

ÇANAKKALE BÖLGESİNDEN ALINAN MİDYE VE DENİZ SUYU ÖRNEKLERİNİN MİKROBİYOLOJİK KALİTELERİNİN BELİRLENMESİ

Melike Nur Tosun¹, Gizem Taylan¹, Nükhet N. Zorba^{2*}

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Çanakkale

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çanakkale

Geliş / Received: 26.04.2021; Kabul / Accepted: 13.06.2021; Online baskı / Published online: 02.07.2021

Tosun, M.N., Taylan, G., Zorba, N.N. (2021). Çanakkale bölgesinden alınan midye ve deniz suyu örneklerinin mikrobiyolojik kalitelerinin belirlenmesi. GIDA (2021) 46 (4) 949-958 doi: 10.15237/gida.GD21080

Tosun, M.N., Taylan, G., Zorba, N.N. (2021). Determination of the microbiological quality of mussels and seawater samples received from Çanakkale region. GIDA (2021) 46 (4) 949-958 doi: 10.15237/gida.GD21080

ÖZ

Bu çalışmada Çanakkale bölgesinde belirlenen 9 farklı istasyondan toplanan 536 midye örneğinin ve her istasyondan alınan deniz suyunun mikrobiyolojik kalitesi belirlenmiştir. Midye örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün en yüksek Merkez İskele istasyonunda (3.56 log kob/g) olduğu belirlenmiştir. En yüksek *E. coli* varlığı ise Gelibolu istasyonunda (1.99 log kob/g) saptanmıştır. Midyelerin mikrobiyel yüklerinin toplandıkları istasyonlar arasında istatistiksel anlamda farklı olmadığı ($P>0.05$) görülmüştür. Midyelerin toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı ile toplandıkları deniz suyunun toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı arasında pozitif yönde korelasyon tespit edilmiştir ($P<0.05$). Gelibolu ve Lapseki istasyonlarındaki mikrobiyel yükün diğer istasyonlara göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde Gelibolu ve Lapseki bölgesi haricinde Çanakkale boğazının farklı noktalarından alınan midyelerin mikrobiyel kalitesinin yasal sınırlar içerisinde olduğu belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Midye, *Mytilus galloprovincialis*, deniz suyu

DETERMINATION OF THE MICROBIOLOGICAL QUALITY OF MUSSELS AND SEAWATER SAMPLES RECEIVED FROM ÇANAKKALE REGION

ABSTRACT

In this study, the microbiological quality of 536 mussel samples collected from 9 different stations in Çanakkale region and the sea water taken from each station were determined. It was determined that the highest total aerobic mesophilic bacterial count of mussel samples was at the Merkez İskele station (3.56 log cfu/g). However the highest *E. coli* presence was detected at Gelibolu station (1.99 log cfu/g). It was determined that the microbial loads of mussels were not statistically different between the stations where they were collected ($P>0.05$). A positive correlation was found between the total bacterial count of mussels and the total bacterial count of seawater they were collected ($P<0.05$). It was observed that the microbial load at Gelibolu and Lapseki stations was higher than other stations. In general, it was determined that mussels taken from different points of Hellespont, Çanakkale except Gelibolu and Lapseki region was within the legal limits.

Keywords: Mussel, *Mytilus galloprovincialis*, seawater

** Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ dnukhet@comu.edu.tr

☎ (+90) 0286 218 0018-20053

Melike Nur Tosun; ORCID no: 0000-0002-6451-7354

Gizem Taylan; ORCID no: 0000-0003-2146-8254

Nükhet N. Zorba; ORCID no:0000-0001-6851-6474

GİRİŞ

Deniz ürünleri yüksek oranda doymamış yağ asitleri, proteinler, vitaminler gibi sahip oldukları zengin besin içerikleri nedeni ile değerli bir besin kaynağıdır. Balık ürünlerinden sonra en çok tüketilen deniz ürünü midyedir (Güngörür ve Bostan, 2019).

Midye (*Mytilus galloprovincialis*) *Mytilae* familyasına ait Akdeniz ülkelerinde yetişen bir yumuşakça türüdür (Bingol vd., 2008). Yetiştiriciliğinin kolay olması, hızlı büyüme oranı ve yüksek yem verimliliği ile dünya genelinde önem taşıyan ticari bir kabuklu deniz ürünü olan midye, özellikle Akdeniz ülkelerinde yıl boyunca tüketilmektedir (Bejaoui vd., 2021). Midyeler denizlerde nöbetçi türler olarak anılmaktadır. Beslenmeleri sırasında çok miktarda su filtre eden midye gibi çift kabuklu yumuşakçalar, dokularında birçok mikroorganizmayı ve çevresel kirlenmeyi yoğunlaştırır (Güngörür, ve Bostan, 2019; Hamiroune vd., 2020). Mikrobiyotaları, yaşadıkları ortamın göstergesidir (Matozzo vd., 2018). Bu sebeple birçok patojenin rezervuarı olarak bilinmektedirler (Güngörür, Mehmet ve Bostan, 2019; Hamiroune vd., 2020). Yaşam sürelerinde çift kabukluların dokularında biriktirdikleri patojenler, bu ürünlerin tüketimi ile insanlarda pek çok hastalığa sebep olabilir. Mikrobiyel kontaminasyonlarla ilgili olarak risk, bu kabuklu deniz ürünlerinin çiğ veya nispeten az pişmiş olarak tüketilmesi ile artmaktadır (Hamiroune vd., 2020).

