

YEM KALİTESİ VE KONTROL YÖNTEMLERİ

BÖLÜM 3

DOI: 10.37609/akya.3801.c294

Şerife AKKEÇECİ¹

| 1. GİRİŞ

Tarım ve gıda üretim zincirlerinde kalite kavramı, yalnızca verimlilik değil, aynı zamanda gıda güvenliği, sürdürülebilirlik ve tüketici sağlığı açısından da kritik hâle gelmiştir (1). Hayvansal üretimin temel girdilerinden biri olan yemlerin kalitesi, hayvan sağlığı, büyüme performansı, ürün verimi ve çevresel etkiler üzerinde doğrudan belirleyicidir (2,3). Yem kalitesi; besin içeriği, hammaddenin kaynağı, işleme-depolama yöntemleri ve fiziksel, kimyasal, biyolojik özelliklerin bütüncül bir bileşkesidir (4). Nitelikli yemler, hayvanların protein, enerji, lif, mineral ve vitamin gereksinimlerini karşılayarak büyüme ve üretkenliği artırırken, bağışıklık sistemini güçlendirir (5,6). Öte yandan mikotoksinler, patojenler ve ağır metaller gibi kontaminantların kontrolü, hem hayvan hem insan sağlığı açısından kritik önemdedir (7). Bu nedenle, yem kalitesinin analitik yöntemlerle düzenli izlenmesi ve uluslararası standartlara uygunluk sağlanması, hem rekabet avantajı hem de gıda güvenliği için gereklidir (8). Kalite kontrol süreçleri; besin değeri analizleri, mikrobiyolojik testler, fiziksel özellik belirleme ve duyuşal değerlendirmeler gibi çok boyutlu yöntemlerle yürütülmektedir (9). Ayrıca yem kalitesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve doğal kaynakların korunması açısından çevresel sürdürülebilirlik hedefleriyle de doğrudan ilişkilidir (8). Etkin sindirim ve metabolizma, enterik metan salınımını azaltarak çevresel etkiyi minimize etmektedir. Sonuç olarak, yem kalitesinin artırılması ve etkin kontrol yöntemlerinin uygulanması, yalnızca üretim değil, gıda güvenliği, çevre ve top-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Göksun Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, sakkececi@ksu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0283-3973

analizleri) ve organoleptik değerlendirmeler, yemlerin kalite uygunluğunu ölçmede temel araçlar olarak kullanılmaktadır (4). Bu analizler, yalnızca hayvan sağlığını korumakla kalmayıp, nihai ürün güvenliği açısından da halk sağlığı üzerinde önemli bir koruyucu etki oluşturmaktadır. Son yıllarda ise, dijital ve sensör tabanlı teknolojilerin yem analiz süreçlerine entegrasyonu, kalite kontrol mekanizmalarının daha hızlı, esnek ve yüksek doğrulukla yürütülmesine olanak tanımıştır. Nem, sıcaklık, pH ve toksin düzeylerinin gerçek zamanlı olarak izlenebilmesi, üretim zinciri boyunca sürekli kalite güvencesi sağlayarak olası sapmaların erken aşamada tespit edilmesini mümkün kılmaktadır (69). Bu yenilikçi uygulamalar, kalite izleme süreçlerini yalnızca reaktif değil, aynı zamanda proaktif bir hâle getirmiştir. Bununla birlikte, yem kalitesinin izlenmesi ve kontrol edilmesi yalnızca mevcut üretim koşullarının korunmasını değil, aynı zamanda uzun vadeli sürdürülebilir tarım ve hayvancılık modellerinin oluşturulmasını da amaçlamaktadır. Alternatif yem kaynaklarının değerlendirilmesi, yemlerin biyoyararlanım düzeylerinin iyileştirilmesi ve kalite kontrol sistemlerinin sürekli güncellenmesi, daha sağlıklı, verimli ve çevresel açıdan duyarlı üretim sistemlerinin geliştirilmesine imkân tanıyacaktır (9). Sonuç olarak, yem kalitesi ve kontrol yöntemleri, yalnızca hayvancılık sektörünün değil, bütün gıda üretim zincirinin kalite, güvenlik ve sürdürülebilirlik hedefleri açısından stratejik bir temel teşkil etmektedir. Bu bağlamda yürütülecek bilimsel araştırmaların çeşitlendirilmesi, yeni teknolojilerin entegre edilmesi ve kalite yönetim sistemlerinin güçlendirilmesi, sağlıklı toplumların ve çevre dostu üretim sistemlerinin inşasında vazgeçilmez bir rol oynayacaktır.

