

## Determination of Mortality Rates in *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) Population in the Çanakkale Strait

Ata Aksu<sup>1,2\*</sup>, Uğur Altınağaç<sup>3</sup>, Tekin Demirkıran<sup>1</sup>

<sup>1\*</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim Dalı  
<sup>2</sup>İstanbul Gedik Üniversitesi Gedik Meslek Yüksekokulu Motorlu Araçlar ve Ulaştırma Teknolojileri Bölümü Su Altı Teknolojisi Programı  
<sup>3</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Fakültesi

Correspondent: ata.aksu@gedik.edu.tr  
Received: 07.10.2021 Accepted: 10.12.2021  
Ata Aksu: Orcid 0000-0003-4057-8088  
Uğur Altınağaç: Orcid 0000-0002-3638-9834  
Tekin Demirkıran: Orcid 0000-0002-3676-7321

**How to cite this article:** 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

**Abstract:** The population of ecologically important *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758), the largest bivalve species of the Mediterranean, has been under serious threat since 2016 as a result of both anthropogenic effects and the epidemic caused by *Haplosporidium pinnae*. In addition, in recent years *P. nobilis* mortalities caused by *Vibrio* sp. infections in the North Aegean Sea have been reported. In this study, the effects of the mass mortalities of *P. nobilis* observed in the Mediterranean were investigated in the populations in the Dardanelles. For this purpose, *P. nobilis* populations in 30 different stations were observed and counted along transects between June 2020 and September 2021. Underwater observations were carried out either by scuba diving or free diving depending on the underwater characteristics of the region. Observations based on a total of 2183 minutes of bottom time indicated that mortality rate of pen shells increased to 94.67% in 2021 as compared to 81.15% in 2020. In addition, in a period 1 year, the number of stations with 100% mortality increased from 11 to 14 and the number of stations with no presence of pen shells increased from 3 to 5. The decrease in the total number of live pen shells from 1108 to 207 and the consequent reduction of pen shell density (individual/100 m<sup>2</sup>) from 13.15 to 9.2 in a period of one year indicate the imminent threat of extinction for *P. nobilis* in this region. In addition to monitoring studies, aquaculture of pen shells and their transplantation to affected areas should be carried out to mitigate the effects of mass mortalities observed in this region.

**Key words:** *Pinna nobilis*, Çanakkale Strait, Mass Mortality, Line Transect

### Çanakkale Boğazı'nda *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) Popülasyonunda Ölüm Oranlarının Tespiti

**Özet:** Ekolojik anlamda önemli olan Akdeniz'in en büyük çift kabuklu türü *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758)'in nesli, antropojenik etkilerin yanında 2016 yılından bu yana *Haplosporidium pinnae* isimli parazitin salgın etkisiyle ciddi tehdit altındadır. Ayrıca, son yıllarda Kuzey Ege Denizi'nde *Pinna nobilis* popülasyonlarının ölümlerine *Haplosporidium pinnae*'nin yanında çoklu enfekte olarak *Vibrio* sp. gibi türlerin de neden olduğu bildirilmektedir. Bu çalışmada, *Pinna nobilis*'in 2016 yılından bu yana Batı Akdeniz'den Doğu Akdeniz kıyılarına hızla yayılmış olan kitlesel ölümlerinin Çanakkale Boğazı'ndaki *Pinna nobilis* yataklarındaki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Haziran 2020 ve Eylül 2021 ayları arasında belirlenen 30 örnekleme istasyonunda su altı görsel sayım metodu (hat-çizgi sayımı) ile ikişer kez dalarak, pinaların sayımı yapılmıştır. Su altı gözlemleri için bölgenin su altı karakteristiğine göre tüplü dalış veya serbest dalış yöntemleri gerçekleştirilmiştir. Toplam 2183 dakikalık su altı dip gözlem verilerine göre pinaların ölüm oranı 2020-2021 arasında % 81,15' den % 94,67' ye yükselmiştir. Yaklaşık bir yıl sonra pinaların ölüm oranının %100 olduğu istasyonların sayısı 11' den 14' e yükselirken, hiç pına görülmeyen istasyonların sayısı 3' ten 5' e yükselmiştir. Örnekleme istasyonlarındaki

canlı pina sayısının bir sene içerisinde 1108' den 207' ye ve toplam yoğunluğun (birey/100m<sup>2</sup>) 13,15' ten 9,2' ye gerilemesi, *Pinna nobilis* neslinin tükenme tehlikesinin devam ettiğini göstermiştir. *Pinna nobilis* neslinin tükenme tehlikesinden kurtulabilmesi için biyolojik çalışmaların yanında yetiştiricilik ve transplantasyon çalışmaları yaygınlaştırılabilir.

