

**Derleme
Review**

Su Ürünleri Kaynaklı Patojen Mikroorganizmalar ve Zehirlenmeler

Demet KOCATEPE^{1*}, brahim ERKOYUNCU², Hülya TURAN²

¹Sinop Üniversitesi, Turizm İletmeciliği ve Otelcilik Yüksekokulu, Yiyecek- İçecek İletmeciliği Bölümü, Sinop,

²Sinop Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Su Ürünleri Avlama ve İleme Teknolojisi Bölümü, Sinop

* Sorumlu yazar: Tel:+903682715785, Faks: +903682715787
e-posta: dkocatepe@sinop.edu.tr

Geli Tarihi:31.10.2012
Kabul Tarihi: 25.02.2013

Abstract

Seafoods are consumed as raw, semi-cooked or cooked in different societies and they are valuable animal protein sources. They are suitable foods for growing of microorganisms because of their high water and protein contents, near neutral pH value. Pathogen microorganisms cause adverse effect (causing disease) on human body. Some pathogens are only effective in human, some species are only in animal while some of harmful to both animal and human. Pathogen microorganisms and their toxins are dangerous for people consuming these foods especially as raw or semi-cooked. Pathogen microorganisms could be observed in seafoods caught newly fresh and also could be transmitted by cross contamination from human or substances added during marketing, transporting, heading, eviscerating or processing. The type and natural habitats of seafoods pathogens are so variable. *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*, *Listeria monocytogenes* are among the some seafood pathogen microorganism. Seafood toxins formed by algae and bacteria, cause huge economic losses. This study provide information concerning with seafood pathogens and their toxins and food poisoning caused by them.

Keywords: Food poisoning, pathogen, seafoods.

Özet

Su ürünleri farklı toplumlarda çiğ, yarı pişmiş ya da pişmiş olarak tüketilen değerli hayvansal protein kaynaklarıdır. Su ürünleri yüksek nem ve protein içerikleri, nötre yakın pH değerleri nedeniyle birçok mikroorganizmanın gelişmesi için elverişli besinlerdir. Patojen mikroorganizmalar insan vücudunda istenmeyen etki oluşturan (hastalık yapan) mikroorganizmalardır. Bazı patojenler sadece insanda, bazıları sadece hayvanda etkili iken, bazı türler hem hayvan hem de insanda zararlı olmaktadır. Su ürünleri kaynaklı patojen mikroorganizmalar ile toksinleri ise özellikle çiğ ve yarı pişmiş gıdalardan insanlara geçerek tehlike oluştururlar. Patojen mikroorganizmalar yeni avlanmış taze su ürünlerinde bulunabildiği gibi, çapraz kontaminasyonla; tuzlama, iç organların ayrılması, balıkçı tezgâhlarında satış amaçlarında insanlardan ya da su ürünlerinin işlenmesi esnasında eklenen maddelerden bulaşabilmektedir. Su ürünleri kaynaklı patojen mikroorganizmaların cinsi ve buldukları koşullar çok değişkendir. *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Vibrio cholerae*, *Vibrio vulnificus*, *Listeria monocytogenes* su ürünleri kaynaklı patojen mikroorganizmalar arasında sayılabilir. Su ürünlerinde bulunan toksinler alg ve bakteriler tarafından oluşturulmakta ve ekonomik açıdan oldukça büyük kayıplara neden olmaktadır. Bu çalışmada; su ürünleri kaynaklı patojen mikroorganizmalar ve toksinler ile bunların neden olduğu gıda zehirlenmeleri hakkında bilgi verilmektedir.

Anahtar kelimeler: Gıda zehirlenmeleri, patojen, su ürünleri

Giri

Son yıllarda insan beslenmesinde önemli bir yere sahip olan su ürünlerinin tüketiminde bir artış görülmektedir. Ancak

protein, esansiyel yağ asitleri ve mineral maddeler açısından oldukça zengin besinler olan su ürünleri özellikle biyolojik ve mikrobiyolojik

açından kontamine sularda avlanmı ya da yeti tirilmi ise gıda güvenli ini ve insan sa lı ını tehdit etmektedir. Su ürünleri kaynaklı zehirlenmelerde; su ürününün kendisi, patojen mikroorganizmalar, mikroorganizma toksinleri, algal toksinler ve a ır metaller etken olabilir.

Patojen mikroorganizmalar ya da mikrobiyal toksinlerden kaynaklanan gıda zehirlenmeleri dünya genelinde insan sa lı ını tehdit etmektedir.

Gıda kaynaklı rahatsızlıklar; toksik ya da enfeksiyöz, gıda veya su tüketiminin neden oldu ü dü ünülen hastalıklardır (WHO, 1997). Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıkların etmenleri; bakteriler, protozoa ve parazitler, toksinler ve virüslerdir. CDC (Hastalık kontrol ve önleme merkezi) dünyada 1996-2008 yılları arasında 76 milyon ki ide gıda kaynaklı mikrobiyal hastalık görüldü ü ve bu hastaların 325.000'inin hastaneye ba vurdu unu, 5000'inin ise ölümle sonuçlandı ını bildirmi tir. Gıda kaynaklı mikrobiyal hastalıklar dünya genelinde 23 milyar dolar ekonomik kayba neden olmaktadır. Yine CDC verilerine göre 2008 yılında sadece Amerika'da; 1034 adet gıda zehirlenmesi vakası gözlenmi , bu vakalardan etkilenen 23152 hastanın 1276 sı hastaneye ba vurmu , 22'si ise gıda zehirlenmesinden ölmü tür. Amerika'da gözlenen 1034 vakanın %15'i kümes hayvanları etlerinden, %14'ü kırmızı etten, %14'ü su ürünlerinden, geri kalan kısmı ise so uk olarak servis edilen salata, pasta vb. gibi gıdalardan kaynaklanmaktadır (CDC 2012a). Ülkemizde ise 1995-2004 yılları arasında 83.363 hasta, gıda zehirlenmeleri vakaları nedeniyle hastanelerde tedavi görmü , 1377'si hayatını kaybetmi tir (TU K 2012).

