

## BÖLÜM 7

# TOPRAK MİKROORGANİZMALARI

*Ali Rıza DEMİRKIRAN<sup>1</sup>  
Nureddin ÖNER<sup>2</sup>*

Organizmalar ile onların çevreleri aralarındaki ilişkileri açıklayan bilim dalı ekoloji olarak tanımlanmıştır. Belirli bir hayat ortamında (biyotop) bulunan organizmaların birliği hayat birliği (biyosönoz) olarak tanımlanır. Değişik ekosistemlerdeki hayat birlikleri içinde farklı canlı toplumları (biyosönler) bulunmaktadır. Hayat birliktelikleri ve hayat ortamı ayrılmaz bir bütün olup, mükemmel bir sistemi oluşturmaktadırlar. Ekosistem; birbirinin özelliklerini etkileyen, aralarında karşılıklı ilişkiler bulunan ve mevcut sistemin gelişimi ve varlığını sürdürmesi için gerekli olan organizmalarla, bunların cansız çevrelerinde oluşan fonksiyonel ve mükemmel bir ünedir. Toprak biyolojisi ve toprak mikrobiyolojisi ise, toprakta yaşayan organizmaların birbiri ile ve toprağın cansız (abiyotik) kısmı ile bu ilişkilerini ve faaliyetlerini araştırmaktadır. Bu bilim alanı, zooloji, mikrobiyoloji, botanik ve toprak bilimleri arasında ilişki kurarak bu alanlarla ilgili pek çok konuyu ele alan bir bilim dalı niteliği taşır.

Mikroorganizmalar, yeryüzünde bitki ve hayvanların ortaya çıkışından milyonlarca yıl önce var olmuşlardır. Dünya üzerindeki yaşamın sürdürülmesinde ve desteklenmesinde, hiçbir canlı grubu mikroorganizmalar kadar önemli bir role sahip değildir. Bu canlıların büyük çoğunluğu toprak kökenlidir ya da

<sup>1</sup> Prof. Dr., Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, ademirkiran@bingol.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0086-0137.

<sup>2</sup> Dr. Öğr. Üyesi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fethiye Ali Sıtkı Mefharet Koçman MYO, nureddinoner@mu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-9314-8108

