

TARIMSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİKTE
TEKNOLOJİK GELİŞMELER VE
GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Editör

Prof. Dr. Şefik TÜFENKÇİ



© Copyright 2024

Bu kitabın, basım, yayın ve satış hakları Akademisyen Kitabevi A.Ş.'ne aittir. Anılan kuruluşun izni alınmadan kitabın tümü ya da bölümleri mekanik, elektronik, fotokopi, manyetik kayıt 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	Sayfa ve Kapak Tasarımı
978-625-375-245-3	Akademisyen Dizgi Ünitesi
Kitap Adı	Yayıncı Sertifika No
Tarımsal Sürdürülebilirlikte Teknolojik Gelişmeler ve Güncel Yaklaşımlar	47518
Editör	Baskı ve Cilt
Şefik TÜFENKÇİ ORCID iD: 0000-0002-3350-1085	Vadi Matbaacılık
Yayın Koordinatörü	Bisac Code
Yasin DİLMEN	TEC003000
	DOI
	10.37609/akya.3434

Kütüphane Kimlik Kartı

Tarımsal Sürdürülebilirlikte Teknolojik Gelişmeler ve Güncel Yaklaşımlar / ed. Şefik Tüfenkci.
Ankara : Akademisyen Yayınevi Kitabevi, 2024.
253 s. : çizelge, şekil, tablo. ; 160x235 mm.
Kaynakça var.
ISBN 9786253752453

GENEL DAĞITIM **Akademisyen Kitabevi A.Ş.**

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

www.akademisyen.com

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1	Toprak Ağır Metal İçeriğinin Giderilmesinde Biyolojik Yaklaşımlar	1
	<i>Şefik TÜFENKÇİ</i>	
BÖLÜM 2	Tarımsal Yapılarda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri	11
	<i>Sedat KARAMAN Serkan YAZAREL</i>	
BÖLÜM 3	Bitki Virüslerinin Verimli Aktarımında Moleküler Mekanizmalar.....	25
	<i>Abdullah GÜLLER Mustafa USTA</i>	
BÖLÜM 4	Sürdürülebilir Kırsal Kalkınmada Kadın Kooperatifleri: Ahtamara Tarımsal Kalkınma ve Kadın Kooperatifi Örneği.....	41
	<i>Mustafa TERİN Mukaddes HAKAN ARİN</i>	
BÖLÜM 5	Alternatif Su Kaynağı: Gri Su	55
	<i>Talip ÇAKMAKCI Caner YERLİ Üstün ŞAHİN</i>	
BÖLÜM 6	Kuraklık Koşullarında Bitki Davranışları.....	65
	<i>Özlem ÇAKMAKCI Caner YERLİ Üstün ŞAHİN</i>	

BÖLÜM 7	Anaerobik Çürütme Sürecinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi	79
	<i>Fatih Şevki ERKUŞ</i>	
	<i>Şima VAROL</i>	
BÖLÜM 8	İklim Değişikliğinin Etkilerine Karşı Uyum Aracı Olarak Asmalarda Taç Yönetimi.....	99
	<i>Cüneyt UYAK</i>	
	<i>Adnan DOĞAN</i>	
	<i>Haydar KURT</i>	
BÖLÜM 9	Hayvan Barınaklarında Havanın Kimyasal Bileşimindeki Kirlenici Unsurlar ve Azaltılmasına Yönelik Alternatif Yaklaşımlar	119
	<i>Ünal ŞİRİN</i>	
BÖLÜM 10	Zararlılar İle Mücadelede Çevre Dostu Uygulamalar: Entomopatojen Nematodlar.....	131
	<i>Hilmi KARA</i>	
	<i>Merve DOĞAÇ</i>	
BÖLÜM 11	Beton ve Harçlarda Kullanılan Bazı Katkı Maddeleri, Özellikleri ve Tarımsal Yapılarda Kullanılma Olanakları	139
	<i>Serkan YAZAREL</i>	
	<i>Sedat KARAMAN</i>	
BÖLÜM 12	Toprak Ağır Metallerinin Çevre ve Bitki Üzerindeki Etkileri.....	149
	<i>Şefik TÜFENKÇİ</i>	
	<i>Halil TEMEL</i>	
BÖLÜM 13	Su Yönetiminde Yeni Yaklaşım: Yağmur Suyu Hasadı.....	159
	<i>Talip ÇAKMAKÇI</i>	
BÖLÜM 14	Nano Gübreler.....	171
	<i>Elif YAĞANOĞLU</i>	

BÖLÜM 15	Dijital Tarım ve Akıllı Sistemlerin Tarımsal Üretimdeki Rolü	183
	<i>Ferzaneh PORDEL</i>	
BÖLÜM 16	Yumurta Tavukçuluğunun Gelecekteki Yönelimlerine Uygun Kümeslerin Sürdürülebilir Planlanması	195
	<i>Ünal ŞİRİN</i>	
BÖLÜM 17	Laboratuvar Ölçekli Anaerobik Çürütme Sistemlerinde Veri Toplama ve Analizi	215
	<i>Koray TUNCAY Fatih Şevki ERKUŞ</i>	
BÖLÜM 18	Biyogaz ve Anaerobik Çıkış Çamuru (Digestat)	229
	<i>Fatma OKYAY Koray TUNCAY</i>	

YAZARLAR

Mukaddes HAKAN ARİN

Ziraat Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Doç. Dr. Talip ÇAKMAKCI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Özlem ÇAKMAKCI

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Adnan DOĞAN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Merve DOĞAÇ

Ziraat Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Fatih Şevki ERKUŞ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği AD.

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah GÜLLER

Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Hilmi KARA

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Prof. Dr. Sedat KARAMAN

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Haydar KURT

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Fatma OKYAY

Biyosistem Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD.

Dr. Öğr. Üyesi Ferzane PORDEL

Konya Gıda VE Tarım Üniversitesi, Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri AD.

Prof. Dr. Üstün ŞAHİN

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Ünal ŞİRİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Halil TEMEL

Doktora Öğrencisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Mustafa TERİN

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü

Koray TUNCAY

Ziraat Yüksek Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD.

Prof. Dr. Şefik TÜFENKÇİ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Doç. Dr. Mustafa USTA

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Cüneyt UYAK

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü

Şima VAROL

Biyosistem Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD.

Dr. Öğr. Üyesi Serkan YAZAREL

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

Dr. Öğr. Üyesi Elif YAĞANOĞLU

Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Doç. Dr. Caner YERLİ

Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü

BÖLÜM 1

Toprak Ağır Metal İçeriğinin Giderilmesinde Biyolojik Yaklaşımlar

Şefik TÜFENKÇİ¹

GİRİŞ

Özgül ağırlığı 5 g/cm³'den daha fazla olan metalleri tanımlayan ağır metal kavramı son yıllarda üzerinde oldukça kafa yorulan bir konudur (1). Çünkü ağır metaller ABD Çevre Koruma Ajansı tarafından 650 farklı toksik ve kimyasal kirleticinin yer aldığı listenin sıralamasında 129 adet öncelikli toprak ve çevre kirletici unsurlar arasında bulunmaktadır (2). Ağır metallerin ortaya çıkışı genel olarak insan kaynaklı etkilerle olmaktadır. Bunlar arasında en popüler olarak popülasyon, sanayileşme, kentleşme, fosil yakıt ve egzoz emisyonlarındaki artıştan bahsedilmekle beraber volkanik faaliyetlerin, maden yataklarının ve tarım topraklarında bilinçsiz gübre kullanımının da etkisi azımsanmayan oranda fazladır (1-5).

Bazı sektörlerin ortaya çıkarmış olduğu çeşitli ağır metallerin mevcudiyeti Çizelge 1'de verilmiştir. Sektörler arasındaki ağır metal salınımları farklılık gösterebilmekte ancak bu yine de riskin boyutunu azaltıcı bir unsur olarak değerlendirilmemektedir.

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

lar çevre dostu ve ekonomik uygulamalar olduğu için ayrı bir başlık altında incelenmektedir. Böylece bu incelemeyi gerçekleştiren bu çalışmanın neticesinde ağır metallerle kontamine olmuş toprakları tarıma yeniden kazandırmak için biyolojik yaklaşımların benimsenmesi gerektiği önerilebilirken, bu konuda yaklaşımların geliştirilmesi ve çalışmaların yapılması da tavsiye edilebilir olmuştur.

KAYNAKLAR

1. Yerli C, Çakmakçı T, Sahin U, et al. Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 2020;9(özel sayı): 103-114.
2. Batır MB. Kurşun (Pb) ve Bakır (Cu) Ağır Metal Stresi Uygulanan Enginar (*Cynara scolymus* L.) Tohumlarının Fidelerinde Oluşan DNA Değişikliklerinin Belirlenmesi. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2014.
3. Yıldız M, Terzi H, Uruşak B. Bitkilerde krom toksisitesi ve hücresel cevaplar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*. 2011;27(2): 163-176.
4. Çağlarırnak N, Hepçimen AZ. Ağır metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi. *Akademik Gıda*. 2010;8(2): 31-35.
5. Kara E, Taciroğlu B, Sak T. Toprakta ağır metal gideriminde solucanların kullanımı. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi*. 2016;19(2): 201-207.
6. Seven T, Can B, Darende BN. et al. Hava ve toprakta ağır metal kirliliği. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*. 2018;1(2): 91-103.
7. Asri FÖ, Sönmez S, Çıtak S. Kadmiyumun çevre ve insan sağlığı üzerine etkileri. *Derim*. 2007;24(1): 32-39.
8. Sönmez O, Kılıç FN. Heavy metal pollution in soil and removal methods. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*. 2021;2(2): 493-507.
9. Başbakanlık Mevzuatı Geliştirme ve Yayın Genel Müdürlüğü (2010). Resmi Gazete (Erişim Tarihi; 05./05/2023 <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2010/06/20100608-3.htm>
10. Weissmannová HD, Mihočová S, Chovanec P. et al. Potential ecological risk and human health risk assessment of heavy metal pollution in industrial affected soils by coal mining and metallurgy in Ostrava, Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(22): 4495.
11. Asri FÖ, Sönmez S. Ağır metal toksisitesinin bitki metabolizması üzerine etkileri. *Derim*. 2006;23(2): 36-45.
12. Yao Z, Li J, Xie H. et al. Review on remediation technologies of soil contaminated by heavy metals. *Procedia Environmental Sciences*. 2012;16: 722-729.
13. Hamutoğlu R, Dinçsoy AB, Cansaran-Duman D, et al. Biyosorpsiyon, adsorpsiyon, fitoremediasyon yöntemleri ve uygulamaları. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*. 2012;69(4): 235-253.
14. Dandan W, Huixin L, Feng H, et al. Role of earthworm-straw interactions on phytoremediation of Cu contaminated soil by ryegrass. *Acta Ecologica Sinica*. 2007;27: 1292-1298.
15. Dindar E, Şağban FOT, Başkaya HS. Kirlenmiş toprakların biyoremediasyon ile Islahı. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*. 2010;15(2): 123-137.
16. Vangronsveld J, Herzig R, Weyens N. et al. Phytoremediation of contaminated soils and groundwater: lessons from the field. *Environmental Science and Pollution Research*. 2009;16: 765-794.
17. Sikkema J, De Bont JAM, Poolman B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. *Microbiological Reviews*. 1995;59: 201-222.

18. Kocaer, FO, Başkaya HS. Metallerle kirlenmiş toprakların temizlenmesinde uygulanan teknolojiler. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 2003;(1): 121-131.
19. Mulligan CN, Yong RN, Gibbs BF. Remediation technologies for metalcontaminated soils and groundwater: an evaluation. *Engineering Geology*. 2021;60: 193-207.
20. Groudev SN, Spasova II, Georgiev PS. In siti bioremediation of soils contaminated with radioactive elements and toxic heavy metals. *International Journal of Mineral Processing*. 2001;62: 301- 308.
21. Aybar M, Bilgin A, Sağlam B. Fitoremediasyon yöntemi ile topraktaki ağır metallerin giderimi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*. 2015;1(1-2): 59-65.
22. Khalid M, Ur-Rahman S, Hassani D. et al. Ağır metallerin mantar destekli fitoremediasyondaki gelişmeler: Bir inceleme. *Pedosphere*. 2021;31(3): 475-495.
23. Favas PJC, Pratas J, Varun M. et al. Phytoremediation of soils contaminated with metals and metalloids at mining areas: potential of native flöre In: Hernandez-Soriano MC (ed.) Environmental Risk Assessment of Soil Contamination. InTech Press; 2014.
24. Kong Z, Glick BR. The role of plant growth-promoting bacteria in metal phytoremediation. *Advances in Microbial Physiology*. 2017;71: 97-132.
25. Raskin I, Smith RD, Salt DE. Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment. *Current Opinion in Biotechnology*. 1997;8(2), 221-226.
26. Adiloğlu S. Tekirdağ İlinde Otoban Kenarlarında Bulunan Tarım Arazilerinde Bazı Ağır Metallerin Kirliliğinin Araştırılması. Hatay: Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2013.
27. Sinha RK, Herat S, Agarwal S. et al. Vermiculture technology for environmental management: study of action of earthworms *elsinia foetida*, *eudrilus euginae* and *perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *The Environmentalist*. 2002;22(2): 261-268.
28. Gökmen F. Toprak solucanı kullanımının ağır metal giderimine etkisi. *Journal of Agriculture*. 2019;2(2): 92-99.
29. Brown GG, Barois I, Lavelle P. Regulation de la dynamique de la matiere organique du sol et de l'activite microbienne dans la drilosphere et role des interactions avec d'autres domaines fonctionnels edaphiques. *European Journal of Soil Biology*. 2000;36(3): 177-198
30. Brown GG, Barois I, Lavelle P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activityin the drilosphere and the role of interactionswith other edaphic functional domains. *European Journal of Soil Biology*. 2000;36(3-4), 177-198.
31. Lavelle P, Charpentier F, Villenave C. et al. Effects of earthworms on soil organic matter and nutrient dynamics at a landscape scale over decades In: Edwards C (ed.) Earthworm Ecology. Boca Raton: FL: CRC Press LLC; 2004.
32. Cındık Y. Trabzon İli Maçka İlçesi Esiroğlu Beldesinde Erozyan Açık Şev Alanlarda Vetiver grass (*Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash) Bitkisinin Erozyon Önleme Olanaklarının Araştırılması. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2012.
33. Akıncı YC, Yüksek T, Demirel Ö. Ağır metaller ile kirlenmiş toprağın iyileştirilmesinde Vetiver Grass (*Vetiveria zizanioides* (Linn.) Nash) ve solucanların kullanılması. *Journal of Architectural Sciences and Applications*. 2016;1(1). 1-11.
34. Danh LT, Truong P, Mammucari R. et al. Vetiver grass, *Vetiveria zizanioides*: A choice plant for phytoremediation of heavy metals and organic wastes. *International Journal of Phytoremediation*. 2009;11: 664-691.

BÖLÜM 2

Tarımsal Yapılarda Kullanılan Isı Yalıtım Malzemeleri

Sedat KARAMAN¹
Serkan YAZAREL²

GİRİŞ

Enerji, ekonomik ve sosyal kalkınmanın temel unsuru olup, yaşam standartlarının iyileştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Artan enerji gereksinimi, maliyetler ve çevre kirliliği, enerji verimliliği ile yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını küresel öncelik haline getirmiştir. Enerji tüketimini hızla artıran başlıca etmenler; nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme olup, enerji gereksinimlerinin kontrol altına alınması ve enerjinin etkin kullanımı önem kazanmıştır. Gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, enerji tasarrufu ve sistem verimliliğini artırmaya yönelik stratejiler geliştirirken ülkemizde enerji tüketimi artmakta, yapılardaki enerjinin büyük bir kısmı ısıtma ve soğutmaya harcanmaktadır. Bu durum çevre kirliliği sorununu da beraberinde getirmektedir. Enerji gereksiniminin kontrol altına alınması ve kaynakların etkin kullanımı, hava kirliliği ve küresel ısınma ile mücadele açısından stratejik hedef haline gelmiştir.

Artan enerji gereksinimi ve küresel ısınma tehdidi nedeniyle fosil yakıt kullanımının sonlandırılıp alternatif enerji kaynaklarına yönelmek gereklidir. Binalar elektrik tüketiminin yarısını ve doğal gazın üçte birini tüketirken, sera gazı salınımının da üçte birine katkıda bulunmaktadır (1).