Mikrobiyal gıda kaynaklı hastalıklar, patojen bir mikroorganizma veya onun üretti i toksini içeren gıdaların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan hastalıklardır. Mikrobiyal gıda

kaynaklı hastalıklar, bu hastalı a neden olan patojen organizmanın gıdada üremesi ve insan vücudunda hastalı ın ortaya çıkı ekline ba lı olarak üç gruba ayrılabilir. Bunlar enfeksiyonlar, toksikoenfeksiyonlar ve intoksikasyonlar olarak adlandırılmaktadır (Zorba, 2010).

Vejetatif organizmalar sıcaklıkla öldürülebilirken sporları ısıdan etkilenmemekte ve e er gıda uygun ko ullarda so utulmaz ya da ısıtılmazsa tekrar geli ebilmektedirler (Forsythe, 2010). Bakteri kaynaklı gıda zehirlenmelerinin yakla ık %70'i Enterobacteriaceae familyasının üyelerinden, özellikle *Salmonella* serotipleri, enteropatojenik *E.coli* ve *Shigella* spp., Campylobacteraceae üyelerinden *Campylobacter jejuni* ve *C. coli* kaynaklıdır. kincil öneme sahip olanlar ise *Clostridium perfringens* ve *Bacillus cereus* kaynaklı toksikoenfeksiyonlar, stafilokoksal enterotoksin, emetik *B. cereus* toksini ve botulinum nörotoksini kaynaklı intoksikasyonlar, *Vibrio* spp., *Streptococcus* spp. ve *Listeria monocytogenes* kaynaklı enfeksiyonlardır. Yüksek oranda ölümlere sebep olan ba lıca iki mikroorganizma ise *L. monocytogenes* ve *Clostridium botulinum*'dur (Johnson, 2003).

Su Ürünleri Kaynaklı Patojen Mikroorganizmalar ve Mikroorganizma Toksinleri

Balıklarda bozulma, avlama esnasında ba lar. Bu süreçten itibaren balık birçok farklı mikroorganizma ile kar ı kar ıya kalır. Balıkta bulunan mikroorganizma yükü ve cinsi; avlanma sezonu, avlanma bölgesi, su kirlili i, sıcaklık, avlama metodu, saklama ko ulları, ta ıma ve i leme ekli gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Hussain ve Uddin, 1995; Jayasinghe ve Rajakaruna, 2005). Balı n avlandı ı andan itibaren so uk zincir kurallarına uygun ekillerde transfer edilmesi ve i lenmesi gerekmektedir.

Soyuk muhafaza (0°C) koşullarında mikrobiyal aktivite yavaşlatılabilir fakat inhibe edilemez (Nollet ve Toldrá, 2010). Taze balıklarda deride, solungaç ve bağırsaklarda bulunan mikroorganizma cinsleri; *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Photobacterium*, *Serratia*, *Rhodotorula*, *Torulopsis* ve *Candida*'dır (Gökten, 1990; Gökten, 2002). Canlı ya da taze balıkların yüzeyinde 10^2 - 10^7 /cm², solungaç dokusunda 10^3 - 10^6 /g, bağırsakta ise 10^3 - 10^8 /g canlı mikroorganizma bulunur (Gökten, 1990). Mikrobiyolojik bozulma ile birlikte mikroorganizma sayısı artmakta ve mikrobiyal flora da değişiklik göstermektedir.

Su ürünlerinden ileri gelen zehirlenmelerde birçok balık ve kabuklu su ürünü etkili olmaktadır. Bunlar arasında; tuna, levrek, uskumru, lapin, ringa balığı, kaya balığı, barakuda, yengeç, midye ve istiridye sayılabilir (Göz ve Yücel, 1993). Su ürünleri zehirlenmesinde etken olan mikroorganizmalar arasında ise *S. aureus*, *Salmonella* spp., *C. botulinum*, *V.parahaemolyticus*, *V. vulnificus*, *L. monocytogenes*, *E. coli* gibi bakteriler sayılabilir (FDA, 2012a).

Su ürünleri kaynaklı mikrobiyolojik tehlikelerin neler olduğu, hangi ürünlerde buldukları ve tolerans limitleri Tablo 1'de verilmiştir.

***L. monocytogenes*:** Listeria fakültatif anaerob ve mikroaerofilik, basit boyamada çubuk ve kokobasil, gram pozitif, spor oluşturmeyen psikrotrof bir bakteridir. 30°C'nin altındaki sıcaklıklarda hareketsizdir. Katalaz pozitif oksidaz negatiftir. *Listeria* türleri doğada çok yaygındır. Çürüyen sebzeler, toprak, su, lağım, silaj, hayvan yemi, taze dondurulmuş kanatlı etleri, taze ve işlenmiş et ürünleri, çiğ süt,

yumu ak peynirler, balık, kabuklu ve böceklerde bulunur (Akçelik vd., 2000). Az sayıda *L. monocytogenes* varlığının (100cfu/g dan az) hastalık yapma ihtimali düşüktür, bakteri sayısı arttıkça hastalık riski artmaktadır. Enerji gıda maddesi 100.000cfu/g'dan fazla sayıda *L. monocytogenes* ile kontamine ise listeriosis riski yüksektir. Çocuklarda listeriosis hafif seyreder, genellikle grip ve mide iltihabına benzer semptomlar gösterir. Ancak bazı insanlar için az sayıda bakteri bile (yaklaşık 1000) ciddi hastalıklara neden olabilir ve hatta ölüme yol açabilir (MAF, 2011). Süt ve süt ürünleri ile et ürünlerinin listeriosis neden olduğu düşünülse de genellikle midye ya da soğuk dumanlanmış balıklar gibi az korumalı su ürünleri de zehirlenmeye neden olmaktadır (FAO, 2004).