DOI: xxxx

robiyal aktiviteyi doğrudan etkilediği dinamik bir toprak katmanıdır. Toprak sistemindeki bu ilişkiler, çevresel koşulların etkisiyle fizyolojik, kimyasal ve biyolojik bileşikler arasında meydana gelen çok sayıda ve karmaşık etkileşimlerle şekillenmektedir. Toprak kaynaklı mikroorganizmalar, kök-toprak etkileşimi ve bitki kökleri ile sürekli bir etkileşim içerisinde. Yararlı mikroorganizmalar, özellikle bitkisel üretimde önemli roller üstlenmekte olup, son yıllarda bitkilerle etkileşimleri, mekanizmaları ve bitkiye sağladıkları faydalar üzerine yapılan araştırmalar yoğunlaşmıştır. Bu değerlendirmeler ışığında toprak mikroorganizmalarının birbirleriyle ve rizosferdeki olumlu etkileşimleri göz önünde tutularak tarımsal açıdan değerlendirilmeli, toprak verimliliğinde, bitkilerin gelişiminde, bitki besin maddelerinin alınımında ve toprak kaynaklı hastalık etmenlerine karşı etkinliklerin artırılmasındaki yararlı etkilerine önem verilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Okur N. Toprak mikrobiyolojisinin Türkiye'deki dünü, bugünü ve yarını. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi. 2012;1(1): 9-12.
- Çakır M, Makineci E. Toprak faunası: Sınıflandırılması ve besin ağındaki yeri. Journal of the Faculty of Forestry. 2011;61(2): 139-152.
- Karaçal İ. Toprak Verimliliği. Nobel Yayın No: 1335, 2008. Ankara
- Karapire M, Özgönen H. Doğada yararlı mikroorganizmalar arasındaki etkileşimler ve tarımsal üretimde önemi. TBD Dergisi. 2013;(2): 149-157.
- Bastas KK. İklim değişikliğinin bitki-faydalı mikroorganizma etkileşimleri üzerindeki etkileri. TJAF Sci. and Tech. 2021;9: 2594-2603.
- Etem F, Türkmen C. Humik asit ve mikrobiyal gübre uygulamalarının toprak biyokimyasal özellikleri ve agregat stabilitesine etkisi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi. 2023;11(2): 286-299.
- Altın N, Bora T. Bitki gelişimini uyarıcı kök bakterilerinin genel özellikleri ve etkileri. AETA Dergisi. 2005;15(2): 87-103.
- Efe R. Coğrafyada beş temel kavram ve bunların öğretim metot ve teknikleri. Marmara Coğrafya Dergisi. 2002;(5): 27-41.
- Ulukent AN. Avrupa birliği çevre politikaları ve Türkiye, Trakya Ü. Sosyal Bilimler E. Yüksek Lisans Tezi, Edirne, 2010. sh.110.
- Akkaya SE, Kıvanç M. Termofil bakteriler. Afyon Kocatepe Univ. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi. 2008;8(2): 61-70.
- Töman U, Çeker E. Mikroorganizmaların özelliklerini anlama düzeylerinin belirlenmesine yönelik gelişimsel bir çalışma. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 2019;10(3): 570-584.
- Diniz G, Karakayalı EM, Aycan İ, Ertürk G, Uysal G. Mikroorganizmaların keşfi ve mikrobiyolojinin tarihçesi. İzmir Tıp Fakültesi Dergisi. 2022;1(2): 49-55.
- Posten CH, Cooney CL. Growth of microorganisms. Biotech. 1993;1: 111-162.
- Gilbert P, Brown MR. Microorganisms in liquid media: Effects of growth rate and nutrient limitation. Microbiological Quality Assurance: A Guide towards relevance and reproducibility of inocula; 2018.
- Aragno M. Responses of microorganisms to temperature. In Physiological plant ecology: Responses to the physical environment, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. 1981. pp. 339-369.