¹ Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, sedat.karaman@gop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3986-5944

² Dr. Öğr. Üyesi, Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, serkan.yazarel@gop.edu.tr, ORCID iD:0000-0003-1432-8042

KAYNAKLAR

1. Sontay KK, Farklı Türdeki Yapı ve Isı Yalıtım Malzemelerinin Bina Enerji Performansı ve Isınma Maliyetine Etkisi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 2019, 67s.
2. Olgun M. Tarımsal Yapılar. Ankara Üniversitesi. Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 2016, Ders Kitabı : 113-199, Yayın No : 1577, Ders Kitabı : 129.
3. Anonim. Yalıtım. TMMOB Makine Mühendisleri Odası, 2005, MMO Yayın No: 005/399, s: 7-15, 19-37, 81-104.
4. Yılmaz Z, Koçlar Oral G, Manioğlu G, Isıtma Enerjisi Tasarrufu Açısından Bina Kabuğu Isı Yalıtım Değerinin Bina Formuna Bağlı Olarak Belirlenmesi, İTÜ Araştırma Fonu, Proje, No: 985, İstanbul. 2000.
5. Evcil N. Isı İzolasyonu ve Dış Duvarların Enerji Etkin Yenilenmesi (Y. Lisans Tezi). İTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2000, 114s.
6. Akıncı H. Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri, Özellikleri, Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri (Y. Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Sakarya, 2007, 86s.
7. Arslan MA, Aktaş M. İnşaat Sektöründe Kullanılan Yalıtım Malzemelerinin Isı ve Ses Yalıtımı Açısından Değerlendirilmesi. Journal of Polytechnic-Politeknik Dergisi , 2018, 21, (2), s.403-409.
8. Ekinci CE. Yalıtım Teknikleri. Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 2003.
9. Yağanaoğlu AV, Tarımsal yapılarda kullanılan bazı ısı yalıtım malzemelerinin ısıl iletkenliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1994, 25 (3), 291-310.
10. Aköz F, Çolakoğlu B, Çakır Ö. Binalarda Isı Yalıtımının Enerji Tasarrufuna ve Çevre Kirliliğine Etkileri. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Eskişehir Şubesi/ Eskişehir, 2001.
11. Aydın İ. Binalarda Uygulanan Isı Yalıtım Sistemlerinin Karşılaştırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı, Sakarya, 2010, 342 s.
12. Pfundstein M, Gellert R, Spitzner MH, Rudolphi A, Insulation materials Principles Materials Applications, Germany, 2007.
13. Özer N. Atıklardan üretilen ısı yalıtım malzemelerinin yaygın kullanılan ısı yalıtım malzemeleri ile karşılaştırılması (Y. Lisans Tezi). İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Çevre Kontrolü ve Yapı Teknoloji Bilim Dalı, İstanbul, 2017, 130s.
14. Toydemir N, Gürdal E, Tanaçan L. 2000, Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul.
15. Cascone SM, Cascone S, Vitale M, Building insulating materials from agricultural by-products: Areview, Sustainability in Energy and Buildings: Proceedings of SEB 2019, 2020.
16. Özenç A. Edirne'deki Isı Yalıtım Uygulamaları (Y. Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Ana Bilim Dalı, Tekirdağ, 2007, 137s

BÖLÜM 3

Bitki Virüslerinin Verimli Aktarımında Moleküler Mekanizmalar

Abdullah GÜLLER¹
Mustafa USTA²

GİRİŞ

Son zamanlarda, bitki virüsleri ve böcek vektörleri ile bitki etkileşimlerine ilişkin raporlar önemli ölçüde artmıştır (1,2, 3). Bitki virüslerinin yaklaşık %80'i, taşıyıcıları için Hemiptera ve Thysanoptera'ya ait beyaz sinekler, tripsler ve yaprak bitleri gibi böcek vektörlerine ihtiyaç duyarlar (4). Bu takımdaki böcekler, dünya çapında tahripkar tarım zararlılarını barındırmaktadır. Her iki takımda da küçük boyutları, çakışan jenerasyonları, büyük popülasyonları ve geniş dağılımları gibi ortak özelliklere sahip böcekler yer almaktadır (5). Hemiptera böcekleri, bitki damar sistemine ait sistemik bir doku olan floem ile beslenirken (6), Thysanoptera böcekleri, çoğu genç yapraklar, filizler ve çiçeklerle beslenen törpüleyici ağız parçalarıyla yaprakları törpüler ve emer (7). Toprak seviyesinde yaşayan ve sadece funguslarla beslenen çeşitli trips türleri de bulunmaktadır (8).

Böceklerin bitkilerle beslenmesi, bitkilerin böceklere karşı olan savunma mekanizmasını tetikleyebilir, örneğin jasmonik asit (JA) ve salisilik asit (SA) gibi maddelerin salınımını artırabilir. Daha önce yürütülen bazı çalışmalar, JA ve SA'nın Hemiptera ve Thysanoptera takımıdaki böceklere karşı dirençte doğrudan ve dolaylı rollerini belirlemiştir. Arabidopsis ve domates bitkilerinde *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) böceğinin beslenmesi, SA seviyelerini artırırken JA seviyelerini azaltmıştır (9,10,11). Arabidopsis ve domates bitkile-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, aguller@bingol.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3887-4208

² Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, mustafausta@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-3940-2774

KAYNAKLAR

1. Mauck, K.E., 2016. Variation in virus effects on host plant phenotypes and insect vector behavior: what can it teach us about virus evolution? *Curr Opin Virol*, 21: 114–123.
2. Mauck, K.E., Chesnais, Q., Shapiro, L.R., 2018. Evolutionary determinants of host and vector manipulation by plant viruses. *Adv Virus Res*, 101: 189–250.
3. Zhou, J.S., Drucker, M., Ng, J.C., 2018. Direct and indirect influences of virus-insect vector-plant interactions on non-circulative, semi-persistent virus transmission. *Curr Opin Virol*, 33: 129–136.
4. Hohn, T., 2007. Plant virus transmission from the insect point of view. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 104: 17905–17906.
5. Tooker, J.F. Giron, D. (2020). The Evolution of Endophagy in Herbivorous Insects. *Frontiers in Plant Science*, 2020, 11, pp.581816. [ff10.3389/fpls.2020.581816](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.581816). [ff10.3389/fpls.2020.581816](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.581816). [ff10.3389/fpls.2020.581816](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.581816). [ff10.3389/fpls.2020.581816](https://doi.org/10.3389/fpls.2020.581816).
6. Buchholz, A., Trapp, S., 2016. How active ingredient localisation in plant tissues determines the targeted pest spectrum of different chemistries. *Pest Manage Sci*, 72: 929–939.
7. Wu, S.Y., Xing, Z.L., Ma, T.T., Xu, D.W., Li, Y.Y., Lei, Z.R., Gao, Y.L., 2020. Competitive interaction between *Frankliniella occidentalis* and locally present thrips species: a global review. *J Pest Sci*, 94: 5–16.
8. Wang, J., Mound, L., Tree, D.J., 2019. A new species of *Apostlethrips* (Thysanoptera, Phlaeothripidae); an Australian genus from grass tussocks. *Zootaxa*, 4688: 144–146.
9. Zarate, S.I., Kempema, L.A., Walling, L.L., 2007. Silverleaf whitefly induces salicylic acid defenses and suppresses effectual jasmonic acid defenses. *Plant Physiol*, 143: 866–875.
10. Zhang, P.J., Xu, C.X., Zhang, J.M., Lu, Y.B., Wei, J.N., Liu, Y.Q., David, A., Boland, W., Turlings, T. C.J., 2013. Phloem-feeding whiteflies can fool their host plants, but not their parasitoids. *Funct Ecol*, 27: 1304–1312.
11. Zhang, P., Wei, J., Zhao, C., Zhang, Y., Li, C., Liu, S., Dicke, M., Yu, X., Turlings, T., 2019. Airborne host-plant manipulation by whiteflies via an inducible blend of plant volatiles. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 116: 7387–7396.
12. Abe, H., Shimoda, T., Ohnishi, J., Kugimiya, S., Narusaka, M., Seo, S., Narusaka, Y., Tsuda, S., Kobayashi, M., 2009. Jasmonate-dependent plant defense restricts thrips performance and preference. *BMC Plant Biol*, 9: 97.
13. Shi, X., Pan, H., Xie, W., Wang, S., Wu, Q., Chen, G., Tian, L., Zhou, X., Liu, Y., Zhang, Y., 2017. Different effects of exogenous jasmonic acid on preference and performance of viruliferous *Bemisia tabaci* B and Q. *Entomol Exp Appl*, 165: 148–158.
14. Donovan, M.P., Nability, P.D., Delucia, E.H., 2013. Salicylic acid-mediated reductions in yield in *Nicotiana attenuata* challenged by aphid herbivory. *Arthropod-Plant Int*, 7: 45–52.
15. Shi, X., Gao, Y., Yan, S., Tang, X., Zhou, X., Zhang, D., Liu, Y., 2016b. Aphid performance changes with plant defense mediated by cucumber mosaic virus titer. *Virol J*, 13: 70.
16. Biere, A., Tack, A.J.M., 2013. Evolutionary adaptation in three-way interactions between plants, microbes and arthropods. *Funct Ecol*, 27: 646–660.
17. Gutiérrez, S., Michalakakis, Y., van Munster, M., Blanc, S., 2013. Plant feeding by insect vectors can affect life cycle, population genetics and evolution of plant viruses. *Funct Ecol*, 27: 610–622.
18. Hogenhout, S.A., Ammar, E.D., Whitfield, A.E., Redinbaugh, M.G., 2008. Insect vector interactions with persistently transmitted viruses. *Annu Rev Phytopathol*, 46: 327–359.
19. Mauck, K., Bosque-Pérez, N.A., Eigenbrode, S.D., Moraes, C.M.D., Mescher, M.C., 2012. Transmission mechanisms shape pathogen effects on host-vector interactions: evidence from plant viruses. *Funct Ecol*, 26: 1162–1175.

20. Mauck, K.E., de Moraes, C.M., Mescher, M.C., 2014a. Biochemical and physiological mechanisms underlying effects of cucumber mosaic virus on host-plant traits that mediate transmission by aphid vectors. *Plant Cell Environ*, 37: 1427–1439.
21. Wu, D., Qi, T., Li, W., Tian, H., Gao, H., Wang, J., Ge, J., Yao, R., Ren, C., Wang, X., Liu, Y., Kang, L., Ding, S., Xie, D., 2017. Viral effector protein manipulates host hormone signaling to attract insect vectors. *Cell Res*, 27: 402–415.
22. Guo, H., Gu, L., Liu, F., Chen, F., Ge, F., Sun, Y., 2019a. Aphid-borne viral spread is enhanced by virus-induced accumulation of plant reactive oxygen species. *Plant Physiol*, 179: 143–155.
23. Westwood, J.H., Groen, S.C., Du, Z., Murphy, A.M., Anggoro, D.T., Tungadi, T., Luang-In, V., Lewsey, M.G., Rossiter, J.T., Powell, G., Smith, A.G., Carr, J.P., 2013. A trio of viral proteins tunes aphid-plant interactions in *Arabidopsis thaliana*. *PLoS ONE*, 8: e83066.
24. Donnelly, R., Cunniffe, N.J., Carr, J.P., Gilligan, C.A., 2019. Pathogenic modification of plants enhances long-distance dispersal of non-persistently transmitted viruses to new hosts. *Ecology*, 100: e02725.
25. Lewsey M, Surette M, Robertson FC, Ziebell H, Choi SH, Ryu KH, Canto T, Palukaitis P, Payne T, Walsh JA, Carr JP. 2009. The role of the Cucumber mosaic virus 2b protein in viral movement and symptom induction. *Mol Plant Microbe Interact*. 22(6):642-54.
26. Lewsey, M.G., Murphy, A.M., MacLean, D., Dalchau, N., Westwood, J.H., Macaulay, K., Bennett, M.H., Moulin, M., Hanke, D.E., Powell, G., Smith, A.G., Carr, J.P., 2010. Disruption of two defensive signaling pathways by a viral RNA silencing suppressor. *Mol Plant Microbe In*, 23: 835–845.
27. Ziebell, H., Murphy, A.M., Groen, S.C., Tungadi, T., Westwood, J.H., Lewsey, M.G., Moulin, M., Kleczkowski, A., Smith, A.G., Stevens, M., Powell, G., Carr, J.P., 2011. Cucumber mosaic virus and its 2b RNA silencing suppressor modify plant-aphid interactions in tobacco. *Sci Rep*, 1: 187.
28. Boquel, S., Giordanengo, P., Ameline, A., 2011. Divergent effects of PVY-infected potato plant on aphids. *Eur J Plant Pathol*, 129: 507–510.
29. Casteel, C.L., Yang, C., Nanduri, A.C., de Jong, H.N., Whitham, S.A., Jander, G., 2014. The Nla-Pro protein of turnip mosaic virus improves growth and reproduction of the aphid vector, *Myzus persicae* (green peach aphid). *Plant J*, 77: 653–663.
30. Casteel, C.L., deAlwis, M., Bak, A., Dong, H., Whitham, S.A., Jander, G., 2015. Disruption of ethylene responses by turnip mosaic virus mediates suppression of plant defense against the aphid vector, *Myzus persicae*. *Plant Physiol*, 169: 209–218.
31. Mauck, K.E., de Moraes, C.M., Mescher, M.C., 2014b. Evidence of local adaptation in plant virus effects on host-vector interactions. *Integr Comp Biol*, 54: 193–209.
32. Tungadi, T., Groen, S.C., Murphy, A.M., Pate, A.E., Iqbal, J., Bruce, T.J.A., Cunniffe, N.J., Carr, J.P., 2017. Cucumber mosaic virus and its 2b protein alter emission of host volatile organic compounds but not aphid vector settling in tobacco. *Virology*, 14: 91.
33. Blua, M.J., Perring, T.M., Madore, M.A., 1994. Plant virus-induced changes in aphid population development and temporal fluctuations in plant nutrients. *J Chem Ecol*, 20: 691–707.
34. Brault, V., Uzest, M., Monsion, B., Jacquot, E., Blanc, S., 2010. Aphids as transport devices for plant viruses. *C R Biol*, 333: 524–538.
- Buchholz, A., Trapp, S., 2016. How active ingredient localisation in plant tissues determines the targeted pest spectrum of different chemistries. *Pest Manage Sci*, 72: 929–939.
35. Stewart, L.R., Medina, V., Tian, T., Turina, M., Falk, B.W., Ng, J.C., 2010. A mutation in the lettuce infectious yellows virus minor coat protein disrupts whitefly transmission but not in planta systemic movement. *J Virol*, 84: 12165–12173.
36. Uzest, M., Gargani, D., Dombrovsky, A., Cazevieville, C., Cot, D., Blanc, S., 2010. The “acrostyle”: a newly described anatomical structure in aphid stylets. *Arthropod Struct Dev*, 39: 221–229.

37. Gallet, R., Michalakakis, Y., Blanc, S., 2018. Vector-transmission of plant viruses and constraints imposed by virus-vector interactions. *Curr Opin Virol*, 33: 144–150.
38. Fiallo-Olive, E., Navas-Castillo, J., 2019. Tomato chlorosis virus, an emergent plant virus still expanding its geographical and host ranges. *Mol Plant Pathol*, 20: 1307–1320.
39. Orfanidou, C., Pappi, P.G., Efthimiou, K.E., Katis, N., Maliogka, V.I., 2016. Transmission of tomato chlorosis virus (T oCV) by *Bemisia tabaci* biotype Q and evaluation of four weed species as viral sources. *Plant Dis*, 100: 2043–2049.
40. Shi, X., Tang, X., Zhang, X., Zhang, D., Li, F., Yan, F., Zhang, Y., Zhou, X., Liu, Y., 2018b. Transmission efficiency, preference and behavior of *Bemisia tabaci* MEAM1 and MED under the influence of Tomato chlorosis virus. *Front Plant Sci*, 8: 2271.
41. Pereira, L.S., Lourenção, A.L., Salas, F.J.S., Bento, J.M.S., Rezende, J.A.M., Peñaflo, M.F.G.V., 2019. Infection by the semi-persistently transmitted tomato chlorosis virus alters the biology and behaviour of *Bemisia tabaci* on two potato clones. *Bull Entomol Res*, 109: 604–611.
42. Fereres, A., Peñaflo, M.F.G.V., Favaro, C.F., Azevedo, K.E.X., Landi, C.H., Maluta, N.K.P., Bento, J.M.S., Lopes, J.R.S., 2016. Tomato infection by whitefly-transmitted circulative and non-circulative viruses induce contrasting changes in plant volatiles and vector behaviour. *Viruses*, 8: 225.
43. Maluta, N., Fereres, A., Lopes, J.R.S., 2019. Plant-mediated indirect effects of two viruses with different transmission modes on *Bemisia tabaci* feeding behavior and fitness. *J Pest Sci*, 92: 405–416.
44. Watanabe, L.F.M., Bello, V.H., de Marchi, B.R., Sartori, M.M.P., Pavan, M.A., Krause-Sakate, R., 2018. Performance of *Bemisia tabaci* MEAM1 and *Trialeurodes vaporariorum* on tomato chlorosis virus (ToCV) infected plants. *J Appl Entomol*, 142: 1008–1015.
45. Lu, S., Li, J., Wang, X., Song, D., Bai, R., Shi, Y., Gu, Q., Kuo, Y., Falk, B.W., Yan, F., 2017. A semipersistent plant virus differentially manipulates feeding behaviors of different sexes and biotypes of its whitefly vector. *Viruses*, 9: 4.
46. Lu, S., Chen, M., Li, J., Shi, Y., Gu, Q., Yan, F., 2019. Changes in *Bemisia tabaci* feeding behaviors caused directly and indirectly by cucurbit chlorotic yellows virus. *Virol J*, 16: 106.
47. Farina, A.E., Rezende, J.A.M., Wintermantel, W.M., 2019. Expanding knowledge of the host range of Tomato chlorosis virus and host plant preference of *Bemisia tabaci* MEAM1. *Plant Dis*, 103: 1132–1137.
48. Luan, J.B., Yao, D.M., Zhang, T., Walling, L.L., Yang, M., Wang, Y.J., Liu, S.S., 2013. Suppression of terpenoid synthesis in plants by a virus promotes its mutualism with vectors. *Ecol Lett*, 16: 390–398.
49. Su, Q., Preisser, E.L., Zhou, X.M., Xie, W., Liu, B.M., Wang, S.L., Wu, Q.J., Zhang, Y.J., 2015. Manipulation of host quality and defense by a plant virus improves performance of whitefly vectors. *J Econ Entomol*, 108: 11–19.
50. Shi, X., Preisser, E.L., Liu, B., Pan, H., Xiang, M., Xie, W., Wang, S., Wu, Q., Li, C., Liu, Y., Zhou, X., Zhang, Y., 2019a. Variation in both host defense and prior herbivory can alter plant-vector-virus interactions. *BMC Plant Biol*, 19: 556.
51. Wang, X.W., Li, P., Liu, S.S., 2017. Whitefly interactions with plants. *Curr Opin Insect Sci*, 19: 70–75.
52. Zhang, T., Luan, J.B., Qi, J.F., Huang, C.J., Li, M., Zhou, X.P., Liu, S.S., 2012. Begomovirus-whitefly mutualism is achieved through repression of plant defences by a virus pathogenicity factor. *Mol Ecol*, 21: 1294–1304.
53. Abe, H., Tomitaka, Y., Shimoda, T., Seo, S., Sakurai, T., Kugimiya, S., Tsuda, S., Kobayashi, M., 2011. Antagonistic plant defense system regulated by phytohormones assists interactions among vector insect, thrips and a tospovirus. *Plant Cell Physiol*, 53: 204–212.

