

Research article

Spatial distribution of ichthyoplankton assemblages in Iskenderun Bay (the Eastern Mediterranean) during winter

Sinan MAVRUK^{ORCID}, Dursun AVŞAR^{ORCID} (passed away on May 1, 2022)

Cukurova University, Fisheries Faculty, 01330, Balcalı/Adana, Turkiye
e-mail: smavruk@cu.edu.tr

Abstract: The knowledge about winter ichthyoplankton assemblages in the Mediterranean is limited. This study aimed to investigate the spatial distribution of ichthyoplankton assemblages in Iskenderun Bay and analyze the potential influence of environmental conditions on the distribution in January. Ichthyoplankton samples were collected from a total of 19 stations using a Bongo-60 net on January 27 and 31, 2010. As environmental covariates, mesozooplankton biomass, sea water temperature, pH, and oxygen were measured. The study determined the early life stages of 60 taxa belonging to 15 orders and 28 families, including 23 species in the embryonic stage and 53 species in the larval stage. The average abundance of eggs was determined to be 275 eggs/10m² with the dominant species being *Helicolenus dactylopterus*, which accounted for 17% of all eggs. The average abundance of larvae was found to be 301 larvae/10m², with the dominant species being *Gobius paganellus* and Lessepsian *Etrumeus golanii*. Cluster and ordination analyses revealed that the ichthyoplankton assemblage, which distributed in relatively warmer waters in the southern parts of Iskenderun Bay, significantly differed from the inner bay. Although similar species were encountered in both inner and outer parts, the richness and abundance were higher in the outer bay. The study highlights the importance of investigating wind-ichthyoplankton interactions in the region, suggesting that the observed differentiation in the inner and outer bay may also be influenced by local winds.

Keywords: Abundance, Distribution, Community structure, Fish egg and larvae, Ichthyoplankton biodiversity, Levant Basin.

Citation: Mavruk, S., & Avşar, D. (2023). Spatial distribution of ichthyoplankton assemblages in Iskenderun Bay (the Eastern Mediterranean) during winter. *Acta Biologica Turcica*, 36(3), J11:1-16.

Kış mevsimi itibariyle İskenderun Körfezi (Doğu Akdeniz) ihtiyoplankton topluluklarının alansal değişimi

Özet: Akdeniz genelinde kış dönemi ihtiyoplankton topluluklarıyla ilgili bilgiler son derece sınırlıdır. Bu çalışmada Ocak ayı itibariyle İskenderun Körfezi ihtiyoplankton topluluklarının alansal dağılımları incelenmiş ve çevresel koşulların dağılım üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bu amaçla 27 ve 31 Ocak 2010 tarihlerinde toplam 19 istasyondan Bongo-60 Net kullanılarak ihtiyoplankton örnekleri toplanmış, mezozooplankton biyokütlesi belirlenmiş ve ayrıca sıcaklık, pH ve oksijen değerleri ölçülmüştür. Çalışma kapsamında 15 takım ve 28 aileden toplam 60 türe ait erken gelişim evreleriyle karşılaşılmıştır. Örnekler içerisinde embriyonik aşamada 23 ve larval aşamada ise 53 farklı tür tespit edilmiştir. Yumurtaların ortalama bolluğu 275 adet/10m² olup, tüm yumurtaların %17'sini oluşturan *Helicolenus dactylopterus* en baskın tür olarak belirlenmiştir. Larvaların ortalama bolluğu ise 301 adet/10m² olarak tespit edilmiş olup bu aşamadaki en baskın türler *Gobius paganellus* ve Lesepsiyen *Etrumeus golanii*'dir. Yapılan kümeleme ve ordinasyon analizleri sonucunda İskenderun Körfezi'nin güney kesimlerinde, görece sıcaklığın daha yüksek olduğu sularda dağılım gösteren ihtiyoplankton topluluğunun körfezin iç kesimlerinden önemli ölçüde farklılaştığı belirlenmiştir. İç ve dış kesimlerde benzer türlerle karşılaşılmış olsa da körfezin görece sıcak olan dış kesimlerdeki tür sayısı ve bolluk iç kesimlere nazaran daha yüksek olarak bulunmuştur. Çalışma sonucunda iç ve dış körfezde gözlenen ayrışmanın yerel rüzgarlara bağlı olarak da gerçekleşebileceği, bu bağlamda bölgede rüzgar-ihtiyoplankton etkileşimlerinin daha detaylı incelenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Bolluk, Dağılım, Balık yumurta ve larvaları, İhtiyoplankton biyoçeşitliliği, İhtiyoplankton komünite yapısı, Levant Baseni.

Giriş

Denizel kemikli balıkların neredeyse tamamı larval aşamada planktonik bir yaşam sürmektedir (Richards, 2006). Alansal ve zamansal açıdan benzer dağılım özellikleri gösteren farklı türlere ait larvaların oluşturduğu birliktelik "larval balık toplulukları" terimi ile ifade edilmektedir (Miller, 2002). Aynı dönem ve alanda üreyen, trofik ilişkiler ve su hareketleri gibi çeşitli süreçlere birbiriyle analog adaptasyonlar geliştiren türler aynı ihtiyoplankton topluluğunda yer almakta, benzer çevresel koşullara maruz kalmakta ve etkilenmektedirler (Doyle ve ark., 1993; Frank & Leggett, 1983). Bolluk, tür çeşitliliği ve tür kompozisyonu, larval balık topluluklarını karakterize eden üç temel yapısal özelliği teşkil etmektedir. Bu bağlamda sözü edilen parametrelerdeki alansal ve zamansal değişimler, direkt veya dolaylı olarak balıkların üreme stratejileri ile su ortamının fiziksel, kimyasal ve biyolojik koşullarına bağlıdır (Mavruk ve ark., 2018). Larval balık topluluklarının ekolojik ilişkilerinin anlaşılması çevresel koşullardaki değişimlerin

balık popülasyonlarını nasıl etkilediğine dair önemli ipuçları da sağlamaktadır (Houde, 2009).

Levant Baseni'nin kuzeydoğu kenarında yer alan İskenderun Körfezi, Mersin Körfezi ile birlikte Doğu Akdeniz'in ihtiyoplankton açısından en yoğun çalışılan kesimlerinden birini oluşturmaktadır. Körfez, sığ batimetrik yapısı ve başta Ceyhan Nehri olmak üzere zengin tatlı su girdilerine sahip olması nedeniyle Doğu Akdeniz'in en önemli balıkçılık sahaları arasında yer almaktadır (Avşar, 1999). Körfezin ihtiyofaunası büyük ölçüde Lesepsiyen türlerden oluşmaktadır. Mavruk ve ark. (2017) bu türlerin toplam biyoçeşitliliğin %27'sini, biyokütlenin %62'sini ve biyokütlenin ise %85'ini oluşturduğunu belirtmektedir.

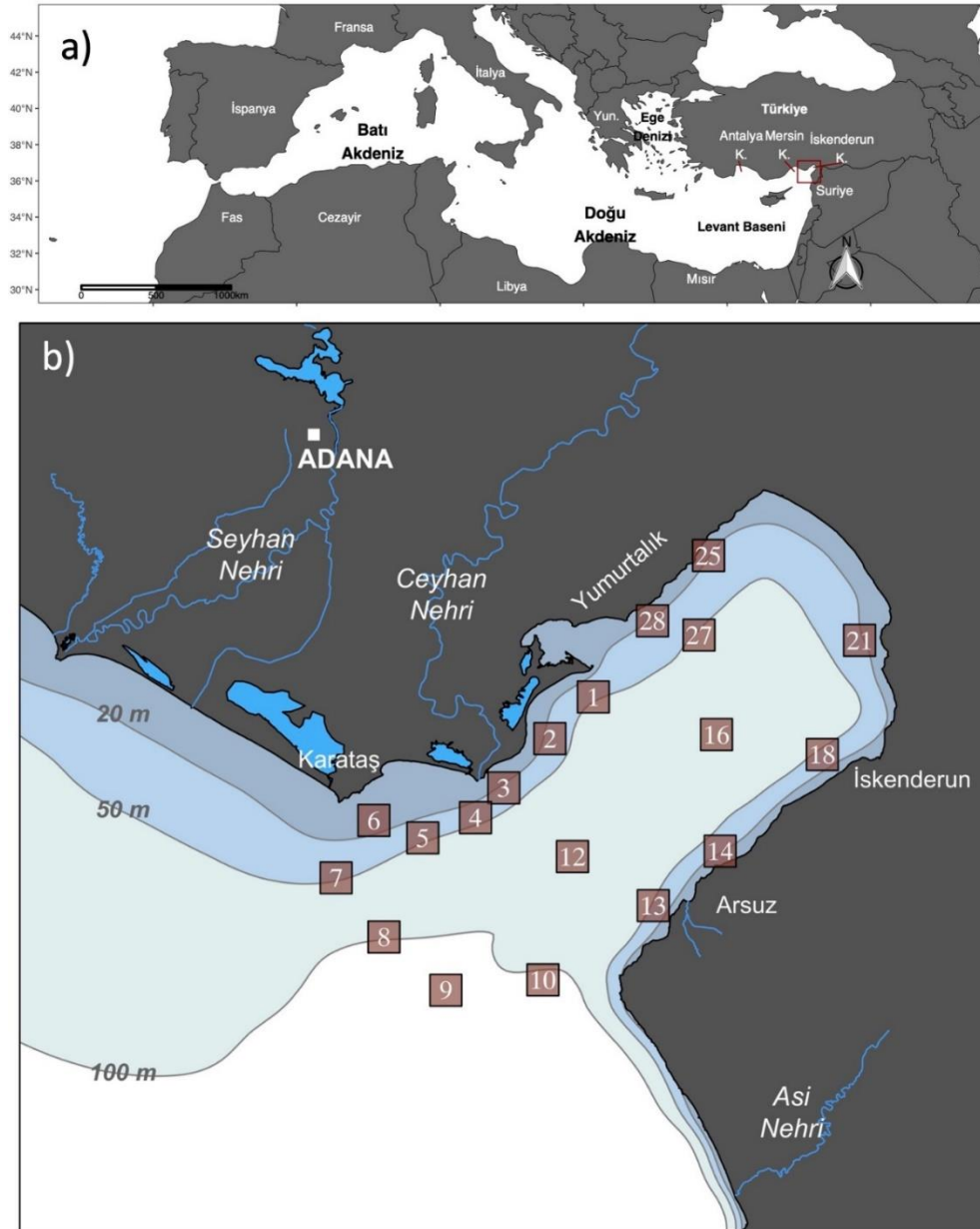
İskenderun Körfezi de dahil olmak üzere Akdeniz kıyılarımızda yapılan ihtiyoplankton çalışmalarının detaylı bir sentezi Örek & Mavruk (2016) tarafından verilmiştir. Akdeniz geneli ile uyumlu olarak İskenderun Körfezi'nde de ihtiyoplankton topluluklarının belirgin mevsimsel değişimler sergilediği bilinmekte olup, bu bağlamda kış mevsimi düşük biyoçeşitlilik ve bolluk

değerleriyle karakteristiktir (Mavruk, 2009; Mavruk ve ark., 2018). Mavruk (2017)'nin Yumurtalık kıyı ve açık sularında yaklaşık 15'er günlük aralıklarla gerçekleştirdiği saha çalışmalarında, kış mevsimi boyunca ihtiyoplankton topluluklarının zamansal açıdan büyük ölçüde sıcaklığa bağlı olarak değiştiği belirlenmiş, alansal açıdan ise 20 m'den sığ sularda ihtiyoplankton bolluk ve çeşitliliğinin düşük düzeylerde olduğu ortaya konmuştur. Yarıkkaya adı verilen yerel rüzgarların kış mevsiminde ihtiyoplankton topluluklarının alansal değişiminde önemli rol oynadığı öne sürülmüş olmakla birlikte bölgede kış dönemi ihtiyoplanktonunun alansal değişimini özel olarak ele alan herhangi bir çalışma mevcut değildir (Mavruk ve ark.,

2018). Dolayısıyla bu çalışmanın amacı Ocak ayı itibariyle İskenderun Körfezi larval balık topluluklarının alansal dağılımlarını incelemek ve çevresel koşulların dağılım üzerindeki etkisini analiz etmektir.