***Salmonella* spp.:** *Salmonella* gıda zehirlenmelerinde sıklıkla rapor edilen bir bakteri türüdür. *Salmonella* familyası 2300'ün üzerinde bakteri serotiplerine sahiptir. Bunlardan *Salmonella enteritidis* ve *Salmonella typhimurium* en yaygın olanlarıdır. Salmonellosis, *Salmonella* kaynaklı enfeksiyonun adıdır. CDC (2012a) verilerine göre Salmonellosis Amerika'da 1.4 milyon gıda zehirlenmesi vakasının nedenidir ve her yıl 400 den fazla ölüme neden olmaktadır.

İnsanlarda salmonellosis semptomları asemptomatik olsa da çocuklarda diare, abdominal kramplar ve ateş, kontamine gıdanın tüketilmesinden sonraki 8 ila 72 saat arasında gözlenmekte ve semptomların pek çoğu 4 ila 7 gün sonunda genellikle kaybolmaktadır. Genellikle çiğ gıdalar salmonellosise neden olmaktadır. Balık etinin orta nokta sıcaklığının 62.8°C'ye ulaştırılarak piirilmesi Salmonellosisin önlenmesi için yeterlidir (USDA, 2012).

Tablo1. Su ürünleri kaynaklı mikrobiyolojik tehlikeler ve tolerans limitleri (FDA, 2012a)

Ürün adı	Etken	Limit de erleri
Tüketime hazır su ürünleri (tüketiciler tarafından pişirme)	<i>Listeria monocytogenes</i>	25 gram örnekte organizmanın varlığı
Tüm balıklar	<i>Salmonella</i> spp.	25 gram örnekte organizmanın varlığı
Tüm balıklar	1- <i>Staphylococcus aureus</i> 2- <i>Staphylococcus aureus</i>	1-Stafilokok enterotoksin pozitif 2- $\geq 10^4$ /g (EMS)
Tüketime hazır su ürünleri (tüketiciler tarafından pişirme)	<i>Vibrio cholerae</i>	25 gram örnekte toksijenik O1, O139 ya da non-O139 varlığı
Tüketime hazır su ürünleri (tüketiciler tarafından pişirme)	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	$\geq 10^4$ /g (Kanagawa pozitif yada nefatif)
Taze ya da dondurulmuş istiridye, midye, tarak.	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	30 EMS/g'den az seviyede
Tüketime hazır pişmiş su ürünleri (tüketiciler tarafından pişirme)	<i>Vibrio vulnificus</i>	Organizmanın varlığı
Taze ya da dondurulmuş tarak, istiridye, midye	<i>Vibrio vulnificus</i>	30 EMS /g'den az seviyede
Tüm balıklar	<i>Clostridium botulinum</i>	1-Üründeki canlı sporlar yada vejetatif hücrelerin varlığı organizma gelişimini destekler 2- Toksin varlığı
Taze ve dondurulmuş tarak, istiridye, midye	1- <i>E.coli</i> ya da fekal koliform 2- Aerob bakteri sayısı	1- 5 örneğin 1 veya daha fazlası 330EMS /100g'ı ya da 2 veya daha fazlası 230 EMS/100g'ı geçmişse 2- 5 örneğin 1 veya daha fazlası 1.500.000/g ya da 2 veya daha fazlası 500.000/g'ı geçmişse
Tuna, mahi-mahi vb. balıklar	Histamin	500 ppm toksititeye neden olur 50 ppm riskli seviyedir

***Staphylococcus aureus*:** Micrococcaceae familyası üyesi olan *Staphylococcus* türleri gram pozitif, 0.5-1.5µm çapında kok eklinde, spor olu turmayan, hareketsiz, katalaz pozitif, fakültatif anaerob bakterilerdir. Grubun en

önemli üyesi koagulaz pozitif ve termostabil nukleaz pozitif bir bakteri olan *S. aureus*'tur. *S. aureus* ba ta ısıl i lem olmak üzere mikroorganizma indirgenmesine yönelik tüm uygulamalara kar ı duyarlılık göstermesine ra men

insanlarda hastalığa sebep olan ve yüksek derecede ısı stabilitesine sahip 5 tip toksin üretir (Akçelik vd., 2000). Stafilakoksal gıda zehirlenmesi gastrointestinal bir rahatsızlıktır. *S. aureus* tarafından üretilen toksinle bulaşmış gıdaların tüketilmesinden kaynaklanır (CDC, 2012b). Genellikle gıdalara insanlardan çapraz kontaminasyon ile bulaşır. Kontamine gıdadaki 1µg'dan daha az miktardaki toksin, stafilokoksal enfeksiyonun semptomlarının görülmesi için yeterlidir. Tüketilen gıdadaki *S. aureus* popülasyonu 100.000 adet/gram'a ulaştığında toksin tehlikeli düzeyine ulaşır (FDA, 2012b). Semptomlar genellikle kontamine gıdanın tüketilmesinden 6 saat sonra kendini gösterir. Belirtileri bulantı, kusma, mide krampları ve ishaldir. Hastalık genellikle hafif seyreder ve hastaların çoğu 3 gün sonra iyileşir (CDC, 2012b).