54. Shi, X.,Pan, H.,Zhang, H.,Jiao, X.,Xie, W.,Wu, Q.,Wang, S.,Fang, Y.,Chen, G.,Zhou, X.,Zhang, Y., 2014. Bemisia tabaci Q carrying Tomato yellow leaf curl virus strongly suppresses host plant defenses. *Sci Rep*, 4: 5230.
55. Li, P.,Shu, Y.N.,Fu, S.,Liu, Y.Q.,Zhou, X.P.,Liu, S.S.,Wang, X.W., 2017. Vector and nonvector insect feeding reduces subsequent plant susceptibility to virus transmission. *New Phytol*, 215: 699–710.
56. Zheng, J.Y.,Yang, Y.,Guo, X.,Jin, L.P.,Xiong, X.Y.,Yang, X.H.,Li, G.C., 2020. Exogenous SA initiated defense response and multi-signal- ing pathway in tetraploid potato SD20. *Hortic Plant J*, 6: 99–110.
57. Oka, K.,Kobayashi, M.,Mitsuhara, I.,Seo, S., 2013. Jasmonic acid neg- atively regulates resistance to Tobacco mosaic virus in tobacco. *Plant Cell Physiol*, 54: 1999–2010.
58. Shi, X.,Chen, G.,Tian, L.,Peng, Z.,Xie, W.,Wu, Q.,Wang, S.,Zhou, X.,Zhang, Y., 2016a. The salicylic acid-mediated release of plant volatiles affects the host choice of Bemisia tabaci . *Int J Mol Sci*, 17: 1048.
59. Shi, X.,Chen, G.,Pan, H.,Xie, W.,Wu, Q.,Wang, S.,Liu, Y.,Zhou, X.,Zhang, Y., 2018a. Plants pre-infested with viruliferous MED/Q cryptic species promotes subsequent Bemisia tabaci infestation. *Front Microbiol*, 9: 1404.
60. Stafford, C.A.,Walker, G.P.,Ullman, D.E., 2011. Infection with a plant virus modifies vector feeding behavior. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 108: 9350–9355.
61. Ingwell, L.L.,Eigenbrode, S.D.,Bosque-Pérez, N.A., 2012. Plant viruses alter insect behavior to enhance their spread. *Sci Rep*, 2: 578.
62. Alvarez, A.E.,Garzo, E.,Verbeek, M.,Vosman, B.,Dicke, M.,Tjallingii, W.F., 2007. Infection of potato plants with potato leafroll virus changes attraction and feeding behaviour of Myzus persicae . *Entomol Exp Appl*, 125: 135–144.
63. Fang, Y.,Jiao, X.,Xie, W.,Wang, S.,Wu, Q.,Shi, X.,Chen, G.,Su, Q.,Yang, X.,Pan, H.,Zhang, Y., 2013. Tomato yellow leaf curl virus alters the host preferences of its vector Bemisia tabaci . *Sci Rep*, 3: 2876.
64. Gou Y, Quandahor P, Zhang Y, Coulter JA, Liu C. 2020. Host plant nutrient contents influence nutrient contents in Bradysia cellarum and Bradysia impatiens. *PLoS One*. 29;15(4):e0226471. doi: 10.1371/journal.pone.0226471.
65. Li, R.,Weldegergis, B.T.,Li, J.,Jung, C.,Qu, J.,Sun, Y.,Qian, H.,Tee, C.S.,van Loon, J.J.A.,Dicke, M.,Chua, N.H.,Liu, S.S.,Ye, J., 2014. Virulence factors of geminivirus interact with MYC2 to subvert plant resis- tance and promote vector performance. *Plant Cell*, 26: 4991–5008.
66. Li, P.,Liu, C.,Deng, W.H.,Yao, D.M.,Pan, L.L.,Li, Y.Q.,Liu, Y.Q.,Liang, Y.,Zhou, X.P.,Wang, X.W., 2019. Plant begomoviruses subvert ubiqui- tination to suppress plant defenses against insect vectors. *PLoS Path*, 15, e1007607.
67. Wu, X.,Xu, S.,Zhao, P.,Zhang, X.,Yao, X.,Sun, Y.,Fang, R.,Ye, J., 2019. The Orthotospovirus nonstructural protein NSs suppresses plant MYC-regulated jasmonate signaling leading to enhanced vector attraction and performance. *PLoS Path*, 15, e1007897.
68. Eigenbrode, S.D.,Ding, H.,Shiel, P.,Berger, P.H., 2002. Volatiles from potato plants infected with Potato leafroll virus attract and arrest the virus vector, Myzus persicae (Homoptera: aphididae). *Proc Biol Sci*, 269: 455–460.
69. Su, P.,Tan, X.,Li, C.,Zhang, D.,Cheng, J.E.,Zhang, S.,Zhou, X.,Yan, Q.,Peng, J.,Zhang, Z.,Liu, Y.,Lu, X., 2017. Photosynthetic bacterium Rhodospseudomonas palustris GJ-22 induces systemic resistance against viruses. *Microb Biotechnol*, 10: 612–624.
70. Guo, L.,Su, Q.,Yin, J.,Yang, Z.,Xie, W.,Wang, S.,Wu, Q.,Cui, H.,Zhang, Y., 2019b. Amino acid utilization may explain why Bemisia tabaci Q and B differ in their performance on plants infected by the Tomato yellow leaf curl virus. *Front Physiol*, 10: 489.

71. Balke, I., Zeltins, A., 2019. Use of plant viruses and virus-like particles for the creation of novel vaccines. *Adv Drug Deliv Rev*, 145: 119–129.
72. Yan, S., Ren, B., Zeng, B., Shen, J., 2020. Improving RNAi efficiency for pest control in crop species. *BioTechniques*, 68: 283–290.
73. He, L., Huang, Y., Tang, X. (2022). RNAi-based pest control: Production, application and the fate of dsRNA. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10, 1080576.
74. Wang, J., Bing, X., Li, M., Ye, G., Liu, S., 2012. Infection of tobacco plants by a begomovirus improves nutritional assimilation by a whitefly. *Entomol Exp Appl*, 144: 191–201.
75. Chen, G., Su, Q., Shi, X., Liu, X., Peng, Z., Zheng, H., Xie, W., Xu, B., Wang, S., Wu, Q., Zhou, X., Zhang, Y., 2017. Odor, not performance, dictates *Bemisia tabaci*'s selection between healthy and virus infected plants. *Front Physiol*, 8: 146.
76. Ma, B., Chen, H., Chen, S., Zhang, J. 2014. Roles of Ethylene in Plant Growth and Responses to Stresses. *Phytohormones: A Window to Metabolism, Signaling and Biotechnological Applications*. 81-118. 10.1007/978-1-4939-0491-4_4.
77. Moreno-Delafuente, A., Garzo, E., Moreno, A., Fereres, A., 2013. A plant virus manipulates the behavior of its whitefly vector to enhance its transmission efficiency and spread. *PLoS ONE*, 8: e61543.

BÖLÜM 4

Sürdürülebilir Kırsal Kalkınmada Kadın Kooperatifleri: Ahtamara Tarımsal Kalkınma ve Kadın Kooperatifi Örneği

Mustafa TERİN¹
Mukaddes HAKAN ARİN²

GİRİŞ

Sürdürülebilirlik; çevresel, ekonomik ve sosyal kaynakların gelecek nesillerin ihtiyaçlarını tehlikeye atmadan bugünün ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde kullanılması olarak tanımlanabilir. Buradan hareketle, sürdürülebilir kırsal kalkınma; kırsal alanlarda yaşayan bireylerin ekonomik, sosyal, kültürel yönden refahları ile yaşam ve iş şartlarını iyileştirmeyi amaçlayan, bunu yaparken doğal kaynakların ve çevrenin sürdürülebilirliğini dikkate alan bir kalkınma sürecidir.

Gelişmekte olan ülkelerde olduğu gibi ülkemizde de kırsal alan ve kırsal nüfus, ülke kalkınmasını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Kırsal alanlarda yaşayan bireylerin büyük çoğunluğu, gelirlerinin önemli bir kısmını tarımsal üretimden elde etmektedir. Bu durum dikkate alındığında kırsal alanlardaki bireylerin gelir ve yaşam standartlarının iyileştirilebilmesi tarımsal üretimde verimliliğin, üretimin, teknoloji kullanımının ve tarımsal üretimde karşılaşılan sorunların çözülmesi ile olasıdır.

Ülkemizde tarım sektöründe karşılaşılan en önemli problemlerden biri de tarımda örgütlenme sorunudur. Tarım sektöründe Ziraat Odaları ve Çiftçi Dernekleri mesleki örgütlenmeyi, Kooperatifler ve Üretici Birlikleri de ekonomik örgütlenmeyi sağlayan kurumlardır. Tarımsal üretimde örgütlenmenin temel

¹ Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, mustafaterin@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6550-335X

² Ziraat Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, mukaddesarince@gmail.com, ORCID iD: 0009- 0007- 1697- 3586

Araştırmada, Ahtamara Tarımsal Kalkınma Kadın Kooperatifi ortaklarının genç ve eğitimli bireyler olduğu ve ortakların önemli bir kısmının kooperatif bilinci ve bilgisinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ortakların kooperatifle olan ilişkilerinin büyük ölçüde karşılıklı yardım, ekonomik katılım, demokratik denetim, bağımsızlık ve özerklik ilkeleri kapsamında toplum odaklı yürütüldüğü söylenebilir. Araştırmadan elde edilen sonuçlar bu çıkarımları desteklemektedir.

Araştırmada Kooperatif ortaklarının yarıdan fazlası, kooperatife ortak olduktan sonra gelirlerinin arttığını belirtmiştir. Bu sonuç kırsal alanlarda kadınların ekonomiye katılımlarını ve kooperatif kanalıyla örgütlenmelerinin ne denli önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Kırsal alanda kadın kooperatiflerin desteklenmesi ve yaygınlaştırılması, kırsal bölgelerin ekonomik ve sosyal kalkınmasına önemli katkılar sağlayabilir. Ayrıca, bu tür girişimler, toplumsal cinsiyet eşitliğinin sağlanması ve kadınların güçlendirilmesi adına da oldukça önemlidir. Ülkemizde ve bölgede başarılı kadın kooperatiflerinin sayılarının artması, kırsal kalkınma çalışmalarına önemli katkılar sağlayabilecektir.

KAYNAKLAR

1. Aşar G. Kırsal Kalkınmada Kadın Kooperatiflerinin Önemi: Eskişehir İlçe ve Mahallelerinde Kadın Kooperatifi Potansiyeli (Y. Lisans Tezi) 2017. Eskişehir Osmangazi Üniv. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
2. Demircan Yıldırım P. Kırsal Kalkınmada Kadın Kooperatiflerinin Rolü: Ahatlı Kadın Kooperatifi Örneği. *ETÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2020; 11, 159-170.
3. Doğan HG, Atabay AA. Tarımsal Kalkınma Kooperatifleri ve Kadın Ortaklar Etkileşimi (Bursa İli Örneği). *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 2022; 11(2): 219-235.
3. Duguid F, Durutaş G, Wodzicki M. 2015. *Türkiye'de kadın kooperatiflerinin mevcut durumu*. 2015 Erişim adresi: https://www.aile.gov.tr/KSGM/PDF/Turkiyede_Kooperatificilik_Kadin.pdf (Erişim 07.11.2024).
4. İnan İH, Gülçubuk B, Ertuğrul C, Kantürer E, Baran EA, Dilmen Ö. Türkiye'de Tarımda Kırsal Kesim Örgütlenmesi. *Türkiye Ziraat Mühendisliği V. Teknik Kongresi*, 2000 (1): 145-176. 17-21 Ocak Ankara.
5. İnan İH. Direk M, Başaran B, Birinci S, Erkmen E. Tarımda Örgütlenme. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VI: Teknik Kongresi*, 2005; 1133-1154. 3-7 Ocak. Ankara.
6. Kılıç Topuz B, Ege F. Samsun İli Kadın Kooperatiflerinin Finansal Kalkınma Derg. 2024; 2(1): 28-44.
7. Kurtge Sefer B. A Gender and Class-sensitive Explanatory Model for Rural Women Entrepreneurship in Turkey. *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 2020; 12 (2), 191-210.
8. Kutay T. Kırsal Kalkınmada Kadın Kooperatiflerinin Önemi: Türkiye Özelinde Bir Değerlendirme. *Politik Ekonomik Kuram*, 2022; 6(1): 119-150.

9. Özdemir G, Yılmaz E. *Kırsal Kalkınmada Kadının Kooperatiflerle Örgütlenmesi*. 2023; doi: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10156152>
10. Serinikli N. Kırsal Alandaki Mikro Kadın Girişimcilerin Kooperatifleşmeye Karşı Tutumları: *Agro-Turizm Kadın Kooperatifleri. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi*, 2019; 14(1): 45-57.
11. Şahankaya Adar A, Dedeoğlu S, Kurtuluş G. Türkiye'de kadın kooperatifleri: Mevcut durum analizi, kadın güçlenmesi ve istihdam yaratma potansiyeli. *Çalışma ve Toplum*, 2023; 2 (77): 1171-1208.
12. Terin M, Çelik Ateş H. Çiftçilerin Örgütlenme Düzeyi ve Örgütlerden Beklentileri Üzerine Bir Araştırma: Van İli Örneği. *Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 2010; 47 (3): 265-274.
13. Tokgöz Z. *Kooperatifçilik Bilgisi* 2014. Ankara.
14. Topaloğlu EÖ, Topaloğlu M. Türkiye'de Kadın Girişimci Kooperatifleri: Bacıyan-ı Meram Örneği. *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi*, 2017; 52, 203-218.
15. Yıldırak N, Gülçubuk B, Gün S, Olhan E, Kılıç M. *Türkiye'de gezici ve geçici kadın tarım işçilerinin çalışma ve yaşam koşulları ve sorunları* 2003. Tarım-İş, Ankara.
16. Yıldırım H. Adana İli Seyhan ve Yüreğir ilçelerinde tarım sektöründe mesleki örgütlenme ve sorunları üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Y. Lisans Tezi 1994, Adana.
17. Yılmaz E, Özdemir G, Oraman Y, Unakıtan G, Konyalı S. Tarımsal Üretimde Kadınların Karar Alma Süreçlerine Katılımı ve Kooperatiflerden Beklentileri. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2019; 16(1): 71-81.
18. Yurttaş Z, Atsan T, Keskin A. *Tarımsal yayım ve iletişim teknikleri* 2011. Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Yayın No:67, Erzurum.

BÖLÜM 5

Alternatif Su Kaynağı: Gri Su

Talip ÇAKMAKCI¹
Caner YERLİ²
Üstün ŞAHİN³

GİRİŞ

Su, insanoğlunun günlük hayatta ihtiyaç duyduğu temel unsurlardan biridir ve aynı zamanda su, ekosistemlerin de kritik bir parçasıdır. Nüfus artışı, kentleşme, sanayileşme ve iklim değişikliğinin neden olduğu su kıtlığı suya erişimi daha zor hale getirmektedir. 2018 yılında yaklaşık 800 milyon insanın su stresi altında yaşadığı tahmin edilmekte olup bu sayının 2025 yılına kadar 3 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (1,2). 2050 yılına gelindiğinde, özellikle ciddi su kıtlığı yaşanan bölgelerde herkesin kullanabileceği su miktarı yarı yarıya azalabileceği ve dünya nüfusunun yaklaşık %40'ının su sıkıntısı yaşayabileceği öngörülmektedir (3-5). Kentsel nüfusun suya olan talebi artmaya devam ederken, bu durum su kaynaklarının daha iyi yönetilmeye ihtiyacı olduğunu göstermektedir. Suyun sürdürülebilir kullanımı, ulusal/uluslararası kurumların ve toplumun giderek daha fazla dikkatini çeken küresel bir sorundur. Suyun korunması ve su kaynaklarının etkin kullanımı, kıt su kaynaklarına ve az yağışa sahip bölgeler gibi yarı kurak ve kurak şehirlerde özellikle önemlidir (6). Sürdürülebilirliği sağlamak adına doğal çevrenin korunması, toplulukların kendini geliştirmesi ve kişisel sağlık, yenilenemeyen kaynakların kullanımının azaltılması, daha fazla

¹ Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, talipcakmakci@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-5815-1256

² Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, caneryerli@yyu.edu.tr, ORCID iD:0000-0002-8601-8791

³ Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ussahin@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1924-1715

anlamına gelmektedir. Bu yüzden, gri suyun kullanımı için desteklerin artırılması gerekmektedir. Özellikle gri su geri dönüşüm sisteminin kurulumu devlet tarafından sağlanmalı ya da kurulum için kullanıcılara destek sağlanmalıdır.