Materyal ve Yöntem

Çalışma kapsamında ihtiyoplankton örneklemeleri 27 Ocak ve 31 Ocak 2010 tarihlerinde olmak üzere iki günde İskenderun Körfezi genelini temsil edecek şekilde seçilen 19 istasyonda gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Saha çalışmasında, Çukurova Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi'ne ait 10.5 metrelik, 85 HP gücündeki Gözlem I adlı araştırma teknesinden yararlanılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı (a) ile istasyonların konum ve numaraları (b)

Plankton örnekleri, kantitatif ihtiyoplankton örneklemeleri için standart olarak önerilen Bongo net (Smith and Richardson, 1977) tabana 5 m mesafeden ya da 100 m'den derin istasyonlarda bu derinlikten itibaren yüzeye doğru yaklaşık 45°'lik açı ile oblik olarak çekilmek suretiyle alınmıştır. Bongo netin süzdüğü su miktarı, monte edilen Hydrobios marka flowmetre ile belirlenmiştir. Bongo Net 60cm çapında iki çember toplam 3m yüksekliğinde konik ve silindirik olmak üzere, iki parçadan oluşan ağ sistemi ve 19kg ağırlığındaki batırıçından oluşmaktadır (Smith & Richardson, 1977). Her iki kasnakta 300µm ağ göz genişliğine sahip polyester malzemeden imal edilen plankton ağları kullanılmıştır. Güverteye çıkarılan örnekler boraksla tamponlanmış %4'lük analitik formaldehit çözeltisi kullanılarak fikse edilmiş ve incelenmek üzere laboratuvar ortamına taşınmıştır (Özel, 2005).

Örnekleme yapıldığı istasyonlarda YSI 6600-D marka Çoklu Çevresel Parametre Ölçüm Cihazı (CTD) kullanılarak yüzeyden dibe doğru tüm derinliklerinden sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerlerinin ölçümü yapılmıştır.

Bongo netin çemberlerinin her ikisinden de alınan örnekler, laboratuvarında Olympus SZX-7 ve Leica M125 marka stereo trinoküler mikroskoplar kullanılarak incelenmiş ve ihtiyoplanktonlar ayıklanmıştır. İhtiyoplankton incelemelerinde Bongo netin her iki ağından gelen örnekler tekerrür olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen ihtiyoplanktonlar, mümkün olan en düşük taksonomik düzeyde tanımlanmaya çalışılmıştır. Tür teşhislerinde kullanılan temel kaynaklar arasında Ehrenbaum (1909), Lo-Bianco (1956), Arım (1957), Dehnik (1973), Russell (1976), Mater (1981), Leis and Rennis (1983), Leis and Trinski (1989), Okiyama (1988), Olivar and Fortuno (1991), Yüksek and Gücü (1994), Leis and Ewart (2000), Richards (2006) ve Fahay (2007) yer almaktadır. Ayrıca Yüksek (1993), Çoker (2003), Mater and Çoker (2004) ve Ak (2004)'ün çalışmalarından da yararlanılmıştır.

Bongo netin bir ağından gelen örnekler ayıklandıktan sonra mezozooplankton biyokütlesi analizleri için kullanılmıştır. Bu amaçla önce zooplankton örnekleri 1000µm, daha sonra kalan örnek ise 500µm ağ göz genişliğine sahip filtrelerden geçirilerek 300-500, 500-1000 ve >1000µm olmak üzere, üç boy grubuna ayrılmıştır. Biyokütle ölçümü, her boy grubu için kuru ağırlık olarak (mg m⁻³) hassas terazi kullanılarak ölçülmüş

olan glass fiber GF/C filtrelerden süzülmesi ve steril petri kaplarının içine koyularak, işleme tabi tutulana kadar -20°C'de muhafaza edilmiştir. Petri kapları ölçümden önce etüvde 60°C'de 24 saat bekletilmiş, daha sonra vakum desikatörün içine konulmuştur. Biyokütle değeri, filtrelerin son ağırlıklarından ilk ağırlıkları çıkartılmak suretiyle hesaplanmıştır (Kurt & Polat, 2013).

İhtiyoplankton topluluklarının alansal değişimini analiz etmek amacıyla, öncelikle uygulanan kümeleme ve nMDS analizleriyle farklı ihtiyoplankton toplulukları tanımlanmıştır. İkinci aşamada betimleyici karakterlerin topluluklar arasındaki değişimi ele alınmıştır. Bu amaçla, topluluklara ait Renyi profilleri, tür ve birey sayısı değerleri ve Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi ile Pielou düzenlilik bileşeni incelenmiştir. Sonrasında, ihtiyoplankton topluluklarının dominant ve karakteristik türlerinin belirlenmesi amacıyla Simper ve rank-bolluk eğrileri incelenmiş (Şekil 2-c); dördüncü kısımda ise, tür kompozisyonunun alansal değişimine etki eden çevresel koşulların belirlenmesi amacıyla Kanonik Uyum Analizi (CCA) uygulanmıştır (Şekil 2-d).

Bulgular

Çevresel Koşullar

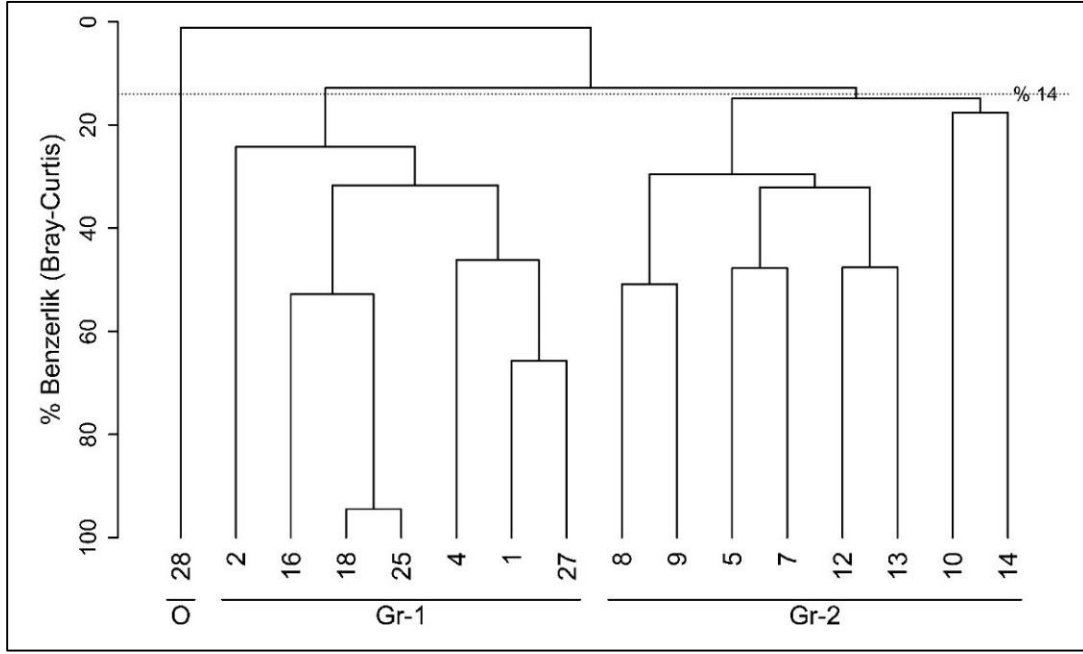
Örnekleme periyodu itibarıyla yüzey suyu sıcaklığı ortalama 16,75°C ve dip suyu sıcaklığı ortalama 16,66 °C olarak ölçülmüş olup yüzey ve dip suyu sıcaklıkları arasında herhangi bir farklılık gözlenmemiş, su kolonunun ortalama sıcaklığının 15,17 ile 17,87 °C arasında değiştiği ve ortalama 16,71 (±0,74; ±standart sapma) °C olduğu belirlenmiştir. Teknik nedenlerle tuzluluk ölçümü yapılamamıştır. Çözünmüş oksijen düzeylerinin 6,82 ile 7,52 ppm arasında değiştiği ve ortalama değerin 7,16 ±0,18 olduğu tespit edilmiştir. Su kolonunun pH değerleri 8,20 – 8,34 arasında değişmiş olup ortalama değer 8,27±0,04 olarak hesaplanmıştır. Örnekleme istasyonlarının toplam mezozooplankton biyokütlesinin 0,20 ile 2,99 mg/m³ arasında değiştiği belirlenmiş olup ortalama 1,71 değer ±0,82 mg/m³ olarak hesaplanmıştır. Sıcaklık ve mezozooplankton biyokütlesinin alansal değişimleri Şekil 9'da verilmiştir.

İhtiyoplankton Biyoçeşitliliği

Çalışma kapsamında 1091 birey örneklenmiştir. Elde edilen bireylerden 575 adedi yumurta, 106 adedi prelarva, 409 adedi postlarva, 1 adedi ise juvenil aşamadır. Örnekler 15 takım ve 28 aileden toplam 60 türe ait olup embriyonik aşamada 23 tür ile larval ve juvenil aşamada

ise 53 türe ait bireyler tespit edilmiştir. Ortalama yumurta bolluğu 275 adet/10m², larval ve juvenil aşamadaki birey bolluğu ise ortalama 301 adet/10m² olarak belirlenmiştir. Embriyonik aşamalarda, tüm yumurtaların %17'sini oluşturan *Helicolenus dactylopterus* en baskın türü teşkil ederken bunu %16 ile *Etrumeus golanii*, %14 ile *Solea*

solea ve %11 ile *Sardina pilchardus* ve Sparidae spp. takip etmektedir. Larval aşamalar incelendiğinde ise ilk sırayı %13 ile *Gobius paganellus* ve *E. golanii*'nin paylaştığı, bunları %12 ile *Bregmaceros nectabanus* ve %9 ile *Sparus aurata*'nın takip ettiği görülmüştür (Tablo 1).



