Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Editör

Çağdaş AKPINAR

Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi

© Copyright 2026

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Yayınevi'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kağıt ve/veya başka yöntemlerle çoğaltılamaz, basılamaz, dağıtılamaz. Tablo, şekil ve grafikler izin alınmadan, ticari amaçlı kullanılamaz. Bu kitap T.C. Kültür Bakanlığı bandrolü ile satılmaktadır.

ISBN
978-625-362-272-5

Kitap Adı
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme

Editör
Çağdaş AKPINAR
ORCID iD: 0000-0003-2783-397X

Yayın Koordinatörü
Yasin DİLMEN

Sayfa ve Kapak Tasarımı
Akademisyen Dizgi Ünitesi

Yayıncı Sertifika No
47518

Baskı ve Cilt
Vadi Matbaacılık

Bisac Code
TEC003120

DOI
10.37609/akya.4385

Kütüphane Kimlik Kartı
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme / ed. Çağdaş Akpınar .
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2026.
141 s. : tablo, şekil. ; 160x235 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253622725

GENEL DAĞITIM

Akademisyen Yayınevi

Halk Sokak 5 / A Yenişehir / Ankara
Tel: 0312 431 16 33
siparis@akademisyen.com

www.akademisyen.com

ÖN SÖZ

Akademisyen Yayınevi yöneticileri, yaklaşık 38 yıllık yayın tecrübesini, kendi tüzel kişiliklerine aktararak uzun zamandan beri, ticarî faaliyetlerini sürdürmektedir. Anılan süre içinde, başta sağlık ve sosyal bilimler, kültürel ve sanatsal konular dahil 4000'i aşkın kitabı yayımlamanın gururu içindedir. Uluslararası yayınevi olmanın alt yapısını tamamlayan Akademisyen, Türkçe ve yabancı dillerde yayın yapmanın yanında, küresel bir marka yaratmanın peşindedir.

Bilimsel ve düşünsel çalışmaların kalıcı belgeleri sayılan kitaplar, bilgi kayıt ortamı olarak yüzlerce yılın tanıklarıdır. Matbaanın icadıyla varoluşunu sağlam temellere oturtan kitabın geleceği, her ne kadar yeni buluşların yörüngesine taşınmış olsa da, daha uzun süre hayatımızda yer edineceği muhakkaktır.

Akademisyen Yayınevi, kendi adını taşıyan **"Bilimsel Araştırmalar Kitabı"** serisiyle Türkçe ve İngilizce olarak, uluslararası nitelik ve nicelikte, kitap yayımlama sürecini başlatmış bulunmaktadır. Her yıl Güz ve Bahar aylarında gerçekleşecek olan yayımlama süreci, tematik alt başlıklarla devam edecektir. Bu süreci destekleyen tüm hocalarımıza ve arka planda yer alan herkese teşekkür borçluyuz.

Akademisyen Yayınevi A.Ş.

İÇİNDEKİLER

Bölüm 1 Kuraklık ve Tuzlulukta Mikorizal Fungus ve Rizobakteri Temelli Rizosfer Yönetimi: Bitki Beslenmesi ve Besin Kullanım Etkinliği..... 1
Feyzullah ÖZTÜRK
Veysi AKŞAHİN
Sedef ÖZDEN

Bölüm 2 Bitkilerde Tuz Stresi ve Adaptasyon Mekanizmaları 23
Sema KARANLIK

Bölüm 3 Sürdürülebilir Tarım Sistemlerinde Alt Toprak Sağlığının Önemi 39
Sadiye TOZ

Bölüm 4 Tarım Topraklarında Karbon Sekestrasyonu ve Organik Madde Kalıcılığı İçin Zeytin Karasuyu Kullanım Potansiyelleri 61
Kemal DOĞAN
Funda IRMAK YILMAZ

Bölüm 5 Biyokömürün Toprak Biyolojisi Üzerine Etkileri 81
Funda IRMAK YILMAZ
Kemal DOĞAN

Bölüm 6 21. Yüzyılda Blueberry (Vaccinium Spp.) Araştırmalarında Bilimsel Yaklaşımlar: Bibliyometrik Bir Değerlendirme 97
Ayfer ALKAN TORUN
Serpil TANGOLAR
Veysi AKŞAHİN

Bölüm 7 Geleneksel Olarak Tüketilen Bazı Yabani Bitkilerin Besinsel Önemi ve Mikro Element İçeriklerinin Değerlendirilmesi 119
Özlem ETE AYDEMİR
Faruk ÖZKUTLU

YAZARLAR

Dr. Veysi AKŞAHİN
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme AD

Doç. Dr.. Özlem ETE AYDEMİR
Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD

Prof. Dr. Kemal DOĞAN
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD

Prof. Dr. Sema KARANLIK
Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD

Dr. Feyzullah ÖZTÜRK
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Sedef ÖZDEN
Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü

Prof. Dr. Faruk ÖZKUTLU
Ordu Üniversitesi,Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD

Prof. Dr. Serpil TANGOLAR
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri AD

Prof. Dr. Ayfer ALKAN TORUN
Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme AD

Dr. Sadiye TOZ
Çukurova Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç. Dr., Funda IRMAK YILMAZ
Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bïlïmï AD

Bölüm 1

KURAKLIK VE TUZLULUKTA MİKORİZAL FUNGUS VE RİZOBAKTERİ TEMELLİ RİZOSFER YÖNETİMİ: BİTKİ BESLENMESİ VE BESİN KULLANIM ETKİNLİĞİ

Feyzullah ÖZTÜRK[1]
Veysi AKŞAHİN[2]
Sedef ÖZDEN[3]

GİRİŞ

İklim değişikliği, tarımsal üretimi sınırlandıran çevresel streslerin şiddetini ve süresini artırmaktadır. Atmosferik buharlaşmadaki yükseliş kuraklığın şiddetlenmesine ve etkilenen alanların genişlemesine yol açarken [1], su kaynaklarının azalması, buharlaşma, düşük kaliteli sulama sularının kullanılması ve tuzların kök bölgesine taşınması tarım topraklarındaki tuzluluk riskini artırabilmektedir [2]. Kuraklık ve tuzluluğun etkileri; toprak özellikleri, bitki genotipi, gelişme dönemi ile stresin şiddet ve süresine göre değişmektedir.

Her iki stres de bitki gelişimini sınırlandırmanın yanında rizosferdeki besin hareketliliğini ve köklerin besin kazanımını değiştirmektedir. Kuraklıkta toprak su filmlerinin sürekliliğinin bozulması, kitle akımı ve difüzyonu yavaşlatarak özellikle P'nin kök yüzeyine ulaşmasını güçleştirmekte ve N ile P alımını baskılayabilmektedir [3]. Tuzlulukta ise ozmotik baskıya eşlik eden Na^+ ve Cl^- birikimi, K^+ başta olmak üzere temel besin elementlerinin alımını ve hücresel iyon dengesini bozmaktadır [4]. Bu koşullarda yalnızca gübre miktarının artırılması, besinlerin köke taşınması ve bitki tarafından kullanılmasındaki sınırlamaları ortadan kaldırmamaktadır. Bitki gereksinimi ve toprak koşullarıyla uyumlu olmayan gübreleme, besin kayıplarını ve çevresel baskıyı da artırabilmektedir

[1] Dr. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Ozturk2421@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-2468-9098

[2] Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, Veysiaksahin@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4406-9275

[3] Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü, sedef.ozden@tarimorman.gov.tr, ORCID iD: 000-0003-3180-5779

DOI: 10.37609/akya.4385.c20903

alındığında AMF ve PGPR uygulamaları mineral girdilerin doğrudan yerine geçen ürünler olarak değil, mevcut besin ve su kaynaklarının daha rasyonel kullanılmasını destekleyen biyolojik araçlar olarak konumlandırılabilir. Böylece kuraklık ve tuzluluğa uyum ile sürdürülebilir bitki besleme, rizosfer temelli bütünleşik bir yönetim yaklaşımında bir araya getirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Gebrechorkos, S.H., et al., *Warming accelerates global drought severity.* Nature, 2025. **642**(8068): p. 628-635.
2. Corwin, D.L., *Climate change impacts on soil salinity in agricultural areas.* European Journal of Soil Science, 2021. **72**(2): p. 842-862.
3. Bista, D.R., et al., *Effects of drought on nutrient uptake and the levels of nutrient-uptake proteins in roots of drought-sensitive and-tolerant grasses.* Plants, 2018. **7**(2): p. 28.
4. Munns, R. and M. Tester, *Mechanisms of salinity tolerance.* Annu. Rev. Plant Biol., 2008. **59**: p. 651-681.
5. Penuelas, J., F. Coello, and J. Sardans, *A better use of fertilizers is needed for global food security and environmental sustainability.* Agriculture & Food Security, 2023. **12**(1): p. 5.
6. Mahmud, K., et al., *Rhizosphere microbiome manipulation for sustainable crop production.* Current Plant Biology, 2021. **27**: p. 100210.
7. Singh, A., et al., *Phyto-microbiome to mitigate abiotic stress in crop plants.* Frontiers in Microbiology, 2023. **14**: p. 1210890.
8. Kuzyakov, Y. and B.S. Razavi, *Rhizosphere size and shape: temporal dynamics and spatial stationarity.* Soil Biology and Biochemistry, 2019. **135**: p. 343-360.
9. O'Callaghan, M., R.A. Ballard, and D. Wright, *Soil microbial inoculants for sustainable agriculture: Limitations and opportunities.* Soil Use and Management, 2022. **38**(3): p. 1340-1369.
10. Lopes, L.D., et al., *Sugars and jasmonic acid concentration in root exudates affect maize rhizosphere bacterial communities.* Applied and Environmental Microbiology, 2022. **88**(18): p. e00971-22.
11. Xu, Y., et al., *Mycorrhizal fungi alter root exudation to cultivate a beneficial microbiome for plant growth.* Functional Ecology, 2023. **37**(3): p. 664-675.
12. Congreves, K.A., et al., *Nitrogen use efficiency definitions of today and tomorrow.* Frontiers in Plant Science, 2021. **12**: p. 637108.
13. Richardson, A.E., et al., *Plant and microbial strategies to improve the phosphorus efficiency of agriculture.* Plant and soil, 2011. **349**(1): p. 121-156.
14. Smith, S.E. and F.A. Smith, *Roles of arbuscular mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales.* Annual review of plant biology, 2011. **62**(1): p. 227-250.
15. Backer, R., et al., *Plant growth-promoting rhizobacteria: context, mechanisms of action, and roadmap to commercialization of biostimulants for sustainable agriculture.* Frontiers in plant science, 2018. **9**: p. 402666.
16. Nacoon, S., et al., *Interaction between phosphate solubilizing bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on growth promotion and tuber inulin content of Helianthus tuberosus L.* Scientific reports, 2020. **10**(1): p. 4916.
17. Ortas, I., et al., *Growth media and mycorrhizal species effect on acclimatization and nutrient uptake of banana plantlets.* Scientia horticulturae, 2017. **217**: p. 55-60.
18. Boutasknit, A., et al., *Assemblage of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi and green waste compost enhance drought stress tolerance in carob (Ceratonia siliqua L.) trees.* Scientific Reports, 2021. **11**(1): p. 22835.