KAYNAKLAR

1. FAO. Animal feed safety: risk assessment and management. FAO Reports. 2020.
2. Makkar HP. Animal nutrition in a 360-degree view and a framework for future R&D work: Towards sustainable livestock production. *Animal Production Science*. 2016;56(10):1561-1568.
3. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 1991;74(10):3583-3597.
4. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Yem Hijyeni Yönetmeliği. *Resmî Gazete*. 2022. Erişim adresi: <https://www.tarimorman.gov.tr>
5. AbuQamar S, El-Saadony M, et al. Ecological impacts and management strategies of pesticide pollution on aquatic life and human beings. *Marine Pollution Bulletin*. 2024;206:116613. doi:10.1016/j.marpolbul.2024.116613.
6. Mould F. Predicting feed quality-chemical analysis and in vitro evaluation. *Field Crops Research*. 2003;84:31-44. doi:10.1016/S0378-4290(03)00139-4.

7. EFSA (European Food Safety Authority). Risk assessment of contaminants in feed. *EFSA Journal*. 2022.
8. Frimpong Y, Antwi C, Agbenyega O, et al. Nutrient profiling of ruminant feed resources in Ghana. *Scientific African*. 2022;15:e01495. doi:10.1016/j.sciaf.2022.e01495.
9. Kulkarni K, Tayade R, Asekova S, et al. Harnessing the potential of forage legumes, alfalfa, soybean, and cowpea for sustainable agriculture and global food security. *Frontiers in Plant Science*. 2018;9:1314. doi:10.3389/fpls.2018.01314.
10. BASF. Feed safety and quality management in animal nutrition. *BASF Animal Nutrition Reports*. 2022.
11. Van Soest PJ. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. (2nd ed.). Ithaca, NY: Cornell University Press; 1994.
12. McDonald P, Edwards RA, Greenhalgh JFD, Morgan CA, Sinclair LA, Wilkinson RG. *Animal Nutrition*. (7th ed.). Pearson Education Limited; 2011.
13. Dorji J, Macleod I, Chamberlain A, et al. Mitochondrial protein gene expression and the oxidative phosphorylation pathway associated with feed efficiency and energy balance in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 2020;103(7):6135–6150. doi:10.3168/jds.2020-18503.
14. Jędrejek D, Lević J, Wallace J, Oleszek W. Animal by-products for feed: characteristics, European regulatory framework, and potential impacts on human and animal health and the environment. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 2016;25(3):189-202. doi:10.22358/JAFS/65548/2016.
15. Musati M, Menci R, Luciano G, et al. Temperate nuts by-products as animal feed: A review. *Animal Feed Science and Technology*. 2023;309:115787. doi:10.1016/j.anifeeds.2023.115787.
16. EFSA (European Food Safety Authority). Risk assessment of contaminants in feed. *EFSA Journal*. 2022.
17. Parisi G, Tulli F, Fortina R, et al. Protein hunger of the feed sector: the alternatives offered by the plant world. *Italian Journal of Animal Science*. 2020;19(1):1204-1225. doi:10.1080/1828051X.2020.1827993..
18. Stein H, Lagos L, Casas G. Nutritional value of feed ingredients of plant origin fed to pigs. *Animal Feed Science and Technology*. 2016;218:33-69. doi:10.1016/J.ANIFEEDSCI.2016.05.003.
19. Hussain S, Bano A, Ali S, et al. Substitution of fishmeal: Highlights of potential plant protein sources for aquaculture sustainability. *Heliyon*. 2024;10:e26573. doi:10.1016/j.heliyon.2024.e26573.
20. Jafari S, Meng G, Rajion M, Ebrahimi M. The use of plant by-products as non-conventional feedstuff for livestock feeding with reference to rumen methanogenesis. *Agroforestry Systems*. 2019;94(6):1491-1500. doi:10.1007/s10457-019-00426-z.
21. Jung HG, Allen MS. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science*. 1995;73(9):2774–2790.
22. Gaponov N, Yagovenko G. The lupine significance for forage production: lupin-and-rape concentrate as a source of valuable nutrients for animal feeding. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;723(2):022005. doi:10.1088/1755-1315/723/2/022005.
23. Kulkarni K, Tayade R, Asekova S, et al. Harnessing the potential of forage legumes, alfalfa, soybean, and cowpea for sustainable agriculture and global food security. *Frontiers in Plant Science*. 2018; 9:1314. doi:10.3389/fpls.2018.01314.
24. Mertens DR. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 1997;80(7):1463–1481.
25. Bryan A, Smith J, Lee K. The impact of feed quality on livestock production. *Journal of Animal Nutrition Studies*. 2024;12(2):150–168.
26. Capstaff NM, Miller AJ. Improving the nutritional value of forage crops for livestock feed. *Frontiers in Plant Science*. 2018; 9:1076. doi:10.3389/fpls.2018.01076.
27. Dhaliwal SS, Naresh RK, Mandal A, et al. Soil health indicators and their improvement

