



İndopasifik *Dioithona oculata*'nın Türkiye'nin güney kıyısıl sularındaki dağılımı

Tuba Terbiyik Kurt^{ID}

Cite this article as:

Terbiyik Kurt, T. (2020). İndopasifik *Dioithona oculata*'nın Türkiye'nin güney kıyısıl sularındaki dağılımı. *Aquatic Research*, 3(4), 197-207.

Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri
Fakültesi, Deniz Biyolojisi Anabilim
Dalı, 01330, Sarıçam, Adana, Turkey

ORCID IDs of the author(s):

T.T.K. 0000-0002-2937-6816

Submitted: 09.04.2020

Revision requested: 22.04.2020

Last revision received: 28.05.2020

Accepted: 28.05.2020

Published online: 17.07.2020

Correspondence: Tuba TERBİYİK KURT

E-mail: tterbiyik@cu.edu.tr



©Copyright 2020 by ScientificWebJournals

Available online at

<http://aquatres.scientificwebjournals.com>

ÖZ

Türkiye'nin güney kıyıları (Levant Denizi) yabancı türlerden en fazla etkilenen alanlardan biridir. *Dioithona oculata* ise son yıllarda İskenderun Körfezi kıyısıl sularına geçiş yapmış indopasifik bir türdür. Bu çalışmada, tropikal sularda yoğun kümelerine rastlanan bu türün Levant Denizi'nin kuzeyinde mevsimsel ve alansal dağılımındaki mevcut durum araştırılmıştır. Bu bağlamda, zamansal dağılımını incelemek için daha önce rapor edildiği İskenderun Körfezi kıyısıl sularında mevsimsel örneklemeler gerçekleştirilmiştir. Buna ek olarak, Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca yürütülen ve TÜBİTAK-MAM koordinasyonluğunda gerçekleştirilen "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme 2017-2019 programı" kapsamında 2017-2019 yılları arasında geç yaz erken sonbahar periyodunda Türkiye'nin güney kıyısıl suları boyunca örneklemeler yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda İskenderun Körfezi'nde sadece sonbaharda bulunan *D. oculata* türüne 2018 yılı itibarıyla yaz mevsiminde 2019 yılı itibarıyla ise ilkbahar ve kış mevsimlerinde rastlanmıştır. Aynı şekilde sadece İskenderun Körfezi'nde varlığı bilinen bu türün alansal olarak batıya doğru Mersin Taşucu kıyısına kadar dağılım gösterdiği bulunmuştur. *D. oculata* bolluğu bölgede daha önce rapor edilen değerlerden düşüktür (en yüksek 110 birey/m³). Buna karşın bu türün alansal ve zamansal olarak dağılımını genişlettiği görülmekle birlikte, Türkiye güney kıyıları boyunca etkin olan önasya akıntısının bu türün taşınmasına ön ayak olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Dioithona oculata*, İndopasifik, Kopepod, İskenderun Körfezi, Levant Denizi

ABSTRACT

The distribution of indopasific *Dioithona oculata* in southern coastal waters of Turkey

The southern coast of Turkey (Levantine Sea) is one of the most affected areas from alien species. *Dioithona oculata* is an Indo-Pacific species that has passed to the coastal waters of Iskenderun Bay in recent years. In this study, the current status of the seasonal and spatial distribution of this species, having dense swarm in tropical waters, was investigated in the north of Levant Sea. In this context, seasonal samplings were carried out in the coastal waters of Iskenderun Bay, which is previously reported, to examine the temporal distribution. In addition, samplings were done in the late summer-early autumn of each year from 2017 to 2019 along the southern coastal water of Turkey in the framework of "Integrated Marine Pollution Monitoring 2017-2019 Programme" which was carried out by Ministry of Environment and Urbanization and coordinated by TUBITAK-MAM. According to the results of this study, *D. oculata*, which was found only in the autumn in Iskenderun Bay, started to be observed in summer by 2018 and in spring and winter by 2019. On the other hand, it was found that this species, which is known only in Iskenderun Bay, extended spatially westward to the Mersin Taşucu coasts. The abundance of *D. oculata* in the study area is lower than previously reported values (max 110 individuals/m³). However, it is observed that its distribution was expanded both spatially and seasonally. Asia minor current, which is effective in the southern coast of Turkey, was thought to instigate for the transportation of this species.

Keywords: *Dioithona oculata*, Indopacific, Copepod, İskenderun Bay, Levant Sea

Giriş

Türlerin farklı denizler ve okyanuslar arasında taşınması, ulaştıkları ekosistemdeki canlıların dağılımını derinden etkileyen ve biyocoğrafik bölgelerin yapısını değiştiren küresel değişimin antropojenik bir etkenidir (Occhipinti-Ambrogi ve Galil, 2010). İklimsel değişiklikler; deniz suyu sıcaklıklarının artışı, hidrodinamiklerin değişimine, pH ve karbonat döngüsünde dalgalanmalara yol açmış olup, çeşitli yollarla farklı bölgelere ulaşan (Lesepsiyen göç, balast suları, kanalların açılması, akuakültür) yabancı türlerin, iklimsel değişimlerden etkilenen yerel türlerle rekabetini etkileyerek geçiş yaptıkları ekosistemlerde başarılı bir şekilde yerleşmesine olanak sağlamıştır (Galil, 2008; Walter ve ark., 2009; Huang ve ark., 2011; Katsanevakis ve ark., 2014). Yabancı türlerin geçişlerinden en çok etkilenen bölgelerden biri de Akdeniz'dir. Yaklaşık 1000 yabancı türün geçiş yaptığı ve bunlardan yarısından fazlasının Akdeniz biyoçeşitliliğini ve ekosistemini etkilediği bilinmektedir (Katsanevakis ve ark., 2014). Akdeniz bölgesinde ortalama sıcaklık endüstri öncesine oranla 1.4 °C artmış olup, küresel ölçekte olandan 0.4°C daha fazladır (Cramer ve ark., 2018). Aynı doğrultuda Akdeniz'in yüzey sularının sıcaklığı yaklaşık 0.4°C yükselmiştir (Kapsenberg ve ark., 2017). Bu sıcaklık artışına paralel olarak tuzluluğunda artışı ve yabancı termofilik türlerin Akdeniz ekosisteminde kendine yer bulması, bu yarı kapalı iç denizin tropikalleşme sürecini göz önüne sermiştir (Bianchi ve Morri, 2003). Yirminci yüzyılın büyük bir kısmında Akdeniz'e Süveyş Kanalı'ndan giren yabancı termofilik türler, Levant Denizi ile sınırlansa da son yıllarda iklim kaynaklı hidrografik değişiklikler, bu yabancı termofilik biyotanın Akdeniz'in orta ve batı bölgelerine yayılmasına olanak sağlamıştır (Occhipinti-Ambrogi ve Galil, 2010).

