T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

MARMARA DENİZİ KLADOSERA POPÜLASYONUNUN ÜREME STRATEJİSİ VE EKOLOJİK İLİŞKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Dalida BEDİKOĞLU
Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi Ana Bilim Dalı

Danışman
Doç. Dr. Nazlı DEMİREL EROL

ARALIK, 2020

“Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje numarası: 33563”.

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

Dalida BEDİKOĞLU tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "MARMARA DENİZİ KLADOSERA POPÜLASYONUNUN ÜREME STRATEJİSİ VE EKOLOJİK İLİŞKİSİ" başlıklı tez FİZİKSEL OŞİNOGRAFİ VE DENİZ BİYOLOJİSİ Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Nazlı DEMİREL EROL

Jüri Üyesi
Prof. Dr. Şengül BEŞİKTEPE

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Ahsen YÜKSEK

Jüri Üyesi
Doç. Dr. Funda ÜSTÜN

Jüri Üyesi
Dr. Öğretim Üyesi Fuat DURSUN

Tez Savunma Tarihi: 18.12.2020

ETİK BEYAN

İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu kurallarına uygun olarak hazırladığım "MARMARA DENİZİ KLADOSERA POPÜLASYONUNUN ÜREME STRATEJİSİ VE EKOLOJİK İLİŞKİSİ" başlıklı YÜKSEK LİSANS tez çalışmasında bilimsel etik ve akademik kurallara riayet ettiğimi;

- Çalışma konusunun özgün olduğunu,
- Tez içinde sunduğum tüm veri ve belgeleri bilimsel etik ve ahlak kuralları çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmanın bulgularında tahrifat yapmadığımı ve yanlı davranmadığımı,
- Tez kapsamında yararlandığım tüm eserlere ve doğrudan veya dolaylı olarak kullandığım her alıntıya atıfta bulunduğumu,
- Yararlandığım tüm eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu,
- Kullandığım veri ve belgelerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Patent ve telif haklarını ihlal etmediğimi

bildirir, aksinin vuku bulması durumunda yasal sonuç/sonuçları ve aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabul ettiğimi beyan ederim.

18.12.2020

Dalida BEDİKOĞLU

İmza

“Bu çalışma Maryam ve Murat Bedikoğlu’na

ithaf edilmiştir.”

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması kapsamında, Marmara Denizi zooplankton komünitesi içerisinde önemli yere sahip Kladoserlerin üreme stratejileri ve ekolojik ilişkileri incelenmiştir. Tez projesinin deniz örneklemeleri İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen ve İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'nce gerçekleştirilen, "İstanbul ve Çevresinde Su Kalitesi İzleme Çalışması" projesi kapsamında sağlanmıştır. Bu projede başta emeği geçen tüm bilimsel ekibe ve özverili çalışmalarından dolayı R/V ARAR gemi personeline teşekkürlerimi sunarım. Tez çalışmasını destekleyen İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Türkiye'de deniz bilimlerinin gelişebilmesi adına sayısız çalışmaları bulunan, işine olan adanmışlığı, prensipleri ve görüşleriyle bugün halen bizlere örnek olan Prof. Dr. Erdoğan OKUŞ'u minnetle anıyorum.

Tanıştığımız günden bu yana bana olan desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, yalnız tez çalışmam da değil, her zaman fikirlerime önem verip, bilimsel etik ve disiplin aşılayan ve yol gösterici olan değerli danışmanım Doç. Dr. Nazlı DEMİREL'e minnet ve saygılarımı sunarım.

Çalışma alanımı seçmemde ve bilimsel görüşüyle henüz lisans öğrencisi iken bana yol gösterici olan, her zaman çözüm odaklı olmayı öğreten ve çalışma konumu önerip uzun dönemi kapsayan bir inceleme yapabilmem adına bana zooplankton örneklerini sağlayan değerli hocam Doç. Dr. İ. Noyan YILMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Henüz lisans öğrencisi iken beni deniz araştırma sefer ekibine dahil edip bana fırsat tanıyan ve öğrencilik sürecim boyunca desteğini eksik etmeyen Doç. Dr. Ahsen YÜKSEK hocama ve tez çalışmam boyunca bilgi birikimi ve bilimsel görüşleriyle her zaman vakit ayırıp öğretici olan Prof. Dr. Seyfettin TAŞ'a teşekkür ederim. Ayrıca bu yolda her zaman öğretici ve destek olan Dr. Öğr. Üyesi Fuat DURSUN hocama da sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Enstitüye geldiğim günden itibaren manevi desteklerini ve emeklerini esirgemeyen değerli çalışma arkadaşlarım Yaprak GÜRKAN, Güzin GÜL ve Sefa MARANGOZ'a teşekkürlerimi sunarım. Eğitim hayatım boyunca sayısız fedakarlıklarda bulunan aileme, özellikle tez yazım aşamasında bana büyük bir sabırla katlanan Dilara ve Arman SARIKAYA'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim. Son olarak lise sıralarından bu yana yanımda olan dostlarım Nadin BARKAÇİN ve Melisa BAL'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER Sayfa

ÖNSÖZ i
ÖZET iii
ABSTRACT iv
TABLO LİSTESİ v
ŞEKİL LİSTESİ vi
SİMGE LİSTESİ viii
KISALTMA LİSTESİ ix
EK LİSTESİ x
1. GİRİŞ 1
1.1. Cladocera Yaşam Döngüsü 5
1.2. Çalışmanın Amacı 10
1.3. Önceki Çalışmalar 11
2. MATERYAL VE METOT 14
2.1. Çalışma Sahası 14
2.2. Örnekleme 15
2.3. Laboratuvar Analizleri 15
2.4. Hidrografik Ölçümler ve Klorofil *a* Analizleri 22
2.5. İstatistiksel Analizler 24
3. BULGULAR 25
3.1. *Penilia avirtostris* 25
3.2. *Pleopis polyphemoides* 35
3.3. *Pseudevadne tergestina* 44
3.4. *Evadne nordmanni* 51
3.5. *Evadne spinifera* 59
3.6. Anomaliler 59
3.7. Genel Değerlendirme 59
4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR 69
KAYNAKLAR 83
EKLER 94
ÖZGEÇMİŞ 99
FORMLAR
Tez Çalışması Benzerlik Raporu Uygunluk Yazısı ve Eki

ÖZET

MARMARA DENİZİ KLADOSERA POPÜLASYONUNUN ÜREME STRATEJİSİ VE EKOLOJİK İLİŞKİSİ

Dalida BEDİKOĞLU

Bu tez çalışmasında Marmara Denizi zooplankton komünite karakteristiğinde önemli bir yere sahip Üst Takım Cladocera türlerinin üreme stratejileri ve çevresel parametrelerle olan ilişkileri belirlenmiştir. Çalışma, İstanbul Tuzla açıklarında yer alan DB1 istasyonundan 2004-2008 yılları arasında aylık alınan zooplankton örnekleri incelenerek gerçekleştirilmiştir. Cladocera grubu türlerin bolluk değerlerini birincil etkileyen çevresel faktörün sıcaklık olduğu ayrıca klorofil a değerlerinin de ikinci sırada etkileyici faktör olduğu belirlenmiştir. Türlerin popülasyon yapıları üreme stratejilerine göre incelendiğinde yine Marmara Denizi'nde hızlı üssel üreme sağlayan partenogenetik dişi bireylerin %60-100 oranlarında baskın oldukları belirlenmiştir. Cladocera grubunun partenogenetik üreme başarısı incelenmiş ve türler arasında oldukça önemli farklar kaydedilmiştir. Türlerin popülasyonlarının çöküşe geçtikleri dönemlerde ürettikleri embriyo miktarlarında artış olması oldukça dikkat çekici sonuçlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte 2005 yılı itibariyle görülen Geryoniidae ailesine ait bir medüz türünün aşırı artışından oldukça etkilenen Cladocera grubu türlerinin popülasyonlarında azalışlar kaydedilmesinin ardından, Ekim 2007-Şubat 2008 arasında Marmara Denizi'nin tamamında görülen müsilaj olayını takiben Aralık 2007-Ocak 2008 arasında grup tamamen çöküşe uğramıştır. Cladocera grubunun bu çöküşlerin ardından yeniden su kolonuna geri dönebilmiş olmasının gametogenetik üreme stratejisi avantajı sayesinde olduğu düşünülmektedir. Üst Takım Cladocera'ya ait türlerin Marmara Denizi'ndeki üreme stratejilerine bağlı olarak değişen popülasyon yapıları ve üreme başarılarındaki çevresel etkilerin rolü literatüre kazandırılmıştır. Bu çalışma ışığında denizel ortamlarda yaşanabilecek olumlu veya olumsuz değişimlerin izlenmesinde zooplankterlerin başarılı birer indikatör olabilecekleri ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Cladocera, üreme, Marmara Denizi, zooplankton, ekoloji

ABSTRACT

REPRODUCTION STRATEGY OF DOMINANT CLADOCERA SPECIES OF THE SEA OF MARMARA

Dalida BEDİKOĞLU

In this dissertation study, the reproductive strategies and relations with environmental parameters of zooplankton species belong to Superorder Cladocera which have an important place in the zooplankton community characteristics of the Marmara Sea were investigated. Zooplankton samples were collected monthly between 2004 and 2008 from the upper layer water at DB1 station located in the northeast region. Primary factor, which is effect to abundance of Cladocera species, was found water temperature. Also, chlorophyll a was found the second factor affecting their abundance. Population structure of the species were examined according to their reproductive strategies, and it was determined that the parthenogenetic female individuals that provide rapid exponential reproduction were dominant at 60-100%. Birth rates of Cladocera species were assessed with significant differences in birth rate success between species and years. Increase in the number of embryos during the collapse periods of the populations is among the striking results. However, decreases were recorded in the populations of Cladocera species, which were highly affected by the holoplanktonic Geryoniidae species observed periodically after 2005. Following the mucilage event, which observed between October 2007 and February 2008 in entire Marmara Sea, the group collapsed completely between December 2007 and January 2008. As a conclusion, Cladocera species were sampled from the water column following the collapse was evaluated as having the advantage of the gametogenetic breeding strategy. The changing population structures of Superorder Cladocera species depending on their reproduction strategies in the Sea of Marmara and the role of environmental factors in their reproduction success will be an important contribution for the current knowledge and for the future studies.

Key words: Cladocera, reproduction, Sea of Marmara, zooplankton, ecology

TABLO LİSTESİ Sayfa

Tablo 1. Türlerin taksonomik hiyerarşisi..... 6
Tablo 2. DB1 istasyonunda 2004-2008 yılları arası çalışılan beş Cladocera türlerine ait bolluk değerleri..... 16
Tablo 3. Dört türe ait bireylerin sınıflandırılması 18
Tablo 4. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri..... 29
Tablo 5. 2004-2008 yıllarında elde edilen embriyo sınıflarının miktarları, minimum, maksimum ve ortalama toplam boy değerleri 32
Tablo 6. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri..... 39
Tablo 7. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri..... 47
Tablo 8. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri..... 53
Tablo 9. Türlere ait verilerin çevresel parametrelerle olan Spearman korelasyon değerleri (Yalnızca anlamlı sonuç alınanlar tabloya eklenmiştir.)..... 68
Tablo 10. Dünya denizlerinde Cladocera türlerine ait embriyo miktarlarıve vücut uzunlukları üzerine yapılmış çalışmalar. 71
Tablo 11. *Penilia avirostris* türünün üç farklı denizden embriyo miktarları, doğum oranları ve gelişim sürelerinin kayıtları..... 77

ŞEKİL LİSTESİ Sayfa

Şekil 1. (A) Sididae ailesine ait *Penilia avirostris*'in ve (B) Podonidae ailesine ait türlerin (*Evadne nordmanni* türü örnek olarak kullanılmıştır.) genel anatomik yapısı gösterilmiştir 7
Şekil 2. Cladocera yaşam döngüsü (*Evadne nordmanni* türü örnek gösterilmiştir.) 8
Şekil 3. (A) *Penilia avirostris*, (B) *Pleopis polyphemoides*, (C) *Evadne nordmanni* ve (D) *Pseudevadne tergestina* türlerine ait partenogenetik dişi (sol) ve gametogenetik dişi (sağ) bireylerin fotoğrafları. 10
Şekil 4. Örneklemelerin gerçekleştirildiği DB1 istasyonu 14
Şekil 5. (A) *Penilia avirostris*, (B) *Pleopis polyphemoides*, (C) *Evadne nordmanni* ve (D) *Pseudevadne tergestina* türlerinin vücut ölçümleri, BL: Vücut uzunluğu, TL: Toplam vücut uzunluğu 19
Şekil 6. Türlerin kuluçkalarından disekte edilen yumurtalara ait görüntüler 20
Şekil 7. Dört farklı Cladocera türünün kuluçkalarından disekte edilen embriyolarının dört farklı safhaya ait görüntüleri 21
Şekil 8. *Penilia avirostris* türünün dört farklı embriyo safhasına ait vücut ölçümleri 22
Şekil 9. DB1 istasyonuna ait 2004-2008 yıllarını kapsayan aylık olarak 5 m derinlikten elde edilmiş sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerlerinin değişimi 23
Şekil 10. *Penilia avirostris* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil *a* değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri 26
Şekil 11. *P. avirostris*'e ait sıcaklık ve bolluk değerlerinin dağılım grafiği 27
Şekil 12. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 1038 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 4224 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları 31
Şekil 13. *Penilia avirostris* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki 33
Şekil 14. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Penilia avirostris* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi 34
Şekil 15. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Penilia avirostris* türüne ait doğum oranları 35
Şekil 16. *Pleopis polyphemoides* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m), ve klorofil *a* değerlerinin aylık değişimleri 38
Şekil 17. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 1550 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 5933 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları 40
Şekil 18. *Pleopis polyphemoides* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki 42
Şekil 19. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Pleopis polyphemoides* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi 43
Şekil 20. 2004-2008 yılları arasında *Pleopis polyphemoides* türüne ait aylık doğum oranlarının ve bolluk değerlerinin gösterimi. 44
Şekil 21. *Pseudevadne tergestina* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil *a* değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri 46

Şekil 22. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 299 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 955 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları 48
Şekil 23. *Pseudevadne tergestina* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki 50
Şekil 24. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Pseudevadne tergestina* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi 50
Şekil 25. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Pseudevadne tergestina* türüne ait doğum oranlarının ve bolluk değerlerinin gösterimi. 51
Şekil 26. *Evadne nordmanni* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil *a* değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri 54
Şekil 27. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 649 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 2590 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları 55
Şekil 28. *Evadne nordmanni* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki 57
Şekil 29. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Evadne nordmanni* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi 58
Şekil 30. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Evadne nordmanni* türüne ait doğum oranlarının bolluk değerleriyle birlikte gösterimi 58
Şekil 31. *Evadne spinifera* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil *a* değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri 59
Şekil 32. Marmara Denizi'nde 2004-2008 yılları arasında Cladocera grubunun komünite yapısının mevsimsel değişimi 61
Şekil 33. Dört türde aylık olarak elde edilen GF ve M bireylerinin bulunma frekansları ve logaritmik bolluk değerleri 64
Şekil 34. Türlerden disekte edilen embriyo miktarlarının yıllara göre değişimleri 65
Şekil 35. Türlere ait PF sınıfı bireylerin embriyo taşıma kapasitelerinin yüzde frekansları ... 67

SİMGE LİSTESİ

% : yüzde
‰ : binde
°C : sıcaklık
~ : yaklaşık
cm : santimetre
km^2 : kilometre kare
L : litre
M : metre
ml : mililitre
mm : milimetre
µg : mikrogram
µm : mikrometre

KISALTMA LİSTESİ

BL	: Vücut Uzunluğu
F	: Dişi
GF	: Gametogenetik dişi
J	: Genç
M	: Erkek
Maks	: Maksimum, en yüksek
Min	: Minimum, en düşük
N	: Birey sayısı
Ort	: Ortalama
PC	: Principal component, temel bileşen
PCA	: Principal component analysis, temel bileşenler analizi
PF	: Partenogenetik dişi
SD	: Standart sapma
SIMPER	: Similarity percentage, benzerlik yüzdesi analizi
TBS	: Türk Boğazlar Sistemi
TL	: Toplam Vücut Uzunluğu

EK LİSTESİ Sayfa

EK 1. Zooplankton örneklerinin çekim tabakalarına ve saatlerine ait bilgiler 94
EK 2. *P. avirostris* gametogenetik dişi.....95
EK 3. Türlerin yıllara ait incelenen birey sayıları, BL ve TL değerler tablosu 96
EK 4. GF bireylerden elde edilen yumurta miktarları ve meristik ölçümler 97
EK 5. *P. tergestina* ve *E. nordmanni* türlerine ait anomali görülen bireyler.....98

1. GİRİŞ

Zooplankton dünya denizlerinde oldukça yüksek çeşitliliğe ve biyokütleye sahip olan canlı grubudur. Bir çok farklı taksonomik filumu kapsayan zooplankterlerin oldukça önemli rollerde ekolojik görevleri mevcuttur. Zooplankton yaşam döngüleri açısından, holoplankton ve meroplankton olmak üzere iki gruba ayrılır. Holoplanktonu bütün yaşam döngüsünü su kolonunda zooplankton grubuna dahil olarak geçiren canlılar oluştururken; meroplanktonu, genellikle yaşam döngülerinin erişkin formlarını bentik habitatlarda sürdüren bentik türler veya yine pelajik/bentik habitatlarda sürdüren balıklar oluşturmaktadır. Meroplanktonik formlar için, planktonik larva veya yumurta fazları bireylerin kendi habitatlarındaki rekabeti azaltmak ve hayatta kalma oranlarını artırmak için etkili bir araçtır (Hirst, 2017).

Pelajik habitat, özellikle meroplanktonik canlılar için besin bolluğu açısından bir fırsat olsa da aynı zamanda güçlü adaptasyonlar gerektiren bir yaşam ortamıdır. Bu sebeple, zooplanktonun birçok ekolojik ve morfolojik özelliği, predatörlerinden kaçınmaya veya yüksek predasyon oranlarına dayanmaya izin verecek şekilde evrimleşmiştir (Verity ve Smetacek, 1996). Türlerin kısmen veya tamamen şeffaf renge sahip olmaları ve aynı zamanda beslenme amaçlı yaptıkları günlük dikey göçleri bu zorunlu adaptasyonlardan birkaçıdır (Hirst, 2017). Zooplanktonun bir başka belirgin özelliği ise, büyüme ve gelişme oranlarının genellikle çok yüksek olması (Hopcroft ve Roff, 1995; Kiørboe ve Hirst, 2014) ve gelişim evrelerinin çoğunda neredeyse üssel oranlarda büyüme yeteneğine sahip olmalarıdır (Hirst ve Forster, 2013; Huntley ve Lopez, 1992).

Zooplankton, besin ağında oldukça önemli bir yere sahiptir. Fitoplankton üzerinden beslenmesi birincil üretimi kontrol edebilmesine yol açarken aynı zamanda üst pelajik sistemde yer alan planktivor balıkların (hamsi, çaça, sardalya vb.) avını oluşturduğundan besin ağında önemli bir bağlantı rolüne sahip ve trofik enerji transferinde etkin canlı grubudur.Dışkılama ve dikey göçleri sayesinde su kolonu boyunca taşınımlarını sağladıklarından partikül organik madde transferinde de önemli role sahiptirler.

Zooplankterlerin yaşam döngülerinin oldukça kısa ve üreme stratejilerinin ise çeşitli

olması, olumlu veya olumsuz çevresel etkilere oldukça hızlı yanıtlar vermelerini sağlamaktadır. Dolayısıyla denizel ortamların izlenmesinde indikatör görevi de görmektedirler (Mavili ve Sever, 2002; Siokou-Frangou ve diğerleri, 2004; Shiganova, 2005; Büyükateş ve İnanmaz, 2009; İşinibilir ve diğerleri, 2008). Bu sebeplerle denizlerde zooplanktonun bolluk ve komünite yapısındaki değişiklikler, birincil üreticilerden itibaren üst pelajik sistemde yer alan tüm canlı gruplarını etkileyen önemli göstergelerdir (Cushing, 1990; Clark, 1992).

Bu çalışmanın gerçekleştirildiği Marmara Denizi, sahip olduğu iki dar boğaz sebebiyle, yoğunluk açısından iki farklı su kütlesini barındıran yaklaşık 70 km x 250 km boyutlarında ve 11,500 km^2'lik alanıyla ülkemizin diğer denizlerine oranla oldukça küçük yüz ölçümüne sahip bir iç denizdir. Karadeniz'e İstanbul Boğazı, Akdeniz'e ise Çanakkale Boğazı ile bağlanmaktadır. Bu özel yapı Türk Boğazlar Sistemi (TBS) olarak anılır (Ünlüata ve diğerleri, 1990; Beşiktepe ve diğerleri, 1994). Sahip olduğu boğazlar sistemi, yıl boyunca daimi olarak kendine özgü çift tabakalı bir ekosistem meydana getirmektedir (Sorokin, 1983). Yüksek yoğunluğa sahip Akdeniz (~38 psu) suları Çanakkale Boğazı dip akıntılarıyla Marmara Denizi'ne ulaşarak burada alt tabaka suyunu meydana getirirken, İstanbul Boğazı üst akıntılarıyla ulaşan düşük yoğunluktaki Karadeniz (~18 psu) suları burada üst tabaka suyunu (~ 25m) oluşturmaktadır. Oldukça farklı yoğunluklara sahip bu iki farklı su kütlesi arasında kısmen de olsa karışımın gerçekleştiği ara tabaka haloklin olarak isimlendirilmektedir. Meydana gelen güçlü haloklin iki tabaka arasında karışımı engellerken, rüzgar etkisiyle de oluşabilen mevsimsel farklılıklar sonucu kış aylarında önemli düzeylerde dikey karışımlar söz konusudur. Üst tabakada meydana gelen bu karışımların en etkili kaynağı Marmara Denizi'ne İstanbul Boğazı'ndan çıkan jet akıntısıdır (Beşiktepe ve diğerleri, 1994).

Marmara Denizi aynı zamanda İstanbul, Tekirdağ ve Kocaeli gibi sanayi ve kentleşmenin yoğun olduğu, bunların yanı sıra tarım ve hayvancılık gibi faaliyetlerin sürdürüldüğü büyük şehirlerin etkisinde kalan bir iç denizdir. Marmara Denizi'nin en büyük karasal girdi kaynağı ise Susurluk Çayı'dır. Evsel ve endüstriyel atık sular derin deşarjlar halinde denize verilse de meydana gelen dikey karışımlar sonucu üst tabakaya kadar ulaşabilmektedir (Tugrul ve Polat, 1995). Aynı zamanda çeşitli rotalarda ulaşım amaçlı oluşan gemi trafikleri, limanlar ve tersane faaliyet atıklarının yüklerinin yanı sıra Susurluk gibi küçük nehirlerin taşıdıkları karasal girdiler söz konusudur. Bol yağış ve nehir suları girdisi alan Karadeniz suları Marmara Denizi üst tabaka suyuna ulaştığında hali hazırda azot ve fosfor gibi

temel besin elementlerince oldukça zengin sularla buluşur. Burada var olan nehir, evsel, endüstriyel, tarımsal ve hayvancılık kökenli girdilerle birleştiğinde pelajik ve bentik ekosistemi oldukça kırılgan bir yapıya sürüklemektedir (Yalçın ve diğerleri, 2017).

Son yıllarda yapılan birçok çalışma, küresel bir sorun olan iklim değişikliği ve yoğun insan aktivitelerinin (ötrofikasyon, aşırı avlanma, habitat kayıpları vb.) denizel ekosistem üzerine etkilerini kapsamaktadır. Marmara Denizi'nde de aşırı alg ve jelatinimsi organizma çoğalmaları, balık stoklarındaki çöküşler ve müsilaj olayları ekolojik bozulmaların önemli göstergeleri olarak kabul edilmektedir (Zengin ve Mutlu, 2000; İşinibilir, 2011; 2012; Türkoğlu, 2013; Yılmaz, 2014; İşinibilir-Okyar ve diğerleri, 2015; Gül ve Demirel, 2016). Morkoç ve diğerleri (1997) ve Tüfekçi ve diğerleri (2010), Marmara Denizi'ni yüksek besin tuzu konsantrasyonları nedeniyle ötrofik bir deniz olarak sınıflandırmıştır. "Ötrofikasyon" terimi, Kentsel Atıksu Arıtma Direktifi (UWTD, 1991) çerçevesince; "Suda bulunan besin tuzlarının, özellikle azot ve/veya fosfor bileşikleri tarafından zenginleşmesi sonucunda, fitoplankton ve daha yüksek bitki formlarının ani bir şekilde artması" olarak tanımlanmıştır. Bu durumun aynı zamanda sudaki mevcut organizmaların dengesinde ve ilgili suyun kalitesinde istenmeyen değişimlere neden olacağı belirtilmiştir. Nitekim, Marmara Denizi kıyı sularında kış, bahar ve yaz aylarında siyanobakterilerin de dahil olduğu zararlı/zararsız fitoplankton aşırı çoğalmaları kaydedilmiştir (Aktan ve diğerleri, 2003; Balkıs, 2003; Taş ve Okuş, 2004; Aktan ve diğerleri, 2005; Taş ve Okuş, 2011; Tas ve Yilmaz, 2015; Ediger ve diğerleri, 2016; Tas ve Lundholm, 2018).

Marmara Denizi ekosisteminde önemli değişime yol açan biyolojik kökenli iki önemli olaydan bahsetmek gerekir. İlki *Mnemiopsis leidyi* adlı taraklı medüz türünün 1980'li yılların başında Atlantik kıyılarından gemilerin balast sularıyla Karadeniz'e taşınması sonrasında geçekleştirilmiştir (Vinogradov ve diğerleri, 1989). Burada küçük pelajik balıkların aşırı avcılığa maruz kalmaları ve artan besin rekabetleri sonucu nişleri *M. leidyi* ile değişmiştir (Kideys ve Niermann, 1994). Sonraki yıllarda *M. leidyi* İstanbul Boğazı üst akıntısıyla Marmara Denizi'ne ulaşmış ve ilk olarak 1992'de Shiganova ve diğerleri (1995) tarafından kaydedilmiştir. Burada türün istilasının zooplanktonu büyük ölçüde tüketmesinin ardından Karadeniz'de olduğu gibi nihayetinde burada da hamsi stoklarının çökmesine neden olmuştur (Shiganova ve diğerleri, 1995). *M. leidyi*'nin İstanbul şehrinin tatlı su depo boru hatlarına verdiği zarar ekonomik açıdan sebep olduğu bir başka problem olmuştur (Ozturk, 2002). Bu

türün predatörü olan bir diğer yabancı ktenefor *Beroe ovata* türü de, yine balast suları ile Karadeniz'e ulaşmış ve ilk olarak 1992 yılında neredeyse aynı zamanlarda Marmara Denizi'nde örneklenmiştir (Shiganova ve diğerleri, 1995). *B. ovata*, *M. leidyi* türünün predatörü olarak besin ağına katılmış ve aynı zamanda bu tür ile besin rekabetine de girmiş bunun sonucunda *M. leidyi* türünün popülasyonunu dengelediği kaydedilmiştir (Daskalov ve diğerleri, 2007).

Marmara Denizi ekosisteminde değişime yol açan biyolojik kökenli bir diğer önemli olay ilk kez 2005 yılında örneklenen, *Liriope tetraphylla* adlı medüz türünün 2006-2007 yılları arasında bolluk miktarında ciddi bir artışın kaydedilmesidir. Öyle ki bu artışın, bu medüz türünün dağılım alanı olan Akdeniz'den bile yüksek değerlere ulaştığı dikkat çekmiştir. Bu artış, Marmara Denizi besin ağını kademeli olarak etkileyerek, zooplankton majör gruplarının (Copepoda, Cladocera) kontrolündeki sistemi baskılamış ve özellikle Cladocera bolluk seviyelerinde ciddi derecelerde düşüşe sebep olmuştur. Cladocera grubunun Marmara Denizi'ndeki en önemli temsilcisi ve süzerek beslenme stratejisiyle de önem arz eden *Penilia avirotstris*'in ortamdan çekilmesine yol açması sonucunda toplam zooplankton bolluğunda ciddi düşüşlere neden olmuştur. Nihayetinde fitoplankton bolluk ve yapısında değişimlere yol açarak bentos ve küçük pelajik balıkçılığı etkileyen büyük çapta müsilaj olayı görülmüştür (Yılmaz, 2014).

Müsilaj oluşumu, Marmara Denizi'nde ilk olarak Ekim 2007'de İzmit Körfezi'nde (Aktan ve diğerleri, 2008; Tüfekci ve diğerleri, 2010) ve Prens Adaları çevresinde (Balkis ve diğerleri, 2011) görülmeye başlanmıştır. Tüfekçi ve diğerlerinin (2010) yaptığı çalışmada müsilaj çevresinden alınan su örneklerinde, organik karbon içeriği çok yüksek bulunduğundan olayın kaynağının fitoplankton olabileceğini düşündürmüştür. Bu çalışmada yapılan fitoplankton örneklemelerinde ise müsilaja sebep olduğu bilinen *Gonyaulax fragilis*, *Skeletonema costatum* ve *Cylindrotheca closterium* türlerinin fitoplankton kompozisyonunda baskın olduğu tespit edilmiştir. Denizlerde müsilaj oluşumu, çeşitli organizmalar tarafından özel çevresel ve trofik koşullar altında üretilen büyük miktarlarda hücre dışı organik maddelerin birikmesi sonucu meydana gelmektedir (Innamorati ve diğerleri, 2001; Mecozzi ve diğerleri, 2001). Diatomların (Rinaldi ve diğerleri, 1995), ve dinoflagellatların (Herndl ve diğerleri, 1999; Azam ve Long, 2001) ürettiği hücre dışı organik maddelerin müsilaj yapısına katkıda bulunduğu bilinmektedir (MacKenzie ve diğerleri, 2002). Ekim 2007'de görünmeye başlanan müsilaj oluşumu Şubat 2008'de ortadan kalkmıştır (Balkis ve diğerleri, 2011).

Denizel ortamların izlenmesinde indikatör olarak değerlendirilen zooplankton yapısının Marmara Denizi'ndeki durumu, bu denizin hem kendine has ekolojik özellikleri hem de antropojenik baskılara maruz kalan özel yapısı nedeniyle önemlidir. Marmara Denizi'nin yıllık ölçekte zooplankton komünite yapısında en dikkat çeken durum Üst Takım Cladocera'nın toplam bolluğa yüzde katılım oranıdır. 1976-2008 yılları arasındaki veri setleri incelendiğinde Cladocera'nın Copepoda'dan daha yüksek bolluklarla temsil ediliyor olması dikkati çekmektedir (Siokou-Frangou ve diğerleri, 2004; Yılmaz, 2008). Tüm denizlerde zooplanktonun en önemli ve baskın grubu olan Copepoda, Marmara Denizi'nde özellikle yaz aylarında *Penilia avirostris* türü sebebiyle ikinci baskın grup haline gelerek yerini Cladocera'ya bırakmaktadır. Bu durum aynı zamanda ilkbahar aylarında diğer Cladocera türlerindeki artışlarla birlikte de gözlenebilmekedir (Yılmaz, 2014; Türkeri, 2019; Bedikoğlu ve diğerleri, 2019).

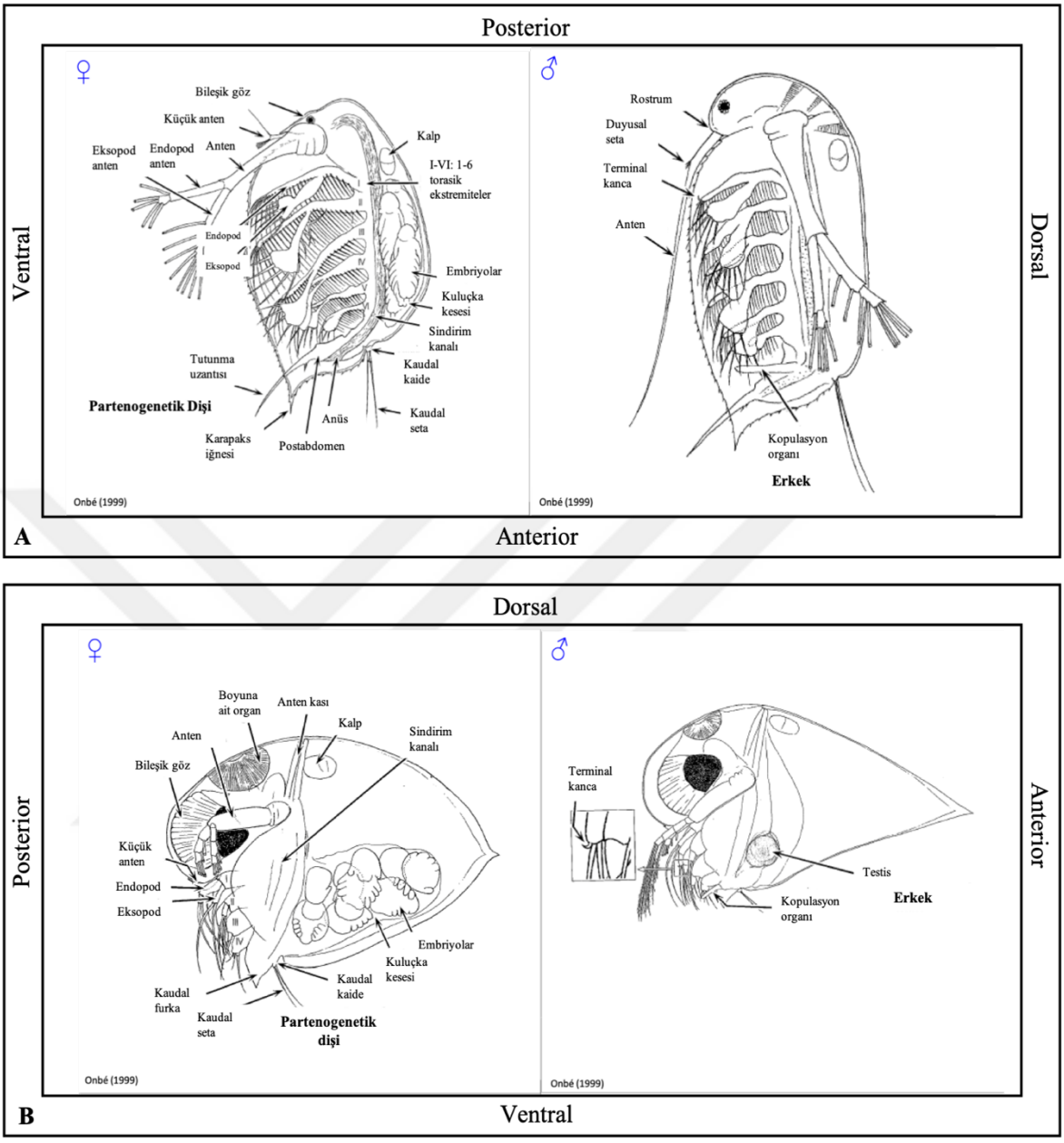
1.1. Cladocera Yaşam Döngüsü

Denizel Cladocera, dünya denizlerinde zooplankton komünitesinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Çevresel parametrelere bağlı, dönemsel olarak popülasyonlarında ciddi artışlar gözlenmektedir. Özellikle Marmara Denizi'nde yaz aylarında Cladocera grubu baskınlığı dikkat çekmektedir (Yılmaz, 2008). Genel olarak tüm zooplankterler içinde söyleyebileceğimiz gibi Cladocera grubunun da tür çeşitliliği ve biyokütlesi ekosistemde tüketici, üretici ve av olarak birçok görev üstlenmektedir. Planktonik besin ağındaki rolü de göz önünde bulundurulduğunda Cladocera'nın trofik enerji transferindeki yeri oldukça önemlidir.

Marmara Denizi'nde Cladocera Üsttakımı 6 farklı türle temsil edilmektedir. Bunlar üst tabaka karışım suyunda örneklenen *Penilia avirostris* Dana, 1849, *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859), *Evadne nordmanni* Lovén, 1836, *Evadne spinifera* P.E. Müller, 1867, *Pseudevade tergestina* Claus, 1877 ve genellikle alt tabaka karışım suyunda örneklenen *Podon intermedius* Lilljeborg, 1853'dur (Tablo 1). Üst tabakada yer alan türlerin anatomilerinin genel anlatımı Şekil 1'deki gibidir.

Tablo 1. Türlerin taksonomik hiyerarşisi (WoRMS veri tabanı temel alınmıştır).

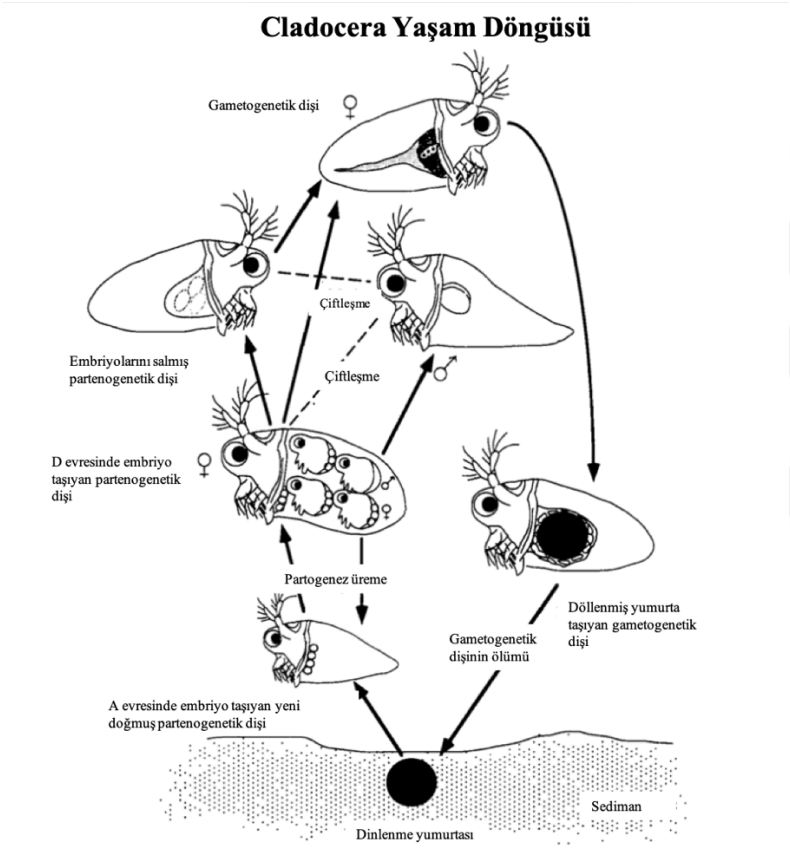
Kingdom	Animalia
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Crustacea
Classis	Branchiopoda
Subclasss	Diplostraca
Infraclassis	Cladoceramorpha
Superorder	Cladocera
Order	Onychopoda
Family	Podonidae
Species	*Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859)
	Evadne nordmanni Lovén, 1836
	Evadne spinifera P.E. Müller, 1867
	Pseudevade tergestina Claus, 1877
	Podon intermedius Lilljeborg, 1853
Order	Ctenopoda
Family	Sididae
Species	*Penilia avirostris* Dana, 1849



Şekil 1. (A) Sididae ailesine ait *Penilia avirostris*'in ve (B) Podonidae ailesine ait türlerin (*Evadne nordmanni* türü örnek olarak kullanılmıştır.) genel anatomik yapısı gösterilmiştir (Onbe, 1999).

Cladocera 'nın yaşam döngüsü seksüel (gamogenez) ve aseksüel (partogenez) olmak üzere iki farklı aşamadan meydana gelmektedir. Cladocera dışında denizel canlılarda yalnızca Rotifera'da görülen bu iki farklı aşamada, canlılar iki üreme aşamasını döngüsel olarak değiştirerek çoğalırlar (Dodson ve Frey, 1991; Campbell ve diğerleri, 1999; Egloff ve diğerleri, 1997). Bu tür üreme stratejisine döngüsel partenogenez denmektedir (Hobaek ve Larsson,

1990) (Şekil 2). Üreme döngüsünün partenogenez aşamasında, anaç bireylerin kuluçkalarında gelişen partenogenetik embriyoların genetik karakterleri, genetik rekombinasyon meydana gelmediğinden (Hebert ve Ward, 1972) anaç bireylerinkiyle özdeş klonlardır (Şekil 2 ve 3). Aynı zamanda erkek bireylere dönüşecek yaz yumurtaları oluşturmaktadırlar. Bu strateji uygun çevresel koşullar altında hızlı popülasyon artışını sağlayabilmek ve sürdürebilmek amacıyla tercih edilen verimli biyolojik bir mekanizmadır (Hebert ve Ward, 1972; Frey, 1982; Egloff ve diğerleri, 1997).



Şekil 2. Cladocera yaşam döngüsü (*Evadne nordmanni* türü örnek gösterilmiştir.) (Egloff ve diğerleri, 1997).