**Anahtar kelimeler:** *Pinna nobilis*, Çanakkale Boğazı, Kitlesel Ölüm, Hat-Çizgi Sayımı

## Giriş

*Pinna nobilis*, Akdeniz'e özgü bir çift kabuklu canlıdır (Kurtay, 2014). Kronolojik düzende incelendiğinde ilk olarak 25 yüzyıl önce Aristoteles'in taksonomi çalışmasında yer almıştır (Voultsiadou ve Vafidis, 2007). *P. nobilis*, çift kabuklular (Kurtay, 2014) yelpaze midyesi, kalem kabuklu olarak da adlandırılmaktadır. Boyu 120 cm'ye kadar erişebilen bentik ortamda bisus iplikleri yardımıyla sesil olarak yaşayan bir canlıdır (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; Öndeş vd., 2020a). Popülasyonlarının yaşadığı derinlik aralığı 0.5-80 m (Öndeş vd., 2020b) olarak bildirilmiş olsa da sığ sularda (0-10m) yoğun kümelenmiş olarak görüldüğü belirtilmiştir (Vázquez-Luis vd., 2017).

*P. nobilis*, suyu filtreler, partikül maddeyi giderir ve su şeffaflığını artırır (Trigos vd., 2015). Tunus'un Elbibane lagünü kıyılarında boş kabuklu *P. nobilis* bireyleri üzerinde yapılmış bir çalışmada, pinaların boş kabuklarının yumuşak habitatlarda yerel biyoçeşitliliği arttırdığı ortaya konulmuştur (Rabaoui vd., 2015). Türkiye kıyılarında yapılan bir çalışmada, *P. nobilis* kabuklarına tutunarak yaşamını sürdüren 25 makrobentik tür gözlemlenmiştir (Acarlı vd., 2010). Deniz ekosistemlerinin güvenliği için, savunmasız türlerin biyoaktif potansiyelinin önemi vurgulanmış ve deniz rezervlerinde korunmaları önerilmiştir (Carreno vd., 2021).

Katsanevakis (2006), Yunanistan' da yapmış olduğu bir çalışmada *P. nobilis* için 29 °C'de büyümenin durduğunu bildirirken, García-March vd. (2011)'de İspanya adalarında yapmış oldukları çalışmalarda 15 ve 16 °C altında büyümenin durduğunu bildirmişlerdir.

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 (Katsanevakis, 2007 Vázquez-Luis vd., 2017) uzun yıllardır sömürüye açık ve neslinin tehdit altında olduğu bildirilmiştir. *P. nobilis* ülkemizde de 1998 yılından bu yana kanunlarla koruma altına alınmıştır (Acarlı vd., 2018).

Özellikle 2016 yılından beri ciddi kitlesel ölümler görülen *P. nobilis* popülasyonunun, *Haplosporidium pinnae* paraziti gibi pandemik bir hastalığın bulaşmasından kaynaklı olarak %100 ölümlere maruz

kaldığı bölgeler olduğu bildirilmiştir. Vázquez-Luis vd. (2017), İspanya'nın Balear adalarıyla İber Yarımadası'nın belirli noktalarında yüzlerce kilometrelik alanda yapmış oldukları su altı görsel sayımlarına göre *Pinna nobilis* popülasyonlarında %100'e yakın ölüm oranları saptamışlardır. Acarlı vd. (2020), Ege Denizi'nde 3 istasyonda yapmış olduğu çalışmada tüm istasyonlarda canlılığın olmadığını ve Ege Denizi'nde *P. nobilis*'in kitlesel ölümleri hakkında yorum yapabilmek için sıcaklık, tuzluluk, akıntı, çözünmüş oksijen, pH vb. çevresel parametrelere dikkat edilmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Acarlı vd. (2021), yapmış oldukları çalışmada Çanakkale Boğazı'nda 9 örnekleme istasyonunda su altı görsel sayım yöntemiyle 494 birey gözlemlenmişler ve %100 ölümün bulunduğu istasyonları bildirmişlerdir. Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği'nde (IUCN) *P. nobilis*'in kırmızı listede neslinin devamının kritik tehlikede olduğu belirlenmiştir (Kersting vd., 2020).