- under sustainable agricultural practices. *Environmental Sustainability*. 2022;5(3):331–343. doi:10.1007/s42398-022-00238-7.
28. Chaucheyras-Durand F, Fonty G. Establishment of cellulolytic bacteria and development of fermentative activities in the rumen of gnotobiotically-reared lambs receiving the microbial additive *Saccharomyces cerevisiae* CNCM I-1077. *Reproduction Nutrition Development*. 2001;41(1):57–68.
29. Jiang Q, Sherlock D, Elolimy A, et al. Impact of a *Saccharomyces cerevisiae* fermentation product during an intestinal barrier challenge in lactating Holstein cows on ileal microbiota and markers of tissue structure and immunity. *Journal of Animal Science*. 2023;101(1):skad309. doi:10.1093/jas/skad309.
30. Kim J, Bayo J, Cha J, et al. Investigating the probiotic characteristics of four microbial strains with potential application in feed industry. *PLoS ONE*. 2019;14(6):e0218922. doi:10.1371/journal.pone.0218922.
31. Gupta S, Fečkaninová A, Lokesh J, et al. *Lactobacillus* dominate in the intestine of Atlantic salmon fed dietary probiotics. *Frontiers in Microbiology*. 2019;9:3247. doi:10.3389/fmicb.2018.03247.
32. Foysal M, Fotedar R, Siddik M, et al. *Lactobacillus acidophilus* and *L. plantarum* improve health status, modulate gut microbiota and innate immune response of marron (*Cherax cainii*). *Scientific Reports*. 2020;10:62655. doi:10.1038/s41598-020-62655-y.
33. Hayat, M. K., Mumtaz, M. M., Ali, M. A., Huaira, A., Rehman, M. N. U., Shabbir, M. A., Usman, M., & Afzal, A. (2024). Optimizing livestock feed systems: A multi-faceted approach for sustainable and resilient animal agriculture—A comprehensive review. *Journal of Plant and Biology*. <https://doi.org/10.59425/plant.jpb.24.010>
34. Herrero M, Havlík P, Valin H, et al. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2013;110(52):20888–20893. doi:10.1073/pnas.1308149110.
35. Taifouris M, Martin M. Integrating intensive livestock and cropping systems: Sustainable design and location. *Agricultural Systems*. 2022;103517. doi:10.1016/j.agry.2022.103517.
36. Mabhaudhi T, Chibarabada T, Sikka A. Status of integrated crop-livestock research in the mixed farming systems of the Global South: a scoping study. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2023;7:1241675. doi:10.3389/fsufs.2023.1241675.
37. Richter S, Scherer L, Hegwood M, et al. Conceptual framework for considering animal welfare in sustainability assessments of foods. *Sustainable Production and Consumption*. 2024;10:004. doi:10.1016/j.spc.2024.10.004.
38. Reyher H, Shirali M, Ponsuksili S, et al. Exploring the genetics of feed efficiency and feeding behaviour traits in a pig line highly selected for performance characteristics. *Molecular Genetics and Genomics*. 2017;292(4):1001–1011. doi:10.1007/s00438-017-1325-1.
39. Jofré F, Larregui D, Murcia V, et al. Infrared assisted digestion used as a simple green sample preparation method for nutrient analysis of animal feed by microwave induced plasma atomic emission spectrometry. *Talanta*. 2021;231:122376. doi:10.1016/j.TALANTA.2021.122376..
40. Miksusanti M, Sandi S, Yosi F, et al. The change of nutrients rations quality of feed fermented with different moisture content. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*. 2019;3(2):47–53. doi:10.26554/IJEMS.2019.3.2.47-53.
41. Zhang X, Liu Y, Kong F, et al. Comparison of nutritional components, ruminal degradation characteristics and feed value from different cultivars of alfalfa hay. *Animals*. 2023;13(4):734. doi:10.3390/ani13040734.
42. Kilama J, Izhiman B, Wagali P, et al. Novel quality feed from a wasted resource: measuring the nutritional value of low-glycoalkaloids potato haulm in sheep. *Frontiers in Animal Science*. 2024;3:1242989. doi:10.3389/fanim.2023.1242989.
43. Nurhayati N, Berliana B, Nelwida N, et al. Nutritional quality of fermented feed for local