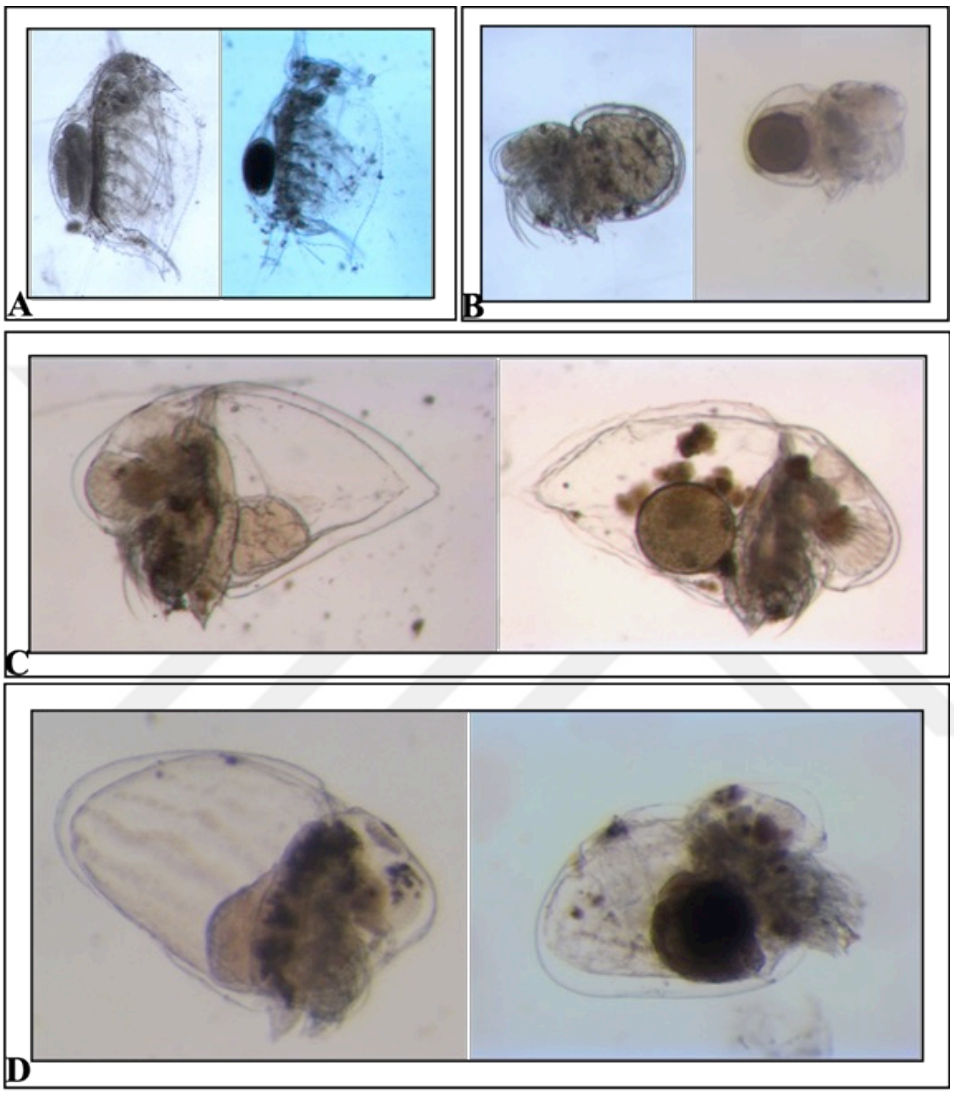
Gamogenez evresi, bir eşeyli üreme aşaması olarak türlerin dirençli bireyler üretmesinin tek yoludur (Rispe ve Pierre, 1998), ortamda olumsuz çevresel koşullar geliştiğinde tercih edilen üreme stratejisidir (Egloff ve diğerleri, 1997). Frey'e (1982) göre Cladocera'nın gamogenez üreme stratejisini tercih etmesinin nedenleri; ilk olarak mevsimsel veya periyodik olmayan stres faktörlerinin oluştuğu dönemlerden sonra popülasyonu yeniden kurabilmek, ikinci olarak pasif dağılıma olanak sağlamak ve üçüncü olarak genetik dirençli bireyler

oluşturmaktır (Şekil 2 ve 3). Partogenez ile karşılaştırıldığında seksüel üremenin temel avantajı, genetik değişkenlik sayesinde, bireylerin değişen ortam koşullarına uyum sağlama yeteneğinin geliştirilmesidir (Smith, 1968; Pękalski, 2000). Gamogenez çoğalmada döllenmiş yumurtalar, gelişim durdurulmadan önce erken bölünmeye uğrar ve kuluçkadan salınmaya hazır hale gelirler. Bu sırada anne beslenmeyi kesip ölebilir veya partogenez üremeye dönebilir (Egloff ve diğerleri, 1997). Kış yumurtaları (kuluçka kesesinden salınan yumurtalar) deniz tabanına ulaşır ve buradaki dinlenme süreleri boyunca çevresel koşullara karşı son derece dirençlidirler. Dinlenme süreci onlarca veya daha uzun yıllar sürebilir ve kış yumurtaları hayatta kalma yeteneklerini bu süreç boyunca koruyabilir (Frey, 1982; Hairston, 1996; Meijering, 2003). Bu kış yumurtalarından her zaman partenogenez özelliğe sahip dişiler meydana gelirken, erkek bireyler partenogenez çoğalma sonucunda meydana gelir (Egloff ve diğerleri, 1997). Bu sebeple teorik olarak, tek bir kış yumurtası tüm popülasyonu oluşturmak için yeterlidir (Frey, 1982).

Cladocera'da gamogenez stratejisinin tetiklenmesinin nedenleri 20. yüzyılın başlarından beri araştırılmaktadır (Banta, 1925; Banta ve Brown, 1929). Bu çalışmalara dayanarak, çevresel koşulların gamogenezin tetiklenmesini kontrol ettiği düşünülmüştür. Daha sonra, 1960'larda özellikle Daphnia'lar üzerinde yapılan birçok çalışmada, gamogenez tetiklenmesinin, esas olarak su sıcaklığı ve fotoperiyod gibi iklimsel koşullar tarafından kontrol edildiği, ancak aynı zamanda açlık gibi faktörlerinde etkili olabildiği görülmüştür (Stross ve Hill, 1965; Stross, 1968; 1969a; 1969b). Daha sonraki yıllarda yine Daphnia'lar üzerine yapılan çalışmalarda besin sınırlaması, rekabet ve predasyon gibi stres faktörlerinin de gamogenez stratejisini tetiklediği görülmüştür (Hobaek ve Larsson, 1990; Larsson, 1991).

Hobæk ve Larsson (1990) Daphnia'larda cinsiyetin belirlenmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Cladocera için çevresel koşulların (sıcaklık, fotoperiyod v.s.), cinsiyet belirleme mekanizmasında etkili olduğu ve bu etkilerin evrenselliği belirtilmiştir. Bununla birlikte, anaç bireyin adapte olduğu çevresel koşullar, kalıtsal yolla yavru bireye aktarılmaktadır. Bu fenomene maternal etki denmektedir (Mousseau ve Fox, 1998). Maternal etki, bir organizmanın fenotipinin sadece yaşadığı çevre ve genotipi ile değil, aynı zamanda annesinin çevresi ve genotipi ile de belirlendiği durumdur. Cladocera için anaç bireylerin ve yavrularının ortamları arasında bir uyumsuzluk varsa, yavrular üremelerini hayatta kalma amacıyla gamogeneze kaydırırlar (LaMontagne ve McCauley, 2001; Meijering, 2003; Zadereev, 2003). Dolayısıyla

Cladocera'nın döngüsel üreme stratejileri tam anlamıyla anlaşılmasa da gamogenez üreme stratejisinin tüm bilinmezleriyle birlikte soyun devamlılığı konusunda oldukça önemli bir yere sahip olduğu kesindir.



Şekil 3. (A) *Penilia avirostris*, (B) *Pleopis polyphemoides*, (C) *Evadne nordmanni* ve (D) *Pseudevadne tergestina* türlerine ait partenogenetik dişi (sol) ve gametogenetik dişi (sağ) bireylerin fotoğrafları.

1.2. Çalışmanın Amacı

Tez projesinin genel kapsamı, 2004-2008 yılları arasında Marmara Denizi'nden aylık olarak örneklenen Cladocera Üst Takımına ait *Pseudevadne tergestina*, *Pleopis polyphemoides*,

Evadne nordmanni, *Evadne spinifera* ve *Penilia avirostris* türlerinin çevresel parametrelere bağlı olarak üreme stratejilerini ve yaşam döngülerini ortaya koymaktır.

Günümüze kadar Marmara Denizi'nde yapılmış zooplankton çalışmaları incelendiğinde türlerin yaşam döngüsü özellikleri ile ilgili bilgi eksikliğinin bulunduğu görülmektedir. Bu tez projesinin örneklemeleri ise İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü tarafından desteklenen ve İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü'nce gerçekleştirilen, "İstanbul ve Çevresinde Su Kalitesi İzleme Çalışması" projesi kapsamında yapılmıştır. Bu nedenle çalışma dönemini kapsayan süreçte örnekler zooplankton türlerinin/gruplarının dağılımlarını ve bolluklarını belirleme amacıyla alınmış olsa da, bu tez çalışmasının başlıca amacı Cladocera türlerinin çevresel koşullara bağlı olarak tercih ettikleri üreme stratejilerini anlamak ve çevresel koşulların türlere ait popülasyon dinamiklerine etkilerini açıklamaktır. Aynı zamanda da türlerin embriyonik gelişim safhalarının ayrıntılı incelenmesi ve *Penilia avirostris* türüne ait embriyoların boy dağılımlarının kaydedilmesi amaçlanmıştır. Bunun yanı sıra Cladocera türlerinin aylık ve mevsimlik bolluk miktarlarını çevresel parametrelerle ilişkilendirerek kominite yapısı hakkında fikir edinilmesi amaçlanmıştır.

1.3. Önceki Çalışmalar

Dünyada denizel Cladocera türlerinin, üreme stratejileri ve yaşam döngüleri hakkında yapılan çalışmalara bakıldığında; oldukça kapsamlı ilk çalışmalar, Onbe (1978a, 1978b, 1985, 1991) ve Egloff ve diğerleri (1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar, denizel Cladocera türlerinin tamamının genel olarak dünya denizlerinde dağılımlarını, üreme biyolojilerini, cinsiyet belirlenmesini ve tüm bunları çevresel parametrelerle ilişkilendiren ilk sonuçları ortaya koymuştur.

Bryan (1979), *Pseudevadne tergestina* türünün 1975 yılında Chesapeake Körfezi, Amerika kıyılarında üreme döngüsünü ortaya çıkarmıştır. Mullin ve Onbe (1992) *Penilia avirostris* ve *P. tergestina* türlerinin Japonya kıyılarında ve Meksika Körfezinde üreme döngülerini ve dikey dağılımlarını karşılaştıran bir çalışma yapmışlardır.

Takip eden yıllarda, Brezilya kıyılarında yer alan Guanabara Körfezinde, Marazzo ve Valentin *Pleopis polyphemoides* (2003b) ve *P. tergestina* (2004b) türlerinin popülasyon dinamikleri üzerine, 2004 yılında ise *Penilia avirostris* ve *Pseudevadne tergestina*'nın partogenetik ve gametogenetik dişilerinin mevsimsel döngü ve dağılımlarını çevresel

parametrelerle ilişkilendiren başka bir çalışma daha yapmışlardır. Valentin ve diğerleri (2003) *P. polyphemoides* türüne ait bireylerin gelişmişlik düzeylerine göre dört farklı safhada incelendiği ve bu safhaların güçlü termokline rağmen dikey göç başarısını araştırmışlardır. Son olarak yine bu bölgeden alınan *P. avirostris*, *P. tergestina* ve *P. polyphemoides* türlerine ait kış yumurtaları örnekleri ile Mugrabe ve diğerleri (2007) laboratuvar ortamında embriyolarının çıkış sürelerinin belirlendiği, böylece gamogenez üreme başarılarının karşılaştırıldığı bir çalışma yapmışlardır. Ayrıca, Brezilya kıyılarında yer alan Ubatuba Körfezinde de benzer çalışmalar yürütülmüştür. Miyashita ve diğerleri (2010) tarafından *P. avirostris*'in üreme biyolojisi ve popülasyon dinamikleri çalışılmış ve *P. tergestina*, *P. polyphemoides*, *Evadne spinifera*, *Podon intermedius* ve *Pleopis schmackeri* türlerine ait yumurta/embriyo safhalarının incelendiği daha ayrıntılı başka bir çalışma Miyashita ve diğerleri (2011) tarafından yine bu bölgede gerçekleştirilmiştir. Atienza ve diğerleri (2007) tarafından Brezilya, Sao Sebastian kıyılarında *P. avirostris*'in beslenme ve gelişim oranlarının çevresel parametrelerle ilişkilendirildiği bir çalışma da gerçekleştirilmiştir. Bu bölge dışında *P. avirostris* türünün, Rose ve diğerleri (2004), Jamaika Kingstone limanında, üreme stratejisi ve Atienza ve diğerleri (2008) ise Port Olimpic Barselona'da, üreme stratejisi ve popülasyon dinamiklerinin çevresel ilişkileri ve mevsimsel dalgalanmaları üzerine çalışmalar yapmışlardır. Wong ve diğerleri (2004) Hong Kong, Tolo limanında *P. polyphemoides* ve *P. schmackeri* türlerine ait embriyoları 4 safhada inceleyip partogenetik dişilerin yaşam döngülerini araştırmışlardır. Ardından, yaptıkları bir başka çalışmada (2008) partogenetik dişi bireylere ait predasyon baskısının günlük dikey göçlere etkisini ortaya koymuşlardır. *Evadne nordmanni* türünün üreme biyolojisi ve kış yumurtaları üzerine yapılan ilk araştırmalardan biri İngiltere Clyde Denizi'nde, Cheng (1947) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yine bu bölgede türün mevsimsel dağılımları, büyüme oranları ve üreme stratejileri kapsamında embriyo miktarları ve boyları, ayrıca beslenmeleri üzerine daha kapsamlı çalışma Bainbridge (1958) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ramirez ve Seijas (1985) *E. nordmanni* ve *Podon inermedius* türleri üzerine Japonya kıyılarında, Platt ve Yamamura (1986) ise *E. nordmanni* türü üzerine Amerika kıyılarında, sırasıyla üreme biyolojileri-dağılımları ve embriyonik gelişim safhalarında meydana gelen doğal ölüm oranlarının popülasyon dinamiklerine etkilerini çalışmışlardır. Bu çalışmalardan farklı olarak, Valentin ve Marazzo (2003c) tarafından Brezilya Guanabara Körfezinde, örneklenen *P. avirostris* türünün incelendiği bir modelleme çalışması yapmışlardır.

Bu modelde popülasyon dinamiklerini açıklayabilmek amacıyla, değişen üreme stratejilerini, doğal ölüm oranlarını ve suyun fiziksel hareketlerini de dikkate almışlardır.

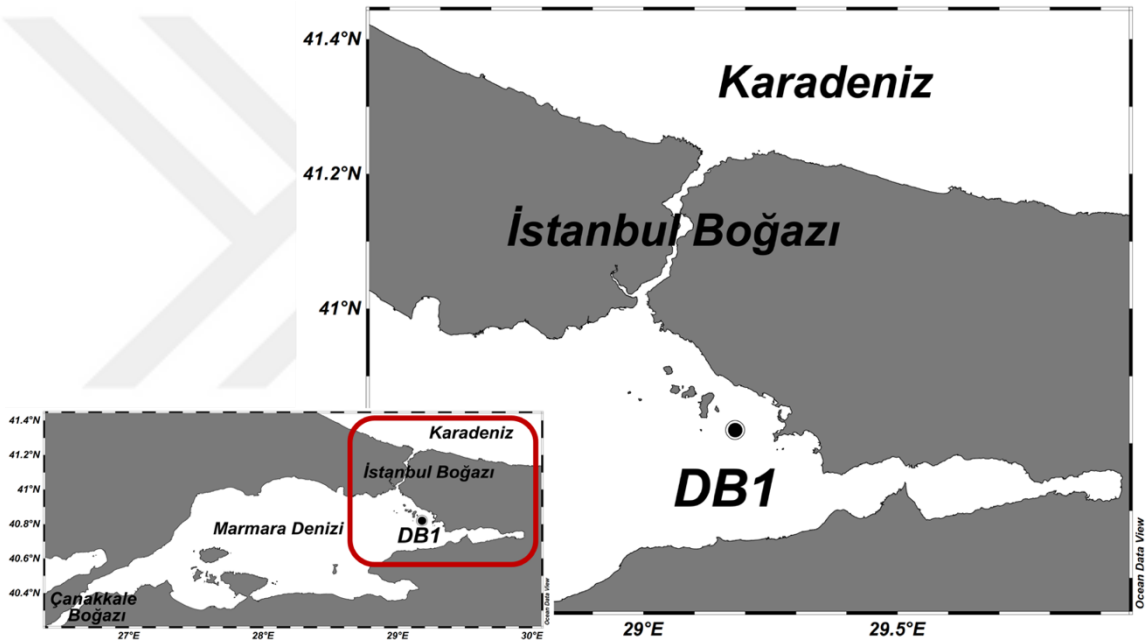
Marmara Denizi'nde zooplankton üzerine yapılan çalışmalar ise oldukça kısıtlıdır. Burada yapılan ilk çalışmalar Demir (1955; 1958; 1959a; 1959b), Demirhindi (1959) ve Kocataş ve diğerleri (1993) tarafından tür kompozisyonları veya genellikle mekânsal çözünürlüğe sahip olmayan balıkçık çalışmaları kapsamında gerçekleştirilmiştir. Daha sonraki yıllarda belli türler veya yöntemler üzerine yoğunlaşan kapsamlı çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Ünal ve diğerleri, 2000; Balkıs, 2004; Yılmaz ve diğerleri, 2005; Mutlu, 2005; Hubareva ve diğerleri, 2008). Marmara Denizi'nde bölgesel olarak zooplankton komünite yapıları ve dağılımları üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir (İşinibilir ve diğerleri, 2008; İşinibilir, 2009; Türkeri, 2019). Ekim 2007 ve Şubat 2008 arasında geçekleşen ve ekosistem dengesi açısından oldukça önemli kabul edilen müsilaj oluşumunu kapsayan ve zooplankton üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmalar Yılmaz (2014) ve İşinibilir-Okyar ve diğerleri (2015) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ne yazık ki Marmara Denizi'nde zooplankton üzerine zaman serisi bazında yürütülen çalışmalar oldukça az sayıdadır. İstanbul çevresinde yoğunlaşan fakat ilk zaman serisi niteliğinde olan çalışma 1997 ve 2002 yılları arasında gerçekleştirilmiştir (Polat-Beken ve diğerleri, 2000; Yüksek ve diğerleri, 2002; Yılmaz, 2002). Tüm Marmara Denizi genelinde ilk kez Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından 2014-2016 yıllarında iki, 2017-2019 yılları arasında ise üç mevsim olmak üzere "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme" projesi kapsamında zooplanktonun dağılımı üzerine çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Marmara Denizi'nde Cladocera Üst Takımına ait türlerin popülasyon dinamikleri ve üreme stratejilerini kapsayan çalışma bulunmamakla birlikte Copepoda sınıfına ait türlerin popülasyon dinamikleri üzerine ise bir takım çalışmalar mevcuttur. Marmara Denizi zooplankton komünitesi içerisinde en büyük Copepoda türlerinden biri olan *Calanus euxinus* türünün Karadeniz ve Marmara Denizi'ndeki lipid konsantrasyonlarının karşılaştırılması ve gelişimleri üzerine Svetlichny ve diğerleri (2006) tarafından çalışma yürütülmüştür. Ardından yine aynı türün Marmara Denizi'ndeki popülasyon dinamiklerini açıklayan başka bir çalışma İşinibilir (2009) tarafından gerçekleştirilmiştir. Ayrıca Svetlichny ve diğerleri (2010) tarafından, Karadeniz ve Marmara Denizi'nde meydana gelen sıcaklık ve tuzluluk farklarının Copepoda yumurtalarına etkisi araştırılmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Çalışma Sahası

Çalışmada incelenen örnekler 2004-2008 yılları arasında toplam 5 yıl boyunca aylık olarak Tuzla açıklarında yer alan DB1 istasyonundan (40°50.60K-29°10.00D) elde edilmiştir (Şekil 4). İstasyon seçiminde dikkate alınan ölçütler aşağıdaki gibidir;



Şekil 4. Örneklemelerin gerçekleştirildiği DB1 istasyonu

Aynı yıllarda Yılmaz (2008) tarafından Türk Boğazlar Sistemini kapsayacak şekilde gerçekleştirilen doktora tez çalışmasında, zooplankton komünite yapısı zamana ve mekana bağlı olarak incelenmiştir. Bu çalışmanın çıktıları doğrultusunda hedef canlı grubu olan Cladocera'nın DB1 istasyonunda %50'lik dilimle komünite içerisinde baskın olduğu görülmüş ayrıca bu noktanın Boğaz akıntı sisteminin etkisinde kalmaması dikkate alınmıştır (Yılmaz, 2008). Böylece bu tez çalışması kapsamında hedef zooplankton türleri istatistiksel olarak anlamlı yeterlilikte örneklenmiştir. DB1 istasyonu İstanbul bölgesinin doğu kıyısı açıklarında, Tuzla ile Prens Adaları bölgesi arasında yer almaktadır. Konumu itibariyle bölgede bulunan

Tuzla Tersanesi, endüstriyel ve evsel atık kaynaklarının kısmen etkisinde kalmaktadır. Söz konusu bu etkiler bölgede özellikle üst tabaka karışım suyunda besin elementi açısından kısa süreli zenginleşmelere neden olmaktadır (Uysal ve diğerleri, 2002). Marmara Denizi'nin Kuzeydoğu kıyılarının maruz kaldığı baskılar sonucu etkilenen su kütlesi özelliklerini yansıtan bir nokta olması nedeniyle dikkate alınmıştır.

2.2. Örnekleme

Yüksek tabakalaşma görülen Marmara Denizi'nde zooplankton çekimleri birincil üretimin yoğun olarak gerçekleştiği üst tabaka karışım suyundan elde edilmiştir. Örneklemeler 2004 ve 2008 yılları arasında 89m derinliğe sahip DB1 istasyonundan (40°50.60K-29°10.00D) aylık olarak 200µm göz açıklığına ve 57cm çapa sahip Nansen tipi kapanır plankton kepçesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Haziran 2005, Temmuz 2007, Nisan ve Eylül 2008'de örnekleme gerçekleştirilememiştir. Çekimler, sıcaklık-tuzluluk profilleri incelendikten sonra belirlenen üst karışım tabaka suyundan dikey olarak yapılmıştır. Çekimlere ait tabaka ve saat bilgileri EK 1'de verilmiştir. Örnekler kavanozlara alınmış ve sonuç konsantrasyonu %4 olacak şekilde boraks ile tamponlanmış formaldehitle fikse edilmiştir.

2.3. Laboratuvar Analizleri

Hedef Üst Takım Cladocera'ya ait türlerin sayımı ve metreküpte bolluk hesaplamaları (birey/m^3) ve incelenmesi:

Laboratuvar analizlerine başlanmadan önce aynı yıllarda Yılmaz (2008) tarafından gerçekleştirilen doktora tez çalışmasından 2004 ve 2007 yılları arasında DB1 istasyonuna ait birim hacimdeki birey sayısı (birey/m^3) olarak hesaplanmış veriler incelenmiştir. Yalnızca çalışma kapsamındaki son yıl olan 2008 için yine aylık olarak birim hacimdeki birey sayıları hesaplanmıştır. Gerçekleştirilen hesaplamalar Alden ve diğerleri (1982)'ne göre yapılmıştır. Örnekler LEICA MZ125 stereo mikroskop kullanılarak duplike alınan ara örneklerde kalitatif ve kantitatif olarak çalışılmış, ara örneklerin 1 ml'lik Stempel pipet yardımıyla sayımları gerçekleştirilmiştir. Kullanılan yöntem gereğince örnekteki en baskın 3 türün en az 30 bireyle temsil edilmesi gerekmektedir. Araştırmacılar bu yöntemle bütün ara örneğin sayılması sonucu %95 güven aralığında, ortalamanın ±%30'una yakın bir değer elde edildiğini belirtmişler ve bunun minimum zamanda yapılan en doğru sayım olduğu sonucuna varmışlardır. Son olarak duplike gerçekleştirilen sayım sonuçları doğrultusunda birim hacimdeki birey sayısını (birey/m^3) verecek şekilde hesaplamalar gerçekleştirilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. DB1 istasyonunda 2004-2008 yılları arası çalışılan beş Cladocera türlerine ait bolluk değerleri

Tarih	*Penilia avirostris* (birey/m^3)	*Evadne spinifera* (birey/m^3)	*Evadne nordmanii* (birey/m^3)	*Pleopis polyphaemoides* (birey/m^3)	*Pseudevadne tergestina* (birey/m^3)
Ocak 04	0	0	37	49	0
Şubat 04	0	0	2966	574	0
Mart 04	0	0	967	122	0
Nisan 04	0	0	2302	1641	0
Mayıs 04	0	0	0	612	0
Haziran 04	1166	0	10	333	0
Temmuz 04	11389	0	0	1078	0
Ağustos 04	4262	0	0	691	15
Eylül 04	3580	0	0	18	18
Ekim 04	882	0	0	770	182
Kasım 04	294	0	0	22	0
Aralık 04	0	0	0	612	24
Ocak 05	0	0	93	155	0
Şubat 05	0	0	134	94	0
Mart 05	0	0	1337	2417	0
Nisan 05	0	0	2267	2057	0
Mayıs 05	0	0	24	2719	0
Temmuz 05	23121	0	0	294	118
Ağustos 05	11757	57	0	0	400
Eylül 05	2780	73	0	12	294
Ekim 05	2077	0	0	13	0
Kasım 05	240	0	5	109	0
Aralık 05	243	0	31	337	0

Tablo 2. Devamı

Tarih	*Penilia avirostris* (birey/m^3)	*Evadne spinifera* (birey/m^3)	*Evadne nordmanii* (birey/m^3)	*Pleopis polyphemoides* (birey/m^3)	*Pseudevadne tergestina* (birey/m^3)
Ocak 06	0	0	154	525	0
Şubat 06	0	0	316	347	0
Mart 06	0	0	1102	1279	0
Nisan 06	0	0	509	1626	0
Mayıs 06	0	0	0	225	0
Haziran 06	46	0	0	496	0
Temmuz 06	3065	0	0	238	0
Ağustos 06	17635	49	0	65	637
Eylül 06	24	0	0	0	0
Ekim 06	9	0	0	0	0
Kasım 06	33	0	0	0	0
Aralık 06	0	0	0	0	0
Ocak 07	0	0	0	143	0
Şubat 07	0	0	6	202	0
Mart 07	0	0	78	1287	0
Nisan 07	0	0	416	1261	0
Mayıs 07	12	0	0	110	0
Haziran 07	29245	0	0	29	0
Ağustos 07	441	0	0	0	0
Eylül 07	176	0	0	20	0
Ekim 07	0	0	0	5	0
Kasım 07	0	0	0	27	0
Aralık 07	0	0	0	0	0
Ocak 08	0	0	0	0	0
Şubat 08	0	0	0	9	0
Mart 08	0	0	0	234	0
Mayıs 08	0	0	1638	529	0
Haziran 08	326	0	0	2	0
Temmuz 08	728	0	0	0	0
Ağustos 08	29235	0	124	0	0
Ekim 08	1	0	0	0	0
Kasım 08	3	0	0	138	0
Aralık 08	536	0	0	0	242

Rastgele birey seçimi, sınıflandırılması ve görüntülenmesi:

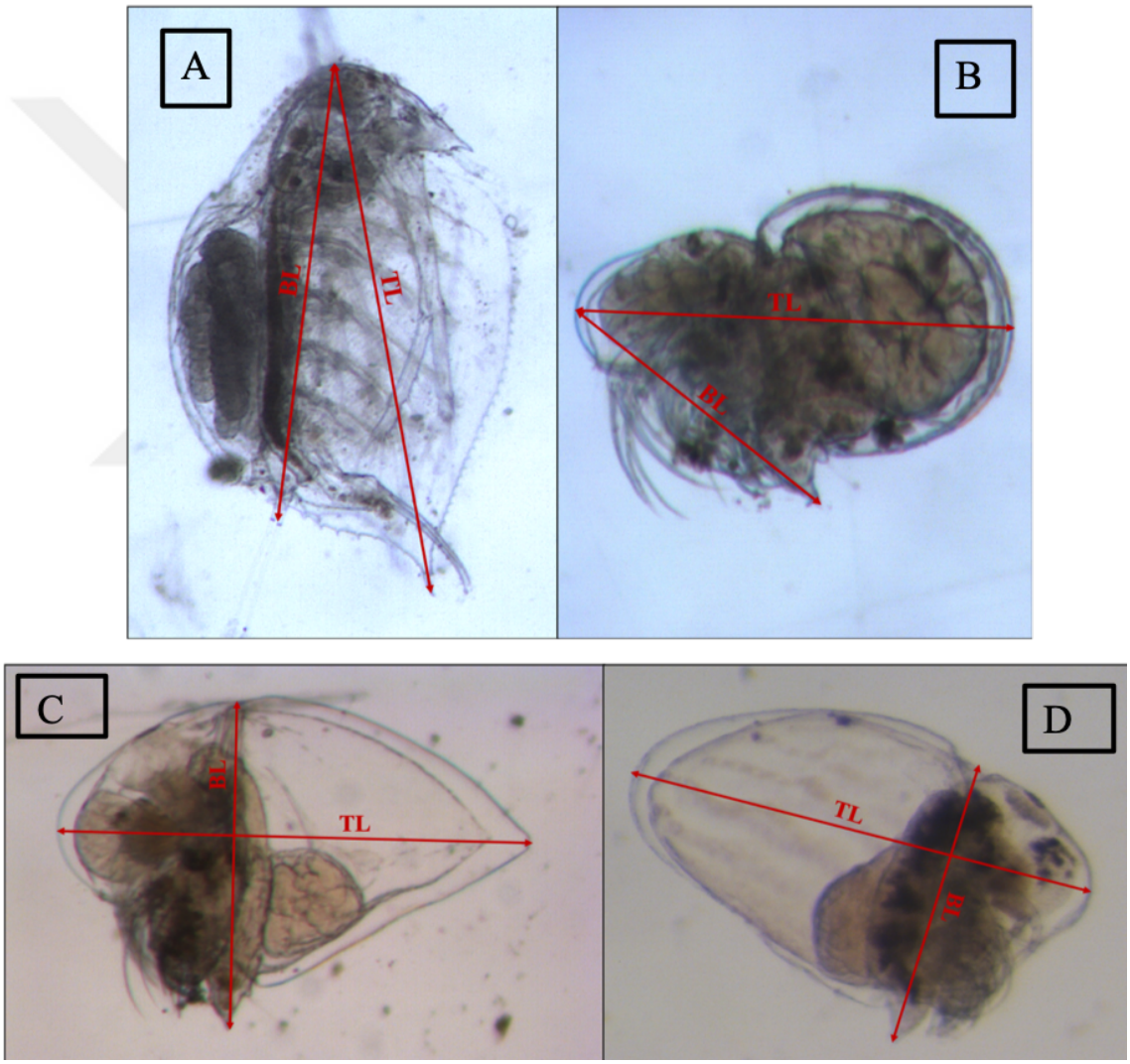
Marmara Denizi üst karışım tabakasında Cladocera Üst Takımına ait beş tür bulunmaktadır ve bu tez kapsamında tamamı değerlendirmeye alınmıştır. Bu türler: *Pseudevadne tergestina*, *Pleopis polyphemoides*, *Evadne nordmanni*, *Evadne spinifera* ve *Penilia avirostris*'dir. Türlere ait bolluk değerlerinin incelenmesi sonucunda, 100 birey/m^3'ün altında kalan türler çalışılmamıştır. Bunun sebebi çalışma kapsamında istatistiksel değerlendirmelerin güçlendirilmesi ve hata payının en aza indirgenmesi amacıyla çalışılan birey sayısının 50 olarak belirlenmesidir. *Evadne spinifera* türü çalışılan DB1 istasyonunda metreküpteki birey sayıları hedeflenen değerlere ulaşmadığı için bu tür çalışılamamıştır. Rastgele seçilen elli birey boy gruplarına, cinsiyetlerine ve kuluçkalarında embriyo ya da yumurta bulundurma durumları dikkate alınarak sınıflandırılmıştır (Egloff ve diğerleri, 1997; Wong ve diğerleri, 2004; Atienza ve diğerleri, 2008). Bireylerin sınıflandırılmasının ardından LEICA MC170 HD kamera ile meristik vücut ölçümleri yapılmak üzere görüntüleri kaydedilmiştir. *Pseudevadne tergestina*, *Pleopis polyphemoides* ve *Evadne nordmanni* türleri dişi, partenogenetik dişi, gametogenetik dişi ve erkek olmak üzere 4 grup olarak sınıflandırılmıştır. *Penilia avirostris* türünde ek olarak jüvenil sınıfı da tayin edilmiştir (Tablo 3).

Tablo 3. Dört türe ait bireylerin sınıflandırılması

Sınıflar	**Özellik**	**Sınıflar**	**Özellik**
Jüvenil (J)	Yalnızca *P. avirostris* türü için (<500 μm)	**Gametogenetik Dişi (GF)**	Kuluçkada kış yumurtası bulunduran dişi
Dişi (F)	Kuluçkada embriyo ya da yumurta bulundurmayan dişi	**Erkek (M)**	Kopulasyon organına sahip erkek
Partenogenetik Dişi (PF)	Kuluçkada en az bir adet embriyo ya da yaz yumurtası bulunduran dişi		

Sınıflandırılan bireylerin meristik ölçümlerinin gerçekleştirilmesi:

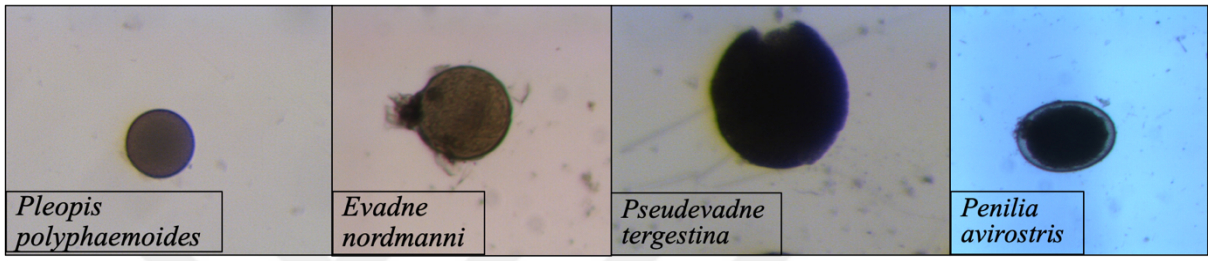
Penilia avirostris türü için toplam vücut ölçümü; başın uç kısmından başlayarak karapaks iğnesinin sonuna kadar olan kısımdan ölçülürken, vücut uzunluğu ise yine başın uç kısmından başlayarak bu kez kaudal setanın kaidesine kadar olan kısımdan ölçülmüştür. Diğer üç türe ait toplam vücut ölçümleri başın uç kısmından başlayarak kuluçka kesesini saran karapaksın en uzak boyutu verecek noktasından ölçülürken, vücut uzunluğu ise yine başın en üst noktasından başlayarak kaudal furkanın sonuna kadar olan kısımdan ölçülmüştür (Onbe, 1974) (Şekil 5).



Şekil 5. (A) *Penilia avirostris*, (B) *Pleopis polyphemoides*, (C) *Evadne nordmanni* ve (D) *Pseudevadne tergestina* türlerinin vücut ölçümleri, BL: Vücut uzunluğu, TL: Toplam vücut uzunluğu

Partenogenetik ve Gametogenetik dişi bireylerin embriyo ve yumurtalarının meristik ölçümleri ve sınıflandırılmaları:

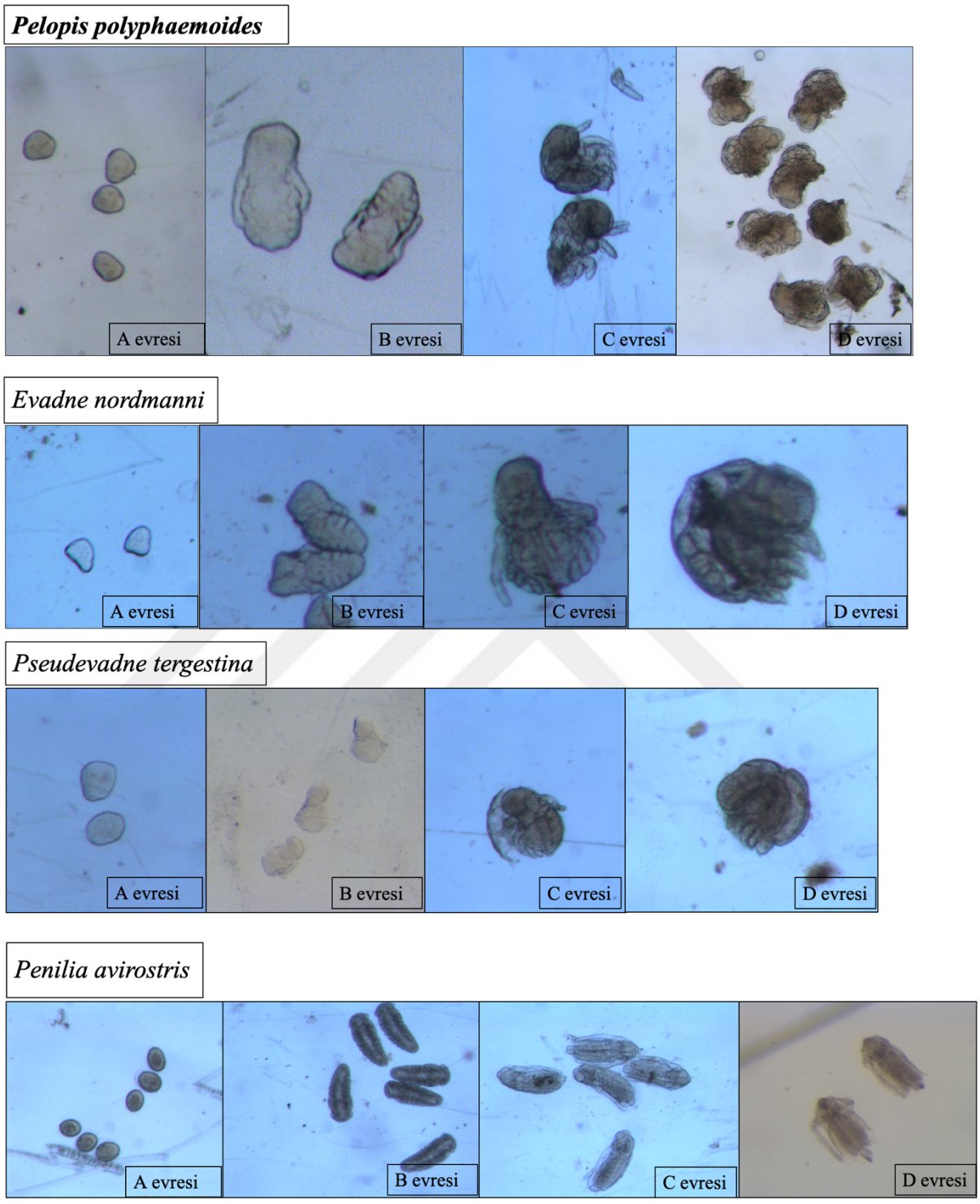
PF ve GF sınıfına dahil olan bireylerin karapaksları ince diseksyon iğnesi kullanılarak anüs bölgelerinden açılmıştır. PF bireylerin karapakslarının içinde yer alan kuluçkalarından çıkan embriyoların miktarları ve safhaları kaydedilmiştir. GF bireylerin ise kuluçkalarından çıkan yumurtaların sayısı kaydedilmiştir (Şekil 6). PF bireylere ait embriyolar gelişim safhalarına göre sırayla A, B, C ve D olmak üzere 4 safhada sınıflandırılmıştırlar.



