$, $p<0,05$). Araştırma sonuçlarına dayanarak, *H. pinnae*'nin Çanakkale Boğazı, Türkiye'deki *P. nobilis*'in toplu ölüm olayından sorumlu primer organizmalardan biri olduğunu bildirmişlerdir. GenBank Nükleotid toplama (nt) veritabanı, filogenetik analizler, izolatlarının İtalya ve İspanya da dahil olmak üzere Akdeniz bölgesinden elde edilen diğer *H. pinnae* izolatları ile birlikte kümelendiğini tespit etmişlerdir. *V. harveyi*'nin *P. nobilis*'in kitlesel ölümüyle ilişkili olabileceğini belirlemişlerdir. Vibriozisin *Vibrio harveyi*'nin yanı sıra *V. mediterranei*, *V. hispanicus*, *V. coralliilyticus* ve *V. tubiashii* gibi diğer vibrio türlerinin *H. pinnae*

varlığında toplu ölümlerden sorumlu olabileceğini öne süren ilk bilimsel rapordur. Bu analizler, *H. pinnae* enfeksiyonunun *P. nobilis*'in doğal yatakları arasında yayılarak ciddi doku hasarına ve oksidatif strese neden olduğunu göstermiştir. Çalışmadaki filogenetik analizlere göre, parazitin Akdeniz'de düşünülenden çok daha hızlı yayıldığını tespit etmişlerdir.

Turan ve Doğdu (2021)'de Samandağ sahilinde (36.259444° K, 35.810111° D) *P. nobilis*'in varlığı daha önce kaydedilmemiş olmasına rağmen 2020 Eylül ayında 16 m derinlikte scuba dalış yöntemiyle bir adet ölü *P. nobilis* fotoğraflayarak kayıt altına almışlardır. Bu çalışmada, örneklenen *P. nobilis*'in ölçümlerini 13,8 cm uzunluk (L), 7,8 cm genişlik (W) ve 2,8 cm kalınlık (T) olarak kaydetmişlerdir. Samandağ sahilinde ilk defa kayıt altına alınan bu *P. nobilis*'in varlığının suyun hidrodinamizmi üzerinde olumlu bir etki sağlayabileceğini belirtmişlerdir.

Karadurmuş ve Sarı (2022), Marmara Denizi Erdek Körfezi'ndeki yelpaze midye *P. nobilis* popülasyonunun mekansal dağılımının sualtı araştırmalarına dayalı değerlendirmesinin sonuçlarını sunmuşlardır. Pinaların nüfus yoğunluğu ve yapısı için 9080 km²'lik bir çalışma alanında, 0 - 15,8 m derinlik arasında dalışlar yaparak tahmin etmeye çalışmışlardır. Ortalama boyların sırasıyla canlı, ölü pinalar için 19,5 ± 0,35 cm ve 24,9 ± 0,37 cm olarak hesaplamışlardır. Genç pinaların (≤ 20 cm) nüfus içindeki oranının %57 olup, deniz çayırlarında ve sığ sularda baskın olduğunu belirtmişlerdir. Sonuçların Erdek Körfezi'ndeki yelpaze midye popülasyonu için kısmen umut verici bir senaryoya işaret ettiğini ve popülasyonun sürdürülebilirliğinde birincil rol oynayabilecek birçok canlı yavrunun varlığının altını çizdiğini vurgulamışlardır. Fakat bu durumun statik olmadığını, çünkü antropojenik değişiklikler ve insan faaliyetlerinin gelecekte nüfus refahını etkileyebileceğini belirtmişlerdir.

2.2. Dünya’da Pina Popülasyonları ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Gaulejac (1989), *P. nobilis* larvalarının elektron mikroskopundaki gözlemlerinde larval yaşamlarının 5 ile 10 gün arasında oluşabileceğini öne sürmüştür.

Butler vd. (1993), yapmış oldukları çalışmalarında pinaların sürdürülebilir kullanımı için bir kuluçka programının gerekli olacağını bildirmişlerdir. *P. bicolor*’ın cinsel olgunluğa ulaşması için 1 yıldan fazla, *P. nobilis*’in cinsel olgunluğa ulaşması için 1-2 yıl geçmesi gerektiğinden, gonad olgunluğunun ilkbahar ve yaz aylarında olduğundan bahsetmişlerdir. Bu türlerde vücut boyutuna göre gonad kütlesi veya yumurta sayısı ile ilgili nicel veriler elde etmenin zor olduğunu, ancak görsel olarak tam gelişmiş gonadın, örneğin istiridye veya tarakta olduğundan daha küçük bir doku oranı oluşturduğunu ifade etmişlerdir. Döllenmeyi takiben, bir veliger larvası geliştiğini, sudan daha yoğun ve aktif olarak yüzmeye başladığını, birçok pinnidae türünün uzun mesafelerde taşınabilen teleplanik larvalara sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Richardson vd. (1999), *P. nobilis*’in kalsitik dış kabuk tabakasından kabuk karbonattaki oksijenin (^{18}O : ^{16}O) kararlı izotop analizlerini, aragonitik posteriör addüktör kas izlerindeki eşmerkezli halkaların periyodikliğini doğrulamak ve yaşı tahmin etmek için kullanmışlardır. Akdeniz kıyısındaki İspanya’ nın güneydoğusundaki dört lokasyonda *Posidonia oceanica* (L.) çayırlarında yetişen pinaların büyümesini araştırmışlardır. Eylül 1995 ve 1996 yıllarında kabuk yüzeyi boyunca elde edilen kararlı oksijen-izotop kayıtlarını, su sıcaklığındaki mevsimsel değişikliklerin belirlenmesinde ve mevsimsel kabuk büyümesi modellerinin çıkarılmasında kullanmışlardır. Kas izi halkalarının, ilkbahar ve yaz başlarında (su sıcaklıklarının arttığı bir dönem) kabukta yıllık olarak biriktiğini ve kabuğun iç yüzeyi boyunca arka addüktör kasın göçünde bir kesintiyi temsil ettiği bulmuşlardır. Küçük pinnidlerde (<25 cm) kabuk büyümesinin ilk yılında bir kas izi halkasının oluşmadığını bulmuşlardır. Carboneras istasyonundaki pinnidler arasında maksimum büyüme oranları kaydetmişler ve burada 8 yılda 59 cm uzunluğa ulaşmışlardır, Aguamarga’ dan gelen örneklerin ise en eskileri (13 yılda 45 cm) olduğunu tahmin etmişlerdir. Pinnidlerden sadece 55 *P. nobilis* ve diğer pinnid türlerinden beş büyük *Pinna*

rudis gözlemlemiştir. *P. nobilis*'in gömülü derinliğini, kabuk boyutuyla ilişkilendirmiştir; Gömme derinliğinin = 2,21 + 0,210 uzunluk, ($r^2 = 0,644$, $n=55$), bu formüle göre kabuğun yaklaşık beşte birinin (%21,0) tortunun altında bulunduğunu açıklamışlardır. Gömme derinliği ile ilgili regresyonların karşılaştırılması ve dört sahadaki kabuk boyutunun incelenmesinden sonra çizgilerin eğimlerinde veya kesişimlerinde önemli bir farklılık göstermediğini tespit etmişlerdir.

Richardson vd. (2004), *P. nobilis* örneklerini güney doğu Adriyatik Denizi'nde Hırvatistan'ın kıyı sularından üç bölgede toplamışlardır. Birinci ve ikinci addüktör kas izi halkalarının konumlarını, sonraki halkaların aksine, genellikle ayırt etmenin zor olduğunu ve büyük kabuklarda sedef tarafından gizlendiğini açıklamışlardır. Kabuklardaki element oranlarının ve kararlı oksijenin kabukta kaydedilen izotopik bileşim ile önemli ölçüde bağıntılı olduğunu ve Mg:Ca oranının = 0,0002 (deniz suyu sıcaklığı) + 0,0095 ($r^2 = 0,445$), Sr:Ca oranının = 0,00005 (deniz suyu sıcaklığı) + 0,0014 ($r^2 = 0,887$) olduğunu bulmuşlardır. Kabuk büyümesinin ilk iki yılına karşılık gelen dış kabuk yüzeyi bölgelerindeki yaşı karakterize etmek için element oranlarındaki mevsimsel desenleri kullanmışlardır. *P. nobilis*'in yaşını ve dolayısıyla büyüme hızını tahmin etmek için hem temel oranlar hem de kas izi halkalarının bir kombinasyonu kullanmışlardır. Mali Ston Körfezi'nden örneklenen bir *P. nobilis* 60 cm uzunluğa ve 9 yaşına ulaşarak en hızlı büyümeyi sergilerken, Malo Jezero'dan alınan bir örneğin ise 12 yaş ve 50 cm uzunluğa ulaşarak en yavaş büyümeyi sergilediğini tespit etmişlerdir. 18 *P. nobilis* üzerinde kabuk uzunluğunu (L) ; posterior addüktör kas izlerinin (Lp) toplam uzunluğu en yakın 0,1 cm' ye kadar ölçülebilen kumpasları ve $L = 1,1 + 2,36Lp$ ($n=18$, $r^2=0,989$) formülünü kullanarak bulmuşlardır.

Katsanevakis (2006), Akdeniz çift kabuklusu *P. nobilis*'in önemli bir popülasyon yoğunluğunu Vouliagmeni Gölü'nde (Korinthiakos Körfezi, Yunanistan) transket alma yöntemi ile tahmin etmiştir. En genç yaş sınıfındaki (küçük) pinaların yoğunluklarının 1 m ile 3 m batimetrik zonda pik yaptığını gözlemlemiştir. Daha yaşlı (büyük) pinaların (9 ile 11 ay hariç tüm yaş sınıflarına ait) 11 ile 13 m batimetrik bölgede pik yoğunluklara sahip olduğunu tespit etmiştir. Araştırmasında, 22 m'den daha derinde *P. nobilis* bulamamıştır.

Sığ sularda büyük pinaların bulunmamasını, kısmen yasadışı avcılığın etkisi sonucu olabileceğini ifade etmiştir. Vouliagmeni Gölü'nde, deniz yosununun hiç bulunmamasına rağmen, *P. nobilis*'i yoğun olarak gözlemlemesi sonucu birçok yazarın belirttiği gibi *P. nobilis*'in aslında deniz otu çayırlarına ihtiyaç duymadığını ve çıplak yumuşak tortulu alanlarda da çok sayıda bulunabileceğini tartışmıştır. *P. nobilis*'lerin, çoğunlukla yaşamının ilk 3 yılında hızlı büyüdüğünü belirtmiştir. Vouliagmeni Gölü'ndeki *P. nobilis* popülasyonunun büyüklüğünün 8501 ± 4395 (ortalama ± 1 SD) pina olduğu tahmin etmiştir, bunlardan 4355 ± 3460 pinanın birinci yaş sınıfına ve 4146 ± 1405 pinanın diğer tüm yaş sınıflarına ait olduğunu bulmuştur. Gölün derin bölgelerinde yıllık sıcaklık aralığının 10°C ile 14°C , yüzey sıcaklıklarının ise kışın 14°C 'den yazın 30°C 'ye kadar değişim gösterdiğini belirlemiştir. *P. nobilis*'lerin ($N = 437$) maksimum kabuk genişliklerinin 2,3 ile 25,5 cm arasında değişmekte olup, tahmin edilen kabuk uzunlukları 7,4 ile 75,1 cm arasında değiştiğini bildirmiştir.

Galinou-Mitsoudi vd. (2006), koruma altındaki çift kabuklu *P. nobilis*'in popülasyon yapısı, yaşı ve büyümesini Thermaikos Körfezi'nde (Kuzey Ege Denizi) incelemişlerdir. Yoğunluk olarak $1,04 \pm 0,17$ birey/ m^2 olup, çalışma dönemine kadar Akdeniz'de bildirilen en yüksek yoğunluktur. Ortalama uzunluk $34,35 \pm 11,78$ cm ve maksimum uzunluk (L_{max}) 69,10 cm olup bozulmamış bir doğal popülasyonu işaret ettiğini bildirmişlerdir. Morfometrik ve ağırlık parametreleri arasındaki allometrik ilişkiler hesaplamışlar ve *P. nobilis*'in vücut büyümesi ve korunması için yaşam alanını sağlama önceliğine sahip olduğunu belirtmişlerdir. Uzunluk frekans dağılımı ve gözlemlenen yaş yapısı, incelenen *P. nobilis* popülasyonunun esas olarak küçük ve orta boy/yaşlı pinalardan oluştuğunu ortaya koymuşlardır. Ortalama uzunluğu, *P. nobilis*'in diğer Akdeniz popülasyonları ile karşılaştırıldığında, Doğu Thermaikos popülasyonunun büyüme hızı en küçükler arasında ($k = 0.063$), maksimum uzunluk ($L_{\infty} = 73,77$) en büyükler arasında olarak hesaplamışlardır. *P. nobilis* popülasyonunun büyümesini $L_t = 73,77 [1 - e^{-0,063(t + 2,805)}]$ von Bertalanffy eşitliğini kullanarak hesaplamışlardır.

İdris (2008), Malezya Yarımadası'nda 2005 Ağustos ayından 2006 Haziran ayına kadar yapmış olduğu saha çalışmalarında taksonomi tanımlaması için 107 adet pina

toplamaştır. Pinaları, valflerin iç ve dış yüzeylerine göre gruplandırmıştır. *Atrina* ve *Pinna sp.*'nin baskın olduğu yedi tür açıkça tanımlamıştır. Bu yedi tür arasında, "*Pinna deltodes* (Menke, 1843) ve *Pinna incurva*' yı (Gmelin, 1791)", Sungai Pulai'nin deniz çayırı yatağından yeni dağılım kaydı olarak literatüre geçirmiştir.

Rabaoui vd. (2010), scuba dalışı ile transekt su altı gözlemlerine dayanarak Tunus'un doğu ve güneydoğu kıyıları boyunca *P. nobilis*'in dağılımı ve yoğunluğu hakkında veriler toplamışlardır. Çıkarım için bir bilgi teorisi yaklaşımı izlendi ve çevresel ve uzamsal değişkenler kullanılarak yelpaze midye popülasyon yoğunluğunu modellemek için genelleştirilmiş katkı modelleri takıldı. Fan midyelerinin yoğunluğu, derinlik ve Gabes kentinden uzaklık ile önemli ölçüde ilişkiliydi. Yelpaze midye yoğunluğu, çok sığ suda (0,3 m derinlik) pratik olarak sıfırdı ve bu çalışmanın derinlik aralığında (0-6 m) derinlikle arttı. Tür, habitatlar arasında belirgin bir yoğunluk farkı olmaksızın *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* ve *Caulerpa prolifera* yataklarında gözlemlenmiştir. Gabes şehri yakınlarında sıfır yelpaze midye yoğunlukları gözlemlendi. Nüfus yoğunluğu Gabes'ten uzaklaştıkça arttı ve güneyde kuzeye göre daha yüksekti. Gabes yakınlarındaki *P. nobilis* yoğunluğundaki bu düşüş, büyük miktarlarda fosfojips ve diğer kimyasal ürünlerin boşaltılmasından kaynaklanan deniz kirliliğinin ve son yıllarda bölgedeki bentik habitatların buna bağlı olarak bozulmasının bir etkisi olabilir.

James vd. (2010), Yunanistan'ın Maliakos Körfezi'nde yapmış oldukları çalışmalarında organizmaya özgü bir ölçüm tekniği kullanılarak, *P. nobilis*'in popülasyon yoğunluğu ve pina kabuklarının boyutu için beş farklı alandan numune almışlardır. Araştırma sonuçlarına göre, hayvanların büyüklüğü ve yaşı bakımından geniş bir yelpazeye ve 19,4 birey/100 m²'lik bir nüfus yoğunluğuna sahip bir popülasyonu gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Genel ortalama kabuk uzunluklarının 30,8 ± 12,1 cm ve medyanlarının 42,75 cm olduğunu tespit etmişlerdir.

Liu vd. (2011), 2007-2010 yılları arasında Çin kıyılarındaki 16 bölgeden ve Japonya'nın Oita kentinden bir bölgeden toplam 352 *A. pectinata* toplamışlar, filogenetik ve morfometrik analizler yapmışlardır. Şifreli taksonların çizimlerinin, deniz hayvanları

içindeki tür çeşitliliği ve evrimsel geçmişleri anlamamızı geliştirdiği görüşünü ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada, kriptik çeşitliliği ve hibridizasyonu araştırarak soy içi farklılıkları olan altı farklı soy grubunu tespit etmişlerdir. Soylar arası sekans farklılıklarının %4,3 ile %22,0 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Bu çalışma, türlerin şifreli çeşitliliğini ve geçmiş evrim tarihlerini araştırmak için birden fazla kanıt dizisini birleştirmenin önemini göstermektedir.

Zakhama-Sraieb vd. (2011), Ghar El Melh lagünündeki *P. nobilis*'in popülasyon yoğunluğu ve yapısına odaklanmışlardır. 2007 yılında denizden lagüne doğru dağıtılan 4 istasyonda saha çalışması yapmışlardır. Araştırma sahasındaki *P. nobilis* popülasyonlarının, *Ruppia* ve *Nanozostera* ile karışık *Cymodocea nodosa* çayırlarında yaşadığını gözlemlemişlerdir. Nüfus yoğunluğunda denizden (9,63 birey/100m⁻²) iç lagüne (0,07 birey 100m⁻²) doğru azalan bir gradyan kaydetmişlerdir. Maksimum yaşı 9,7 yıl olarak tahmin etmişler ve 1996 yılında deniz ve lagün arasında bir iletişim kanalının açılmasından sonra deniz etkisi altındaki alanda su kalitesinin iyileşmesiyle ilişkili görüldüğünü belirtmişlerdir. Dört istasyonda toplam 204 adet *P. nobilis*'in envanterini çıkarıp, 30' u biyometrik analiz için faydalı olan 52 ölü pinayı kayıt altına almışlardır. 30 ölü pinanın toplam yüksekliğini (Ht) ve en büyük genişliğini (L) sırasıyla 16-31,5 cm ve 7-14 cm arasında tespit etmişlerdir. Pinalarda en büyük genişliğin (L) 4 ile 16 cm arasında olduğunu ve kabukların %78,75'inde 10 ile 15 cm arasında değişmekte olduğunu kaydetmişlerdir. Toplam yüksekliğin 6 ile 39 cm arasında değiştiğini ve %48,75'inin toplam yüksekliğinin 20 ile 25 cm arasında olduğunu bildirmişlerdir. Örnekledikleri tahmini maksimum pina yaşının 10 yılı geçmediğini ve %75' inin 5 ile 8 yaş arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kabuk yönü ile ilgili olarak, kapakların kuzey, kuzeydoğu ve kuzeybatı yönelimine sahip olduklarını gözlemlemişlerdir.

Leal-Soto vd. (2012), Amerika Birleşik Devletleri'nde Kaliforniya Körfezi'nde yapmış oldukları çalışmada çamurlu zemin üzerinde gözlemledikleri *Atrina* cinsi kozmopolit bir çift kabuklu yumuşakça türü olan *Atrina oldroydii*' nin daha önce bildirilmeyen yeni bir kayıt olduğunu belirtmişlerdir. Üçgen şeklinde ve ortasında bir yiv olan sedefli kısmı iki loba ayıran kabuk grimsi kahverengi, pürüzsüz, narin, orta kısımda

eşmerkezli halka heykellere sahip olduğunu belirtmişlerdir. Substrattaki örneklerin yoğunluğunun m² başına 3 ile 14 örnek arasında değiştiğini kaydetmişlerdir. Örneklerden alınan ölçüm ve gözlemleri şu şekilde ifade etmişlerdir: Toplanan minimum toplam uzunluk 220 mm, maksimum 319 mm, bunların %44' ü 280 ve 299 mm arasında, addüktör kasların ağırlığı, numunenin %27' si için 65 ile 75 g aralığında, 35 ile 95 g olarak hesaplanmıştır. Numunedeki hayvanların cinsiyetini %39 kadın ve %24 erkek, %37 farklılaşmamış cinsiyet ve cinsiyet oranını 6:4 (kadın:erkek) olarak kayıtlara geçirmişlerdir. Çalışma sahasında sıcaklık ve tuzluluğu 19°C ve 35 psu olarak ölçmüşlerdir. *A. oldroydii* kayıtlarını üç farklı coğrafi bölgesi dahil olmak üzere, Baja California kıyıları, Kaliforniya Körfezi boyunca ve güneyde Sinaloa ve Nayarit kıyıları boyunca Meksika Pasifik suları olarak saptamışlardır.

Camacho-Mondragón vd. (2012)'de yapmış oldukları çalışmada *Atrina maura*'nın hem erkeklerde hem de dişilerde farklılaşmamış evre olmadığını ve deniz suyu sıcaklığının 25°C'ye ulaştığında büyük gamet rezorpsiyonu olduğunu; erkeklerde diğer gonadal gelişim evreleriyle birlikte sürekli yumurtlamanın var olduğunu belirtmişlerdir. İlk olgunluktaki boyutlardaki dişilerde kabuk yüksekliğinde sıralı hermafroditizme 23,3 cm ve erkeklerde 22,8 cm kabuk uzunluğunda ulaşıldığını tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, 19 cm ile olgun dişiler ve 16 cm'e kadar küçük olgun erkeklerde sıralı hermafroditizm gözlemlendiğini rapor etmişlerdir.

Fryganiotis vd. (2013), yelpaze midyesi *Atrina fragilis*'in dağılımını, Kuzey Ege Denizi'nin en büyük körfezi olan Thermaikos Körfezi'nde iki zıt bölgesinde incelenmişlerdir. Biri rutin olarak trolle avlanılan ve diğeri 25 yıldan fazla bir süredir trollere kapalı olan çalışma sahasıdır. Trol yapılan alanda *A. fragilis*'lerin yoğunluk ve büyüklük değerlerinin azalması ile iki alan arasında önemli farklılıklar tespit etmişlerdir. Genel olarak, *A. fragilis*' in 93 canlı pina ölçmüşlerdir. Boyutları sırasıyla 14,17 ile 46,53 cm uzunluğunda ve 8,52 ila 28,7 cm genişliğinde olup, ortalamaları sırasıyla 34,89 ± 9,19 cm ve 20,29 ± 4,66 cm olarak kaydetmişlerdir. Türlerin biyometrik karakterlerinde önemli farklılıklar tespit etmişlerdir.

Sureda vd. 2013; Vázquez-Luis vd. 2016, petrol sızıntısı kazasından bir yıl sonra Balear Takımadaları'ndaki *P. nobilis*'te yüksek miktarda poliaromatik hidrokarbon bulunduğunu açıklamışlardır.

Coppa vd. (2013), Oristano Körfezi' nde (Sardunya, İtalya) 2007-2009 yılları arasında kıyı şeridinde dik 400×4 m olacak şekilde transket alarak scuba dalış yöntemiyle bir *Posidonia oceanica* çayırında yaşayan *P. nobilis* popülasyonunu üzerinde çalışmışlardır. Dalgaların neden olduğu hidrodinamik stresin *P. nobilis*'in yoğunluğunu, boyutunu ve yönünü etkilediği bilinmesine rağmen, diğer hidrolojik özelliklerin etkisi bilinmediğini belirtmişlerdir. Araştırmadaki hipotezleri; *P. nobilis*'in yoğunluğu ve yönelimindeki uzamsal farklılıkların dalga yüksekliği, dalga yönü, dip akım yönü ve dip akım hızı ile ilişkili olabileceği yönündedir. Araştırma bulgularına göre; uzamsal dağılımın, 100 m²'de 0,06–6,7 pina yoğunlukta düzensiz dağılım gösterdiğini tespit etmişlerdir. Dip akım yönü ve dip akım hızını, kabuk oryantasyonunu etkileyen ana faktörler olarak değerlendirirken dalgaların çok az etkisi olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, yüksek besin mevcudiyetinin bir sonucu olarak bitişik lagünlerin yüksek yoğunlukları desteklemedeki rolünü vurgulamışlardır. Araştırma sırasında 67200 m²'lik bir yüzey alanı üzerinde toplam 1285 canlı *P. nobilis* kaydetmişlerdir. Örneklerin çoğunu çayırda (%52), % 2' sini kumda, %10' unu ölü örtüde ve %36' sını *P. oceanica* çayırının kenarında gözlemlemişlerdir.

Souji vd. (2014), Pinnidae familyasından iki yeni çift kabuklu türünün varlığını ilk kez Hindistan'ın güney batı kıyılarından bildirmişlerdir. Pinnidlerin Hindistan'da gıda veya diğer endüstrilerde yaygın olarak kullanılmadığını ancak diğer Asya Pasifik bölgelerinde yüksek ticari değeri olan popüler bir besin kaynağı olduklarını belirtmişlerdir. *Pinna atropurpurea* ve *Atrina vexillum* örneklerini, Hindistan'ın güney batı kıyısındaki Vizhinjam' ın kayalık bölgesi arasındaki kumlu kıyıda toplamışlardır. DNA barkodlamasının, tür tespiti, tanımlanması, keşfi için ve sudaki biyolojik kaynakların genetik çeşitliliğini ve küresel dağılımını izlemek için güçlü bir araç olduğunu vurgulamışlardır. Bu iki türün DNA barkodlamasını Mayıs 2013- Nisan 2014 tarihleri arasında toplanan pina örnekleriyle yapmışlardır. Moleküler filogenetik analiz sonuçlarına göre; *Atrina* ve *Pinna* cinsi çift

kabuklularının, Pinnidae familyasından geldiğini ve benzersiz bir farklılık gösterdiklerini bulmuşlardır.

Lagana vd. (2014), çevresel ve antropik strese maruz kalan *P. nobilis*'in enerji metabolizmasındaki değişiklikleri incelemişlerdir. Enzimlerin yüksek polimorfizminin, *P. nobilis*' in geçiş dönemine özgü çevresel değişkenliğe adaptasyonunu önerdiğini bulmuşlardır. Ayrıca, analiz edilen tüm doku ve organlarda malat dehidrojenaz (MDH) aktivitesi, laktat dehidrojenaz (LDH) aktivitesinden daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. *P. nobilis*'in metabolik plastisitesinin, birçok izoformun varlığını gösteren oktopin dehidrojenaz ve süperoksit dismutaz elektroforetik modelleriyle açıklandığını belirtmişlerdir. Bu çalışma bulgularını, çevresel değişkenliğe bağlı olarak belirli bir eğilim ile karakterize edilen alanopin, tauropin, strombin ve oktopin dehidrojenaz aktivitesinin spektroskopik tayinleriyle de doğrulamışlardır. İncelenen örneklerin boyutlarını 34 ile 37 cm, biyokütlesini ise 42 ve 45 g olarak kaydetmişlerdir. Deniz örneklerinin, göl ve kanaldan toplanan örneklerde bulunmayan endo-kommensalistik karides *Pontonia pynnophylax*'ı barındırdığını gözlemlemişlerdir. *P. nobilis*'te epatopankreas ve addüktör kaslarının en yüksek protein içeriğini gösterdiğini tespit etmişlerdir. Sonuçlar kısmında, uzun süreli anoksiye veya çevresel koşullardaki hızlı değişikliklere dayanma kabiliyetindeki farklılıkların, belirli bir dereceye kadar incelenen türlerin ekolojik özellikleri ve özellikle biyokimyasal enzim ekspresyon modelleri ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Camacho-Mondragón, vd., (2014a), Meksika'da önemli bir ticari pina türü olan *Atrina maura*'nın spermatojenik gelişiminin ultrastrüktürel özellikleri ve olgun spermatozoa morfolojisini, transmisyon elektron mikroskobu ile araştırmışlardır. Testis, gametlerin gelişme derecesine göre eş merkezli bir düzen içinde geliştiği yaygın bir boru şeklinde yapı gösterdiğini belirtmişlerdir. Tübüler yapı içinde büyük miktarda lipid damlacıkları ve glikojen granülleri içeren sertoli hücreleri de gözlemlemişlerdir. Aynı pinada dört gamet olgunlaşma aşamasının birlikte gerçekleştiğini tespit etmişlerdir: spermatogonia (4-8 µm), spermatozoidler (3-4 µm) (birincil ve ikincil dahil), spermatidler (2.5 µm) ve spermatozoa (~ 2 µm baş uzunluğu). Proakrozomal vezikül ve flagellum,

spermatogoniadaki her iki yapının ve diğer çift kabuklulardaki spermatozoidlerin erken oluşumunun aksine, spermiyogenezin ilk aşamalarına kadar meydana geldiğini belirtmişlerdir. *A. maura*'da, olgun spermatozoanın akrozomal vezikülündeki materyal, *Pinnidae* familyasının özel bir taksonomik özelliği gibi görünen karakteristik bir elektron yoğunluğu modeli gösterdiğini bulmuşlardır. Bununla birlikte, *A. maura*'da, *Pinnidae* familyasının diğer türlerinin aksine, orta parçada sadece dört mitokondri sergilediğini tespit etmişlerdir. Camacho-Mondragón, vd., (2014b)' te Meksika'nın kuzeybatısında üç çalışma alanında toplanan toplam 931 *A. maura* örneğinin gonadları analiz etmişlerdir: Mart 2002'den Şubat 2003'e kadar 27°55' K, 114°20' B coğrafik koordinatlarında, Mayıs 2004'ten Haziran 2005'e ve 2007 boyunca 24°11' K, 110°26' B koordinatlarında ve Mart ayından Ekim 2008'e kadar 24°30' K, 111°48' B koordinatlarında çalışma yapmışlardır. Toplanan toplam 931 *A. maura* örneğinin gonadları analizlerine göre 498 (%53,5) örnek dişi, 419 örnek (%45) erkek ve 14 örnek (%1,5) hermafrodit pinalardır. Cinsiyet değişiminin (protandry veya protogyny), bu sürecin hızlı gerçekleşmesi nedeniyle birçok çift kabukluda fark edilmeyen bir durum olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmalarında, Meksika'nın kuzeybatı kıyısındaki coğrafi olarak ayrılmış üç popülasyonun boyut yapısının histolojik kanıtları ve analizleri, teorik düşüncelerle birlikte *A. maura*'nın (Sowerby I, 1835) protandrik bir tür olduğunu kuvvetle öne sürmüşlerdir. Hermafrodit örneklerinin gonadlarının mikroskopik analizi, erkekten dişiye geçiş sırasında ayrıntılı bir histolojik sekansın yeniden oluşturulmasını sağladığını ve beden sınıfına göre cinsiyet oranının analizini yapmışlardır. Erkeklerin öncelikle daha küçük sınıflarda, kadınların daha büyük sınıflarda ve hermafroditlerin orta boy sınıflarında bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Tüm kanıtlara göre, bu türün gonokorik olmadığı hipotezini doğruladığını belirtmişlerdir. Hem genel olarak hem de her bir boyut aralığı için cinsiyet oranlarındaki farklılıkları, Yates' in süreklilik düzeltmesi (χ^2_c) ile Ki-kare testleri kullanarak değerlendirilmişlerdir (Zar, 1996).

Vázquez-Luis vd. (2014), *P. nobilis* yoğunluklarının mekansal dağılımını, Cabrera Ulusal Parkı, Balear Adaları (İspanya), Batı Akdeniz' deki (Deniz Koruma Alanı) MPA' da jeostatistiksel bir yaklaşımla analiz etmişlerdir. Bu yaklaşımda dikkate alınan çevresel değişkenleri derinlik; eğim, habitat tipi ve heterojenlik; dalga maruziyeti; ve MPA zonu olarak belirlemişlerdir. 378 transekt üzerinde 4,2 ile 46 m derinlik aralığında toplam

149000 m² yüzey araştırması sonucunda toplam 1.457 canlı *P. nobilis* kayıt altına almışlardır. *P. nobilis* popülasyon yoğunluğunun 9 m derinlikte zirve yaptığını, derinlikle birlikte azaldığını gözlemlemişlerdir. Ayrıca, artan dalgalara maruz kalma ile azalan yoğunlukları tespit etmişlerdir. Habitatlar arasında gözlemlenen toplam ortalama yoğunluğu 3,81 pina/100 m² olarak hesaplamışlardır. *P. oceanica* deniz yosununda, ortalama yoğunluğu 5,21 pina/100 m² (minimum=0 ve maksimum= 37,33 pina /100 m² ile) olarak bulmuşlardır. Diğer habitatlardaki yoğunlukları ise; kumlu tabanlarda ortalama 0,22 pina /100 m²; kayalık zeminlerde ortalama 0,43 pina/100 m²; ve kıvrıntılı diplerde ortalama 0,69 pina /100 m² olarak gözlemlemişlerdir.

P. nobilis, suyu filtreler, partikül maddeyi giderir ve su şeffaflığını artırır (Trigos, vd., 2015). Tunus'un Elbibane Lagünü kıyılarında boş kabuklu *P. nobilis*'ler üzerinde yapılmış bir çalışmada, pinaların boş kabuklarının, yumuşak bentik canlıların tür zenginliği ve bolluğu arasında olumlu ilişki bulunduğu tespit edilmiştir (Rabaoui, vd., 2015).

Katsanevakis, Yunanistan'da 2007 yılında yapmış olduğu bir çalışmada *P. nobilis* için 29°C'de büyümenin durduğunu bildirirken, Garcia-March vd., (2011)'de İspanya adalarında yapmış oldukları çalışmalarda 15 ve 16°C altında büyümenin durduğunu bildirmişlerdir.

Rabaoui vd. (2015), Tunus'ta Elbibane Lagünü ve Elketef Limanı'nda yapmış oldukları çalışmada, Akdeniz'in en büyük kalem kabuklularından biri olarak bilinen *P. nobilis*'in bentik habitatların restorasyon ve koruma planlarında kullanılması olasılığı çerçevesinde denemeler yapmışlardır. Boş pina kabuğu ve yumuşak tortu örneklerinde 60 makro omurgasız türüne ait toplam 684 örnek toplamışlardır. *P. nobilis* kabuklarında 45 türden 383 pinaya; yumuşak tortu örneklerinde ise toplam 49 türden 301 pina ya rastlamışlardır. Yumuşak tortuda bulunmayan türlerin çoğunlukla yaşamak için sert bir alt tabakaya ihtiyaç duyduğunu ve 2 sünger, 2 knidli, 1 annelid, 3 yumuşakça, 1 kabuklu ve 2 bryozoan (11 tür) olduğunu tespit etmişlerdir. Pina kabuğu örneklerinde (15 tür) bulunmayan türler için ise yumuşak tortu ile ilişkisi olan türlerle temsil edildiğini, özellikle de annelidler (8 tür) ve yumuşakçalar (7 tür) olduğunu gözlemlemişlerdir. Pina kabuğu

örnekleriyle ilişkili olarak bulunan kırk beş (45) omurgasız türü arasında, on yedi (17) türün varlığının üç örnekleme zamanında toplanan tüm örneklerde sabit olduğunu bulmuşlardır. İkinci örnekleme zamanında toplanan örneklerde on altı (16) türün ortaya çıktığını ve üçüncü örnekleme zamanında (yani, transplantasyon deneyinin başlamasından 120 gün sonra) toplanan örneklerde de mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Yumuşak tortu toplulukları ile karşılaştırıldığında, boş *P. nobilis* kabuklarında yaşayan toplulukta tür zenginliğinin, bolluğunun ve çeşitliliğinin tanımlayıcılarında (Shannon-Wiener H' ve Pielou' nun düzgünlüğü J') açıkça arttığını gözlemlemişlerdir. Pina kabuklarıyla ilişkili hareketli türlerin, deney süresi boyunca artan bir görünüm ve bolluk modeli gösterirken, yumuşak tortununkilerin neredeyse sabit kaldığını belirtmişlerdir. Burada elde edilen sonuçların, *P. nobilis*'in yumuşak bentik habitatlarda önemli yönetilme etkisinin ve dolayısıyla korunmasının gerekliliğini açıkça ortaya koyduğunu vurgulamışlardır.

Yang vd. (2015), Kore'de *A. pectinata*'nın batı Pasifik ve Hint Okyanuslarında yumuşak diplerde yaşayan en büyük deniz çift kabuklularından biri olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, scuba kullanarak ilk olarak *Atrina pectinata*'nın popülasyon yoğunluğunu ve boyutunu araştırmışlardır. Mitokondriyal sitokrom oksidaz I gen (COI) dizisini kullanarak bu kalem kabuğunu tür düzeyinde tanımlamışlardır. Temmuz-Eylül 2013 arasında gerçekleştirdikleri sualtı araştırmasına göre *A. pectinata*'nın yoğunluğunun 6–19 pina/m² arasında değiştiğini ve ortalama 11 pina/m² olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada *A. pectinata*'dan elde edilen COI DNA dizisinin Japonya'dan bildirilen *A. pectinata* (Linnaeus, 1767) ile %98,9-99,2 benzerlik gösterdiğini bulmuşlardır. Nüfus yoğunluğunu tahmin etmek için, Temmuz 2013'ten Eylül 2013'e kadar bir dizi scuba dalışı yapmışlar ve kum düzlükte rastgele seçilen 10 bölgeye 1 × 1 m plastik kuadrat uygulamışlardır. Sediment tipinin, kalem kabuğu dağılımını yöneten, kalem kabuğu larva yerleşimini ve büyümesini etkileyen en önemli çevresel faktörlerden biri olduğunu belirtmişlerdir.

Theodorou vd. (2015), Maliakos Körfezi'nin sığ su bölgesinde (<2m) nesli tükenmekte olan yelpaze midye *P. nobilis* türünden toplam 346 canlı hayvan kaydetmişlerdir. Araştırma bulgularına göre, pinaların kaydedilen uzunluğunun 11,89 cm'

den 72,51 cm'ye kadar olduğunu tespit etmişlerdir. Popülasyon yoğunluklarının tortu tipiyle, hayvanların gömülü uzunluğunun hem tortu tipiyle hem de deniz çayırlarının boyutuyla ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Körfezin güney ve kuzey kısmından Ağustos-Eylül 2009 tarihleri arasında ve Aralık 2011 arasında numuneler almışlardır. Her sahada, 100 m² (10x10m) alana sahip beş istasyon, 2 m'ye kadar derinlik bölgesinde rastgele seçmişlerdir. Kabuk genişliğinin 6 ile 21 cm (ortalama değer 13,2±2,93 cm) arasında değiştiğini ve hayvanların toplam uzunluğu ile güçlü bir doğrusal ilişki ($R^2=0,73$) olduğunu bulmuşlardır. Kumun, her iki sahada da en yaygın tortu parçacığı olduğunu (sırasıyla kuzey ve güneyde %80,95±6,37 ve %82,27±12,36), kil parçasının kuzeyde %11,68 ±3,83 ve güneyde %3,91±3,98 olduğunu, silt parçasının ise kuzeyde %7,99 ± %5,06 ve güneyde %13,76±9,77 olduğunu tahmin etmişlerdir. 33 ile 189 cm arasında değişen derinliklerin, alanlar arasında önemli olmayan farklılıklar gösterdiğini (ortalama derinlik 71,42 ± 27,26 cm) belirtmişlerdir. Deniz çayırlarının uzunluğunun 7 ile 69,9 cm arasında değişmekte ve sahalar arasında önemli farklılıklar göstermekte olduklarını bulmuşlardır (Güney: 39,07 ±19,03 cm ve Kuzey:17,93 ± 9,39 cm).

Trigos vd. (2015), solunum hızını (RR) ölçmek ve değişken ortamlara uyarlanabilirliğini değerlendirmek için çift kabuklu *P. nobilis*'i deneysel koşullarda incelemişlerdir. 34–64,9 cm kabuk uzunluğuna sahip 30 adet *P. nobilis*'in solunum hızını ölçmüşlerdir ve üç farklı sıcaklıkta solunum hız profillerini üretmişlerdir. Tahmini optimum yaşam sıcaklığı 20°C, minimum ve maksimum uygunluk sıcaklıklarını ise sırasıyla 16 ve 25°C olarak belirlemişlerdir. Pinaların yüksek oksijen tüketicisi olduğunu ve tahmini optimum yaşam sıcaklığına kıyasla diğer sıcaklıklarda solunum hızlarının azaldığını ($T = 16^\circ\text{C}$, 3,1±1,2 mg O₂h⁻¹; $T = 20^\circ\text{C}$, 12,0±3,9 mg O₂h⁻¹; $T = 25^\circ\text{C}$, 8,5±3,8 mg O₂h⁻¹) tespit etmişlerdir. Verilere göre, pinaların 16°C' de 25°C 'de 20°C 'de olduğundan daha fazla stresli olduklarını gözlemlemişlerdir.

Rouanet vd. (2015), pina türlerinden *P. nobilis Linnaeus*, 1758 (yumuşakça, Bivalvia) popülasyonunu 1969'dan beri Port-Cros Adası'nda (Port-Cros Ulusal Parkı, Provence, Fransa, Akdeniz) incelemişlerdir. Bu popülasyonun, deniz çayırı *Posidonia oceanica* habitatında, 10 ile 38 m derinlik arasında, kaba kumla kaplı bir substrat üzerinde

yaşadığını belirtmişlerdir. Uzun vadeli bir izleme programı çerçevesinde 122 pına üzerinde nüfus sayımı ve biyometri amacıyla çalışmışlardır. İlk yüzey araştırmasından bu yana, incelenen alanda hiçbir genç gözlemlenmemişlerdir. Ölüm oranlarının, pinaların 15-20 yaşlarında olduğu 1978 ve 1984 yılları arasında zirveye ulaştığını tespit etmişlerdir. 2009 yılında ise yaşayan son iki pına gözlemlendiklerini bildirmişlerdir. 2009 ve 2014 yılları arasında, ~ 45 ile 50 yaşları arasında öldüklerini açıklamışlardır. Hayatta kalan son iki pinanın kabuk uzunluklarını sırasıyla 73 cm ve 75 cm olarak kaydetmişlerdir. *P. nobilis* ölçümlerinde kabuk genişliği, tortu seviyesindeki kabuk genişliği, gömülmemiş kabuk uzunluğu, gömülü kabuk uzunluğu ve toplam kabuk uzunluğu verilerini değerlendirmişlerdir.

Colomer vd. (2016), 2011, 2012 ve 2013 yazları boyunca, Cabrera Ulusal Parkı'nın Deniz Koruma Alanında (39.14° K, 2.96° D) tüplü dalış ile *Pinna rudis*'in habitat türleri, yoğunluk ve boyut dağılımı ile ilgili büyüme ve iç kayıtların bilinmeyen birkaç yönünü kapsayan kapsamlı bir ekolojik çalışma yapmışlardır. Toplamda 152146.35 m²'yi keşfederek farklı habitat ve derinliklerde numuneler almışlardır. Yoğunlukları 0 ile 6,89 pına/100 m² arasında değişen parkta çoğu *P. rudis* popülasyonlarının düzensiz bir şekilde dağılım gösterdiğini ve esas olarak mağaralarda yoğunlaştığını gözlemlemişlerdir. Mutlak büyümenin asimptotik özellik gösterdiğini, maksimum yaşın 28-31 ve uzunluğun 45 cm olduğunu rapor etmişlerdir. Habitat türünü, *P. rudis* dağılımını belirleyen ana neden (PERMANOVA, Pseudo-F = 25,463, P = 0,001) olarak tespit etmişlerdir. Çalışma sahası 4,7 ile 34 m arasında değişen derinliklerde, çoğunluğu mağaralarda (n=58) olmak üzere toplam 88 canlı *P. rudis* pinayı kaydetmişlerdir. Tüm habitatlarda gözlemlenen ortalama yoğunluğu 0,06 pına/100 m² olarak bildirmişlerdir. Çalışmada, mağaraların incelenen toplam alanın sadece %1,91'ini temsil ettiğini ve mağaralardaki ortalama yoğunluğun 1,69 pına/100 m² olduğunu hesaplamışlardır. *Posidonia oceanica* çayırlarında, 0,06 pına/100 m²'lik bir ortalama yoğunluk olduğunu ve yoğunlukların 5,33 pına/100 m²'ye kadar çıktığını belirtmişlerdir. Kayalık tabanlarda, kıyı kırıntılı tabanlarda ve kumlu tabanlarda, 100 m²'de ortalama yoğunluğun sırasıyla 0,03, 0,02 ve 0,01 pına olduğunu saptamışlardır. Foradada Mağarası'nda % 23 ölüm oranı ve ortalama kabuk genişliğini 17,57 ± 3,51 cm olan 13 pına bulmuşlardır. Freus'ta, *P. rudis* için % 40 ölüm oranını ve ortalama kabuk genişliğini 13,07 ± 1,48 cm olarak bulmuşlardır. Ensiola Mağarası'nda 11 pına ve bunların

%44' ünü ölü ve ortalama kabuk genişliğini $16,98 \pm 2,72$ cm olarak kaydetmişlerdir. Kabuğun toplam boyutu (Ht) ile sırt sedef lobu (DNL) uzunluğu arasında doğrusal regresyon ve yüksek bir korelasyon saptamışlardır ($Ht = 1,759, DNL + 6,362, R^2 = 0,966$). *P. rudis*'in sedefli katmanını *P. nobilis*'e göre çok daha ince olarak tespit etmişlerdir. En yüksek yoğunluğa, 26 ile 34,5 m derinliğe kadar değişen huni şeklindeki bir mağara olan "Foradada Sifonu"nda ($6,89$ pina/100 m²) ulaşmışlardır. Bu değer, *P.rudis* için dünya çapında kaydedilen en yüksek yoğunluk olduğunu vurgulamışlardır.