Clostridium botulinum: *C. botulinum*, Bacillaceacea familyasının üyesi olup, gram pozitif, çubuk, sporlu ve anaerob bir bakteridir. Genel bir yaklaşımla botulinum nörotoksini olarak adlandırılan karakteristik proteini üreten tüm organizmalar *C. botulinum* olarak adlandırılır (Akçelik vd., 2000). Botulizm toksini ısıya dayanıksızdır, 80°C'de 10 dakika ya da daha fazla bekletildiğinde inaktive olur (Loir vd., 2003). *C. botulinum* tarafından oluşturulan hastalık fark edilemeyecek kadar hafif geçen bir hastalıktan, 24 saat içinde ölüme neden olabilecek kadar iddetli geçen hastalığa kadar çok geniş bir dağılım gösterir (Akçelik vd., 2000). Botulinum toksini motor sinir sistemini engelleyerek paralize neden olur. Asfiksi sonucunda ölüm görülebilir (Loir vd., 2003). Botulinum toksininin 7 tipi olduğu bilinmektedir ve bunlar arasında tip E balık ve kabuklular ile ilgili zehirlenmelere neden olanıdır. Dünyanın pek çok bölgesinde *C. botulinum* tip E sporları hem tatlı hem de tuzlu sularda geniş bir dağılım göstermektedir (WHO, 1974). Tip E

sporları yukarıda da belirtildiği gibi ısıya dayanıktır ve bu nedenle özellikle yetersiz ısı ile işlem uygulanmış, pastörize edilmemiş, ısı ile işlem sonrasında uygun koşullarda saklanmamış su ürünleri ile, çiğ, yarı-pişmiş, fermente ya da dumanlanmış ürünlerde risk oluşturabilirler.

Vibrio cholerae: *V. cholerae* 130 serotipe sahiptir ve bunlardan sadece O1 ve O139 serotipleri epidemik ve pandemik kolera ile ilgilidir. Bu 2 tip deniz ve nehir sularında yaygındır. Bazı non-O1 ve non-139 serotipleri insanlar için patojendir ve gastroenterite neden olabilir, fakat bunların epidemik hastalıklarla ilgisi yoktur. Kanalizasyon suları ile kontamine olan sular kolera'nın ana kaynağı iken, kolera ile kontamine olmuş sulardaki su ürünleri de hastalık sebebi olabilmektedir. Kolera; diyare ve çok miktarda dışkılama neticesinde su kaybı ile karakterize edilen bir rahatsızlıktır. Hastalara tuzlu ve şekerli su verilmelidir. *V. cholerae* sıcaklık, asit ve soğutmaya karşı oldukça hassastır. Su ürünleri kaynaklı kolera hastalıklarının büyük bir çoğunluğu çiğ ürünler, özellikle yumu akçalarla ilgilidir (FAO, 2004).

Vibrio parahaemolyticus: *V. parahaemolyticus* gram negatif, sporlu turmmayan, çubuk ya da eری çubuk ekinde, monotrik polar flagellaya sahip bir bakteridir. Aerobik ve fakültatif anaerobiktir. Tuzlu deniz suyu ortamında yaşayabilen, %7 gibi yüksek tuz konsantrasyonlarında gelişebilen bir türdür. Optimum gelişme sıcaklığı 30-35°C'dir. Amerika ve Avrupa'da az rastlanması ile birlikte Japonya'da gıda zehirlenmelerinin %24'ü *V. parahaemolyticus*'tan kaynaklanmaktadır. *V. parahaemolyticus* zehirlenmesine yol açan yaygın deniz ürünleri midye, karides, yengeç, istakoz vb. kabuklulardır. Semptomları; ishal, baş ağrısı, karın krampları, kaslarda güçsüzlük ve üşümedir (Akçelik vd., 2000).

V. parahaemolyticus dünyanın çe itli bölgelerindeki deniz suları, sediment, balık ve kabuklulardan izole edilmektedir. *V. parahaemolyticus* gıda zehirlenmesi sıklıkla ılık sulara ve çi balık etlerinin tüketilmesi sonucunda gözlenmektedir. *Vibrio* di er patojen mikroorganizmalarla kıyaslandı ında ılıman ko ullarda çok çabuk geli ebilen buna kar ın dondurma ile geli mesi durdurulabilen bir patojendir (WHO, 1974).

***Vibrio vulnificus*:** Di er *Vibrio* kaynaklı rahatsızlıklarla kıyaslandı ında bu bakterinin gastrointestinal hastalıklara neden olmad ı söylenebilir. Genellikle istiridye gibi çift kabuklu yumu akçaların tüketimi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Hastalık birincil septisemiye neden olan salgın bir hastalıktır. Genel semptomları ate , ü üme ve mide bulantısıdır. Kontamine gıdayı tükettikten yakla ık 38 saat sonra semptomlar görülür. *V. vulnificus* ekstraselüler sitotoksin üretir. Genellikle su sıcaklığına ba lı olarak *V. vulnificus*'dan kaynaklanan rahatsızlıklar azalıp artmaktadır. Pek çok vaka sıcak yaz aylarında görülmektedir. Enfekte doz bilinmemekle birlikte kabuklular için gramda 10^3 adet *V. vilnificus* varlığı rahatsızlığı neden olmaktadır (FAO, 2004).