Dioithona oculata küçük siklopoid kopepod türü olup, denizel alanların kıyusal sularını tercih etmektedir (Hamner ve Carleton, 1979). Bu tür köken olarak indopasifik bölgelerde dağılım göstermekle birlikte, kuzey ve güney yarım kürede Atlantik, Pasifik ve Hint Okyanus'larının tropikal ve subtropikal bölgelerinde dağılım göstermektedir (Dakin ve Colefax, 1933; Tanaka, 1960; Björnberg, 1963; Vervoort, 1964; González ve Bowman, 1965; Emery, 1968; Yeatman, 1976; Sander ve Moore, 1979; Hamner ve Carleton, 1979; Bradford-Grieve ve ark., 1999; Lo ve ark., 2004; Sterza ve Fernandes, 2006; Ara ve ark., 2017; Araujo ve ark., 2017). Özellikle tropikal bölgelerde kumlu alanlarda algler, mercan resifleri ve mangrovların yakınında bu türün yoğun kümelerine

sıklıkla rastlanmaktadır (Hamner ve Carleton, 1979; Ambler ve ark., 1991; McKinnon, 2000; Ueda ve ark., 1983). *D. oculata* gündüzleri deniz tabanına yakın kümelenmekte, geceleri kıyusal suların yüzey bölgesinde dağılmaktadır (Björnberg, 1972). Bu türün yoğun kümeleri demersal balıkların juvenilleri ve diğer karnivor kopepodlar için besin kaynağıdır (Björnberg, 1972; Ueda ve ark., 1983). Özellikle balıkçılık alanlarında diğer kümelenen türlerle birlikte bu türün kümelenme alanları mevsimsel dağılımı, kümelenme boyutları araştırmaların önemli bir parçası haline gelmiştir (Ueda ve ark., 1983).

Bu türün Akdeniz'de varlığı ilk kez 2013 yılında İskenderun Körfezi'nde tespit edilmiştir (Terbiyik Kurt, 2018). Levant Denizi dışında herhangi bir alanda gözlenmemiş olmakla birlikte, farklı alanlarından da dağıldığına dair henüz bir bilgi bulunmamaktadır. Bu çalışmayla birlikte, *D. oculata*'nın İskenderun Körfezi'ndeki son durumu ile Türkiye'nin Akdeniz kıyusal sularındaki dağılımı hakkında yeni bilgiler verilmiştir.

Materyal ve Metot

Çalışma Alanı

Levant Denizi, kuzeyde Türkiye, güneyde Mısır, doğu da İsrail, Lübnan ve Suriye arasında konumlanmış olup, batısında ise Girit Geçidi ile sınırlıdır (Şekil 1) (Alhammouud ve ark., 2005; Oğuz ve Tuğrul, 1998). Levant Denizi'nde su kolonunun ilk 150 ila 200 m tabakasında sıcaklık kış döneminde 15-16 °C, tuzluluk ise %38.8-39.0 arasında değişim göstermektedir. İlkbaharın gelmesiyle yüzey suyu sıcaklığı artmakta ve ilk 25-50 m lik su kolonunda 25 °C ye çıkmaktadır. Tuzluluk ise %39.1-39.2 civarına çıkmaktadır. Sıcaklık termoklinin altında hızlı bir şekilde düşüş göstererek 150-200 m civarında 16 °C'ye düşmektedir (Oğuz ve Tuğrul, 1998; Özsoy ve ark., 1993). Akdeniz genel itibariyle oligotrofik bir basen olup, doğu baseninin oligotrofi düzeyi batı basenine göre daha yüksektir (Mermex Group, 2011). Levant Denizi'nde de ultra oligotrofik koşullar hakimdir. Bölgede Nil Deltası ile İskenderun ve Mersin Körfez'leri dışında Levant Denizi'nde hemen hemen hiç geniş kıta sahanlığına sahip bölge bulunmaz (Oğuz ve Tuğrul, 1998). Özellikle İskenderun ve Mersin Körfez'lerini içine alan Kuzeydoğu Akdeniz'in kıyusal sularında nehir ve kara kökenli girdiler bu bölgelerin besin tuzlarınınca zenginleşmesine diğer alanlara göre daha yüksek birincil üretim değerlerine yol açmaktadır (Tuğrul ve ark., 2016).

Doğu Akdeniz'in genel dolaşım sistemi, boyutları birkaç kilometreyi bulan çeşitli girdaplar ile bunların arasında geçen akıntılardan oluşmaktadır (Pinardi ve ark., 2006; Golnaraghi ve Robinson, 1994) Sicilya Boğazını geçerek Levant Denizi'ne ulaşan akıntılar Girit Geçidine geçmeden önce güneye dönerek Afrika kıyılarına ulaşır. Bu akıntı daha sonra Orta Akdeniz Jeti (OAJ) ve Güney Levant Akıntısı (GLA) olarak dallanır (Pinardi ve ark., 2006). OAJ güneye doğru olan Mersa Matruh Girdap Sistemi ile Rodos Girdabı arasında serbest açık okyanus akıntısı (Jet) olarak tanımlanmıştır (Golnaraghi ve Robinson, 1994). OAJ daha sonra kollara ayrılarak Ön Asya Akıntısı'na katılacak olan Batı ve Güney Kıbrıs Akıntı'larını oluşturur (Özsoy ve ark., 1993). Güney Levant Akıntısı ise kuzey Afrika kıyıları boyunca doğuya doğru ilerler. Bu akıntı İsrail kıyılarına ulaştıktan sonra Lübnan, Suriye ve Türkiye kıyılarına ulaşır. İskenderun Körfezi'ni de etkileyen bu Ön Asya akıntısı Türkiye güney kıyıları boyunca batıya doğru ilerler.