Vázquez-Luis vd. (2016), İspanya'nın Mayorka ve Cabrera Adaları'nın (Akdeniz) çeşitli kıyı bölgelerinde *P. nobilis*'teki metallerin (Cd, Cu, Hg, Pb ve Zn) konsantrasyonları araştırmışlardır. *P. nobilis*'in yumuşak dokularında bulunan yüksek metal konsantrasyonlarının, yüksek biyobirikim faktörleri gösterdiğini bulmuşlardır. Tüm konsantrasyonlar ve hesaplanan metal kirliliği indeksinin, özellikle deniz koruma alanı (MPA) olan Cabrera Takımadaları'ndaki yüksek konsantrasyonlarla, çalışma sahaları arasında önemli farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir. *P. nobilis*'te, *Mytilus galloprovincialis* (Mytilidae) gibi diğer çift kabuklu türlerdeki Cd, Cu ve Zn konsantrasyonlarından 30 kat, Hg ve Pb konsantrasyonlarından ise sırasıyla 4 ve 7 kat daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Deudero vd. (2017) çalışmalarında *P. nobilis* için mayıs ayında başlayan ve haziran-temmuz aylarında pik yapan sadece bir yumurtlama mevsimi gözlemlemişlerdir. Yumurtlamanın başlangıcının 20°C su sıcaklıklarına denk geldiğini tespit etmişlerdir. Kondisyon endekslerinin, yumurtlama döneminde düştüğünü ve daha sonra toparlanarak Kasım ayında yumurtlama öncesi değerlere ulaştığını bulmuşlardır. Çalışmada pinalarda kararlı izotop sinyallerinin, gonad durumu indeksi ile negatif ilişkili olduğunu C:N oranının ise aynı indeks ile pozitif bir korelasyon gösterdiğini tespit etmişlerdir. Ek olarak, *P. nobilis*'in diğer *Pinnidae* türlerinde kaydedildiği gibi, addüktör kasta depolanan rezervleri üreme için kullandığını belirtmişlerdir. Kas kütle indeksini = kas ağırlığı/toplam yumuşak doku ağırlığı x 100, Gonadosomatik İndeksi = visceral kütle (gonad dahil) / toplam yumuşak doku ağırlığı x 100, Kondüsyon Faktörünü = taze ağırlık/toplam ağırlık x 100 formüllerini kullanarak hesaplamışlardır. Çalışma süresi boyunca, yüzey suyu

sıcaklığını 27,1°C (Ağustos 2011) ile 13,9°C (Şubat 2012) arasında kaydetmişlerdir. Nisan 2011' de dişi *P. nobilis*'leri çoğunlukla erken veya son gonad gelişiminin aşamalarındayken, erkekler farklılaşmaya başlamıştır. Mayıs ayında yumurtlama evresinde çok sayıda hermafrodit olan bazı pinaların varlığını tespit etmişlerdir. Hermafrodit gonadlarda, her iki cinsiyetin gelişiminin de eşzamanlı olmadığını ortaya koymuşlardır. Gonadların gelişimini de boyutla ilişkilendirmişlerdir. Çünkü en küçük pinaların, yalnızca en yüksek yumurtlama sırasında erkek gonadlar geliştirdiğini gözlemlemişlerdir. Yumurtlayan pinaların en yüksek oranını Haziran (%41) ve Temmuz (%57) aylarında bulmuşlardır. Haziran ayında, tüm olgun pinaları hermafrodit ve yumurtlama döneminde değişen cinsiyetler olarak gözlemlemişlerdir.

Kersting ve García-March (2017), Akdeniz' in kuzeybatı kıyılarında İspanya'da Columbretes Adalarında yapmış oldukları çalışmada, ortalama stoğa katılım büyüklüğünün Haziran-Ağustos döneminde $0,95 \pm 0,49$ cm ile Eylül-Kasım döneminde $4,15 \pm 1,73$ cm (\pm Standart sapma) arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Keşif dalışlarında ve çekilen video kamerada 3675 m² lik bir alan tarayan araştırmacılar, *P. nobilis*'in *P. rudis*'ten belirgin şekilde daha bol olduğunu gözlemlemişlerdir. Her iki türü de iri kumdan kayalara kadar farklı substrat türlerinde, *Cymodocea nodosa* çayırlarında ve rodolitlerin arasında kayıt altına almışlardır. Columbretes'teki *C. nodosa* çayırlarında (yani Foradada ve Carallot adacıklarında) yoğun *P. nobilis* popülasyonları bulmuşlar; 30-34 m derinlikte Illa Grossa Körfezi ağzında ve 20-30 m derinlikte Foradada rodolit yataklarında ve 17 m derinlikte Mancolibre'de (Illa Grossa) kayalar arasında *P. nobilis* yoğunluğu tahminlerini ~5 pina/100 m² ile bildirmişlerdir. İncelenen 7 bölgede toplam 62 pinnid gözlemlemişlerdir. Hem *P. nobilis* hem de *P. rudis*, Mancolibre ve Carallot çevrelerinde (en yoğun izlenen popülasyonlar) meydana gelirken, Foradada ve Ferrera çevrelerinde sadece *P. nobilis* meydana görmüşlerdir. *P. nobilis*'in yoğunluğunun, stoğa katılımı ve ölüm oranı nedeniyle 2005 ile 2009 arasında biraz farklılık gösterdiğini, *P. rudis*'in yoğunluğunun ise daha stabil bir durum sergilediğini belirtmişlerdir. Küçük ve genç pinaların az ve her iki popülasyonda sırasıyla 45 cm ve 55 cm'nin üzerinde olduğunu bildirmişlerdir.

Bottari vd. (2017) İtalya’da Cape Peloro Lagününde yapmış oldukları çalışmada, *P. nobilis* transplantasyonunun etkilerini belirlemek amacıyla yüksek etkili bir alandan korunan bir alana çok sayıda *P. nobilis* örneği nakletmişlerdir. 12 aylık bir süre boyunca, yerel popülasyona kıyasla test popülasyonunda yüksek hayatta kalma ve yüksek büyüme gözlemlenmişlerdir. Bu sonuçlar da transplantasyonun *P. nobilis* popülasyonunun düşüşünü önlemek için uygulanabilir ve verimli bir yöntem olduğunu gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Koppka (2018), Kuzeybatı İsviçre’de yapmış olduğu çalışmada Reuchenette Formasyonunu kullanarak sığ deniz karbonat yataklarında nadiren pinna fosilleri ile ilgili çift kabuklu kalıntıları bulmuştur. *Pinna (Cyrtopinna) socialis* d'Orbigny, 1850, *Stegoconcha granulata* (J. Sowerby, 1822) ve *Stegoconcha obliquata* (Deshayes, 1839) olmak üzere üç takson revize etmiştir.

Kersting ve Hendriks (2019b), *P. nobilis* yetiştiriciliği ile ilgili çıkarmış oldukları kılavuz yayında toplayıcı torbaların, polietilen (veya benzeri plastik) ağ torbaların içine yerleştirilmiş, birbirine dolanmış naylon filament, soğan torbaları veya su altında kalan ince filamentlerden oluşan benzer herhangi bir malzemedan oluştuğunu belirtmişlerdir. Dış plastik ağ torbanın, kordon veya naylon kablo bağları kullanılarak güvenli bir şekilde kapatılması gerektiğini vurgulamışlardır. Torbaları bir ana ipe bağlanarak, tüm sistemin küçük bir beton palamar üzerine sabitlemişler ve halatı, batık bir şamandıra ile dikey tutmuşlardır. *P. nobilis* larvalarının geniş bir derinlik aralığında toplayıcılara yerleştiği gözlemlenmişler, bu nedenle de hem daha derin (örneğin 15 m) hem de daha sığ (örneğin 5 m) kollektör kurulumlarının mümkün olduğunu belirtmişlerdir. *P. nobilis* larvaları akıntılarla taşındığından, kollektörlerin tercihen açık sulara maruz kalan bir yere yerleştirmişlerdir. *P. nobilis* larvalarının akıntılarla taşınarak uzun mesafeler kat edebileceğini vurgulamışlardır. *P. nobilis* 'in ana üreme döneminin mayıstan ağustos kadar olduğunu ve ana yerleşim döneminin temmuz ve eylül ayları arasında (Batı Akdeniz'de) meydana geldiğini tahmin etmişlerdir. Kollektörleri Haziran ayında takıp, Ekim-Kasım aylarında çıkarmayı önermişlerdir. 0,5 ile 9 cm arasında genelde dolaşmış liflerin içinde çıplak gözle görülebileceğini bildirmişlerdir. Kırılğan kapaklarını kırmamak için dikkatlice çıkarılmaları gerektiğini vurgulamışlardır. Yavruların, toplama torbasından

çıkarıldıktan hemen sonra deniz suyuna yerleştirilmesi gerektiğini ve yavruların, büyümeye devam edecekleri sahada koruma kafeslerine yerleştirilebileceğini açıklamışlardır.

Cabanellas-Reboredo vd. (2019), Eylül 2016- Nisan 2018 arasında bilim insanları ve vatandaşlardan oluşan toplamda 421 gözlem neticesinde çevresel faktörlerin *P. nobilis* popülasyonlarının enfeksiyonunu modüle edip edemeyeceğini test etmek için genelleştirilmiş bir katkı modeli uygulamışlardır. Yapmış oldukları araştırma sonuçlarına göre, parazitin muhtemelen bölgesel olarak yüzey akıntılarıyla dağıldığını ve hastalık ifadesinin 13,5°C' nin üzerindeki sıcaklıklarla ve 36,5-39,7 psu arasındaki tuzluluk aralığıyla yakından ilişkili gibi görüldüğünü tespit etmişlerdir.

Gvozdenović vd. (2019), kaba kalem kabuğu olarak adlandırılan *P. rudis* (Linnaeus, 1758)'in Atlantik Akdeniz dağılımına sahip olduğunu, daha sıcak suları ve daha sert substratları tercih ettiklerinden bahsetmişlerdir.

Panarese vd. (2019) 2018 yazının başlarında, Taranto Körfezi'nde (Güney İtalya, İyonya Denizi) *P. nobilis*'in toplu ölüm olayını (MME) araştırmışlardır. *P. nobilis*'in enfeksiyonla mücadele eden örneklerini tüplü dalgıçlar tarafından toplamışlardır. Haplosporidium parazitinin sporları, 4,4 µm (±0,232) uzunluğunda ve 3,6 µm (±0,233) genişliğinde bir operkulum ve oval bir şekil gösterdiğini bulmuşlardır. Bir 18SrRNA dizisinin BLAST analizi, GenBank veri tabanında bulunan *Haplosporidium pinnae* referans dizisi ile yüksek bir nükleotid benzerliği (%99) ortaya çıkardığını tespit etmişlerdir. Bulgulara göre *H. pinnae*, İyon Denizi'nde örneklenen *P. nobilis* popülasyonlarında kitlesel ölümlerin etken maddesi olarak tespit edilmiştir.

Secci vd. (2019), *P. nobilis* popülasyonunun mekansal dağılımını ve bolluğunu değerlendirmek için jeoistatistiksel yaklaşımla birleştirilmiş manta tow araştırma tekniğini kullanarak Sardunya'nın Sant'Antioco Adası'nda mekansal ölçekli çalışma yapmışlardır. Boyut dağılımını incelemek ve jeoistatistik tarafından elde edilen tahminler için tüplü

dalışla standart kuadrat yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen daha küçük ölçekli bir yaklaşım kullanmışlardır. Kriging haritalaması ile tüm alanda 3,9 milyon pinaya yükselen toplam sayıya karşılık 100 m^{-2} 'ye kadar 70 pına kadar yüksek bolluk değerlerine sahip çok yoğun bir popölasyonun varlığını ortaya çıkardığını belirlemişlerdir. Her bir transektin kapsadığı alanı (A), kamera açısını (60°), kapsanan mesafeyi (m cinsinden) ve derinliği (m cinsinden) dikkate alarak $A \text{ (m}^2\text{)} = \text{mesafe} \times ((\text{derinlik} \times 2)/\sqrt{3})$ denklemi ile hesaplamışlardır. Tüplü dalışla gözlemlenen canlı örneklerin yoğunluğu ile her bir kuadrat ve jeostatistiksel teknikte tahmin edilen yoğunluk arasında doğrusal bir ilişki bulmuşlardır ($y = 0,9337x - 0,8286$; $p = 0,057$).

Marrocco vd. (2019), çalışmasında bilimsel literatürün NATURA 2000 coğrafi verileri ve vatandaş bilim kayıtları gibi farklı bilgi kaynaklarını kullanarak ve birleştirerek *P. nobilis*'in dağılımı hakkında sistematik bir inceleme sunmuşlardır. Metodolojik yaklaşımında, tüm Akdeniz'den İtalya ve Apulia kıyı şeridine (Güney-Doğu İtalya) kadar veri kaynaklarını kademeli olarak dahil etmişlerdir.

Andree vd. (2021), Alfacs Körfezi ($40^\circ35'40.59''\text{K}$; $0^\circ39'37.36''\text{E}$) içindeki bölgelerden toplam 52 pinayı bir bakteri yüklenme deneyinde kullanmak için toplamışlardır. Toplanan *P. nobilis*'lerin tümü, aynı yıl sınıftan ve dolayısıyla oldukça benzer büyüklükte görünen yavrular olup, bunlardan 10 tanesini *V. mediterranei* tarafından temel kontaminasyon seviyesini belirlemek için Vm atpA PCR ile analiz etmişler ve geri kalan 42 pinayı da bakteriyel tehdit için kullanılmışlardır. Araştırmadaki sonuçlara göre *V. mediterranei* türü IRTA18-108' in *P. nobilis*'te patojenik olduğunu ve sod, rtx ve mshA genlerinin virölansla ilişkili olduğunu tespit etmişlerdir. Deneyler sırasında, su sıcaklığının 22°C 'ye ulaşana kadar hiçbir ölüm gözlenmediğini ve sıcaklık 24°C 'yi aştıktan sonra ölümün önemli ölçüde arttığını belirtmişlerdir. Bu çalışmada, iklim değişikliği modellerinde deniz suyunun ısınmasının, *V. mediterranei*'nin bulunduğu kalan *P. nobilis* popölasyonlarını olumsuz etkilemesi beklenebileceği vurgulanmıştır.

Box vd. (2020) alışmalarında, Balear Adaları'nda (Batı Akdeniz) toplanan *P. nobilis*'in toplu ölüm olayı öncesi ve sonrası antioksidan tepkisini değerlendirmek

istemişlerdir. Olaydan önce (2011 ile 2012 arasında) ve sonrasında (2016 ile 2017 arasında) toplanan pinalar, patojenik yükleri ve biyokimyasal tepkileri karşılaştırmak için histolojik, moleküler ve biyokimyasal yöntemlerle analiz etmişlerdir. 2016-2017 döneminde toplanan tüm pinalar hastalık semptomları gösterdiğini ve *H. pinnae* için pozitif olduğunu, her iki örnekleme dönemindeki bazı pinalarda aside dirençli bakteri ve/veya Gram negatif bakteri tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Etkilenen bir *P. nobilis* numunesi, manto retraksiyonu, boşluk, yavaş kapanma, dokunmaya yavaş tepki ve kısa bir süre sonra kapakların yeniden açılması gibi spesifik olmamakla birlikte klinik hastalık belirtileri gösterdiğini ve sonunda pinaların ölümüyle sonuçlandığını gözlemlemişlerdir.

Carella vd. (2020), 2018-2019 yılları arasında İtalya'nın ve İspanya'nın çeşitli bölgelerinden topladıkları 27 *P. nobilis* üzerinde *Mycobacterium sp.*, *Vibrio türleri*, *H. pinnae* ve *Perkinsus sp.* gibi diğer parazitlerin varlığını ortaya çıkarmışlardır. Ayrıca, Ischia ve Procida adaları da dahil olmak üzere Campania Bölgesi'nin kuzeyinden güneyine, tüplü dalgıçlarının izleme faaliyetleri sonucunda, Aralık 2017'nin sonundan Mayıs 2018'e kadar %65 ile %100 arasında değişen yüksek bir *P. nobilis* ölüm oranını ortaya çıkarmışlardır.

Čizmek vd. (2020) Hırvatistan'ın Adriyatik kıyısı boyunca iki alanda *P. nobilis*'in yoğunluğunun yüksek olduğu alanları belirlemişlerdir. 2018 ve 2019' da gerçekleştirdikleri gözlemler sonucunda, 100 m²'lik alanda yaklaşık 9 ile 13 pına nüfus yoğunlukları gösterdiğini belirlemişlerdir. Bununla birlikte, Hırvat koylarında 2019'da ölüm oranının %36 ile %100'üne neden olan bir toplu ölüm olayı (MME) gerçekleştiğini rapor etmişlerdir. Bu çift kabuklu bünyesinde parazit olarak *H. pinnae*, etkilenen tüm örneklenmiş pinalarda histolojik ve moleküler yöntemlerle tanımlanırken, *Mycobacterium sp.* ve bazı enfekte olmuş canlı pinalarda ise gram negatif basilleri tespit etmişlerdir. Bu bulgunun, orta Adriyatik'te *P. nobilis*'i etkileyen bu patojenlerin ilk kaydını oluşturduğunu ve hastalığın sürekli yayılımını doğruladığını ortaya koymuşlardır.

García-March vd. (2020), İspanya'dan Fransa kıyılarına uzanan bölgede fan midye *P. nobilis*'in 12 popülasyon yatağında Von-Bertalanffy formülünü kullanarak yaş-büyüme

arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. 209 pına numune elde etmişlerdir Popülasyonlar arasında büyüme parametreleri ve yaşta önemli farklılıklar tespit etmişlerdir. Sonuçlara göre, bir haliç ve bir kıyı lagününde yaşayan İspanya'da kalan sadece iki yelpaze midye popülasyonunun hızlı büyüme için en uygun habitatları işgal ettiğini, ancak pinaların düşük düzeyde uzun ömür gösterdiğini ve bu da türlerin uzun vadede korunmasını zorlaştırdığını ifade etmişlerdir.

Haberle vd. (2020), Dinamik Enerji Bütçesi (DEB) teorisi, çevresel koşulları hesaba katarken bir organizmanın büyüme, olgunlaşma, gelişme ve üreme için mevcut enerjiyi nasıl elde ettiğini ve kullandığını yakalamak için değerli bir mekanik modelleme çerçevesi sunmayı amaçlamışlardır. Bu çalışmada, sınırlı literatür verilerini kullanarak iki tip DEB modelini parametreleştirmişler ve karşılaştırmışlardır. Metabolik ivmeli modelin, *P. nobilis*'in yaşam öyküsü özelliklerini, büyümesini ve üremesini başarılı bir şekilde simüle ederek iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır. Bol miktarda gıdanın olgunlaşma sırasında boyut üzerinde çok az etkisi olduğunu, nihai yaşta maksimum doğurganlığın, vahşi doğada tipik olarak daha düşük gıda mevcudiyeti ile karşılaştırıldığında iki katına çıktığını bulmuşlardır. 0,164 fonksiyonel tepki değeri ve üremeye tahsis edilen enerji, hem çift kabuklu büyüklüğü hem de gıda mevcudiyeti ile pozitif olarak ilişkili tespit etmişlerdir. Bu çalışmada sunulan model, *P. nobilis* için yapılmış ilk tam yaşam döngüsü biyoenerjetik modelidir. Büyüme hızının boyutla birlikte azaldığını, hem 1 hem de 2 yaşındaki örnekler için sıcaklıkla arttığını tespit etmişlerdir. *P. nobilis*'in doğurganlığını (yıllık yumurta sayısı), çift kabukluların boyutuna ve gıda mevcudiyetine bağlı olarak, tipikleştirilmiş abj modelini kullanarak tahmin etmişlerdir. Çalışma bulgularına göre, çevresel gıda seviyesinin (f) bölgeye özgü nihai boyut ve türlerin genel maksimum boyutunun bir oranı olarak tahmin edilebileceği fikrini desteklemektedir. Büyük boyutu göz önüne alındığında, *P. nobilis* yüksek oksijen seviyeleri gerektirdiği ve bu nedenle hipoksiye duyarlı olduğu bildirilmiştir. Ek olarak çözünmüş oksijenin modele dahil edilmesinin model performansını iyileştirebileceğini belirtmişlerdir. *P. nobilis* için, düşük pH'ın (yani asitlenmenin) etkileri hala yeterince çalışılmamıştır. Bununla birlikte, böylesine büyük bir kalsifiye (kemiklemiş) organizma için fizyolojik performans, metabolizma ve kalsifikasyon süreçleri üzerindeki olumsuz etkilerin muhtemel olduğunu ve gelecekte hesaba katılması gerektiğini vurgulamışlardır. Çalışmadaki modelde ayrıca organizmanın büyüklüğü ile

doğurganlığı arasındaki pozitif korelasyonu yakaladıklarını belirtmişlerdir. Ancak, Katsanevakis (2007), *P. nobilis*'in kabuğunun, 20 cm uzunluğunda bir kırılma noktasına sahip iki segmentli allometrik model kullanılarak en iyi şekilde tanımlanan allometrik büyüme sergilediğini vurgulamışlardır.

Cuif vd. (2020), *P. nobilis* ile ilgili çalışmasında, prizma oluşum mekanizmasının hem kabuk uzamasını hem de kalınlık artışını nasıl sağladığını açıklamak için aktif olarak mineralize olan hayvanlarda kabuk örneklemesinden yararlanarak “basit prizmaların” yukarıdan aşağıya yapısal analizini yapmışlardır. Mikroyapısal dizinin incelenmesi, kabuğun aktif olarak mineralize olan alanı içinde, adım adım bir yapılanma sürecinin sürekli olarak devam ettiğini ve spesifik modellerinin ilerleyici oluşumunu açıkça ortaya koyduğu için prizma oluşumunun yenilenmiş bir görünümünü sağladığını belirtmişlerdir. *P. nobilis* kabuğunun dış tabakasının ilk aşamasının, manto epitelyumu tarafından belirli bir Ca-karbonat birikimi ile periostakal kalsifiye birimlerin sementasyonundan oluşan ardışık bir mineralizasyon işleminin sonucu olduğu kanısına varmışlardır.

Kersting vd. (2020), Batı Akdeniz’de mortaliteden etkilenmeyen *P. rudis*’leri, pina çalışmaları sırasında birkaç bölgede toplamışlardır. Toplamda, sonuçlar türler için endişe verici bir senaryo göstermekte olsa da muhtemelen yavaş olsa da potansiyel bir iyileşmede ana rol oynayabilecek larva ihraç alanları olarak etkilenmemiş *P. nobilis* popülasyonlarının önemini vurgulamışlardır. Uluslararası ortak çaba aracılığıyla, *P. nobilis*’in kitlesel ölümlerinin orta ve uzun vadeli etkileriyle mücadele etmeye devam etmek için Akdeniz’de eşgüdümlü olarak pina türlerini araştırma ve izlemenin önemini de açıkça belirtmişlerdir.

Scarpa vd. (2020), 2016’ dan bu yana, *P. nobilis*’in dramatik toplu ölümlerinin gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. *P. nobilis* örneklerini, 2018 (Temmuz-Aralık arası) ve 2019 (Nisan-Aralık arası) yıllarında Deniz Stratejisi ve bölgesel eylem planı için yapılan sayımlar sırasında Sardinya Adası’ndan toplamışlardır. *P. nobilis* ölümlerinin açıklanmasında *H. pinnae* ve *Mycobacterium spp.* dışında *Rhodococcus erythropolis* türünü de tespit etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, *P. nobilis* toplu ölüm olayının tam

olarak anlaşılmaktan ne kadar uzak olduğunu gösteren karmaşık bir senaryoyu tasvir ettiği yorumunu yapmışlardır.

Zotou vd. (2020), *P. nobilis*'in kitlesel ölümlerinin ilerlemesini izlemek ve Yunan denizlerindeki durumu hakkında güncel bilgiler sağlamak amacıyla, Şubat 2019 ve Haziran 2020 tarihleri arasında toplanan verileri derlemiştir. Araştırmacılar derledikleri veriler ışığında 258 çalışma sahasında yapılan gözlemlerde, %81,1'i ölü olmak üzere toplam 14.589 yelpaze midyesi kaydedildiğini bildirmişlerdir. Kalan 2762 canlı pinalardan 256'sının (%9,3) juvernül pinalar olduğunu vurgulamışlardır. Kalloni Körfezi (Lesvos Adası) ve Laganas Körfezi (Zakynthos Adası) olmak üzere, yaşayan popülasyonları besleyen iki deniz bölgesi belirlemiştir. Kalloni Körfezi'nin iç kısmını, 684.000 pına bolluk tahminiyle (%95 güven aralığı: 322000-1453000) Doğu Akdeniz'deki türler arasında hayatta kalan en büyük popülasyonu koruyor gibi görüldüğünü bildirmişlerdir. Geçmişte, özellikle Vouliagmeni Gölü (Korinthiakos Körfezi), Souda Körfezi (Girit) ve Gera Körfezi (Midilli Adası) olmak üzere toplamda yaklaşık 350000 pınayla değerlendirilen daha önce bol miktarda bulunan diğer popülasyonların şimdi yok edildiğini vurgulamışlardır.

Lattos, vd. (2020a), *P. nobilis* örneklerini, profesyonel tüplü dalgıçlar tarafından 2018 ve 2019 yıllarında farklı dönemlerde Ege Denizi'ndeki Thermaikos Körfezi, Kalloni Körfezi ve Limnos Adası olmak üzere üç deniz bölgesinden toplamışlardır. *Mycobacterium sp.* ve *H. pinnae*, sırasıyla Ege Denizi ve Thermaikos Körfezi'nde bu çalışmada ilk kez bildirilen, çift kabukluların istilacı parazit türlerini oluşturmaktadır. Araştırmada, *Mycobacterium sp.* türünü incelenen tüm örneklerde tespit etmişler iken, hastalıklı pinaların hepsinde *H. pinnae* tespit etmemişlerdir. İlginç bir şekilde, çift kabukluların üretimi için son derece yüksek öneme sahip bir nehir ağzı olan Thermaikos Körfezi'nden *P. nobilis* popülasyonunda, birkaç örnekte daha yüksek miktarda her iki patojenin varlığını ortaya çıkardığını, ancak hastalık belirtisi göstermediğini tespit etmişlerdir. Kalloni Körfezi'nde *Posidonia oceanica* çayıralarında yaklaşık 5-6 m derinlikte kum üzerinde örnek toplama sırasında suyun tuzluluk oranını 35 ppt ve su sıcaklığını 17 °C olarak ölçmüşlerdir. Yaklaşık 7-8 m derinlikte 7 canlı pinanın toplandığı Thermaikos

Körfezi'nde ise su sıcaklığını 15,5°C ve tuzluluğu 37 ppt olarak ölçmüşlerdir. Bu alandaki yelpaze midye popülasyonunun durumunu, metrekafe başına iki ile üç pına sıklığında ve ortalama kabuk uzunluğunu 36,52 cm olarak hesaplamışlardır. 20 m derinliğe kadar olan daha derin yerlerde, 1 m'ye kadar kabuk uzunluğuna sahip pınalar arasında hiçbir ölü pına gözlemlememişlerdir. Üçüncü örnekleme alanı olan Limnos Adası'nda örnekleme sırasında tuzluluğu 36 ppt ve su sıcaklığını 16°C olarak kaydetmişlerdir. Epitel içinde birkaç soluk sarı kist ile koyu görünen Thermaikos Körfezi'nden incelenen örneklerin çoğunda makroskopik olarak doku ve organların anormal gelişimini tespit etmişlerdir. Ayrıca, çoğu durumda sindirim bezlerinde koyu renklenme gözlemişlerdir. Özellikle Thermaikos Körfezi kaynaklı örneklerde dekapod *Nepinnotheres pinnotheres*' i kabuk boşluğu içinde simbiyotik bir organizma olarak bulmuşlardır. Tüm pozitif pına örneklerinde, histopatolojik sonuçlara göre sindirim bezlerinde parazit varlığını kanıtlamışlardır. Makroskopik hastalık kanıtı olarak, yalnızca Kalloni Körfezi ve Midilli Adası'ndan kaynaklanan ve yalnızca *H. pinnae* ile ilgili pozitif örneklerde gösterirlerken, Thermaikos Körfezi'nden alınan hiçbir örnekte, toplama sırasında tümü sağlıklı olan herhangi bir makroskopik hastalık belirtisi göstermediğini bildirmişlerdir.

Lattos, vd., (2020b) Yunanistan'da *P. nobilis* örnekleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada, hastalıklı pınaların sindirim bezlerindeki bakteri çeşitliliğini değerlendirmek ve nesli tükenmekte olan türlerde mikrobiyomun biyolojik çeşitliliği arasında coğrafi korelasyonlar yapmak için 16S rRNA yeni nesil dizilemenin (NGS) metagenomik bir yaklaşımını uygulamışlardır. Yunanistan bölgesinde 2019 yılında meydana gelen ölümleri incelemişlerdir. Bulgu sonuçlarına göre, diğer bakteri cinsleriyle birlikte, türlerin ölüm olaylarında sinerjik etkiler varsayılarak *Vibrio spp.*'nin varlığını doğrulağı yönünde görüş bildirmişlerdir. *Vibrio spp.*'nin varlığının yanı sıra, *Aliivibrio spp.*, *Photobacterium spp.*, *Pseudoalteromonas spp.*, *Psychrilyobacter spp.* dahil olmak üzere çok sayıda bakteri cinsi de tespit etmişlerdir. Özellikle Limnos adasından alınan örnekte, *Mycoplasma* cinsinin bakterilerini yüksek oranda bulmuşlardır. Sonuç olarak, yalnızca *Haplosporidan* ve *Mycobacterium* parazitleri dışında, *Vibrio spp.*, *Photobacterium spp.* gibi potansiyel olarak patojenik bakteri taksonlarının varlığı tespit edilmiştir. ve *Aliivibrio spp.* nesli tükenmekte olan *P. nobilis*'teki ölüm olaylarının daha fazla patojenin sinerjik etkilerine atfedilebileceğini varsaymalarına neden olmuştur. Örneklerde ortalama varlığı en baskın

olan beş familya *Mycoplasmataceae*, *Alteromonadaceae*, *Fusobacteriaceae*, *Vibrionaceae* ve *Mycobacteriaceae* olduğunu bildirmişlerdir.

Betti vd. (2021) Portofino Deniz Koruma Alanı (MPA) (Ligurya Denizi, Batı Akdeniz) sınırları içinde gelişen iki *P.nobilis* popülasyonunu 2012 öncesinde ve sonrasında Eylül 2018 dönemlerinde izlemişlerdir. Portofino MPA'da kaydedilen ölüm oranlarının iki popülasyonda %91,29 ve %43,94 değerlerine ulaştığını kaydetmişlerdir. Pinaların ölüm sebeplerinin ana nedeni olarak bir *Haplosporidium* protozoan parazitinin varlığını histolojik kanıtlamışlardır. Araştırılan *P. nobilis* örneklerinin sindirim bezlerinin tüm tübüllerinde sporokistler ve plazmodia gözlemişlerdir. Tüm bulgulara ek olarak Ekim 2018'in sonunda Ligurya kıyılarını vuran feci bir fırtına sonucunda önemli hasarlara neden olduğunu tespit etmişlerdir. Kasım 2018'de yapılan yeni çalışmalarına göre devam eden parazit enfeksiyonlarının ve fırtınanın neden olduğu mekanik etkilerle birlikte incelenen iki popülasyonun tamamen yok olduğunu kayıt altına almışlardır. Son gözlemlerde, Haziran 2020'de yeni numune kaydedemişlerdir. Yöntem olarak su altı görsel sayımını SCUBA dalış sistemi ile iki dalgıç, her alan için 20 m çapında dairesel bir alanı (toplam 314 m² keşfedilen yüzey için) araştırmış, karşılaşılan yelpaze midyelerini saymış ve sağlık durumunu (canlı veya ölü) not etmişlerdir. Araştırma yapılan dairelerin merkezleri, kıyı şeridinden yaklaşık 50 m uzağa konumlandırmışlardır.

Carreno vd. (2021), Akdeniz'de yapmış oldukları çalışmada aralarında *P. nobilis*'in de bulunduğu biyoaktif potansiyele sahip 32 türün, savunmasız ve farklı antropojenik faktörler tarafından tehdit edildiğini belirtmişlerdir ve deniz ekosistemlerinin güvenliği için, savunmasız türlerin biyoaktif potansiyelinin önemi vurgulanmış ve deniz rezervlerinde korunmaları önermişlerdir.

Prado vd. (2021), Akdeniz'in kuzeybatısı İspanya kıyılarında yapmış oldukları çalışmalarında nesli tükenmekte olan *P. nobilis*'ten 221 yetişkin pinayı kurtarma projesi yürütmüşlerdir. İlk biyopsiler sonucunda, Ebro Deltası'ndaki pinaların parazitten arınmış olduğunu ancak Port Lligat'tan çoğu pinanın parazitlendiğini ve sonraki aylarda öldüğünü bildirmişlerdir. *P. nobilis*'leri beş tankta tutarak beslemişlerdir. Parazitin bulunmadığından

emin olmak için deniz suyunu 10, 5 ve 1 µm' den süzmüşler ve UV ışığı ile dezenfekte etmişlerdir. Karantinanın ilk 4 ayında ölüm gerçekleşmediğini, ancak Nisan-Mayıs aylarında 17°C ila 19°C arasındaki sıcaklıklarda iki pınanın öldüğünü gözlemlemişlerdir. PCR analizlerine göre *V. mediterranei*'nin ölen on pına örneğinde baskın bakteri türü olduğunu tespit etmişlerdir. Sonuçlara göre *V. mediterranei*'nin, muhtemelen esaretten kaynaklanan strese maruz kalan karantinadaki pınaların fırsatçı bir patojeni olduğunu açıklamışlardır. Vitamin, mineral takviyesi ve su sıcaklığının (15°C ile 18°C) düşürülmesiyle birlikte antibiyotik tedavisinin (Florfenikol) hastalığı yok etmekten ziyade hafifletmek amacıyla mümkün olduğunu için bulmuşlardır. Alfacs Körfezi'nin sığ alanı yaklaşık 60-80 cm su derinliğinde, Kasım 2017 sonunda sağlıklı olan 106 *P. nobilis*'in mantosunun uzadığını ve kabuklarını hızlı kapatabilen davranış biçimini gözlemişlerdir. *P. nobilis*'e uyguladıkları Hidrojen peroksit tedavisinin tür için zararlı olmadığını tespit etmişlerdir. Pınaların ilk ölümünü 30 Nisan 2018'de 17°C su sıcaklığında kaydetmişlerdir ancak sıcaklık daha sonra Mayıs ayında 19°C'ye yükselene kadar daha fazla ölüm gözlemlememişlerdir. Bu süreden sonra, ölüm oranlarının 2018 sonbaharının başlarında artarak zirveye ulaştığını tespit etmişlerdir. Yani, ölüm oranı ve sıcaklık arasında önemli bir ilişki bulmuşlardır ($R^2=0,53$; $p=.003$). En yüksek ölüm oranının (N=10) Ağustos ayında ortaya çıktığını, 50 ppm hidroksit peroksit kullanılarak yapılan deneysel tedaviden sonra meydana geldiğini ve tanklardan birinde hastalık belirtileri görüldüğünü belirtmişlerdir.

Vázquez-Luis vd. (2021), *P. nobilis* x *P. rudis* hibritlerinin varlığını kanıtlayan ve yeni hibritlerin uygun bir şekilde tanımlanması için moleküler metodoloji sağlayan ilk çalışmayı İspanya'nın Cabrera Ulusal Parkı'ndan aldıkları pına örnekleri ile yürütmüşlerdir. Varsayılan melezlerin, aralarında küçük farklılıklar ile birlikte hem *P. nobilis* hem de *P. rudis* özellikleri sergileyen kabuk morfolojisi ve manto renginin birbirine karıştığını gösterdiğini bulmuşlardır. Hibrit 1 ile ilgili olarak, bu pına, her iki türün ara taksonomik karakterlerine sahip olduğundan, kabuğun dış görünümüne göre görsel olarak *P. nobilis* veya *P. rudis* olarak sınıflandırılmamışlardır. Bu pınanın temelde küçük tübüler dikenlerin varlığı ile kapaklarda yaklaşık 18 radyal kaburga sunduğunu gözlemlemişlerdir. Maksimum kabuk genişliğini 23,9 cm olarak ölçmüşlerdir. Hibrit 2'nin, görsel olarak Hibrit 1 gibi *P. nobilis* veya *P. rudis* olarak sınıflandırılmayacağını belirtmişlerdir. Bu pınanın, orta tübüler dikenlerin varlığı ile kapaklarda yaklaşık 12-13 radyal kaburga

sunduğunu, manto ve solungaçlarının *P. rudis*'inkine benzer olduğunu bildirmişlerdir. Maksimum kabuk genişliğini 18.8 cm olarak kaydetmişlerdir. Hibrit 3 ile ilgili olarak, bu pinanın görselinin *P. nobilis* türüne çok benzeyen valfleri olduğunu ancak mantosunun *P. rudis* türünün karakteristik lekelerine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, bu pinanın her bir kapakta sırasıyla 13 ve 15 radyal nervür gösterdiğini bulmuşlardır. Maksimum kabuk genişliğinin 17,5 cm olarak ölçüldüğünü açıklamışlardır.

Donato vd. (2021), pina türleri üzerinde İtalya kıyılarında yapmış oldukları çalışmada toplu ölüm olayı (MME) öncesi (2010), yayılan salgının başlangıcı (2018) ve MME sonrası (2020) popülasyonların uzun vadeli değişikliklerini izlemişlerdir ve görsel nüfus sayımı ile gerçekleştirilen gözlemlerde, *P. nobilis* nüfusunun 2010'a göre 2018'de yarıya düştüğünü ve 2020'de kaybolduğunu bildirmişlerdir. *P. nobilis*'in ortadan kaybolması sonucu, türdeş *Pinna rudis* ve istilacı istiridye *Pinctada imbricata* radiata tarafından 2020'den önce Faro Gölü sisteminde hiç kaydedilmemiş olan hızlı kolonizasyona izin verdiğini tespit etmişlerdir. 2010 izlemesinde, nüfus yoğunluğu verileri için ortalama 0,28 birey/100 m² olan toplam 452 canlı pina kaydetmişlerdir. Göl, 202 canlı pina (0,13 birey/100 m²) ve 82 ölü örneği barındırmıştır. Canlı örnekleri, 0,3 ile 4 m derinlik arasında değişen en sığ göl tabanında bulmuşlardır. Ölü pinalar, esas olarak batı bölgesinde, 0,7 m ila 2,5 m derinlik arasında bulmuşlardır. Faro Kanalı'nda 247 canlı pina kaydetmişlerdir (6,2 birey/100 m²). Canlı pinalar, tüm kanal boyunca 0,2 ile 1,2 m derinlik arasında dağılmış bir halde bulmuşlardır. “Degli Inglesi” Kanalı'nda ölü pina bulamamışlar ve 0,7–1,0 m derinlikte sadece üç canlı örnek (0,38 birey/100 m²) bulmuşlardır. 2018 yılında ise; toplam 170 canlı örnek kaydetmişlerdir (0,10 birey/100 m²); gölde 69 canlı örnek (0,04 birey/100 m²) ve 39 ölü örnekler tespit etmişlerdir. Faro Kanalı'nda 101 canlı örnek bulmuşlardır (2,53 birey/100 m²). Ölü pinaları, esas olarak merkezi bölgeden hipoksik bölgenin kenarına kadar 0,8–1,6 m derinlikte bulmuşlardır. Son olarak, 2020 yılı araştırması verilerine göre, 22'si 2019 yılında “Degli Inglesi” Kanalından alınmış olan yalnızca 36 canlı *P. nobilis* (0,02 birey/100 m²) ve 94 ölü örnek tespit etmişlerdir. Tüm çalışma alanında üç izleme yılı boyunca *P. nobilis*'ler arasında ortalama kabuk boyutunda önemli farklılıklar tespit etmişlerdir (p<0,05). Spesifik olarak, 2010 yılında yaşayan pinaların kabuk boyutlarını 2 ile 22 cm arasında olduğunu belirtmişlerdir. Pinaların %39,09'unu 10,1 ile 15 cm arasında ölçmüşlerdir ve ortalama kabuk boyutunu 13,41 ± 0,19

cm olarak ölçmüşlerdir. Buna karşılık, ölü pinaların daha geniş bir ortalama kabuk boyutunda olduğunu ($16,98 \pm 0,25$ cm) ve pinaların %92'sinin 15,1 ile 20 cm arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Katsanevakis vd. (2021)'de yapmış oldukları derleme çalışmada fan midyesi, *P. nobilis*'in hayatta kalan popülasyonlarının yalnızca birkaç dağınık lagün veya kapalı koyda ve Marmara Denizi'nde yaşayabildiğini tespit etmişlerdir. 2016 yılından bu yana bilim insanları tarafından *P. nobilis*'in korunması için önemli çabalar sarf edildiğini vurgulamışlardır. Bunların henüz tam olarak başarılı olduğu kanıtlanmamış olsa da, yetiştirme, pandeminin dinamiklerini anlama ve ayrıca etkilenmemiş popülasyonların potansiyel iyileşme için rolünü çözüme çabalarında önemli ilerlemeler kaydedildiğini bildirmişlerdir. *P. nobilis* için kolektif çabaları güçlendirerek, neslinin yok olmaktan kurtarılabilmesine dair hala umut olabileceğini varsaymışlardır. *P. nobilis*'in Karadeniz'de bulunmadığını ve İstanbul Boğazı'nın kuzey dağıtım sınırı olarak kabul edildiğini belirtmiştir.

Lattos vd. (2021)'de yapmış oldukları yayında küresel iklim değişikliğinin fizyolojik performansı ve bağışıklık tepkilerini etkileyen etkileri, gelecekte yoğunlaşabilecek bir olgu olan bulaşıcı hastalıklara karşı daha savunmasız popülasyonlara neden olacağını belirtmişlerdir.

Mihaljević vd. (2021), Hırvatistan'ın Doğu Adriyatik kıyısındaki Istria yarımadası ve Mljet Adası'ndaki bölgelerden gelen canlı *P. nobilis* örnekleri üzerinde histolojik ve moleküler teknikler kullanarak analiz yapmışlardır. Su sıcaklığındaki artışlar ile ölümlerin başlaması arasında önemli bir korelasyon bulmuşlardır. *H. pinnae* ile enfekte olmuş örneklerde sindirim bezlerinde orta ile ağır lezyonlar gözlemlendiğini tespit etmişlerdir. Nisan 2019'da Mljet Adası'nda tüplü dalış yapılarak canlı hayvan örnekleri toplamışlar ve 8°C'yi geçmeyen sıcaklıklarda soğutma koşullarında laboratuvara teslim etmişlerdir. Tüm çalışma dönemi boyunca, tuzluluk ortalama değerini binde 37,98 bulmuşlardır. Kaplan-Meier hayatta kalma eğrilerine göre, 4 ile 18 Eylül 2019 tarihleri arasında bir bölgede 52 pinanın öldüğünü, 9 ile 24 Ekim 2019 tarihleri arasında ise diğer bölgede 57 pinanın öldüğünü

kayda geçirmişlerdir. 25 Kasım 2019 itibariyle, %1,33'lük bir hayatta kalma oranıyla ilk 75 pinadan birinin hayatta kaldığını ilk 106 pinadan üçünün hayatta kaldığını ve bu oranın da %2.83'lük bir hayatta kalma oranına tekabül ettiğini belirtmişlerdir. Genel hayatta kalma oranını ise %2,21 olarak bildirmişlerdir.

Montroni vd. (2021), yelpaze kalem kabuğu *P. nobilis*'in dört yumuşak dokusunda (hepatopankreas, solungaç, manto ve kas) ve iki hücreli dokusunda (kalsit kabuk tabakası ve byssus) element konsantrasyonu taraması yapmışlardır. Byssus ve yumuşak dokularda B, Ag, As, Mn, Mo, Pb veya Se gibi elementler tespit etmişlerdir. Byssus'ta Cr, Sb, Sn ve V'nin daha çok çevreden kaynaklandığını bulmuşlardır. Kalsit kabuk tabakasındaki element konsantrasyonunun, çevresel element konsantrasyonları ile ilgili olmadığını tespit etmişlerdir. Cu, Fe, Ni ve Zn gibi temel elementleri kalsit kabuk tabakasında ve byssus'ta gözlemlemişlerdir. Bu elementlerin organizmadaki biyolojik aktiviteleriyle ilişkili olduğunu varsaymışlardır. Bu çalışmada, *P. nobilis* örneklerini Sant'Antioco'nun (Sardunya, İtalya) kıyı lagününden (A sahası) ve diğeri (B alanı) dışından toplamışlardır. Rapor edilen pinaların yaşını, kabuktaki aragonitik posterior addüktör-kas izindeki yıllık çizgileri sayarak değerlendirmişlerdir. Bulgulara göre pinaların 3 ile 10 yaşları arasında değişiklik gösterdiğini rapor etmişlerdir. Her sahada, deniz suyunun ortak kirleticiler göstermediğini ve element konsantrasyonlarının, A sahası ($0,12 \pm 0,02 \mu\text{g}$) ve B sahası ($0,05 \pm 0,02 \mu\text{g g}^{-1}$) arasında önemli ölçüde benzer (T-testi, $p = 0,05$, $v = 2$) olduğunu tespit etmişlerdir. İki ortamın tortu bileşiminin de önemli ölçüde eşit olduğu gözlemlemişlerdir (T-testi, $p=0,05$, $v=2$).

