

Gıdalarda Kimyasal Kalıntı ve Kontaminantlar

Güzin İPLİKÇİOĞLU ARAL¹
Ufuk Tansel ŞİRELİ²

GİRİŞ

Gıdalarda bulunan kimyasal kalıntı ve kontaminantlar, hem gıda güvenliği hem de halk sağlığı açısından son derece kritik bir öneme sahiptir. Bu maddelerin büyük bir kısmı, çevrede yaygın bulunmalarına ve farklı kaynaklardan gıda zincirine dahil olmalarına rağmen, genellikle düşük dozlarda ve uzun sürede etkili olduklarından, çoğu zaman akut belirtiler göstermeksizin “sessiz bir tehlike” olarak varlıklarını sürdürmektedir. Dioksinler, PCB’ler, ağır metaller, pestisit kalıntıları, veteriner ilaçları ve ambalaj materyallerinden gıdaya geçen kimyasallar gibi bileşikler; insan vücudunda yıllar içerisinde birikerek hormonal sistemin bozulması, bağışıklık sisteminin zayıflaması, nörolojik gelişim bozuklukları ve çeşitli kanser türlerinin gelişimi gibi ciddi sağlık sorunlarına yol açabilmektedir. Ayrıca bu kimyasalların bazıları gebelik, çocukluk ve yaşlılık gibi hassas dönemlerde çok daha yüksek risk potansiyeline sahiptir.

Günümüzde çevre kirliliği, sanayileşme, şehirleşme ve artan enerji ihtiyacıyla birlikte giderek daha karmaşık ve yaygın hale gelen küresel bir sorundur. Endüstriyel faaliyetler, çevresel kazalar ve rutin üretim süreçleri sonucu ortaya çıkan pek çok toksik kimyasal, hava, su ve toprak gibi doğal kaynaklara yayılmakta; bu kirleticiler doğal döngü yoluyla gıda zincirine kadar ulaşabilmektedir. Doğal ortamlardaki arıtım mekanizmalarının yetersiz kalması, bu madde-

lerin zamanla doğada birikmesine neden olmakta ve insan sağlığı açısından ciddi bir tehdit oluşturmaktadır.

Dioksinler, poliklorlubifeniller (PCB’ler), ağır metaller, melamin, perkloratlar gibi kalıcı organik kirleticiler ile pestisitler, veteriner ilaçları ve ambalaj materyallerinden kaynaklanan kimyasallar, gıdalarda sıklıkla tespit edilen kontaminantlar arasında yer almaktadır. Analitik yöntemlerin gelişmesiyle birlikte, geçmişte varlığı bilinmeyen veya göz ardı edilen birçok kimyasalın gıda ürünlerinde düşük düzeylerde bile tespit edilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu maddeler, bazen ham maddelerin işlenmesi ya da pişirme sırasında ortaya çıkarken, bazen de ambalaj materyallerinden gıdaya geçerek kontaminasyona neden olabilmektedir. Ambalajdan migrasyon yoluyla geçen kimyasallar, gıdanın yapısı, sıcaklık, temas süresi ve ambalaj materyalinin özelliklerine bağlı olarak farklı şekillerde risk oluşturabilmektedir.

Veteriner ilaç kalıntıları da hayvansal gıdalarda karşılaşılan bir diğer önemli kimyasal tehlike grubudur. Antibiyotikler ve hormonlar gibi hayvan yetiştiriciliğinde kullanılan ilaçlar, hayvansal ürünlerde kalıntı bırakmakta ve bu kalıntılar hem insan sağlığı hem de çevre için potansiyel risk taşımaktadır. Özellikle bu kalıntıların uzun vadede antibiyotik direnci gibi küresel sağlık tehditleriyle ilişkili olabileceği bilimsel çalışmalarda ortaya konmuştur.

