



Deniz Ürünleri Kaynaklı Paralitik Zehirlenme

Seda Kuşoğlu Gültekin

Üsküdar Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, İstanbul/Türkiye

E-mail: sedakusoglu@gmail.com

Makale Bilgisi

Alınış Tarihi:
15/10/2020
Kabul Tarihi:
03/12/2020

Anahtar Kelimeler:

Alg
Alg patlama
Dinoflagellat
Sucul canlılar
Toksosite
Zehirlenme

Öz

Temiz su kaynaklarının korunması ve devamlılığının sağlanması, tüm Dünya için büyük önem arz etmektedir. Su kaynaklarının ve bu kaynaklarda yaşayan sucul canlıların tüketim için güvenilir olması öncelikli araştırma konularının başında gelmektedir. Dünya genelinde neredeyse tüm su kaynaklarında yaşayan alglerin neden olduğu toksisite başta insanlar ve hayvanlar olmak üzere tüm canlıların yaşamını tehdit etmektedir. Algal toksik bileşenler ile kontamine olmuş suların tüketimine ek olarak bu sularda yaşayan sucul canlıların tüketimi ile de bu toksinler, besin zincirine katılmakta ve canlılar üzerinde toksisitelerini göstermektedirler. İçilebilir su kaynaklarında alg popülasyonunun aşırı artışı doğrudan ve dolaylı olarak canlılığı etkilemektedir. Doğrudan etkiler arasında, toplu zehirlenmeler ve ölüm bulurken, dolaylı etkiler arasında, su kalitesinde ve su altı bitki örtüsünde azalma bulunmaktadır. Ateş rengi alglerden olan dinoflagellatlarla beslenen kabuklu deniz canlılarının vücutlarında birikme gösteren algal toksinler, insanlarda paralitik gıda zehirlenmesine neden olmakta, tedavi edilmediği durumlarda ise, zehirlenmeye ve takiben ölüme sebep olmaktadır. Su kaynaklarının bu alg türünden arındırılmasında yaşanan zorluklar sebebiyle, sularda alg patlaması gerçekleşmeden, alg içermeyen alanların oluşturulması ve bu alanların düzenli kontrolleri yapılarak, alg popülasyonunun güvenli sınırlarda kalması sağlanmalıdır.

Paralytic Poisoning from Marine Products

Article Info

Received:
15/10/2020
Accepted:
03/12/2020

Keywords:

Algae
Algal bloom
Dinoflagellate
Aquatic organisms
Toxicity
Poisoning

Abstract

The protection and continuity of clean water resources is a great importance for the whole World. The safety of water resources and aquatic organisms inhabiting in these resources for consumption is one of the primary research topics. The toxicity caused by algae inhabiting in almost all aquatic ecosystems around the world threatens living organisms, especially humans and animals. In addition to the consumption of water contaminated with algal toxic components, these toxins also participate in the food chain and show their toxicity on living organisms with the consumption of aquatic organisms inhabiting in these waters. Excessive increase of algae population in potable water resources directly and indirectly affects viability. Direct effects include mass poisoning and death, while indirect effects include a reduction in water quality and underwater vegetation. Algal toxins, which accumulate in the bodies of shellfish that feed on dinoflagellates, which are fire-colored algae, cause paralytic food poisoning in humans, and if untreated, it causes poisoning and eventually death. Due to the difficulties in removing these algae from the water resources, it should be ensured that the algae population remains within safe limits by creating areas that do not contain algae, and periodic controls of these areas before algae bloom occurs in the water.

Atf bilgisi/Cite as: Gültekin, S. K., (2020). Deniz ürünleri kaynaklı paralitik zehirlenme. Menba Kastamonu Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 6(2), 95-99.

