

## Tarımda Su Kıtlığına Yenilikçi Çözüm : 'Hidrojeller'

Sevgi KEMEC\* 

\* Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kimya Mühendisliği, Bursa, Türkiye  
Sorumlu Yazar: Sevgi KEMEC, Email: [sevgikemec@gmail.com](mailto:sevgikemec@gmail.com)

### Özet

Günümüzde iklim değişikliğinin çok yönlü etkileri, artan gıda talebi ve nüfus artışı su tüketimini ciddi ölçüde arttırmakta, su kaynaklarının kontrolsüz şekilde azalması ise günümüz dünyasının önemli sorunlarından biri olan su kıtlığına sebep olmaktadır. Yüksek miktarda su tutabilme/salabilme, tekrar kullanılabilme, zararsız ve ekonomik olma gibi özellikleri nedeniyle hidrojellerin kullanılması su kıtlığını önlemek için son derece yenilikçi bir çözümdür. Hidrojellerin tarımsal uygulamalarda doğru ve bilinçli kullanımı; (i) tarımda su ve toprak verimliliğinin artırılmasını (ii) doğal çevrenin güvenliğinin sağlanmasını ve arazi erozyonunun önlemesini (iii) kurak bölgelerde bitki gelişiminin ıslah edilmesini ve (iv) tarım kimyasallarının kontrollü ve etkili kullanılabilmesini sağlamaktadır. Bu derleme makalede, hidrojellerin tarımsal uygulamalarda sağladığı avantajlardan, hidrojellerin su tutma mekanizmasından ve bu konuda önceden yapılmış çalışmalardan kısaca bahsedilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Hidrojeller, tarımda hidrojel kullanımı, tarımda su kıtlığı

## Innovative Solution to Water Scarcity in Agriculture: 'Hydrogels'

### Abstract

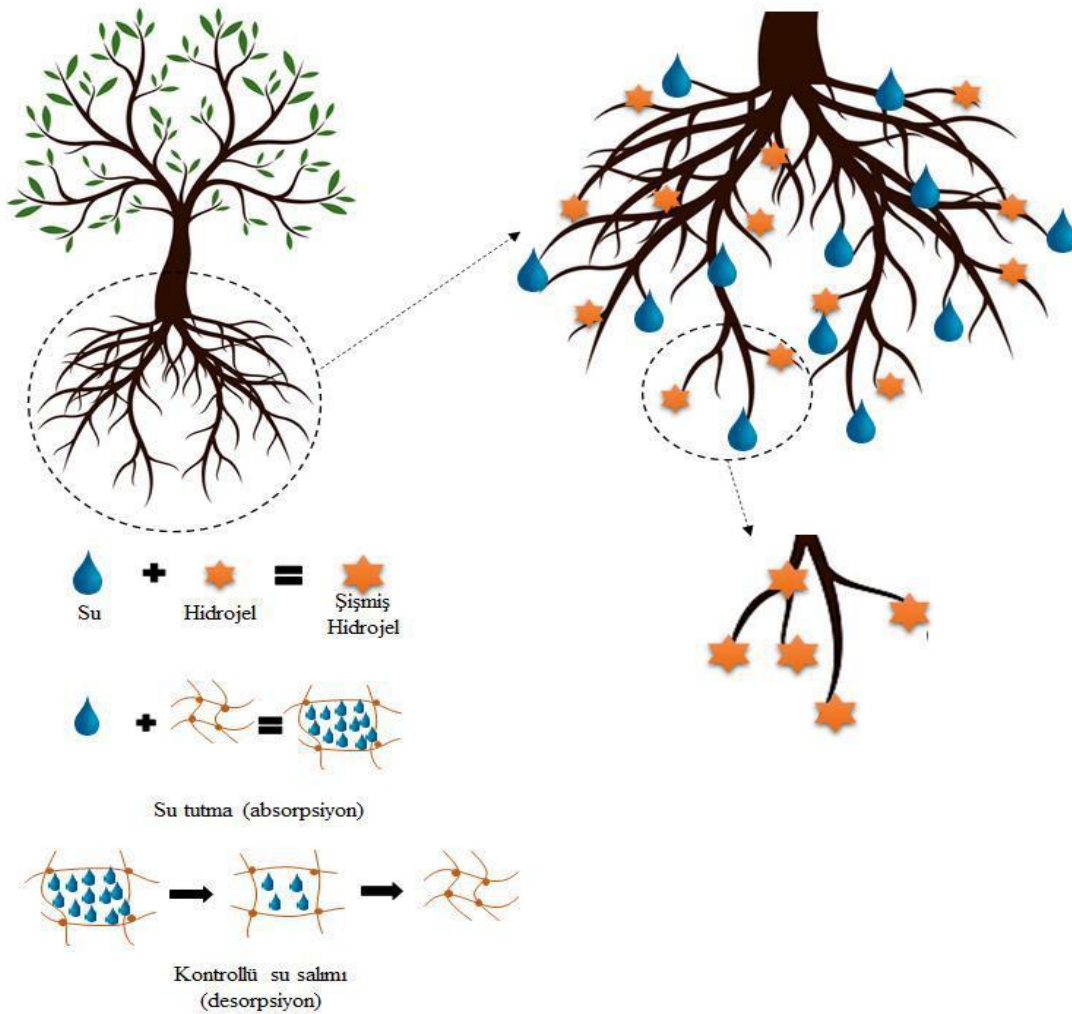
Nowadays, the multifaceted effects of climate change, increasing food demand, and population growth significantly increase water consumption, and the uncontrolled decrease in water resources causes water scarcity, which is one of the important problems of today's world. The use of hydrogels is a highly innovative solution to prevent water shortages, due to their high water retention/release, reusability, and being harmless and economic. The accurate and conscious use of hydrogels in agricultural applications. (i) increases water and soil productivity in agriculture (ii) ensures the safety of the natural environment and prevents land erosion (iii) improves plant growth in arid regions and (iv) enables the use of agricultural chemicals controlled and effectively. In this review article, the advantages of hydrogels in agricultural applications, the water retention mechanism of hydrogels, and previous studies on this subject will be mentioned briefly.

