

Türk Boğazlar Sistemi'nde Mesozooplankton Biyokütlesinin İlkbahar ve Sonbahar Mevsimlerindeki Alansal ve Vertikal Dağılımı

Tuba TERBIYIK KURT^{1*}, Sevim POLAT¹, Zahit UYSAL², Yeşim AK ÖREK²

¹Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Temel Bilimler Bölümü, Sarıçam, Adana, Türkiye

²Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli-Mersin, Türkiye

*Sorumlu yazar: tubaterbiyik@gmail.com

Araştırma Makalesi

Geliş 25 Eylül 2019; Kabul 23 Aralık 2019; Basım 01 Haziran 2020.

Alıntılama: Terbiyik Kurt, T., Polat, S., Uysal, Z., & Ak Örek, Y. (2020). Türk Boğazlar Sistemi'nde mesozooplankton biyokütlesinin ilkbahar ve sonbahar mevsimlerindeki alansal ve vertikal dağılımı. *Acta Aquatica Turcica*, 16(2), 189-201. <https://doi.org/10.22392/actaquatr.623804>

Özet

Zooplanktonik organizmalar pelajik besin ağının şekillenmesinde ve biyokimyasal döngülerin gerçekleşmesinde anahtar rol oynamaktadır. Zooplankton biyokütlesi ve dağılımı hakkında bilgi sahibi olmak, bu canlıların ekosistemdeki organik madde ve enerji akışına katkılarını tahmin etmek için önem arz etmektedir. 2008 yılının Nisan ve Ekim aylarında Türk Boğazlar Sistemi (TBS)'nde tek hat boyunca belirlenen istasyonlardan WP-2 plankton kepeçesi (ağ göz açıklığı 200µm) ile zooplankton örnekleri toplanmıştır. Bu örneklerden ölçülen biyokütle değerlerinin epipelajik bölgedeki alansal ve dikey dağılımı belirlenerek bölgedeki bu konuyla ilgili bilgi eksikliği giderilmeye çalışılmıştır.

TBS'de ortalama mesozooplankton mevcut stoğu alansal ve dikey olarak farklılık göstermiştir. Mesozooplankton biyokütlesi genel itibarıyla ilkbaharda yüzey karışım tabakasında yoğunlaşmış, derinlik ile birlikte azalmıştır. Sonbahar periyodunda ise geçiş tabakası ortalama mesozooplankton biyokütle değerleri bakımından daha yüksek bulunmuştur. Genel olarak, boğazlarda yüksek olan bu değerler, Marmara Denizi'nin iç bölgelerinde özellikle kuzey batısında oldukça düşmüştür. Bölgedeki biyokütle dağılımında istasyon derinliği, derinlik tabakaları ve oksijen miktarı etkili olmakla birlikte, örnekleme periyodu boyunca gerçekleştiği bildirilen musilaj olayının sıcaklık ve tuzluluk gibi çevresel parametrelerin etkisini büyük ölçüde maskeleyiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: TBS, mesozooplankton, mevcut stok, biyokütle, kuru ağırlık

Spatial and Vertical Distribution of Mesozooplankton Biomass in the Turkish Straits System in Spring and Autumn Seasons

Abstract

Zooplanktonic organisms play a key role in shaping the pelagic food web and the realization of biochemical cycles. It is important to know zooplankton biomass and its distribution in predicting their contributions to the organic matter and energy flow in the ecosystem. In this context, zooplankton samples were collected in April and October 2008 with WP-2 plankton net (200µm) at the stations identified along a transect in the Turkish Straits System (TSS). The spatial and vertical distribution of the biomass values from these samples was determined in the epipelagic region and the lack of information about this issue in the region was tried to be eliminated.

The mean standing stock of mesozooplankton in TSS differed spatially and vertically. Mesozooplankton biomass was generally concentrated in the surface mixed layer in spring and decreased with depth. In the autumn, the transition layer was found to be higher in terms of mean mesozooplankton biomass values. These values, which are generally higher in the straits, decreased considerably in the inner regions of the Marmara Sea, especially in the northwest. Although the station depth, depth layers, and the amount of dissolved oxygen affected the biomass distribution in the region, it is thought that the mucilage event reported during the sampling period largely masked the effect of other environmental parameters such as temperature and salinity.

Keywords: TBS, mesozooplankton, standing stock, biomass, dry weight

GİRİŞ

Denizel ekosistem içinde zooplanktonik organizmalar pelajik besin ağının en önemli trofik elemanlarından biri olup (Skjoldal vd., 2000), av, avcı yada rekabetçi olarak farklı görevler üstlenmektedir. Bu canlılar, tek hücreli bitkisel organizmalar ile başta balık olmak üzere karnivor

organizmalar arasında madde ve enerji akışının sağlanmasında ikincil üretim seviyesinde kilit rol oynamaktadır (Lenz, 2000). Zooplanktonik canlılar, bazı pelajik balıkların ergin safhasında besin kaynağı olduğu gibi erken larval dönemde de en temel besin kaynağını teşkil etmektedir. Balıkların ilk beslenme sürecinde ortamdaki zooplankton popülasyonlarındaki değişimler, balıkların üreme ve gelişme döngülerini, hayatta kalma oranlarını, stoğa katılım oranını ve dolayısıyla stok miktarını etkileyen en önemli faktör olarak görülmektedir (Cushing vd., 1990; Lenz, 2000). Bu bağlamda sucul ortamda balıkların verimliliğinin tahmininde, birincil üretimin yanı sıra, ikincil üretimi oluşturan zooplanktonun miktarı ve çeşitliliğinin de göz önünde bulundurulması önem teşkil etmektedir. Zooplankton biyokütlesi balık popülasyonlarının tahminin yanısıra denizel ekosistemdeki iklimsel değişimlerin de etkisinin çalışılması için yararlı parametrelerden biri olarak görülmektedir (Dvoretsky ve Dvoretsky, 2013). Ayrıca, yoğun kütleleri, nispeten kısa yaşam süreleri, sürüklenme doğası, yüksek grup/tür zenginliği ve çeşitli streslere farklı toleransları bu organizmaların sucul ekosistemde fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler için indikatör organizmalar olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Gajbhiye, 2002).

Marmara Denizi, İstanbul Boğazı ve Çanakale Boğazı'yla birlikte Türk Boğazlar Sistemi (TBS) olarak adlandırılmakta, eşsiz hidrografik yapısı ve farklı antropojenik baskılara yoğun olarak maruz kalmasından kaynaklı olarak ekosistem fonksiyonunu anlamaya yönelik çalışmalar için adeta bir laboratuvar niteliği taşımaktadır. Son yıllarda Marmara Denizi ekosisteminde trajik değişimler yaşanmıştır. Karadeniz'den gelen yüzey sularının yanı sıra çeşitli antropojenik ve nehir deşarjlarına bağlı organik madde yükündeki artış, Marmara Denizi yüzey sularında ötrofikasyona yol açmaktadır. Bu olgu özellikle sığ olan ve su sirkülasyonlarının az olduğu körfezleri çok daha fazla etkilemiş olup, bazı bölgelerde ötrofikasyondan kaynaklı ara ve alt tabakalarda oksijensiz koşulların oluşmasına neden olmaktadır (ÇBS-TÜBİTAK MAM, 2017). Bununla birlikte, yıllardır maruz kaldığı antropojenik etkilerin üstüne, Trachymedusa grubundan *Lirroppe tetraphylla*'nın ekosisteme girişi ve başarılı bir şekilde bolluğunu arttırarak yerleşmesi sonucunda Marmara Denizi ekosistemi olumsuz etkilenmiştir. Bu türün aşırı çoğalmasını takiben toplu ölümleri gerçekleşmiş ve ardından başta *Gonyaulax fragilis* isimli dinoflagellat türü olmak üzere çeşitli fitoplanktonik türlerin yol açtığı musilaj olayıyla ise adeta sistem çöküntüye uğramıştır. Bu ekosistem içindeki dalgalanmalar sonucu başta ticari öneme sahip pelajik balıklar olmak üzere çoğu canlı olumsuz etkilenmiştir (Yılmaz, 2015; İşinibilir Okyar vd., 2015; Gül ve Demirel, 2016).