Moreno-D'Avila vd. (2021), 2015, 2016 ve 2017 yılları arasında Meksika'nın Kaliforniya Körfezi'nde *A. maura*'nın (Bivalvia: Pinnidae) kitlesel ölümleri üzerinde çalışmışlardır. 2016 ve 2017'de tespit edilen *A. maura*'nın toplu ölümlerinin, bölgesel balıkçılar için yüksek ekonomik kayıplara neden olduğunu açıklamışlardır. 2012, 2013 ve 2014 yıllarında epibiont tunikatların pinalar üzerinde bulunmadığını ve ilk olarak 2015 sonbaharında düşük bollukta tunikat gözlemlendiğini bildirmişlerdir. 2016 yazında ise tunik popülasyonundaki ani artışın, *A. maura* popülasyonunda büyük bir ölüm olayıyla sonuçlandığını rapor etmişlerdir. Ölü *A. maura* yoğunluğunun 2015'ten 2016'ya önemli

ölçüde arttığını ve daha sonra 2017'de azaldığını belirtmişlerdir. Ölü pinaların ortalama gözlemlenen yoğunluğunun 2015'te ($<0,1$ birey/250 m²), 2016 yazında (8,7 birey/250 m²), 2016 sonbaharında (12,8 birey/250 m²), 2017'de (6,7 birey/250 m²). Ölü pinaların yoğunluğundaki en yüksek değişkenliğin 2016 sonbaharında gözlemlendiğini bildirmişlerdir. Sıcaklık ortalamasının 23,8°C ve 12,2°C (Ocak 2017) ile 33,3°C (Ağustos 2016) arasında ve pH ile ters bir ilişki gösterdiğini, pH ortalamasının 7,8 ve 6,8 (Eylül 2015) ile 8,3 (Nisan 2016) arasında olduğunu, ortalama Chl-a konsantrasyonunun, 0,5 mg Chl-a/m³ (Mayıs 2013) ile 2,1 mg Chl-a/m³ (Haziran 2017) arasında değişerek 0,8 mg Chl-a/m³ olduğunu, tuzluluk oranının ortalama 37,1 g/kg olup, 36,4 g/kg (Şubat 2015) ile 40,9 g/kg (Haziran 2016) arasında değiştiğini ve çözümlü oksijen konsantrasyonunun 4,6 mg O₂/L (Ağustos 2017) ile 7,0 mg O₂/L (Aralık 2016) arasında ortalama 5,5 mg O₂/L olduğunu bulmuşlardır.

Peyran vd. (2021), Akdeniz'in kuzeybatı kıyılarında İspanya'da lagünler ve limanlar gibi sınırlı yerler dahil olmak üzere Aslan Körfezi boyunca *P. nobilis*'in genetik yapısını açıklamaya çalışmışlardır. 8 lokasyonda dağılım gösteren 16 çalışma sahasından toplam 960 örnek toplamışlardır. Ortalama alel sayıları 10 ile 14,6 arasında değişen ve gözlemlenen heterozigositeler (Ho) ile tüm bölgelerde genetik çeşitliliğin yüksek (0,679 ile 0,704 arasında) olduğunu bildirmişlerdir. Sonuç olarak, coğrafi olarak en izole alanlar da dahil olmak üzere, incelenen pinaların, Aslan Körfezi boyunca genetik olarak homojen büyük bir popülasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir.

Prado vd. (2021), Alfacs Körfezi'nde (Güney Ebro Deltası, İspanya) iki yıllık bir süre boyunca tarımsal tatlı su deşarjlarından ve uzaklıklardan kaynaklanan yaz tuzluluk gradyanına maruz kalan *P. nobilis*'in hastalık salgınını incelemişlerdir. Sonuçlara göre, Alfacs Körfezi'nin (%37,4-35,7) tuzluluk gradyanının kümülatif ölüm oranıyla (ağız yakınında %100, orta bölgelerde %43 ve iç bölgelerde %13) ilişkili olduğunu ve böylece patojenlerin yayılmasını engellediğini tespit etmişlerdir. Genç örneklerin, yetişkinlere göre hastalığa karşı daha toleranslı olduğu, ancak zamanla savunmasız hale geldiğini bulmuşlardır. Fangar Körfezi'nde düşük tuzluluğun (%30,5-33,5) hastalığı önlediğini bildirmişlerdir.

Scarpa vd. (2021), 1980'lerin başında, antropojenik faaliyetlerin pına popülasyonları üzerinde ciddi bir demografik düşüş başlattığını belirtmişlerdir. Yapılan önceki çalışmalarda, deniz çayırlarının fotosentez yapma özeliğinden kaynaklı ortaya çıkan çözünmüş oksijen sebebiyle *P. nobilis*'in yerleşik popülasyonlarının bu alanlarda daha fazla dağılım gösterdiği belirtilmiştir (Richardson, vd., 2004; Rabaoui, vd., 2011).

Bertolini vd. (2021)'de midyeler üzerinde yapmış oldukları çalışmalarında Gaping davranışının, en çok lagün bölümünün iç kısmında belirgin olan ve yaz aylarında en güçlü olan ~12 saat ve ~ 24 saat arasında periyodik ritimlere sahip olduğu bulmuşlardır. Şaşırtıcı bir şekilde, klorofil-a ile net bir doğrudan ilişki bulamamışlar, ancak gıda dağıtımına gelgit aracılık edebileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca, açıklanan gelgit ilişkileri bu sistemlerde çift kabukluların büyüme modellerine dahil edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Vicente (2021), kalem kabuğu *P. rudis* (Linné, 1758), tıpkı *P. nobilis* gibi, Avrupa düzeyinde korunan bir tür olduğunu belirtmiştir. Bununla birlikte, bu türün *P. nobilis*'e göre Akdeniz kıyılarında daha az yaygın olduğunu açıklamıştır. Afrika kökenli bu türün, Akdeniz'e Cebelitarık Boğazı'ndan geldiğini, *P. nobilis* ile dönüşümlü olarak karşılaştığı Costa Blanca'nın İspanyol kıyılarında bol miktarda bulunurken, sadece Fransa kıyılarında düzensiz olarak bulunduğunu bildirmiştir. Kabuk boyunun, *P. nobilis*'inkinden daha küçük ve yetişkinde asla 50 cm'yi geçmediğini, *P. nobilis* gibi üçgen şeklinde ancak daha geniş olduğunu belirtmiştir. *P. rudis*'i *P. nobilis*'ten ayıran bir diğer özelliğin ise *P. rudis*'te doğrusal olmayan kapakların açılması olduğunu vurgulamıştır.

Lopez-Nuñez vd. (2022), *P. nobilis* (Linnaeus, 1758) çift kabuklusunun haliçler de dahil olmak üzere çok çeşitli kıyı ortamlarında yaşadığını belirtmişlerdir. *P. nobilis*'in İspanya'da hala hayatta kaldığı Mar Menor lagününde (güneydoğu İspanya) kapsamlı bir şekilde incelemişlerdir. Geleneksel PCR kullanarak, *Haplosporidium spp.* oranını *P. nobilis* manto ve fekal DNA örneklerinde %7,1 olarak kaydetmişlerdir. Sanger dizilimi ve qPCR kullanarak *P. nobilis*'te *Haplosporidium pinnae*' yi ve miktarını belirlemişlerdir. Fekal *H. pinnae* tespitine göre, biyopsilerin aksine invaziv olmadığını belirlemişlerdir. Bu nedenle, bu öldürücü olmayan ve istilacı olmayan örnekleme yönteminin, özellikle septisemiye

yatkın oldukları ötrofik ortamlarda yaşayan popülasyonların refahına katkıda bulunabileceğini vurgulamışlardır. Fekal DNA analizinin kullanılmasının, *P. nobilis*'in epidemiyolojisi ve iyileşme değerlendirme çalışmalarında büyük bir ilerlemeye sebep olabileceğini bildirmişlerdir.

Nebot-Colomer vd. (2022), *P. nobilis* popülasyonları için İspanya'da yüksek oranda ötrofikasyona uğramış bir lagün olan Mar Menor lagününde 2014, 2017 ve 2019 yıllarında kapsamlı bir izleme programı yürütmüşlerdir. Nüfus yoğunluklarını, dağılımlarını ve büyüklük yapılarını belirlemek için sualtında her yıl ortalama 32535 m² alan gözlemlemişlerdir. Lagün çevresindeki yoğun tarım faaliyetinin etkileri ve 2019 yılında meydana gelen feci bir meteorolojik fenomen neticesinde yıllar içinde *P. nobilis* popülasyon yoğunluklarında ve popülasyon ortalama kabuk boyutlarında önemli bir düşüşü tetiklediğini belirtmişlerdir. 2014 ve 2019'da kabuk genişliğinin normal dağılımını ve kabuk genişliğinin 10 ile 22 cm arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Bununla birlikte, 2014 ve 2019 yılları arasında popülasyonların ortalama kabuk genişliğinde 2014'teki $16,43 \pm 0,13$ cm'den 2019'da $13,72 \pm 0,18$ cm'ye kadar önemli bir düşüş tespit etmişlerdir. 2014 yılında pinaların %75'inin 15 ile 20 cm genişliğindeyken, 2019'da pinaların %76'sının 10 ile 15 cm genişliğinde olduğunu rapor etmişlerdir.

Pensa vd. (2022) ilk kez İtalya'nın güneydoğu kıyısı (Apulia bölgesi) boyunca toplam 800 km'yi kapsayan 31 çalışma istasyonunda 164 transekt hat üzerinde *P. nobilis* yoğunluklarını, dağılımını ve ölüm oranını araştırmışlardır. Her kıyı bölgesinde 5 m, 10 m ve 15 m olacak şekilde üç batimetri hattı kıyıya paralel olarak incelemişlerdir. Navionics Sonarchart programını enine kesiti çizmek için kullanmışlardır. Bu çalışmanın coğrafi ölçeği, İtalya'da yapılmış en büyük araştırmalardan biri olup 92 km' lik lineer kesitler boyunca hiçbir canlı pına gözlemlemişler, bu sonuçta *P. nobilis* popülasyonlarının Apulia'da % 100' lük bir ölüm oranıyla tamamen çöktüğünü değerlendirmelerine sebep olmuştur. Türün dağılım alanları için, mezo ve makro coğrafi ölçekte deniz çayırları ile güçlü bir örtüşme göstermesine rağmen, mikro ölçekte durumun aynı olmadığını belirtmişlerdir. İncelenen tüm derinliklerde ve habitat tiplerinde her yaşta ve boyuttan (hem gençler hem de yetişkinler) ölü örnekler bulmuşlardır.

Deidun vd. (2022), 2012 yılında, Malta'nın ilk ulusal Deniz Stratejisi Çerçevesinin Direktifi kapsamında *P. nobilis* ve *Pinna rudis* için 2006-2019 yılları arasında yapılan scuba dalış gözlemleri ile vatandaş bilimi anketlerini birlikte değerlendirmişlerdir. 2006-2018 dönemi boyunca yürütülen çeşitli scuba araştırmaları sırasında keşfedilen toplam bentik alanı 14.100 m² olarak hesaplamışlardır. Toplanan tüm sualtı görsel sayımları ve vatandaş bilimi verilerini bir veri tabanında düzenleyerek farklı veri kaynakları, *P. nobilis* ve *P. rudis*'in varlığına/yokluğuna ilişkin örnekleme metodolojileri oluşturularak CBS (ArcMap GIS 10.8) aracılığıyla analiz etmişlerdir. 2006 ve 2019 yılları arasında *P. nobilis* popülasyon durumu için çalışma alanlarının dağılım haritalarını çizmişlerdir. 2006 ve 2012 yıllarında 6,4 m ile 38 m (ortalama 23,04 m) arasında derinlikte 2597 m²'lik bir bentik alan araştırmışlardır. 2006 yılında gerçekleştirilen sualtı görsel nüfus sayımında 48 canlı *P. nobilis* örneği kaydetmiş ve etiketlemişlerdir. Ortalama 1,8 birey / 100 m² yoğunluğa sahip, en yüksek yoğunluğa 5,1 birey / 100m² ulaşmışlardır. Etiketlenenlerin ortalama boyutunu 34.6 cm ± 11 olarak ölçmüşlerdir. 2012' de, daha önce etiketlenen kişilerin hiçbiri bulamamışlardır. Bu da beş yıl içinde % 100' lük bir ölüm oranını temsil etmektedir. Aynı yıl içinde, 18 boş kabuk / parça ile birlikte sadece 6 canlı *P. nobilis* kaydetmişlerdir ve bu aynı alan için 0,2 birey/100 m²'lik bir ortalama canlı pına yoğunluğu ile sonuçlanmıştır. Canlı *P. nobilis*'in ortalama yüksekliğini ise 25.6 cm ± 10.8 olarak ölçmüşlerdir. 2017-2019 yılları arasındaki su altı gözlemlerine göre yaşayan örneklerin çoğunun *P. rudis* olduğunu belirlemişlerdir. Ortalama 15,4 m (4-25 m) derinlikte çoğunlukla genç pinaları (0-10 cm = % 46,7; 11-20 cm = % 33,3; 21-30 cm = % 20-30) kaydetmişlerdir. 19-09-2019 tarihinde, 25 m (36.080736°K, 14.229153°D) derinlikte tek bir canlı *P. nobilis* kaydetmişlerdir ve 20 ile 30 cm arasında değişen bir yüksekliğe sahip olduğu tahmin etmişlerdir.

Catanese vd. (2022a), son yıllarda, çevrede bulunabilen DNA analizleri yoluyla organizmaların tanımlanması için Çevresel DNA (eDNA) yöntemlerinin uygulanmasının giderek daha fazla kullanıldığını belirtmişlerdir. Çevresel DNA nın, moleküler yöntemler kullanılarak örneklenebilen ve izlenebilen sucul ortamlara organizmalar tarafından (deri, dışkı vb. yoluyla) dökülen nükleer veya mitokondriyal DNA da dahil olmak üzere hücre materyalden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Salgılanmış dışkı, mukus ve gametlerin yanı sıra dökülen deri ve balık pulları veya karkaslar dahil eDNA kaynakları, hücre materyali veya

hücre dışı (çözünmüş DNA) formda tespit edildiğini açıklamışlardır. Aynı zamanda, yeni genetik çalışmaların, kalem kabuklarının mitokondriyal genomları ve nükleer belirteçleri hakkında yeni anlayışlar sağladığını belirtmişlerdir.

Catanese vd. (2022b), İspanya'da 2018 yaz aylarında toplamış oldukları *P. nobilis* ve *P. rudis* kalem kabuklarının farklı antropojenik baskıların tehdidi altında olduğunu vurgulamışlardır. Son yıllarda ise, özellikle büyük ölüm olayları nedeniyle *P. nobilis* popülasyonlarının önemli ölçüde azaldığını belirtmişlerdir. Bu türdeş türlerin tam mitokondriyal DNA dizilerini ilk kez belirlemiş ve karşılaştırılmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre *P. nobilis* ve *P. rudis*'in mitogenom dizileri sırasıyla 18.919 bp ve 18.264 bp uzunluğunda bulunmuştur. Her mitogenom, 12 protein kodlayan gen, 2 ribozomal RNA, 22 transfer RNA (tRNA) geni ve kodlamayan bölgelerden oluşmuştur. Varsayılan bir Adenozin Trifosfat sentaz alt birim 8 geni yalnızca *P. nobilis* için önerilmiştir. Her iki yeni sıralanmış mitogenom, aralarında yakından ilişkili *A. pectinata* ile karşılaştırılabilir, korunmuş bir gen düzeni sunduğunu, ancak küresel düzenleme, diğer mevcut çift kabuklu mitokondriyal dizilerden büyük ölçüde farklı olduğunu bulmuşlardır. Pina türleri ve *A. pectinata* arasında yakın bir ilişki göstermişler ve *Pinnidae* familyası dizilerinin monofiletik bir kökenini gösteren tutarlı bir kümelenmeyi kanıtlamışlardır.

Peharda vd. (2022), Hırvatistan'ın Adriyatik Denizi kıyılarında yapmış olduğu çalışmada *P. nobilis*'in boyutu ve nispeten hızlı kabuk büyüme oranları nedeniyle, karbonata bağlı organik maddenin ($\delta^{15}\text{N}_{\text{CBOM}}$) nitrojen izotoplarının yüksek çözünürlüklü çalışması için ilginç bir takson olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, Akdeniz'de yayılan toplu ölüm olaylarına tepki olarak, *P. nobilis* kabuklarının sistemin nitrojen izotop temel çizgisinin bir göstergesi olarak kullanılıp kullanılmayacağını, çevresel $\delta^{15}\text{N}$ değişkenliği hakkında yüksek çözünürlüklü veri sağlayıp sağlayamayacağını ve kabuğun kimyasal özelliklerinin ve biyomineralizasyon işleminin değişip değişmediğini test etmişlerdir. Deniz kabuklarını, Doğu Adriyatik'teki dört sığ kıyı bölgesinden ölüm izleme projesinin bir parçası olarak, 2019 ve 2020 yıllarında dalış yöntemiyle toplamışlardır. $\delta^{15}\text{N}_{\text{CBOM}}$ analizi için kabuk tozunu, dahili (düşük çözünürlüklü) ve harici (yüksek çözünürlüklü) kabuk yüzeyinden numune şeritlerinin öğütülmesiyle toplamışlardır. İç kabuk yüzeyinden

elde edilen $\delta^{15}\text{N}_{\text{CBOM}}$ 'de, farklı antropojenik etkilere sahip numune alma yerleri arasında, Pag Körfezi'nden elde edilen kabuklar için kaydedilen en düşük değerleri (~3–4‰) ve örneklenen kabuklar için en yüksek (~6–8‰) değerleri olarak gözlemlenmişlerdir. Lim ve Kaştela Körfezi'nde *P. nobilis*'in dış kabuk yüzeyinden alınan yüksek çözünürlüklü numunelerin, $\delta^{15}\text{N}_{\text{CBOM}}$ değerlerinde 1-3 haftalık zamansal çözünürlükle uzamsal ve zamansal farklılıklar gösterdiğini tespit etmişlerdir. Kaştela Körfezi örneklerinden elde edilen yüksek çözünürlüklü $\delta^{15}\text{N}_{\text{CBOM}}$ verileri, 2018 ilkbaharından 2019 yazına kadar olan bir zaman aralığına karşılık geldiğini ve kabuk marjına en yakın $\delta^{15}\text{N}_{\text{CBOM}}$ değerlerinde belirgin bir artışa ve $\delta^{13}\text{C}_{\text{shell}}$ değerlerinde bir düşüşe sahip olduğunu bulmuşlardır. Bu durumu da ölümünden birkaç ay önce bu hayvanın stresli koşullar yaşadığı yönünde açıklamışlardır. Bununla birlikte, diğer kabuklu örnekler arasında $\delta^{15}\text{N}_{\text{CBOM}}$ en yüksek değerinin (%0,47) bir *P. nobilis* kabuğuna ait olduğunu bildirmişlerdir.

Grau vd. (2022), *P. nobilis* 'i etkileyen bir toplu ölüm olayı (MME) yayılımı öncesi ve sırasında alınan, geniş coğrafik ve yaş aralığında çeşitli sağlık koşullarına sahip 762 pına numunesini kullanmışlardır. İspanya, Fransa, Türkiye, Yunanistan, Monako, İtalya, Hırvatistan, Kıbrıs olmak üzere 8 bölgeden ve 30 araştırma istasyonundan scuba dalışı ile *P. nobilis* örnekleri toplamışlardır. Yaptıkları laboratuvar analizlerinde gram (-) bakterilerin hiçbiri ile MME arasında ilişki bulamamışlardır.

Silvestri vd. (2022), Venedik Lagünü'nde yapmış oldukları çalışmada, gelgit düzlüğünde gelişen bir *P. nobilis* popülasyonunun mekansal dağılımı ve yoğunluğu üzerindeki etkisini uzaktan algılama teknolojilerinden yararlanarak araştırmışlardır. *P. nobilis* yoğunluğunun, artan deniz çayırı örtüsü yüzdesiyle arttığını ve yoğun *P. nobilis* popülasyonunun (0,8–2,68 N/m²), *C. nodosa* çayırında (>%85) büyüdüğünü tespit etmişlerdir. Bu çalışmada, İHA görüntülerinden üretilen fotoğraflar ile ekosisteme herhangi bir tahribat vermeden 5252 pına tespit edebilmişler ve onları coğrafi referanslı bir sistem içinde doğru bir şekilde yerleştirebilmişlerdir. Bu sonucu düzenli bir saha araştırması ile elde etmenin imkansız olduğunu belirtmişlerdir. Fotoğraf çözünürlüğüne, buna bağlı olarak kameranın özelliklerine ve uçuş yüksekliğine bağlı olarak, sadece belirli bir boyuttan daha büyük pınaların tespit edilebileceğini düşünmüşlerdir.

Tiscar vd. (2022), 2018 yazında Taranto Körfezi'nde (İyon Denizi, İtalya) yapmış oldukları çalışmada, *P. nobilis* örneklerinde *H. pinnae*'nin sitolojik bir tanımını bildirmişlerdir. İncelenen tüm pinalarda tek ve çift çekirdekli hücreler, küçük plazmodialar, büyük çok çekirdekli plazmodialar ve sporlu sporokistler tespit etmişlerdir ve parazit hücrelerinin çoğu solungaç, manto ve sindirim bezinde bulunurken, sporları sadece ikinci organda tespit etmişlerdir.

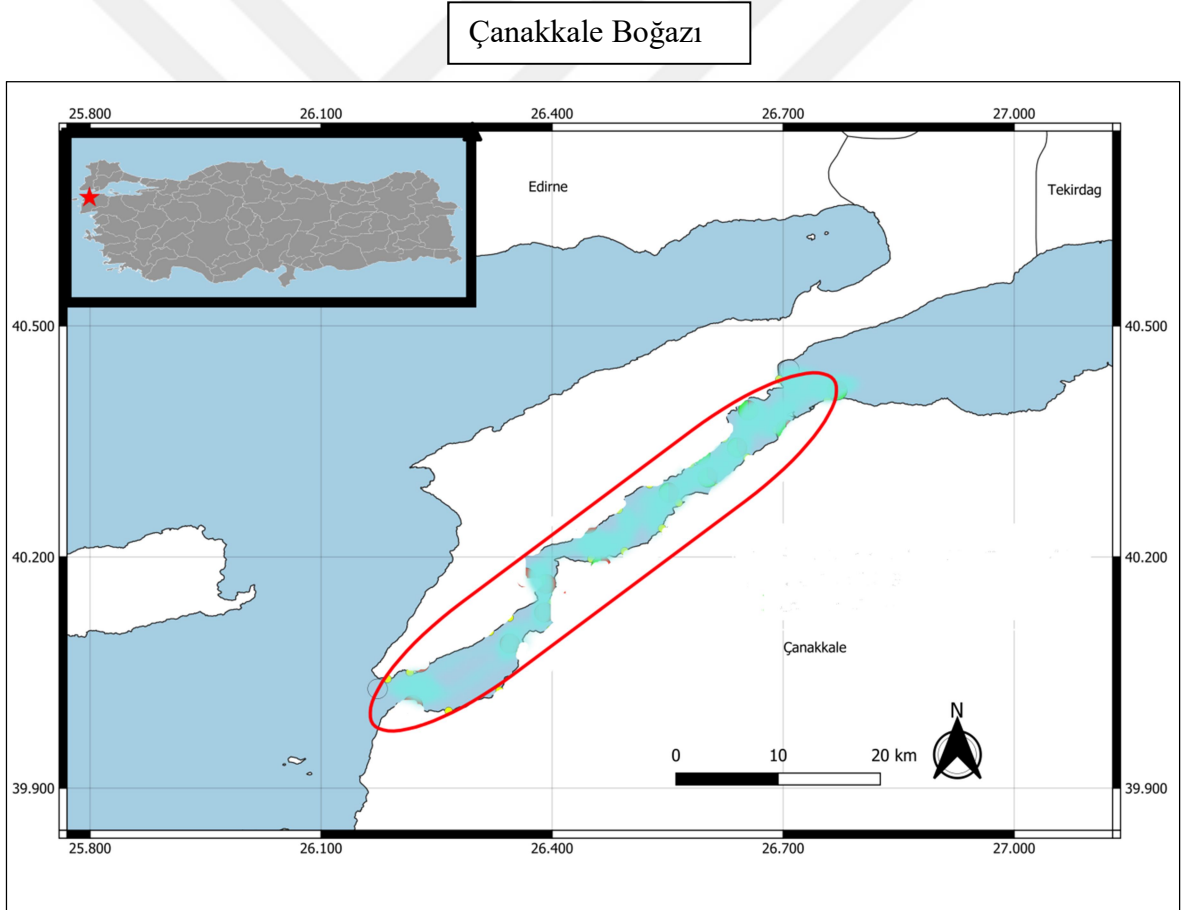
Peyran vd. (2022), çalışmalarında Peyrefite Körfezi'nde, Fransa'nın Cerbère-Banyuls Deniz Koruma Bölgesi'nde, Aslan Körfezi'nde (kuzeybatı Akdeniz) *P. nobilis* örneklerini scuba dalışı yöntemiyle toplamışlardır. *P. nobilis* biyopsileri için, 2011 yılında, örnekleme çalışması körfezin kuzey kesiminde, 2015 yılında doğu kesiminde ve 2018'de tüm körfezde araştırma yapmışlardır. Saha çalışması sırasında bazı pinaları gözden kaçırmış olsalar bile, popülasyonun büyüklüğünün 2018 yılında 698 adet pina olduğunu belirtmişlerdir. 2011'de 188 yetişkinle beraber sadece 20 juvenil, 2015 yılında 161 juvenil ve 93 yetişkin ve 2018 de ise 138 yetişkin pina ile 18 juvenil tespit etmişlerdir. Çalışma sonuçlarının, *P. nobilis* için senkronize edilmiş bir pelajik yumurtlayan hipotezini desteklediğini bulmuşlardır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Sahası Özellikleri

Araştırma sahası olarak Çanakkale Boğazı bölgesi belirlenmiştir. Bu bölgenin Akdeniz ve Ege Denizi'nden farkı, içerisinde canlı ve ölü *P. nobilis* popülasyonlarını bir arada barındırarak kitlesel ölümlerin gelmiş olduğu bölgeyi belirtiyor olmasıdır. Hem canlılığın görüldüğü hem de ölümlerin azaldığı popülasyonları barındırması, bölgeyi *P. nobilis* türünün toplu ölümlerini inceleme de stratejik bir öneme kavuşturmuştur.



Şekil 2. Çalışma Sahası Çanakkale Boğazı

Çalışma sahası olarak seçilen Çanakkale Boğazı, konum olarak Marmara Denizi'nin güney batısında bulunur. Marmara Denizi'ni Ege Denizi'ne bağlar. Ortalama

derinliği yaklaşık 55 metre civarındadır (İlgar, 2002). anakkale Boğazı'nın uzunluğu ise yzeyden 68 km'dir. Boğaz'ın en dar yeri Kilitbahir-Çanakkale arası olup 1200 m genişliktedir. Burası aynı zamanda boğazın en derin yeridir (106 m). Boğaz'ın en geniş yeri ise 8275 m olup İntepe kıyıları ile karşı kıyıdaki Domuz Deresi arasıdır. Boğaz'ın Ege ağzı 3200 m genişlikte, Marmara ağzı ise 3600 m genişliktedir. Boğaz'ın ortalama derinliği 60 m'dir. Genel olarak, iki yznlz akıntı sisteminin mevcut olduğu bilinen Çanakkale Boğazı'nda daha yoğun tuzluluğa sahip Ege suları dipten Marmara Denizi'ne doğru, daha az tuzlu Marmara ve Karadeniz suları ise yzeyden Ege Denizi'ne doğru akma eğilimindedir.

Bu araştırma; Çanakkale Boğazı'nda 30 zrnekleme istasyonunda ve 2 etapta gerçekleştirilmiştir. Birinci etapta; 2020 yılında (Haziran-Ekim) 0-15 m derinlik konturunda dalış gerçekleştirilerek pinaların su altı gorsel sayım metoduyla sayımı, pinalardan boy-ağırlık alınması ve suyun oşinografik zelliklerinin bir kısmının CTD (Conductivity-Temperature-Depth) cihazıyla zlzzmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. İkinci aşamada ise; 2021 yılı Temmuz-Eylzl ayları arasında zrnekleme istasyonlarının hepsine aynı metotla dalış gerçekleştirilerek pinaların gorsel sayımı ve izleme çalışması şeklinde gerçekleştirilmiştir.



şekil 3. CTD cihazı prob yardımıyla deniz suyu fiziksel ve kimyasal parametrelerinin zlzzümü (Orijinal)

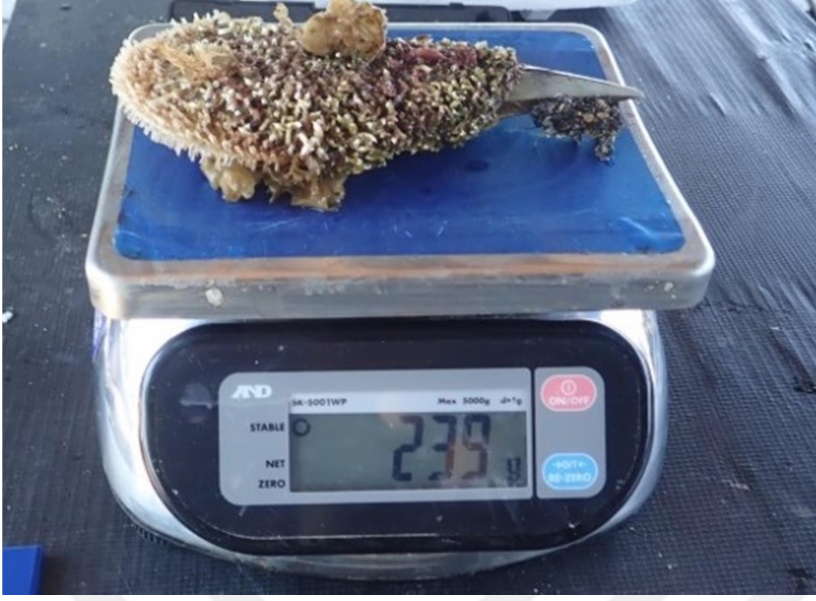


Şekil 4. YSI marka CTD cihazıyla deniz suyu fiziksel parametrelerinin ölçümü (Orijinal)

Örnekleme istasyonları, Çanakkale Boğazı'nın her iki yakasını da temsil edecek şekilde, sahil şeridinin ve kıydan denize girişin elverişliliği düşünülerek konumlandırılmıştır. Her örnekleme istasyonu arası denizcilik haritasında 5 ± 1 km olarak hesaplanmıştır. Bu denizci haritası için Navionics Boating HD uygulamasından faydalanılmıştır.

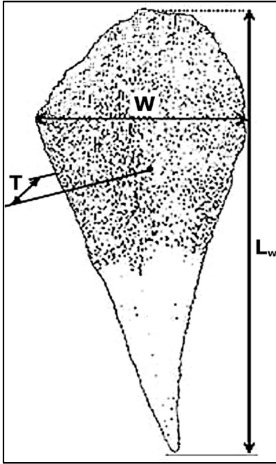


Şekil 5. Su altında transekt ölçümü için kullanılan şerit metre (Orijinal)



Şekil 6. 1 g hassasiyetli terazi ile canlı pına ağırlık ölçümü (Orijinal)

Rabaoui vd. ise 2007' de yapmış oldukları çalışmada kabuk tam boyu, genişliği ve kalınlığını ölçerek boy parametrelerini tahmin etmişlerdir.



Şekil 7. *P. nobilis*' in morfometrik boyutları. Lw - uzunluk, W - genişlik, T - kalınlık (Rabaoui, vd., 2007).

Bu çalışmada da boy parametreleri hesaplanırken toplam boy "B", genişlik "G", kalınlık ise "K" harfi ile ifade edilerek ölçümler gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. *P. nobilis*'in toplam boy (B) (cm), genişlik (G) (cm) ve kalınlık (K) (cm) ölçümleri (Orijinal)

Elde edilen ham verilerden frekans grafikleri oluşturulmuştur. Canlı olarak alınan *P. nobilis*'lerin boy-ağırlık ilişkileri regresyonu $W=aL^b$ (Ricker, 1975) formülü ile incelenmiştir.

Balıkların ve su altı habitatlarının izlenmesi, tahribatsız araştırma teknikleri gerektirir ve bu genellikle sualtı görsel sayımını (UVC) gerçekleştiren dalgıçlar tarafından yapılır (Pelletier, vd, 2011). UVC, berrak sulardaki balıkların bolluğunu, çeşitliliğini ve boyutunu tahmin etmek için en yaygın yaklaşımdır. Öte yandan, UVC yaklaşımı ile bolluğun tahmini hem zamansal hem de uzaysal ölçeklerde yüksek hareketliliklerinden dolayı yüksek düzeyde kümelenen ve/veya düşük yoğunluklarda gözlemlenen türlerde özellikle sorunludur (Irigoyen, vd., 2018). UVC yaklaşımlarını içeren araştırmaların istatistiksel gücü, tekrar sayısı veya araştırılan alan artırılarak geliştirilebilir. Alternatif olarak, video tabanlı teknikler, sualtı makrofaunasını ve habitatlarını gözlemlemek için yaygın olarak kullanılan araçlar haline gelmiştir. Silvestri vd. (2022), çamur düzlüğü üzerinde *P. nobilis* kabuklarını tespit etmek için bir İHA (insansız hava aracı) sisteminin kullanılmasının, saha araştırmalarına göre avantajlar ve dezavantajlar sunduğunu tespit etmişlerdir.

Su altı gözlem yöntemleri literatür taranarak ve mevcut çalışmanın ihtiyaçları düşünülerek tespit edildiğinde en uygun yöntemin hat-çizgi sayımı (line transect) olduğu düşünülmüştür. Bu yöntemle, pinaların sayımında 2 dalgıç yanyana gelerek hattın sağından ve solundan 5 metrelik görüş mesafesindeki alandan sorumlu olmuşlardır. Kıyıya dik bir vaziyette (50 m*3 transekt) 150 m uzunlukta alan taranması ile toplamda yaklaşık 150 m uzunluk*2 dalgıç*5 m görüş mesafesi= 1500 m²'lik alanda pına sayımı yapılmıştır. Ancak bazı alanların limanlar gibi kısıtlı ve eğimle orantılı olarak ani derinleşen istasyonlar olması sebebiyle bu alanlarda 750 m²'lik alanlar incelenmiştir. Gözlemlenen pinalar dalgıçlar tarafından anlık kaydedilmiştir.



Şekil 9. Su altında hat çizgi sayım için kullanılacak hattın önceden işaretlenmesi (Orijinal)

Kısıtlı ve ani derinleşen 2 istasyonda örnekleme yapılmıştır. Bu örnekleme istasyonları Umurbey ve Marina olup, diğer istasyonlarda taranan alanın $\frac{1}{2}$ 'si kadar yani 750 m^2 'lik alan gözlemlenmiştir.

2020 yılı örneklemelelerinde CTD (Conductivity- Temperature-Depth) cihazı ile suyun oşinografik bazı özellikleri ölçülmüştür. Bu prob sayesinde ölçülen deniz suyunun fiziksel ve kimyasal parametrelerinden bazıları; tuzluluk, derinlik, pH, oksijen düzeyi ve sıcaklıktır. İstasyonların koordinat verilerine ise Navionics Boating HD uygulamasından erişilerek, kayıt altına alınmıştır. Oceanic geo-2 dalış saatinin tüplü dalış için kullanılan norm moduyla maksimum derinlik ve dalış süresi ile ilgili bilgileri de kaydedilmiştir. Suyun altında çizgisel hat sayımı yapan dalgıçlar canlı ve ölü pına sayısı ile ilgili verileri su altı yazı tahtasına kurşun kalemle yazarak kaydetmişlerdir.



Şekil 10. Canlı ve ölü durumda olan *P. nobilis* yataklarının su altı görüntüsü (Orijinal)

2020 yılı saha çalışmalarından elde edilen veriler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. SPSS 24.0 adlı istatistik uygulaması kullanılarak tuzluluk ve ölüm oranı verilerinin dağılımının normal olup olmadığına bakılmıştır. Bu iki veri dizisine ilişkin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Elde edilen puanlar Z puanına çevrilmiştir. Uç değer temizliği yapılarak yeniden basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Verilerin normal dağıldığı analiz edilmiş olup karşılaştırmalar yapılırken parametrik analiz yöntemlerine başvurulmuştur. Tuzluluk, pH ve su sıcaklığı parametreleri ile örnekleme istasyonlarındaki hastalıkla bağlantısı olduğu bilinen pina toplu ölümlerinin arasında bir ilişki olup olmadığı analiz edilmek istenmiştir. Bu amaçla Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon Katsayısı hesaplanmıştır.

Pina popülasyonlarının durumunu gösteren saha çalışmalarından edinilmiş ham bilgiler excel dosyasında işlenerek csv doyasına dönüştürülmüş ve sonrasında açık kaynak veri tabanlı coğrafik bilgi sistemi olan QGIS 3.16.1 uygulamasına yüklenmiştir. Haritalama amacıyla konumları gösterilmesi istenen veriler QGIS uygulamasında vektör

katman olarak uygulamaya eklenmiştir. Harita üzerinde bölgesel olarak örnekleme istasyonlarının koordinatları noktasal olarak gösterilmiştir.

Örnekleme istasyonlarındaki su altı araştırmaları için genellikle BAD (bağımsız aletli dalış donanımı) kullanılmıştır. Aynı zamanda istasyonların topoğrafik özellikleri göze alındığında çok sığ derinliğe sahip ve akıntuların şiddetli olduğu istasyonlarda serbest dalış metodu kullanılmıştır. Serbest dalışlar için maske, palet ve şnorkel yani dalışın ABC'si kullanılmıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ARAŞTIRMA BULGULARI

Araştırma bulguları 2020 ve 2021 yılı saha çalışmalarının ayrı ayrı analiz edilmesi ve bazı faktörlerin birbirleriyle kıyaslanmaları şeklinde değerlendirilmiştir. Örneğin 2020 ve 2021 yılları için canlı ve ölü pına sayıları, ölüm ve canlılık oranları, yoğunlukları (100 m²'ye birey sayısı) kıyaslanmıştır. Ancak 2020 yılında boy-ağırlık ilişkileri açıklayan saha verilerinin yanında tuzluluk, su sıcaklığı, pH, oksijen, doymuş oksijen yüzdeleri, hava sıcaklığı gibi çevresel faktörler de kayıt altına alınmıştır.

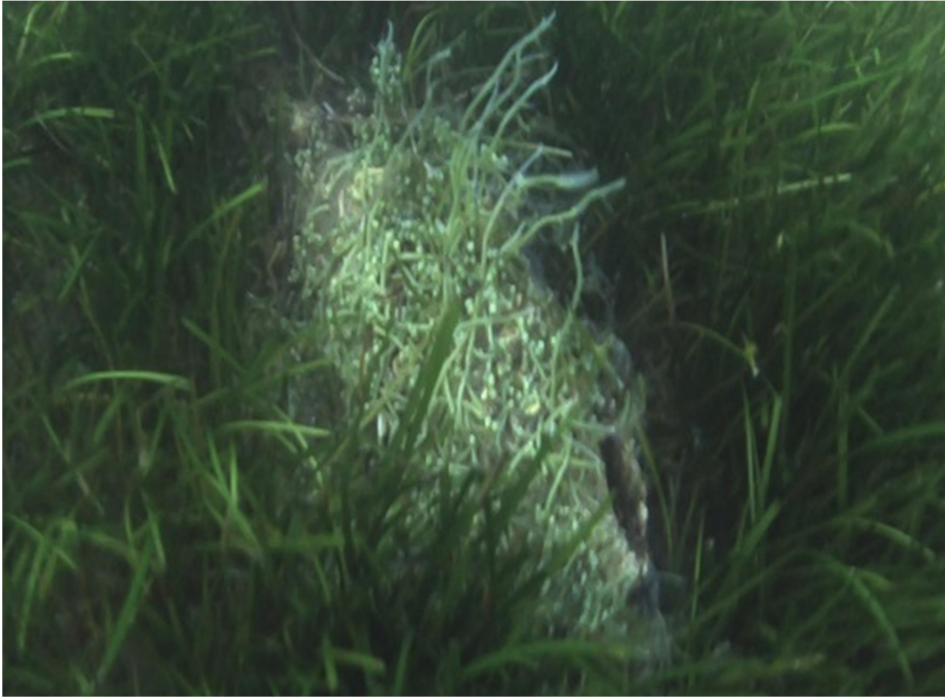
4.1. Örneklem İstasyonları

4.1.1. Kumkale Askeriye Örneklem İstasyonu

1. örneklem istasyonu olarak Çanakkale Boğazı'nın Anadolu yakasında en güneyini temsilen boğaz çıkışındaki Kumkale Askeriye olarak adlandırılan istasyon seçilmiştir. Koordinatları 40°0.482' N - 26°12.367' E şeklindedir. İstasyonda taranan alan 1500 m², hakim dip yapısı deniz çayırı olarak tespit edilmiştir. Bu örneklem istasyonunda 2020 ve 2021 yılında canlı pinaya rastlanmamıştır. Araştırma sahasında ortalama derinlik 2,5 m, maksimum derinlik ise 9 m'dir. 2021 yılında yapılan gözlemlerde; su sıcaklığı 23°C olarak ölçülmüştür. Pinalar bir önceki yıldan farklı olarak zemine gömülmeye başlamış, ölü pına kabuklarının üstünde *C. racemosa* görüntülenmiştir. Ayrıca ölü pına kabuklarının içinde ahtapot ve anemon da gözlemlenmiştir.



Şekil 11. Ölü pina kabuğunu yaşam habitatı olarak kullanan deniz anemonu (Orijinal)



Şekil 12. Kumkale istasyonunda ölü *P. nobilis* ve kabuklarını kaplayan *C. racemosa* (Orijinal)

4.1.2. Kumkale Liman Örnekleme İstasyonu

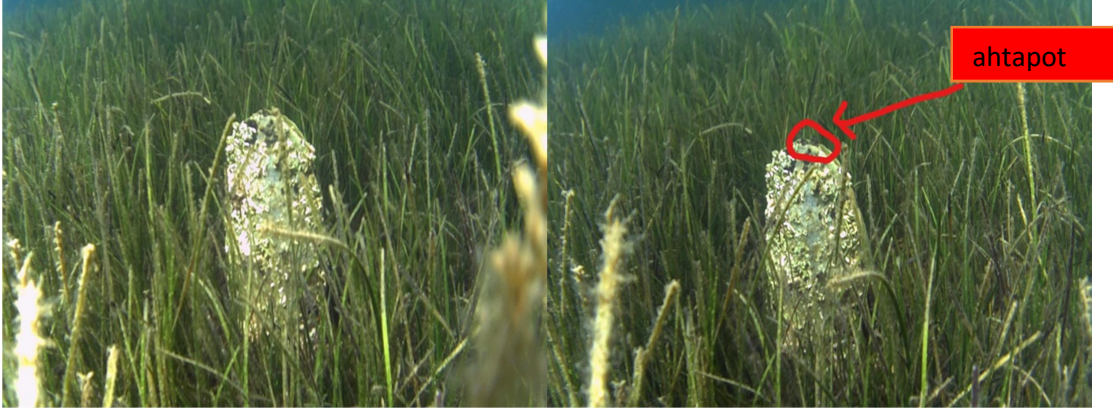
Kumkale askeriyeinin yaklaşık 5 ± 1 km kuzeyinde yer alan 2. örnekleme istasyonudur. Çalışma sahasında ortalama derinlik 5 m, maksimum derinlik ise 10 m olarak kaydedilmiştir. Koordinatları $40^{\circ}0.001'$ N - $26^{\circ}15.939'$ E şeklindedir. Hat-çizgi sayımı ile su altında taranan alan 1500 m^2 olup, hakim dip yapısı deniz çayırı olarak gözlemlenmiştir. 2020 yılında 1 ölü pina kayıt altına alınmışken, 2021 yılında ölü ya da canlı bir pina görülmemiştir.



Şekil 13. Kumkale liman istasyonunda 2020 yılında çekilmiş su altı görüntüsü (Orijinal)

4.1.3. Güzelyalı-İntepe Örnekleme İstasyonu

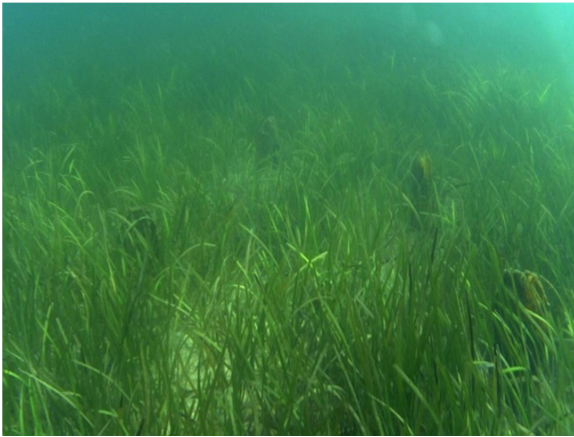
$40^{\circ}1.592'$ N - $26^{\circ}19.905'$ E koordinatlarında bulunan 3 numaralı örnekleme istasyonudur. Su altında taranan alan 1500 m^2 olup, dip yapısında deniz çayırı yoğun olarak gözlemlenmiştir. Bölgede ortalama derinlik 4 m, maksimum derinlik ise 10 m' dir. Bu örnekleme istasyonunda da canlı pinaya rastlanmamıştır. 2020 yılında 2 ölü pina incelenmişken, 2021 yılında 3 ölü pina gözlenmiş, su sıcaklığı 23°C olarak ölçülmüş, boş pina kabuğu içerisinde ahtapot görüntülenmiştir.