GİRİŞ

Günümüzde artan dünya nüfusuna bağlı olarak her geçen gün içilebilir su kaynaklarının önemi ve su canlılarının gıda olarak tüketimi artmaktadır. Sahip oldukları yüksek protein, düşük yağ içeriği ve genellikle karasal hayvanlara kıyasla yağda çözünen A, D, E ve K vitaminlerini daha fazla bulundurmaları sebebiyle su ürünlerine olan rağbet günden güne artış göstermektedir (Pigott ve Tucker, 1990). Vücutta kritik biyokimyasal ve fizyolojik süreçlerde görev alan ve diğer besinlerde bulunmayan eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asidin (DHA) bütün deniz ürünlerinde bulunması deniz ürünlerinin tüketiminin öneme vurgu yapmaktadır (Gordon ve Ratliff, 1992). İnsan sağlığı üzerine zararlı etkileri bulunan

doymuş yağ asitlerinin çiftlik hayvanlarına kıyasla su hayvanlarında çok daha az bulunması, yüksek miktarda esansiyel yağ ve aminoasit içermeleri su ürünlerini sağlıklı yaşam diyetlerinin vazgeçilmez parçası haline getirmiştir (Karabulut ve Yandı, 2006). Su canlıları için besin kaynağı olan mikroalgler, sucul ortamlarda yaygın olarak bulunurlar. Evsel ve endüstriyel atıkların işlem görmeden içme suyu kaynaklarına salınımı ve plansız yerleşim, göl ve akarsu kaynaklarında su kalitesinin düşmesine ve algal hücre topluluklarının aşırı artışına (alg patlaması) sebep olmaktadır. Artan algal hücrelerinin yüksek metabolik aktivitelerine bağlı olarak ortaya çıkan ötrofikasyon sonucunda sulara tat ve koku değişiklikleri meydana gelmektedir (Kahraman ve Küplülü, 2012).

Alglerin bir kısmı metabolizmaları sonucu non-ribozomal peptidler, poliketidler ve alkaloidleri içeren toksik sekonder metabolitler (toksinler) üretebilmektedirler. Bu toksinler; nörotoksinler, hepatotoksinler ve sitotoksinler gibi çeşitli sınıflara ayrılmakta (Chorus, 2001) ve uzun süreli tüketimde insanlarda kronik toksisiteye sebep olmaktadır.

Algler ve Toksinleri

Algler, büyüklükleri birkaç mikrometre ile metre arasında değişen, fotosentez için gerekli farklı pigmentlere sahip, tatlı ve tuzlu sulara, ıslak topraklarda, kaya ve ağaçlar üzerinde yaşayabilen organizmalardır. Sahip oldukları pigment, depo maddeleri, kamçı, hücre duvarı yapısı gibi özelliklere göre sınıflandırılan algler, kimyasal yapılarına ve etkilerine göre ayrıışan toksinlere sahiplerdir (Bryant, 1994; Chorus, 2001).

Algler için hayati öneme sahip olan bu toksinler korunma, neslin devamını sağlama ve ekosistemle ilişkilerini düzenlenme gibi işlevlerde görev almakta (Chorus, 2001) ve hücre içeriği bozulmadığı sürece genelde hücre dışına salınmamaktadırlar; ancak stres altındayken ya da hücre çözülüp dağıldığında serbest kalmaktadırlar. Bu toksinler başta insan ve hayvanlar olmak üzere tüm canlıların yaşamını tehdit etmekte ve toplu ölümlere sebep olabilmektedirler (Wang, 2018).

Paralitik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesi (PSP), çoğunlukla dinoflagellatlar (ateş rengi algler) tarafından sentezlenen nörotoksik toksinlerle kontamine olmuş deniz ürünlerinin insanlar tarafından tüketimi ve buna bağlı olarak gözlenen gıda zehirlenmesi kaynaklı bir hastalıktır. Balon balığı toksisitesine benzer semptomlara sahip PSP, tedavi edilmediğinde kişilerde ölüme kadar giden ağır zehirlenmelere neden olabilmektedirler (Etheridge, 2010).