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

Halk sağlığı açısından meydana getirdiği problemler dışında, gıda teknolojisinde de kalıntı riski önem taşımaktadır. Starter olarak kullanılan mikro-organizmaların düşük düzeylerde bile antibiyotikten etkilendiği bilinmektedir. Hammadde olarak kullanılan et ve sütlerde kalıntı bulunması ürün oluşumunu olumsuz etkilemekte ve ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Tüm bu olumsuz etkilerinin önüne geçmek ve kalıntı riskini azaltmak için tüm dünyada antibiyotik kullanımı ile ilgili çeşitli yasaklar ve sınırlamalar getirilmiştir. Örneğin AB ve Türkiye antibiyotiklerin gelişmeyi arttırıcı amaçla kullanımını 2006 yılından itibaren yasaklamıştır. Ayrıca, antibiyotik kullanılan hayvanlardan gıda elde edilmeden önce yasal bekleme süreleri belirlenmiştir. Yine yasal olarak kırmızı et, kanatlı eti, balık, süt ve yumurta gibi gıdalarda bulunabilecek maksimum kalıntı limitleri bulunmaktadır.

Hormonlar

Hormonlar; organizmadaki homeostazis, üreme, gelişme ve davranış fonksiyonlarını etkileyen, doğal veya sentetik yapıda olabilen, kan yoluyla taşınan komponentlerdir. Hormonlar farklı hayvanlarda farklı amaçlar için kullanılmaktadır. Örneğin kasaplık hayvanlarda büyümenin arttırılması, yemden yararlanma oranının geliştirilmesi, kas oranının yükseltilmesi için kullanılırken, süt hayvanlarında da süt veriminin arttırılması amacıyla kullanılmaktadır. Bunların yanında hormonlar su ürünleri yetiştiriciliğinde daha fazla ürün elde etmeye, cinsel olgunlaşma yaşının düşürülmesine, büyüme hızı, yumurta verimi ve yaşama oranı artışına katkı sağlamaktadır.

Veteriner Hekimlikte kullanılan hormonal etkili anabolikler arasında sentetik non-steroidal olarak gruplandırılan, östrojenler (östradiol), androjenler (testesteron), progesteronlar (progesteron), dietilstilbestrol (DES), heksoestrol, dienestrol, zeranol ve sentetik steroidler olarak gruplandırılan östrojenler, trenbolan asetat, testesteron propionat, melengestrol asetat ve metil testesteron yer almaktadır.

1930'larda dişi cinsiyet hormonu östrojenin sığır ve kanatlılarda büyüme hızını arttırdığı saptanmıştır. Bundan sonra ilk kez 1956 yılında ABD'de sığırlarda gelişimi arttırmak için sentetik östrojen kullanımıyla başlayan hormon uygulamaları, potansiyel sağlık riskleri nedeniyle dünyada farklılık göstermektedir. ABD'de

çeşitli hormonların gelişmeyi arttırıcı olarak kullanılmasına izin verilirken, AB'de 1988 yılından itibaren gelişmeyi arttırıcı amaçlı hormon implantasyonu ve hormon uygulanmış hayvan ve etlerinin 3. ülkelere AB ülkelerine girişi yasaklanmıştır. Türkiye'de de, stilbenlerin, antitirodallerin, steroidlerin, zeranol ve beta-agonistlerin gelişmeyi arttırıcı amaçla kullanımı yasaktır.

Hayvanlarda hormon kullanımının en önemli sakıncası, hayvanların yenilebilir doku ve organlarıyla, hayvanlardan elde edilen süt, yumurta gibi ürünlerde kalıntı bulunmasıdır. Aslında insanlar normal beslenmeleri sırasında, hayvansal ve bitkisel gıdalardan hormon almaktadırlar. Ancak bunların seviyeleri, vücutta üretilenin çok çok altında kalmaktadır. Yine hormon uygulanan hayvanlardan elde edilen gıdalardan vücutta alınan kalıntı miktarlarının da düşük düzeylerde kaldığı bildirilmektedir. JECFA yaptığı araştırmalarda 1g soya etinin, 1 g etten 1 milyon kat fazla östrojen içerdiğini saptamıştır. Östradiol, progesteron ve testosteron hem insanlarda hem de hayvanlarda benzer moleküler yapıya sahiptir ancak metabolizmanın türe spesifik olması farklı türlerde farklı metabolitlerin oluşmasına neden olmaktadır. Doğal hormonların bazı metabolitlerinin ve sentetik olarak üretilenlerin sağlık üzerine olumsuz etkileri bulunmaktadır.

