

BÖLÜM 10

TARIMSAL BİYOGAZ TESİSLERİNDE SERA GAZI EMİSYONLARI

Koray TUNCAY¹
Fatih Şevki ERKUŞ²

GİRİŞ

Günümüzde, insan kaynaklı hızlı küresel iklim değişikliği tehdidi ve çevresel sürdürülebilirlik ihtiyacı, halk sağlığı, hava kalitesinin geliştirilmesi ve çevre temizliği gibi konular açısından önemli bir gündem oluşturmaktadır. Atık sektöründen elde edilen sürdürülebilir kaynaklarla temiz enerji üretimi, çevresel zararı en aza indirme ve iklim değişikliği sorununu hafifletme konuları küresel düzeydeki ilginin odak noktası haline gelmiştir (1-5).

Son 150 yıl içerisinde gerçekleşen sera gazı emisyonlarındaki artış, iklim değişikliği etkilerini azaltma hedefi doğrultusunda, sera gazı emisyonlarının izlenmesi, raporlanması ve doğrulanması uygulamalarının giderek daha fazla önem kazandığını göstermektedir (6). Bu çerçevede, Paris Anlaşması ile, sanayi öncesi döneme göre ortalama küresel sıcaklık artışının 2 °C'nin üzerine çıkmasının sınırlandırılmasına karar verilmiştir. Sera gazı emisyonlarının hızla azaltılması, 21. yüzyılın ikinci yarısında sera gazı kaynakları ve yutakları arasında bir denge sağlanması için gerekli olduğu vurgulanmıştır. Avrupa Birliği içinde, Paris Anlaşması'nın hedeflerine ulaşmak için sera gazı emisyonlarının 2030 yılında 1990 yılına göre %40 oranında azaltılması önerilmiştir (7,8).

Nüfus artışı, ihtiyaç ve oluşan atık miktarındaki artışları beraberinde getirmektedir (9). Dolayısı ile hayvansal üretim miktarı ve çiftlik sayıları da artış göstermektedir. Bu durum, tarımsal ve çiftlik atık miktarını artırmaktadır. Bu atıkların ekonomik verimliliklerini ve ekolojik faydalarını artırmak için etkili bir yönetim zorunludur. Artan enerji talebi, fosil yakıtların kullanımı, biyoçeşitlilik kaybı ve iklim değişikliği gibi doğal kaynakların tükenmesi, ürünlerin,

¹ Ziraat Yüksek Mühendisi Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD., krytncy@gmail.com, ORCID id: 0000-0002-5851-5985

² Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği AD., fatiherkus@yyu.edu.tr, ORCID id: 0000-0001-8541-7048

kullanılması, kentsel hava kalitesini iyileştirmesi beklenir. Ayrıca, ulusal şebekeye biyometan enjekte edilmesi, belirli bölgelerde konutlarda katı yakıt tüketimini azaltabilir, bu da iç mekân hava kalitesi ve insan sağlığı üzerinde önemli faydalar sağlar. Ancak, tüm bu avantajlara rağmen, biyogazın biyometana dönüştürülme sürecinde metan kayıpları, sürecin genel sürdürülebilirliğini etkileyebilir. Bu nedenle, biyometana dönüştürme sürecinin dikkatle yönetilmesi ve metan kaçaklarının önlenmesi, çevresel ve enerji dönüşümü avantajlarının en üst düzeye çıkarılmasını sağlar (37).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz ekonomik şartlarında tarım işletmelerinin etkin gelişimini destekleyen beklentiler, özellikle inovasyon yaklaşımı ile şekillenmektedir. Bu inovasyon yaklaşımının temel dayanağı, kendi üretim süreçlerinden kaynaklanan atıkların akıllıca kullanılmasıdır. Avrupadaki deneyimler, atıkların biyogaz tesislerinde işlenmesinin bir işletmeye ısı, yakıt, elektrik ve organik gübre gibi değerli kaynaklar sağlayarak enerji özerkliği kazandırabileceğini göstermektedir. Bu yaklaşım, işletmenin üretkenliğini artırmanın yanı sıra finansal performansını da önemli ölçüde iyileştirebilir.