Şekil 2. İstasyonların tür kompozisyonları bakımından gruplaşmalarını gösteren dendrogram. O: herhangi bir gruba dahil edilmeyen istasyonu ifade etmektedir.

Larval Topluluk Yapısının Analizi

Larval topluluk yapısının analizi için yalnızca prefleksiyon evredeki postlarvaların bolluk değerlerinden faydalanılmıştır. Ocak ayındaki örneklemelerde dokuz farklı takımın içerisindeki 27 familyadan 41 türe ait toplam 187 prefleks postlarva belirlenmiştir. Birim alandaki ortalama birey sayısı 544.76 adet/10m² olarak saptanmış olup; tespit edilen türlerin takımlara göre dağılımı incelendiğinde, 20 türle Perciformes takımının ilk sırada yer aldığı, bunu beş türle Pleuronectiformes ve dört türle Scorpaeniformes takımlarının takip ettiği görülmektedir. Familyalar bazında bir değerlendirme yapıldığında ise, Carangidae ve Gobiidae familyaları dörder türle ilk sırada yer alırken; bunları üçer türle Bothidae ve Myctophidae familyaları takip etmektedir. Tüm istasyonların %63,16'sında gözlenen *S. aurata* en yaygın tür olarak belirlenmiştir (bulunma sıklığı; FO=%63.16, baskınlık=%11.76). Baskınlık bakımından ele alındığında ise tüm bireylerin %18,18'ini oluşturan *G. paganellus*'un ilk sırada yer aldığı görülmüştür (FO=%31.57, baskınlık=%18.18). Yaygınlıkta %42.11 ile

ikinci sırada yer alan *B. nectabanus* ise tüm bireylerin %10,16'sını oluşturduğu görülmüştür.

Çalışma kapsamında, Karataş açıklarında yer alan altı no'lu istasyonda örnekleme gerçekleştirilmesine karşın, herhangi bir larva ile karşılaşılması. Yapılan ön analizler sonucunda üç ve 21 no'lu istasyonların sapan değerler içerdikleri belirlenmiş ve analizlerin dışında tutulmalarına karar verilmiştir. Üçüncü istasyonda yalnızca bir adet *Arnoglossus thori* larvası örneklenmiştir. *Arnoglossus thori* nadir gözlenmekte olup 28 no'lu istasyonda da tespit edilmiştir. Her iki istasyondaki düşük bolluk ve çeşitlilik nedeniyle, istasyonlar kümeleme analizinde yanıltıcı bir şekilde aynı grup içerisinde yer almıştır. Benzer bir durum 14 ve 21 no'lu istasyonların oluşturduğu grup için de geçerlidir. Yirmi bir no'lu istasyonda sadece çalışmada en baskın tür olan *G. paganellus*' örneklerine rastlanmıştır. Bu durum da 14 no'lu istasyonla bir küme oluşturmaya yol açmıştır. Yukarıda açıklanan sebepler nedeniyle ekolojik analizler 16 istasyon üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Tablo 1. Çalışma kapsamında tespit edilen türlerin listesi ile embriyonik ve larval aşamadaki bolluk değerleri (adet /10m²). Parantez içindeki değerleri %bulunma sıklığını (%FO) ifade etmektedir.

Takson	Yumurta	Larva
Anguilliformes		
Congridae		
<i>Ariosoma balearicum</i> (Delaroche, 1809)	-	0.69 (%10.5)
Clupeiformes		
Engraulidae		
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	0.23 (%5.26)	-
Dussumieriidae		
<i>Etrumeus golanii</i> DiBattista, Randall & Bowen, 2012*	14.8 (%42.1)	18 (%47.4)
Alosidae		
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	10.1 (%26.3)	5.97 (%42.1)
Stomiiformes		
Gonostomatidae		
<i>Cyclothone braueri</i> Jespersen & Tåning, 1926	-	0.33 (%5.26)
Aulopiformes		
Synodontidae		
<i>Saurida lessepsianus</i> Russell, Golani & Tikochinski, 2015*	6.46 (%57.9)	2.57 (%31.6)
Myctophiformes		
Myctophidae		
<i>Bentosema glaciale</i> (Reinhardt, 1837)	-	0.33 (%5.26)
<i>Hygophum hygomii</i> (Lütken, 1892)	-	1.47 (%21.1)
<i>Lobianchia dofleini</i> (Zugmayer, 1911)	-	1.46 (%10.5)
Gadiformes		
Bregmacerotidae		
<i>Bregmaceros nectabanus</i> Whitley, 1941*	-	15.7 (%52.6)
Lotidae		
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i> (Linnaeus, 1758)	-	1.1 (%15.8)
Merlucciidae		
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	-	1.4 (%15.8)
Scombriformes		
Scombridae		
<i>Scomber colias</i> Gmelin, 1789	2.37 (%26.3)	1.08 (%10.5)
Scombridae spp.	-	0.98 (%10.5)
Gobiiformes		
Gobiidae		
<i>Aphia minuta</i> (Risso, 1810)	-	0.25 (%5.26)
Gobiidae sp.L1	-	2.54 (%15.8)
<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758	-	0.54 (%5.26)
<i>Gobius paganellus</i> Linnaeus, 1758	-	18.4 (%36.8)
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)	-	4.86 (%36.8)
<i>Pomatoschistus pictus</i> (Malm, 1865)	-	0.91 (%10.5)
Pleuronectiformes		
Scophthalmidae		
<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i> (Walbaum, 1792)	-	2.82 (%21.1)
Bothidae		
<i>Arnoglossus kessleri</i> Schmidt, 1915	-	0.28 (%5.26)
<i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)	-	1 (%10.5)
<i>Arnoglossus thori</i> Kyle, 1913	-	0.9 (%15.8)
Bothidae spp.	2.92 (%26.3)	0.07 (%5.26)
Soleidae		
<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)	12.9 (%78.9)	1.53 (%15.8)
Carangiformes		
Carangidae		
<i>Alepes djedaba</i> (Forsskål, 1775)*	-	3.24 (%21.1)
Carangidae sp.E3	0.67 (%5.26)	-
Carangidae sp.L1	-	0.38 (%5.26)

Takson	Yumurta	Larva
Carangidae spp.	0.46 (%10.5)	2.14 (%21.1)
<i>Caranx rhonchus</i> Geoffroy Saint-Hilaire, 1817	-	0.26 (%5.26)
<i>Seriola dumerili</i> (Risso, 1810)	-	3.28 (%15.8)
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	1.70 (%31.6)	9.73 (%26.3)
Mugiliformes		
Mugilidae		
<i>Chelon auratus</i> (Risso, 1810)	-	0.53 (%5.26)
<i>Chelon ramada</i> (Risso, 1827)	0.62 (%10.5)	6.33 (%36.8)
<i>Chelon saliens</i> (Risso, 1810)	0.23 (%5.26)	-
<i>Mugil cephalus</i> Linnaeus, 1758	-	0.35 (%5.26)
<i>Planiliza carinata</i> (Valenciennes, 1836)*	-	0.28 (%5.26)
Blenniiformes		
Blenniidae		
Blenniidae sp.L1	-	0.23 (%5.26)
Perciformes		
Labridae		
Labridae sp.L2	-	0.7 (%10.5)
Trachinidae		
<i>Echiichthys vipera</i> (Cuvier, 1829)	0.49 (%10.5)	-
Triglidae		
<i>Chelidonichthys cuculus</i> (Linnaeus, 1758)	-	0.17 (%5.26)
<i>Chelidonichthys lucerna</i> (Linnaeus, 1758)	0.59 (%10.5)	2.2 (%31.6)
Triglidae spp.	-	0.25 (%5.26)
Sebastidae		
<i>Helicolenus dactylopterus</i> (Delaroche, 1809)	15.4 (%5.26)	0.61 (%10.5)
Scorpaenidae		
Scorpaenidae sp.L1	-	0.55 (%10.5)
Acropomatiformes		
Champsodontidae		
<i>Champsodon</i> sp.L1*	-	1.36 (%10.5)
Acanthuriformes		
Moronidae		
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	1.86 (%21.1)	0.66 (%10.5)
Sillaginidae		
<i>Sillago suzensis</i> Golani, Fricke & Tikochinski, 2013*	-	1.71 (%15.8)
Sparidae		
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	-	0.38 (%5.26)
<i>Dentex</i> sp.E1	0.33 (%5.26)	-
<i>Diplodus sargus</i> (Linnaeus, 1758)	2.17 (%10.5)	1.95 (%21.1)
<i>Oblada melanurus</i> (Linnaeus, 1758)	-	0.07 (%5.26)
Sparidae spp.	10.4 (%57.9)	0.33 (%5.26)
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	6.2 (%52.6)	11.9 (%73.7)
<i>Spicara</i> sp.E1	0.33 (%5.26)	-
<i>Spicara</i> sp.L1	-	0.87 (%15.8)
Cepolidae		
<i>Cepola macrophthalma</i> (Linnaeus, 1758)	0.38 (%5.26)	0.84 (%15.8)
Tanımlanmayan Türler		
UI.E3 ^a	1.47 (%21.1)	-
UI.L2 ^a	-	0.27 (%5.26)
NID ^b	44.2 (%78.9)	13.9 (%73.7)

*: Lessepsiyen türler, a: UI Teşhis edilemeyen morfotipleri ifade etmektedir. b: NID mekanik hasar ya da gelişimin erken evrelerinde olmaları nedeniyle teşhis edilemeyen yumurta ve larvaları ifade etmektedir.