**Key Words:** Hydrogels, using hydrogels in agriculture, water scarcity in agriculture

## GİRİŞ

Hidrojel, yapısında yüksek miktarda su tutabilen, çapraz bağ yapılı polimerlere verilen isimdir (Ahmed, 2015; Peppas & Hoffman, 2020). Çapraz bağ yapısına sahip olması nedeniyle su ve sulu çözeltilerde çözünmemektedir (Wang ark., 2020). Sıvı emme kapasitesi ve mekanik direncinin yüksek olması, toksik etkiye sahip olmaması ve düşük maliyetli olması nedenleriyle hidrojeller başta kontrollü salım sistemleri olmak üzere hijyen ürünleri ve tarımsal uygulamalar gibi birçok farklı alanda kullanılmaktadırlar (Bahram ark., 2016; Singh ark., 2021; Zhan ark., 2021).

Günümüzde iklim değişikliğinin çok yönlü etkileri, artan gıda talebi ve nüfus artışı su tüketimini ciddi ölçüde arttırmakta, su kaynaklarının kontrolsüz şekilde azalması ise günümüz küresel sorunlarından biri olan su kıtlığına sebep olmaktadır (Kumari ark., 2021; Zulfiqar ark., 2021). Son derece ciddi bir sorun haline gelen su kıtlığı tarımsal kalkınma ve gıda güvenliği bakımından tehlike oluşturmaktadır (Chang ark., 2021; Dinar ark., 2019). 2030 yılına kadar dünyada su talebinin yaklaşık %50 artması beklenmekte ve su kaynaklarının bu talep için yeterli olmadığı öngörülmektedir (Kashyap ark., 2015). Bu talebin karşılanabilmesi için yapılarında yüksek miktarda su tutabilme, emilen suyun neredeyse tamamını salabilme ve kuruduktan sonra tekrar kullanılabilme özelliklerine sahip hidrojellerin geliştirilmesi son derece yenilikçi bir çözümdür. Hidrojellerin toprak ve su ile etkileşiminin şematik bir gösterimi Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1: Hidrojellerin toprak ve su ile etkileşiminin şematik bir gösterimi (Singh ark., 2021).