- chicken containing banana tree waste in Sidolego Village, Tabir Lintas District, Merangin Regency. *Livestock and Animal Research*. 2022;20(1):58398. doi:10.20961/lar.v20i1.58398.
44. Yıldız S. Silage quality, nutrient content and relative feed value of urea and molasses added sweet maize (*Zea mays* L. saccharata Sturt.) silage. *Indian Journal of Animal Research*. 2023. doi:10.18805/ijar.bf-1671.
 45. Yıldız G. *Yem Teknolojisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri; 2015.
 46. Görgülü M. *Genel Hayvan Besleme*. Ankara: Ruminant Besleme Yayınları; 2018.
 47. Özkan S. *Kanatlı Hayvanların Beslenmesinde Sürdürülebilirlik Stratejileri*. Ankara: Hayvansal Üretim Dergisi; 2022.
 48. İpçak HH, Özüretmen S, Alçiçek A, et al. Alternatif protein kaynaklarının hayvan beslemede kullanım olanakları. *Hayvansal Üretim*. 2018;59(1):51–58. doi:10.29185/hayuretim.343285.
 49. Yıldız G. Kanatlı hayvanların beslenmesinde sürdürülebilirlik stratejileri. *DergiPark*. 2022. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/2345644>
 50. Koyuncu M. *Sürdürülebilir Hayvansal Üretim*. Gaziantep: Güneydoğu Anadolu İhracatçı Birlikleri; 2021.
 51. ABP Ölçü Kontrol Sistemleri. Kimyasal Yem Analizi. <https://abp.com.tr/yem-analizi/kimyasal-yem-analizi>
 52. Türkmen İ. Kaliteli yem nasıl anlaşılır? *Hayvancılık Akademisi*. 2020. <https://hayvancilikakademisi.com/yazar/prof-dr-ismet-turkmen/kaliteli-yem-nasil-anlasilir/>
 53. Akbay Tohumcu S. *Yem Bitkilerinde Kalite Tayini ve Kullanım Alanları*. Iğdır: Iğdır Üniversitesi; 2017.
 54. Mould F. Predicting feed quality-chemical analysis and in vitro evaluation. *Field Crops Research*. 2003;84:31-44. doi:10.1016/S0378-4290(03)00139-4.
 55. Zafarian F, Cowieson A, Pontoppidan K, Abdollahi M, Ravindran V. Trends in feed evaluation for poultry with emphasis on in vitro techniques. *Animal Nutrition*. 2021;7:268–281. doi:10.1016/j.aninu.2020.08.006.
 56. Paulraj R, Ali S. Proximate composition analysis of feeds. 1982.
 57. Silva M, Albuquerque T, Pereira P, Ramalho R, Costa H. Comparative analysis of the nutritional composition of pulp and peel of prickly pear. *Annals of Medicine*. 2018;51:168–168. doi:10.1080/07853890.2018.1562001.
 58. Molognoni L, De Sá Plôencio L, Machado A, Daguer H. The role of measurement uncertainty in the conformity assessment of the chemical composition of feeds. *Microchemical Journal*. 2017;131:79–91. doi:10.1016/J.MICROC.2016.11.014.
 59. Matuszek D. Ultraviolet fluorescence in the assessment of quality in the mixing of granular material. *Sustainability*. 2020;12:1546. doi:10.3390/su12041546.
 60. Yıldız G. *Yem İşleme Teknolojisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri; 2015. Erişim adresi: <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=34669>
 61. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Yem Analizleri Laboratuvar Birimi. Ankara: T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı; 2025. Erişim adresi: <https://gidalab.tarimorman.gov.tr/ankara/Menu/18/Yem-Analizleri-Laboratuvar-Birimi>
 62. Lee J, Kim H, Park S. Smart sensor technologies for livestock feed monitoring. *Sensors*. 2021;21(4):1125. doi:10.3390/s21041125.
 63. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*. 1991;74(10):3583–3597.
 64. Zhang J, Zhao Y, Yan B. Environmental monitoring in livestock feed storage using smart sensors. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2020;22(1):95–104.
 65. Rehman MZU, Bilal M, Iqbal HMN. Electrochemical sensing technologies for precision animal nutrition. *Trends in Analytical Chemistry*. 2022;149:116563. doi:10.1016/j.trac.2022.116563.
 66. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Yem Hijyeni Yönetmeliği. Resmî Gazete. 2022. Retrieved

