

## The Risks of Pathogenic *Vibrio* spp. Accordance with the Increasing of Global Warming

### Küresel Isınmanın Artışına Bağlı Olarak Risk Oluşturabilecek Patojen *Vibrio* Türleri

Türk Denizcilik ve Deniz Bilimleri Dergisi

Cilt: 6 Sayı: 1 (2020) 10-23

Berna KILINÇ<sup>1,\*</sup> 

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35080, Bornova, İzmir

#### ABSTRACT

*Vibrio* spp. is very important group of microorganisms for fishery products. The incidence of this pathogenic *Vibrio* spp. in seawater environment not only can be caused infections for swimming people but also can be given rise to risk for infections by being contacted with fishery products or consumed them. For this reason, in this review; many studies were introduced about the most important pathogenic *Vibrio* spp. for people health, the occurrence of *Vibrio* spp. in fresh, commercial, processed and traditional fishery products and seafoods, *Vibrio* spp. diseases occurring by being consumed contaminated fishery products with pathogenic *Vibrio* spp. and being contacted with these fishery products including pathogenic *Vibrio* spp. and the control of

*Vibrio* spp. in fishery products. As a result of this review; Because of increasing global warming, it is necessary to improve the knowledge of people by obtaining awareness raising to prevent the risk of pathogenic *Vibrio* spp. The monitoring and control systems of pathogenic *Vibrio* spp. for fishery products in the environments, where they are caught or harvested and floating waters must be provided. The knowledge of the persons, working in seafood processing factories, bazaars, markets and restaurants should be improved about the risk of pathogenic *Vibrio* spp. For consuming safety fishery products, the monitoring system for pathogenic *Vibrio* spp. on fishery products from catching to consuming should be developed.

**Keywords:** Fishery products, Pathogen, *Vibrio* spp, Global warming.

#### Article Info

Received: 02 August 2019

Revised: 31 December 2019

Accepted: 03 January 2020

\*(Corresponding Author)

E-mail: [berna.kilinc@ege.edu.tr](mailto:berna.kilinc@ege.edu.tr)

## ÖZET

*Vibrio* türleri su ürünleri açısından önemli bakteriler olup, deniz ortamında bu türlerin varlığı insanlarda enfeksiyona neden olabilmesi yanı sıra patojen olan *Vibrio* türleri içeren su ürünleri ile temas veya tüketim sonucunda da risk oluşturabilirler. Bu nedenle bu derleme çalışmasında insan sağlığı açısından oldukça önemli olan patojen *Vibrio* türleri hakkında bilinçlendirmenin sağlanması hedeflenmiştir. Bu amaçla taze, ticari olarak satışa sunulan, işlenmiş su ürünlerinde ve su ürünlerinden hazırlanan geleneksel yemeklerde varlığı, *Vibrio* türleri ile kontamine olmuş su ürünlerinin tüketimi ve teması ile ilgili insanlarda görülen hastalıklar ve su ürünlerinde *Vibrio* türlerinin kontrolüne yönelik yapılan çalışmalara değinilmiştir. Sonuç olarak; Küresel ısınmanın giderek artması nedeniyle su ürünleri kaynaklı oluşabilecek *Vibrio* enfeksiyonlarının önlenmesinde halkın bilinçlendirilmesinin sağlanması için farkındalık çalışmalarının artırılması gereklidir. Su ürünlerinin avlandığı veya hasat edildiği ve denize girilen bölgelerde patojen *Vibrio* türlerine yönelik sürekli izlenme çalışmalarının yapılması ve bu konuda gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır. Su ürünleri satış, su ürünleri işleme fabrikaları ve su ürünleri temizleyen, yemeğe hazır hale getiren pazar, market ve lokanta gibi yerlerde çalışanların *Vibrio* kaynaklı oluşabilecek risklere karşı bilgi sahibi olmalarının sağlanması gerekmektedir. Güvenli su ürünleri tüketimi için patojen *Vibrio* türlerinin tespitine yönelik su ürünlerinin avlamadan tüketime kadar ki tüm aşamalarda takip sistemi geliştirilmelidir

**Anahtar Kelimeler:** Su ürünleri, Patojen, *Vibrio* spp., Küresel ısınma

## 1.GİRİŞ

*Vibrio* türleri gram negatif, fakültatif anaerobik, spor oluşturmeyen, tek polar flagellaya sahip hareketli, kavisli çubuklardır (Yaashikaa vd., 2016). *Vibrio* türleri halofilik bakteriler olup çoğunlukla deniz ortamında, nehir ağzlarında ve su ürünlerinde yaşamaktadırlar (Jiang vd., 2019). Tatlı su balıklarında ve yetiştiricilik ortamında da *Vibrio* türlerinin varlığını gösteren bazı çalışmalar bulunmaktadır (Dong vd., 2016; Yan vd., 2019). *Vibrio* genusunun %0,08 oranında şebeke suyundan da izole edildiği bildirilmiştir (Öztürk, 2019). *Vibrio* türlerinin en iyi üreyebildiği sıcaklık 10°C ile 30°C, tuzluluk ise %5 ile %30 arasındadır (Weissfeld, 2014). *Vibrio* genusunun 100'den fazla türü varken, sadece 12'sinin insan hastalıkları ile ilgili olduğu bildirilmiştir (Jones, 2017). Bunlar (*Vibrio cholerae*,

*Vibrio carchariae*, *Vibrio mimicus*, *Vibrio vulnificus*, *Vibrio metschnikovii*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cincinnatiensis*, *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio hollisae*, *Vibrio furnissii*, *Vibrio damsela*, *Vibrio fluvialis*) insanlarda patojenik olup, çoğunlukla taze ve az pişirilmiş balık ve kabuklu su ürünlerinin tüketimi ile gıda kaynaklı hastalıklara sebep olmaktadır (Yaashikaa vd., 2016; Xu vd., 2017). *Vibrionaceae* familyasının sadece birkaç türü *Vibrio* içeren sularla temas veya su ürünlerinin tüketilmesi sonucunda mide barsak rahatsızlıkları, kulak ve yara enfeksiyonlarına neden olabilmektedir (Huehn vd., 2014). İlk olarak *V. cholerae* 1854 yılında kolera hastalığının etkeni olarak isimlendirilmiştir. *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* türleri gelişmiş ülkelerde insanlarda su ürünleri kaynaklı enfeksiyonlar da sıklıkla izole edilmektedir (Jones, 2017). Dünyada *V. parahaemolyticus* bakteriyal su

ürünleri kaynaklı hastalıklara sebep olurken, *V. vulnificus* ise su ürünleri kaynaklı ölümlerin sebebidir (Strom vd., 2013). Patojen *Vibrio* türleri bağışıklık sistemi baskılanmış hastalarda ölüme bile sebep olabilmektedir (Yan vd., 2019). İnsan sağlığı açısından önemli patojen *Vibrio* türlerinin tanımlanmasında hızlı ve etkili metotların kullanılması gereklidir (Cariani vd., 2012). *Vibrio* türlerinin farklı metotlarla taze ve işlenmiş su ürünlerinde varlığının belirlenmesi üzerine yapılmış (Wong vd., 1999; Hara-Kudo vd., 2001; Messelhauser vd., 2010; Espineira vd., 2010; Bonny vd., 2018) ve patojen *Vibrio* türlerinin bulaşma yolları ve olası riskleri üzerine yapılmış (Elhadi vd., 2004; Su ve Liu, 2007; Kocatepe vd., 2013; Eker vd., 2015; Erol, 2016) çeşitli çalışmalara örnek olarak verilebilir. Bu çalışmaların derlenerek farkındalık yaratılmasının su ürünleri kaynaklı patojen *Vibrio* türlerine karşı gerekli önlemlerin alınması ve bu türlerin neden olduğu hastalıkların önlenmesinde oldukça önemli olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bu derleme çalışmasında taze, ticari olarak satışa sunulan, işlenmiş su ürünlerinde ve su ürünlerinden hazırlanan geleneksel yemeklerde patojen *Vibrio* türleri ve bu türler ile kontamine olmuş su ürünlerinin teması ve tüketimi sonucunda insanlarda görülen enfeksiyonlara değinilerek, su ürünlerinde *Vibrio* türlerinin kontrolüne yönelik yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