Suyun emilim/salınım döngüsel sürecini veren bu şekilden görüleceği üzere hidrojeller bitkinin kök kollarını sarmakta, fazla suyu osmoz yoluyla emerek daha yavaş ve etkili bir şekilde salımında rol oynamaktadırlar (Bauli ark., 2021). Bitkinin kök bölgesinde toprağın kuruması ile bitkiye su ve besin sağlamaktadırlar. Tarımsal uygulamalarda hidrojel kullanımı toprak geçirgenliğini değiştirerek suyun buharlaşma/süzülme oranlarını etkilemektedir. Hidrojel kullanımı sayesinde tarımda doğal çevrenin güvenliği sağlanırken, toprak ve su verimliliği artırılmakta ve arazi erozyonunun önüne geçilmektedir. Aynı zamanda toprağın yapısı, geçirgenliği ve havalandırılması iyileştirilerek kuraklığın önüne geçilmekte ve ürün verimliliği artırılmaktadır (Yazdani et al., 2007). Hidrojeller, tarımda su tüketme miktarını azaltırken, yağmur ve sulama sularını hapsederek uzun süreler boyunca tarım mahsullerinin ihtiyaçlarına bağlı olarak kademeli şekilde salınmasında rol oynamaktadırlar. Çok farklı türde toprakla uyumlu ve bitki performansını ve verimini artırıcı etkiye sahiptirler. Özellikle kurak bölgelerde bitki gelişiminin ıslah edilmesi, tohumun kolaylıkla çimlendirilmesi ve bitkinin kök bölgesinde bir su deposu görevi görerek bitkinin suyu yeterli miktarda ve kontrollü bir şekilde alması gibi avantajlar sunmaktadırlar (El-Hady ark., 1981). Bunların yanı sıra toprak verimliliğini azaltan zararlı etkilere karşı (böcekler, hastalıklar vb.) kullanılan tarım kimyasallarının düşük dozda dahi yüksek verimlilikle etki etmesini sağlamaktadırlar (Beyene ark., 2016).

Sunduğu avantajlar ve su tüketimi için sağladığı yenilikçi yaklaşım nedeniyle tarımsal uygulamalarda hidrojel kullanımı üzerine çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde Koupai ve arkadaşları (2008), Super ABA A200 hidrojel (4 ve 6 g hidrojel/kg toprak) kullanarak Oval Yapraklı Kurtbağrı bitkisinin gelişimi üzerindeki etkisini incelemiş ve hidrojel kullanımına bağlı olarak kullanılabilir su içeriğinin arttığını böylece sulama sıklığının azaldığını saptamışlardır (Koupai ark., 2008). Bir diğer çalışmada El-Asmar ve arkadaşları (2017), Fıstık Çamı yetiştirilmesinde kullanılan kil ve kumlu kil karışımı toprağa farklı oranlarda (0, 1, 2, ve 4 g hidrojel/kg toprak) Stockosorb® 660 hidrojel karıştırmışlardır. Çalışma sonucunda hidrojel ilave edilen toprağın su tutma kapasitesinin başlangıçta kullanılan toprağa göre büyük oranda arttığı belirlenmiştir (El-Asmar ark., 2017). Luo ve diğerleri (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise Stockosorb K 400 hidrojelinin Fırat Kavağı (Çöl Kavağı) ağacının gelişimi üzerindeki etkisi 22 °C ve nem oranı %67 olan karanlık ortamda üç hafta boyunca incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda hidrojel kullanımına bağlı olarak ağacın gelişiminin olumlu yönde etkilendiği ve su kullanımının iyileştiği görülmüştür (Luo ark., 2009). Gonzalez Gomez ve çalışma arkadaşları (2017), kitosan-poli(vinil alkol) (Cs-PVA) hidrojinin karpuz bitkisinin gelişimi üzerindeki etkisini belirli koşullar altında (sıcaklık:30°C, bağıl nem:%60) incelemişlerdir. Bu çalışma ile hidrojel varlığında bitkinin daha iyi büyüyüp geliştiği, hatta gövde uzunluğunun neredeyse %7 oranında arttığı belirlenmiştir (González Gómez ark., 2017).