Marmara Denizi'nde zooplankton ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte bu çalışmalar genellikle İzmit Körfezi (Tarkan vd., 2000b; İşinibilir ve Tarkan, 2007; İşinibilir Okyar vd., 2015) Erdek Körfezi (İşinibilir, 2010; Toklu-Alıçlı vd., 2014), Bandırma Körfezi (İşinibilir, 2010), Çanakale Boğazı (Büyükateş ve İnanmaz, 2010) ile İstanbul Boğazı ve civarı (Öğdül ve Ergüven, 1992; Yüksek vd., 2001; Tarkan vd., 2005; Dorak ve Temel, 2015; İşinibilir Okyar vd., 2015; Yılmaz, 2015; Dorak ve Albay, 2016) gibi nispeten lokal alanlarda yoğunlaşmıştır. TBS etrafında yerleşim alanının fazla olması, farklı bölgelerde farklı karasal girdilere maruz kalması, iki farklı hidrografik özelliğe sahip denizlerle bağlantısı olan bir bölge olması, lokal çalışmaların sonuçlarının da ancak lokal ölçekte değerlendirebilmesine olanak sağlamaktadır. Marmara Denizi'nin basen geneli bölgesel değişimleri hakkında bilgi içeren çalışma sayısı ise nispeten azdır (Tarkan ve Ergüven, 1988; Cebeci ve Tarkan, 1990; Ünal vd., 2000; Tarkan vd., 2000a; Benli vd., 2001; İşinibilir ve Tarkan, 2004; Yılmaz, 2008; Zervoudaki vd., 2011). Bahsi geçen çalışmalarda zooplanktonun tür kompozisyonu, dağılımı ve bolluğu ile ilgili veriler yer almakta ve ekosistem ile ilgili etkileşimlerinden söz edilmektedir.

Zooplanktonun miktarsal durumunun tam olarak ortaya konulması ve mevcut çalışmaların aynı zamanda biyokütle değerlerinin ölçülerek desteklenmesi madde akışı ve ekosistem fonksiyonunu daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır (Skjoldal vd., 2000). Günümüzde zooplankton biyokütle hesaplamasında bir çok farklı yöntem uygulanmaktadır. Kuru ağırlık olarak zooplankton mevcut stok ölçümü ise 1960'lı yıllardan bu yana yaygın olarak kullanılmakta olup (Postel vd., 2000), Akdeniz genelinde de çoğu araştırmacı tarafından tercih edilen bir metottur (Ramfos vd., 2005; Isari vd., 2006; Zenginler Yılmaz ve Beşiktepe, 2010; Terbiyik Kurt ve Polat, 2013; Mazzocchi vd., 2014; Hannides vd., 2015; Terbiyik Kurt ve Polat, 2015). TBS'de ise zooplankton biyokütlesi ile ilgili az sayıda bilgi bulunmaktadır ve bu bilgileri içeren çalışmaların çoğu ya lokal olarak gerçekleştirilmiş (Cebeci ve Tarkan, 1990; Öğdül ve Ergüven, 1992; İşinibilir vd., 2008; İşinibilir, 2010) ya da sadece belli

grupların biyokütlesi hakkında bilgileri içermektedir (Ünal vd., 2000; Zervoudaki vd., 2011). Bu çalışma kapsamında Türk Boğazlar Sistemi'nde mesozooplankton mevcut stoğunun miktersal durumu ile alansal ve dikey dağılımı belirlenmiş olup, bölgede pelajik ekosistemdeki ekolojik süreçleri anlamamıza yardımcı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca, bu çalışma ile birlikte Marmara Denizi'nde bütünsel olarak zooplankton biyokütle miktarının dağılımının mevcut durumu hakkında bilgi eksikliğini giderilmesinin yanısıra, literatür katkısında bulunulması bu iç denizin bağlantılı olduğu Karadeniz ve Akdeniz'in çeşitli bölgeleriyle de karşılaştırma yapılabilmesine olanak sağlanması hedeflenmektedir.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanının tanımı

Marmara Denizi, İstanbul ve Çanakkale Boğaz'larıyla civar denizlere bağlanan yarı kapalı bir iç denizdir. Yaklaşık 70x250 km boyutlarında olan bu deniz, 11,500 km² yüzey alanına sahiptir. Maksimum derinliği ise 1390 m civarındadır (Gerin vd., 2013). Ortalama derinliği 35 m civarında olan İstanbul Boğazı ile Karadeniz'e, ortalama derinliği 55 m olan Çanakkale Boğazı ile de Ege Denizi'ne bağlanmaktadır (Oğuz ve Tuğrul, 1998). Çanakkale ve İstanbul Boğaz'ları Marmara Denizi'nin hidrografisini büyük ölçüde etkilemekte, Doğu Akdeniz ile Karadeniz arasında su alışverişine olanak sağlamaktadır. Karadeniz'den gelen tuzluluğu düşük (~%18) yüzey suları ile tuzluluğu yüksek olan Akdeniz'den gelen (~%38.5) alt tabaka suları belirgin bir yoğunluk ara yüzeyi ile ayrılmakta, Marmara Denizi'nde ve boğazlarda iki tabakalı bir su kolonu yapısının oluşmasına neden olmaktadır (Beşiktepe vd., 1994). Kışın yüzey tabakasındaki sıcaklık 4-5 °C'ye kadar düşmekte, ilkbahar ve yaz aylarında ise ısınmanın etkisiyle 25 °C'ye kadar yükselmektedir (Oğuz ve Tuğrul, 1998). Yüzey tabakası tuzluluğu TBS boyunca süregelen karışımlar nedeniyle büyük değişimler göstermektedir. TBS içinde alt tabaka sularında sıcaklıktaki mevsimsel değişimler en çok Çanakkale Boğazı içinde gerçekleşmektedir. En düşük sıcaklık 13,0 °C ile Mart ayında, en yüksek 16,5 °C ile Temmuz-Ağustos aylarında gözlenmektedir. Tuzluluk ise %38,5-38,7 arasında değişmektedir. Marmara Denizi'nde daha stabil olan alt tabaka sularının tuzluluğu %38,52±0,03 ve sıcaklığı ise 14,48±0,04 °C'dir. Tuzluluk ve sıcaklık değişimleri İstanbul Boğazı'nda ise %35-37,5 ile 12,5-14,5 °C aralığında dalgalanmaktadır (Oğuz ve Tuğrul, 1998).

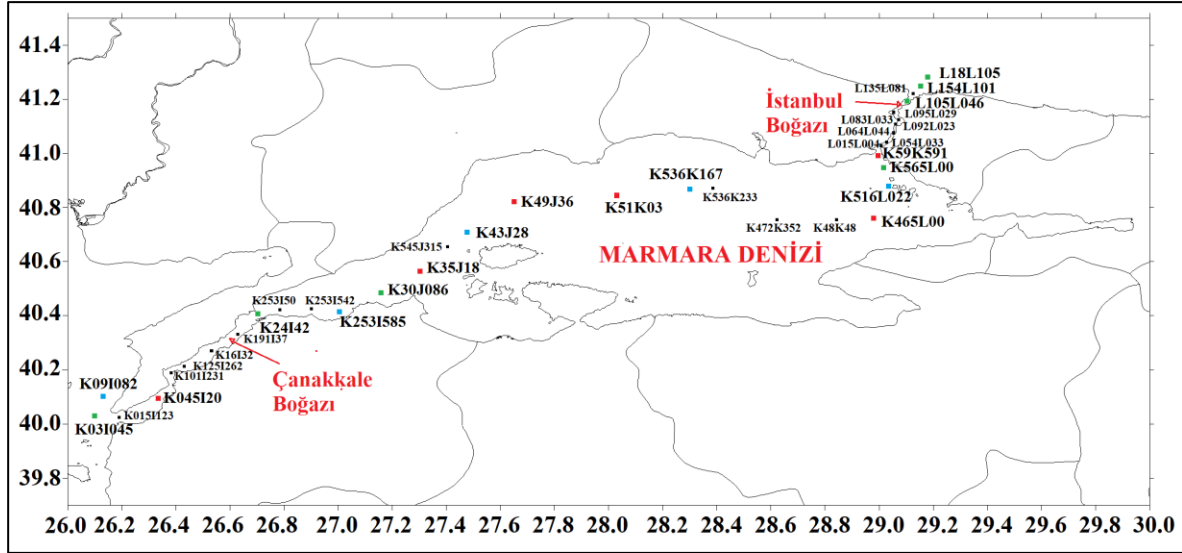
Örnekleme çalışmaları

Araştırma, Türk Boğazlar Sistemi'nde biri 11-14 Nisan 2008 ve diğeri 01-04 Ekim 2008 tarihleri arasında olmak üzere iki deniz seferi gerçekleştirilerek yürütülmüştür. Zooplankton örnekleme toplama 18 istasyonda gerçekleştirilmiş olup, bu istasyonlardan ilkbahar mevsiminde 13'ünde, sonbahar mevsiminde 11'inde örnekleme yapılmıştır (Şekil 1). Örnekler açma kapama düzeneği ile donatılmış, 200 µm ağ göz açıklığına sahip WP-2 zooplankton keşesi ile su kolonunda farklı tabakalardan alınmıştır. Bu tabakalar, su kolonunun tuzluluk ve oksijen miktarındaki değişim göz önüne alınarak, Karadeniz suyu, Akdeniz suyu ve karışım tabakasını karakterize edecek şekilde belirlenmiştir. Örnekler alındıktan hemen sonra %4'lük deniz suyu formaldehit çözeltisi ile fikse edilmiştir. Seferler esnasında çevresel değişkenlerden sıcaklık, tuzluluk, yoğunluk, çözünmüş oksijen (ÇO) değerleri SeaBird SBE-9 CTD ve Seacat Plus V 1.6b ile ölçülmüştür.