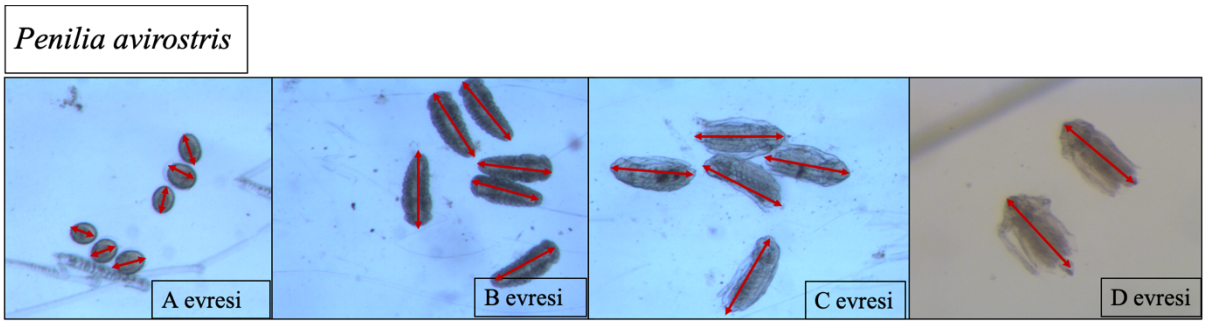
Şekil 6. Türlerin kuluçkalarından disekte edilen yumurtalara ait görüntüler

A evresi başlangıçta oval şekilde görünürken, evrenin sonlarına doğru baş bölgesi oluşur ve ikinci anten belirgin şekilde görünmeye başlar. B evresindeki embriyonun ikinci anten gelişimi devam eder ve anten iki furkalı hale gelerek gelişimini tamamlar, ilk anten ise belirginleşmeye başlar. Ayrıca B evresinin sonuna doğru en az bir torasik segment görünür. C evresindeki embriyo uzamaya devam ederken, vücudu örtecek olan karapaks ve ekstremetileri oluşturacak torasik uzantıları belirginleşmeye başlar. Bu evrede *P. tergestina* ve *P. polyphemoides* türlerinde bileşik göz belirgin hale gelirken pigment yapısı henüz gelişmemiştir. Embriyonik gelişim safhalarının sonuncusu olan D evresinde ise embriyoların göz ve pigment yapısı ve vücudu örten karapaks tamamen gelişmiştir. Ayrıca *P. tergestina* ve *P. polyphemoides* türlerinin taşıdıkları D evresindeki embriyolarının da kendi kuluçkalarında A evresinde embriyo taşıdıkları görülmektedir (Wong ve diğerleri, 2004; Atienza ve diğerleri, 2008) (Şekil 7).

Penilia avirostris türüne ait embriyoların vücut ölçümleri, A evresinde iken henüz baş gibi vücudun kısımları belirgin olmadığından oval yapının en uzun bölgesinden ölçülürken diğer B, C ve D evrelerinde embriyo boyları baş bölgesinin tepesinden vücudun sonuna kadar olan kısımdan ölçülmüştür (Şekil 8).



Şekil 7. Dört farklı Cladocera türünün kuluçkalarından disekte edilen embriyolarının dört farklı safhaya ait görüntüleri



Şekil 8. *Penilia avirostris* türünün dört farklı embriyo safhasına ait vücut ölçümleri

Doğum oranı ve Gelişim sürelerinin hesaplanması:

Doğum oranı hesaplamaları (*b*) Paloheimo (1974) (2.1) eşitliğine göre hesaplanmıştır.

$$b = \ln((E/N)+1)/D \qquad (2.1)$$

$$\log D = 0{,}847(\log T)^2 - 3{,}609\log T + 3{,}796$$

Formülde yer alan E/N oranı incelenen popülasyona (50 birey) disekte edilen embriyo/yumurta miktarlarının oranıdır. D ise gelişim süresini ifade etmektedir. Gelişim süreleri ise Bottrell (1975) eşitliğinden deniz suyu sıcaklığı (*T*) kullanılarak hesaplanmıştır.

2.4. Hidrografik Ölçümler ve Klorofil *a* Analizleri

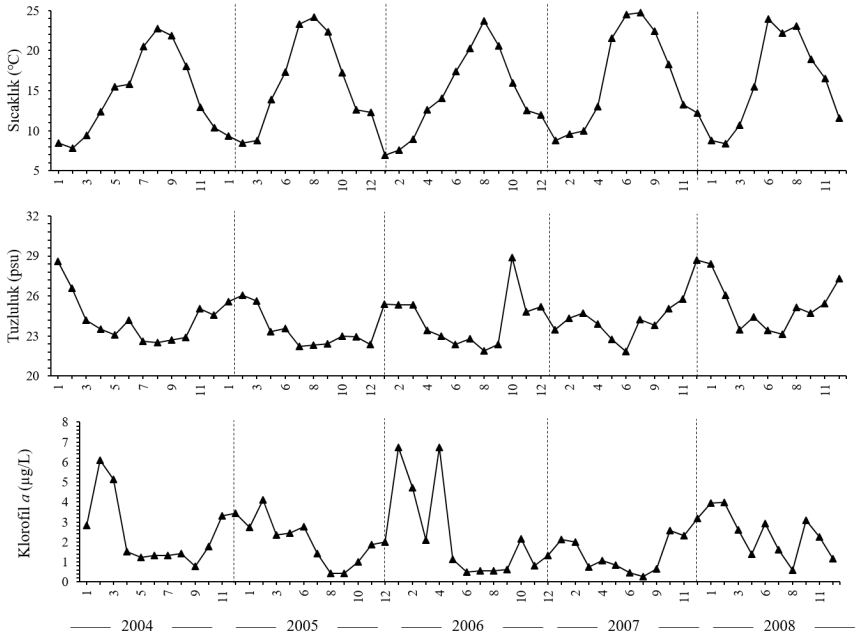
Marmara Denizi'nde Tuzla açıklarında yer alan DB1 istasyonundan 2004-2008 yılları arasında aylık olarak yapılan zooplankton örneklemeleriyle eş zamanlı olarak SBE 9/11 CTD sistemi ile sıcaklık ve tuzluluk verileri de kaydedilmiş ve 5 m derinliğe ait olan veriler kullanılmıştır. Beş yıl süre ile aylık olarak gerçekleştirilen çalışmalara ait sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri Şekil 9'da verilmiştir (Sur ve diğerleri, 2005; Sur ve diğerleri, 2006; Sur ve diğerleri, 2007; Sur ve diğerleri, 2008).

Çalışma periyodu süresince sıcaklık değişimleri incelendiğinde 2004, 2005 ve 2006 yıllarına ait en yüksek sıcaklık değerleri her yılın Ağustos ayında ölçülmüş ve sırasıyla 23 ˚C, 24˚C, 24˚C olarak kaydedilmiştir. 2007 yılına ait aylık sıcaklık verileri değerlendirildiğinde, Mayıs ayı itibariyle önceki üç yılın yaklaşık 1,5 katı kadar yüksek sıcaklık değerleri tespit edilmiş ve 2007 yılının en yüksek sıcaklık değerleri Haziran ve Ağustos aylarında 25 ˚C olarak kaydedilmiştir (Temmuz 2007 için veri eksiktir). Bu yılı takiben 2008 yılının verileri

incelendiğinde yıla ait en yüksek sıcaklık değerinin Haziran ayına ait olduğu görülmüş (24 ˚C), bu değeri Temmuz (22 ˚C) ve Ağustos (23 ˚C) ayları takip etmiştir. Çalışma boyunca en düşük sıcaklık değerleri Kış mevsimleri boyunca ölçülmüştür (7-9 ˚C).

Tuzluluk verileri incelendiğinde kış ve ilkbahar aylarındaki dikey karışımların etkisiyle yılın diğer zamanlarına göre daha yüksek tuzluluk değerleri kaydedilmiştir. Yıllara göre sırasıyla en yüksek değerler ‰29, ‰26, ‰29, ‰29 ve ‰28 şeklindedir. Çalışma boyunca ortalama tuzluluk değeri ‰24±1,8'dir.

Klorofil *a* değerleri, 5 m derinlikten alınan su örneklerinde, aseton ekstraksiyonu yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir (Parsons ve diğerleri, 1984). Analiz öncesinde 1L hacminde alınan su örnekleri selülöz nitrat membran filtreden süzülmüş ve -20˚C'de saklanmıştır. Yılların ortalama klorofil *a* değerleri incelendiğinde en yüksek değerin 2008 yılına (2,4±1,2 µg/L) ait olduğu görülmüştür. Çalışma boyunca en düşük klorofil *a* değerleri yaz aylarında (sırasıyla 0.78µg/L, 0,41µg/L, 0,48µg/L, 0,26µg/L, 0,60µg/L) tespit edilirken, en yüksek değerler (sırasıyla 6,09µg/L, 4,12µg/L, 6,72µg/L, 3,19µg/L, 3,96µg/L) ise kış ve ilkbahar aylarında kaydedilmiştir. Klorofil *a* değerlerinde öne çıkan durumlar, 2007 yılına ait en yüksek değerin diğer yıllara göre neredeyse yarı yarıya daha düşük olması ayrıca, 2008 yılı boyunca görülen dalgalanma dikkati çekmektedir.



Şekil 9. DB1 istasyonuna ait 2004-2008 yıllarını kapsayan aylık olarak 5 m derinlikten elde edilmiş sıcaklık, tuzluluk ve klorofil a değerlerinin değişimi

2.5. İstatistiksel Analizler

Örneklemeler arasındaki örüntüleri görebilmek için Cladocera bolluk verisinin doğal logaritması alınarak [log(χ+1)] baskın türlerin ağırlığı azaltıldıktan sonra Bray-Curtis benzerlik ölçüsü ile bir benzerlik matrisi oluşturulmuştur. Elde edilen benzerlik matrisi üzerinden grup averajı tekniği ile hiyerarşik kümeleme analizi yapılmıştır (CLUSTER analizi, Primer 7 v.7.017). Analiz sonucu elde edilen dendogramlar incelenerek anlamlı gruplar belirlenmiş ve farklılıkların görüldüğü gruplar dendogram üzerinde işaretlenmiştir. CLUSTER analizinin çıktılarını çözümleme amacıyla; analizler öncesinde belirlenen faktörler, dönüştürülmüş bolluk verisi ile benzerlik yüzdesi analizine tabii tutulmuştur (SIMPER analizi, Primer7 v.7.017). Bu prosedür grup içindeki benzerliklerden ve gruplar arasındaki benzemezliklerden (farklılaşma) sorumlu türlerin tanımlanmasını ve katılım oranlarının belirlenmesini sağlamaktadır (Clarke ve Gorley, 2018). Analiz, Bray-Curtis benzerlik ölçüsü kullanılarak hazırlanan matris üzerinden yürütülmektedir. SIMPER analizinde ortalama benzemezlik ve ortalama benzemezliğin standart sapmaya oranı önem kazanmaktadır. Benzemezlikler birçok örnek çifti kullanılarak hesaplanmakta ve dolayısıyla tutarlılığı ancak standart sapma ile ölçülebilmektedir (Clarke ve Warwick, 2001). Komünite yapılarında tespit edilen grupların (H_0) testinde benzerlikler analizi (ANOSIM analizi, Primer7 v.7.017) kullanılmıştır. Tek yönlü varyans analizinin bir türevi olan ANOSIM'de kullanılan evrensel dizi benzerliği "R" ($0 \leq R \leq 1$) dendogramlardan elde edilen ya da hipotetik olarak komünite içerisinde olduğu varsayılan yapıların test edilmesinde oldukça etkilidir. Benzerlik matrisi üzerinden yürütülen analiz sonucunda R sıfıra yaklaştıkça H_0 doğru kabul edilir ve gruplar arasında fark olmadığı anlamına gelir (Clarke ve Warwick, 2001). Cladocera bolluk verisi, vücut ve toplam vücut uzunluk değerleri, embriyo miktarları, doğum oranları ve gelişim süreleri ile çevresel parametreler Spearman korelasyonu kullanılarak ilişkilendirilmiş, sıcaklık faktörünün diğer değişkenler üzerindeki etkisinin gözetilmesi amaçlı kısmi korelasyona da tabi tutulmuştur. Korelasyon analizleri IBM SPSS 21 programında gerçekleştirilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. *Penilia avirtostris*

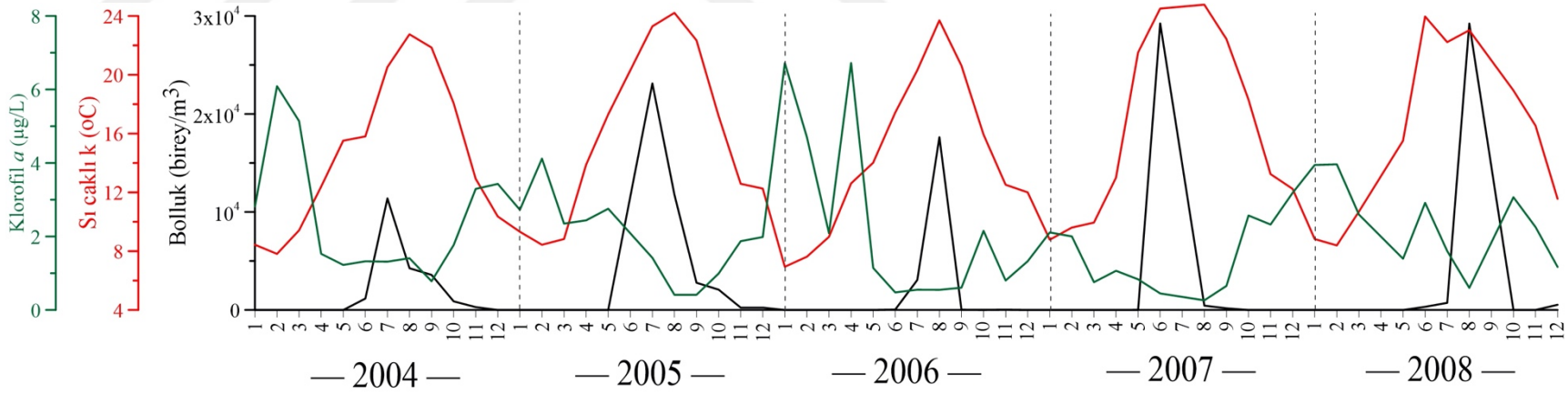
Tez çalışması kapsamında incelenen Marmara Denizi zooplankton örneklerinde Cladocera grubuna ait en baskın tür *Penilia avirostris* olmuştur. Termofilik bir tür olan *P. avirostris* çalışma boyunca genellikle ilkbahar ayları itibariyle yıl sonuna kadar örneklenmiştir. Çalışma boyunca toplam 1038 adet birey ve 4224 embriyo incelenmiştir.

İlk çalışma yılı olan 2004'de tür Haziran-Kasım ayları arasında rastlanmıştır. Türe ait bolluk değerlerinin hesaplamaları sonucunda en yüksek bolluk değerine sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerlerinin sırasıyla 21°C, ‰22,60 ve 1,31 µg/L olarak kaydedildiği Temmuz ayında 11389 birey/m^3'le ulaşmıştır. En düşük bolluk değeri ise Kasım ayında 284 birey/m^3 olarak kaydedilmiştir (Şekil 10). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 13°C, ‰24,6 ve 3,30 µg/L'dir.

Çalışmanın bir sonraki yılı olan 2005'de Haziran ayında örnekleme gerçekleştirilememiştir. En yüksek bolluk değerinin Temmuz ayında 23121 birey/m^3 ile önceki yıla kıyasla neredeyse iki katına ulaştığı görülmüştür. Bu ayda kaydedilen sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 23°C, ‰22,22, 1,42 µg/L'dir. En düşük bolluk değeri ise yine Kasım ayında 240 birey/m^3 olarak kaydedilmiştir (Şekil 10). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 17°C, ‰23 ve 1 µg/L'dir.

2006 yılında türün rastlandığı dönem yine Haziran-Kasım aylarını kapsasa da hesaplanan bolluk değerleri önceki yıllara kıyasla oldukça düşük seyretmiştir. Türün en yüksek bolluk değeri Ağustos ayında 17635 birey/m^3 olarak kaydedilirken en düşük bolluk değeri ise 9 birey/m^3 olarak Ekim ayında kaydedilmiştir. Ağustos ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 24 °C, ‰21,90 ve 0,48 µg/L'dir. En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 16°C, ‰29 ve 2,2 µg/L'dir.

2007 yılında ise yalnızca Mayıs-Eylül ayları arasında rastlanan türün en yüksek bolluk değeri Haziran ayında 29245 birey/m^3 olarak bulunmuş, sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a*

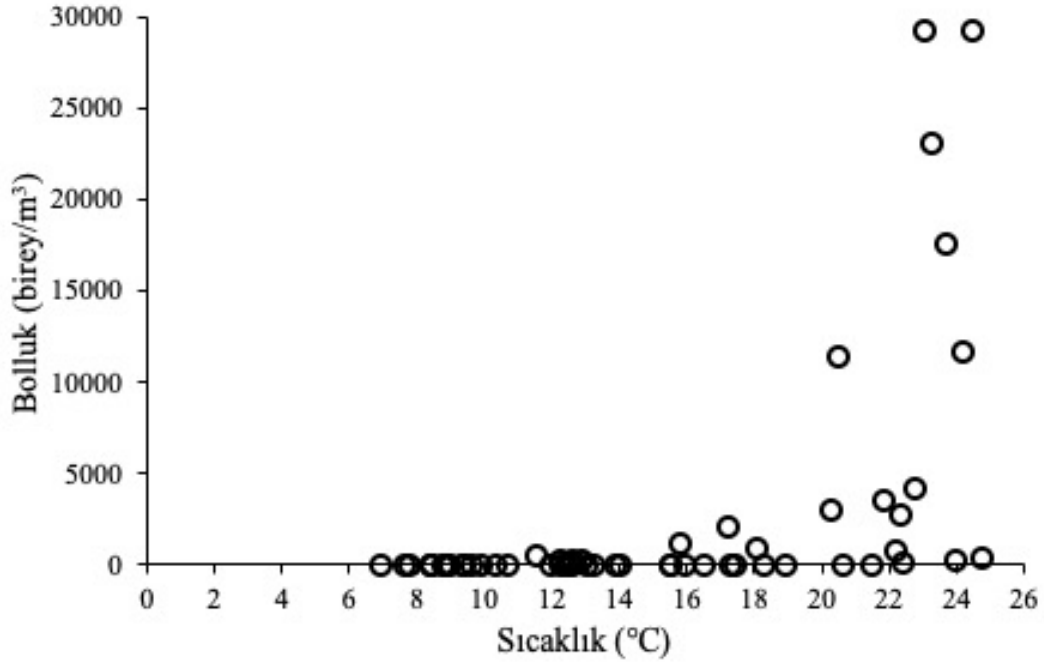


Şekil 10. *Penilia avirostris* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil a değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri

değerleri 25 °C, ‰21,84 ve 0,45 µg/L olarak kaydedilmiştir. 2007 yılının Temmuz ayında örnekleme gerçekleştirilmemiştir. En düşük bolluk değeri ise ilk ortaya çıktığı Mayıs ayında 12 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. Diğer yıllara kıyasla türün ilk örneklendiği ayda bolluk değerinin düşük olması ve Ekim ayı itibariyle su kolonunda hiç rastlanılmaması dikkat çekmiştir (Şekil 10). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 21,5°C, ‰22,7 ve 0,8 µg/L'dir.

Çalışma döneminin son yılı olan 2008'de Nisan ve Eylül aylarında örnekleme gerçekleştirilememiştir. Haziran-Aralık ayları arasında örneklenen türün en düşük bolluk değeri Ekim ayında yalnızca 1 birey/m^3 olarak kaydedilmiş ve bu çalışma boyunca türe ait en düşük bolluk değeri olmuştur. En yüksek bolluk değeri ise Ağustos ayında 29235 birey/m^3 hesaplanarak 2007 Haziran ayı sonrasında türün çalışma boyunca kaydedilen ikinci en yüksek bolluğu olmuştur. Ağustos ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 23 °C, ‰25,17 ve 0,60 µg/L'dir (Şekil 10). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 19°C, ‰25 ve 3,1 µg/L'dir.

Penilia avirostris türünün çalışma boyunca kaydedildği sıcaklık değerleri ve hesaplanan bolluk değerleri kullanılarak, türün Marmara Denizi'ndeki optimum sıcaklık aralığı 23-24 °C olarak belirlenmiştir (Şekil 11).



Şekil 11. *P. avirostris*'e ait sıcaklık ve bolluk değerlerinin dağılım grafiği

2004 yılında türün gözlendiği 6 ayda da çalışılmış ve toplamda 300 birey ve 1193 embriyo/yumurta incelenmiştir. İncelenen bireylerle gerçekleştirilen meristik ölçümler sonucu ortalama vücut uzunlukları (BL) 0,611±0,069 mm iken ortalama toplam vücut uzunlukları (TL) 0,744±0,082 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Bireylerin toplamda 254'ü partenogenetik dişi (kuluçkasında embriyo taşıyan, PF), 3'ü gametogenetik dişi (kuluçkasında yumurta taşıyan, GF), 16'sı dişi (kuluçkasında embriyo/yumurta bulundurmayan, F), 5'i erkek (M) ve 22'si jüvenil (J) olmak üzere sınıflandırılmıştır (Şekil 12A). Sınıflandırılan 3 GF bireyin hepsi de kuluçkalarında 1'er adet yumurta bulundurmaktadırlar (EK 4). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 4'de verildiği gibidir. Toplamda elde edilen 254 PF bireyin kuluçkaları disekte edilmiş ve toplamda 1190 adet embriyo sayılmıştır. PF bireylerin kuluçkalarında embriyo taşıma kapasiteleri incelendiğinde bir defada en az 2, en fazla ise 10 adet embriyo taşıyabildikleri belirlenmiştir.1190 adet embriyo gelişim safhalarına göre sınıflandırıldığında 677 adetle en fazla C evresine ait embriyo bulunduğu görülmüştür. Daha sonra gelişmişlik safhalarına göre 287 adet A evresi, 201 adet B evresi ve 25 adet D evresinde embriyo tespit edilmiştir (Şekil 12B). Disekte edilen bu embriyoların meristik ölçümleri sonucunda boy aralığının 0,056 mm (A evresi) ile 0,306 mm (C evresi) arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 5).

2005 yılında türün tespit edilebildiği 6 ayda da çalışılmış ve toplamda türe ait 300 birey ve 1290 embriyo/yumurta incelenmiştir. Çalışılan yetişkin bireylerin ortalama BL değerleri 0,642±0,071 mm iken ortalama TL değerleri ise 0,781±0,089 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Elde edilen yetişkin bireylerin toplamda 297 adeti PF ve 3 adeti ise GF olarak sınıflandırılmış bu yıl örneklemelerde dişi (F), erkek (M) ve jüvenil (J) bireylere rastlanılmamıştır (Şekil 12A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 4'de verildiği gibidir. Kuluçkaları disekte edilmiş PF bireylerden toplamda 1285 adet embriyo elde edilmiştir. Kuluçkalardan elde edilen embriyoların gelişim evrelerine göre sınıflandırılmalarının ardından 609 adet embriyo ile en fazla B evresinde, 440 adetle C evresinde, 229 adet A evresi ve 7 adet embriyo ile en az D evresinde embriyo kaydedilmiştir (Şekil 12B). Anaç bireylerin tek seferde en az 1, en fazla 8 adet embriyo taşıdıkları tespit edilmiştir. Bu embriyoların boy aralıkları 0,069 mm (A evresi) ile 0,391 mm (A evresi) arasında değerler almıştır (Tablo 5). Sınıflandırılan 3 adet GF bireylerden ikisinin kuluçkasında 2 adet yumurta bulundurması dikkat çekmiştir (EK 4). Bireye ait fotoğraf EK 2'de verilmiştir.

Tablo 4. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri

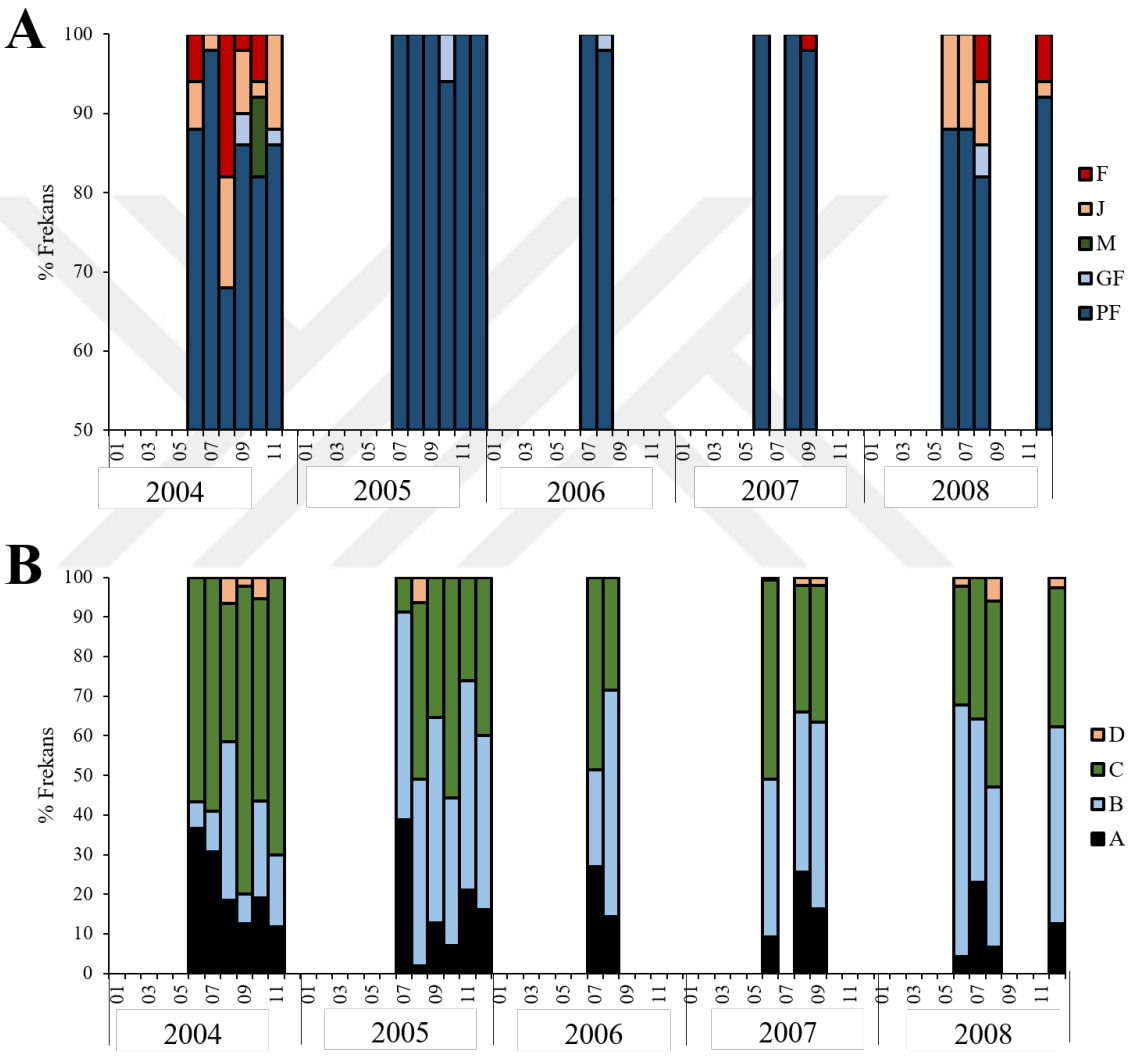
Birey Sınıfları/ Yıllar	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*
2004								
PF	-	-	0,740 ± 0,019	127	0,784 ± 0,030	127	-	-
GF	-	-			0,863 ± 0,045	3	-	-
F	-	-	0,641 ± 0,043	12	0,711 ± 0,05	4	-	-
J	-	-	0,459 ± 0,040	11	0,461 ± 0,028	11	-	-
M	-	-			0,799 ± 0,050	5	-	-
2005								
PF	-	-	0,715 ± 0,054	100	0,810 ± 0,066	147	0,827 ± 0,082	50
GF	-	-	-	-	0,904 ± 0,044	3	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2006								
PF	-	-	0,694 ± 0,048	99	-	-	-	-
GF	-	-	0,861	1	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2007								
PF	-	-	0,734 ± 0,032	90	0,789 ± 0,050	47	-	-
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	0,79	1	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2008								
PF	-	-	0,646 ± 0,036	129	-	-	0,844 ± 0,066	46
GF	-	-	0,791 ± 0	2	-	-	-	-
F	-	-	0,61 ± 0,018	3	-	-	-	-
J	-	-	0,408 ± 0,064	16	-	-	0,485	1
M	-	-	-	-	-	-	-	-

2006 yılında türün yalnızca Temmuz ve Ağustos aylarında alınan örnekleri çalışılmış ve toplamda 100 adet birey ve 349 embriyo/yumurta incelenmiştir. Örneklendiği diğer dört aydaki bolluk değerleri oldukça düşük olduğundan incelenememiştir. İncelenen bireylerin ortalama BL değerleri 0,582±0,045 mm iken ortalama TL değerleri ise 0,695±0,061 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Yetişkin bireylerin 99 adedi PF iken Ekim ayında 1 adet GF bireye rastlanılmıştır (Şekil 12A, EK 4). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 4'de verildiği gibidir. Toplamda 99 adet PF bireyden elde edilen embriyo sayısı 348 iken bu embriyoların boy aralıkları 0,075 mm (A evresi) ile 0,319 mm (C evresi) arası değiştiği görülmüştür (Tablo 5). PF bireylerin kuluçkalarında bir defada taşıdıkları embriyo miktarı 1 ile 7 arasında değiştiği kaydedilmiştir. Disekte edilen embriyolar gelişim safhalarına göre sınıflandırılmış ve 141 adetle en fazla C evresi sonrasında 131 adetle B evresi ve en az 76 adetle A evresi kaydedilmiş, bu yıl D evresinde embriyo tespit edilmemiştir (Şekil 12B).

2007 yılında kısa bir periyodda (4 ay) örneklenen tür Haziran-Eylül ayları arasında çalışılmış toplamda 138 adet birey incelenmiştir. Çalışılan yetişkin bireylerin ortalama BL değerleri 0,627±0,051 mm iken ortalama TL değerleri 0,755±0,057 mm'dir (EK 3). İncelenen bireylerin 137 adedi PF ve 1 adedi F olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 12A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 4'de verildiği gibidir. PF bireylerden toplamda 493 adet embriyo disekte edilmiş ve toplam boy uzunluklarını 0,070-0,312 mm (sırasıyla A ve D evreleri) arasında değiştiği kaydedilmiştir (Tablo 5). Bireyler kuluçkalarında bir defada en az 1 en çok ise 9 adet embriyo taşımışlardır. Embriyolar gelişim safhalarına göre sınıflandırıldıklarında en fazla 215 adet ile B evresinde embriyo taşıdıkları görülmüştür. Daha sonra sırasıyla 192 adet ile C, 78 adet ile A ve 8 adet ile D evreleri gelmektedir (Şekil 12B).

P. avirostris türü çalışmanın son yılı olan 2008'de örneklendiği Kasım ayı dışında tüm aylarda çalışılmış ve toplamda 200 birey ve 898 embriyo/yumurta incelenmiştir. Elde edilen bireylerin ortalama BL değerleri 0,575±0,098 mm iken ortalama TL değerleri 0,680±0,118 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Çalışılan 200 bireyden 175 adedi PF, 2 adeti GF, 17 adeti J ve 3 adeti F olarak sınıflandırılmış bu yıl hiç erkek (M) bireye rastlanmamıştır (Şekil 12A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 1'de verildiği gibidir. PF bireylerden toplamda 896 embriyo disekte edilmiş olup bu embriyoların boy aralıkları 0,047mm (A evresi) ile 0,330 mm (C evresi) arasında olduğu kaydedilmiştir (Tablo 5). PF bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1, en fazla ise 11 adet embriyo taşıdıkları tespit edilmiş olup çalışma boyunca türe

ait kuluçkada sayılan en yüksek embriyo miktarı olması dikkati çekmiştir (Şekil 35). Taşıdıkları embriyolar gelişim safhalarına göre sınıflandırıldıklarında bu yıl 448 adetle en fazla B evresinde embriyo taşıdıkları tespit edilmiştir. B evresini takiben 319 adet C evresi, 108 adet A evresi ve en az 21 adetle D evresinde embriyo taşıdıkları görülmüştür (Şekil 12B). Kaydedilen GF bireylerin kuluçkalarında birer adet yumurta taşıdıkları tespit edilmiştir (EK 4).

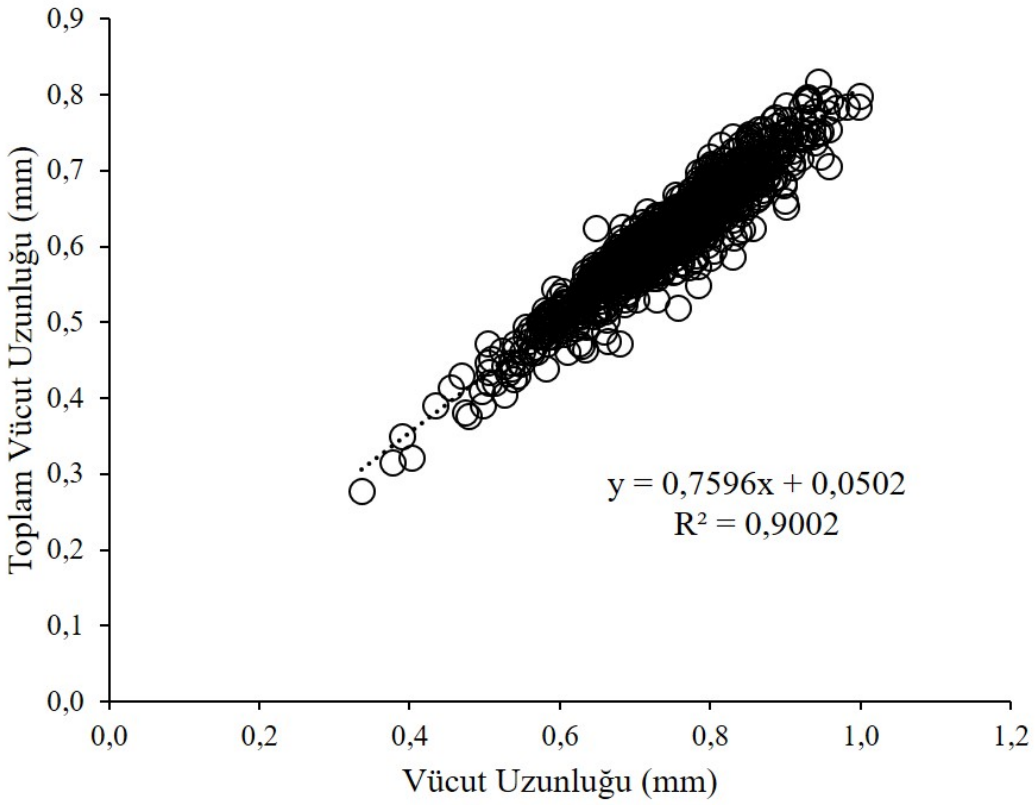


Şekil 12. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 1038 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 4224 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları

Tablo 5. 2004-2008 yıllarında elde edilen embriyo sınıflarının miktarları, minimum, maksimum ve ortalama toplam boy değerleri

	A evresi	B evresi	C evresi	D evresi
2004				
Min	0,056	0,119	0,028	0,207
Maks	0,294	0,214	0,306	0,270
Ort ± SD	0,106 ± 0,022	0,178 ± 0,013	0,215 ± 0,008	0,260 ± 0,036
N	287	201	677	25
2005				
Min	0,069	0,160	0,216	0,292
Maks	0,391	0,275	0,366	0,333
Ort ± SD	0,118 ± 0,011	0,206 ± 0,014	0,280 ± 0,019	0,319 ± 0,020
N	229	609	440	7
2006				
Min	0,075	0,149	0,138	-
Maks	0,242	0,233	0,319	-
Ort ± SD	0,108 ± 0,018	0,182 ± 0,003	0,232 ± 0,026	-
N	76	131	141	-
2007				
Min	0,070	0,160	0,198	0,302
Maks	0,143	0,233	0,296	0,312
Ort ± SD	0,102 ± 0,008	0,193 ± 0,011	0,253 ± 0,003	0,314 ± 0,009
N	78	215	192	8
2008				
Min	0,047	0,104	0,162	0,220
Maks	0,151	0,229	0,330	0,283
Ort ± SD	0,096 ± 0,010	0,160 ± 0,021	0,237 ± 0,025	0,286 ± 0,051
N	108	448	319	21

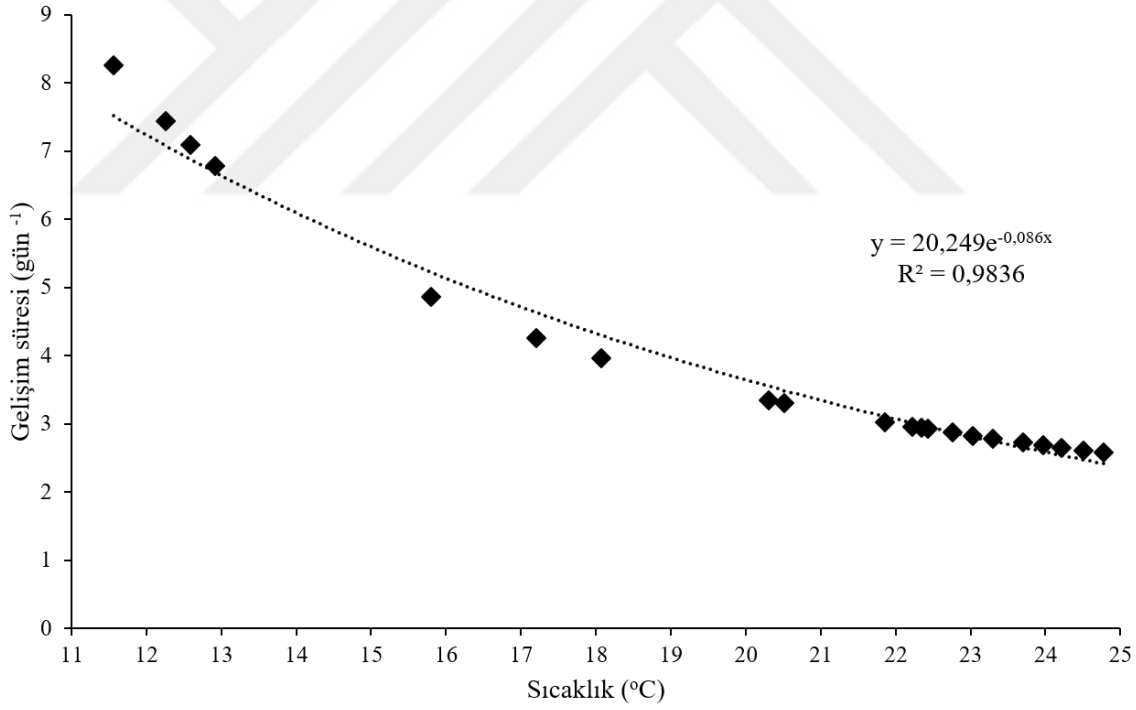
Penilia avirostris çalışma yılları arasında Marmara Denizi'nde su kolonunda tayin edilmeye başlandığı yaz ayları itibariyle popülasyonlarını oldukça hızlı artırabilmektedir ve bu dönemde yapılan meristik ölçümlerde BL değerleri popülasyonlarının düşüşe geçtiği sonbahar aylarına kıyasla daha düşük değerlere sahiptir. Ayrıntılı olarak tüm birey sınıflarında yapılan incelemede yaz aylarından kış aylarına doğru türün popülasyonlarında kaydedilen düşüşlerle birlikte BL değerlerinin arttığı kaydedilmiştir. BL değerleri ile sıcaklık arasında gerçekleştirilen Spearman korelasyonunun sonucunda çok güçlü olmasa da anlamlı düzeyde negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur ($r= -0,398$, $p<0,01$). GF sınıfına ait bireylerin örneklendikleri tüm yıllarda diğer sınıflardan daha büyük boylu bireyler oldukları tespit edilmiştir (Tablo 4). BL değerleri yıl bazında değerlendirildiklerinde ise en küçük boylu bireyler 2008 yılında (0,575±0,098 mm) kaydedilirken bu yılı takiben 2006 yılı (0,582±0,045 mm) gelmektedir (EK 3).



Şekil 13. *Penilia avirostris* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki

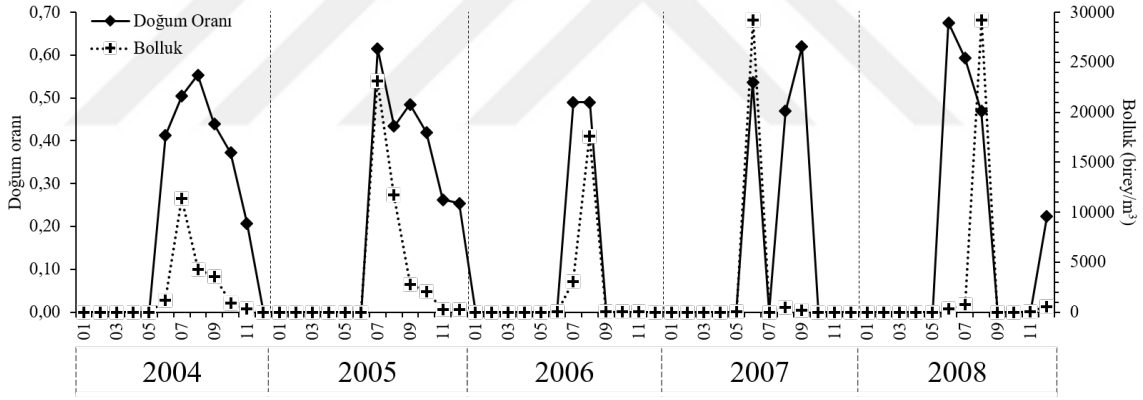
Penilia avirostris türünün beş yıllık çalışma boyunca toplamda 1038 adet incelenen bireylerine ait BL ve TL değerleri arasında Şekil 13'de verildiği üzere güçlü bir ilişki görülmüştür (R^2= 0,90).

