

DOI: 10.37609/akya.3801.c303

Cemal BUDAĞ¹

| 1. GİRİŞ

Teknoloji, Yunanca *techné* (sanat, beceri) ve *logos* (bilgi, akıl) kelimelerinin birleşiminden türemiştir ve temelde insanın çevresini biçimlendirme, dönüştürme ve geliştirme sürecinde kullandığı bilgi, beceri, yöntem ve araçların bütünü ifade eder. Bilimsel bilgiye dayalı olarak geliştirilen yöntem ve sistemler aracılığıyla insan ihtiyaçlarını karşılamayı, üretimi verimli hâle getirmeyi ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlar. Teknoloji, sadece fiziksel aletleri değil, aynı zamanda üretim süreçlerini, yazılım sistemlerini ve problem çözme yaklaşımlarını da kapsar.

Yem teknolojisi, hayvan beslenmesinde kullanılacak yemlerin daha verimli, dengeli, güvenli ve ekonomik biçimde işlenmesi ve üretimini sağlamak amacıyla uygulanan bilimsel bilgi, teknik, süreç ve teknolojik araçların bütünüdür. Yemin veya ham maddenin seçiminden formülasyona, işlenmesinden paketlenme ve depolanmasına kadar tüm süreçleri kapsar. Aynı zamanda yemlerin besin madde değerini koruyan veya artıran işlemler (peletleme, ekstrüzyon, kaplama), mikrobiyolojik güvenlik önlemleri, katkı maddesi uygulamaları ve otomasyon sistemleri gibi alanları da içine alır. Bu bölümde yem teknolojisi yem fabrikalarında karma yem üretiminde kullanılan teknolojiler konu edilmiştir. Karma yem teknolojisi; hayvan sağlığı, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik üretim dengesini gözeterek modern hayvancılığın temel yapı taşlarından biri hâline gelmiştir. İlk dönemlerde yem teknolojisi yem ve yem hammaddelerinin işlenmesi ve karıştırılarak basit karma yem üretimini kapsamına alan bir terim olsa da günümüzde özel anlamda karma yem üretim ile bu üretim süreçlerini konu etmektedir.

¹ Doç. Dr. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, cbudag@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3532-7727

ler ve hayvanların bireysel farklılıkları yer almaktadır. Bu zorlukları aşmak için, hassas besleme (precision feeding), gerçek zamanlı analiz sistemleri ve adaptif yemleme protokolleri gibi modern yaklaşımlar uygulanmaktadır. Ayrıca, alternatif protein kaynakları, yerel ve spesifik ürünlerin kullanımı gibi yenilikçi çözümler de uygulayıcılar ve hayvan besleme uygulamalarında giderek önem kazanmaktadır (52).

