

## BÖLÜM 12

# SU, ENERJİ VE GIDA KAYNAKLARININ İLİŞKİSİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDAKİ YERİ

Ömer ERTUĞRUL<sup>1</sup>

Gülden ÖZGÜNALAY ERTUĞRUL<sup>2</sup>

Adnan DEĞİRMENCİOĞLU<sup>3</sup>

### GİRİŞ

Su, enerji ve gıda birbirleri ile etkileşim halinde kaynaklardır. Bu etkileşim su-enerji-gıda bağı (nexus) kavramı olarak 2010'ların başı itibariyle çalışılmaya başlanmıştır (1, 2). Gıda ve Tarım Örgütüne (FAO) (3) göre, gıda-enerji-su kaynaklarını birbirleri arasındaki çeşitli bağlantılar düşünülerek ele almak, karmaşık ve birbiriyle ilişkili doğal kaynak sistemleri ile bu sistemlerin etkileşimlerini tanımlamak etkin bir kaynak yönetimi için yararlı bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Küreselleşme ile birlikte birey ve toplumların sosyolojik yapılarının yanı sıra kaynakları anlama ve yönetme biçimi ile doğrudan bağlantılı, benzeri görülmemiş riskler ve zorluklar yaşanmaya başlanmıştır. Mevcut zorlukların üstesinden gelmek için sürdürülebilir çözümler sağlamak, bu kaynaklar arasındaki bağlantıları inceleme ihtiyacını doğurmuştur. Su, enerji ve gıda, dış faktörlerden etkilenebilen birbiri ile ilişkili bir bağ yapısına sahip ana sistemler olarak düşünmek, bütünsel stratejik planlama ile bu sistemler arasındaki yakın ilişki düzeyini analiz etme ve daha tutarlı karar alma kabiliyeti sağlayabilmektedir (2, 4).

Sürdürülebilir tarımsal üretim, küresel ısınma, çevre ve kaynak girdilerin verimli kullanımı ile ilgili tüm sorunlar ile başa çıkmayı gerektiren, ekosistem temelli yaklaşımlara sahip uygulamaları gerektirmektedir. Yüksek kaliteli, güvenli, çevreye ve topluma karşı sorumlu bir şekilde gıda üretimi gerçekleştirilmesi, biyoçeşitlilik ve ekosistem yönetimi ile bütünleşmiş onarıcı (rejeneratif) tarım ve iyi

<sup>1</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, oertugrul@ahievran.edu.tr

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, gozgunalay@ahievran.edu.tr

<sup>3</sup> Prof. Dr., Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, adnan.degirmencioglu@ege.edu.tr

Türkiye ve çevresinde su, enerji ve gıda üretiminde karşılıklı ilişkilerin incelenmesi, gıda ticaretinde sanal su analizleri yoluyla önemli miktarda su tasarrufu yapılabileceği ve karar vericilerin sanal su ticaretine yönelik analizler ile su varlığı seviyelerindeki kırılğan yapısal değişiklikleri dikkate alması durumunda fayda sağlanabileceğini göstermiştir. Örneğin, Ortadoğu veya Akdeniz bölgelerindeki bir ülke gıda güvenliğini artırmak için bir plan hazırladığında, bu ülke öncelikle gıda ithalatı ile elde edilebilecek su ve toprak tasarrufu miktarını belirlemeli ve gıda güvenliği ile gıda ithalatı arasındaki dengeyi düşünmelidir. Ayrıca, analizler ile desteklenmiş istikrarlı bir ticaret, Ülkemiz için istikrarlı gıda arzı için faydalı bir bileşen olabilir. Türkiye ve çevresindeki ülkeler için her bir ticaret ortağına bağımlılığın anlaşılmasına katkıda bulunacak, ticaret ortaklarının ve ticaret hacminin artırılması/azaltılması gibi gıda ticareti politikalarının belirlenmesine yardımcı olabilecektir. Bölgesel yüksek çözünürlüklü veri kaynakları kullanılarak tarımsal girdi çalışmalarının yapılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