*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). Bununla beraber, parazit salgınının ne kadar yayıldığını anlayabilmek için komşu enfekte olmamış popülasyonların periyodik olarak izlenmesi gereklidir. Enfekte olan pinaların, uyarılara karşı kapakçıklarını kapatmada reaksiyon eksikliği gösterdiği ve bu sayede belirgin bir şekilde ayırt edilebildikleri belirtilmiştir (Vázquez-Luis vd., 2017). Aynı zamanda Çanakkale Boğazı'ndaki örnekler üzerinde yapılan analiz sonuçlarına göre enfekte fakat canlı *P. nobilis* bireylerinin saha çalışmalarında addüktör kaslarını yavaş kapatma davranışıyla paralellik gösterdiği belirtilmiştir (Künili vd., 2021).

*P. nobilis*, Karadeniz hariç, Türkiye denizlerinde yaygın olarak görülür (Çınar vd., 2021a). 2019 yılında Marmara Denizi'nde *P. nobilis* popülasyonları üzerinde yapılmış bir çalışmada % 10 gibi düşük bir ölüm oranı tespit edilmişken, Ege Denizi'nde % 97 gibi yüksek bir ölüm oranı gözlemlenmiştir (Öndeş vd., 2020a). Marmara Denizi'nde 2021 yılında yapılan başka bir çalışmada ise; *P. nobilis* bireylerinde ölüm oranının %88 olduğu ve son kale olarak düşünülen Marmara Denizi'nde

müsilağ olayının pına popülasyonlarını olumsuz etkilemiş olabileceği bildirilmiştir (Çınar vd., 2021b). Aynı çalışmada bir istasyondan alınan verilere göre *P. nobilis* ölü kabuklarının 34 taksonomik grup için habitat görevi gördüğü gözlemlenmiştir.

Çanakkale Boğazı'nda, Özalp ve Kersting (2020), iki örnekleme istasyonunda yapmış oldukları çalışmada 2014 yılında yüksek yoğunlukta canlı *P. nobilis* bireylerini kayıt altına almışken, 2020 yılında aynı istasyonlarda *P. nobilis* bireylerinin yıkıcı bir şekilde kitlesel ölümlere maruz kaldıklarını bildirmişlerdir.

Künili vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada *P. nobilis* popülasyonlarının ölüm nedenlerinin *H. pinnae*'nin yanında çoklu enfekte olarak *Vibrio sp.* gibi türlerden de kaynaklı olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu çalışma, Türkiye'de *P. nobilis*'in toplu ölümlerinin nedeni üzerine yapılan ilk histopatolojik çalışmadır.

Türkiye'nin Güney Marmara kıyılarında 2019 ve 2020 yıllarında yapılmış olan çalışmalarda az sayıda ölü *P. nobilis* bireyine rastlanmıştır ve kitlesel ölümlerin Marmara Denizi'ne ulaşmadığı yorumu yapılmıştır (Öndeş vd., 2020b; Çınar vd., 2021a). Ancak, 2021 yılında yapılan gözlemler ile Marmara Denizi'nde de toplu ölümler rapor edilmiştir (Çınar vd., 2021b).