KAYNAKLAR

1. Coffey D, Dawson K, Ferket P. et. al. Review of the feed industry from a historical perspective and implications for its future. *Journal of Applied Animal Nutrition*, 2016;4, e3. <https://doi.org/10.1017/jan.2016.7>
2. Gündoğdu ZMG, Kale ÖÜÇ. *Türkiye ve Dünya'da karma yem sektörü*. <https://www.researchgate.net/publication/377435539> (Erişim 10 Mayıs2022).
3. Alltech. *Global Feed Survey 2023*; Alltech Inc.
4. Pond WG, Church DB, Pond KR. & et. al. *Basic animal nutrition and feeding*. 2004John Wiley & Sons.
5. Namur AP, Morel, Bickel H. II.7. Compound animal feed and feed additives. *Livestock Production Science*, 1988;19(1–2): 197–209.
6. Alqaisi O, Ndambi OA., Uddin MM. Time series livestock diet optimization: Cost-effective broiler feed formulation. *Agricultural and Food Economics*, 2017a;5(1): 1–14.
7. Maddock TD, Henry DD, Lamb GC. The economic impact of feed efficiency in beef cattle: AN217/AN217, rev. 10/2015. *EDIS*, 2016(1): 3.
8. Surry Y. (). Econometric modelling of the European Community compound feed sector: An application to France. *Journal of Agricultural Economics*, 1990;41(3): 404–421.
9. Alqaisi O, Ndambi OA, Uddin MM. Time series livestock diet optimization: Cost-effective broiler feed formulation. *Agricultural and Food Economics*, 2017b;5(1): 1–14.
10. Nutrinews. Sustainability in animal feed production: Importance of LCA in feed ingredients. *Nutrinews*. <https://nutrinews.com/en/sustainability-in-animal-feed-productionimportance-of-lca-in-feed-ingredients/> (Erişim 12 Mayıs 2022).
11. Feed & Additive Magazine. Alternative proteins in animal feeds. 2023;*Feed & Additive Magazine*. <https://www.feedandadditive.com/alternative-proteins-in-animal-feeds/> (Erişim 12 Mayıs 2022).
12. Vasta V, Nudda A, Cannas A. et. al. Alternative feed resources and their effects on the quality of meat and milk from small ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 2008;147(1–3): 223–246.
13. Mellor D, Patterson-Kane E, Stafford KJ. *The sciences of animal welfare*. John Wiley & Sons; 2009.
14. Mills J, Driscoll M. *The hidden health impacts of industrial livestock systems: Transforming livestock systems for better human, animal and planetary health*. Grays Inn Road London WC1X 8HB, UK; 2022.
15. Van der Poel AFB, Abdollahi MR, Cheng H. et. al. Future directions of animal feed technology research to meet the challenges of a changing world. *Animal Feed Science and Technology*, 2020;270, 114692.
16. Spitaleri,A, Kavasidis I, Cartelli V. et. al. BioTrak: A blockchain-based platform for food chain logistics traceability. 2023;*arXiv Preprint*, arXiv:2304.09601.

17. Aashu K, Rajwar K, Pant M. et. al. Application of machine learning in agriculture: Recent trends and future research avenues. 2024;*arXiv Preprint*, arXiv:2405.17465.
18. Alreshidi E. Smart sustainable agriculture (SSA) solution underpinned by Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI). 2019;*arXiv Preprint*, arXiv:1906.03106.
19. Outlook AAF. Global feed production down slightly in 2023. *Grain Products and Mixed Fodder's*, 2024;24(1): 37–46.
20. IAPC. *USDA Agricultural Projections to*. <https://ageconsearch.umn.edu/record/348090/?v=p-df> (Erişim 15 Mayıs 2025)
21. Kebede EA, Abou Ali H, Clavelle T. et. al. (). Assessing and addressing the global state of food production data scarcity. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2024;5(4): 295–311.
22. Byrene J. How buoyant are global compound feed and agtech sectors? *DairyReporter*. <https://www.dairyreporter.com/Article/2024/11/25/global-feed-production-is-expected-to-rise> (Erişim 15 Mayıs 2025).
23. Miller Magazine. *Türkiye karma yem üretiminde AB'de 1'inci, dünyada 7'nci*. <https://millermagazine.com> (Erişim 15 Mayıs 2025).
24. TAGEM. *Yem Sektör Politika Belgesi 2020–2024*. <https://example-link.com> (Erişim 15 Mayıs 2025).
25. Öztürk Ö. *Türkiye yem sanayi genel görünümü*. [https://etb.org.tr/public/30012/Cms/T%C3%-BCrkiye%20Yem%20Sanayi%20Genel%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCn%C3%BCn%2008.12.2022.pdf](https://etb.org.tr/public/30012/Cms/T%C3%-BCrkiye%20Yem%20Sanayi%20Genel%20G%C3%B6r%C3%BCn%C3%BCm%C3%BCn%C3%BCn%2008.12.2022.pdf) (Erişim 15 Mayıs 2025).
26. Den Hartog LA, Sijtsma R. Challenges and opportunities in animal feed and nutrition. *In Eleventh World Conference on Animal Production*; 2013.
27. Bazer FW, Lamb GC, Wu G. (Eds.). *Animal agriculture: Sustainability, challenges and innovations*. Academic Press; 2019.
28. Van der Poel AFB, Blonk J, Hendriks WH. Chemical and physical properties of feed ingredients: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 2018;238, 17–27.
29. Zhao C, Liu B, Piao S. et. al. Temperature increase reduces global yields of major crops in four independent estimates. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2018;114(35): 9326–9331.
30. Kalkuhl M, von Braun J, Torero M. (Eds.). *Food price volatility and its implications for food security and policy*. Springer; 2016.
31. Popp J, Pető K, Nagy J. Alternative protein sources in the feed industry. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2016;64(2): 691–700.
32. FEFAC. US/EU tariffs could undermine feed security and competitiveness of EU livestock sector. *FEFAC*. <https://fefac.eu/newsroom/news/us-eu-tariffs-could-undermine-feed-security-and-competitiveness-of-eu-livestock-sector-fefac-calls-for-targeted-transatlantic-feed-trade-agreement/> (Erişim 15 Mayıs 2025).
33. OECD. *Trade impacts of selected regional trade agreements in agriculture*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/225010121752> (Erişim 15 Mayıs 2025).
34. OECD-FAO. *Agricultural Outlook 2022–2031*. OECD Publishing; 2022.
35. Tacon AGJ, Metian M. Feed matters: Satisfying the feed demand of aquaculture. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 2015;23(1): 1–10.
36. González-García S, Hospido A, Agnello J. et. al. Environmental life cycle assessment of a Galician pig feed supply chain. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2015;20, 1152–1162.
37. Ricke SC. Impact of prebiotics on poultry production and food safety. *Poultry Science*, 2018;97(6): 2325–2332.
38. Bach A, Dinarés M, Devant, M. Animal nutrition in the 21st century: Challenges and opportunities. *Animal Frontiers*, 2020;10(2): 4–11.