İnsan ve/veya hayvan atıkları ile kirlenmiş sulardan kaynaklanan en önemli enterik patojenler arasında *Salmonella* spp. ve *Escherichia coli*'nin patojenik türleri yer almaktadır (Calixto vd., 2012). Deniz ve deniz ürünlerinde olası patojenik mikroorganizma varlığının belirlenmesi için standart ve düşük maliyetli yöntemlerin bulunmamasından dolayı mikrobiyel kontaminasyonu belirlemek için *E. coli* gibi termotolerant koliformlar ve *Enterococcus* spp. indikatör mikroorganizma olarak kullanılmaktadır (Dos Santos vd., 2018). Günümüzde midyeler üzerine yapılan pek çok çalışma midyelerde bulunan bu bakterilerin belirlenmesi üzerine odaklanmaktadır (Daczowska-Kozen vd., 2010;

Musella vd., 2020). Son birkaç yılda, yapılan çalışmalarda bu indikatör mikroorganizma yaklaşımı, özellikle çiftlikte yetiştirilen kabuklu deniz hayvanlarının kalite kontrolü için potansiyel bir araç olarak önerilmeye ve kullanılmaya başlanmıştır (Matozzo vd., 2018).

Araştırmamızda kullanılan midye türü olan *Mytilus galloprovincialis* denizlerde gruplar halinde kayalıklara tutunarak büyüyen, Türkiye’de, Doğu Akdeniz kıyıları hariç Ege Denizi, Marmara Denizi, Çanakkale ve İstanbul Boğazları ile Karadeniz’de doğal yataklarda bol miktarda bulunan çift kabuklu yumuşakçalardandır. Akdeniz midyesi olarak adlandırılan *M. galloprovincialis*’ler “kirlilik göstergesi” olarak kabul edilmektedir. Buldukları ortamdaki suyu filtre ederek beslendikleri için fekal patojenleri, bakterileri, toksin, ağır metal ve radyoaktif maddeleri bünyelerinde yoğunlaştırarak almaktadırlar (Kristan vd., 2014). En önemli gıda kaynaklı enfeksiyon ve zehirlenmelerden bazıları çiğ veya hafif pişmiş deniz ürünleri ve balıklar yolu ile iletilmektedir (Jayme vd., 2016). Midye ve istiridye gibi çift kabuklu yumuşakçalar gıda kaynaklı hastalıklarda önemli bir yere sahiptirler.

Çalışmamızda Çanakkale bölgesindeki midyelerin ve toplandıkları deniz sularının mikrobiyolojik kalitesi ve birbiriyle ilişkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Midye ve deniz suyu örneklerinin toplanması: Çanakkale boğazında belirlenen 9 farklı istasyondaki doğal ortamlarından (Şekil 1) Haziran 2020-Mart 2021 arasında dalarak elle toplanan 536 adet midye steril torbalarda ve aynı istasyonlardan alınan 1.5 L deniz suyu örnekleri ise midyelerin toplandığı alandan plastik şişelerde alınmıştır. Örnekler aseptik olarak buz çantalarında soğuk koşullar altında laboratuvara getirilmiş ve 24 saat içinde analize alınmıştır. Örneklerin alındıkları gün için deniz suyu sıcaklığı ölçülmüştür.



Şekil 1. Midye ve deniz suyu örneklerinin alındıkları istasyonlar.

Figure 1. Stations where mussel and sea water samples are collected.

Örneklerin hazırlanması:

Midyelerin kabukları fırça yardımı ile temizlenmiş ve %70'lik etil alkole daldırılıp çıkarılmıştır. Ardından steril bıçaklar yardımı ile midyelerin kabukları açılmış ve etleri steril bir behere ayrılmıştır.

10 g midye 90 mL steril %0.5'lik peptonlu su içerisinde stomacher cihazında (Interscience BagMixer® 400 P, Fransa) homojenize edilmiştir (Demirel, 1998). Elde edilen 10^{-1} 'lik dilüsyondan desimal dilüsyonlar hazırlanarak toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam koliform, *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp., küf-maya yüklerini belirlemek üzere ekimler yapılmıştır. Her örnekten toplanan midye miktarına göre en az 5 paralel örnekleme yapılmıştır.

Deniz suyu örnekleri laboratuvara 1.5 L'lik temiz içme suyu pet şişeleri ile getirilmiş, analize alınmadan önce alt üst edilerek çökme engellenmeye çalışılmıştır. Deniz suyu örneklerinden 10 mL alınıp 90 mL steril %0.5'lik

peptonlu su içerisine aktararak desimal dilüsyonlar hazırlanmış ve toplam mezofilik aerobik bakteri, toplam koliform, *Enterobacteriaceae*, *E. coli*, *Staphylococcus* spp., *Bacillus* spp., küf-maya yüklerini belirlemek üzere ekimleri yapılmıştır. Her örnekten 2 paralel ekim gerçekleştirilmiştir. Deniz suyu örneklerinde bu analizlere ek olarak 100 mL ayrılarak *Enterococcus* spp. yükü belirlenmiştir.