19. Nehela, Y., et al., *The integrated amendment of sodic-saline soils using biochar and plant growth-promoting rhizobacteria enhances maize (Zea mays L.) resilience to water salinity.* Plants, 2021. **10**(9): p. 1960.
20. Akpinar, C. and I. Ortas, *Impact of different doses of phosphorus fertilizer application on wheat yield, soil-plant nutrient uptake and soil carbon and nitrogen dynamics.* Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2023. **54**(11): p. 1537-1546.
21. He, M. and F.A. Dijkstra, *Drought effect on plant nitrogen and phosphorus: a meta-analysis.* New Phytologist, 2014. **204**(4): p. 924-931.
22. Kang, J., Y. Peng, and W. Xu, *Crop root responses to drought stress: molecular mechanisms, nutrient regulations, and interactions with microorganisms in the rhizosphere.* International Journal of Molecular Sciences, 2022. **23**(16): p. 9310.
23. Liu, C., et al., *Drought is threatening plant growth and soil nutrients of grassland ecosystems: A meta-analysis.* Ecology and Evolution, 2023. **13**(5): p. e10092.
24. Hosseini, S.S., A. Lakzian, and B.S. Razavi, *Reduction in root active zones under drought stress controls spatial distribution and catalytic efficiency of enzyme activities in rhizosphere of wheat.* Rhizosphere, 2022. **23**: p. 100561.
25. Zou, Y., Y. Zhang, and C. Testerink, *Root dynamic growth strategies in response to salinity.* Plant, Cell & Environment, 2022. **45**(3): p. 695-704.
26. Li, X., et al., *High salinity inhibits soil bacterial community mediating nitrogen cycling.* Applied and environmental microbiology, 2021. **87**(21): p. e01366-21.
27. Jarrell, W. and R. Beverly, *The dilution effect in plant nutrition studies.* Advances in agronomy, 1981. **34**: p. 197-224.
28. Tang, B., et al., *Arbuscular mycorrhizal fungi benefit plants in response to major global change factors.* Ecology Letters, 2023. **26**(12): p. 2087-2097.
29. Pauwels, R., J. Graefe, and M. Bitterlich, *An arbuscular mycorrhizal fungus alters soil water retention and hydraulic conductivity in a soil texture specific way.* Mycorrhiza, 2023. **33**(3): p. 165-179.
30. Bitterlich, M., et al., *Drought accentuates the role of mycorrhiza in phosphorus uptake, part II–The intraradical enzymatic response.* Soil Biology and Biochemistry, 2024. **193**: p. 109414.
31. Zaman, F., et al., *The pivotal role of arbuscular mycorrhizal fungi in enhancing plant biomass and nutrient availability under drought stress conditions: A global meta-analysis.* Science of The Total Environment, 2024. **955**: p. 176960.
32. Chandrasekaran, M., et al., *A meta-analysis of arbuscular mycorrhizal effects on plants grown under salt stress.* Mycorrhiza, 2014. **24**(8): p. 611-625.
33. Han, S., et al., *Enhancing salt tolerance in poplar seedlings through arbuscular mycorrhizal fungi symbiosis.* Plants, 2024. **13**(2): p. 233.
34. Peng, Z.-c., et al., *Arbuscular mycorrhizal fungi enhance soybean phosphorus uptake and soil fertility under saline-alkaline stress.* Scientific Reports, 2025. **15**(1): p. 31792.
35. Incesu, M., et al., *Influences of arbuscular mycorrhizal fungi on Diospyros lotus seedlings under salinity stress.* Frontiers in Plant Science, 2025. **16**: p. 1595144.
36. Ehinmitan, E., et al., *Biosolutions for green agriculture: unveiling the diverse roles of plant growth-promoting rhizobacteria.* International Journal of Microbiology, 2024. **2024**(1): p. 6181491.
37. Sarma, A.K. and K. Deka, *Plant growth promoting rhizobacteria: An option for reducing abiotic stress in plant.* Communications in Soil Science and Plant Analysis, 2024. **55**(15): p. 2267-2284.
38. Saad, M.M., A.A. Eida, and H. Hirt, *Tailoring plant-associated microbial inoculants in agriculture: a roadmap for successful application.* Journal of Experimental Botany, 2020. **71**(13): p. 3878-3901.
39. Nadeem, S.M., et al., *Appraising the potential of EPS-producing rhizobacteria with ACC-deaminase activity to improve growth and physiology of maize under drought stress.* Physiologia plantarum, 2021. **172**(2): p. 463-476.

40. Benmrid, B., et al., *Drought-tolerant rhizobacteria with predicted functional traits enhanced wheat growth and P uptake under moderate drought and low P-availability.* Microbiological Research, 2024. **285**: p. 127795.
41. Marik, D., et al., *Peribacillus frigoritolerans T7-IITJ, a potential biofertilizer, induces plant growth-promoting genes of Arabidopsis thaliana.* Journal of Applied Microbiology, 2024. **135**(4): p. lxae066.
42. Dong, H., et al., *Plant growth-promoting rhizobacteria Pseudomonas aeruginosa HG28-5 improves salt tolerance by regulating Na+/K+ homeostasis and ABA signaling pathway in tomato.* Microbiological Research, 2024. **283**: p. 127707.
43. Ullah, N., et al., *Appraisal for organic amendments and plant growth-promoting rhizobacteria to enhance crop productivity under drought stress: A review.* Journal of Agronomy and Crop Science, 2021. **207**(5): p. 783-802.
44. Shahid, M., et al., *Stress-tolerant endophytic isolate Priestia aryabhattai BPR-9 modulates physio-biochemical mechanisms in wheat (Triticum aestivum L.) for enhanced salt tolerance.* International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022. **19**(17): p. 10883.
45. Savastano, N. and H. Bais, *Synergism or antagonism: do arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting rhizobacteria work together to benefit plants?* international journal of plant biology, 2024. **15**(4): p. 944-958.
46. Wang, G., et al., *Arbuscular mycorrhizal fungi enhance plant phosphorus uptake through stimulating hyphosphere soil microbiome functional profiles for phosphorus turnover.* New phytologist, 2023. **238**(6): p. 2578-2593.
47. Ganugi, P., et al., *A response surface methodology approach to improve nitrogen use efficiency in maize by an optimal mycorrhiza-to-Bacillus co-inoculation rate.* Frontiers in Plant Science, 2022. **13**: p. 956391.
48. Silva, A.M., et al., *Can arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria facilitate 33P uptake in maize plants under water stress?* Microbiological research, 2023. **271**: p. 127350.
49. OpenAI. *Kuraklık ve tuzluluk koşullarında AMF ve PGPR temelli rizosfer yönetiminin bitki beslenmesine katkı sağlayabileceği başlıca süreçler [Yapay zekâ ile oluşturulmuş görsel]*. 2026; Available from: https://chatgpt.com/.
50. Begum, N., et al., *Co-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and the plant growth-promoting rhizobacteria improve growth and photosynthesis in tobacco under drought stress by up-regulating antioxidant and mineral nutrition metabolism.* Microbial ecology, 2022. **83**(4): p. 971-988.
51. Ashwin, R., D.J. Bagyaraj, and B.M. Raju, *Dual inoculation with rhizobia and arbuscular mycorrhizal fungus improves water stress tolerance and productivity in soybean.* Plant Stress, 2022. **4**: p. 100084.
52. Pérez-Moncada, U.A., et al., *Design of microbial consortia based on arbuscular mycorrhizal fungi, yeasts, and bacteria to improve the biochemical, nutritional, and physiological status of strawberry plants growing under water deficits.* Plants, 2024. **13**(11): p. 1556.
53. Dere, S., *Mitigating the adverse effects of salt stress on pepper plants through arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and beneficial bacterial (PGPR) inoculation.* Horticulturae, 2024. **10**(11): p. 1150.
54. Ouhaddou, R., et al., *Application of indigenous rhizospheric microorganisms and local compost as enhancers of lettuce growth, development, and salt stress tolerance.* Microorganisms, 2022. **10**(8): p. 1625.
55. Hui, Q., et al., *Inoculation with salt-tolerant rhizobia and AMF regulates K+/Na+ homeostasis in Robinia pseudoacacia L. alleviating salinity.* Plant, Cell & Environment, 2026. **49**(7): p. 4116-4133.
56. Veneklaas, E.J., et al., *Opportunities for improving phosphorus-use efficiency in crop plants.* New phytologist, 2012. **195**(2): p. 306-320.
57. OpenAI. *Kuraklık ve tuzluluk koşullarında besin edinim etkinliği ile bitki içi kullanım etkinliğinin bileşenleri [Yapay zekâ ile oluşturulmuş görsel]*. 2026; Available from: https://chatgpt.com/.

58. de Paiva, A.P.L., et al., *Azospirillum Brasilense Inoculation Combined with Different Levels of Nitrogen Fertilization and Its Effects on the Grain Sorghum Subjected to Water Restriction.* Revista Brasileira de Milho e Sorgo, 2021. **20**.
59. Varinderpal-Singh, et al., *Arbuscular mycorrhizal fungi and proximal sensing for improving nutrient use efficiencies in wheat (Triticum aestivum L.).* Journal of Plant Nutrition, 2022. **45**(9): p. 1291-1304.
60. Işık, M., et al., *Uzun Süreli Farklı Dozlarda Fosfor Uygulamalarının Mısır Bitkisinin Fosfor Kullanım Etkinliğinin Belirlenmesi.* Toprak Su Dergisi, 2021: p. 25-30.
61. Akpinar, C., *Interaction of phosphorus chemical fertilizer and biochar application on wheat plant.* Latin American Applied Research-An International Journal, 2024. **54**(2): p. 287-292.
62. Püschel, D., et al., *Drought accentuates the role of mycorrhiza in phosphorus uptake.* Soil Biology and Biochemistry, 2021. **157**: p. 108243.
63. Zaib, S., et al., *Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) Reduce Adverse Effects of Salinity and Drought Stresses by Regulating Nutritional Profile of Barley.* Applied and Environmental Soil Science, 2023. **2023**(1): p. 7261784.
64. Masrahi, A.S., et al., *Role of arbuscular mycorrhizal fungi and phosphate solubilizing bacteria in improving yield, yield components, and nutrients uptake of barley under salinity soil.* Agriculture, 2023. **13**(3): p. 537.
65. Ezzati Lotfabadi, Z., et al., *Arbuscular mycorrhizal fungi species improve the fatty acids profile and nutrients status of soybean cultivars grown under drought stress.* Journal of Applied Microbiology, 2022. **132**(3): p. 2177-2188.
66. Zhang, S., et al., *Arbuscular mycorrhizal fungi increase grain yields: a meta-analysis.* New Phytologist, 2019. **222**(1): p. 543-555.
67. Valenzuela, T., et al., *Systematic review reveals gaps in standardized protocol to determine efficacy of PGPB use in plants grown under abiotic stress conditions at the field level.* Rhizosphere, 2025: p. 101190.
68. Treseder, K.K., *The extent of mycorrhizal colonization of roots and its influence on plant growth and phosphorus content.* Plant and Soil, 2013. **371**(1): p. 1-13.
69. Sharma, S., et al., *The interaction between Rhizoglomus irregulare and hyphae attached phosphate solubilizing bacteria increases plant biomass of Solanum lycopersicum.* Microbiological research, 2020. **240**: p. 126556.
70. Fadiji, A.E., et al., *Formulation challenges associated with microbial biofertilizers in sustainable agriculture and paths forward.* Journal of Sustainable Agriculture and Environment, 2024. **3**(3): p. e70006.
71. OpenAI. *Mikrobiyal inokulum seçimi ve tarla doğrulaması [Yapay zekâ ile oluşturulmuş görsel]*. 2026; Available from: https://chatgpt.com/.

Bölüm 2

BİTKİLERDE TUZ STRESİ VE ADAPTASYON MEKANİZMALARI

Sema KARANLIK[1]

GİRİŞ

İklim ve çevresel koşullardan kaynaklanan abiyotik stresler bitkilerde fizyolojik, biyokimyasal ve metabolik süreçleri sekteye uğratarak bitki gelişimine ket vurur (1). Toprak tuzluluğu tarım alanlarının verimliliğini azaltarak artan gıda talebinin karşılanmasını sınırlayan en kritik abiyotik stres faktörüdür. Özellikle kurak ve yarı kurak iklime sahip üretim alanlarında görülen tuzluluk, bilinçsizce aşırı sulama yapılması, drenaj yetersizliği ve yetersiz kalitede suların sulama suyu olarak kullanılmasının da etkisiyle zamanla geniş üretim alanlarının üretim dışı kalmasına yol açan ve dünya genelinde 800 milyon hektardan fazla alanı etkileyen yaygın bir sorundur (2).

Tuzluluk bitkilerde tuzluluğa neden olan başat katyonların (çoğunlukla toprakta yüksek NaCl tuzu etkisiyle sodyum iyonu) toksisitesine ve bitkinin mineral besin elementlerini alımında dengesizliklere yol açarak bitki metabolizmasının bütünüyle zarar görmesine neden olmaktadır. Tuzun sorun olduğu üretim alanlarında tuzun bitkide neden olduğu etkiler sonucu tarımsal ürünlerde kalitenin azalması öte yandan yetersiz bitki gelişimi sonucu ürün veriminin ciddi miktarda düşüşü kaçınılmaz olmaktadır. Diğer yandan, 2050 yılına kadar, tarımsal üretim sistemlerinin artan küresel nüfusun taleplerini karşılamak için ürün verimliliğini tahmini olarak %70-110 oranında arttırması gerektiği öngörülmektedir (3).

Değişik bitki türleri ve çeşitlerinin tuz stresine gösterdiği tepkiler ve tuza tolerans seviyeleri farklı olmakla beraber, yetişme ortamındaki tuz seviyesi, bitkinin strese maruz kaldığı gelişme dönemi (4) ortamda diğer çevresel stres faktörlerinin (sıcaklık, ışık, su, ağır metal) varlığı gibi faktörler de bitkilerin tuz stresinden zararlanma oranını etkilemektedir. Bitkiler stresin olumsuz etkilerini

[1] Prof.Dr. Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD, skaranlik@mku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-0659-8627

DOI: 10.37609/akya.4385.c20904

Bitkilerin tuza dayanımlarının iyileştirilmesinde geleneksel ıslah metotlarının yanında moleküler ve biyoteknolojik yaklaşımlardan faydalanılması önem arzetmektedir. Tuz stresine toleranslı genotiplerin belirlenmesi, bu toleransla ilgili özelliklerin ortaya konulması ve bu özelliklerin ıslah çalışmalarına aktarılması, tuz stresi altında verim potansiyeli daha iyi olan çeşitlerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Bunun yanında, ozmotik düzenleme, iyon dengesi ve antioksidan savunma mekanizmaları gibi proseslerde rolü bulunan genlerin saptanması ile ilgili genetik çalışmalar da önem kazanmaktadır. Tuz toleransının birçok gen ve metabolik süreç etkileşimiyle sağlanabilen kompleks özellikte oluşu nedeniyle farklı disiplinlerin ortak çalışması biyoteknolojik yaklaşımların başarısını arttıracaktır.