Örneklere aşırı müsilaaj ve fitoplankton gözlendiğinden, sefer sırasında biyokütle ölçümleri yapılamamıştır. Bu yüzden, laboratuvar ortamında formaldehit ile fiks edilmiş örneklerden önce alt örnek alınmış, daha sonra bu örneklerden fitoplanktonik organizmalar ve organik madde stereomikroskop altında ayıklandıktan sonra biyokütle ölçümleri için kullanılmıştır. Omori (1978) formaldehit ile fikse edilmiş örneklerin biyokütlelerinde kaybı %30 olarak hesaplamış olup, bu oran dikkate alınarak biyokütle değerlerinde düzeltme yapılmıştır (Hannides vd., 2015). İstasyonlarda örnekleme sırasında her bir tabaka için yapılan çekimler sonucunda süzülen su hacmi göz önüne alınarak biyokütle ölçümleri kuru ağırlıkta mg/m³ olarak verilmiştir. Mesozooplankton biyokütle örnekleri, önceden 0,0001 hassasiyetli terazi ile ağırlığı belirlenmiş olan Whatmann GF/C filtrelerden süzülmüştür. Süzme işlemi tamamlanan filtreler steril petrikaplarının içine koyularak, incelemeye tabi tutulana kadar -18 ila -20 °C'de saklanmıştır (Postel vd., 2000). Ölçümden önce dondurucuda bekletilen filtreler etüv'de 60 °C'de 24 saat bekletilmiş, daha sonra vakum desikatörün içine konularak bir saat soğumaya bırakılmıştır. Bu örneklerin ağırlıkları yine aynı hassasiyete sahip terazi yardımıyla

ölçülmüş, sonuç olarak filtrelerin son ağırlıklarından ilk ölçülen ağırlıkları çıkartılarak biyokütle değeri hesaplanmıştır.

Mesozooplankton biyokütle değerlerinin istasyonlar ve örnekleme tabakaları arasındaki farkı tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) ile sınanmıştır. Analiz öncesi bu verilere karekök transformasyonu uygulanarak normal dağılıma yaklaştırılmaya çalışılmıştır. Mesozooplankton biyokütle değerlerinin çevresel koşullar ile ilişkisini belirlemek için Spearman korelasyon katsayısı kullanılmıştır. Bu testler IBM SPSS 22 programı yardımıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Örnekleme alanı ve istasyonları (■, Sadece CTD ölçümü alınan istasyonları; ■ sadece ilkbahar mevsiminde zooplankton örnekleme yapılan istasyonları; ■ sadece sonbahar mevsiminde zooplankton örnekleme yapılan istasyonları; ■ mesozooplankton örneklerinin her iki örnekleme döneminde de alındığı istasyonları temsil etmektedir).

Tablo 1. İlkbahar ve sonbahar 2008 periyotları itibarıyla zooplankton örnekleme bilgilerine ait bilgiler

İstasyon	Tarih	Saat	Çekim Aralıkları	İstasyon	Tarih	Saat	Çekim Aralıkları
K045I20	11.04.2008	18:00	0-15 m	K091082	01.10.2008	09:27	0-21 m
K045I20	11.04.2008	18:00	15-50 m	K091082	01.10.2008	09:20	20-67 m
K24I42	11.04.2008	22:30	15-0 m	K045I20	01.10.2008	16:54	0-13 m
K24I42	11.04.2008	22:30	15-30 m	K045I20	01.10.2008	17:03	12-55 m
K30J18	12.04.2008	02:00	0-20 m	K253I585	02.10.2008	09:00	0-10 m
K30J18	12.04.2008	02:00	20-60 m	K253I585	02.10.2008	08:50	10-20 m
K35J18	12.04.2008	11:30	0-20 m	K253I585	02.10.2008	08:30	21-69 m
K35J18	12.04.2008	11:30	20-50 m	K35J18	02.10.2008	16:20	0-20 m
K35J18	12.04.2008	11:30	50-70 m	K465L00	03.10.2008	23:20	0-20m
K49J36	12.04.2008	18:30	20-0 m	K465L00	03.10.2008	23:58	23-223 m
K49J36	12.04.2008	18:30	20-200 m	K516L022	04.10.2008	08:50	0-15 m
K51K03	13.04.2008	09:00	0-23 m	K516L022	04.10.2008	09:00	27-83 m
K51K03	13.04.2008	09:00	23-79 m	K516L022	04.10.2008	09:10	16-27 m
K51K03	13.04.2008	09:00	79-210 m	K59K591	04.10.2008	14:45	0-25 m
K465L00	14.04.2008	09:30	0-15 m	K35J18	02.10.2008	16:08	20-80 m
K465L00	14.04.2008	10:20	15-34 m	K43J28	02.10.2008	18:14	0-20 m
K465L00	14.04.2008	09:45	34-200 m	K43J28	02.10.2008	18:25	20-50 m
K565L00	14.04.2008	03:00	0-30 m	K49J36	02.10.2008	20:15	0-20 m
K59K591	14.04.2008	16:00	0-25 m	K49J36	02.10.2008	20:42	45-200 m
105L096	14.04.2008	08:00	0-20 m	K49J36	02.10.2008	21:13	21-46.5 m
105L096	14.04.2008	08:00	20-50 m	K51K03	03.10.2008	09:10	0-20 m
K03I045	11.04.2008	13:30	0-10 m	K51K03	03.10.2008	09:40	63-206 m
K03I045	11.04.2008	13:30	10-30 m	K51K03	03.10.2008	09:50	20-60 m
K03I045	11.04.2008	13:30	34-56 m	K536K167	03.10.2008	16:30	0-20 m
K03I045	11.04.2008	13:30	58-75 m	K536K167	03.10.2008	17:10	22-109 m
				K536K167	03.10.2008	16:50	109- 218 m