## 2. SU ÜRÜNLERİNDE PATOJEN *VIBRIO* TÜRLERİ

*Vibrio* genusuna ait bazı türler örneğin *V. anguillarum* ve *V. tapetis* sucul omurgalı ve omurgasızlarda patojendir. *V. hollisae*, *V. damsela*, *V. alginolyticus*, *V. harveyi*, *V. cholerae*, *V. fluvialis*, *V. furnissii*, *V. metschnikovii*, *V. mimicus*, *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* hem su ürünlerinde hem de insanlarda hastalığa neden olabilmektedir (Austin, 2010). Su ürünleri kaynaklı patojen *Vibrio* türleri deniz ortamında yaygın bir şekilde dağılım göstermektedir. *Vibrio* genusunun *V.*

*cholerae*, *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* türleri insan sağlığını en fazla tehdit eden türler olmasına karşın, *V. alginolyticus*, *V. mimicus* ve *V. hollisae* türlerinin neden olduğu su ürünleri kaynaklı enfeksiyonlar nadir olarak görülmektedir (Cariani vd., 2012). *V. furnissii* ve *V. fluvialis* türlerinin insanlarda meydana getirdiği enfeksiyonlar çoğunlukla kontamine olmuş suların veya su ürünlerinin tüketimi ile ilgilidir (Schirmeister vd., 2014). *V. parahaemolyticus* türünün insanlarda patojen olduğu, deniz ortamlarında yaygın dağılım gösterdiği ve taze su ürünleri, kabuklu su ürünlerinden sıklıkla izole edildiği Su ve Liu (2007) tarafından bildirilmiştir. *V. parahaemolyticus* türünün son yıllarda karideslerde de patojen olarak ortaya çıkan ve karides endüstrisini ciddi olarak tehdit eder hale getiren bir bakteri olduğu Santos vd. (2015) ve istiridyelerde de sıklıkla bulunduğu Kang vd. (2017) tarafından bildirilmiştir. *V. parahaemolyticus* türünün su ürünlerinden yemeğe hazır gıdalara çapraz bulaşma ile geçerek kontamine olmasına neden olduğu belirtilmektedir (Malcolm vd., 2018). Kolera salgın bir hastalık olup, hastalığa toksin üreten *V. cholerae* türünün sebep olduğu belirtilerek, *V. parahaemolyticus* enfeksiyonlarının sebep olduğu hafif ve sulu ishale karşın, *V. cholerae* türünün ağır ishal septomları ile karakterize edildiğine değinilmiştir (Wright ve Harwood, 2013). *V. cholerae* türünün kolera hastalığının etiyolojik ajanı olup, içme sularına erişimin yetersiz kaldığı ve uygun olmayan sanitasyon koşullarında geliştiği belirtilerek, dünyada insan sağlığını etkilediği, *V. cholerae* O<sub>1</sub> ve O<sub>139</sub> türlerinin toksijenik olup, epidemik ve pandemik kolera salgınlarına sebep olduğu bildirilmiştir (Mandal ve Mandal, 2014). *V. mimicus* türünün gastroenterit rahatsızlıklara akut kolera benzeri veya dizanteri benzeri ishale neden olduğu belirtilmiştir (Tercero-Albuero vd., 2014). *V. vulnificus* türünün dünyanın en öldürücü gıda kaynaklı patojeni olduğu, çoğu ülkede bu mikroorganizma kaynaklı ölüm oranlarının %50 veya daha fazla olduğu bildirilmektedir. Büyük çoğunlukla kronik

hastalıklara sahip olan kişilerde bağışıklık sisteminin baskılanmasının sonucu olarak septiseminin geliştiği, bu hastalıklara sahip olmayan kişilerde ise öldürücü yara enfeksiyonlarının gelişebildiği bildirilmiştir (Oliver ve Jones, 2015). *V. harveyi* türünün stratejik insan patojeni olduğu, nehir ağız ve deniz çevrelerinde doğal olarak bulunduğu değerlendirilerek, bu türün akut septisemi, gastroenterit hastalıklar, ciddi nekrotik yumuşak doku enfeksiyonları ve kontamine olmuş su ürünlerinin tüketimi yoluyla da ölümlere neden olduğu belirtilmektedir (Stalin ve Srinivasan, 2016). *V. hollisae* türünün küçük, kolera olmayan gram negatif bakteri olduğu, bu bakterinin akut gastroenterit rahatsızlıklara neden olduğu bildirilmektedir. Ayrıca bazı hastalarda karaciğer hastalıklarına neden olduğu da vurgulanmıştır (Shorr vd., 1997). Akutik çevrede *V. metschnikovii* türünün doğal olarak bulunduğu, su ürünlerinden izole edildiği ve insanlarda hastalığa neden olduğu belirtilmiştir. Çoğunlukla çiğ ve az pişmiş su ürünlerinin tüketimi sonucunda hastalığa neden olabileceği bildirilmiştir (Matte vd., 2007).

### 3. TAZE SU ÜRÜNLERİNDE *VIBRIO* TÜRLERİ

Wong vd. (1999) tarafından Asya ülkelerinden (Hong Kong, Endonezya, Tayland ve Vietnam) ithal edilen toplam 686 adet su ürünlerinin *V. parahaemolyticus* varlığı açısından incelendiği çalışmada örneklerin 315'inden (%45,9) bu türün izole edildiği bildirilmiştir. Karides, yengeç, deniz salyangozu, istakoz, kum yengeci, balık ve kerevit örneklerinden sırasıyla %75,8, %73,3, %44,3, %44,1, %32,5, %29,3 ve %21,1 oranlarında izole edildiği belirtilmiştir. Baffone vd. (2000) tarafından taze su ürünlerinde *Vibrio* türlerinin varlığının araştırıldığı çalışmada örneklerin halofilik *Vibrio* türleri ile kontamine olduğu ve incelenen taze su ürünlerinden *V. alginolyticus* (%81,48), *V. parahaemolyticus* (%14,8), *V. cholerae* non 01 (%3,7) türlerinin izole edildiği bildirilmiştir. Jaksic

vd. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada *Vibrio* türleri açısından incelenen toplam 117 örneğin 100'ü deniz balığı, 10'u karides ve 7'si çift kabuklu yumuşakça olduğu belirtilerek, toplam 117 örneğin 23'ünde (%19,65) *Vibrio* türlerinin izole edildiği bildirilmiştir. İncelenen örneklerde en çok bulunan *Vibrio* türlerinin (%9,40) *V. parahaemolyticus*, (%6,84) *V. vulnificus* ve (%3,42%) *V. alginolyticus* olduğu belirtilmiştir. Robert-Pillot vd. (2004) tarafından Fransa'ya ithal edilen ve Fransa'nın kıyı alanlarından toplanan su ve kabuklu su ürünlerinin incelendiği çalışmada *V. parahaemolyticus* izolatlarının bu örneklerde saptandığı belirtilerek, Fransa'nın su ürünlerinde de bu mikroorganizmanın bulunabileceği bildirilmiştir. Colakoglu vd. (2006) tarafından yapılan diğer bir çalışmada toplamda 127 kabuklu su ürünü örneğinin 97'sini midye kalan 30'unun karides örneği olduğu belirtilmiştir. Çalışmada %26,7 örneğin *V. alginolyticus*, %9,4'sinin *V. vulnificus*, %0,8'sinin *V. parahaemolyticus* ile kontamine olduğu belirtilmiştir. Espineira vd. (2010) tarafından karides, yengeç, çift kabuklu yumuşakça ve balık toplam 63 örneğin alınarak incelendiği çalışmada 2 midye örneğinin *V. parahaemolyticus* varlığı açısından pozitif olduğu vurgulanmıştır. Canigral vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada 2 istiridye, 3 deniz suyu ve 2 atık su örneklerinden *V. vulnificus* türünün izole edildiği belirtilmiştir. Çalışmada çevre ve gıda örneklerinde *V. vulnificus* türünün saptanmasının İspanya'da insan sağlığı açısından risk oluşturabileceğine değerlendirilmiştir. Zarei vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada toplamda 300 karides örneğinin (her mevsim 75 örnek) analiz edildiği ve *Vibrio* türlerinin mevsime bağlı olarak incelenen karides örneklerinde saptandığı belirtilmiştir. Çalışmada kış mevsiminde incelenen örneklerin %18,6'sında, bahar mevsimindeki örneklerin %64'ünden, yaz mevsimindeki örneklerin %70,6'sından ve sonbahar mevsimindeki örneklerin %41,3'ünde saptandığı belirtilmiştir. Damir vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada (72 deniz suyu, 90

