

Gıdalarda Biyolojik Kalıntı ve Kontaminantlar

Güzin İPLİKÇİOĞLU ARAL¹

Ufuk Tansel ŞİRELİ²

GİRİŞ

Son yüzyılda hızla artan endüstrileşme ve kentleşme, bireylerin yaşam tarzlarında köklü değişimlere yol açmıştır. Bu değişim süreci, ulaşım ve enerji ihtiyacını karşılamak amacıyla fosil yakıtların ve çeşitli kimyasal maddelerin yoğun bir şekilde kullanılmasını beraberinde getirmiştir. Söz konusu tüketim artışı, çevresel boyutta ciddi sonuçlar doğurarak hava, su ve toprak gibi temel ekosistem bileşenlerinin giderek daha fazla kirlenmesine neden olmuştur. Günümüzde çevre kirliliği, yalnızca ekolojik dengeyi tehdit etmekle kalmamakta, aynı zamanda gıda zinciri aracılığıyla insan beslenmesini ve sağlığını da doğrudan tehdit eder düzeye ulaşmıştır. Bunu bağlı olarak da çevresel kontaminantların gıdalara taşınması, gıda güvenliği açısından küresel düzeyde önemli bir risk faktörü haline gelmiştir.

Bununla beraber sağlığı tehdit eden bu kontaminant ve toksik kimyasal maddelerin çeşitleri ve bulaşma yolları da hızla artmakta ve değişmektedir. Bugün için en çok bilinen kirleticiler; doğal (*mikotoksinler, patojen mikroorganizmalar vb.*) ya da kimyasal toksik maddeler ve elementler (*dioksin, DDT (diklorodifeniltriokloroetan), PCB'ler (poliklorobifenil bileşikler), kurşun, kadmiyum vb.*) olabildiği gibi, veteriner ilaç kalıntıları da (*sentetik hormonlar, antibiyotikler vb.*) gıdalarda kalıntı riski oluşturabilen kirleticilerdir. Bu

listeye gıda işlem artıkları, ambalaj malzemelerinden gıdaya taşınan kimyasallar, pişirme işlemi sırasında oluşan kimyasallar ile radyonüklidler de eklenebilir. Buradan anlaşılacağı gibi gıda kontaminantları, biyolojik, kimyasal ve fiziksel madde ve bileşenleri kapsayan çok geniş bir alanı kapsamaktadır. Tablo 1'de gıdalardaki kimyasal bulaşanların sınıflandırılması ve bu sınıflar içerisindeki önemli örnek kimyasallar verilmiştir.

Tablo 1. Gıdalardaki Kalıntı ve Kontaminantların Sınıflandırılması

Çevre Kirleticileri	- Organik Klorlu Bileşikler - Dibenzodioksinler - Poliklorobifeniler - Organik klorlu pestisitler - Metaller - Kurşun - Cıva - Arsenik
Pestisitler	- Klorlandırılmış hidrokarbonlar - Organik fosforlu pestisitler - Karbamatlı insektisitler

¹ Doç. Dr., Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD., gznaral@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-6897-8222

² Prof. Dr., Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Besin Hijyeni ve Teknolojisi AD., tsireli68@gmail.com, ORCID iD: 0000-0001-6180-0755

verilen bir tabloya neden olmaktadır. Gempylotoksin içeren balmumu esterleri, bağırsağın absorptif kapasitesini aşarak, kalın bağırsakta irritasyona ve şiddetli müshil etkisine yol açar. Bu toksik etki, sindirilemeyen lipidlerin yağlı, turuncu renkli dışkı (*steatorrhea/keriorrhea*) olarak atılmasına neden olur. Bu durum, genellikle tüketimden sonraki 1–6 saat içerisinde başlar ve kusma, karın ağrısı, şiddetli ishal ile karakterizedir. Nadir durumlarda dehidratasyon, elektrolit bozuklukları ve bayılma gibi sistemik semptomlar da görülebilmektedir. Escolar ve oilfish gibi türler, açık denizlerde yüksek yağ içeriğiyle bilinir ve vücut dokularında %20–25 oranında balmumu esteri biriktirebilir. Bazı ülkelerde bu balıklar, yanlışlıkla ton balığı veya uskumru gibi türlerle karıştırılarak satılmakta, bu da toplu gıda zehirlenmelerine neden olabilmektedir. Japonya, İtalya ve Hindistan gibi ülkelerde escolar ve oilfishin gıda olarak satışına kısıtlama getirilmiştir. AB, bu türlerin etiketlemesinde açıkça balık türünün belirtilmesini zorunlu kılmıştır. Avustralya ve ABD, bu türlerin tüketiminden önce bilgilendirme yapılmasını şart koşmakta, ancak tamamen yasaklamamaktadır.