- from <https://www.tarimorman.gov.tr>
67. WTO (World Trade Organization). *Agreement on the Application of Sanitary and Phytosanitary Measures*. Geneva: WTO; 2019.
 68. Türk Standardları Enstitüsü. *Yem Analiz Yöntemleri Standardı*. Ankara: Türk Standardları Enstitüsü Yayınları; 2023.
 69. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Yem Hijyeni Yönetmeliği. Resmî Gazete. 2022. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr>
 70. Soto FM, Hernández EM, et al. Use of smart sensor networks in animal feed control. *Journal of Agricultural Informatics*. 2019;10(2):1–12.
 71. Van Huis A, Van Itterbeeck J, Klunder H, et al. *Edible Insects: Future Prospects for Food and Feed Security*. Rome: FAO; 2013.
 72. Mould F. Predicting feed quality-chemical analysis and in vitro evaluation. *Field Crops Research*. 2003;84:31–44. doi:10.1016/S0378-4290(03)00139-4.
 73. Parisi C, Vigani M, Rodríguez-Cerezo E. Agricultural nanotechnologies: What are the current possibilities? *Nano Today*. 2015;10(2):124–127. doi:10.1016/j.nantod.2014.09.009.
 74. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı. Yem Hijyeni Yönetmeliği. Resmî Gazete. 2023. Retrieved from <https://www.tarimorman.gov.tr>
 75. Wang, M., Wan, D., Xie, X., et al. (2024). Crop-livestock integration: Implications for food security, resource efficiency and greenhouse gas mitigation. *The Innovation Life*, 2(4), 100103. <https://doi.org/10.59717/j.xinn-life.2024.100103>
 76. Domínguez-Hernández, A., Juárez-Velázquez, A., Domínguez-Hernández, E., Zepe-da-Bautista, R., Hernández-Aguilar, C., & Domínguez-Hernández, M. (2025). Impact of the integration level in crop–livestock systems on biomass production, nutrient recycling, and energy efficiency. *Biomass*, 5(2), 19. <https://doi.org/10.3390/biomass5020019>
 77. Kichamu, N. (2025). *The role of insect-based feed in mitigating climate change*. *Insects*, 16(5), Article 516. <https://doi.org/10.3390/insects16050516>
 78. Abd El-Hack, M. E., Allam, A. A., Aldhalmi, A. K., et al. (2025). *Integrating metabolomics for precision nutrition in poultry: optimizing growth, feed efficiency, and health*. *Frontiers in Veterinary Science*, 12, Article 1594749. <https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1594749>
 79. Hünenberg, M., Alemu, A. W., Kebreab, E., & McAllister, T. A. (2015). Nutritional management for enteric methane abatement: A review. *Animal Production Science*, 55(3), 187–200.
 80. McCulloch, J. (2025, June 18). *How the feed industry can drive a more sustainable livestock production sector*. Innovation News Network.