16. Stolp H. Microbial ecology. Cambridge University Press, 1988.
17. McDonnell GE. Antisepsis, disinfection, and sterilization: types, action, and resistance. John Wiley & Sons, 2020.
18. Doğan M. Genel Mikrobiyoloji ve Gıda Mikrobiyolojisine Giriş. Nobel Akademik Yayınları, Ankara. 2020. s. 137-159..
19. Dervash M, Bhat R, Mushtaq N, Singh V. Dynamics and importance of soil mesofauna. Int. J. of Adv. Res. in Sci.&Eng. 2018;7(4):2010-2019.
20. Kanhere A, Bansal M. Similarities and differences between prokaryotes and eukaryotes. Nucleic Acids Res. 2005;33(10): 3165-3175.
21. Sikorski J. The Prokaryotic Biology of Soil. Soil Organisms. 2015;87(1): 1-28.
22. Wang X, Xia K, Yang X, Tang C. Growth strategy of microbes on mixed carbon sources. Nature Communications. 2019;10(1): 1279.
23. Nannipieri P, Greco S, Ceccanti B. Ecological significance of the biological activity in soil. Soil Biochemistry. 2017;293-356.
24. Ertürk Ö, Aydın S, Karaman Ü, Odabaş Alver D. Genel Mikrobiyoloji. Nobel Yayınları No: 3442, Fen Bilimleri No: 171. 2022.
24. Boichenko VA. Photosynthetic units of phototrophic organisms. Biochemistry (Moscow). 2004;69: 471-484.
25. Rousk J, Baath E, Brookes PC, Lauber CL, Lozupone C, Caporaso JG, Knight R, Fierer N. Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. The ISME Journal. 2010;4(10): 1340-1351.
26. Tortora GJ, Funke BR, Case CL. *Microbiology: an introduction, Books a la Carte 11. Edition*. Benjamin-Cummings. Pearson Higher Ed.2015. <http://albedo.media/microbiology-an-introduction-books-a-la-carte-ed.html>
27. McCauley A, Jones C, Jacobsen J. Soil pH and organic matter. Nutrient management modülü. 2009;8(2): 1-12.
28. Hayat R, Ali S, Amara U, Khalid R, Ahmed I. Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: A review. Annals of Microbiology. 2010;60(4): 579–598.
29. Timofeeva AM, Galyamova MR, Sedykh SE. Plant growth-promoting soil bacteria: Nitrogen fixation, Plants. 2023;12(24), 4074.
30. Kishorekumar R, Bulle M, Wany A, Gupta KJ. An overview of important enzymes involved in nitrogen assimilation of plants. Methods in Molecular Biology. 2020. 2057, 1–13.
31. Chanway CP, Anand R, Yang H. Nitrogen fixation outside and inside plant tissues. Adv. in Biology and Ecology of Nitrogen Fix.; 2014; 3-21.
32. Peix A, Ramírez-Bahena MH, Velázquez E, Bedmar EJ. Bacterial associations with legumes. Reviews in Plant Sciences. 2015;34: 17–42.
33. Geddes BA, Oresnik IJ. The mechanism of symbiotic nitrogen fixation. Biological Nitrogen Fixation; 2016; 69–97.
34. Tang Q, Cotton A, Wei Z, Xia Y, Daniell T, Yan X. How does partial substitution of chemical fertiliser with organic forms increase sustainability of agricultural production? Sci.Total Env.2022;803, 149933.
35. Flora Y, Rabha P, Shinde A, Jha P, Jobby R. Nonsymbiotic bacteria for soil nitrogen fortification. Soil Nitrogen Eco.; 2021; 417–435.
36. Diksha V, Thakur K, Gupta CA. A study on nitrogen fixing ability of soil isolates and quantitative estimation of K solubilization by soil and plant isolates. Int. J. of Curr. Mic. & App. Sci. 2017; 6(12): 2641–2647.
37. Chennappa G, Naik MK, Amaresh YS, Nagaraja H, Sreenivasa MY. Azotobacter. Microorganisms for Sustainability; 2017. 6: 87–106.
38. Timofeeva AM, Galyamova MR, Sedykh SE. Bacterial siderophores. Plants. 2022;11(22), 3065.