Mikrobiyolojik analizler

Midye ve deniz suyu örneklerinde toplam mezofilik aerobik bakteri yüklerinin belirlenmesi amacıyla hazırlanan dilüsyonlardan, Plate Count Agar (PCA, Merck, Almanya) besiyerine ekimler gerçekleştirilmiş ve petriler 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (Busta vd., 1984, Anon., 2005). Toplam koliform ve *E. coli* sayısının saptanmasında Chromocult Tryptone Bile X-glucuronide (TBX, Merck, Almanya) Agar kullanılmış ve petriler 44°C'de 24-48 saat inkübe edilmiştir (Kılınç vd., 2018). *S. aureus* yükünün belirlenmesi için yumurta sarısı ve potasyum

telürit içeren Baird Parker Agar (BPA, Merck, Almanya) besiyerine ekim yapılmış ve 37°C'de 24-48 saat inkübasyon sonunda temiz zon oluşturan 1mm çaplı siyah tipik koloniler sayılmıştır (Kılınç vd., 2018). *Bacillus* spp. yükünün saptanması amacıyla HiCrome Bacillus Agar (HiMedia, Hindistan) besiyerine ekim yapılmış ve 37°C'de 24 saat inkübasyon sonunda koloniler sayılmıştır (Aruwa ve Akinyosoye, 2015). Örneklerde mayaküf yükünün belirlenmesi amacıyla hazırlanan dilüsyonlardan Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol (DRBC, Merck, Almanya) besiyerine ekim yapılmış, petriler 25°C'de 5-7 gün inkübe edilmiştir (Tosun vd., 2018). *Enterobacteriaceae* sayısının belirlenmesi amacıyla Violet Red Bile Dextrose (VRBD, Merck, Almanya) besiyerine çift tabaka yöntemine göre ekim yapılmış, petriler 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (Kışla ve Üzgün, 2008). Deniz suyunda *Enterococcus* spp. yükünün belirlenmesi amacıyla membran filtrasyon tekniği kullanılmıştır. 100 mL deniz suyu 0.45 µm por çaplı selüloz asetat (EMD Millipore Corporation, ABD) filtreden geçirilmiş ve filtre Slanetz-Bartley *Enterococcus* selective agar (Merck, Almanya) besiyeri üzerine yerleştirilmiştir. 37°C'de 24 saatlik inkübasyon sonunda filtre üzerindeki koloniler sayılmıştır (Kalinowska vd., 2021).

İstatistiksel analizler

Midyelerin ve deniz suyu örneklerinin mikrobiyolojik yüklerinin toplandıkları istasyonlara göre değişkenliği SPSS (23.0) paket programında One Way ANOVA analizi ile değerlendirilmiştir. Post-Hoc Tukey testi ile doğrulanmıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada Çanakkale Boğazı'nın farklı noktalarında yer alan istasyonlardan toplanan midyelerin mikrobiyolojik yükleri Çizelge 1 ve deniz suyu örneklerinin mikrobiyel yükleri Çizelge 2'de gösterilmiştir. Midye örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri yükünün <1.00-3.56 log kob/g arasında değiştiği, en yüksek yükün Merkez İskele istasyonunda olduğu belirlenmiştir. Suluca ve Sarıçay istasyonlarından alınan midye ve deniz suyu örneklerinin mikrobiyel yükünün tespit seviyesinin altında olduğu görülmüştür. Bu

sonuçların, bu bölgelerde tatlı su çıkışlarının yakın olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Şener vd., (2013)'in aynı bölgede yaptığı çalışmada ise toplam mezofilik aerobik bakteri yükü ortalama 5.4×10^5 kob/g olarak belirlenmiştir. Araştırmacıların belirlediği mikrobiyel yükün bu çalışmada belirlenen sayılardan daha yüksek olduğu görülmüştür. Başka bir çalışmada Yılmaz vd., (2005) Marmara Denizi'nin Gelibolu Yarımadası tarafından toplanan kara midyelerinde toplam mezofilik aerobik bakteri sayısını 2.1×10^4 kob/g olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda ise Gelibolu istasyonunda toplam mezofilik aerobik bakteri yükü Merkez İskele istasyonundan sonra en yüksek yüke sahip olup ortalama 3,47 log kob/g düzeyindedir. Aynı bölgeden toplanan örneklerde farklı mikrobiyel yüke sahip midyelerin bulunmasında örnek alınan yıl, mevsim ve o tarihlerde o bölgede olabilecek kirlilik değişimleri önemli bir etkidir. Demirel (1999) İzmir kıyılarından üç istasyonda topladıkları kara midyelerinin toplam yükünün 2.1×10^3 ile 2.4×10^6 kob/g arasında olduğunu belirlemişlerdir. Buna karşın Kaçar (2011) aynı bölgedeki midyelerdeki toplam yükün 1.7×10^3 - 6.7×10^4 kob/g arasında olduğunu belirlemiştir. İzmir körfezinden alınan midyelerdeki sonuçların bu çalışmada belirlenen toplam mezofilik aerobik bakteri yükünden oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Gıdalar için Uluslararası Mikrobiyolojik Spesifikasyonlar Komisyonu (ICMSF) çift kabuklu yumuşakçalarda toplam mezofilik aerobik bakteri limitini 5×10^5 kob/g olarak belirtmiştir. Bu standarda göre çalışmamızdaki tüm istasyonlardan alınan midyeler toplam mezofilik aerobik bakteri yükü açısından limitler dâhilindedir.