Hayvansal gıdalarla alınan hormonların, kanserojenik ve genotoksik etkili olduğu, sinirsel komplikasyonlar ve vasküler bozukluklara yol açtığı bilinmektedir. Erkeklik ve dişilik cinsiyet hormonlarının karşı cins tarafından yüksek düzeylerde alınmasına bağlı olarak cinsiyet karakterlerinde gözlenen farklılıklar diğer etkileri arasındadır.

Halk sağlığı ve gıda güvenliği açısından hormon kullanımı sonucu oluşabilecek risklerin ortadan kaldırılması için, tedavi amacı dışında hormon uygulamaları önlenmeli, buna ilişkin yasalara titizlikle uyulmalı, hormon uygulaması sonrası gerekli bekleme sürelerine dikkat edilmeli ve üretici bilinçlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

- Akinsanya, B., Ayanda, I. O., Onwuka, B., & Salu, J. K. (2020). Bioaccumulation of BTEX and PAHs in *Heterotis niloticus* (Actinopterygii) from the Epe Lagoon, Lagos, Nigeria. *Heliyon*, 6(1), e03272. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03272>

- Aoudeh, E., Oz, E., & Oz, F. (2024). Chapter One – Understanding the heterocyclic aromatic amines: An overview and recent findings. In F. Toldrá (Ed.), *Advances in Food and Nutrition Research* (Vol. 110, pp. 1–66). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2024.02.002>
- Batool, Z., Singla, R. K., Ullah, A., Ahmed, S., & Shen, B. (2025). A comprehensive review on dietary heterocyclic amines as potential carcinogens: From formation to cancer incidence. *Food Chemistry*, 488, 144874. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144874>
- Batool, Z., Xu, D., Zhang, X., Li, X., Li, Y., Chen, Z., Li, L. (2020). A review on furan: Formation, analysis, occurrence, carcinogenicity, genotoxicity and reduction methods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(3), 395–406. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1734532>
- Bridgeman, L., Juan, C., Berrada, H., Severin, I., & Juan-García, A. (2025). Evaluating the Genotoxicity and Mutagenicity of Food Contaminants: Acrylamide, Penitrem A, and 3-Acetyldeoxynivalenol in Individual and Combined Exposure In Vitro. *Journal of applied toxicology : JAT*, 10.1002/jat.4805. Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/jat.4805>
- Cantoral, A., Collado-López, S., Betanzos-Robledo, L., La-madrid-Figueroa, H., García-Martínez, B. A., Ríos, C., Díaz-Ruiz, A., Mariscal-Moreno, R. M., & Téllez-Rojo, M. M. (2024). Dietary Risk Assessment of Cadmium Exposure Through Commonly Consumed Foodstuffs in Mexico. *Foods*, 13(22), 3649. <https://doi.org/10.3390/foods13223649>
- Chiang, C. F., Hsu, K. C., Tsai, T. Y., Cho, C. Y., Hsu, C. H., & Yang, D. J. (2021). Evaluation of optimal QuEChERS conditions of various food matrices for rapid determination of EU priority polycyclic aromatic hydrocarbons in various foods. *Food chemistry*, 334, 127471. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127471>
- D. Sergi, H. Boulestin, F. M. Campbell, L. M. Williams, The Role of Dietary Advanced Glycation End Products in Metabolic Dysfunction. *Mol. Nutr. Food Res.* 2020, 65, 1900934. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201900934>
- Deng, P., Zhang, Z., Qie, X., Yu, M., Guo, X., Tan, B., Chen, Q., Wang, Z., He, Z., Chen, J., & Zeng, M. (2025). Effect of sugar structure on the formation of heterocyclic amines and flavor compounds in roasted beef patties. *Food Chemistry*, 485, 144550. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.144550>