PSP'ye neden olan toksinlerin (Paralitik kabuklu deniz ürünleri zehirlenmesine sebep olan toksinler; PST) 50'den fazla farklı türevi tanımlanmıştır (Raposo vd., 2020). PSTler nörotoksik, alkaloid yapıları, suda çözünebilir ve protein yapısında olmayan toksinlerdir (Kodama ve Sato, 2000). Tüm PSTler birinci azot (N1), on birinci ve on üçüncü karbon (C11 ve C13) pozisyonlarında yer değişimleri gösteren bir tetrahidropürin halka yapısına sahiptir (Raposo vd., 2020). Asidik ortamda ısıya dirençli ve daha kararlı yapıda olan PSTler bazik ortamda kararsız ve kolay okside olma özelliği gösterirler (Mons vd., 1998).

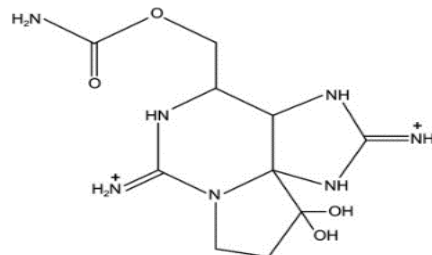
Farklı toksisite düzeyleri gösteren PSTler karbamil, dekarbamil, N-sülfokarbamil ve hidroksilat saksitoksin (M1-4) olmak üzere dört gruba ayrılır. En toksik grup olan karbamil grubunda saksitoksin (non-sülfat), neosaksitoksin (non-sülfat) ve gonyautoksin, (monosülfat) bulunmaktadır (Wiese vd., 2010; Demirel ve Çelik, 2013).

Toksinin Etki Şekli

PSTler voltaj kapılı sodyum kanallarını bloke edip hücrelerdeki elektriksel iletimini engelleyerek impulslarda blokasyona neden olmaktadır. PSTlerin sodyum kanallarına ilgi temel olarak tetrahidropürinik halkada pozitif yüklü guanidinyum gruplarının ve C12 pozisyonunda hidroksillerin varlığından kaynaklanmaktadır. Bu ilgi, C11'de sülfat gruplarının bulunması ile ciddi ölçüde azalmaktadır (Wiese vd., 2010)

Suyu filtre ederek beslenen çoğu su canlılarının impuls iletimi kalsiyum kanalları ile kontrol edilmektedir. Bu sebeple PSTler bu su canlıları için toksisite meydana getirmemektedir. İmpuls iletiminin sodyum kanalları aracılığıyla gerçekleştiği insan ve diğer hayvanlarda, PSTler sinir hücresi boyunca sodyum geçişine engel olmaktadır. Sinir-kas arasındaki bağlantının kesilmesini takiben sodyum, potasyum gibi hücre içi iyon konsantrasyonlarında değişim sağlayarak impuls blokasyonuna sebep olmaktadır (Anderson, 1994; Bricelj vd., 2005; Raposo vd., 2020).

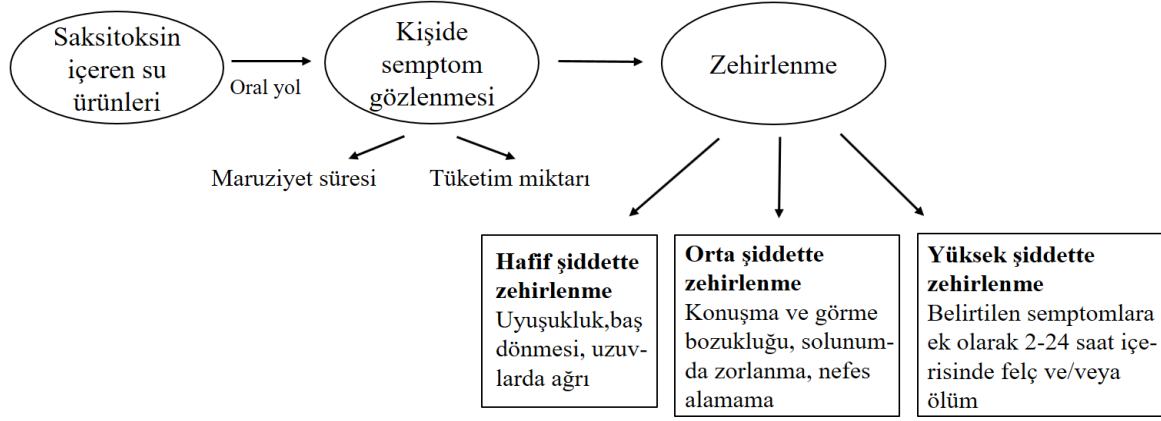
1957 yılında Alaskan Tereyağı Midye *Saxidomus giganteus*'tan izole edilerek ilk karakterizasyonu yapılan PST, saksitoksindir (Raposo vd., 2020) (Şekil 1). Çeşitli durgun su algleri ve bazı denizanası türleri tarafından üretilen saksitoksin ve analoglarının midye, istridye, karından bacaklılar, bazı kabuklular ve balıkların bu toksinleri beslenme yoluyla aldıkları ve bünyelerinde taşıdıkları belirlenmiştir (Mons vd., 1998). Deniz canlılarına ek olarak, bu moleküllerin sulama sırasında absorpsiyon yoluyla bitki dolaşım sistemine girdiği bu su ile sulanmış bitkilerin tüketimi ile de besin zincirine katılabildiği gösterilmiştir.



