

# BÖLÜM 1

## GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ ATIK SUYUN SULAMADA KULLANIMI; AVANTAJ & DEZAVANTAJLARI

Şefik TÜFENKÇİ<sup>1</sup>

### GİRİŞ

Gezegemimizin üçte ikisini kaplayan su, üretimin devamlılığını sağlayan ve tüm canlılık için vazgeçilmez olan bir gereksinimdir. Su, ne kadar yenilebilir bir kaynak olarak değerlendirilse de aslında sınırlı olmakla beraber kıt ve yetersiz bir kaynaktır (1). Ayrıca günümüz koşullarında artan küresel ısınma bu kıt ve yetersiz kaynağın daha fazla kirlenmesine ve azalmasına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra artan nüfus ve bilinçsiz çevre hareketleri de temiz su kaynakları üzerindeki baskının artması ile sonuçlanmaktadır (2). Schiermeier, günümüz koşullarında yaklaşık iki buçuk milyar insanın temiz suya erişmekte ciddi problemler yaşadığını bildirmişlerdir (3). Godfray ve ark., 2050 yılında dünya nüfusunun % 30 oranında artacağına dikkat çekerlerken (4), artan bu nüfusun gıda ihtiyacını karşılamak için tarım alanlarının % 38, su kaynaklarının ise % 53 arttırılması gerektiği de farklı bir çalışmada vurgulanmıştır (5).

Temiz su kaynaklarının yetersizliğinin tüm sektörleri etkileyeceği kesin olsa da bunlar arasında temiz suyu en fazla tüketen tarım sektörünün olağanüstü şekilde etkileneceği kaçınılmaz bir gerçektir (6). Dünya ortalaması olarak tarım sektörü % 69'luk bir oranda temiz su kullanımına sahipken, endüstriyel ve kentsel su kullanımları sırasıyla % 19 ve % 12 oranları ile daha düşük seviyelerde sınırlanmaktadır (7). Bu durum ülkelerin gelişmişlik düzeylerine ve temiz su mevcudiyetlerine göre de farklılaşabilmektedir. Şekil 1'de farklı ülkelerin tarımsal sulamada su kullanım yüzdeleri verilmiştir.

---

1 Prof. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Müh. Bölümü,  
sefiktufenkci@yyu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3350-1085

Geri dönüştürülmüş atık sular yüksek organik madde içeriğine sahiptirler. Bu durum organik maddenin bir türevi olan organik karbonun atık su ile sulamada toprağa geçişine neden olmaktadır. Toprağa geçen organik karbon (C) toprakta oksijen (O<sub>2</sub>) ile birleştiğinde (C+O<sub>2</sub>) topraktan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınımını artırmaktadır (47). Bu durum topraktan salınan karbondioksit ile küresel ısınmanın artmasına neden olmaktadır. Aslında topraktan karbondioksit salınımı doğal bir durum olsa da geri dönüştürülmüş atık suyun sulamada kullanımında bu salınım miktarı ve hızı artmaktadır. Böylece atık su ile sulama karbondioksit salınımlarının dolayısıyla küresel ısınmanın artmasına katkı sunmaktadır. Ayrıca atık su ile sulamada salınan sera gazları karbondioksit ile sınırlı değildir. Atık suların toprağa sağlamış olduğu azot, çeşitli azot içerikli gazları da harekete geçirerek toprak dolayısıyla tarımsal kaynaklı küresel ısınmayı arttırabilir (48). Ancak atmosferde karbondioksitin diğer sera gazlarına göre çok daha büyük hacmi karbondioksiti en önemli sera gazı olarak tanımlamaktadır (49). Bu nedenle geri dönüştürülmüş atık suların sulama değerlendirildiği koşullarda başta topraktan karbondioksit salınımına dikkat edilmesi gerekmektedir.

## **SONUÇ VE ÖNERİLER**

Geri dönüştürülmüş atık suyun sulamada değerlendirilmesine yönelik güncel literatür bilgilerini dikkate alarak atık suyun sulamada kullanımının avantajlarını ve olası risklerini değerlendiren bu çalışmanın sonucunda temiz su kaynaklarının sürdürülebilirliğinin devam ettirilebilmesi ve kirlenmesinin engellenebilmesi için tarımsal sulamada arıtılmış atık suyun kullanımının teşvik edilmesi ancak olası risklerinin de detaylı olarak irdelenmesi gerektiği belirlenmiştir. Çalışmanın önerileri ise geri dönüştürülmüş atık suyun sulamada kullanımı ile ilgili alternatif çalışmaların yürütülmesi ancak atık suyun risklerinin azaltılmasına dair projelerin geliştirilmesi olmuştur.