Şekil 14. Güzelyalı-İntepe örnekleme istasyonunda ölü bir *P. nobilis* ve içerisinde barınan ahtapot (Orijinal)

4.1.4. Dardanos Örnekleme İstasyonu

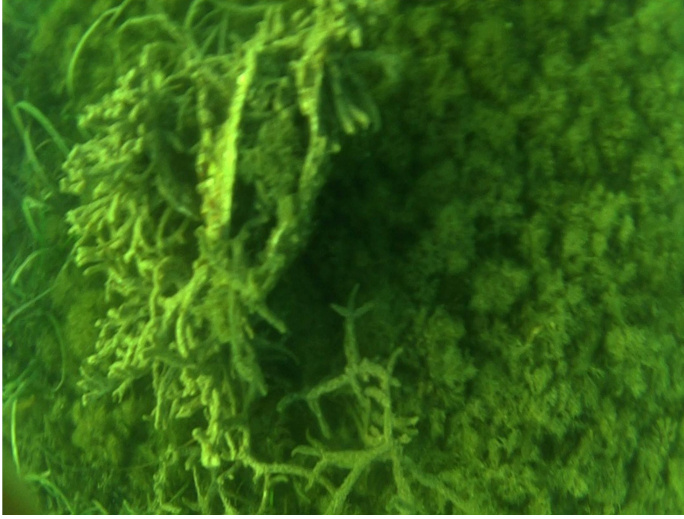
40°4.494' N - 26°21.474' E koordinatlarında bulunan, ÇOMÜ Su Altı Uygulama ve Araştırma Merkezi sahil kıyısından erişilebilen 4 numaralı örnekleme istasyonudur. Bölge kısıtlaması olmadığından diğer istasyonlardaki gibi 1500 m²'lik alan taraması yapılmıştır. Araştırma sahasında ortalama derinlik 3 m, maksimum derinlik 10 m'dir. Dalgıçların su altı gözlemine göre taşlık ve kumluk dip yapısıyla beraber deniz çayırı daha yoğunlukta bulunmaktadır. Araştırmanın ilk yılında 19 ölü pina, ikinci yılında ise 39 ölü pina gözlenmiştir.



Şekil 15. Dardanos örnekleme istasyonu (Orijinal)

4.1.5. Kepez Örnekleme İstasyonu

40°6.357' N - 26°23.899' E koordinatlarında bulunan, Kepez Çay Bahçesi önünden erişilebilen 5 numaralı örnekleme istasyonudur. Araştırılan alanda ortalama derinlik 2 m, maksimum derinlik 7 m'dir. 1500 m²'lik alan taraması yapılmıştır. Deniz çayırı dip yapısına hakim olup, çamurumsu dip zemini dalgıçların dikkatini çekmiştir. Araştırmanın ilk yılında 54 ölü pinai, ikinci yılında ise 13 ölü pina gözlenmiştir. 2021 yılında su sıcaklığı 25 °C olarak ölçülmüştür.



Şekil 16. Kepez istasyonunda görüntülenmiş ölü pina (Orijinal)

4.1.6. Kıyı Avm Ara Örnekleme İstasyonu

Koordinatları 40°7.360' N - 26°24.560' E olup, Kıyı Avm sahil bandından dalış yapılabilen 6 numaralı ara örnekleme istasyonudur. Bölgede ortalama derinlik 2 m, maksimum derinlik 6 m'dir. Önceden belirlenen 27 ana istasyona ek olarak Güzelyalı-İntepe istasyonu ile Çanakkale Marina İstasyonu arasına *P. nobilis*'lerin ilk canlılığının görüldüğü bölgeleri daha detaylı tespit edilmesi amacıyla ara örnekleme istasyonu olarak eklenmiştir. 1500 m²'lik alan taraması yapılmıştır. Çamurumsu dip zemini yanında deniz çayırları bölgede etkindir. 2020 yılında 2 ölü pina, 2021 yılında ise 3 ölü pina gözlenmiş, su sıcaklığı 23 °C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 17. 2021 Kıyı avm istasyonunda ölü pina (Orijinal)

4.1.7. Yeni Kordon Ara Örnekleme İstasyonu

Koordinatları $40^{\circ}7.846'$ N - $26^{\circ}24.397'$ E olup, yeni kordon plajından serbest dalış metoduyla araştırma yapılabilen 7 numaralı ara örnekleme istasyonudur. Kıyı avm istasyonu ile arasındaki mesafe yaklaşık 1 km olup, 1500 m^2 lik alan taraması yapılmış, ortalama derinlik 2 m, maksimum derinlik ise 6 m'dir. Deniz çayırı araştırma yapılan bölgede hakim dip yapısı olarak kaydedilmiştir. 2020 yılında 181 ölü pina, 2021 yılında ise 25 ölü pina gözlenmiştir. Son örneklemede su sıcaklığı 26°C olarak ölçülmüştür.



Şekil 18. Yeni kordon örnekleme istasyonu su altı fotoğrafı (Orijinal)

4.1.8. Mega Beach Ara Örnekleme İstasyonu

40°8.458' N - 26°23.975' E koordinatlarında bulunan Mega Beach plajı önünden inceleme yapılabilen 8 numaralı ara örnekleme istasyonudur. Yeni kordon istasyonu ile arasındaki mesafe yaklaşık 1 km olup, 1500 m² lik alan taraması yapılmıştır. Araştırmada ortalama derinlik 1 m, maksimum derinlik 5 m olarak ölçülmüştür. Deniz çayırı bölgede hakimdir. 2020 yılında 5 ölü pına, 2021 yılında ise 1 ölü pına gözlenmiştir. 24°C su sıcaklığı dalış saatiyle ölçülmüştür.

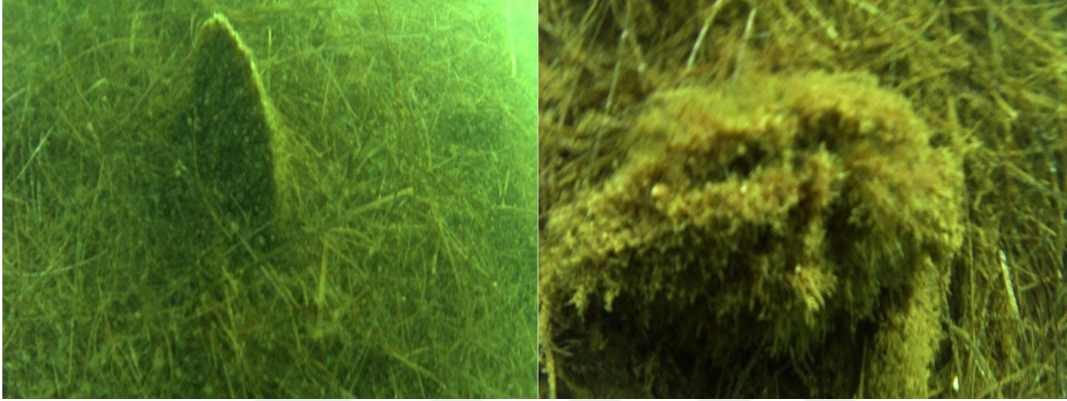


Şekil 19. Megabeach istasyonunda gün batımına yakın (19:45) çekilen ölü pına (Orijinal)

4.1.9. Çanakkale Marina Örnekleme İstasyonu

40°9.140' N - 26°24.298' E koordinatlarında bulunan Çanakkale Marina 9 numaralı ana örnekleme istasyonudur. Megabeach ara istasyonu ile arasındaki mesafe yaklaşık 1 km olup, Güzelyalı-İntepe ana istasyonu ile arasında kuş uçuşu yaklaşık 5 km bulunmaktadır. Dalış yapılacak sahanın dar olması, tekne trafiğinin araştırmacı dalgıçlar için risk teşkil etmesi sebebiyle 750 m² lik alan taraması yapılmıştır. Araştırma sahasında ortalama derinlik 2,8 m, maksimum derinlik ise 4,4 m olarak kaydedilmiştir. Bölgeye dalınmadan önce ilgili birimler bilgilendirilmiş, gerekli izinler ve güvenlik tedbirleri alınmıştır. Bölgede taşlık, deniz çayırılı ve kumluk dip yapısı görülürken, taşlık dip yapısı hakimdir.

2020 yılında 32 ölü pina, 18 canlı pina, 2021 yılında ise 91 ölü, 5 canlı pina gözlenmiştir. Bu örnekleme istasyonu Çanakkale Boğazı'nın Anadolu yakasında güneyden kuzeye doğru çıktığında canlı pina gözlenen ilk örnekleme istasyonu olarak kritik öneme sahiptir. Aynı zamanda bu durum 2020 ve 2021 yıllarında değişmemiştir. 2021 yılında ölçülen su sıcaklığı 24°C'dir.



Şekil 20. Çanakkale Marina istasyonunda kaydedilen canlı ve ölü *P. nobilis* (Orijinal)

4.1.10. Karacaören Altı Örnekleme İstasyonu

40°11.877' N - 26°27.060' E koordinatlarında Çanakkale Marina ile Çoraklık Burnu arasındaki 10. istasyondur. Herhangi bir kısıtlama bulunmadığından su altında 1500 m² alan taranmıştır. Bölgede ortalama derinlik 3 m, maksimum derinlik ise 10 m olarak ölçülmüştür. Bölge daha çok deniz çayırılı dip yapısı göstermektedir. 2020 yılında 65 ölü pina, 43 canlı pina; 2021 yılında ise 7 ölü sayılmışken, canlı pina gözlenmemiştir. Su sıcaklığı 26°C olarak 2021 yılında kaydedilmiştir.



Şekil 21. Karacaören altı istasyonunda 2021 yılındaki ölü pina (Orijinal)

4.1.11. Çoraklık Burnu Örnekleme İstasyonu

Koordinatları $40^{\circ}12.461'$ N - $26^{\circ}29.647'$ E olan 11 numaralı örnekleme istasyonudur. Bu alanda da 1500 m^2 lik tarama yapılmıştır. Ortalama derinlik 3 m, maksimum derinlik ise 10 m olarak ölçülmüştür. Daha çok deniz çayırı karakteristiğinde dip yapısına sahiptir. İlk yıl yapılan arazi çalışmasında 185 ölü pina, 58 canlı pina, 2021 yılında ise 232 ölü sayılmışken, 18 canlı pina kayıt altına alınmıştır. 2020 yılında su sıcaklığı $25,5^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 22. Çoraklık Burnu istasyonunda su altı yazı tahtasına kayıt alan araştırmacı (Orijinal)

4.1.12. Yapıldak Örnekleme İstasyonu

Koordinatları $40^{\circ}14.249'$ N - $26^{\circ}32.557'$ E olan 12 numaralı örnekleme istasyonu Yapıldak istasyonudur. Karadan ulaşımın en zor olduğu arazi şartlarına sahiptir. İstasyonda çizgi hat üzerinde derinlik ortalama 1,4 m , maksimum derinlik ise 5 m gibi sığ derinlikler olduğu için bu bölgede serbest dalış yöntemi ile örnekleme yapılmıştır. 1500 m² lik tarama yapılmıştır. Deniz çayırları, dip yapısı bakımından araştırma yapılan alanda hakimdir. 2020 yılında yapılan saha çalışmasında 154 ölü pina, 79 canlı pina, 2021 yılında ise 224 ölü sayılmışken, 26 canlı pina kaydedilmiştir. 2020 yılında su sıcaklığı $23,7^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 23. Yapıldak istasyonunda canlı ve ölü pina (Orijinal)

4.1.13. Umurbey Örnekleme İstasyonu

$40^{\circ}16.237'$ N - $26^{\circ}33.851'$ E koordinatlarındadır. 13 numaralı örnekleme istasyonu Umurbey'de çalışma yapılan alanda derinlik ortalama 1,7 m, maksimum derinlik 6,5 m olarak kaydedilmiştir. Araştırma sahasında su altındaki topoğrafik koşullardan(eğim) dolayı 750 m² lik alan taraması yapılmıştır. Su altı görsel sayımı yapılan bölgede deniz çayırları baskındır. 2020 yılında yapılan saha çalışmasında 193 ölü pina, 194 canlı pina,

2021 yılında ise 387 ölü sayılmışken, 29 canlı pina kaydedilmiştir. Bu durum, 2020 yılında popülasyondaki canlı sayısının ölü sayısından fazlayken bir sonraki sene de terse döndüğünü göstermektedir. Ayrıca canlı pina sayısındaki ciddi azalış dikkat çekicidir. 2020 yılında su sıcaklığı ise 24,5°C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 24. 2020 ve 2021 yılı Umurbey istasyonu pina örnekleri (Orijinal)

4.1.14. Suluca Örnekleme İstasyonu

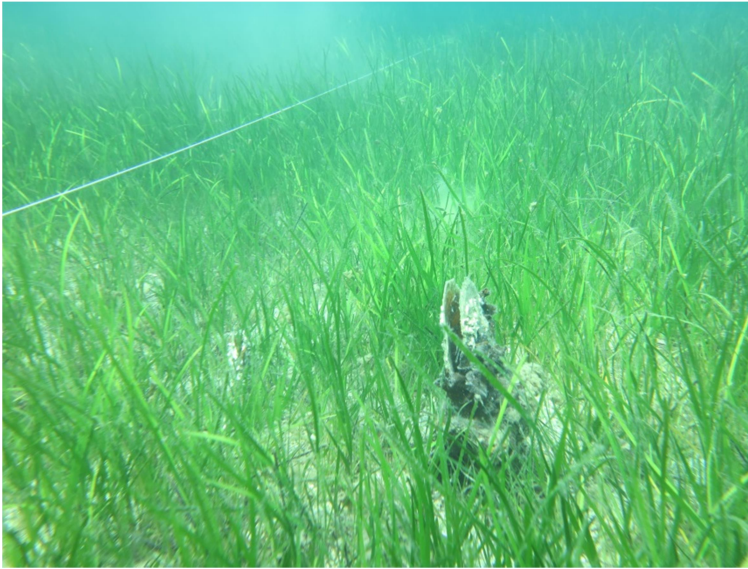
40°17.437' N - 26°36.898' E koordinat bilgilerine sahip 14 numaralı örnekleme istasyonu Suluca'da derinlik ortalama 1,5 m, maksimum derinlik 7 m olarak kaydedilmiştir. İstasyonda 1500 m² lik alan taranmıştır. Dip yapısı olarak deniz çayırları hakimdir. 2020 yılında yapılan araştırmada 6 ölü, 11 canlı pina, 2021 yılında ise 13 ölü gözlemlenirken, hiç canlı pina kaydedilmemiştir. İki yıllık gözlem için 2020'de canlı pina sayısının ölü pina sayısından fazla olmasına rağmen aynı bölgede 2021'de hiç canlı pina kalmaması kitlesel ölümler konusunda endişe verici bir durum olarak değerlendirilebilir. Su sıcaklığı 2021 yılında 26°C olarak ölçülmüştür.



Şekil 25. 2021 yılında Suluca istasyonunda bulunan ölü bir *P. nobilis* (Orijinal)

4.1.15. Köprü Lapseki Örnekleme İstasyonu

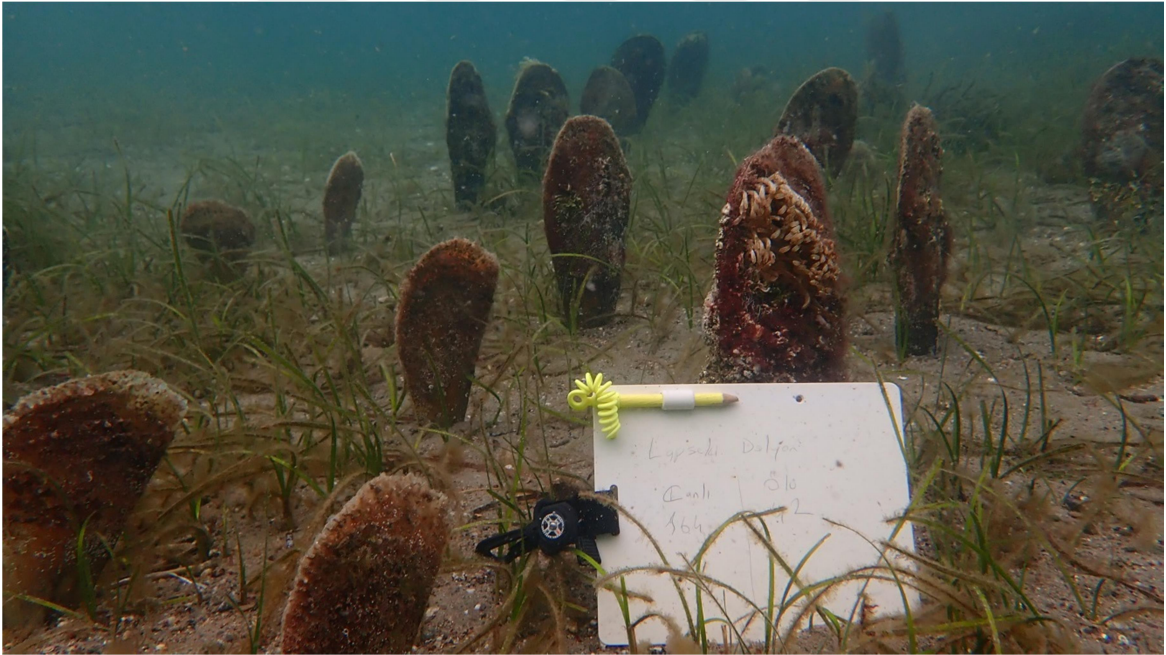
Koordinatları $40^{\circ}19.751' N - 26^{\circ}39.199' E$ dir. 15. istasyon Köprü Lapseki'de derinlik ortalama 2,5 m, maksimum derinlik 7 m olarak kaydedilmiştir. İstasyonda 1500 m² lik alan taranmıştır. Bölgede bentik yapı deniz çayırları ile örtülmüştür. 2020 yılında yapılan araştırmada 36 ölü, 48 canlı pina, 2021 yılında ise 98 ölü gözlemlenirken, 4 canlı pina kaydedilmiştir. Bu istasyonda da bir yıl sonraki gözlemlerde ölü-canlı pina matematiksel dengesi yön değiştirmiştir. 2020 yılında su sıcaklığı $23,9^{\circ}C$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 26. Köprü Lapseki istasyonunda çizgi-hat sayımı ile su altı görüntüleme (Orijinal)

4.1.16. Lapseki Dalyan Burnu Örnekleme İstasyonu

Bu istasyonun koordinatları 40°21.929' N - 26°41.439' E'dir. 16. örnekleme istasyonu olan Lapseki Dalyan Burnu' nda derinlik ortalama 3 m, maksimum derinlik 10 m olarak kaydedilmiştir. İstasyonda 1500 m²'lik alan taranmıştır. Araştırma sahasında pis su deşarj hattı bulunmaktadır. Bu boru hattının üzerine tutunmuş diğer bir çift kabuklu türü *Ostrea edulis* de yoğun olarak yer almaktadır. Bölge dip yapısında deniz çayırları yoğunlukla görülmektedir. İlk izleme çalışması 2020 yılında yapılan araştırmada 48 ölü, 164 canlı pına, 2021 yılında ise 131 ölü, 4 canlı pına tespit edilmiştir. Bu istasyonda Köprü Lapseki istasyonundaki gibi canlı/ölü oranı baskınlığı bir sene içerisinde terse dönmüştür. Bu veriden yola çıkarak bu istasyonda ölüm oranının ciddi anlamda arttığı yorumu yapılabilir. 2020 yılında su sıcaklığı 22,9°C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 27. 2020 yılı *P. nobilis* canlı ve ölü pinaların yazı tahtasına kaydı (Orijinal)

4.1.17. Çardak Vts Kulesi Örnekleme İstasyonu

40°24.220' N - 26°45.465' E koordinatlarında bulunan örnekleme istasyonu olan Çardak Vts Kulesi olarak isimlendirilmiştir. Bölgede derinlik ortalama 3 m, maksimum derinlik 10 m, 2021 yılında su sıcaklığı 26°C olarak kaydedilmiştir. İstasyonda 1500 m² lik alan taranmıştır. Bölge dip yapısında deniz çayırları hakimdir. 2020 yılında yapılan araştırmada 2 ölü, 8 canlı pina, 2021 yılında ise 2 ölü pina gözlenmişken, canlı pinaya rastlanılamamıştır. Yüzesel olarak 2020 yılında en düşük (%20) pina ölüm oranına sahip olan istasyonda 2021 yılında da canlı pinaya rastlanılamamıştır. Bu durum, çevresel ve mikrobiyolojik faktörler dışında antropojenik faaliyetlerin de pinalar üzerindeki olumsuz etkisini düşündürmektedir.



Şekil 28. 2020 yılı Çardak Vts Kulesi istasyonundan canlı pina görseli (Orijinal)

4.1.18. Gelibolu Askeriye Örnekleme İstasyonu

Koordinatları 40°25.847' N - 26°41.704' E olan Gelibolu Askeriye örnekleme istasyonu Çanakkale Boğazı' nın Avrupa yakasında en kuzeydeki araştırma sahasıdır. Bölgede derinlik ortalama 4 m, maksimum derinlik 15 m olarak kaydedilmiştir. İstasyonda 1500 m² lik alan taranmıştır. Bölge dip yapısı kumluk özellik göstermektedir. Yapılan su

altı araştırmalarında hiç pinaya rastlanmamıştır. 2020 yılında su sıcaklığı 22,6°C olarak kaydedilmiştir.

4.1.19. Gelibolu amlık rnekleme İstasyonu

40°24.197' N - 26°38.510' E koordinatlarında yer alan Gelibolu amlık rnekleme istasyonu Çanakkale Boğazı'nın Avrupa yakasında en kuzeydeki 2. araştırma sahasıdır. Araştırma yapılan bölgede derinlik ortalama 2 m, maksimum derinlik 7 m olarak kaydedilmiştir. İstasyonda 1500 m² lik alan taranmıştır. Bölge dip yapısı olarak deniz ayırlı bir görünüm sergilemektedir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre l pına sayısı 8 iken 72 pına canlı olarak kayıt altına alınmıştır. Bütün rnekleme istasyonları içerisinde 2020 yılında en düşük ölüm oranı yüzdesel olarak bu istasyonda kaydedilmiştir. 2021 yılında ise 19 l 11 canlı ile bu durum olumsuz yönde değişiklik göstermiştir. Ayrıca 2020 yılında transplantasyonu gerçekleştirilen 5 pınanın 4' 2021 yılında canlı bulunmuştur. 2020 yılında su sıcaklığı 22,9°C olarak kaydedilmiştir.



şekil 29. Gelibolu amlık istasyonundaki canlı ve l pınalar (Orijinal)

4.1.20. Avrupa Köprü Örnekleme İstasyonu

40°21.235' N - 26°37.422' E koordinatlarında yer alan Avrupa Köprü örnekleme istasyonu Çanakkale Boğazı'nın Avrupa yakasında en kuzeydeki 3. araştırma sahasıdır. Araştırma yapılan bölgede derinlik ortalama 2 m, maksimum derinlik 8 m olarak kaydedilmiş, su sıcaklığı ise 2021 yılında 27°C olarak ölçülmüştür. İstasyonda 1500 m² lik alan taranmıştır. Dip yapısında deniz çayırı hakimdir. 2020 yılı saha çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pına rastlanmamışken 3 pına canlı olarak kayıt altına alınmıştır. 2021 yılında ise hiç pına gözlenmemiştir.



Şekil 30. Avrupa Köprü örnekleme istasyonu (Orijinal)

4.1.21. Gelibolu Tersane Örnekleme İstasyonu

40°19.228' N - 26°34.793' E koordinatlarında yer alan Gelibolu Tersane örnekleme istasyonunda derinlik ortalama 2 m, maksimum derinlik 7 m olarak kaydedilmiştir. İstasyonda 1500 m² lik alan taranmıştır. Dip yapısı olarak taşlık, kumluk ve eriştelik alanlar mevcut olsa da hakim dip yapısı taşlıktır. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pına sayısı 66 iken 256 pına canlı olarak kayıt altına alınmıştır. 2021 yılında ise 154 ölü 82 canlı ile bu durum olumsuz yönde değişiklik göstermiştir. 2020 yılında su sıcaklığı 22°C olarak kaydedilmiştir.

4.1.22. Cennetkoy Örnekleme İstasyonu

Cennetkoy örnekleme istasyonu 40°17.656' N - 26°31.592' E koordinatlarında bulunmaktadır. Araştırma yapılan alanda derinlik ortalama 3 m, maksimum derinlik 12 m olarak kaydedilmiştir. Bu örnekleme istasyonunda 1500 m²'lik alan taranmıştır. Su sıcaklığı 2021 yılında 27°C olarak ölçülmüştür. Bölgede dip yapısı olarak deniz çayırı baskın görünmektedir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pina sayısı 3 iken 8 pina canlı olarak kayıt altına alınmıştır. 2021 yılında ise 3 ölü pina gözlenmişken canlı pinaya rastlanmamıştır. 2020 yılında su sıcaklığı 22,3°C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 31. Cennetkoy istasyonunda bulunan ölü *P. nobilis* kabukları (Orijinal)

4.1.23. Aktepe Örnekleme İstasyonu

Bu örnekleme istasyonu 40°15.693' N - 26°29.193' E koordinatlarında bulunmaktadır. Araştırma yapılan alanda derinlik ortalama 2 m, maksimum derinlik 8 m olarak kaydedilmiştir. Aktepe örnekleme istasyonunda 1500 m²'lik alan taranmıştır. Araştırma sahasında dip yapısı olarak deniz çayırı yoğunlukla gözlenmiştir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pina sayısı 13 iken 37 pina canlı olarak kayıt altına alınmıştır. 2021 yılında yapılan su altı gözlemlerine göre ise hiç pinaya rastlanmamıştır. 2020 yılında su sıcaklığı 22,1°C olarak kaydedilmiştir.

4.1.24. Akbaş Koyu rnekleme İstasyonu

Akbaş Koyu rnekleme istasyonu $40^{\circ}13.818'$ N - $26^{\circ}26.001'$ E koordinatlarında bulunmaktadış. Araştırma yapılan alanda derinlik ortalama 1 m, maksimum derinlik 5 m olarak kaydedilmiştir. Sığ derinlik konturuna sahip olmasından dolayı bu istasyonda çizgi hat kurulduktan sonra serbest dalış yöntemiyle örnekleme yapılmıştır. Akbaş koyu örnekleme istasyonunda 1500 m^2 'lik alan taranmıştır. Araştırma sahasında dip yapısı olarak deniz ayırı hakimdir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre l pına sayısı 87 iken 76 pına canlı olarak kayıt altına alınmıştır. 2021 yılında yapılan su altı gözlemlerine göre ise l pına sayısı 21 canlı pına sayısı 20 olarak kaydedilmiştir. Bölgenin korunaklı olması, sığ derinlik yapısından ötürü tekne trafiğinden fazla etkilenmemesi sonucu iki yılda farklılık gözlenmediği düşünülebilir. 2020 yılında su sıcaklığı $21,7^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir.

4.1.25. Bigalı Kalesi rnekleme İstasyonu

$40^{\circ}12.526'$ N - $26^{\circ}22.813'$ E koordinatlarında bulunmaktadış. Araştırma yapılan alanda derinlik ortalama 3 m, maksimum derinlik 12 m olarak kaydedilmiştir. Derin ve eğimli bir dip yapısına sahip araştırma sahasında akıntı hızı araştırmayı zorlaştırmıştır. Bigalı Kalesi rnekleme istasyonunda 1500 m^2 'lik alan taranmıştır. Dip yapısı olarak taşlık hakimdir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre l pına sayısı 336 iken 27 pına canlı olarak kayıt altına alınmıştır. 2021 yılında yapılan su altı gözlemlerine göre ise l pına sayısı 25 canlı pına sayısı 1 olarak kaydedilmiştir. Araştırma sahasının dip topoğrafyasının eğimli, akıntılarının şiddetli olması sebebiyle korunaksız olması ile popülasyonda ciddi azalma olduğu düşünülebilir. 2020 yılında su sıcaklığı $22,2^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 32. Bigalı Kalesi taşlık zemininde bulunan pinalar (Orijinal)

4.1.26. Çamburnu Örnekleme İstasyonu

Bu istasyon, $40^{\circ}9.621' N - 26^{\circ}22.508' E$ koordinatlarında bulunmaktadır. Araştırma yapılan alanda derinlik ortalama 2 m, maksimum derinlik 15 m olarak kaydedilmiştir. Bölgenin eğimli ve akıntılı hidrografik özelliklere sahip olması, tekne ve balıkçılık faaliyetlerinin yoğun olmasından dolayı tüplü dalış riskli görüldüğünden serbest dalış metoduyla araştırma yapılmıştır. Akıntıdan faydalanılarak kıyıya dik değil paralel olarak $1500 m^2$ lik alan taranmıştır. Dip yapısında taşlık hakimdir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pına sayısı 230 iken 6 pına canlı olarak kayıt altına alınmıştır. 2021 yılında yapılan su altı gözlemlerine göre ise ölü pına sayısı 144 canlı pına sayısı 3 olarak kaydedilmiştir. Bu istasyon Çanakkale Boğazı'nın Avrupa yakasındaki en kritik istasyonu olarak değerlendirilebilir. Kuzeyden güneye doğru inildiğinde pinalar için canlılığın son, güneyden kuzeye doğru çıkıldığında ise ilk bulunduğu istasyon olarak stratejik bir öneme sahiptir. Ayrıca bu durum karşı yakasındaki Çanakkale Marina istasyonu ile aynı veri karakteristiği göstermiştir. Hem 2020 hem de 2021 yılındaki arazi çalışmaları için de Avrupa yakasındaki canlılığın ilk görüldüğü istasyon Çamburnu olarak sabit kalmışken, Anadolu yakası için de Çanakkale Marina istasyonu olarak stabil kalmıştır. 2020 yılında su sıcaklığı $21,7^{\circ}C$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 33. Çamburnu istasyonundaki canlı pina örneği (Orijinal)

4.1.27. Havuzlar Örnekleme İstasyonu

Havuzlar örnekleme istasyonu, $40^{\circ}7.286'$ N - $26^{\circ}20.697'$ E koordinatlarında bulunmaktadır. Derinlik ortalama 3 m, maksimum derinlik 15 m olarak kaydedilmiştir. Bölge eğimli ve balıkçılıkta yar diye tabir edilen bir dip yapısına sahiptir. 1500 m²'lik alan taranmıştır. Dip yapısında deniz çayırları hakimdir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pina sayısı 820 iken canlı pinaya rastlanılmamıştır. 2021 yılında da bu durum değişiklik göstermemiş, ölü sayısı 692 olarak gözlenmiştir. Bu istasyonda 2021 yılında pinaların çoğu toplam boyunun $\frac{3}{4}$ 'ü zemine gömülü şekilde bulunmuştur. Bu araştırma sahasında hiç canlı pinaya rastlanılmaması, yüksek yoğunlukta ölü pina bulunmaması ve son örneklemede pinaların gömülü vaziyette bulunması pinaların uzun süre önce öldükleri düşüncesini ortaya çıkarabilir. 2020 yılında su sıcaklığı $21,4^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 34. Havuzlar istasyonu 2020 yılı ölü pinalar (Orijinal)

4.1.28. Soğanlıdere Örnekleme İstasyonu

Soğanlıdere örnekleme istasyonu, $40^{\circ}6.185'$ N - $26^{\circ}19.163'$ E koordinatlarında bulunmaktadır. Derinlik ortalama 2 m, maksimum derinlik 8 m olarak kaydedilmiştir. 1500 m² lik alan taranmıştır. Dip yapısında taşlık hakimdir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pına sayısı 1958 iken canlı pinaya rastlanılmamıştır. 2021 yılında da bu durum değişiklik göstermemiş, ölü sayısı 1345 olarak gözlenmiştir. Havuzlar örnekleme istasyonundaki pinaların durumuna benzer bir durum bu istasyonda da görülmektedir. Araştırma sahasında hiçbir canlı pinanın kayıt altına alınamaması ve kitlesel toplu ölümlerinin gözlenmesi neticesinde pına ölümlerinin araştırmadan önce gerçekleştiği düşünülebilir. 2020 yılında su sıcaklığı $21,9^{\circ}\text{C}$ olarak kaydedilmiştir.



Şekil 35. Soğanlıdere istasyonu *P. nobilis* kitlesel ölümleri (Orijinal)

4.1.29. Abide Altı Örnekleme İstasyonu

40°3.033' N - 26°12.927' E koordinatlarında bulunmaktadır. Derinlik ortalama 3 m, maksimum derinlik 8 m olarak kaydedilmiştir. Bölgede scuba dalışı için özel izinle dalış yapılması gerektiğinden ötürü serbest dalış yöntemiyle gözlem yapılmıştır. Sahada akıntı şiddetinin fazla olması da serbest dalış metodunu uygulamayı efektif hale getirmiştir. 1500 m² lik alan taranmıştır. Dip yapısında taşlık hakimdir. 2020 yılı arazi çalışmalarından elde edilen bilgilere göre ölü pina sayısı 62 iken canlı pinaya rastlanılmamıştır. 2021 yılında da bu durum değişiklik göstermemiş, ölü sayısı 5 olarak değişmiştir. 2020 yılında su sıcaklığı 22,5°C olarak kaydedilmiştir.



Şekil 36. Abide Altı örnekleme istasyonu (Orijinal)

4.1.30. Seddülbahir Örnekleme İstasyonu

Son istasyon olarak 30. örnekleme sahası olan Seddülbahir $40^{\circ}2.505' N - 26^{\circ}11.171' E$ koordinatlarında bulunmaktadır. Derinlik ortalama 4 m, maksimum derinlik 12 m olarak kaydedilmiştir. 1500 m² lik alan taranmıştır. Dip yapısında taşlık hakimdir. Araştırma sahasında örnekleme yapılan alanda herhangi bir pinaya rastlanılamamıştır. 2020 yılında su sıcaklığı $22,1^{\circ}C$ olarak kaydedilmiştir.

4.2. 2020 Yılı Saha Bulguları

Çalışmanın ilk aşaması olan 2020 yılında Haziran-Ekim aylarında 30 örnekleme istasyonuna dalışlar gerçekleştirilmiş, CTD prob yardımıyla deniz suyu fiziksel ve kimyasal parametreleri kaydedilmiştir. Tablo 1'de örnekleme istasyonlarının koordinatları, ölü, canlı pina sayıları, ölüm oranları (%) ve yoğunlukları (toplam pina sayısı/100m²) yer almaktadır.

Tablo 1

2020 yılı örnekleme istasyon numaraları, koordinatları, ölü, canlı pina sayıları, ölüm oranları ve yoğunlukları

İstasyon No	İstasyon Adı	Koordinat	Ölü Pina Sayısı	Canlı Pina Sayısı	Ölüm Oranı (%)	Yoğunluk (Toplam pina sayısı /100m ²)
1	Kumkale Askeriye	40°0.482'N - 26°12.367'E	204	0	100	13,60
2	Kumkale Liman	40°0.001'N - 26°15.939'E	1	0	100	0,06
3	Güzelyalı-İntepe	40°1.592'N - 26°19.905'E	2	0	100	0,13
4	Dardanos	40°4.494'N - 26°21.474'E	19	0	100	1,26
5	Kepez	40°6.357'N - 26°23.899'E	54	0	100	3,60
6	Kıyı Avm	40°7.360' N - 26°24.560'E	2	0	100	0,13
7	Yenikordon	40°7.846'N - 26°24.397'E	181	0	100	12,06
8	Megabeach	40°8.458'N - 26°23.975'E	5	0	100	0,33
9	Çanakkale Marina	40°9.140'N - 26°24.298'E	32	18	64	6,66
10	Karacaören Altı	40°11.877'N - 26°27.060'E	65	43	60,19	7,20
11	Çoraklık Burnu	40°12.461'N - 26°29.647'E	185	58	76,13	16,20
12	Yapıldak	40°14.249'N - 26°32.557'E	154	79	66,09	15,53
13	Umurbey	40°16.237'N - 26°33.851'E	193	194	49,87	51,66
14	Suluca	40°17.437'N - 26°36.898'E	6	11	35,29	1,13
15	Köprü Lapseki	40°19.751'N - 26°39.199'E	36	48	42,86	5,60
16	Lapseki Dalyan Burnu	40°21.929'N - 26°41.439'E	48	164	22,64	14,13
17	Çardak Vts Kulesi	40°24.220'N - 26°45.465'E	2	8	20	0,66
18	Gelibolu Askeriye	40°25.847'N - 26°41.704'E	0	0	-	0
19	Gelibolu Çamlık	40°24.197'N - 26°38.510'E	8	72	10	5,33
20	Avrupa Köprü	40°21.235'N - 26°37.422'E	0	3	0	0,20
21	Gelibolu Tersane	40°19.228'N - 26°34.793'E	66	256	20,5	21,46
22	Cennetkoy	40°17.656'N - 26°31.592'E	3	8	27,27	0,73

Tablo 1' in devamı

23	Aktepe	40°15.693'N - 26°29.193'E	13	37	26	3,33
24	Akbaş Koyu	40°13.818'N - 26°26.001'E	87	76	53,37	10,86
25	Bigalı Kalesi	40°12.526'N - 26°22.813'E	336	27	92,56	24,20
26	Çamburnu	40°9.621'N - 26°22.508'E	230	6	97,46	15,73
27	Havuzlar	40°7.286'N - 26°20.697'E	820	0	100	54,66
28	Soğanlıdere	40°6.185'N - 26°19.163'E	1958	0	100	130,53
29	Abide Altı	40°3.033'N - 26°12.927'E	62	0	100	4,13
30	Seddülbahir	40°2.505'N - 26°11.171'E	0	0	-	0

Tablo 2

Ctd prob ölçümlerinden elde edilen deniz suyunun bazı fiziksel ve kimyasal parametreleri

Tarih	İstasyon No	Derinlik(m)	Tuzluluk (ppt)	Su Sıcaklığı (°C)	pH	Oksijen Düzeyi(mg/l)
29.08.2020	1	0,911	26,00	22,03	7,84	7,78
29.08.2020	2	0,636	25,91	21,30	7,89	7,90
28.09.2020	3	0,703	27,58	21,44	7,74	7,90
3.07.2020	4	0,961	26,61	22,86	7,97	7,80
28.09.2020	5	0,923	23,03	22,86	7,74	7,80
4.10.2020	6	0,852	23,63	22,75	8,01	7,78
4.10.2020	7	0,967	23,74	22,30	8,08	7,78
4.10.2020	8	1,097	24,01	22,29	7,97	7,50
1.07.2020	9	2,417	22,71	24,94	8,05	7,37
2.07.2020	10	0,591	22,52	25,70	8,17	7,37
2.07.2020	11	0,663	22,53	25,55	8,17	7,64
2.07.2020	12	0,83	22,65	23,72	8,08	7,50
30.06.2020	13	0,361	22,52	24,23	8,14	7,64
25.09.2020	14	0,962	22,49	23,67	8,10	7,64
25.09.2020	15	1,072	22,41	23,96	7,71	7,70
28.09.2020	16	1,131	22,52	22,93	7,82	7,70
28.09.2020	17	1,014	22,52	22,93	7,80	7,88
29.09.2020	18	1,073	22,56	22,66	7,71	7,88
29.09.2020	19	1,023	22,64	22,94	7,86	7,78
29.09.2020	20	0,727	23,01	22,46	7,99	7,78
30.09.2020	21	1,140	23,06	22,02	7,89	7,78
30.09.2020	22	1,231	23,00	22,36	7,89	7,78
30.09.2020	23	0,816	23,05	22,10	7,90	7,90
30.09.2020	24	1,099	23,35	21,78	7,91	7,78
1.10.2020	25	1,084	23,19	22,24	7,85	7,90
1.10.2020	26	1,018	23,42	21,77	7,76	7,90
2.10.2020	27	1,245	24,17	21,49	7,31	7,88
2.10.2020	28	1,068	24,05	21,97	7,78	7,90
2.10.2020	29	0,714	24,81	22,52	8,11	7,90
2.10.2020	30	1,088	24,87	22,18	7,94	7,88

Tablo 3

Ctd cihazı ile deniz suyu iletkenlik ölçüm değerleri

İstasyon No	mS/cm ^f	mS/cm	TDS(g/l)	DO%	pHmV
1	40,61	38,31	26,40	127,5	-93
2	40,46	37,60	26,30	122,3	-95,6
3	42,80	39,90	27,82	130,8	-87,6
4	41,47	39,77	26,96	319,2	-84,6
5	36,40	34,91	23,66	136,4	-87,6
6	37,28	35,67	24,22	172,3	-102,3
7	37,41	35,48	24,31	227,4	-106,7
8	37,79	35,84	24,56	153,1	-100,6
9	36,00	35,96	23,40	255,01	-89,3
10	35,75	23,24	349,7	25,12	-96,1
11	35,77	36,19	23,25	347,1	-96,3
12	35,88	34,99	23,32	300	-90,9
13	35,71	35,16	23,21	319,6	-96,1
14	35,65	34,74	23,17	45,90	-107,7
15	35,54	34,83	23,10	12,10	-86
16	35,68	34,27	23,19	123	-92,2
17	35,68	34,27	23,19	121,4	-90,7
18	35,73	34,14	23,26	115,7	-85,8
19	35,85	34,44	23,30	135,8	-94,3
20	36,37	34,61	23,64	144	-101,2
21	36,43	34,36	23,68	129,5	-95,5
22	36,35	34,52	23,63	153	-96,1
23	36,42	34,41	23,68	134,9	-96,1
24	36,85	34,58	23,95	131,5	-97
25	36,62	34,69	23,80	140,4	-93,8
26	36,95	34,67	24,02	132,1	-88,4
27	38,00	35,46	24,70	129,4	-63,1
28	37,85	35,66	24,60	135,8	-89,9
29	38,93	37,09	25,31	191,2	-108,1
30	39,01	36,90	25,35	165,4	-98,8

Tablo 4

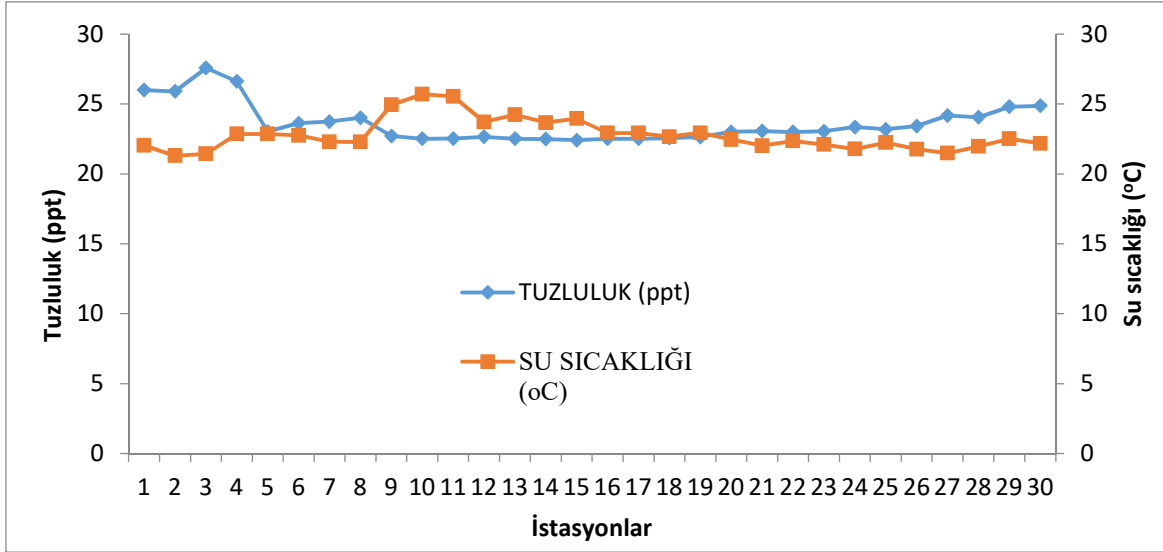
2020 yılı örnekleme istasyonlarında tutulan diğer veriler

İstasyon No	Tarih	Dip Yapısı	Max. Derinlik(m)	Akıntı	Bulanıklık	Taranan Alan(m ²)
1	29.08.2020	Posidonia	9	KUVVETLİ	10 m görüş	1500
2	29.08.2020	Posidonia	10	HAFİF	10 m görüş	1500
3	28.09.2020	Posidonia	10	HAFİF	YOK	1500
4	3.07.2020	Posidonia	10	KUVVETLİ	10 m görüş	1500
5	28.09.2020	Posidonia	7	HAFİF	YOK	1500
6	4.10.2020	Posidonia	6	HAFİF	10 m görüş	1500
7	4.10.2020	Posidonia	6	HAFİF	10 m görüş	1500
8	4.10.2020	Posidonia	5	KUVVETLİ	YOK	1500
9	1.07.2020	Taşlık	4,4	YOK	YOK	750
10	2.07.2020	Posidonia	10	HAFİF	2m görüş	1500
11	2.07.2020	Posidonia	10	HAFİF	3 m görüş	1500
12	2.07.2020	Posidonia	5	HAFİF	YOK	1500
13	30.06.2020	Posidonia	6,5	HAFİF	YOK	750
14	25.09.2020	Posidonia	7	HAFİF	YOK	1500
15	25.09.2020	Posidonia	7	HAFİF	YOK	1500
16	28.09.2020	Posidonia	10	HAFİF	YOK	1500
17	28.09.2020	Posidonia	10	HAFİF	YOK	1500
18	29.09.2020	Kumluk	15	YOK	YOK	1500
19	29.09.2020	Posidonia	7	HAFİF	YOK	1500
20	29.09.2020	Posidonia	8	KUVVETLİ	YOK	1500
21	30.09.2020	Taşlık	7	KUVVETLİ	YOK	1500
22	30.09.2020	Posidonia	12	KUVVETLİ	YOK	1500
23	30.09.2020	Posidonia	8	HAFİF	YOK	1500
24	30.09.2020	Posidonia	5	YOK	YOK	1500
25	1.10.2020	Taşlık	12	KUVVETLİ	YOK	1500
26	1.10.2020	Taşlık	15	KUVVETLİ	YOK	1500
27	2.10.2020	Posidonia	15	HAFİF	YOK	1500
28	2.10.2020	Taşlık	8	KUVVETLİ	YOK	1500
29	2.10.2020	Taşlık	8	KUVVETLİ	YOK	1500
30	2.10.2020	Taşlık	12	KUVVETLİ	YOK	1500

Tablo 5
2020 yılı örnekleme istasyonlarında tutulan diğer veriler-2

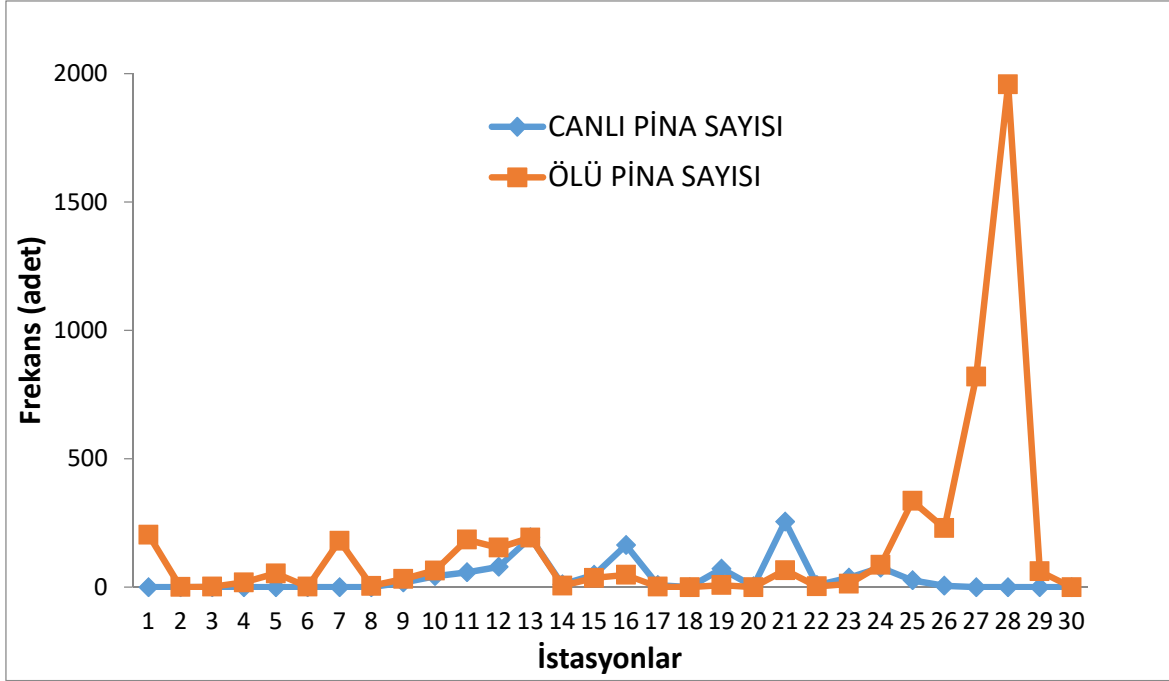
İstasyon No	Tarih	Hava	Hava Sıcaklığı (°C)	Rüzgar Yönü	Rüzgar Hızı(Bofor)	Dalış Süresi(dk)
1	29.08.2020	GÜNEŞLİ	35	POYRAZ	5-7	:30
2	29.08.2020	GÜNEŞLİ	35	POYRAZ	5-7	:40
3	28.09.2020	GÜNEŞLİ	30	LODOS	1-3	:45
4	3.07.2020	GÜNEŞLİ	34	POYRAZ	5-7	:60
5	28.09.2020	GÜNEŞLİ	30	LODOS	1-3	:45
6	4.10.2020	GÜNEŞLİ	30	POYRAZ	3-5	:30
7	4.10.2020	GÜNEŞLİ	30	POYRAZ	3-5	:45
8	4.10.2020	GÜNEŞLİ	30	POYRAZ	3-5	:40
9	1.07.2020	GÜNEŞLİ	34	POYRAZ	3-5	:28
10	2.07.2020	BULUTLU	32	POYRAZ	5-7	:30
11	2.07.2020	BULUTLU	32	POYRAZ	5-7	:30
12	2.07.2020	GÜNEŞLİ	32	POYRAZ	3-5	:50
13	30.06.2020	GÜNEŞLİ	33	POYRAZ	3-5	:95
14	25.09.2020	GÜNEŞLİ	30	LODOS	3-5	:30
15	25.09.2020	GÜNEŞLİ	30	LODOS	3-5	:60
16	28.09.2020	GÜNEŞLİ	28	LODOS	1-3	:70
17	28.09.2020	YAĞMURLU	28	LODOS	1-3	:50
18	29.09.2020	GÜNEŞLİ	28	LODOS	1-3	:30
19	29.09.2020	GÜNEŞLİ	28	LODOS	1-3	:75
20	29.09.2020	GÜNEŞLİ	28	LODOS	1-3	:35
21	30.09.2020	GÜNEŞLİ	27	LODOS	1-3	:80
22	30.09.2020	GÜNEŞLİ	27	LODOS	1-3	:40
23	30.09.2020	BULUTLU	27	LODOS	1-3	:45
24	30.09.2020	GÜNEŞLİ	26	LODOS	1-3	:60
25	1.10.2020	GÜNEŞLİ	27	LODOS	3-5	:60
26	1.10.2020	GÜNEŞLİ	27	LODOS	3-5	:90
27	2.10.2020	GÜNEŞLİ	27	POYRAZ	3-5	:90
28	2.10.2020	GÜNEŞLİ	27	POYRAZ	3-5	:90
29	2.10.2020	GÜNEŞLİ	27	POYRAZ	3-5	:40
30	2.10.2020	GÜNEŞLİ	27	POYRAZ	3-5	:30

Ctd cihazı yardımıyla 2020 yılı Haziran-Ekim ayları arasındaki ölçümlerde deniz suyu tuzluluk ve su sıcaklığı değişimleri istasyonlara göre aşağıdaki grafikte belirtilmiştir (Şekil 37). Bu sonuçlara göre deniz suyu tuzluluğu ‰ 22 ile 28 ppt değerleri arasında, su sıcaklığı ise 21 °C ile 26 °C değerleri arasında yer almıştır.