Marmara Denizi'nden aylık olarak elde edilen *P. avirostris*'in su kolonunda tespit edildiği aylardaki sıcaklık değerleri kullanılarak Bottrell (1975) eşitliğinden yararlanılarak kuluçkada embriyo veya yumurtaların gelişim süreleri hesaplanmıştır. Tür Marmara Denizi'nde 12-25 ºC sıcaklık aralığında görülmüştür. En uzun gelişim süresi 11,6 ºC'de 8,26 gün^{-1} (Aralık) olarak hesaplanırken, en kısa ise 25 ºC'de 2,58 gün^{-1} (Ağustos) olarak hesaplanmıştır. Şekil 14'de de verildiği üzere sıcaklık ve gelişim süreleri arasında güçlü bir ilişki (R^2=0,98) bulunmuştur. *P. avirostris* çalışma yılları boyunca su kolonunda görünmeye başlandığı yaz ayları itibariyle kuluçkasından ilk salınımlarını genellikle 2,61 gün^{-1} ile 4,86 gün^{-1} aralığında gerçekleştirmiştir.



Şekil 14. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Penilia avirostris* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi

Gelişim sürelerinin hesaplanmasının ardından, PF ve GF bireylerin kuluçkalarından disekte edilen embriyo ve yumurta miktarları kullanılarak *P. avirostris* türünün aylık doğum oranları hesaplanmıştır. Marmara Denizi'nde de termofilik bir tür olduğu bilinen *P.avirostris*'in inceleme gerçekleştirilen çalışma ayları boyunca doğum oranları 0,21 ile 0,68 arasında değişmiştir. Popülasyonlarının ilk ortaya çıktığı yaz aylarında doğum oranı başarıları oldukça yüksek seyreden türün, sonbahar mevsimine geçerken doğum oranlarında düşüşler kaydedilmiştir. Bu durum ardışık olarak 6 ay boyunca inceleme gerçekleştirilebilen 2004 ve 2005 yıllarında açıkça görülebilmektedir (Şekil 14). PF bireyler üzerinden boy grupları bazında yapılan incelemede 2006 yılında dikkati çeken durum, doğum oranı hesaplarında da ortaya çıkmıştır (Şekil 15). Öyle ki 2006 yılında Temmuz ve Ağustos aylarında ardışık olarak gerçekleştirilen incelemede doğum oranlarının sabit kaldığı (0,49) görülmüştür. Tür 2006 yılında ortaya çıktığı Haziran ayı sonrasında Temmuz ve Ağustos aylarında popülasyonunu maksimuma ulaştırmış olmasına rağmen bu iki ayda embriyo taşıma kapasitelerinde ve doğum oranı başarılarında değişim olmaması dikkati çekmiştir.



Şekil 15. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Penilia avirostris* türüne ait doğum oranları

3.2. *Pleopis polyphemoides*

Tez çalışması kapsamında öne çıkan bir diğer tür ise genellikle tüm yıl boyunca örneklenebilen *Pleopis polyphemoides* türü olmuştur. *P. polyphemoides* Marmara Denizi Cladocera grubunda yer alan ikinci en baskın tür olma özelliğini taşımaktadır. Çalışma boyunca türe ait 1550 birey ve 5933 embriyo incelenmiştir.

2004 yılında 12 ay boyunca rastlanan tür en yüksek bolluğa 1641 birey/m^3 ile Nisan ayında ulaşmıştır. Bu ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 12 ºC, ‰23,5 ve

1,88 µg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 16). En düşük bolluk değeri ise Kasım ayında 18 birey/m^3 olarak tespit edilmiştir. En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 13°C, ‰25,1 ve 1,77 µg/L'dir.

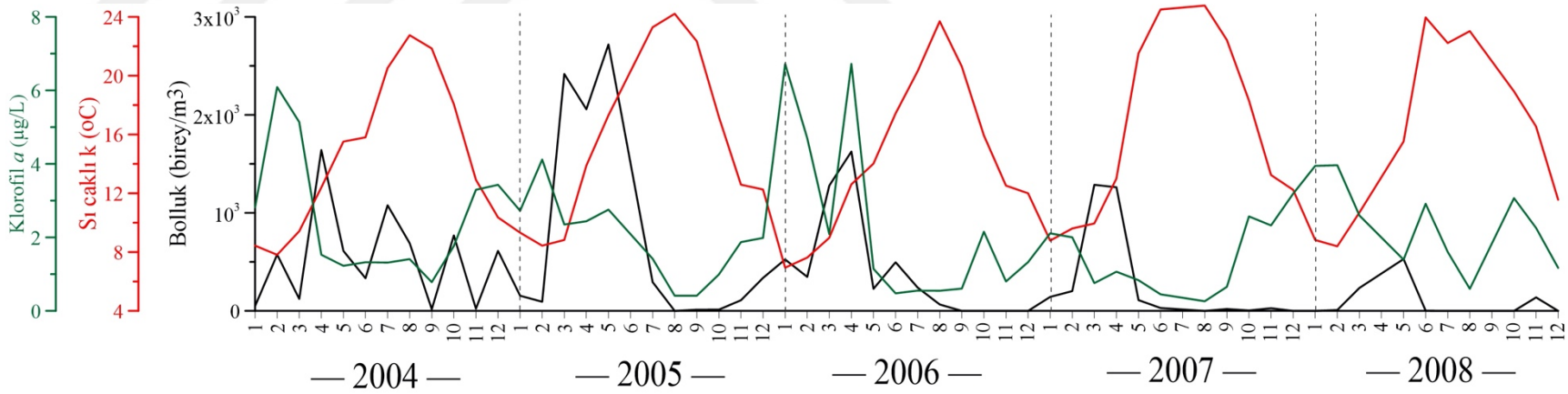
2005 yılında örnekleme gerçekleştirilen 11 ayda da tespit edilen türün en yüksek bolluğu Mayıs ayında 2719 birey/m^3 olarak kaydedilirken, en düşük bolluğu ise 12 birey/m^3 olarak Eylül ayında tespit edilmiştir. En yüksek bolluğun kaydedildiği Mayıs ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 17 ºC, ‰23,57 ve 2,41 µg/L'dir (Şekil 16). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 22,3°C, ‰22,4 ve 0,4 µg/L'dir.

2006 yılında 12 ay boyunca örnekleme gerçekleştirilmiş fakat önceki yılların aksine yalnızca yılın ilk 8 ayındaki örneklerde türe rastlanmıştır. En yüksek bolluk değeri 1626 birey/m^3 ile Nisan ayında ulaştığı görülmüş ve bu ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerlerinin sırasıyla 13 ˚C, ‰23,41 ve 6,80 µg/L olduğu tespit edilmiştir (Şekil 16). En düşük bolluk değeri ise Ağustos ayında 65 birey/m^3 olarak kaydedilmiştir. En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 24°C, ‰22 ve 0,5 µg/L'dir.

2007 yılının Ocak ayı itibariyle yeniden tespit edilmeye başlanan türe bu yılda yalnızca Ağustos ve Aralık aylarında rastlanmamış olup Temmuz ayına ait örnekleme bulunmamaktadır. En yüksek bolluk değeri Mart ayında 1287 birey/m^3 olarak kaydedilmiştir. Mart ayına ait sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 10 ˚C, ‰24,70 ve 1,07 µg/L'dir (Şekil 16). 2006 yılına benzer olarak türe ait bolluk değerleri Haziran ayı itibariyle oldukça düşük seyretmiş ve en düşük bolluk değeri ise 5 birey/m^3 olarak Ekim ayında tespit edilmiştir. En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 18,3°C, ‰25,1 ve 2,6 µg/L'dir.

2008 yılında Nisan ve Eylül aylarında örnekleme gerçekleştirilmemiş olup türe yalnızca toplamda 5 ayda rastlanmıştır. Türe ait hesaplanan bolluk değerleri incelendiğinde dikkati çeken ilk durum önceki yıllara kıyasla oldukça düşük değerlerde seyretmesi olmuştur. Öyle ki en yüksek bolluk değeri 529 birey/m^3 olarak Mayıs ayında hesaplanmıştır. Türün yıl içerisinde ulaştığı en yüksek bolluk değeri önceki yıllarla kıyaslandığında yarı yarıya düşüş olduğu görülmüştür. 2004 ve 2006 yıllarında Nisan ayında bolluk değeri maksimuma ulaşan türün 2008 yılında bu ayda örnekleme gerçekleştirilmemiş olması önem arz etmektedir. Mayıs ayına

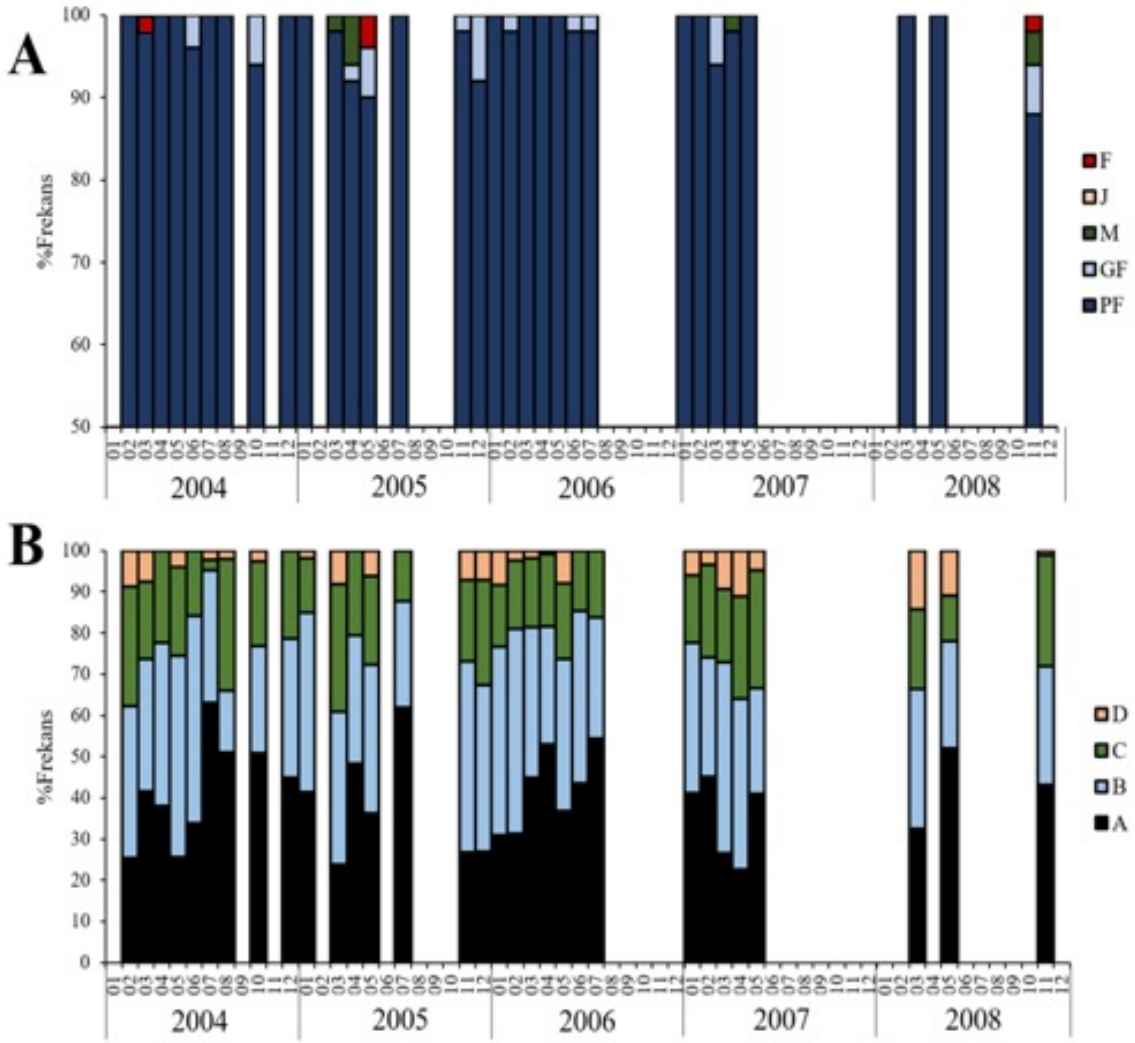
ait sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 16 ˚C, ‰24,43 ve 1,39 µg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 16). En düşük bolluk değeri ise tüm çalışma kapsamındaki en düşük değer olma özelliğiyle beraber 2 birey/m^3 olarak Haziran ayında kaydedilmiştir. En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 24°C, ‰23,4 ve 2,9 µg/L'dir.



Şekil 16. *Pleopis polyphemoides* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m), ve klorofil a değerlerinin aylık değişimleri

Tablo 6. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri

Birey Sınıfları/ Yıllar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*
2004								
PF	0,350 ± 0,041	100	0,319 ± 0,031	149	0,289 ± 0,029	148	0,347 ± 0,031	47
GF	-	-	-	-	0,284 ± 0,015	2	0,406 ± 0,012	3
F	-	-	0,410	1	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2005								
PF	0,347 ± 0,038	96	0,323 ± 0,048	235	0,290 ± 0,032	50	0,326 ± 0,032	49
GF	0,382 ± 0,040	5	0,308 ± 0,036	4	-	-	-	-
F	-	-	0,316 ± 0,030	5	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	0,414	1	-	-	-	-
2006								
PF	0,361 ± 0,031	99	0,331 ± 0,033	150	0,295 ± 0,028	98	-	-
GF	0,440	1	-	-	0,303 ± 0,049	2	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2007								
PF	0,343 ± 0,039	100	0,339 ± 0,035	146	-	-	-	-
GF	0,401 ± 0,008	3	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	0,400	1	-	-	-	-
2008								
PF	-	-	0,223 ± 0,028	100	-	-	0,223 ± 0,025	44
GF	-	-	-	-	-	-	0,260 ± 0,002	3
F	-	-	-	-	-	-	0,272	1
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	0,281 ± 0,017	2



Şekil 17. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 1550 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 5933 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları

Pleopis polyphemoides türü 2004 yılında örneklendiği aylardan 9'unda ayrıntılı olarak çalışılmıştır. Toplamda 450 birey ve bu bireylerden elde edilen 1724 adet embriyo/yumurta incelenmiştir. İncelenen bireylerin meristik ölçümleri sonucu ortalama BL ve TL değerleri sırasıyla 0,320±0,04 2mm ve 0,392±0,062 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Bireylerin 444 adeti PF, 5 adeti GF ve 1 adeti ise F olarak sınıflandırılmıştır. Bu yılda hiç M sınıfına ait birey tespit edilmemiştir (Şekil 17A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 6'da verildiği gibidir. PF bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla ise 9 adet embriyo taşıyabildikleri görülmüştür. Toplamda 1719 adet embriyo elde edilmiştir. Disekte edilen

embriyolar gelişmişlik safhalarına göre sınıflandırıldıklarında, 703 adetle en fazla A evresine rastlanırken daha sonra sırasıyla 608 adetle B evresi, 362 adetle C evresi ve 46 adetle D evresi gelmektedir (Şekil 17B). Rastlanan 5 adet GF bireyinde kuluçkalarında birer adet yumurta taşıdıkları görülmüştür (EK 4).

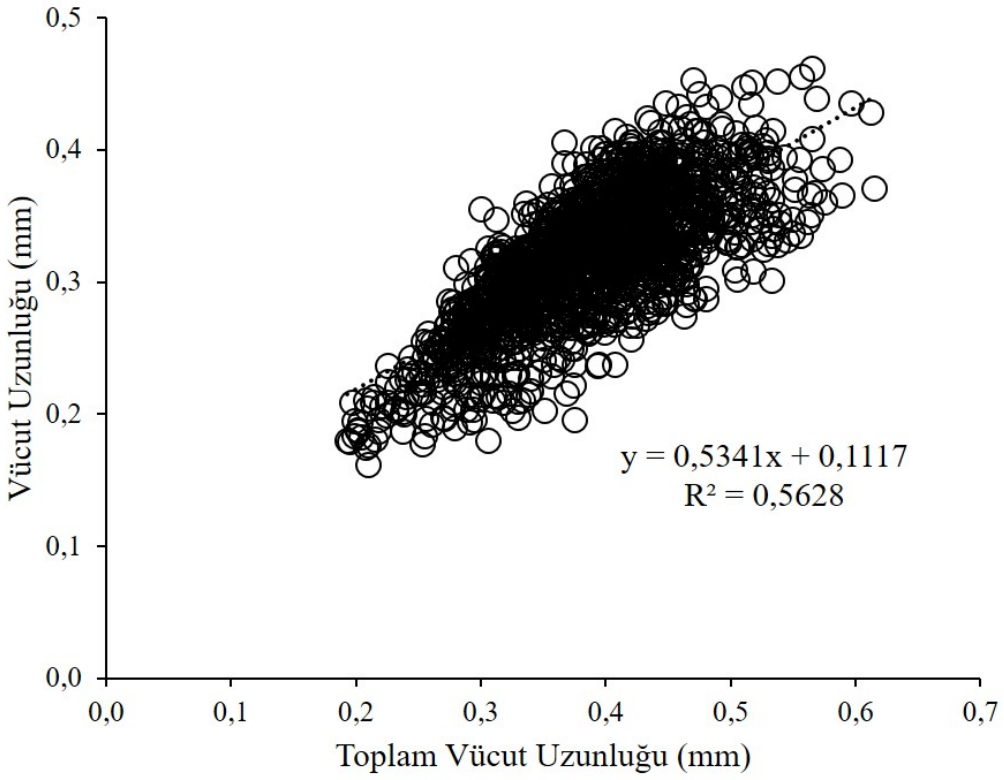
2005 yılında örnekleme gerçekleştirilen 11 aydan 7'sinde çalışılmıştır. Toplamda 350 birey ve 1275 embriyo/yumurta incelenmiştir. Bireylere ait ortalama BL ve TL değerleri sırasıyla 0,326±0,045 mm ve 0,400±0,070 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Bu bireylerin 335 adeti PF, 9 adeti GF, 4 adeti M ve 2 adeti ise F sınıflarına aittir (Şekil 17A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 6'da verildiği gibidir. PF bireylerde toplamda 1266 adet embriyo disekte edilmiştir. Bunların 436 adeti A, 490 adeti B, 274 adeti C ve 66 adeti ise D evresinde olduğu teşhis edilmiştir (Şekil 17B). Bireylerin embriyo taşıma kapasiteleri incelendiğinde en az 1 en fazla 10 adet embriyo taşıdıkları görülmüştür. GF bireylerin tamamının ise kuluçkalarında bir adet yumurta taşıdıkları görülmüştür (EK 4).

2006 yılında yalnızca ilk 8 ayda örneklenen tür elde edildiği ilk 7 ayda çalışılmıştır. Toplamda 350 birey ve 1132 embriyo/yumurta incelenmiştir. Meristik ölçümler sonucu bireylere ait ortalama BL ve TL değerleri sırasıyla 0,329±0,040 mm, 0,385±0,055 mm olarak bulunmuştur (EK 3). İncelenen bireylerin 347 adedi PF, 3 adedi ise GF olarak sınıflandırılmıştır. Bu yılda F ve M sınıflarına ait bireyler kaydedilmemiştir (Şekil 17A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 6'da verildiği gibidir. PF bireylerin embriyo taşıma kapasitelerine bakıldığında bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla ise 6 adet embriyo taşıyabildikleri tespit edilmiştir. Toplamda elde edilen 1129 embriyonun 467 adeti A evresinde, 440 adeti B evresinde, 187 adeti C evresinde ve 35 adeti ise D evresinde oldukları belirlenmiştir (Şekil 17B). Sınıflandırılan tüm GF bireyler kuluçkalarında bir adet yumurta taşımaktadırlar (EK 4).

2007 yılında Ocak-Mayıs ayları arasında incelenen örnekler çalışılmıştır. Toplamda 250 adet birey ve 1088 adet embriyo/yumurta incelenmiştir. Bireylerin ortalama BL değerleri 0,342±0,037 mm iken ortalama TL değerleri 0,418±0,064 mm'dir (EK 3). İncelenen bireylerin 246 adeti PF sınıfına, 3 adeti GF ve 1 adeti ise M sınıfına ait bireylerdir (Şekil 17A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 6'da verildiği gibidir. PF bireylerin kuluçkalarında tek seferde en az 1 en çok ise 9 adet embriyo taşıdıkları görülmüştür (Şekil 35). Disekte edilen toplamda 985 embriyodan 394 adeti B evresinde, 289 adeti A evresinde, 228

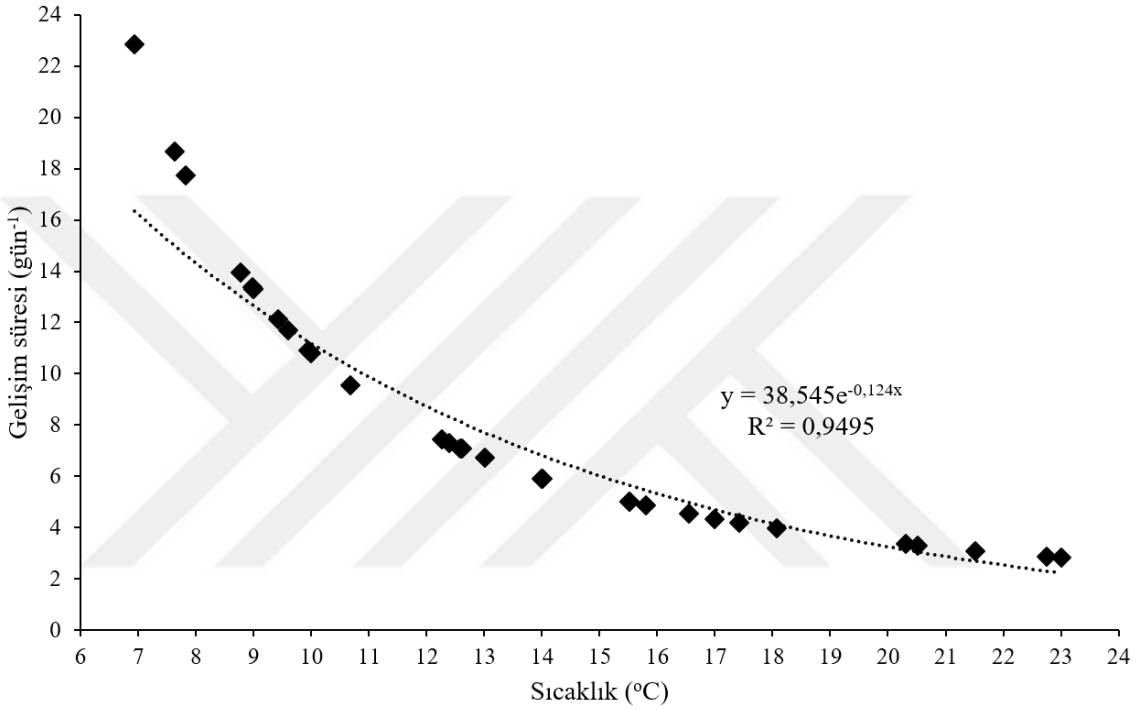
adeti C evresinde ve 74 adeti ise D evresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 17B). GF bireylerin tamamı kuluçkalarında birer adet yumurta taşımaktadırlar (EK 4).

2008 yılında tür yalnızca Mart, Mayıs ve Kasım aylarında elde edilen örneklerden çalışılmıştır. Toplamda 150 birey ve 714 adet embriyo/yumurta incelenmiştir. Bireylerin ortalama BL ve TL değerleri 0,225±0,028 mm ve 0,284±0,052 mm olarak hesaplanmıştır (EK 3). Toplamda 144 adet PF, 3 adet GF, 2 adet M ve 1 adet F birey sınıflandırılmıştır (Şekil 17A). Birey sınıflarına ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 6'da verildiği gibidir. PF olarak tanımlanan bireylerin kuluçkalarında toplamda 711 adet embriyo taşıdıkları tespit edilmiştir. PF bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla ise 13 adet embriyo taşıdıkları tespit edilmiştir ki bu değer çalışma boyunca türe ait en yüksek embriyo taşıma kapasitesi olarak dikkati çekmektedir. Disekte edilen embriyoların 280 adeti A, 220 adeti B, 140 adeti C ve 71 adeti ise D evresine ait embriyolardan oluştuğu kaydedilmiştir (Şekil 17B). GF bireylerin kuluçkalarında birer adet yumurta taşıdıkları görülmüştür (EK 4).



Şekil 18. *Pleopis polyphemoides* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki

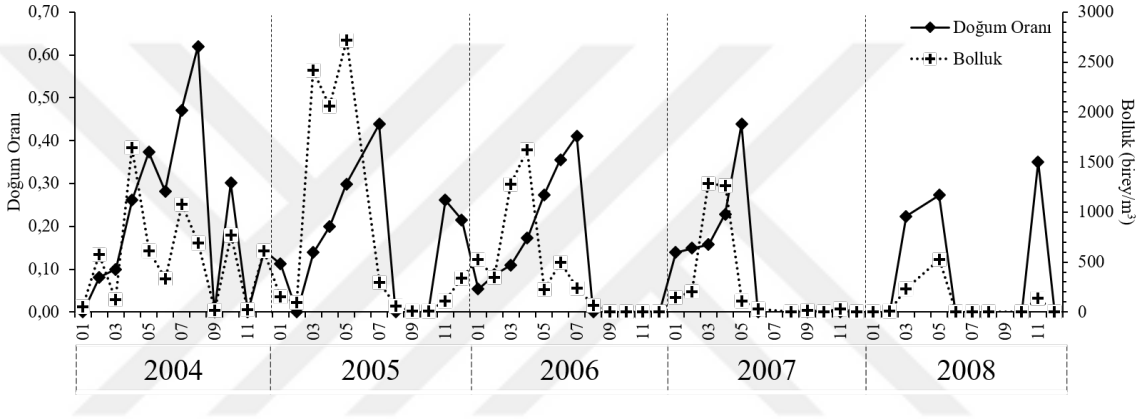
Pleopis polyphemoides türünün beş yıllık çalışma boyunca meristik ölçümleri tamamlanan toplamda 5910 adet bireyin BL ve TL değerleri arasında Şekil 18'de verildiği üzere düşük bir ilişki görülmüştür (R^2= 0,56). Bu düşük ilişkinin muhtemel kaynağının türün vücut formu sonucunda BL değerlerinin TL değerlerinden daha yüksek değerlere sahip olabildiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 19. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Pleopis polyphemoides* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi

Çalışma boyunca *P. polyphemoides* türüne ait elde edilen embriyo/yumurta miktarları ve bu embriyoların kuluçkalarından elde edildiklerindeki gelişim safhaları kaydedilmiş ve bunların görülme sıklıkları ve miktarlarıyla ilgili sonuçlardan önceki bölümlerde söz edilmiştir. Bu bilgilerden yararlanılarak türe ait embriyo/yumurta gelişim süreleri Bottrell (1975) eşitliğinden hesaplanmıştır. Hesaplanan sonuçların Şekil 18'de verildiği gibi sıcaklık ile aralarında güçlü bir ilişki görülmüştür (R^2=0,94). Beş yıl boyunca türün Marmara Denizi'nde tespit edildiği sıcaklık aralığı 7-25 ˚C arasında değişmiştir. Hesaplanan gelişim süreleri ise 2,83-22,86 gün^{-1} arasında değişmiştir (Şekil 19). Marmara Denizi'nde *P.polyphemoides* türüne ait yeni doğanlar/yumurtalar kuluçkadan en kısa 2,83 günde 23˚C'de salınırken, en uzun ise 22,86

günün sonunda 7 ˚C'de salındığı hesaplanmıştır. Türün gelişim süreleri kullanılarak hesaplanan doğum oranları ise 0,05-0,62 arasında değişmiştir. En yüksek doğum oranı 23 ˚C'da hesaplanırken en düşük ise 7 ˚C'da hesaplanmıştır (Şekil 20). Doğum oranlarının sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleriyle arasında yapılan Spearman korelasyon sonuçlarına göre sıcaklıkla pozitif yönde güçlü bir ilişki (0,906, p<0,001) bulunurken, tuzluluk ve klorofil *a* ile negatif yönde anlamlı korelasyonlar (sırasıyla -0,644, -0,603, p<0,001) bulunmuştur. Türün Marmara Denizi'nde doğum oranı başarısını asıl etkileyen faktörün sıcaklık olduğu belirlenirken, tuzluluk ve klorofil *a* parametrelerinin de etkili olduğu bulunmuştur.



Şekil 20. 2004-2008 yılları arasında *Pleopis polyphemoides* türüne ait aylık doğum oranlarının ve bolluk değerlerinin gösterimi.

Marmara Denizi'nde *P. polyphemoides* türünün aylık olarak değişen bolluk değerleri ile doğum oranı başarısı bir arada değerlendirildiğinde birbirleri ile örtüşmedikleri görülmüştür. Bunun nedeninin ise bu türün Marmara Denizi'nde en yüksek bolluk değerlerine genellikle bahar aylarında sıcaklığın 10-16 ˚C'da değiştiği dönemlerde ulaşıyor olmasıdır.

3.3. *Pseudevadne tergestina*

Çalışma süresince Cladocera grubunda az rastlanan türler arasında yer almaktadır. Türe 2007 yılında hiç rastlanmazken toplamda 9 ayda örneklenebilmiştir. *Pseudevadne tergetsina* türüne ait toplamda 299 birey ve 955 embriyo/yumurta incelenmiştir.

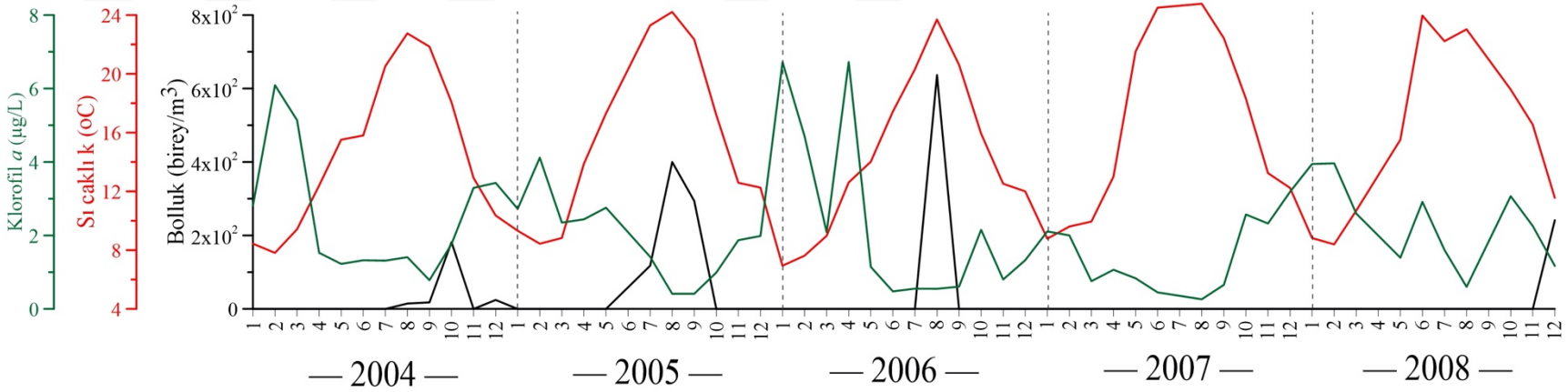
2004 yılında Ağustos, Eylül, Ekim ve Aralık aylarında rastlanılan türün bolluk değerleri oldukça düşük seyretmiştir. Öyle ki en yüksek bolluk değerine 182 birey/m^3 ile Ekim ayında ulaşmıştır. En düşük bolluk değeri ise ilk ortaya çıktığı Ağustos ayında 15 birey/m^3 olarak kaydedilmiştir. Ekim ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 18 ˚C, ‰22,90

ve 1,77 µg/L olarak tespit edilmiştir (Şekil 21). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 23°C, ‰22,5 ve 1,41 µg/L'dir.

2005 yılında *P. tergestina* Temmuz, Ağustos ve Eylül aylarında örneklenmiştir. Önceki yıla kıyasla bolluk değerlerindeki artış dikkati çekmektedir. Öyle ki bu yıl en yüksek bolluk değeri Ağustos ayında önceki yılın iki katı olarak 400 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. En düşük bolluk değeri ise ortaya çıktığı ilk ay olan Temmuz ayında 118 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. Ağustos ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 24 °C, ‰22,32, 0,49 µg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 21). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 23,3°C, ‰22,2 ve 1,4 µg/L'dir.

2006 yılında yalnızca Ağustos ayında örneklenen türün bolluk değeri çalışma boyunca hesaplanmış en yüksek bolluk değeridir. Sıcaklığın, tuzluluğun ve klorofil *a* değerlerinin sırasıyla 24 °C, ‰21,90 ve 0,99 µg/L olarak ölçüldüğü Ağustos ayında türün bolluk değeri 637 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır (Şekil 21).

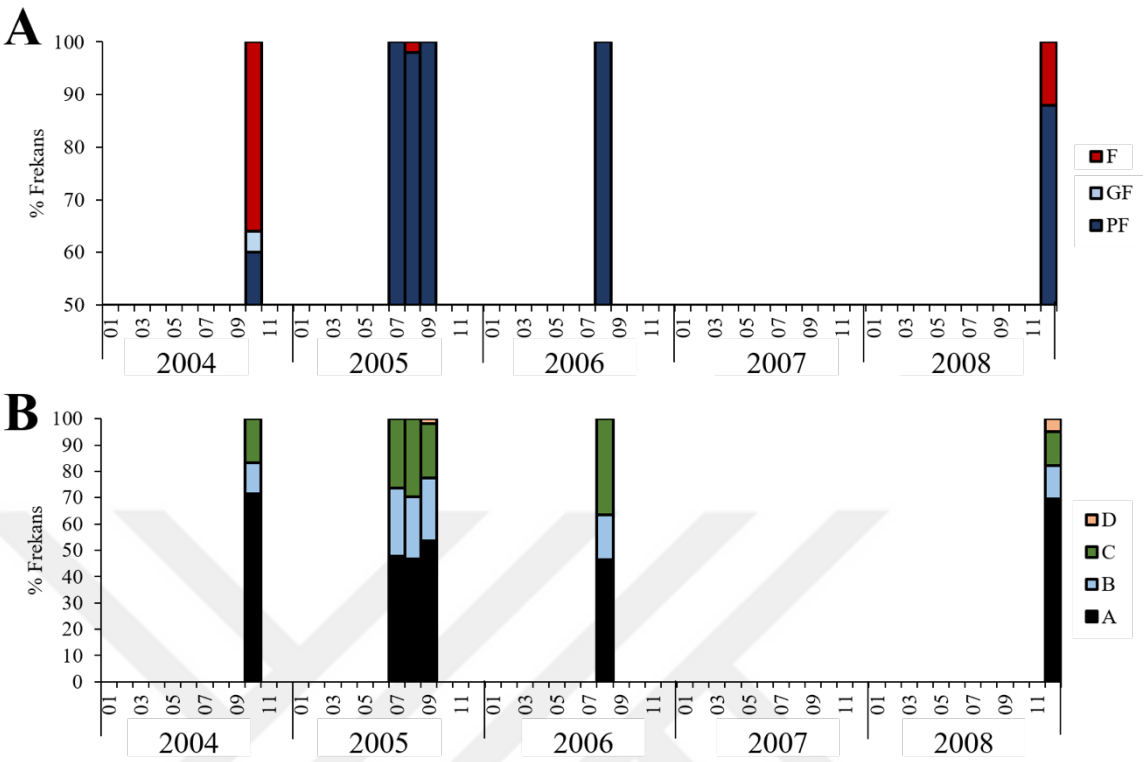
2008 yılında ise yalnızca Aralık ayında örneklenen türün bolluk değeri 242 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. Bu ayda kaydedilen sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 12 °C, ‰27,32 ve 1,17 µg/L olarak ölçülmüştür (Şekil 21).



Şekil 21. *Pseudevadne tergestina* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil a değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri

Tablo 7. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri

Birey Sınıfları/ Yıllar	İlkbahar		Yaz		Sonbahar		Kış	
	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*
2004								
PF	-	-	-	-	0,458 ± 0,056	30	-	-
GF	-	-	-	-	0,553 ± 0,114	2	-	-
F	-	-	-	-	0,467 ± 0,049	18	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2005								
PF	-	-	0,449 ± 0,054	99	0,443 ± 0,057	50	-	-
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	0,447	1	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2006								
PF	-	-	0,436 ± 0,047	49	-	-	-	-
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2008								
PF	-	-	-	-	-	-	0,403 ± 0,079	44
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	0,446 ± 0,040	6
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-



Şekil 22. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 299 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 955 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları

2004 yılında yalnızca Ekim ayında 50 birey ve 128 embriyo/yumurta üzerinde çalışılmıştır. Bireylerin ortalama BL değerleri 0,465±0,058 mm ve ortalama TL değerleri 0,652±0,135 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Çalışılan 50 bireyden 30'u PF, 2'si GF ve 18'i ise F sınıfına ait olarak tanımlanmıştır (Şekil 22A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 7'de verildiği gibidir. 30 bireyden toplamda 126 embriyo disekte edilmiştir. Bu embriyoların gelişim safhalarına göre 90 adedinin A evresinde, 15 adetinin B evresinde ve 21 adetinin de C evresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 22B). PF bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla 6 embriyo taşıdıkları görülmüştür. Tespit edilen GF bireylerin kuluçkalarında her defasında birer adet yumurta taşıdıkları görülmüştür (EK 4).

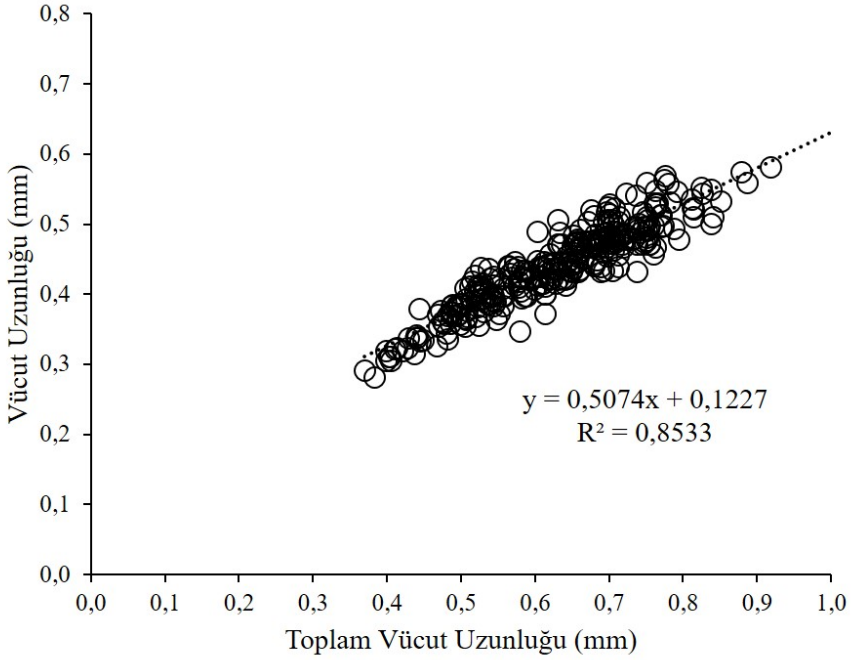
2005 yılında örnekleme gerçekleştirilen üç ayda da tür incelenebilmiş ve toplamda 150 birey üzerinde çalışılmıştır. Bireylerin ortalama BL değerleri 0,447±0,055 mm ve ortalama TL değerleri 0,643±0,097 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Çalışılan bireylerden 149 adeti PF ve 1 adeti ise F olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 22A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo

7'de verildiği gibidir. PF bireylerden toplamda 566 adet embriyo disekte edilmiştir. Bu embriyoların 282 adeti A, 138 adeti B, 142 adeti C ve 4 adeti ise D evresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 22B). PF bireylerin tek seferde kuluçkalarında en az 1 en fazla ise 9 adet embriyo taşıdıkları görülmüştür.