## **KAYNAKLAR**

1. Hoff H., (2011). Understanding the nexus. Background paper for the bonn. In: Conference: the water, energy and food security nexus. Stockholm, Sweden: Stockholm Environment Institute (SEI); 2011.
2. Mohtar, R. H., Daher, B. (2012). Water, energy, and food: The ultimate nexus. *Encyclopedia of agricultural, food, and biological engineering*. CRC Press, Taylor and Francis Group. Second edition, DOI: 10.1081/E-EAFE2-120048376.
3. FAO. (2014). The water-energy-food nexus: a new approach in support of food security and sustainable agriculture. Food Agriculture Organization of the United Nations.
4. Al-Saidi, M., Hussein, H. (2021). The water-energy-food nexus and COVID-19: Towards a systematization of impacts and responses. *Sci. Total Environ.*, 779, 146529, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146529>
5. Degirmencioglu, A., Mohtar, R. H., Daher, B. T., Ozguntay-Ertugrul, G., Ertugrul, O., (2019). Assessing the Sustainability of Crop Production in the Gediz Basin, Turkey: A Water, Energy and Food Nexus Approach, *Fresenius Environ. Bull.*, 4, 2511–2522.
6. Evcim H.Ü., Değirmencioglu A., Özgünlaltay-Ertuğrul G., Aygün İ. (2012). Advancements and transitions in technologies for sustainable agricultural production. *Economic and Environmental Studies*. 2012;12(4/23):459-466. [http://www.ees.uni.opole.pl/content/04\\_12/ees\\_12\\_4\\_full-text\\_09.pdf](http://www.ees.uni.opole.pl/content/04_12/ees_12_4_full-text_09.pdf)
7. Özdamar, A., Özdemir, B., Ertuğrul, Ö., (2022). Onarıcı (Rejeneratif) Tarım Yaklaşımı ve Bu Yaklaşımına Uygun Mekanizasyon Uygulamaları. 12. Ulusal Tarım Öğrenci Kongresi. Kırşehir
8. Özgünlaltay-Ertuğrul, G., Ertuğrul, Ö., Değirmencioglu, A., (2019) Determination of agricultural mechanization levels in Kırşehir province using Geographical Information Systems (GIS). *C R Acad Bulg. Sci.* 72(8):1144-1152.
9. Bazilian, M., Rogner, H., Howells, M., Hermann, S., Arent, D., Gielen, D., Steduto, P., Mueller, A., Komor, P., Tol, R.S.J., Yumkella, K.K. (2011). Considering the energy, water and food nexus: Towards an integrated modeling approach. *Energy Policy*. 39 (12), 7896-7906.
10. Daher, B., (2017). WEF Nexus Research Group, and Texas A&M University. IWRA Sustainability in the Water-Energy-Food Nexus: Bridging Science and Policy Making. Policy Briefing Water International. Available from: <http://agrillife.org/wefnexus/files/2015/01/IWRA.pdf>
11. FAO. (2014). Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus. Available

from <http://www.fao.org/3/a-i3959e.pdf>. Last accessed: 04/20/2018.

12. Flammini, A., Puri, M., Pluschke, L., Dubois, O. (2014). Walking the Nexus Talk: Assessing the Water-Energy-Food Nexus in the Context of the Sustainable Energy for All Initiative. Environment and Natural Resources Working Paper No. 58 – FAO, Rome, ISSN 2226-6062. Retrieved from: <http://www.fao.org/3/a-i3959e.pdf> , Last accessed: 01/21/2018.
13. Biggs, E. M., Bruce, E., Boruff, B., Duncan, J.M.A., Horsley, J., Pauli, N., McNeill, K., Neef, A., van Ogtrop, F., Curnow, J., Haworth, B., Duce, S., Imanari, Y. (2015). Sustainable development and the water-energy-food nexus: A perspective on livelihoods. *Environmental Science and Policy*. 54(2015) 389–397.
14. Mohtar, R. H., Daher, B., (2012). Water, Energy, and Food: The Ultimate Nexus. *Encyclopedia of Agricultural, Food and Biological Engineering*, Second Edition. Taylor and Francis LLC, Publication 2<sup>nd</sup> edition. DOI 10.1081/EAFE2/120048376
15. Mohtar, R. H., Daher, B. (2014). A Platform for Trade-off Analysis and Resource Allocation: The Water-Energy-Food Nexus to land its Application to Qatar's Food Security [part of the 'Valuing Vital Resources in the Gulf' Series], Chatham House. <http://agrillife.org/wefnexus/files/2015/01/20141216WaterEnergyFoodNexusQatarMohtarDaher.pdf>
16. Daher, B., Mohtar, R.H. (2015). Water-energy- food (WEF) Nexus Tool 2.0: guiding integrative resource planning and decision-making. *Water International*. 40(5-6), 748-771.
17. Karan, E., Asadi, S., Mohtar, R., Baawain, M. (2018). Towards the optimization of sustainable food-energy-water systems: A stochastic approach. *Journal of Cleaner Production*. 171(2018), 662-674.
18. Ferroukhi, R., Nagpal, D., Lopez-Peña, A., Hodges, T., Mohtar, R.H., Daher, B., Mohtar, S., Keulertz, M. 2015. Renewable Energy in the Water, Energy and Food Nexus. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, United Arab Emirates.
19. Leck, H., Conway, D., Bradshaw, M., Rees, J. (2015). Tracing The Water-Energy-Food Nexus: Description, Theory and Practice. *Geography Compass*. 9/8(2015), 445–460.
20. Granit, J., Fogde, M., Holger Hoff, S.E.I., Joyce, J. (2013). Unpacking the water-energy-food nexus: Tools for assessment and cooperation along a continuum. *Cooperation for a Water Wise World*, 45p.
21. Rosegrant, M.W., Ringler, C., McKinney D.C., Cai, X., Keller, A. and Donoso, G. (2000). Integrated economic-hydrologic water modelling at the basin scale: the Maipo river basin. *Agricultural Economics*. 24(2000) 33–46.
22. Hightower, M., Pierce, S.A. (2008). The energy challenge. *Nature*. 452, 285–286.
23. Li, G.C., Huang, G.H., Lin, Q.G., Zhang, X.D., Tan, Q., Chen, Y.M. (2011). Development of a GHG-mitigation oriented in exact dynamic model for regional energy system management. *Energy*. 36, 3388–3398.
24. Hu, Q., Huang, G., Cai, Y., Huang, Y. (2011). Feasibility-based in exact fuzzy programming for electric power generation systems planning under dual uncertainties. *Appl. Energy*. 88, 4642–4654.
25. Zhang, X., Vesselinov, V.V. (2016). Energy-water nexus: Balancing the tradeoffs between two-level decision makers. *Appl. Energy*. 183, 77–87.
26. Bernardi, A., Giarola, S. and Bezzo, F., (2012). Optimizing the economics and the carbon and water footprints of bioethanol supply chains. *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 6, 656–672.
27. Rasul, G., Sharma, B. (2016). The nexus approach to water-energy-food security: an option for adaptation to climate change. *Clim. Policy*. 16, 682-702.
28. Walker, R.V., Beck, M.B., Hall, J.W., Dawson, R.J., Heidrich, O. (2014). The energy-water-food nexus: Strategic analysis of technologies for transforming the urban metabolism. *Journal of Environmental Management*. 141(2014) 104-115.
29. Lee, S. H., Choi, J. Y., Yoo, S. H., Mohtar, R. H., (2018). Water footprint for Korean rice products and virtual water trade in a water-energy-food nexus, *Water International*, 43:6, 871-886, DOI: 10.1080/02508060.2018.1515570
30. Fürst, C., Luque, S., Geneletti, D., (2017). Nexus thinking – how ecosystem services can cont-