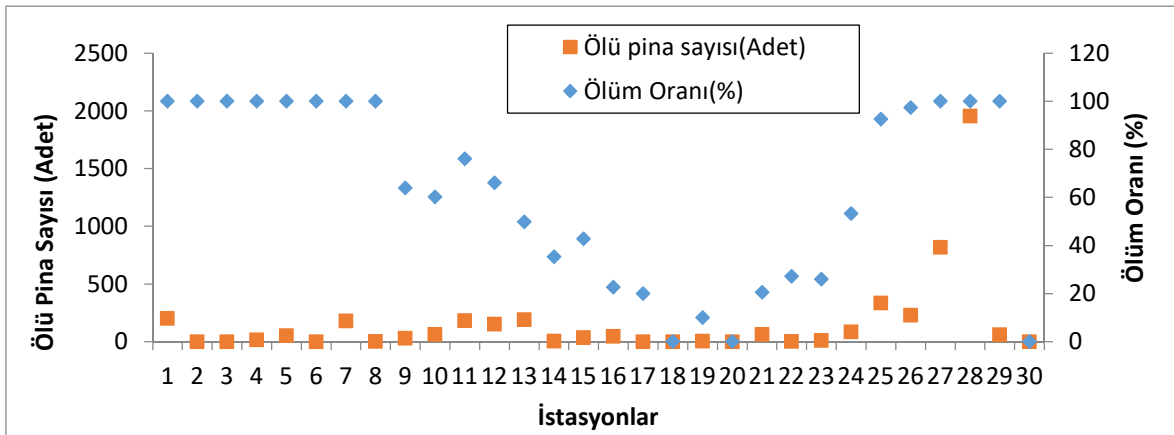
Şekil 37. İstasyonlara göre 2020 yılı (Haziran-Ekim) tuzluluk ve su sıcaklığı değişimi

Çalışmada 2020 ve 2021 yılı verileri incelendiğinde, Çanakkale Boğazı'nın güneyinde bulunan örnekleme istasyonlarında canlılık yokken, kuzey bölgelere doğru gidildikçe bu oranın arttığı tespit edilmiştir. Bütün istasyonlara ait adet bazında canlı ve ölü pına sayılarına ait grafik Şekil 38'de verilmiştir.



Şekil 38. Çanakkale Boğazı örnekleme istasyonlarındaki adet bazında ölü ve canlı pına dağılımları (2020 Haziran-Ekim)

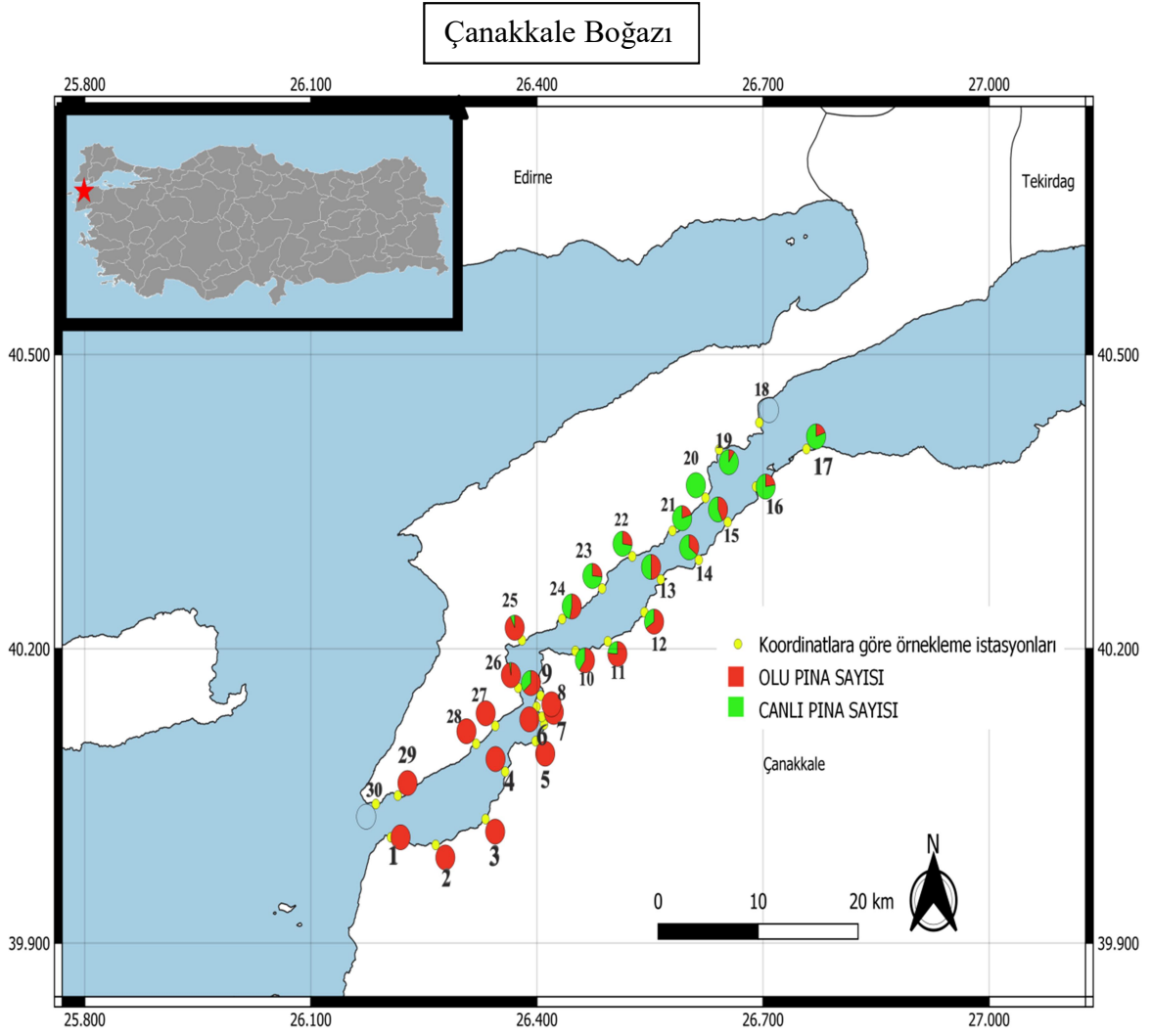
İstasyonlarda gözlemlenen ölü pınaların 2020 Haziran-Ekim ayları arasındaki verileri oransal (%) olarak ve adet bazında grafik oluşturularak değerlendirilmiştir. Soldaki dikey ekseninde ölü pına sayısı adet bazında, sağdaki dikey ekseninde ise pına ölüm oranı yüzdesel olarak gösterilmiştir (Şekil 39).



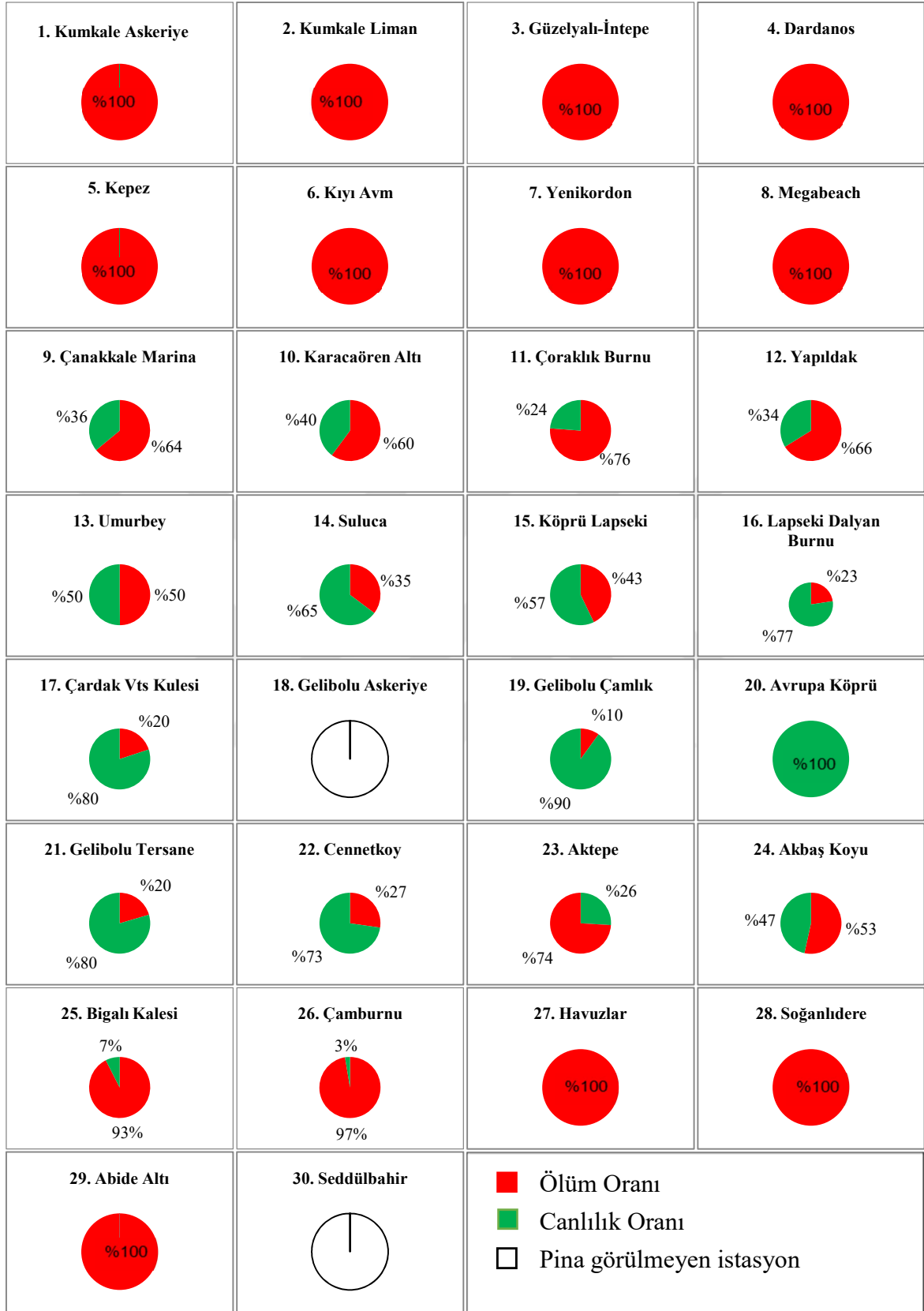
Şekil 39. İstasyonlara göre ölü pına sayısı (adet) ve pına ölüm oranı (%) değişim grafiği (2020 Haziran-Ekim)

2020 yılında 30 örnekleme istasyonunda dalış yapılarak 1543 dakika dip zamanı harcanmıştır. Çalışmanın yapıldığı istasyonlarda gözlemlenen ölü pına sayısı 4772, canlı pına sayısı 1108, toplam pına sayısı 5880 olarak kayıt edilmiştir. Bu verilere göre toplamda ölüm oranı %81,15 iken canlılık oranı ise; %18,84 olarak bulunmuştur. Su altında 43.500 m²'lik alan taranarak yoğunluk olarak 100 m²'ye ortalama 13,51 adet pına düştüğü hesaplanmıştır. Bu verileri kabaca yorumlamak gerekirse; pınaların durumu açısından Çanakkale Boğazı şu şekilde 3 bölgeye ayrılabilir; Güney bölgesi 1. bölge canlılığın olmadığı bölge, Merkez bölgesi 2. bölge canlılığın başladığı, ölü ve canlı pına popülasyonlarının bir arada bulunduğu bölge, Kuzey bölgesi 3. bölge ise kuzeye doğru giderek artan canlılığın gözlemlendiği bölgelerdir.

Çanakkale Boğazı'ndaki *P. nobilis* popülasyonlarının 2020-2021 ölü/canlı pına oranlarını pasta dilimi şeklinde belirten haritalar Şekil 40 ve 42'de verilmiştir. Haritalar dikkatlice irdelenirse, Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizi'ne yakın kısmında ölüm oranı %100 iken, Marmara Denizi'ne bakan kısımlarda canlılığın artış eğiliminde olduğu anlaşılmaktadır. Aynı zamanda 2020 yılında 30 istasyonun ikisinde hiç pına gözlenmemişken, 2021 yılında beş örnekleme istasyonunda hiç pına gözlemlenmemiştir.

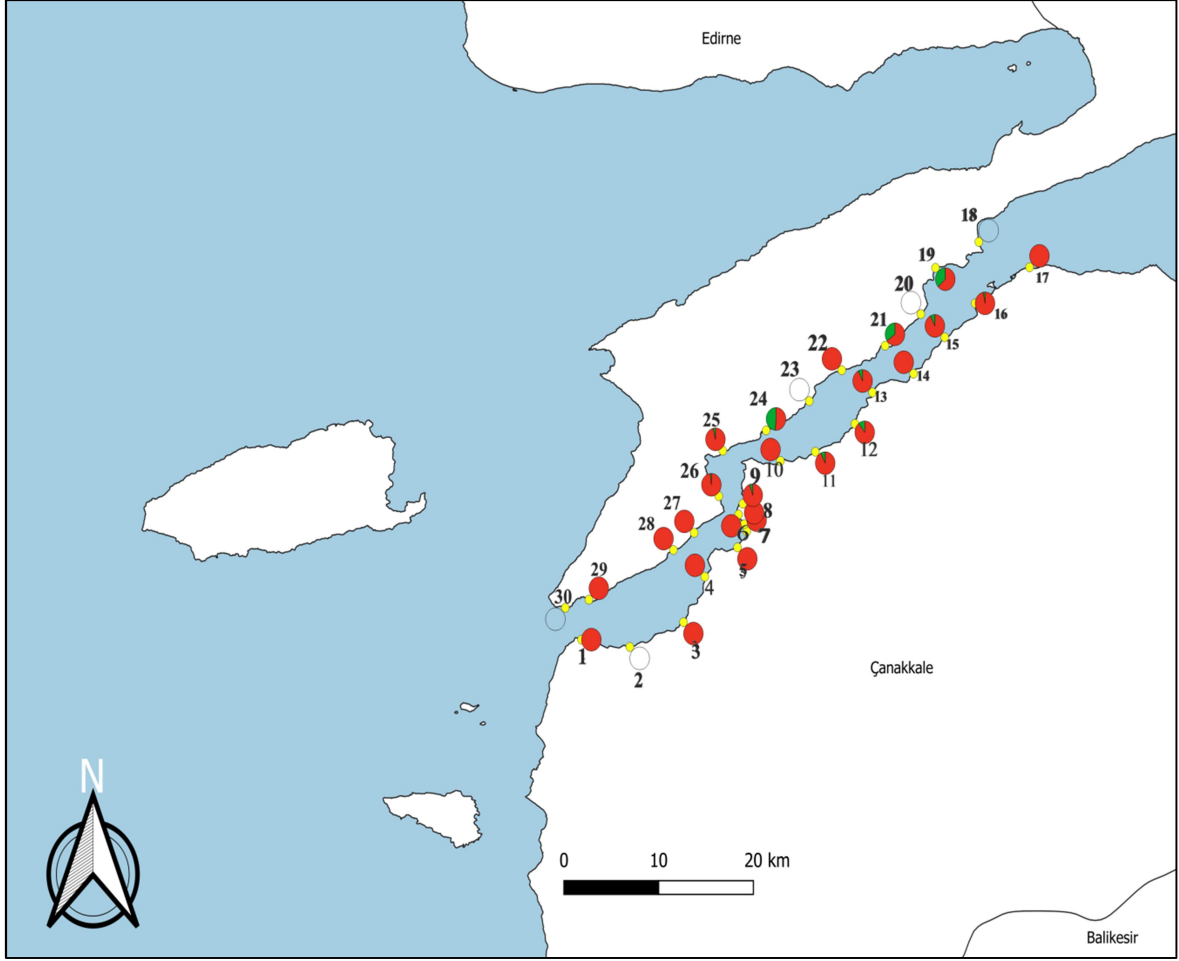


Şekil 40. 2020 yılı koordinatlara göre örnekleme istasyonları ve *P.nobilis* ölü/canlı pina oranlarını gösteren pasta grafikler

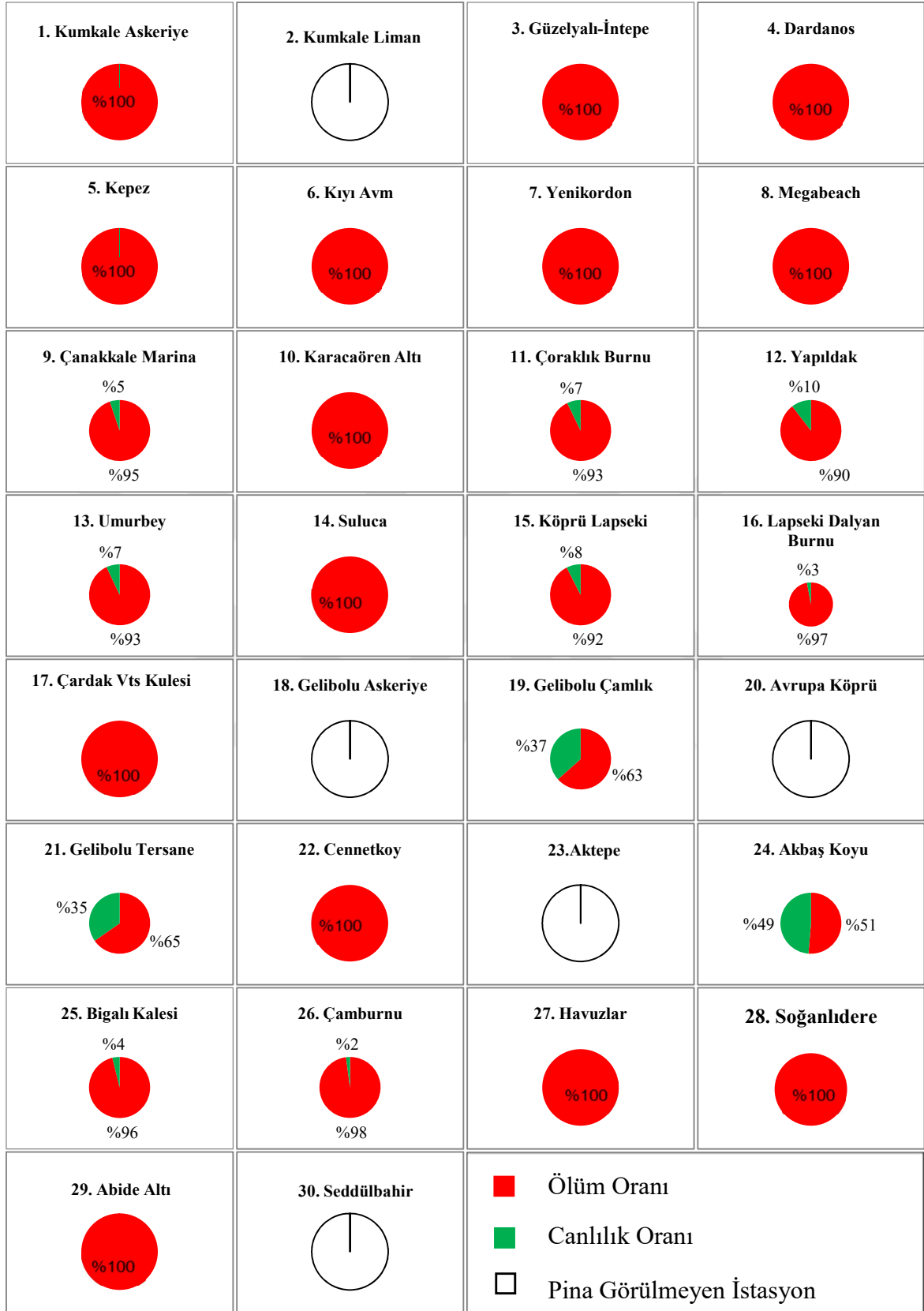


Şekil 41. 2020 yılı örnekleme istasyonları pinaların ölüm ve canlılık oranları pasta grafikleri

Çanakkale Boğazı

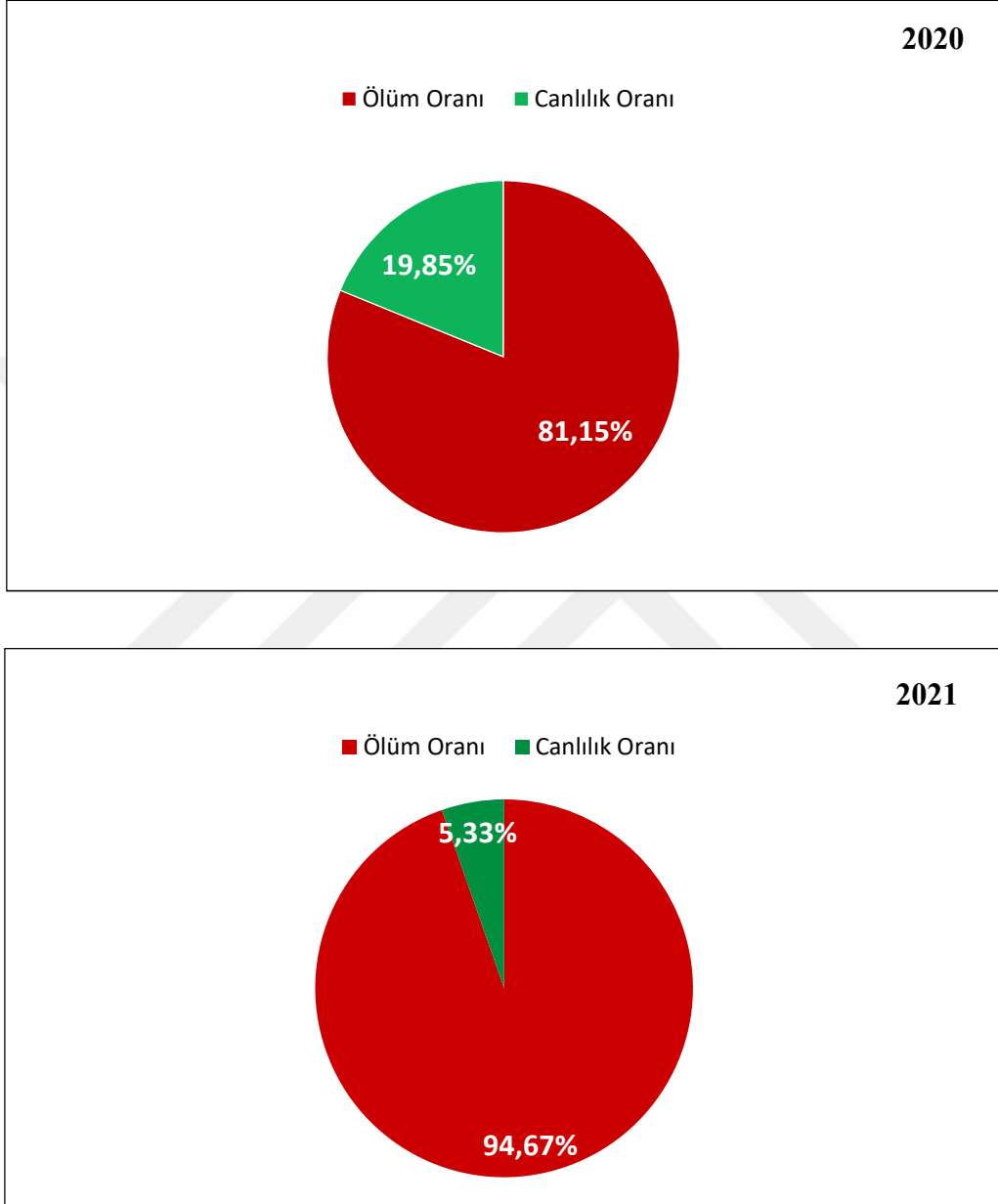


Şekil 42. Koordinatlara göre örnekleme istasyonları ve *P.nobilis* ölü/canlı pına oranlarını gösteren pasta grafikler (2021)



Şekil 43. 2021 yılı örnekleme istasyonları pinaların ölüm ve canlılık oranları pasta grafikleri

Pinalardaki ölüm oranı ise 2020’de %81,15’ten 2021’de %94,67’ye yükselmiştir. Bu oranlar, Şekil 44’te gösterilmiştir.



Şekil 44. 2020-2021 yılı *P. nobilis*’ in Çanakkale Boğazı’ndaki örnekleme istasyonlarından elde edilen verilere göre toplam canlılık ve ölüm oranları

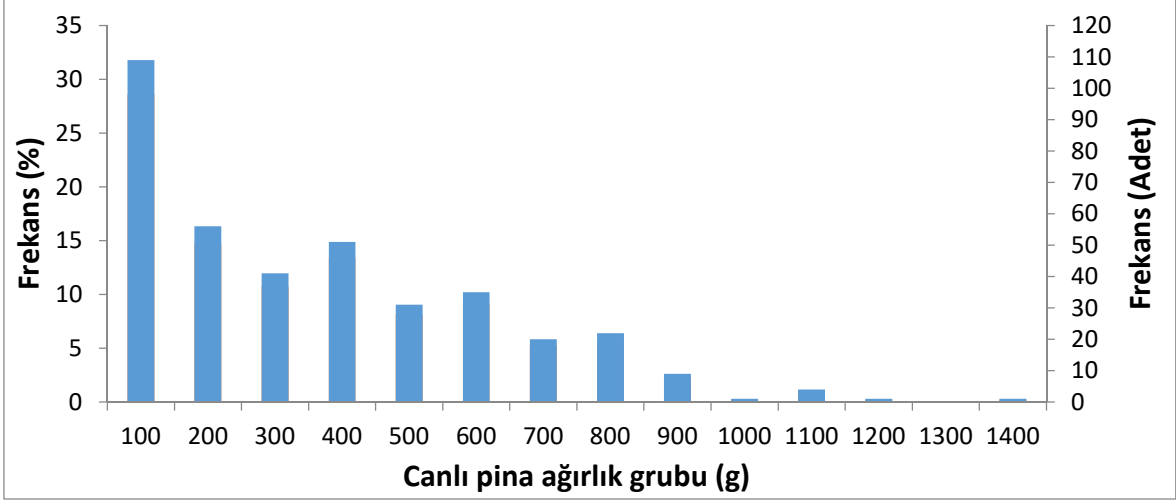
4.2.1. 2020 Saha Çalışmasında Elde Edilen *P. nobilis* Boy – Ağırlık Verileri

Boy-ağırlık verisi alabilmek için yapılan bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nden yasal izin (Tarih: 30.04.2020, Sayı: E.1257197) alınarak gerçekleştirilmiştir. Gözlem yapılan örnekleme istasyonlarında canlı pinalardan bir istasyon için maksimum 40 adet alınmıştır. Araştırma alanı içerisinde hassas terazi ve cetvel ile ölçümler alındıktan sonra dalgıçlar tarafından su altında transplantasyonu gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen ham verilerden frekans grafikleri oluşturulmuştur. Canlı olarak alınan *P. nobilis*'lerin boy-ağırlık ilişkileri regresyonu $W=aL^b$ (Ricker, 1975) formülü ile incelenmiştir.

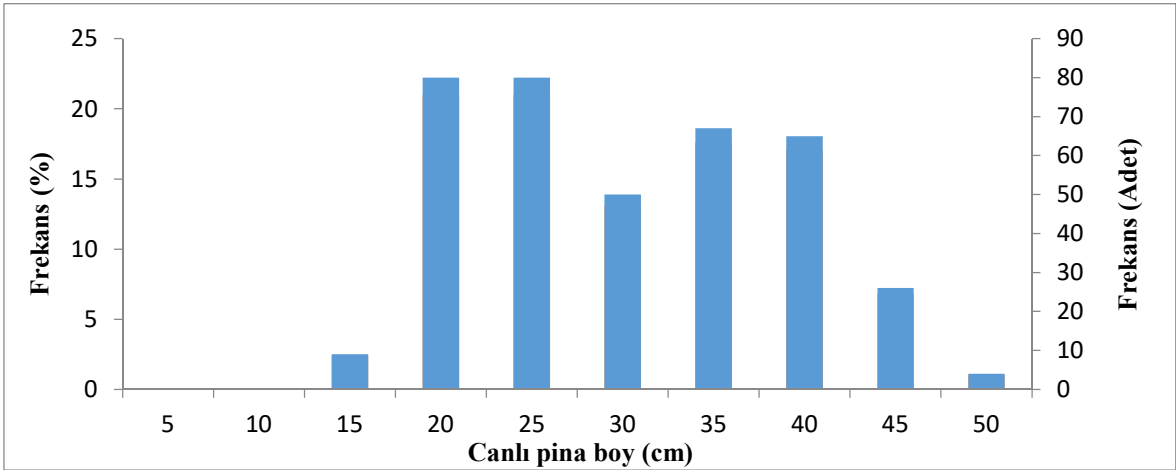
4.2.2. Boy-Ağırlık Frekans Grafikleri

Örnekleme istasyonlarından canlı bir şekilde alınan pinaların kabuk içindeki suları boşaltıldıktan sonra 1 g hassasiyetteki terazide ağırlıkları ölçülmüştür. Ölçüm verilerini değerlendirirken 100'er gramlık farklarla ağırlık sınıfları oluşturulmuştur. En yüksek frekansa sahip ağırlık sınıfı 0-100 gram aralığındadır (Şekil 45).



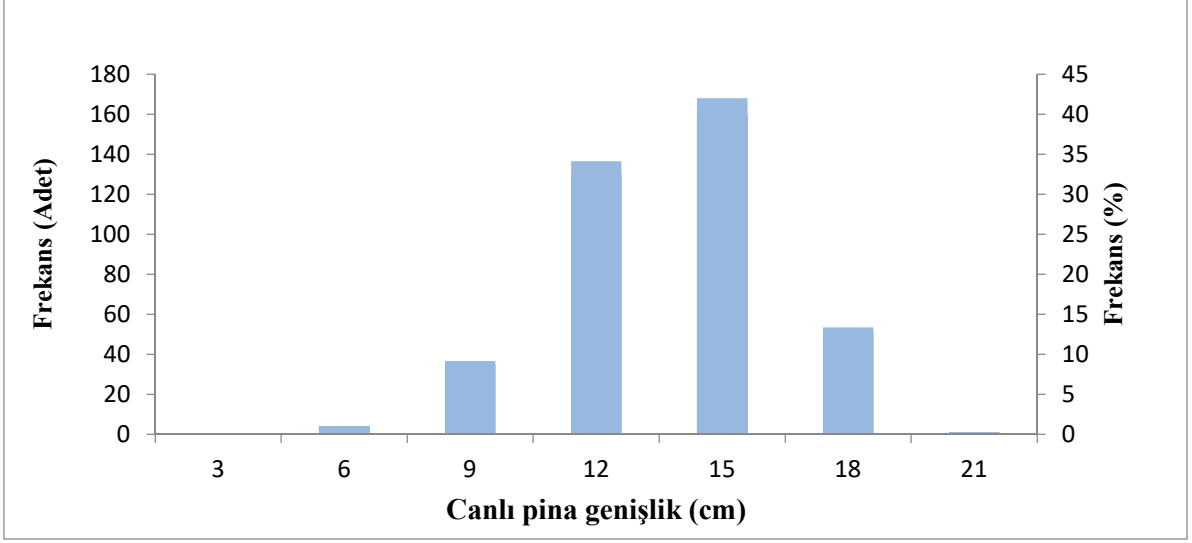
Şekil 45. Canlı pinaların ağırlık(g) sınıflarına göre frekans grafiği

Pinaların boy sınıflandırması 3 harfle ifade edilmiştir ve “**B**” toplam boyu ifade etmektedir. Toplam boy 5 cm aralıklarla gruplandırılmış, en yüksek frekansa sahip boy grubu 15,1 - 20 cm aralığındadır (Şekil 46).



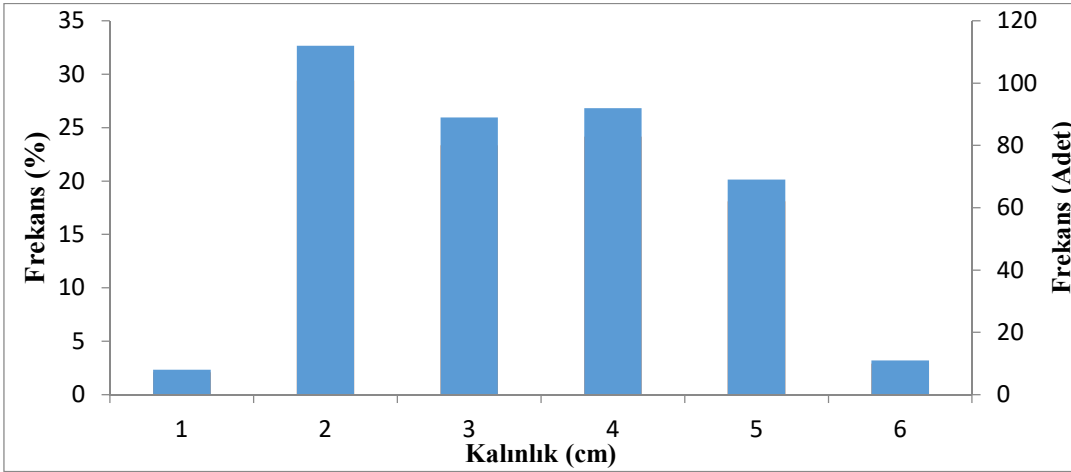
Şekil 46. Canlı pinaların boy (B) sınıflarına göre frekans grafiği

P. nobilis için genişlik sınıflandırması 3 cm aralıklarla yapılmıştır. En yüksek frekansa sahip grup 12,1 - 15 cm aralığında şekil 47’de verilmiştir.



Şekil 47. Canlı pinaların genişlik (G) sınıflarına göre frekans grafiği

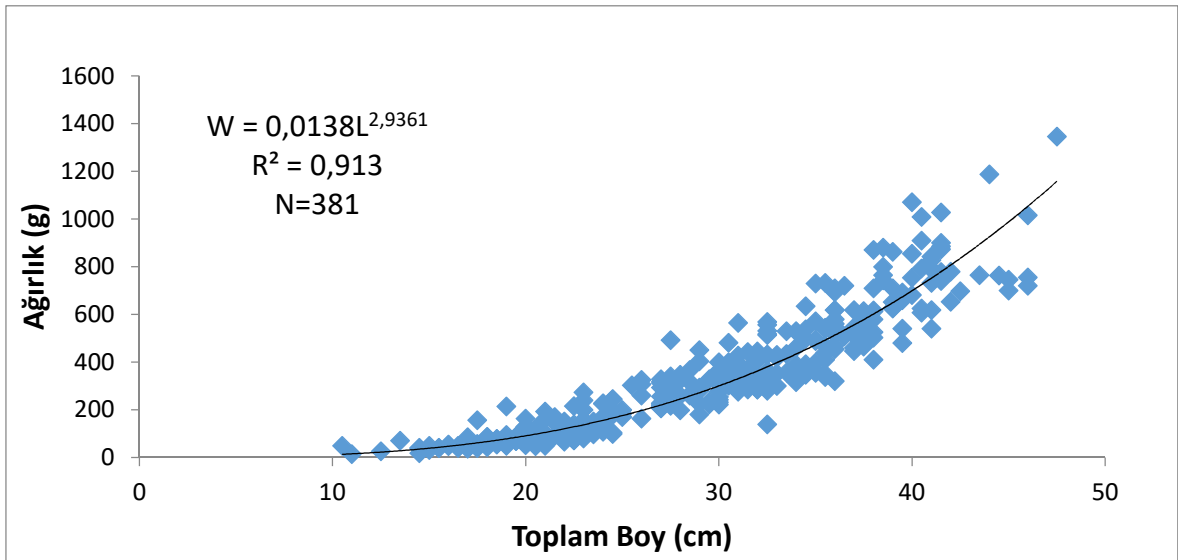
Canlı pına örneklerinden alınan kalınlık (K) değerleri ise birer cm aralıklarla sınıflandırılmıştır. En yüksek frekansa sahip grup 1,1 ile 2 cm aralığındaki değerlere sahip pinalardır (Şekil 48).



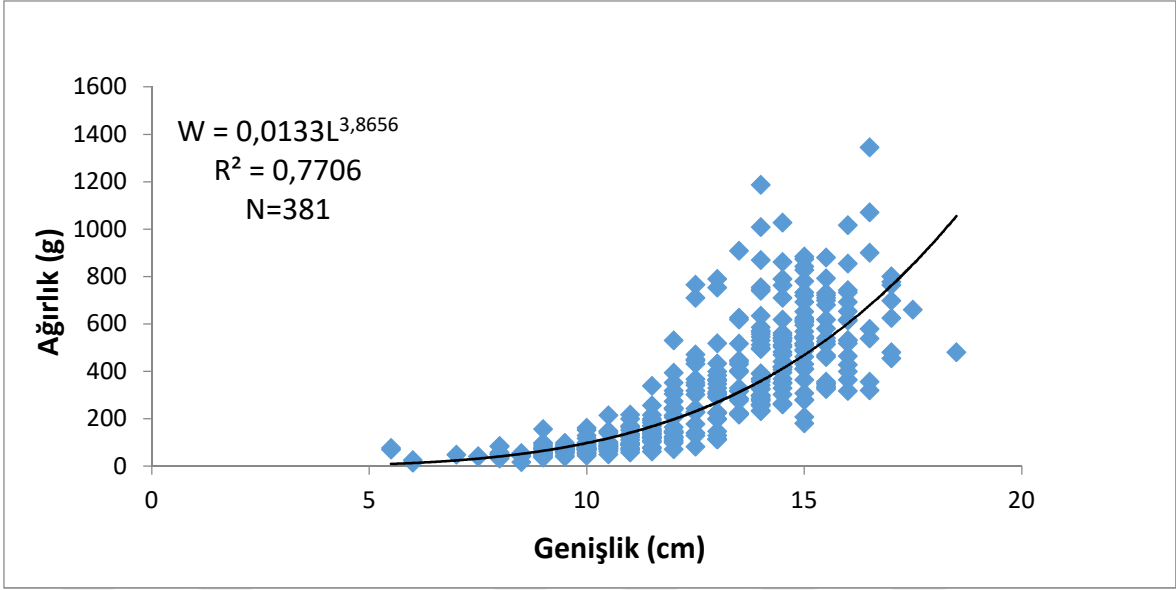
Şekil 48. Canlı pinaların kalınlık (K) sınıflarına göre frekans grafiği

4.2.3. Boy-Ağırlık İlişkisi Grafikleri

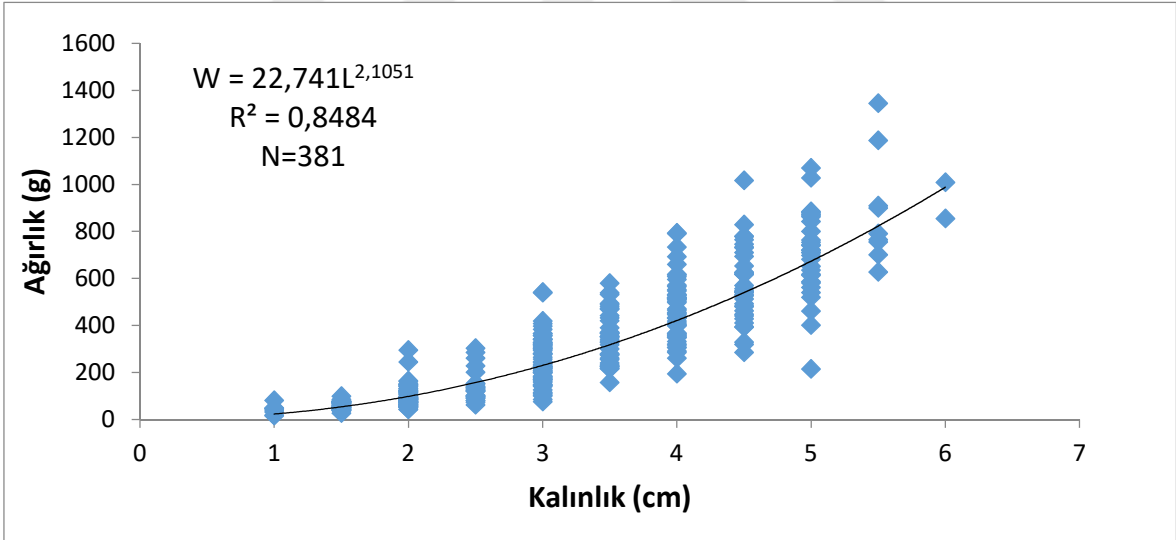
Bu çalışmada; boy-ağırlık denklemleri toplam boy (B) için; $W = 0,0138L^{2,9361}$ ($R^2 = 0,913$), genişlik (G) için; $W = 0,0133L^{3,8656}$ ($R^2 = 0,7706$), kalınlık (K) için; $W = 22,741L^{2,1051}$ ($R^2 = 0,8484$) olarak hesaplanmıştır.