Bu çalışmada, ekolojik anlamda önemli bir filtrasyon görevini üstlenen Akdeniz'in (bivalvia) sınıfına ait *P. nobilis*'in 2016'dan bu yana Batı Akdeniz'den Doğu Akdeniz kıyılarına hızla yayılmış olan kitlesel ölümlerinin Çanakkale Boğazı'ndaki *P. nobilis* yataklarındaki etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak bu bölgenin tercih edilme nedenleri arasında; Akdeniz'de başlayan %100'e yakın kitlesel ölümlerin Ege'ye zamanla sıçraması, buradan da Çanakkale Boğazı'nın güney kısmına ulaştığının bilinmesi, balık geçişlerinde dar noktaların bulunması, şiddetli akıntuların ve dalgaların bulunması, balık ve su ürünleri göçlerinin yoğunlukla yaşanması, akıntularla birlikte suda askıda sürüklenen çift kabuklular tarafından filtre edilmeye uygun planktonların bolluğu ve Çanakkale Köprüsü ayaklarından güvenli bölgelere transplantasyonu gerçekleştirilen *P. nobilis* bireylerinin varlığıdır.

## Materyal ve Yöntem

Bu çalışma, Tarım ve Orman Bakanlığı, Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü'nden yasal izin (Tarih: 30.04.2020, Sayı: E.1257197) alınarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışma 2 etapta yürütülmüştür. İlk etapta Çanakkale Boğazı sınırları kapsamında 30 örnekleme istasyonu (0-15 m derinlik aralığında) belirlenmiştir. Bu istasyonlara 2020 yılı Haziran-Ekim ayları arasında dalgışlar gerçekleştirilmiştir. İkinci etapta,

2021 yılı Temmuz-Eylül ayları arasında, belirlenen 30 istasyona yeniden dalgış yapılarak aynı metotla pinaların sayımı ve izleme çalışması gerçekleştirilmiştir. Böylece belirlenen 30 örnekleme istasyonuna 2020 yılı Haziran ve 2021 yılı Eylül ayları arasında ikişer defa dalgış gerçekleştirilerek su altı görsel sayım metodu olan hat-çizgi sayımı (line transect) uygulanmış ve pinaların gözlemi yapılmıştır. Su altı gözlemleri için bölgenin su altı karakteristiğine göre tüplü dalgış veya serbest dalgış yöntemleri tercih edilerek, uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

İstasyonlar Çanakkale Boğazı'nın her iki yakasında ve aralarında kuş uçuşu  $5\pm 1$ km olacak şekilde konumlandırılmıştır. İstasyonların belirlenmesinde kıyı şeridinin yapısı ve denize ulaşım imkânları göz önünde tutulmuştur. İstasyonların belirlenmesinde ve ara mesafelerinin hesaplanmasında Navionics mobil uygulaması olan Boating HD deniz haritasından faydalanılmıştır. Çanakkale Boğazı'nın Anadolu yakasında ve Avrupa yakası boyunca belirlenen istasyonlar Şekil 2'deki harita üzerinde görülmektedir.

Pinaların sayım yönteminde bazı sahalarda dar olup (liman alanı ya da derinliğin eğime bağlı olarak karaya yakın olması gibi özelliklerden dolayı) bu alanlarda  $750 \text{ m}^2$  civarında, diğer alanlarda ise  $1500 \text{ m}^2$  civarında alan taraması yapılmıştır. Pinaların sayımında su altı gözlem yöntemlerinden hat-çizgi sayımı (line transect) uygulanmıştır. Bu yöntem çerçevesinde, 2 gözlemci dalgış aralarında ortalama 10m olacak şekilde, önceden belirlenmiş bir hat üzerinde yüzerek örnekleme yapmıştır (Şekil 1a ve b). Dalgışların her biri sağ ve sol taraflarında 5m mesafede gördükleri her pinayı kayıt etmiştir. Görüş mesafesi hattın genişliğinin belirlenmesinde önemli rol oynamıştır. Kıyıya dik olacak şekilde 150 m uzunlukta alan taraması yapılmıştır. Canlı ve ölü pına bireyleri koruma kılıflı (housing) su altı kamerasıyla (Olympus TG-5) fotoğraf ve video yöntemi ile görüntülenmiştir (Şekil 1c).

Umurbey ve Marina istasyonları hariç diğer tüm istasyonlarda  $2*5*150=1500 \text{ m}^2$  lik alan taraması yapılmıştır. Bu iki istasyonda ise (Umurbey, Marina istasyonları) taranacak bölge sınırlı olduğu için  $750 \text{ m}^2$  lik alan taranmıştır.