## **KAYNAKLAR**

1. Yerli C, Şahin Ü, Kızıloğlu FM, et al. Van ilinde silajlık mısır, patates, şeker pancarı ve yoncanın su ayak izi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*. 2019;29(2): 195-203.
2. Cakmakci T, Sahin U. Improving silage maize productivity using recycled wastewater under different irrigation methods. *Agricultural Water Management*. 2021a;255: 107051.
3. Schiermeier Q. Water on tap. *Nature*. 2014;510: 326-328.
4. Godfray HCJ, Beddington JR, Crute IR, et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 2010;327(5967): 812-818.
5. Mancosu N, Snyder RL, Kyriakakis G, et al. Water scarcity and future challenges for food production. *Water*. 2015;7: 975-992.
6. Tufenkci S, Yerli C. Physical and physiological properties and mineral content of curly lettuce grown by applying different rates of biochar to the soil with varying irrigation water levels. *International Journal of Agricultural and Wildlife Sciences*. 2023;9(2): 205-217.

7. Moghaddam VK, Mohammadi A, Khorasgani FC, et al. Sustainable development of water resources based on wastewater reuse and upgrading of treatment plants: a review in the Middle East. *Desalination and Water Treatment*. 2017;65: 463-473.
8. Cakmakci T, Sahin U. Productivity and heavy metal pollution management in a silage maize field with reduced recycled wastewater applications with different irrigation methods. *Journal of Environmental Management*. 2021b;291: 112602.
9. Sahin U, Cakmakci T, Yerli C. Biochar and mycorrhiza enhance soil carbon storage and reduce CO<sub>2</sub> emissions in wastewater-irrigated turf. *Journal of Water and Climate Change*. 2023;14(9): 3280-3292.
10. Mojid MA, Wyseure GCL, Biswas SK, et al. Farmers' perceptions and knowledge in using wastewater for irrigation at twelve peri-urban areas and two sugar mill areas in Bangladesh. *Agricultural Water Management*. 2010;98(1): 79-86.
11. UN, 2014. The United Nations World Water Development Report 2014. Water and Energy, Paris, Fransa
12. Tan, A. *Atık sularıda bazı kirlilik parametrelerinin incelenmesi*. Edirne: Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2006.
13. Rivas RMF, Leon GS, Leal JAR, et al. Characterization of dissolved organic matter in an agricultural wastewater-irrigated soil, in semi arid Mexico. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 2017;33(4): 575-590.
14. Yerli C, Sahin U, Ors S, et al. Improvement of water and crop productivity of silage maize by irrigation with different levels of recycled wastewater under conventional and zero tillage conditions. *Agricultural Water Management*. 2023;277: 108100.
15. Tzanakakis V, Paranychianaki N, Angelakis, A. Soil as a wastewater treatment system: Historical development. *Water Science and Technology*. 2007;7: 67-75.
16. Angelakis AN, Koutsoyiannis D, Tchobanoglous G. Urban wastewater and stormwater technologies in ancient Greece. *Water Research*. 2005;39(1): 210-220.
17. Drechsel P, Scott A, Sally R, et al. Wastewater irrigation and health. In: Drechsel P, Scott CA, Raschid-Sally L, Redwood M, Bahri A (eds.) *Assessing and mitigating risk in low-income countries*. London, United Kingdom: International Water Management Institute; 2010.
18. Scheierling SM, Bartone CR, Mara DD, et al. Towards an agenda for improving wastewater use in agriculture. *Water International*. 2011;36(4): 420-440.
19. WHO. Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater. Volume II: Wastewater Use in Agriculture, World Health Organization, France; 2006.
20. Duman H. Arıtılmış kentsel atık suların sulamada yeniden kullanımı; Kayseri atıksu arıtma tesisi örneği. Ankara: Uzmanlık Tezi, Çevre ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü; 2017.
21. Meyer JL. California agriculture. *Area Soil and Water*. 1977;31(5): 1.
22. Ioannis KK, Christos A, Dimitrios K, et al. Wastewater reuse planning in agriculture: the case of Aitolokarnania, Western Greece. *Water*. 2011;3(4): 988-1004.
23. Contreras JD, Meza R, Siebe C, et al. Health risks from exposure to untreated wastewater used for irrigation in the Mezquital Valley, Mexico: A 25-year update. *Water Research*. 2017;123: 834-850.
24. Lonigro A, Rubino P, Lacasella V, et al. Faecal pollution on vegetables and soil drip irrigated with treated municipal wastewaters. *Agricultural Water Management*. 2016;174: 66-73.
25. Abdelraouf RE, Essam MH, Sahar EAM. Sustainable management of drainage water of fish farms in agriculture as a new source for irrigation and bio-source for fertilizing. *Agricultural Sciences*. 2014;5(8): 730-742.
26. Sonia S, Balaji S, Binoy S, et al. Comparative values of various wastewater streams as a soil nutrient source. *Chemosphere*. 2018;192: 272-281.
27. Jiménez B, Drechsel P, Koné D, et al. Wastewater. In: Raschid-sally L, Redwood M, Bahri A (eds.) *Wastewater irrigation and health: Assessing and mitigating risk in low-income countries*. London: Earthscan; 2010.
28. Qadir M, Wichelns D, Raschid-Sally L, et al. Agricultural use of marginal-quality water: Opportunities and challenges. In: Moden D (ed.) *Water Management in Agriculture*. London, United Kingdom: International Water Management Institute; 2007.