BULGULAR

Hidrografik yapı

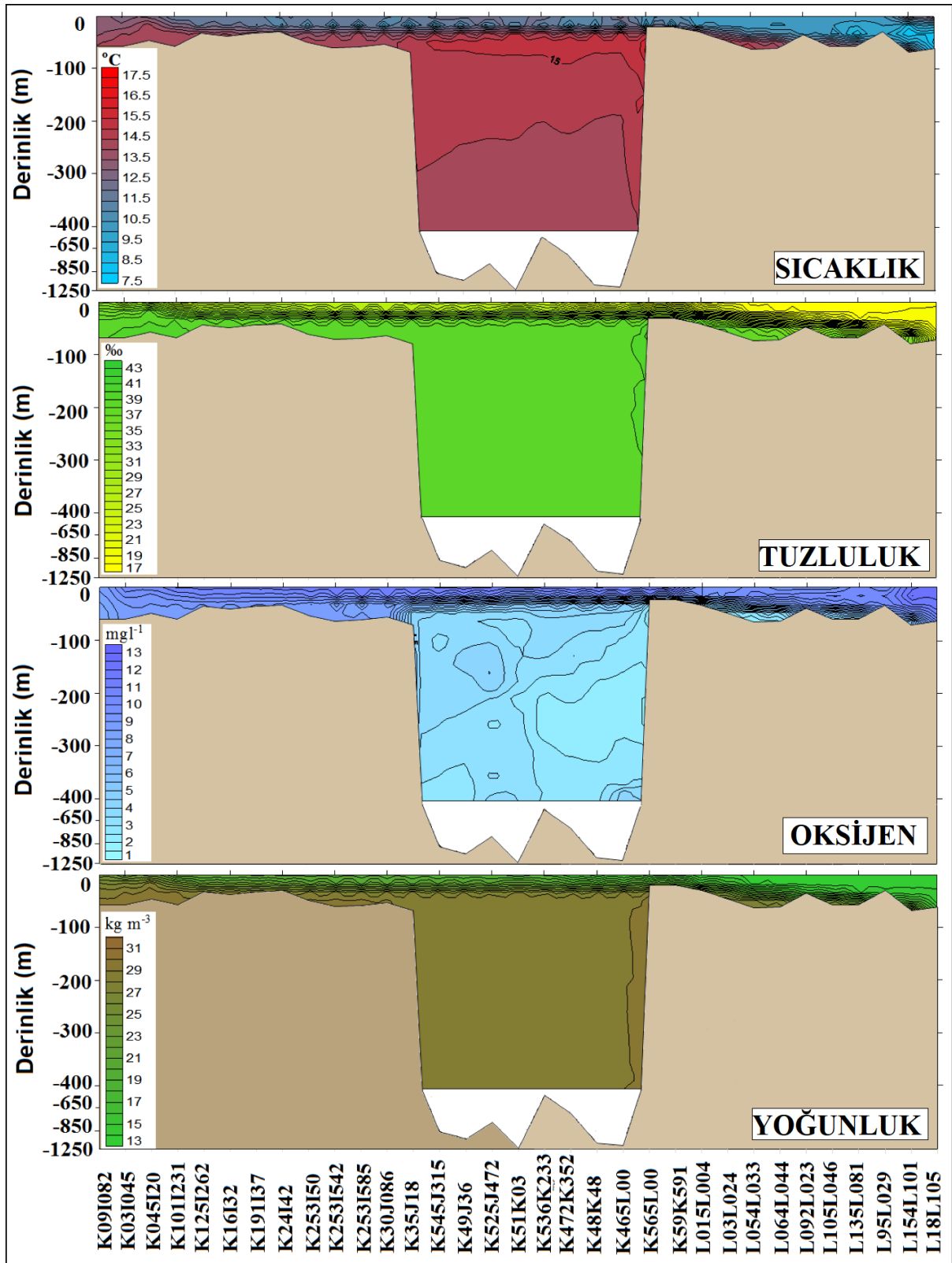
TBS’de iki örnekleme periyodunda da Çanakkale Boğazı vasıtasıyla Marmara Denizi’ne dip akıntısı olarak giriş yapan Akdeniz suyu, Marmara Denizi’ne doğru yüzey akıntısı olarak gelen Karadeniz suyundan belirgin bir şekilde ayrılmakta ve bu bölgede su kolonu iki tabakalı yapı sergilemektedir (Şekil 2 ve 3).

İlkbahar mevsimi itibariyle yüzey karışım tabakasında ortalama sıcaklık değeri 11,6 °C olup, TBS boyunca en düşük değer 10,4 °C, en yüksek değer 13,5 °C olarak ölçülmüştür. Yüzey karışım tabakasında sıcaklığın Çanakkale Boğazı’ndan İstanbul Boğazı’na doğru kademeli olarak azaldığı gözlenmiştir. İstanbul Boğazı’nın Karadeniz çıkışında konumlanan L18L105 ve L105L046 kodlu istasyonlarda sıcaklık yüzeyden itibaren kademeli olarak azalırken, Çanakkale Boğazı’nda ve çıkışında konumlanan istasyonlarda sıcaklık derinlikle birlikte artmıştır (Şekil 2). Yüzey karışım tabakası tuzluluk değerleri %17,6 ila %34,5 arasında değişmiş olup, ortalama %24,8 civarındadır. En düşük tuzluluk değerleri İstanbul Boğazı’nın hemen çıkışındaki istasyonlarda gözlenmiş olup, Çanakkale Boğazı’na doğru tuzluluk kademeli olarak artmıştır (Şekil 2). Yüzey karışım tabakasında ortalama oksijen miktarı 11,06 mg/l olup, 9,9 mg/l ile 12,09 mg/l arasında dalgalanmaktadır. Karadeniz ile İstanbul Boğazı’nın birleştiği alanda oksijen seviyesi diğer alanlara oranla yüksek bulunmuştur. İstanbul Boğazı boyunca oksijen değerleri düşmüş olup, Marmara Denizi yüzey suyu boyunca tekrar artış gözlenmiştir. Oksijen seviyesi yaklaşık 20m civarında keskin bir şekilde düşerek derinlikle birlikte azalmıştır.

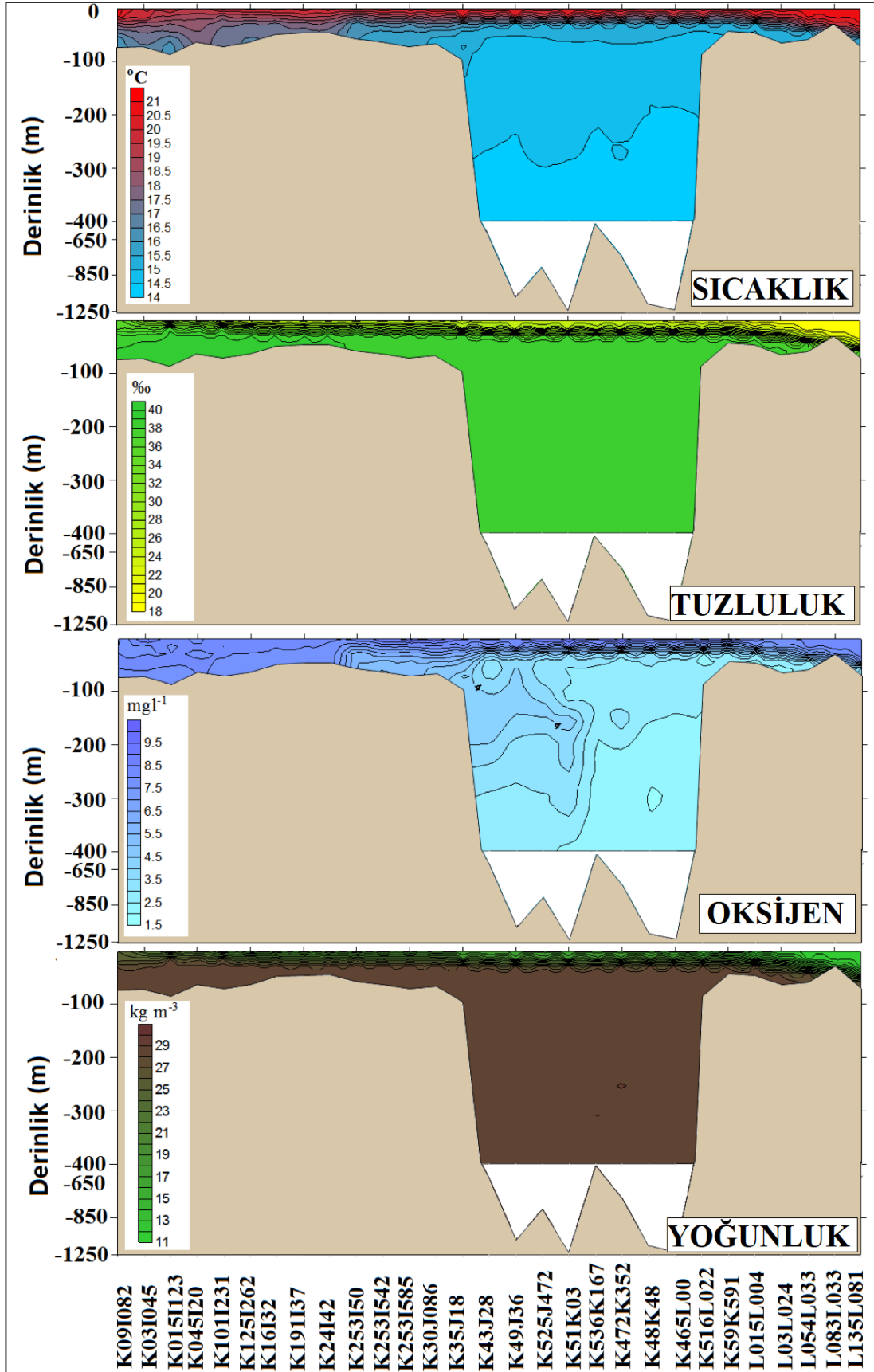
Sonbahar mevsimi itibariyle yüzey karışım tabakasında ortalama sıcaklık değeri 19,86±0,6 °C olup, 18,48 °C ile 20,75 °C arasında değişmiştir. Örnekleme istasyonları arasında en yüksek sıcaklık İstanbul Boğazı’nın Karadeniz çıkışındaki istasyonlarda, en düşük sıcaklık ise Çanakkale Boğazı’nın girişine yakın konumlanan istasyonlarda gözlenmiştir. Derinlikle birlikte su sıcaklığı düşmüş, yaklaşık 20 m civarında keskin bir ara yüzey ile alt tabakadaki soğuk sulardan ayrılmıştır (Şekil 3). TBS’nde yüzey karışım tabakası tuzluluk değerleri %23,92 ila %35,82 arasında değişmiş olup, ortalama %27,18±3,78’dir. Ege Denizi’nde Çanakkale Boğazı’nın girişine yakın olan istasyonda en yüksek tuzluluk değerleri gözlenmiştir. Bu değerler Marmara Denizi’nden Karadeniz’e doğru gidildikçe kademeli olarak düşmüştür. Yüzey karışım tabakası tuzluluk değerleri dip tabakasına göre oldukça düşük olup, hemen altındaki tuzluluğu yüksek sulardan haloklin tabakasıyla ayrılmıştır (Şekil 3). TBS yüzey karışım tabakasında ortalama oksijen miktarı 8,17±0,61 mg/l olup, 6,61 mg/l ile 8,82 mg/l arasında dalgalanmıştır. Marmara Denizi’nin Çanakkale Boğazı girişine yakın olan batısında ve İstanbul Boğazı’nın girişindeki alanlarda değerler oransal olarak daha yüksektir. Derinlikle birlikte azalan oksijen değerleri özellikle 20 m civarında keskin bir şekilde düşmüştür (Şekil 3).