Şekil 1. Saksitoksin'in yapısı (Solter vd., 2013).

Toplu balık-hayvan ölümlerine sebep olan saksitoksini ürettiği bilinen bazı alg türleri *Anabaena circinalis*, *Aphanizomenon* sp., *Aphanizomenon gracile*, *Cylindrospermopsis raciborskii* ve *Lyngbya wollei*'dir (Pearson vd., 2010). Coğrafi olarak birbirine uzak lokasyonlarda bulunan aynı türlerin farklı toksik düzeylerde saksitoksin ürettiği rapor edilmiştir (Velzeboer vd., 2000). Saksitoksin klasik arıtma yöntemlerinden olan pişirme, kaynatma, dondurma ve buhar uygulaması gibi işlemlerden etkilenmemektedir (Yen vd., 2006; Kuşoğlu, 2019)

Saksitoksin içeren su ürünlerinin tüketimi sonucu oluşan paralitik zehirlenmede, kişilerde semptomlar kısa süre içerisinde ortaya çıkarken, iyileşme uzun zaman içerisinde gerçekleşmektedir (Şekil 2). Bu zehirlenmeden ilk etkilenen sinir sistemi üyesi, duyu sinirleridir (Rapala vd., 2005; Demirel ve Çelik, 2013).



Şekil 2. Saksitoksin içeren su ürünlerinin tüketimine bağlı gerçekleşen paralitik zehirlenme (Rapala vd., 2005; Demirel ve Çelik, 2013).

Toksin Detoksifikasyonu

Toksin üreten dinoflagellatların su kaynaklarında zaman içerisinde artışı ve sudaki çevresel koşulların kötüleşmesi ile toksik algal saha oluşumu gerçekleşmektedir. Suyun derin kısımlarına yerleşen dinoflagellatlar, suda "kırmızı akıntı" oluşumuna neden olur. Bu sahanın rengi saha derinliğine ve alg konsantrasyonuna göre değişebilmektedir (Terzi, 2008).

Su kaynaklarına evsel ve endüstriyel atıkların bilinçli ya da bilinçsizce bırakıldığı durumlarda sularda yüksek konsantrasyonlarda nitrojene rastlanmaktadır. Yüksek nitrojen dolayısıyla dinoflagellat tarafından daha yüksek miktarda saksitoksin üretimi sağlanmaktadır ve böylelikle toksik algal sahaların oluşumu gerçekleşmektedir (Anderson, 2009).

Kabuklu deniz ürünleri üretiminin ya da avlanmasının yapıldığı su kaynaklarında toksik algal alanların oluşumunun engellenmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir.

Alg popülasyonunun aşırı yükseldiği suların arıtımı zor ve maliyetli bir dizi işlem gerektirmektedir. Arıtmada kullanılan klasik yöntemlerin alglerin hücre bütünlüğünü bozmasına ve toksinleri içeren hücre içeriklerinin açığa çıkmasına sebep olması dolayısıyla, ilk olarak yapılması gereken işlem; algal sahaların oluşumunun engellenmesidir.