Ocak ayı itibarıyla uygulanan kümeleme analizinde, 28 no'lu istasyonun tek başına ayrı bir dalı oluşturduğu, geri kalan istasyonların ise iki küme halinde gruplandıkları

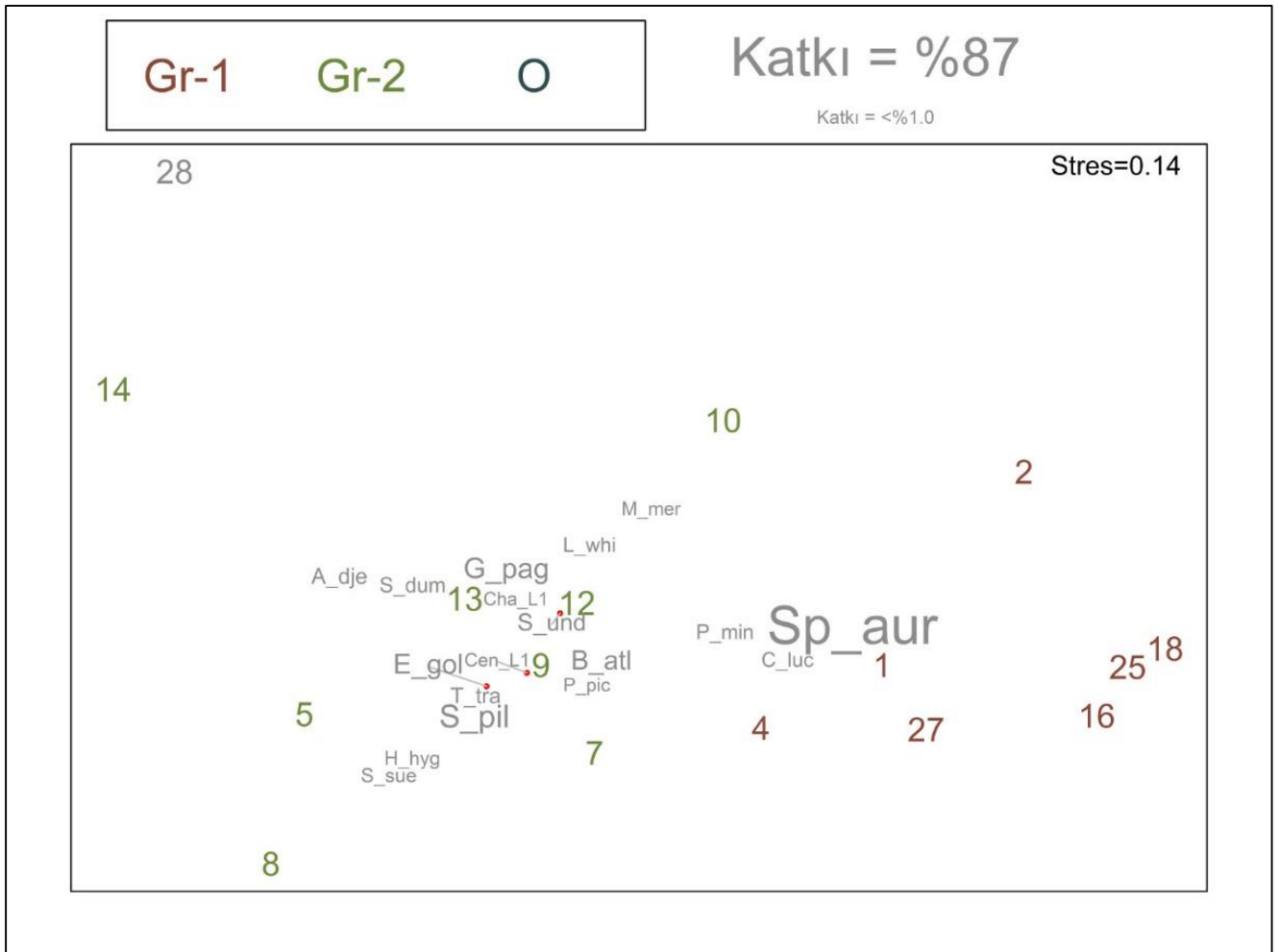
görülmüştür (Şekil 2). Simprof analizi 28 no'lu istasyonun ayrı bir grup oluşturduğunu onaylamaktadır ($p<0.05$). Bu istasyonda, yalnızca üç türe ait dört bireyin örneklendiği

belirlenmiştir. Dolayısıyla bu istasyonun tek başına ayrı bir küme oluşturamayacağı düşünülmüş ve biyoçeşitlilik analizlerinde herhangi bir gruba dahil edilmemesine karar verilmiştir. Simprof, dendrogramın birinci grup olarak ayrılan dalının ayrı bir küme olduğunu onaylamaktadır ($p<0.05$). Şekil 2’de gösterilen dendrogramın diğer ana kolunu oluşturan ikinci grup, kendi içinde iki alt gruptan oluşmaktadır. Simprof, 10 ve 14 no’lu istasyonların ayrı bir grup olduğunu gösterse de ($p<0.05$) ASW (0.19-ayrı, 0.18-birleşik) ve CHI (3.62-ayrı, 3.74-birleşik) değerleri dendrogramın bu dalının tek bir grup olarak ele alınmasının yeterli olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla körfezin güney kesimlerinde yer alan beş ila 14 no’lu istasyonların da ikinci grup altında değerlendirilmesine karar verilmiştir.

Kümeleme analizinden ölçülen mesafelerle ekolojik mesafeler arasındaki Cophenetic korelasyon katsayısı (Mantel $r=0.84$, $p<0.01$), analiz geçirliliğinin yüksek

olduğunu göstermektedir. Grupların tür kompozisyonları arasındaki fark istatistiksel açıdan ileri derecede önemli bulunmuştur (Anosim $R=0.70$, $p<0.01$).

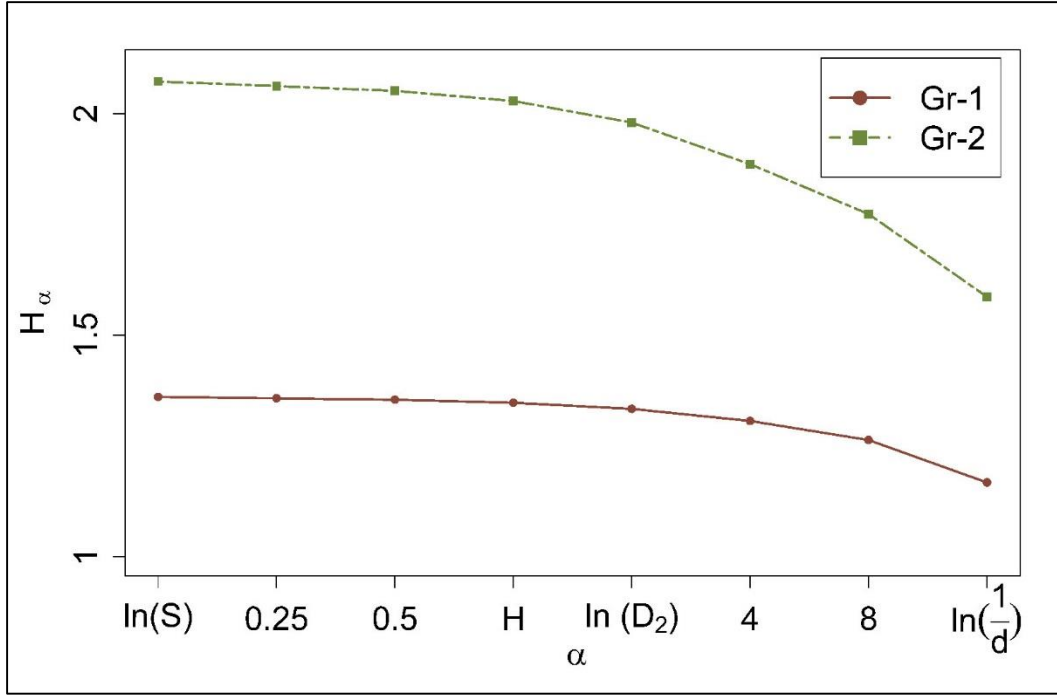
Kümeleme analizi ile belirlenen gruplaşma büyük ölçüde nMDS sonuçlarıyla da uyum içerisindedir. Bir ve ikinci grupların ordinasyonda belirgin bir şekilde ayrıştıkları; bu grupların dışında bırakılan 28 no’lu istasyonun ise ordinasyon düzleminin marjinde tek başına yer aldığı görülmektedir. Simprof sonucunda ayrı bir grup oluşturan 10 ve 14 no’lu istasyonların nMDS üzerinde belirgin bir gruplaşma arz etmedikleri dikkat çekmektedir. (Şekil 3). Ordinasyonun stres değeri 0.14 ve ordinasyondan ölçülen mesafelerle ekolojik mesafeler arasındaki Mantel korelasyonu 0.95 ($p<0.01$) olarak bulunmuştur. Bu değerler ordinasyonun tür kompozisyonundaki değişimi açıklama başarısının yeterli olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. İstasyonların tür kompozisyonları bakımından yakınlıklarını gösteren nMDS ordinasyonu. Renkler grupları göstermektedir. Tür adlarının boyutu Simper analizi sonucunda belirlenen grup içi benzerliğe katılımla orantılıdır. Kısaltmalar cins adının ilk harfi, alt çizgi (_), tür adının ilk üç harfi şeklinde ifade edilmiştir (Örneğin E_gol: *Etrumeus golanii*)

Ocak ayında, Kümeleme Analizi ile belirlenen grupların ortalama Renyi profilleri karşılaştırıldığında, tüm göstergeler körfez çıkışında yer alan iki no'lu grubun çeşitliliğinin daha yüksek olduğuna işaret etmektedir. Her iki grupta da Renyi profilleri yaklaşık horizontal bir eğilim

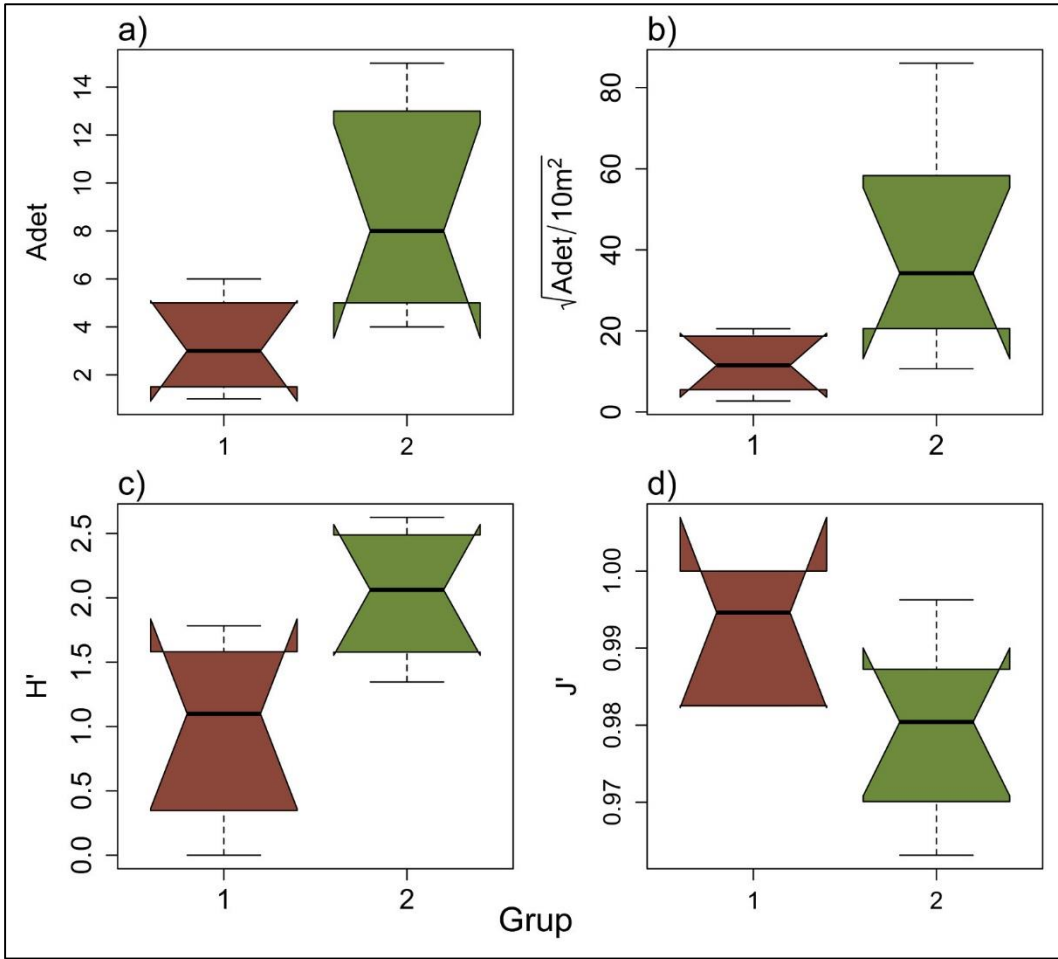
takip etmektedir (Şekil 4). Bu durum, düzenliliğin her iki grupta da yüksek olduğunu ve biyodiversite değerleri arasındaki farkların ise daha çok tür zenginliği nedeniyle oluştuğunu göstermektedir.