tane solungaç ve deri swab örneği) üç farklı levrek üretim çiftliğinden alınarak *Vibrio* varlığı açısından incelenmiştir. İlkbahar ve sonbahar aylarında incelenen örneklerde en yüksek *Vibrio* varlığının ilkbahar örneklerinde saptandığı açıklanmıştır. *V. alginolyticus* türünün solungaç örneklerinde deri örnekleriyle kıyaslandığında daha yüksek olduğu vurgulanmıştır. Cantet vd. (2013) tarafından yapılan diğer bir çalışmada yaz mevsiminde üç körfezden toplanan su, sediment, midye ve akivades örneklerinde *V. parahaemolyticus* saptanmasına karşın, kış mevsiminde midye dışındaki tüm örneklerde oldukça az belirlendiği bildirilmiştir. Kış mevsiminde incelenen örneklerde *V. vulnificus* belirlenmemesine karşın, *V. cholerae*'nin yaz mevsiminde incelenen su ve sediment örneklerinde belirlendiği belirtilmiştir. Çalışmada bu üç insan patojeni *Vibrio* türünün insan sağlığı açısından potansiyel tehlike oluşturacağı sonucuna varılmıştır. Garrido-Maestu vd. (2016) tarafından İspanya'nın güneyinden hasat edilen midyelerde patojenik *Vibrio* türlerinin varlığının incelendiği çalışmada *V. parahaemolyticus* pozitif saptanan örneklerin en yüksek Eylül ve Ekim aylarında bulunduğu belirtilmiştir. Stalin ve Srinivasan (2016) tarafından Hindistan'ın güneydoğu kıyıları ve karides yetiştiriciliği yapılan alanlarda *V. harveyi* varlığının araştırılması üzerine yapılan çalışmada toplam incelenen 256 örneğin 5'inden *V. harveyi* izole edildiği belirtilmiştir. Bu örneklerin 3'ünün çeşitli karides yetiştiriciliği yapılan havuzlardan, 2'sinin ise kıyısız alanlardan incelenen örneklerde tespit edildiği bildirilmiştir.

#### 4. TİCARİ OLARAK SATIŞA SUNULAN VE İŞLENMİŞ SU ÜRÜNLERİNDE *VIBRIO* TÜRLERİ

İki balık marketinden karides, midye ve istiridye örneklerinin alınıp incelendiği çalışmada 5 karides örneğinin 2'sinden, 5 midye örneğinin 2'sinden *V. cholerae* türünün izole edildiği Saravanan vd. (2007) tarafından bildirilerek, karides örneklerinin 1'inin *V. cholerae* O139 türü olduğu

belirtilmiştir. Yang vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada Çin'in Shanghai şehrinde bulunan balık çiftlikleri, ticari marketler, restoranlar ve lokanta mutfaklarından toplam 1293 adet su ürünü toplanarak *V. parahaemolyticus* varlığı açısından incelenmiştir. Örneklenen su ürünlerinde toksijenik *V. parahaemolyticus* türünün varlığı bu mikroorganizmanın sadece taze su ürünlerinde değil, aynı zamanda buzda ve dondurulmuş su ürünlerinden de izole edildiğini göstermiştir. Bu nedenle düşük sıcaklıklarda korunan su ürünlerinin de patojenik *V. parahaemolyticus* türünün yayılmasında bir araç olabileceği bildirilmiştir. Ji vd. (2011), Çin'de balık pazarında satışa sunulan 239 ticari karides örneğinden 140'ında *V. vulnificus* türünün izole edildiğini bunun da insan sağlığını tehdit edebileceğini bildirmişlerdir. Abd-Elghany ve Sallam (2013) tarafından yapılan bir çalışmada ise Mısır'ın Mansoura şehrindeki farklı balık marketlerinden toplanan 120 kabuklu su ürünü *V. parahaemolyticus* varlığı açısından incelenmiştir. Geleneksel metotla incelenen 40 (%33,3) örneğin *V. parahaemolyticus* açısından pozitif olarak saptandığı belirtilmesine karşın, moleküler PZR metodu ile sadece 20 (%16,7) kabuklu su ürününün *V. parahaemolyticus* açısından pozitif olarak saptandığı belirtilmiştir. Xu vd. (2014) tarafından Çin'in 19 şehrinde ticari marketlerden toplam 273 karides örneği satın alınarak Kuvvetle Muhtemel Sayım Yöntemiyle *V. parahaemolyticus* varlığı araştırılan çalışmada 273 karides örneğinin 103'ünde (%37,7) *V. parahaemolyticus* tespit edildiği bildirilmiştir. Caburlotto vd. (2016) yaptıkları çalışmada ticari olarak satışa sunulan kabuklu su ürünlerinde *V. cholerae* ve *V. vulnificus* saptamalarına karşın, incelenen dondurulmuş su ürünlerinin %8'inde buzdolabında depolanan su ürünlerinin %41'inde toplam 40 örnekte *V. parahaemolyticus* türünün izole edildiği bildirilmiştir. Ahmed vd. (2018) tarafından yapılan diğer çalışmada marketlerden 225 tane kabuklu su ürünleri toplanarak incelenmiştir. Bakteriyolojik ve moleküler

inceleme sonucunda kabuklu su ürünleri örneklerinin 2'sinde (%0,9) *V. cholerae* ve 34'ünde (%15,1) *V. parahaemolyticus* izole edildiği bildirilmiştir.

## 5. SU ÜRÜNLERİNDEN HAZIRLANAN GELENEKSEL YEMEKLERDE *VIBRIO* TÜRLERİ

Weissfeld (2014) tarafından sushinin dilimlenmiş taze balık tatlandırılmış sirkeli pirinç ile birlikte diğer katkı maddelerini içerdiği, sashiminin ise sadece dilimlenmiş taze balık olduğu bildirilmiştir. Deniz ve tatlı sular insanlarda enfeksiyona neden olan mikroorganizmaları içerebildiği için taze ve az pişmiş olarak tüketilen su ürünlerinin enfeksiyona sebep olabileceği belirtilmiştir. (Tang vd., 2014) tarafından Malezya'nın popüler kızartılmış ve haşlanmış balık sosisinde (keropok lekor) *Vibrio cholerae* O1 ve *Vibrio parahaemolyticus* canlı kalabilirliği kapalı ve açık iki farklı koşulda incelenmiştir. *Vibrio* türlerinin ısısal işleme kolaylıkla öldüğü ancak pişirme sonrası bulaşmaların gıda zehirlenmesine neden olabileceği belirtilmiştir. Cho vd. (2016) tarafından soya sosunda marine edilmiş yemeğe hazır yengeçte gıda kaynaklı patojenlerin bulunmasının oluşturabileceği mikrobiyal tehlikenin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada yengeç etine bakterilerin 4.1-4,4 log cfu/g inoküle edilerek soya sosunda 5°C'depolandığını *V. parahaemolyticus* dışında bütün bakterilerin yengeç etinde 28 güne kadar canlı kaldığı, buna karşın 22° C'de depolandığında marinasyonun antimikrobiyal etkisinin *V. parahaemolyticus* türü açısından da şüpheli olduğu bildirilmiştir. Chung vd. (2019) tarafından *V. parahaemolyticus* türünün Güney Kore'de de su ürünleri kaynaklı en önemli hastalıklardan biri olduğu belirtilerek geleneksel Kore yemeği olan soya sosunda marine edilen taze yengeçte (ganjang-gejang) bulunduğu bildirilmiştir.