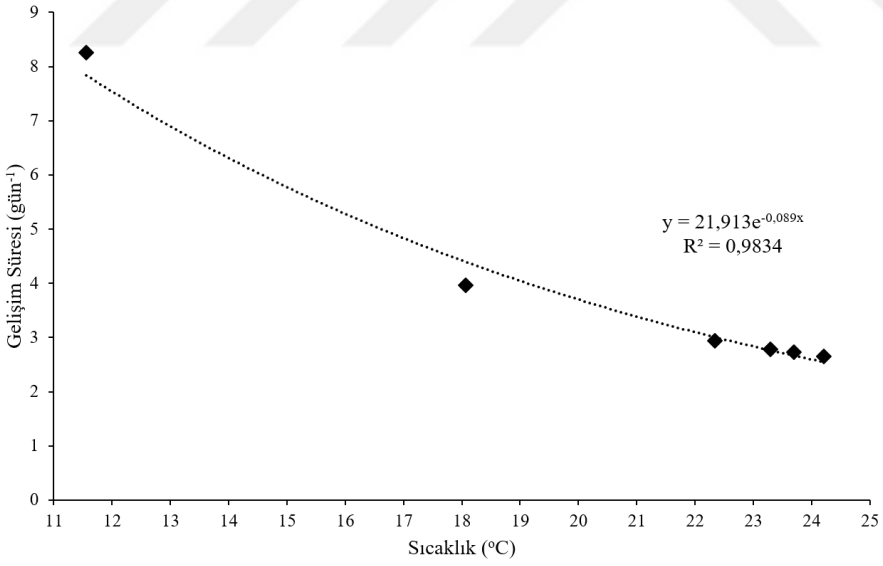
2006 yılında yalnızca Ağustos ayında örneklenen türe ait 49 birey üzerinde çalışılmıştır. Bireylerin ortalama BL değerleri 0,436±0,047 mm ve ortalama TL değerleri 0,637±0,086 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Tüm bireyler PF olarak sınıflandırılmış (Şekil 22A) ve bu bireylerden toplamda 159 embriyo disekte edilmiştir. Embriyoların 74'ü A evresinde, 27'si B evresinde, 58'i C evresinde olduğu teşhis edilmiştir. Türe ait D evresinde embriyo kaydedilmemiştir (Şekil 22B). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 7'de verildiği gibidir. PF bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla ise 8 adet embriyo taşıdıkları görülmüştür.

2008 yılında da yalnızca örneklendiği Aralık ayında çalışılmış olup toplamda 50 birey incelenmiştir. Bireylerin ortalama BL değerleri 0,408±0,076 mm ve ortalama TL değerleri ise 0,555±0,118 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Bireylerin 44 adeti PF ve 6 adeti ise F sınıfına ait oldukları tespit edilmiştir (Şekil 22A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 7'de verildiği gibidir. PF bireylerin kuluçkalarından toplamda 102 adet embriyo disekte edilmiştir. Bu embriyoların 71 adetle en fazla A evresinde oldukları tespit edilmiş ve sırasıyla 13'er adet B ve C evrelerinde ve 5 adet D evresinde oldukları tespit edilmiştir (Şekil 22B). PF bireylerin bir defada kuluçkalarında en az 1 en fazla 5 adet embriyo taşıdıkları görülmüştür.

P. tergestina türü çalışma boyunca toplamda 9 ayda örneklenebilmiş ve bunlardan yalnızca 6 ayında inceleme gerçekleştirilebilmiştir. Yalnızca 2005 yılında ardışık olarak gerçekleştirilebilen meristik ölçümlerin sonucunda türün popülasyonunda düşüş kaydedilen sonbahar mevsiminde PF bireylerin vücut uzunluklarında azalma görülmüştür. Yalnızca 2004 yılında kaydedilen GF bireylerin, PF bireylerden daha büyük oldukları tespit edilmiştir (Tablo 7). Çalışma boyunca incelenen bireylerin BL-TL değerleri arasında güçlü (R^2=0,85) bir ilişki bulunmuştur (Şekil 23).



Şekil 23. *Pseudevadne tergestina* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki

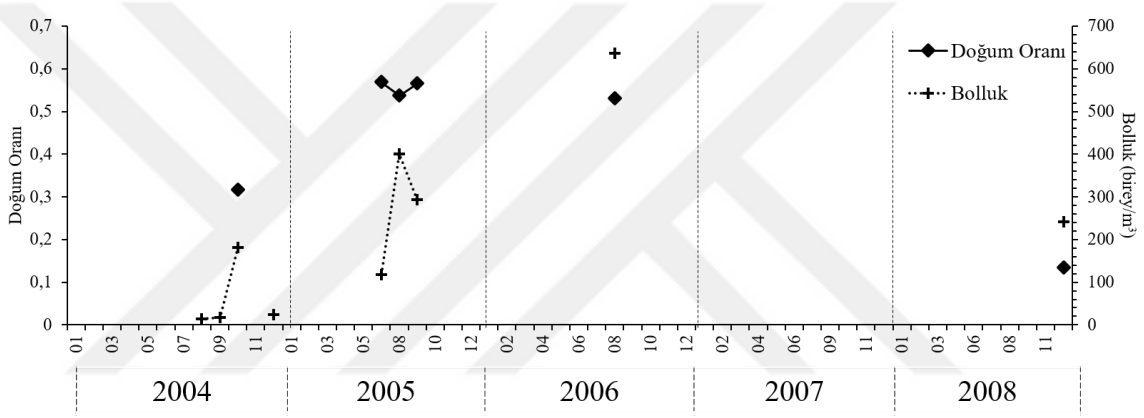


Şekil 24. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Pseudevadne tergestina* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi

P. tergestina çalışma boyunca su kolonunda 10-24 ˚C sıcaklık aralığında kaydedilmiş ve inceleme yapılan aylardaki Bottrell (1975) eşitliğinden hesaplanan gelişim süreleri Şekil

24'de verilmiştir. Hesaplanan sonuçların sıcaklıkla aralarında güçlü bir ilişki görülmüştür (R^2=0,98). En kısa gelişim süresi 24 ˚C'de (Ağustos) 2,65 gün^{-1} olarak hesaplanırken, en uzun gelişim süresi 12 ˚C'de (Aralık) 8,26 gün^{-1} olarak hesaplanmıştır.

P. tergestina türüne ait PF ve GF bireylerin kuluçkalarından disekte edilen embriyo/yumurta miktarları ve gelişim süreleri kullanılarak hesaplanan doğum oranlarının 0,13 ile 0,57 arasında değiştiği görülmüştür. Türe ait en düşük doğum oranı olan 0,13 Aralık ayında suyun 12 ˚C olduğu zamanda hesaplanmıştır. Bu ayda elde edilen toplam embriyo miktarı da (102 adet) çalışma boyunca kaydedilen en düşük değer olmuştur. En yüksek doğum oranları 2005 ve 2006 yıllarında (0,53-0,57) görülmüştür (Şekil 25).



Şekil 25. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Pseudevadne tergestina* türüne ait doğum oranlarının ve bolluk değerlerinin gösterimi.

3.4. *Evadne nordmanni*

Marmara Denizi'nde Cladocera grubuna dahil bir diğer tür ise *Evadne normanni*'dir. Genellikle kış ve bahar aylarında örneklenen türe ait toplamda 649 birey ve 2590 embriyo/yumurta incelenmiştir.

2004 yılında tür Ocak-Nisan ve Haziran aylarında örneklenmiştir. En yüksek bolluk değeri Şubat ayında 2966 birey/m^3 olarak hesaplanırken, en düşük bolluk değeri ise Haziran ayında 10 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. Türün en yüksek bolluğunun kaydedildiği Şubat ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 8 ˚C, ‰26,6 ve 9,44 µg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 26). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 16°C, ‰24,2 ve 1,32 µg/L'dir.

2005'de yılında Ocak-Mayıs ayları arasında ve Kasım-Aralık aylarında örneklenen türün en yüksek bolluk değeri Nisan ayında 2267 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. Çalışma boyunca türe ait elde edilmiş en düşük bolluk değeri bu yılın Kasım ayında 5 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. En yüksek bolluk değerinin kaydedildiği Nisan ayında ise sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 14 ˚C, ‰23,34 ve 1,91 µg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 26). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 13°C, ‰23 ve 1,9 µg/L'dir.

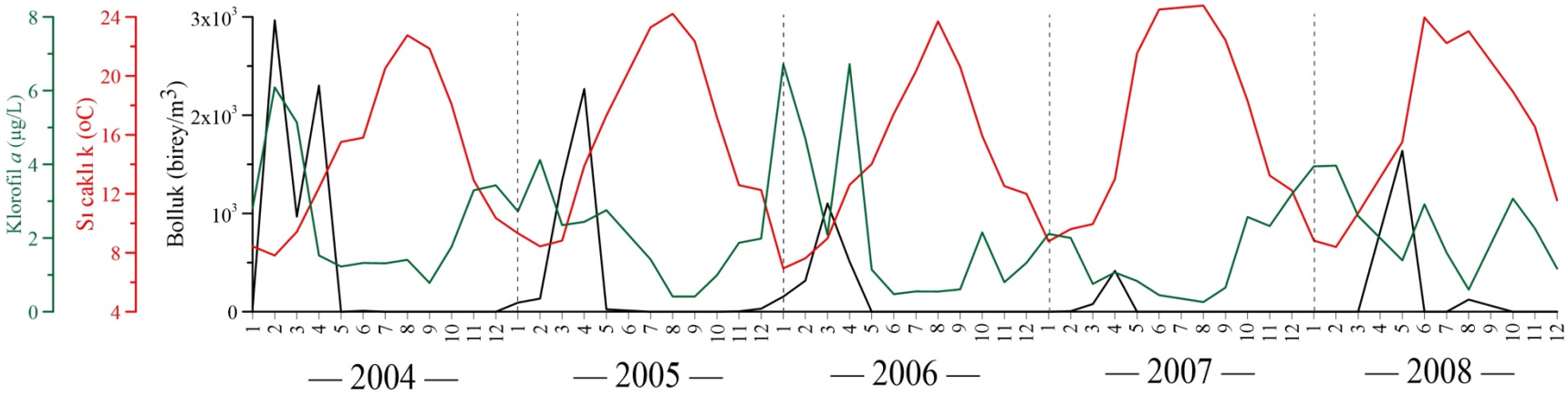
2006 yılında Ocak-Nisan ayları arasında örneklenen türün en yüksek bolluk değeri Mart ayında 1102 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. Mart ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 9 ˚C, ‰25,32 ve 1,88 µg/L olarak kaydedilmiştir. Türe ait en düşük bolluk değeri ise 154 birey/m^3 olarak Ocak ayında kaydedilmiştir (Şekil 26). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 7°C, ‰25,4 ve 6,7 µg/L'dir.

2007 yılında Şubat-Nisan aylarında örneklenen türün en yüksek bolluğu Nisan ayında 416 birey/m^3 olarak en düşük bolluğu ise 6 birey/m^3 ile Şubat ayında hesaplanmıştır. Önceki yıllara kıyasla bolluk değerlerinde ki düşüş dikkati çekmektedir. Nisan ayında sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 13 ˚C, ‰23,88 ve 1,56 µg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 26). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 9,6°C, ‰24,3 ve 2 µg/L'dir.

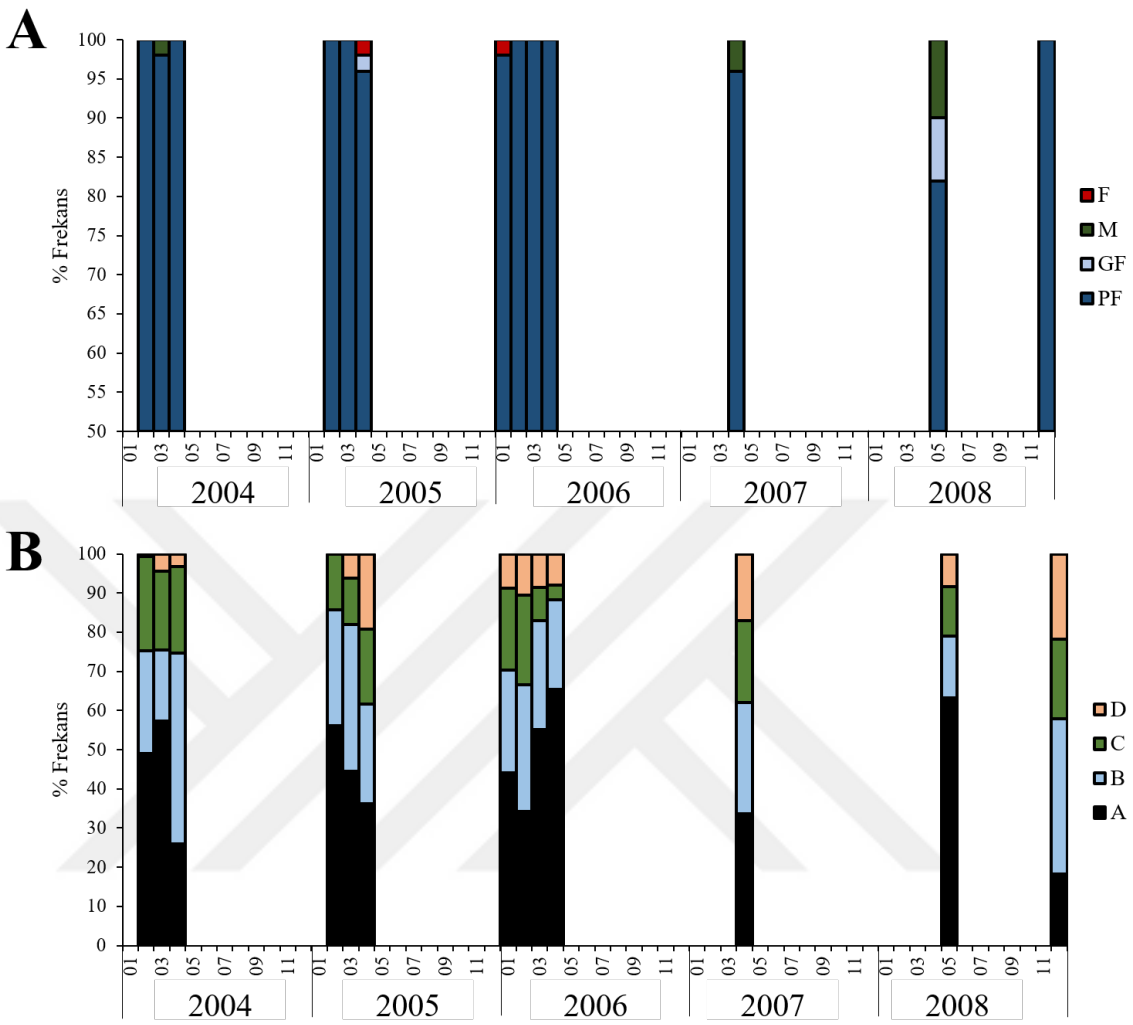
2008 yılında yalnızca Mayıs ve Ağustos aylarında örneklenen türün bolluk değerleri sırasıyla 1638 birey/m^3 ve 124 birey/m^3 olarak hesaplanmıştır. Türe yıl boyunca yalnızca iki ayda rastlanılmış olması ve Ağustos ayında örneklenmesi dikkati çekmektedir. Mayıs ayına ait sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri sırasıyla 16 ˚C, ‰24,43, 0,60 µg/L olarak kaydedilmiştir (Şekil 26). En düşük bolluk değerinin kaydedildiği ayda sıcaklık, tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ise sırasıyla 23°C, ‰25,2 ve 0,6 µg/L'dir.

Tablo 8. 2004-2008 yıllarında elde edilen birey sınıflarına ait mevsimlik ortalama boy değerleri

Birey Sınıfları/ Yıllar	Kış		İlkbahar		Yaz		Sonbahar	
	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*	Ort ± SD	*N*
2004								
PF	0,421 ± 0,046	99	0,429 ± 0,039	50	-	-	-	-
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	0,44	1	-	-	-	-	-	-
2005								
PF	0,471 ± 0,048	100	0,429 ± 0,034	48	-	-	-	-
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	0,45	1	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	0,47	1	-	-	-	-
2006								
PF	0,432 ± 0,044	148	0,415 ± 0,039	50	-	-	-	-
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	0,39	1	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-
2007								
PF	-	-	0,417 ± 0,036	48	-	-	-	-
GF	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	0,451 ± 0,001	2	-	-	-	-
2008								
PF	-	-	0,294 ± 0,029	41	0,313 ± 0,051	50	-	-
GF	-	-	0,319 ± 0,028	4	-	-	-	-
F	-	-	-	-	-	-	-	-
J	-	-	-	-	-	-	-	-
M	-	-	0,312 ± 0,025	5	-	-	-	-



Şekil 26. *Evadne nordmanni* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil a değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri.



Şekil 27. 2004, 2005, 2006, 2007 ve 2008 yıllarında (A) rastgele seçilip sınıflandırılan toplamda 649 bireyin görünme sıklığı ve (B) disekte edilen toplamda 2590 adet embriyonun gelişim safhalarına göre görülme sıklıkları

2004 yılında Şubat-Nisan ayları arasında alınan örnekler çalışılmış ve toplamda 150 birey incelenmiştir. İncelenen bireylerin ortalama BL değerleri 0,424±0,044 mm, ortalama TL değerleri ise 0,702±0,105 mm olarak ölçülmüştür (EK 3). Yetişkin bireylerin 149 adeti PF, 1 adeti ise M olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 27A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 8'de verildiği gibidir. Disekte edilen PF bireylerin kuluçkalarından toplamda 588 adet embriyo sayılmış ve bunların en fazla 230 adetle A evresinde olduğu tespit edilmiştir. Sırasıyla 211 adetle B evresinde, 130 adetle C ve 17 adetle en az D evresinde embriyo oldukları belirlenmiştir

(Şekil 27B). PF bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla 10 adet embriyo taşıdıkları görülmüştür.

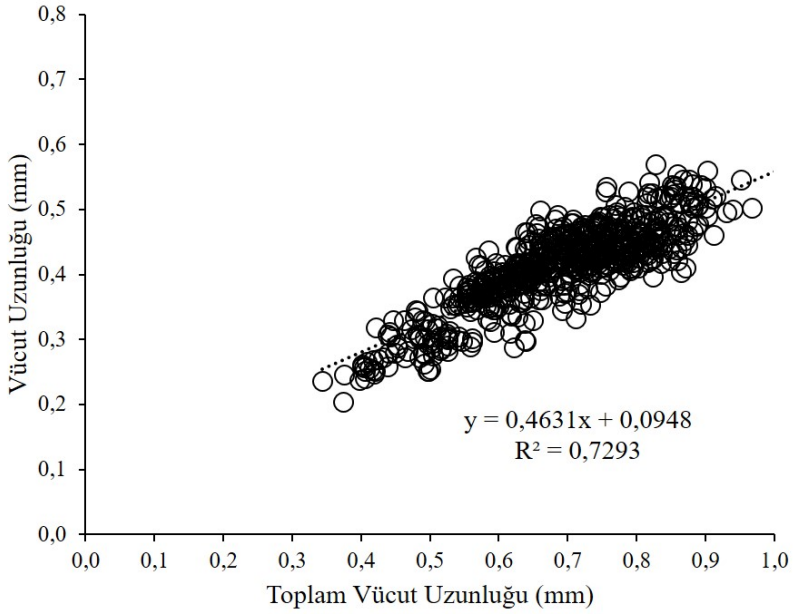
2005 yılında da Şubat-Nisan ayları arasında elde edilen örneklerde toplamda 150 birey ve 762 embriyo/yumurta incelenmiştir. Bireylere ait ortalama BL ve TL değerleri sırasıyla 0,457±0,048 mm ve 0,756±0,094 mm'dir (EK 3). Çalışılan bireylerin 148 adeti PF olarak, 1 adeti GF ve 1 adeti ise F olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 27A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 8'de verildiği gibidir. Disekte edilen PF bireylerden toplamda 761 embriyo elde edilmiştir. Bu embriyolar gelişim safhalarına göre sınıflandırıldığında 363 adetle en fazla oranda A evresinde embriyo teşhis edilmiştir. B evresinde 243 adet, C evresinde 108 ve D evresinde ise 47 adet embriyo tayin edilmiştir (Şekil 27B). PF bireyler kuluçkalarında bir defada en az 2, en fazla 13 embriyo bulundurdukları kaydedilmiştir. GF bireyin ise kuluçkasında bir adet yumurta taşıdığı görülmüştür (EK 4).

2006 yılında tür örneklendiği tüm aylarda (Ocak-Nisan) çalışılmıştır. Toplamda 199 birey incelenmiş ve bu bireylerin ortalama BL değeri 0,428±0,043 mm olarak ve ortalama TL değeri ise 0,689±0,087 mm olarak hesaplanmıştır (EK 3). Bireylerden 198 adedi PF sınıfına ait iken 1 adedinin ise M sınıfına ait olduğu teşhis edilmiştir (Şekil 27A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 8'de verildiği gibidir. Kuluçkaları disekte edilen PF bireylerden toplamda 678 adet embriyo elde edilmiş bunların 323 adedi A evresinde, 191 adedi B evresinde, 102 adedi C ve 62 adedi D evresinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 27B). PF bireylerin kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla ise 8 adet embriyo taşıdıkları görülmüştür.

2007 yılında yalnızca Nisan ayında örneklenmiş olan türe ait 50 birey incelenmiştir. Bireylerin ortalama BL ve ortalama TL değerleri sırasıyla 0,418±0,037 mm ve 0,743±0,092 mm olarak hesaplanmıştır (EK 3). İncelenen bireylerin 48'i PF, 2 adedi ise M olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 27A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 8'de verildiği gibidir. 48 PF bireyden toplamda 211 embriyo disekte edilmiştir. Bu embriyoların 71 adedi A evresinde, 60 adedi B evresinde, 44 adedi C evresinde ve 36 adeti ise D evresinde olduğu kaydedilmiştir (Şekil 27B). PF bireylerin bir defada kuluçkalarında en az 3 en fazla ise 8 adet embriyo taşıdıkları gözlenmiştir.

2008 yılında türün tespit edildiği Mayıs ve Ağustos aylarında da ayrıntılı çalışılmış olup toplamda 100 adet birey ve 351 embriyo/yumurta incelenmiştir. Bireylere ait ortalama BL değerleri 0,305±0,042 mm olarak ölçülürken, ortalama TL değerleri 0,530±0,101 mm olarak

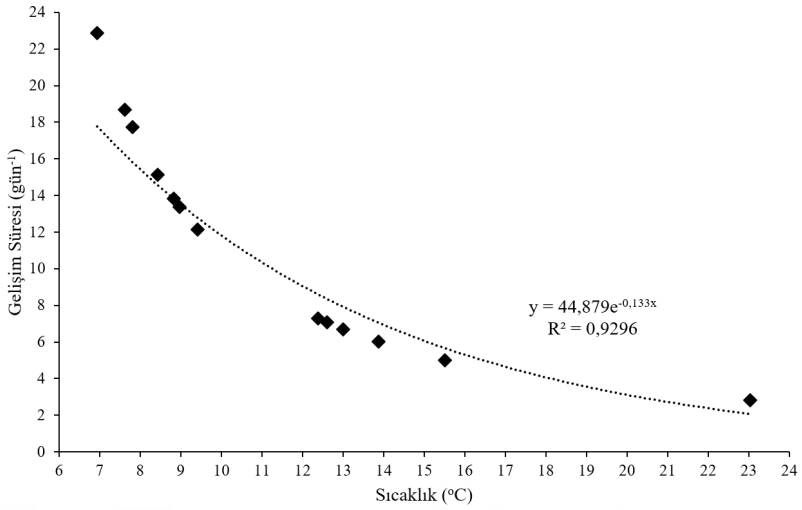
ölçülmüştür (EK 3). Bireylerden 91 adeti PF, 4 adeti GF ve 5 adeti ise M olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 27A). Sınıflara ait mevsimlik boy dağılımları Tablo 8'de verildiği gibidir. 91 PF bireyden toplamda 347 embriyo disekte edilmiştir. Bu embriyolardan 106 adeti A, 115 adeti B, 63 adeti C ve 63 adeti D evresinde oldukları kaydedilmiştir (Şekil 27B). PF bireylerin embriyo taşıma kapasiteleri incelendiğinde, kuluçkalarında bir defada en az 1 en fazla 9 adet embriyo taşıyabildikleri görülmüştür. Dört adet GF bireyin tamamı Mayıs ayında teşhis edilmiş ve hepsinin kuluçkalarında birer adet yumurta taşıdıkları görülmüştür (EK 4).



Şekil 28. *Evadne nordmanni* türünün 2004-2008 yılları arasında incelenen bireylerine ait toplam vücut (TL) ve vücut uzunluğu (BL) arasındaki ilişki

Çalışma boyunca incelenen *E. nordmanni* bireylerine ait BL ve TL değerleri arasında güçlü bir ilişki (R^2=0,72) görülmüştür (Şekil 28).

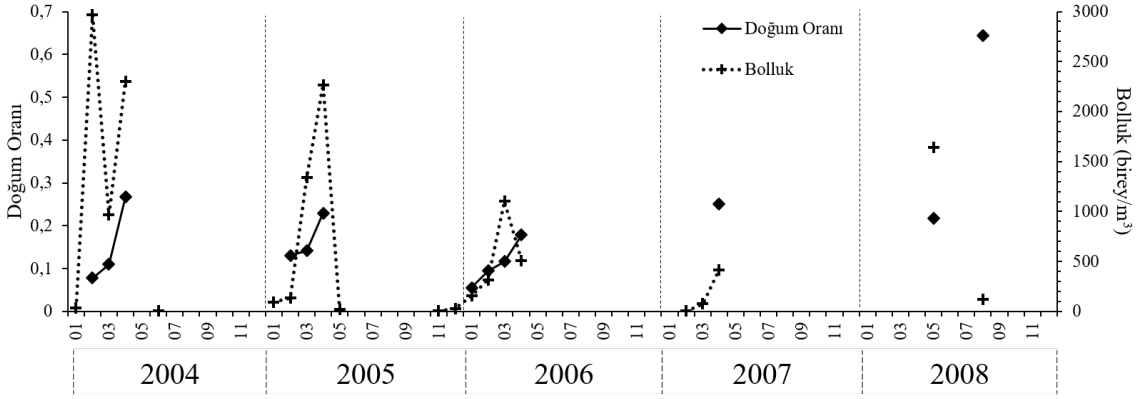
Evadne nordmanni türü 2004-2007 yılları arasında genellikle yılın ilk beş ayında örneklenmiş yalnızca 2008 yılında Mayıs ayında bolluğunu önemli derecede artırmış ve ilk kez Ağustos ayında örneklenmiştir. Türe ait sıcaklığa bağlı gelişim süreleri Bottrell (1975) eşitliğinden hesaplanmıştır. Marmara Denizi'nde *E. nordmanni* türü 2008 yılı Ağustos ayı (23˚C) dışında 7-16˚C sıcaklık aralığında bulunmuştur. En kısa gelişim süresi 16˚C'da (Mayıs) 5,01 gün^{-1} iken en uzun gelişim süresi ise 7 ˚C'de (Ocak) 22,86 gün^{-1} olarak hesaplanmıştır.



Şekil 29. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Evadne nordmanni* türüne ait embriyo/yumurta gelişim süreleri ve sıcaklık ilişkisi

Ağustos 2008'de ise gelişim süresi 2,83 gün^{-1} olarak hesaplanmıştır (Şekil 29). Türün hesaplanan gelişim süreleri ve sıcaklık arasında güçlü bir ilişki görülsede (R^2=0,92) bu değer diğer türlerle kıyaslandığında düşük kalmaktadır.

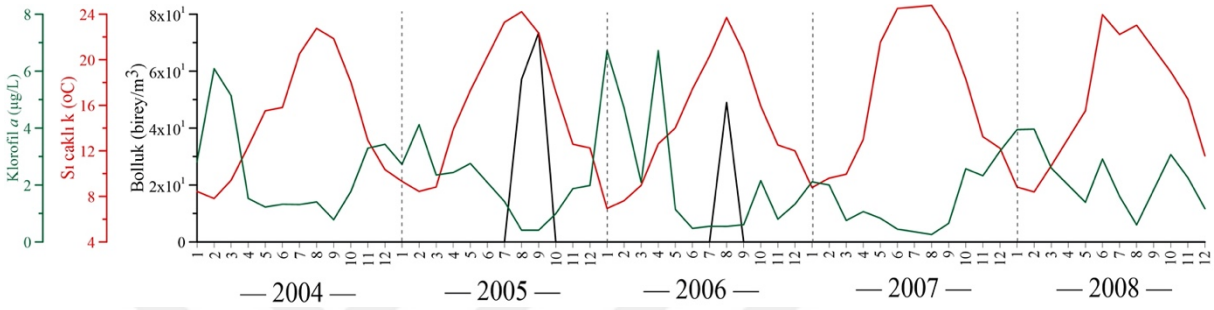
Türe ait sınıflandırılan PF ve GF bireylerden elde edilen embriyo/yumurta miktarları ve gelişim süreleri kullanılarak doğum oranları hesaplanmıştır. En düşük doğum oranı Ocak 2006'da 0,05 olarak hesaplanırken en yüksek doğum oranı ise 0,64 olarak Ağustos 2008'de hesaplanmıştır. Çalışma yılları boyunca doğum oranlarında kış aylarından ilkbahar mevsimine kadar artış kaydedilmiştir (Şekil 30).



Şekil 30. 2004-2008 yılları arasında çalışılan aylarda *Evadne nordmanni* türüne ait doğum oranlarının bolluk değerleriyle birlikte gösterimi

3.5. *Evadne spinifera*

Çalışma boyunca yalnızca üç ayda örneklenerek Marmara Denizi'nde Cladocera grubuna ait en az rastlanan tür *Evadne spinifera* olmuştur. Türün bolluk değerleri 49 birey/m^3 ve 73 birey/m^3 arasında hesaplanmış ve inceleme için yeterli olmamıştır. Türün örneklenebildiği dönemlerde sıcaklık 22-24 ˚C, tuzluluk ‰21,90-22,43 ve klorofil *a* değerleri ise 0,41-0,55 µg/L arasında değişmiştir (Şekil 31).



Şekil 31. *Evadne spinifera* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık (5 m) ve klorofil a değerlerinin 2004-2008 yıllarında aylık değişimleri

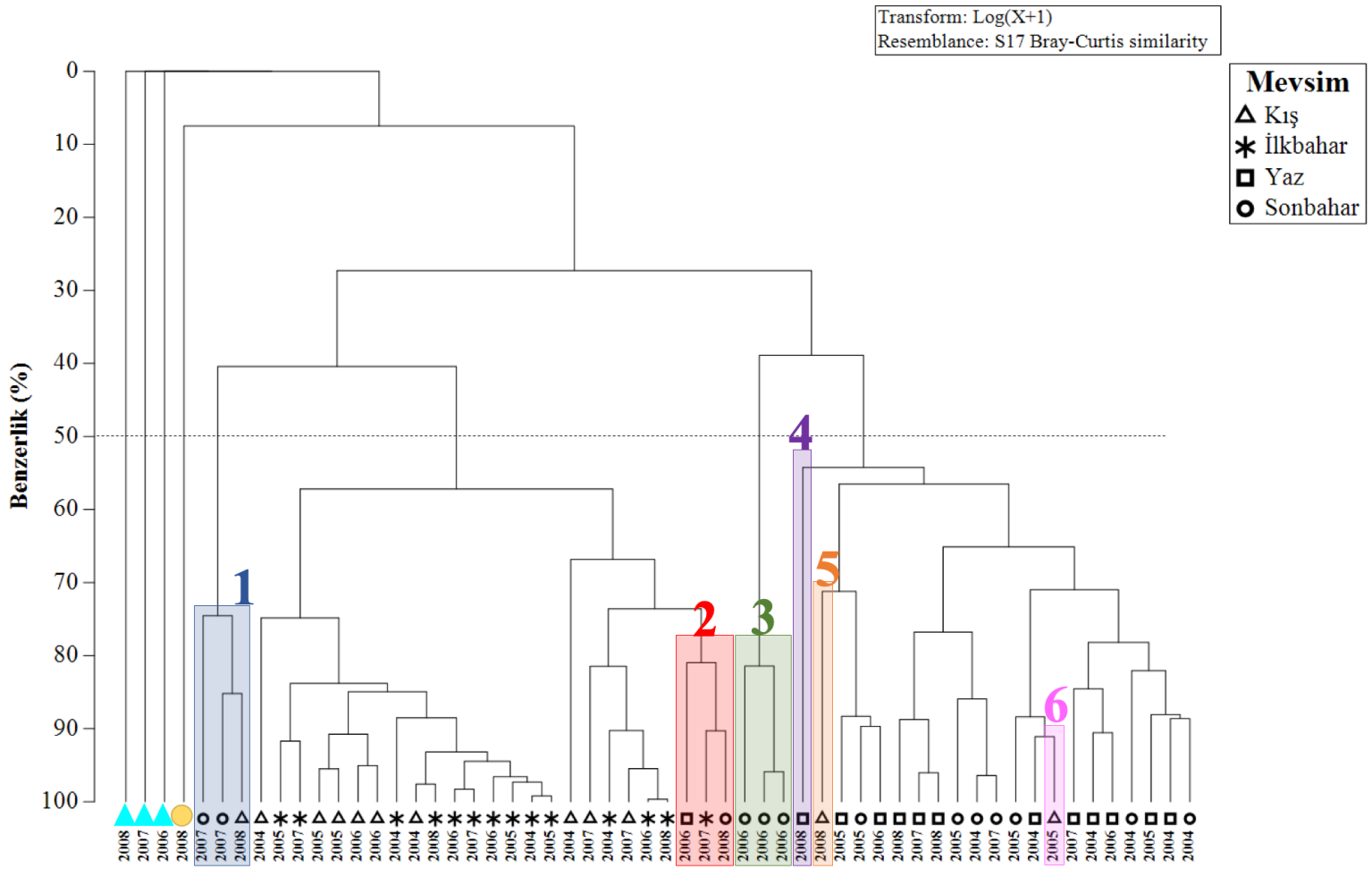
3.6. Anomaliler

Çalışma boyunca *Pseudevadne tergestina* ve *Evadne nordmanni* türlerine ait birer adet PF bireyde farklı durum görülmüştür. Bu durum, iki türde de 2006 yılında *E. nordmanni* için Şubat, *P. tergestina* için Ağustos aylarında kaydedilmiştir. İki türde de PF bireyler gelişimlerini tamamlayan D evrelerindeki embriyolarını kuluçkalarından çıkarmış fakat vücutlarından atamayıp karapakslarına hapsolmuş halde iken kuluçkalarında A evresinde yeni embriyolar geliştirmeye başlamışlardır. Bu bireylere ait fotoğraflar EK 5'de verilmiştir.

3.7. Genel Değerlendirme

Cladocera grubunda en baskın türlerin *Penilia avirostris* ve *Pleopis polyphemoides* oldukları kaydedilmiştir. Neredeyse tüm yıl boyunca görülebilen *P. polyphemoides* türü yılın ilk dört ayında *Evadne nordmanni* türü ile aynı anda görülür iken genellikle yaz ayları itibariyle ise ağırlıklı olarak *Penilia avirostris* türü ile birlikte tespit edilmiştir. Ocak-Nisan ayları boyunca 2004 yılında baskın olarak kaydedilen tür *E. nordmanni* olurken sonraki yıllarda giderek baskınlığını kaybetmiş hatta 2008 yılında türe bu aylarda hiç rastlanmamıştır. 2008 yılında *E. nordmanni* ilk kez ve yalnızca Mayıs ayında üstelik %80'lik bir baskınlık oranında kaydedilmiştir. 2008 dışında genellikle Mayıs ayında Cladocera grubunda oldukça baskın olan

P. polyphemoides türü Haziran ayında *P. avirostris* türünün ortaya çıkmasıyla birlikte bu baskınlığı kademeli olarak kaybetmektedir. *P. avirostris* türü ile birlikte yaz ayları itibariyle su kolonunda görünmeye başlayan *Pseudevadne tergestina* ve *Evadne spinifera* türlerinin komünite içerisinde yüksek baskınlık oranlarına sahip olmadıkları görülmüştür. Hatta yalnızca 2005 ve 2006 yıllarında kaydedilen *E. spinifera* türünün bolluk değerleri diğer türlerle kıyaslandığında oldukça düşük seyretmiştir. Cladocera komünite yapısında 2006 yılı itibariyle farklılıklar tespit edilmiştir. Öyle ki ilk göze çarpan durum Aralık 2006, Aralık 2007 ve Ocak 2008 aylarında Cladocera grubunun tamamen çöküşüdür. Komünite yapısı içerisinde ise en çarpıcı durumlar 2008 yılında kaydedilmiştir. İlk olarak *E. nordmanni* türü Mayıs ayından sonra yine ilk kez Ağustos ayında bu defa *P. avirostris* türü ile aynı anda örneklenmiştir. *P. tergestina* türü ise yine ilk kez Aralık ayında önceki yıllarda diğer aylara ait kayıtlarından yaklaşık 3 katı fazla baskınlık oranıyla kaydedilmiştir. Son olarak çöküşler yaşanan 2006 ve 2007 yıllarında Aralık ayı öncesinde Ekim ve Kasım aylarında neredeyse çökmekte olan Cladocera grubunun bolluk değerlerine benzer bir yapı 2008 yılının Ekim ayında da kaydedilmiş olsa da peşine gelen iki ayda önceki yıllarda olduğu gibi bir çöküş kaydedilmemiştir.



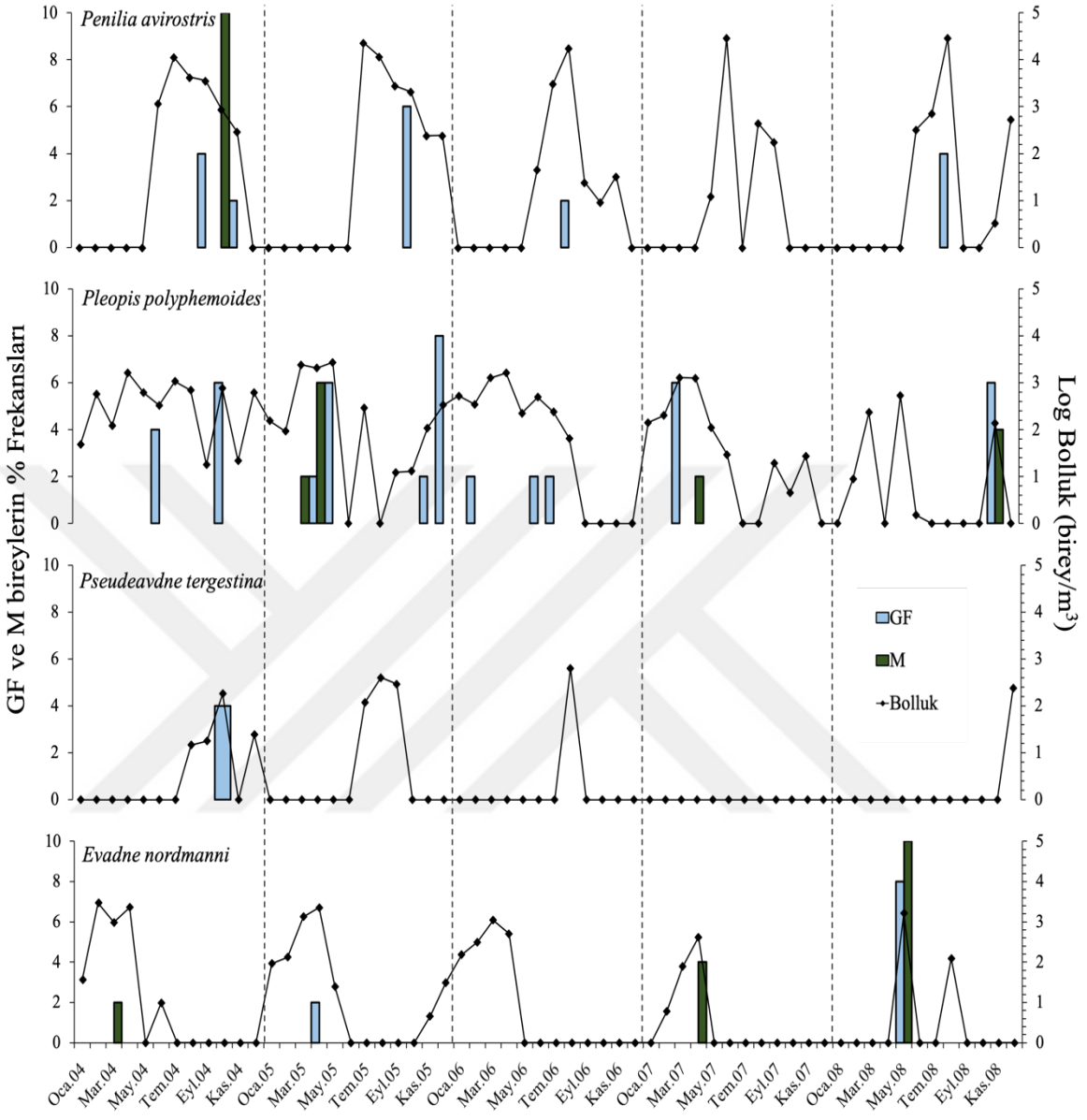
Şekil 32. Marmara Denizi'nde 2004-2008 yılları arasında Cladocera grubunun komünite yapısının mevsimsel değişimi

Beş yıl boyunca aylık örneklerin incelenmesi sonucunda Cladocera komünite yapısının mevsimsel olarak kümelenmesi Şekil 32'de CLUSTER benzerlik ağacında verilmiştir. CLUSTER ağacında ilk göze çarpan büyük ayrılma Kış-İlkbahar (Sol) ve Yaz-Sonbahar (Sağ) mevsimleri arasında ortaya çıkmıştır. Bu mevsim çiftlerinin kendi içlerinde yapılan ANOSIM benzerlik analizi sonuçlarına göre sırasıyla R= 0,061, p= 6,2 ve R= 0,112, p= 2,3 oranlarında benzedikleri bulunmuştur. SIMPER analizi sonuçlarına göre Kış-İlkbahar mevsimlerinde benzerliği yaratan tür *P.polyphemoides* olurken, Yaz-Sonbahar mevsimlerinde benzerliğe sebep olan tür *P. avirostris* olarak bulunmuştur. Mevsim çiftleri arasında benzemezliğe neden olan türler ise Kış-İlkbahar mevsimlerinde *E. nordmanni* iken Yaz-Sonbahar mevsimlerinde *P. avirostris* türleri olmuştur. Turkuaz ile işaretlenmiş kış mevsimi Cladcoera grubunun çöktüğü ayları temsil ederken Sarı ile işaretlenmiş alan Cladocera grubunun yalnızca *P.avirostris* türü tarafından oldukça düşük bolluk seviyesiyle (1 birey/m^3) temsil edildiği Ekim 2008'dir.