Genetik ve moleküler araştırmaların yanısıra, tarımsal yönetim uygulamalarının geliştirilmesi de tuz stresinin azaltılmasında oldukça önemli etkiye sahiptir. Tuza yüksek tolerans gösteren çeşitlerin tercih edilmesi, sulama ve drenajın uygun biçimde sürdürülmesi ve toprakta tuz birikiminin önüne geçilmesi tarımsal verimde kayıpların önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Ayrıca ozmotik düzenleyici maddelerin ve bitki büyüme düzenleyicilerinin uygulanması, bitkilerin antioksidan savunmasını destekleyerek tuz stresine karşı dayanıklılığı artırabilmektedir.

Sonuç olarak, tuz stresi sadece verimliliği düşüren bir sorun değil, aynı zamanda gelecekte gıda güvenliği ve tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması açısından stratejik olarak önemli küresel bir sorundur. Bundan dolayı tuz stresine toleranslı çeşitlerin geliştirilmesi, strese dayanıklılığın moleküler temellerinin ortaya konması ve etkili toprak-su yönetim uygulamaları birlikte ele alınmalıdır.

KAYNAKÇA

1. Tanveer, Ahmed HAI. ROS Signalling in Modulating Salinity Stress Tolerance in Plants. In: Hasanuzzaman, M., Tanveer, M. (eds) *Salt and Drought Stress Tolerance in Plants. Signaling and Communication in Plants.* Cham: Springer; 2020. p. 299-314.
2. Ali HGA, El-Bosily MA, Agwa, AE. Dual purpose barley culture. *Egyptian Journal of Agricultural Research*. 2023;101(3): 932–938. doi: 10.21608/ejar.2023.198328.1386
3. FAO. How to Feed the World in 2050. *Food and Agricultural Organization of the United Nations Report*. Rome, Italy.2009. 07.09.2026 tarihinde https://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf adresinden ulaşılmıştır).
4. Riaz M, Arif S, Ashraf MA, et al. A comprehensive review on rice responses and tolerance to salt stress. In: Hasanuzzaman M, Fujita M, Nahar K, Biswas JK (eds.) *Advances in rice research for abiotic stress tolerance*, Elsevier; 2019. p. 133-158.
5. Katerji N, van Hoorn JW, Hamdy A, et al. Effect of salinity on water stress, growth, and yield of maize and sunflower. *Agricultural Water Management*. 1996; 30(3): 237-249.

6. FAO. Global status of salt-affected soils. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Report*. Rome. 2024. 07.09.2026 tarihinde https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/32d3b78b-d720-4f54-9163-70f55039dbb9/content adresinden ulaşılmıştır).
7. Jacoby B. Mechanisims involved in salt tolerance by plants: In: Pessarakli, M. Sing (Eds.), *Handbook of Plant and Crop Stress*. Newyork: Marcel Dekker; 1994. p 97-123.
8. Läuchli A. Calcium, salinity and plasma membrane. In: Leonard RJ and Hepler PK (eds.). *Calcium in Plant Growth and Development.* Rockville MD: The American Society of Plant Physiologists; 1990.p. 26-35.
9. Tester M, Davenport R. Na+ tolerance and Na+ transport in higher plants. *Annals of Botany*. 2003; 91: 503-527.
10. Munns R, Tester M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*. 2008; 59: 651-681.
11. Chaves MM, Flexas J, Pinheiro C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*. 2009; 103: 551-560.
12. Mer RK, Prajith PK, Pandya DH, et al. Effect of salts on germination of seeds and growth of young plants of Hordeum vulgare, Triticum aestivum, Cicer arietinum and Brassica juncea. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2000; 185: 209-217.
13. Rasool S, Hameed A, Azooz MM, et al. Salt stress: Causes, types, and responses of plants. In Ahmad P, Azooz MM, Prasad MNV (eds) *Ecophysiology and responses of plants under salt stress.* New York: Springer; 2012. p. 1–24.
14. Zeng F, Shabala S, Dragišić Maksimović J, et al. Revealing mechanisms of salinity tissue tolerance in succulent halophytes: a case study for Carpobrotus rossi. *Plant, cell & environment.* 2018; 41(11): 2654-2667. doi: 10.1111/pce.13391
15. Raza A, Razzaq A, Mehmood SS, et al. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A Review. *Plants*. 2019;8(2): 34. https://doi.org/10.3390/plants8020034
16. Schubert S, Lauchli A. Sodium exclusion mechanisms at the root surface of two maize cultivars. *Plant and Soil*. 1990; 123: 205-209.
17. Bergmann W. *Nutritional Disorders of Plants–Development, Visual and Analytical Diagnosis.* Jena: G Fischer; 1992.
18. Puvanitha S, Mahendran S. Effect of salinity on plant height, shoot and root dry weight of selected rice cultivars. *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences.* 2017; 4(4):126-131.
19. Sá FVDS, Brito ME, Silva LDA, et al. Exogenous application of phytohormones mitigates the effect of salt stress on *Carica papaya* plants. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.* 2020; 24(3): 170-175.
20. Flowers TJ, Colmer TD. Salinity tolerance in halophytes. *New Phytologist*. 2008; 179: 945–963.
21. Chen ZC, Peng WT, Li J, et al. Functional dissection and transport mechanism of magnesium in plants. *Seminars in Cell and Developmental Biology*. 2018; 74:142-152.
22. James RA, Blake C, Byrt CS, et al. Major genes for Na+ exclusion, Nax1 and Nax2 (wheat HKT1; 4 and HKT1; 5), decrease Na+ accumulation in bread wheat leaves under saline and waterlogged conditions. *Journal of Experimental Botany*. 2011; 62(8): 2939-2947.
23. Thorne SJ, Maathuis FJM. Reducing potassium deficiency by using sodium fertilisation. *Stress Biology.* 2022; 2(1):45. doi: 10.1007/s44154-022-00070-1
24. Flowers TJ, Munns R, Colmer TD. Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. *Annals of Botany*. 2015; 115(3):419-431.
25. Van Bezouw RFHM, Janssen EM, Ashrafuzzaman M, et al. Shoot sodium exclusion in salt stressed barley (*Hordeum vulgare* L.) is determined by allele specific increased expression of HKT1;5. *Journal of Plant Physiology*. 2019; 241.
26. Navarro JM, Martinez V, Carvajal M. Ammonium, bicarbonate and calcium effects on tomato plants grown under saline conditions. *Plant Science.* 2000; 157: 89-96.
27. Jiang Z, Zhou X, Tao M, et al. Plant cell-surface GIPC sphingolipids sense salt to trigger Ca^{2+} influx. *Nature*. 2019; 572: 341-346.

28. Colmer TD, Flowers TJ, Munns R. Use of wild relatives to improve salt tolerance in wheat. *Journal of Experimental Botany.* 2006; 57:1059-1078.
29. Munns R, James RA, Läuchli A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of Experimental Botany*. 2006; 57: 1025-1043.
30. Zhang H, Li D, Zhou Z, et al. Soil water and salt affect cotton (Gossypium hirsutum L.) photosynthesis, yield and fiber quality in coastal saline soil. *Agricultural Water Management*. 2017; 187: 112-121.
31. Sultana N, Ikeda T, Itoh R. Effect of NaCl salinity on photosynthesis and dry matter accumulation in developing rice grains. *Environmental and Experimental Botany*. 1999; 42: 211-220.
32. Jesus CG, Silva FJJR, Camara TR, et al. Production of rocket under salt stress in hydroponic systems. *Horticultura Brasileira*. 2015; 33: 493-497.
33. Helal H, Mengel K. Nitrogen metabolism of young barley plant as affected by NaCl-salinity and potassium. *Plant and Soil*. 1979; 51: 457-462.
34. Ali Q, Shahid S, Nazar N, et al. Use of phytohormones in conferring tolerance to environmental stress. In: Hasanuzzaman, M. (ed.) *Plant Ecophysiology and Adaptation under Climate Change: Mechanisms and Perspectives II: Mechanisms of Adaptation and Stress Amelioration*. Singapore: Springer; 2020. p. 245-355.
35. Fahad S, Hussain S, Matloob A, et al. Phytohormones and plant responses to salinity stress: a review. *Plant Growth Regulation*. 2015; 75:391-404.
36. Martínez-Andújar C, Martínez-P´erez A, Ferr´andez-Ayela A, et al. Impact of overexpression of 9-cis-epoxycarotenoid dioxygenase on growth and gene expression under salinity stress. *Plant Science*. 2020; 110268.
37. Arif Y, Singh P, Sıddıqui H, et al. Salinity induced physiological and biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*.2020;156: 64-77.
38. Marschner H. *Mineral nutrition of higher plants*. London: Academic Press; 1995. p. 657-680.
39. Çulha Ş, Çakırlar H. Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi.* 2012; 11:11-34.
40. Levitt J. *Responses of plants to environmental stressses*. 2nd ed. New York: Academic Press; 1980. 2: 607.
41. Läuchli A. Responses and adaptation of crops to salinity. *Acta Horticulturae*. 1986; 190: 243-246.
42. Gorham J, McDonnel E, Wyn Jones RG. Salt tolerance in the Triticeae; growth and solute accumulation in leaves of Thinopyrum bessa rabicum. *Journal of Experimental Botany*. 1985; 36: 1021-1031.
43. Wolf O, Munns R, Tonnet ML, et al. The role of the stem in the partitioning of Na^+ and K^+ in salt-treated barley. *Journal of Experimental Botany*. 1991; 42: 697-704.
44. Waisel Y, Eshel A, Agami M. Salt balance of leaves of the mangrove *Avicennia marina*. *Physiologia Plantarum*. 1986; 67: 67-72. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1986.tb01264.x
45. Negrao S, Schmockel SM, Tester M. Evaluating physiological responses of plants to salinity stress. *Annals of Botany*. 2017; 119: 1-11.
46. Perassakli M, Huber JT, Tucker TC. Dry matter yield, nitrogen absorbtion, and water uptake by sweet corn under salt streess. *Journal of Plant Nutrition*. 1989; 12(3): 279-290.
47. Rains DW. Salt transport by plants in relation to salinity. *Annual Review of Plant Biology*. 1972; 23:367-388.
48. Kavi Kishor PB, Sreenivasulu N. Is proline accumulation per se correlated with stress tolerance or is proline homeostasis a more critical issue? *Plant,Cell &Environment*. 2014; 37(2): 300-311. doi: 10.1111/pce.12157.
49. Blumwald E. Sodium transport and salt tolerance in plants. *Current Opinion in Cell Biology*. 2000;12: 431-434.
50. Ashraf M, Foolad MR. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environmental and Experimental Botany*. 2007; 59(2): 206-216.