39. Meurial D, Kumar CK, Sivakumar U. Isolation and characterization of N<sub>2</sub> fixing anaerobic bacteria from paddy ecosystem. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*; 2017; 6(6): 1691–1700.
40. Jurić S, Vojta L, Fulgosi H. Electron transfer routes in oxygenic photosynthesis. *Photosynthesis*. 2013;2: 25-46.
41. Sindhu SS, Phour M, Choudhary SR, Chaudhary D. Phosphorus cycling: Prospects of using rhizosphere microorganisms for improving phosphorus nutrition of plants. In *Phosphorus in Action*; 2014; 199–237.
42. Siddique R, Gul A, Ozturk M, Altay V. Phosphate solubilizing bacteria for soil sustainability. In *Handbook of Assisted and Amendment-Enhanced Sustainable Remediation Technology*; 2021; 423–435.
43. Ketani MA, Akbalık ME. Enzim histokimyası ve önemi. *Dicle Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*. 2015;(2): 50-71.
44. Benner SA. Enzyme kinetics and molecular evolution. *Chemical Reviews*. 1989;89(4): 789-806.
45. Rajin M. A current review on the application of enzymes in anaerobic digestion. *Applications and Effluent Treatment*; 2018; 55-70.
46. Burns RG, DeForest JL, Marxsen J, Sinsabaugh RL, Stromberger ME, Wallenstein MD, Weintraub MN, Zoppini A. Soil enzymes in a changing environment: current knowledge and future directions. *Soil Biology and Biochemistry*. 2013;58: 216-234.
47. Copeland RA. *Enzymes: a practical introduction to structure, mechanism, and data analysis*. John Wiley & Sons, 2023.
48. Hashim OH, Adnan NA. Coenzyme, cofactor and prosthetic group-ambiguous biochemical jargon. *Biochem. Education*. 1994;22(2): 93-94.
49. Thorn RG, Lynch MD. Fungi and eukaryotic algae. in E. A. Paul, ed. *Soil Microbiology, Biochemistry, and Ecology*. Elsevier, 2007.
50. Sylvia DM. *Mycorrhizal symbioses: In Principles and Applications of Soil Microbiology*. Upper Saddle River, 2005. 550p. Prentice Hall.
51. Marschner H. *Mycorrhizas. Mineral Nutrition of Higher Plants (Second Edition)*, Academic Press, 1995; pp566–595.
52. Ortaş İ, Ergün B, Ortakçı D, Ercan S, Köse Ö. Mikoriza sporlarının üretilmesi ve tarımda kullanılm alanaklarının irdelenmesi. *Doğa Dergisi*. 1999;4: 959968.
53. Bonfante-Fasolo P. Anatomy and Morphology of VA Mycorrhizae. In Powel CLI, Bagyaraj DJ (Ed.). *VA Mycorrhiza*. CRC Press, 1984. 240p.
54. Klironomos JN, McCune J, Hart M, Neville J. The influence of arbuscular mycorrhizae on the relationship between plant diversity and productivity. *Ecology Letters*. 2000;3:137-141.
55. Gange AC, Brown VK, Farmer LM. A test of mycorrhizal benefit in an early successional plant community. *New Phyt*. 1990;115: 85-91.
56. Demir S, Onoğur E. Bitkilerde VA mikoriza oluşumunun bitki besleme ve bitki korumadaki önemi. *Anadolu Dergisi*. 1999;9: 12–32.
57. Miller RM, Jastrow JD. Mycorrhizal fungi influence soil structure. In Kapulnik Y, Douds D. (Ed) *Mycorrhizas*. Springer, 2000. 378p.
58. Vymazal J. *Algae and element cycling in wetlands*. Lewis Publishers Boca Raton, Ann Arbor, London & Tokyo, 1995. p. 64.
59. Waaland JR. Commercial utilization, In *The biology of seaweeds*, London CS, Wynne JM Eds., University of California Press. 1981. p.726.
60. Chatzissavvidis C, Therios I. Role of algae in agriculture. *Seaweeds (Ed. Pomin VH)*. 2014:1-37.