Gelecekte, gri su arıtma ve yeniden kullanım sistemlerinin güvenilirliğini, güvenliğini ve kamuoyu tarafından kabulünü artırılmaya çalışılmalıdır. Arıtma süreçlerinde, izleme ve kontrol sistemlerinde ve kamu eğitimi ve farkındalık sağlanmalıdır. Gri suyun yeniden kullanımına ilişkin teknoloji ve anlayış gelişmeye devam ettikçe, gelecekteki araştırmalar gri suyun yeniden kullanım uygulamalarının tarımsal sulamadaki payı arttırılabilir. Gri suyun yeniden kullanımının bina sistemlerine, endüstriyel süreçlere ve diğer su yoğun sektörlerle entegrasyonunu içerebilir. Gri suyun yeniden kullanımının faydalarını en üst düzeye çıkarmak için bu teknoloji daha kapsamlı kentsel su yönetimi stratejilerine entegre edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Oteng-Peprah, M., Acheampong, M. A., & DeVries, N. K. Greywater characteristics, treatment systems, reuse strategies and user perception—a review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2018, 229(8), 255.
2. Cakmakci, T., Cakmakci, O., & Sahin, U. The effect of biochar amendment on physiological and biochemical properties and nutrient content of lettuce in saline water irrigation conditions. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2022a, 10(12), 2560-2570.
3. McIlwaine, S., & Redwood, M. The use of greywater for irrigation of home gardens in the Middle East: Technical, social and policy issues. *Waterlines*, 2010, 90-107.
4. Cakmakci, O., Cakmakci, T., Durak, E. D., Demir, S., & Sensoy, S. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi in melon (*Cucumis melo* L.) seedling under deficit irrigation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2017, 26(12), 7513-7520.
5. Çakmakci, Ö., Çakamakci, T., & Şensoy, S. Effects of silver nanoparticles on growth parameters of radish (*Raphanus sativus* L. var. *radicula*). grown under deficit irrigation. *Current Trends in Natural Sciences*, 2022b, 11(21), 37-44.
6. Gross, A., Maimon, A., Alfya, Y., & Friedler, E. Chapter 5: Policy and Legislation. *Greywater Reuse*. Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group. 2015a.
7. Pinto, U., Maheshwari, B. L., & Grewal, H. S. Effects of greywater irrigation on plant growth, water use and soil properties. *Resources, Conservation and Recycling*, 2010, 54(7), 429-435.
8. Ghaitidak, D. M., & Yadav, K. D. Characteristics and treatment of greywater—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 2013, 20, 2795-2809.
9. Vuppaladadiyam, A. K., Merayo, N., Prinsen, P., Luque, R., Blanco, A., & Zhao, M. A review on greywater reuse: quality, risks, barriers and global scenarios. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, 2019, 18, 77-99.
10. Denison, J., & Wotshela, L. Indigenous water harvesting and conservation practices: historical context, cases and implications. *Water Research Commission Report No. TT*, 2009, 392(09).
11. Kahinda, J. M. M., Taigbenu, A. E., & Boroto, J. R. Domestic rainwater harvesting to improve water supply in rural South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts a/b/c*, 2007, 32(15-18), 1050-1057.

12. World Health Organization (WHO). *Guidelines for drinking-water quality*. 4th ed. Geneva: WHO. 2011.
13. World Health Organization – Regional Office for the Eastern Mediterranean (WHOROEM). *Overview of greywater management: Health considerations*. Geneva, Switzerland: WHO-RO-EM. 2006, (Accessed on 20 November 2023).
14. Gerlach, E., & Franceys, R. Regulating water services for all in developing economies. *World Development*, 2010, 38(9), 1229-1240.
15. Maimon, A., Tal, A., Friedler, E., & Gross, A. Safe on-site reuse of greywater for irrigation-a critical review of current guidelines. *Environmental science & technology*, 2010, 44(9), 3213-3220.
16. Chaillou, K., Gérente, C., Andrès, Y., & Wolbert, D. Bathroom greywater characterization and potential treatments for reuse. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2011, 215, 31-42.
17. Allen, L., Christian-Smith, J., & Palaniappan, M. Overview of greywater reuse: the potential of greywater systems to aid sustainable water management. *Pacific Institute*, 2010, 654(1), 19-21.
18. Shaikh, I. N., Ahammed, M. M., & Krishnan, M. S. Graywater treatment and reuse. In *Sustainable water and wastewater processing* (pp. 19-54). 2019, Elsevier.
19. Domènech, L., & Saurí, D. Socio-technical transitions in water scarcity contexts: Public acceptance of greywater reuse technologies in the Metropolitan Area of Barcelona. *Resources, Conservation and Recycling*, 2010, 55(1), 53-62.
20. Radingoana, M. P., Dube, T., & Mazvimavi, D. Progress in greywater reuse for home gardening: Opportunities, perceptions and challenges. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 2020, 116, 102853.
21. Edwin, G. A., Gopalsamy, P., & Muthu, N. Characterization of domestic gray water from point source to determine the potential for urban residential reuse: a short review. *Applied Water Science*, 2014, 4, 39-49.
22. Hyde, K. An evaluation of the theoretical potential and practical opportunity for using recycled greywater for domestic purposes in Ghana. *Journal of Cleaner Production*, 2013, 60, 195-200.
23. Shafiqzaman, M., Haider, H., AlSaleem, S. S., Ghumman, A. R., & Sadiq, R. Development of Consumer Perception Index for assessing greywater reuse potential in arid environments. *Water SA*, 2018, 44(4), 771-781.
24. Redwood, M. The application of pilot research on greywater in the Middle East North Africa region (MENA). *International Journal of Environmental Studies*, 2008, 65(1), 109-117.
25. Little, V. L. *Residential Graywater Reuse: The Good, the Bad, the Healthy in Pima County, Arizona: A Survey of Current Residential Graywater Reuse*. Water Resources Research Center. 2000.
26. Tian, K., Chen, Z., & Wang, H. How do citizens feel about their water services in the water sector? Evidence from the UK. *Environmental Sciences Europe*, 2021, 33(1), 120.
27. Amaris, G., Dawson, R., Gironás, J., Hess, S., & de Dios Ortúzar, J. From mathematical models to policy design: Predicting greywater reuse scheme effectiveness and water reclamation benefits based on individuals' preferences. *Sustainable Cities and Society*, 2021, 74, 103132.
28. Gu, Q., Chen, Y., Pody, R., Cheng, R., Zheng, X., & Zhang, Z. Public perception and acceptability toward reclaimed water in Tianjin. *Resources, Conservation and Recycling*, 2015, 104, 291-299.
29. Yu, Z. L., Deshazo, J. R., Stenstrom, M. K., & Cohen, Y. Cost-benefit analysis of onsite residential graywater recycling: a case study on the city of Los Angeles. *Journal-American Water Works Association*, 2015, 107(9), E436-E444.

Kuraklık Koşullarında Bitki Davranışları

Özlem ÇAKMAKCI ¹
Caner YERLİ ²
Üstün ŞAHİN ³

KURAKLIK

Kuraklık artan sıcaklıklar karşısında daha az su miktarı olarak tanımlanabilir. Aslında kuraklık normal ve tekrarlayan bir iklim döngüsüdür. Ancak küresel ısınmanın etkisiyle normal olmaktan çıkan ve tekrar sıklığı oldukça artan kuraklık, şiddeti ve oluşturduğu olumsuz etkilerle endişe verici bir boyuta ulaşmıştır. Kuraklık yavaş başlayan ancak geniş alanları tüm yönleriyle etkileyen doğal bir felaket olarak tanımlanmaktadır (1). Yirmi sekiz farklı meteorolojik afet türü arasında en önemlisi olarak kuraklık gösterilmektedir (2). Kuraklık meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik boyutlarda sıralanmaktadır. Meteorolojik kuraklık uzun bir periyot yağış noksanlığını, hidrolojik kuraklık yüzey üstü ve yüzey altı su kaynaklarındaki miktarların azalmasını, tarımsal kuraklık toprakta bitkisel üretim için yeterli su deposunun bulunmamasını, sosyo-ekonomik kuraklık ise tüm bu kuraklık boyutu dağılımlarının bir etkisi sonucunda sosyal ve ekonomik dengelerin bozulmasını ifade etmektedir (3). Aslında kuraklığın artan şiddeti sırasıyla meteorolojik, hidrolojik, tarımsal ve sosyo-ekonomik boyutlarda oluşan kuraklıkların etkisiyle ortaya çıkmaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, ozlemguldigen@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-6145-4442

² Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, caneryerli@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8601-8791

³ Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, ussahin@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-1924-1715

SONUÇ VE ÖNERİLER

Son zamanlarda küresel ısınmayla boyutunu arttıran kuraklığın bitki üzerindeki etkileri ve bitkinin kuraklığa tepkileri önemli bir konu haline gelmiştir. Çünkü kuraklık koşullarında bitkisel üretime devam edilmesi ve bu devamlılık sürecinde de kuraklık fizyolojisinin ve bitki davranışlarının çok iyi anlaşılması gerekmektedir. Böylece kurak koşullara adapte olabilen çeşitlerin geliştirilmesi, toprak su deposunun etkin kullanımı ve evaporasyonun azaltılması son yılların en değerli konuları arasında üzerindeki çalışmaların artmasına neden olmuştur.

Daha az su tüketimiyle üretim koşullarında bitkilerin davranışlarının öğrenilmesi, strese dayanıklı genotiplerin ortaya çıkarılmasında oldukça önemlidir. Böylece bir stres faktörü olan kuraklık koşullarında bitkinin davranışlarının daha iyi benimsenmiş olması suyun noksan olduğu noktalarda üretim potansiyelini arttırabilir. Artan kuraklık stresi koşullarında kuraklığın anlaşılması, stres mekanizmalarının tanımlanması ve kuraklık stresinin yönetilmesi ancak üretime devam edilmesini sağlayabilir. Böylece bu çalışma kurak koşullarda bitki fizyolojisi ve davranışlarının fiziksel, biyo-kimyasal ve moleküler boyutta detaylandırılmasının, kuraklığa karşı doğrudan ve dolaylı önlemlerin alınmasının, biyoteknolojik yaklaşımlarla kuraklık başta olmak üzere çeşitli biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanımı ve su kullanım etkinliği yüksek çeşitlerin üretime kazandırılmasının önerilebilir olduğu sonuçlarını ortaya çıkarmıştır.

KAYNAKLAR

1. WWF (2014). Dünya Doğayı Koruma Vakfı. Nedir Bu Kuraklık? (Erişim Tarihi; 10/10/2024 <https://www.wwf.org.tr/?2620/nedirbukuraklik>).
2. Partigöç NS, Soğancı S. Küresel iklim değişikliğinin kaçınılmaz sonucu: Kuraklık. *Resilience*. 2019;3(2):287-299.
3. Örs S, Ekinci M. Kuraklık stresi ve bitki fizyolojisi. *Derim*. 2015;32(2):237-250.
4. Blum A, Jordan WR. Breeding crop varieties for stress environments. *Critical Reviews in Plant*. 1985;2(3):199-238.
5. Geng G, Wu J, Wang Q. et al. Agricultural drought hazard analysis during 1980–2008: a global perspective. *International Journal of Climatology*. 2016;1:389-399
6. Ögüt A. Küresel Isınma Sürecinde Örgütsel Performansın Sürdürülebilir Kılınması Açısından İşletmelerde Eko-Verimlilik Çalışmaları: Örnek uygulamalar. Konya: Selçuk Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü; 2008.
7. Mancosu N, Snyder RL, Kyriakakis G. et al. Water scarcity and future challenges for food production. *Water*. 2015;7:975-992.
8. Şahin Ü, Kurnaz L. İklim değişikliği ve kuraklık. İstanbul Politikalar Merkezi Kuraklık Raporu, İstanbul; 2014.

9. Gürbüz A, Kaya M, Türkan AD. et al. Bazı nohut (*Cicer arietinum* L.) çeşitlerinde tane iriliği ve kuraklık stresinin çimlenme özelliklerine etkisi. *Akdeniz Üni. Ziraat Fakültesi Dergisi*. 2009;22(1):69-74.
10. Farooq M, Wahid A, Kobayashi NSMA. et al. Plant drought stress: effects, mechanisms and management. *Sustainable Agriculture*. 2009;29:153-188.
11. Kapoor D, Bhardwaj S, Landi M. et al. The impact of drought in plant metabolism: How to exploit tolerance mechanisms to increase crop production. *Applied Sciences*. 2020;10(16):5692.
12. Kutlu İ. Tahıllarda kuraklık stresi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*. 2010;1:35-41.
13. Öztürk NZ. Bitkilerin kuraklık stresine tepkilerinde bilinenler ve yeni yaklaşımlar. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2015;3(5):307-315.
14. Anjum SA, Xie X, Wang L. et al. Morphological, physiological and biochemical responses of plants to drought stress. *African Journal of Agricultural Research*. 2011;6:2026-2032.
15. Razzaghi F, Jacobsen SE, Jensen CR. et al. Ionic and photosynthetic homeostasis in quinoa challenged by salinity and drought – mechanisms of tolerance. *Functional Plant Biology*. 2014;42(2):136-148.
16. Pirasteh-Anosheh H, Saed-Moucheshi A, Pakniyat H. et al. Stomatal responses to drought stress. *Water Stress and Crop Plants: A Sustainable Approach*. 2016;1:24-40.
17. Luan S. Signalling drought in guard cells. *Plant, Cell & Environment*. 2002;25(2):229-237.
18. Kalefetoğlu T, Ekmekci Y. The effects of drought on plants and tolerance mechanisms. *Gazi University Journal of Science*. 2005;18(4):723-740.
19. Smirnoff N. The role of active oxygen in the response of plants to water deficit and desiccation. *New Phytologist*. 1993;125:27-58.
20. Neumann PM. The role of cell wall adjustments in plant resistance to water deficits. *Crop Science*. 1995;35(5):1258-1266.
21. Çırak C, Esendal E. Soyada kuraklık stresi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*. 2006;21(2):231-237.
22. Yıldız M, Kaya F, Terzi H. Kuraklık stresi ve bitki proteomiği. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2020;10(1):286-297.
23. Öktüren F, Sönmez S. Bitki besin maddeleri ile bazı bitki büyüme düzenleyicileri (hormonlar) arasındaki ilişkiler. *Derim*. 2005;22(2): 20-32.
24. Fahad S, Nie L, Chen Y. et al. Crop plant hormones and environmental stress. *Sustainable Agriculture Reviews*. 2015;15:371-400.
25. Kar RK. Plant responses to water stress: role of reactive oxygen species. *Plant Signaling & Behavior*. 2011;6(11):1741-1745.
26. Lang V, Mantyla E, Welin B. et al. (1994). Alterations in water status, endogenous abscisic acid content, and expression of rab18 gene during the development of freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Physiology*. 1994;104(4):1341-1349.
27. Eriş A. Bahçe bitkileri fizyolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Bursa; 1995.
28. Zhang P, Fan Y, Sun X. et al. A large-scale circular RNA profiling reveals universal molecular mechanisms responsive to drought stress in maize and *Arabidopsis*. *The Plant Journal*. 2019;98(4):697-713.
29. Anjum SA, Ashraf U, Zohaib A. et al. Growth and development responses of crop plants under drought stress: a review. *Zemdirbyste-Agriculture*. 2017;104(3):267-276.
30. Chaves MM, Maroco JP, Pereira JS. Understanding plant responses to drought—from genes to the whole plant. *Functional Plant Biology*. 2003;30(3):239-264.
31. Babalık Z, Baydar NG. Asmalarda kuraklık ve tuz Stresi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2021;21:358-368.