Toplam koliform, fekal koliform, *E. coli* ve *Enterococcus* gibi indikatör bakteriler, su kalitesinin değerlendirilmesi ve suyun mikrobiyel kirliliğinin tahmininde risk değerlendirmesi için kullanılmaktadır (Papastergiou vd., 2009). Su ürünlerinde bulunan fekal koliform grubu bakterilerin başlıca bulaşma kaynakları suya karışan atık sular, hatalı foseptik sistemler, tarımsal alanlardan ve yüzey sularından akıntılardır (Kacar, 2011). Fekal bakteriler ile kontamine olmuş su ve bu su ile kontamine olmuş

yiyecek içecek tüketimi ciddi sağlık sorunlarına (menenjit, salmonellozis, dizanteri) neden olan tüm dünyada önem taşıyan bir konudur (Bighiu vd., 2019).

Yaptığımız çalışmada analize alınan midye örneklerinin %50'sinde koliform bakteri saptanmış olup, en yüksek değer Gelibolu istasyonunda 3.11 log kob/g olarak belirlenmiştir. En yüksek *E. coli* varlığı ise yine Gelibolu istasyonunda, toplam midye örneklerinin % 27.7'sinde saptanmış ve 1.99 log kob/g düzeyinde bulunmuştur. Lapseki istasyonunda ise *E. coli* yükü 1.46 log kob/g düzeyinde bulunmuştur. Diğer istasyonların hiçbirinde *E.coli*'ye rastlanılmamıştır. Körfez İşbirliği Konseyi (Gulf Cooperation Council, GCC) Standardizasyon kuruluşu (GSO) tarafından midyelerde bulunmasına izin verilen *E. coli* limiti 2.3×10^2 ile 7.0×10^2 kob/g aralığındadır (GSO, 2015). Gelibolu istasyonundaki *E. coli* varlığı bu limitler aralığındayken, Lapseki istasyonu *E. coli* yükü açısından daha iyi durumdadır. Türk Gıda Kodeksi Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği (Anonim, 2011)' ne göre ise, *E. coli* midyelerde bulunmamalıdır. Bu standarda göre her iki istasyondan da alınan midyeler tüketime uygun değildir. Şener vd., (2013) Çanakkale bölgesinden topladıkları midyelerde *E. coli* yükünü oldukça yüksek (2.6×10^5 kob/g) düzeylerde saptamışlardır. Yılmaz vd., (2005) Marmara Denizi Gelibolu Bölgesinden aldıkları midyelerde koliform grubu bakteri sayısını 2.9×10^2 kob/g, *E. coli* sayısını 7.8×10^1 kob/g olarak tespit etmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda Gelibolu'da tespit edilen yükten 1 log daha azdır. Çolakoğlu vd., (2010) Marmara denizinin Şevketiye ve Kemer bölgelerinden topladıkları beyaz kum midyelerinin *E. coli* ve fekal koliform yükünün yasal sınırların altında olduğunu ifade etmişlerdir. Lhafi ve Kühne, (2007) ise, Almanya'nın Wadden Denizi'nden topladıkları 90 midye örneği üzerinde çalışmışlar ve örneklerin %4.4'ünde *E. coli*'ye rastlamışlardır. Bu değerlerin ülkelerindeki standartların altında kaldığını ifade etmişlerdir.

Sinop'ta yapılan bir çalışmada ise midye örneklerindeki fekal koliform ve fekal *Streptococcus* sayılarının bazı istasyonlarda yasal sınırların

üzerinde olduğu belirtilmiştir (Berber ve Avşar, 2014). 2007-2012 yılları arasında Norveç'te toplanan çift kabuklularda *E. coli* ve *Enterococcus* prevalansındaki zaman eğilimi araştırılmış ve *Enterococcus* ve *E. coli* tespiti arasında zayıf korelasyon bulunmuştur (Lunestad vd., 2016). Araştırmacılar, numune alma aralıklarında, aynı zamanda çiftlik hayvanları veya insan kaynaklı dışkıya olası maruziyet hakkındaki genel bilgileri, yağış, yerin topografyası, gel-git ve su akıntı modellerinin de değerlendirilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Kaçar (2011) İzmir körfezindeki istasyonlardan topladığı midyelerdeki fekal koliform sayısının 2.3×10^1 EMS/g ile 2.4×10^3 EMS/g arasında olduğunu, ayrıca bazı örneklerde *Salmonella* spp. tespit ettiklerini bildirmişlerdir. Çanakkale boğazında yapılan bu çalışmada ise alınan midye örneklerinde *Enterobacteriaceae* yüklerinin <1.00 - 3.56 log kob/g arasında olduğu en yüksek yükün Gelibolu istasyonunda belirlendiği görülmüştür. *Enterobacteriaceae* sayıları, fekal koliform, *E. coli* ve fekal *Streptococcus* sayıları ile birlikte fekal kaynaklı bakteriyel kirlenmenin bir göstergesi olarak kullanılmaktadır. Dolayısıyla *Salmonella* ile aynı kaynaktan gelen bu mikroorganizmaların varlığı, *Salmonella* gibi fekal patojenlerin riskini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda en yüksek küf yükü (1.56 log kob/g) Çardak istasyonundan alınan midyelerde belirlenmiştir. En yüksek maya sayısı ise (3.61 log kob/g) Merkez İskele istasyondan elde edilmiştir. Merkez iskeleye yakın bölgeden kanalizasyon çıkışı olmasının yanı sıra bu bölgede kıyı balıkçılığı olması nedeniyle insan hareketliliği bulunmaktadır. Ayrıca balıkları çekmek amacıyla denize ekmek vb. atıldığı da gözlenmiştir. Dolayısıyla, bu bölgedeki maya sayısının yüksek olmasının, belirtilen nedenlere bağlı olduğu düşünülmüştür. Tosun vd., (2018) Marmara denizinden topladıkları midyelerde toplam küf-maya sayısını 6.30 log kob/g olarak belirlemişken, bizim çalışmamızda en yüksek toplam küf-maya sayısı 4.16 log kob/g olarak daha düşük düzeyde belirlenmiştir.