İskenderun Körfezi, Levant Denizi'nin kuzeydoğu köşesinde yer almaktadır (Şekil 1). Körfezin ortalama derinliği 70m olup, ağız açıklığına gidildikçe artmaktadır (en yüksek 100m) (Avşar, 1999; Yılmaz ve ark., 1992). Körfez yüzey suyu sıcaklığı kış aylarında ve ilkbahar başında en düşük düzeyde olup (16°C), yaza doğru ısınarak geç yaz periyodunda en yüksek değerlere (29.3 °C) ulaşır (Yılmaz ve ark., 1992). Havaaların ısınmasıyla birlikte oluşan termoklin sonbahardan sonra havaaların soğumasıyla kaybolur ve kış karışımı etkisiyle homojen hale gelir. Tuzluluk değerleri ise ortalama yaklaşık ‰39 olup, nehir girdilerinin olduğu bölgelerde ‰37-38'e kadar düşmektedir (Yılmaz ve ark., 1992). Körfezin sığ yapısına ilaveten karasal girdiler nedeniyle körfezin birincil üretim değerleri açık denize nazaran 2-4 kat yüksektir (Yılmaz ve ark., 1992). İskenderun Körfezi genel akıntı sistemi,

Tablo 1. İskenderun Körfezi'ndeki (SuGözü kıyıları) istasyonlara ait bilgiler

İstasyon Kodu	Enlem	Boylam	Örnekleme tarihi	Çekim derinliği
Z1	35.93267333	36.81907683	Nisan, Temmuz, Ekim, Aralık 2017, 2018	15m
Z2	35.90415583	36.79085412	Nisan, Temmuz, Ekim, Aralık 2017, 2018, 2019	15m
Z3	35.9144805	36.82999083	Nisan, Temmuz, Ekim, Aralık 2017, 2018, 2019	5m
Z4	35.88773383	36.80658751	Nisan, Temmuz, Ekim, Aralık 2017, 2018	5m
Z5	35.91251417	36.81425733	Nisan, Temmuz, Ekim, Aralık 2017, 2018, 2019	10m

ağız açıklığının geniş olmasından ötürü, Akdeniz genelinde hakim olan siklonik kenar akıntısından ve bölgedeki hakim rüzgarlardan etkilenmektedir. İskenderun Körfezi'nde biri yazın ve diğeri kışın etkin olmak üzere iki sirkülasyon modeli önerilmiştir. Yaz aylarında Körfez akıntısı sistemi kabaca batısına ulaşan yüzey akımlarının yönlendirdiği iki birbirine zıt dönen girdaptan oluşurken, kışın körfezin kıyıları boyunca ilerleyen akıntı ile karakterize edilmiştir (Collins and Banner; 1979; Özsoy ve Sözer, 2006).

Örnekleme ve Laboratuvar Çalışmaları

Çalışmada iki farklı veri seti oluşturulmuştur. Bunlardan birincisi, *D. oculata*'nın mevsimsel değişimlerini, diğeri ise alansal dağılımını karakterize etmek için kullanılmıştır. Mevsimsel değişimin belirlenmesi için kullanılacak ilk veri seti için örnekler 2017-2018 yılları arasında 5 istasyondan, 2019 yılında ise 3 istasyondan mevsimsel olarak alınmıştır (Nisan, Temmuz, Ekim ve Aralık) (Şekil 1, Tablo 1). İkinci veri seti ise sadece geç yaz-erken sonbahar periyodunda Türkiye'nin tüm güney kıyılarını kapsayacak şekilde konumlanmış 13 istasyondan elde edilen veriler ile oluşturulmuştur (Şekil 1, Tablo 2). Tüm örnekler 200 mikrometre ağ göz açıklığına sahip WP-2 plankton kepçesi ile dibin 3m üstünden yüzeye doğru dikey olarak alınmıştır. Derinliğin 200 m den fazla olduğu istasyonlarda örnekler 200 m den yüzeye çekilerek alınmıştır. Alınan örnekler sonuç konsantrasyonu %4 olacak şekilde deniz suyu formaldehit çözeltisinde fiks edilmiştir. Türün bolluğu metreküpde birey sayısı olarak hesaplanmıştır (birey/m³). Öncelikle laboratuvara getirilen örneklerden folsom ayırıcı ile alt örnekler alınmış, daha sonra alınan alt örnekler stereomikroskop yardımıyla sayılarak teşhisleri yapılmıştır. Süzülen suyun hacmi ise kepçenin yarıçapı ve çekim derinliği kullanılarak hesaplanmıştır.

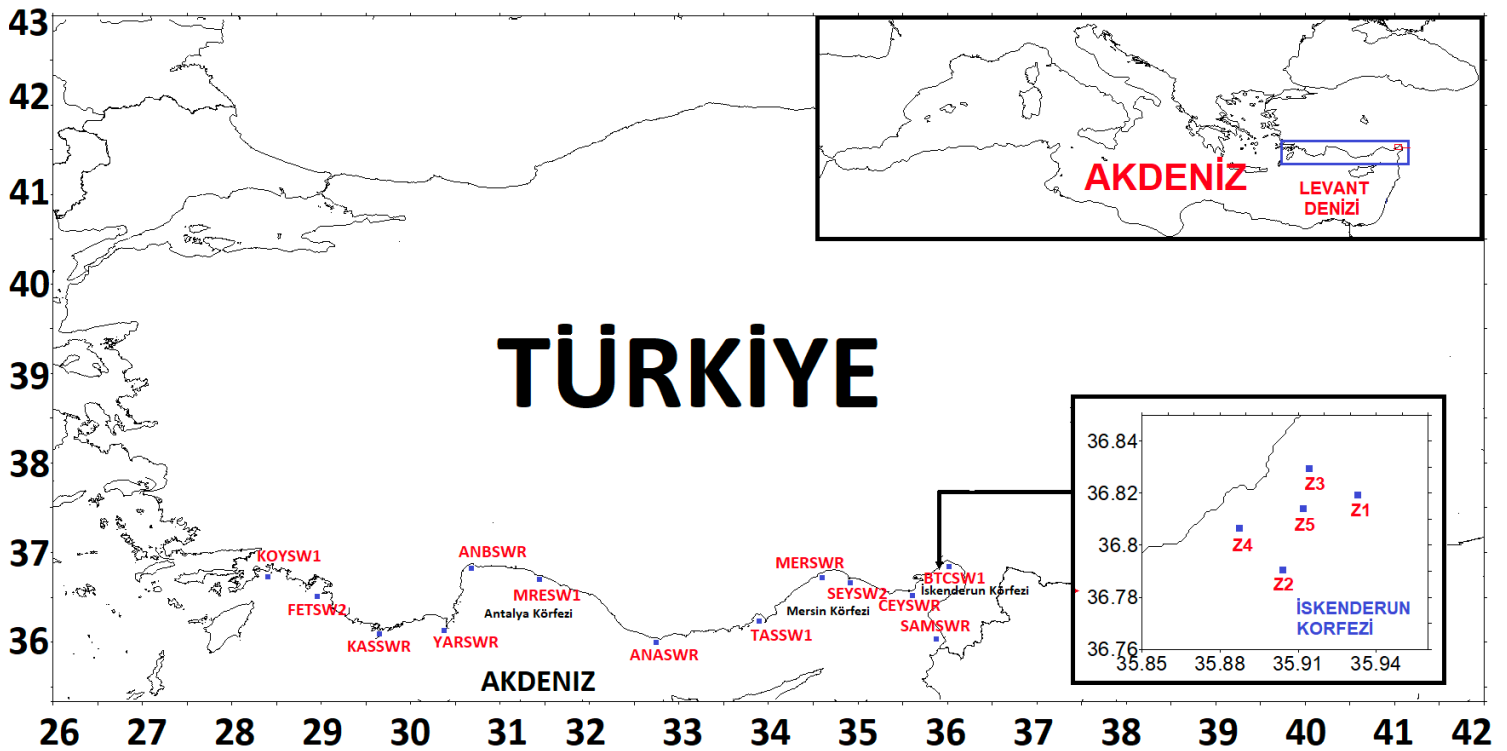
Tablo 2. Türkiye güney kıyısal sularındaki istasyonlara ait bilgiler