Tüplü dalgışlar için BAD (bağımsız aletli dalgış donanımı) kullanılmıştır. Serbest dalgışlar için dalgışın ABC'si (maske, palet, şnorkel) kullanılmıştır. Çalışmanın ilk etabı 2020 yılında, örnekleme istasyonlarında dalgış günlerinde sıcaklık, tuzluluk, derinlik, pH, oksijen düzeyi bilgileri CTD (Conductivity -Temperature - Depth) cihazı ile ölçülmüştür. Her istasyonun GPS koordinat verileri Navionics Boating HD mobil uygulamasından alınan verilerle kaydedilmiştir. Dalgış saatiyle maksimum derinlik, dalgış süresi bilgileri kaydedilmiştir. Bir hat üzerinde ilerleyerek, tarama yapan dalgışlar

tarafından canlı pina sayısı ile ölü pina sayısı bilgileri su altı yazı tahtasıyla kayıt altına alınmıştır.

Saha çalışmasından elde edilen ham veriler excel dosyasında işlenerek csv dosyasına dönüştürülmüştür. Daha sonra açık kaynak veri

tabanlı coğrafik bilgi sistemi olan QGIS 3.16.1 sürümüne yüklenmiştir. Haritada gösterilmesi istenen veriler QGIS uygulamasında vektör katman olarak uygulamaya eklenerek ve bölgesel bazda örnekleme istasyonlarının koordinatları noktasal olarak gösterilmiştir.



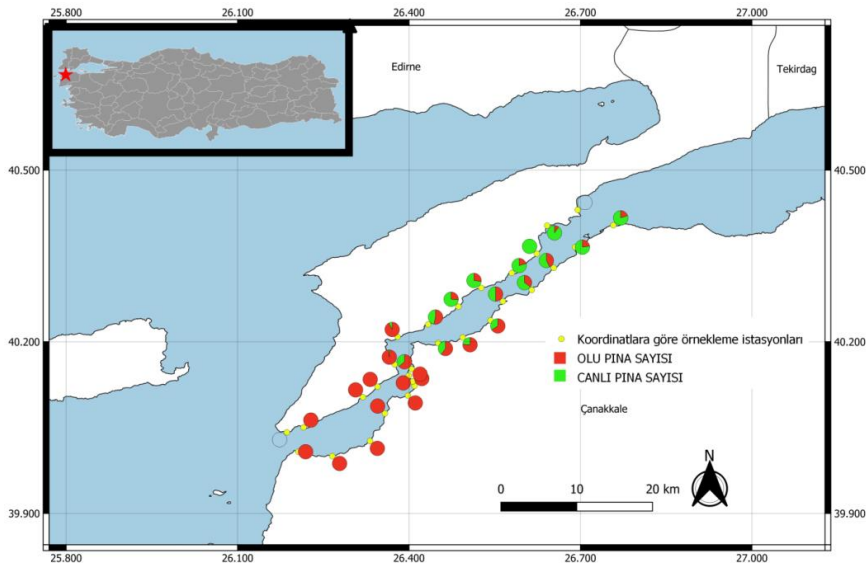
Şekil 1. Su altında hat çizgi sayım için kullanılacak hattın önceden işaretlenmesi (a, b). Yarı ölü durumda olan *Pinna nobilis* yataklarının su altı görüntüsü (c)

### Bulgular ve Tartışma

*Pinna nobilis*'in yaşam oranlarını gösteren, Çanakkale Boğazı haritası Şekil 2'de verilmiştir. Haritadan anlaşılacağı üzere, Çanakkale Boğazı'nın Ege Denizi'ne yakın kısımlarında canlılık tamamen bitmiş iken, Marmara Denizi'ne yaklaştıkça canlı oranının artmakta olduğu görülmektedir. 2020 yılında

30 örnekleme istasyonunda dalış yapılarak 1543 dakika dip zamanı harcanmıştır.

Tablo 1'de 2020 yılına ait istasyon koordinatları yanında ölü ve canlı pina sayıları, ölüm oranları ve 100 m<sup>2</sup>'deki toplam yoğunluk verileri verilmiştir.