- Di Bella, C., Traina, A., Giosuè, C., Carpintieri, D., Lo Dico, G. M., Bellante, A., Del Core, M., Falco, F., Gherardi, S., Uccello, M. M., & Ferrantelli, V. (2020). Heavy metals and PAHs in meat, milk, and seafood from Augusta Area (Southern Italy): Contamination levels, dietary intake, and human exposure assessment. *Frontiers in Public Health*, 8, 273. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00273>
- EFSA. (2008). Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain on a request from the European Commission on lead as a contaminant in food. *EFSA Journal*, 6(9), 754. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2008.754>
- EFSA. (2023). Bisphenol A: EFSA assesses possible health risks from dietary exposure. <https://www.efsa.europa.eu/en/news/bisphenol-food-health-risk>
- EFSA. (2023). Risk assessment of heavy metals in food: Cadmium, lead, mercury and nickel. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/5333>
- Elafify, A., EL-Toukhy, M., Sallam, K. I., Sadoma, N. M., Abd-Elghany, S. M., Abdelkhalek, A., & El-Baz, A. H. (2023). Heavy metal residues in milk and some dairy products with insight into their health risk assessment and the role of *Lactobacillus rhamnosus* in reducing the lead and cadmium load in cheese. *Food Chemistry Advances*, 2, 100261. <https://doi.org/10.1016/j.foc-ha.2023.100261>
- FDA. (2023). Closer to Zero: Reducing childhood exposure to contaminants in foods. <https://www.fda.gov/food/environmental-contaminants-food/closer-zero-reducing-childhood-exposure-contaminants-foods>
- Ghimpețeanu, O. M., Pogurschi, E. N., Popa, D. C., Dragomir, N., Drăgoțoiu, T., Mihai, O. D., & Petcu, C. D. (2022). Antibiotic Use in Livestock and Residues in Food—A Public Health Threat: A Review. *Foods*, 11(10), 1430. <https://doi.org/10.3390/foods11101430>
- Giuliani, A., Zuccarini, M., Cichelli, A., Khan, H., & Reale, M. (2020). Critical Review on the Presence of Phthalates in Food and Evidence of Their Biological Impact. *International journal of environmental research and public health*, 17(16), 5655. <https://doi.org/10.3390/ijerph17165655>
- Government of Canada. (2023). Additional risk characterization document (RCD) update: Human health assessment of melamine. <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/evaluating-existing-substances/additional-rcd-update-human-health-assessment-melamine.html>
- IARC. (1993). Beryllium, cadmium, mercury, and exposures in the glass manufacturing industry. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 58. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-On-The-Identification-Of-Carcinogenic-Hazards-To-Humans/Beryllium-Cadmium-Mercury-And-Exposures-In-The-Glass-Manufacturing-Industry-1993>
- Johnston, J., Duverna, R., Williams, M., Kishore, R., Yee, C., & Jarosh, J. (2020). Investigating the Suitability of Semicarbazide as an Indicator of Preharvest Nitrofurazone Use in Raw Chicken. *Journal of food protection*, 83(8), 1368–1373. <https://doi.org/10.4315/JFP-20-090>
- Khan, I. A., Khan, A., Zou, Y., Zongshuai, Z., Xu, W., Wang, D., & Huang, M. (2022). Heterocyclic amines in cooked meat products, shortcomings during evaluation, factors influencing formation, risk assessment and mitigation strategies. *Meat Science*, 184, 108693. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108693>
- Khan, M. I., Ahmad, M. F., Ahmad, I., Ashfaq, F., Wahab, S., Alsayegh, A. A., Kumar, S., & Hakeem, K. R. (2022). Arsenic Exposure through Dietary Intake and Associated Health Hazards in the Middle East. *Nutrients*, 14(10), 2136. <https://doi.org/10.3390/nu14102136>
- Kim, L., Huh, D. A., Park, K., Lee, J., Hwang, S. H., Choi,