CLUSTER ağacında türlerin mevsimselliğinin belirgin olarak görüldüğü kümeler dışında görülen farklılıklar renkli kutular ile numaralandırılmıştır. 1 numaralı bölge, Aralık 2007'de kaydedilen çöküşün öncesi ve sonrasında Cladocera grubunun yalnızca düşük seviyelerde *P. polyphemoides* tarafından temsil edildiği dönemleri belirtmektedir, ki bu bölgenin hemen sağında yer alan yapı *P.polyphemoides* ve *E. nordmanni* türlerinin bir arada örneklendiği Kış-İlkbahar mevsimlerini temsil etmektedir. 2 numaralı bölgeye geldiğimizde ise, *P.polyphemoides* türünün yanı sıra düşük bolluk seviyelerinde *P. avirostris* türününde komünite içerisinde yer aldığı dönemleri temsil etmektedir. Bu bölge aynı zamanda türlerin mevsimselliklerinin net bir biçimde şekillendiği CLUSTER ağacında mevsim çiftleri arasında bir nevi geçiş bölgesi niteliğindedir. 3 numaralı bölge itibariyle Yaz-Sonbahar mevsim çiftine geçilen CLUSTER ağacında, bu mevsim çifti başta *P. avirostris* ve onu takiben *P. polyphemoides*, *E. nordmanni* ve *P. tergestina* türleri tarafından temsil edilmektedir. 3 numaralı bölge Aralık 2006'da görülen çöküş öncesinde Cladocera grubunun oldukça düşük miktarlarda yalnızca *P. avirostris* türü ile temsil edildiği sonbahar mevsimidir ve Eylül, Ekim ve Kasım aylarını kapsamaktadır. 4 numarayla işaretli bölgenin yaz mevsimi olmasına rağmen Yaz-İlkbahar mevsim çiftinin kümelenmiş yapısından ayrılmasının sebebi ise *P. avirostris*'in pik yaptığı Ağustos 2008 ayında beklenenin aksine ilk kez *E. nordmanni* türü ile bir arada örneklendiği ay olmasıdır. *P. avirostris* türü çalışma boyunca Aralık aylarında yalnızca 2005 ve 2008 (sırasıyla, 6. ve 5. bölgeler) yıllarında örneklenmiştir. Kış mevsimini temsil eden 5

numaralı bölgenin (Aralık 2008) Yaz-Sonbahar mevsim çiftinin arasında yer almasının sebebi, bu ayda ilk kez *P. tergestina*'nın üstelik *P. avirostris* ile birlikte Cladocera grubunu temsil etmesinden kaynaklanmaktadır. Son olarak 6. bölge yine *P. avirostris*'in *P. polyphemoides* ve *E. nordmanni* türleri ile birlikte örneklendiği Aralık 2005 ayını temsil etmektedir.

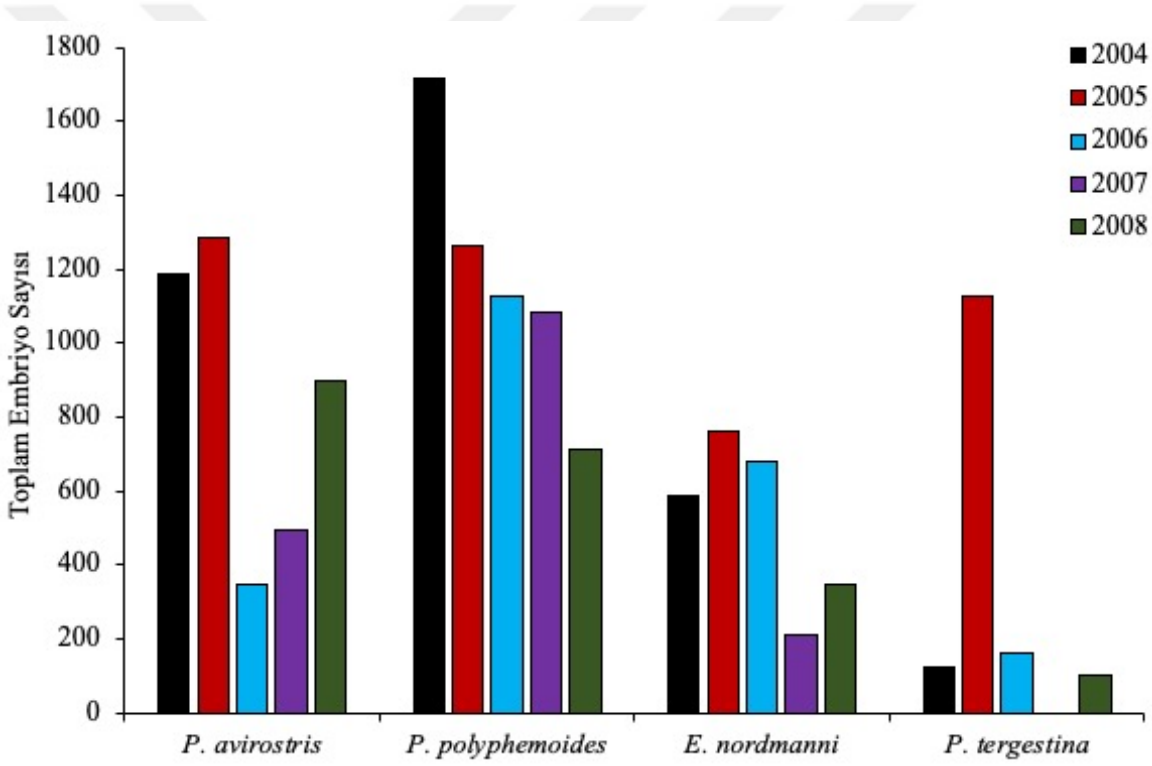
Cladocera grubu canlıların sahip oldukları iki farklı üreme sratejisinden biri olan gametogenetik üreme, türlerin soy devamlılıklarını sağlamaları adına oldukça önem arz etmektedir. Türlerin popülasyon yapıları içerisinde bu üreme stratejisinin temsilcileri GF ve M bireylerdir. GF bireyler, türlerin komüniteleri içerisinde M bireylere kıyasla daha düşük oranlarda görülse de daha sık kaydedilmişlerdir. GF ve M sınıflarının popülasyonlarda bulunma oranları %2 ile %10 arasında değişmiştir. Bu bireyler beklenildiği üzere popülasyon bolluklarının maksimuma ulaştıkları ve düşüşlerin kaydedilmeye başlandığı dönemlerde görülmüştür. Burada dikkati çeken durum *Evadne nordmanni* türünün 2008 yılında beklenenin aksine Mayıs ve Ağustos aylarında kaydedildiği sırada popülasyonlarındaki GF ve M bireylerin görülme oranlarının önceki yıllara kıyasla oldukça yüksek olmasıdır (Şekil 33).



Şekil 33. Dört türde aylık olarak elde edilen GF ve M bireylerinin bulunma frekansları ve logaritmik bolluk değerleri

Çalışma yılları boyunca türlere ait PF bireylerin kuluçkalarından elde edilen toplam embriyo miktarlarının yıllara göre değişimleri Şekil 34'de verildiği gibidir. İlk olarak *Penilia avirostris* türü 2004 ve 2005 yıllarında incelenen birey sayıları eşit olmasına rağmen üreme başarısını 2005 yılında artırdığı görülmüştür. *Pleopis polyphemoides* türünde ise 2005 ve 2006 yıllarında eş birey sayıları incelenmiş olmasına rağmen 2006 yılında elde edilen embriyo miktarında düşüş kaydedilmiştir. *Pseudevadne tergestina* türünün ise 2004, 2006 ve 2008

yıllarında eş birey sayları incelenmiş ve elde edilen embriyo miktarları 2007'de türe hiç rastlanılmamış olmasına rağmen neredeyse aynı kalmıştır. 2005 yılında diğer yıllara kıyasla 3 katı birey incelenebilen türün embriyo miktarındaki 6 katı artış dikkat çekici olmuştur. Son olarak *Evadne nordmanni* türü için 2004 ve 2005 yıllarında eşit miktarlarda birey incelenmiş ve 2005 yılında embriyo artışı kaydedilmiştir. Genel olarak *P. polyphemoides* türü dışında diğer türlerde yüksek embriyo miktarları 2005 yılında kaydedilmiştir. *P. avirostris* türünün 2006 yılında embriyo miktarındaki ciddi düşüşün ardından devam eden yıllarda embriyo miktarının artması ve bu durumun aksine diğer türlerin embriyo miktarlarında 2006 yılı itibariyle azalış kaydedilmesi bir diğer dikkat çekici sonuç olarak göze çarpmaktadır.

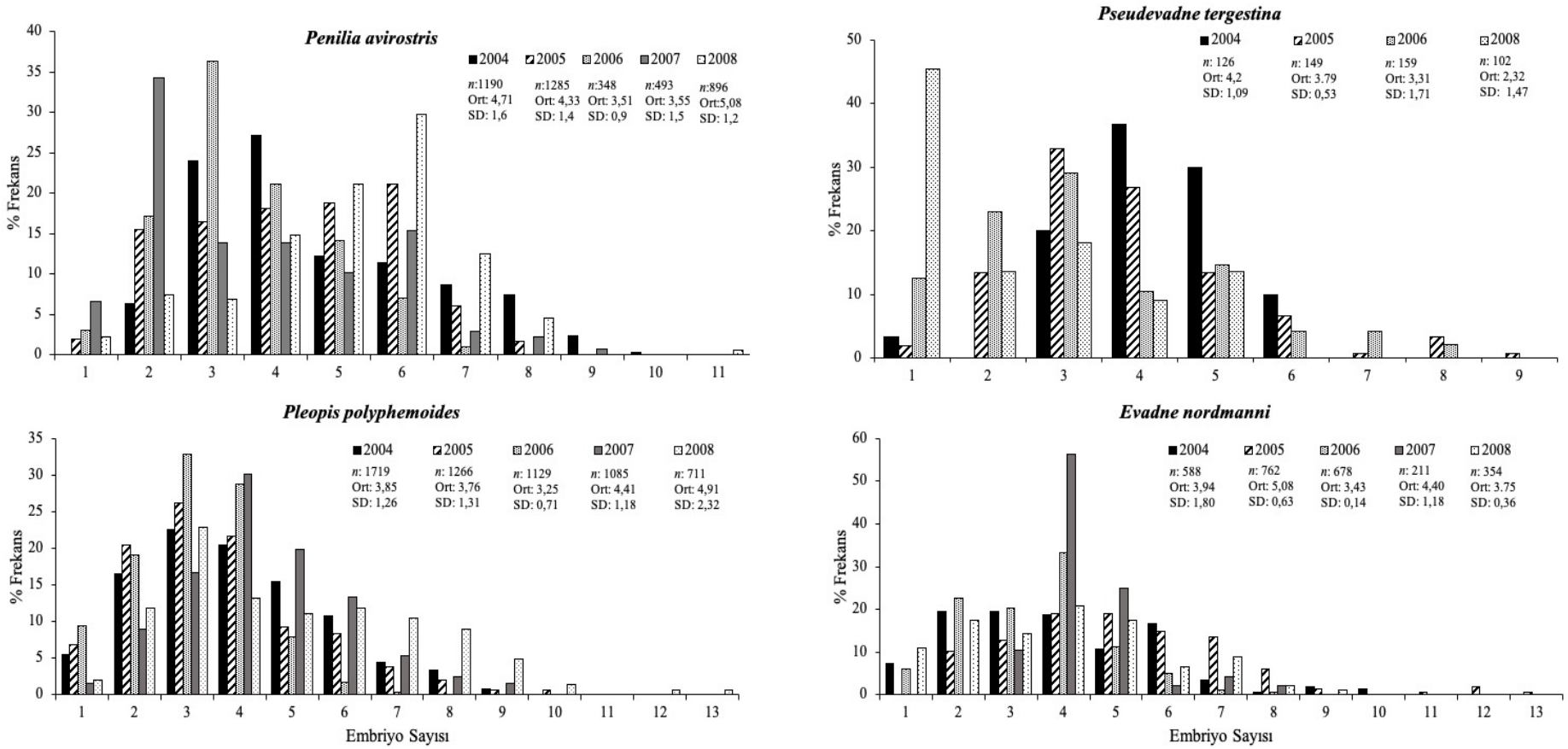


Şekil 34. Türlerden disekte edilen embriyo miktarlarının yıllara göre değişimleri

PF bireylerin kuluçkalarından bir defada disekte edilmiş embriyo miktarlarının görünme frekansları Şekil 35'de gösterilmektedir. İlk olarak *Penilia avirostris* türü için bir defada kuluçkalarında taşıdıkları embriyo sayısı 1-11 arasında değişirken ağırlıklı olarak bir defada 2-6 adet embriyo taşıdıkları tespit edilmiştir. Bu tür 2008 yılında toplamda 4 ayda örneklenebilmiş ve incelenmiş olmasına rağmen en yüksek embriyo miktarı yine bu yılda

kaydedilmiş ve ağırlıklı taşıma kapasitesinin 6 adet embriyo olduğu tespit edilmiştir. Benzer bolluk seviyelerine ulaştığı 2007 yılında ise böyle bir üreme başarısı görülememiştir. *Pleopis polyphemoides* türüne ait PF bireylerin kuluçkalarında ise yıllar içerisinde bir defada en az 1 en çok 13 adet embriyo kaydedilmiştir. Ağırlıklı embriyo taşıma kapasiteleri ise 2-5 arasında değişmektedir. En yüksek toplam embriyo miktarı 2004 yılında *P. polyphemoides* türünde kaydedilmişken (Şekil 34), ağırlıklı taşıma kapasiteleri incelendiğinde *Penilia avirostris* türünün daha fazla embriyo bulundurabildiği görülmüştür. *Evadne nordmanni* türüne ait embriyo taşıma kapasitesi 1-13 arasında değişmiştir. Ağırlıklı embriyo taşıma kapasitesi ise 2-5 arasında değişmiştir. Bu türde dikkati çeken durum embriyo taşıma kapasitesinin 2007 yılında popülasyonun neredeyse %50'den fazlasının 4 adet embriyo taşımış olmasıdır ki toplam embriyo miktarlarına bakıldığında en düşük embriyo miktarının kaydedildiği yıldır. Son olarak *Pseudevadne tergestina* türünün embriyo taşıma kapasitesinin 1-9 arasında değiştiği kaydedilmiştir. Ağırlıklı taşıma kapasiteleri 2004 ve 2006 yılları arasında 3-5 embriyo olarak kaydedilmiştir. Türe 2007 yılında hiç rastlanılmamış olmasının ardından 2008 yılında yalnızca Aralık ayında örneklenmiştir. Beklenilenin aksine Aralık 2008 oldukça yüksek bolluk değerine sahip olan türün embriyo taşıma kapasitesi incelendiğinde popülasyonun neredeyse %50'sinin 1 adet embriyo taşıdığı görülmüştür. Bu çalışma boyunca kaydedilen en düşük üreme başarısı olmuştur.

Çalışma boyunca türlere ait gerçekleştirilen meristik ölçümlerin, hesaplanan bolluk değerlerinin, doğum oranlarının, gelişim sürelerinin ve disekte edilen embriyo miktarlarının çevresel parametrelerle gerçekleştirilen Spearman korelasyon sonuçları Tablo 9'da verilmiştir. Buna göre sıcaklığın tüm değişkenlerle olan ilişkisi düşük veya yüksek olsa da anlamlı bulunmuş, sıcaklık değişiminin Cladocera türlerinin büyüme, üreme ve dağılımı üzerindeki etkisinin, oldukça önemli olduğu görülmüştür.



Şekil 35. Türlere ait PF sınıfı bireylerin embriyo taşıma kapasitelerinin yüzde frekansları

Tablo 9. Türlere ait verilerin çevresel parametrelerle olan Spearman korelasyon değerleri (Yalnızca anlamlı sonuç alınanlar tabloya eklenmiştir.)

	Sıcaklık	**Tuzluluk**	**Klorofil *a***
Penilia avirostris			
Vücut Uzunluğu (BL)	-,398**	-	-
Toplam Vücut Uzunluğu (TL)	-,397**	-	-
Bolluk (birey/m^3)	,762**	-	-
Embriyo Miktarı	-,625**	-	,614**
Doğum oranı	,774**	-	-
Gelişim Süresi	,595**	-	-
Pleopis polyphemoides			
Vücut Uzunluğu (BL)	-,472**	,232**	,236**
Toplam Vücut Uzunluğu (TL)	-,404**	,178**	,126**
Bolluk (birey/m^3)	-	-	-
Embriyo Miktarı	-	-	-
Doğum oranı	,386**	-	-
Gelişim Süresi	-,313*	-	-
Pseudevadne tergestina			
Vücut Uzunluğu (BL)	,156**	-	-,115*
Toplam Vücut Uzunluğu (TL)	,236**	-,148*	-,140*
Bolluk (birey/m^3)	,354**	-	-
Embriyo Miktarı	-	-	-
Doğum oranı	,344**	-	-
Gelişim Süresi	,320*	-	-
Evadne nordmanni			
Vücut Uzunluğu (BL)	-,564**	,264**	,255**
Toplam Vücut Uzunluğu (TL)	-,409**	,167**	-
Bolluk (birey/m^3)	-,371**	-	-
Embriyo Miktarı	-	-	-
Doğum oranı	-,277*	-	-
Gelişim Süresi	-,385**	-	-

** $p<0.01$; * $p<0.05$

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Dünya üzerinde 700'den fazla Cladocera Üst Takımına ait tür tanımlanmasına rağmen (Smirnov, 2014), yalnızca 8'i denizel ortamda yaşayan türlerdir (Onbe, 1977). Cladocera, Arktikten tropikal enlemlere kadar büyük-küçük su kütlelerinde, açık sulardan tuzlu göllere, bataklıklardaki asit havuzlarına kadar birçok ekstrem koşullarda yaşayabilmektedirler. Dolayısıyla bu gruba dahil canlıların nişleri oldukça geniştir (Smirnov, 2014). Denizel Cladocera'nın özellikle en baskın temsilcisi olan *Penilia avirostris* nehir ağızları, denizlerin neritik bölgeleri, ılıman ve tropikal bölgeler gibi oldukça geniş yayılım alanlarına sahiptir (Grahame, 1976; Rocha, 1982; Yoo ve Kim, 1987; Onbé ve Ikeda, 1995; Tang ve diğerleri, 1995; Marazzo ve Valentin, 2001; Rose ve diğerleri, 2004; Atienza ve diğerleri, 2008).

Besin ağının en önemli basamaklarından birini oluşturan zooplanktona en yüksek katılımı genellikle %55-95 oranında Copepoda grubu yapmaktadır (Longhurst, 1985) ancak Cladocera da kıyı ve nehir ağzı ortamlarında yüksek yoğunluklara ulaşabilir ve yılın belirli dönemlerinde Copepoda'yı geride bırakabilirler (Grahame, 1976). Marmara Denizi'nde de 1977-2006 yılları arasını kapsayan zooplankton veri setleri incelendiğinde, yıllık ortalamalar bazında zooplanktona katılımın Cladocera grubu tarafından baskılandığı görülmüştür Polat-Beken ve diğerleri, 2000; Yılmaz, 2002; 2008). Doğu Marmara Denizi'nde Türkeri (2019) tarafından 2016 yılında mevsimlik olarak 30 farklı istasyonda gerçekleştirilen çalışmada Copepoda tüm mevsimlerde birincil baskın grup olurken, Cladocera'nın toplam komüniteye en yüksek katkısını Temmuz ayında %31,92'lik dilimle gerçekleştirdiği bulunmuştur. Bu tez çalışması kapsamında 2004-2008 yılları arasında DB1 istasyonundan aylık olarak üst karışım tabaka suyundan elde edilen zooplankton örnekleri içerisinden Üst Takım Cladocera'ya ait türler incelenmiştir. Bu gruba ait türlerin bolluk değerleri, birey sınıfları, vücut uzunlukları, embriyo/yumurta miktarları, gelişim süreleri ve doğum oranları incelenmiş tüm bunların çevresel parametrelerle olan ilişkileri açıklanmaya çalışılmıştır.

Dünya denizlerinde Cladocera grubuna ait türlerin üreme stratejileri üzerine oldukça kısıtlı sayıda çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalarda elde edilen embriyo miktarları ve

vücut uzunlukları gibi bilgiler Tablo 10'da verilmiştir. Ancak *Penilia avirostris*, *Pleopis polyphemoides* ve *Pseudevadne tergetsina* türlerine ait az sayıda ayrıntılı çalışmalar Batı Akdeniz ve Güney Atlas Okyanusu kıyıları olmak üzere iki farklı bölgede gerçekleştirilmiştir.

Araştırmacılara göre Cladocera grubu zooplankterlerin başta *Penilia avirostris* türü olmak üzere, hem tüm dünya denizlerinde yayılmış hem de yüksek bolluk değerlerine ulaşabilmelerindeki birincil avantajın üreme stratejileri olduğu yönündedir. Bu tez kapsamında, Marmara Denizi'nde de yüksek bolluk değerlerine ulaşan Cladocera'nın üreme evreleri üzerine ayrıntılı çalışma yapılmıştır. Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda Marmara Denizi'nde görülen Cladocera baskınlığı başta komşu denizlerimiz Akdeniz ve Karadeniz olmak üzere başka bir denizde kaydedilmemiştir (Kurt ve Polat, 2014; Üstün ve diğerleri, 2018).

Bu çalışma boyunca da karşılaştırma yapılan dünya denizlerinde *Penilia avirostris* türünün üreme stratejileri üzerine ayrıntılı olarak gerçekleştirilmiş yalnızca iki çalışma bulunmaktadır. Bunlardan ilki Batı Akdeniz'de Atienza ve diğerleri (2008) tarafından gerçekleştirilen diğeri ise Güney Atlas Okyanusunda Marazzo ve Valentin (2003a) tarafından gerçekleştirilen çalışmalardır. Bu iki farklı bölgede de Cladocera'nın zooplanktona katılım oranı Copepoda'nın üzerine çıkmamaktadır (Batı Akdeniz: <%13 (Fernandez De Puelles ve diğerleri, 2003), Güney Atlas Okyanusu: <%19 (Nogueira ve Brandini, 2018)).

Tablo 10. Dünya denizlerinde Cladocera türlerine ait embriyo miktarlarıve vücut uzunlukları üzerine yapılmış çalışmalar.

Türler	Sıcaklık (^{o}C)	Tuzluluk (psu)	Embriyo Miktarları	Vücut Uzunluğu (μm)	Kepçe Göz açıklığı/Bolluk (birey/m^3)	Örnekleme Yılları	Bölge	Kaynak
Penilia avirostris	29-31	31,8-33,9	1-12	880-1120	125 μm/ 3700	1969-1971	Bengal Körfezi, Hint Okayunusu	Vijayalakshmi ve Venugopalan, 1972
	14,2-21,8	35,1-35,5	1-13	645-1005	-	1964-1967	Agulhas Burnu, Güney Atlas Okyanusu	Angelino ve Della Croce, 1975
	9,2-28	25-35	-	320-1120	100μm/21491	1982-1983	Chinhae Körfezi, Doğu Çin Denizi	Yoo ve Kim,1987
	16-32	7,3-37,2	1-14	360-1040	125μm/>2000	1980-1991	Güney Çin Denizi	Tang ve diğerleri, 1995
	20,5-27,5	23-36	3-9	640-900	200μm/1823	2000	Guanabara Körfezi, Güney Atlas Okyanusu	Marazzo ve Valentin, 2003a
	23,6-28,5	24,6-35	1-11	417-1012	200μm/1928	2001	Guanabara Körfezi, Güney Atlas Okyanusu	Marazzo ve Valentin, 2004a
	-	-	-	380-1040	125μm/~100	1998-1999	Tolo Limanı, Güney Çin Denizi	Wong ve diğerleri,2004
	27-30	34-36	1-8	315-890	200μm/2179	1992-1993	Kingston Limanı, Karayip Denizi	Rose ve diğerleri, 2004
	16-27	-	1-8	550-800	200μm/3000	2003-2004	Katalan Denizi, Batı Akdeniz	Atienza ve diğerleri, 2008
	14,8-28,2	31,1-36	1-12	304-1009	200μm/2000	2005-2008	Ubatuba Körfezi, Güney Atlas Okyanusu	Miyashita ve diğerleri, 2010
	11,5-24,7	**21,8-28,8**	**1-11**	**278-1050**	200μm/29245	**2004-2008**	**Marmara Denizi, Türkiye**	**Bu çalışma**
Pleopis polyphemoides	8-26,5	25-35	-	180-480	100μm/17629	1982-1983	Chinhae Körfezi, Doğu Çin Denizi	Yoo ve Kim,1987
	21-28	23-35	5-8	470-650	200μm/1468	2000	Guanabara Körfezi, Güney Atlas Okyanusu	Marazzo ve Valentin, 2003b
	-	-	-	210-750	125μm/>2000	1998-1999	Tolo Limanı, Güney Çin Denizi	Wong ve diğerleri, 2004
	5-25	1-6	1-10	240-460	100μm/7350	2006	Parnu Körfezi, Baltık Denizi	Pollupüü ve diğerleri, 2010
	15,3-25	33,7-35,7	1-6	290-450	200μm/20	2007-2008	Ubatuba, Güney Atlas Okyanusu	Miyashita ve diğerleri, 2011
	6,9-24,5	**21,8-28,5**	**1-13**	**140-462**	200μm/2719	**2004-2008**	**Marmara Denizi, Türkiye**	**Bu çalışma**

Tablo 10. Devamı

Türler	Sıcaklık (°C)	Tuzluluk (psu)	Embriyo Miktarları	Vücut Uzunluğu (μm)	Kepçe Göz açıklığı/Bolluk (birey/m^3)	Örnekleme Yılları	Bölge	Kaynak
Evadne nordmanni	-	-	1-10	300-600	-	1941-1942	Kelt Denizi, Kuzey Atlas Okyanusu	Cheng, 1947
	9-20	32-34	1-20	450-810	-	1978-1979	Shinkai Maru, Kuzey Pasifik Okyanusu	Ramirez ve Seijas, 1985
	-	-	1-21	-	153μm/10000	1968	Nova Scotia, Kuzey Atlas Okyanusu	Platt ve Yamamura, 1986
	9,5-19,8	30-35	-	200-570	100μm/<1000	1982-1983	Chinhae Körfezi, Doğu Çin Denizi	Yoo ve Kim,1987
	6-13	17-34	-	0,9-1,038	168μm/11709	2007-2014	Barents Denizi	Dvoretsky ve Dvoretsky, 2020
	7-23	**23,3-26,6**	**1-13**	**204-642**	200μm/2967	**2004-2008**	**Marmara Denizi, Türkiye**	**Bu çalışma**
Pseudevadne tergestina	25,2-29,6	14,4-31,16	3-12	300-500	-	1973 ve 1975	Chesapeake Körfezi, Kuzey Atlas Okyanusu	Bryan, 1979
	10-28	25-35	-	280-650	100μm/3779	1982-1983	Chinhae Körfezi, Doğu Çin Denizi	Yoo ve Kim,1987
	23-28	-	1-7	-	-	-	Meksika Körfezi, Kuzey Atlas Okyanusu	Mullin ve Onbe, 1992
	23-26	-	2-6	-	-	-	Japonya İç Denizi	Mullin ve Onbe, 1992
	16-32	7,3-37,2	1-14	240-560	125μm/1100	1980-1991	Güney Çin Denizi	Tang ve diğerleri, 1995
	21,2-28,5	24,7-35,6	1-14	393-897	200μm/4383	2000	Guanabara Körfezi, Güney Atlas Okyanusu	Marazzo ve Valentin, 2004b
	-	-	-	260-850	125μm/~500	1998-1999	Tolo Limanı, Güney Çin Denizi	Wong ve diğerleri,2004
	14,8-28,2	31,1-35,7	1-10	243-697	200μm/350	2005-2008	Ubatuba Körfezi, Güney Atlas Okyanusu	Miyashita ve diğerleri, 2010
	11,6-24,2	**21,9-27,3**	**1-9**	**282-633**	200μm/637	**2004-2008**	**Marmara Denizi, Türkiye**	**Bu çalışma**

Marmara Denizi'nin kalıcı çift tabakalı yapısı sebebiyle zooplankton örneklemeleri üst karışım tabakasında genellikle yaklaşık 15 m'den yüzeye olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda Marmara Denizi'nde en baskın Cladocera türü olan *Penilia avirostris*'in en yüksek bolluğu Haziran ayında kaydedilmiş ve bu ayda sıcaklık-tuzluluk değerleri sırasıyla 24 °C, ‰21,90 olarak ölçülmüştür. Atienza ve diğerleri (2008) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise en yüksek bolluk değeri su sıcaklığının 26 °C olduğu Eylül 2004'de kaydedilmiştir. Marazzo ve Valentin (2003a) tarafından gerçekleştirilen çalışmada en yüksek bolluk değeri Nisan ayında kaydedilmiş ve Su sıcaklığı bu ayda 23,5 °C, tuzluluk ise ‰23,8 olarak ölçülmüştür. *Penilia avirostris* türüne ait çeşitli çalışmalarda tespit edilen en yüksek bolluk değerleri Tablo 10'da verilmiştir. *P. avirostris* dağılımının çoğunlukla 18 °C 'nin üzerindeki sularla sınırlı olduğu, ancak 9-30 °C arasında değişebileceği belirlenmiştir (Yoo ve Kim, 1987; Kim ve diğerleri, 1994; Kim ve Onbe´, 1995). Ayrıca bu türün sahip olduğu optimum sıcaklığın 25 °C civarında olduğu bilinmektedir (Tang ve diğerleri, 1995; Onbe ve diğerleri, 1996). Öyle ki 2005 yılında Kuzey Denizi'nde yapılan çalışmada deniz suyu sıcaklığının son on yılda yaklaşık 3 °C'un üzerinde artmasıyla birlikte 19 °C ulaşması sonucunda *Penilia avirostris* türünün yaygınlaştığı ve bolluk değerlerinde artış olduğu görülmüştür.

Cladocera grubu canlıların birey sınıfları üreme stratejilerine bağlı olarak değişmektedir. Popülasyonlarının en yüksek bolluk değerlerine ulaştıkları dönemden itibaren çöküş sürecinde üreme stratejilerini seksüel üremeleri olan gametogenetiğe çevirmeleri nedeniyle popülasyonda GF ve M bireylerin kaydedildiği bilinmektedir (Egloff ve diğerleri, 1997). Marmara Denizi'nde de gerçekleştirilen çalışma boyunca popülasyonlarının maksimuma ulaştıkları yaz aylarına kadar olan süreçte özellikle 2004 yılında popülasyonda GF ve M bireylerin çekinik kaldığı kaydedilmiş, Batı Akdeniz'de 2003-2004 yıllarında gerçekleştirilen çalışmada bu durum aynen gözlenmiştir. Bu durumdan farklı olarak tez çalışması kapsamında diğer yıllarda popülasyonun artış gösterdiği dönemlerde %80-100 oranlarında yalnızca PF bireyler kaydedilmiştir. Marazzo ve Valentin (2003a) tarafından gerçekleştirilen çalışmada da popülasyonun artış gösterdiği dönemlerde PF bireylerin popülasyonda baskın olduğu görülmüştür. Üç farklı denizde de popülasyon çöküşlerinin gözlendiği dönemlerde GF ve M bireylerin kaydedildiği görülmüştür. Fakat Batı Akdeniz'de ve Güney Atlas Okyanusu'nda gerçekleştirilen çalışmalarda GF bireyler sırasıyla %1-20 ve

%11-24 oranlarında kaydedilirken Marmara Denizi'nde gerçekleştirilen beş yıllık çalışma boyunca GF bireylerin popülasyona katılımı %2-6 arasında sınırlı kalmış 2007 yılında ise hiç GF bireye rastlanılmamıştır.

PF bireylerin GF bireylere dönüşümlerinin Cladocera grubu tatlı su türlerinin üzerinde yapılan çalışmalarda hormonal olduğu saptanmıştır (Minelli ve Fusco, 2006). Bu durumu tetikleyen çevresel faktörler ise başta sıcaklık, fotoperiyod ve besine ulaşım (Egloff ve diğerleri, 1997) olarak bilinmesiyle birlikte birçok araştırmacı bu grubun bolluk değerlerini sıcaklıkla ilişkilendirebilmiştir (Marazzo ve Valentin, 2001; 2003a; 2003b; 2004a; 2004b; Atienza ve diğerleri, 2008). Ancak klorofil *a* (besin varlığı) ve tuzluluk gibi diğer faktörlerin üreme stratejilerindeki değişime olan etkileri halen açıklanabilmiş değildir (Fofonoff, 1994; Atienza ve diğerleri, 2008). Marmara Denizi'nde 2004-2008 yılları arasında yapılan bu çalışmada da *Penilia avirostris* türünün bolluk değerleri ile sıcaklık arasında pozitif yönde anlamlı bir ilişki bulunmuş olsa da ($r=0,774$, $p<0,01$) tuzluluk ve klorofil *a* değerleri ile bir ilişki saptanamamıştır (Tablo 9). Stross (1965)'un yapmış olduğu çalışma sonucunda ise Cladocera grubu canlıların üreme stratejilerini partenogenetikten gametogenetiğe döndürme sebeplerinin aynı anda iki farklı olumsuz çevresel faktör etkisinde kalmaları olduğu sonucuna varılmıştır. Marazzo ve Valentin (2003b)'e göre, genç (yeni doğan) bireylerin yüksek predasyon baskısına maruz kalmaları ve üreme için optimum sıcaklıktan sapmaları, üreme stratejisinin gametogenetiğe dönmesine yol açarak üreme başarısının düşmesine ve popülasyon çöküşlerine yol açmaktadır. Marmara Denizi'nde Cladocera grubunun maruz kaldığı predasyon baskısı ile ilgili bir çalışma bulunmasa da bu tez çalışması kapsamında elde edilen BL değerleri incelendiğinde diğer denizlere kıyasla oldukça küçük (genç, <0,500 mm) bireylerin varlığı dikkati çekmiştir (Tablo 10). Kaydedilen küçük boylu bireylerin neredeyse tamamı 2008 yılında müsilaj oluşumundan hemen sonraki döneme aittir. Bu durum, türlerin müsilaj sonrası çevresel şartlara tepkisi niteliğinde olabilir.

Gerçekleştirilen BL ölçümleri incelendiğinde *Penilia avirotstris* türüne ait boy aralıkları Doğu Çin Denizi kıyılarında ve Marmara Denizi'nde oldukça genişken, Batı Akdeniz'de boy aralıklarının oldukça sınırlı olduğu görülmektedir (Tablo 10). Bu durum ötrofik-oligotrofik sulardaki bireylerin besine erişimleriyle ilgili olarak somatik büyümesinin daha hızlı oluşuyla ilgili olabilir (Tang ve diğerleri, 1995; Atienza ve diğerleri, 2006; Yalçın ve diğerleri, 2017). Marmara Denizi'nin ötrofik karakteri, bir avantaj olarak, büyük ve küçük bireylerin birlikte

bulunmasını sağlıyor olabilir. Gerçekleştirilen BL değerlerinin mevsimselliğine bakıldığında ise tıpkı Batı Akdeniz'de olduğu gibi (Atienza ve diğerleri, 2008), Marmara Denizi'nde de *P. avirostris* popülasyonunun çöküşe geçtiği sonbahar mevsiminde diğer birey sınıflarından daha büyük bireyler olan GF ve M bireylerin görülmesiyle birlikte boy değerlerinde artış olduğu kaydedilmiştir.

Turner ve diğerlerinin (1988) yaptığı çalışmada *Penilia avirostris* türünün başta flagellatlar olmak üzere, dinoflagellatlar ve diatomlar (<20 μm) üzerinden beslendiği belirtilmiştir. Atienza ve diğerleri (2006)'nin yine Batı Akdeniz kıyılarında *Penilia avirostris* türünün trofik etkileri üzerine yaptıkları çalışmada *P. avirostris*'in tipik bir süzerek beslenici davranışı dışında tam olarak anlaşılmayan mekanizmalarla av seçimini yönlendirebildikleri görülmüştür. Son olarak türün Copepoda grubuna dahil diğer zooplankterlerden çok daha geniş bir av yelpazesine sahip olması ve Copepoda'ya göre çok daha küçük bireylerle (<5 μm, Berggreen ve diğerleri 1988) daha etkin beslenebiliyor olmaları, su kolonunda tabakalaşmanın da meydana gelebildiği oligotrofik koşullarda dahi adaptasyonlarının göstergesi olduğunu belirtmişlerdir. Oligotrofik Batı Akdeniz'de olduğu gibi ötrofik karakterdeki Marmara Denizi'nde de yaz ayları itibariyle gözlenen bu türün, mevsimselliğinde sıcaklık dışındaki bir diğer etken, kış mevsiminde fitoplankton kompozisyonu içerisindeki diatom hücrelerinin oluşturduğu zincir formlarının tıkanmaya yol açmasıyla (Paffenhofer ve Orcutt, 1986) besin kaynaklarından verimli şekilde yararlanamamaları olabilir. Bu sebeple, Copepod'lara nazaran besin seçiminde edindikleri boyut avantajı, aynı zamanda mevsimselliklerinin de bir sebebi olabileceğini düşündürmektedir. Özetle, geniş av yelpazesi ve küçük boyutlu canlı gruplarıyla besleniyor olmaları, Copepoda grubuna karşı bir avantaj sağlasa da, besin kompozisyonunda görece daha büyük canlıların baskın olduğu dönemlerde dezavantaj oluşturmaktadır. Bunun yanında, Atienza ve diğerleri (2006; 2007) türün Batı Akdeniz'de tabakalaşma gözlenen (termoklin) yaz dönemindeki beslenme avantajlarına rağmen, bolluk artışlarının kıyı şeridiyle kısıtlı kalışını araştırmışlardır. Buna göre, bir sonraki yıla ait kohortun başarılı bir şekilde gelişmesi için sedimana bırakılan kış yumurtalarının sayısının ve yaşama başarısı oranının (gametogentik üreme stratejileri) bolluk değerlerini etkilediğini ortaya koymuşlardır. Ancak, bu oşinografik kısıtlanma, Marmara Denizi'nde görülmemektedir. Yılmaz (2008)'e göre, Marmara Denizi'nin kıyı istasyonlarının zooplankton komünite yapısı, derin istasyonların komünite karakteristiği ile benzerlik göstermektedir. Bu benzerlik İstanbul Boğaz'ının jet akıntı

etkisinden, değişken rüzgarlardan ve oldukça küçük bir deniz olmasından kaynaklanıyor olabilir. Yine aynı çalışmada Atienza ve diğerleri (2007), Cladocer'lerin beslenmedeki avantajlı durumlarına rağmen diğer zooplanktonik gruplar ile aralarında büyüme oranlarında fark bulunmadığını, bu sebeple türün ekolojik başarısının üssel üremenin kaynağı partenogenetik üreme ve kısa gelişim süreleriyle ilişkili olduğunu kaydetmişlerdir.