Sıra No	İstasyon Kodu	Örnekleme Tarihi	İstasyon Derinliği	Örnekleme Derinliği
1	SAMSWR	17.08.2017	84m	80m
		14.08.2018	121m	119m
		04.09.2019	87m	85 m
2	BTCSW1	16.08.2017	32m	28m
		15.08.2018	33m	30m
		04.09.2019	38 m	34m
3	CEYSWR	16.08.2017	9m	6m
		15.08.2018	9m	7m
		05.09.2019	11m	8m
4	SEYSW2	15.08.2017	17m	11m
		13.08.2018	15m	12m
		03.09.2019	15 m	12 m
5	MERSWR	15.08.2017	18m	16m
		13.08.2018	16m	13m
		03.09.2019	18 m	15 m
6	TASSW1	18.08.2017	35m	32m
		12.08.2018	36m	33m
		02.09.2019	37m	34 m
7	ANASWR	18.08.2017	45m	42m
		12.08.2018	46m	43m
		06.09.2019	46m	43 m
8	MRESW1	19.08.2017	19m	16 m
		11.08.2018	24m	21m
		08.09. 2019	23 m	20 m
9	ANBSWR	19.08.2017	47m	38m
		11.08.2018	48m	45m
		08.09.2019	47 m	44m
10	YARSWR	20.08.2017	129m	125m
		10.08.2018	155m	152m
		08.09.2019	132 m	130m
11	KASSWR	20.08.2017	300m	200m
		10.08.2018	192m	190m
		09.09.2019	310 m	200m
12	FETSW2	20.08.2017	465m	200m
		09.08.2018	700m	210m
		09.09.2019	671 m	217m
13	KOYSW1	21.08.2017	100m	98m
		06.09.2018	95m	92m

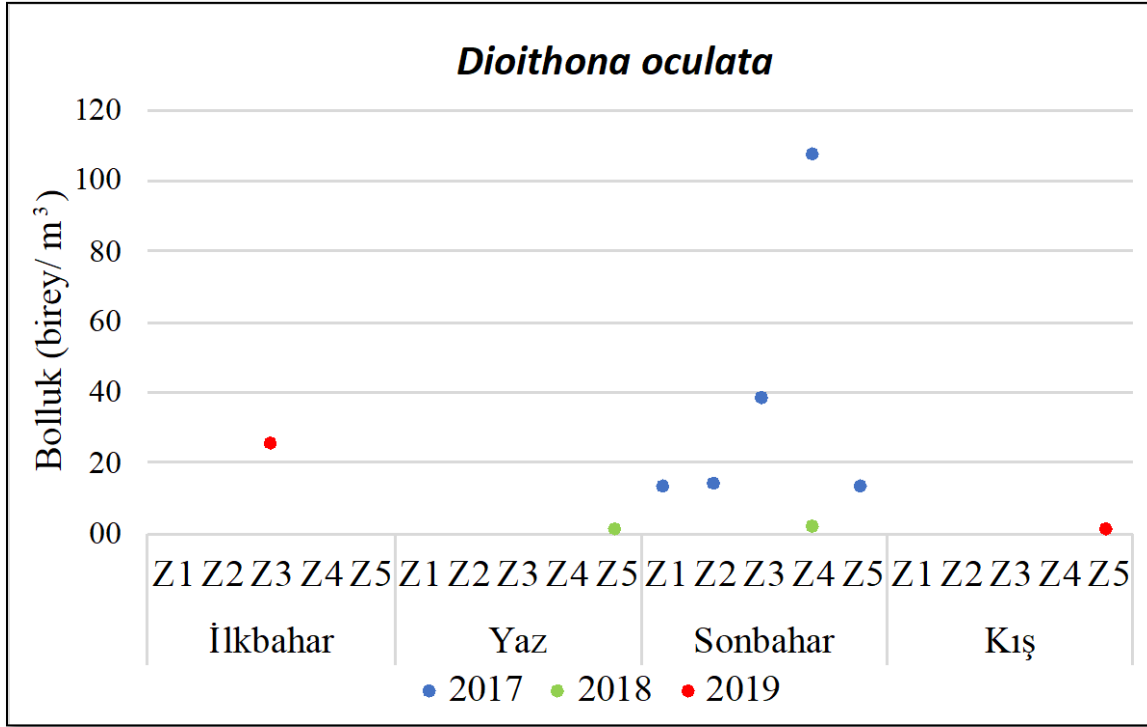
Bulgular ve Tartışma

2013-2016 yılları arasında İskenderun Körfezi kıyılarında sadece sonbahar döneminde (Ekim) dağılım gösteren bu tür (Terbiyık Kurt, 2018), 2018 yılından itibaren zamansal dağılımını arttırmaya başlamıştır. *D. oculata*, 2016 yılında bölgede kıyıya en yakın olan Z3 ve Z4 kodlu istasyonlarda (Yaklaşık 700 ve 850 birey/m³) yüksek bolluklara ulaşarak baskın tür olarak gözlenmiştir (Terbiyık Kurt, 2018). Fakat bu çalışmanın devamı niteliindeki mevcut çalışmada 2017 yılında bolluk değerleri düşük düzeydedir. Terbiyık Kurt (2018) de rapor edildiği gibi, mevcut çalışmada 2017 yılında da sadece Ekim ayında bulunmuş olup, en yüksek değer Z4 kodlu istasyonda 110 birey/m³ olarak gözlenmiştir (Şekil 2). İlerleyen yıllarda ise bolluk düşmüş, fakat mevsimsel dağılım genişlemiştir. Bu tür 2018 yılında yaz ve sonbahar periyotlarında dağılım gösterirken, 2019 yılı itibariyle kış ve ilkbahar