Su Ürünleri Kaynaklı Di er Zehirlenmeler

Su ürünleri kaynaklı zehirlenmeler mikrobiyolojik kaynaklı olabildi i gibi farklı kaynaklar da zehirlenmeye neden olabilir. Histamin ve ciguatera balık zehirlenmesi (CFP), algal toksin kaynaklı zehirlenmeler bunlar arasında sayılabilir. Algal toksinlerin neden oldu u zehirlenmeler ise parolitik kabuklu zehirlenmesi (PSP), diaretik kabuklu zehirlenmesi (DSP), amnezik kabuklu zehirlenmesi (ASP), nörotoksik kabuklu zehirlenmesi (NSP) ve bunlarla birlikte yeni ke fedilen pinnatoksin, azaspirasit, gymnodimine ve sporides zehirlenmeleridir.

Histamin Zehirlenmesi (Scombroid zehirlenmesi): Scombroid zehirlenmesi balıklardaki yüksek miktarda histaminin neden oldu u alerjik bir reaksiyondur. Histidinin dekarboksilaz olayı genellikle gıdalarda bakteriyel faaliyetler sonucunda üretilen histidin dekarboksilaz enziminin etkisi ile gerçekleşir. Bu reaksiyon canlı vücutta, herhangi bir stres altında kalındı ında ya da alerjik olaylarda do al olarak üretililebilir (Köse, 1995). Zehirlenmenin ilk belirtileri a ız içinde karıncalanma ve yanma hissi, vücudun üst tarafında kızarıklık ve kan basıncında dü medir. Sıklıkla ba a rısı deride ka ıntı görülür. Kimi zaman kusma, mide bulantısı, diyare de gözlenebilir. Tuna, mahi mahi, lüfer, sardalya, uskumru, sarıkuyruk ve istiridye scombroid zehirlenmesine neden olmaktadır (FDA, 2012c).

Ciguatera Balık Zehirlenmesi (CFP): Ciguatera balık zehirlenmesi dünya genelinde en yaygın denizsel toksin hastalı ıdır. Ciguatera zehirlenmesine neden olan toksin, hastaların serum, plazma ya da idrarlarında te his edilebilir (Camacho vd., 2007). Barakuda (iskarmoz), orfoz, snapper, amberjack (sarıkuyruk balı), kral balı ı ve mahi mahi türleri sıklıkla CFP'ye neden olmaktadır (Balmer- Hanchey vd., 2003). Semptomlar kontamine balık tüketildikten 3-5 saat sonra görülür. İlk semptomlar sırasıyla; kusma, karın bölgesinde kramplar, diyare ve mide bulantısıdır. Bunları takip eden semptomlar ise 12-18 saat içerisinde görülür ve ba a rısı, iddetli ka ıntı, vücut sıcaklığı ında dalgalanmalar, parestezi, yaygın eklem a rısı, kas a rısı, kasılma, ses ve/veya görsel halüsinasyon, vertigo/ denge kaybı, düzensiz nabız atımı ve kan basıncında dü medir. Bu nörolojik semptomlar aylar ya da yıllarca nüksedebilir (Tester, 2000).

Paralitik Kabuklu Zehirlenmesi (PSP-Paralytic shellfish poisoning): PSP kontamine su ürünün tüketilmesi ile ortaya çıkan nörotoksik bir sendromdur. Bu sendromla ilgili toksinler saksitoksin olarak adlandırılmaktadır (Martínez ve Lawrence, 2003). PSP'nin birincil etmeni olarak gösterilen organizmalar dinoflegellatlardır. Farklı bölgelerde ve farklı zamanlarda toksik etki gösteren dinoflegellatlar vardır. 1927 yılında San Francisco Körfezinde gözlenen PSP patlamasındaki toksik dinoflegellat Gonyaulax sınıfından *G. catenella*'dır. Benzer morfolojiye sahip pek çok dinoflegellat PSP toksitesine neden olmaktadır (Martínez ve Lawrence, 2003). Bu organizmalar genellikle Gonyaulax sınıfına aittir. Papua Yeni Gine de yaşanan PSP vakasına neden olan bir diğer dinoflegellat türü ise *Pyrodinium bahamense*'dir (Martínez ve Lawrence, 2003). Avustralya sularından izole edilen ve saksitoksin ve analoglarını üreten 4 dinoflagellat tipi bulunmaktadır. Bunlar *Alexandrium minutum*, *Alexandrium catenella*, *Alexandrium tamarense* ve *Gymnodinium catenatum* dir (Negri vd., 2003). PSP toksini içeren su ürününün tüketilmesinden kısa bir süre sonra ortaya çıkan ana semptomları, ağız ve dilde karıncalanma ve uyuşkluktur. Semptomlar genellikle 30 dakika içinde kendini gösterir ve boyun alt ve üst kısmında paraliz, kas kontrol güçlü, motor koordinasyon kaybı, boğazda daralma hissi, anlamsız konuşmalar eklinde ortaya çıkar. Kimi zaman ortaya çıkan diğer semptomlar ise havada yürür gibi hissetmek, baş dönmesi, tükürük salgısı azalması, iddetli susuzluk ve geçici görme kaybıdır (Halstead ve Schantz, 1984). Antitoksikasyonun temel kaynağı tüketilen midye, istiridye ve tarak gibi çift kabuklulardır. Bununla birlikte, yengeç ve birkaç balık türü de bu zehirlenmeye neden olmaktadır (Martínez ve Lawrence, 2003).