Mesozooplankton Biyokütlesi

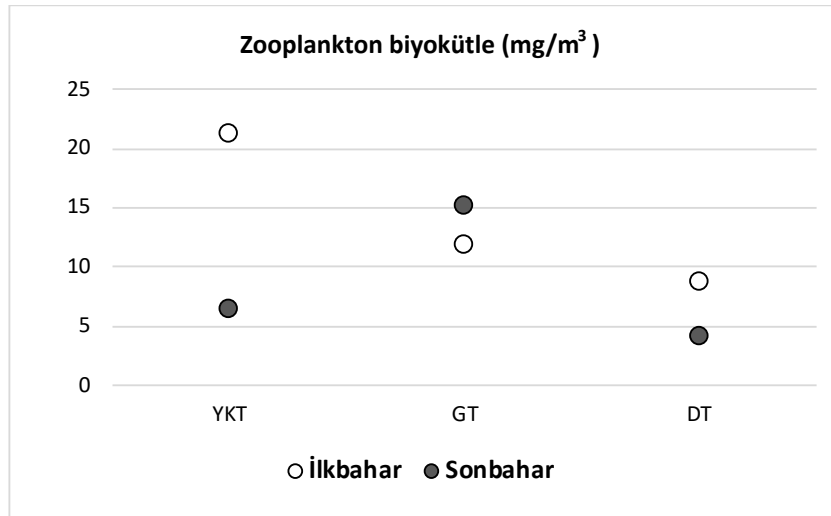
Basen geneli ortalama mesozooplankton biyokütlesi ilkbahar mevsiminde yüzey tabakasında en yüksek olup (21,2 mg/m³), derinlikle birlikte belirgin bir şekilde düşmüştür (Şekil 4). Buna karşın ANOVA’ya göre mesozooplankton biyokütlesinin dikey dağılımında örnekleme derinlikleri arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamışken, istasyonlar arası farkın önemli olduğu gözlenmiştir (p<0,01). Sonbahar mevsiminde ise geçiş tabakası en yüksek ortalama zooplankton biyokütlesinin gözlendiği derinliktir (15,2 mg/m³). Yüzey karışım tabakası ile dip tabaka arasında ortalama değerler bakımından fark olmakla birlikte (Şekil 4), ANOVA’ya göre mesozooplankton biyokütlesinin dikey dağılımında örnekleme derinlikleri ve istasyonlar arasındaki fark istatistiksel açıdan önemli bulunmamıştır (p>0,05).



Şekil 2. TBS'nde ilkbahar mevsiminde sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve yoğunluk değerlerinin su kolonundaki değişimi



Şekil 3. TBS'nde sonbahar mevsimi sıcaklık, tuzluluk, oksijen ve yoğunluk değerlerinin su kolonundaki değişimi



Şekil 4. Mesozooplankton ortalama biyokütlesinin örnekleme periyodundaki ve derinliklerindeki dağılımı (YKT: Yüze karışım tabakası, GT: geçiş tabakası, DT: Derin tabaka)

İlkbahar mevsimi itibariyle örnekleme alanında mesozooplankton biyokütlesi alansal ve dikey dağılım olarak belirgin farklılıklar göstermiştir. Yüze karışım tabakasında (YKT) en yüksek biyokütle değeri İzmit Körfezi ağzının açığındaki bölgede (K465L00) gözlenmiş olup (97 mg/m^3), en düşük biyokütle $0,2 \text{ mg/m}^3$ ise Çanakkale Boğazı'nın Marmara Denizi'ne bağlandığı bölgenin açıklarında (K49J36 ve K30J18) ölçülmüştür (Şekil 5). YKT'nda İstanbul Boğazı ve İzmit Körfezi açıkları ve Marmara Denizi'nin orta hattında bulunan istasyonda mesozooplankton biyokütlesi belirgin bir artış göstermiştir. Marmara Denizi'nin batısında ani düşüş gösteren biyokütle değerleri Çanakkale Boğazı girişinde tekrar artmıştır (Şekil 5). Geçiş tabakaları (GT) ile derin tabakalarda (DT) ve boğazlarda daha yüksek mesozooplankton biyokütle değerleri ölçülmüş olup, oşeanik alanların derin bölgelerinde mesozooplankton biyokütlesi göreceli olarak düşüktür (Şekil 5).