Bu bağlamda, suların düzenli kontrollerinin yapılarak, alg gelişimini engelleyen ancak hücre parçalanmasına neden olmayan kimyasalların kullanımı ile suların temizliği sağlanmaktadır. En yaygın kullanılan kimyasallar bakır sülfat, potasyum permanganat, ozon ve klordur. Kimyasal uygulamasına ek olarak, kabuklu deniz ürünlerinin tüketim öncesi yüksek sıcaklıkta kaynatılması ile bulaş sağlanmış toksinlerin büyük ölçüde detoksifiye olduğu rapor edilmiştir (Newcombe vd., 2004; Demirel ve Çelik, 2013).

Toksik algal alanlar direkt olarak insan ve hayvan sağlığını tehdit ederken, toksik olmayan algal alanların oluşumu da su kaynaklarında yüksek biyokütleli alanların oluşumu, oksijen seviyesinde ve ışığın geçişinde azalma ve takiben su altı vejetasyonunda azalma gibi indirekt yollarla canlılık üzerine tehdit oluşturmaktadır (Anderson, 2009).

BULGULAR

Toksik dinoflagellatlarca zengin sularda üretimi veya avlanması yapılan kabuklu deniz canlılarının/ürünlerinin vücutlarında biriken saksitoksin ve türevleri insanlar için paralitik gıda zehirlenmesine sebep olmakta ve tedavi edilemeyen durumlarda öldürücü etki göstermektedir.

Paralitik gıda zehirlenmesinin önüne geçilebilmesi için, kabuklu deniz ürünlerinin avlanması ile geçimini sağlayan kişiler ve potansiyel alıcılar bilgilendirilmeli, avlanmanın temiz sularda gerçekleşmesi sağlanmalıdır. Dinoflagellatların aşırı çoğalma gösterdiği sularda renk değişimi gözlenmesine ek olarak, renk değişiminin olmadığı alg patlamaları da rapor edilmiştir. Bu sebeple, özellikle avcılık yapılan sularda algler için potansiyel besiyeri görevi göreceks evsel ya da endüstriyel atıkların boşaltılmaması, bu su kaynaklarının düzenli olarak kontrollerinin yapılması ve toplumun bilinçlendirilmesi gerektiği aşıkardır.

ETİK STANDARTLARA UYUM

Çıkar çatışması: Yazarlar çıkar çatışması olmadığını beyan ettiler.

Hayvanların Refahına İlişkin Beyan

Etik onay: Bu tür bir çalışma için resmi onay gerekli değildir.