Yessotoksin (YTX), ilk olarak Japonya'nın Yesso kıyılarında keşfedilmiş, çok halkalı eter yapısına sahip lipofilik bir deniz biyotoksinidir. Bu toksin, başta *Protoceratium reticulatum*, *Lingulodinium polyedra* ve *Gonyaulax spinifera* gibi dinoflagellat türleri tarafından üretilir. YTX, filtreleme yoluyla beslenen çift kabuklu yumuşakçalarda (midyeler, deniz tarakları, istiridyeler) yüksek oranda birikir. Çalışmalar, YTX'in karaciğer, sindirim sistemi ve kas dokusunda birikebildiğini göstermektedir. Ayrıca YTX, yağda çözünür yapısı nedeniyle insan vücudunda da biyobirikim riski taşımaktadır. Bu toksinin insanlar üzerindeki etkileri tam olarak aydınlatılmış değildir. Hayvan deneylerinde kardiyotoksik, nörotoksik ve sitotoksik etkiler gözlemlenmiştir. YTX'in protein fosfatazlar (PP2A) ile etkileşimi, hücre döngüsünü ve sinyal yollarını etkileyerek hücre ölümüne yol açabilir. Ancak insanlar üzerindeki kesin toksisite mekanizması ve doz-yanıt ilişkisi henüz netleşmemiştir.

KAYNAKLAR

- Abraham, A., Jester, E. L., Granade, H. R., Plakas, S. M., & Dickey, R. W. (2012). Caribbean ciguatera profile in raw and cooked fish implicated in ciguatera. *Food chemistry*, 131(1), 192-198. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.08.059>
- Ain, H. B. U., Saeed, F., Yaseen, H. S., Tufail, T., & Suleria, H. A. R. (2021). Marine biotoxins: Symptoms and monitoring programs. In *Health benefits of secondary Phytochemicals from plant and marine sources* (pp. 263-283). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003019602-11>
- Bane, V., Lehane, M., Dikshit, M., O'Riordan, A., & Furey, A. (2014). Tetrodotoxin: Chemistry, toxicity, source, distribution and detection. *Toxins*, 6(2), 693-755. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-9815-0>
- Casu, A., Camardo Leggieri, M., Toscano, P., & Battilani, P. (2024). Changing climate, shifting mycotoxins: A comprehensive review of climate change impact on mycotoxin contamination. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 23(2), e13323. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13323>
- Cusick, K. D., & Sayler, G. S. (2013). Saxitoxin: Toxicology and detection. *Marine Drugs*, 11(4), 991-1018. <https://doi.org/10.3390/md11040991>
- Dickey, R. W., & Plakas, S. M. (2010). Ciguatera: A public health perspective. *Toxicon*, 56(2), 123-136. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.07.021>
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2008). Marine biotoxins in shellfish – okadaic acid and analogues. *EFSA Journal*, 589, 1-62. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.589>
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2009). Scientific opinion on PSP toxins. *EFSA Journal*, 1019, 1-76. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1019>
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2009). Scientific opinion on marine biotoxins: Palytoxin group. *EFSA Journal*, 1393, 1-36. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.1393>
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). (2017). Risks for public health related to the presence of tetrodotoxin in marine bivalves and gastropods. *EFSA Journal*, 15(4), 4752. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4752>
- El-Sayed, R. A., Jebur, A. B., Kang, W., & El-Demerdash, F. M. (2022). An overview on the major mycotoxins in food products: Characteristics, toxicity, and analysis. *Journal of Future Foods*, 2(2), 91-102. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.04.001>
- Fabri-Ruiz, S., Berdalet, E., Ulses, C., Somot, S., Vila, M., Lemée, R., & Irissou, J. O. (2024). Harmful Ostreopsis