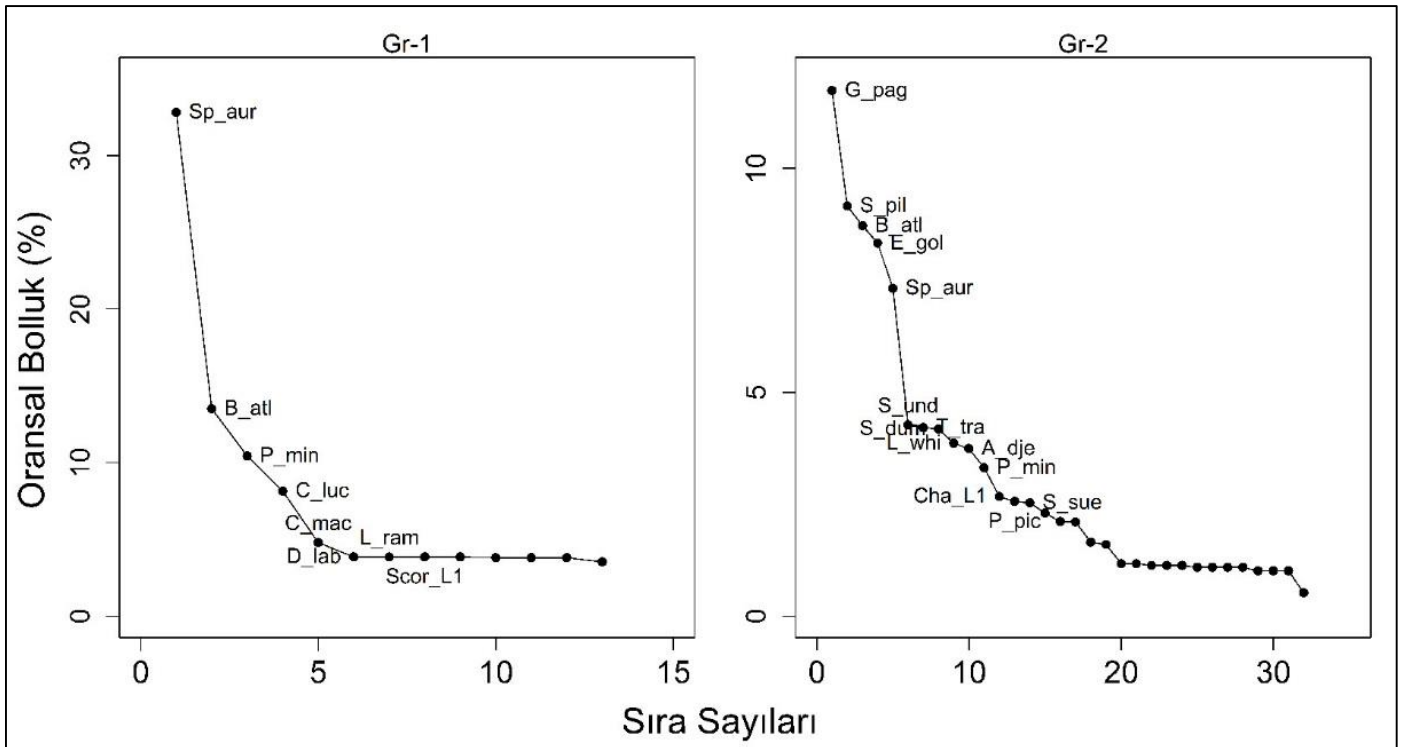
Şekil 4. Kümeleme analizi sonucunda belirlenen gruplara (Şekil 2 ve 3) ait Renyi çeşitlilik profilleri. S: Tür sayısı, H: Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (log_e), D: İnce Simpson Çeşitlilik İndeksi, d: Berger Parker Baskınlık İndeksi.

Grupların tür ve birey sayıları ile çeşitlilik indeks değerlerinin minimum, maksimum ve ortanca değerlerine ek olarak %25 ve 75'lik kartilleri Şekil 5'te gösterilmektedir. Yapılan tek yönlü sınamalar neticesinde, Renyi profillerinin incelenmesiyle varılan sonuçların istatistiksel açıdan da anlamlı olduğu görülmüştür. Bu bağlamda, tür sayısı (Kruskal Wallis $\chi^2= 6.05$, $p=0.01$), birey sayısı (Kruskal Wallis $\chi^2= 6.48$, $p=0.01$) ve Shannon-Wiener çeşitlilik indeksi değerlerinin (Kruskal Wallis $\chi^2= 5.41$, $p=0.02$) gruplar arası değişimlerinin istatistiksel açıdan önemli olduğu belirlenmiş durumdadır. Maksimum düzenlilik değerine son derece yakın, dar bir aralıkta değişim gösteren (0.96-1.00) Pielou düzenliliğinin gruplar arası değişimi ise istatistik açıdan önemli bulunmamıştır (Kruskal Wallis $\chi^2= 3.13$, $p=0.08$). Bu sonuçlar biyoçeşitliliğin gruplar arası değişiminde tür zenginliğinin katkısının daha yüksek olduğunu onaylamaktadır.

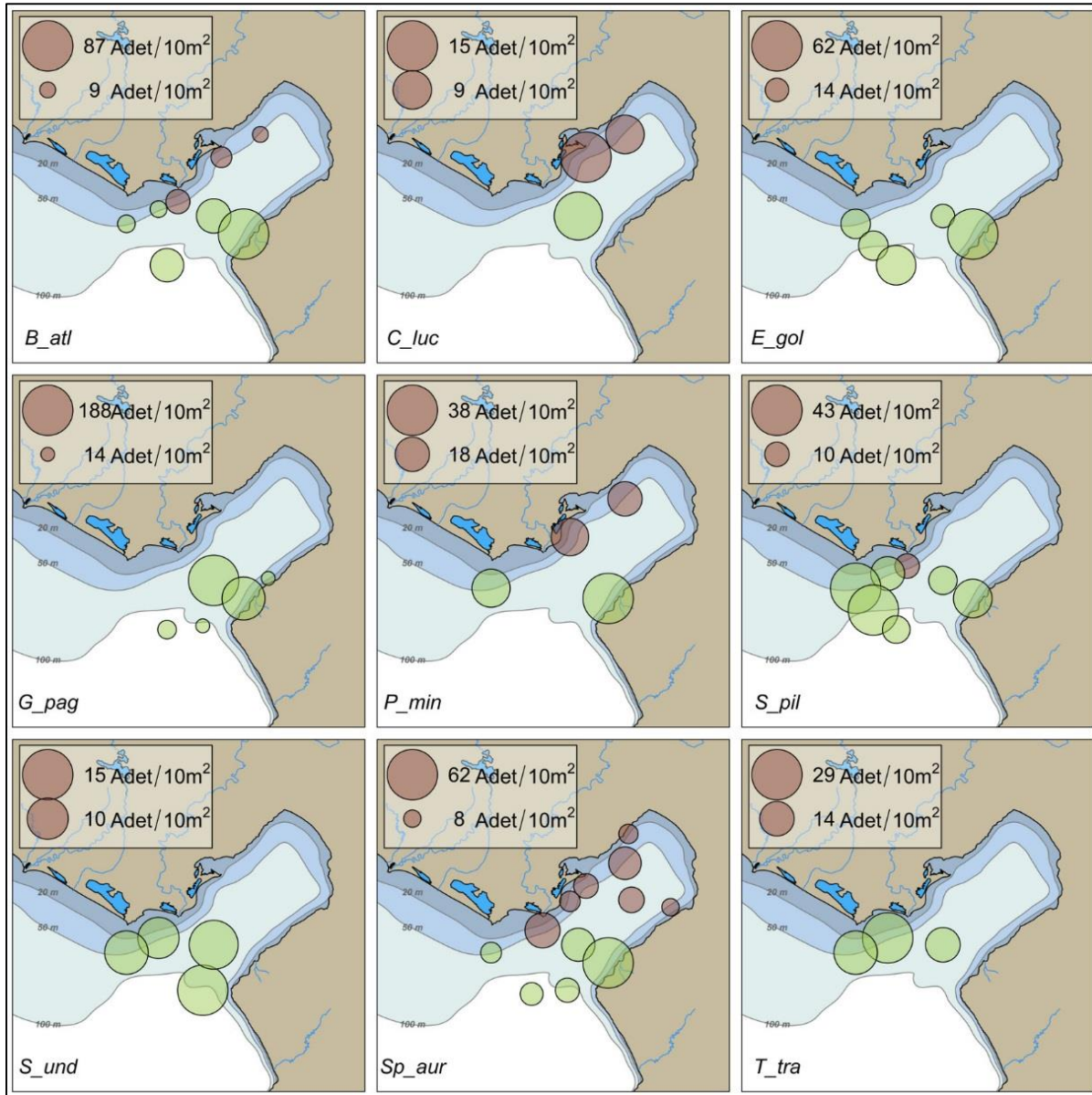
Ocak ayı itibarıyla bir no'lu grubun grup içi ortalama benzerlik düzeyi %38 olarak bulunmuştur. Toplam yedi istasyondan oluşan birinci grupta ise 13 tür belirlenmiştir. Dört tür, grup içi ortalama benzerliğin tamamından sorumludur. Bray-Curtis benzerlik indeksi değerine en yüksek katkıyı getiren tür %87.10 ile *S. aurata* olarak belirlenmiş olup bunu %7.65 ile *B. nectabanus* takip etmiştir (Tablo 2). Birinci grubun Rank-bolluk sıralamasına bakıldığında, ilk dört türün Simper ile uyumlu olduğu görülmektedir. En baskın tür bir no'lu gruptaki tüm bireylerin %32.82'sini oluşturan *S. aurata* olarak belirlenmiş olup bunu %13.51 ile *B. nectabanus* ve %10.43 ile *Pomatoschistus minutus* türlerinin takip ettiği görülmüştür (Şekil 6). Bir no'lu gruba ait karakteristik türlerin dağılımları incelendiğinde, grubun şekillenmesinde neredeyse tek başına etkili olan *S. aurata* da dahil olmak üzere, karakteristik türlerden hiçbirinin gruplar arası değişiminin önemli olmadığı dikkat çekmektedir (Şekil 7).