Tarımda yüksek verimlilik, uzun süreli kullanım, sıfır toksite gibi özelliklere sahip hidrojel kullanımı sürdürülebilirlik ve yeşil çevre yaklaşımı bakımından son derece önemlidir. Tarımsal uygulamalarda genellikle bu özelliklere sahip poliakrilamid hidrojel kullanılmakla birlikte potasyum poliakrilat, çapraz bağlı poliakrilat ve akrilamid-akrilat gibi hidrojeller kullanılmaktadır (Abobatta, 2018). Ayrıca kolajen ve jelatin gibi proteinlerden ve aljinat ve agaroz gibi polisakkaritlerden elde edilen biyo esaslı hidrojellerin kullanımı da son zamanlarda öne çıkmaktadır (Neethu ark., 2018; Song ark., 2020). Montesano ve arkadaşlarının 2015 yılında yapmış olduğu çalışmada biyobozunur hidrojellerin turp ve salatalık yetiştiriciliğindeki etkisine yer verilmiştir. Kumlu toprağa karıştırdıkları biyobozunur süper emici selüloz bazlı hidrojinin (0, 0.5, 1.0 ve 2.0 w/w) bitkiler üzerindeki etkisini belirli şartlarda (25°C, fotoperiyot süresi: karanlıkta 72 saat) inceledikleri çalışma sonucunda fitotoksite etkisi göstermeksizin turp tohumunun çimlenme hızının arttığı ve hidrojel kullanımına bağlı olarak salatalık bitkisinin gelişiminin, bitki boyunun ve yaprak genişliğinin arttığı belirlenmiştir (Montesano ark., 2015).

## SONUÇ

Günümüzde gıda güvenliği ve canlı yaşamın devamlılığı için vazgeçilmez bir kaynak olan su; nüfus artışı, iklim değişikliğinin çok yönlü etkileri ve çarpık sanayileşme nedenleriyle hızla tükenmektedir. Suyun bu denli kontrolsüz ve bilinçsizce kullanımı tarımsal kalkınma açısından tehlike oluşturmaktadır. Bu sorunun önüne geçmek için tarımda ağırlıklarının yüzlerce katı suyu tutabilme/salabilme ve tekrar kullanılabilme özelliklerine sahip hidrojellerin kullanımı son derece yenilikçi ve gelişmekte olan bir konudur. Günümüzde tarımsal uygulamalarda hidrojel kullanımının yaygınlaşmasının başlıca nedenleri;