Biyogazın kullanımı, büyük bir potansiyele sahip olan yenilenebilir bir enerji kaynağı olarak öne çıkmaktadır. Bu sayede sera gazı emisyonlarını azaltma konusunda önemli bir katkı sağlanabilir. Bu yaklaşım, tarım işletmelerinin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına ve çevresel etkilerini azaltmalarına yardımcı olabilir. Ayrıca, atık yönetimi ve enerji üretimi gibi iki önemli bileşeni bir araya getirerek kaynak verimliliğini artırırken, işletmelerin rekabetçiliğini artırmak için yeni fırsatlar sunar.

Sonuç olarak, yenilikçi yaklaşımlar ve biyogaz kullanımı, tarımsal işletmelerin modern ekonomik koşullarda başarılı bir şekilde gelişmelerine olanak tanıırken, çevresel ve ekonomik faydaların bir araya getirilmesini sağlar.

KAYNAKLAR

1. Swim JK, Clayton S, Howard GS. Human behavioral contributions to climate change: psychological and contextual drivers. *American Psychologist*; 2011;66(4): 251-264. doi:10.1037/a0023472
2. Masson-Delmotte V, et al. Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of working group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change; 2021; 2.
3. Manisalidis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E. Environmental and health impacts of air pollution: a review. *Frontiers in public health*; 2020;8,14. doi:10.3389/fpubh.2020.00014
4. McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change and human health: present and future risks. *The Lancet*; 2006;367(9513): 859-869. doi:10.1016/S0140-6736(06)68079-3

5. Carranza-Abaid A, Wanderley RR, Knuutila HK, Jakobsen JP. Analysis and selection of optimal solvent-based technologies for biogas upgrading. *Fuel*; 2021;303, 121327. doi:10.1016/j.fuel.2021.121327
6. Yerli C, Şahin Ü, Çakmakçı, Tüfenkçi Ş. Tarımsal uygulamaların CO₂ salınımına etkileri ve azaltılmasının yolları. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*; 2019;7(9): 1446-1456. doi:10.24925/turjaf.v7i9.1446-1456.2750.
7. Agreement P. United Nations Paris Agreement. The Paris Agreement| United Nations; 2015.
8. EU. Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. *Off J Eur Union* 2018; 2018:82–209.
9. Yerli C, Senol ND, Yaganoglu E. The changes in yield, quality, and soil properties of turfgrass grown by applying varying levels of hazelnut husk compost and irrigating with wastewater in soils with different textures, and their effects on carbon dioxide emissions from the soil. *Water, Air, & Soil Pollution*; 2023;234(5): 311. doi:10.1007/s11270-023-06321-9.
10. Ozbayram EG, Ince O, Ince B, Harms H, Kleinstueber S. Comparison of rumen and manure microbiomes and implications for the inoculation of anaerobic digesters. *Microorganisms*; 2018;6(1): 15. doi:10.3390/microorganisms6010015
11. Altınbaş M, Cicek OA. Anaerobic co-digestion of chicken and cattle manures: Free ammonia inhibition. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*; 2019;41(9): 1097-1109. doi:10.1080/15567036.2018.1539143
12. European Commission. Closing the loop—An EU action plan for the circular economy. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions; 2015.
13. Şirin, Ü., Karaman, S., & Tüfenkçi, Ş. Van Gölü Havzasında Totaliter Havza Yönetim Sisteminin Uygulanması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*; 2019;7: 17-22. doi:10.24925/turjaf.v7isp3.17-22.3120.
14. Szarka N, Scholwin F, Trommler M, Jacobi HF, Eichhorn M, Ortwein A, Thrän D. A novel role for bioenergy: a flexible, demand-oriented power supply. *Energy*; 2013;61: 18-26. doi:10.1016/j.energy.2012.12.053
15. Wang K, Yun S, Xing T, Li B, Abbas Y, Liu X. Binary and ternary trace elements to enhance anaerobic digestion of cattle manure: Focusing on kinetic models for biogas production and digestate utilization. *Bioresource Technology*; 2021;323, 124571. doi:10.1016/j.biortech.2020.124571
16. Sarkar S, Skalicky M, Hossain A, Brestic M, Saha S, Garai S, Brahmachari K. Management of crop residues for improving input use efficiency and agricultural sustainability. *Sustainability*; 2020;12(23): 9808. doi:10.3390/su12239808
17. Cecchi F, Cavinato C. Anaerobic digestion of bio-waste: A mini-review focusing on territorial and environmental aspects. *Waste Management & Research*; 2015;33(5): 429-438. doi:10.1177/0734242X145686
18. Sahota S, Shah G, Ghosh P, Kapoor R, Sengupta S, Singh P, Thakur IS. Review of trends in biogas upgradation technologies and future perspectives. *Bioresource Technology Reports*; 2018;1: 79-88. doi:10.1016/j.biteb.2018.01.002
19. Moreau V, Vuille F. Decoupling energy use and economic growth: Counter evidence from structural effects and embodied energy in trade. *Applied energy*; 2018;215: 54-62. doi:10.1016/j.apenergy.2018.01.044
20. Chen ST, Kuo HI, Chen CC. The relationship between GDP and electricity consumption in 10 Asian countries. *Energy policy*; 2007;35(4): 2611-2621. doi:10.1016/j.enpol.2006.10.001
21. Johansson R, Meyer S, Whistance J, Thompson W, Debnath D. Greenhouse gas emission reduction and cost from the United States biofuels mandate. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 2020;119, 109513. doi:10.1016/j.rser.2019.109513
22. Olaniyi OA, Ojekunle ZO, Amujo BT. Review of climate change and its effect on Nigeria ecosystem. *International Journal of African and Asian Studie*; 2013;1(1): 57-65.
23. Yerli C, Sahin U, Oztas T. CO₂ emission from soil in silage maize irrigated with wastewater