Şekil 5. Tür (a) ve birey (b) sayıları ile Shannon-Wiener Çeşitlilik İndeksi (c) ve Pielou Düzenlilik İndeksinin (d) gruplar arası değişimi



Şekil 6. Kümeleme analizi sonucunda belirlenen grupların rank-bolluk eğrileri



Şekil 7. Kümeleme analizi sonucunda belirlenen gruplara ait karakteristik türlerin alansal dağılımları. Bir no'lu grup kırmızı, iki no'lu grup yeşil renklidir.

Tablo 2. Türlerin grup içi ortalama benzerlik düzeylerine katılımlarını gösteren Simper sonuçları

Grup 1		Grup 2	
Grup İçi Ortalama Benzerlik Düzeyi = %38		Grup İçi Ortalama Benzerlik Düzeyi = %25	
Türler	%Katılım	Türler	%Katılım
Sp_aur	87.10	S_pil	21.56
B_atl	7.65	G_pag	15.14
P_min	2.73	E_gol	12.98
C_luc	2.52	B_atl	11.53
C_mac	-	Sp_aur	9.92
D_lab	-	S_und	7.05
L_ram	-	A_dje	4.44
Σ	100.00	Σ	82.64

İki no'lu grupta, grup içi ortalama benzerlik %25 olarak hesaplanmıştır. Sekiz istasyondan oluşan bu grupta toplam 31 farklı tür belirlenmiştir. Tablo 1'de verilen yedi tür, grup içi benzerliğin %82.64'ünden sorumludur. Simper sonucunda grup içi benzerliğin %21.56'sından sorumlu olan *S. pilchardus*, grubun karakteristik türleri arasında ilk sırada yer almaktadır. Bunun ardından %15.14 ile *G. paganellus* ve %12.98 ile *E. golanii* gelmektedir. İkinci grubun baskın türleri incelendiğinde, *G. paganellus*'ün %11.74 ile en baskın tür olduğu görülmektedir. Baskınlık sıralamasında *S. pilchardus* (%9.16), *B. nectabanus* (%8.72) ve *E. golanii* (%8.33) gibi Simperde de üst sıralarda yer alan türler, *G. paganellus*'ün ardından gelmektedir (Şekil 6). İki no'lu grubun

karakteristik türlerinin dağılımları incelendiğinde, *S. pilchardus* (Kruskal Wallis $\chi^2= 6.30$, $p=0.01$), *E. golanii* (Kruskal Wallis $\chi^2= 5.81$, $p=0.02$), *G. paganellus* (Kruskal Wallis $\chi^2= 5.81$, $p=0.02$) ve *Saurida lessepsianus*'un (Kruskal Wallis $\chi^2= 4.32$, $p=0.03$) körfezin güneyinde yoğunlaştıkları açıkça görülmektedir (Şekil 7).

Ocak ayı itibariyle tür kompozisyonuna etki eden çevresel koşulların belirlenmesi amacıyla uygulanan CCA sonucunda birinci CCA eksenini %1, ikinci CCA eksenini ise %10 önem seviyesinde istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. İlk iki CCA eksenini türlerin dağılımındaki toplam varyasyonun %26'sını ve modele dahil çevresel koşullar tarafından açıklanan varyasyonun ise tamamını açıklamaktadır (Tablo 3). Yapılan Permutasyon Testi sonucunda, modele dahil edilen çevresel parametrelerle ekolojik mesafeler arasındaki ilişkinin tesadüfi olmadığı sonucuna varılmıştır ($p<0.001$).

Tablo 3. Kanonik Uyum Analizi'nin (CCA) sonuçları ve çevresel koşulların önem seviyeleri.

Modelin Özellikleri			
	Toplam	Çevresel	Kalıntı
Inertia	2.065	0.537	1.528
Oransal (%)	100.00	26.00	74.00
Açıklanan Varyasyon			
	CCA1	CCA2	
Önem ($Pr>F$)	0.01	0.08	
% Toplam	14.11	11.89	
Kümülatif	14.11	26.00	
% Çevresel	54.27	45.73	
Kümülatif	54.27	100.00	
Çevresel Koşulların Ardışık (Sequential) Sınaması			
Değişken	F Değeri	Önem ($Pr>F$)	% Var
Sıcaklık	2.09	0.008	13.70
T.Z.B.*	1.77	0.05	11.92
Çevresel Koşulların Biplot Skorları			
Değişken	CCA1	CCA2	
Sıcaklık	0.99	-0.16	
T.Z.B.	-0.46	0.91	

*: T.Z.B.: Toplam mezozooplankton biyokütlesi.

Analiz sonucunda modele dahil edilen parametrelerden sıcaklığın tür kompozisyonundaki değişime etkisi ileri derecede önemli bulunurken ($p=0.008$); toplam mezozooplankton biyokütlesinin etkisi kritik limite son

derece yakın bulunmuş ($p=0.05$) ve bu parametre de önemli kabul edilmiştir. Sıcaklık, tür kompozisyonundaki toplam değişimin %13.70'ini, toplam zooplankton biyokütlesi ise %11.92'sini tek başına açıklamaktadır. Biplot skorları değerlendirildiğinde, ordinasyon düzleminin apsisi boyunca gözlenen ayrışmadan sıcaklık değişimlerinin sorumlu olduğu görülebilmektedir (biplot skor=0.99). Toplam mezozooplankton biyokütlesi ise apsis üzerinde de etkili olmakla beraber (biplot skor= - 0.46); ağırlıklı olarak ikinci CCA eksenini boyunca gerçekleşen ayrışmada kendini göstermektedir (biplot skor=0.91) (Şekil 8).

Kümeleme Analizi ile belirlenen grupların ordinasyon düzleminin apsisi boyunca ayrıştığı görülmektedir (Şekil 8). Bu bağlamda, iki no'lu gruba ait istasyonlar ortalamaya yakın ya da ortalamanın üzerinde sıcaklık değerlerinin gözlemlendiği kesimlerde konumlanmaktadırlar. Birinci gruba ait istasyonlarda ise sıcaklık değerleri belirgin bir şekilde düşüktür (Kruskal Wallis $\chi^2= 11.61$, $p<0.01$). Her iki grubun da ordinat boyunca geniş bir alana yayıldıkları dikkat çekmektedir (Şekil 8). Bu eksen üzerinde etkili olan zooplankton düzeylerinin de gruplar arasında değişim göstermemesi ($p>0.05$), toplam zooplankton biyokütlesinin daha ziyade grup içi varyasyonlarda etkili olabileceğine işaret etmektedir.

Tür kompozisyonuna bağlı olarak oluşturulan gruplarla önemli çevresel faktörlerin bir arada incelenmesi sonucu, grupların esas olarak sıcaklık gradienti üzerinde şekillendiği görülmektedir (Şekil 9). İkinci gruba ait istasyonların yer aldığı körfezin güney kesiminde sıcaklık değerleri 17°C'nin üzerindedir. Birinci grubun yer aldığı körfezin iç kesimlerinde ise 16-17°C arasında değişen sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Toplam mezozooplankton biyokütlesi ise daha ziyade körfezin batı kıyılarından doğu kıyılarına doğru azalan bir eğilim sergilemektedir. Yüksek zooplankton biyokütle değerlerinin gözlemlendiği istasyonlar, genel olarak birinci grupta yer almaktadır (Şekil 9).

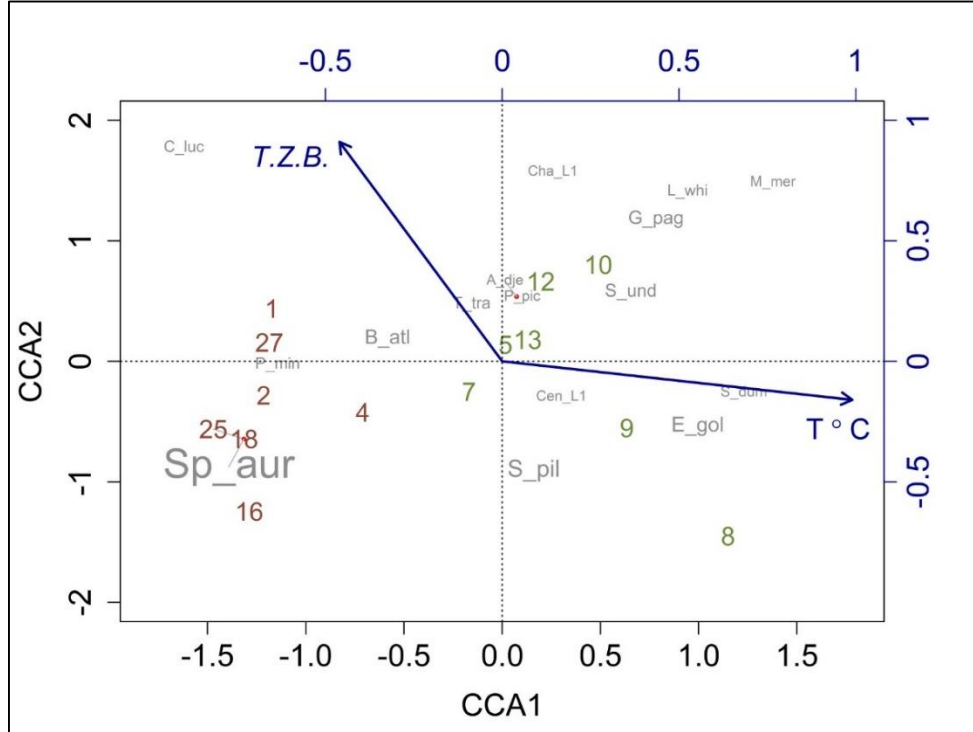
Tartışma

Çalışma kapsamında toplam 60 taksaya ait erken gelişim evreleri tespit edilmiştir. Mavruk (2017) tarafından Yumurtalık kıyı ve açıklarında Aralık-Mart ayları arasında gerçekleştirilen çalışmada bölgede 67 türe ait erken gelişim evrelerinin varlığı rapor edilmiş olup bu değer mevcut çalışma ile benzer düzeydedir. Tür kompozisyonu bakımından değerlendirildiğinde de Mavruk (2017) ile benzer şekilde, bu çalışmada da *S.*