Şekil 2. Koordinatlara göre örnekleme istasyonları ve 2020 yılı *P. nobilis* ölü birey ile canlı birey sayılarının oranını gösteren pay grafikler

**Tablo 1.** 2020 yılı örnekleme istasyon numaraları, koordinatları, ölü, canlı birey sayıları, ölüm oranları ve yoğunlukları (100m<sup>2</sup>)

İstasyon No	İstasyon Adı	Koordinat	Pina Sayısı		Ölüm Oranı%	Yoğunluk (Birey/100m <sup>2</sup> )
			Ölü	Canlı		
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	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
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	0

Çalışma boyunca Çanakkale Boğazı'nın güneyinde bulunan istasyonlarda ölüm oranları %100 iken kuzey bölgelere doğru gidildikçe bu oranın düştüğü ve canlı bireylerin de var olduğu belirlenmiştir.

Tüm saha çalışmaları sonunda Çanakkale Boğazı'nda 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 m<sup>2</sup>'lik alan taranarak yoğunluk olarak 100 m<sup>2</sup>'ye ortalama 13,51 adet pına düştüğü hesaplanmıştır.

Çanakkale Boğazı'nı 3 bölgeye ayırmak gerekirse; Güney bölgesi 1. bölge canlılığın olmadığı bölge, Merkez bölgesi 2. bölge canlılığın başladığı, ölü ve canlı pına bireylerinin bir arada bulunduğu bölge, Kuzey bölgesi 3. bölge ise kuzeye doğru giderek artan canlılığın gözlemlendiği bölgelerdir.

Elde edilen verilere göre en yüksek su sıcaklığı, 25,7 °C ile 10. istasyon olan Karacaören Altı'ndan (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 bireyi ile ölüm oranı %100 olarak belirlenmiştir. Araştırmalarda örnekleme istasyonları karşılaştırıldığında, Çanakkale Boğazı'nın Avrupa yakasında adet bazında en çok canlı *Pinna nobilis* bulunan istasyon 256 canlı pına ile Gelibolu tersane (40°19.228'N - 26°34.793'E) iken, Anadolu yakasında 194 birey 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 *Pinna 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.

Diğer pinnidae ailesi üyelerinin daha önceki kitlesel toplu ölümleri (Maeno vd., 2006, 2012) ile karşılaştırıldığında *Pinna 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 %100 ölüm oranıyla karşılaştırılması *Pinna nobilis* popülasyonlarının bu durumunu kanıtlar niteliktedir.

Çanakkale Boğazı'nın Anadolu yakasında canlı *Pinna nobilis* bireylerinin 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; *Pinna nobilis* toplu ölümlerinin Çanakkale Boğazı'nda gelmiş olduğu noktayı belirtmektedir. Kitlesel 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. 2021 yılında yapılan çalışmanın 2. etabında elde edilen örnekleme sonuçları Tablo 2'de gösterilmektedir.

2020 yılında aynı istasyonlarda aynı yöntemle su altı sayımlarında 5880 adet pına bireyi gözlenirken, 2021 izleme çalışmasında ise; 4002 adet pına sayılmıştır. Pına bireylerindeki ölüm oranı ise 2020'de %81,15 'ten 2021'de %94,67'ye yükselmiştir. Bu oranlar, Şekil 3'de gösterilmiştir. Yaklaşık 1 sene sonra pınaların ölüm oranının %100 olduğu istasyonlar 11'den 14'e yükselirken, hiç pına görülmeyen istasyonların sayısı 3'ten 5'e yükselmiştir. Örnekleme istasyonlarındaki canlı pına sayısının bir sene içerisinde 1108'den 207'ye gerilemesi, *Pinna nobilis* neslinin tükenme tehlikesinin devam ettiğini açıklar nitelikte bir veridir. Bütün istasyonlardaki toplam yoğunluk (100 m<sup>2</sup>) ise 13,15'ten 9,2'ye gerilemiştir. İstasyonların 2020 yılında pına yoğunluğu verileri istatistiksel olarak analiz edildiğinde 100 m<sup>2</sup> alanda ortalama 14,03±25,88 adet pına bulunduğu tespit edilmiştir. Bir sonraki yıl ise aynı istasyonlarda yoğunluk olarak ortalama 10,02±19,92 adet pına olduğu hesaplanmıştır.