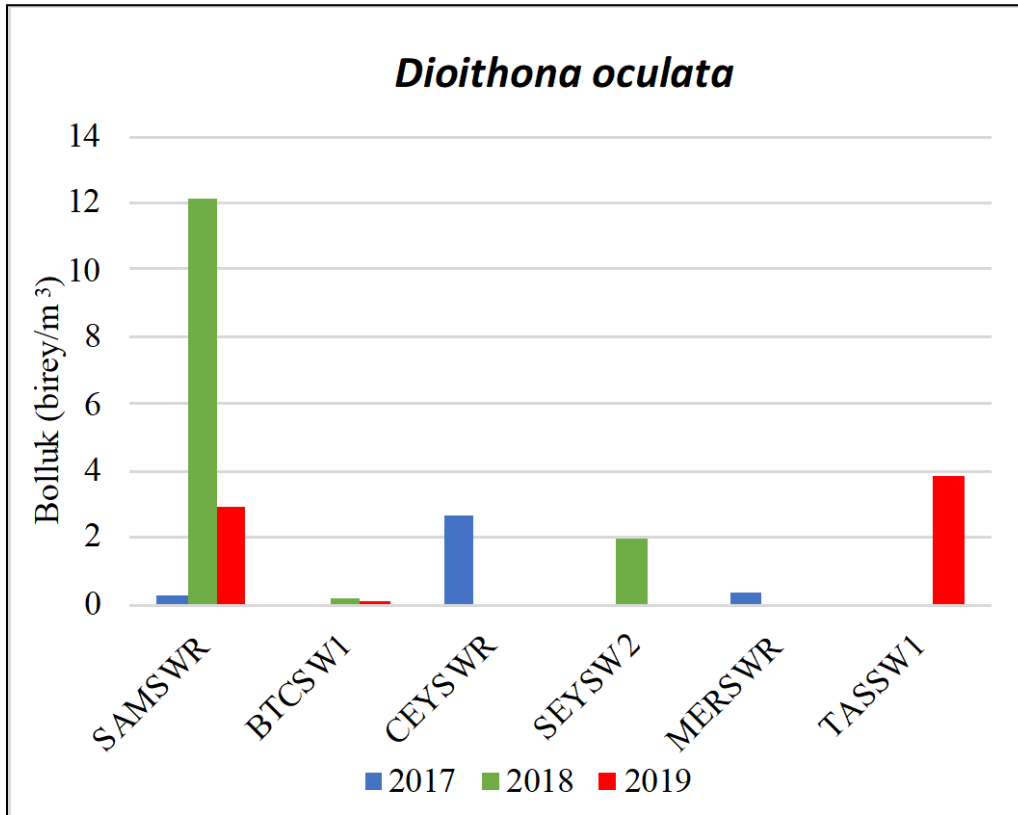
periyotlarında bulunmuştur (Şekil 2). Böylelikle bu türün İskenderun Körfezi hidrografik koşullarında tüm yıl boyunca dağılım gösterebildiği söylenebilmektedir. *D. oculata*'nın dağılımı 2017-2019 yılları arasında sadece mevsimsel olarak değil, alansal olarak ta genişlemiştir. İskenderun Körfezi'nin farklı alanlarında da bulunan bu tür (Samandağ kıyıları, Ceyhan nehri ağzı), Mersin Körfezi'nde de (Seyhan nehri ağzı ve Mersin iç Körfez) gözlenmiş olup, dağılımını Taşucu kıyılarına kadar ilerletmiştir (Şekil 3). Böylelikle türün dağılımı İskenderun Körfezi ile sınır kalmamış, batıya doğru giderek artmıştır. Fakat bu alanlardaki bolluk değerlerinin İskenderun Körfezi'nde rapor edilen değerlerden (Terbiyık Kurt, 2018) oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu düşük değerler istasyon derinliği ile ilişkili olabileceği gibi örnekleme periyodunda da kaynaklı olabilir. Terbiyık Kurt (2018) bu türün en yüksek bolluğunu çekim derinliğinin 5 m olduğu alanlarda gözlemlemiş olup, derinliğin 15 m olduğu alanlarda keskin bir şekilde düştüğünü bildirmiştir.



Şekil 1. Örnekleme alanı ve istasyonlar



Şekil 2. *D. oculata*'nın örnekleme periyodu boyunca mevsimsel dağılımı



Şekil 3. *D. oculata*'nın örnekleme periyodu boyunca alansal dağılımı

D. oculata tropikal ve subtropikal bölgelerde geniş ölçüde dağılmakla birlikte, Kaliforniya kıyıları, Japon Denizi, Meksika Körfezi ve Türkiye kıyıları bu türün Kuzey yarım kürede gözlemlendiği en yüksek enlemlerdir (Razouls ve ark., 2005–2020). *D. oculata* ile ilgili sınırlı bilgi bulunmakta, dağılımı ile ilgili literatür bilgisi daha çok tropikal alanları kapsamaktadır. Tropikal Kochin sularında yılın büyük çoğunluğunda dağılım gösteren bu tür genellikle Eylül'den Aralık'a kadar olan periyotta bolluk bakımından en yüksek değerdedir (Thompson, 1991). Genellikle yaz aylarında bu türün bireylerine pek rastlanmamış olup, çoğunlukla %25 altındaki tuzluluk koşullarında yaygın olduğu bildirilmiştir (Thompson, 1991). Hsu ve ark. (2008) yarı kapalı tropikal lagün olan Tapong Körfezi'nde *D. oculata*'nın benzer olarak sonbahar periyodunda (Ağustos- Aralık) oransal olarak önemli türlerden olduğunu (%16) bildirmiştir. Ayrıca bir önceki çalışmanın aksine türün dağılımında tuzlukla herhangi bir ilişkisi saptanmamış olup, sıcaklıkla belirgin bir pozitif ilişkili bulunmuştur. Fakat Tapong Körfezi'nde ölçülen en düşük tuzluluk yaklaşık %30 civarındadır (Hsu ve ark., 2008). Bu tür, Kaneohe Körfezi (Hawaii)'nin kuzeyinde düşük bolluk düzeyinde rapor edilmiştir (Jungbluth ve Lenz, 2013). Subtropikal Santa Catalina Körfezi'nde (Güney Kaliforniya) ise *D. oculata*'nın, *Acartia clausi* ve *Acartia kopepoditleri* ile birlikte sahile yakın alanlarda artış göstererek farklı komünite yapısının oluşmasına yol açtığı bildirilmiştir (Barnett ve Jahn, 1987). Bazı tropikal alanlarda bu türe ait yüksek bolluk değerleri rapor edilmiş olup, Tapong Körfezi'nde 5755 birey/m³ (Lo ve ark., 2004), Tanabe Körfezi'nde 4000 birey/m³ (Ueda ve ark., 1983), Mucuri Nehri ağzında 3451.5 birey/m³ (Magris ve ark. 2011) olarak ölçülmüştür. Palau kıyılarındaki ise *D. oculata*'nın oluşturduğu kümelerdeki birey sayısı 1,500,000 birey/m³'e ulaşmıştır (Hamner ve Carleton, 1979). Espirito Santo Körfezi (Oliveira Dias ve Bonecker, 2008), Bracui kıyısal suları (Araujo ve ark., 2017), Malacca Boğazı (Rezai ve ark., 2004) ve Vitória Körfezi haliç sistemi (Sterza ve Fernandes, 2006) gibi bazı bölgelerde ise düşük bolluk değerleri rapor edilmiştir.