51. Parida AK, Das AB. Salt tolerance and salinity effect on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety.* 2005; 60: 324-349.
52. Ahmad P, Sharma S. Salt stress and phyto-biochemical responses of plants. *Plant, Soil and Environment.* 2008;54: 89-99.
53. Ahmad P, Nabi G, Ashraf M. Cadmium-induced oxidative damage in mustard [Brassica juncea(L.) Czern.& Coss.] plants can be alleviated by salicylic acid. *South African Journal of Botany*. 2011;77: 36-44.
54. Ye Z, Rodriguez R, Tran A, et al. The developmental transition to flowering represses ascorbate peroxidase activity and induces enzymatic lipid peroxidation in leaf tissue in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Science*. 2000; 158: 115-127.
55. Davies KJA. Protein damage and degradation by oxygen radicals. I. General aspects. *Journal of Biological Chemistry*. 1987; 262 (20): 9895-9901.
56. Imlay JA, Linn S. DNA damage and oxygen radical toxicity. *Science*. 1988; 240: 1302-1309.
57. Nóbrega JS, Silva TI, Ribeiro JES, et al. Salinidade e ácido salicílico no desenvolvimento inicial de melancia. *Revista Desafios*. 2020; 7: 162-171.
58. Streb P. and Feierabend J. Oxidative stress responses accompanying photoinactivation of catalase in NaCl-treated rye leaves. *Botanica Acta*. 1996; 109: 125-132. https://doi.org/10.1111/j.1438-8677.1996.tb00552.x
59. Mbarki S, Sytar O, Cerda A, et al. Strategies to mitigate the salt stress effects on photosynthetic apparatus and productivity of crop plants. In: Kumar V, Wani SH, Suprasanna P, Tran LSP (eds.) *Salinity Responses and Tolerance in Plants*. Volume 1: Targeting Sensory, Transport and Signaling Mechanisms. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 85-136.
60. Zhang Q, Dai W. Plant response to salinity stress. In: Dai W. (ed.), *Stress Physiology of Woody Plants.* Boca Raton: CRC Press; 2019.p. 155-173.
61. Singh M, Kumar J, Singh S, et al. Roles of osmoprotectants in improving salinity and drought tolerance in plants: a review. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*. 2015; 14: 407-426.
62. Krishnamurthy P, Qingsong L, Kumar PP. Proteomics perspectives in postgenomic era for producing salinity stress-tolerant crops. In: Kumar V, Wani SH, Suprasanna P, Tran LSP. (eds.) *Salinity Responses and Tolerance in Plants*. Volume 2: Exploring RNAi, Genome Editing and Systems Biology. Cham: Springer International Publishing; 2018. p. 239–266.
63. Sreenivasulu N, Grimm B, Wobus U, et al. Differential response of antioxidant compounds to salinity stress in salt-tolerant and salt-sensitive seedlings of foxtail millet (*Setaria italica*). *Physiologia Plantarum.* 2000; 109: 435-442.
64. Thabet SG, Alqudah AM. New genetic insights into improving barley cope with salt stress via regulating mineral accumulation, cellular ion homeostasis, and membrane trafficking. *Environmental and Experimental Botany*. 2023; 208: 105252.
65. Ben Azaiez FE, Ayadi S, Capasso G, et al. Salt stress induces differentiated nitrogen uptake and antioxidant responses in two contrasting barley landraces from Mena region. *Agronomy*. 2020; 10:1426.

Bölüm 3

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM SİSTEMLERİNDE ALT TOPRAK SAĞLIĞININ ÖNEMİ

Sadiye TOZ[1]

GİRİŞ

Toprak sağlığı kavramı, toprağın ekosistem hizmetlerini ve tarımsal üretimin sürdürülebilirliğini destekleyen çok sayıdaki işlevi nedeniyle son yıllarda araştırmacılar, üreticiler, kamu kurumları, politika yapıcılar ve diğer paydaşlar tarafından giderek daha fazla önemsenmektedir. Toprak sağlığı, toprağın yalnızca bitkisel üretimi ve verimliliği destekleme kapasitesiyle sınırlı olmayan, fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerin bir bütün olarak sürdürülebilmesini ifade eden çok boyutlu bir kavramdır. [1] toprak sağlığını toprağın canlı bir ekosistem olarak işlevlerini sürdürme ve bitkileri, hayvanları ve insanları destekleme kapasitesi olarak ele almaktadır. Bu yaklaşım, toprağın üretim işlevinin yanı sıra suyun düzenlenmesi ve filtrelenmesi, besin elementlerinin döngüsü, karbonun depolanması ve biyolojik çeşitliliğin desteklenmesi gibi çok sayıda ekosistem işlevinin de dikkate alınmasını gerektirmektedir.

Toprağın farklı yönetim uygulamalarına verdiği tepkilerin belirlenmesi ve bu uygulamaların toprak sağlığında meydana getirdiği değişimlerin güvenilir göstergeler aracılığıyla izlenmesi, sürdürülebilir tarım açısından önemli bir gereklilik hâline gelmiştir. Nitekim [2], toprak sağlığının izlenmesinde yönetim uygulamalarına duyarlı ve toprak fonksiyonlarıyla ilişkili göstergelerin kullanılmasının önemini vurgulamıştır. Söz konusu çalışmada, organik karbon, agregat stabilitesi ve karbon mineralizasyon potansiyeli, farklı toprak fonksiyonlarını temsil eden temel göstergeler arasında değerlendirilmiştir. Yapılan bir çalışmada[3], toprak kalitesinin değerlendirilmesinde çok sayıda fiziksel, kimyasal ve biyolojik göstergenin kullanılabileceğini ve bu göstergelerin toprak fonksiyonları ile çevresel koşullar dikkate alınarak değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir.

[1] Dr., Çukurova Üniversitesi, Çukurova Üniversitesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, sckibritci@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0003-1327-3860

DOI: 10.37609/akya.4385.c20905

toprağın verimli bir şekilde kullanılabilmesi; sıkışma, düşük porozite ve sınırlı besin yarayışlılığı gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik kısıtların doğru analizi ve uygun yönetim stratejileriyle giderilmesine bağlıdır. Derin köklü örtü bitkileri, koruyucu toprak işleme, organik toprak düzenleyiciler ve 4D gibi hassas gübreleme yaklaşımlarının alt toprak sağlığını bütüncül olarak desteklediği görülmektedir. Sonuç olarak, geleceğin dirençli tarım sistemlerini inşa edebilmek için alt toprak sağlığı göstergelerinin standartlaştırılması, derin profildeki mikrobiyom ve karbon dinamiklerinin çözümlenmesi ve toprak sağlığı değerlendirmelerinin yüzeyin ötesine taşınarak tüm profile yaygınlaştırılması zorunludur.

KAYNAKÇA

1. Lehmann, J., et al., *The concept and future prospects of soil health.* Nature Reviews Earth & Environment, 2020. **1**(10): p. 544-553.
2. Bagnall, D.K., et al., *A minimum suite of soil health indicators for North American agriculture.* Soil Security, 2023. **10**: p. 100084.
3. Bunemann, E.K., et al., *Soil quality-A critical review.* Soil Biology and Biochemistry, 2018. **120**: p. 105-125.
4. Hou, D., *Soil health and ecosystem services*. 2023, Wiley Online Library. p. 1259-1266.
5. Button, E.S., et al., *Deep-C storage: Biological, chemical and physical strategies to enhance carbon stocks in agricultural subsoils.* Soil Biology and Biochemistry, 2022. **170**: p. 108697.
6. Jones, D.L., et al., *Agricultural management strategies to actively promote subsoil carbon storage.* Soil and Tillage Research, 2026. **256**: p. 106846.
7. Peixoto, L., et al., *Deep-rooted perennial crops differ in capacity to stabilize C inputs in deep soil layers.* Scientific Reports, 2022. **12**(1): p. 5952.
8. Ma, Q., R.W. Bell, and E.M. Mattiello, *Nutrient acquisition with particular reference to subsoil constraints*, in *Subsoil constraints for crop production*. 2022, Springer. p. 289-321.
9. Vance, W.H. and S.P. Milroy, *Water acquisition by roots from the subsoil: impact of physical constraints on the dynamics of water capture*, in *Subsoil Constraints for Crop Production*. 2022, Springer. p. 323-345.
10. Bell, R.W. and T.S. de Oliveira, *Subsoil Constraints for Crop Production: Recent Advances, New Technologies, and Priorities for Further Research.* Subsoil Constraints for Crop Production, 2022: p. 397-422.
11. Hansen, V., et al., *Quantifying cover crop-derived above-and belowground carbon inputs including rhizodeposition.* Agriculture, Ecosystems & Environment, 2025. **389**: p. 109668.
12. Henneron, L., et al., *Bioenergetic control of soil carbon dynamics across depth.* Nature Communications, 2022. **13**(1): p. 7676.
13. Schneider, F. and A. Don, *Root-restricting layers in German agricultural soils. Part I: extent and cause.* Plant and Soil, 2019. **442**(1): p. 433-451.
14. Costa, M.C.G. and Í.A.C. Coutinho, *Root systems of agricultural crops and their response to physical and chemical subsoil constraints*, in *Subsoil constraints for crop production*. 2022, Springer. p. 225-261.
15. Derrien, D., et al., *Current controversies on mechanisms controlling soil carbon storage: implications for interactions with practitioners and policy-makers. A review: Current controversies on mechanisms controlling soil carbon storage: implications for interactions with practitioners and policy-makers. A review.* Agronomy for Sustainable Development, 2023. **43**(1): p. 21.

16. Schad, P., *World Reference Base for Soil Resources—Its fourth edition and its history.* Journal of plant nutrition and soil science, 2023. **186**(2): p. 151-163.
17. Gemini. *Toprak katmanları ve alt toprak katmanı* 2026; Available from: https://notebook.google.com/notebook/08e90af5-ff78-416a-81a5-74d5da0c4161.
18. Srivastava, R. and A. Yetgin, *An overall review on influence of root architecture on soil carbon sequestration potential.* Theoretical and Experimental Plant Physiology, 2024. **36**(2): p. 165-178.
19. Islam, M.D., et al., *Factors affecting biopore-root interaction: a review.* Discover Agriculture, 2024. **2**(1): p. 67.
20. Kan, Z.-R., et al., *Soil carbon accrual and crop production enhanced by sustainable subsoil management.* Nature Geoscience, 2025. **18**(7): p. 631-638.
21. Wei, B., Z. Li, and Y. Wang, *Study on soil compaction and its causative factors at apple orchards in the Weibei Dry Highland of China.* Soil Use and Management, 2022. **38**(1): p. 790-801.
22. Gocke, M.I., et al., *The phosphorus status of German cropland—An inventory of top-and subsoils.* Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2021. **184**(1): p. 51-64.
23. Rumpel, C. and I. Kögel-Knabner, *Deep soil organic matter—a key but poorly understood component of terrestrial C cycle.* Plant and soil, 2011. **338**(1): p. 143-158.
24. Doran, J.W. and M.R. Zeiss, *Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality.* Applied soil ecology, 2000. **15**(1): p. 3-11.
25. Oldeman, L.R., *The global extent of soil degradation.* Soil resilience and sustainable land use, 1994. **9**.
26. Ning, T., et al., *Physical, chemical and biological subsoiling for sustainable agriculture.* Soil and Tillage Research, 2022. **223**: p. 105490.
27. Jenny, H., *Factors of soil formation.* 1941.
28. Lal, R., *Restoring soil quality to mitigate soil degradation.* Sustainability, 2015. **7**(5): p. 5875-5895.
29. Doran, J.W. and T.B. Parkin, *Defining and assessing soil quality.* Defining soil quality for a sustainable environment, 1994. **35**: p. 1-21.
30. Doran, J.W. and T.B. Parkin, *Quantitative indicators of soil quality: a minimum data set.* Methods for assessing soil quality, 1997. **49**: p. 25-37.
31. Dominati, E., et al., *An ecosystem services approach to the quantification of shallow mass movement erosion and the value of soil conservation practices.* Ecosystem Services, 2014. **9**: p. 204-215.
32. Pereira, P., et al., *Soil ecosystem services, sustainability, valuation and management.* Current Opinion in Environmental Science & Health, 2018. **5**: p. 7-13.
33. Adhikari, K. and A.E. Hartemink, *Linking soils to ecosystem services—A global review.* Geoderma, 2016. **262**: p. 101-111.
34. Gemini. *Alt toprak sağlığının fiziksel, kimyasal ve biyolojik göstergeleri*. 2026b; Available from: https://gemini.google.com/app/0c6d5a3bdd1dd884?hl=tr.
35. Lardy, J.M., et al., *Effects of soil bulk density and water content on penetration resistance.* Agricultural & Environmental Letters, 2022. **7**(2): p. e20096.
36. Thomas, P., et al., *Exploring the relationships between penetration resistance, bulk density and water content in cultivated soils.* J. Agric. Phys, 2020. **20**(1): p. 22.
37. Asnin, L.D., et al., *Assessment of specific surface area and porosity of subsoils.* Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология, 2024. **67**(6): p. 55-64.
38. Noble Strohm, T., et al., *Soil health indicators for water-limited regions: Evaluating relative sensitivity to compost and cropping intensification.* Journal of Soil and Water Conservation, 2025. **80**(4): p. 438-458.
39. Rezapour, S., F. Asadzadeh, and M. Heidari, *Comparative assessment of soil health attributes between topsoil and subsoil influenced by long-term wastewater irrigation.* Agricultural Water Management, 2024. **302**: p. 109012.