29. Scheierling SM, Bartone C, Mara DD, et al. Improving wastewater use in agriculture an emerging priority. In: Techonology and Water Department (ed.) *The World Bank Water*. Anchor Energy; 2007.
30. Winpenny JT, Heinz I, Koo OS. The wealth of waste: the economics of wastewater use in agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome, Italy; 2010.
31. Qadir M, Scott CA, Non-pathogenic trade-offs of wastewater irrigation. In: Drechsel P, Scott CA, Raschid-Sally L, Redwood M, Bahri A (eds.) *Wastewater irrigation and health: Assessing and mitigating risk in low income countries*. London, United Kingdom: International Water Management Institute; 2010.
32. Becerra-Castro C, Lopes AR, Vaz-Moreira I, et al. Wastewater reuse in irrigation: A microbiological perspective on implications in soil fertility and human and environmental health. *Environment International*. 2015;75: 117-135.
33. Quist JCA, Macedonio F, Drioli E. Membrane technology for water production in agriculture: desalination and wastewater reuse. *Desalination*, 2015;364: 17-32
34. Angela L, Giuseppe G, Anna G, et al. Agro-industrial wastewater reuse for irrigation of a vegetable crop succession under Mediterranean conditions. *Agricultural Water Management*. 2018;196: 1-14.
35. Nordin N, Selamat J. Heavy metals in spices and herbs from wholesale markets in Malaysia. *Food Additives Contaminants*. 2013;6(1): 36-40.
36. Adejumo AI, Olugbenga SB, Abimbola PO, et al. Wastewater conservation and reuse in quality vegetable cultivation: overview, challenges and future prospects. *Food Control*. 2019;98: 489-500
37. Matamoros V, Sala L, Salvadó V. Evaluation of a biologically based filtration water reclamation plant for removing emerging contaminants: a pilot plant study. *Bioresource Technology*, 2012;104: 243-249.
38. Üzen N. Fiziksel olarak arıtılmış evsel atık suların pamuk (*Gossypium Hirsutum* L.) verim ve kalitesi ile toprak kirliliğine etkisi. Adana: Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2014.
39. Pereira BFF, He Z, Stoffella PJ, et al. Nutrients and nonessential elements in soil after 11 years of wastewater irrigation. *Jornal Environmental Quality*. 2012;41: 920-927.
40. Yerli C, Çakmakçı T, Sahin U, et al. Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 2020;9(özel sayı): 103-114.
41. Agyei PA, Ensink J. Wastewater use in urban agriculture: an exposure and risk assessment in Accra, Ghana. *Journal of Science and Technology*. 2016;36(1): 7-14.
42. Mapanda F, Mangwayana EN, Nyamangara J, et al. The effect of longterm irrigation using wastewater on heavy metal contents of soils under vegetables in Harare, Zimbabwe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2005;107: 151-165.
43. Talipoğlu Z. Evsel atık suların tarımsal amaçlı geri kazanılabilirliğinin araştırılması. Bursa: Yüksek Lisans Tezi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2012.
44. Warrington DN, Goldstein D, Levy GJ. Clay translocation within the soil profile as affected by intensive irrigation with treated wastewater. *Soil Science*. 2007; 172:692-700.
45. Sahin U, Anapali O, Donmez MF, et al. Biological treatment of clogged emitters in a drip irrigation system. *Journal of Environmental Management*. 2005;76: 338-341.
46. Tunç T. Farklı işlemlerle arıtılmış atıksuların sulamada kullanımının toprak ve bitki özellikleri ile su kullanımına etkisi. Erzurum: Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü; 2013.
47. Tüfenkci Ş, Yerli C, Çakmakçı, T. Toprakta CO<sub>2</sub> salınımına bir bakış. In: Atılğan A, Erdal I, Boyacı S (eds.) *Biyosistem Mühendisliği II*. Akademisyen Yayınevi; 2021. p. 117-128.
48. Chen GC, Tam NFY, Wong YS, et al. Effect of wastewater discharge on greenhouse gas fluxes from mangrove soils. *Atmospheric Environment*. 2011; 45(5):1110-1115.
49. Yerli C, Sahin U, Cakmakci T, et al. Effects of agricultural applications on CO<sub>2</sub> emission and ways to reduce. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2019;7(9): 1446-1456.