D. oculata'nın kaydı, Akdeniz genelinde İskenderun Körfezi dışındaki herhangi bir alanda bulunmadığından, Terbiyık Kurt (2018) bu türün balast sularla geçmiş olabileceği ihtimalinin daha yüksek olduğunu vurgulamıştır. Bununla birlikte, bu türün alansal dağılımının genişlemesinde Levant Denizi'nde hakim olan kenar akıntısının büyük oranda etkisi olduğu düşünülmektedir. Bu siklonik akıntı Levant Denizi'nin

kuzeyinde batıya doğru dönerek Türkiye güney kıyıları boyunca ilerler (Pınardi ve ark., 2006; Occhipinti-Ambrogi ve Galil, 2010). Bu akıntı körfez ağız açıklığının geniş olmasından ötürü zaman zaman İskenderun Körfezi iç akıntı sistemiyle etkileşim halindedir (Özsoy ve Sözer, 2006). Levant kıyıları boyunca yabancı türlerin batıya doğru taşınmasında Asya minör akıntısı etkin rol oynamaktadır (Yökeş ve ark., 2007).

D. oculata özellikle tropikal kıyısal sularda aşırı yoğun bireylere sahip kümeler oluşturmaya rağmen, yayılımcı olduğuna dair bir atıf yoktur. Bununla birlikte yabancı tür olarak kaydı da oldukça sınırlıdır (Ara ve ark., 2017). Yabancı türler geçiş yaptıkları ekosistemlerde her zaman istilaya sebebiyet vermeyebilirler. Buldukları ekosistemlerde istilacı dahi olsa farklı alanlara geçtiklerinde düşük yoğunluk düzeylerinde kalabilirler (Simberloff, 2002). Bununla birlikte bir bölgede istilacı olmayan bir tür, yeni eriştikleri ekosistemde uygun koşullar altında istilacı olabilir (Zenni ve Nunes, 2013). Bir türün istila başarısı girme çabası (Propagule effort), abiyotik ve biyotik direnç, genetik kısıtlamalar, mutualist yaşam sürdürdüğü canlıların eksikliği gibi koşullara bağlı olarak gelişir (Zenni ve Nunes, 2013). *D. oculata* İskenderun Körfezi'nde 2013 yılından bu yana popülasyonlarda varlığını korusa da popülasyon büyüklüğü 2016 yılı hariç düşük düzeylerde kalmıştır (Terbiyık Kurt, 2018). 2016 yılında ise kıyıya yakın alanlarda göreceli olarak baskın tür olmasına rağmen, bolluk değerleri yine de aşırı yüksek değerlere ulaşmamıştır (Terbiyık Kurt, 2018). Dolayısıyla *D. oculata*'nın bölgede doğallaşma başarısına rağmen, popülasyon yoğunluğunun çeşitli faktörler tarafından baskılanmış olabileceğini düşündürmektedir (Allee etkisi, rekabet, abiyotik koşullar gibi). Hangi faktörlerin etkilemiş olabileceğini tahmin etmek mevcut çalışma verileriyle pek mümkün değildir. Türün küçük boyutu da düşünülüğünde, 200 µm ağ göz açıklığı ile yapılan örnekleme bu türün popülasyonlarını belirlemede yetersiz kalmaktadır. Dolayısıyla daha sık zamansal aralıklarda belirli derinlik gradyanlarında örnekleme yapılarak ve ayrıca bu türün popülasyonlarını etkileyebilecek abiyotik faktörler (ışık, fotoperiyot, sıcaklık, tuzluluk, zemin yapısı vb.) ve biyotik faktörlerle (aynı nişi paylaşan rekabetçilerin varlığı, av ve predatorları gibi) ilişkileri belirlenerek yapılacak çalışmalarla ancak türün popülasyon değişimleri hakkında daha ayrıntılı bilgi edinmek mümkün olacaktır. Genellikle epipelajik ve kıyısal alanları tercih eden *D. oculata* özellikle mercan resifleri, mangrovlarda ve kumluk alanların üstünde farklı şekil

ve boyuta sahip yoğun sürüler oluşturlar (Emery, 1968; Hamer ve Carleton, 1979; Ueda ve ark., 1983). Dolayısıyla bu türün bolluğu ve dağılımı bentik bölgenin yapısına göre değişmekte, çevresel koşullarla ilişkisi değerlendirilirken muhakkak zemin yapısında dikkate alınmalıdır.

Sonuç

Mevcut çalışmada *D. oculata*'nın düşük bolluk düzeylerinde de olsa, hem alansal hemde zamansal olarak dağılımını genişlettiği gözlenmiştir. İskenderun Körfezi'nde ise bolluk değerlerinin bir hayli düştüğü görülmekle birlikte, bu türün popülasyonundaki değişimlerin farklı veri setleriyle kombine edilerek etkileşimlerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Etik kurul izni: Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

Finansal destek: Bu çalışmada kullanılan verilerin bir bölümü Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın sahibi olduğu TÜBİTAK-MAM tarafından yürütülen "Denizlerde Bütünleşik Kirlilik İzleme İşii" kapsamındaki izleme çalışmasından temin edilmiştir.

Teşekkür: Örneklerin alınması esnasında yardımlarını esirgemenen Dr. İbrahim Tan, Dr. Alper Evcen ve Gökhan Kaman'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Kaynaklar

Alhammoud, B., Béranger, K., Mortier, L., Crépon, M., Dekeyser, I. (2005). Surface circulation of the Levantine Basin: comparison of model results with observations. *Progress in Oceanography*, 66(2), 299- 320.