Gıdalarda yüksek oranda *B. cereus* varlığı, gıda zehirlenmesine sebep olan toksinlerin sentezi sebebiyle tüketici için risk oluşturmaktadır (Kışla ve Üzgün, 2008). Midye örneklerinde *Bacillus* spp. yükü (3.64 log kob/g) en fazla olan istasyon Gelibolu olarak belirlenmiştir. Sarıçay ve Suluca dışındaki tüm istasyonlardan *Bacillus* spp. izole edilmiştir. Çalışmamızda kullanılan besiyeri kromojenik bir besiyeri olup, *Bacillus cereus* grubu bakteriler mavi merkezli beyaz kenarlı koloni oluşturmaktadır. Yapılan ekimlerde sarı ve yeşil karışık koloniler tespit edilmiş olup, mavi koloni oluşturan *B. cereus*'a rastlanılmamıştır.

Gıdaların işlenmesi sırasında bulaşma potansiyeli olan *S. aureus* genellikle midye dolmada aranmıştır (Ates vd., 2011; Kılınç vd., 2018; Güngörür, ve Bostan, 2019). Çiğ midyede *S. aureus* araştırılan çalışmalar sınırlıdır. Ancak hem çiğ tüketilebilen hem de zayıf ısı işlem gören midyelerin *S. aureus* yükleri, işleme sırasında da artış riski olduğu göz önünde bulundurulduğunda, hem gıda güvenliği hem de halk sağlığı açısından oldukça önemlidir. Çalışmamızda analize alınan istasyonlar arasında *Staphylococcus* spp. saptanan bölgeler Gelibolu (0.81 log kob/g) ve Lapseki (0.83 log kob/g) olmuştur. Ancak bunların koagülaz pozitif *S. aureus* olmadıkları tespit edilmiştir. Diğer istasyonlardan ise *Staphylococcus* spp. izole edilmemiştir. Yılmaz vd., (2005) Marmara Denizi Gelibolu Bölgesindeki kara midyelerinde *S. aureus* sayısını 3.1×10^2 kob/g olarak tespit etmişlerdir. Şener vd., (2013) Çanakkale boğazından aldıkları midyelerdeki *S. aureus* sayısını 2.2×10^5 kob/g olarak belirlemişlerdir. Bu düzeyler bizim çalışmamızdaki sonuçlardan oldukça yüksektir.

Çanakkale boğazının farklı noktalarından alınan örneklerin mikrobiyel yükleri arasında farklılık gözlenmiş olsa da bu farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı saptanmıştır ($P > 0.05$). Benzer şekilde Akar (2009), İzmir körfezinde ve kıyı sularında midyelerde fekal koliform yüklerinin istasyonlara göre farklılaşmadığını ifade etmiştir.

Midye örneklerinin toplandığı bölgelerden alınan deniz suyu örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarının 0.57-3.78 log kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Midyelerin toplam

mezofilik aerobik bakteri yükleri ile toplandıkları deniz suyundaki toplam mezofilik aerobik bakteri yükleri arasındaki ilişki önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Araştırılan diğer bakteriyel yükler açısından ise önemli bir ilişki bulunmamıştır ($P > 0.05$). Analize alınan istasyonlar arasında deniz suyunda toplam mezofilik aerobik bakteri yükü bakımından en kirli istasyon sırasıyla Gelibolu (3.78 log kob/mL), Lapseki (2.27 log kob/mL) ve Kilitbahir (2.13 log kob/mL) istasyonları olmuştur. Yüzme Suyu Kalitesi Yönetmeliği (Anon., 2019)'ne göre, kıyı sularındaki *E. coli* yükü 2.5-5.0 kob/mL arasında ise mükemmel, iyi kalitede ve yeterli olarak sınıflandırılmıştır. Bizim çalışmamızda Lapseki bölgesinde *E. coli* yükü 0.41 log kob/mL bulunduğundan yetersiz olarak değerlendirilmiştir. Diğer istasyonlardan *E. coli* izole edilmemiştir. *Enterococcus* spp. ise sadece Lapseki ve Merkezi istasyonlarında sırasıyla 1.49 log kob/100mL ve 1.19 log kob/100mL olarak tespit edilmiştir. Lapseki istasyonundan alınan su örneğindeki *Enterococcus* yükünün kıyı suları yönetmeliğinde belirlenen değerlerden yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Sinop'ta yapılan bir çalışmada (Berber ve Avşar, 2014), deniz suyu örneklerindeki fekal koliform ve fekal *Streptococcus* sayılarının, yasal sınır değerlerden yüksek olduğu belirtilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler, bu çalışmadaki deniz suyu örneklerindeki *Enterococcus* spp. yüklerinin toplandıkları bölgeye göre değişmediğini göstermiştir ($P > 0.05$). Ayrıca deniz suyu örneklerinin *E. coli* yükleri ile *Enterococcus* spp. yükleri arasında pozitif korelasyon bulunmuştur ($P: 0.020$). Deniz suyu örneklerinde *Bacillus* spp. sayılarının Gelibolu ve merkez ve Lapseki istasyonlarında yüksek olduğu görülmüş, bu durum bu istasyonlardan alınan midye örneklerindeki *Bacillus* spp. sayılarının yüksekliğinin nedeni olarak belirlenmiştir.