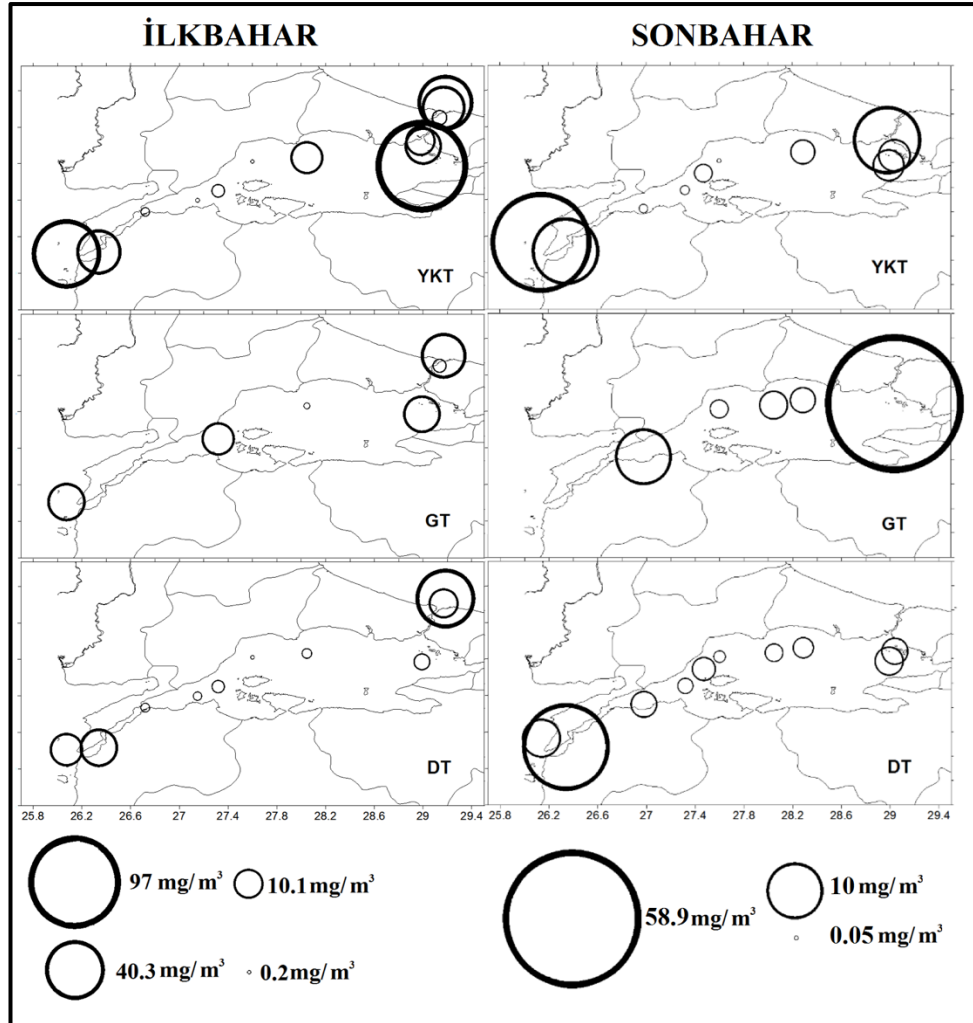
Sonbahar mevsimi itibariyle mesozooplankton biyokütlesi alansal olarak belirgin farklılık göstermiştir. YKT'sında en düşük biyokütle değeri Marmara Denizi'nin Kuzey batısında gözlenirken, (K49J36, $0,05 \text{ mg/m}^3$), en yüksek biyokütle değeri K09I82 kodlu Çanakkale Boğazı yakınlarında Ege Denizi'nde konumlanan istasyonda gözlenmiştir ($31,64 \text{ mg/m}^3$). Çalışma bölgesinin neritik ve oşeanik alanları bolluk bakımından belirgin bir şekilde ayırt edilmektedir. Sığ olan boğaz kesimlerinde zooplankton biyokütlesi yüksek iken, derinliğin fazla olduğu Marmara Denizi'nin orta kesimlerinde bu değerler belirgin bir şekilde düşmüştür. YKT'sında mesozooplankton biyokütlesi her iki boğazda da en yüksek değerlere ulaşmışken (Şekil 5), GT'nda Marmara Denizi'nin İstanbul Boğazı'na yakın alanında daha yüksek biyokütle miktarı gözlenmiştir. DT'da ise Çanakkale Boğazı çıkışında zooplankton biyokütlesinin belirgin bir şekilde diğer alanlara göre yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 5).

Spearman korelasyon sonucunda sıcaklık, tuzluluk gibi çevresel değişkenlerden ziyade çözünmüş oksijen, çekim derinliği ve istasyon derinliklerinin mesozooplankton biyokütlesinin dağılımında etkili olduğu belirlenmiştir (Tablo 2).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışma kapsamında, Marmara Denizi ile İstanbul ve Çanakkale Boğaz'larını içine alan Türk Boğazlar Sistemi'nde ve yakın alanlarında mesozooplankton mevcut biyokütle miktarının iki farklı periyottaki alansal ve dikey değişimi incelenmiştir. Çalışma alanında mesozooplankton mevcut biyokütle miktarı ilk kez kuru ağırlık olarak ölçülmüş olup, Akdeniz ve farklı denizlerle kıyaslanabilecek veriler elde edilmiştir. TBS'de yapılan çalışmalar daha çok tür bolluğu ve dağılımı üzerine yoğunlaşmakta (Tarkan ve Ergüven, 1988; Cebeci ve Tarkan, 1990; Ögdül ve Ergüven, 1992; Tarkan vd., 2000a; Tarkan vd., 2000b; Ünal vd., 2000; Benli vd., 2001; Yüksek vd., 2001; İşinibilir ve Tarkan, 2004; İşinibilir vd., 2008; Yılmaz, 2008; Büyükateş ve İnanmaz, 2010; İşinibilir, 2010; Zervoudaki vd., 2011; Toklu-Alıçlı vd., 2014; Yılmaz, 2015), toplam zooplankton biyokütlesi ile ilgili

bilgi ise çok sınırlı kalmaktadır. İşinibilir vd., (2008) İzmit Körfezi'nde, İşinibilir (2010) Erdek ve Bandırma Körfezleri'nde biyokütle ölçümleri yapmıştır. Lokal olarak gerçekleştirilen bu çalışmalarda biyokütle verisinin eldesiyle ilgili metot, ölçüm tekniği ve verinin cinsi ile ilgili (kuru ya da yaş ağırlık) bilgi yer almamakla birlikte, yaş ağırlık olarak ölçüldüğü tahmin edilmektedir. Diğer çalışmalarda ise çöktürme yöntemiyle hacim belirlenerek biyokütle değerleri cc/m^3 cinsinden hesaplanmıştır (Cebeci ve Tarkan, 1990; Ögdül ve Ergüven, 1992).



Şekil 5. Mesozooplankton ortalama biyokütlesinin örnekleme periyodundaki ve derinliklerindeki dağılımı (Yüzey karışım tabakası (YKT), geçiş tabakası (GT) ve derin tabaka (DT))

Tablo 2. Mesozooplankton biyokütlesinin çevresel değişkenler ile ilişkili spearman korelasyon katsayı değerleri

Çevresel Değişken	Korelasyon kat sayısı
İstasyon derinliği	-,328(*)
Çekim derinliği	-,284(*)
Sıcaklık	-,254
Tuzluluk	-,144
Yoğunluk	-,181
Çözünmüş oksijen	,306(*)
Floresans	,185

*Korelasyon 0,05 seviyede önemlidir.