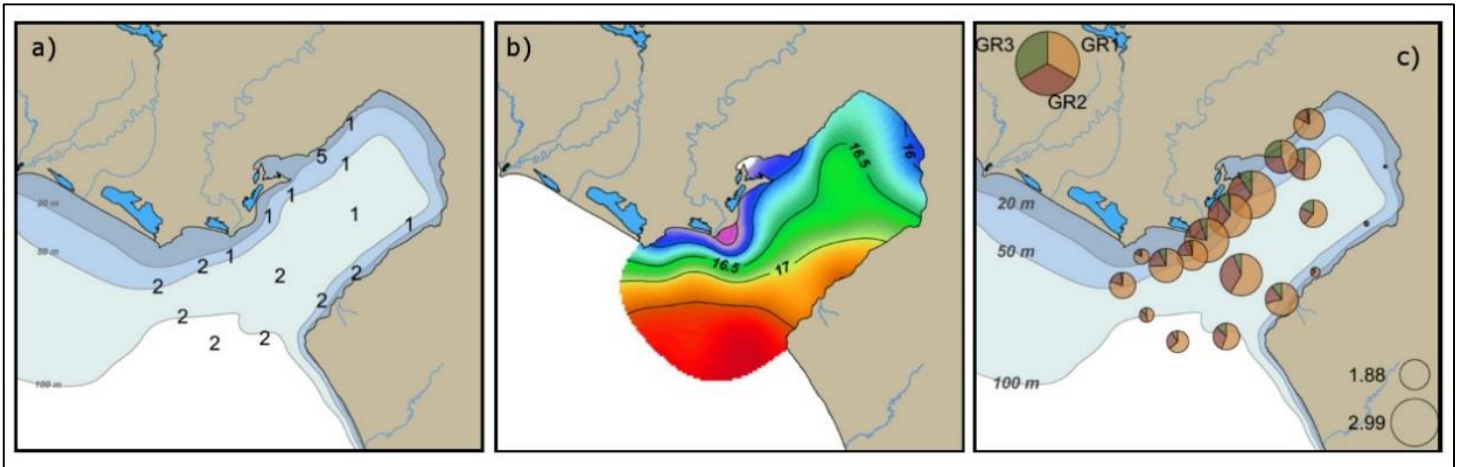
aurata, *B. nectabanus*, *S. pilchardus* ve *E. golanii* gibi türlerin baskın olduğu dikkat çekmiştir.

Her ne kadar örnekleme alanı kıyısız bölgeleri kapsasa da tespit edilen türlerden; *Cyclothone braueri*, *Hygophum hygomii*, *Benthoosema glaciale* ve *Lobianchia dofleini* olmak üzere dördü mezopelajik türlerden oluşmaktadır. Bunlardan *C. braueri* ve *H. hygomii*'nin Antalya Körfezi ihtiyoplanktonunda da en baskın mezopelajik türler arasında olduğu görülmektedir (Mavruk ve ark., 2023).

Diğer taraftan *L. dofleini* ile nadiren karşılaştığı (Mavruk ve ark., 2023) ve *B. glaciale*'nin ise yalnızca kış döneminde gerçekleştirilen örneklemlerde gözlemlendiği belirtilmektedir (Uysal ve ark., 2007). Körfez içerisinde bu türlerin yaşaması ve üremesi için ideal derinliklere ulaşılmadığından, bu türlerin körfezdeki bulunurlukları yüksek olasılıkla akıntılarla bağlantılıdır (Mavruk ve ark., 2018).



Şekil 8. Tür kompozisyonunun çevresel koşullara bağlı alansal değişimini gösteren CCA ordinasyonu. T°C: Sıcaklık, T.Z.B: Toplam mezozooplankton biyokütlesinin etkisini göstermektedir. Renkler gruplara göre ayrılmıştır. Tür adlarının boyutları Simper sonucunda belirlenen grup içi benzerliğe katılımla orantılı olarak verilmiştir.



Şekil 9. İhtiyoplankton kompozisyonuna göre istasyonların kümeleneşlerine (a) ek olarak tür kompozisyonunda etkili çevresel koşullardan sıcaklık (b) ve toplam zooplankton biyokütlesinin (c) alansal değişimleri (5: Cluster analizi sonucunda herhangi bir gruba dahil olmadığı belirlenen 28 no'lu istasyonu göstermektedir)

Çalışma kapsamında tespit edilen taksonlardan yedisinin Lessepsiyan türlerden oluştuğu, bunlardan *B. nectabanus* ve *E. golanii*'nin en baskın türler arasında yer aldığı görülmektedir. Pelajik olan bu türlerin üreme biyolojisi hakkında bilinenler son derece sınırlıdır. Bu türlere ek olarak körfez demersal faunasının önemli bileşenleri olan (Mavruk ve ark., 2017) *S. lessepsianus* ve *S. suezensis* türlerinin de kış mevsimi itibariyle iç kesimlere nazaran daha sıcak olan açık sularda yumurtlama faaliyetlerini sürdürdüğü ortaya konmuştur.

Ocak ayında körfezdeki istasyonların iki grup halinde kümelendikleri görülmüştür. Körfezin iç kesimlerindeki istasyonları kapsayan birinci grupta tür ve birey sayısı oldukça düşük olup; bu grupta *S. aurata*'nın en baskın tür olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan, bu türün bolluğunda iç kesimlere doğru herhangi bir artış gözlenmemiştir. *S. aurata*'nın birinci grupta dominant hale geçmesinin esas nedeni, diğer türlerin bolluklarının azalmasıdır. Sonuç olarak, birinci grupta tür sayısının azalması ve *S. aurata*'nın aşırı baskınlığı nedeniyle diversite değerleri de oldukça düşük bulunmuştur. Bu durum, Ocak itibariyle körfezin iç kesimlerinde cereyan eden koşulların larvalar açısından ideal bir ortam oluşturmadığına işaret ediyor olabilir (Doyle, 1993).

Ocak ayı için uygulanan CCA sonucunda, istasyonlar arasındaki ekolojik mesafelerin sıcaklıkla açıklanabildiği belirlenmiştir. Özellikle *E. golanii*, *S. pilchardus* ve *G. paganellus* gibi türlerin, sıcaklık değerlerinin 17°C'den yüksek olduğu körfezin dış kesimlerinde yoğunlaştıkları dikkat çekmiştir. Bu bağlamda, tolerans limitlerine yakın sıcaklık değerlerinin, erken gelişim evrelerinde dağılımı sınırlayabileceği ileri sürülebilir (Bunn ve ark., 2000; Pörtner & Peck, 2010). Uehara and Mitani (2009)'un *Etrumeus teres*'le yaptıkları çalışmalarında 16°C'de inkübe edilen yumurtaların tamamının öldüğü belirlenmiştir. Öte taraftan, güncel olarak yapılan genetik temelli çalışmalar, *E. teres*'in birkaç farklı türden oluştuğunu ve yalnızca Kuzey Kızıldeniz ile Akdeniz stoklarının *E. golanii* olduğunu ortaya koymuştur (Dibattista ve ark., 2012). Dolayısıyla Uehara and Mitani (2009)'un Batı Pasifik'ten elde ettiği sonuçların, daha sonra sistematikteki durumu güncellenen *E. golanii* için uygulanabilirliği net değildir. Ayrıca, *S. pilchardus* ve *G. paganellus* yumurta ve larvalarının 16°C'nin altındaki sıcaklıklarda dahi başarıyla gelişebildiklerini gösteren bulgular da mevcuttur (Borges ve ark., 2003; Coombs ve ark., 2006; Zarrad ve ark., 2008).

Ocak ayı itibariyle tür kompozisyonu üzerinde etkili olduğu tespit edilen bir diğer parametre de toplam zooplankton biyokütlesidir. Öte taraftan, larval besinin indikatörü olarak değerlendirilen bu parametrenin Smith and Richardson (1977), her iki grupta da yüksek değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. Bu bağlamda zooplankton biyokütlesinin ancak grup içi varyasyonları açıklamada kullanılabileceği düşünülmüştür.

Ocak ayında hava muhalefeti nedeniyle, saha çalışması iki sefer halinde gerçekleştirilmiş olup iç kesimlerde yer alan 14 ile 28 no'lu istasyonlar, körfezin güney kesiminde yer alan 1 ile 13 no'lu istasyonlardan dört gün sonra örneklenmiştir. Catalán ve ark. (2006)'nın İspanya'nın Atlantik kıyılarında yaptıkları çalışmada, rüzgar kaynaklı karışımların bir haftalık süre içerisinde ihtiyoplankton topluluklarında son derece belirgin değişimlere neden olabildiğini rapor etmişlerdir. Lasker (1975)'in stabil okyanus hipotezinde, rüzgara bağlı olarak artan upwelling şiddetinin, larvaların beslendiği plankton yığınlarını dağıtarak larval mortaliteyi arttırabileceği ileri sürülmüştür. Cowan and Shaw (2002)'ye göre, yapılan denemelerde 36km/sa'in üzerindeki rüzgarın neden olduğu türbülans, larvaların pelajik ortamda preyle karşılaşma olasılığını düşürmektedir. Bu argümanlar, olumsuz hava koşullarının ardından örneklenen kesimde tür ve birey sayısının düşüşüne mantıklı bir açıklama getirebilmektedir. Bu bağlamda, Yılmaz ve ark. (1992) ile Özsoy & Sözer (2006) kış mevsiminde dağ silsilelerinin arasındaki bir vadiden esen ve saatteki hızı 50km'yi bulabilen Yarıkaya rüzgarının, körfezin hidrografik dinamikleri üzerinde son derece önemli rol oynadığını belirtmektedirler. Sonuç olarak eldeki argümanlar, tür kompozisyonundaki değişimin rüzgar koşullarından kaynaklandığını ileri sürmek için yeterli olmasa da; kış mevsiminde rüzgar-ihiyoplankton etkileşimlerinin incelemeye değer bir konu olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Teşekkür

Bu çalışma Sinan Mavruk'un doktora tezinin bir bölümünden oluşmaktadır. Çalışmaya verdikleri katkılardan dolayı Doç. Dr. Ahsen Yüksek, Prof. Dr. Caner Enver Özyurt, kaptan Bilal Atalan, Dr. Volkan Barış Kiyaya, Su Ür. Müh. Haluk Yılmaz ve Su Ür. Yük. Müh. Gürkan Akbulut'a teşekkürlerimi sunarım.

Etik Onay

Bu çalışma için etik onay belgesine gerek duyulmamaktadır.

Çıkar Çatışması

Yazar herhangi bir çıkar çatışması bildiriminde bulunmamıştır.

Mali Destek

Bu çalışma herhangi bir kurum tarafından desteklenmemiştir.