Çizelge 1. Midye örneklerinin ortalama mikrobiyel yükleri (log kob/g)
Table 1. Average microbial loads of mussel samples (log cfu/g)

	Toplam mezofilik aerobik bakteriler Total mesophilic aerobic bacteria	Küf/maya Mold/ Yeast	Toplam koliform Total coliform	<i>E. coli</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Bacillus</i> spp.	<i>Staphylococcus</i> spp
Gelibolu	3.47±0.29	0.23±0.23/ 2.04±0.27	3.11±0.31	1.99±0.51	3.56±0.06	3.64±0.09	0.81±0.35
Lapseki	3.07±0.25	1.47±0.21/ 2.00±0.17	1.99±0.49	1.46±0.54	2.97±0.08	2.50±0.58	0.83±0.42
Merkez İskele	3.56±0.22	0.55±0.55/ 3.61±0.25	1.25±0.61	TE	2.29±0.60	3.51±0.24	TE
Sarıçay	TE	TE	TE	TE	0.36±0.36	TE	TE
Kilitbahir	1.59±0.03	0.52±0.52/ TE	TE	TE	0.65±0.65	1.69±0.68	TE
Çardak	0.82±0.82	1.56±0.17/ 0.65±0.65	TE	TE	2.47±0.03	0.82±0.82	TE
Suluca	TE	TE	TE	TE	TE	TE	TE
Çamburnu	0.73±0.43	0.52±0.52/ TE	TE	TE	0.65±0.65	1.69±0.68	TE
Kepez	2.36±0.18	TE	1.71±0.48	TE	2.67±0.16	2.87±0.22	TE

TE: Tespit edilmedi. Sonuçlar Ortalama ± Standart Hata olarak hesaplanmış ve logaritmaları alınmıştır.
ND: Not Determined. Values are given as Mean ± Standard Error and logarithms are calculated.

Çizelge 2. Deniz suyu örneklerinin ortalama mikrobiyel yükleri (log kob/g)
Table 2. Average microbial loads of seawater samples (log cfu/g)

	Toplam mezofilik aerobik bakteriler Total mesophilic aerobic bacterial	Küf/maya Mold/ Yeast	Toplam koliform Total coliform	<i>E. coli</i>	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Bacillus</i> spp.	<i>Staphylococcus</i> spp	<i>Enterococcus</i> spp
Gelibolu	3,78±0.83	TE	TE	TE	3.69±0.82	4.04±0.12	TE	TE
Lapseki	2.27±0.28	0.47±0.47	0.67±0.67	0.41±0.41	2.07±1.17	2.51±1.01	1.27±0.79	1.49±0.84
Merkez	1.01±1.01	TE	TE	TE	TE	3.18±0.04	TE	1,19±0.05
Sarıçay	0.57±0.57	TE	TE	TE	0.96±0.96	TE	1,94±0.02	TE
Kilitbahir	2.13±0.01	TE	2.27±0.01	TE	TE	TE	2.16±0.03	TE
Çardak	1.39±0.01	TE	TE	TE	0.87±0.01	TE	TE	TE
Suluca	2.09±0.01	TE	TE	TE	TE	1.53±0.01	TE	TE
Çamburnu	1,39±0.01	TE	TE	TE	1.87±0.01	TE	TE	TE
Kepez	1,54±1.54	TE	1.40±1.40	TE	1.63±1.63	1.68±1.68	TE	TE

TE: Tespit edilmedi. Sonuçlar Ortalama ± Standart Hata olarak hesaplanmış ve logaritmaları alınmıştır.
TE: Not Determined. Values are given as Mean ± Standard Error and logarithms are calculated.

SONUÇ

Analize alınan istasyonlar arasında istatistiksel bir anlamlılık saptanmamasına karşın, istasyonlar tek başına değerlendirildiğinde hem Gelibolu hem Lapseki istasyonunun diğer istasyonlara göre daha yüksek mikrobiyel yükte olduğu görülmüştür. Bu bölgedeki köprü inşaatı dolayısıyla yaşanan hareketliliğin mikrobiyel yükte de yansıtıldığı düşünülmüştür. Türk gıda kodeksinde verilen mikrobiyolojik kriterlere göre her iki istasyondaki *E. coli* yükü standarda uymamaktadır. Ancak bu bölgede daha önceki yıllarda alınan midye örneklerine göre daha düşük bir mikrobiyel yük tespit edilmiş olmasının altyapı çalışmalarında yapılan iyileştirmelerden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Sonuç olarak deniz suyunun mikrobiyel kalitesinin düzenli aralıklarla test edilmesi ve yeterli kalitedeki sulardan avlanan midyelerin ısıl işlemden geçilerek tüketilmesi önerilmektedir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) Koordinasyon Birimi tarafından FBA-2019-3105 nolu proje ile desteklenmiştir. Çalışmada yer alan Gizem Taylan ve Melike Nur Tosun'a 100/2000 burs programında burs veren Yükseköğretim Kurulu Başkanlığı'na, midyelerin toplanmasında desteklerini esirgemeyen Dr. Öğr. Üyesi Nesrin ÇAKICI ve Öğr. Gör. Hasan ÇAKICI'ya ve Egemen ÖZCAN'a teşekkür ederiz.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Makaledeki yazarların diğer kişi ve/veya kurumlar ile arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