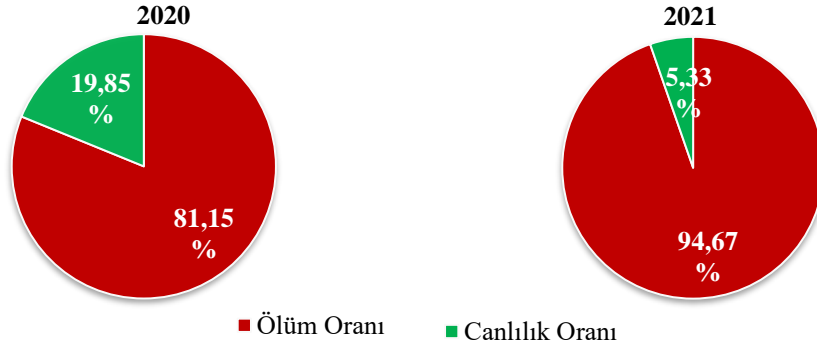
Çalışmanın 2020-2021 saha verileri karşılaştırıldığında pınaların %100 ölümlerinin ulaştığı sınır istasyonlarının, Anadolu ve Avrupa yakasında değişiklik göstermediği görülmüştür. Hem 2020 hem de 2021 yılında Anadolu yakasında güneyden kuzeye doğru çıkıldığında *P. nobilis* için ilk canlılığın görüldüğü örnekleme istasyonu Çanakkale Marina, Avrupa yakasında da Çamburnu istasyonudur. Çanakkale Marina istasyonunda canlılık oranı 2020 yılında %36 iken 2021 yılında %6'ya düşerken, Çamburnu istasyonunda ise canlılık oranı 2020 ve 2021 yılında yaklaşık %3 civarında seyretmiştir.

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. İtalya'da Portofino Deniz Koruma Alanı'nda yapılan bir izleme çalışmasına göre kitlesel ölümlerin yanında 2018 yılında canlı *P. nobilis* popülasyonları kaydedilmişken, 2020 yılında aynı alanlarda hiç canlı pına gözlenmediği rapor edilmiştir (Betti vd., 2021).

**Tablo 2.** 2021 yılı örnekleme istasyon numaraları, koordinatları, ölü, canlı birey sayıları, ölüm oranları ve yoğunlukları (100 m<sup>2</sup>)

İstasyon No	İstasyon Adı	Ölü Pina Sayısı	Canlı Pina Sayısı	Ölüm Oranı%	Yoğunluk (Birey/100m <sup>2</sup> )
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
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	Seddülbahir	0	0	-	0





Şekil 3. Çanakkale Boğazı'nda 2020 ve 2021 yılı *Pinna nobilis* bireylerinin toplam ölü ve canlı oranı

Öte yandan 2021 yılında baskın bir şekilde Marmara' da ortaya çıkan müsilaj sorunu sudaki oksijen seviyesini azaltarak ve bentik organizmaların üzerini kaplayarak olumsuz sonuçlar doğurmuştur. Bu durum aynı zamanda özellikle *H. pinnae* ve çoklu *Vibrio sp.* türleri gibi parazitik hastalıklarla mücadele eden *P. nobilis* popülasyonları için de kitlesel ölümleri hızlandırıcı bir etken olarak düşünülebilir.

Bu çalışmadaki gözlemlere dayanarak ise, Çanakkale Boğazı'nın kuzey enlemlerindeki *P. nobilis* popülasyonlarının, kitlesel ölümlerden daha az etkilendiği düşünülebilir. Ancak bu tip izleme çalışmalarının periyodik aralıklarla sürdürülmesi ve kitlesel ölümlerin dağılımında değişiklik olup olmadığı zaman serisi verileri ile takip edilmesi gerekmektedir. *Pinna nobilis* neslinin tükenme tehlikesinden kurtulabilmesi için biyolojik çalışmaların yanında yetiştiricilik ve transplantasyon çalışmalarının da yaygınlaştırılması alternatif bir ekolojik plan olarak düşünülebilir.