## 6. SU ÜRÜNLERİ İLE TEMAS VE *VIBRIO* TÜRLERİ İLE KONTAMİNE OLMUŞ SU ÜRÜNLERİNİN TÜKETİMİ

## SONUCU İNSANLARDA GÖRÜLEN HASTALIKLAR

Wu vd. (2019) tarafından *Vibrio* türlerinin neden olduğu hastalıkların her yıl su ürünleri yoluyla yayılmakta olduğu ve insanların hayatını tehdit edebilen problem haline gelebildiği bildirilmiştir. Huang vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada taze istiridyelerin tüketimine bağlı olarak *V. parahaemolyticus* ile ilgili enfeksiyonlar da artış görüldüğü belirtilmiştir. Taze istiridyelerde *V. parahaemolyticus* enfeksiyon riskinin *V. parahaemolyticus* türünün varlığı, kontaminasyon değeri, taşıma ve işleme esnasındaki sıcaklık ve süre gibi çeşitli faktörlerden etkilendiği vurgulanmıştır. Weissfeld (2014) tarafından *V. parahaemolyticus* türünün neden olduğu enfeksiyonların gastroenterit hastalıklar (%60-%80), bunu yara enfeksiyonları (%34) ve septiseminin (%5) takip ettiği belirtilmiştir. İnkübasyon periyodunun 15 ile 19 saat arasında olduğu gastroenterit rahatsızlıklara (karın ağrısı, mide bulantısı, kusma, ateş ve ishal) neden olduğu bildirilmiştir. Palit ve Nair (2014) tarafından *Vibrio* enfeksiyonlarının suyla veya kontamine olmuş su ürünleri ile yayıldığı bildirilerek *Vibrio* enfeksiyonlarına ekonomik düzeyi düşük ülkelerde kontamine olmuş suların neden olduğu, gelişmiş ülkelerde ise bu enfeksiyonların çoğundan kontamine olmuş gıdaların sorumlu olduğu belirtilmektedir. Fuenzalida vd. (2007) tarafından yaz mevsimde *V. parahaemolyticus* izole edilen su ürünlerinin tüketimi sonucunda ishal salgınlarının görüldüğü bildirilmiştir. Wu vd. (2014) tarafından *V. parahaemolyticus* salgınlarının çoğunun Nisan ve Ekim ayları arasında meydana geldiği belirtilmiştir. Bu çalışmada ayrıca *V. parahaemolyticus* türünün neden olduğu salgınların %39 restaurantlarda, %30 kafeteryalarda, %15 özel konutlarda tüketim sonucu meydana geldiği belirtilerek salgınların çoğunlukla çapraz bulaşma (%50) sonucu ortaya çıktığı bildirilmiştir. D'Sauzo vd. (2018) tarafından *V.vulnificus* türünün gram negatif, fırsatçı insan patojeni özellikle

bağışıklık sistemi baskılanan kişilerde hayatı tehdit eden septisemi, yara enfeksiyonlarına ve gastroenterit hastalıklara neden olabileceği belirtilmiştir. Karunasagar (2014) tarafından yapılan bir çalışmada *V. vulnificus* türünün su ürünleri kaynaklı önemli bir patojen mikroorganizma olduğu, ilk olarak septisemiye neden olarak daha sonra bu mikroorganizma ile enfekte olmuş kişilerde çoğunlukla ölüme bile neden olabildiği bildirilmiştir. Ayrıca bu mikroorganizmanın yaygın bir şekilde ılık sahil suları ve nehir ağzlarında dağılım gösterdiği vurgulanmıştır. Karunasagar (2014) tarafından *V. vulnificus* türünün neden olduğu enfeksiyonun insanlarda bağışıklık sisteminin baskılanması nedeniyle çeşitli septomların gelişimine veya karaciğer hastalığına neden olduğu bildirilmiştir. Yu vd. (2017) tarafından yaz ve sonbahar mevsimlerinde bazı hastalarda akut sepsis, ateş, cilt altı enfeksiyonu, kanamalı cilt lezyonu görülmesinin sebebinin büyük olasılıkla *V. vulnificus* enfeksiyonun göstergesi olduğu belirtilmiştir. Shaw vd. (2015) tarafından *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* içeren sularda yüzen ve çalışan kişilerin derilerinin bu mikroorganizmalara maruz kalacağı için enfeksiyon riskinin yükselmesine neden olabileceği bildirilmiştir. Jung vd. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada *V. vulnificus* türünün şeker hastası olan iki kişide yara enfeksiyonlarına neden olduğu bildirilmiştir. Su ürünleri ve deniz suyuyla muamele olmuş insanlarda gözlerde travmaya (kanlanma, kızarıklık, şişme, ağrı vs.) neden olan *V. vulnificus* enfeksiyonlarının oldukça nadir görüldüğü belirtilmektedir. Taze su ürününün yenmesi sonucunda gözde ağrı ve bulanık görme ile ortaya çıkan *V. vulnificus* türünün neden olduğu göz travması rapor edilmiştir. Wong vd. (2005) tarafından *V. vulnificus* enfeksiyonları ile ilgili olarak insanlarda su ürünleri kaynaklı ölümlerde görülmektedir. Su ürününün işlenmesi sonrasında *V. vulnificus* bulaşması nedeniyle hastada karın zarı iltihabı gelişiminin saptandığı bildirilmiştir. Bu mikroorganizmanın hayatı tehdit eden septisemiye ve ciddi yara

enfeksiyonunun gelişimine neden olduğu belirtilmiştir. Plana vd. (2016) tarafından hasta olan kişilerde çiğ veya az işlem görmüş su ürünlerinin tüketiminin bakteri içerebilmesi nedeniyle risk oluşturabileceği belirtilmiştir. Oksüz ve Gürler (2012) tarafından *V. alginolyticus* türünün sepsise neden olduğu bildirilmiştir. Tsai vd. (2011) tarafından *V. fluvialis* türünün sebep olduğu insan enfeksiyonlarının nadir olduğu ve hastalığın en önemli klinik belirtisinin ishal ile akut gastroenterit rahatsızlıklar olduğu bildirilmiştir. *V. fluvialis* türünün sebep olduğu bağırsak enfeksiyonları dışında diğer enfeksiyonlar kanda bakteri bulunması, hemorojik deri altı dokunun ve beyin iltihaplanmalarıdır. Bu çalışmanın *V. fluvialis* türünün karın zarı iltihabı ile akut apendisit hastalığına sebep olduğunu belirten ilk çalışma olduğu vurgulanmıştır. Hong vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada *Vibrio* enfeksiyonunun neden olduğu şiddetli gangren yapan bakteriyel enfeksiyon ve sepsisinde çok nadir görüldüğü fakat tehlikeli olduğu, ölüm oranının %50-%100 olduğu bildirilmiştir. Lin vd. (2016) tarafından *V. vulnificus* türünün neden olduğu gangren yapan bakteriyel enfeksiyonun çocuklarda da nadiren görüldüğü belirtilen çalışmada 12 yaşında bağışıklık sistemi baskılanmış erkek çocuğunda *V. vulnificus* kaynaklı gangren yapan bakteriyel hastalık saptandığı açıklanmıştır. Chang-Chien vd. (2007) tarafından balık yüzgeçlerinin ele batmasıyla verdiği hasarın önemli olduğu ve sıklıkla görüldüğü bildirilmiştir. *Vibrio* türlerinin çabucak yumuşak doku enfeksiyonu ve septisemiye sebep olarak hastalığa neden olduğunun bilindiği ve yüzgeç hasarının ardından *Vibrio* enfeksiyonunun nadir olduğu fakat duyarlı kişilerde yıkıcı komplikasyonlarla sonuçlanabildiği belirtilmiştir. Yüzgeç hasarından sonra bakteriyel *Vibrio* enfeksiyonlarının gangrene neden olan yumuşak doku enfeksiyonları meydana getirebildiği bildirilmiştir. Shorr vd. (1997) tarafından *V. hollisae* ile kontamine olmuş kabuklu su ürününü çiğ olarak tüketen 60 yaşındaki erkek hastada yaklaşık 2 gün

sonra akut ishal gelişiminin olduğu ve kan basıncının düşmesi ile ilgili semptomların görüldüğü bildirilmiştir. Morris vd. (1982) tarafından *V. hollisae* ve *V. damsela* türlerinin yara enfeksiyonundan izole edildiğini ve hastaların çiğ olarak su ürünlerini tükettikleri belirtilmiştir.