- cf. ovata blooms could extend in time span with climate change in the Western Mediterranean Sea. *Science of the Total Environment*, 947, 174726. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170396>
- Finch, S. C., & Harwood, D. T. (2025). Past, Current and Future Techniques for Monitoring Paralytic Shellfish Toxins in Bivalve Molluscs. *Toxins*, 17(3), 105. <https://doi.org/10.3390/toxins17030105>
- Furey, A., O'Doherty, S., O'Callaghan, K., Lehane, M., & James, K. J. (2010). Azaspiracid poisoning (AZP) toxins in shellfish: Toxicological and health considerations. *Toxicon*, 56(2), 173-190. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2009.09.009>
- Gerssen, A. (2024). Analysis of Marine Biotoxins. In *Handbook of Seafood and Seafood Products Analysis* (pp. 655-673). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781003289401-39>
- Goodman, D. M., Rogers, J., & Livingston, E. H. (2013). Ciguatera fish poisoning. *JAMA*, 309(24), 2608-2608. <https://doi.org/10.1001/jama.2013.6724>
- Hammond, H. L., & Roy, C. J. (2024). History and Toxicology of Palytoxins. *Toxins*, 16(10), 417. <https://doi.org/10.3390/toxins16100417>
- Henigman, U., Mozetič, P., Francé, J., Knific, T., Vadrjal, S., Dolenc, J., & Biasizzo, M. (2024). Okadaic acid as a major problem for the seafood safety (*Mytilus galloprovincialis*) and the dynamics of toxic phytoplankton in the Slovenian coastal sea (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). *Harmful algae*, 135, 102632. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2024.102632>
- Iqbal, S. Z. (2021). Mycotoxins in food, recent development in food analysis and future challenges; a review. *Current Opinion in Food Science*, 42, 237-247. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.06.011>
- Khan, R. (2024). Mycotoxins in food: Occurrence, health implications, and control strategies-A comprehensive review. *Toxicon*, 108038. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2024.108038>
- Khan, R., Anwar, F., & Ghazali, F. M. (2024). A comprehensive review of mycotoxins: Toxicology, detection, and effective mitigation approaches. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28923>
- Louzao, M. C., Vilariño, N., Vale, C., Costas, C., Cao, A., Raposo-Garcia, S., & Botana, L. M. (2022). Current trends and new challenges in marine phycotoxins. *Marine Drugs*, 20(3), 198. <https://doi.org/10.3390/md20030198>
- Malir, F., Pickova, D., Toman, J., Grosse, Y., & Ostry, V. (2023). Hazard characterisation for significant mycotoxins in food. *Mycotoxin research*, 39(2), 81-93. <https://doi.org/10.1007/s12550-023-00478-2>
- Noguchi, T., & Arakawa, O. (2008). Tetrodotoxin – Distribution and accumulation in aquatic organisms, and cases of human intoxication. *Marine Drugs*, 6(2), 220-242. <https://doi.org/10.3390/md20080011>
- Nollet, L. M., & Ahmad, J. (2022). Naturally Occurring Food Toxins—An Overview. *Analysis of Naturally Occurring Food Toxins of Plant Origin*, 3-23. <https://doi.org/10.1201/9781003222194-2>
- Otero, P., & Silva, M. (2022). Emerging marine biotoxins in European waters: Potential risks and analytical challenges. *Marine Drugs*, 20(3), 199. <https://doi.org/10.3390/md20030199>
- Patocka, J., Gupta, R. C., Wu, Q. H., & Kuca, K. (2015). Toxic potential of palytoxin. *Journal of Huazhong University of Science and Technology [Medical Sciences]*, 35, 773-780. <https://doi.org/10.1007/s11596-015-1506-3>
- Prego-Faraldo, M. V., Valdiglesias, V., López-Muñoz, M. J., Méndez, J., & Laffon, B. (2013). Genotoxic effects of okadaic acid in two different species of marine invertebrates. *Marine Drugs*, 11(8), 2829-2845. <https://doi.org/10.3390/md11082829>
- Shah, Y. A., & Lachenmeier, D. W. (2023). Meat, Eggs, Fish, and Seafood. *Emerging Food Authentication Methodologies Using GC/MS*, 113-136. <https://doi.org/10.3390/md11082829>
- Valdiglesias, V., Prego-Faraldo, M. V., Méndez, J., & Laffon, B. (2013). Okadaic acid: More than a diarrheic toxin. *Marine Drugs*, 11(11), 4328-4349. <https://doi.org/10.3390/md11114328>
- Varini, C., Manganelli, M., Scardala, S., Antonelli, P., Losasso, C., & Testai, E. (2025). An Update of Tetrodotoxins Toxicity and Risk Assessment Associated to Contaminated Seafood Consumption in Europe: A Systematic Review. *Toxins*, 17(2), 76. <https://doi.org/10.3390/toxins17020076>
- Yang, J., Sun, W., Sun, M., Cui, Y., & Wang, L. (2024). Current Research Status of Azaspiracids. *Marine Drugs*, 22(2), 79. <https://doi.org/10.3390/md22020079>