- under deficit irrigation in direct sowing practice. *Agricultural Water Management*; 2022;271, 107791. doi:10.1016/j.agwat.2022.107791.
24. Berrou A, Raybaut M, Godard A, Lefebvre M. High-resolution photoacoustic and direct absorption spectroscopy of main greenhouse gases by use of a pulsed entangled cavity doubly resonant OPO. *Applied Physics B*; 2010;98: 217-230.
 25. Grande CA, Ribeiro, RP, Oliveira EL, Rodrigues AE. Electric swing adsorption as emerging CO₂ capture technique. *Energy Procedia*; 2009;1(1): 1219-1225. doi:10.1016/j.egypro.2009.01.160
 26. Koysoumpa EI, Bergins C, Kakaras E. The CO₂ economy: Review of CO₂ capture and reuse technologies. *The Journal of Supercritical Fluids*; 2018;132: 3-16. doi:10.1016/j.supflu.2017.07.029
 27. Olajire AA. CO₂ capture and separation technologies for end of pipe applications A review. *Energy*; 2010;35(6): 2610-2628. doi:10.1016/j.energy.2010.02.030
 28. The Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/08/SPM1-approval-FINAL-1.pdf>
 29. Kabeyi MJB, Olanrewaju OA. Biogas production and applications in the sustainable energy transition. *Journal of Energy*; 2022;1-43. doi:10.1155/2022/8750221
 30. Werkneh AA. Biogas impurities: environmental and health implications, removal technologies and future perspectives. *Heliyon*; 2022. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e10929
 31. Amigun B, von Blottnitz H. Investigation of scale economies for African biogas installations. *Energy Conversion and Management*; 2007;48(12): 3090-3094. doi:10.1016/j.enconman.2007.05.009
 32. Golkowska K, Greger M. Anaerobic digestion of maize and cellulose under thermophilic and mesophilic conditions—A comparative study. *Biomass and Bioenergy*; 2013;56: 545-554. doi:10.1016/j.biombioe.2013.05.029
 33. Sawatdeenarunat C, Surendra KC, Takara D, Oechsner H, Khanal SK. Anaerobic digestion of lignocellulosic biomass: challenges and opportunities. *Bioresource technology*; 2015;178: 178-186. doi:10.1016/j.biortech.2014.09.103
 34. Li K, Liu R, Sun C. A review of methane production from agricultural residues in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 2016;54: 857-865. doi:10.1016/j.rser.2015.10.103
 35. O'Shea R, Lin R, Wall DM, Browne, JD, Murphy JD. Using biogas to reduce natural gas consumption and greenhouse gas emissions at a large distillery. *Applied Energy*; 2020;279, 115812. doi:10.1016/j.apenergy.2020.115812
 36. Kaletnik G, Honcharuk I, Okhota Y. The Waste-free production development for the energy autonomy formation of Ukrainian agricultural enterprises. *Journal of Environmental Management and Tourism*.-2020.-Vol. XI, Summer; 2020;Issue 3 (43). p. 513-522.
 37. Paolini V, Petracchini F, Segreto M, Tomassetti L, Naja N, Cecinato A. Environmental impact of biogas: A short review of current knowledge. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*; 2018;53(10): 899-906. doi:10.1080/10934529.2018.1459076
 38. Akbulut A, Arslan O, Arat H, Erbaş O. Important aspects for the planning of biogas energy plants: Malatya case study. *Case Studies in Thermal Engineering*; 2021;26, 101076. doi:10.1016/j.csite.2021.101076.
 39. Achinas S, Achinas V, Euverink GJW. A technological overview of biogas production from biowaste. *Engineering*; 2017;3(3): 299-307. doi:10.1016/J.ENG.2017.03.002.
 40. Prussi M, Padella M, Conton M, Postma ED, Lonza L. Review of technologies for biomethane production and assessment of Eu transport share in 2030. *Journal of cleaner production*; 2019;222: 565-572. doi:10.1016/j.jclepro.2019.02.271.
 41. Tagne RFT, Dong X, Anagho SG, Kaiser S, Ulgiati S. Technologies, challenges and perspectives of biogas production within an agricultural context. The case of China and Africa. *Environment, Development and Sustainability*; 2021;23: 14799-14826.
 42. Lebuhn M, Munk B, Effenberger M. Agricultural biogas production in Germany—from practice to microbiology basics. *Energy, Sustainability and Society*; 2014;4(1): 1-21.
 43. Yang L, Ge X, Wan C, Yu F, Li Y. Progress and perspectives in converting biogas to transpor-