<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2004.07.015>

Ambler, J.W., Ferrari, F.D., Fornshell, J.A. (1991). Population structure and swarm formation of the cyclopoid copepod *Dioithona oculata* near mangrove cays. *Journal of Plankton Research*, 13, 1257-1272.

<https://doi.org/10.1093/plankt/13.6.1257>

Ara, M., Farooq, S., Rabbaniha, M., Muhammad, A.A. (2017). First report of cyclopoid copepods (Oithonidae) from northeastern Arabian Sea, Karachi, Pakistan. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 16, 1114-1122.

Araujo, A.V., Dias, C.O., Bonecker, S.L. (2017). Differences in the structure of copepod assemblages in four tropical estuaries: importance of pollution and the estuary hydrodynamics. *Marine Pollution Bulletin*, 115, 412-420.

<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.12.047>

Avşar, D. (1999). Physico-chemical characteristics of the eastern Mediterranean in relation to distribution of the new Scyphomedusae (*Rhopilema nomadica*). *Turkish Journal of Zoology*, 23, 605- 616.

Barnett, A.M., Jahn, A.E. (1987). Pattern and persistence of a nearshore planktonic ecosystem off Southern California. *Continental Shelf Research*, 7(1), 1-25.

[https://doi.org/10.1016/0278-4343\(87\)90060-4](https://doi.org/10.1016/0278-4343(87)90060-4)

Bianchi, C. N., Morri, C. (2003). Global sea warming and "tropicalization" of the Mediterranean Sea: biogeographic and ecological aspects. *Biogeographia—The Journal of Integrative Biogeography*, 24(1), 319-327.

<https://doi.org/10.21426/B6110129>

Björnberg, T.K.S. (1963). On the marine free-living copepods off Brazil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, 13, 103-142.

<https://doi.org/10.1590/S0373-55241963000100001>

Björnberg, T.K.S. (1972). Developmental stages of some tropical and subtropical planktonic marine copepods. *Studies on the fauna of Curacao and other Caribbean Islands*, 40(1), 1-185.

Bradford-Grieve, J.M., Markhaseva E.L., Rocha, C.E.F., Abiahy, B. (1999). Copepoda. In D. Boltovskoy (Ed.), *South Atlantic Zooplankton* (p. 869-1098). Leiden: Backhuys Publishers. ISBN: 9789057820359

Collins, M.B., Banner, F.T. (1979). Secchi disc depths, suspensions and circulation, northeastern Mediterranean Sea. *Marine Geology*, 31(1), M39- M46.

[https://doi.org/10.1016/0025-3227\(79\)90051-3](https://doi.org/10.1016/0025-3227(79)90051-3)

Cramer, W., Guiot, J., Fader, M., Garrabou, J., Gattuso, J. P., Iglesias, A., Lange, M. A. Lionello, P., Llasat, M.C., Paz, S., Peñuelas, J., Snoussi, M., Toreti, A., Tsimplis,

- M.N., Xoplaki, E. (2018).** Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean. *Nature Climate Change*, 8(11), 972-980.
<https://doi.org/10.1038/s41558-018-0299-2>
- Dakin, W.J., Colefax, A. (1933).** The marine plankton of the coastal waters of New South Wales. I. The chief planktonic forms and their seasonal distribution. *Proceedings of the Linnæan Society of New South Wales*, 58, 186-222.
- Emery, A.R. (1968).** Preliminary observations on coral reef plankton. *Limnology and Oceanography*, 13, 293-303.
<https://doi.org/10.4319/lo.1968.13.2.0293>
- Galil, B.S. (2008).** Alien species in the Mediterranean Sea which, when, where, why?. *Hydrobiologia*, 606, 105-116.
<https://doi.org/10.1007/s10750-008-9342-z>
- Golnaraghi, M., Robinson, A.R. (1994).** Dynamical studies of the eastern mediterranean circulation. In P. Malanotte-Rizzoli & A.R. Robinson, (Eds.), *Ocean Processes in Climate Dynamics: Ocean Processes in Climate Dynamics: Global and Mediterranean Examples*, NATO ASI Series (Series C: Mathematical and Physical Sciences) Vol. 419 (p. 105-116). Dordrecht: Springer. ISBN: 978-94-011-0870-6
- González, J.G., Bowman, T.E. (1965).** Planktonic copepods from Bahia Fosforescente, Puerto Rico, and adjacent waters. *Proceedings of the United States National Museum*, 117, 241-403.
<https://doi.org/10.5479/si.00963801.117-3513.241>
- Hamner, W.M., Carleton, J.H. (1979).** Copepod swarms: attributes and role in coral reef ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 24, 1-14.
<https://doi.org/10.4319/lo.1979.24.1.0001>
- Hsu, P.K., Lo, W.T., Shih, C.T. (2008).** The coupling of copepod assemblages and hydrography in a eutrophic lagoon in Taiwan: seasonal and spatial variations. *Zoological Studies*, 47(2), 172.
- Huang, D., Haack, R. A., & Zhang, R. (2011).** Does global warming increase establishment rates of invasive alien species? A centennial time series analysis. *PloS One*, 6(9), e24733.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0024733>
- Jungbluth, M. J., Lenz, P. H. (2013).** Copepod diversity in a subtropical bay based on a fragment of the mitochondrial COI gene. *Journal of Plankton Research*, 35(3), 630-643.
<https://doi.org/10.1093/plankt/fbt015>
- Kapsenberg, L., Alliouane, S., Gazeau, F., Mousseau, L. Gattuso, J.P. (2017).** Coastal ocean acidification and increasing total alkalinity in the northwestern Mediterranean Sea. *Ocean Science*, 13, 411-426.
<https://doi.org/10.5194/os-13-411-2017>
- Katsanevakis, S., Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Larram, F.B.R., Zenetos, A., Cardoso, C. (2014).** Invading the Mediterranean Sea: biodiversity patterns shaped by human activities. *Frontiers in Marine Science*, 1(32), 1-11.
<https://doi.org/10.3389/fmars.2014.00032>
- Lo, W.T., Chung, C.L., Shih, C.T. (2004).** Seasonal distribution of copepods in Tapong Bay, southwestern Taiwan. *Zoological Studies*, 43, 464-474.
- Magris, R.A., Pereira, J.B., Loureiro Fernandes, L.F. (2011).** Interannual variability in tropical estuarine copepod assemblages off Northeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, 31(2), 260-269.
<https://doi.org/10.1651/10-3308.1>
- McKinnon, A.D. (2000).** Two new species of Oithona (Copepoda: Cyclopoida) from mangrove waters of North Queensland, Australia. *Plankton Biology and Ecology*, 47, 100-113.
- Mermex Group, (2011).** Marine ecosystems' responses to climatic and anthropogenic forcings in the Mediterranean. *Progress in Oceanography*, 91(2), 97-166.
<https://doi.org/10.1016/j.pocean.2011.02.003>
- Occhipinti-Ambrogi, A., Galil, B. (2010).** Marine alien species as an aspect of global change. *Advances in Oceanography and Limnology*, 1(1), 199-218.
<https://doi.org/10.4081/aiol.2010.5300>
- Oğuz, T., Tuğrul, S., (1998).** Denizlerimizin Genel Oşinografik Özelliklerine Toplu Bir Bakış In N. Görür (Ed.) *Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanlarının Jeolojisi* (p. 1-21). İstanbul: TÜBİTAK.