Diaretik Kabuklu Zehirlenmesi (DSP-Diarrhetic shellfish poisoning): DSP, toksik dinoflegallatlarla kontamine olmu kabukluların tüketilmesi ile ortaya çıkan diaretik bir semptomdur. Genel olarak gastrointestinal bölgeyi etkilemektedir. DSP toksinleri farklı gruplara ayrılmaktadır; okadaik asit (OA) ve analogları; dinophysistoksin (DTX), pectenotoksin (PTX), yessotoksin (YTX) dir. PTX ve YTX di erlerinden farklı toksikolojik etki göstermektedir. PTX hepatotoksik, YTX ise kardiotoksik semptomlar göstermektedir (Martínez ve Lawrence, 2003). Dinophysis türleri (*D. acuminata* ve *D. caudata*) ve Prorocentrum türleri (*P. lima* ve *P. hoffmannianum*) nin okadaik asit ve türevlerini ürettikleri gözlenmiştir (Balmer-Hanchey vd., 2003). DSP semptomları genellikle başına yaklaşık 40-50µg (erişkin) okadaik asit ve dinophysistoksinlerin vücuda alınmasının ardından ortaya çıkar. Diyare, kusma, baş ağrısı ve çok ciddi olmayan geri dönüşümü olan genel rahatsızlıklar tolere edilebilir düzeyde görülür. Bunun yanı sıra tümör başlatıcı etkisi ve mutajenik bileşenler gibi insan sağlığı üzerine DSP'nin kronik toksitesine ilişkin bilgiler henüz ortaya çıkarılamamıştır (Martínez ve Lawrence, 2003). Antitoksikasyonun temel kaynağı tüketilen istiridye, tarak (Liu vd., 2011) ve midye (Li vd., 2012) gibi çift kabuklulardır.

Amnezik Kabuklu Zehirlenmesi (ASP-Amnesic shellfish poisoning): ASP toksini olarak domoik asit (DA) bilinmektedir. Domoik asit kaynağı olarak bilinen organizma *Pseudonitzschia pungens f. multiseries*'dir (Subba Rao vd., 1988). *Pseudonitzschia* spp. domoik asit üretebilen muhtelif denizsel algler arasında sayılabilir. *Pseudonitzschia* spp. genetik ya da bakteriyel bileşimine bağlı olarak kimi bölgelerde domoik asiti üretirken kimi bölgelerde üretmez ya da az üretir (Bates, 1998).

Örne in, *Pseudonitzschia* türleri dünyanın bazı bölgelerinde toksik de ilken, *P. pseudodelicatissima* ve *P. seriata* gibi bazı türleri ise toksiktir (Mos, 2001). İnsanlarda görülen semptomlar genellikle gastrointestinal bölge ile ilgilidir fakat nörolojik semptomlar da gözlenmektedir. Bu intoksikasyonla ilgili en karakteristik semptomlardan biri sürekli kısa dönem hafıza kaybıdır (Martínez ve Lawrence, 2003).

Nörotoksik Kabuklu Zehirlenmesi (NSP): NSP, brevetoksin üreten red-tide dinoflagellatı olan *Karenia brevis* (önceden *Gymnodinium breve*) tarafından kontamine olan kabuklu su ürünlerinin tüketilmesi sonucunda ortaya çıkan zehirlenmedir (Nozawa vd., 2003). Kontamine su ürünlerini tüketen hastalarda nörolojik semptomlar gözlendi i için nörotoksik kabuklu zehirlenmesi olarak adlandırılmaktadır. Brevetoksin PbTx-1, PbTx-2 ve PbTx-3, *K. brevis*'ten izole edilen toksinlerdir ve 1/7/2 oranında izole edilmektedirler (Ishida vd., 2004). NSP semptomları; dil, dudak ve bo azda karıncalanma-uyuma, kas a rısı, gastrointestinal bozukluklar ve ba dönmesidir. Bu semptomlar birkaç gün içerisinde kaybolur (Balmer-Hanchey, 2003).

Pinnatoksinler: Pinnatoksinler *Pinna* familyasına ait kabukluların tüketilmesiyle ortaya çıkan tehlikeli toksinlerdir. Bu intoksikasyonda diyare ve nörolojik semptomlar görülür (Martínez ve Lawrence, 2003).

Azaspirasitler: Azaspirasit ince ba ırsak üzerine etki eden ayrıca hem karaci er hem de dala a zarar veren bir toksindir (Ito vd., 2000). Direkt olarak organları hedef alması ve etkileme ekli nedeniyle DSP, PSP ve ASP toksinlerinden ayrılır (Martínez ve Lawrence, 2003). Ayrıca Ito vd. (2002) azaspirasitin tümöre neden oldu unu da bildirmi lerdir.

Gymnodimin: 1994 yılında Güney zlanda ve Yeni Zelenda'dan toplanan istirdiyeler analiz edilmi ve daha önce tanımlanmayan fareler üzerinde toksik etki gösteren bir madde bulunmu tur. Yapılan ara tırmalar sonucunda bu bile enin bulundu u etken organizma *Gymnodinium* sp. oldu u için gymnodimine olarak adlandırılmı tır. Ara tırmalarda farelerdeki öldürücü dozun 450 mg/kg oldu u tespit edilmi ve bu doz enjekte edildikten sonra 5-15 dakika içerisinde ölüm gözlenmi tir. Gymnodimine, 250-500 ppb. arasında ihtiyotoksik etki göstermektedir (Martínez ve Lawrence, 2003).