Kaynaklar

- Ak, Y. (2004). *Mersin İli Erdemli Açıklarında Yaşayan Bazı Teleost Balıkların Pelajik Yumurta ve Larvalarının Dağılımı ve Bolluğu*. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. İzmir. 387 s.
- Ak-Orek, Y., & Mavruk, S. (2016). Ichthyoplankton of the Mediterranean Sea. In C. Turan, B. Salihoglu, E. O. Ozbek, & B. Ozturk (Eds.), *Turkish Part of the Mediterranean Sea: Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance* (Vol. 43, pp. 226-247). Istanbul: Turkish Marine Research Foundation.
- Arım, N. (1957). Marmara ve Karadeniz'de Bazı Kemikli Balıkların (Teleost'ların) Yumurta ve Larvalarının Morfolojileri ile Ekolojileri. *Hidrobiyoloji Mecmuası*, 5(1-2), 7-56.
- Avşar, D. (1999). Yeni Bir Skifomedüz (*Rhopilema nomadica*)'ün Dağılımı ile İlgili Olarak Doğu Akdeniz'in Fiziko-Kimyasal Özellikleri. *Turkish Journal of Zoology*, 23(2), 605–616.
- Borges, R., Faria, C., Gil, F., Goncalves, E. J., & Almada, V. C., (2003). Embryonic and larval development of *Gobius paganellus* (Pisces : Gobiidae). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83(5), 1151-1156.
- Bunn, N., Fox, C., & Webb, T., (2000). A literature review of studies on fish egg mortality: implications for the estimation of spawning stock biomass by the annual egg production method. The Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science, Science Series Technical Report.
- Catalán, I.A., Olivar, M.P., Palomera, I., & Berdalet, E. (2006). Link between environmental anomalies, growth and condition of pilchard *Sardina pilchardus* larvae in the northwestern Mediterranean. *Marine Ecology Progress Series*, 307, 219-231. <https://doi.org/10.3354/meps307219>

- Coombs, S. H., Smyth, T. J., Conway, D. V. P., Halliday, N. C., Bernal, M., Stratoudakis, Y., & Alvarez, P. (2006). Spawning season and temperature relationships for sardine (*Sardina pilchardus*) in the eastern North Atlantic. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(05), 1245-1252. <https://doi.org/10.1017/S0025315406014251>.
- Cowan, J. H., & Shaw, R. F. (2002). Recruitment. (L. A. Fuiman, R. G. Werner, Eds.). *Fishery Science, The Unique Contributions of Early Life Stages*. Blackwell Science, 88-111.
- Çoker, T. (2003). *İzmir Körfezi'ndeki Teleost Balıkların Pelajik Yumurta ve Larvalarının Morfolojisi ve Ekolojisi*. Doktora Tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. İzmir. 539 s.
- Dehknik, T. V. (1973). *Ichthyoplankton of the Blacksea*. Navkova Dumka. Kiev. 235 s.
- Dibattista, J. D., Randall, J. E., & Bowen, B. W. (2012). Review of the round herrings of the genus *Etrumeus* (Clupeidae: Dussumieriinae) of Africa, with descriptions of two new species. *Cybum*, 36(3), 447-460
- Doyle, M. J., Morse, W. W., & Kendall, A. W. (1993). A Comparison of Larval Fish Assemblages in the Temperate Zone of the Northeast Pacific and Northwest Atlantic Oceans. *Bulletin of Marine Science*, 53(2), 588-644
- Ehrenbaum, E. (1909). *Eier und Larven von Fischen, Andere Eier und Cysten*. Verlag von Lipsius&Tischer. Kiel und Leipzig. 413 s.
- Fahay, M. P. (2007). *Early stages of fishes in the Western North Atlantic Ocean*. NAFO. 1170 s.
- Frank, K. T., & Leggett, W. C. (1983). Multispecies Larval Fish Associations - Accident or Adaptation. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 40(6), 754-762.
- Houde, E. D. (2009). Recruitment Variability. (T. Jakobsen, M. J. Fogarty, B. A. Megrey, E. Moksness, Eds.). *Fish Reproductive Biology: Implications for Assessment and Management*. Willey-BlackWell. West Sussex, UK. 91-171.
- Kurt, T. T., & Polat, S. (2013). Seasonal distribution of coastal mesozooplankton community in relation to the environmental factors in Iskenderun Bay (north-east Levantine, Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93(5), 1163-1174
- Lasker, R. (1975). Field criteria for the survival of anchovy larvae: the relation between inshore chlorophyll maximum layers and successful first feeding. *Fisheries Bulletin*, 73, 847-855

- Leis, J. M., & Ewart, C. B. M. (2000). *The Larvae of Indo-Pacific Coastal Fishes, An Identification Guide to Marine Fish Larvae*. Brill, Leiden. 485 s.
- Leis, J. M., & Rennis, D. S. (1983). *The Larvae of Indo-Pacific Coral Reef Fishes*. New South Wales Universty Press. Sydney. 269 s.
- Leis, J. M., & Trinski, T. (1989). *The Larvae of Indo-Pacific Shorefishes*. New South Wales Universty Press. Sydney. 371 s.
- Lo-Bianco, S. L. (1956). *Uova, larve e giovanili di Teleostei*. Pubblicata dalla Stazione Zoologica di Napoli. Italy. 800 s.
- Mater, S. (1981). *İzmir Körfezi'nde Bazı Teleost Balıkların Pelajik Yumurta ve Larvaları Üzerinde Araştırmalar*. Ege Üniversitesi, Biyolojik Oseanografi Bölümü, Doçentlik Tezi. İzmir. 118 s.
- Mavruk, S. (2009). *Yumurtalık Kıyusal Zonu (İskenderun Körfezi) İhtiyoplanktonunda Mevsimsel Değişimler*. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Mavruk, S. (2017). Abundance and Diversity of Winter Larval-fish Assemblages off Yumurtalık (Iskenderun Bay). *Yunus Araştırma Bülteni*, 17(4), 395-417.
- Mavruk, S., Bengil, F., Yeldan, H., Manasirli, M., & Avsar, D. (2017). The trend of lessepsian fish populations with an emphasis on temperature variations in Iskenderun Bay, the Northeastern Mediterranean. *Fisheries Oceanography*, 26(5), 542-554. <https://doi.org/10.1111/fog.12215>
- Mavruk, S., Bengil, F., Yüksek, A., Özyurt, C.E., Kiyaga, V.B., & Avşar, D. (2018). Intra-annual patterns of coastal larval fish assemblages along environmental gradients in the northeastern Mediterranean. *Fisheries Oceanography*, 27(3), 232-245. <https://doi.org/10.1111/fog.12248>
- Mavruk, S., Toslak, C., Yalım, F.B., Ütük, A.E., Aktaş, Ö., Yılmaz, Ş.S., Kara, A., & Yüksek, A. (2023). Contribution of integrative taxonomy of ichthyoplankton to knowledge on mesopelagic fish biodiversity in the Northeastern Mediterranean. *Marine Biodiversity*, 53(1), 7. <https://doi.org/10.1007/s12526-022-01312-1>
- Miller, T. J. (2002). Assemblages, Communities, and Species Interactions. (L. A. Fuiman, R. G. Werner, Eds.). Fishery Science, The Unique Contributions of Early Life Stages. Blackwell Science. 183-205.
- Okiyama, M. (1988). *An Atlas of the Early Stage Fishes in Japan*. Tokai Universty Press. Tokyo. 1154 s.
- Olivar, M. P., & Fortuno, J. M. (1991). Guide to Ichthyoplankton of the Southeast Atlantic (Benguela Current Region). *Scientia Marina*, 55(1), 1-383.
- Özel, İ. (2005). *Planktonoloji I, Plankton Ekolojisi ve Araştırma Yöntemleri*. Ege Üniversitesi Yayınları. İzmir. s.
- Özsoy, E., & Sözer, A. (2006). Forecasting circulation in the Cilician Basin of the Levantine Sea. *Ocean Science Discussions*, 3(5), 1481-1514. <https://doi.org/10.5194/osd-3-1481-2006>
- Pörtner, H. O., & Peck, M. A. (2010). Climate change effects on fishes and fisheries: towards a cause-and-effect understanding. *Journal of Fish Biology*, 77(8), 1745-1779. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02783.x>
- Richards, W. J. (2006). *Early Stages of Atlantic Fishes: an Identification Guide for the Western Central North Atlantic*. CRC Taylor & Francis Group. USA. 2640s s.
- Russell, F. S. (1976). *The Eggs and Planktonic Stages of British Marine Fishes*. Academic Press. London. 524 s.
- Smith, P. E., & Richardson, S. L. (1977). *Standard Techniques for Pelagic Fish Egg and Larva Survey*. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome. 100 s.
- Uehara, S., & Mitani, T. (2009). Effect of temperature on the development of eggs and the daily pattern of spawning of round herring *Etrumeus teres*. *Fisheries Science*, 75(1), 159-165.
- Uysal, Z., Latif, M.A., Özsoy, E., Tuğrul, S., Kubilay, N., Beşiktepe, Ş.T., Yemencioğlu, S., Mutlu, E., Ediger, D., Beşiktepe, Ş., Ediger, V., Ak Örek, Y., Örek, H., Demirel, M., Tunç, S.Ç., & Terbiyik, T. (2008). Kilikya Baseni Kıyusal Ekosisteminde Dolaşım, Taşınım ve Ötrofikasyon Araştırmaları. TUBİTAK Sonuç Raporu, Proje No: 104Y277 Mersin.
- Yılmaz, A., Bastürk, Ö., Saydam, C., Ediger, D., Yılmaz, K., & Hatipoğlu, E. (1992). Eutrophication in Iskenderun Bay, north-eastern Mediterranean. In *Marine Coastal Eutrophication*, Vollenweider R.A., Marchetti R., Viviani, R., Eds.. Elsevier Science, Oxford/Amsterdam, Amsterdam.,705-717.
- Yüksek, A. (1993). *Marmara Denizi'nin Kuzey Bölgesinde Teleost Balıkların Pelajik Yumurta ve Larvalarının Dağılımı ve Bolluğu*. Istanbul University, Institute of Marine Science and Management, PhD. Istanbul. 148 s.
- Yüksek, A., & Gücü, A. C. (1994). *Balık Yumurtaları Tayini İçin Bir Bilgisayar Yazılımı -Karadeniz Pelajik Yumurtaları- (Sürüm 1.2)*. Karadeniz Eğitim Kültür ve Çevre Vakfı. 32 s.
- Zarrad, R., Missaoui, H., Alemany, F., Hamza, A., Romdhane, M. S., Garcia, A., Jarboui, O., & M'rabet, R. (2008). Distribution and abundance of early life stages of *Sardina pilchardus* in the Gulf of Tunis (Central Mediterranean Sea) in relation to environmental and biological factors. *Scientia Marina*, 72(2), 299-309.