- Oliveira Dias, C.D., Bonecker, S.L.C. (2008).** Inter-annual variability of planktonic copepods in a tropical bay in southeastern Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51, 531-542.
<https://doi.org/10.1590/S1516-89132008000400011>
- 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>
- Özsoy, E., Hecht, A., Ünlüata, U., Brenner, S., Sur, H. İ., Bushop, J., Latif, M.A., Rozentraub, Z., Oğuz, T., (1993).** A synthesis of the Levantine Basin circulation and hydrography, 1985–1990. *Deep sea research part II: topical studies in Oceanography*, 40(6), 1075-1119.
[https://doi.org/10.1016/0967-0645\(93\)90063-S](https://doi.org/10.1016/0967-0645(93)90063-S)
- Pinardi, N., Zavatarelli, M., Arneri, E., Crise, A., Ravaioli, M. (2006).** The physical, sedimentary and ecological structure and variability of shelf areas in the Mediterranean Sea. In (A., Robinson & K. Brink, (Eds), *The Sea, Volume 14B: The Global Coastal Ocean* (p. 1245-1331). Cambridge: Harvard University Press, ISBN 9780674021174
- Razouls, C., de Bovée, F., Kouwenberg, J., Desreumaux, N. (2005-2020).** Diversity and Geographic Distribution of Marine Planktonic Copepods. Sorbonne University, CNRS. Retrieved from <http://copepodes.obs-banyuls.fr/en> (accessed 30.03.2020).
- Rezai, H., Yusoff, F.M., Arshad, A., Kawamura, A., Nishida, S., Ross, O.B.H. (2004).** Spatial and temporal distribution of copepods in the Straits of Malacca. *Zoological Studies*, 43, 486-497.
- Sander, F., Moore, E. (1979).** The colonization of Barbados coastal waters by the copepod *Oithona oculata*. *Crustaceana*, 36, 215-224.
<https://doi.org/10.1163/156854079X00681>
- Simberloff, D. (2009).** The role of propagule pressure in biological invasions. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 81-102.
<https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120304>
- Sterza J.M., Fernandes, L.L. (2006).** Zooplankton community of the Vitória Bay estuarine system (Southeastern Brazil): characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, 54, 95-105.
<https://doi.org/10.1590/S1679-87592006000200001>
- Tanaka, O. (1960).** Pelagic Copepoda. *Biological Results of the Japanese Antarctic Research Expedition*, 10, 1-95.
<https://doi.org/10.5134/176440>
- Terbiyik Kurt, T. (2018).** Contribution and acclimatization of the swarming tropical copepod *Dioithona oculata* (Farran, 1913) in a Mediterranean coastal ecosystem, *Turkish Journal of Zoology*, 42, 567-577.
<https://doi.org/10.3906/zoo-1802-42>
- Thompson, P. K. (1991).** Ecology of the cyclopoid from the Cochin backwater. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 33(1&2), 350-365.
- Tuğrul, S., Yücel, N., Akçay, İ. (2016).** Chemical oceanography of the northeastern Mediterranean. In C. Turan, B. Salihoğlu, E. Özgür-Özbek & B. Öztürk (Eds.). *The Turkish Part of Mediterranean Sea Marine Biodiversity, Fisheries Conservation and Governance* (p. 15-29). Istanbul: Turkish Marine Research Foundation (TUDAV). ISBN: 978-975-8825-35-6
- Ueda, H., Kuwahara, A., Tanaka, M., Azeta, M. (1983).** Underwater observations on copepod swarms in temperate and subtropical waters. *Marine Ecology Progress Series*, 11, 165-171.
<https://doi.org/10.3354/meps011165>
- Vervoort, W. (1964).** Free-living Copepoda from Ifaluk Atoll in the Caroline Islands with notes on related species. *United States National Museum Bulletin*, 236, 1-431.
<https://doi.org/10.5479/si.03629236.236.1>
- Walther, G.R., Roques, A., Hulme, P. E., Sykes, M. T., Pyšek, P., Kühn, I., Zobel, M., Bacher, S., Botta-Dukat, Z., Bugmann, H., Czucz, B., Dauber, J., Hickler, T., Jarošik, V., Kenis, M., Klotz, S., Minchin, D., Moora, M., Nentwig, W., Ott, J., Panov, V. E., Reineking, B., Robinet, C., Semchenko, V., Solarz, W., Thuiller, W., Vila,**

M.,Vohland, K.,Settele, J., (2009). Alien species in a warmer world: risks and opportunities. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(12), 686-693.

<https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.06.008>

Yeatman, H.C. (1976). Marine littoral copepods from Jamaica. *Crustaceana* 30, 201-219.

<https://doi.org/10.1163/156854076X00576>

Yilmaz, A., Basturk, O., Saydam, C., Ediger, D., Yilmaz, K., Hatipoglu, E. (1992). Eutrophication in Iskenderun Bay, north-eastern Mediterranean. In RA, Vollenweider, R, Marchetti & R, Viviani (Eds). *Marine Coastal Eutrophication* (p. 705-717). Amsterdam: Elsevier Science. ISBN: 978-0-444-89990-3

<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-89990-3.50062-6>

Yokes, M. B., Karhan, S. Ü., Okus, E., Yüksek, A., Aslan-Yilmaz, A., Yilmaz, I. N., demirel, N., Demir, V., Galil, B. S. (2007). Alien crustacean decapods from the Aegean coast of Turkey. *Aquatic Invasions*, 2(3), 162-168.

<https://doi.org/10.3391/ai.2007.2.3.2>

Zenni, R.D., Nuñez, M.A. (2013). The elephant in the room: the role of failed invasions in understanding invasion biology. *Oikos*, 122(6), 801-815.

<https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2012.00254.x>