YAZARLARIN KATKISI

Nükhet Nilüfer ZORBA araştırmanın planlamasını yapmış, Melike Nur Tosun ve Gizem Taylan analizleri ve istatistiksel değerlendirmeyi yapmışlardır. Tüm yazarlar makale yazımına katkıda bulunarak, makalenin son halini okuyarak onaylamıştır.

KAYNAKLAR

Akar, S. (2009). İzmir İç Körfezi'nde, Kıyı Sularında Ve Kara Midyelerde (*Mytilus Galloprovincialis* Lamarck, 1819) Fekal Koliform

Bakterilerin İzlenmesi. 9 Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, 71s.

Anonim. (2005). Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Ed: A. K. Halkman. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara, 358 sayfa

Anonim. (2011). Türk gıda kodeksi, mikrobiyolojik kriterler tebliği T.C. Resmi Gazete No. 28157. Ankara

Anonim. (2019) Yüzme suyu kalitesi yönetmeliği. T.C. Resmi Gazete No.308999, Ankara.

Aruwa, C., Akinyosoye, F. (2015). Microbiological assessment of ready-to-eat foods (RTEs) for the presence *Bacillus* species. *J Adv Biol Biotechnol*, 3(4), 145–152, doi: 10.9734/jabb/2015/17407

Ates, M., Ozkizilcik, A., Tabakoglu, C. (2011). Microbiological analysis of stuffed mussels sold in the streets. *Indian J Microbiol*, 51(3), 350–354, doi: 10.1007/s12088-011-0174-6

Bejaoui, S., Ghribi, F., Chetoui, I., Aouini, F., Bouaziz, M., Houas-Gharsallah, I., Soudani, N., El Cafsi, M. (2021). Effect of storage temperature and time on the fatty acids and nutritional quality of the commercial mussel (*Mytilus galloprovincialis*). *J Food Sci Technol*, doi: 10.1007/s13197-021-05008-5

Berber, I., Avşar, C. (2014). Investigating some microbial pollution parameters of seawater and mussels (*Mytilus galloprovincialis*, Lamarck 1819) of Sinop Black Sea Coastal Zone, Turkey. *Sains Malaysiana*, 43(12), 1835–1842 , doi: 10.17576/jsm-2014-4312-04

Bighiu, M. A., Norman Haldén, A., Goedkoop, W., Ottoson, J. (2019). Assessing microbial contamination and antibiotic resistant bacteria using zebra mussels (*Dreissena polymorpha*). *Sci Total Environ*, 650, 2141–2149, doi:10.1016/j.scitotenv.2018.09.314

Bingol, E. B., Colak, H., Hampikyan, H., Muratoglu, K. (2008). The microbiological quality of stuffed mussels (Midye Dolma) sold in Istanbul. *Br Food J*, 110(11), 1079–1087, doi: 10.1108/00070700810917992