32. Heschel MS, Riginos C. Mechanisms of selection for drought stress tolerance and avoidance in *Impatiens capensis* (*Balsaminaceae*). *American Journal of Botany*. 2005;92(1):37-44.
33. Osakabe Y, Osakabe K, Shinozaki K. et al. Response of plants to water stress. *Frontiers in Plant Science*. 2014;5:86.
34. Chen H, Jiang JG. Osmotic adjustment and plant adaptation to environmental changes related to drought and salinity. *Environmental Reviews*. 2010;18(NA):309-319.
35. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. *Trends in Plant Science*. 2002;7(9):405-410.
36. Pitzschke A, Forzani C, Hirt H. Reactive oxygen species signaling in plants. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2006;8(9-10):1757-1764.
37. Ahmad P, Jaleel CA, Azooz MM. et al. Generation of ROS and non-enzymatic antioxidants during abiotic stress in plants. *Botany Research International*. 2009;2(1):11-20.
38. Xin L, Zheng H, Yang Z. et al. (2018). Physiological and proteomic analysis of maize seedling response to water deficiency stress. *Journal of Plant Physiology*. 2018;228:29-38.
39. Claussen W. Proline as a measure of stress in tomato plants. *Plant Science*. 2005;168(1):241-248.
40. Yavaş İ, Nail H, Ünay A. Bitkilerin kuraklığa dayanıklılığını artırmaya yönelik uygulamalar. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*. 2016;4(1):48-57.
41. Hayat S, Hayat Q, Alyemeni MN. et al. Role of proline under changing environments: a review. *Plant Signaling & Behavior*. 2012;7(11):1456-1466.
42. Dolferus R. To grow or not to grow: a stressful decision for plants. *Plant Science*. 2014;229:247-261.
43. Sah SK, Reddy KR, Li J. Abscisic acid and abiotic stress tolerance in crop plants. *Frontiers in Plant Science*. 2016;7:571.
44. Graether SP, Boddington KF. Disorder and function: a review of the dehydrin protein family. *Frontiers in Plant Science*. 2014;5:576.
45. Dubey RS. Protein synthesis by plants under stressful conditions. *Handbook of Plant and Crop Stress*. 1999;2:365-397.
46. Bhargava S, Sawant K. Drought stress adaptation: metabolic adjustment and regulation of gene expression. *Plant Breeding*. 2013;132(1):21-32.
47. Kaur G, Asthir B. Molecular responses to drought stress in plants. *Biologia Plantarum*. 2017;61:201-209.
48. Fischer BB, Hideg E, Krieger-Liszka A. Production, detection, and signaling of singlet oxygen in photosynthetic organisms. *Antioxidants & Redox Signaling*. 2013;18(16):2145-2162.
49. Nakashima K, Yamaguchi-Shinozaki K, Shinozaki K. The transcriptional regulatory network in the drought response and its crosstalk in abiotic stress responses including drought, cold, and heat. *Frontiers in Plant Science*. 2014;5:1-7.
50. Kim TH. Mechanism of ABA signal transduction: agricultural highlights for improving drought tolerance. *Journal of Plant Biology*. 2014;57:1-8.
51. Singh D, Laxmi A. Transcriptional regulation of drought response: a tortuous network of transcriptional factors. *Frontiers in Plant Science*. 2015;6:895.
52. Afzal Z, Howton TC, Sun Y, Mukhtar MS. The roles of aquaporins in plant stress responses. *J. of Developmental Biology*. 2016;9:1-22.
53. Boyer JS, James RA, Munns R, Condon TA, Passioura JB. Osmotic adjustment leads to anomalously low estimates of relative water content in wheat and barley. *Functional Plant Biology*. 2008;35:1172-1182.

BÖLÜM 7

Anaerobik Çürütme Sürecinin Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi

Fatih Şevki ERKUŞ¹
Şima VAROL²

GİRİŞ

Hızla artan dünya nüfusu ve tüketim odaklı israf davranışları, atık üretiminde önemli bir artışa neden olmakta ve bu durum, küresel enerji kriziyle karşı karşıya kalınmasına yol açmaktadır. Fosil yakıtların kullanımı, çevre kirliliğini artırmanın yanı sıra küresel ısınmayı da olumsuz yönde etkilemektedir. Bu doğrultuda, araştırmacılar çevreye zarar vermeyen ve sürdürülebilir nitelikteki alternatif enerji kaynaklarının geliştirilmesine yönelik çalışmalar yürütmektedir. Anaerobik çürütme (AÇ), bu alternatif enerji kaynaklarından biri olarak öne çıkmaktadır. AÇ, organik katı atıkların biyolojik bir süreçle işlenerek başta enerji ve çürütme çamuru (digestate) olmak üzere çeşitli faydalı ürünlere dönüştürülmesini sağlamaktadır. Aynı zamanda, katı atıkların bertarafında en temel ve etkili yöntemlerden biri olarak kullanılmaktadır. Yaşam döngüsü değerlendirmesi, atık yönetim süreçlerinden kaynaklanan çevresel etkilerin analizinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir. Bu çalışmada, organik atıkların anaerobik çürütme sürecine yaşam döngüsü değerlendirmesinin entegre edilmesi ele alınmakta ve anaerobik çürütmenin atık yönetimi sistemlerine dahil edilmesinin yanı sıra potansiyel uygulama alanlarına yönelik avantajları sunulmaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği AD., fatiherkus@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-8541-7048

² Biyosistem Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD., simavarol1@gmail.com, ORCID iD: 0009-0003-4949-5307

KAYNAKLAR

1. Kaza S, Yao LC, Bhada-Tata P, et al. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Washington, DC: World Bank; 2018.
2. Sharma K, Jain S. Municipal solid waste generation, composition, and management: The global scenario. *Soc Responsib J*; 2020;16(6):917-48.
3. Guinée JB, Heijungs R, Huppes G, et al. Life cycle assessment: Past, present, and future. *Environ Sci Technol*.; 2011;45(1):90-6.
4. Fava JA. A technical framework for life cycle assessment: Workshop report; August 18-23, 1990. Pensacola: SETAC; 1991.
5. Özeler D, Yetiş Ü, Demirer GN. Life cycle assessment of municipal solid waste management methods: Ankara case study. *Environ Int*.; 2006;32(3):405-11.
6. ISO. Environmental management—Life cycle assessment—Principles and framework. ISO 14040. Geneva: International Organization for Standardization; 2006.
7. USEPA. *Life Cycle Assessment: Principles and Practice*. OHIO: Scientific Applications International Corporation (SAIC); 2006. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1000L86.PDF?Dockey=P1000L86.PDF>. [Accessed:25th November 2024].
8. European Commission. *International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook—Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context*. Brussels: Joint Research Centre—Institute for Environment and Sustainability; 2011. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC61049/jrc61049_ilcd%20handbook%20final.pdf. [Accessed: 24th November 2024]
9. Beyene HD, Werkneh AA, Ambaye TG. Current updates on waste to energy (WtE) technologies: A review. *Renew Energy Focus*; 2018;24:1-10. Fan YV, Klemeš JJ, Perry S, et al. Anaerobic digestion of lignocellulosic waste: Environmental impact and economic assessment. *J Environ Manage*; 2019;231:352-63.
11. Fan YV, Klemeš JJ, Lee CT, et al. Anaerobic digestion of municipal solid waste: Energy and carbon emission footprint. *J Environ Manage*; 2018;223:888-97.
12. Dastjerdi B, Strezov V, Rajaeifar M, et al. A systematic review on life cycle assessment of different waste to energy valorization technologies. *J Clean Prod*; 2021;290:125747.
13. Guinée JB, Oers L, Koning A, et al. Life cycle approaches for Conservation Agriculture. Leiden: CML Institute of Environmental Sciences; 2006.
14. Roy P, Nei D, Orikasa T, et al. A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *J Food Eng*; 2009;90(1):1-10.
15. Klüppel HJ. Goal and scope definition and life cycle inventory analysis. *Int J Life Cycle Assess*; 1997;2(1):5-8.
16. LCA Software (2024). *Find the best software to make a Life Cycle Assessment*. LCA Software Directory. <https://lca-software.org> [Accessed:16th November 2024].
17. Mendes MR, Aramaki T, Hanaki K. Comparison of the environmental impact of incineration and landfilling in São Paulo City as determined by LCA. *Resour Conserv Recycl*.; 2004;41(1):47-63.
18. Irbaş E, Dadaşer-Çelik F. Evsel katı atık yönetim senaryolarının yaşam döngüsü analizi: Melikgazi ilçesi (Kayseri) örneği. *Doğal Afet ve Çevre Dergisi*; 2021;7(2):266-77.
19. EPA. *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2021-Main Report*. Washington, DC: Environmental Protection Agency; 2023. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2021>. [Accessed:18th November 2024].

20. Mavakala BK, Le Faucheur S, Mulaji CK, et al. Leachates draining from controlled municipal solid waste landfill: Detailed geochemical characterization and toxicity tests. *Waste Manage.*; 2016;55:238-48.
21. Adghim M, Abdallah M, Saad S, et al. Comparative life cycle assessment of anaerobic co-digestion for dairy waste management in large-scale farms. *J Clean Prod.*; 2020;256:120320.
22. Staley B, Boxman S. *Data & Policy Program: Data driven analysis to drive sustainable materials management. Toronto: Partners in Project Green*; 2021. https://partnersinprojectgreen.com/wp-content/uploads/2023/03/Consultant-Report_Overview-Canadian-ICI-Organic-Waste-Practices_Spring-2021.pdf. [Accessed:26th November 2024].
23. De Groof V, Coma M, Arnot T, et al. Medium chain carboxylic acids from complex organic feedstocks by mixed culture fermentation. *Molecules.* 2019;24(3):398.
24. Guillaume A, Appels L, Kočí V. Life cycle assessment of municipal biowaste management—A Czech case study. *J Environ Manage.*; 2023;339:117894.
25. Wang J, Okopi SI, Ma H, et al. Life cycle assessment of the integration of anaerobic digestion and pyrolysis for treatment of municipal solid waste. *Bioresour Technol.*; 2021;338:125486.
26. Mancini E, Arzoumanidis I, Raggi A. Evaluation of potential environmental impacts related to two organic waste treatment options in Italy. *J Clean Prod.*; 2019;214:927-38.
27. Mayer F, Bhandari R, Gäth SA, et al. Economic and environmental life cycle assessment of organic waste treatment by means of incineration and biogasification: Is source segregation of biowaste justified in Germany?. *Sci Total Environ.*; 2020;721:137731.
28. Moukazis I, Pelleri FM, Gidarakos E. Slaughterhouse by-products treatment using anaerobic digestion. *Waste Manage.*; 2018;71:652-62.
29. Holm-Nielsen JB, Al Seadi T, Oleskowicz-Popiel P. The future of anaerobic digestion and biogas utilization. *Bioresour Technol.*; 2009;100(22):5478-84.
30. Yasar A, Rasheed R, Tabinda AB, et al. Life cycle assessment of a medium commercial scale biogas plant and nutritional assessment of effluent slurry. *Renew Sustain Energy Rev.*; 2017;67:364-71.
31. Wang S, Sahoo K, Jena U, et al. Life-cycle assessment of treating slaughterhouse waste using anaerobic digestion systems. *J Clean Prod.*; 2021;292:126038.
32. Balcioglu G, Jeswani H, Azapagic A. Evaluating the environmental and economic sustainability of energy from anaerobic digestion of different feedstocks in Turkey. *Sustain Prod Consum.*; 2022;32:924-41.
33. Nayal F, Mammadov A, Ciliz N. Environmental assessment of energy generation from agricultural and farm waste through anaerobic digestion. *J Environ Manage.*; 2016;184:389-99.
34. Zhou H, Wei L, Wang D, et al. Environmental impacts and optimizing strategies of municipal sludge treatment and disposal routes in China based on life cycle analysis. *Environ Int.*; 2022;166:107378.
35. Chen R, Yuan S, Chen S, et al. Life-cycle assessment of two sewage sludge-to-energy systems based on different sewage sludge characteristics: Energy balance and greenhouse gas-emission footprint analysis. *J Environ Sci.*; 2022;111:380-91.
36. Lee E, Oliveira DSBL, Oliveira LSB, et al. Comparative environmental and economic life cycle assessment of high solids anaerobic co-digestion for biosolids and organic waste management. *Water Res.*; 2020;171:115443.

İklim Değişikliğinin Etkilerine Karşı Uyum Aracı Olarak Asmalarda Taç Yönetimi

Cüneyt UYAK¹
Adnan DOĞAN²
Haydar KURT³

GİRİŞ

Bilinçsiz enerji tüketimi sonucu atmosferde biriken karbondioksit ve diğer sera gazları, yeryüzünün enerji dengesini bozmuş ve bu değişim, günümüzde birçok sektörü etkileyen küresel iklim değişikliğinin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu durum, küresel ölçekte ele alınması gereken bir sorun haline gelmiştir. İklim koşullarına doğrudan bağımlı olan tarım sektörü, iklim değişikliğinden büyük ölçüde etkilenmiştir. Bu durumun bir sonucu olarak, küresel düzeyde gıda üretimi ve fiyatlarının dalgalanacağı, gıdaya erişimin zorlaşacağı ve gıda güvenliği sorunlarının ortaya çıkacağı öngörülmektedir (1). Alternatif değerlendirme şekillerinden dolayı dünya gıda ihtiyacının önemli bir kısmını karşılayan bağcılık sektörünün iklim değişikliklerinden farklı şekil ve seviyelerde etkileneceği beklenmektedir (2,3,4). İklim değişikliğine rağmen bağcılık faaliyetlerinin sürdürülebilirliğini sağlamak ve gıda güvenliğini güvence altına almak kritik bir öneme sahiptir.

Yapılan araştırmalar, iklim değişikliğinin bağ alanlarının coğrafi dağılımı (2,5,6,7,8), asma fenolojisi (5,9,10,11), asma fizyolojisi (12,13,14,15), vegetatif gelişim (16,17,18), verim, kalite ve tane kompozisyonu (4,5,7,8,12,15,19,20,21,22),

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
cuneytuyak@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-6101-6845

² Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
adnandogan@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-8623-0629

³ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü,
haydarkurt@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0002-4637-1996

Antitranspirantlar gibi yenilikçi çözümler, su kaybını azaltarak, meyve kalitesini ve bağların stres toleransını artırırken, düşük yoğunluklu dikim ve su tutma kapasitesi yüksek toprakların kullanımı, gelecekteki su kıtlığına uyum sağlamada etkili yöntemler olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca, bağlarda şeker birikimi, antosiyanin ve tanen içeriği gibi kalite parametrelerinin kontrol edilmesi amacıyla yaprak toplama ve tepe alma gibi geleneksel yöntemlerin dikkatli bir şekilde uygulanması, bağcılıkta sürdürülebilir kaliteyi korumak için kritik önem taşımaktadır.

Tüm bu uyum stratejileri, bağcılık sektörünün değişen iklim koşullarına adaptasyonunda bilimsel olarak kanıtlanmış çözümler sunmaktadır. Ancak, bu yöntemlerin etkinliği, yerel koşullar ve bağcılık uygulamaları dikkate alınarak sürekli değerlendirilmelidir. Gelecekteki araştırmalar, daha uzun vadeli etkileri, ekonomik sürdürülebilirlik boyutlarını ve bağcılıkta yeni teknolojilerin entegrasyonunu inceleyerek bu stratejileri daha kapsamlı hale getirmelidir. Böylece, iklim değişikliğinin zorluklarına karşı dayanıklı ve sürdürülebilir bir bağcılık sektörü inşa edilebilir.

KAYNAKLAR

1. Türkeş MT. İklim değişikliğinin tarımsal üretim ve gıda güvenliğine etkileri: Bilimsel bir değerlendirme. *Ege Coğrafya Dergisi*. 2020; 29(1): 125-149.
2. Fraga H, Malheiro AC, Moutinho-Pereira J, et al. Future scenarios for viticultural zoning in Europe: Ensemble projections and uncertainties. *International Journal of Biometeorology*. 2013; 57(6): 909-925. doi: 10.1007/s00484-012-0617-8
3. Schultz HR. Global climate change, sustainability, and some challenges for grape and wine production. *Journal of Wine Economics*. 2016; 11(1): 181-200. doi:10.1017/jwe.2015.31
4. Van Leeuwen C, Darriet P. The impact of climate change on viticulture and wine quality. *Journal of Wine Economics*, 2016; 11(1): 150-167. doi:10.1017/jwe.2015.21
5. Fraga H, García de Cortázar Atauri I, Malheiro AC, et al. Modelling climate change impacts on viticultural yield, phenology and stress conditions in Europe. *Global Change Biology*. 2016; 22(11): 3774-3788. doi: 10.1111/gcb.13382
6. Santos JA, Fraga H, Malheiro AC, et al. A Review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences*. 2020; 10: 3092.
7. Schultz HR, Jones GV. Climate induced historic and future changes in viticulture. *Journal of Wine Research*. 2010; 21(2-3): 137-145. doi: 10.1080/09571264.2010.530098
8. Jones GV, Alves F. Impact of climate change on wine production: A global overview and regional assessment in the Douro Valley of Portugal. *International Journal of Global Warming*. 2012; 4(3-4): 383-406. doi: 10.1504/IJGW.2012.049448
9. Leolini L, Moriondo M, Fila G, et al. Late spring frost impacts on future grapevine distribution in Europe. *Field Crop. Res*. 2018; 222: 197-208.
10. Van Leeuwen C, Destrac-Irvine A, Dubernet M, et al. An update on the impact of climate change in viticulture and potential adaptations. *Agronomy*. 2019; 9(9): 514. doi:10.3390/agronomy9090514

11. Droulia F, Charalampopoulos I. Future climate change impacts on European viticulture: A review on recent scientific advances. *Atmosphere*. 2021; (12): 495.
12. Schultz HR, Stoll M. Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. *Australian Journal Grape and Wine Research*. 2010; 16: 4-24.
13. Tombesi S, Nardini A, Farinelli D, et al. Relationships between stomatal behavior, xylem vulnerability to cavitation and leaf water relations in two cultivars of *Vitis vinifera*. *Physiologia Plantarum*. 2014; 152: 453-464.
14. Venios X, Korkas E, Nisiotou A, et al. Grapevine responses to heat stress and global warming. *Plants*. 2020; 9: 1754.
15. Gambetta GA. Water stress and grape physiology in the context of global climate change. *Journal of Wine Economics*. 2016; 11(1): 168-180. doi:10.1017/jwe.2015.16
16. Korkutal I, Bahar E, Carbonneau A. Growth and yield responses of cv. Merlot (*Vitis vinifera* L.) to early water stress. *African Journal of Agricultural Research*. 2011; 6(29): 6281-6288. doi: 10.5897/AJAR11.1893
17. Buesa I, Pérez D, Castel J, et al. Effect of deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv. Muscat of Alexandria. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2017; 23(2): 251-259. doi: 10.1111/ajgw.12280
18. Korkutal I, Bahar E, Carbonneau A. Effects of early water stress on grapevine (*Vitis vinifera* L.) growing in cv. Syrah. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2019; 17(1): 463-472. doi:10.15666/aeer/1701_463472
19. Fraga H, García de Cortázar Atauri I, Santos JA. Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal. *Agricultural Water Management*. 2018; (196): 66-74. doi: 10.1016/j.agwat.2017.10.023
20. Ashenfelter O, Storchmann K. Climate change and wine: A review of the economic implications. *Journal of Wine Economics*. 2016; 11(1): 105-138. doi:10.1017/jwe.2016.5
21. Soltekin O, Güler A, Candemir A, et al. Response of (*Vitis vinifera* L.) cv. Fantasy Seedless to water deficit treatments: Phenolic compounds and physiological activities. *BIO Web of Conferences*. 2019; 15: 01001. doi:10.1051/bioconf/20191501001.
22. Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. Observed trends in winegrape maturity in Australia. *Global Change Biology*, 2011; 17(8): 2707-2719. doi: 10.1111/j.1365-2486.2011.02434.x
23. Caffarra A, Rinaldi M, Eccel E, et al. Modelling the impact of climate change on the interaction between grapevine and its pests and pathogens: European grapevine moth and powdery mildew. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2012; (148): 89-101. doi: 10.1016/j.agee.2011.11.017
24. Langille AB, Arteca EM, Newman JA. The impacts of climate change on the abundance and distribution of the Spotted Wing Drosophila (*Drosophila suzukii*) in the United States and Canada. *PeerJ*. 2017:e3192 <https://doi.org/10.7717/peerj.3192>
25. Reineke A, Thiery D. Grapevine insect pests and their natural enemies in the age of global warming. *Journal of Pest Science*. 2016; 89: 313-328.
26. Zito S, Caffarra A, Richard Y, et al. Climate change and vine protection: The case of mildews management in Burgundy. *E3s Web Conf*. 2018; 50: 01006.
27. Santos JA, Fraga H, Malheiro A.C, et al. A Review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences*. 2020; 10(9): 3092. doi: 10.3390/app10093092
28. Dinis LT, Bernardo S, Yang C, et al. Mediterranean viticulture in the context of climate change. *Ciencia Tec. Vitiv*. 2022; 37(2): 139-158.
29. Smart RE, Dick JK, Gravett IM. Canopy Management to improve grape yield and wine quality-principles and practices. *South African journal of Enology and Viticulture*. 1990; 11(1): 3-17.