Biyokütle ölçümleri bir ortamdaki mevcut stoğun belirlenmesi için ana bileşendir. Bolluk miktarı bu konuda fikir vermesine karşın, ortamdaki besin zinciriyle aktarılacak olan madde ve enerjinin tahmininde biyokütle değerlerini bilmek daha faydalı olmaktadır. Champalbert (1996) zooplankton biyokütlesinin Akdeniz genelinde 2 ve 20 mg/m³ arasında değiştiğini bildirmiştir. Marmara Denizi'nin Çanakkale Boğazı vasıtasıyla bağlandığı Ege Denizi'nde Saronikos Körfezi'nde ve kuzey doğu Ege Denizi'nde zooplankton biyokütle değerleri sırasıyla Mart ayında 11,9 mg/m³ ve 16,2 mg/m³, Eylül ayında 11,2 mg/m³ ve 4,3 mg/m³ olarak ölçülmüş olup, Ege Denizi'nde Kuzey Evoikos bölgesinde yazın 28,4 mg/m³'e kadar ulaşmıştır (Ramfos vd., 2005). İstanbul Boğazı'yla bağlandığı Karadeniz'de ise ortalama zooplankton biyokütlesi ilkbahar dönemi'nde 95 mg/m³'e, sonbahar periyodunda ise 68 mg/m³'ekadar ulaşmıştır (Kurt, 2016). Ortalama değerler bakımından TBS genel olarak değerlendirildiğinde mesozooplankton biyokütlesi yüksek olmasına karşın, sadece Marmara Denizi ele alındığında, bu bölgenin zooplankton biyokütle değerlerinin oldukça düşük olduğu dikkati çekmekte ve Akdeniz ile hemen hemen benzer değer aralıklarında dalgalanmaktadır. Boğazlarda ise karşılıklı su geçişi biyokimyasal döngüleri hızlandırmakta ve birincil üretim bakımından daha üretken olmasına neden olmaktadır (Uysal vd., 2010). Bu artışın da diğer trofik seviyelerdeki canlı biyokütlelerinin artışı desteklemesi kaçınılmaz olmaktadır. Fakat Akdeniz'e oranla birincil üretim düzeyi yüksek ve ötrofikasyonun belirgin olarak gözleendiği Marmara Denizi'nde zooplanktonun da biyokütlesinin daha fazla olması beklenmekle birlikte, Marmara'da gözlenen eş zamanlı müsilaç oluşumunun zooplanktonda düşüşlere neden olduğu muhtemeldir. Marmara Denizi yaklaşık son 10 yıldır hızlı bir değişimin içine girmiştir. 2005 yılının Eylül ayında ilk defa *L. tetraphylla* adlı medüz türü ekosisteme giriş yapmış, yayılımını ve bolluğunu giderek arttırarak Eylül 2007 yılında en yüksek bolluk değerine (mak. 2822 birey/m³) ulaşmıştır. Daha sonra birden azalarak 2008 yılında bölgeden yapılan örneklemelerde görülmemeye başlamıştır (Yılmaz, 2015). Bu tür, yoğun olduğu dönemde diğer makrojelatinli türler üzerinde de baskın olmuş, bolluğu en yaygın bulunan *Mnemiopsis leidyi* ve *Aurella aurita*'yı dahi aşmıştır (Beauchard vd., 2014). *L. tetraphylla*'nın aşırı arttığı dönem, balıkçılık faaliyetlerinin de yıl boyunca en yoğun olduğu döneme denk gelmektedir. Müsilaç oluşumu ise ilk kez Ekim 2007 yılında gözlenmeye başlamış olup, kilometrelerce genişlikte yüzey alanını kaplamıştır (Beauchard vd., 2014). 2017 yılının Ekim ayındaki müsilaç oluşumunu takiben *Gonyaulax fragilis* (Dinophyceae) türü basende ilk olarak yüksek miktarda gözlenerek müsilaç oluşumuna katkı sağlamıştır. *L. tetraphylla*'nın bu müsilaç oluşumlarından önce 2005-2006 yıllarında özellikle kuzey bölgelerde yüksek bolluk değerlere sahip olduğu bildirilmiştir (Kıdeyş vd., 2013). Mevcut çalışmada TBS'nin basen geneli ortalama biyokütle değerleri bakımından alansal heterojenlik de oldukça fazla olup, özellikle her iki mevsimde de çalışma alanının kuzeyinde yer alan istasyonların yüzey karışım tabakasında (Çanakkale Boğazı hariç) biyokütle değerleri oldukça düşüktür. Hatta basenin kuzey batısında değerler ilkbaharda yaklaşık 0,2 mg/m³, sonbaharda ise 0,05 mg/m³'e kadar düşmektedir. Bu mesozooplankton biyokütlesindeki belirgin azalmanın, *L. tetraphylla*'nın mesozooplankton üzerinden beslenerek yoğun bir şekilde tüketmesi, yine bu türün toplu ölümlerini takiben farklı canlılar vasıtasıyla müsilaç oluşumunun bizim örnekleme periyodumuz boyunca devam etmesi ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Zooplankton stoklarındaki benzer azalma eğilimi, mevcut araştırmayla aynı zaman diliminde Heybeli Ada civarından gerçekleştirilen çalışmada da bildirilmiştir (İşinibilir Okyar vd., 2015). Bu bölgede 2007 ve 2008 kış periyodundaki müsilaç kalıntılarının etkisiyle zooplankton bolluğu Nisan 2008'de 1363 birey/m³'ye düşmüştür. Ekim 2008'de ise Marmara Denizi'nin yüzey suyundaki yoğun müsilaç oluşumunu takiben keskin bir düşüş (109 birey/m³) yaşanmıştır (İşinibilir Okyar vd., 2015). *L. tetraphylla*'nın dağılım gösterdiği yıllarda zooplankton bolluğu Marmara Denizi'nde 37 ila 9220 birey/m³ arasında değişim göstermiş, İstanbul Boğazı civarı ile İzmit ve Gemlik Körfez'lerinde daha yüksek zooplankton bollukları gözlenmiştir (Yılmaz, 2008). Mevcut çalışmada da benzer olarak Marmara Denizi'nin doğusunda ve İstanbul Boğazı civarında biyokütle değerleri Marmara Denizi'ne göre daha yüksektir. Ancak, en yüksek mevcut stok, Yılmaz (2008)'in rapor ettiği en düşük zooplankton bolluğundan farklı olarak her iki örnekleme periyodunda da boğazların çıkışında ölçülmüştür. Çalışma alanındaki zooplankton bolluk değerleri zooplankton biyokütle değerleri ile benzer dağılım göstermektedir (Kurt, 2016). Eş zamanlı alınan fitoplankton örneklerinin dağılımı incelendiğinde bu bölgelerde fitoplanktonun oransal olarak daha yüksek olduğu görülmekte (Uysal vd., 2010) ve ortamdaki besin miktarının bu artışı tetiklediği düşünülmektedir. Çanakkale Boğazı tarafındaki aşırı artışın ilkbahar mevisiminde kopepodlardan *Centropages typicus*

kaynaklı olması bu bölgede Ege Denizi'nden gelen suların etkisini büyük ölçüde göstermektedir (Kurt, 2016). Benzer olarak, kladoserlerden *Pleopis polyphemoides*'in İstanbul Boğazı ve civarındaki aşırı artışı bu bölgenin ötrofik koşullarını karakterize etmekte ve Karadeniz sularının etkisini yansıtmaktadır (Kurt, 2016).

Sonuç olarak, TBS'de mesozooplankton biyokütlesinde alansal ve derinlikle birlikte belirgin farklılıklar gözlenmiştir. Bu farklılıkların bölgesel olarak değiştiği ve ortam koşullarının bu heterojenliği sinerjik olarak etkilemiş olabileceği düşünülmüştür.

Teşekkür: Örneklemeler esnasında yardımcı olan ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü akademik, teknik personel, R/V Bilim 2 gemi kaptanı ve mürettebatına teşekkür ederiz. Bu çalışma, SESAME projesi kapsamında (kontrat no: 036949) Avrupa Birliği 6. Çerçeve programı ve doktora tez projesi olarak Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri (SÜF2010D1) birimi tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKLAR

- Beauchard, O., Berg, T., Bizsel, K.C., Bizsel, N., Borja, Á., Bucas, M., Carugati, L., Churilova, T., Cochrane, S., Danovaro, R., Franco, J., Fürhaupter, K., Kaboglu, G., Katsanvakis, S., Kryvenko, O., Little, S., Mazik, K., Moncheva, S., Pantazi, M., Papadopoulou, N., Patrício, J., Piroddi, C., Queirós, A.M., Ramsvatn, S., Smith, C., Solaun, O., Stefanova, K., Teixeira, H., Uusitalo, L., Uyarra, M. C., & Zaiko, A. (2014). Ecosystem overview of the european regional seas. A n n e x 3 wp 1 deliverable 1.4, p. 63.
- Benli, H.A., Tarkan, A.N., & Sever, T.M. (2001). Comparison of mesozooplankton composition the southwestern Black Sea, Sea of Marmara and eastern Aegean Sea. *Turkish Journal of Marine Sciences*, 7, 163-179.
- 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, 285-334.
- Büyükkateş, Y., İnanmaz, Ö.E. (2010). The Annual mesozooplankton dynamics and influence of environmental parameters in an urbanized harbor (Kepez Harbor-Dardanelles Strait, Turkey). *Ekoloji Dergisi*, 19(74), 60-68.
- Cebeci, M., & Tarkan, A.N. (1990). Marmara Denizi'nde zooplankton organizmalarının dağılımı. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 4(1), 59-72.
- Champalbert, G. (1996). Characteristics of zooplankton standing stock and communities in the Western Mediterranean Sea: Relations to hydrology. *Scientia Marina*, 60, 97-113.
- ÇŞB- TÜBİTAK MAM (2017). Denizlerde bütünlük kirlilik izleme işi 2014-2016 Ege Denizi özet raporu. 978-605-5294-69-4, 71 s.
- Cushing, D.H., Blaxter, J.H.S., & Southward, A.J. (1990). Plankton production and year-class strength in fish populations: an update of the match/mismatch hypothesis. *Advances in Marine Biology*, 26, 249-293.
- Dorak, Z., & Albay, M. (2016). Effects of environmental factors on seasonal and spatial changes in surface zooplankton in Golden Horn Estuary (Istanbul, Turkey). *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 21, 67-81.
- Dorak, Z., & Temel, M. (2015). The zooplankton community and its relationship with environmental variables in a highly polluted system, Golden Horn, Turkey. *Aquaculture Engineering and Fisheries Research*, 1(2), 57-71.
- Dvoretzky, V.G., & Dvoretzky, A.G. (2013). Epiplankton in the Barents Sea: summer variations of mesozooplankton biomass, community structure and diversity. *Continental Shelf Research*, 52, 1-11.
- Gajbhiye, S.N. (2002). Zooplankton-Study methods, importance and significant observations. *Proceedings of the National Seminar on Creeks, Estuaries and Mangroves-Pollution and Conservation*, 21-27.
- Gerin, R., Poulain, P. M., Besiktepe, S.T., & Zanasca, P. (2013). On the surface circulation of the Marmara Sea as deduced from drifters. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 22(6), 919-930.
- Gül, G., & Demirel, N. (2016). Status of small pelagic fishes in the Sea of Marmara. In Özsoy, E., Çağatay, M., Balkıs, N.N., Balkıs N., & Öztürk, B. (Eds.), *The Sea of Marmara; Marine Biodiversity, Fisheries, Conservation and Governance*. (pp. 612-629). İstanbul: TUDAV.
- Hannides, C.C.S., Siokou, I., Zervoudaki, S., Frangoulis, C., & Lange, M. A. (2015). Mesozooplankton biomass and abundance in Cyprus coastal waters and comparison with the Aegean Sea (Eastern Mediterranean). *Mediterranean Marine Science*, 16(2), 373-384.
- Isari, S., Ramfos, A., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., Kallianiotis, A., & Fragopoulou, N. (2006). Mesozooplankton distribution in relation to hydrology of the Northeastern Aegean Sea, Eastern Mediterranean. *Journal of Plankton Research*, 28, 241-255.
- İşinibilir, M. (2010). Spatial and temporal variation of zooplankton in two bays in the southern sea of Marmara. *Crustaceana*, 83(2), 233-244.