40. Poeplau, C., et al., *Qualitative and quantitative response of soil organic carbon to 40 years of crop residue incorporation under contrasting nitrogen fertilisation regimes.* Soil Research, 2017. **55**(1): p. 1-9.
41. Essington, M.E., *Soil and water chemistry: an integrative approach*. 2015: CRC press.
42. Zhang, Y.-Y., W. Wu, and H. Liu, *Factors affecting variations of soil pH in different horizons in hilly regions.* Plos one, 2019. **14**(6): p. e0218563.
43. Schloter, M., et al., *Microbial indicators for soil quality.* Biology and Fertility of Soils, 2018. **54**(1): p. 1-10.
44. Bhaduri, D., et al., *A review on effective soil health bio-indicators for ecosystem restoration and sustainability.* Frontiers in microbiology, 2022. **13**: p. 938481.
45. Norris, C.E., et al., *Use of phospholipid fatty acid analysis as phenotypic biomarkers for soil health and the influence of management practices.* Applied Soil Ecology, 2023. **185**: p. 104793.
46. Fierer, N., S.A. Wood, and C.P.B. de Mesquita, *How microbes can, and cannot, be used to assess soil health.* Soil biology and biochemistry, 2021. **153**: p. 108111.
47. Rieke, E.L., et al., *Linking soil microbial community structure to potential carbon mineralization: A continental scale assessment of reduced tillage.* Soil Biology and Biochemistry, 2022. **168**: p. 108618.
48. Börjesson, G., et al., *Organic carbon stocks in topsoil and subsoil in long-term ley and cereal monoculture rotations.* Biology and Fertility of Soils, 2018. **54**(4): p. 549-558.
49. Li, B., et al., *Are crop deep roots always beneficial for combating drought: A review of root structure and function, regulation and phenotyping.* Agricultural Water Management, 2022. **271**: p. 107781.
50. Maqbool, S., et al., *Root system architecture in cereals: progress, challenges and perspective.* The Plant Journal, 2022. **110**(1): p. 23-42.
51. Green, J.K., et al., *Large influence of soil moisture on long-term terrestrial carbon uptake.* Nature, 2019. **565**(7740): p. 476-479.
52. Hao, Y., et al., *Soil moisture controls over carbon sequestration and greenhouse gas emissions: a review.* npj climate and atmospheric science, 2025. **8**(1): p. 16.
53. Hicks Pries, C.E., et al., *The deep soil organic carbon response to global change.* Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 2023. **54**(1): p. 375-401.
54. Bolan, N., et al., *Sources, distribution, stability and management of deep soil carbon in agricultural systems.* Carbon Research, 2026. **5**(1): p. 30.
55. Blanchy, G., et al., *Soil and crop management practices and the water regulation functions of soils: a qualitative synthesis of meta-analyses relevant to European agriculture.* Soil, 2023. **9**(1): p. 1-20.
56. Ellili-Bargaoui, Y., et al., *Assessment of six soil ecosystem services by coupling simulation modelling and field measurement of soil properties.* Ecological Indicators, 2021. **121**: p. 107211.
57. Devine, S.M., K.L. Steenwerth, and A.T. O'Geen, *A regional soil classification framework to improve soil health diagnosis and management.* Soil Science Society of America Journal, 2021. **85**(2): p. 361-378.
58. Young, M.D., G.H. Ros, and W. de Vries, *Impacts of agronomic measures on crop, soil, and environmental indicators: A review and synthesis of meta-analysis.* Agriculture, Ecosystems & Environment, 2021. **319**: p. 107551.
59. Khangura, R., et al., *Regenerative agriculture—A literature review on the practices and mechanisms used to improve soil health.* Sustainability, 2023. **15**(3): p. 2338.
60. Brichi, L., et al., *Organic residues and their impact on soil health, crop production and sustainable agriculture: A review including bibliographic analysis.* Soil use and management, 2023. **39**(2): p. 686-706.
61. Zhou, S., et al., *Biochar-amended compost as a promising soil amendment for enhancing plant productivity: A meta-analysis study.* Science of the total environment, 2023. **879**: p. 163067.
62. Gemini. *Tarımsal yönetim uygulamaları ve etkileri*. 2026; Available from: https://gemini.google.com/app/0c6d5a3bdd1dd884?hl=tr.

63. Borrelli P, Robinson DA, Fleischer LR, Lugato E, Ballabio C, Alewell C, et al. *An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion.* Nat Commun. 2017;8:2013. doi:10.1038/s41467-017-02142-7.
64. Bohn MP, Miller BA. *Digital soil mapping via machine learning of agronomic properties for the full soil profile at within-field resolution.* Agron J. 2025;117(5):e70144. doi:10.1002/agj2.70144.
65. Diaz-Gonzalez FA, Vuelvas J, Correa CA, Vallejo VE, Patino D. *Machine learning and remote sensing techniques applied to estimate soil indicators: review.* Ecol Indic. 2022;135:108517. doi:10.1016/j.ecolind.2021.108517.
66. Chen S, Arrouays D, Mulder VL, Poggio L, Minasny B, Roudier P, et al. *Digital mapping of Global Soil Map soil properties at a broad scale: a review.* Geoderma. 2022;409:115567. doi:10.1016/j.geoderma.2021.115567.

Bölüm 4

TARIM TOPRAKLARINDA KARBON SEKESTRASYONU VE ORGANİK MADDE KALICILIĞI İÇİN ZEYTİN KARASUYU KULLANIM POTANSİYELLERİ

Kemal DOĞAN[1]
Funda IRMAK YILMAZ[2]

GİRİŞ

Toprak, yeri doldurulması neredeyse imkansız olan doğal bir kaynaktır. Topraksız tarımsal faaliyetler, bir tedavidir fakat çözüm değildir. Verimli tarım topraklarımızın hızla azalması nedeniyle artan nüfusu beslemek günümüzün en büyük sorunlarından biri olmuştur. Bu sorunlar karşısında kaygılanan bilim insanları daha modern ve yoğunlaştırılmış tarımsal uygulamalarla, daha fazla ürün alma çabalarına girmişlerdir. Yoğunlaşan tarımsal uygulamalarda kullanılan birçok makine ve kimyasal maddeler topraklarımıza zarar vermiş ve zamanla azalmalarına neden olan başka bir problem olmuştur (1).

İnsanların tarımsal faaliyetlere başladığı andan itibaren, topraklar doğallığını kaybetmeye başlar. Bu faaliyetler organik, ekolojik ya da modern ve yoğunlaştırılmış tarımsal faaliyetler de olsa, bu durum değişmez. Bununla beraber tarımsal yönetimlerdeki farklılıklar toprak verimlilik unsurlarındaki sürdürülebilirlik süreçlerini değiştirebilir. Bazı ekolojik tarımsal uygulamalar modern tarımsal uygulamaların neden olduğu tahrip gücünü azaltarak toprakların daha uzun süre sağlıklı kalmalarına neden olabilir. Toprakların zayıflaması ve verimlilik unsurlarını kaybetmelerinin birçok nedenleri vardır. Yanlış arazi kullanım yöntemleri, bu süreçleri daha da hızlandırmaktadır. Topraklara doğal olmayan her uygulama ve yönetim sistemleri, ideal bir toprakta olması gereken katı, sıvı ve gaz fazlarının oranlarını zamanla değiştirerek toprakların bozulmasına neden

[1] Prof. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD, kdogan@mku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-5448-0009

[2] Doç. Dr.; Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi AD, , fundairmak@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-6356-4389

DOI: 10.37609/akya.4385.c20906

KAYNAKÇA

1. Yılmaz, F.I., ve Doğan, K., 2026. Doğal Kaynaklar. Toprak Örneği. Bölüm 2. Tarımsal Çevre Kirliliği. Editör: Sevinç Yeşilyurt. Ankara Akademisyen yayınevi kitapevi.ISBN: 978625375972-8. 2026. S. 15-42.
2. Doğan, K. Mikrobiyal Gübreler Bölüm 5. Organik Gübreler Sürdürülebilirliğin Temeli/Ed. Çağdaş Akpınar. Ankara Akademisyen yayınevi kitapevi.ISBN: 9786253750176 1. Tarım. 2024, S. 93-114.
3. Doğan, K., Sarıoğlu, A., Ağca, N. Zeytin Karasuyunun Ekolojik Yollarla Bertaraf Edilmesi ve Bazı Toprak Özelliklerine Etkisi. Çukurova Tarım Gıda Bil. Dergisi. 2016. 31(3): 7-12.
4. Doğan. K., Sarıoğlu, A., Şakar, E., Karanlık, S. Zeytin Karasuyu, Isıl Işlem Görmüş Solucan Gübresi Ve Çiftlik Gübresi Uygulamalarının Toprak Mikrobiyal Aktivite Değişimlerine Etkisi. Süleyman Demirel Üniversitesi **Ziraat Fakültesi Dergisi** 1. Uluslararası Tarımsal Yapılar ve Sulama Kongresi Özel Sayısı 2018, s. 151-159.
5. Doğan K., Ağca N., Doğru N., Sarıoğlu A. Influence of Olive Mill Wastewater Incubated Organic Manures on Soil Chemical and Microbial Characteristics. Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences, 2026, 13(2): 272–290. https://doi.org/10.30910/turkjans.1835803.
6. Weil, R.R., Magdoff, F., 2004. Significance of Soil Organic Matter to Soil Quality and Health. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. Edited by Fred Magdof and Ray R. Weil. P:1-10. 2004 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. International Standard Book Number-13: 978-0-203-49637-4 (eBook - PDF)
7. Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H., 2007. Scheffer/Schachtschabel, Toprak Bilimi (16. Baskı). Ç. Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No 73, Ders Kitapları Yayın No 16, Adana, 2007. 816 sayfa (Asıl yazarlar: P. Schachtschabel, H.-P. Blume, G. Brümmer, K.-H. Hartge, U. Schwertmann. Çevirenler: H. Özbek, Z. Kaya, M. Gök, H. Kaptan).
8. Bot, A., Benites, J. The importance of soil organic matter. FAO soils bultein: 80. Food And Agriculture Organization Of The United Nations, Rome, 2005. P: 1-5. ISBN 92-5-105366-9.
9. Aydın, M., Kılıç, Ş. Toprak Bilimi. Yayın no:740.ISBN:978-605- 133-642-8. Örneklerle genişletilmiş 4. Basım. 2022, S. 1-32.
10. Schnitzer, M. Infiltration and soil properties as affected by annual cropping in the northern Great Plains. *Agron. J. 1995.* 87:4, 656–662.
11. Hatcher, P.G., K.J. Dria, S. Kim, and S.W. Frazier. Modern analytical studies of humic substances. *Soil Sci*. 2001. 166:770–794.
12. Guant, J.L., S.P. Sohi, H. Yang, N. Mahieu, and J.R.M. Arah. A procedure for isolating organic matter fractions suitable for modelling. In R.M. Rees et al. (Eds.), *Sustainable Management of Soil Organic Matter.* CABI Publishers, New York, 2001, pp. 90–95.
13. Ma, Y., Yi S., Wang M., 2024. Biomimetic mineralization for carbon capture and sequestration. https://doi.org/10.1016/j.ccst.2024.100257. Volume 13, December 2024, 100257.
14. Şengül, F., Oktav, E., Çatalkaya, Ç. 2002. Zeytinyagı Üretim Prosesine Baglı Olarak Olusan Karasuyun Kirlilik Karakteristikleri ve Arıtım Teknolojileri. I. Zeytinyagı Üretiminde Çevre Sorunları ve Çözümleri Uluslararası Çalıstayı, Balıkesir, 2002, s. 35- 45.
15. Çevik, C.Y. Zeytin ve zeytin ürünlerinin bazi makro ve mikro inorganik bileşenlerinin analizi. Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dali 2015-YL-027 nolu YL Tezi. S. 15-16.
16. Ibarra, A., Sniderman, Z. 2008. Olive polyphenol concentrate. US patent application 20080014322 A1. January 17th.
17. Markin, D., Duek, L. Berdicevsky, I. In vitro antimicrobial activity of olive leaves. Mycoses. 2003. 46: 132-136.
18. Oruç, N. Zeytinyağı Fabrikası Atığı Karasu Ekolojik Kirlilik Yerine Toprak Düzenleyici Olabilir. SAÜ Fen Edebiyat Dergisi (2012-1).