## 7. VIBRIO TÜRLERİNİN KONTROLÜ

Su ürünlerinde *Vibrio* türlerinin oldukça önemli olduğu ve bu ürünlerin rutin olarak patojenik *Vibrio* türleri açısından incelenmesi tavsiye edilmektedir (Baffone vd. 2000). Su ürünlerinin güvenliği için *Vibrio* türlerinin sıklıkla izlenmesinin ve antibiyotik, moleküler ve biyofilm özelliklerinin belirlenmesinin oldukça gerekli olduğu Ahmed vd. (2018) tarafından vurgulanmaktadır. *Vibrio* türlerinin tanımlanmasının immünolojik ve genetik temelli metotlarla yapıldığı Palit ve Nair (2014) tarafından belirtilmektedir. PZR metodunun *V. alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, *V. vulnificus* ve *V. cholerae* türlerinin belirlenmesinde kullanılabileceği ve bu metodun patojen *Vibrio* türlerinin gıda ve çevre örneklerinin büyük ölçekli incelemelerine de olanak verdiği bildirilmiştir (Wei vd., 2014). *Vibrio* türlerinin deniz suyunda canlı kaldığı vurgulanan çalışmada su kaynaklı *V. cholerae* salgınlarının önlenmesi için atık su işlemleri, su kaynaklarının kalitesinin korunması, su kaynaklarının etkili işlenmesini içeren uygun sanitasyon uygulamalarının gerekli olduğuna değinilmiştir (Percival ve Williams, 2014). *Vibrio* türleri insanlarda hastalıklara ve salgınlara neden olduğu, *V. parahaemolyticus* türünün neden olduğu gastroenterit hastalık salgınlarının önlenmesi ve kontrolü için gıda çalışanları ve tüketicilere özellikle ılık ve sıcak aylarda pişirilmemiş su ürünleri ile yemeğe hazır haldeki su ürünlerinin çapraz bulaşmasından kaçınılması konusunda eğitim verilmesinin gerektiğine değinilmiştir (Wu vd., 2014). Ayrıca su ürünleriyle temas sonucu

oluşabilecek *Vibrio* enfeksiyonlarına karşı balığı işlerken koruyucu eldiven takılmasını içeren sağlık eğitiminin verilmesinin gerekli olduğu bildirilmiştir (Chang-Chien vd., 2007). Huang vd. (2018) tarafından yapılan bir çalışmada istiridyelerin işlenmesi ve taşınması esnasında sıcaklığın 12°C'nin altında tutulmasının sağlanması, *V. parahaemolyticus* enfeksiyonlarının görünümünü önemli şekilde azaltabileceği belirtilmiştir. Ortiz-Jimenez (2018) tarafından istiridyeye tüketiminde *V. parahaemolyticus* hastalık riskinin hızlı soğutma işlemiyle %37 azalacağı buna karşın, depurasyon işlemiyle %94, dondurma, ısıl işlem ve termal şokla neredeyse %100 azalacağı belirtilmiştir. Su ve Liu (2007) tarafından *V. parahaemolyticus* türünün kontrolünde depurasyon, termal işlemler, yüksek hidrostatik basınç ve radyasyon uygulamalarının etkili olduğu bildirilmektedir. Ibrahim vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada *V. alginolyticus* taze balon balıklarından izole edilmesine karşın, balık filetoları 4 ve 7 kGy Co60 radyasyona maruz bırakıldığında radyasyon işlemi uygulanan örneklerde *V. alginolyticus* türünün belirlenmediği belirtilmiştir. Park vd. (2018) tarafından yapılan diğer bir çalışmada 5 log düzeyinde *V. vulnificus* popülasyonunu 60 veya 80 ppm sodyum hipoklorit ve 0.9–1.1 kGy gamma radyasyon birlikte uygulama kabuklu su ürünlerinin hasat sonrası ve dağıtım aşamalarında mikrobiyal güvenliğin sağlanması için kullanılabileceği bildirilmiştir. Shen vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada istiridyelerde *V. parahaemolyticus* etkinliğinin depurasyon işlemi ile azaltılacağı, 12.5°C'de (2:1) oranında su istiridyeye oranının 2 günde >3.00 log *V. parahaemolyticus*'un azalmasını sağladığı ve artan depurasyon işleminin 5 günden sonra mikroorganizmanın eliminasyonunda etkili olduğu bildirilmiştir. Wu vd. (2016) tarafından yapılan bir çalışmada bitki ekstraktlarının da *Vibrio* türlerinin inhibisyonunda etkili olduğuna değinilmiştir. Nar kabuğu (*Punica granatum* L.) ve çin safrası (*Galla chinensis*)



ekstraktlarının pişirilmiş karides ve taze ton balıklarında *V. parahaemolyticus* türünün gelişimini önemli bir şekilde inhibe ettiği bildirilmiştir. Su ürünleri işleme fabrikasında *V. parahaemolyticus* türünün ortadan kaldırılmasında kitosan ve klorinin Chaiyakosa vd. (2007) tarafından karşılaştırma yapıldığı çalışmada kitosan uygulaması *V. parahaemolyticus* türünün %90'dan daha fazla azalmasını sağlarken, klorinin bu mikroorganizmayı su ürünleri işleme fabrikasında tamamen elimine ettiği belirtilmiştir.

Vibriosis risklerinin su ürünlerinin daha kısa süreli depolama ve daha hızlı soğutulmasının sağlanması ile azaltılabileceği Jones vd. (2017) tarafından önerilmektedir. Bunun yanı sıra *Vibrio* türlerinin kontrol planlarının değerlendirilmesi için yetkili mercilerden bilgi alınmasının sağlanabileceği bildirilmiştir. Karunasagar (2014) tarafından *V. vulnificus* türünün 13°C'nin altında üreyemediği bu nedenle su ürünlerinin hasatının birkaç saati içerisinde bu derecenin altına düşürülerek soğutma işleminin uygulanmasının bakteri gelişiminin kontrolünde önemli olduğu vurgulanmıştır. Ayrıca bu mikroorganizmanın ısıya karşı duyarlı olması nedeniyle enfeksiyon risklerini azaltmada su ürünlerine hasat sonrası uygulanacak işlem metotlarının da oldukça önemli olduğuna değinilmiştir. Chen vd. (2017) tarafından *Vibrio* kaynaklı enfeksiyonların ve ölümlerin engellenmesi için; çapraz bulaşmanın önlenmesinin, yetersiz pişirme işleminin ve sıcaklığın yükseldiği mevsimlerde uygun olmayan depolama koşullarının, üretimden tüketim aşamasına kadar gıda güvenliği için uygulanması gereken yönetmeliğin, sağlanması gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca gıdalarda mikrobiyal gıda güvenliğinin sağlanmasında, güvenli depolama parametreleri için tahmini modellerinde yarar sağlayabileceği bildirilmektedir (Chun vd., 2019). *V. cholerae* türünün denizlerde şu andaki ve gelecekteki iklim değişikliklerine göre varlığının tespiti ile ilgili olarak küresel haritanın çıkarılması için ekolojik modelin kullanıldığı çalışmada *V. cholerae* türünün

uygun çevresel koşullarda varlığının artış göstereceği alanların tespiti gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın kolera hastalığının kontrolü, hastalığın önlenmesi ve erken uyarı sistemleri için önemli olduğu vurgulanmıştır (Escobar vd., 2015). Su ürünlerinde ve sularında *Vibrio* türlerinin izlenmesi için bazı biyo sensörlerinde kurulduğu belirtilmiştir (Wu vd., 2019). Son yıllarda yaşanan iklim değişikliklerinde *V. parahaemolyticus* ve *V. vulnificus* türlerinin neden olduğu özellikle çift kabuklu su ürünlerinin çiğ olarak tüketimi kaynaklı hastalıkların yükselmesine neden olduğu bu nedenle endüstriyel uygulamalarda ve düzenleyici politikalarda düzenlemelerin yapılmasının gerekli olduğu bildirilmiştir (Martinez-Urtaza vd., 2010). Genomik, proteomik, metabolomik ve sistem biyolojisi gibi yeni tekniklerin biyolojik verilerin derinlemesine yorumlanmasına yeni ufuklar açacağı ve su ürünlerinin raf ömrü ve güvenliğini tahmin eden modellerin gelişimini sağlayabileceği belirtilmektedir. Klasik ve moleküler cihazların birlikte kullanımını sağlayan yeni metotların; gelişim için büyük bir potansiyel oluşturması yanı sıra değerli laktik asit bakteri fonksiyonlarının dizaynının gelişimine izin vermesi açısından hem geleneksel hem de yenilikçi su ürünleri için daha güvenli olduğu belirtilmektedir (Ghanbari vd., 2013).

## 8. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sonuç olarak; Küresel ısınmanın giderek artması nedeniyle su ürünleri kaynaklı oluşabilecek *Vibrio* enfeksiyonlarının önlenmesinde halkın bilinçlendirilmesinin sağlanması için farkındalık çalışmalarının artırılması gereklidir. Su ürünlerinin avlandığı veya hasat edildiği ve denize girilen bölgelerde patojen *Vibrio* türlerine yönelik sürekli izleme çalışmalarının yapılması ve bu konuda gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır. Su ürünleri satış, su ürünleri işleme fabrikaları ve su ürünleri temizleyen, yemeğe hazır hale getiren pazar, market ve lokanta gibi yerlerde çalışanların *Vibrio* kaynaklı oluşabilecek risklere karşı bilgi sahibi olmalarının sağlanması


gerekmektedir. Güvenli su ürünleri tüketimi için patojen *Vibrio* türlerinin tespitine yönelik su ürünlerinin avlamadan tüketime kadar ki tüm aşamalarda takip sistemi geliştirilmelidir.