- tation fuels. *Renewable and Sustainable Energy Review*; 2014;40: 1133-1152. doi:10.1016/j.rser.2014.08.008.
44. Bekkering J, Hengeveld EJ, Van Gemert WJT, Broekhuis AA. Will implementation of green gas into the gas supply be feasible in the future?. *Applied Energy*; 2015;140: 409-417. doi:10.1016/j.apenergy.2014.11.071
 45. Czubaszek R, Wysocka-Czubaszek A, Banaszuk P. Importance of Feedstock in a Small-Scale Agricultural Biogas Plant. *Energies*; 2022;15(20): 7749. doi:10.3390/en15207749
 46. Lyng KA, Stensgård AE, Hanssen OJ, Modahl IS. Relation between greenhouse gas emissions and economic profit for different configurations of biogas value chains: A case study on different levels of sector integration. *Journal of Cleaner Production*; 2018;182: 737-745. doi:10.1016/j.jclepro.2018.02.126.
 47. Tampio E, Salo T, Rintala J. Agronomic characteristics of five different urban waste digestates. *Journal of environmental management*; 2016;169: 293-302. doi:10.1016/j.jenvman.2016.01.001.
 48. Pucker J, Jungmeier G, Siegl S, Pötsch EM. Anaerobic digestion of agricultural and other substrates-implications for greenhouse gas emissions. *Animal*; 2013;7(s2): 283-291. doi:10.1017/S1751731113000840
 49. Scholz L, Meyer-Aurich A, Kirschke D. Greenhouse gas mitigation potential and mitigation costs of biogas production in Brandenburg, Germany; 2011.
 50. Battini F, Agostini A, Boulamanti AK, Giuntoli J, Amaducci S. Mitigating the environmental impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: Case study of a dairy farm in the Po Valley. *Science of the Total Environment*; 2014;481: 196-208. doi:10.1016/j.scitotenv.2014.02.038.
 51. Hrad M, Huber-Humer M, Reinelt T, Spangl B, Flandorfer C, Innocenti F, Scheutz C. Determination of methane emissions from biogas plants, using different quantification methods. *Agricultural and Forest Meteorology*; 2022;326, 109179. doi:10.1016/j.agrformet.2022.109179.
 52. IEA. *World Energy Outlook 2019 (Executive Summary)*. Paris; 2019.
 53. Mikosz J. Analysis of greenhouse gas emissions and the energy balance in a model municipal wastewater treatment plant. *Desalination and Water Treatment*; 2016;57(59): 28551-28559. doi:10.1080/19443994.2016.1192491.
 54. Hijazi O, Munro S, Zerhusen B, Effenberger, M. Review of life cycle assessment for biogas production in Europe. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 2016;54: 1291-1300. doi:10.1016/j.rser.2015.10.013.
 55. Buratti C, Barbanera M, Fantozzi F. Assessment of GHG emissions of biomethane from energy cereal crops in Umbria, Italy. *Applied energy*; 2013;108: 128-136. doi:10.1016/j.apenergy.2013.03.011.
 56. Yoro KO, Daramola MO. CO₂ emission sources, greenhouse gases, and the global warming effect. In *Advances in carbon capture*. Woodhead Publishing; 2020. p. 3-28. doi:10.1016/B978-0-12-819657-1.00001-3.
 57. Poeschl M, Ward S, Owende P. Environmental impacts of biogas deployment-Part I: life cycle inventory for evaluation of production process emissions to air. *Journal of Cleaner Production*; 2012;24: 168-183. doi:10.1016/j.jclepro.2011.10.039.
 58. Prasad S, Zhao L, Gomes J. Methane and natural gas exposure limits. *Epidemiology*; 2011;22(1): S251. doi:10.1097/01.ede.0000392463.93990.1e.
 59. Iordan C, Lausselet C, Cherubini F. Life-cycle assessment of a biogas power plant with application of different climate metrics and inclusion of near-term climate forcers. *Journal of environmental management*; 2016;184: 517-527. doi:10.1016/j.jenvman.2016.10.030.
 60. NSCA (National Society for Clean Air and Environment of United Kingdom). *Comparison of Emissions from Waste Management Options*; BN2 9QA; Brighton, UK; 2002.
 61. Petracchini F, Romagnoli P, Paciucci L, Vichi F, Imperiali A, Paolini V, Cecinato A. Influence of transport from urban sources and domestic biomass combustion on the air quality of a mountain area. *Environmental Science and Pollution Research*; 2017;24: 4741-4754.