19. Sarıoğlu A., Doğan K., Kızıltuğ T., Coşkan A., Organo-Mineral Fertilizer Applications For Sustainable Agriculture. Scientific Papers. Series A. Agronomy, Vol. LX, ISSN 2285-5785, 2017. 161-166.
20. Kocaer F.O, Uçaroğlu S, Başkaya HS. Karasuyun arazide aritim yöntemiyle bertarafi Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlik Fakültesi Dergisi, Cilt 9, Sayi 2, 2004 69s http://kutuphane.uludag.edu.tr/Univder/PDF/muh/2004-9(2)/mak07.pdf
21 . Doğan K, Ağca N, Karanlık S. Effect of Earth Worm (Annelida, Lumbricidae) And Organic Adding On Soil Microbial Activities in Presence Of Olive Mill Wastewater. Fresenius Environmental Bulletin. Volume 29. No: 07/2020. pp. 4930-4938.
22. Saadi, İ.,Laor, Y., Raviv, M., andMedina, S. Land Spreading of OliveMillWastewater: Effects on SoilMicrobial Activity And Potential Phytotoxicity, Chemosphere Volume 66, Issue 1, January 2007, Pages 75-83.
23. Kul S., Nuhoğlu A. Ve Değermenci N. Zeytin Karasuyunun Respirometrik Analizi. Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech. 2014. 4(3): 35-40.
24. Oktav, E., E. Ç. Çatalkaya, and F. Şengül. Zeytinyağı Endüstrisi Atıksularının Kimyasal Yöntemlerle Arıtımı. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 2003. 5(3): 11- 21.
25. Ergene, A. Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üniv. Yayınları. No. 635, Ders kitapları serisi.1987. No. 47, 222-232
26. Fisher, R.F., 1995. Soil Organic Matter: Clue or Conundrum? P. 1-11.-In: W.W.McFee and J.M. Kely (eds.): Carbon Forms and Functions in Forest Soils. Soil Science Society of America,
27. Lorenz, K., 2001. The role of microorganisms and organic matter quality for nutrient mineralization and Carbon composition of organic layers in forests as influenced by site properties and soil management, Hohenheimer bodenkundliche Hefte, Hohenheim Uni. Stuttgart
28. Kurzatkowski, D., Martius, C., Hoefer, H., Garcia, M. Litter decomposition, microbial biomass and activity of soil organisms in three agroforestry sites in central Amazonia. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 2004. 69, 257-267.
29. Aşkın, T., Kızılkaya, R., Gülser, C., Bayraklı, B., 2004. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kampus Topraklarının Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 19(1), 31-36.
30. Tisdale, S.L., Nelson, W.L., Beaton, J.D., Havlin, J.L., 2004. Toprak Verimliliği ve Gübreler. Çev. Nuri Güzel. 6. Baskı. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No. 246. Ders Kitapları Yayın No. A-80.
31. Sousa, A., Ferreira, ICFR., Calhelha, R., Andrade P.B., Valentão, P., Seabra, R. 2006. Phenolics and antimicrobial activity of traditional stoned table olives "alcaparra". Bioorg. Med. Chem. 2006. 14: 8533- 8538.
32. Malayoğlu, H.B. ve Aktaş, B. Zeytin Yağı İşleme Yan Ürünlerinden Zeytin Yaprağı ile Zeytin Karasuyunun Antimikrobiyal ve Antioksidan Etkileri. Hayvansal Üretim. 2011. 52(1):49-58.
33. Kuzyakov, Y., Subbotina, I., Chen, H., Bogomolova, I., Xingliang X. "Black carbon decomposition and incorporation into soil microbial biomass estimated by 14C labelling", Soil Biology & Biochemistry. 2009. 41, 210-219.

Bölüm 5

BİYOKÖMÜRÜN TOPRAK BİYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Funda IRMAK YILMAZ[1]
Kemal DOĞAN[2]

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar yaklaşık 10 milyara ulaşacağı öngörülmekte olup bu gelişme, zaten sınırlı olan tarım arazileri üzerindeki gıda üretim yükümlülüğünü giderek ağırlaştırmaktadır (1). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü tarafından yayımlanan verilere göre, küresel ölçekte tarım arazilerinin üçte birini aşan bir kısmı orta ile ileri düzeyde bozulma sürecine girmiş durumdadır; bu durum, bitkilerin besin elementi alım döngülerini ve toprağın biyolojik işlerliğini temelden sarsmaktadır (1,2). Öte yandan, iklim değişikliğinin doğurduğu kuraklık eğilimleri, erozyon süreçleri ve tuzluluk artışı bu tabloyu daha da olumsuz bir noktaya taşımakta, dolayısıyla sürdürülebilir toprak yönetimine ilişkin stratejilerin geliştirilmesi kaçınılmaz bir öncelik hâline gelmektedir (3).

Toprak, bitkilerin beslenme ihtiyacını karşılayan bir ortam olmanın çok ötesinde bir işleve sahiptir; karbon, azot ve fosfor gibi temel besin elementlerinin biyojeokimyasal döngülerinin düzenlenmesinde etkin rol üstlenen ve atmosferle karşılıklı madde alışverişi içinde bulunan canlı, dinamik bir yapı sergilemektedir (4). Bu yapının sürekliliğinde toprak organik maddesinin katkısı yadsınamaz niteliktedir; söz konusu bileşen besin elementlerinin tutulma kapasitesini artırırken su döngüsünün dengelenmesine de katkı sağlamakta, aynı zamanda toprakta barınan mikrobiyal topluluklara gerekli enerji ve karbon kaynağını temin etmektedir. Bununla birlikte, yoğun tarımsal faaliyetler, tek tip bitki yetiştiriciliğine dayalı uygulamalar ve organik madde döngüsünün göz ardı

[1] Doç. Dr.; Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi AD, fundairmak@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0001-6356-4389

[2] Prof. Dr., Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD, kdogan@mku.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-5448-0009

DOI: 10.37609/akya.4385.c20907

etkilerinin **standardize edilmiş deneysel yaklaşımlarla** karşılaştırılması önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra, kısa süreli laboratuvar ve saksı çalışmalarından elde edilen bulguların **uzun dönemli ve mümkün olduğunca çok lokasyonlu tarla denemeleri** ile doğrulanması, biyokömür uygulamalarının sürekliliğini ve gerçek toprak koşullarındaki etkilerini ortaya koyacaktır. Böylece biyokömürün sürdürülebilir toprak yönetimindeki işlevi ve uygulama potansiyeli, farklı toprak–iklim koşulları dikkate alınarak daha güvenilir bir bilimsel temele oturtulabilecektir.

Sonuç olarak, biyokömürün toprak biyolojisi üzerindeki etkileri, materyalin **fizikokimyasal özelliklerinden kaynaklanan başlangıç etkilerin,** mikrohabitatların oluşumu, pH ve **katyon değişim kapasitesindeki (KDK)** değişimler gibi ara mekanizmalar aracılığıyla mikrobiyal biyokütle ve enzim aktiviteleri gibi biyolojik göstergelere yansıdığı çok aşamalı bir süreç olarak ele alınmalıdır. Bu biyolojik değişimlerin nihai olarak **tarımsal üretkenlik ve toprakta karbon depolanması** gibi işlevsel çıktılara dönüşebilmesi mümkün olmakla birlikte, ortaya çıkan yanıtın büyüklüğü ve yönü biyokömürün uygulama dozu ve hammaddesi ile uygulandığı toprağın özelliklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Dolayısıyla biyokömürün toprak biyolojisi üzerindeki etkisi, bütün koşullarda aynı sonucu veren genel bir mekanizma yerine, **materyal özellikleri ile toprak koşulları arasındaki etkileşim tarafından belirlenen dinamik ve bağlama özgü bir süreç** olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

1. FAO (Food And Agrıculture Organızatıon Of The Unıted Natıons). The future of food and agriculture: Trends and challenges. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2017.
2. Bindraban, Prem S., et al. Assessing the impact of soil degradation on food production. Current Opinion in Environmental Sustainability, 2012, 4.5: 478-488.
3. Lal, Rattan. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *science*, 2004, 304.5677: 1623-1627.
4. Weil, Ray R., and Nyle C. Brady. *Elements of the nature and properties of soils*. Pearson, 2019.
5. Poeplau, Christopher, and Axel Don. "Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops–A meta-analysis." Agriculture, Ecosystems & Environment 200 (2015): 33-41.
6. Adetunji, Adewole T., and Humberto Blanco-Canqui. "Soil health response to biochar combined with other amendments: A review." *Biochar* 8.1 (2026): 23.
7. Hayat, Muhammad Khizar, et al. "Biochar-based strategies for improving soil fertility and mitigating environmental pollution." *Discover Environment* 4.1 (2026): 222.
8. Lehmann, J., Kern, D. C., Glaser, B., & Woods, W. I. (2003). Amazonian Dark Earths: Origin, Properties. *Management*, 523.
9. Glaser, B., Haumaier, L., Guggenberger, G., & Zech, W. (2001). The'Terra Preta'phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, *88*(1), 37-41.
10. Lehmann, J., & Joseph, S. (2009). Biochar for environmental management: an introduction. Biochar for environmental management: Science and technology, 1, 1-12.

11. Woolf, D. et al. Sustainable biochar to mitigate global climate change. Nat. Commun. 1:56 doi: 10.1038 / ncomms1053 (2010).
12. Novak, J. M., Lima, I., Xing, B., Gaskin, J. W., Steiner, C., Das, K. C., ... & Schomberg, H. (2009). Characterization of designer biochar produced at different temperatures and their effects on a loamy sand. *Annals of environmental science*, 195.
13. Glaser, Bruno, Johannes Lehmann, and Wolfgang Zech. "Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal–a review." *Biology and fertility of soils* 35.4 (2002): 219-230.
14. Khan S, Irshad S, Mehmood K, Hasnain Z, Nawaz M, Rais A, Gul S, Wahid MA, Hashem A, Abd_Allah EF, et al. Biochar Production and Characteristics, Its Impacts on Soil Health, Crop Production, and Yield Enhancement: A Review. Plants. 2024; 13(2):166. https://doi.org/10.3390/plants13020166
15. Sakhıya, Anil Kumar; Anand, Abhijeet; KAUSHAL, Priyanka. Production, activation, and applications of biochar in recent times. Biochar, 2020, 2.3: 253-285..
16.Tomczyk, Agnieszka; Sokołowska, Zofia; Boguta, Patrycja. Biochar physicochemical properties: pyrolysis temperature and feedstock kind effects. Reviews in Environmental Science and Bio/Technology, 2020, 19.1: 191-215.
17. Biedrman, L. A., & Harpole, W. S. (2013). Biochar and its effects on plant productivity and nutrient cycling: a meta-analysis. *GCB bioenergy*, *5*(2), 202-214.
18. Yaoyu Zhou, Xiaocheng Liu, Yujia Xiang, Pei Wang, Jiachao Zhang, Fengfeng Zhang, Jianhong Wei, Lin Luo, Ming Lei, Lin Tang, Modification of biochar derived from sawdust and its application in removal of tetracycline and copper from aqueous solution: Adsorption mechanism and modelling, Bioresource Technology, Volume 245, Part A, 2017, Pages 266-273, ISSN 0960-8524, https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.08.178.
19. Shujing Ye, Min Cheng, Guangming Zeng, Xiaofei Tan, Haipeng Wu, Jie Liang, Maocai Shen, Biao Song, Jiaqi Liu, Hailan Yang, Yafei Zhang, Insights into catalytic removal and separation of attached metals from natural-aged microplastics by magnetic biochar activating oxidation process, Water Research, Volume 179, 2020, 115876, ISSN 0043-1354, https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115876.
20. Shengnan Yuan, Mengfan Hong, Hui Li, Zhixiong Ye, Huabo Gong, Jinyu Zhang, Qiaoyun Huang, Zhongxin Tan, Contributions and mechanisms of components in modified biochar to adsorb cadmium in aqueous solution, Science of The Total Environment, Volume 733, 2020, 139320, ISSN 0048-9697, https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139320.
21. Pokharel, U., Neelgund, G., Ray, R. L., Balan, V., & Kumar, S. (2025). Biochar for soil amendment: applications, benefits, and environmental impacts. *Bioengineering*, *12*(11), 1137.
22. Tang, K.H.D. Biochar Amendments for Soil Restoration: Impacts on Nutrient Dynamics and Microbial Activity. Environments **2025**, 12, 425. https://doi.org/10.3390/environments12110425
23 .Shamiul Alam, S. M., Wei, L., Ozor, T., & Marahatta, S. (2026). Synergistic Effects of Biochar and Biofertilizers on Sustainable Crop Production: A Systematic Review. *International Journal of Plant Production*, *20*(3), 74.
24. Majewska, M., & Hanaka, A. (2026). Research Progress in Biochar and Microbial Remediation for Heavy Metal Agricultural Soil. *Agronomy*, *16*(7), 702.
25. ZHANG, Sinan, et al. Application and mechanisms of biochar-immobilized enzymes in environmental remediation: a review. *Biochar*, 2026, 8.1: 4.
26. Liu HASSAN, Muhammad Umair; SU, Qitao. A solution to chromium toxicity? Unlocking the multi-faceted role of biochar. *Plants*, 2026, 15.2: 234.
27. Liu, S. Y., Han, F., Ma, L. Q., Li, Z., Qin, C. R., & Yaqine, I. (2026). Microplastics Inhibit Microbial Abundance and Enzyme Activities in Pb/Cd Co-contaminated Soil: The Alleviating Role of Biochar. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 1-17.