## AÇIKLAMA BİLDİRİMİ

Yazar bu makalede çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

## ORCID Numarası

Berna KILINÇ:

 <https://orcid.org/0000-0002-4663-5082>

## 5.KAYNAKLAR

Yaashikaa, P.R., Saravanan, A., Kumar, P.S., (2016). Isolation and identification of *Vibrio cholerae* and *Vibrio parahaemolyticus* from prawn (*Penaeus monodon*) seafood: Preservation strategies. *Microbial Pathogenesis* 99: 5-13. doi:10.1016/j.micpath.2016.07.014

Jiang, Y., Chu, Y., Xie, G., Li, F., Wang L., Huang, J., Zhai, Y., (2019). Antimicrobial resistance, virulence and genetic relationship of *Vibrio parahaemolyticus* in seafood from coasts of Bohai Sea and Yellow Sea, China. *International Journal of Food Microbiology* 290: 116-124. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2018.10.005

Dong, X., Li, Z., Wang, X., Zhou, M., Lin, L., Zhou, Y., Li, J., (2016). Characteristics of *Vibrio parahaemolyticus* isolates obtained from crayfish (*Procambarus clarkii*) in freshwater. *International Journal of Food Microbiology* 238: 132-138. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.004

Yan, L., Pei, X., Zhang, X., Guan, W., Chui, H., Jia, H., Ma ,G., Yang, S., Li, N., Yang, D., (2019). Occurrence of Four Pathogenic Vibrios in Chinese Freshwater Fish Farms in 2016. *Food Control* 95: 85-89. doi:10.1016/j.foodcont.2018.07.043

Öztürk, R., (2019). Su ile bulaşan hastalıklar, [http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/sb/egt/pdf/su\\_ile\\_bulasan\\_hastaliklar.pdf](http://www.istanbulsaglik.gov.tr/w/sb/egt/pdf/su_ile_bulasan_hastaliklar.pdf) adresinden alınmıştır.

Weissfeld, A.S., (2014). Infection from Eating Raw or Undercooked Seafood. *Clinical Microbiology Newsletter* 36(3): 17-21.

Jones, J.L., (2017). *Vibrio*, In: "Chapter 11. Foodborne Diseases", Third Edition, pp. 243-252.

Xu, Y.G., Sun, L.M., Wang, Y.S., Chen, P.P., Liu, Z.M., Li, Y.J., Tang, L.J., (2017). Simultaneous detection of *Vibrio cholerae*, *Vibrio alginolyticus*, *V. parahaemolyticus*, and *Vibrio vulnificus* in seafood using dual priming oligonucleotide (DPO) system-based multiplex PCR assay. *Food Control* 64-70. doi:10.1016/j.foodcont.2016.06.024

Huehn, S., Eichhorn, C., Urmersbach, S., Breidenbach, J., Bechlars, S., Bier, N., Alter, T., Bartelt, E., Frank, C., Oberheitmann, B., Gunzer, F., Brenholt, N., Boer, S., Appel, B., Dieckmann, E., Strauch, E., (2014). Pathogenic Vibrios in environmental, seafood and clinical sources in Germany, *International Journal of Medical Microbiology* 304: 843-850. doi:10.1016/j.ijmm.2014.07.010

Strom, M., Paranjpye, R.N., Nilsson, W.B., Turner, J.W. & Yanagida, G.K. (2013). Advances in Microbial Food Safety, In: "Pathogen update: *Vibrio* species", pp. 97-113.

Cariani, A., Piano, A., Consolandi, C., Severgnini, M., Castiglioni, B., Caredda, G., Candela, M., Serratore, P., Bellis, G.D., Tinti, F., (2012). Detection and characterization of pathogenic vibrios in shellfish by a Ligation Detection Reaction Universal Array Approach. *International Journal of Food Microbiology* 153:474-482. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2011.11.010

Wong, H.C., Chen, M.C., Liu, S.H., Liu, D.P., (1999). Incidence of highly genetically diversified *Vibrio parahaemolyticus* in seafood imported from Asian countries. *International Journal of Food Microbiology* 52: 181-188.

Hara-Kudo, Y., Nishina, T., Nasegawa, J., Kumagai, S., (2001). Improved method for detection of *Vibrio parahaemolyticus* in seafoods. *Applied Environmental Microbiology* 67(12): 5819-5823.

Messelhauser, U., Colditz, J., Tharigen, D., Kleih, W., Höller, C., Busch, U., (2010). Detection and differentiation of *Vibrio* spp. in seafood and fish samples with cultural and molecular methods. *International Journal of Food Microbiology* 142: 360-364. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2010.07.020

Espineira, M., Atanassova, M., Vieites, J.M., Santaclara, F.J., (2010). Validation of a method for the detection of five species, serogroups, biotypes and virulence factors of *Vibrio* by multiplex PCR in fish and seafood. *Food Microbiology* 27: 122-131. doi:10.1016/j.fm.2009.09.004

- Bonny, S.Q., Hossain, M.A.M., Lin, T.K., Ali, M.E., (2018). Multiplex MPN-PCR for the enumeration of three major *Vibrios* in raw fishes in Malaysia. *Food Control* 90: 459-465. doi: 10.1016/j.foodcont.2018.02.034
- Elhadi, N., Radu, S., Chen, C.H., Nishibuchi, M., (2004). Prevalence of potentially pathogenic *Vibrio* species in the seafood marketed Malaysia. *Journal of Food Protection* 67(7): 1469-1475.
- Su, Y.C., Liu, C., (2007). *Vibrio parahaemolyticus*: A concern of seafood safety. *Food Microbiology* 24: 549-558. doi: 10.1016/j.fm.2007.01.005
- Kocatepe, D., Erkoyuncu, B., Turan, H., (2013). Su ürünleri kaynaklı patojen mikroorganizmalar ve zehirlenmeler. *Aquaculture Studies* 13: 47-56. doi:10.17693/yunusae.v.2013i21904.235417
- Eker, F.Y., Çetin, Ö., Çolak, H., (2015). Vibriozis. *Türkiye Klinikleri Journal of Food Hygiene and Technology Special Topics* 1(3): 65-69.
- Erol, İ., (2016). Yeni ve yeniden önem kazanan gıda kaynaklı bakteriyel zoonozların epidemiyolojisi. *Veteriner Hekim Derneği Dergisi* 87(2): 63-76.
- Austin, B., (2010). *Vibrios* as causal agents of zoonoses. *Veterinary Microbiology* 140(3-4): 310-317. doi: 10.1016/j.vetmic.2009.03.015
- Schirmeister, F., Wiczorek, A., Dieckmann, R., Taureck, K., (2014). Evaluation of molecular methods to discriminate the closely related species *Vibrio fluvalis* and *Vibrio furnissi*. *International Journal of Medical Microbiology* 304: 851-857. doi:10.1016/j.ijmm.2014.09.001
- Santos, M.S., Salomon, D., Li, P., Krachler, A.M., Orth, K., (2015). *Vibrio parahaemolyticus* virulence determinants, In: "The Comprehensive Sourcebook of Bacterial Protein Toxins", Fourth Edition, pp. 230-260.
- Kang, C.H., Shin, Y., Jang, S.C., Yu, H.S., Kim, S.K., An, S., Park, K., So, J.S., (2017). Characterization of *Vibrio parahaemolyticus* isolated from oysters in Korea: Resistance to various antibiotics and prevalence of virulence genes. *Marine Pollution Bulletin* 118: 261-266. doi:10.1016/j.marpolbul.2017.02.070
- Malcolm, T.T.H., Chang, W.S., Loo, Y.Y., Cheah, Y.K., Jasimah, C.W., Radzi, W.M., Kantilal, H.K., Nishibuchi, M., Son, R., (2018). Simulation of improper food hygiene practices: A quantitative assessment of *Vibrio parahaemolyticus* distribution. *International Journal of Food Microbiology* 284: 112-119. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.012
- Wright, A.C. & Harwood, V.J. (2013). Foodborne Infections and Intoxications, In: "Chapter 7: *Vibrios*", Fourth Edition, pp. 113-128.
- Mandal, S. & Mandal, M. (2014). *Vibrio/Vibrio cholerae*. In: "Encyclopedia of Food Microbiology" Second Edition, pp. 708-716.
- Tercero-Alburo, J.J., Gonzalez-Marquez, H., Bonilla-Gonzalez, E., Quinones-Ramirez, E.I., Vazquez-Salinas, C., (2014). Identification of capsule, biofilm, lateral flagellum, and type IV pili *Vibrio mimicus* strains. *Microbial Pathogenesis* 76: 77-83. doi: 10.1016/j.micpath.2014.09.012
- Oliver, J.D. & Jones, J.L. (2015). Molecular Medical Microbiology, In: "Chapter 66: *Vibrio parahaemolyticus* and *V. vulnificus*", Second Edition, 2: 1169-1186.
- Stalin, N., Srinivasan, P., (2016). Molecular characterization of antibiotic resistant *Vibrio harveyi* isolated from shrimp aquaculture environment in the South east coast of India. *Microbial Pathogenesis*, 97: 110-118. doi:10.1016/j.micpath.2016.05.021
- Shorr, A.E., Moran, K., McEvoy, P., Chung, R., (1997). *Vibrio hollisae* bacteremia in an immunocompetent host: case report and review. *International Journal of Infectious Diseases* 1(4): 215-216.
- Matte, M.H., Baldassi, L., Barbosa, M.L., Malucelli, M.I.C., Nitrini, S.M.O.O., Matte, G.R., (2007). Virulence factors of *Vibrio metschnikovii* strains isolated from fish in Brazil. *Food Control* 18: 747-751. doi:10.1016/j.foodcont.2006.03.012
- Baffone, W., Pianetti, A., Bruscolini, F., Barbieri, E., Citterio, B., (2000). Occurrence and expression of virulence-related properties of *Vibrio* species isolated from widely consumed seafood products. *International Journal of Food Microbiology* 54: 9-18.
- Jaksic, S., Uhitil, S., Petrak, T., Bazulic, D.B., Karolyi, L.G., (2002). Occurrence of *Vibrio* spp. in sea fish, shrimps and bivalve molluscs harvested from Adriatic sea. *Food Control* 13: 491-493.
- Robert-Pillot, A., Guenole, A., Lesne, J., Delesmont, R., Fournier, J.M., Quilici, M.L., (2004). Occurrence of the *tdh* and *trh* genes in *Vibrio parahaemolyticus* isolates from waters and raw shellfish collected in two French coastal areas and from seafood imported into France. *International Journal of Food Microbiology* 91: 319-325. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.07.006
- Colakoglu, F.A., Sarmasik, A., Koseoglu, B., (2006). Occurrence of *Vibrio* spp., in shellfish harvested off Dardanelles coast of Turkey. *Food Control* 17: 648-652. doi:10.1016/j.foodcont.2005.04.014