Cladocera grubunun popülasyonlarının devamlılığını sağlamak ve genetik çeşitliliği de mümkün kılmak adına tercih ettikleri üreme biçimi gametogenetiktir. Önceki kısımlarda bu üreme stratejisini seçmiş bireylerin görülme sıklıkları ve popülasyon içerisindeki bulunma yüzdelerinden bahsedilmiştir. *P. avirostris* türünün kış yumurtalarının dış zarları kalsiyum içerirken diğer türlerde bu yapı kitin içermektedir. Bu sayede kuluçkadan salınan yumurtaların su kolonu boyunca çok hızlı batarak sedimana ulaşmasını sağlamak ve bu sırada avlanma oranlarını azaltmak veya avlanma halinde bu yapı sayesinde predatörünün sindirim kanalı yoluyla yeniden su kolonuna ulaşmasını mümkün kıldığı düşünülmektedir (Onbe, 1985; Egloff ve diğerleri, 1997). Marmara Denizi'nde çalışma boyunca toplamda 11 adet kış yumurtası kaydedilmiştir. GF bireylerin çoğunlukla kuluçkalarında birer adet yumurta taşıdıkları kayıt edilirken, Ekim 2005'de iki adet GF bireyin kuluçkalarında ikişer adet yumurta taşımış oldukları dikkati çekmiş buna benzer olarak Batı Akdeniz'de Atienza ve diğerleri (2006)'nin gerçekleştirdiği çalışmada bir adet GF bireyin kuluçkasında iki adet yumurta tespit edilmiştir.

Cladocera grubunun uygun çevresel koşullar altında popülasyonlarında hızlı üssel büyüme görülmesini sağlayan üreme stratejisi ise partenogenetiktir. Önceki kısımlarda bu üreme stratejisini seçmiş ve PF olarak sınıflandırılan bu bireylerin görülme sıkları ve popülasyona yaptıkları yüzde katkı belirtilmiştir. *P. avirostris* PF bireylerinin kuluçkalarından disekte edilen embriyo miktarları 1 ile 11 arasında değişmektedir. Batı Akdeniz'de gerçekleştirilen çalışmada ise bu miktar 1-8 arasında değişirken (Atienza ve diğerleri, 2006) Güney Atlas Okyanusunda yapılan çalışmada 3-9 arasında değişmiştir (Marazzo ve Valentin, 2003a). Türün örneklendiği dönemlerde deniz suyu sıcaklığı kullanılarak hesaplanan embriyonik gelişim süreleri (D) ve PF bireylerin taşıdıkları embriyo miktarlarıyla birlikte hesaplanan doğum oranları üç farklı deniz içinde Tablo 10'da verildiği gibidir. Türün örneklenebildiği sıcaklıklar Marmara Denizi için diğer iki denize göre oldukça geniş bir aralığa sahiptir. Bundan ötürü hesaplanan en geniş gelişim süreleri de bu denizde bulunmuştur. Doğum oranları incelendiğinde en düşük doğum oranı Batı Akdeniz'de kaydedilirken, en yüksek

doğum oranı ise Güney Atlas Okyanusunda kaydedilmiştir (Tablo 11). PF bireylerin kuluçkalarında tek seferde taşıdıkları minimum embriyo miktarı Güney Atlas Okyanusunda diğer iki denizin üç katı olduğu görülmekte ve deniz suyu sıcaklığının bu iki denize kıyasla daha yüksek olması doğum oranlarındaki başarıyı açıklar niteliktedir. Türün görüldüğü en düşük sıcaklık değeri Marmara Denizi'nde kaydedilmiş (11,6 ˚C) olmasına rağmen hesaplanan en düşük doğum oranının Güney Atlas Okyanusu (20,5 ˚C) ile neredeyse aynı olması Marmara Denizi'nde türün embriyo taşıma kapasitesinin diğer iki bölgeden de oldukça fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Çalışma boyunca elde edilen embriyo miktarları ve doğum oranları *P. avirostris* popülasyonunun büyümesinin ilk aşamalarında oldukça yüksek değerlere sahiptir. Marmara ve Batı Akdeniz'de yüksek embriyo miktarları ve doğum oranları popülasyonun düşüş yaptığı dönemlerde de kaydedilmiş fakat bu durum açıklanamamıştır (Atienza ve diğerleri, 2006). Marmara Denizi'nde embriyo miktarlarının; sıcaklık ve bolluk değerleri ile negatif yönde anlamlı fakat beklendiği üzere klorofil *a* değerleri ile pozitif yönde anlamlı bir ilişkisi olduğu saptanmıştır. Doğum oranlarında ise; sıcaklık ve bolluk değerleri ile pozitif yönde anlamlı ilişki bulunmuş iken klorofil *a* ve tuzluluk değerleri ile negatif yönde anlamlı ilişki saptanmıştır (Tablo 9).

Tablo 11. *Penilia avirostris* türünün üç farklı denizden embriyo miktarları, doğum oranları ve gelişim sürelerinin kayıtları

Bölgeler	**Doğum oranı (*b* gün^{-1})**	**Gelişim süresi (D gün)**	**Embriyo Miktarı**	**Sıcaklık (ºC)**	**Kaynak**
G. Atlas Okyanusu	0,2-0,9	2,61-3,22	3-9	27,5-20,5	Marazzo ve Valentin, 2003a
Batı Akdeniz	0,097-0,46	2,3-2,7	1-8	27-16	Atienza ve diğerleri, 2008
Marmara Denizi	**0,21-0,68**	**2,58-8,26**	**1-11**	**24,8-11,6**	**Bu çalışma**

PF bireylerin kuluçkalarından elde edilen embriyolar safhalar ve boy grupları ile birlikte yalnızca Batı Akdeniz'de Atienza ve diğerleri (2006) tarafından çalışılmıştır. *Penilia avirostris* toplam embriyo miktarlarının çalışma boyunca Batı Akdeniz'dekinden daha yüksek değerlere sahip olması daha önce bahsi geçen doğum oranlarındaki başarılarıyla birlikte burada türün bolluk değerlerindeki hızlı ve güçlü artışını açıklar niteliktedir. Her iki denizde de elde edilen embriyolar Della Croce ve Bettanin (1965)'e göre tayin edilmiş ve Wong ve diğerleri (2004)'ne

göre sadeleştirilerek çalışılmıştır. Embriyoların bollukları gelişim safhalarına göre incelendiğinde Batı Akdeniz'de en fazla C evresindeki embriyoya rastlanmışken, Marmara Denizi'nde 2004 ve 2006 yıllarında C evresine rastlanırken diğer yıllarda en fazla B evresinde embriyo kaydedilmiştir. Cladocera grubu canlıların yüksek predasyon etkisinden kurtulmak için embriyo ve yumurtalarını gece su kolonuna bıraktıkları bilinmektedir (Egloff ve diğerleri, 1997). Her iki çalışmada da örneklemeler gündüz periyotlarında gerçekleştirildiğinden D evresinde embriyolara oldukça düşük değerlerde rastlanmıştır. Batı Akdeniz'deki çalışmada disekte edilen embriyoların boy değerlerinin evre arttıkça arttığını ve 86 ile 315 µm arasında değiştiği belirtilmiştir. Marmara Denizi'nde de ortalama embriyo boylarının gelişmişlik safhalarıyla birlikte arttığı görülse de, en yüksek embriyo boyu 2005 yılında 391 µm olarak A evresinde kaydedilmiştir.

Marmara Denizi'nde yaz aylarında baskın zooplankton türü olan *Penilia avirostris* ile aynı dönemde *Pseudevadne tergestina* türü bulunmakta ancak ulaştığı bolluk değerleri sebebiyle Cladocera ve zooplankton kompozisyonunda oldukça düşük bir yüzdeyle temsil edilmektedir. Onbe (1974) tarafından *P. tergestina* sıcak seven tür olarak tanımlanmıştır. Marmara Denizi'ndeki en yüksek bolluk değeri Ağustos ayında sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin sırasıyla 23,7 ˚C ve ‰21,9 olarak kaydedildiği ayda tespit edilmiştir. *P. tergestina* soğuk ve ılıman okyanusların ilkbahar-yaz mevsimleri sırasında rapor edilmiştir (Vourinen ve Ranta, 1987; Eriksson, 1974; Uye ve diğerleri, 1982, Onbé, 1985; Fofonoff, 1994). Bu türün üreme stratejisi ayrıntılı olarak yalnızca Güney Atlas Okyanusu'nda Guanabara Körfezi'nde Marazzo ve Valentin (2004a) tarafından çalışılmıştır. En yüksek bolluk değeri Mart ayında kaydedilmiştir. Su sıcaklığı Mart ayında 27 ˚C, tuzluluk ise ‰30 olarak ölçülmüştür. Ayrıca türün bugüne dek görüldüğü en düşük sıcaklık değeri Doğu Çin Denizi'nden sonra Marmara Denizi olmuştur (Tablo 10). Türe ait gerçekleştirilen vücut ölçümleri sonucunda en geniş boy aralığı Tolo Limanı'nda Wong ve diğerleri (2004) tarafından gerçekleştirilen çalışmada tespit edilirken, Marmara Denizi'nde tespit edilen bireylerin diğer denizlerle kıyasla nispeten küçük olduğu bulunmuştur (Tablo 10).

Marazzo ve Valentin (2004), *P. tergestina* popülasyonunun en yüksek bolluğuna ulaştığı dönemlerde, popülasyonda PF bireylerinin baskın hale geldiğini, Temmuz ayına doğru bolluk değerlerinin azalmasıyla birlikte popülasyon %70 gibi bir oranla GF bireylerle temsil edildiğini bulmuşlardır. Marmara Denizi'nde gerçekleştirilen beş yıllık çalışma döneminde ise

oldukça kısa periyotlarda örneklenen türe 2007'de hiç rastlanılmamış ve popülasyonları 2004 yılı dışında ağırlıklı olarak PF bireylerle temsil edilmiştir.

P. tergestina'nın gametogenetik üreme stratejisini seçen GF bireylerinin Güney Atlas Okyanusu'nda her defasında yalnızca bir adet yumurta taşıdıklarına ilişkin sonuçlar, bu çalışmada da benzer şekilde bulunmuştur. Partenogenetik dişi bireylerin ise bir defada taşıdıkları embriyo miktarları, iki denizde oldukça farklılık göstermektedir. Türün embriyo taşıma kapasitesi Güney Atlas Okyanusu'nda 1-14 adet arasında değişirken Marmara Denizi'nde görülen en yüksek embriyo sayısı 9 olarak kaydedilmiştir (Tablo 10). Marazzo ve Valentin (2004), popülasyonun çöküş dönemlerinde PF bireylerin taşıdıkları embriyo miktarlarında azalma olduğunu tespit ederken, Marmara Denizi'nde ise yalnızca 2005 yılında ardışık olarak yalnızca 3 ay örneklenebilen türde böyle bir çıkarımda bulunmak mümkün olmamıştır. Güney Atlas Okyanusu'nda embriyonik gelişim süresi 2,27-3,28 gün arasında değişirken, Marmara Denizi'nde 10 derece daha soğuk suda da örneklenebilen türün embriyonik gelişim süresi (D) 2,79-8,26 arasında değişmiştir. Doğum oranları ise Güney Atlas Okyanusu'nda 0,2 ile 0,9 gün^{-1} arasında değişirken Marmara Denizi'nde 0,13-0,57 gün^{-1} arasında değişmiştir. Görülen sıcaklık aralıklarındaki fark ve PF bireylerin tek seferde embriyo taşıma kapasitelerinden de anlaşıldığı üzere türün üreme başarısı Marmara Denizi'nde oldukça düşüktür. İki bölgenin de ötrofik karakterde su kütlelerine sahip olması durumun besin kaynaklarındaki olası yetersizliklerden ziyade predasyon baskısından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Marmara Denizi'nde çalışma boyunca neredeyse tüm yıl örneklenebilmiş, özellikle Ocak-Mayıs ayları arasında Cladocera popülasyonunu neredeyse baskılayan tür *Pleopis polyphemoides* olmuştur. Tez çalışması kapsamında türün en yüksek bolluk değeri Mayıs 2005'de kaydedilmiş ve bu ayda deniz suyunun sıcaklık ve tuzluluk değerleri 17 ˚C, ‰23,57 olarak ölçülmüştür. Dünya denizlerinde *P. polyphemoides* türünün görüldüğü dönemler Marmara Denizi'nin aksine diğer Cladocera türlerinde olduğu gibi ilkbahar ve yaz dönemleri olarak kaydedilmiştir (Eriksson, 1974; Onbe´, 1985; Vourinen ve Ranta, 1987; Fofonoff, 1994). Türe ait yapılan meristik ölçümler sonucu en geniş boy aralığının görüldüğü aynı zamanda en büyük boylu bireylerin de kaydedildiği bölge Güney Çin Denizi'nde Tolo Limanı olmuştur (Wong ve diğerleri, 2004). En küçük boylu bireyler ise Marmara Denizi'nde görülmüş bu sebeple geniş boy aralığı sıralamasında ikinci sırada yer almıştır (Tablo 10). Türün kaydedildiği

denizlerin sıcaklık ve tuzluluk aralıklarına bakıldığında özellikle tuzluluk açısından oldukça değişken değerlerin varlığı türün öhalin özelliğinin göstergesidir (Egloff ve diğerleri, 1997). Sıcaklık aralıklarında ise Baltık ve Güney Çin Denizi düşük sıcaklık değerleri bakımından Marmara Denizi'ne benzerlik göstermiştir. *P. polyphemoides* PF bireylerinin embriyo taşıma kapasiteleri incelendiğinde ise en yüksek miktarın Marmara Denizi'nde oluşu dikkati çekerken Marazzo ve Valentin (2003b) tarafından Guanabara Körfezinde gerçekleştirilen çalışmada tespit edilen en düşük embriyo miktarının Marmara Denizi'nde belirlenen değerin beş katı olması yine oldukça dikkat çekici olmuştur. Türün üreme stratejisini ayrıntılı biçimde yine Marazzo ve Valentin (2003b) çalışmıştır. Bu bölgede en yüksek bolluk değerine *P. tergestina*'da olduğu gibi sıcaklık ve tuzluluk değerlerinin sırasıyla 27 ˚C ve ‰30 olduğu Mart ayında ulaşan türe Nisan ortası itibariyle rastlamamışlardır (Tablo 10).

Marazzo ve Valentin (2003b) tarafından gerçekleştirilen çalışmada türün örneklendiği dönem boyunca (Şubat-Nisan) GF bireyler popülasyonda %20-50 oranında görülürken M bireylerin ise %8-28 oranında görüldüğü kaydedilmiştir. Marmara Denizi'nde ise çalışma boyunca tür popülasyonu %88-100 oranlarında PF bireyler tarafından baskılanmaktadır. GF bireyler %2-8 oranında M bireyler ise %2-6 oranlarında kaydedilmiştir. Cladocera türleri popülasyonlarını sürdürmek amaçlı tercih ettikleri eşeyli üreme olan gametogenetiği popülasyonlarında çöküşlerin olduğu veya hemen öncesinde tercih ettikleri ve GF/M bireylerin bu dönemlerde kaydedildikleri önceki kısımlarda bahsedilmiştir. Fakat türle ilgili Marmara Denizi'nde bu prensipten farklı bir durum gözlenmiştir. Öyle ki türün popülasyonunda artışlar kaydedildiği dönemlerde dahi GF ve M bireylerin kaydedilmesi dikkati çekmiştir. Wickstead (1963)'e göre çevresel şartların yeterince uygun olması durumunda bir popülasyonun çöküşü meydana gelmeden bir diğer popülasyonun kış yumurtalarından salınabiliyor olması Marmara Denizi'nde aynı anda iki farklı popülasyonun var olabileceğini düşündürmüştür. Bu durum *P. polyphemoides* türünün Marmara Denizi'ndeki çöküşlerini sıcaklık dışında başka bir faktörün tetikliyor olabileceğini akıllara getirmiş fakat açıklanamamıştır.

Marazzo ve Valentin (2003b), *P. polyphemoides* türünün popülasyon artışları esnasında PF bireylerin embriyo taşıma kapasitelerinin daha yüksek olduğunu ancak popülasyon düşüşlerinin kaydedildiği dönemlerde embriyo taşıma kapasitelerinde de azalma olduğunu belirtmişlerdir. Marmara Denizi'nde de bu durum 2006 yılı dışında gözlenmiştir. Çalışma boyunca türün embriyo taşıma kapasitesi 1-13 arasında değişmiş ki bu embriyo miktarı

günümüze kadar kaydedilen en yüksek değer olma özelliğindedir. *P. polyphemoides* türünün örneklenebildiği dönemlere ait deniz suyu sıcaklıklarında hesaplanan embriyonik gelişim süreleri Marazzo ve Valentin (2003b)'nin yaptıkları çalışmada 2,27-3,22 gün arasında değişirken, Marmara Denizi'nde bu değerler 2,83 ile 22,86 gün arasında değişmiştir. Yapılan doğum oranları hesaplamaları ise Güney Atlas Okyanusu'nda 0,45-0,83 gün^{-1} arasında değişirken, bu değerler Marmara Denizi'nde yapılan çalışmada 0,05 ve 0,62 gün^{-1} arasında değişmiştir. Tez çalışması kapsamında oldukça düşük deniz suyu sıcaklıklarında da görülebilen *P. polyphemoides*'e özgü hesaplanan gelişim süreleri (D) ve doğum oranları (*b*) oldukça ilginç sonuçlar vermiştir. Fakat doğum oranları ile türlerin bolluk değerleri arasında yapılan Spearmann korelasyon sonuçlarına göre tüm türlerde pozitif yönde anlamlı ilişkiler bulunmuştur (Tablo 9).

Evadne nordmanni türünün popülasyon yapıları ve vücut ölçümleri üzerine Barents Denizi'nde Dvoretsky ve Dvoretsky (2020) tarafından çalışma gerçekletirilmiştir. Bu çalışmada, popülasyonda J ve F bireyleri baskın olup, PF bireylerinin yalnızca %10'luk bir dilimle temsil edildiklerini bulunmuştur. Marmara Denizi'nde ise diğer türlerde olduğu gibi popülasyonda ağırlıklı olarak PF bireyleri baskındır. Barents Denizi'nde yapılan meristik ölçümler sonucunda vücut uzunluklarının 0,900-1,038 mm arasında değiştiği kaydedilirken, Marmara Denizi'nde bu değerler 0,204-0,642 mm arasında değişmektedir. Barents Denizi'nde popülasyonun J ve F bireylerce baskılanmasına rağmen boy değerlerinin oldukça yüksek kaydedilmiş olması dikkat çekicidir. *Evadne nordmanni*'nin, toplam zooplankton komünitesi içerisinde %63'lük oranlara kadar baskınlık gösterdiği belirtilmiştir (Tablo 10).

Bu tez çalışmasını kapsayan 2005-2007 yılları arasında Marmara Denizi'nde gerçekleşen *Liriope tetraphylla* aşırı artışları ve Ekim 2007 ve Şubat 2008 arasında gerçekleşen müsilaj olayı Cladocera üreme başarılarında olumsuz etkilere dolayısıyla popülasyonunda çöküşlere neden olmuştur. Marmara Denizi'nde zooplankton ve balık larvaları üzerinden beslendiği bilinen (Goy, 1973; Larson 1987) *L. tetraphylla*'nın aşırı artış yaptığı dönemlerde (genellikle Ekim-Aralık) Cladocera popülasyonu, Copepoda'ya oranla daha fazla etkilenmiştir (Yılmaz, 2014). Beslenme başarısı Copepoda grubu canlılarından daha yüksek olduğu bilinen (Atienza ve diğerleri, 2007) ve daha küçük boylu canlılar (<20 μm) üzerinden süzerek beslenen Cladocera grubunun su kolonundan çekilmesi sonucu, fitoplankton ve bakteri komünitelerinin üzerindeki predasyon baskısı azalmıştır. Tüm bilgiler ışığında Cladocera grubunun, Marmara

Denizi'nde gerçekleşen müsilaj olayında, pelajik besin ağındaki yeri sebebiyle tetikleyici bir faktör olabileceği düşünülmektedir.

Umani ve diğerleri (2005) Adriyatik Denizi'nde gerçekleşen müsilaj olayından sonra *P. avirostris* türünün beklenen mevsimsel bolluğuna ulaşmadığını bildirmiştir. Ancak Marmara Denizi'nde bu olayın tam aksi kaydedilmiş, hatta müsilaj sonrasında türün bolluğunun pik yaptığı değer önceki yıllara kıyasla eş ve oldukça yüksek bulunmuştur. Benzer durum *Evadne nordmanni* türünde de görülmüştür.

Zooplankterler, pelajik sistemdeki kontrol ve transfer mekanizmalarındaki önemli rolleri düşünüldüğünde Marmara Denizi gibi hassas iç denizi anlama ve sağlıklı bir ekosistemle sürdürebilmek açısından oldukça önem arz eden canlılardır. Marmara Denizi'nde Cladocera grubunun ayrıntılı olarak bolluk seviyeleri, üreme stratejileri ve bunların çevresel parametrelerle olan ilişkisi çalışılmıştır. Cladocera, Copepoda grubundan gelişim süresinin kısa oluşu ve beslenme özelliğindeki başarı ile daha avantajlı bir canlı grubudur (Atienza ve diğerleri, 2007). Bunların yanı sıra Marmara Denizi'nde muhtemelen ötrofik karakteri sebebiyle Cladocera grubuna sağladığı besin avantajı ve yüksek partenogenetik üreme faaliyetleriyle birlikte Cladocera, diğer denizlerle kıyaslandığında yıllık bazda birincil zooplanktonik grup haline gelebilmektedir. Zooplankton canlı grubunda oldukça önemli yüzdelerle temsil edilen Cladocera grubu diğer zooplankterler gibi çevresel şartlardan oldukça hızlı etkilenip reaksiyon gösterebilen canlılardır. Marmara Denizi'nde düşük oranlarda tespit edilen gametogenetik üreme stratejisi sayesinde olumsuz çevresel etmenlere (yüksek predasyon, açlık vs.) rağmen özellikle *P. avirostris* ve *P. tergestina* türlerinin popülasyonlarını yüksek seviyelerde sürdürebildikleri görülmüştür.

Denizel ekosistemleri takip edebilmek ve ileriye dönük tahminler yapılabilmesi açısından zooplanktona ait düzenli veri setleri oldukça önemlidir. Bu tez çalışmasının temelini oluşturan zooplanktonda üreme konusunun daha ileriye taşınabilmesi için in vitro çalışmalar gerekmektedir. Düzenli veri setleri ve deneysel çalışmaların bir arada yürütülmesi, pelajik sistemin dinamik yapısını daha iyi açıklayabilme ve gelecek dönemler adına daha gerçekçi modeller kurulmasını sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Aktan, Yelda, Luglie, A., Aykulu, G., Sechi, N. (2003). Species composition, density and biomass of coccolithophorids in the Istanbul Strait, Turkey. Pakistan Journal of Botany, 35 (1), 45–52.

Aktan, Y., Tüfekçi, V., Tüfekçi, H., Aykulu, G. (2005). Distribution patterns, biomass estimates and diversity of phytoplankton in Izmit Bay (Turkey). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 64 (2–3), 372–384. doi.org/10.1016/j.ecss.2005.03.003

Aktan, Y, Dede, A., Ciftci, P. S. (2008). Mucilage event associated with diatoms anddinoflagellates in Sea of Marmara, Turkey. Harmful Algae News, (36), 1–3.

Alden, R., Dahiya, R., Young, R. (1982). A Method for the Enumeration of Zooplankton Subsamples. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 59(2-3), 185-206. doi.org/10.1016/0022-0981(82)90115-0

Atienza, D., Saiz, E., Calbet, A. (2006). Feeding ecology of the marine cladoceran *Penilia avirostris*: Natural diet, prey selectivity and daily ration. Marine Ecology Progress Series, 315 , 211–220. doi.org/10.3354/meps315211

Atienza, D., Calbet, A., Saiz, E., Lopes, R. M. (2007). Ecological success of the cladoceran *Penilia avirostris* in the marine environment: Feeding performance, gross growth efficiencies and life history. Marine Biology, 151 (4), 1385–1396. doi.org/10.1007/s00227-006-0578-8

Atienza, D., Saiz, E., Skovgaard, A., Trepat, I., Calbet, A. (2008). Life history and population dynamics of the marine cladoceran *Penilia avirostris* (Branchiopoda: Cladocera) in the Catalan Sea (NW Mediterranean). Journal of Plankton Research, 30 (4), 345–357. doi.org/10.1093/plankt/fbm109

Azam, F., Long, R. (2001). Sea Snow Microcosms. Australian Medical Record Journal, 17 (4), 29–30. doi.org/10.1177/183335838701700415

Bainbridge, V. (1958). Some observations on *Evadne nordmanni* Lovén. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 37 (2), 349–370. doi.org/10.1017/S0025315400023742

Balkis, N. (2003). The effect of Marmara (İzmit) Earthquake on the chemical oceanography of İzmit Bay, Turkey. Marine Pollution Bulletin, 46 (7), 865–878. doi.org/10.1016/S0025-326X(03)00063-8

Balkis, N. (2004). Tintinnids (Protozoa: Ciliophora) of the Büyükçekmece Bay in the Sea of Marmara. Scientia Marina, 68, 33-44.

Balkis, N., Atabay, H., Türetgen, I., Albayrak, S., Balkis, H., Tüfekçi, V. (2011). Role of single-celled organisms in mucilage formation on the shores of Büyükada Island (the Marmara Sea). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 91 (4), 771–781. doi.org/10.1017/S0025315410000081

Banta, A. M. (1925). The Relation between Previous Sexual Reproduction and the Production of Male Offspring in *Moina macrocopa*. The American Naturalist, 59 (660), 50–61. doi.org/10.1086/280014

Banta, A., Brown, L. A. (1929). Control Of Sex In Cladocera. Iii. Localization Of The Critical

Period For Control Of Sex. The Lancet, 50 (1247), 101–102. doi.org/10.1016/S0140-6736(02)86536-9

Bedikoğlu, D., Yılmaz, I. N., Demirel, N., (2019). Marmara Denizi'nin 2019 yılı mevsimsel zooplankton dağılımı. 2. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Semozyumu, 2. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Semozyumu Bildiriler Kitabı, 102-103, 11-13 Aralık 2019, Ankara.

Berggreen, U., Hansen, B., Kiorboe, T. (1988). Food size spectra, ingestion and growth of the copepod *Acartia tonsa* during development: Implications for determination of copepod production. Marine Biology, 99 (3), 341–352. doi.org/10.1007/BF02112126

Beşiktepe, Ş., Sur, H. I., Özsoy, E., Latif, M. A., Oğuz, T., Ünlüata, Ü. (1994). The circulation and hydrography of the Marmara Sea. Progress in Oceanography, 34 (4), 285–334. doi.org/10.1016/0079-6611(94)90018-3

Bottrell, H. (1975). The relationship between temperature and duration of egg development in some epiphytic cladocera and copepoda from the River Thames, reading, with a discussion of temperature functions. Oecologia, 18 (1), 63–84. doi.org/10.1007/BF00350636

Bryan, B. (1979). The Diurnal Reproductive Cycle of *Evadne tergestina* Claus (Cladocera , Podonidae) in Chesapeake Bay , U.S.A. Crustaceana, 36 (3), 229–236.

Buyukateş, Y., ve İnanmaz, Ö.E., (2009). Cladocerans of an Urbanized Harbour: Effects of Environmental Parameters on Vertical Distribution, Occurrence, Abundance, and Seasonal Variation, Crustaceana, 82, 543-554.

Campbell, N.A., Reece, J.B. and Mitchell, L.G. (1999). Biology. New York City, USA: Addison Wesley Longman Inc.

Cheng, C. (1947). On the fertility of marine cladocera with a note on the formation of the resting egg in *Evadne nordmanni* Loven and *Podon intermedius* Lilljeborg. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 26 (4), 551–561. doi.org/10.1017/S0025315400013758

Clark, M. J. R. (1992). Enhancement to the Pielou Method For Estımatıng The Dıversity of Aquatic Communities. Enviromental Toxicology and Chemistry, 1, 1559–1565. doi.org/10.1002/etc.5620111106

Clarke, K. R., Gorley, R. N. (2018). Getting started with PRIMER v7. Primer-E, (1), 20. Erişim adresi: www.primer-e.com (Erişim tarihi: 11.10.2020).

Clarke, K.R., Warwick, R.M. (2001). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth Marine Laboratories, Plymouth, England: Plymouth Marine Laboratories.

Cushing, D. H. (1990). Plankton production and year-class strength in fish populations: An update of the match/mismatch hypothesis. Advances in Marine Biology, 26, (1), 249-293. 10.1016/S0065-2881(08)60202-3

Daskalov, G. M., Grishin, A. N., Rodionov, S., Mihneva, V. (2007). Trophic cascades triggered by overfishing reveal possible mechanisms of ecosystem regime shifts. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104 (25), 10518–10523. doi.org/10.1073/pnas.0701100104

Della Croce, N., Bettanin, S. (1965). Sviluppo embrionale della forma partenogenetica di *Penilia avirostris* Dana. Cahiers de Biologie Marine, 6 , 269–275.

Demir, M. (1955). Denizel su pireleri ve bunların Karadeniz sahil suları ile Marmara Denizi'nde bulduğumuz nevileri. Hidrobiyoloji Mecmuası (A), 3(1), 37-47.

Demir, M. (1958). Kuzeydoğu Ege, Marmara ve Güney Karadeniz'in pelajik kopepodlar faunası. Hidrobiyoloji Mecmuası (A), 3(4), 103-124.
Demir, M. (1959a). Kuzeydoğu Ege, Marmara ve Güney Karadeniz'in pelajik kopepodlar faunası. Hidrobiyoloji Mecmuası (A), 5(1-4), 27-41.
Demir, M. (1959b). Pontellidae and Parapontellidae (Pelagic Copepoda) from the southern Black Sea, Marmara and NE Aegean Seas. Hidrobiyoloji Mecmuası (B), 4, 76-179.
Demirhindi, Ü. (1959). Marmara Denizi Crustacea larvaları. Hidrobiyoloji Mecmuası, (A), 5(1-4), 42-64.
Dodson, S.I., Frey, D.G. (1991). Cladocera and other Branchiopoda. Thorpe, J.H. and Covich, A.P. (Ed.), Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates (s. 723-786). San Diego, USA: Academic Press
Dvoretsky, V. G. ve Dvoretsky, A. G. (2020). Summer variability of reproductive pattern in the marine cladoceran Evadne nordmanni in Arctic waters. Journal of Sea Research, 166, 101969. doi.org/10.1016/j.seares.2020.101969
Ediger, D., Beken, Ç., Yüksek, A., & Tuğrul, S. (2016). Eutrophication in the Sea of Marmara. Özsoy E., Çağatay M.N., Balkıs N., Balkıs N., Öztürk B., (Ed.), The Sea of Marmara - Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (s. 723-733). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation Press
Egloff, D. A., Fofonoff, P. W., Onbe, T. (1997). Reproductive biology of marine cladocerans. Advances in Marine Biology, 31 (31), 79–167. doi.org/10.1016/s0065-2881(08)60222-9
Eriksson, S. (1974). The occurrence of marine Cladocera on the west coast of Sweden. Marine Biology, 26 (4), 319–327. doi.org/10.1007/BF00391516
Fernández, De Puelles, M. L., Pinot, J. M., Valencia, J. (2003). Seasonal and interannual variability of zooplankton community in waters off Mallorca island (Balearic Sea, Western Mediterranean): 1994-1999. Oceanologica Acta, 26 (5–6), 673–686. doi.org/10.1016/j.oceact.2003.07.001
Fofonoff, P. W. (1994) Marine cladocerans in Narragasett Bay. (PhD Dissertation) University of Rhode Island, Kingston, USA.
Frey, D. G. (1982). Contrasting strategies of gamogenesis in northern and southern populations of Cladocera. Ecology, 63 (1), 223-241.
Goy, J. (1973). Gonionemus Suvaensis: Structural Characters, Developmental Stages And Ecology Jacquelıne. Journal of Chemical Information and Modeling, 110 (9), 1689–1699.
Grahame, J. (1976). Zooplankton of a tropical harbour: The numbers, composition, and response to physical factors of zooplankton in Kingston Harbour, Jamaica. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 25 (3), 219–237. doi.org/10.1016/0022-0981(76)90125-8
Gül G., Demirel N. (2016). Status of Small Pelagic Fishes in the Sea of Marmara. Özsoy E., Çağatay M.N., Balkıs N., Balkıs N., Öztürk B., (Ed.), The Sea of Marmara-Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance (s. 612-690). İstanbul: Turkish Marine Research Foundation Press
Hairston, N. G. (1996). Zooplankton egg banks as biotic reservoirs in changing environments. Limnology and Oceanography, 41 (5), 1087–1092. doi.org/10.4319/lo.1996.41.5.1087
Hebert, P. D., Ward, R. D. (1972). Inheritance during parthenogenesis in Daphnia magna. Genetics, 71 (4), 639–642.

Herndl, A., Arrieta, M. J., Stoderegger, K. (1999). Interaction between specific hydrological and microbial activity leading to extensive mucilage formation in the northern Adriatic Sea. Annali dell'Istituto Superiore di Sanità, 35(3), 405-409.

Hirst, A. G., Forster, J. (2013). When growth models are not universal: Evidence from marine invertebrates. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 280 (1768). doi.org/10.1098/rspb.2013.1546

Hirst, A.G. (2017). Zooplankton Productivity. C. Castellini, (Ed.), Marine Plankton (s. 34-41), Plymouth, UK: Oxford University.

Hobaek, A., Larsson, P. (1990). Sex determination in *Daphnia magna*. Ecology, 71(6), 2255-2268. doi: doi.org/10.2307/1938637

Hopcroft, R. R., Roff, J. C. (1995). Zooplankton growth rates: Extraordinary production by the larvacean *Oikopleura dioica* in tropical waters. Journal of Plankton Research, 17 (2), 205–220. doi.org/10.1093/plankt/17.2.205

Hubareva, E., Svetlichny, L., Kideys, A., Isinibilir, M. (2008). Fate of the Black Sea *Acartia clausi* and *Acartia tonsa* (Copepoda) penetrating into the Marmara Sea through the Bosphorus. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 76, 131-140. 10.1016/j.ecss.2007.06.009

Huntley, M. E., Lopez, M. D. G. (1992). Temperature-dependent production of marine copepods: a global synthesis. American Naturalist, 140 (2), 201–242. doi.org/10.1086/285410

Innamorati, M., Nuccio, C., Massi, L., Mori, G., Melley, A. (2001). Mucilages and climatic changes in the Tyrrhenian Sea. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 11 (4), 289–298. doi.org/10.1002/aqc.448

İşinibilir, M., Kideys, A.E., Tarkan, A.N. ve Yilmaz, I.N. (2008). Annual cycle of zooplankton abundance and species composition in Izmit Bay (the northeastern Marmara Sea). Estuarine, Coastal and Shelf Science, 78, 739-747. 10.1016/j.ecss.2008.02.013

Isinibilir, M. (2009). Annual crustacean zooplankton succession (Copepoda and Cladocera) in the upper layer of Ahirkapi coastal waters (northeastern Sea of Marmara). Crustaceana, 82 (6), 669–678. doi.org/10.1163/156854008X380273

Isinibilir, M. (2011). Distribution of gelatinous zooplankton in the southern Marmara Sea during 2006-2007. First National workshop on Jellyfish and Other Gelatinous Species in Turkish Marine Waters, Book of Abstract, 34-42, 20-21 Mayıs 2011, Bodrum.

Isinibilir, M. (2012). The seasonal occurrence and abundance of gelatinous macrozooplankton in Izmit Bay (the northeastern Marmara Sea). Journal of Black Sea/Mediterranean Environment, 18 (2), 155-176.

İşinibilir-Okyar, M., Üstün, F., Orun, D. A. (2015). Changes in abundance and community structure of the zooplankton population during the 2008 mucilage event in the northeastern Marmara Sea. Turkish Journal of Zoology, 39 (1), 28–38. doi.org/10.3906/zoo-1308-11

Kideys, A. E., Niermann, U. (1994). Occurrence of mnemiopsis along the turkish coast. ICES Journal of Marine Science. doi.org/10.1006/jmsc.1994.1043

Kim, W. C., Lai-Chun, C., Quingchao, C. (1994). Ecology of the marine cladoceran *Penilia avirostris* Dana in Tolo Harbour, Hong Kong. Acta Oceanologica Sinica, 13, 117–127.

Kim, S. W., Onbe, T. (1995). Distribution and zoogeography of the marine cladoceran *Penilia avirostris* in the northwestern Pacific. Bulletin of the Plankton Sociecty of Japan, 42, 19–28.

Kiorboe, T., Hirst, A. G. (2014). Shifts in mass scaling of respiration, feeding, and growth rates across life-form transitions in marine pelagic organisms. American Naturalist, 183 (4). doi.org/10.1086/675241

Kocataş, A., Koray, T., Kaya, M., Kara, Ö.F. (1993). A review of the fishery resources and their environment in the Sea of Marmara: Studies and Reviews General Fisheries Council for the Mediterranean. Roma, FAO.

Kurt, T. T., Polat, S. (2014). Characterization of seasonal and inter-annual changes in the abundance of species of marine cladocera on the Turkish coast of the Northeastern Levantine Basin. Crustaceana, 87 (7), 769–783. doi.org/10.1163/15685403-00003325

LaMontagne, J. M., McCauley, E. (2001). Maternal effects in Daphnia: What mothers are telling their offspring and do they listen? Ecology Letters, 4 (1), 64–71. doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00197.

Larson, R. J. (1987). Trophic ecology of planktonic gelatinous predators in Saanich Inlet, British Columbia: Diets and prey selection. Journal of Plankton Research, 9 (5), 811–820. doi.org/10.1093/plankt/9.5.811

Larsson, P. (1991). Intraspecific variability in response to stimuli for male and ephippia formation in *Daphnia pulex*. Hydrobiologia, 225 (1), 281–290. doi.org/10.1007/BF00028406

Longhurst, A. R. (1985). The structure and evolution of plankton communities. Progress in Oceanography, 15 (1), 1–35. doi.org/10.1016/0079-6611(85)90036-9

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

Marazzo, A., Valentin, J. L. (2001). Spatial and temporal variations of *Penilia avirostris* and *Evadne tergestina* (Crustacea, Branchiopoda) in a Tropical Bay, Brazil. Hydrobiologia, 445 , 133–139. doi.org/10.1023/A:1017592323388

Marazzo, A., Valentin, J. L. (2003a). *Penilia avirostris* (Crustacea, Ctenopoda) in a tropical bay: Variations in density and aspects of reproduction. Acta Oecologica, 24 (SUPPL. 1), 251–257. doi.org/10.1016/S1146-609X(03)00019-5

Marazzo, A., Valentin, J. L. (2003b). Population parameters of *Pleopis polyphemoides* (Crustacea, Cladocera) in a tropical bay. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 57 (5–6), 1015–1021. doi.org/10.1016/S0272-7714(03)00007-6

Marazzo, A, Valentin, L. (2003c). Population Dynamics of *Penilia avirostris* (Dana, 1852) (Cladocera) in a Tropical Bay, Crustaceana 76 (7), 803–817. doi.org/10.1163/15685400360730598

Marazzo, A., Valentin, J. L. (2004a). Population Dynamics *Pseudevadne tergestina* (Branchiopoda : Onychopoda) in Guanabara Bay, Brazil. Brazilian Archives of Biology and Technology, 47 (September), 713–723. doi.org/https://doi.org/10.1590/S1516-89132004000500006

Marazzo, A., Valentin, J. L. (2004b). Reproductive aspects of marine cladocerans *Penilia avirostris* and *Pseudevadne tergestina* (Crustacea, Branchiopoda) in the outer part of Guanabara Bay, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 64 (3A), 543–549. doi.org/10.1590/S1519-69842004000300017

Mavili, S., Sever, T. M., (2002). İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) Acartia grani Sars,1904 (Copepoda, Crustacea)'nin dağılımı, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, 19 (3-4), 473-478.

Mecozzi, M., Acquistucci, R., Di Noto, V., Pietrantonio, E., Amici, M., Cardarilli, D. (2001). Characterization of mucilage aggregates in Adriatic and Tyrrhenian Sea: Structure similarities between mucilage samples and the insoluble fractions of marine humic substance. Chemosphere, 44 (4), 709–720. doi.org/10.1016/S0045-6535(00)00375-1

Meijering, M. P. D. (2003). The long-lasting resistence of diapausing eggs from Arctic Cladocera frozen at -18°C. Polish Polar Research, 24 (2), 167–172.