30. Kliewer WM. Vineyard Canopy Management-a Review. In: Webb,A.D. (ed.) Proc. *Grape and Wine Centennial Symp.*, 18-21 June 1980, Davis, California, (pp:342-352).
31. Hunter JJ, Archer E. *Status of Grapevine Canopy Management and Future Prospects 2001*. (13.11.2024 tarihinde http://www.acenologia.com/ciencia_59_2_eng.htm#arri adresinden ulaşılmıştır).
32. Doğan Yıldırım EÇ, Bilir M, Ağaoglu YS. Bağcılıkta yeni bir kavram: kanopi yönetimi. *Ziraat Mühendisliği*. 2010; 355: 4-7
33. Çelik H. Bağlarda Taç Yönetimi-Yaz Budamaları. *TÜRKTOB Dergisi*. 2017; 22: 34-43.
34. Bock A, Sparks T, Estrella N, et al. Changes in the phenology and composition of wine from Franconia, Germany. *Climate Research*. 2011; (50): 69–81.
35. Daux V, Garcia de Cortazar-Atauri I, Yiou P, et al. J. An open-database of Grape Harvest dates for climate research: Data description and quality assessment. *Clim. Past Discuss*. 2011; (7): 3823–3858.
36. Webb LB, Whetton PH, Barlow EWR. Modelling the relationship between climate, winegrape price and winegrape quality in Australia. *Climate Research*. 2008; 36: 89–98.
37. Parker AK, de Cortázar-Atauri IG, Van Leeuwen C. Et al. General phenological model to characterise the timing of flowering and veraison of *Vitis vinifera* L. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2011; 17(2): 206-216. doi: 10.1111/j.1755-0238.2011.00140.x
38. Molitor D, Junk J. Climate change is implicating a two-fold impact on air temperature increase in the ripening period under the conditions of the Luxembourgish grapegrowing region. *OENO One*. 2019; 53: 409–422.
39. Orduna RM. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*. 2010; 43: 1844–1855.
40. Neethling E, Barbeau G, Bonnefoy C, et al. Change in climate and berry composition for grapevine varieties cultivated in the Loire Valley. *Climatic Research*. 2012; 53: 89–101.
41. Arias LA, Berli F, Fontana A, et al. Climate change effects on grapevine physiology and biochemistry: Benefits and challenges of high altitude as an adaptation strategy. *Frontiers Plant Science*. 2022; (13): 1-14. doi: 10.3389/fpls.2022.835425
42. Dinis LT, Ferreira H, Pinto G, et al. Kaolin-based, foliar reflective film protects photosystem II structure and function in grapevine leaves exposed to heat and high solar radiation. *Photosynthetica*. 2016; (54): 47–55.
43. Duchêne E, Huard F, Dumas V, et al. The challenge of adapting grapevine varieties to climate change. *Climatic Research*. 2010; (41): 193-204.
44. Duchêne E, Butterlin G, Dumas V, et al. Towards the adaptation of grapevine varieties to climate change: QTLs and candidate genes for developmental stages. *Theor. Appl. Genet*. 2011; (124): 623.
45. Parker A, Cortázar-Atauri IG, Chuine I, et al. Classification of varieties for their timing of flowering and veraison using a modelling approach: A case study for the grapevine species *Vitis vinifera* L. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2013;180: 249-264.
46. Savoi S, Wong DCJ, Arapitsas P, et al. Transcriptome and metabolite profiling reveals that prolonged drought modulates the phenylpropanoid and terpenoid pathway in white grapes (*Vitis vinifera* L.). *BMC Plant Biology*. 2016; 16: 67.
47. Lecourieux F, Kappel C, Pieri P, et al. Dissecting the biochemical and transcriptomic effects of a locally applied heat treatment on developing Cabernet Sauvignon grape berries. *Frontiers in Plant Science*. 2017; 8: 53.
48. Clemente N, Santos JA, Fontes N, et al. Grapevine sugar concentration model (GSCM): A decision support tool for the Douro Superior winemaking region. *Agronomy*. 2022; (12): 1404.
49. Mira de Orduña R. Climate change associated effects on grape and wine quality and production. *Food Research International*. 2010; 43: 1844-1855.

50. Mozell MR, Thach L. The impact of climate change on the global wine industry: Challenges & solutions. *Wine Economics and Policy*. 2014; 3: 81-89.
51. Pons A, Allamy L, Schüttler A, et al. What is the expected impact of climate change on wine aroma compounds and their precursors in grape? *OENO One*. 2017; 51: 141-146.
52. Carvalho A, Leal F, Matos MJ, et al. Heat stress tolerance assayed in four wine-producing grapevine varieties using a cytogenetic approach. *Ciência Tec. Vitiv*; 2019 (34): 61-70.
53. Chaves MM, Zarrouk O, Francisco R, et al. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. *Annals of Botany*. 2010; (105): 661-676. doi: 10.1093/aob/mcq030
54. Ünal MS. *Genel Bağcılık*. Ankara: Akademisyen Yayın Evi; 2022.
55. Çelik H, Ağaoglu YS, Fidan Y ve ark. *Genel Bağcılık*. Ankara: Sunfidan A.Ş Mesleki Kitaplar Serisi: 1998.
56. Harner A, Centirari M. *A Pruning Primer. Wine & Grapes U 2017*. (14.11.2024 tarihinde <https://psuwineandgrapes.wordpress.com> adresinden ulaşılmıştır).
57. Çelik H. Bağlarda Taç Yönetimi-Kış Budamaları. *TÜRKTÖB Dergisi*. 2017; 24: 32-42.
58. Molitor D, Caffarra, A, Sinigoj P, et al. Late frost damage risk for viticulture under future climate conditions: A case study for the Luxembourgish winegrowing region. *Austrian Journal Grape Wine Research*. 2014; 20: 160-168.
59. Kartschall T, Wodinski M, von Bloh W, et al. Changes in phenology and frost risks in *Vitis vinifera* (cv Riesling) between 1901 and 2100. *Meteorologische Zeitschrift*. 2015; 2(24): 189-200.
60. Mosedale J, Wilson RJ, Maclean IMD. Climate change and crop exposure to adverse weather: Changes to frost risk and grapevine flowering conditions. *PLoS ONE*. 2015; 10(10): e0141218. doi:10.1371/journal.pone.0141218
61. Sgubin G, Swingedouw D, Dayon G, et al. The risk of tardive frost damage in French vineyards in a changing climate. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2018; 250-251: 226-242.
62. Pieri P, Gaudillere JP. Sensitivity to training system parameters and soil surface albedo of solar radiation intercepted by vine rows. *Vitis*. 2003; 42: 77-82.
63. Magalhães N. *Tratado de Viticultura: A Videira, a Vinha e o Terroir; Esfera Poética*: Lisboa, Portugal, 2015.
64. Stoll M, Bischoff-Schaefer M, Lafontaine M, et al. Impact of various leaf area modifications on berry maturation in *Vitis vinifera* L. cv. Riesling. *Acta Horticulture*. 2013; 978: 293-299.
65. Sabır A, Küçükbasmacı A, Taytak M, et al. Sustainable Viticulture Practices on the Face of Climate Change. *Agricultural Research & Technology Open Access Journal*. 2018; 17(4): 556033. doi: 10.19080/ARTOAJ.2018.17.556033.
66. Grifoni D, Carreras G, Zipoli G, et al. Row orientation effect on UV-B, UV-A and PAR solar irradiation components in vineyards at Tuscany, Italy. *Int. J. Biometeorol*. 2008; 52: 755-763.
67. Intriери C, Poni S, Rebucci B, et al. Row orientation effects on whole-canopy gas exchange of potted and field-grown grapevines. *Vitis*. 1998; 37 (4): 147-154.
68. Santesteban LG, Miranda C, Urrestarazu J, et al. Severe trimming and enhanced competition of laterals as a tool to delay ripening in Tempranillo vineyards under semiarid conditions. *Oeno One*. 2017; 51(2): 191-203. doi: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1583
69. Deloire A. A few thoughts on grapevine training systems. *Wineland Mag*. 2012; 274: 82-86.
70. URL-1: *Gobelet 2020* (05.12.2024 tarihinde <https://glossary.wein.plus/gobelet> adresinden ulaşılmıştır).
71. Gladstone EA, Dokoozlian NK. Influence of leaf area density and trellis/training systems on the microclimate within grapevine canopies. *Vitis*. 2003; 32: 123-131.
72. Keller M. *The Science of Grapevines. Anatomy and Physiology*. 2nd ed.; Elsevier Academic Press: London, UK; 2015.

73. Zozzo FD, Poni S. Climate Change Affects Choice and Management of Training Systems in the Grapevine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2024; 7834357. doi: <https://doi.org/10.1155/2024/7834357>
74. De Ress'eguier L, Pieri P, Mary S, et al. Characterisation of the vertical temperature gradient in the canopy reveals increased trunk height to be a potential adaptation to climate change. *Oeno One*. 2023; 1(57): 41–53.
75. Williams LE, Levin AD, Fidelibus MW. Crop coefficients (Kc) developed from canopy shaded area in California vineyards. *Agricultural Water Management*. 2022; 271: 107771.
76. Williams LE, Heymann H. Effects of applied water amounts and trellis/training system on grapevine water relations, berry characteristics, productivity and wine composition of Cabernet Sauvignon. *Acta Horticulturae*. 2017; 1150: 413–426,
77. Intrieri C, Poni S, Rebucci B, et al. Effects of canopy manipulations on whole-vine photosynthesis: results from pot and field experiments. *Vitis-Geilweilerhof*. 1997; (36): 167–174.
78. Braun P, Schmid J. J. Sap flow measurements in grapevines (*Vitis vinifera* L.) 2. Granier measurements. *Plant and Soil*. 1999; 1(215): 47–55.
79. Intrigliolo DS, El-Mageed T, Abdelfatah M, et al. Improving vine performance by modifying daily light interception patterns in vertically shoot positioned grapevines. *Acta Horticulturae*. 2017; (1157): 215–221.
80. Zheng W, García J, Balda P, et al. Does full exposure of clusters have any negative effects on Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) grape quality in La Rioja, Spain? The use of severe cluster-zone leaf removal after berry set. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2017; 38: 228–236.
81. Suter B, Irvine AD, Gowdy M, et al. Adapting wine grape ripening to global change requires a multi-trait approach. *Frontiers Plant Science*. 2021; 12: 624867.
82. Marín D, Armengol J, Carbonell-Bejerano P, et al. Challenges of viticulture adaptation to global change: Tackling the issue from the roots. *Australian Journal Grape Wine Research*. 2020; 27: 8–25.
83. Torres N, Martínez-Lüscher J, Porte E, et al. Impacts of leaf removal and shoot thinning on cumulative daily light intensity and thermal time and their cascading effects of grapevine (*Vitis vinifera* L.) berry and wine chemistry in warm climates. *Food Chemistry*. 2021, 343, 128447.
84. Kliewer WM, Dokoozlian NK. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. *American Journal Enology Viticulture*. 2005; 56: 170–181.
85. Staff SL, Percival DC, Sullivan JA et al. Fruit zone leaf removal influences vegetative, yield, disease, fruit composition, and wine sensory attributes of *Vitis vinifera* L. 'Optima' and 'Cabernet franc'. *Canadian Journal Plant Science*. 1997; 77: 149–153.
86. Tarara JM, Lee J, Spayd SE, et al. Berry temperature and solar radiation alter acylation, proportion, and concentration of anthocyanin in Merlot grapes. *American Journal Enology Viticulture*. 2008; 59: 235–247.
87. Lemut MS, Trošt K, Sivilotti P, Arapitsas, et al. Early versus late leaf removal strategies for Pinot Noir (*Vitis vinifera* L.): Effect on colour-related phenolics in young wines following alcoholic fermentation. *Journal Science Food Agriculture*. 2013; 93: 3670–3681.
88. Poni S, Gatti M, Palliotti A, et al. Grapevine quality: A multiple choice issue. *Scientia Horticulturae*. 2018, 234: 445–462.
89. Palliotti A, Panara F, Silvestroni O, et al. Influence of mechanical postveraison leaf removal apical to the cluster zone on delay of fruit ripening in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.) grapevines. *Australian Journal Grape Wine Research*. 2013; 19: 369–377.

90. Poni S, Gatti M, Bernizzoni F, et al. A. Late leaf removal aimed at delaying ripening in cv. Sangiovese: Physiological assessment and vine performance. *Australian Journal Grape Wine Research*. 2013; 19: 378–387.
91. Palliotti A, Tombesi S, Silvestroni O, et al. Changes in vineyard establishment and canopy management urged by earlier climate-related grape ripening: A review. *Scientia Horticulturae*. 2014; 178: 43–54.
92. Sabır A, Sabır F, Jawshle AIM. Quality changes in grape berry as affected by the use of different colored shade nets proposed to alleviate the adverse effects of climate change. *Asian Journal Agriculture Food Science*. 2020; 1(8): 1-5.
93. Caravia L, Collins C, Petrie PR, et al. Application of shade treatments during Shiraz berry ripening to reduce the impact of high temperature. *Australian Journal Grape Wine Research*. 2016; (22): 422–437. doi: 10-1111/ajgw.12248
94. Brito C, Dinis LT, Moutinho-Pereira J. et al. Kaolin, an emerging tool to alleviate the effects of abiotic stresses on crop performance. *Scientia Horticulturae*. 2019; (250): 310–316. doi: 10.1016/j.scienta.2019.02.070
95. Gatti M, Galbignani G, Garavani A, et al. Manipulation of ripening via antitranspirants in cv. Barbera (*Vitis vinifera* L.). *Australian Journal Grape Wine Research* 2016; 22: 245–255.
96. Górník K, Grzesik M, Romanowska-Duda B. The effect of chitosan on rooting of grapevine cuttings and on subsequent plant growth under drought and temperature stress. *Journal Fruit Ornamental Plant Research*. 2008; 16: 333–343.
97. Neethling E, Barbeau G, Coulon-Leroy C, et al. Spatial complexity and temporal dynamics in viticulture: A review of climate-driven scales. *Agricultural and Forest Meteorology*. 2019; 276-277: 107618
98. Pieri P, Lebon E, Brisson N. Climate change impact on French vineyards as predicted by models. *Acta Horticulture*. 2012; 931: 29-37. doi: 10.17660/ActaHortic.2012.931.2
99. Hunter JJ, Volschenk CG, Zorer R. Vineyard row orientation of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz/101-14 Mgt: climatic profiles and vine physiological status. *Agric. For. Meteorol*. 2016; 229: 104-119. doi: 10.1016/j.agrformet.2016.06.013
100. Galbreath J. Climate change response: evidence from the margaret river wine region of Australia. *Bus. Strategy Environ*. 2014; 23: 89-104. doi: 10.1002/bse.1762

BÖLÜM 9

Hayvan Barınaklarında Havanın Kimyasal Bileşimindeki Kirlenici Unsurlar ve Azaltılmasına Yönelik Alternatif Yaklaşımlar

Ünal ŞİRİN¹

GİRİŞ

Hayvansal üretimin artırılmasında, hayvan genotipinin ıslahı kadar çevre koşullarının da önemli rolü bulunmaktadır (1). Çevre koşulları, hayvanın büyüme, gelişme ve verim özellikleri üzerinde etkili olan tüm dışsal faktörleri kapsamaktadır. Bu faktörler, hayvanın performansını doğrudan etkileyerek üretim verimliliğini şekillendirmektedir (2). Hayvan barınaklarında çevre koşulları, canlının yaşadığı, büyüdüğü, geliştiği ve verimliliğini etkileyen tüm faktörleri ifade eder. Bu faktörler arasında bakım ve beslenme ile birlikte ortamın sıcaklığı, bağıl nemi, havadaki kirlenici kimyasal bileşikler, yapay ve doğal aydınlatma ile havalandırma gibi etmenler yer almaktadır. Bu unsurlar, hayvanların sağlığı ve üretkenliği üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (3). Hayvan barınaklarında çevre koşullarının kontrolü, uygun sıcaklık ve nem seviyelerinin sağlanması, yeterli aydınlatma ve etkin bir havalandırma ile mümkün olabilir (4).