Spirolide: Spirodile siklik imin gruba ait bir çe it denizsel toksindir (Gonzáles vd., 2006). *Alexandrium ostenfeldii* (Cembella vd., 1999) ve *A. peruvianum* (Munday vd., 2012) spiroilide toksinlerini üreten etken organizmalardır. Kabuklu su ürünlerinin sporilide kontaminasyonu gıda güvenli i ve insan sa lı ı açısından önemli bir konudur. Spirolide toksinleri nörolojik semptomların hızlı ba laması ve kısa sürede ölümün gerçekleşmesinden ötürü “çabuk etkili” fiktotoksinler olarak adlandırılır (Richard vd., 2001). Spirolide toksinin, bu toksinle bula mı kabuklu su ürünlerini tüketen insanlar üzerine olan etkisi günümüzde hala tam anlamıyla tanımlanamamı tır (Munday vd., 2012).

Su ürünleri tüketimine olan talep gerek farklı aromatik lezzetleri, gerekse yüksek besleyicili i nedeniyle her geçen gün artmaktadır. Artan talep kar ısında su ürünleri kaynaklı zehirlenmelerin de artabilece i kaçınılmaz bir gerçektir. Avcılık ve yeti tircilikle elde edilen su ürünlerinin avlanmasından tüketimine kadar geçen süreçte hijyen ko ullarına dikkat edilmesi, ürünün en güvenilir ekilde tüketiciye ula tırılması çok önemlidir. Özellikle ülkemizde balıkçı gemilerinin, su ürünleri i leme-depolama tesislerinin ve

araçlarının hijyen açısından kontrolünün sıklıkla yapılması/yaptırılması gerekliliği öne çıkan bir konudur.

Ayrıca ülkemizde gıda zehirlenmesi nedeniyle hastaneye başvuran kişi sayısı ile ilgili olarak Türkiye İstatistik Kurumunun en son 2004 yılı verilerine ulaşılabilmekte, daha sonraki yıllara ait bu ve buna benzer verilere ulaşılamamaktadır. Yurtdışında pek çok ülkede

ise ya anan zehirlenmelerin hangi gıdadan ya da mikroorganizmadan kaynaklandığı tespit edilebilmektedir. Bu gerçek göz önünde tutulduğunda ülkemizde gıda zehirlenmelerinin kaynaklarının neler olduğunu tespit etmek, tespit edildikten sonra ise tüketicilerin uyarılması konusu araştırılmalı ve bir veri tabanı düzenlenerek kayıt altında tutulmalıdır.

Kaynaklar

- Akçelik, M., Ayhan, K., Çakır, ., Doğan, H.B., Gürkün, V., Halkman, A.K., Kaleli, D. Kulea n, H., Özkaya, D., Tunail. N. ve Tükel, Ç. 2000. Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları. Sim Matbaacılık Ltd. ti. Ankara.
- Balmer-Hanchey, E.L., Jaykus, L.A., Green, D.P. ve McClellan-Green, P. 2003. Marine Biotoxins of Algal Origin and Seafood Safety. Journal of Aquatic Food Product Technology, 12(1):29-53.
- Bates, S.S. 1998. Ecophysiology and metabolism of ASP toxin production. In: Mos, L. 2001. Domoic acid: a fascinating marine toxin. Environmental Toxicology and Pharmacology, 9:79-85.
- Camacho, F.G., Rodríguez, J.G., Miron S.A., García, M.C.C., Belarbi, E.H. ve Grima, E.M. 2007. Biotechnological significance of toxic marine dinoflagellates. Biotechnology Advances, 25
- CDC, 2012a
http://wwwn.cdc.gov/foodborneoutbreaks/Default.aspx (2):176-194.
- CDC, 2012b.
http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/staphylococcus_food_g.htm
- Cembella, A.D., Lewis, N.I. ve Quilliam, M.A. 1999. Spiroside composition of micro-extracted pooled cells isolated from natural plankton assemblages and from cultures of the dinoflagellate *Alexandrium ostenfeldii*. Nat. Toxins, 7(5):197-206.
- FAO, 2004. Assessment and management of seafood safety and quality. FAO Fisheries Technical Paper 444, Rome
- FDA, 2012a. http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/Seafood/FishandFisheriesProductsHazardsandControlsGuide/UCM252448.pdf
- FDA, 2012b.
http://www.fda.gov/food/foodsafety/foodborneillness/foodborneillnessfoodbornepathogensnaturaltoxins/bugbook/ucm070015.htm
- FDA, 2012c.
http://www.fda.gov/food/foodsafety/foodborneillness/foodborneillnessfoodbornepathogensnaturaltoxins/bugbook/ucm070823.htm
- Forsythe, S.J. 2010. The microbiology of safe food- Second Edition, Wiley- Blackwell Publishing. 476p.
- González, A.V., Rodríguez-Velasco, M.L., Ben-Gigirey, B. ve Botana, L.M. 2006. First evidence of spirolides in Spanish shellfish. Toxicon, 48 (8):1068-1074.
- Gökölu, N. 2002. Su Ürünleri İleme Teknolojisi. Su Vakfı Yayınları, İstanbul. ISBN: 975-9703-48-3. 157 s.
- Gökten, D.1990. Gıdaların Mikrobiyal Ekolojisi, cilt 1, Et Mikrobiyolojisi, Ege Üniv. Basımevi, Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:21, İzmir, 61-66 s.
- Halstead, B.W. ve Schantz, E.Z. 1984. Paralytic shellfish poisoning. World Health Organization, Geneva. WHO Offset Publication No. 79.
- Hussain, M.M. ve Uddin, M.H. 1995. Quality control and marketing of fish and fish products: needs for infrastructure and legal support, National workshop on fisheries resources development and management in Bangladesh-Bay of Bengal Programme, FAO, p.9.
- Ishida, H., Nozawa, A., Nukaya, H. ve Tsuji, K. 2004. Comparative concentrations of brevetoxins PbTx-2, PbTx-3, BTX-B1 ve BTX-B5 in cockle, *Austrovenus stutchburyi*, greenshell mussel, *Perna canaliculus*, and Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, involved neurotoxic shellfish poisoning in New Zealand. Toxicon, 43(7):779-789.