Şekil 49. Canlı pinaların toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



Şekil 50. Canlı pinaların genişlik (G)-ağırlık ilişkisi

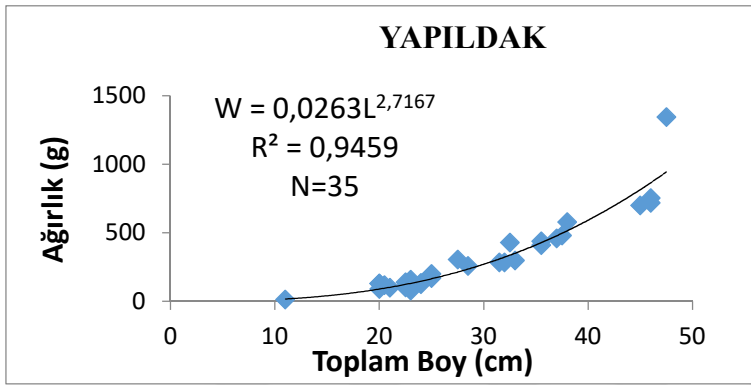


Şekil 51. Canlı pinaların kalınlık (K)-ağırlık ilişkisi

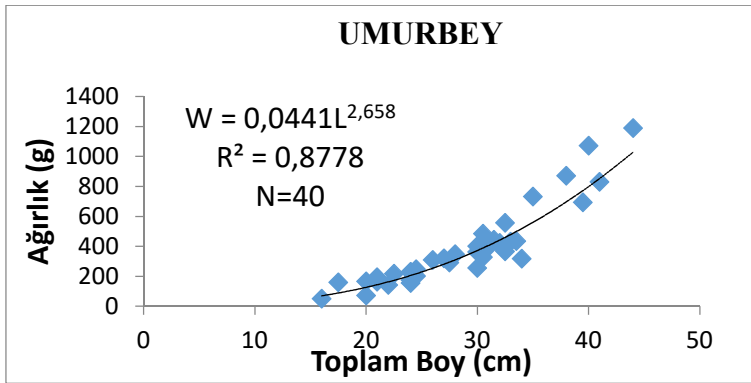
Örnekleme istasyonlarından toplanan 381 canlı pına numunelerinden 10,5 ile 47,5 cm boy (B) aralığında pinalar kaydedilmiştir. Ortalama boy (B) ise $28,10 \pm 8,20$ cm olarak ölçülmüştür. Ölçülen canlı pinaların ağırlığı ise; 15 g ile 1543 g arasında değişmekte olup, ortalama $317,57 \pm 252,99$ g olarak belirlenmiştir. Pına kabuklarının genişliği (G) ise; min. 5,5 max. 18,5 cm olarak tespit edilmiş, ortalama genişlik $12,55 \pm 2,48$ cm olarak tespit

edilmiştir. Canlı pina kabuklarının kalınlığı 1 ile 6 cm arasında değişirken, ortalama kalınlık $3,16 \pm 1,18$ cm olarak gözlemlenmiştir.

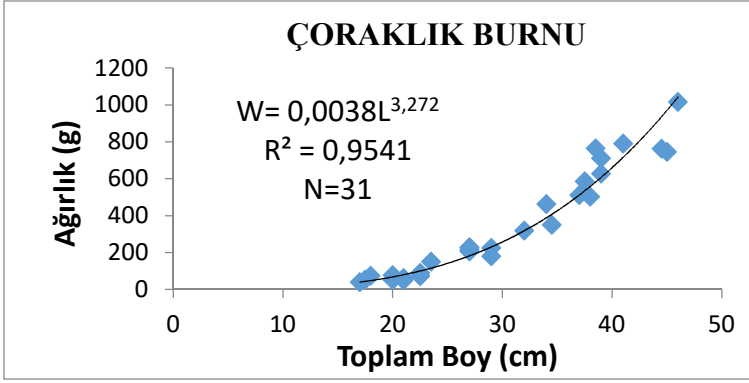
İstasyon bazında toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi regresyon grafikleri aşağıda olduğu gibi hesaplanmıştır:



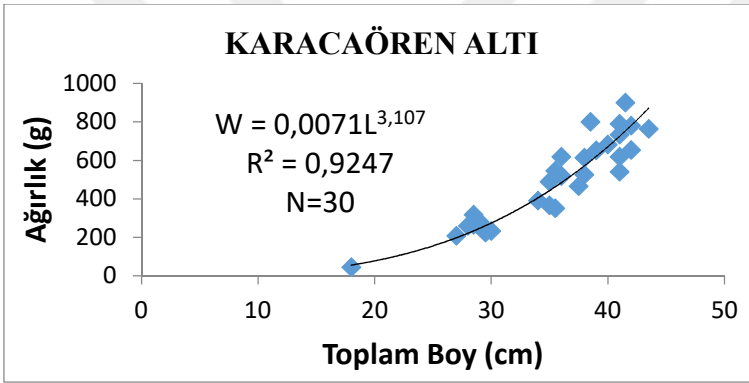
Şekil 52. Yapıldak istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



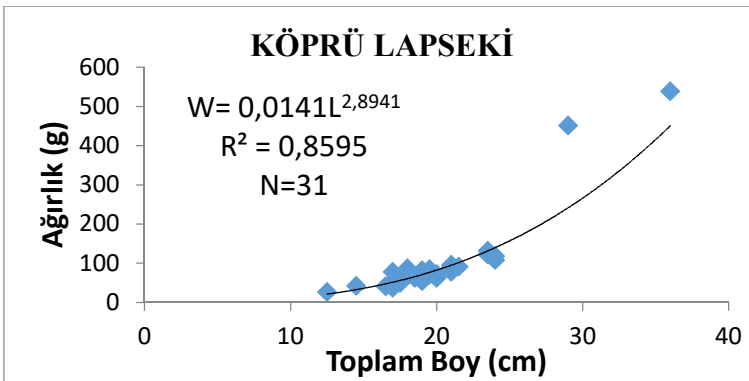
Şekil 53. Umurbey istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



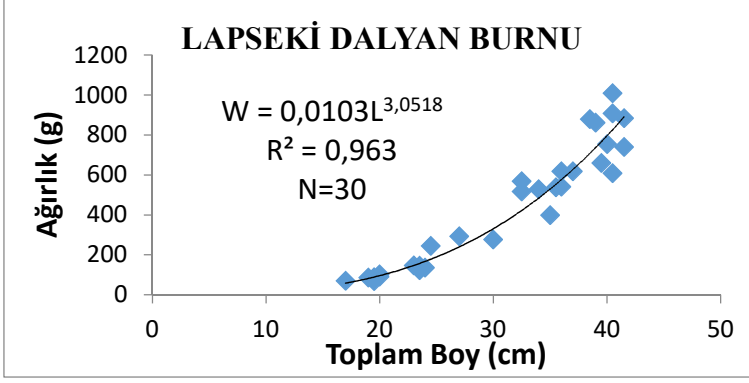
Şekil 54. Çoraklık Burnu istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



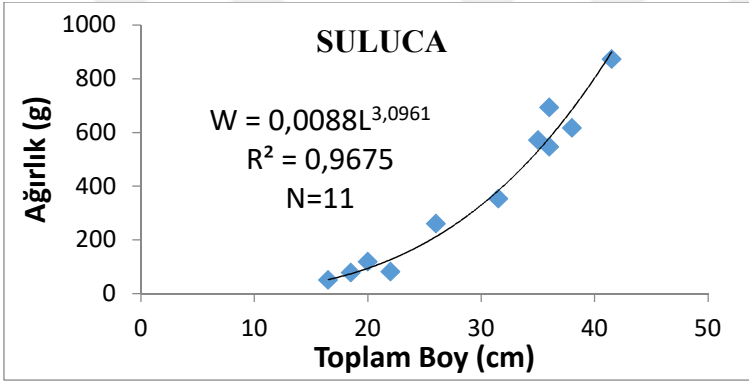
Şekil 55. Karacaören Altı istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



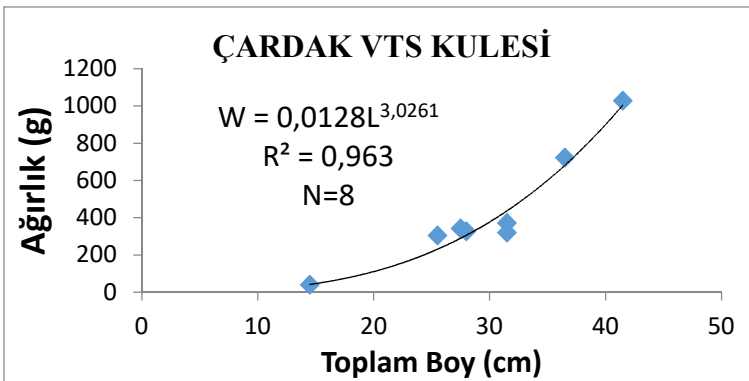
Şekil 56. Köprü Lapseki istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



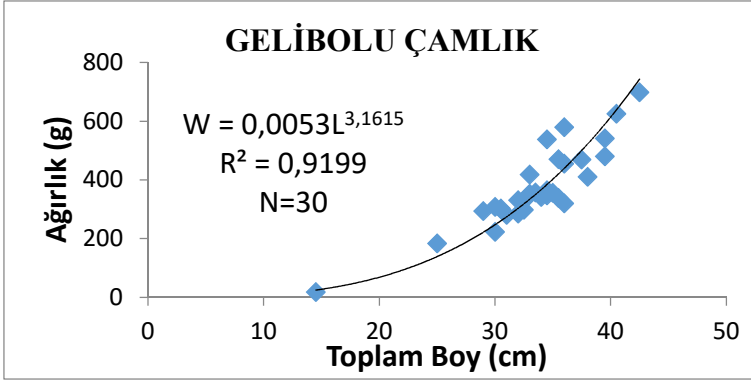
Şekil 57. Lapseki Dalyan Burnu istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



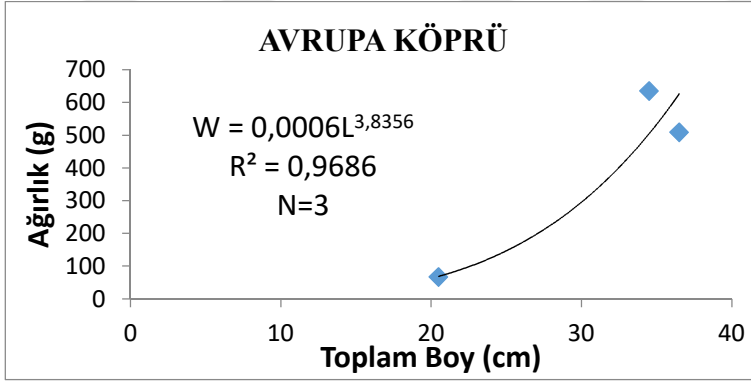
Şekil 58. Suluca istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



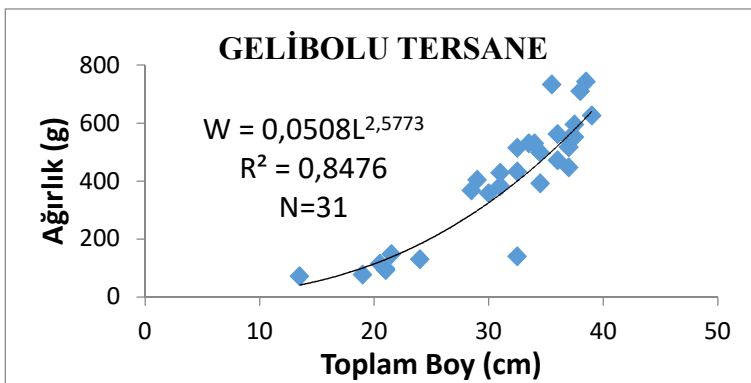
Şekil 59. Çardak Vts Kulesi istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



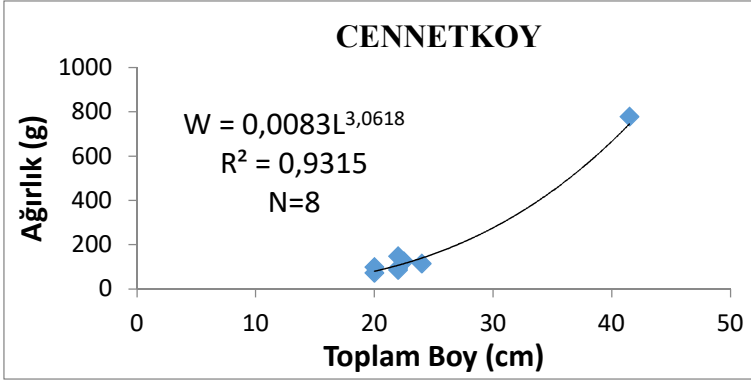
Şekil 60. Gelibolu Çamlık istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



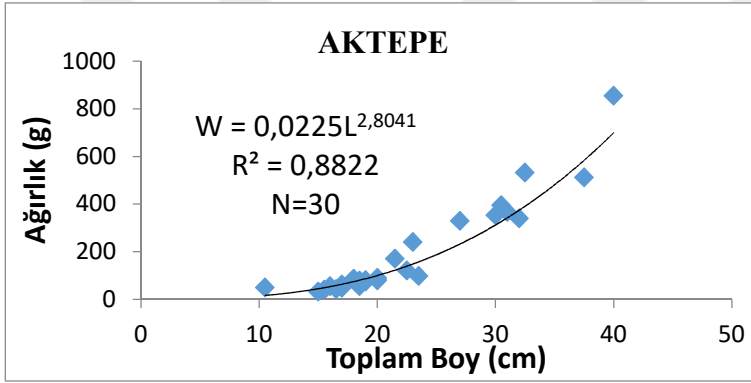
Şekil 61. Avrupa Köprü istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



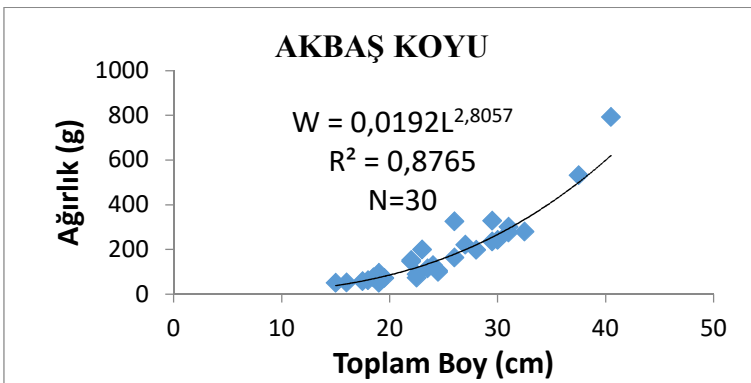
Şekil 62. Gelibolu Tersane istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



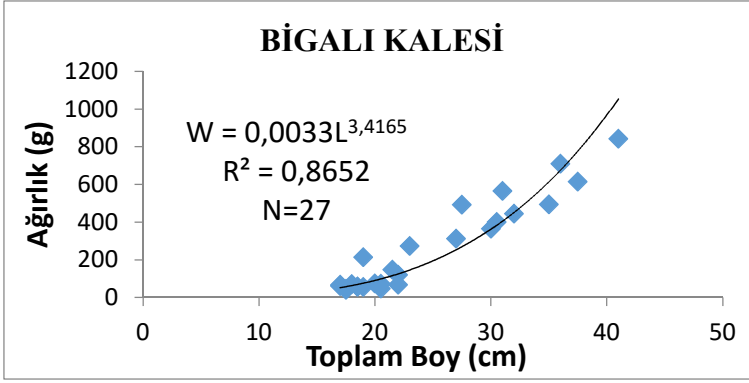
Şekil 63. Cennetkoy istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



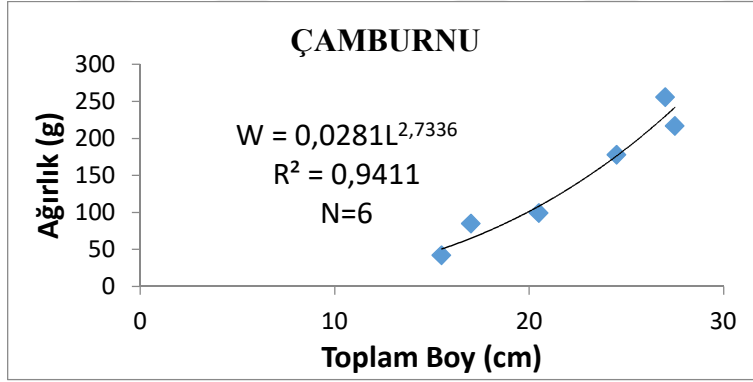
Şekil 64. Aktepe istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



Şekil 65. Akbaş Koyu istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



Şekil 66. Biğalı Kalesi istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi



Şekil 67. Çamburnu istasyonu canlı pinalarda toplam boy (B)-ağırlık ilişkisi

Tablo 6

İstasyonlara Göre Örneklenen Pinalarda Boy-Ağırlık İlişkisi

İSTASYON ADI	a	b	R ²	N
Umurbey	0,0441	2,6580	0,8778	40
Yapıldak	0,0263	2,7167	0,9459	35
Karacaörenaltı	0,0071	3,1070	0,9247	30
Çoraklıkburnu	0,0038	3,2720	0,9541	31
Suluca	0,0088	3,0961	0,9675	11
Köprü Lapseki	0,0141	2,8941	0,8595	31
Lapseki Dalyanburnu	0,0103	3,0518	0,963	30
Çardak Vts Kulesi	0,0128	3,0261	0,963	8
Gelibolu Çamlık	0,0053	3,1615	0,9199	30
Avrupa Köprü	0,0006	3,8356	0,9686	3
Gelibolu Tersane	0,0508	2,5773	0,8476	31
Cennetkoy	0,0083	3,0618	0,9315	8
Aktepe	0,0225	2,8041	0,8822	30
Akbaş Koyu	0,0192	2,8057	0,8765	30
Bigalı Kalesi	0,0033	3,4165	0,8652	27
Çamburnu	0,0281	2,7336	0,9411	6

4.2.4. Elde Edilen Verilerin İstatistiksel Analizleri

2020 yılındaki arazi çalışmasında, veriler arasında ilişki olup olmadığının tespiti için kolerasyon analizi yapılmıştır. Uygun analiz için öncelikle verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığına bakılmıştır. Normal dağılımın sağlandığı analizlerde parametrik yöntemler; normal dağılımın sağlanmadığı analizlerde nonparametrik yöntemlerden uygun olanlar kullanılmıştır.

Pina Ölüm Oranı ile Tuzluluk Arasındaki İlişki Analizi

Tuzluluk ve ölüm oranı verilerinin normal dağılıp dağılmadığına ilişkin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Puanlar Z puanına çevrilerek uç değer temizliği yapılmıştır. Ardından yeniden basıklık çarpıklık değerleri incelenerek verilerin normal dağıldığı analiz edilmiştir. Bu yüzden parametrik yöntemler kullanılmıştır.

Tablo 7

Pinaların ölüm oranı ile deniz suyu tuzluluk değerlerini tanımlayıcı istatistikler

	Tanımlayıcı İstatistikler								
	N (Birey Sayısı)	Minimum Değer	Maksimum Değer	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık		Basıklık	
						İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
Ölüm Oranı	28	,00	1,00	,6658	,35012	-,446	,441	-1,381	,858
Tuzluluk	30	22,41	27,58	23,6187	1,36237	1,515	,427	1,662	,883
Toplam Birey Sayısı (N) (liste halinde)	28								

İstasyonların tuzluluk değerleriyle ölüm oranları arasında bir ilişki olup olmadığını analiz etmek için Pearson Momentler Çarpımı Kolerasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Çıkan sonuca göre; tuzluluk ile ölüm oranları arasında pozitif yönde orta düzeyde bir ilişki olduğu görülmüştür ($r=0,624$) (Tablo 7). Bu sonuçtan hareketle; tuzluluk oranı yükseldikçe ölüm oranlarının da arttığı yorumu yapılabilir.

Pina Ölüm Oranı ile Sıcaklık Arasındaki İlişki Analizi

Sıcaklık ve ölüm oranı verilerinin normal dağılıp dağılmadığına ilişkin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Verilerin normal dağıldığı analiz edilmiştir. Bu yüzden parametrik yöntemler kullanılmıştır. Örneklem istasyonları sıcaklık değerlerini tanımlayıcı istatistikler Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8

Örneklem istasyonları sıcaklık değerlerini tanımlayıcı istatistikler

	Tanımlayıcı İstatistikler								
	N (Birey Sayısı)	Minimum Değer	Maksimum Değer	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık		Basıklık	
						İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
Sıcaklık	30	21,30	25,70	22,7983	1,13747	1,209	,427	1,021	,833
Toplam Birey Sayısı (N) (liste halinde)	30								

İstasyonların su sıcaklık değerleriyle ölüm oranları arasında bir ilişki olup olmadığını analiz etmek için Pearson Momentler Çarpımı Kolerasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Analiz sonucunda sıcaklık değerleriyle ölüm oranları arasında manidar bir ilişki bulunmamıştır (Tablo 9).

Tablo 9

Pinaların ölüm oranı ile deniz suyu sıcaklık değerleri arasındaki korelasyon analizi

		Ölüm Oranı	Sıcaklık
Ölüm Oranı	Pearson Korelasyonu	1	-,352
	Anlamlılık (Sig. 2- tailed)		,066
	N	28	28
Sıcaklık	Pearson Korelasyonu	-,352	1
	Anlamlılık (Sig. 2- tailed)	,066	
	N	28	30

Pina Ölüm Oranı ile Yoğunluk Arasındaki İlişki Analizi

Yoğunluk ve ölüm oranı verilerinin normal dağılıp dağılmadığına ilişkin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Ölüm oranı verileri normal dağılmasına karşın; yoğunluk verilerinin basıklık çarpıklık değerlerinin normal dağılıma uymadığı görülmüştür. Yoğunluk verileri Z puanına çevrilerek uç değer temizliği yapılmıştır. Ardından yeniden basıklık çarpıklık değerleri incelenerek verilerin yine normal dağılmadığı analiz edilmiştir. Bu yüzden nonparametrik yöntemlerden Spearman-Brown Sıra Farkları Kolerasyon Katsayısı kullanılmıştır. Pinaların yoğunluk değerlerini tanımlayıcı istatistikler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

Pinaların yoğunluk değerlerini tanımlayıcı istatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler									
	N (Birey Sayısı)	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık		Basıklık	
		Değer	Değer			İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
Yoğunluk	30	,00	130,53	13,1778	25,00403	3,934	,427	17,609	,833
Toplam Birey Sayısı (N) (liste halinde)	30								

Spearman-Brown Sıra Farkları Kolerasyon Katsayısı analizine göre yoğunluk düzeyiyle ölüm oranları arasında *manidar bir ilişki bulunmamıştır* ($P>0,05$) (Tablo 11).

Tablo 11

Pinaların ölüm oranı ile yoğunluk değerleri arasındaki korelasyon analizi

Korelasyonlar			Ölüm Oranı	Yoğunluk
Spearman's rho	Ölüm Oranı	Korelasyon katsayısı	1,000	,005
		Anlamlılık (Sig. 2- tailed)	.	,982
		N	28	28
	Yoğunluk	Korelasyon katsayısı	,005	1,000
		Anlamlılık (Sig. 2- tailed)	,982	.
		N	28	30

Pina Ölüm Oranı ile pH Değeri Arasındaki İlişki Analizi

Deniz suyundaki pH değeri ve pinaların ölüm oranı verilerinin normal dağılıp dağılmadığına ilişkin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Puanlar Z puanına çevrilerek uç değer temizliği yapılmıştır. Ardından yeniden basıklık çarpıklık değerleri incelenerek verilerin normal dağıldığı analiz edilmiştir. Bu yüzden parametrik yöntemlerden yararlanılmıştır. Örneklem istasyonlarındaki deniz suyu pH değerlerini tanımlayıcı istatistikler Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 12

Örnekleme istasyonlarındaki deniz suyu pH değerlerini tanımlayıcı istatistikler

Tanımlayıcı İstatistikler									
	N (Birey Sayısı)	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık		Basıklık	
		Değer	Değer			İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
pH	29	7,71	8,17	7,9266	,14241	,189	,434	-1,079	,845
Toplam Birey Sayısı (N) (liste halinde)	29								

İstasyonların pH değerleriyle ölüm oranları arasında bir ilişki olup olmadığını analiz etmek için Pearson Momentler Çarpımı Kolerasyon Katsayısı hesaplanmıştır. Analiz sonucunda pH değerleriyle ölüm oranları arasında manidar bir ilişki bulunmamıştır ($P>0,05$)(Tablo 13).

Tablo 13

Pinaların ölüm oranı ile deniz suyu pH değerleri arasındaki korelasyon analizi

Korelasyonlar			
		Ölüm Oranı	pH
Ölüm Oranı	Pearson Korelasyonu	1	,004
	Anlamlılık (Sig. 2- tailed)		,983
	N	28	27
pH	Pearson Korelasyonu	,004	1
	Anlamlılık (Sig. 2- tailed)	,983	
	N	27	29

Canlı Pina ile Tuzluluk Arasındaki İlişki Analizi

Canlı pina ile tuzluluk verilerinin normal dağılıp dağılmadığına ilişkin basıklık ve çarpıklık değerleri incelenmiştir. Canlı pina verisinin normal dağılıma sahip olmadığı görülmüştür. Canlı pinalar ile deniz suyu tuzluluk değerlerini tanımlayıcı istatistikleri Tablo 14’te verilmiştir.

Tablo 14

Canlı pinalar ile deniz suyu tuzluluk değerlerini tanımlayıcı istatistikleri

	N (Birey Sayısı)	Tanımlayıcı İstatistikler							
		Minimum Değer	Maksimum Değer	Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık		Basıklık	
						İstatistik	Standart Hata	İstatistik	Standart Hata
Tuzluluk	30	22,41	27,58	23,6187	1,36237	1,515	,427	1,662	,833
Canlı Pina	30	,00	256,00	36,9333	63,40343	2,295	,427	5,083	,833
Toplam Birey Sayısı (N) (liste halinde)	30								

Canlı pina ile tuzluluk arasında ilişki olup olmadığının analizi için Spearman’s rho değeri hesaplanmıştır. Spearman’s rho kolerasyon katsayısı $-,697$ bulunmuştur. Buna göre, tuzluluk ile pinaların canlılığı arasında *negatif yönde orta düzeyde bir ilişki olduğu görülmektedir* (Tablo 15). Buradan hareketle, canlı pina sayısı arttıkça tuzluluk değerinin düştüğü; canlı pina sayısı azaldıkça tuzluluk değerinin arttığı söylenebilir.

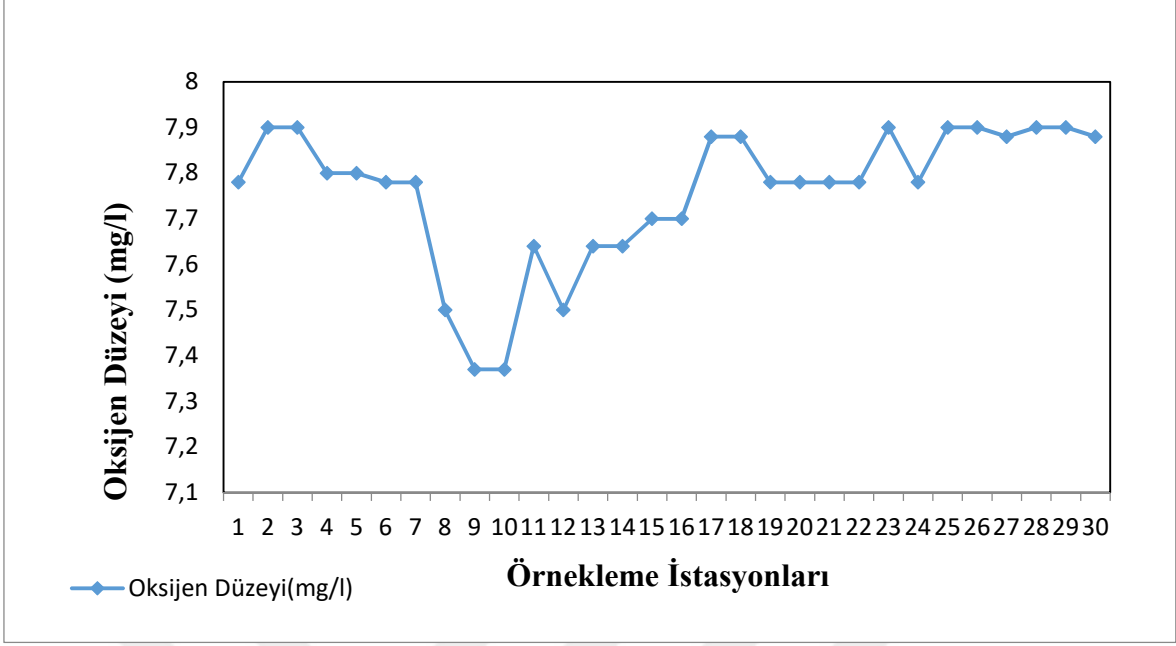
Tablo 15

Canlı pina ile deniz suyu tuzluluk değerleri arasındaki korelasyon analizi

			Tuzluluk	Canlı Pina
Spearman's rho	Tuzluluk	Korelasyon katsayısı	1,000	$-,697^{**}$
		Anlamlılık (Sig. 2- tailed)	.	,000
		N	30	30
	Canlı Pina	Korelasyon katsayısı	$-,697^{**}$	1,000
		Anlamlılık (Sig. 2- tailed)	,000	.
		N	30	30

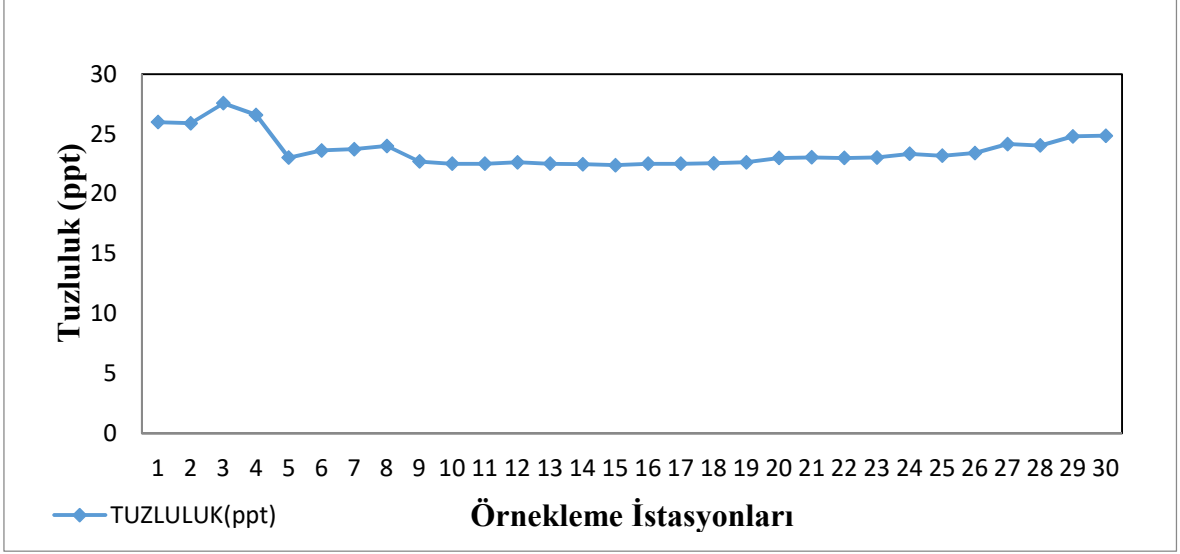
Elde edilen verilere göre en yüksek su sıcaklığı, 25,7°C ile 10. istasyon olan Karacaören Altından (40°11.877' N - 26°27.060' E) 02.07.2021 tarihinde ölçülmüştür. 28.09.2020 tarihinde Güzelyalı-İntepe istasyonunda ise (40°1.592' N - 26°19.905' E) 27,58 ppt tuzluluk ile boğazın en yüksek tuzluluk verisi alınmıştır. Bu istasyonda 2 ölü pına ile ölüm oranı %100 olarak belirlenmiştir. Araştırmalarda örnekleme istasyonları karşılaştırıldığında, Çanakkale Boğazı'nın Avrupa yakasında adet bazında en çok canlı *P. nobilis* bulunan istasyon 256 canlı pına ile Gelibolu tersane (40°19.228' N - 26°34.793' E) iken, Anadolu yakasında 194 pına ile Umurbey istasyonu olmuştur. Su altı görsel sayım metoduyla yapılan sayımlara göre; toplamda en çok pına bulunan istasyonlar sırası ile %100 ölüm oranı ve 1958 pına sayısı ile Soğanlıdere istasyonu olurken, %100 ölüm oranı ve toplamda 820 pına ile Havuzlar istasyonu olarak kaydedilmiştir. En yoğun pına bulunan bu iki istasyonun ikisinde de *P. nobilis* popülasyonları açısından canlılık olmayışı yoğunlukla-ölüm oranı arasında bir ilişki olup olmayacağını düşündürmektedir. Fakat yapılan analizlerde yoğunluk ile toplu ölümler arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Çanakkale Boğazı'nın Anadolu yakasında canlı *P. nobilis*'lerin güneyden kuzeye doğru ilk görüldüğü istasyon Anadolu kıyılarında 9. istasyon olan Çanakkale Marina (40°9.140' N - 26°24.298' E) istasyonu, Avrupa yakasında ise; Çamburnu (40°9.621' N - 26°22.508' E) istasyonudur. İki ayrı yakadaki bu istasyonların koordinat verileri incelendiğinde enlemlerinin birbirine çok yakın olması; *P. nobilis* toplu ölümlerinin Çanakkale Boğazı'nda gelmiş olduğu noktayı belirtmektedir. Kitleli ölümlerin geldiği noktayı daha detaylı belirlemek amacıyla; 27 ana istasyona ek olarak 3 ara istasyon örnekleme (Kepez, Kıyı AVM ve Megabeach) eşit mesafe aralıkları ile eklenmiş olmasına rağmen, bu istasyonlarda canlı pinaya rastlanılmaması Anadolu Yakası'nda Çanakkale Marina istasyonunun ölümlerin ulaştığı sınır olduğunu düşünülmüştür.

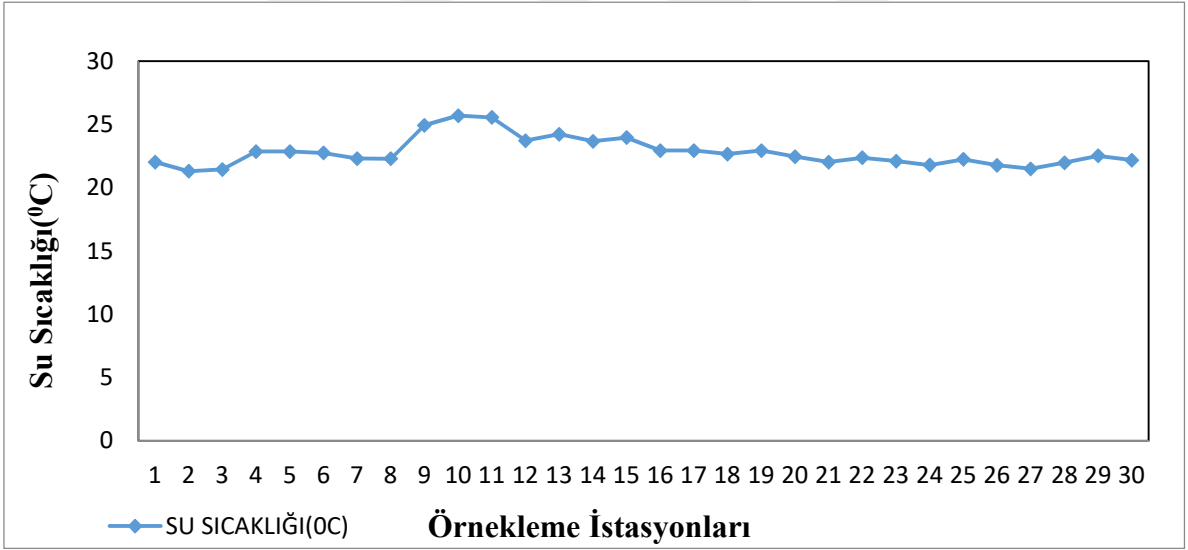


Şekil 68. Örnekleme istasyonlarına göre 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki oksijen düzeyleri(mg/l)

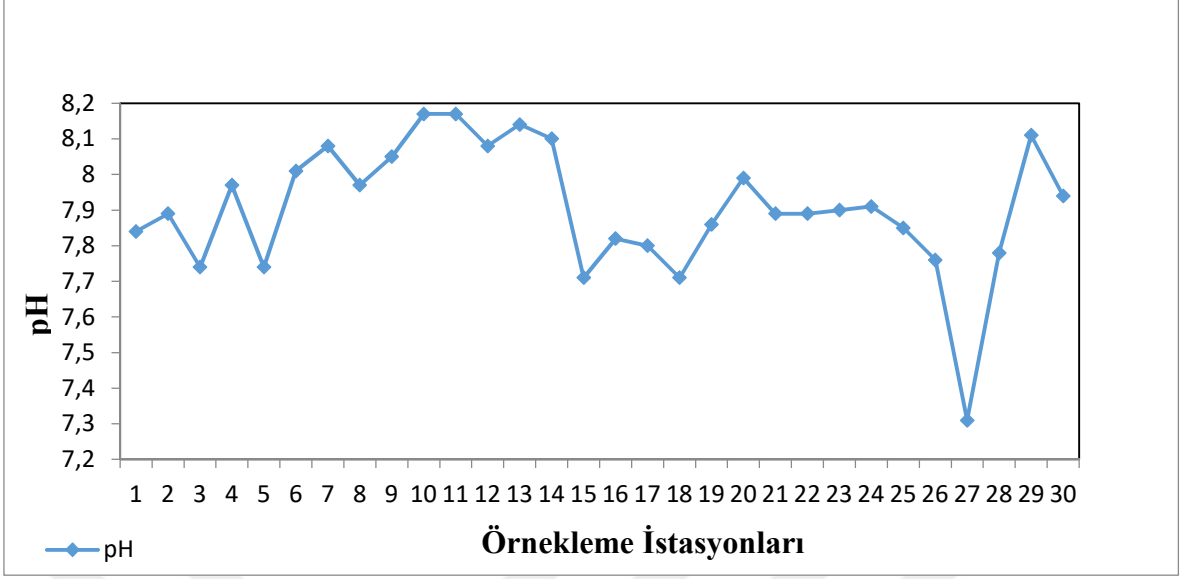
İstasyonlardan Ctd prob yardımıyla alınan su numunesi değerlerine göre oksijen düzeyleri 7,3 ile 8 mg/l arasında değişiklik göstermektedir. Breitburg vd., 2003 yılında yapmış oldukları çalışmada; su sıcaklığı ve çözünmüş oksijenin, tür dağılımını ve popülasyon yoğunluğunu fizyolojik anlamda etkilediğini bulmuşlardır.