#### Teşekkür

Bu araştırma Ata AKSU' nun Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Anabilim dalında doktora tezinin bir bölümünü içermektedir. Bu araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Su Altı Uygulama ve Araştırma Merkezi ve İstanbul Gedik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından GDK202006-06 numaralı proje ile desteklenmiştir. Coğrafik bilgi sistemlerinde haritalama konusundaki destekleri için Dr. Öğr. Üyesi Benal GÜL' e, Ctd prob ölçümlerindeki yardımları için Prof. Dr. Yeşim BÜYÜKATES' e, saha çalışmalarındaki yardımları için Bilgecan ÖZER' e ve istatistiksel analizlerdeki destekleri için Öğr. Gör. İrem ALTAN AKSU' ya teşekkür ederim.

#### Çıkar Çatışması

Yazar Ata Aksu, Uğur Altınağaç ve Tekin Demirkıran çıkar çatışması olmadığını beyan etmektedir.

#### Yazar Katkıları

Ata Aksu çalışmayı tasarladı. Saha çalışmalarında ve çalışmanın yazımında Prof. Dr. Uğur ALTINAĞAÇ yardımcı oldu. Saha çalışmalarında ve dalışlarda yüksek lisans öğrencisi Tekin DEMİRKIRAN yardımcı oldu.

#### Kaynaklar

- 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., & Öktener, A. (2020). Mass Mortality Report of Critically Endangered Fan Mussel (*Pinna nobilis*, Linnaeus 1758) from Cunda Island, Ayvalık (Aegean Sea, Turkey). *Acta Natura et Scientia*, 1(1), 109-117. doi: 10.29329/actanatsci.2020.313.12
- Acarlı, S., Lok, A., Acarlı, D., & Kırtık, A. (2018). Reproductive cycle and biochemical composition in the adductor muscle of the endangered species fan mussel *Pinna Nobilis*, Linnaeus 1758 from the Aegean Sea, Turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27(10), 6506–6518.
- Acarlı, S., Lök, A., Acarlı, D., Serdar, S., Köse, A., Yiğitkurt, S., Kırtık, A., & Güler, M. (2010). Türkiye Ulusal Kongresi. *Türkiye Kıyıları'10 Türkiye'nin Kıyı ve Deniz Alanları VIII. Ulusal Kongresi*, 742–745.
- 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.
- 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
- 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., Bilecenoğlu, M., Yokeş, M., & 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
- Faulks, J. (2007). The EU habitats directive. *European Environment*, 4(1):12-13. doi: 10.1002/eet.3320040105
- Betti, F., Venturini, S., Merotto, L., Cappanera, V., Ferrando, S., Aicardi, S., Mandich, A., Castellano, M., & 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
- García-March, J.R., Surge, D., Lees, J.M., & Kersting, D.K. (2011). Ecological information and water mass properties in the Mediterranean recorded by stable isotope ratios in *Pinna nobilis* shells. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 116, 1–14. doi: 10.1029/2010JG001461
- 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.
- 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).
- 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
- Kersting, D.K., Vázquez-Luis, M., Mourre, B., Belkhamssa, F.Z., Álvarez, E., Bakran-Petricioli, T., Barberá, C., Barrajón, 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
- Kurtay, E. (2014). Urla Karantina Adasında *Pinna nobilis* ( Linnaeus 1758 )'in Spat Verimliliği, (Yüksek Lisans Tezi), Ege Üniversitesi, Türkiye.
- 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
- Maeno, Y., Suzuki, K., Yurimoto, T., Kiyomoto, S., Fuseya, R., Fujisaki, H., Yoshida, M., & Nasu, H. (2012). Laboratory and field studies on gill and kidney associated virus in the pen shell *Atrina lischkeana* (Mollusca: Bivalvia). *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 32, 78.
- 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. doi: 10.1002/aqc.3237
- 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
- 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
- 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.
- 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

- 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
- 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., Álvarez, E., Barraón, 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
- Voultsiadou, E., & Vafidis, D. (2007). Marine invertebrate diversity in Aristotle's zoology. *Contributions to Zoology*, 76(2), 103–120. doi: 10.1163/18759866-07602004
- 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., Spinos, E., Dimitriadis, C., Papageorgiou, D., & La, S. (2020). *Mediterranean Marine Science*, 21(3), 575–591. doi: 10.12681/mms.23777