- Busta, F. F., Peterson, E. H., Adams, D. M., Jhonson, M.G. (1984). Ch. 2 Colony count methods, compendium of methods for the microbiological examination of foods. Marvin L. Speck (Ed.), APHA, Washington.
- Calixto, F. A. A., da Mesquita, E. D. F. M., Franco, R. M., Rubião, C. A., dos Santos, N. M., Souza, M. C. L., & da Silva, L. E. (2012). Evaluation of total and faecal coliforms and *Salmonella* spp. in irradiated mussels from Brazil. *J Agric Sci Technol*, 2, 511–519.
- Çolakoğlu, F. A., Ormanci, H. B., Künili, İ. E., Çolakoğlu, S. (2010). Chemical and microbiological quality of the *Chamelea gallina* from the southern coast of the Marmara Sea in Turkey. *Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg.*, 16(Suppl A), 153-158, doi: 10.9775/kvfd.2010.2654
- Daczowska-Kozon, E.G., Dabworski, W., Bernardczyk-Drag, A., Szymczak, B., (2010). Safety aspects of seafood. Environmental Effects on Seafood Availability, Safety, and Quality. CRC Press, Florida (USA), s129.
- Demirel, N. N. (1998). Bazı su ürünlerinde *V. vulnificus* ve diğer bazı *Vibrio* türlerinin bulunma sıklığı. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İzmir, Türkiye, s86.
- Dos Santos, F. S., Neves, R. A. F., de Carvalho, W. F., Krepesky, N., & Crapez, M. A. C. (2018). Evaluation of the immune responses of the brown mussel *Perna perna* as indicators of fecal pollution. *Fish Shellfish Immunol*, 80(June), 115–123, doi: 10.1016/j.fsi.2018.05.061
- Güngörür, M. N., Bostan, K. (2019). İstanbul'da satışa sunulan midye dolmalarının mikrobiyolojik kalitesi. *Aydın gastronomy*, 3(1), 55–63.
- GSO, (2015). Gıda maddeleri için mikrobiyolojik kriterler, GCC Standardizasyon Kuruluşu, GSO 1016/2015 (E).
- Hamiroune, M., Saoudi, A., Khaled, K., Foughalia, A. (2020). Bacteriological study of the farmed mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and its impact on public health, *Agricultura*, 4(3), 158–167.
- ICMSF. (1986). Microorganisms in foods. 2. sampling for microbiological analysis: principles and specific applications, 2nd ed. University of Toronto Press, Buffalo, NY.
- Jayme, M. M. A., Silva, M. M., Sales, A., Nunes, M. C., Freitas-Almeida, A. C., Araújo, F. V. (2016). Survey of pathogens isolated from mussels *Perna Perna* collected in Rocky shore and fishmarket of Niterói, RJ, and their respective resistance profile to antimicrobial drugs. *J Food Qual*, 39(4), 383–390, doi: 10.1111/jfq.12204
- Kacar, A. (2011). Some microbial characteristics of mussels (*Mytilus galloprovincialis*) in coastal city area. *Environ Sci Pollut Res*, 18(8), 1384–1389, doi: 10.1007/s11356-011-0487-3
- Kalinowska, A., Jankowska, K., Fudala-Ksiazek, S., Pierpaoli, M., Luczkiewicz, A. (2021). The microbial community, its biochemical potential, and the antimicrobial resistance of *Enterococcus* spp. in Arctic lakes under natural and anthropogenic impact (West Spitsbergen). *Sci Total Environ*, 763, 142998, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.142998
- Kılınç, B., Şen Yılmaz, B., Gören, B. (2018). İzmir'in farklı bölgelerinde satışa sunulan midye dolmalarının mikrobiyolojik kalite kontrolü. *Süleyman Demirel Üniv Eğirdir Su Ür Fak Derg*, 14(4), 276–290, doi: 10.22392/egirdir.403570
- Kışla, D., Üzgün, Y. (2008). Microbiological evaluation of stuffed mussels. *J Food Prot*, 71(3), 616–620, doi: 10.4315/0362-028X-71.3.616
- Kristan, U., Kanduc, T., Osterc, O., Slejkovec, Z., Ramsak, A., & Stibilj, V. (2014). Assessment of pollution level using *Mytilus galloprovincialis* as a bioindicator species: The case of the Gulf of Trieste. *Mar Pollut Bull*, 89,455-463.
- Lhafi, S. K., Kühne, M. (2007). Occurrence of *Vibrio* spp. in blue mussels (*Mytilus edulis*) from the German Wadden Sea, *Int J Food Microbiol*, 116(2), 297-300, doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.01.007
- Lunestad, B. T., Frantzen, S., Svanevik, C. S., Roiha, I. S., Duinker, A. (2016). Time trends in the prevalence of *Escherichia coli* and enterococci in bivalves harvested in Norway during 2007-

2012. *Food Control*, 60, 289–295, doi: 10.1016/j.foodcont.2015.08.001
- Matozzo, V., Ercolini, C., Serracca, L., Battistini, R., Rossini, I., Granato, G., Quagliari, E., Perolo, A., Finos, L., Arcangeli, G., Bertotto, D., Radaelli, G., Chollet, B., Arzul, I., Quaglio, F. (2018). Assessing the health status of farmed mussels (*Mytilus galloprovincialis*) through histological, microbiological and biomarker analyses. *J Invertebr Pathol*, 153(February), 165–179, doi: 10.1016/j.jip.2018.02.018
- Musella, M., Wathsala, R., Tavella, T., Rampelli, S., Barone, M., Palladino, G., Biagi, E., Brigidi, P., Turroni, S., Franzellitti, S., Candela, M. (2020). Tissue-scale microbiota of the Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) and its relationship with the environment. *Sci Total Environ*, 717, 137209, doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137209
- Papastergiou, P., Mouchtouri, V., Karanika, M., Kostara, E., Kolokythopoulou, F., Mpitsolas, N., Papaioannou, A., Hadjichristodoulou, C. (2009). Analysis of seawater microbiological quality data in Greece from 1997 to 2006: association of risk factors with bacterial indicators, *J Water Health*, doi: 10.2166/wh.2009.135
- Şener, A., Demir, N., Çakıcı, N., Kaya, H., Bakar, C. (2012). Çanakkale Boğazı'ndan avlanan kara midyelerinin (*Mytilus galloprovincialis*) mikrobiyolojik incelemesi. *Nobel Medicus*, 26(9-2), 69-73.
- Tosun, S. Y., Uçok Alakavuk, D., Ulusoy, S. (2018). Quality changes of thermal pasteurized mussels (*Mytilus galloprovincialis*) during refrigerated storage at 4±1°C. *Aquat Sci Eng*, 33(4), 117–123, doi: 10.26650/ase2018428669
- Yılmaz, I., Bilgin, B., Öktem, B. (2005). Occurrence of *Vibrio* and other pathogenic bacteria in *Mytilus galloprovincialis* and *Venus gallina* harvested from the Marmara Sea. *Turkish J Vet Animal Sci*, 29(2), 409–415.