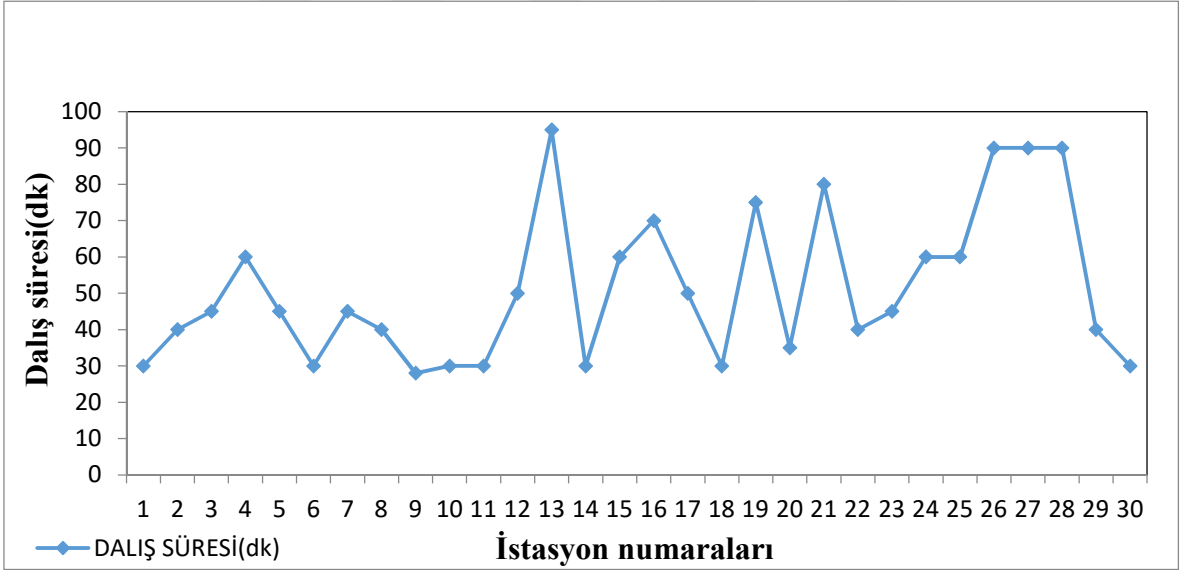
Şekil 69. Örnekleme istasyonlarına göre 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki tuzluluk değerleri grafiği



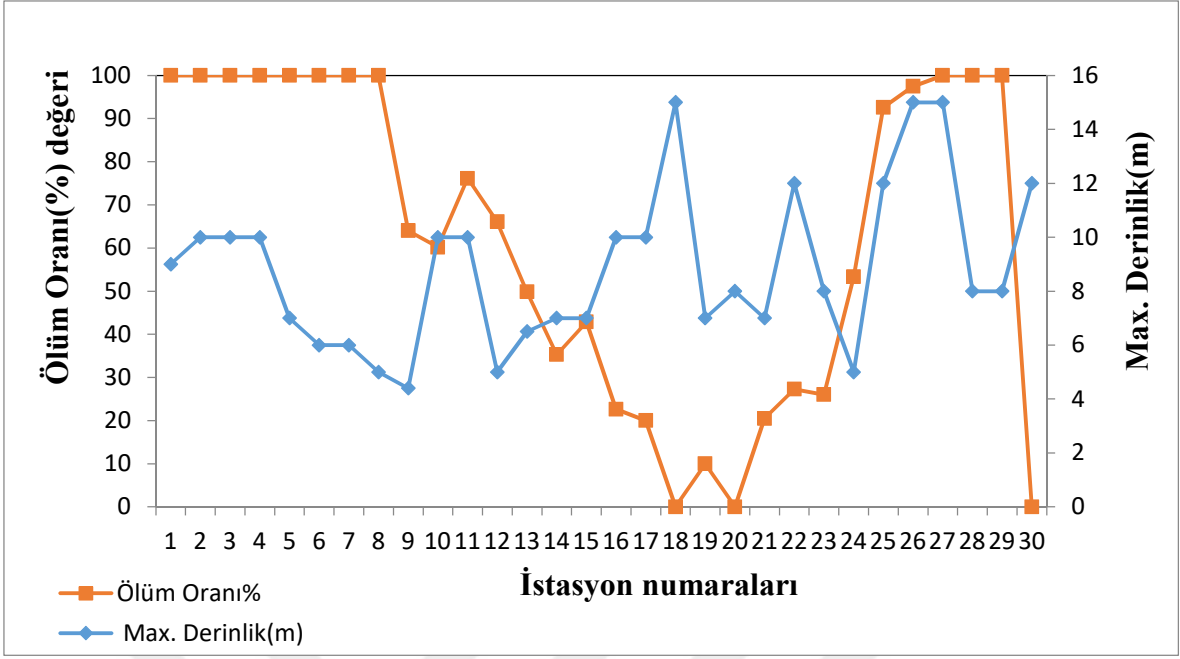
Şekil 70. Örnekleme İstasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki su sıcaklık değerleri(°C)



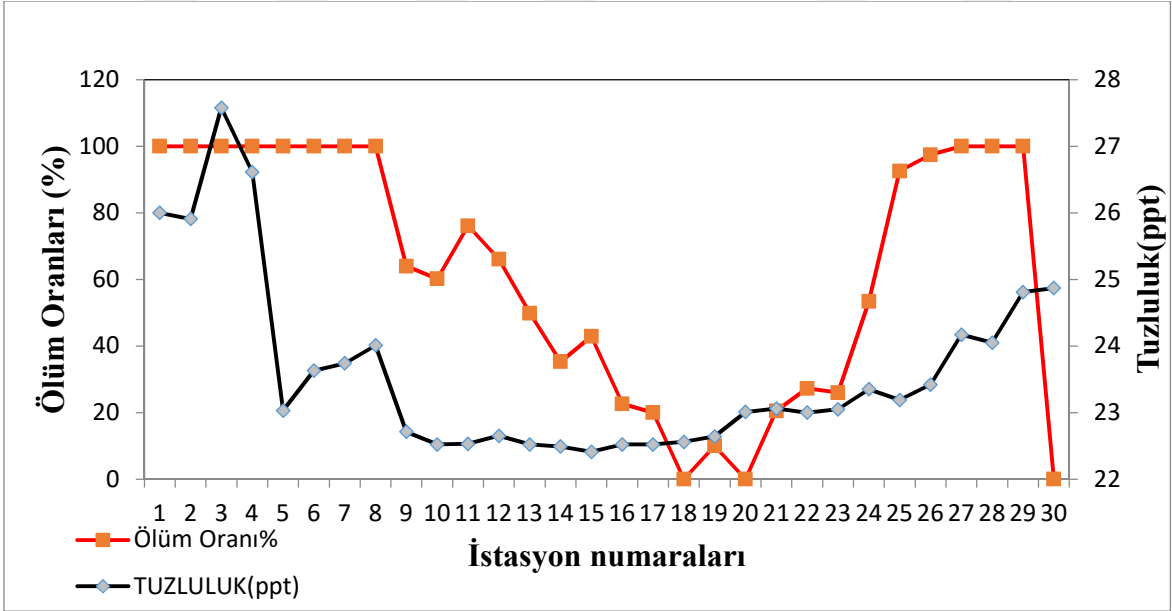
Şekil 71. Örnekleme İstasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki deniz suyu pH değerleri



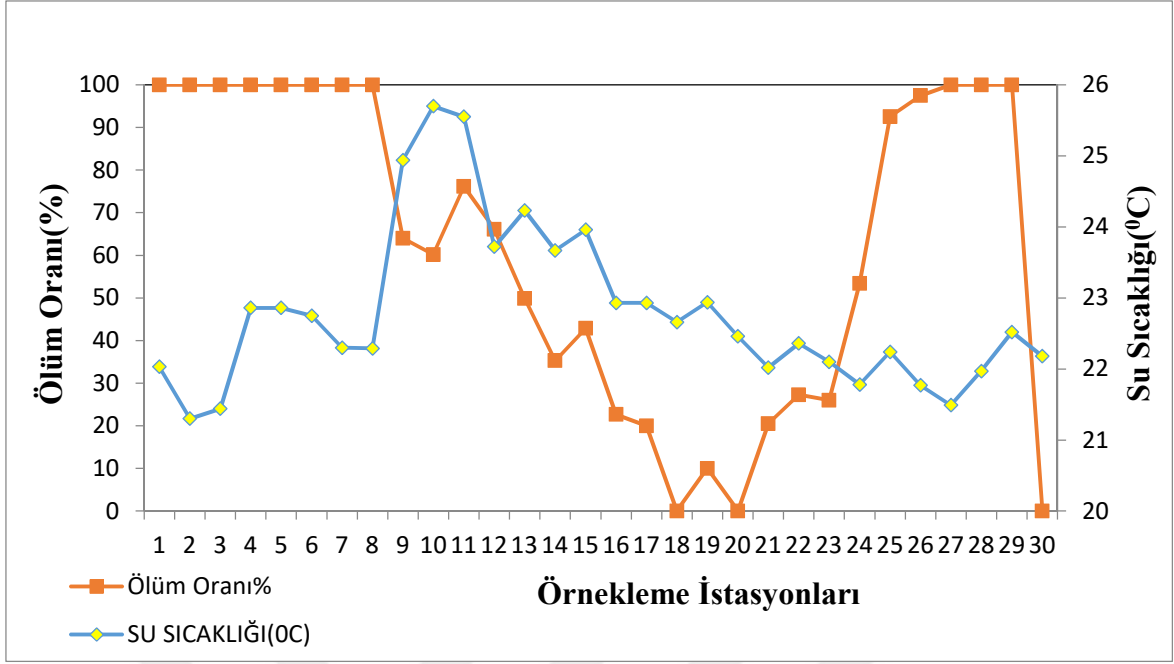
Şekil 72. 2020 yılı örnekleme istasyonları dalış süreleri



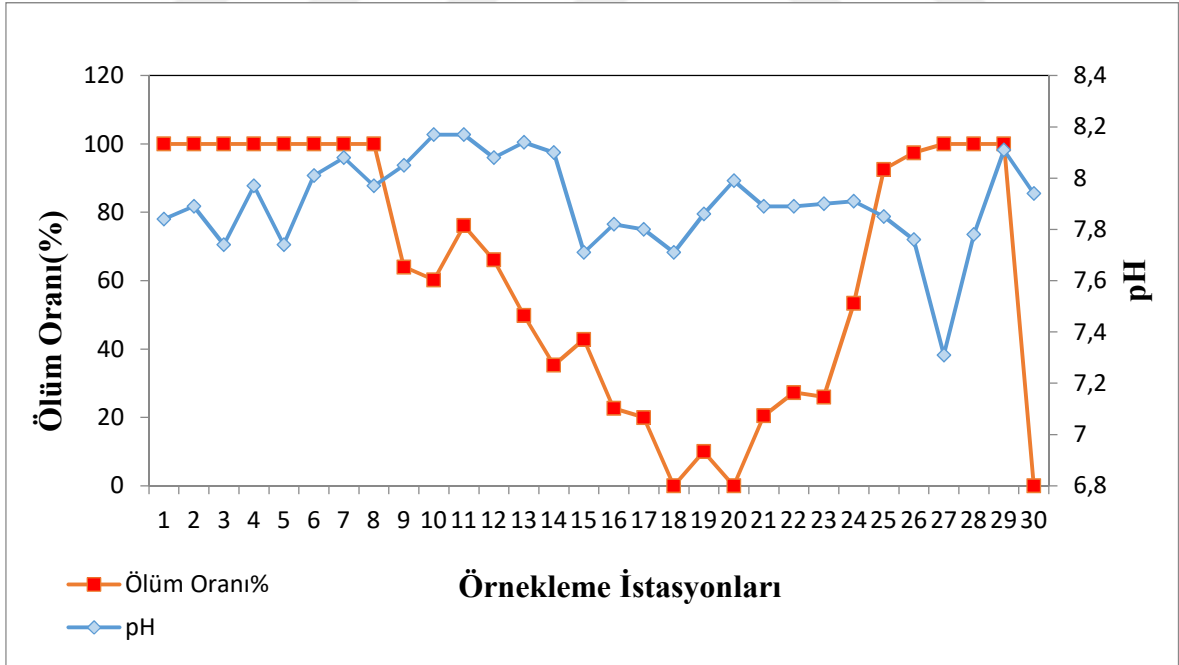
Şekil 73. Örneklemeye istasyonlarına göre 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki maksimum derinlik (m) – ölüm oranı (%) grafiği



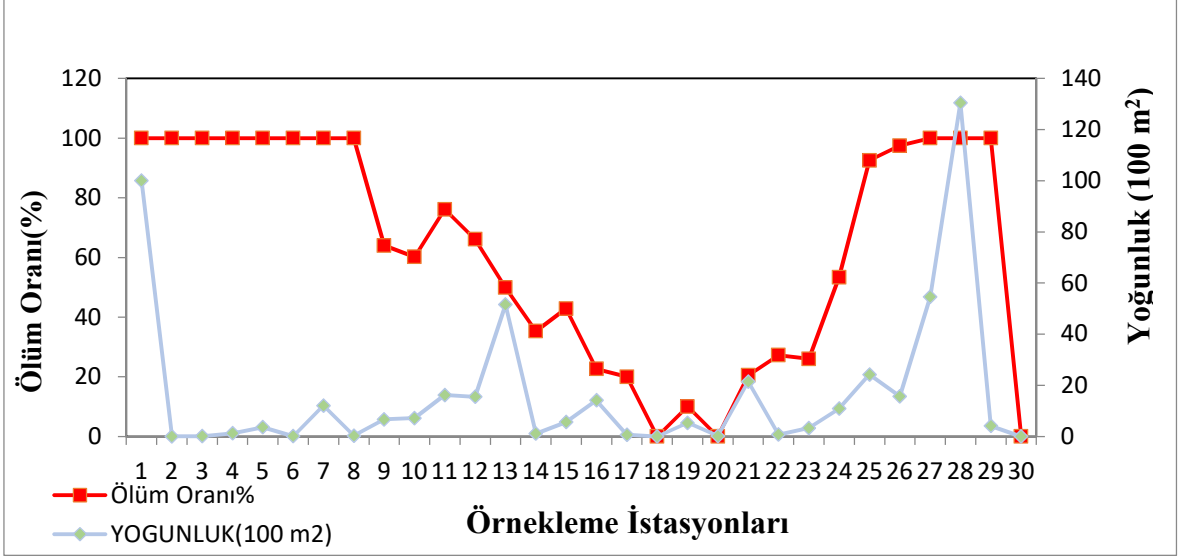
Şekil 74. Ölüm Oranı-Tuzluluk Grafiği



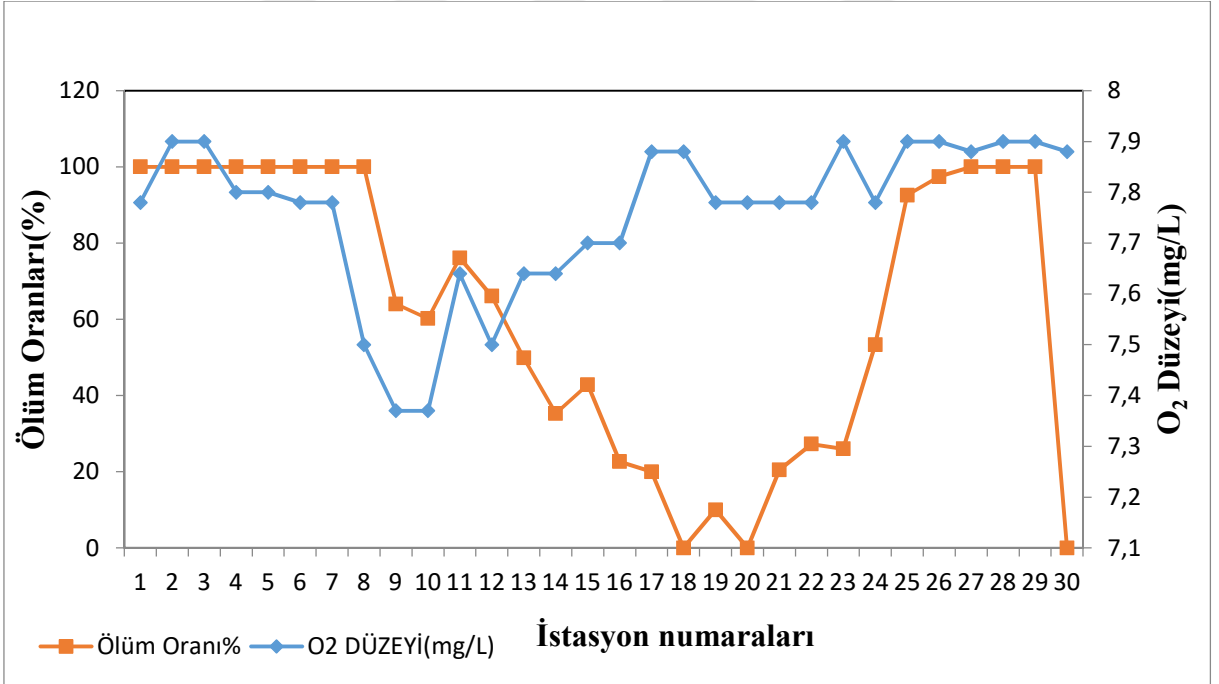
Şekil 75. Örneklemeye istasyonlarındaki 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki su sıcaklığı (°C) - ölüm oranı (%) grafiği



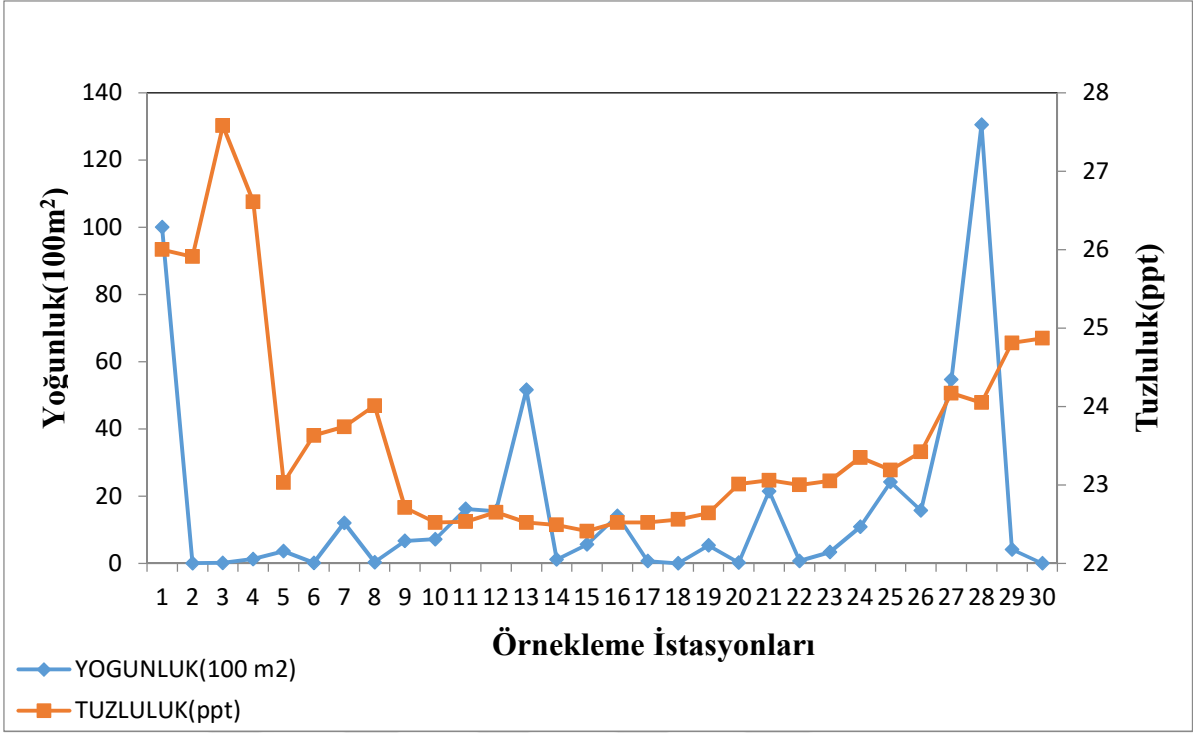
Şekil 76. 2020 yılı Haziran ve Ekim ayları arasında deniz suyu pH- pinalarının ölüm oranları grafiği



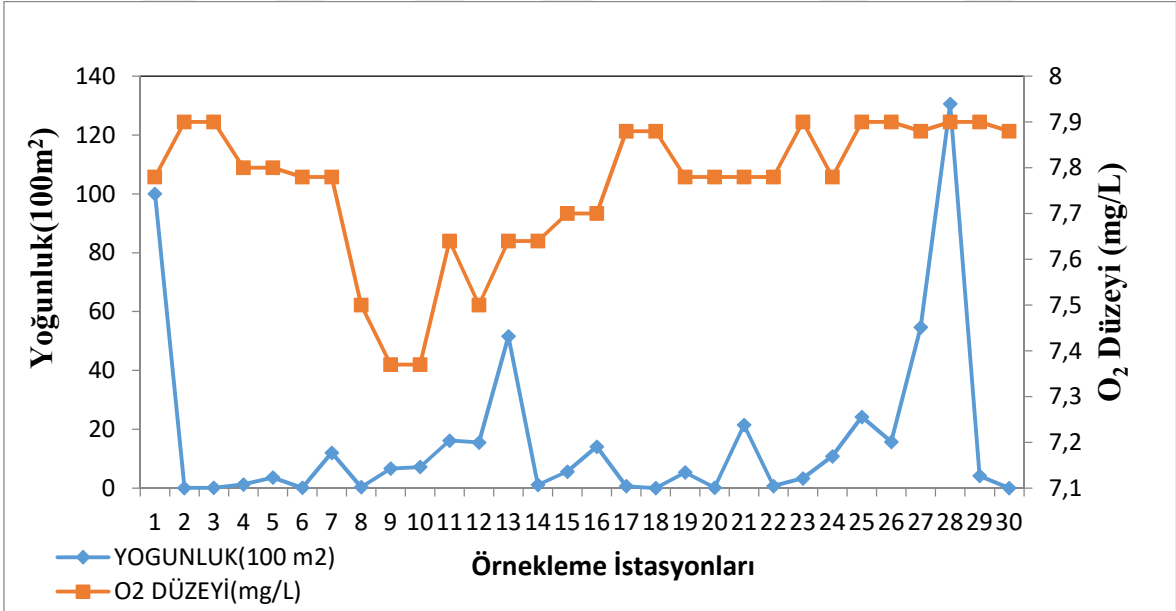
Şekil 77. Örneklem istasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki ölüm oranları(%) – yoğunluk (adet/100m²) grafiği



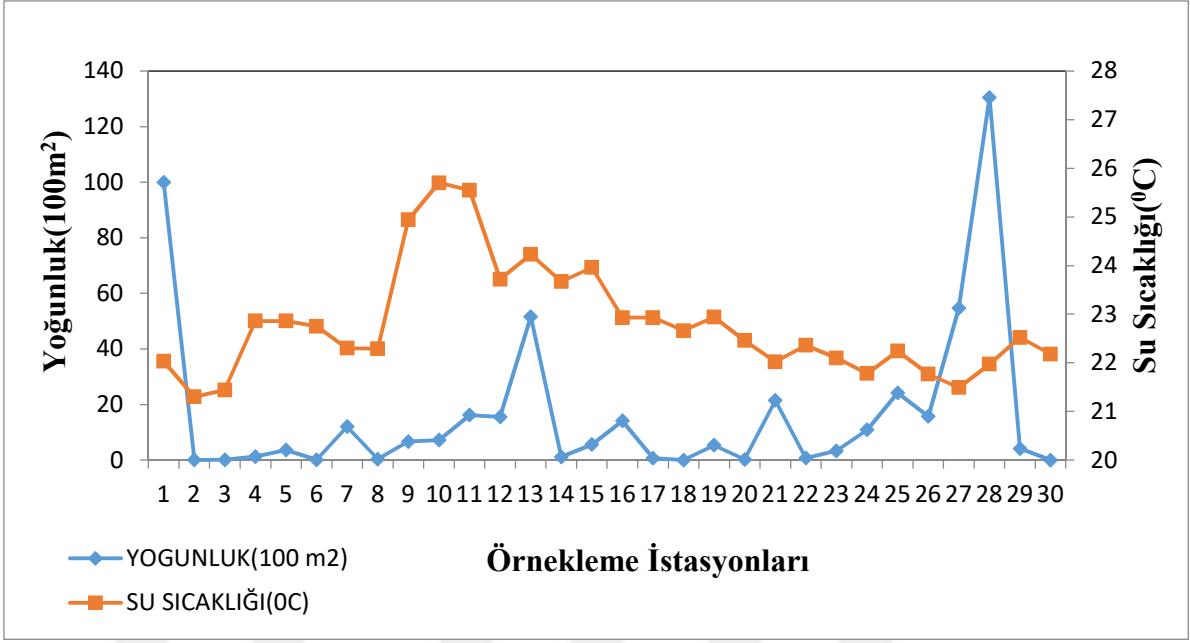
Şekil 78. Örneklem istasyonları 2020 yılı Haziran-Ekim aylarındaki ölüm oranları (%) – O₂ düzeyi (mg/L) grafiği



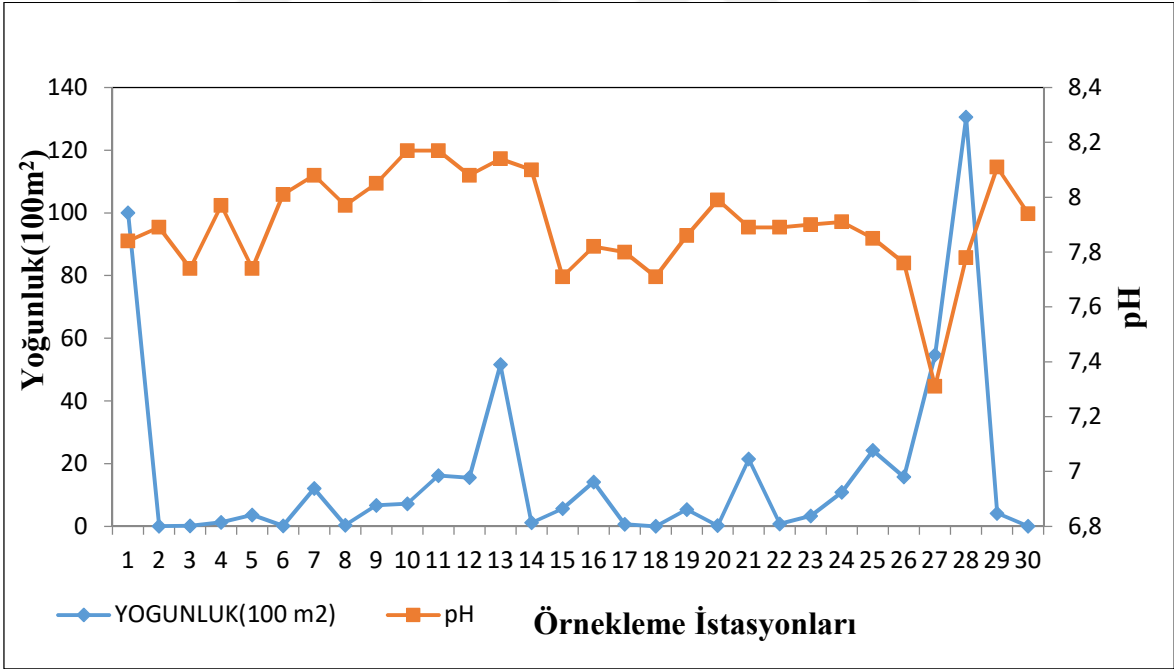
Şekil 79. 2020 Haziran- Ekim ayları arasında pına yoğunluk- deniz tuzluluk grafiği



Şekil 80. 2020 Haziran- Ekim ayları arasında pına yoğunluk- deniz suyu oksijen düzeyi grafiği



Şekil 81. 2020 Haziran- Ekim ayları arasında pına yoğunluk- deniz suyu sıcaklığı grafiği



Şekil 82. 2020 Haziran- Ekim ayları arasında pına yoğunluk- deniz suyu pH grafiği

4.3. 2021 Yılı Saha Bulguları

Çalışmanın 2. etabında ise 2021 örneklemelerindeki sonuçlar aşağıdaki gibidir:

Tablo 16

Çanakkale Boğazı *P.nobilis* örnekleme istasyonlarının 2021 izleme çalışmasındaki ölü, canlı pina sayıları, ölüm oranları (%) ve yoğunlukları (100m²)

İstasyon No	İstasyon Adı	Ölü Pina Sayısı	Canlı Pina Sayısı	Ölüm Oranı%	Yoğunluk (Toplam Pina Sayısı /100m ²)
1	Kumkale Askeriye	121	0	100	8,06
2	Kumkale Liman	0	0	-	0
3	Güzelyalı-İntepe	3	0	100	0,20
4	Dardanos	39	0	100	2,60
5	Kepez	13	0	100	0,86
6	Kıyı Avm	3	0	100	0,20
7	Yenikordon	25	0	100	1,66
8	Megabeach	1	0	100	0,06
9	Çanakkale Marina	91	5	94	12,80
10	Karacaören Altı	7	0	100	0,46
11	Çoraklık Burnu	232	18	92	16,66
12	Yapıldak	224	26	89	16,66
13	Umurbey	387	29	93	27,73
14	Suluca	13	0	100	1,73
15	Köprü Lapseki	98	4	92	6,80
16	Lapseki Dalyan Burnu	131	4	97	9
17	Çardak Vts Kulesi	2	0	100	0,13
18	Gelibolu Askeriye	0	0	-	0
19	Gelibolu Çamlık	19	11	63	2
20	Avrupa Köprü	0	0	-	0
21	Gelibolu Tersane	154	82	65	15,73

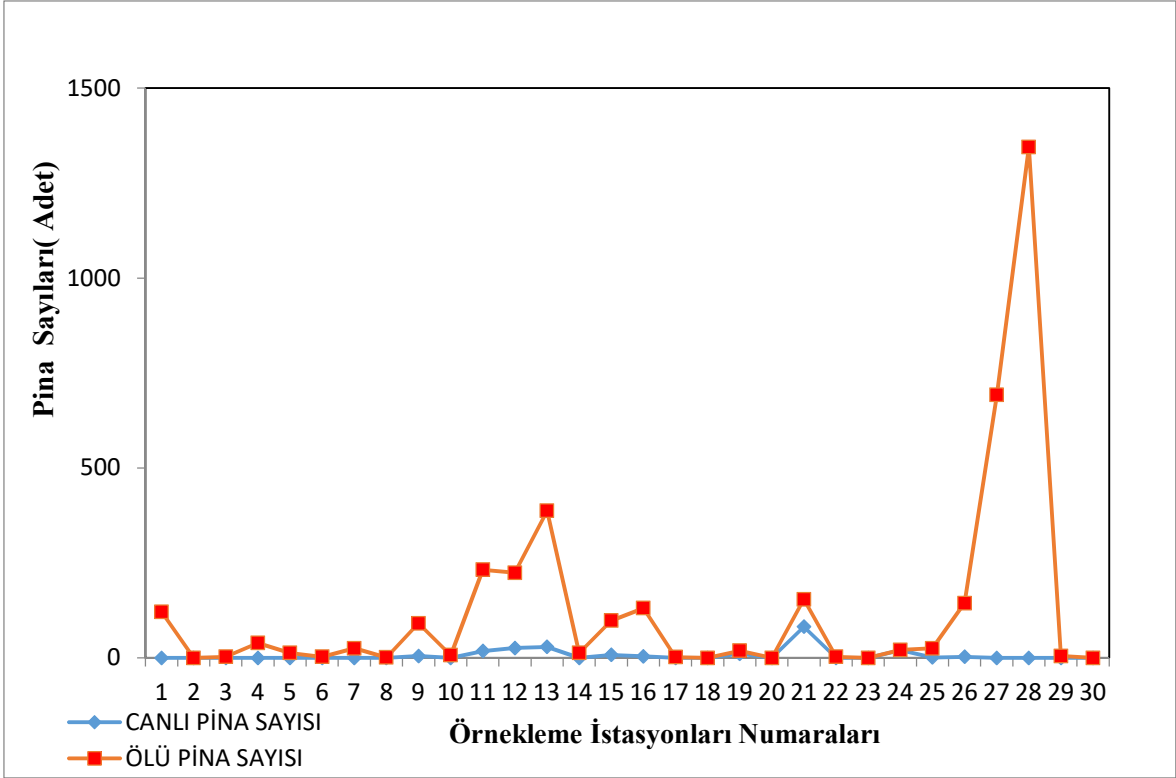
Tablo 16' in devamı

22	Cennetkoy	3	0	100	0,20
23	Aktepe	0	0	-	0
24	Akbaş Koyu	21	20	51	2,73
25	Bigalı Kalesi	25	1	96	1,73
26	Çamburnu	144	3	97	9,8
27	Havuzlar	692	0	100	46,13
28	Soğanlıdere	1345	0	100	89,66
29	Abide Altı	5	0	100	0,33
30	Seddülbahır	0	0	-	0

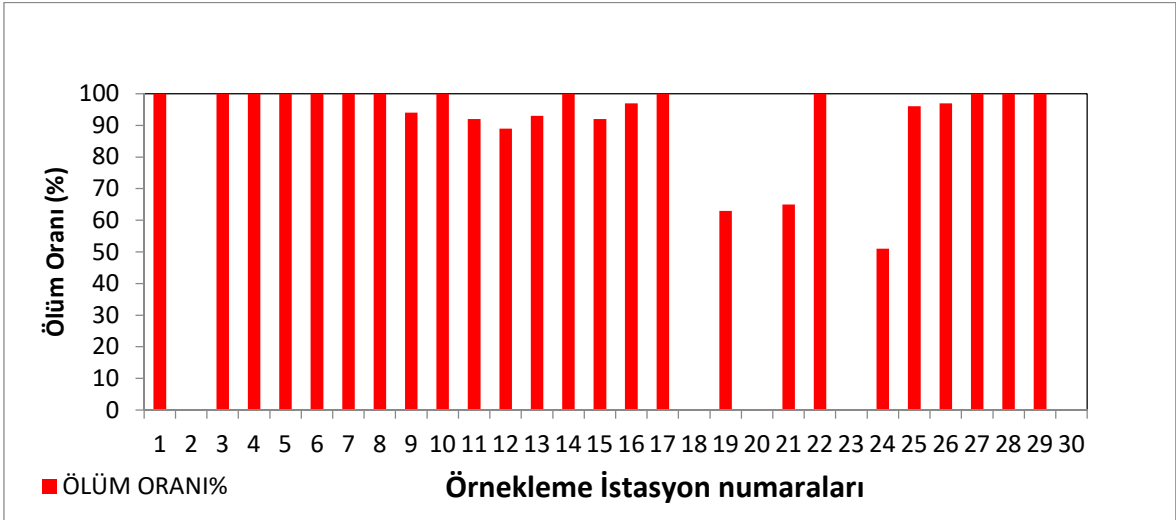
Tablo 17

2021 yılı araştırma dalışlarında su altında harcanan zaman

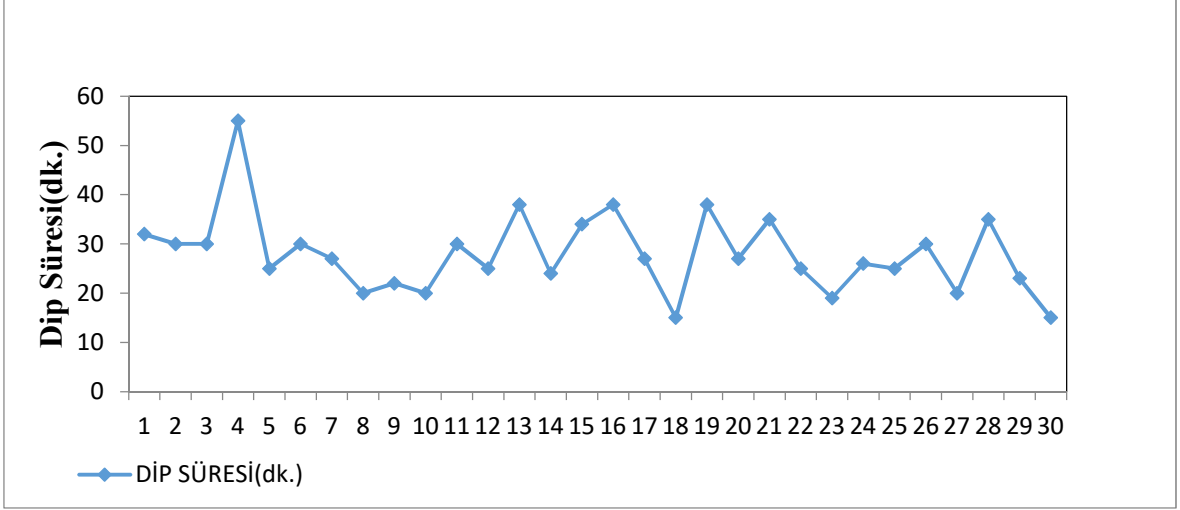
Tarih	İstasyon No	İstasyon Adı	Dip Süresi(dk)
1.09.2021	1	Kumkale Askeriye	:32
4.09.2021	2	Kumkale Liman	:30
2.09.2021	3	Güzelyalı-İntepe	:30
2.09.2021	4	Dardanos	:55
2.09.2021	5	Kepez	:25
2.09.2021	6	Kıyı Avm	:30
1.09.2021	7	Yenikordon	:27
2.09.2021	8	Megabeach	:20
3.09.2021	9	Çanakkale Marina	:22
1.09.2021	10	Karacaören Altı	:20
1.09.2021	11	Çoraklık Burnu	:30
1.09.2021	12	Yapıldak	:25
16.07.2021	13	Umurbey	:38
1.09.2021	14	Suluca	:24
16.07.2021	15	Köprü Lapseki	:34
16.07.2021	16	Lapseki Dalyan Burnu	:38
1.09.2021	17	Çardak Vts Kulesi	:27
5.09.2021	18	Gelibolu Askeriye	:15
17.07.2021	19	Gelibolu Çamlık	:38
31.08.2021	20	Avrupa Köprü	:27
17.07.2021	21	Gelibolu Tersane	:35
31.08.2021	22	Cennetkoy	:25
31.08.2021	23	Aktepe	:19
17.07.2021	24	Akbaş Koyu	:26
15.07.2021	25	Bigalı Kalesi	:25
31.08.2021	26	Çamburnu	:30
31.08.2021	27	Havuzlar	:20
3.09.2021	28	Soğanlıdere	:35
3.09.2021	29	Abide Altı	:23
3.09.2021	30	Seddülbahir	:15



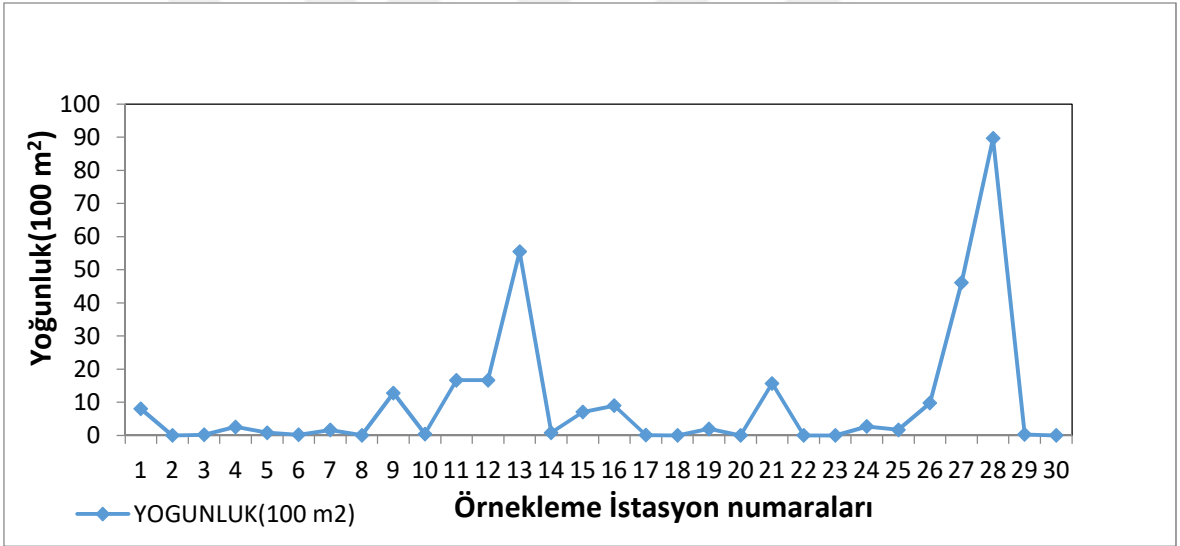
Şekil 83. 2021 yılı canlı ve ölü pinaların adet bazında dağılımı



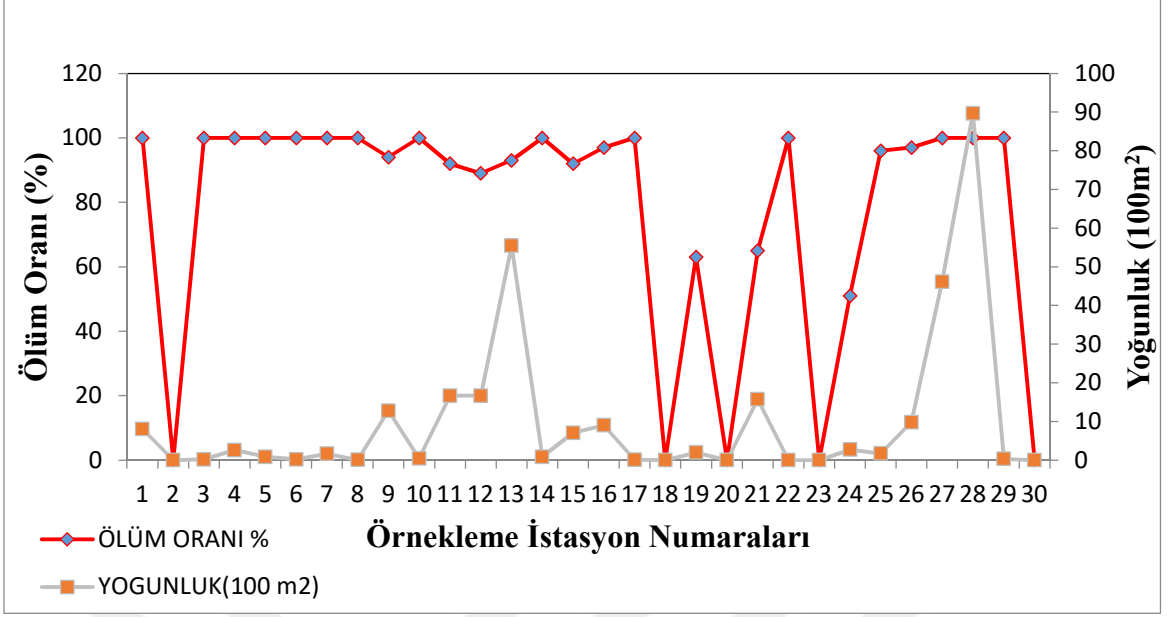
Şekil 84. 2021 yılı örnekleme istasyonlarında *P. nobilis*'in ölüm oranlarını yüzde (%) olarak gösteren grafik



Şekil 85. 2021 yılı saha çalışmasında su altında harcanan dip zamanı



Şekil 86. 2021 yılı örnekleme istasyonlarındaki *P. nobilis* yoğunluk(100 m²) verisi grafiği



Şekil 87. 2021 yılı örnekleme istasyonlarında *P. nobilis* Ölüm Oranı (%) ve Yoğunluk (100m²) arasındaki ilişkiyi inceleyen veri grafiği

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasının amacı; Çanakkale Boğaz bölgesinde bulunan *P. nobilis* popülasyonlarının durumunu belirlemektir. 2183 dakika dalış zamanı içinde su altında 90000 m²'lik bir alan taraması yapılmıştır. Bu tez çalışmasının sonucunda 2020 yılında su altı sayımlarında 5880 adet pina gözlenirken, 2021 izleme çalışmasında ise; 4002 adet pina sayılmıştır. Örnekleme istasyonlarındaki canlı pina sayısının bir sene içerisinde 1108'den 207'ye gerilemesi, *P. nobilis* neslinin tükenme tehlikesinin devam ettiğini açıklar nitelikte bir veridir. Bütün istasyonlardaki toplam yoğunluk (100 m²) ise 13,15'ten 9,2'ye gerilemiştir. Çalışmanın 2020-2021 saha verileri karşılaştırıldığında pinaların %100 ölümlerinin ulaştığı sınır istasyonlarının, Anadolu ve Avrupa yakasında değişiklik göstermediği görülmüştür. Hem 2020 hem de 2021 yılında Anadolu yakasında güneyden kuzeye doğru çıkıldığında *P.nobilis* için canlılığın ilk görüldüğü örnekleme istasyonu Çanakkale Marina, Avrupa yakasında da Çamburnu istasyonudur. Çanakkale Marina istasyonunda canlılık oranı 2020 yılında %36 iken 2021 yılında %6'ya düştüğü görülmüştür. Çamburnu istasyonunda ise canlılık oranı 2020 ve 2021 yılında yaklaşık %3 civarında seyretmiştir. Saha çalışması izleme sürecinde pinaların ölüm oranının %100 olduğu istasyonlar 11'den 14'e yükselirken, hiç pina görülmeyen istasyonların sayısı ise 3'ten 5'e yükselmiştir. Karadurmuş ve Sarı, (2022) yılında Marmara Denizi'nin Erdek Körfezi'nde 29 bölgede % 78,8'i canlı, % 21,2'si ölü olmak üzere toplam 2164 pina saymışlardır. İki çalışma karşılaştırıldığında Marmara Denizi'ndeki pina canlılığının Çanakkale Boğazı'ndaki pina canlılığından üstün olduğu söylenebilir.

Diğer pinnidae ailesi üyelerinin daha önceki kitlesel toplu ölümleri (Maeno, vd., 2006, 2012) ile karşılaştırıldığında *P. nobilis*'in toplu ölüm olayının resmi en büyük kitlesel toplu ölüm olduğu düşünülebilir (Vázquez-Luis, vd., 2017). Bu araştırmada yapılan su altı gözlemlerine göre; 30 istasyonun 11'inde (%36,6) %100 ölüm oranıyla karşılaştırılması *P. nobilis* popülasyonlarının bu durumunu kanıtlar niteliktedir.

2020 yılında %100 ölüm görülen örnekleme istasyonlarındaki ölü pına sayılarının 2021 yılında daha da azalması teknelerin çapalama faaliyetlerini veya dekoratif amaçlı kullanılmak üzere pına popülasyonlarının sabotaja uğradığını düşündürmektedir. Öndeş vd. (2020b), pına popülasyonları üzerinde insan faaliyetlerinin etkisini inceleyerek bu canlılara insan eliyle verilen zararı tespit etmeye çalışmışlardır. Bu durumun dışında 2021 yılında Havuzlar istasyonunda ölü pına kabuklarının bir sene sonra yaklaşık $\frac{3}{4}$ ' ünün kumun altına gömülmesi ve yan yatması gibi durumların gözlenmesi ile hidrodinamik faaliyetler sonucunda pınaların kaybolarak sayılarının azalabileceği düşünülmüştür. Ayrıca Suluca örnekleme istasyonunda 2020 yılında yapılan araştırmada 6 ölü, 11 canlı pına, 2021 yılında ise 13 ölü gözlemlenirken, hiç canlı pına kaydedilmemiştir. İki yıllık gözlem için 2020'de canlı pına sayısının ölü pına sayısından fazla olmasına rağmen aynı bölgede 2021'de hiç canlı pına kalmaması kitlesel ölümler konusunda endişe verici bir durum olarak değerlendirilebilir.

Artan su sıcaklıkları ile sucul hayvanlardaki virüs, bakteri ve parazit gibi patojenlerin virülans mekanizmalarını tetikleyerek öldürücülerini arttırdıkları tespit edilmiştir (El-Matbouli, vd., 1999; Moore, vd., 2002; Carrasco, vd., 2017). *P. nobilis* toplu ölümlerinde önemli role sahip olan *V. mediterraneae* adlı parazitin 24°C ve üzeri sıcaklıklarda öldürücü etkisinin görüldüğü tespit edilmiştir (Andree, vd., 2021). Prado vd. (2021), ölümlerin pik noktasının yaz aylarında ve sonbahar başlangıcında (%53) meydana geldiğini ve 25°C'nin üzerindeki sıcaklıklara denk geldiğini bildirmişlerdir. Pınaların canlılığının azalmasında rol oynayan faktör veya faktörlerin tuzlulukla ilgisi olduğu düşünülebilir. Bizim tez çalışmamızda da; tuzlulukla *P. nobilis*'in ölüm oranları arasında orta düzeyde pozitif bir korelasyon ilişkisi bulunmuştur ($r=0,624$). Akdeniz'in yüksek tuzlu sularında endemik uzun yıllar yaşayabilen *P.nobilis*'in tuzluluk kaynaklı yüksek kitlesel ölümlerinin patojen organizmaların aktiviteleriyle açıklanabileceği düşünülebilir.

Secci vd. (2019), tüplü dalışla doğrudan gözlemlenen numunelerin yoğunluğu ile jeostatistiksel teknikle tahmin edilenler arasındaki karşılaştırma, tahmin edilen değer, yoğunluk düşük olduğunda fazla, yoğunluk yüksek olduğunda ise eksik tahmin edildiğini gösterdiğini belirtmişlerdir. Bu nedenle, bu çalışmada önerilen tekniğin, sığ sularda *P.*

nobilis popülasyonunun varlığının/yokluğunun ve bunların bolluklarının değerlendirilmesi için arama çalışmaları için daha az zaman alan bir teknik olduğu sonucuna varmışlardır. Manta tow tekniği ile şnorkelli dalgıçların, küçük bir tekneye yaklaşık 10-15 m' lik bir halatla bağlanan dijital kameralı bir "manta tahtası" na tutunduklarını ifade etmişlerdir. Marocco vd. (2019), 187 bilimsel kaynaktan faydalanılan çalışmada çıkarılan verileri kullanarak, *P. nobilis*' in uzamsal dağılımının olası modellerini belirlemek için QGIS yazılımını kullanarak beş harita çizmişlerdir. İlk haritada web kanallarından elde edilen tüm bilimsel referansları dikkate alarak oluşturmuşlardır. İkinci haritada NATURA 2000 Network Viewer' dan bilimsel literatürdekilere entegre edilmiş verileri göstermişlerdir. Üçüncü haritada gazete ve dergi makaleleri, teknik raporlar ve tezler gibi gri literatürden gelen verileri kullanarak *P.nobilis* bilgisini daha da zenginleştirmişlerdir. Dördüncü haritada vatandaş bilimine erişebildikleri Apulian (Güney-Doğu İtalya) kıyı şeridinde odaklanmışlardır. Bu tür haritaların verilerini analiz ederek, Akdeniz'deki *P. nobilis* popülasyonlarının oluşumunu gösteren başka bir harita oluşturma aşamasında olduklarını belirtmişlerdir. Bizim tez çalışmamızdaki iki senelik haritalama çalışması da QGIS 3.16.1. yazılımı ile yapılmıştır.

Ballesterous vd. (2022)'de, 5 Mart 2021 tarihinde Katalonya (İspanya)'nın güney kıyılarında yapmış oldukları çalışmada bir grup oşinografin araştırması sırasında 1 m derinlikte bulunan *P. nobilis* çift kabukluları üzerinde deniz anemonlarını da içeren yüksek derecede epibiont canlı grubunu gözlemlendiklerini kayıt altına almıştır. Bu çalışmada da; Kumkale liman örnekleme istasyonunda 2021 yılında saha çalışmaları sırasında ölü pina kabuğu içinde anemon görüntülenmiştir.

Betti vd. (2021) Portofino Deniz Koruma Alanı (MPA) Haziran 2020' de, *P. nobilis*' in tamamen ortadan kaybolmasından 1,5 yıl sonra, iyileşme izi gözlemlenmediğini belirtmişler ve bu yelpaze midyesinin MPA'da neredeyse neslinin tükendiğini vurgulamışlardır. Tez çalışmamızın su altı gözlemlerinde ise 2020 yılında 5880 pında %19,85 canlılık oranı tespit edilirken, 2021 yılı saha gözlemlerinde ise 4002 adet pina örneğindeki canlılık oranındaki düşüş %5,3 ile dikkat çekmektedir. İki çalışma karşılaştırıldığında benzer sonuçlar göstermektedir.