- Canigral, I., Moreno, Y., Alonso, J.L., Gonzalez, A., Ferrus, M.A., (2010). Detection of *Vibrio vulnificus* in seafood, seawater and wastewater samples from a Mediterranean coastal area. *Microbiological Research* 165: 657-664. doi: 10.1016/j.micres.2009.11.012
- Zarei, M., Borujeni, M.P., Jamnejad, A., Khezzzadeh, M., (2012). Seasonal prevalence of *Vibrio* species, in retail shrimps with an emphasis on *Vibrio parahaemolyticus*. *Food Control* 25(1): 107-109. doi:10.1016/j.foodcont.2011.10.024
- Damir, K., Irena, V.S., Damir, V., Emin, T., (2013). Occurrence, characterization and antimicrobial susceptibility of *Vibrio alginolyticus* in the Eastern Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin* 75: 46-52. doi: 10.1016/j.marpolbull.2013.08.008
- Cantet, F., Hervio-Health, D., Caro, A., Menec, C.L., Monteil, C., Quemere, C., Jolivet-Gougeon, A., Colwell, R.R., Monfort, P., (2013). Quantification of *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus* and *Vibrio cholerae* in French Mediterranean Coastal Lagoons. *Institut Pasteur Research in Microbiology* 164: 867-874. doi: 10.1016/j.ijresmic.2013.06.005
- Garrido-Maestu, A., Lozano-Leon, A., Rodriguez-Souto, R.R., Vieites-Maneiro, R., Chapela, M.J., Cabado, A.G., (2016). Presence of pathogenic *Vibrio* species in fresh mussels harvested in the southern Rias of Galicia (NW Spain). *Food Control* 59: 759-765. doi:10.1016/j.ijfoodcont.2015.06.054
- Saravanan, V., Kumar, H.S., Karunasagar, I., Karunasagar, I., (2007). Putative virulence genes of *Vibrio cholerae* from seafoods and the coastal environment of Southwest India. *International Journal of Food Microbiology* 119: 329-333. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.08.023
- Yang, Z.Q., Jiao, X.A., Zhou, X.H., Cao, H.X., Fang, W.M., Gu, R.X., (2008). Isolation and molecular characterization of *Vibrio parahaemolyticus* from fresh, low-temperature preserved, dried, and salted seafood products in two coastal areas of eastern China. *International Journal of Food Microbiology* 125(3): 279-285. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2008.04.007
- Ji, H., Chen, Y., Guo, Y., Liu, X., Wen, J., Liu, H., (2011). Occurrence and characteristics of *V. vulnificus* in retail marine shrimp in China. *Food Control* 22: 1935-1940. doi: 10.1016/j.foodcont.2011.05.006
- Abd-Elghany, S.M., Sallam, K.I., (2013). Occurrence and molecular identification of *Vibrio parahaemolyticus* in retail shellfish in Mansoura, Egypt. *Food Control* 33: 399-405. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.03.024
- Xu, X., Wu, Q., Zhang, J., Cheng, J., Zhang, S., Wu, K., (2014). Prevalence, pathogenicity, and serotypes of *Vibrio parahaemolyticus* in shrimp from Chinese retail markets. *Food Control* 46: 81-85. doi:10.1016/j.foodcont.2014.04.042
- Caburlotto, G., Suffredini, E., Toson, M., Fasolato, L., Antonetti, P., Zambon, M., Manfrin, A., (2016). Occurrence and molecular characterisation of *Vibrio parahaemolyticus* in crustaceans commercialised in Venice area, Italy. *International Journal of Food Microbiology* 220: 39-49. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.007
- Ahmed, H.A., Bayomi, R.M.E., Hussein, M.A., Khedr, M.H.E., Remela, E.M.A., El-Ashram, A.M.M., (2018). Molecular characterization, antibiotic resistance pattern and biofilm formation of *Vibrio parahaemolyticus* and *V. cholerae* isolated from crustaceans and humans. *Internal Journal of Food Microbiology* 274: 31-37. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.03.013
- Tang, J.Y.H., Mohd-Noor, N.H., Mazlan, N., Yeo, C.C., Abu-Bakar, A., Radu, S., (2014). Survival of *Vibrio cholerae* O1 and boiled Malaysian fish sausage. *Food Control* 41: 102-105. doi:10.1016/j.foodcont.2014.01.004
- Cho, T.J., Kim, N.H., Kim, S.A., Song, J.H., Rhee, M.S., (2016). Survival of Foodborne pathogens (*Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* and *Vibrio parahaemolyticus*) in raw ready to eat crab marinated in soy sauce. *International Journal of Food Microbiology* 238: 50-55. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.08.041
- Chung, K.H., Park, M.S., Kim, H.Y., Bahk, G.J., (2019). Growth prediction and time-temperature criteria model of *Vibrio parahaemolyticus* on traditional Korean raw crab marinated in soy sauce (ganjang-gejang) at different storage temperatures. *Food Control* 98: 187-193. doi: 10.1016/j.foodcont.2018.11.021
- Wu, W., Jing, Z., Yu, X., Yang, Q., Sun, J., Liu, C., Zhang, W., Zeng, L., He, H., (2019). Recent advances in screening aquatic products for *Vibrio* spp. *Trends in Analytical Chemistry* 111: 239-251. doi:10.1016/j.trac.2018.11.043
- Huang, Y.S., Hwang, C.A., Huang, L., Wu, V.C.H., (2018). The risk of *Vibrio parahaemolyticus* infections associated with consumption of raw oysters as affected by processing and distribution conditions in Taiwan. *Food Control* 86: 101-109. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.10.022
- Palit, A., Nair, G.B., (2014). Bacteria: Other Vibrios. *Encyclopedia of Food Safety* 1: 570-573.