62. Kristensen PG, Jensen JK, Nielsen M, Illerup JB. Emission factors for gas fired CHP units < 25 MW. IGRC, November; 2004.
63. Boulamanti AK, Donida Maglio S, Giuntoli J, Agostini A. Influence of Different Practices on Biogas Sustainability. *Biomass Bioenergy*; 2013;53: 149–161. doi:10.1016/j.biombioe.2013.02.020.
64. Carreras-Sospedra M, Williams R, Dabdub D. Assessment of the emissions and air quality impacts of biomass and biogas use in California. *Journal of the Air & Waste Management Association*; 2016;66(2): 134-150. doi:10.1080/10962247.2015.1087892.
65. Oshita K, Okumura T, Takaoka M, Fujimori T, Appels L, Dewil R. Methane and nitrous oxide emissions following anaerobic digestion of sludge in Japanese sewage treatment facilities. *Bio-resource technology*; 2014;171: 175-181. doi:10.1016/j.biortech.2014.08.081.
66. Clemens J, Huschka A. The effect of biological oxygen demand of cattle slurry and soil moisture on nitrous oxide emissions. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*; 2001;59: 193-198.
67. Oenema O, Wrage N, Velthof GL, van Groenigen JW, Dolfing J, Kuikman PJ. Trends in global nitrous oxide emissions from animal production systems. *Nutrient cycling in agroecosystems*; 2005;72: 51-65. doi:10.1007/s10705-004-7354-2.
68. Möller K, Stinner W. Effects of different manuring systems with and without biogas digestion on soil mineral nitrogen content and on gaseous nitrogen losses (ammonia, nitrous oxides). *European Journal of Agronomy*; 2009;30(1): 1-16. doi:10.1016/j.eja.2008.06.003.
69. Svensson M. Biomethane for transport applications. In *The biogas handbook*. Woodhead Publishing; 2013. p. 428-443. doi:10.1533/9780857097415.3.428.
70. Urban W. Biomethane injection into natural gas networks. In *The Biogas Handbook*. Woodhead Publishing; 2013. p. 378-403.
71. Abanades S, Abbaspour H, Ahmadi A, Das B, Ehyaei MA, Esmaeilion F, Bani-Hani EH. A critical review of biogas production and usage with legislations framework across the globe. *International Journal of Environmental Science and Technology*; 2021; 1-24. doi:10.1007/s13762-021-03301-6.