Barınak içi çevre koşullarının en önemlilerinden biri de barınak iç havasının kimyasal bileşimidir. Hayvanların solunum, sindirim ve deri yoluyla çevreleriyle sürekli bir etkileşimde bulunmaları, hava kalitesinin bu etkileşimde önemli bir rol oynamasına neden olmaktadır (5). Hayvan barınaklarında yoğun hayvan varlığı, yetersiz barınak yalıtımı ve etkin çalışmayan havalandırma sistemleri, barınak içi havasındaki zararlı gazların birikmesine yol açarak hava kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir (6).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, sirinunal@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-6232--0067

duyulmaktadır. Etkili ve sürdürülebilir çözümler geliştirmek için disiplinler arası yaklaşımlar ve ileri teknolojilerin entegrasyonu gereklidir. Bu bağlamda, gelecekteki çalışmaların hem uygulama pratiklerini geliştirmesi hem de çevresel sürdürülebilirliği desteklemesi önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ekmekyapar T. Hayvan barınaklarında çevre koşullarının düzenlenmesi. 1(st). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları; 1991.
2. Özkaya T, Özden F. Başka bir hayvancılık mümkün. 1(st). İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi, Ekoloji Serisi; 2021. p. 35-50.
3. Li B, Wang Y, Rong L, et al. Research progress on animal environment and welfare. *Animal Research and One Health*, 2023;1(1): 78-91. doi: 10.1016/B978-1-85617-691-0.00007-2
4. Browning H, Veit W. Freedom and animal welfare. *Animals*, 2021;11(4): 1148. <https://doi.org/10.3390/ani11041148>
5. Ponnampalam EN, Kiani A, Santhiravel, S, et al. The importance of dietary antioxidants on oxidative stress, meat and milk production, and their preservative aspects in farm animals: Antioxidant action, animal health, and product quality—Invited review. *Animals*, 2022;12(23): 3279. <https://doi.org/10.3390/ani12233279>
6. David B, Oppermann MR, Michel V, et al. Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hen welfare. Part I—Dust. *Animals*, 2015;5(3): 495-511. <https://doi.org/10.3390/ani5030368>
7. Gautam, DP. Evaluation of different techniques to control hydrogen sulfide and greenhouse gases from animal production systems. Doctoral Dissertation: North Dakota State University, Major Department, Agricultural and Biosystems Engineering, 2015.
8. Şirin Ü, Erzurum ili kış koşullarında buzağı ahırında zemin altı borulu doğal havalandırma sisteminin etkinliği üzerine bir araştırma. Doktora Tezi: Erzurum Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2017.
9. Abdi M, Alinezhad E, Sene RA, et al. Evaluation of a pilot-scale scrubber for the mitigation of NH₃ emissions from laboratory animal house in the presence of different oxidants. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2020;8(2): 103708. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103708>
10. Akıncı İY, Musabeşoğlu Y, Kıyıcı R, et al. Veteriner hekimliği: modern analiz, bulgu ve araştırmalar. 1st ed. (Ed. Prof. Dr. Zehra Bozkurt), Lyon: Publisher by Livre de; 2023. p. 1-12.
11. Zhang Q, Zhou XJ, Cicek N, et al. Measurement of Odour and Greenhouse Gas Emissions in Two Swine Farrowing Operations, *Canadian Biosystems Engineering*, 2007;49(6): 13-20.
12. Lithourgidis AA, Firfiris VK, Kalamaras SD, et al. Energy Conservation in a Livestock Building Combined with a Renewable Energy Heating System towards CO₂ Emission Reduction: The Case Study of a Sheep Barn in North Greece. *Energies*, 2023;16(3): 1087. <https://doi.org/10.3390/en16031087>
13. Swelum AA, El-Saadony MT, Abd El-Hack ME, et al. Ammonia emissions in poultry houses and microbial nitrification as a promising reduction strategy. *Science of The Total Environment*, 2021;781: 146978. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146978>
14. Ayaş, R. Nitrate toxication in ruminants. A view of Agriculture from an Academic Perspective, (Ed. Doç. Dr. Gülşah Bengisu), Ankara: İksad Publications, 2024. p. 143-156. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10895775>
15. Abba, AH. Poultry house hydrogen sulphide emissions and impacts to neighbourhood environment in Yola, Nigeria. *Savannah Journal of Science and Engineering Technology*, 2023;1(4): 231-236. <https://www.sajsetjournal.com.ng/index.php/journal/article/view/66>

16. Yıldırım F, Açar Y. Evaluation of gases affecting air quality in animal shelters. *New Frontiers in Health Sciences*, 1st. ed. (Ed. Assoc. Prof. Onur Oral, Assist Prof. Kemal Alp Nalıcı), İzmir: Duvar Yayınları, 2023. p. 19-44.
17. Relić R, Đukić-Stojčić M. Influence of environmental pollution on animal behavior. *Contemporary Agriculture*, 2023;72(4): 216-223. <https://doi.org/10.2478/contagri-2023-0029>
18. Sáfár J, Hejehl P, Vass-Bognár B, et al. The impact of environmental factors on bovine respiratory disease complex in dairy calves-a review. *Acta Veterinaria Brno*, 2023;92(3): 213-231. <https://doi.org/10.2754/avb202392030213>
19. Merchant J, Martin R. (Eds.). *Industrial Farm Animal Production, the Environment, and Public Health*. 1st ed. USA: Johns Hopkins University Publications, 2024. p. 46-78.
20. Vojtkovská V, Lobová D, Voslářová E, et al. Impact of the application of gaseous ozone on selected pathogens found in animal shelters and other facilities. *Animals*, 2023;13(20): 3230. <https://doi.org/10.3390/ani13203230>
21. Firdausi SA, Azizah R, Jalaludin J, et al. Association of short-term exposure to sulphur dioxide and nitrogen dioxide with number of hypertensions in East Java, Indonesia: Earth and Environmental Science, In IOP Conference Series 2022;1013(1): p. 012009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1013/1/012009>
22. Izah SC, Ogwu MC, Etim NG, et al. Short-term health effects of air pollution. *Air Pollutants in the Context of One Health*, 1st ed. (Eds. Sylvester Chibueze Izah, Matthew Chidozie Ogwu, Abbas Shahsavani), 2024. p. 249-278.
23. Ahmed S, Kumar S. Carbon monoxide toxicity and its management: A review. *International Journal of Advanced Research in Medicinal Chemistry*, 2020;2(1): 11-19. <https://orcid.org/0000-0001-5146-3767>
24. Divers TJ. Respiratory diseases. *Rebhun's diseases of dairy cattle*, 1st ed. (Eds: Thomas J Divers1, Simon F Peek), Bethesda: PubMed Central Publication, 2009. p. 79-129 <https://orcid.org/10.1016/B978-141603137-6.50007-7>
25. Lundeen JE, Fisher KS, Beitler PCAM, et al. when CO₂ is more hazardous than H₂S. *Brimstone Sulfur Symposium*, September 2011, *Hydrocarbon Processing*, 2011;90(1): 45-48.
26. Ivanov Y, Novikov N. Digital intelligent microclimate control of livestock farms. XIII International Scientific and Practical Conference. 29 June, Moscow, Russia: 2020(175), p. 11012-11020. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017511012>
27. Ferreira JC, Ferraz PFP, Ferraz GAS, et al. Spatial variability of methane and carbon dioxide gases in a Compost-Bedded Pack Barn system. *Agronomy Research*, 2024;22(1): 110-126. <https://doi.org/10.15159/AR.24.030>
28. Sadatshojaie A, Rahimpour MR. CO₂ emission and air pollution (volatile organic compounds, etc.)-related problems causing climate change. In *Current trends and future developments on (bio-) membranes*, Elsevier: 2020. p. 1-30. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816778-6.00001-1>
29. Wilson S, Mortimer S. Chapter 19 Methane gas hazard. *Geological Society, London: Engineering Geology Special Publications*, 2020;29(1): 457-478. <https://doi.org/10.1144/EGSP29.19>
30. Donham KJ, Thelin A. *Agricultural respiratory diseases. Agricultural Medicine. Rural Occupational and Environmental Health, Safety, and Prevention*. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell Publishing, 2016. p. 95-154.
31. Okuroğlu M, Hayvan barınaklarında zararlı gazlar, Toz ve Etkileri. *Et ve Balık Endüstrisi Kurumu Dergisi*, 1987;8(49): 19-24.
32. Ketem M. Yoğunluk stresi uygulanan yumurta tavuklarında keten tohumu ve ayçiçek yağının performans immün ve antioksidan savunma sistemine etkileri. *Doktora Tezi: İstanbul Üniversitesi, Veteriner Fakültesi, Fizyoloji ABD*, 2020.

33. Ögetürk A. Kirletici gaz ve toz emisyonlarının bir şehir yerleşkesindeki dağılımının incelenmesi: Diyarbakır örneği. Yüksek Lisans Tezi: Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2019.
34. Guffanti P, Pifferi V, Falciola L, Analyses of odours from concentrated animal feeding operations: A review. *Atmospheric Environment*, 2018;175: 100-108. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.12.007>
35. Maghirang RG, Manbeck HB, Roush WB, et al. Air Contaminant Distributions in a Commercial Laying House. *Transactions of The Asae* 1991;3(5): 2171-2180. <https://doi.org/10.13031/2013.31855>
36. Brose G, Hartung E, Jungbluth T. Influences on and measurement of ammonia and greenhouse gas emissions from dairy houses. *International Conference on Agricultural Engineering, Oslo/Norway: 24-27 August 1998-E-054;1:279-280.*
37. Jungbluth T, Hartung E, Brose G. Greenhouse gas emissions from animal houses and manure stores. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 2001;60(1): 133-145. <https://doi.org/10.1023/A:1012621627268>
38. Maghirang RG, Christianson LL, Riskowski GL, et al. Dust control strategies for livestock buildings a review. *Journal of Ashrae Transactions* Sd-. 1995;101(2): 1161-1168.
39. Penner JE, Andreae M, Annegarn A, et al. Aerosols, their direct and indirect effects. Contributions of Working Group I To The Third Assessment Report of The Intergovernmental Panel On Climate Change. USA: Cambridge University Press. 2001. p. 289-348. <https://hdl.handle.net/11858/00-001M-0000-0014-921E-5>
40. Şimşek E, Kılıç İ, Yaslıoğlu E, vd. Süt sığırı ahırlarında hava kirleticilerin günlük ve mevsimsel değişimlerinin belirlenmesine yönelik bir araştırma. İzmir: II. Ulusal Sulama ve Tarımsal Yapılar Sempozyumu, Ege Üniversitesi, 24-25 Mayıs 2012. Bornova.
41. Kocaman B, Yaganoglu AV, Yanar M. Combination of fan ventilation system and spraying of oil-water mixture on the levels of dust and gases in caged layer facilities in Eastern Turkey. *Journal of Applied Animal Research*, 2005;27(2): 109-111. <https://doi.org/10.1080/09712119.2005.9706551>
42. Eleroğlu H, Yalçın H. Zeolitle karıştırılan altlığın etlik piliçlerde besi performansı ile bazı altlık Parametreleri üzerine etkileri. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 2004;5(1): 31-40.
43. Atıgan A, Coşkan A, Öz H, vd. Etlik piliç kümesinde kış döneminde amonyak gaz düzeyinin vakum sistemi ile azaltılması. *Kafkas Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 2010;16(2): 257-262. <https://doi.org/10.9775/kvfd.2009.656>
44. Yazarel S. Farklı yerleşim sıklığında barındırılan ve farklı rasyonlarla beslenen etlik piliçlerin gübresinde amonyak gazı konsantrasyonunun belirlenmesi. Doktora Tezi: Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2022.

BÖLÜM 10

Zararlılar İle Mücadelede Çevre Dostu Uygulamalar: Entomopatojen Nematodlar

Hilmi KARA¹
Merve DOĞAÇ²

GİRİŞ

Tarımsal alanlarda, ekonomik düzeyde ürün kayıplarına neden olan zararlılarla mücadele etmek için çeşitli pestisitler yaygın şekilde kullanılmaktadır. Zararlılar ile mücadelede kimyasal savaşım diğer mücadele yöntemlerine nazaran ekonomik olması ve hızlı sonuç alınabilmesi bakımından ilk tercih edilen mücadele yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır (1). Ancak tarımsal üretim alanlarında düzensiz ve aşırı kimyasal kullanımı, Artropod'larda direnç gelişimi gibi mücadeleyi zorlaştıran durumlara yol açmakta; aynı zamanda toprak, yeraltı suyu, yüzey suları ve çevrenin kirlenme potansiyelini de artırmaktadır (2). Ayrıca böcek ilaçlarının aşırı kullanımı yeni zararlıların ortaya çıkmasına neden olmakta, hedef dışı organizmaların çevreden yok olmasına ve biyolojik çeşitlilik ile ekolojik dengeyi olumsuz şekilde etkilemektedir. Kimyasal insektisitler doğrudan çevresel zarar oluşturmasının yanı sıra, böcek ilacı toksisitesi pestisit uygulamasını yapan kişilerde; zihinsel karışıklık, kusma, baş ağrısı ve cilt tahrişi gibi akut durumlarla (3) ve kanser, böbrek sorunları hatta ölüm gibi uzun vadeli etkilerle ilişkilendirilmektedir.

Sürdürülebilir tarım ve yaşam hedefleri doğrultusunda, zararlılarla mücadelede çevre dostu ve doğaya uyumlu uygulamalara öncelik verilmesi kaçınılmaz hale gelmiştir. Bu çerçevede, tarımsal alanlarda iki ana mücadele yöntemi öne

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, hilmikara@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-0580-0464

² Ziraat Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, mervedogac7@gmail.com, ORCID iD: 0009-0008-4316-1951

nik etmenin kolay kültüre edilebilmesi ve maliyetinin düşük olması da önemli bir konudur. Ayrıca konağını hızla öldürmesinin yanında konağının içinde canlılığını uzun süre korumayı başarması ve hala enfektif özelliğini sürdürebiliyor olması da dikkat çeken bir özelliktir. Bunlardan farklı olarak konağa spesifik olmayışları ve genel birçok böcek türünü enfekte edebilmeleri entomopatojen nematodlara büyük bir ayrıcalık katmaktadır. Bu nematodlar mikrobiyal mücadelede birçok böcek takımında ticari olarak çiftçiler tarafından kullanılmaktadır. EPN'lerin biyolojik mücadele organizmaları olarak başarı ve başarısızlıklarının temel nedenlerini anlamaya yardımcı olmak için ekoloji, davranış ve genetik dahil olmak üzere biyolojileri hakkında daha derinlemesine temel bilgilere ihtiyaç olduğu ortak bir görüştür. Dünyada buzullar hariç hemen hemen her yerde yaşayabilme adaptasyonu gösteren entomopatojen nematodlardan uygun nematod türü/suşunun seçimi ve toprak tipi, toprak sıcaklığı ve nem gibi abiyotik faktörler, zararlılar ile mücadelede başarı elde etmek için dikkat edilmesi gereken önemli bir noktadır.

KAYNAKLAR

1. Gupta, R. C., Mukherjee, I. R. M., Malik, J. K., Doss, et al. Insecticides. In Biomarkers in toxicology 2019. p. 455-475. Academic Press.
2. Tang, F. H., Lenzen, M., McBratney, A., et al. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature geoscience*, 2021. 14(4), 206-210. doi:10.1038/s41561-021-00712-5
3. Arya, S., Kumar, R., Prakash, O., et al. Impact of insecticides on soil and environment and their management strategies. In *Agrochemicals in soil and environment: Impacts and remediation*. 2022. (pp. 213-230). Singapore: Springer Nature.
4. Goettl, M. S., & Glare, T. (2010). 11 Entomopathogenic fungi and their role in regulation of insect populations. *Insect control: Biological and synthetic agents*. 2010. p. 387-393.
5. Nickle, W.R. History, development, and importance of insect nematology. In: Nickle, W.R. (Ed.), *Plant and Insect Nematodes*. Marcel Dekker, New York, 1984. p. 627-653.
6. Nguyen, K.B., Hunt, D.J. *Entomopathogenic Nematode: Systematics, Phylogeny and Bacterial Symbionts*. Brill,, Leiden, the Netherlands, 2007. p. 816.
7. Glaser, R.W., Fox, H. A nematode parasite of the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newm.). *Science*. 1930. 70, 16-17. doi: 10.1126/science.71.1827.16.c
8. Steiner, G. *Neoalectana glaseri* n.g., n. sp. (Oxyuridae), a new nematode parasite of the Japanese beetle (*Popillia japonica* Newm.). *J. Washington Acad. Sci.* 1929: 19, 436-440.
9. Smart Jr., G.C. Entomopathogenic nematodes for the biological control of insects. *J. Nematol.* 1995. 27, 529-534 PMID: 19277318; PMCID: PMC2619649.
10. Kaya H.K., Gaugler R. *Entomopathogenic nematodes*. Annual Review of Entomology, 1993. 38: 181-206.
11. Laznik Ž., Tóth T., Lakatos T., et al. Control of the Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) on potato under field conditions: a comparison of the efficacy of foliar application of two strains of *Steinernema feltiae* (Filipjev) and spraying with thiametoxam.