Katsanevakis vd. (2021), 2020 yılında Türkiye kıyılarında hiçbir canlı pınanın bulunmadığını açıklamışlardır. Fakat bu çalışmada 2020 ve 2021 yıllarında Çanakkale Boğazı'nda hala canlı *P. nobilis* örnekleri kayıt altına alınmıştır. *P. nobilis* türünün kısa zamanda hızlı ölümlere maruz kalması koruma amaçlı acil eylem planlarına geçilmedikçe türün tamamen yok olabileceğini düşündürmektedir. Zotou vd. (2020), Yunan denizlerinde yapmış oldukları çalışmada çoğu *P. nobilis* popülasyonunun çöktüğünü belgelediklerini açıklamışlardır. Toplu ölüm olaylarının, 2019 'un başı ile 2020 ortası arasında önemli ölçüde ilerlediğini kayıt altına almışlardır. Bu çalışmada, hayatta kalan popülasyonların sürekli izlenmesi için acil ihtiyacı vurgulamışlar ve hayatta kalan pınaların kalıcılığını ve dirençli yavruların üretimini sağlayacak etkili bir koruma ve yönetim stratejisinin derhal uygulanması çağrısında bulunmuşlardır. Trainer ve Hardy (2015), deniz sularının ısınması, fırsatçı termofilik patojenlerin çoğalması nedeniyle büyük tür ölümlerine yol açabileceğini vurgulamışlardır. Bu görüşlere ek olarak ise, deniz suyu sıcaklığındaki artışın, *P. nobilis* gibi biyoaktif potansiyele sahip türleri daha soğuk sulara da kaydırabileceğini bildirmişlerdir.

Katsanevakis vd. (2021), Marmara Denizi'nin üst tabakasındaki (0-25 m derinlik) düşük tuzluluğun (acı su) salgının yayılmasına engel teşkil edebileceği yönünde görüş bildirmişlerdir, ancak bu hipotezin geçerliliğini bulmak için bir izleme çalışmasına ihtiyaç olduğunu açıklamışlardır. *P. nobilis*'in hayatta kalması için spesifik sıcaklık ve tuzluluk optimum değerlerinin doğru bir şekilde tanımlanması gerektiğine; transplantasyon ve türlerin korunması için ideal alanların belirlenmesine olanak sağlanması gerektiğine değinmişlerdir. Çizmek vd. (2020), *P. nobilis* neslinin tehlikeye girmemesi için tüm popülasyonların izlenmesini, türlerin korunmasına yönelik stratejilerin belirlenmesini, tuzluluk ve derinlik gibi ekolojik parametrelerin parazitin varlığını kısıtlamak için dikkate alınıp alınmayacağını daha iyi anlamak için zorunlu olduğunu belirtmişlerdir. Bununla birlikte, Kuzey Adriyatik'in, değişken sıcaklıklara sahip çok sığ bir kıta sahanlığı sergilediğinden ve yüksek tatlı su akışı nedeniyle daha düşük tuzluluk oranına sahip olduğundan, bu özel koşulların, *P. nobilis* için son sığınak habitatu olabileceğini vurgulamışlardır. Bu araştırmadan ve çalışmamızdaki istatistiksel korelasyon sonuçlarından hareketle pınaların canlılığının azalmasında rol oynayan faktör veya faktörlerin tuzlulukla ilgisi olduğu düşünülebilir. Akdeniz'deki *P. nobilis* popülasyonlarını

harap eden salgının Marmara Denizi'ne ulaşmadığını ve bölgeyi türler için sığınma alanı haline getirdiğini belirten Çınar vd. (2021b), Çanakkale Boğazı'nın kuzeyi olan bölgelerdeki canlılığı açıklar niteliktedir. Bu çalışmadaki gözlemlere dayanarak, Çanakkale Boğazı'nın kuzey enlemlerindeki *P. nobilis* popülasyonlarının, kitlesel ölümlerden daha az etkilendiği düşünülebilir.

Ilgar (2002), yapmış olduğu çalışmada Çanakkale Boğazı'ndaki dip sularında Ege Denizi'nin yoğun tuzlu sularının akıntılarla Marmara Denizi'ne doğru aktığını savunmuştur. Sesil bir yaşam süren bentik çift kabuklu olan *P. nobilis* türünün kitlesel ölümlerinde büyük oranda rol oynadığı düşünülen *H. pinnae* isimli parazitin ise bu akıntılarla Marmara'ya doğru taşındığı düşünülmektedir.

Acarlı vd. (2022), Çanakkale Boğazı'nda yapmış oldukları 22000 m²'lik alan taraması ile *P. nobilis* popülasyonlarının tespitinde 494 adet pina gözlemleyerek bölgede en fazla alan taradıklarını belirtirken bizim çalışmamızda ise; 45000 m²'lik alan içerisindeki örnekleme istasyonları ikişer defa taranarak toplamda 90000 m²'lik su altı gözlemi yapılmıştır. Su altı gözlemleri için iki sene boyunca 2183 dakika dalış yapılmıştır.

Akdeniz'e endemik olan *P. nobilis* türünün canlılığının başladığı sınırların Çanakkale Marina istasyonu ile Çamburnu istasyonları arasındaki hat ve kuzeyi olduğu düşünülmektedir. Ancak bu tip izleme çalışmalarının periyodik aralıklarla sürdürülmesi ve kitlesel ölümlerin dağılımında değişiklik olup olmadığı zaman serisi verileri ile takip edilmelidir. *P. nobilis* neslinin devamlılığı için ulusal ve uluslararası çaplı acil müdahale planları oluşturulmalıdır. Bu planlar içinde; düşük tuzluluğa sahip bölgelerde pinalar için deniz koruma alanları oluşturulabilir. Ayrıca transplantasyon ve yetiştiricilik çalışmaları pina stoklarının korunmasına fayda sağlayabilir. Bu amaçla su ürünleri politikalarında akademik ve sektörel teşviklerin sağlanması yer alabilir. Farkındalık çalışmaları aracılığıyla toplumun bütün kesimlerine *P. nobilis* neslinin kritik durumu bildirilmelidir. Toplumun bilinçlendirilmesi çalışmalarına okul öncesi dönemde başlanılarak çocuklara su ürünleri tanıtılabilir; ekolojik öneme sahip olan canlılar ve nesli tükenmekte olan türlerin farkındalığının oluşması için eğitim müfredatında bu konuların yer alması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Acarlı, S., Acarlı, D. & Kale, S. (2021). Current status of critically endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) population in Çanakkale Strait, Turkey. *Marine Science and Technology Bulletin*, 10(1), 62-70. doi: 10.33714/masteb.793885.
- Acarlı, D., Acarlı, S. & Kale, S. (2022). Çanakkale Boğazı ve Marmara Denizi'nde *Pinna nobilis* Popülasyonunun Son Durumu. *Marmara Denizi 2022 Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Türk Deniz Araştırmaları Vakfı (TÜDAV), Yayın no: 63, İstanbul, Türkiye, s: 434-442.
- Aksu, A., Altınağaç, U., Demirkıran, T. (2021). Determination of mortality rates in *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) population in the Çanakkale strait. *COMU J. Mar. Sci. Fish*, 4(2): 187-196. DOI: 10.46384/jmsf.1005856.
- Akyol, O., Ulaş, A., (2015). Two decapod crustacean species, *Pontonia pinnophylax* (Otto, 1821) and *Nepinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758), living inside *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 in Izmir Bay (Aegean Sea, Turkey). *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 1(2), 102-106.
- Andree, K. B., Carrasco, N., Carella, F., Furones, D. & Prado, P. (2021). *Vibrio mediterranei*, a Potential Emerging Pathogen of Marine Fauna: Investigation of pathogenicity using a bacterial challenge in *Pinna nobilis* and development of a species-specific PCR. *Journal of applied microbiology*, 130(2), 617-631.
- Arapov, J., Ezgeta-Balić D., Peharda M., Ninčević-Gladan Ž. (2010). Bivalve feeding — how and what they eat? *Croat J Fish* 68: 105–116.
- Arzul, I., Carnegie, R.B. (2015). New perspective on the haplosporidian parasites of molluscs. *Journal of Invertebrate Pathology*, 131, 32–42. doi: 10.1016/j.jip.2015.07.014.
- Ballesteros, A., Salazar, J., Marambio, M., Tena, J., García-March, J. R., López, D. & Gili, J. M. (2022). Trial assay for safe first-aid protocol for the stinging sea anemone *Anemonia viridis* (Cnidaria: Anthozoa) and a severe toxic reaction. *Toxins*, 14(1), 27. <https://doi.org/10.3390/toxins14010027>.

- Bertolini, C., Rubinetti, S., Umgieser, G., Witbaard, R., Bouma, T. J., Rubino, A. & Pastres, R. (2021). How to cope in heterogeneous coastal environments: Spatio-temporally endogenous circadian rhythm of valve gaping by mussels. *Science of the Total Environment*, 768, 145085.
- Betti, F., Venturini, S., Merotto, L., Cappanera, V., Ferrando, S., Aicardi, S. & Povero, P. (2021). Population trends of the fan mussel *Pinna nobilis* from Portofino MPA (Ligurian Sea, Western Mediterranean Sea) before and after a mass mortality event and a catastrophic storm. *The European Zoological Journal*, 88(1), 18-25. DOI: 10.1080/24750263.2020.1850891.
- Bottari, T., Spinelli, A., Busalacchi, B., Rinelli, P. & Giacobbe, S. (2017). Transplant trials of the fan mussel *Pinna nobilis* inside the coastal lagoon of Capo Peloro (Central Mediterranean, Italy). *Journal of Shellfish Research*, 36(1), 3-8.
- Box, A., Capó, X., Tejada, S., Catanese, G., Grau, A., Deudero, S. & Valencia, J. M. (2020). Reduced antioxidant response of the fan mussel *Pinna nobilis* related to the presence of *Haplosporidium pinnae*. *Pathogens*, 9(11), 932.
- Breitburg, D.L., Adamack, A., Rose, K.A., Kolesar, S.E., Decker, M.B., Purcell, J.E., Keister, J.E. & Cowan, J.(2003). The pattern and influence of low dissolved oxygen in the Patuxent River, a seasonally hypoxic estuary. *Estuaries*, 26: 280–297.
- Butler, A., Vicente, N. & de Gaulejac, B. (1993). Ecology of the pteroid bivalves *Pinna bicolor* Gmelin. *Mar Life*, 3(1-2), 37-45.
- Cabanellas-Reboredo, M., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Álvarez, E., Deudero, S., Amores, Á., Addis, P., Ballesteros, E., Barrajon, A., Coppa, S., García-March, JR., Giacobbe S, Giménez-Casalduero F, Hadjoannou L, Jiménez-Gutiérrez SV, Katsanevakis, S., Kersting, D., Mačić, V., Mavrič, B., Patti, FP., Planes, S., Prado, P., Sánchez, J., Tena-Medialdea, J., de Vaugelas, J., Vicente, N., Zohra Belkhamssa, F., Zupan, I. & Hendriks, IE. (2019). Tracking a mass mortality outbreak of pen shell *Pinna nobilis* populations: A collaborative effort of scientists and citizens. *Scientific Reports* 9:13355. DOI: 10.1038/s41598-019-49808-4.

- Camacho-Mondragón, M. A., Arellano-Martínez, M. & Ceballos-Vázquez, B. P. (2012). Particular features of gonadal maturation and size at first maturity in *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae). *Scientia Marina*, 76(3), 539-548.
- Camacho-Mondragón, M. A., Ceballos-Vázquez, B. P., Galicia, E. U., Villegas, E. O. L. & Arellano-Martínez, M. (2014a). Ultrastructure of the spermatogenic process in the penshell *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae). *Malacologia*, 57(2), 329-339.
- Camacho-Mondragón, M. A., Ceballos-Vázquez, B. P., Rivera-Camacho, A. R. & Arellano-Martínez, M. (2014b). Unnoticed sex change in *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae): Histological and size structure evidence. *American Malacological Bulletin*, 33(1), 43-51.
- Carella, F., Antuofermo, E., Farina, S., Salati, F., Mandas, D., Prado, P. & De Vico, G. (2020). In the wake of the ongoing mass mortality events: Co-occurrence of Mycobacterium, Haplosporidium and other pathogens in *Pinna nobilis* collected in Italy and Spain (Mediterranean Sea). *Frontiers in marine science*, 7, 48.
- Carrasco, N., Gairn, I., Perez, J., Andree, K.B., Roque, A., Fernandez-Tejedor, M., Rodgers, C.J. & Aguilera, C. (2017). A production calendar based on water temperature, spat size and husbandry practices reduce OsHV-1 μ var impact on cultured pacific oyster *Crassostrea gigas* in the Ebro Delta (Catalonia), Mediterranean Coast of Spain. *Front Physiol* 8, 1–10.
- Carreno, A., Izquierdo, A. & Lloret, J. (2021). Saving the Pharmacy of the Sea. *Mètode Science Studies Journal*, 11, 209–217. doi: 10.7203/metode.11.17002.
- Catanese, G., Tena-Medialdea, J., Dajković, M. A. B., Mičić, M. & García-March, J. R. (2022a). An incubation water eDNA method for a non-destructive rapid molecular identification of *Pinna nobilis* and *Pinna rudis* bivalve juveniles. *MethodsX*, 9, 101708.
- Catanese, G., Coupé, S. & Bunet, R. (2022b). Mitogenome sequence comparison in the endangered congeneric *Pinna nobilis* and *Pinna rudis* bivalves. *Molecular Biology Reports*, 49(5), 3627-3635.

- Cendejas JM, Carvallo MG & Juarez LM (1985), Experimental spat collection and early growth of the pen shell, *Pinna rugosa* (Plecypoda: Pinnidae) from the gulf California. *Aquaculture*, 48, 331-336.
- Centoducati, G., Tarsitano, E., Bottalico, A., Marvulli, M., Lai, O. R. & Crescenzo, G. (2007). Monitoring of the endangered *Pinna nobilis* Linne, 1758 in the Mar Grande of Taranto (Ionian sea, Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*, 131(1), 339-347.
- Chávez-Villalba, J., Reynaga-Franco, F. D. J. & Hoyos-Chairez, F. (2022), Worldwide overview of reproduction, juvenile collection, spat production and cultivation of pen shells. *Reviews in Aquaculture*.
- Čižmek, H., Čolić, B., Gračan, R., Grau, A. & Catanese, G. (2020). An emergency situation for pen shells in the Mediterranean: The Adriatic Sea, one of the last *Pinna nobilis* shelters, is now affected by a mass mortality event. *Journal of invertebrate pathology*, 173, 107388.
- Colomer, E. N., Vázquez-Luis, M., García-March, J. R. & Deudero, S. (2016). Population structure and growth of the threatened pen shell, *Pinna rudis* (Linnaeus, 1758) in a Western Mediterranean marine protected area. *Mediterranean Marine Science*, 17(3), 785-793.
- Coppa, S., de Lucia, G. A., Magni, P., Domenici, P., Antognarelli, F., Satta, A. & Cucco, A. (2013). The effect of hydrodynamics on shell orientation and population density of *Pinna nobilis* in the Gulf of Oristano (Sardinia, Italy). *Journal of Sea Research*, 76, 201-210.
- Cuif, J. P., Belhadj, O., Borensztajn, S., Gèze, M., Trigoso-Santos, S., Prado, P. & Dauphin, Y. (2020). Prism substructures in the shell of *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), Mollusca—Evidence for a three-dimensional pulsed-growth model. *Heliyon*, 6(7), e04513.
- Çınar, M. E., Bilecenoğlu, M., Yokeş, M. B. & Güçlüsoy, H. (2021a). *Pinna nobilis* in the South Marmara Islands (Sea of Marmara); it still remains uninfected by the epidemic and acts as egg laying substratum for an alien invader. *Mediterranean Marine Science*, 22(1), 161–168. doi: 10.12681/mms.25289

- Çınar, M., Bilecenoglu, M., Yokeş, M. B. & Güçlüsoy, H. (2021b). The last fortress fell: mass mortality of *Pinna nobilis* in the Sea of Marmara. *Mediterranean Marine Science*, 22(3), 669-676. doi: 10.12681/mms.27137
- Dame, R. F. (1996): Ecology of marine bivalves: an ecosystem approach. CRC Press, Boca Raton, 254pp.
- Davenport, J., Smith, R.J.J.W., Packer, M. (2000) Mussels *Mytilus edulis*: significant consumers and destroyers of mesozooplankton. *Mar Ecol Prog Ser* 198: 131– 137.
- Deidun, A., Previati, M., Marrone, A., Gauci, A., Zammit, A., Tarasova, R. & Drago, A. (2022). Ocean literacy and scientific data acquisition through citizen science campaigns: a mixed approach in the Maltese Islands to collect information on *Pinna nobilis* and *Pinna rudis*. *Mediterranean Marine Science*, 23(2), 357-365.
- Deudero, S., Grau, A., Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Alomar, C. & Hendriks, I. E. (2017). Reproductive investment of the pen shell *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 in Cabrera National Park (Spain). *Mediterranean Marine Science*, 18(2), 271-284.
- Donato, G., Vázquez-Luis, M., Nebot-Colomer, E., Lunetta, A. & Giacobbe, S. (2021). Noble fan-shell, *Pinna nobilis*, in Lake Faro (Sicily, Italy): Ineluctable decline or extreme opportunity?. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 261, 107536.
- EEC, (1992). Council directive on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora (The habitats and species directive), 92/43/EEC. Official Journal of the European Communities No L 206/7, Brussels. pp. 1–44.
- El-Matbouli, M., McDowell, T.S., Antonio, D.B., Andree, K.B. and Hedrick, R.P. (1999). Effect of water temperature on the development, release and survival of the triactinomyxon stage of *Myxobolus cerebralis* in its oligochaete host. *Int J Parasitol* 29, 627–641.
- FAO, (2021). FAO yılığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri İstatistikleri 2019/FAO annuaire. İstatistikler des pêches et de l'aquaculture 2019/FAO anuario. Estadísticas de pesca y acuicultura 2019. Roma/Roma.
- Faulks, J. (2007). The EU habitats directive. *European Environment*, 4(1):12-13. doi:10.1002/eet.3320040105.

- Fryganiotis, K., Antoniadou, C. & Chintiroglou, C. (2013). Comparative distribution of the fan mussel *Atrina fragilis* (Bivalvia, Pinnidae) in protected and trawled areas of the north Aegean Sea (Thermaikos Gulf). *Mediterranean Marine Science*, 14(1), 119-124.
- Galinou-Mitsoudi, S., Vlahavas, G. & Papoutsi, O. (2006). Population study of the protected bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) in Thermaikos Gulf (north Aegean Sea). *Journal of Biological Research*, 5, 47-53.
- García-March, J.R., García-Carrascosa, A.M., Pena Cantero, A.L. & Wang, Y.G., (2007). “Population structure, mortality and growth of *Pinna nobilis* Linnaeus, 1758 (Mollusca, Bivalvia) at different depths in Moraira bay (Alicante, Western Mediterranean) “. *Marine Biology* 150, 861–871.
- García-March, J. R., Marquez-Aliaga, A., Wang, Y. G., Surge, D. & Kersting, D. K. (2011). Study of *Pinna nobilis* growth from inner record: How biased are posterior adductor muscle scars estimates?. *Journal of experimental marine biology and ecology*, 407(2), 337-344.
- García-March, J. R., Tena, J., Henandis, S., Vázquez-Luis, M., López, D., Téllez, C. & Deudero, S. (2020). Can we save a marine species affected by a highly infective, highly lethal, waterborne disease from extinction?. *Biological Conservation* 243:108498. DOI: 10.1016/j. biocon.2020.108498.
- Gaujelac de, B., (1989). *Ecologie de Pinna nobilis (L.), Mollusque eulamellibranche en baie de Calvi. Etude de la coquille larvaire. Etude des possibilités de reimplantation de l'espece. DEA " Environnement Marin", Université d'Aix-Marseille III, 37 pp.*
- Grau, A., Villalba, A., Navas, J. I., Hansjosten, B., Valencia, J. M., García-March, J. R. & Catanese, G. (2022). Wide-geographic and long-term analysis of the role of pathogens in the decline of *Pinna nobilis* to critically endangered species. *Frontiers in Marine Science*.
- Grizel, H., Bachère, E., Mialhe, E. & Tigé, G. (1986). “Solving parasite-related problems in cultured molluscs,” in *Parasitology, Quo vadit? Proceedings of the 6th International Congress of Parasitology*, ed M. J. Howell (Canberra: Australian Academy of Science), 301–308.

- Gosling, E., (2003). Bivalve Molluscs; Biology, Ecology and Culture. Fishing News Books, 443 p, UK.
- Gvozdenović, S., Mačić, V., Pešić, V., Nikolić, M., Peraš, I. & Mandić, M. (2019). Review on *Pinna rudis* (Linnaeus, 1758)(Bivalvia: Pinnidae) presence in the Mediterranean. Poljoprivreda I Sumarstvo, 65(4), 115-126.
- Haberle, I., Marn, N., Geček, S. & Klanjšček, T. (2020). Dynamic energy budget of endemic and critically endangered bivalve *Pinna nobilis*: A mechanistic model for informed conservation. Ecological Modelling, 434, 109207.
- Hendriks, I. E., Cabanellas-Reboredo, M., Bouma, T. J., Deudero, S. & Duarte, C. M. (2011). Seagrass meadows modify drag forces on the shell of the fan mussel *Pinna nobilis*. Estuaries and Coasts, 34(1), 60-67.
- Ilgar, R. (2002). "Çanakkale Boğaz Ekosisteminde Ulaşım Faaliyetleri". Doğu Coğrafya Dergisi, Eastern Geographical Review, Eylül, (8).
- Irigoyen, A. J., Rojo, I., Calò, A., Trobbiani, G., Sánchez-Carnero, N. & García-Charton, J. A. (2018). The " Tracked Roaming Transect" and distance sampling methods increase the efficiency of underwater visual censuses. PloS one, 13(1), e0190990.
- İdris, M. H. (2008). New Distribution Record of Two Pen Shells (Bivalvia: Pinnidae) from the Seagrass Beds of Sungai Pulai, Johore, Malaysia'Mohd Hanafi Idris," Aziz Arshad," Japar Sidik Bujang," Siti Khalijah Daud and" Mazlan Abdul Ghaffar" Department of Biology, Faculty of Science, Universiti Putra Malaysia, 43400 Serdang, Selangor, Malaysia "School of Environmental and Natural Resource Sciences, Faculty of Science and Technology. Journal of Biological Sciences, 8(5), 882-888.
- James, R., Theodorou, J. A. & Hellio, C. (2010). Population study of the endangered bivalve *Pinna nobilis* (Fan mussel) in the Population study of the endangered bivalve *Pinna nobilis* (Fan mussel) in the Maliakos Gulf , Greece. 5th International Congress on Aquaculture, Fisheries Technology and Environmental Management, (August 2016).
- Jørgensen, C. B., (1996) Bivalve filter feeding revisited. Mar Ecol Prog Ser 142: 287–302.
- Karadurmuş, U., Sarı, M. (2022). The last hope: the struggle for survival of fan mussels in the Gulf of Erdek, Sea of Marmara, Turkey. Mediterranean Marine Science, 23(3).

- Katsanevakis, S. (2006). Population ecology of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* in a marine lake. *Endangered Species Research*, 1(November), 51–59. doi: 10.3354/esr001051
- Katsanevakis, S. (2007). Growth and mortality rates of the fan mussel *Pinna nobilis* in Lake Vouliagmeni (Korinthiakos Gulf, Greece): a generalized additive modelling approach. *Marine Biology*, 152(6), 1319-1331.
- Katsanevakis, S., Carella, F., Çınar, M. E., Čížmek, H., Jimenez, C., Kersting, D. K. & Vicente, N. (2021). The fan mussel *Pinna nobilis* on the brink of extinction in the Mediterranean.
- Kersting, D. K., García-March, J. R. (2017). Long-term assessment of recruitment, early stages and population dynamics of the endangered Mediterranean fan mussel *Pinna nobilis* in the Columbretes Islands (NW Mediterranean). *Marine environmental research*, 130, 282-292.
- Kersting, D., Benabdi, M., Čížmek, H., Grau, A., Jimenez, C., Katsanevakis, S., Öztürk, B., Tuncer, S., Tunesi, L., Vázquez-Luis, M., Vicente, N. & Otero Villanueva, M. (2019a). “*Pinna nobilis*. The IUCN Red List of Threatened Species“ 2019:e.T160075998A160081499.<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019.3.RLTS.T160075998A160081499.en>
- Kersting, D. K., Hendriks I. E. (2019b) Short guidance for the construction, installation and removal of *Pinna nobilis* larval collectors. IUCN. 6pp.
- Kersting, D.K., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Belkhamssa, F.Z., Álvarez, E., Bakran-Petricioli, T., Barberá, C., Barrajon, A., Cortés, E., Deudero, S., García-March, J.R., Giacobbe, S., Giménez-Casalduero, F., González, L., Jiménez-Gutiérrez, S., Kipson, S., Llorente, J., Moreno, D., Prado, P., Pujol, J.A., Sánchez, J., Spinelli, A., Valencia, J.M., Vicente, N. & Hendriks, I.E. (2020). Recruitment Disruption and the Role of Unaffected Populations for Potential Recovery After the *Pinna nobilis* Mass Mortality Event. *Frontiers in Marine Science*, 7:594378. doi: 10.3389/fmars.2020.594378.
- Koppka, J. (2018). Pinnidae (Bivalvia) from the Reuchenette Formation (Kimmeridgian, Upper Jurassic) of northwestern Switzerland. *Acta Geologica Polonica*, 68(1).

- Kurtay, E. (2014). “Urla Karantina Adasında *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758)’ in Spat Verimliliği”. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Türkiye.
- Kurtay, E., Lok, A., Kirtik, A., Kucukdermenci, A. & Yigitkurt, S. (2018). Spat recruitment of endangered Bivalve *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) at two different depths in Izmir Bay, Turkey. *Cahiers de Biologie Marine*, 59(6), 501-507.
- Künili, İ. E., Gürkan, S. E., Aksu, A., Turgay, E., Çakır, F., Gürkan, M. & Altınağaç, U. (2021). Mass mortality in endangered fan mussels *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) caused by co-infection of Haplosporidium pinnae and multiple Vibrio infection in Çanakkale Strait, Turkey by co-infection of *Haplosporidium pinnae* and multiple Vibrio infection in. *Biomarkers*, 26(4), 1–13. doi: 10.1080/1354750X.2021.1910344.
- Laganà, G., Barreca, D., Giacobbe, S. & Bellocco, E. (2014). Anaerobiosis and metabolic plasticity of *Pinna nobilis*: Biochemical and ecological features. *Biochemical Systematics and Ecology*, 56, 138-143.
- Lattos, A., Giantsis, I. A., Karagiannis, D. & Michaelidis, B. (2020a). First detection of the invasive Haplosporidian and Mycobacteria parasites hosting the endangered bivalve *Pinna nobilis* in Thermaikos Gulf, North Greece. *Marine environmental research*, 155, 104889.
- Lattos, A., Giantsis, I. A., Karagiannis, D., Theodorou, J. A. & Michaelidis, B. (2020b). Gut symbiotic microbial communities in the IUCN critically endangered *Pinna nobilis* suffering from mass mortalities, revealed by 16S rRNA amplicon NGS. *Pathogens*, 9(12), 1002.
- Lattos, A., Feidantsis, K., Georgoulis, I., Giantsis, I. A., Karagiannis, D., Theodorou, J. A. & Michaelidis, B. (2021). Pathophysiological responses of *Pinna nobilis* individuals enlightens the etiology of mass mortality situation in the Mediterranean populations. *Cells*, 10(11), 2838.
- Leal-Soto, S. D., Castro-Longoria, R., Barraza-Guardado, R. H. & Río-Salas, M. M. D. (2012). Panshell *Atrina oldroydii* (Bivalvia: Pinnidae) in the Gulf of California. *Hidrobiológica*, 22(2), 185-188.

- Lemer, S., Buge, B., Bemis, A. & Giribet G. (2014). “First molecular phylogeny of the circumtropical bivalve family Pinnidae (Mollusca, Bivalvia) Evidence for high levels of cryptic species diversity“. *Mol Phylogenet Evol.*;75:11-23.
- Liu, J., Li, Q., Kong, L. & Zheng, X. (2011). Cryptic diversity in the pen shell *Atrina pectinata* (Bivalvia: Pinnidae): high divergence and hybridization revealed by molecular and morphological data. *Molecular Ecology*, 20(20), 4332-4345.
- Lopez-Nuñez, R., Cortés Melendreras, E., Giménez Casalduero, F., Prado, P., Lopez-Moya, F. & Lopez-Llorca, L. V. (2022). Detection of *Haplosporidium pinnae* from *Pinna nobilis* Faeces. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(2), 276.
- Maeno, Y., Yurimoto, T., Nasu, H., Ito, S., Aishima, N., Matsuyama, T., et al. (2006). Virus-like particles associated with mass mortalities of the pen Shell *Atrina pectinata* in Japan. *Dis Aquat Org.* 71, 169–173. doi: 10.3354/dao071169.
- Maeno, Y., Suzuki, K., Yurimoto, T., Kiyomoto, S., Fuseya, R., Fujisaki, H., et al. (2012). Laboratory and field studies on gill and kidney associated virus in the pen shell *Atrina lischkeana* (Mollusca: Bivalvia). *Bull. Eur. Assess. Fish Pathol.* 32, 78.
- Marrocco, V., Zangaro, F., Sicuro, A. & Pinna, M. (2019). A scaling down mapping of *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) through the combination of scientific literature, NATURA 2000, grey literature and citizen science data. *Nature Conservation*, 33, 21-31.
- Mihaljević, Ž., Pavlinec, Ž., Zupičić, I. G., Oraić, D., Popijač, A., Pećar, O. & Zrnčić, S. (2021). Noble pen shell (*Pinna nobilis*) mortalities along the eastern adriatic coast with a study of the spreading velocity. *Journal of Marine Science and Engineering*, 9(7), 764.
- MolluscaBase, eds. (2022). MolluscaBase. *Pinna* Linnaeus, 1758. Accessed through: World Register of Marine Species, (2022-05-27), <https://marinespecies.org>
- Montroni, D., Simoni, A., Pasquini, V., Dinelli, E., Ciavatta, C., Triunfo, C. & Falini, G. (2021). A non-lethal method to assess element content in the endangered *Pinna nobilis*. *Scientific reports*, 11(1), 1-10.

- Moore, J.D., Finley, C.A., Robbins, T.T. and Friedman, C.S. (2002) Withering syndrome and restoration of Southern California Abalone populations. Calif Coop Ocean Fish Invest Rep 43, 112–117.
- Moreno-Dávila, B., Gómez-Gutiérrez, J., Alcoverro, T., Ramírez-Luna, S., Sánchez, C., Balart, E. F. & Huato-Soberanis, L. (2021). Mass mortality of pen shell *Atrina maura* (Bivalvia: Pinnidae) due to abrupt population increase of tunicate (*Distaplia* sp.) in a subtropical bay, Mexico. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 260, 107493.
- Nebot-Colomer, E., Álvarez, E., Belando, M. D., Deudero, S., Catanese, G., Bernardeau-Esteller, J. & Vázquez-Luis, M. (2022). Living under threat: Will one of the last *Pinna nobilis* populations be able to survive?.
- Öndeş, F., Alan, V., Akçalı, B. & Güçlüsoy, H. (2020a). Mass mortality of the fan mussel, *Pinna nobilis* in Turkey (eastern Mediterranean). Marine Ecology, 41(5), 1–5. doi:10.1111/maec.12607
- Öndeş, F., Kaiser, M. J. & Güçlüsoy, H. (2020b). Human impacts on the endangered fan mussel, *Pinna nobilis*. Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems, 30(1), 31-41.
- Özalp, H.B., Kersting, D.K. (2020). A pan-Mediterranean extinction? *Pinna nobilis* mass mortality has reached the Turkish straits system. Marine Biodiversity, 50, 81. doi: 10.1007/s12526-020-01110-7
- Öztürk, B., Doğan, A., Bakır, B. B. & Salman, A. (2014). Marine molluscs of the Turkish coasts: an updated checklist. Turkish Journal of Zoology, 38(6), 832-879.
- Panarese, R., Tedesco, P., Chimienti, G., Latrofa, M. S., Quaglio, F., Passantino, G. & Otranto, D. (2019). *Haplosporidium pinnae* associated with mass mortality in endangered *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758) fan mussels. Journal of invertebrate pathology, 164, 32-37.
- Peharda, M., Gillikin, D. P., Schöne, B. R., Verheyden, A., Uvanović, H., Markulin, K. & Župan, I. (2022). Nitrogen Isotope Sclerochronology—Insights Into Coastal Environmental Conditions and *Pinna nobilis* Ecology. Frontiers in Marine Science, 8, 816879.

- Pelletier, D., Leleu, K., Mou-Tham, G., Guillemot, N. & Chabanet, P. (2011). Comparison of visual census and high definition video transects for monitoring coral reef fish assemblages. *Fisheries Research*, 107(1-3), 84-93.
- Pensa, D., Fianchini, A., Grosso, L., Ventura, D., Scardi, M. & Rakaj, A. (2022). Tracking Population Status and Structure of Mediterranean Pen Shell *Pinna Nobilis* After a Mass Mortality Outbreak.
- Peyran, C., Boissin, E., Morage, T., Nebot-Colomer, E., Iwankow, G. & Planes, S. (2021). Genetic homogeneity of the critically endangered fan mussel, *Pinna nobilis*, throughout lagoons of the Gulf of Lion (North-Western Mediterranean Sea). *Scientific reports*, 11(1), 1-12.
- Peyran, C., Boissin, E., Morage, T., Nebot-Colomer, E., Iwankow, G. & Planes, S. (2022). Investigating population dynamics from parentage analysis in the highly endangered fan mussel *Pinna nobilis*. *Ecology and evolution*, 12(1), e8482.
- Prado, P., Andree, K. B., Trigos, S., Carrasco, N., Caiola, N., García-March, J. R., Tena, J., Fernández-Tejedor, M. & Carella, F. (2020). Breeding, planktonic and settlement factors shape recruitment patterns of one of the last remaining major population of *Pinna nobilis* within Spanish waters. *Hydrobiologia*, 847, 771–786. <https://doi.org/10.1007/s10750-019-04137-5>.
- Prado, P., Grau, A., Catanese, G., Cabanes, P., Carella, F., Fernández-Tejedor, M. & García-March, J. R. (2021). *Pinna nobilis* in suboptimal environments are more tolerant to disease but more vulnerable to severe weather phenomena. *Marine Environmental Research*, 163, 105220.
- Rabaoui, L., Tlig Zouari, S., Katsanevakis, S. & Ben Hassine, O. K. (2007). Comparison of absolute and relative growth patterns among five *Pinna nobilis* populations along the Tunisian coastline: an information theory approach. *Marine Biology*, 152(3), 537-548.
- Rabaoui, L., Tlig-Zouari, S., Katsanevakis, S. & Ben Hassine, O. K. (2010). Modelling population density of *Pinna nobilis* (Bivalvia) on the eastern and southeastern coast of Tunisia. *Journal of Molluscan Studies*, 76(4), 340-347.

- Rabaoui, L., Belgacem, W., Ben Ismail, D., Mansour, L. & Tlig-Zouari, S. (2015). Engineering effect of *Pinna nobilis* shells on benthic communities. *Oceanologia*, 57(3), 271–279. doi: 10.1016/j.oceano.2015.03.002
- Richardson, C.A., Kennedy, H., Duarte, C.M., Kennedy, D.P. & Proud, S.P., (1999). Age and growth of the fan mussel *Pinna nobilis* from south east Spanish Mediterranean seagrass (*Posidonia oceanica*) meadows, *Marine Biology*, 133, 205-212.
- Richardson, C. A., Peharda, M., Kennedy, H., Kennedy, P. & Onofri, V. (2004). Age, growth rate and season of recruitment of *Pinna nobilis* (L) in the Croatian Adriatic determined from Mg: Ca and Sr: Ca shell profiles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 299(1), 1-16.
- Ricker, W. E., (1975). Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations, *Bull. Fish. Res. Board Can.* (191): 382p.
- Rouanet, E., Trigos, S. & Vicente, N. (2015). From youth to death of old age: the 50-year story of a *Pinna nobilis* fan mussel population at Port-Cros Island (Port-Cros National Park, Provence, Mediterranean Sea). *209-Scientific Reports of the Port-Cros national Park*, 29(August), 209–222.
- Scarpa, F., Sanna, D., Azzena, I., Mugetti, D., Cerruti, F., Hosseini, S. & Casu, M. (2020). Multiple non-species-specific pathogens possibly triggered the mass mortality in *Pinna nobilis*. *Life*, 10(10), 238.
- Scarpa, F., Sanna, D., Azzena, I., Cossu, P. & Casu, M. (2021). From dark to light and back again: is *Pinna nobilis*, the largest Mediterranean shellfish, on the brink of extinction? What about *Pinna nobilis*. *Veterinaria*, 70(1), 1-14.
- Secci, M., Biancacci, C., Giglioli, A., Loddo, D., Pasquini, V., Pusceddu, A. & Addis, P. (2019). Geostatistical approach to investigate spatial patterns of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758). *Regional studies in marine science*, 32, 100884.
- Serdar, S., Yıldırım, Ş. ve Çoban, D. (2021). “Çift Kabuklu Yetiştiriciliğinde Temel Konular“. İksad Publishing House: Ankara.
- Shahidul, I., Masaru, T. (2004). Impacts of pollution on coastal and marine ecosystems including coastal and marine fisheries and approach for management: A review and

synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 48, 624–649. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2003.12.004.

Shumway, S.E., Cucci, T.L., Newell, R.C. & Yentsch, C.M. (1985) Particle selection, ingestion, and absorption in filter feeding bivalves. *J Exp Mar Biol Ecol* 91: 77–92.

Silvestri, S., Capra, V., Cucchiaro, S., Pivato, M. & Tarolli, P. (2022). Tides, Topography, and Seagrass Cover Controls on the Spatial Distribution of *Pinna nobilis* on a Coastal Lagoon Tidal Flat. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 127(3), e2021JG006667.

Souji, S., Shibu, Y. & Radhakrishnanc, V. T. (2014). New record of two Pinnidae species (Bivalvia: Pinnidae): DNA barcoding (COI) and morphological analysis. *Indian Journal of Scientific Research*, 8(1), 159-168.

Stirling, H.P., Okumuş, İ. (1994) Growth, mortality and shell morphology of cultivated mussel (*Mytilus edulis* L.) stocks cross – planted between two Scottish sea lochs. *Mar Biol* 119: 115–123.

Stuart, V., Field, J. & Newell, R. (1982) Evidence for Absorption of Kelp Detritus by the Ribbed Mussel *Aulacomya ater* using a new Cr-Labelled Microsphere Technique. *Mar Ecol Prog Ser* 9(3): 263-271.

Sureda, A., Tejada, S., Box, A. & Deudero, S. (2013). Polycyclic aromatic hydrocarbon levels and measures of oxidative stress in the Mediterranean endemic bivalve *Pinna nobilis* exposed to the Don Pedro oil spill. *Marine pollution bulletin*, 71(1-2), 69-73.

Theodorou, J. A., James, R., Tzovenis, I. & Hellio, C. (2015). The recruitment of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) on the ropes of a Mediterranean mussel long line farm. *Journal of Shellfish Research*, 34(2), 409-414.

Theodorou, J. A., James, R., Tagalis, D., Tzovenis, I., Hellio, C. & Katselis, G. (2017). Density and size structure of the endangered fan mussel *Pinna nobilis* (Linnaeus 1758), in the shallow water zone of Maliakos Gulf, Greece. *Acta Adriatica*, 58(1), 63–76. doi: 10.32582/aa.58.1.5.

- Tiscar, P. G., Rubino, F., Paoletti, B., Di Francesco, C. E., Mosca, F., Della Salda, L. & Fanelli, G. (2022). New insights about *Haplosporidium pinnae* and the pen shell *Pinna nobilis* mass mortality events. *Journal of Invertebrate Pathology*, 190, 107735.
- Trainer, V. L., Hardy, F. J. (2015). “Integrative monitoring of marine and freshwater harmful algae in Washington state for public health protection“. *Toxins*, 7(4), 1206–1234. <https://doi.org/10.3390/toxins7041206>.
- Trigos, S., García-March, J. R., Vicente, N., Tena, J. & Torres, J. (2015). Respiration rates of the fan mussel *Pinna nobilis* at different temperatures. *Journal of Molluscan Studies*, 81(2), 217–222. doi: 10.1093/mollus/eyu075
- Trigos, S., Vicente, N., Prado, P. & Espinós, F. J. (2018). Adult spawning and early larval development of the endangered bivalve *Pinna nobilis*. *Aquaculture*, 483, 102–110. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.10.015>
- Turan, C., Doğdu, S. (2021). The First Occurrence of the Pen Shell *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) in the Samandağ coast, the northeastern Mediterranean. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 7(1), 49-53.
- TÜİK , (2009). Türkiye İstatistik Kurumu 2008 Yılı Su Ürünleri İstatistikleri, Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Müdürlüğü, Ankara.
- Van Banning, P. (1991). Observations on bonamiosis in the stock of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, in the Netherlands, with special reference to the recent developments in Lake Grevelingen. *Aquaculture*, 93, 205–211. doi: 10.1016/0044-8486(91)90232-V
- Vázquez-Luis, M., March, D., Álvarez, E., Álvarez-Berastegui, D. & Deudero, S. (2014). Spatial distribution modelling of the endangered bivalve *Pinna nobilis* in a Marine Protected Area. *Mediterranean Marine Science*, 626-634.
- Vázquez-Luis, M., Morató, M., Campillo, J. A., Guitart, C. & Deudero, S. (2016). High metal contents in the fan mussel *Pinna nobilis* in the Balearic Archipelago (western Mediterranean Sea) and a review of concentrations in marine bivalves (Pinnidae). *Scientia Marina*, 80(1), 111-122.

- Vázquez-Luis, M., Álvarez, E., Barrajón, A., García-March, J.R., Grau, A., Hendriks, I.E., Jiménez, S., Kersting, D., Moreno, D., Pérez, M., Ruiz, J.M., Sánchez, J., Villalba, A. & Deudero, S. (2017). S.O.S. *Pinna nobilis*: A Mass Mortality Event in Western Mediterranean Sea. *Frontiers in Marine Science*, 4:220. doi: 10.3389/fmars.2017.00220
- Vázquez-Luis M., Nebot-Colomer, E., Salud Deudero, Serge Planes & Emilie Boissin, (2021), Natural hybridization between pen shell species: *Pinna rudis* and the critically endangered *Pinna nobilis* may explain parasite resistance in *P. nobilis* *Molecular Biology Reports* (IF2.742), Pub Date : 2021-01-04, DOI: 10.1007/s11033-020-06063-5.
- Vicente, N. (2021). Présence de *Pinna rudis* (Linné, 1758) sur les côtes méditerranéennes françaises.
- Voultsiadou, E., Vafidis, D. (2007). Marine invertebrate diversity in Aristotle's zoology. *Contributions to Zoology*, 76(2), 103–120. <https://doi.org/10.1163/18759866-07602004>.
- WHO, (2010). (World Health Organization). *Safe Management of Shellfish and Harvest Waters*. Edited by G. Rees, K. Pond, D. Kay, J. Bartram and J. Santo Domingo, IWA Publishing, London.
- Yang, H. S., Kang, H. S., Park, H. S., Noh, C. H., Jeong, E. Y. & Choi, K. S. (2015). First report on the occurrence of the comb pen shell, *Atrina pectinata* (Linnaeus, 1767)(Bivalvia: Pinnidae) in Ulleungdo Island in the East Sea: Ecology and molecular identification of the species using COI gene sequence. *Ocean Science Journal*, 50(4), 649-655.
- Zakhama-Sraieb, R., Sghaier, Y. S., Omrane, A. & Charfi Cheikhrouha, F. (2011). Density and population structure of *Pinna nobilis* (Mollusca, Bivalvia) in the Ghar El Melh lagoon (NE Tunisia).
- Zar, J. H. 1996. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- Zavodnik, D., Hrs-Brenko, M. & Legac, M. (1991). "Synopsis on the fan shell *Pinna nobilis* L. in the eastern Adriatic Sea". p. 169-178. In: *Les Espèces Marines à*

Protéger en Méditerranée. Boudourescque C.F., Avon M., Gravez V. (Eds) GIS Posidonie, Marseilles.

Zotou, M., Gkrantounis, P., Karadimou, E., Tsirintanis, K., Sini, M., Poursanidis, D., Azzolin, M., Dailianis, T., Kytinou, E., Issaris, Y., Gerakaris, V., Salomidi, M., Lardi, P., Ramfos, A., Akrivos, V., Spinou, E., Dimitriadis, C., Papageorgiou, D. & La, S. (2020). *Mediterranean Marine Science*, 21(3), 575–591. doi: 10.12681/mms.23777.



EK 1

Tarih:	Saat:	
İstasyon Adı:		
İstasyon Numarası:		
İstasyon Başlangıç Konum; Koordinatları		
İstasyon Bitiş Konum; Koordinatları		
Dip Yapısı:		
Derinlik:		
Sıcaklık:	Dip/Yüzey:	
Akıntı Durumu:		
Tuzluluk:		
pH:	Bulanıklık:	
Oksijen düzeyi:		
Ölü Pina Sayısı:		
Canlı Pina Sayısı:		
Toplam Pina Sayısı:		
Pina Boy:		
Pina Ağırlık:		
Bölgede Görülen Predatör Tür Var mı? Varsa Örnekleri		
Taranan Alan (m ²)		

“Çanakkale Boğazı’nda Dağılım Gösteren *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758)’in Popülasyon Durumu”

Tez

Çalışması

Bilgi

Formu