39. Kusiak A. Smart manufacturing. *International Journal of Production Research*, 2018;56(1–2):508–517. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1351644>
40. Gizzi GGD. *Variability in feed composition and its impact on animal production*. FAO Animal Production and Health Paper, No.160, 54;2004.
41. Baris A. Impact of feed quality on livestock productivity. *Journal of Livestock Policy*, 2023;2(1); 1–8.
42. Akintan O, Gebremedhin KG, Uyeh DD. Animal feed formulation—Connecting technologies to build a resilient and sustainable system. *Animals*, 2024;14(10): 1497.
43. National Research Council. *Nutrient requirements of dairy cattle* (7th ed.). National Academies Press;2001.
44. Patience JF. Feed efficiency in swine. In J. F. Patience (Ed.), *Feed efficiency in swine* (pp. 1–16). Wageningen Academic Publishers;2012.
45. Dourmad JY, Rijnen MMJA, van Milgen J. Modelling of growth and nutrient utilization in pigs. *Animal*, 2008;2(7): 1040–1050.
46. Owens FN, Basalan M. Ruminal fermentation. In P. McDonald (Ed.), *Animal nutrition* (7th ed., pp. 278–303). Pearson Education;2016.
47. Swick RA, Ivey FJ, Watson K. Formulating poultry diets based on digestible amino acids and the ideal protein concept. *Journal of Applied Poultry Research*, 2013;22(3): 658–667.
48. Leeson S, Summers JD. *Commercial poultry nutrition* (3rd ed.). Nottingham University Press;2009.
49. Stein HH, Shurson GC. Board-invited review: The use and application of distillers dried grains with solubles in swine diets. *Journal of Animal Science*, 2009;87(4): 1292–1303.
50. Surai PF. *Selenium in nutrition and health*. Nottingham University Press;2002.
51. Jami E, White BA, Mizrahi I. Potential role of the bovine rumen microbiome in modulating milk composition and feed efficiency. *PLoS ONE*, 2013;8(1): e63407.
52. van Milgen J, Dourmad JY. Concept and application of ideal protein for pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 2015;6(1): 1–10.