- Ito, E., Satake, M., Ofuji, K., Kurita, N., McMahon, T., James, K. ve Yasumoto, T. 2000. Multiple organ damage caused by a new toxin azaspiracid, isolated from mussels produced in Ireland. *Toxicon*, 38:917-930.
- Ito, E., Satake, M., Ofuji, K., Higashi, M., Harigaya, K., McMahon, T. ve Yasumoto, T. 2002. Chronic effects in mice caused by oral administration of sublethal doses of azaspiracid, a new marine toxin isolated mussels. *Toxicon*, 40 (2):193-203.
- göz, B.B. ve Yücel, A. 1993. Su ürünlerinin neden oldu u gıda zehirlenmeleri. *Uluda Üniv. Zir. Fak. Derg.* 10:219:229.
- Jayasinghe, P.S. ve Rajakaruna, R.M.A.G.G. 2005. Bacterial contamination of fish sold in fish markets in the central province of Sri Lanka, J. *Natn. Sci. Foundation Sri Lanka*, 33(3):219-221.
- Johnson, E.A. 2003. Bacterial Pathogens and Toxins in Foodborne Disease, D'Mello, JPF (Editor). *Food Safety*. Cambridge, MA, USA. CABI Publishing, 2003. p.25.
- Köse, S. 1995. Su ürünleri kaynaklı histamin zehirlenmesi ve önemi, II. D. Anadolu Su Ürünleri Sempozyumu. Erzurum. Haziran 1995, 865-882.14-17.
- Li, A., Ma, J., Cao, J. ve McCarron, P. 2012. Toxins in mussels (*Mytilus galloprovincialis*) associated with diarrhetic shellfish poisoning episodes in China. *Toxicon*. Vol. 60, Issue 3:420-425.
- Liu, R., Liang, Y., Wu, X., Xu, D., Yongjian, L. ve Liu, L. 2011. First report on the detection of pectenotoxin groups in Chinese sheefish by LC-MS/MS. *Toxicon*. 57:1000-1007.
- Loir, Y.L., Baron, F. ve Gautier, M. 2003. *Staphylococcus aureus* and food poisoning. *Genetics and Molecular Research*, 2(1):63-76.
- MAF (Ministry of Agricultural and Forestry), 2011. Guidance for the Control of *Listeria monocytogenes* in Ready -To-Eat Foods. Part:1 Listeria management. MAF Information Bureau, Wellington.
- Martínez, A.G. ve Lawrence, J.F. 2003. Shellfish toxin. In: D'Mello, J.P.F (Ed.). *Food Safety, Contaminant and Toxins*. Cambridge, MA, USA: CABI Publishing, 2003.47-63.
- Mos, L. 2001. Domoic acid: a fascinating marine toxin. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 9:79-85.
- Munday, R., Quilliam, M.A., LeBlane, P., Lewis, N., Gallant, P., Sperker, S.A., Evart, H.S. ve MacKinnon, S.L. 2012. Investigations into the toxicology of Spirolides, a Group of marine phycotoxins. *Toxins*, 4:1-14.
- Negri A., Llwellyn, L., Doyle, J., Webster, N., Frampton, D. ve Blackburn, S. 2003. Paralytic shellfish toxins are restricted to few species among Australia's taxonomic diversity of cultured microalgae. *Journal of Phycology*, 39:663-667
- Nollet, L.M.L. ve Toldrá, F. 2010. *Handbook of seafood and seafood product analysis*. CRC Press. Taylor&Francies Group. Boca Raton. New York.
- Nozawa, A., Tsuji, K. ve Ishida, H. 2003. Implication of brevetoxin B1 and PbTx-3 in neurotoxic shellfish poisoning in New Zealand by isolation and quantitative determination with liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Toxicon*, 42 (1):91-103.
- Richard, D., Arsenault, E., Cembella, A. ve Quilliam, M. 2001. Investigations into the Toxicology and Pharmacology of Spirolides, a Novel Group of Shellfish Toxins. *Proceedings of the IXth International Conference on Harmful Microalgae*, IOC UNESCO. PP. 383-387.
- Subba Rao, D.V., Quilliam, M.A. ve Pocklington, R. 1988. Domoic acid-a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in Culture. *Candian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 45 (12):2076-2079.
- Tester, P. 2000. Ecology and Oceanography of Harmful Algal blooms. Personal Communication. In: Balmer-Hanchey, E.L., Jaykus, L.A., Green, D.P., McClellan-Green, P. 2003. *Marine Biotoxins of Algal Origin and Seafood Safety*. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, Vol. 12(1):29-53.
- TU K, 2012. http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=6
- USDA (United States Department of Agriculture) 2012. http://www.fsis.usda.gov/factsheets/salmonella_questions_&_answers/
- WHO (World Health Organization), 1997. *Food safety and foodborne diseases*. *World Health Statistics Quarterly*, Volume 50.
- WHO, 1974. *Fish and shellfish hygiene*. Report of a WHO expert committee convened in cooperation with FAO. Technical report series 550. World Health Organization, Genova.
- Zorba, NN. 2010. *Gıda Kaynaklı Mikrobiyal Hastalıklar*. Erkmén O. (Ed.). *Gıda Mikrobiyolojisi*. Efil Yayınevi. 127-130.2010