- Fuenzalida, L., Armijo, L., Zabala, B., Hernandez, C., Rioseco, M.L., Riquelma, C., Espajo, R.T., (2007). *Vibrio parahaemolyticus* strains isolated during investigation of the summer 2006 seafood related diarrhea outbreaks in two regions of Chile. *International Journal of Food Microbiology* 117: 270-275. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.03.011
- Wu, Y., Wen, J., Ma, Y., Ma, X., Chen, Y., (2014). Epidemiology of foodborne diseases outbreaks caused by *Vibrio parahaemolyticus*, China, 2003-2008. *Food Control* 46: 197-202. doi: 10.1016/j.foodcont.2014.05.024
- D'Souza, C., Kumar, B.K., Kapinakadu, S., Shetty, R., Karunasagar, I., Karunasagar, I., (2018). PCR-based evidence showing the presence of *Vibrio vulnificus* in wound infection cases in Mangaluru, India. *International Journal of Infectious Diseases* 68: 74-76. doi: 10.1016/j.ijid.2018.01.018
- Karunasagar, I., (2014). Bacteria: *Vibrio vulnificus*. *Encyclopedia of Food Safety* 1: 564-569.
- Yu, W., Shen, X., Pan, H., Xiao, Y., (2017). Clinical features and treatment of patients with *Vibrio vulnificus* infection. *International Journal of Infectious Diseases* 59: 1-6. doi:10.1016/j.ijid.2017.03.017
- Shaw, K.S., Sapkota, A.R., Jacops, J.M., He, X., Crump, B.C., (2015). Recreational swimmers' exposure to *Vibrio vulnificus* and *Vibrio parahaemolyticus* in the Chesapeake Bay, Maryland, USA. *Environmental International* 74: 99-105. doi:10.1016/j.envint.2014.09.016
- Jung, S.I., Shin, D.H., Park, K.H., Shin, J.H., Seo, M.S. (2005). *Vibrio vulnificus* endophthalmitis occurring after ingestion of raw seafood. *Journal of Infection* 51: 281-283. doi:10.1016/j.jinf.2005.03.003
- Wong, P.N., Mak, S.K., Lo, M.W., Wong, A.K.M., (2005). *Vibrio vulnificus* Peritonitis After Handling of Seafood in a Patient Receiving CAPD. *American Journal of Kidney Diseases* 46(5): 87-90.
- Plana, L., Peno, L., Urguijo, J.J., Diago, M., (2016). Bacteraemia due to non-toxicogenic *Vibrio cholerae*: The risks of eating seafood in a cirrhotic patient. *Scientific Letters* 358-359.
- Oksuz, L., Gürler, N., (2012). Sepsis due to *Vibrio alginolyticus* isolated from catheter of young patient with hypercholesterolemia: the first case from Turkey. *International Journal of Infectious Diseases* 16(1): 235. doi:10.1016/j.ijid.2012.05.851
- Tsai, T.C., Chao, C.M., Chen, P.J., Liu, W.L., Hou, C.C., (2011). A case of acute appendicitis with *V. fluvialis* peritonitis. *Journal of Acute Medicine* 1(2): 50-51.
- Hong, G.L., Lu, C.J., Lu, Z.Q., Li, M.F., Qiu, Q.M., Liang, H., Wu, B., (2012). Surgical treatment of 19 cases with *Vibrio* necrotising fasciitis. *Burns* 38: 290-295. doi: 10.1016/j.burns.2011.04.013
- Lin, Y.S., Hung, M.H., Chen, C.C., Huang, K.F., Ko, W.C., Tang, H.J., (2016). Tigecycline salvage therapy for necrotizing fasciitis caused by *Vibrio vulnificus*: case report in a child. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection* 49: 138-141. doi:10.1016/j.jmii.2013.04.008
- Chang-Chien, C.H., Ding H.T., Liu, C., Yang, C.S. (2007). *Vibrio* infection associated with finning injury of the hand. *Int. J. Care Injured* 38: 614-618. doi:10.1016/j.injury.2006.04.134
- Morris, J.G., Wilson, R., Hollis, D.G., Weaver, R.E., Blake, P.A., (1982). Illness caused by *Vibrio damsela* and *Vibrio hollisae*. *The Lancet* 319(8284): 1294-1297.
- Wei, S., Zhao, H., Xian, Y., Hussain, M.A., Wu, X., (2014). Multiplex PCR assays for the detection of *Vibrio alginolyticus*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio vulnificus*, and *Vibrio cholerae* with an internal amplification control. *Diagnostic Microbiology and Infectious Diseases* 115-118. doi: 10.1016/j.diagmicrobio.2014.03.012
- Percival, S.L. & Williams, D.W. (2014). Microbiology of Waterborne Diseases, In: "Chapter Twelve: *Vibrio*", Second Edition, pp. 237-248.
- Ortiz-Jimenez, M.A., (2018). Quantitative evaluation of the risk of *Vibrio parahaemolyticus* through consumption of raw oysters (*Crassostrea corteziensis*) in Tepic, Mexico, under the RCP2.6, and RCP8.5 climate scenarios at different time horizons. *Food Research International* 111: 111-119. doi:10.1016/j.foodres.2018.05.012
- Ibrahim, S.M., Elgnainy, A.A., Imam, N., Fadel, A.H., Abouzied, A.S., (2018). Effect of gamma rays on nutritive value, and on occurrence of *Vibrio alginolyticus* in fillets of pufferfish (*Logocephalus scleratus*). *Egyptian Journal of Aquatic Research* 44:343-347. doi: 10.1016/j.ejar.2018.11.002
- Park, S.Y., Chung, M.S., Ha, S.D., (2018). Combined effect of sodium hypochlorite and gamma irradiation for the control of *Vibrio vulnificus* in fresh oyster and clam. *LWT Food Science and Technology* 91: 568-572. doi:10.1016/j.lwt.2018.01.087
- Shen, X., Su, Y.C., Liu, C., Oscar, T., DePaola, A., (2019). Efficacy of *Vibrio parahaemolyticus* deputation in oysters (*Crassostrea gigas*). *Food Microbiology* 79: 35-40. doi: 10.1016/j.fm.2018.10.005

Wu, J., Jahncke, M.L., Eifert, J.D., Keefe, S.F.O., Welbaum, G.E., (2016). Pomegranate peel (*Punica granatum* L.) extract and Chinese gall (*Galla chinensis*) extract inhibit *Vibrio parahaemolyticus* and *Listeria monocytogenes* on cooked Shrimp and raw tuna. *Food Control* 59: 695-699. doi: 10.1016/j.foodcont.2015.06.050

Chaiyakosa, S., Charernjiratragul, W., Umsakul, K., Vuddhakul, V., (2007). Comparing the efficiency of chitosan with chlorine for reducing *Vibrio parahaemolyticus* in shrimp. *Food Control* 18(9): 1031-1035. doi:10.1016/j.foodcont.2006.06.008

Jones, J.L., Lydona, K.A., Kinseya, T.P., Friedman, B., Curtis, M., Schuster, R., Bowers, J.C., (2017). Effects of ambient exposure, refrigeration, and icing on *Vibrio vulnificus* and *Vibrio parahaemolyticus* abundances in oysters. *International Journal of Food Microbiology* 253: 54-58. doi:10.1016/j.ij.foodmicro.2017.04.016

Chen, J., Zhang, R., Qi, X., Zhou, B., Wang, J., Chen, Y., Zhang, H., (2017). Epidemiology of foodborne disease outbreaks caused by *Vibrio parahaemolyticus* during 2010-2014 in Zhejiang Province, China. *Food Control* 77: 110-115. doi: 10.1016/j.foodcont.2017.02.004

Escobar, L.E., Ryan, S.J., Stewart-Ibarra A.M., Finkelstein, J.L., King, C.A., Qiao, H., Polhemus, M.E., (2015). A global map of suitability for coastal *Vibrio cholerae* under current and future climate conditions. *Acta Tropica* 149: 201-211. doi: 10.1016/j.actatropica.2015.05.028

Martinez-Urtaza, J., Bowers, J.C., Trinanés, J., DePaola, A., (2010). Climate anomalies and the increasing risk of *Vibrio parahaemolyticus* and *Vibrio vulnificus* illnesses. *Food Research International* 43: 1780-1790. doi: 10.1016/j.foodres.2010.04.001

Ghanbari, M., Jami, M., Domig, K.J., Kneifel, W., (2013). Seafood biopreservation by lactic acid bacteria-A Review. *LWT Food Science and Technology* 54: 315-324. doi: 10.1016/j.lwt.2013.05.039