28. Yufeng Duan, Bihai Xie, Weiguang Lv, Hanlin Zhang, Dan He, Ke Song, Naling Bai, Yinjiang Zhang, Shuangxi Li, Chenglong Xu, Earthworm–biochar linkage drives saline–alkali soil health restoration: Processes, mechanisms and prospects, Desalination, Volume 620, 2026, 119603, ISSN 0011-9164, https://doi.org/10.1016/j.desal.2025.119603.
29. Ajema, Leta. "Effects of biochar application on beneficial soil organism." *Int. J. Res. Stud. Sci. Eng. Technol* 5.5 (2018): 9-18.
30. Warnock, Daniel D., et al. "Mycorrhizal responses to biochar in soil–concepts and mechanisms." *Plant and soil* 300.1 (2007): 9-20.
31. Pu, Z., Hou, R., Xie, Z., Zhang, R., Li, X., & Wang, X. X. (2025). Nurturing soil health: The interconnected roles of biochar and arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Soils and Sediments*, *25*(10), 2931-2942.
32. Bekchanova, M., Kuppens, T., Cuypers, A. *et al.* Biochar's effect on the soil carbon cycle: a rapid review and meta-analysis. *Biochar* **6**, 88 (2024). https://doi.org/10.1007/s42773-024-00381-833.
33. Xuanchen Meng, Ennan Zheng, Dingmu Hou, Mengting Qin, Fanxiang Meng, Peng Chen, Zhijuan Qi,
The effect of biochar types on carbon cycles in farmland soils: A meta analysis, Science of The Total Environment, Volume 930,2024,172623,ISSN 0048-9697,https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172623.
34. David Chiaramonti, Franco Berruti, Johannes Lehmann, Ondrej Masek, Henrik Ingermann Petersen, Manuel Garcia Perez, Hamed Sanei, Francesco Primo Vaccari, Biochar and its impact on the carbon cycle, Biomass and Bioenergy, Volume 203, 2025, 108365, ISSN 0961-9534, https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.108365.
35. Kishan Nandi Shoudho, Tausif Hasan Khan, Ummay Rifat Ara, Moshiur Rahman Khan, Zayed Bin Zakir Shawon, Md Enamul Hoque, Biochar in global carbon cycle: Towards sustainable development goals, Current Research in Green and Sustainable Chemistry, Volume 8, 2024, 100409, ISSN 2666-0865, https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2024.100409
36. Roberts, K. G., Gloy, B. A., Joseph, S., Scott, N. R., Lehmann, J. (2009): Life cycle assessment of biochar systems: estimating the energetic, economic, and climate change potential. – Applicational Science & Technology 44(2): 827-833.
37. Irmak Yilmaz, F.; Ergun, Y. A. Impact of biochar and animal manure on some biological and chemical properties of soil. *Appl. Ecol. Environ. Res*, 2019, 17: 8865-8876.

.

Bölüm 6

21. YÜZYILDA BLUEBERRY (VACCİNİUM SPP.) ARAŞTIRMALARINDA BİLİMSEL YAKLAŞIMLAR: BİBLİYOMETRİK BİR DEĞERLENDİRME

Ayfer ALKAN TORUN[1]
Veysi AKŞAHİN[3]
Serpil TANGOLAR[2]

GİRİŞ

Dünya nüfusunun 2050 yılına gelindiğinde 9,8 milyara ulaşması tahmin edilmekte olup (1) artan gıda ihtiyacının karşılanabilmesi için günümüz üretim düzeyine kıyasla yaklaşık %70 daha fazla bir üretim hedefine ulaşılması gerektiği öngörülmektedir (2). Günden güne artan dünya nüfusu ve talep karşısında insanların beslenmesi için gerekli olan gıda miktarını karşılamak için topraklar üzerinde önemli baskılar oluşmaktadır (3). Tarih boyunca insan beslenmesinin temelini ağırlıklı olarak sebzeler, tahıllar ve meyveler oluşturmuş, değişen tüketici tercihleri ve artan gıda talebi ise yüksek ekonomik değere sahip, beslenme ve sağlık açısından öne çıkan ürünlere olan ilgiyi artırmıştır. Bu kapsamda, fonksiyonel özellikleri, yüksek katma değeri ve artan pazar potansiyeli ile maviyemiş (blueberry), son yıllarda araştırma ve yetiştiricilik açısından dikkat çeken türlerden biri haline gelmiştir.

Türkiye, sahip olduğu farklı iklim koşulları ve biyoçeşitlilik sayesinde meyveler yetiştiriciliği açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu potansiyel içerisinde maviyemiş;, çilek, ahududu ve böğürtlen ile birlikte çok yıllık odunsu çalılar üzerinde yetişen üzümsü meyveler (small fruits/berries) grubunda yer almakta olup, yüksek katma değeri, ihracat potansiyeli ve fonksiyonel özellikleri

[1] Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme AD, atorun@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8493-5828

[2] Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme AD, Veysiaksahin@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-4406-9275

[3] Prof. Dr., Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri AD, stangolar@cu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-5563-1972

DOI: 10.37609/akya.4385.c20908

of Agriculture (USDA) olduğu belirlenmiştir. Bu durum, maviyemiş araştırmalarının gelişiminde kurumsal desteklerin ve tarımsal Ar-Ge yatırımlarının önemli bir rol üstlendiğini göstermektedir.

- **Bilimsel Etkisi En Yüksek Yayın:** Maviyemiş literatüründe en fazla bilimsel etkiye sahip çalışma, 2013 yılında yayımlanan ve 628 atıf alan "Oxygen Radical Absorbing Capacity of Phenolics in Blueberries, Cranberries, Chokeberries, and Lingonberries" başlıklı makale olmuştur. Bu çalışmanın öne çıkması, maviyemişin antioksidan kapasitesi, fenolik bileşenleri ve insan sağlığı üzerindeki etkilerine yönelik araştırmaların uluslararası literatürde önemli bir ilgi odağı olduğunu göstermektedir.

Elde edilen bu sonuçlar, gelecekte farklı veri tabanları ve bibliyometrik analiz araçlarının birlikte kullanıldığı daha kapsamlı çalışmaların gerçekleştirilmesinin, maviyemiş araştırmalarındaki bilimsel eğilimlerin daha ayrıntılı ortaya konulmasına ve literatürün gelişimine önemli katkılar sağlayacağını göstermiştir.

KAYNAKLAR

1. Kopittke PM, Menzies NW, Wang P, et al., *Soil and the intensification of agriculture for global food security.* Environment International, 2019. **132**: p. 105078.
2. Krishnan R, Agarwal R, Bajada C, et al., *Redesigning a food supply chain for environmental sustainability - An analysis of resource use and recovery.* Journal of Cleaner Production, 2020. **242**: p. 118374.
3. Akşahin V, Işik M, Öztürk F, et al. *Effect of Phosphorus (P) Level Application on Soil Structure Development*. in *International Soil Congress 2019*. 2019. Ankara Turkey.
4. Yıldız S, Aydın MZ, and Akbulut M, *Maviyemiş (Vaccinium corymbosum L.) Yetiştiriciliğinin Güncel Durumu ve Geliştirilmesine Yönelik Öneriler.* Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2025. **4**(1): p. 23-34.
5. TÜİK. *Veri portalı, diğer meyveler*. 2026 13.07.2026]; Available from: https://veriportali.tuik.gov.tr/tr/search?q=blueberry.
6. Çomaklı E, *Toprak Organik Karbonu ve Toprak Organik Karbon Stokları üzerine 1970-2021 Yılları Arasında Yapılan Araştırmaların Bibliyometrik Analizi.* Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, 2021. **25**: p. 517-524.
7. Bezak N, Mikos M, Borrelli P, et al., *Soil erosion modelling: A bibliometric analysis.* Environmental Research, 2021. **197**.
8. Akşahin V, Gülser F, *Tarımsal Açıdan 2000-2022 Yılları Arasında Yapılan Havuç Bitkisi İle İlgili Yayınların Bibliyometrik Analizi*, in *Sebzecilikte Farkli Yaklaşimlar*, MZ Karipçin, Editor. 2022, İksad: Ankara.
9. Zhang HL, Liu XY, Yi J, et al., *Bibliometric Analysis of Research on Soil Water from 1934 to 2019.* Water, 2020. **12**(6).
10. Pan XY, Lv JL, Dyck M, et al., *Bibliometric Analysis of Soil Nutrient Research between 1992 and 2020.* Agriculture-Basel, 2021. **11**(3).
11. Cui MQ, Wu C, Jiang XX, et al., *Bibliometric analysis of research on soil arsenic during 2005-2016.* Journal of Central South University, 2019. **26**(2): p. 479-488.
12. Oliveira JD, Pereira MG, *Analyzing the research on phosphorus fractions and phosphorus legacy in soil: a bibliometric analysis.* Journal of Soils and Sediments, 2020. **20**(9): p. 3394-3405.

13. Yap HS, Zakaria NN, Zulkharnain A, et al., *Bibliometric Analysis of Hydrocarbon Bioremediation in Cold Regions and a Review on Enhanced Soil Bioremediation.* Biology-Basel, 2021. **10**(5).
14. Vieira AF, Moura M, and Silva L, *Soil metagenomics in grasslands and forests-A review and bibliometric analysis.* Applied Soil Ecology, 2021. **167**.
15. Mokhnacheva YV, Tsvetkova VA, *Bibliometric Analysis of Soil Science as a Scientific Area.* Eurasian Soil Science, 2020. **53**(6): p. 838-844.
16. Liu YN, Wu KN, and Zhao R, *Bibliometric analysis of research on soil health from 1999 to 2018.* Journal of Soils and Sediments, 2020. **20**(3): p. 1513-1525.
17. Oliveira JD, *A bibliometric analysis of soil research in Brazil 1989-2018.* Geoderma Regional, 2020. **23**.
18. He HL, Dyck M, and Lv JL, *The Heat Pulse Method for Soil Physical Measurements: A Bibliometric Analysis.* Applied Sciences-Basel, 2020. **10**(18).
19. Mao GZ, Shi TT, Zhang S, et al., *Bibliometric analysis of insights into soil remediation.* Journal of Soils and Sediments, 2018. **18**(7): p. 2520-2534.
20. Guo K, Liu YF, Zeng C, et al., *Global research on soil contamination from 1999 to 2012: A bibliometric analysis.* Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science, 2014. **64**(5): p. 377-391.
21. Li YZ, Liu JS, Yang HY, et al., *A Bibliometric Analysis of Literature on Vegetable Prices at Domestic and International Markets-A Knowledge Graph Approach.* Agriculture-Basel, 2021. **11**(10).
22. Andreo-Martinez P, Ortiz-Martinez VM, Garcia-Martinez N, et al., *A descriptive bibliometric study on bioavailability of pesticides in vegetables, food or wine research (1976-2018).* Environmental Toxicology and Pharmacology, 2020. **77**.
23. Vergidis PI, Karavasiou AI, Paraschakis K, et al., *Bibliometric analysis of global trends for research productivity in microbiology.* European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases, 2005. **24**(5): p. 342-345.
24. Liu SN, Lei Y, Zhao JS, et al., *Research on ecosystem services of water conservation and soil retention: a bibliometric analysis.* Environmental Science and Pollution Research, 2021. **28**(3): p. 2995-3007.
25. Kasavan S, Yusoff S, Fakri MFR, et al., *Plastic pollution in water ecosystems: A bibliometric analysis from 2000 to 2020.* Journal of Cleaner Production, 2021. **313**.
26. Huang X, Wang KR, Zou YW, et al., *Development of global soil erosion research at the watershed scale: a bibliometric analysis of the past decade.* Environmental Science and Pollution Research, 2021. **28**(10): p. 12232-12244.
27. Goh KH, See KF, *Twenty years of water utility benchmarking: A bibliometric analysis of emerging interest in water research and collaboration.* Journal of Cleaner Production, 2021. **284**.
28. Renzi M, Pauna VH, Provenza F, et al., *Marine Litter in Transitional Water Ecosystems: State of The Art Review Based on a Bibliometric Analysis.* Water, 2020. **12**(2).
29. Li QJ, Guo XX, and Zhang LH, *Bibliometric Analysis of Water Resource Management.* Journal of Coastal Research, 2020: p. 210-214.
30. Wang YP, Liu WZ, Li G, et al., *A Bibliometric Analysis of Soil and Water Conservation in the Loess Tableland-Gully Region of China.* Water, 2019. **11**(1).
31. Kulak M, Ozkan A, and Bindak R, *A bibliometric analysis of the essential oil-bearing plants exposed to the water stress: How long way we have come and how much further?* Scientia Horticulturae, 2019. **246**: p. 418-436.
32. Wang MH, Yu TC, and Ho YS, *A bibliometric analysis of the performance of Water Research.* Scientometrics, 2010. **84**(3): p. 813-820.
33. Akşahin V, Ortaş I, *Bibliometric Analysis of scientific Research Articles on Water and Drought between 2000-2022*, in *International Congress and Workshop on Agricultural Structures and Irrigation*. 2022: 12-15 May, 2022, Diyarbakır, Turkiye. p. 63-78.
34. Ano-Vidal C, Sanchez-Diaz J, *Bibliometric Analysis of the Scientific Production on Soil Erosion in Andalusia (1964-2008).* Revista De Estudios Andaluces, 2018. **35**(1): p. 193-213.