- tribute to enhancing the cross-scale and cross-sectoral coherence between land use, spatial planning and policy-making, *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 13:1, 412-421, DOI: 10.1080/21513732.2017.1396257
31. Mekonnen, M. M., Hoekstra, A. Y. (2011a). The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*.8, 763- 809.
  32. Hoekstra, A.Y. (2011). National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
  33. Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K. (2008). Globalization of water: Sharing the planet's fresh water resources. Blackwell Publishing, Oxford, UK.
  34. De Girolamo, A. M., Miscioscia, P., Politi, T., Barca, E., (2019). Improving grey water footprint assessment: Accounting for uncertainty, *Ecological Indicators*, 102, 2019, 822-833, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.03.040>
  35. Lee, S.H., Mohtar, R.H., Choi, J.Y., Yoo, S.H. (2016). Analysis of the characteristics of the global virtual water trade network using degree and eigen vector centrality, with a focus on food and feed crops. *Hydrology and Earth System Science*. 20, 4223-4235.
  36. Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011b). National water footprint accounts: the green, blue and grey water footprint of production and consumption. Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
  37. Alcamo, J., Döll, P., Henrichs, T., Kaspar, F., Lehner, B., Rösch, T., Siebert, S. (2003). Global estimates of water withdrawals and availability under current and future “business-as-usual” conditions. *Hydrological Sciences Journal*. 48(3), 339-348.
  38. Smakhtin, V., Revenga, C., Döll, P. (2004). A pilot global assessment of environmental water requirements and scarcity *Water International*. 29(3), 307-317.
  39. Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., Savenije, H.H.G. (2005). Water saving through international trade of agricultural products. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, 2, 2219–2251, 2005 [www.copernicus.org/EGU/hess/hessd/2/2219/SRef-ID:1812-2116/hessd/2005-2-2219](http://www.copernicus.org/EGU/hess/hessd/2/2219/SRef-ID:1812-2116/hessd/2005-2-2219)EuropeanGeosciencesUnion
  40. Hameed, M., Moradkhani, H., Ahmadalipour, A., Moftakhari, H., Abbaszadeh, P., Alipour, A., (2019). A Review of the 21<sup>st</sup> Century Challenges in the Food-Energy-Water Security in the Middle East. *Water* 2019, 11(4), 682; <https://doi.org/10.3390/w11040682>
  41. Saladini, F., Betti, G., Ferragina, E., Bouraoui, F., Cupertino, S., Canitano, G., Gigliotti, M., Autino, A., Pulselli, F. M., Riccaboni, A., Bidoglio, G., Bastianoni, S., (2018). Linking the water-energy-food nexus and sustainable development indicators for the Mediterranean region, *Ecol. Indicat.*, 91, 689–697, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.035>
  42. Yoon, P. R., Lee, S. H., Choi, J. Y., Yoo, S. H., Hur, S. O., (2022). Analysis of climate change impact on resource intensity and carbon emissions in protected farming systems using Water-Energy-Food-Carbon Nexus, *Resources, Conservation and Recycling*, Volume 184, 2022, 106394, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106394>