(i) su kıtlığının önüne geçilmesi, (ii) tarımda su, toprak ve ürün verimliliğinin artırılması (ii) doğal çevrenin güvenliğinin sağlanması ve arazi erozyonunun önlenmesi (iii) özellikle kurak bölgelerde bitki gelişiminin ıslah edilmesi ve (iv) tarım kimyasallarının kontrollü ve etkili kullanılabilmesidir. Sağlamaktadır. Aynı zamanda literatür incelemesi yapıldığında “*sürdürülebilirlik*” ve “*yeşil çevre*” yaklaşımı için tarımsal uygulamalarda hidrojel kullanımının giderek yaygınlaşacağı öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abobatta, W., 2018. Impact of hydrogel polymer in agricultural sector. Adv. Agric. Environ. Sci. 1 (2), 59–64.
- Ahmed, E. M. 2015. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. Journal of Advanced Research, 6(2), 105–121.
- Bahram, M., Mohseni, N., & Moghtader, M. 2016. An Introduction to Hydrogels and Some Recent Applications. Emerging Concepts in Analysis and Applications of Hydrogels.
- Bauli, C. R., Lima, G. F., de Souza, A. G., Ferreira, R. R., & Rosa, D. S. 2021. Eco-friendly carboxymethyl cellulose hydrogels filled with nanocellulose or nanoclays for agriculture applications as soil conditioning and nutrient carrier and their impact on cucumber growing. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 623, 126771.
- Beyene, A. G., Demirer, G. S., & Landry, M. P. 2016. Nanoparticle-Templated Molecular Recognition Platforms for Detection of Biological Analytes. Current Protocols in Chemical Biology, 8(3), 197–223.
- Chang, L., Xu, L., Liu, Y., & Qiu, D. 2021. Superabsorbent polymers used for agricultural water retention. Polymer Testing, 94, 107021.
- Dinar, A., Tieu, A., & Huynh, H. 2019. Water scarcity impacts on global food production. Global Food Security, 23, 212–226.
- El-Asmar, J., Jaafar, H., Bashour, I., Farran, M. T., & Saoud, I. P. 2017. Hydrogel Banding Improves Plant Growth, Survival, and Water Use Efficiency in Two Calcareous Soils. Clean- Soil, Air, Water, 45(7).
- El-Hady, O.A., Tayel, M.Y., Lotfy, A.A., 1981. Super Gel as a soil conditioner: its effect on plant growth, enzymes activity, water use efficiency and nutrient uptake. Acta Hort. 119 (22), 257–266.
- González Gómez, H., Ramírez Godina, F., Ortega Ortiz, H., Benavides Mendoza, A., Robledo Torres, V., & Cabrera De la Fuente, M. 2017. Use of Chitosan-PVA Hydrogels with Copper Nanoparticles to Improve the Growth of Grafted Watermelon. Molecules (Basel, Switzerland), 22(7).
- Kashyap, P. L., Xiang, X., & Heiden, P. 2015. Chitosan nanoparticle based delivery systems for sustainable agriculture. International Journal of Biological Macromolecules, 77, 36–51.

- Koupai, J. A., Eslamian, S. S., & Kazemi, J. A. 2008. Enhancing the available water content in unsaturated soil zone using hydrogel, to improve plant growth indices. *Ecohydrology & Hydrobiology*, 8(1), 67–75.
- Kumari, U., Swamy, K., Gupta, A., Karri, R. R., & Meikap, B. C. 2021. Global water challenge and future perspective. *Green Technologies for the Defluoridation of Water*, 197–212.
- Luo, Z. bin, Li, K., Jiang, X., & Polle, A. 2009. Ectomycorrhizal fungus (*Paxillus involutus*) and hydrogels affect performance of *Populus euphratica* exposed to drought stress. *Annals of Forest Science* 2009 66:1, 66(1), 106–106.
- Montesano, F. F., Parente, A., Santamaria, P., Sannino, A., & Serio, F. 2015. Biodegradable Superabsorbent Hydrogel Increases Water Retention Properties of Growing Media and Plant Growth. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 4, 451–458.
- Neethu, T. M., Dubey, P. K., & Kaswala, A. R. 2018. Prospects and Applications of Hydrogel Technology in Agriculture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(05), 3155–3162.
- Peppas, N. A., & Hoffman, A. S. 2020. Hydrogels. *Biomaterials Science*, 153–166.
- Singh, N., Agarwal, S., Jain, A., & Khan, S. 2021. 3-Dimensional cross linked hydrophilic polymeric network “hydrogels”: An agriculture boom. *Agricultural Water Management*, 253, 106939.
- Song, B., Liang, H., Sun, R., Peng, P., Jiang, Y., & She, D. 2020. Hydrogel synthesis based on lignin/sodium alginate and application in agriculture. *International Journal of Biological Macromolecules*, 144, 219–230.
- Wang, W., Narain, R., & Zeng, H. 2020. Hydrogels. *Polymer Science and Nanotechnology: Fundamentals and Applications*, 203–244.
- Yazdani, F., Allahdadi, I., & Akbari, G. A. 2007. Impact of superabsorbent polymer on yield and growth analysis of soybean (*Glycine max L.*) under drought stress condition. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(23), 4190–4196.
- Zhan, Y., Fu, W., Xing, Y., Ma, X., & Chen, C. 2021. Advances in versatile anti-swelling polymer hydrogels. *Materials Science and Engineering: C*, 127, 112208.
- Zulfiqar, F., Zubair, M., & Ullah, R. 2021. Climate-induced water scarcity and the effectiveness of community-based water resource management. *Natural Resource Governance in Asia*, 343– 351