- İşinibilir, M., Kideyş, A.E., Tarkan, A.N., & Yılmaz, I.N. (2008). Annual cycle of zooplankton abundance and species composition in İzmit Bay (the northeastern Marmara Sea). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 78(4), 739-747.
- İşinibilir, M., & Tarkan, A.N. (2004). Zooplankton structure in the Marmara Sea in August 2000. *Rapports Et procès-verbaux Des Réunions Commission Internationale Pour L'exploration Scientifique De La Mer Méditerranée*, 37, 372.
- İşinibilir, M., & Tarkan, A.N. (2007). İzmit Körfezi'nin sonbahar 2002'de zooplankton yapısı. *Türk Sucul Yaşam Dergisi*, 3-5, 251-256.
- İşinibilir-Okyar, M., Üstün, F., & Orun, D. (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, 28-38.
- Kideyş, A. E., Yükses, A., & Sur, H. I., (2013). Abrupt changes in the Marmara pelagic ecosystem during the recent jellyfish *Liriope tetraphylla* invasion and mucilage events. *Geophysical Research*. 15, EGU-10084. (Özet)
- Kurt, T., (2016). *Kuzeydoğu Akdeniz, Türk Boğazlar Sistemi ve Karadeniz mesozooplankton topluluklarının Bölgesel değişimi*. Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana, 230 s.
- Lenz, J., (2000). Introduction. In Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley M. (Eds.), *ICES zooplankton methodology manual* (pp. 1-32). Oxford: Academic Press.
- Mazzocchi, M.G., Siokou, I., Tirelli, V., Bandelj, V., De Puelles, M.L.F., Örek, Y.A., De Olazabal, A., Gubanova, A., Kress, N., Protopapa, M., Solidoro, C., Tagliatela, S., & Terbiyik Kurt, T. (2014). Regional and seasonal characteristics of epipelagic mesozooplankton in the Mediterranean Sea based on an artificial neural network analysis. *Journal of Marine Systems*, 135, 64-80.
- Öğdül, R. G., & Ergüven, H. (1992). Beykoz Koyu (İstanbul Boğazı) Zooplankton gruplarının bolluk ve kompozisyonunun araştırılması. *İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 1, 105-120.
- Oğuz, T., & Tuğrul, S. (1998). Denizlerimiz genel oşinografik özelliklerine toplu bir bakış In N. Görür, (Ed.) *Türkiye Denizlerinin ve Çevre Alanlarının Jeolojisi* (pp 1-21) İstanbul.
- Omori, M. (1978). Some factors affecting on dry weight, organic weight and concentration on carbon and nitrogen in freshly prepared and preserved zooplankton. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 62, 261-269.
- Postel, L., Fock, H., & Hagen, W. (2000). Biomass and Abundance In Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley M. (Eds.), *ICES zooplankton methodology manual* (pp. 83-192). Oxford: Academic Press.
- Ramfos, A., Somarakis, S., Koutsikopoulos, C., & Fragopoulou, N. (2005). Summer mesozooplankton distribution in coastal waters of central Greece (eastern Mediterranean). I. Hydrology and group composition. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 85(4), 755-764.
- Skjoldal, H.R., Wiebe, P.H. & Foote, K.G. (2000). Sampling and experimental design. In Harris, R., Wiebe, P., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley M. (Eds.), *ICES Zooplankton Methodology Manual* (pp. 33-49). Oxford: Academic Press.
- Tarkan, A.N., & Ergüven, H. (1988). Marmara Denizi'nde önemli kopepod türleri. *Su Ürünleri Dergisi*, 2(2), 71-84.
- Tarkan, A.N., İşinibilir M, & Öğdül RG (2000a). Kuzey Marmara Denizi mesozooplankton kompozisyonu. In: Öztürk, B., Kadioğlu, M. & Öztürk, H. (Edi.), *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu* (s 493-499). İstanbul: TÜDAV.
- Tarkan, A.N., Markoç, E., & Sever, T.M. (2000b). İzmit Körfezi baskın zooplankton türleri. In Öztürk, B., Kadioğlu, M. & Öztürk, H. (Edi.), *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu* (s 468-474). İstanbul: TÜDAV.
- Tarkan, A.N., İşinibilir M, & Tarkan, A.S. (2005). Seasonal variations of zooplankton composition and abundance in the İstanbul Strait. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(9), 1327-1336.
- Terbiyik-Kurt, 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, 1163-1174.
- Terbiyik-Kurt, T., & Polat, S. (2015). Zooplankton abundance, biomass, and size structure in the coastal waters of the northeastern Mediterranean Sea. *Turkish Journal of Zoology*, 39, 378-387.
- Toklu-Alıçlı, B., Balkıs, N., & Balcı, M. (2014). Seasonal distribution of zooplankton in the Gulf of Erdek (The Marmara Sea) and the impact of ecological variables. *Fresenius Environmental Bulletin*, 23(12), 3013-3021.
- Ünal, E., Shmeleva, A.A., Zagorodnyaya, J., & Kideyş, A.E. (2000). Marmara Denizi'nin ilkbahar 1998'de zooplankton yapısı ve kopepod türleri. In Öztürk, B., Kadioğlu, M. & Öztürk, H. (Edi.), *Marmara Denizi 2000 Sempozyumu* (s 450-460). İstanbul: TÜDAV.
- Uysal, Z., Tuğrul, S., Yücel, N., Sert, F., Gazihan, A., Ak Örek, Y., Terbiyik, T., Örek, H., & Özsoy, E. (2010). An assessment of the state of marine ecosystems around Turkey during sesame (Black Sea, Turkish straits

- system and the Levantine basin) Rapports Et procès-verbaux Des Réunions Commission Internationale Pour L'exploration Scientifique De La Mer Méditerranée, 39, 689.
- Yılmaz, İ.N. (2008). *Marmara Denizi zooplankton dinamiği*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, 106 s., İstanbul.
- Yılmaz, İ.N. (2015). Collapse of zooplankton stocks during *Liriope tetraphylla* (Hydromedusa) blooms and dense mucilaginous aggregations in a thermohaline stratified basin. *Marine Ecology*, 36(3), 595-610.
- Yüksek, A., Cebeci, M., & Yılmaz, N. (2001). İstanbul Boğazı mesozooplankton grup kompozisyonunun zamana bağlı değişimi ve hidrografiyle ilişkisi (1996-1999). *IV Ulusal Ekoloji ve Çevre Kongresi* 5-8 Ekim 2001, Bodrum, 525-532.
- Zenginer Yılmaz, A., & Beşiktepe, S. (2010). Annual variations in biochemical composition of size fractionated particulate matter and zooplankton abundance and biomass in Mersin Bay, NE Mediterranean Sea. *Journal of Marine Systems*, 81, 260-271.
- Zervoudaki, S., Christou, E.D., Assimakopoulou, G., Örek, H., Gücü, A.C., Giannakourou, A., Pitta, P., Terbıyık, T., Yücel, N., Moutsopoulos, T., Pagou, K., Psarra, S., Özsoy, E., & Papathanassiou, E. (2011). Copepod communities, production and grazing in the Turkish Straits System and the adjacent northern Aegean Sea during spring. *Journal of Marine Systems*, 86(3-4), 45-56.