KAYNAKLAR

- Anderson, D. M. (1994). Red Tides. *Scientific American*, 271 (2): 52-58.
- Anderson, D. M. (2009). Approaches to monitoring, control and management of harmful algal blooms. *Ocean Coastal Management*, 52 (7): 342-354. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2009.04.006>
- Bryant, D. A. (1994). Gene nomenclature recommendations for green photosynthetic bacteria and heliobacterial. *Photosynthesis Research*, 41, 27-28.
- Bricelj, V. M., Connel, L., Konoki, K., Macquarrie, S. P., Scheuer, T., Catterall, W.A. & Trainer, V.L. (2005). Sodium channel mutation leading to saxitoxin resistance in clams increase risk of PSP. *Nature*, 434: 763-767. <https://doi.org/10.1038/nature03415>
- Chorus, I. (Eds.) (2001). Cyanotoxins Occurrence, Causes, Consequences, Berlin, Almanya: Springer-Verlag. 350 Pp.
- Demirel, Y. N., & Çelik, H. (2013). Kabuklu deniz hayvanlarından kaynaklanan paralitik zehirlenme. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 30(3): 139-146. <https://doi.org/10.12714/egejfas.2013.30.3.08>
- Etheridge, S. M. (2010). Paralytic shellfish poisoning: Sea food safety and human health perspectives. *Toxicon*, 56: 108-122. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.12.013>
- Gordon, D. T. & Ratliff, V. (1992). Advances in Seafood Biochemistry Composition and Quality. 1st ed. Florida, USA: CRC Press. 406p.
- Kahraman, S. D. & Küplülü, Ö. (2012). Siyanobakteriler ve toksinleri. *Veteriner Hekim Derneği Dergisi*, 83(2): 36-47.
- Karabulut, H. A. & Yandı, İ. (2006). Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi*, 23(1/3): 339-342.
- Kodama, M. & Sato, S. (2000). Seafood and Freshwater Toxins: Pharmacology, Physiology and Detection. 1st ed. New York, USA: Marcel Dekker. 798p.
- Kuşoğlu, S. (2019). *Microcystis aeruginosa* toksik peptidlerinin kromatografik analizi ve epitel hücreleri üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi. Master Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Mons, M. N. Egmond, V. & Speijers, G. J. A. (1998). Paralytic shellfish poisoning; A review. *National Institute of Public Health and the Environment Bilthoven, The Netherlands*, 1-47.
- Newcombe, G. & Nicholson, B. (2004). Water treatment options for dissolved cyanotoxins. *Journal of Water Supply: Research and Technology*, 53(4): 227-239. <https://doi.org/10.2166/aqua.2004.0019>
- Pearson, L., Mihali, T., Moffitt, M., Kellmann, R. & Neilan, B. (2010). On the chemistry, toxicology and genetics of the cyanobacterial toxins, microcystin, nodularin, saxitoxin and cylindrospermopsin. *Marine Drugs*, 8: 1650-1680. <https://doi.org/10.3390/md8051650>
- Pigott, G. M. & Tucker, B. W. (1990). Seafood effects of technology on nutrition. 1st ed. New York, USA: Marcel Dekker. 384 p. <https://doi.org/10.1201/9780203740118>
- Rapala, J., Robertson, A., Negri, A. P., Berg, K. A., Tuomi, P., Lyra, C., Erkomaa, K., Lahti, K., Hoppu, K. & Lepisto, L., (2005). First report of saxitoxin in Finnish Lakes and possible associated effects on human health. *Environmental Toxicology*, 20(3): 331-340. <https://doi.org/10.1002/tox.20109>
- Raposo, M. I. C., Gomes, M.T, Botelho, M. J. & Rudnitskaya, A. (2020). Paralytic shellfish toxins (PST)-transforming enzymes: A review. *Toxins*, 12(5): 344-364. <https://doi.org/10.3390/toxins12050344>
- Solter, P. F. & Beasley, V. R. (2013). Haschek and Rousseaux's Handbook of Toxicologic Pathology. Academic Press, 3.Baskı: Urbana, Amerika, 1155-1186 Pp. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415759-0.00038-8>
- Terzi, G. (2008). Deniz ürünlerine bağlı zehirlenmeler ve etkileri. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 65(1): 51-60.
- Velzeboer, R. M. A., Baker, P. D., Rositano, J., Heresztyn, T., Codd, G. A. & Raggett, S. L. (2000). Geographical patterns of occurrence and composition of saxitoxins in the cyanobacterial genus Anabaena (Nostocales, Cyanophyta) in Australia. *Phycologia*, 39(5): 395-407. <https://doi.org/10.2216/i0031-8884-39-5-395.1>

- Wang, D., Calabrese, E. J., Lian, B., Lina, Z. & Calabrese, V., (2018). Hormesis as a mechanistic approach to understanding herbal treatments in traditional Chinese medicine. *Pharmacology and Therapeutics*, 184: 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2017.10.013>
- Wiese, M., D'Agostino, PM., Mihali, TK., Moffitt, MC., Neilan, BA., (2010). Neurotoxic alkaloids: saxitoxin and its analogs. *Marine Drugs*, 8: 2185-2211. <https://doi.org/10.3390/md8072185>
- Yen, I. C., Astudillo, L. R., Soler, J. F. & Barbera-Sanchez, A. (2006). Paralytic shellfish poisoning toxin profiles in green mussels from Trinidad and Venezuela. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(1): 88-94. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2004.07.030>