61. Ozbay N, Demirkiran AR. Enhancement of growth in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) Plants with application of a commercial seaweed product, stimplex®. *Applied Ecology & Environmental Research*. 2019;17(2): 4361-4375.
62. Ventura M, Canchaya C, Tauch A, Chandra G, Fitzgerald GF, Chater KF, vanSinderen D. Genomics of actinobacteria. *MMBR*; 2007; 71: 495-548.
63. Sharma M, Dangi D, Choudhary M. Actinomycetes. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci*. 2014;3: 801-832.
64. Berdy J. Bioactive microbial metabolites. *J. Antibiot*. 2005;58: 1-26.
65. Anwar S, Ali B, Sajid I. Screening of rhizospheric actinomycetes for various invitro and in-vivo plant growth promoting (PGP) traits and for agroactive compounds. *Front Microbiol*. 2016;7: 1334.
66. Zhang MM, Wang Y, Anga EL, Zhao H. Engineering microbial host for production of bacterial natural products, NPR. 2016;33: 963-987.
67. Arunachalam R, Wesley EG, Annadurai GJ. Novel approaches for Identification of *Streptomyces nobertoensis* TBGH-V20 with cellulase production. *Curr. Res. Bacteriol*. 2010;3(1): 15-26.
68. Kulkarni N, Gadre RV. Production and properties of an alkaline, thermophilic lipase from *Pseudomonas fluorescens* NS2W. *J. Ind. Food. Microbiol*. 2002;28: 344-348.
69. El-Tarabily KA, Nassar AH, Sivasithamparam K. Promotion of growth of bean in a calcareous soil by a phosphate – solubilizing, rhizosphere-competent isolate of *M. endolithica*. *Appl. Soil. Ecol*. 2008;39: 161-171.
70. McCarthy AJ, Williams ST. Actinomycetes as agents of biodegradation in the environment a review. *Gene*. 1992;115: 189-192.
71. Trudgill DL. Management of plant parasitic nematodes. *SCRI Annual Report*; 1988; 66-82.
72. Koppenhöfer AM. Nematodes. In *Field Manual of Techniques in Invertebrate Pathology*. Dordrecht, The Netherlands; 2007. 868 pp.
73. Chilton NB, Huby-Chilton F, Gasser RB. First complete large subunit ribosomal RNA sequence and secondary structure for a parasitic nematode: phylogenetic and diagnostic implications. *MCP*. 2003;17: 33-39.
74. Viglierchio DR. *The World of Nematodes*. University of California, Davis, Sacramento, USA. 1991. 266 pp.
75. Yeates GW, Bongers T. Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 1999;74: 113-135.
76. Selosse MA, Baudoin E, Vandenkoornhuyse P. Symbiotic microorganisms. *Comptes Rendus Biologies*. 2004;327(7): 639-648.
77. Boucher DH, James S, Keeler KH. The ecology of mutualism. *Annual review of ecology and systematics*. 1982;13: 315-347.
78. Leung TL, Poulin R. Parasitism, commensalism, and mutualism: exploring the many shades of symbioses. *VM/L & Env*. 2008;107-115.
79. Sarsan S, Pandiyan A, Rodhe AV, Jagavati S. Synergistic interactions among microbial communities. *Microbes in Microbial Communities: Ecological and Applied Perspectives*; 2021; 1-37.
80. Ortiz, A.; Sansinenea, E. Recent advancements for microorganisms and their natural compounds useful in agriculture. *AMB*. 2021; 105, 891–897.
81. Fierer N, Schimel JP, Holden PA. Variations in microbial community composition through two soil depth profiles. *Soil Biology and Biochemistry*. 2003;35(1): 167-176.
82. Millar CE, Turk LM. *Fundamentals of soil science*. Daya Books, 2002.
83. Prusty BAK, Azeez PA. Humus. *J. Agr. Res. & Dev*. 2005;1: 1-12.67.
84. Drenovsky RE, Vo D, Graham KJ, Scow KM. Soil water content and organic carbon availability are major determinants of soil microbial community composition. *Microbial Ecology*. 2004;48: 424-430.

85. von Loosdrecht MC, Lyklema J, Norde W, Zehnder AJ. Influence of interfaces on microbial activity. *Microbiological Rev.* 1990;54(1): 75-87.
86. Conrad R. Soil microorganisms as controllers of atmospheric trace gases ( $H_2$ , CO,  $CH_4$ , OCS,  $N_2O$ , NO). *Mic. Reviews.* 1996;60(4): 609-640.
87. Ontman R, Groffman PM, Driscoll CT, Cheng Z. Surprising relationships between soil pH and microbial biomass and activity in a northern hardwood forest. *Biogeochemistry.* 2023;163(3): 265-277.
88. Liu Y, He N, Wen X, Xu L, Sun X, Yu G, Liang L, Schipper LA. The optimum temperature of soil microbial respiration: Patterns and controls. *Soil Biology and Biochemistry.* 2018;121: 35-42.