35. Analytics C. *Web of science platform: Web of science: Summary of coverage.* . 2023 [cited 17.05.2021 17.05.2021]; Available from: https://www.webofscience.com/wos/woscc/basic-search.
36. Google. *Gemini [Yapay zeka modeli]*. 2026 18 Eylül 2026]; Available from: https://gemini.google.com/.
37. VOSviewer. *VOSviewer software*. 2021 4.11.2021]; Available from: https://www.vosviewer.com/.
38. Yarborough DE, Ismail AA, *Effect of Endothall and Glyphosate on Blueberry and Barrenberry Yıeld.* Canadian Journal of Plant Science, 1980. **60**(3): p. 891-894.
39. Birdevrim AS, *Bilimsel yayınlardan anahtar kelime çıkarımı*. 2018, T.C. İstanbul Ticaret Üniversitesi.

Bölüm 7

GELENEKSEL OLARAK TÜKETİLEN BAZI YABANİ BİTKİLERİN BESİNSEL ÖNEMİ VE MİKRO ELEMENT İÇERİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Özlem ETE AYDEMİR[1]
Faruk ÖZKUTLU[2]

GİRİŞ

Yeterli ve dengeli beslenme, insan sağlığının korunması ve yaşam kalitesinin sürdürülmesi için temel bir gerekliliktir. Sağlıklı bir beslenme düzeni, yalnızca yeterli enerji ve makro besin alımını değil, aynı zamanda vücudun vitamin ve mineral gereksinimlerini karşılayacak düzeyde besin çeşitliliğini de gerektirir. Mikro besinler; bitkilerin, hayvanların ve insanların sağlıklı büyümesi, gelişmesi ve metabolik işlevlerini sürdürebilmesi için çok küçük miktarlarda gereksinim duyulan temel elementlerdir. Mikro elementler, insan organizmasında düşük miktarlarda gereksinim duyulmalarına rağmen büyüme, gelişme ve metabolik süreçlerin devamlılığı açısından önemli işlevlere sahiptir. Mikro besinler; hem insanlarda hem de hayvanlarda bağışıklık, kan yapımı, bilişsel gelişim, üreme ve hastalıkların önlenmesi için gerekli olan hayati mineraller ve vitaminlerdir. Bu minerallere örnek olarak Fe ve Zn verilebilir. Hızlı nüfus artışı, iklim değişikliği, tükenen doğal kaynaklar ve yükselen besin talepleri, küresel gıda sistemleri için daha önce karşılaşılmamış sorunlar yaratmaktadır (1). Dünya nüfusunun 2050 yılına kadar 9,7 milyara ve 2080'lere gelindiğinde yaklaşık 10,4 milyara ulaşması beklendiğinden, tarımsal üretim sistemleri ve beslenme güvenliği büyük bir baskı altında kalacaktır (2). Hızlı kentleşme, değişen beslenme alışkanlıkları ve besin değeri yüksek gıdalara yönelik artan talep sonucunda, sürdürülebilir tarım ve insan sağlığına dair endişeler giderek artmaktadır (3). Mikro besin öğesi eksiklikleri tüm yaş gruplarını etkilemekle birlikte, sağlık hizmetlerine ve çeşitli

[1] Doç Dr., Ordu Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD, ozlemete87@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-6055-4908

[2] Prof. Dr., Ordu Üniversitesi,Ziraat Fakültesi, Bitki Besleme AD, farukozkutlu@hotmail.com, ORCID iD: 0000-0002-8651-3346

DOI: 10.37609/akya.4385.c20909

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, incelenen yabani yenilebilir bitkilerin mikro element konsantrasyonlarının bakımından farklılık gösterdiğini ve her bir türün kendine özgü bir mineral profiline sahip olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen bulgular, bu bitkilerin esansiyel mikro elementlerin bitkisel kaynakları arasında değerlendirilebilecek potansiyele sahip olduğunu ve geleneksel beslenmedeki önemlerinin kültürel ve gastronomik özelliklerin ötesine geçtiğini göstermektedir. Sonuç olarak, Çiriş, Kenger, Sirmo ve Harput soğanı gibi geleneksel olarak tüketilen yabani bitkilerin mineral kompozisyonlarının belirlenmesi, yerel bitkisel gıda kaynaklarının beslenme değerinin bilimsel olarak ortaya konulması açısından önemlidir. Bu türlerin korunması, geleneksel kullanım bilgilerinin kayıt altına alınması ve besinsel özelliklerinin ileri çalışmalarla desteklenmesi; gıda çeşitliliğinin ve yerel gıda kaynaklarının değerlendirilmesine katkı sağlayabilir.

KAYNAKÇA

1. Gautam A, Gyawali I, Poudel S, et al. Insects as food and feed source: A comprehensive review on nutritional value, food safety concern, environmental benefits, economic potential, technological innovations, challenges, and future prospects. *Food Frontiers*. 2025; 6(6): 2591-2646. doi:10.1002/fft2.70092
2. Raghavan V. Innovative food drying solutions for enhancing global food security and sustainability. *Drying Technology*. 2025; 43: 7–8. doi:10.1080/07373937.2025.2445981
3. FAO. 2020. FAOSTAT Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
4. Ebbisa, A. Mechanisms underlying cereal/legume intercropping as nature-based biofortification: A review. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2022; 4, Article 19. doi: 10.1186/s43014-022-00096-y
5. Pumariega AJ, Gogineni RR, Benton T.. Poverty, homelessness, hunger in children, and adolescents: Psychosocial perspectives. *World Social Psychiatry*. 2022; 4:54–62.
6. Koc E, Karayigit B. Assessment of biofortification approaches used to improve micronutrient-dense plants that are a sustainable solution to combat hidden hunger. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 2021; 22:475–500. doi: 10.1007/s42729-021-00663-1
7. Joshi-Saha A, Sethy SK, Misra G, et al. Biofortified legumes: Present scenario, possibilities and challenges. *Field Crops Research*. 2022; 279:108467. doi: 10.1016/j.fcr.2022.108467
8. Vassilakou T. Childhood malnutrition: time for action. Children. 2021; 8(2):103. doi:10.3390/children8020103
9. Özhatay N, Kültür Ş, Aslan S. Check-list of additional taxa to the supplement Flora of Turkey IV. *Turk Journal Botany*. 2009; 33: 191-226. doi:10.3906/bot-1101-20
10. Atik AD, Öztekin M, Erkoç F. Biyoçeşitlilik ve türkiye'deki endemik bitkilere örnekler. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. 2010; 30(1): 219-240.
11. Faydaoğlu E, Sürücüoğlu MS. Geçmişten günümüze tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanılması ve ekonomik önemi. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*. 2011; 11(1): 52-67.
12. Yücel E, Şengün İ, Çoban Z. Afyonkarahisar çevresinde gıda olarak tüketilen yabani otlar ve tüketim biçimleri. *Biological Diversity and Conservation*. 2012; 5(2): 95-105.
13. Siyamoğlu B. Ege bölgesinde insan beslenmesinde kullanılan bazı yabani otlar (Silcan, Karakan, Pirzola Kekiği ve Kudret Narı) üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*. 1984; 21 (3): 75–88.

14. Mükemre M. Konalga, Sırmalı, Dokuzdam Köyleri (Çatak-Van) ve çevrelerinin etnobotanik özellikleri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, 2013,* (Yüksek Lisans Tezi) Van.
15. Sırma E. Pervari (Siirt) Bölgesi (Çemikari, Kovanağzı, Sarıyaprak) Propolislerinin Kimyasal İçerikleri ve Botanik Orjininin Belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi), Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.2020, 91s.
16. Sırrı M, Sırrı G. Hakkâri ilinde gıda olarak tüketilen yabani bitki ve yabancı ot türlerinin güncel durumu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2020; (19): 393-409. doi: 10.31590/ejosat.697536
17. Sırrı M, Özaslan C, Fidan M. Eruh (Siirt) ilçesinde gıda ve halk tababetinde kullanılan bazı doğal ve yabancı otlar. *MAS Journal of Applied Sciences*, 2020; 6(Özel Sayı): 1118-1129. doi:10.52520/masjaps.191
18. Yılmaz, M.. Tillo (Siirt) ve çevresi etnobotanik özellikleri/Ethnobotanical properties of tillo (Siirt) and surrounding (Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, Siirt Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt).2022
19. İnal TN, Fidan M. Siirt İli Gökçebağ beldesi ve çevresinde halk tarafından beslenme, endüstri, tarım ve hayvancılık amaçlı kullanılan bitkiler. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*. 2024; 8(2): 493-501. doi:10.5281/zenodo.11467307
20. Sırrı, M. Hakkâri'nin önemli bitki türlerinden *Gundelia* L. (Kenger) tehdit altında, Abant 5th Internatıonal Conference On Current Academıc Studıes, July 18 - 20, 2025 – Bolu pp. 491-499.
21. Cınar A, Ay ST, Ayas F, et al. Foxtail Lily (*Eremurus spectabilis M. Bieb*.) as a priority species of biodiversity for food and nutrition project of Turkey. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*. 2017; 27(2):69-73.
22. Alhalak N, Sekerler T. Phytochemical and biological activities of Eremurus spectabilis: A review. *Euchembioj reviews*. 2025; 1(2): 25008. doi:10.62063/rev-200439
23. Konak M, Ateş M, Şahan Y. Yenilebilir yabani bitki *gundelia tournefortii*'nin antioksidan özelliklerinin belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Derg*isi. 2017; 31(2): 101-108.
24. Okcu Z, Kaplan B. Doğu Anadolu bölgesinde gıda olarak kullanılan yabani bitkiler. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2018 6(3), 260-265. doi:10.24925/turjaf.v6i3.260-265.1580
25. Onur M, Yılmaz K, Zıvalı E. Kenger (*Gundelia tournefortii*) otunun yerel mutfak kültüründe kullanımı ve sıfır atık kapsamında değerlendirilmesi: Çukurova örneği. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2025; 13(12), 4053-4063. doi:0000-0001-7985-1243
26. Cakmakci O, Sensoy S, Alan AR. Bioactive constituents of *Allium vineale* L. accessions from Eastern Turkey. Scientia Horticulturae. 2022; 303: 111203. doi:10.1016/j.scienta.2022.111203
27. Köse Ş, Ocak, E. Antimicrobial and antioxidant properties of sirmo *(Allium vineale L.),* mendi *(Chaerophyllum macropodum Boiss.)* and siyabo *(Ferula rigidula DC.). Gida.* 2018; 43:294-302. doi: 10.15237/gida.GD17099
28. Fırat M. The ethnobotanical usage of some East Anatolian (Turkey) *Allium* L. species. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*. 2015; 5(1): 80 86.
29. Teğin İ, Hallaç ÖÜB, Fidan M. Siirt Eruh bölgesinde yetişen allium kharputense freyn et sint. ekstraktının kuru madde, renk, antimikrobiyal etkilerinin belirlenmesi. III. International Siirt Scientific Research Congress 18-19 November 2022 Siirt, Türkiye.
30. Abbaspour N, Hurrell R, Kelishadin R. Review on iron and its importance for human health. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2014; *19*(2): 164.
31. Obeagu EI. (2025). Iron homeostasis and health: understanding its role beyond blood health–a narrative review. *Annals of Medicine and Surgery*. 2025; *87*(6): 3362. doi: 10.1097/MS9.0000000000003100
32. Stiles LI, Ferrao K, Mehta KJ. Role of zinc in health and disease. *Clinical and Experimental Medicine*. 2024; 24(1): 38. doi: 10.1007/s10238-024-01302-6

33. Prasad AS. Zinc in human health: effect of zinc on immune cells. *Molecular medicine*. 2008;14(5):353-357. doi: 10.2119/2008-00033.Prasad
34. Roohani N, Hurrell R, Kelishad, R, et al.. Zinc and its importance for human health: An integrative review. *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*. 2013; *18*(2): 144.
35. Binesh A, Venkatachalam K. Copper in human health and disease: A comprehensive review. *Journal of Biochemical and Molecular Toxicology*, 2024;*38*(11):e70052. doi:10.1002/jbt.70052
36. Chen J, Jiang Y, Shi H, et al. The molecular mechanisms of copper metabolism and its roles in human diseases. *Pflügers Archiv-European Journal of Physiology*. 2020; 472(10): 1415-1429. doi:10.1007/s00424-020-02412-2
37. Santamaria AB, Sulsky SI. Risk assessment of an essential element: manganese. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*. 2010; 73(2-3): 128-155. doi:10.1080/15287390903337118
38. Kacar B, Inal A. Plant analysis. *Nobel Pres*. 2008; *1241*, 891.
39. Tüber (2022). https://hsgm.saglik.gov.tr/tr/web