Minelli, A., Fusco, G. (2006). Water-flea males from the netherworld. Trends in ecology and evolution, 21(9), 474-476. doi.org/10.1016/j.tree.2006.06.017

Miyashita, L. K., Pompeu, M., Gaeta, S. A., Lopes, R. M. (2010). Seasonal contrasts in abundance and reproductive parameters of *Penilia avirostris* (Cladocera, Ctenopoda) in a coastal subtropical area. Marine Biology, 157 (11), 2511–2519. doi.org/10.1007/s00227-010-1515-4

Miyashita, L. K., Gaeta, S. A., Lopes, R. M. (2011). Life cycle and reproductive traits of marine podonids (Cladocera, Onychopoda) in a coastal subtropical area. Journal of Plankton Research, 33 (5), 779–792. doi.org/10.1093/plankt/fbq147

Morkoç, E., Tuğrul, S., Okay, O.S., T. Legović. (1997). Eutrophication of the Izmit Bay, Marmara Sea. Croatica Chemica Acta, 70 (1), 347-359.

Mousseau, T. A., Fox, C. W. (1998). The adaptive significance of maternal effects. Trends in Ecology and Evolution, 13 (10), 403–407. doi.org/10.1016/S0169-5347(98)01472-4

Mugrabe, G., Barros, S., Marazzo, A., Valentin, J. L. (2007). Hatching rates of resting eggs of "Cladocera" (Crustacea; Branchiopoda) at a tropical bay, Brazil. Brazilian Journal of Biology, 67 (3), 527–530. doi.org/10.1590/S1519-69842007000300018

Mullin, M. M., Onbé, T. (1992). Diel reproduction and vertical distributions of the marine cladocerans, *Evadne tergestina* and *Penilia avirostris*, in contrasting coastal environments. Journal of Plankton Research, 14 (1), 41–59. doi.org/10.1093/plankt/14.1.41

Mutlu, E. (2005). A comparison of the contribution of zooplankton and nekton taxa to the near-surface acoustic structure of three Turkish seas. Marine Ecology 26: 17-32 10.1111/j.1439-0485.2005.00039.x

Nogueira, M., Brandini, F. P. (2018). Community structure and spatiotemporal dynamics of the zooplankton in the South Brazilian Bight. Hoffmeyer M., Sabatini M., Brandini F., Calliari D., Santinelli N. (Ed.) Plankton Ecology of the Southwestern Atlantic (s. 149-170). Springer, Cham. 10.1007/978-3-319-77869-3_8

Onbe, T. (1974). Studies on the ecology of marine cladocera. Journal of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry Hiroshima University.13, 83-179.

Onbe, T. (1977). The biology of marine cladocerans in a warm temperate water. Proc. Symp. Warm Water Zooplankton. Special Publication, UNESCO/National Institute of Oceanography, Book of Abstracts, 383-398, Goa, Japan.

Onbe, T. (1978a). Gamogenetic forms of Evadne tergestina Claw (Branchiopoda, Cladocera) of the Inland Sea of Japan. Journal of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University 17, 43-52.

Onbe T. (1978b). The life cycle of marine cladocerans. Bulletin of Plankton Society of Japan 25, 41-54.

Onbe, T. (1985) Seasonal fluctuations in the abundance of populations of marine cladocerans and their resting eggs in the Inland Sea of Japan. Marine Biology 87, 83–88. doi.org/10.1007/BF00397009

Onbe, T. (1991). Some aspects of the biology of resting eggs of marine cladocerans. Wenner, A., Kuris, A. (Ed), Crustacean Egg Production (s.41-55). Rotterdam, Netherlands: CRC Press.

Onbe, T., Ikeda, T. (1995). Marine cladocerans in Toyama Bay, southern Japan Sea: Seasonal occurrence and day-night vertical distributions. Journal of Plankton Research, 17 (3), 595–609. doi.org/10.1093/plankt/17.3.595

Onbe, T., Terazaki, S., Nagasawa, M. (1996) Summer distribution of marine cladocerans in Otsuchi Bay, northeastern Honshu, Bulletin of the Plankton Sociecty of Japan, 43, 121–131.

Onbe, T., (1999). Ctenopoda and Onychopoda (=Cladocera). D. Boltovskoy, South Atlantic Zooplankton (s. 797-811). Leiden, Hollanda: Brachuys Publishers.

Ozturk, B. (2002). The Marmara Sea, a Link between the Mediterranean and the Black Sea. Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management, 337–340. doi.org/10.1007/978-94-015-9956-6_34

Paffenhöfer, G. adolf, Orcutt, J. D. (1986). Feeding, growth and food conversion of the marine cladoceran *Penilia avirostris*. Journal of Plankton Research, 8 (4), 741–754. doi.org/10.1093/plankt/8.4.741

Paloheimo, E. (1974). Calculation of instantaneous birth rate. Limnology and Oceanography, 19 (4), 692–694.

Parsons, T.R., Maita, Y., Lalli, C.M. (1984). A Manual of Chemical and Biological Methods for Seawater Analysis, Oxford, England: Pergamon Press,

Pekalski, A. (2000). Model of evolution with sexual and non-sexual reproduction. European Physical Journal B, 13 (4), 791–796. doi.org/10.1007/s100510050099

Platt, T., Yamamura, N. (1986). Prenatal mortality in a marine cladoceran, *Evadne nordmanni*. Marine Ecology Progress Series, 29 , 127–139. doi.org/10.3354/meps029127

Polat-Beken, Ç., Okuş, E., Altiok, H., Yüksek, A., Yilmaz, N. ve Kiratli, N. (2000). Marmara Denizi ve Karadeniz ekolojik etkileşiminin zaman serisi verileri ile araştırılması. İÜ-DBİE, Sunulan Kurum: TUBİTAK.

Pollupuu, M., Simm, M., Ojaveer, H. (2010). Life history and population dynamics of the marine cladoceran *Pleopis polyphemoides* (Leuckart) (Cladocera, Crustacea) in a shallow temperate Pärnu Bay (Baltic Sea). Journal of Plankton Research, 32 (10), 1459–1469. doi.org/10.1093/plankt/fbq063

Ramirez, F. C., Perez Seijas, G. M. (1985). New data on the ecological distribution of cladocerans and first local observations of the reproduction of *Evadne nordmanni* and podon- intermedius crustacea cladocera in argentine sea waters. Physis Secc A, 43 (105), 131–143.

Rinaldi, A., Vollenweider, R. A., Montanari, G., Ferrari, C. R., Ghetti, A. (1995). Mucilages in Italian seas: the Adriatic and Tyrrhenian Seas, 1988-1991. Science of the Total Environment, 165 (1–3), 165–183. doi.org/10.1016/0048-9697(95)04550-K

Rispe, C., Pierre, J. S. (1998). Coexistence between cyclical parthenogens, obligate parthenogens, and intermediates in a fluctuating environment. Journal of Theoretical Biology, 195 (1), 97–110. doi.org/10.1006/jtbi.1998.0784

Rocha, C. E. F. da. (1982). Distribution of the marine Cladocerans (Crustacea, Branchiopoda) of Santos, Brazil. Boletim de Zoologia, 7 (7), 155. doi.org/10.11606/issn.2526-3358.bolzoo.1983.122035

Rose, K., Roff, J. C., Hopcroft, R. R. (2004). Production of *Penilia avirostris* in Kingston

Harbour, Jamaica. Journal of Plankton Research, 26 (6), 605–615. doi.org/10.1093/plankt/fbh059

Shiganova, T., Tarkan, A.N., Dede, A., M. Cebeci. (1995). Distribution of the ichthyo-jellyplankton *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865) in the Marmara Sea. Journal of the Black Sea/Mediterranean Environment, 1, 3-12.

Shiganova, T., (2005), Changes in Appendicularian Oikopleur dioica Abundance Caused by Invasion of Alien Ctenophores in the Black Sea, Journal of the Marine Biological Association of the UK, 85, 477-494. doi.org/10.1017/S0025315405011410

Siokou-Frangou, I., Shiganova, T., Christou, E. D., Kamburska, L., Gubanova, A., Konsulov, A., Khoroshilov, V. (2004). Mesozooplankton communities in the Aegean and Black Seas: A comparative study. Marine Biology, 144 (6), 1111–1126. doi.org/10.1007/s00227-003-1277-3

Smirnov, N. (2014). Physiology of Cladocera. Silicon Geochemistry and Biogeochemistry.London, England: Elsevier.

Smith, M. (1968). Evolution in Sexual and Asexual Populations, 102 (909), 469–473.

Sur, H.İ., Okuş, E., Yüksek, A, Taş, S., Aslan, A., Yilmaz N. ve diğerleri. (2005). Su Kalitesi İzleme Çalışması, Final Raporu (2004), (Sunulan Kuruluş: İstanbul Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü).

Sur, H.İ., Okuş, E., Yüksek, A, Taş, S., Aslan, A., Yilmaz N. ve diğerleri. (2006). Su Kalitesi İzleme Çalışması, Final Raporu (2005), (Sunulan Kuruluş: İstanbul Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü).

Sur, H.İ., Okuş, E., Yüksek, A, Taş, S., Aslan, A., Yilmaz N. ve diğerleri. (2007). Su Kalitesi İzleme Çalışması, Final Raporu (2006), (Sunulan Kuruluş: İstanbul Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü).

Sur, H.İ., Okuş, E., Yüksek, A, Taş, S., Aslan, A., Yilmaz N. ve diğerleri. (2008). Su Kalitesi İzleme Çalışması, Final Raporu (2007), (Sunulan Kuruluş: İstanbul Su Kanalizasyon İdaresi Genel Müdürlüğü).

Sorokin, Y.I. (1983). The Black Sea. B.H. Ketchum, (Ed.), Estuaries and Enclosed Seas (Ecosystems of the world) (s. 253-292). Amsterdam, Hollanda: Elsevier.

Stross, H. (1968). Photoperiod Control of Winter Diapause in the Fresh-Water Crustacean, Daphnia, 134 (1), 176–198. doi.org/10.2307/1539976

Stross, R. G., Hill, J. C. (1965). Diapause induction in Daphnia requires two stimuli. Science, 150 (3702), 1462–1464. doi.org/10.1126/science.150.3702.1462

Stross, R. G. (1969a). Photoperiod Control of Diapause in Daphnia. II. Induction of Winter Diapause in the Arctic, 165 (3), 264–273. doi.org/10.2307/1539819

Stross, R. G. (1969b). Photoperiod Control of Diapause in Daphnia. III. Two-Stimulus Control of Long-Day, Short-Day Induction. The Biological Bulletin, 137 (2), 359–374. doi.org/10.2307/1540108

Svetlichny, L. S., Kideys, A. E., Hubareva, E. S., Besiktepe, S., Isinibilir, M. (2006). Development and lipid storage in Calanus euxinus from the Black and Marmara seas: Variabilities due to habitat conditions. Journal of Marine Systems, 59 (1–2), 52–62. doi.org/10.1016/j.jmarsys.2005.09.003

Svetlichny, L., Hubareva, E., Belmonte, G., Isinibilir, M., Ustun, F., Yilmaz, I. N., Toklu-Alicli, B. (2010). Vulnerability of copepod eggs in salinity and temperature gradients of the Marmara and Black Seas. Marine Ecology Progress Series, 419 , 109–120. doi.org/10.3354/meps08837

Tang, K. W., Chen, Q. C., Wong, C. K. (1995). Distribution and biology of marine cladocerans in the coastal waters of southern China. Hydrobiologia, 307 (1–3), 99–107. doi.org/10.1007/BF00032001

Tas, S., Okus E. (2004). Phytoplanktonarbeiten im Golf İzmit, Türkei. Mikrokosmos, 93 (1), 21-24.

Taş, S., Okuş, E. (2011). A review on the bloom dynamics of a harmful dinoflagellate *Prorocentrum minimum* in the Golden Horn Estuary. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 11 (4), 523–531. doi.org/10.4194/1303-2712-v11_4_03

Tas, S., Yilmaz, I. N. (2015). Potentially harmful microalgae and algal blooms in a eutrophic estuary in the Sea of Marmara (Turkey). Mediterranean Marine Science, 16 (2), 432–443. doi.org/10.12681/mms.1042

Tas, S., Lundholm, N. (2018). Corrigendum: Temporal and spatial variability of the potentially toxic *Pseudo-nitzschia* spp. in a eutrophic estuary (Sea of Marmara) (Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom (2016) (CJO2016) DOI: 10.1017/S0025315416000837). Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 98 (2), 437. doi.org/10.1017/S0025315416001235

Tüfekçi, V., Balkis, N., Beken, Ç. P., Ediger, D., Mantikci, M. (2010). Phytoplankton composition and environmental conditions of the mucilage event in the Sea of Marmara. Turkish Journal of Biology, 34 (2), 199-210. doi.org/10.3906/biy-0812-1

Tugrul, S., Polat, C. (1995). Quantitative comparison of the influxes of nutrients and organic carbon into the Sea of Marmara both from anthropogenic sources and from the black sea. Water Science and Technology, 32 (2), 115–121. doi.org/10.1016/0273-1223(95)00576-9

Turkeri, E. E., (2019). Doğu Marmara Denizinde zooplanktonun mevsimsel dağılımı ve tür kompozisyonu. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İ.Ü. Su Bilimleri Fakültesi, İstanbul.

Turkoglu, M. (2013). Red tides of the dinoflagellate *Noctiluca scintillans* associated with eutrophication in the Sea of Marmara (the Dardanelles, Turkey). Oceanologia, 55 (3), 709-732. doi.org/10.5697/oc.55-3.709

Turner, J. T., Tester, P. A., Ferguson, R. L. (1988). The marine cladoceran *Penilia avirostris* and the "microbial loop" of pelagic food webs. Limnology and Oceanography, 33 (2), 245–255. doi.org/10.4319/lo.1988.33.2.0245

Umani, F., Serena, L., Borme, D., De Olazabal, A., Parlato, S., Precali, R., Cangini, M. (2005). Inter-annual variations of planktonic food webs in the northern Adriatic Sea. Science of the Total Environment, 353 (1–3), 218–231. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.09.016

Ünal, E., Shmeleva, A.A., Zagorodnyaya, J., Kideyş, A.E. (2000). Marmara Denizi'nin ilkbahar 1998'de zooplankton yapısı ve kopepod türleri. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu, Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 450-460, 11-12 Kasım 2000, İstanbul.

Ünlülata, Ü., Oğuz, T., Latif, M. A., Özsoy, E. (1990). On the physical oceanography of the Turkish Straits. In The physical oceanography of sea straits (s. 25-60). Springer, Dordrecht.

Üstün, F., Bat, L., Mutlu, E. (2018). Seasonal variation and taxonomic composition of mesozooplankton in the southern Black Sea (off Sinop) between 2005 and 2009. Turkish Journal of Zoology, 42 (5), 541–556. doi.org/10.3906/zoo-1801-13

UWTD; EC. (1991) Council Directive 91/271/EEC Urban Waste-Water Treatment of 21 May 1991. European Commission. Erişim adresi: https://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/PDF (Erişim tarihi: 04.11.2020).

Uye, S., Iwai, Y., Kasahara, S. (1982). Reproductive Biology of *Pseudodiaptomus marinus* (Copepoda : Calanoida) in the Inland Sea of Japan. Bulletin of Plankton Society of Japan, 29 (1), 25–35.

Uysal, A., Yüksek, A., Okuş, E., Yilmaz, N. (2002). Benthic community structure of the Bosphorus and surrounding area. Water Science and Technology, 46 (8), 37–44. doi.org/10.2166/wst.2002.0140

Valentin, J. L., Marazzo, A., Gomes, C. L. (2003). The diel vertical migration pattern of the cladoceran *Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859) in a stratified tropical bay. Crustaceana, 76 (5), 513–521. https://doi.org/10.1163/156854003322316164

Valentin, Jean L., Marazzo, A. (2003). Modelling the population dynamics of *Penilia avirostris* (Branchiopoda, Ctenopoda) in a tropical bay. Acta Oecologica, 24. doi.org/10.1016/S1146-609X(03)00021-3

Valentin, J. L., Marazzo, A. (2004). Embryonic development time of *Penilia avirostris* Dana, 1852 in a tropical bay in Brazil. Brazilian journal of biology = Revista brasleira de biologia, 64 (4), 891–894. doi.org/10.1590/S1519-69842004000500020

Verity, P. G., Smetacek, V. (1996). Organism life cycles, predation, and the structure of marine pelagic ecosystems. Marine Ecology Progress Series, 130 (1–3), 277–293. doi.org/10.3354/meps130277

Vijayalakshmi, G. S., Venugopalan, V. K. (1972). Ocurrence and Fertility of *Penilia avirostris* Dana (Cladocera) Porto Novo Waters, 1, 1971–1973.

Vinograov, M. E., Shushkina, E. A., Musaeva, E. I., Sorokin, P. Y. (1989). A newly species in the Black Sea: Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* (*A. agassiz*) (Ctenophora: Lobata). Oceanology 29, 220-224.

Vourinen, I., Ranta, E. (1987). Dynamics of marine meso-zooplankton at Seili, Northern Baltic Sea, in 1967-1975. Ophelia, 28 (1), 31–48. doi.org/10.1080/00785326.1987.10430802

Wickstead, J. H. (1963). The Cladocera of the Zanzibar Area of the Indian Ocean, with a Note on the Comparative Catches of Two Plankton Nets. East African Agricultural and Forestry Journal, 29 (2), 164–172. doi.org/10.1080/00128325.1963.11661918

Wong, C. K., Ji, C., Nip, T. H. M. (2004). Diel cycle in the percentage abundance of parthenogenetic females with embryos of different developmental stages in four species of marine cladocerans. Journal of Plankton Research, 26 (9), 1095–1103. doi.org/10.1093/plankt/fbh102

Wong, C. K., Li, V. C. Y., Chan, A. (2008). Diel cycles of reproduction and vertical migration in the marine cladocerans *Pseudevadne tergestina* and *Penilia avirostris*. Journal of Plankton Research, 30 (1), 65–73. doi.org/10.1093/plankt/fbm096

Yalçın, B., Artüz, M. L., Pavlidou, A., Çubuk, S., Dassenakis, M. (2017). Nutrient dynamics and eutrophication in the Sea of Marmara: Data from recent oceanographic research. Science of the Total Environment, 60 (2), 405–424. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.179

Yilmaz, İ. N. (2002). Kuzeydoğu Marmara Denizi ve Güneybatı Karadeniz üst tabaka zooplanktonun zamana bağlı değişimi ve çevresel şartlarla ilişkisi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

Yilmaz, İ. N., Okuş, E., Yuksek, A. (2005) Evidences for influence of a heterotrophic dinoflagellate (*Noctiluca scintillans*) on zooplankton community structure in a highly stratified basin. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 64: 475-485 10.1016/j.ecss.2005.03.011

Yılmaz, I. N. (2008). Marmara denizi zooplankton dinamiği.(Yayımlanmamış Doktora Tezi). İ.Ü. Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

Yilmaz, I. N. (2014). Collapse of zooplankton stocks during *Liriope tetraphylla* (Hydromedusa) blooms and dense mucilaginous aggregations in a thermohaline stratified basin. Marine Ecology, 36 (3), 595-610. doi.org/10.1111/maec.12166

Yoo, K. I., Kim, S.W. (1987). Seasonal distribution of marine cladocerans in Chinhae Bay, Korea. J. Oceanol. Soc. Korea.

Yüksek, A., Yilmaz, İ.N., Okuş, E, Uysal, Z, Shmeleva, A.A., Gubanova, A., Altukhov, D., Polat-Beken, S.Ç. (2002). Spatio-temporal variations in zooplankton communities and influence of environmental factors on them in SW Black Sea and the Sea of Marmara. Second International Conference on Oceanography of the Eastern Mediterranean and Black Sea: Similarities and Differences of Two Interconnected Basins, 14-18 Ekim 2002, Ankara.

Zadereev, Y. S. (2003). Maternal effects, conspecific chemical cues, and switching from parthenogenesis to gametogenesis in the cladoceran *Moina macrocopa*. Aquatic Ecology, 37 (3), 251–255. doi.org/10.1023/A:1025850417717

Zengin, M., Mutlu, C. (2000). The recent state of the fisheries and suggestions related to the future of the stacks at the Marmara Sea. Marmara Denizi 2000 Sempozyumu, Marmara Denizi 2000 Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 607, 11-12 Kasım 2000, İstanbul.

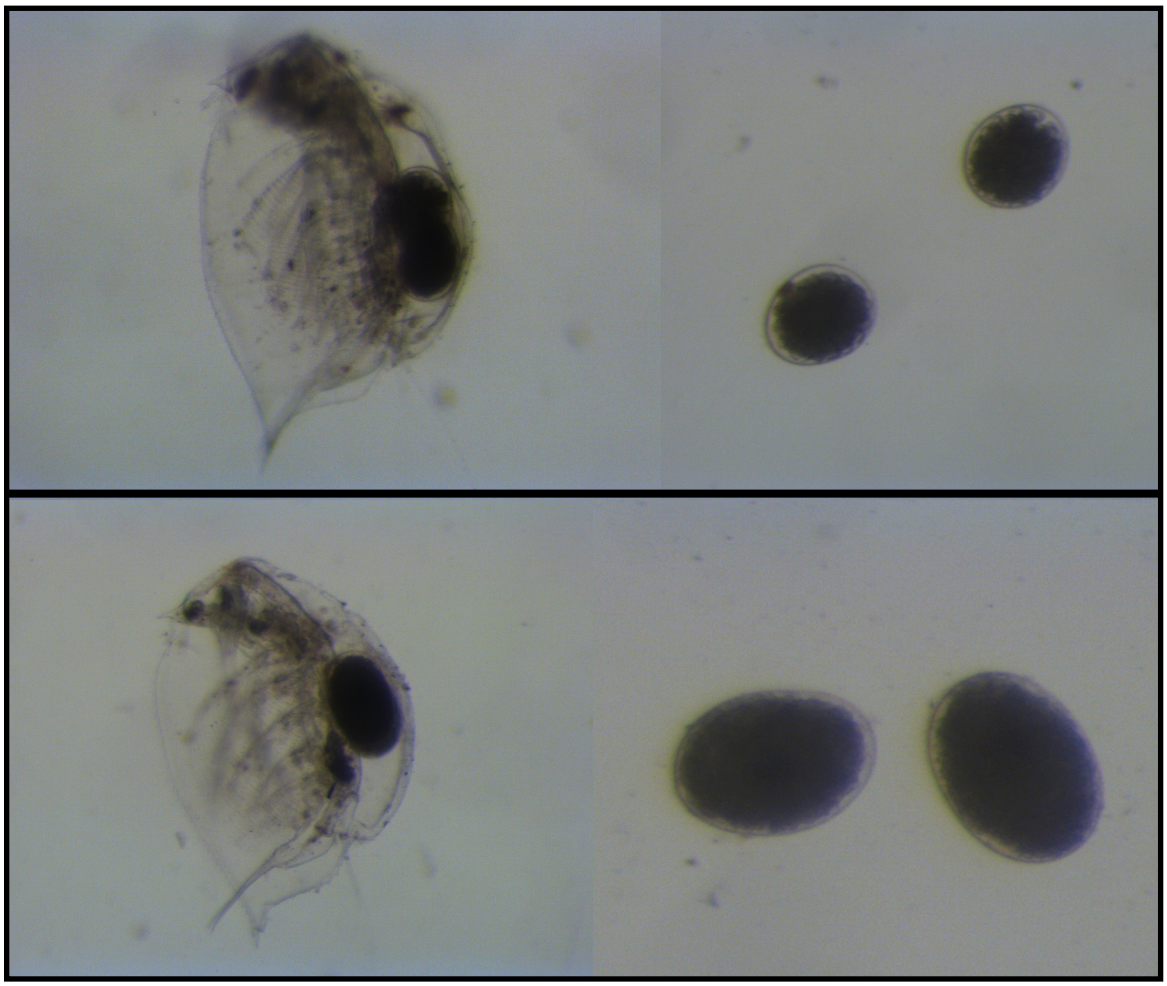
EKLER

EK 1. Zooplankton örneklerinin çekim tabakalarına ve saatlerine ait bilgiler

Tarih	Çekim Tabakaları (m)	Çekim Saatleri
Ocak 04	12-0	18:09
Şubat 04	22-0	11:40
Mart 04	8-0	09:00
Nisan 04	6-0	07:52
Mayıs 04	8-0	20:05
Haziran 04	20-0	07:50
Temmuz 04	10-0	08:09
Ağustos 04	10-0	15:13
Eylül 04	11-0	13:15
Ekim 04	7-0	08:10
Kasım 04	18-0	08:24
Aralık 04	12-0	07:40
Ocak 05	19-0	08:16
Şubat 05	22-0	08:18
Mart 05	20-0	08:24
Nisan 05	7-0	07:53
Mayıs 05	10-0	08:27
Temmuz 05	10-0	08:00
Ağustos 05	10-0	08:07
Eylül 05	10-0	09:30
Ekim 05	15-0	08:47
Kasım 05	18-0	20:38
Aralık 05	10-0	08:40
Ocak 06	14-0	20:39
Şubat 06	24-0	19:23
Mart 06	20-0	19:10
Nisan 06	10-0	15:54
Mayıs 06	20-0	16:30
Haziran 06	15-0	12:32
Temmuz 06	14-0	14:02
Ağustos 06	9-0	07:58
Eylül 06	10-0	08:12
Ekim 06	10-0	17:58
Kasım 06	10-0	07:58
Aralık 06	12-0	07:48

Tarih	Çekim Tabakaları (m)	Çekim Saatleri
Ocak 07	18-0	18:00
Şubat 07	10-0	18:18
Mart 07	15-0	18:20
Nisan 07	8-0	13:45
Mayıs 07	8-0	16:19
Haziran 07	10-0	14:26
Ağustos 07	10-0	13:00
Eylül 07	10-0	14:26
Ekim 07	13-0	08:09
Kasım 07	10-0	19:53
Aralık 07	10-0	19:06
Ocak 08	10-0	20:00
Şubat 08	25-0	20:14
Mart 08	8-0	07:51
Mayıs 08	10-0	08:11
Haziran 08	12-0	18:25
Temmuz 08	12-0	18:50
Ağustos 08	10-0	20:22
Ekim 08	11-0	18:07
Kasım 08	10-0	18:47
Aralık 08	15-0	19:08

EK 2. *P. avirostris* gametogenetik dişi



Penilia avirostris:

2 adet kış yumurtası taşıyan gametogenetik dişi

Ekim. 2005

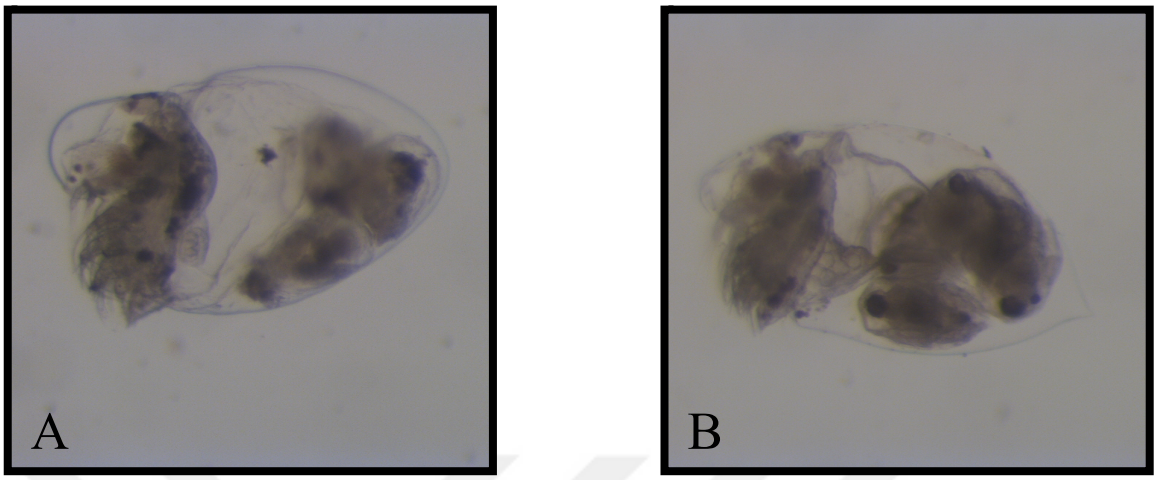
EK 3. Türlerin yıllara ait incelenen birey sayıları, BL ve TL değerler tablosu

Penilia avirostris	***N***	**Vücut Uzunlukları (mm)**			**Toplam Vücut Uzunlukları (mm)**		
		min	**maks**	**Ort±SD**	**min**	**maks**	**Ort±SD**
2004	300	0.376	0.785	0,611 ± 0,069	0.454	0.997	0,744 ± 0,082
2005	300	0.447	1.050	0,642 ± 0,071	0.535	1.309	0,781 ± 0,089
2006	100	0.489	0.727	0,582 ± 0,045	0.577	0.872	0,695 ± 0,061
2007	138	0.524	0.797	0,627 ± 0,051	0.641	0.929	0,755 ± 0,057
2008	200	0.278	0.799	0,575 ± 0,098	0.336	0.999	0,680 ± 0,118
Pleopis polyphemoides							
2004	450	0.206	0.462	0,320 ± 0,042	0.221	0.565	0,392 ± 0,062
2005	350	0.228	0.452	0,326 ± 0,045	0.244	0.615	0,400 ± 0,070
2006	350	0.230	0.440	0,329 ± 0,040	0.258	0.530	0,385 ± 0,055
2007	250	0.243	0.453	0,342 ± 0,037	0.287	0.589	0,418 ± 0,064
2008	150	0.140	0.301	0,225 ± 0,028	0.158	0.433	0,284 ± 0,052
Pseudevdne tergestina							
2004	50	0.380	0.633	0,465 ± 0,058	0.444	1.008	0,652 ± 0,135
2005	150	0.315	0.564	0,447 ± 0,055	0.437	0.814	0,643 ± 0,097
2006	49	0.311	0.533	0,436 ± 0,047	0.402	0.851	0,637 ± 0,086
2007							
2008	50	0.282	0.569	0,408 ± 0,076	0.370	0.791	0,555 ± 0,118
Evadne nordmanni							
2004	150	0.321	0.585	0,424 ± 0,044	0.363	0.912	0,702 ± 0,105
2005	150	0.349	0.569	0,457 ± 0,048	0.567	0.967	0,756 ± 0,094
2006	199	0.33	0.642	0,428 ± 0,043	0.478	0.886	0,689 ± 0,087
2007	50	0.344	0.489	0,418 ± 0,037	0.539	0.882	0,743 ± 0,092
2008	100	0.204	0.420	0,305 ± 0,042	0.344	0.732	0,530 ± 0,101

EK 4. GF bireylerden elde edilen yumurta miktarları ve meristik ölçümler

Tarih	*N*	Vücut Uzunlukları (mm) (Ort ± SD)	Toplam Vücut Uzunlukları (mm) (Ort ± SD)	Yumurta sayısı	Yumurta Çapı (mm) (Ort ± SD)
Penilia avirostris					
1.09.2004	2	0,683 ± 0,001	0,897 ± 0,011	2	0,251 ± 0,038
1.11.2004	1	0.700	0.812	1	0.192
28.10.2005	3	0,724 ± 0,046	0,904 ± 0,044	5	0,211 ± 0,008
24.08.2006	1	0.662	0.861	1	0.231
28.08.2008	2	0,665 ± 0,015	0,791 ± 0	2	0,178 ± 0,018
Pleopis polyphemoides					
24.06.2004	2	0,284 ± 0,015	0,346 ± 0,045	2	
28.10.2004	3	0,406 ± 0,012	0,459 ± 0,029	3	
29.04.2005	1	0.291	0.322	1	
11.05.2005	3	0,314 ± 0,041	0,397 ± 0,035	3	
30.11.2005	1	0.383	0.496	1	
10.12.2005	4	0,386 ± 0,010	0,477 ± 0,051	4	
14.02.2006	1	0.440	0.491	1	
23.06.2006	1	0.337	0.377	1	
20.07.2006	1	0.268	0.398	1	
28.03.2007	3	0,401 ± 0,008	0,510 ± 0,020	3	
25.11.2008	3	0,260 ± 0,002	0,315 ± 0,040	3	
Pseudevadne tergestina					
28.10.2004	1	0.633	1.008	1	
28.10.2004	1	0.472	0.661	1	
Evadne nordmanni					
29.04.2005	1	0.470	0.720	1	
16.05.2008	1	0.361	0.636	1	
16.05.2008	1	0.306	0.484	1	
16.05.2008	1	0.308	0.524	1	
16.05.2008	1	0.302	0.525	1	

EK 5. *P. tergestina* ve *E. nordmanni* türlerine ait anomali görülen bireyler



A: *Pseudevadne tergesyina* türüne ait partenogenetik dişi. Kuluçkasında 4 adet A evresinde embriyo taşırken kuluçkasının dışında fakat karapaksının altında yer alan 3 adet D evresinde embriyo taşıdığı görülmektedir (Ağustos 2006).

B: *Evadne nordmanni* türüne ait partenogenetik dişi. Kuluçkasında 6 adet A evresinde embriyo taşırken kuluçkasının dışında fakat karapaksının altında 4 adet D evresinde embriyo taşıdığı görülmektedir (Şubat 2006).

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi :

Doğum yeri :

Lise : (2008-2012) Özel Getronagan Ermeni Lisesi

Lisans : (2012-2017) İstanbul Üniversitesi Biyoloji Bölümü

Bilimsel etkinlikler : Hakemli Kongre / Sempozyum Bildiri Kitaplarında Yer Alan Yayınlar

Bedikoğlu D., Yılmaz, I.N. (2017). Marmara Denizi Cladocera Popülasyon Dinamikleri Üzerine Gözlemler. 19. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 12-15 Eylül 2017, Sinop, Türkiye. (Sözlü Bildiri)

Yılmaz I.N., Bedikoğlu, D. (2017). Growth, adaptation and distribution of *Aurelia aurita* ephyra in the Strait of Istanbul. 52. European Marine Biology Symposium (EMBS), 25-29 Semptember 2017, Piran, Slovenia. (Poster sunumu)

Bedikoğlu D., Yılmaz, I.N., Demirel , N. (2019). Life history and population of two marine cladocerns. 14. International MEDCOAST congress on Costal and Marine Science, Engineering, Management and conservation, 22-26 October 2019, Muğla, Türkiye. (Sözlü Bildiri)

Bedikoğlu D., Yılmaz, I.N., Demirel , N. (2019). Seasonal Zooplankton Distribution of the Sea of Marmara in the Year 2019. II. Ulusal Denizlerde İzleme ve Değerlendirme Sempozyumu, 11-13 Aralık 2019, Ankara, Türkiye. (Sözlü Bildiri).

Desteklenen Projeler

Marmara Denizi'nde Berlam Balığının (*Merluccius merluccius*, (Linneaus, 1758)) populasyon yapısı (Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje FDP-2020-36673- Devam Ediyor). – Araştırmacı

Marmara Denizi'nde Ticari Öneme Sahip Balık Stoklarının Güncel Durumu ve İleriye Dönük Senaryoların Modellenmesi (TUBITAK Proje No: 119Y294, Şubat 2020- Kasım 2020) – Bursiyer

Türkiye Denizlerinde Bütünleşik Kirlilik İzleme Projesi (Diğer Resmi Kurumlarca Desteklenen Proje, TUBITAK MAM, 2019).- Araştırmacı

Marmara Denizi Kladosera Popülasyonun Üreme Stratejisi ve Ekolojik İlişkisi (Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje No: 2019-33563 -Devam Ediyor).– Araştırmacı.

İstanbul Boğazı'nda *Aurelia aurita* efiralarının Büyümesi Adaptasyonu ve Dağılımı (Yükseköğretim Kurumları Destekli Proje BYP-2017-24445, 2017). -Araştırmacı.

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ

TEZ BENZERLİK RAPORU UYGUNLUK FORMU

ÖĞRENCİNİN ADI SOYADI	: Dalida Beditoğlu
ÖĞRENCİ NO	: 3001170013
ÖĞRETİM YILI	: 2020/2021
ANABİLİM DALI / BİLİM DALI	: Fiziksel Oşinografi ve Deniz Biyolojisi
PROGRAM TÜRÜ	: **YÜKSEK LİSANS** X **DOKTORA** □
TEZ DANIŞMANI ÜNVANI ADI SOYADI	: Doç. Dr. Nazlı Demirel Erol
II. TEZ DANIŞMANI ÜNVAN ADI SOYADI	:
TEZ BAŞLIĞI	: Marmara Denizi Klaksea Rapalosgonunun Üreme Stratejisi ve Ekolojik İlişkisi

DENİZ BİLİMLERİ VE İŞLETMECİLİĞİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE,

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın Kapak sayfası, Türkçe ve İngilizce özet, giriş ve amaç, genel bilgiler, materyal-metot, bulgular, tartışma, sonuç ve kaynaklar bölümlerinden oluşan toplam. 103. sayfalık kısmına ilişkin, 30./11./2020 tarihinde Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsünün kullandığı TURNİTİN programı ile, *Lisansüstü Tezlere ait Benzerlik Raporlarının Alınması ve Kullanılmasına İlişkin Uygulama Esaslarının* 5inci madde ikinci fıkrasında belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış nihai rapora göre benzerlik oranı % 1. 'dir.

Tezimin benzerlik oranı, *06/122017 tarih ve 20 sayılı Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü Yönetim Kurul Kararıyla* Tezin intihal kapsamı dışında değerlendirilmesi için kabul edilmiş olan üst sınır benzerlik oranını aşmamaktadır.

İntihal programı ile raporlanan Tezime ait Benzerlik oranım Üst sınır benzerlik oranının altında olsa dahi aksinin tespit edilmesi durumunda her türlü yasal sorumluğu kabul ettiğimi ve hukuki sonuçlarına razı olduğumu beyan ederim.

Gereğini arz ederim.

[redacted]
İmza
Öğrenci Ad-Soyadı
Tarih: 30./11./2020
Dalida Beditoğlu

EK: TURNİTİN Benzerlik Nihai Raporu ilk sayfa çıktısı

DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR / ~~UYGUN DEĞİLDİR~~

(Ünvan, Ad Soyadı, İmza)

Doç. Dr. Nazlı DEMİREL
[redacted]

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM VE ÖĞRETİM YÖNETMELİĞİ (08.09.2016/29825)

(Yüksek Lisans) MADDE 36 – (2) Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihaî raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir.

(Doktora) MADDE 50 – (4) Öğrenci, doktora tezinin savunmasından önce tezini, düzeltme verilen tezlerde ise düzeltilmiş tezini danışmanına sunar. Tezle ilgili benzerlik ön incelemesi, danışmanın bilgisi dahilinde öğrenci ile birlikte Üniversitenin kabul ettiği yazılım programı kullanılarak yapılır. Enstitü, söz konusu teze ilişkin intihal yazılım programı nihaî raporunu alarak danışmana ve jüri üyelerine gönderir. Rapordaki verilerde veya sınav jüri üyesi/üyelerinin somut kanıtlarla belgeledikleri verilere göre gerçek bir intihalin tespiti halinde; tez, gerekçesi ile birlikte, karar verilmek üzere enstitü yönetim kuruluna gönderilir

Marmara Denizi Kladosera Popülasyonunun Üreme Stratejisi ve Ekolojik İlişkisi

ORIJINALLIK RAPORU

%1	%1	%1	%0
BENZERLIK ENDEKSI	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCI ÖDEVLERI

BIRINCIL KAYNAKLAR

1	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
2	es.scribd.com İnternet Kaynağı	<%1
3	fedorabg.bg.ac.rs İnternet Kaynağı	<%1
4	hdl.handle.net İnternet Kaynağı	<%1
5	link.springer.com İnternet Kaynağı	<%1
6	www.redalyc.org İnternet Kaynağı	<%1
7	www.trjfas.org İnternet Kaynağı	<%1
8	Marazzo, A.. "Population parameters of Pleopis polyphemoides (Crustacea, Cladocera) in a tropical bay", Estuarine, Coastal and Shelf	<%1

	Science, 200308 Yayın	
9	journals.tubitak.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1
10	vicdn.blogspot.com İnternet Kaynağı	<%1
11	gkd.comu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
12	Luigi Vezzulli, Mauro Fabiano. "Sediment biochemical and microbial variables for the evaluation of trophic status along the Italian and Albanian continental shelves", Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 2006 Yayın	<%1
13	Arzu Morkoyunlu Yüce. "DETERMINING THE EFFECTS OF POLLUTANTS ON SOME TYPES OF MICRO ALGAE AND MYTILUS GALLOPROVINCIALIS (LAMARCK, 1819)", International Journal of Research - GRANTHAALAYAH, 2020 Yayın	<%1
14	docshare.tips İnternet Kaynağı	<%1
15	dergipark.gov.tr İnternet Kaynağı	<%1

16	www.hlccevre.com İnternet Kaynağı	<%1
17	László Márk, Győző Dani, Zoltán Kiss, András Katona. "A change of attitude in lipidology, achievement of target levels. What comes next?", Orvosi Hetilap, 2008 Yayın	<%1
18	epdf.tips İnternet Kaynağı	<%1
19	Sensitivity to Change Black Sea Baltic Sea and North Sea, 1997. Yayın	<%1

Alıntıları çıkart	üzerinde	Eşleşmeleri çıkar	< 5 words
Bibliyografyayı Çıkart	üzerinde		