- H. J., Lim, W., & Moon, K. W. (2025). Dietary exposure to environmental phenols and phthalates in Korean adults: data analysis of the Korean National Environmental Health Survey (KoNEHS) 2018-2020. *International journal of hygiene and environmental health*, 267, 114597. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2025.114597>
- Lian, L., Jiang, X., Guan, J., Qiu, Z., Wang, X., & Lou, D. (2020). Dispersive solid-phase extraction of bisphenols migrated from plastic food packaging materials with cetyltrimethylammonium bromide-intercalated zinc oxide. *Journal of Chromatography A*, 1612, 460666. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.460666>
- Liu, S., Wang, Y., Liu, Z., Yang, Z., Chen, L., & Chen, B. (2024). Migration of Melamine and Its Derivatives from Melamine/Bamboo/Wheat Straw-Made Tableware Purchased from Internet Markets or Retail Shops in China. *Toxics*, 12(2), 143. <https://doi.org/10.3390/toxics12020143>
- Lütjens, L.H., Pawlowski, S., Silvani, M. *et al.* Melamine in the environment: a critical review of available information. *Environ Sci Eur* 35, 2 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12302-022-00707-y>
- Mi, K., & Lin, Z. (2025). Chemical risk assessment in food animals via physiologically based pharmacokinetic modeling – Part II: Environmental pollutants on animal and human health assessments. *Environment International*, 198, 109372. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2025.109372>
- Mihalache, O. A., & Dall'Asta, C. (2023). Food processing contaminants: Dietary exposure to 3-MCPD and glycidol and associated burden of disease for Italian consumers. *Environmental research*, 234, 116559. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.116559>
- Rifai, L., & Saleh, F. A. (2020). A Review on Acrylamide in Food: Occurrence, Toxicity, and Mitigation Strategies. *International journal of toxicology*, 39(2), 93–102. <https://doi.org/10.1177/1091581820902405>
- T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. (2023). Türk Gıda Kodeksi Bulaşanlar Yönetmeliği. <https://resmigazete.gov.tr/eskiler/2023/11/20231105-1.html>
- Tariq, A., Okoffo, E. D., Fenti, A., Fu, H., & Thomas, K. V. (2024). Unscrambling why plastics aren't detectable in chicken eggs. *Chemosphere*, 367, 143584. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2024.143584>
- Tsutsumi, T., Adachi, R., Matsuda, R., Watanabe, T., Teshima, R., & Akiyama, H. (2020). Concentrations of polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked foods in Japan. *Journal of Food Protection*, 83(4), 692–701. <https://doi.org/10.4315/JFP-19-486>
- Vergara, E., Pancetti, F., Zúñiga, L., Fabres, K., & Bahamonde, P. (2024). Risk map of human intake of mercury through fish consumption in Latin America and the Caribbean. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 8. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2024.1470683>
- Watson, C., & Gustave, W. (2022). Prevalence of arsenic contamination in rice and the potential health risks to the Bahamian population—A preliminary study. *Frontiers in Environmental Science*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1011785>
- WHO. (2011). Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44520/9789241660631_eng.pdf#page=612
- WHO. (2011). Evaluation of certain food additives and contaminants: Seventy-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) – Lead exposure. https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/44520/9789241660631_eng.pdf#page=153
- Xing, L., Sun, W., Sun, X., Peng, J., Li, Z., Zhu, P., & Zheng, X. (2021). Semicarbazide Accumulation, Distribution and Chemical Forms in Scallop (*Chlamys farreri*) after Seawater Exposure. *Animals : an open access journal from MDPI*, 11(6), 1500. <https://doi.org/10.3390/ani11061500>
- Yokel, R. A. (2025). Aluminum in beverages and foods: a comprehensive compilation of regulations; concentrations in raw, prepared, and stored beverages and foods; and intake. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 24, e70175. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70175>
- Zahir, A., Ge, Z., & Khan, I. A. (2025). Public health risks associated with food process contaminants – A review. *Journal of Food Protection*, 88(2), 100426. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2024.100426>
- Zhu, H., Wang, Y., Sun, H., & Kannan, K. (2019). Fertilizers as a Source of Melamine and Cyanuric Acid in Soils: A Nationwide Survey in China. *Environmental Science & Technology Letters*. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.8b00711>