- Journal of Plant Disease Protection, 2010. 117: 129–135.
12. Bhat, A. H., Chaubey, A. K., & Askary, T. H. Global distribution of entomopathogenic nematodes, *Steinernema* and *Heterorhabditis*. Egyptian Journal of Biological Pest Control, 2020. 30(1), 1-15. <https://doi.org/10.1186/s41938-020-0212-y>
 13. Zhang, C. X., Yang, S. Y., Xu, M. X., et al. A novel species of *Serratia*, family Enterobacteriaceae: *Serratia nematodiphila* sp.nov., symbiotically associated with entomopathogenic nematode *Heterorhabditidoides chongmingensis* (Rhabditida: Rhabditidae). Int. J. Syst. Evol. Microbiol. 2009. 59, 1603–1608.
 14. Torres-Barragan, A., Suazo, A., Buhler, W. G., et al. Studies on the entomopathogenicity and bacterial associates of the nematode *Oscheius carolinensis*. Biol. Control. 2011. 59, 123–129.
 15. Dillman, A. R., Chaston, J. M., Adams, B. J., et al. An entomopathogenic nematode by any other name. PLoS Pathogens 2012. 8:e1002527. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002527>
 16. Koppenhöfer, A. M., Shapiro-Ilan, D. I., & Hiltbold, I. Entomopathogenic nematodes in sustainable food production. Frontiers in Sustainable Food Systems. 2020. 4, 125.
 17. Lu, D., Macchietto, M., Chang, D., et al. Activated entomopathogenic nematode infective juveniles release lethal venom proteins. PLoS Pathogen, 2017 13:e1006302. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006302>
 18. Lewis, E. E., and Clarke, D. J. “Nematode parasites and entomopathogens,” in Insect Pathology, eds E. F. Vega and H. K. Kaya (Amsterdam: Elsevier), 2012. p. 395–424.
 19. Griffin, C. T. Behaviour and population dynamics of entomopathogenic nematodes following application. Nematode pathogenesis of insects and other pests: ecology and applied Technologies for sustainable plant and crop protection, 2015. p. 57-95.
 20. Shapiro-Ilan, D. I., Hiltbold, I., and Lewis, E. E. “Ecology of invertebrate pathogens: nematodes,” in Ecology of Invertebrate Diseases, ed A. E. Hajek and D. I. Shapiro-Ilan (Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Ltd.), 2018. 415–440.
 21. Baiocchi, T., Lee, G., Cho, D.-H., et al. Host seeking parasitic nematodes use specific odors to assess host resources. Sci. Rep. 2017 7:6270.
 22. Rasmann, S., Köllner, T. G., Degenhardt, J., et al. Recruitment of entomopathogenic nematodes by insect-damaged maize roots. Nature 2015. 434, 732–737.
 23. Helms, A. M., Ray, S., Matulis, N. L., et al. Chemical cues linked to risk: cues from below-ground natural enemies enhance plant defences and influence herbivore behaviour and performance. Functional Ecology, 2019. 33(5), 798-808. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13297>
 24. Boemare N.E., Laumond C., Mauleon H. The entomopathogenic nematode-bacterium complex: biology, life cycle and vertebrate safety. Biocontrol Science Technology, 1996. 6: 333–346. <https://doi.org/10.1080/09583159631316>

BÖLÜM 11

Beton ve Harçlarda Kullanılan Bazı Katkı Maddeleri, Özellikleri ve Tarımsal Yapılarda Kullanılma Olanakları

Serkan YAZAREL¹
Sedat KARAMAN²

GİRİŞ

Beton ve harçlarda kullanılan bazı katkı maddelerinin yer, zaman ve ihtiyaca göre çeşitli özelliklere sahip olması gerekmektedir. Bu nedenle genel olarak bağlayıcı madde, agrega ve suyun homojen bir karışımından oluşan, çimento ve suyun ekzotermik bir reaksiyonu (hidratasyon) sonucu başlangıçta yumuşak ve şekil verilebilen, zamanla sertleşerek yüksek dayanım özelliği kazanan beton ve harçların bünyelerine bazı katkı maddeleri de eklenebilmektedir. Bu katkı maddeleri karışımların rötre, priz, hidratasyon kıvam vb. süreçlerini ve özelliklerini etkilemektedir (1).

Beton katkı maddeleri, betonun performansını iyileştirirken işlenebilirliğini de artıran ve dayanıklılığını güçlendiren organik veya inorganik bileşenlerdir. Bu katkı maddeleri, özellikle betonun taze ve sertleşmiş özelliklerini uygun seviyeye getirebilmek amacıyla kullanılır. Beton katkı maddeleri, akışkanlaştırıcılar, hava sürükleyiciler, priz hızlandırıcılar ve geciktiriciler gibi farklı türlerde sınıflandırılabilir. Örneğin, akışkanlaştırıcılar taze betonun işlenebilirliğini artırarak, sertleşmiş betonun dayanımını olumlu yönde etkilerken, hava sürükleyiciler betonun donma-çözülme direncini artırmaktadır. Beton katkılarının kullanımı, sadece daha dayanıklı ve uzun ömürlü yapılar inşa edilmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda yapıların güvenliğine ve sürdürülebilirliğine de katkı sağlar.

¹ Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, sedat.karaman@gop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3986-5944

² Prof. Dr., Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, sedat.karaman@gop.edu.tr, ORCID iD: 0000-0003-3986-5944

özellikle havasız koşullarda çoğalabilen bu bakterilerin bulunabileceği yapıların kullanımında uygunluk gösterdiğini belirtmişlerdir.

Gültaş ve ark. (30) çalışmalarında beyaz çimento harcına %0-%0,4 oranlarında gümüş etken maddeli antibakteriyel katkı ve gri çimento harçlarına %0-%0,2-%0,4-%0,6 oranlarında izotiazolin etken maddeli antibakteriyel katkı ve %0 - %10 - %20 oranlarında da zeoliti çimento ikamesi olarak kullanmışlardır. Yapılan deneyler sonucunda beyaz çimento harcına zeolit ikamesinin *Staphylococcus Aureus* bakterisine, gri çimento harcına zeolit ikamesinin *Staphylococcus aureus* ve *Escherichia coli* bakterilerine karşı etkili bir karışım olduğunu belirtmişlerdir.

SONUÇ

Tarımsal yapılar için beton katkı maddelerinin kullanımı, yalnızca yapının dayanıklılığını artırmakla kalmaz, aynı zamanda bakım masraflarını azaltarak ekonomik fayda sağlar ve uzun vadede sürdürülebilir çözümler sunar. Tarımsal yapılarda kullanılan harç ve betonların kullanım amacına ve şekline göre geçirimsizlik, ısı ve nem yalıtımı, kimyasal ve fiziksel etkilere karşı dayanımı, küf-bakteri gibi hastalık etmenlerinin çoğalmasını engelleyebilme ve maliyet açısından uygun özelliklerde olması gerekmektedir. Yukarıda belirtilen malzemelerin amaçlarına uygun olarak kullanılabilirliği ile ilgili çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Erdoğan, T.Y. Beton (4. Baskı), ODTU Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim, Ankara; 2013. p. 130-136
2. Petrova, M. Concrete additives and their types (05.12.2024 tarihinde <https://stroycomfort1.com/concrete-additives-and-their-types/> adresinden ulaşılmıştır).
3. Özmen, H. E. Polimer Modifiye Harçların Özellikleri ve Uçucu Kül ve Cüruf Katkısının Etkisi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü; 2015.
4. Sezer, G. İ., Yazıcı, Ş.. Polimer Katkılı Harçlarda Farklı Kür Koşullarının Dayanıma Etkisi-Ef-fect of Different Curing Conditions on Strength of Polymer-Incorporating Mortars. Celal Bayar University Journal of Science; 2015, 11(2): p. 195-201. doi: 10.18466/cbujos.57196
5. Davoodi, S., Al-Shargabi, M., Wood, D. A., & Rukavishnikov, V. S. Recent advances in polymers as additives for wellbore cementing applications: A review. Fuel; 2024; 357, 129692. doi: 10.1016/j.fuel.2023.129692
6. Kozak, M. Çelik lifli betonlar ve kullanım alanlarının araştırılması. Teknik Bilimler Dergisi; 2013 3(1), 26-35.
7. Ali, A. M., Arslan, M. H., & Altın, M. Cam lif takviyeli betonun yangın dayanımlarının çeşitli parametreler açısından irdelenmesi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi; 2019; 5(2), 198-213. doi: 10.21324/dacd.458094

8. Alkayış, M. H., & Başyığıt, C. Lif katkısının beton darbe dayanımına etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*; 2021; (24), 455-462.doi: 10.31590/ejosat.897865
9. Kaya, N., & Ramazanoğlu, B. Çelik Liflerin Hibritlenmesinin Betonun Mekanik Davranışına Etkisi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*; 2024; 29(1), 221-235.doi: 10.53433/yyufbed.1385342
10. Akıncı, A. O., & Karaman, S. Effects of Hemp Fibers on Durability and Strength Properties of Concrete to be Used in Agricultural Buildings. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*; 2024; 27(3), 635-643.doi:10.18016/kusutarimdog.vi.1357238
11. Anonim, Hava Sürükleyici Nedir? 2021. (20.11.2024 tarihinde <https://www.kimteks.org/hava-surukleyici-nedir/adresinden> ulaşılmıştır).
12. Ardahanlı, M., Kotan, T. Hava Sürükleyici Katkısının Betonun Aşınma Direnci ve Mekanik Özelliklerine Etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*; 2023; 6(Ek Sayı), 184-198.doi: 10.47495/okufbed.1216172.
13. Tarhan, Y., Şahin, R. Geri Kazanılmış Agregalı Betonların Donma-Çözülme Etkisi Altındaki Yol ve Saha Betonlarında Kullanımı. *İleri Teknolojilerde Çalışmalar Dergisi* ;2023; 1(2), 84-93.doi: 10.5281/zenodo.10445086
14. Anonim. Çimento Katkıları Nelerdir? Çimentolu Sistemlerde Kullanılan Kimyasal Katkılar, 2024 (18.11.2024 tarihinde <https://cimsa.com.tr/formulhane/gri-cimento/cimento-katkilari-cimentolu-sistemlerde-kullanilan-kimyasal-katkilar> adresinden ulaşılmıştır).
15. Anonim. Priz geciktiriciler. (22.11.2024 tarihinde <http://www.atakimya.com.tr/urun/priz-geciktiriciler-39> adresinden ulaşılmıştır).
16. Nassiri, S., Chen, Z., Jian, G., Zhong, T., Haider, M. M., Li, H., ... & Wolcott, M.. Comparison of unique effects of two contrasting types of cellulose nanomaterials on setting time, rheology, and compressive strength of cement paste. *Cement and Concrete Composites*; 2021; 123, 104201.doi:10.1016/j.cemconcomp.2021.104201.
17. Polat, H., Özel, C. Farklı Priz Hızlandırıcı Katkıların Püskürtme Beton Performansına Karşılaştırmalı Analizi. *International Journal of Engineering Research and Development*; 2023; 15(3), 133-142.doi: 10.29137/umagd.1297157
18. Yıldırım, H., Yorulmazel, V., Ardaç, E. Süper ve Normal Akışkanlaştırıcı Katkıların Çimento ile Uyuşumu, 4. Ulusal Beton Kongresi, 30-31 Ekim-1 Kasım 1996; 1996; İstanbul, ss. 25, 33.
19. Mailvaganam, N. P., Rixom, M. R., Manson, D. P., & Gonzales, C. Chemical admixtures for concrete. Crc Press; 1999.doi: doi.org/10.4324/9780203017241
20. Kadiroğlu, İ., Kadiroğlu, B., Aslan, B. Organik ve İnorganik Maddeler Karışımı Hammaddenin Beton Katkı Formülasyonlarında Lignosülfonat Alternatifi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Beton 2023 Kongresi Bildirileri – 8/10 Kasım 2023*.
21. Özdemir, H., Altan, M. F. Su Geçirimsizlik Sağlayan Sıvı Beton Katkılarının İncelenmesi. *Tas Journal*; 2023; 3(1), 32-48.
22. Zhao, F. Q., Li, H., Liu, S. J., & Chen, J. B. Preparation and properties of an environment friendly polymer-modified waterproof mortar. *Construction and Building Materials*; 2011; 25(5), 2635-2638.doi: 10.1016/j.conbuildmat.2010.12.012
23. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. Isı Yalıtım Uygulama Kılavuzu 2015. (01.12.2024 tarihinde https://webdosya.csb.gov.tr/db/meslekihi_zmetler/ustmenu/ustmenu617.pdf adresinden ulaşılmıştır).
24. Zhou, W., Wang, C., Meng, R., Chen, Z., Lu, H., & Chi, J. Study on thermal insulation cement and its thermal insulation characteristics for geothermal wells. *Scientific Reports*; 2023; 13(1), 4157.doi: 10.1038/s41598-023-30614-y
25. Zhao, J., Huang, G., Guo, Y., Gupta, R., Liu, W. V. Developing thermal insulation cement-based mortars using recycled carbon black derived from scrapped off-the-road tires. *Construction and Building Materials*; 2023; 393, 132043.doi: 10.1016/j.conbuildmat.2023.132043

26. Uğur, T., Güleç, A. Harç, sıva ve diğer kompozit malzemelerde kullanılan bağlayıcılar ve özellikleri. *Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi*;2014; (17), 77-91.
27. Kılıç, İ. Horasan Harcında Yumurta Akı Kullanımının İncelenmesi. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*; 2021; 7(1), 122-134.doi: 10.34186/klujes.882789
28. Çelik, A. G. Silis Dumanı Katkılı Farklı Betonların Mühendislik Özellikleri. *MT Bilimsel Yer Altı Kaynakları Dergisi*; 2024; (26), 47-58.
29. Orhan, A., Ak, N., Erensoy, A., Çek, N. Betonda bazalt agreganın kullanımı ve özellikleri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*; 2020; (19), 524-532.doi: 10.31590/ejosat.735019
30. Gültaş, M., Canbaz, M., Orhan, M. Zeolit Katkısının Antibakteriyel ve Kendi Kendini Temizleyen Harç Özelliklerine Etkisi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*; 2021; 10(3), 987-998.30. doi: 10.17798/bitlisfen.874049

BÖLÜM 12

Toprak Ağır Metallerinin Çevre ve Bitki Üzerindeki Etkileri

Şefik TÜFENKÇİ¹

Halil TEMEL²

GİRİŞ

Günümüz şartlarıyla beraber nüfustaki hızlı artış, sanayi kollarının hacim olarak genişlemesi, tarımsal faaliyetlerin hızla artışı gibi aktivitelere bağlı olarak toprağın ve çevrenin ağır metallerden etkilenme hızı artmaktadır. Nüfusun artışına bağlı olarak gıda ihtiyacının artması ve endüstriyel sektörlerdeki ürünlerin artışı sonucunda çevrenin kirlenmesi durumu meydana gelmektedir (1). Toprak kirliliği, esas olarak toprağın taşıma kapasitesini aşan ve kalitesini bozan toksik maddelerden kaynaklanmaktadır (2). Toprağın kirlenmesinin ana etmenleri arasında ağır metaller, çeşitli atıklar ve tarımsal alanların yoğun bir şekilde gübre ve ilaçlara maruz kalması bulunmaktadır. Endüstriyel üretim faaliyetlerinden kaynaklanan sürekli emisyonlar nedeniyle, metal toprak kirliliği sürekli olarak artmaktadır (3). Ağır metaller, toprak kirliliğinin önemli bir bileşenidir. Bu metaller genellikle endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanır ve toprakta uzun süre kalarak bitki ve su kaynaklarıyla etkileşime girerler. Bu da hem bitkisel ürünlerin hem de suyun insan sağlığına zarar veren seviyelerde metal kirliliği taşımasına yol açabilir.

Özellikle, kanalizasyon ve tarım alanlarından kaynaklanan kirlilik, toprağın doğal taşıma kapasitesini aşabilir. Bu durumda, toprak kalitesi bozulur ve bitki

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

² Doktora Öğrencisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, haliltemel@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0009-0008-8969-8228

- » Diğer bitkilerle karşılaştırıldığında, 10 ila 500 kat daha fazla ağır metali bitki dokularına alması,
- » Bünyelerinde 1000 mg/kg'dan fazla kurşun, bakır, krom, nikel ya da 1000 mg/kg'dan fazla Zn veya 100 mg/kg'dan fazla Zn metali bulundurması,
- » Toprak üstü aksamın içerdiği ağır metal konsantrasyonunun, toprak toplam ağır metal konsantrasyonuna oranının 1'den yüksek olması gerekmektedir (43, 44).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Toprak kirliliği, hem doğal süreçler hem de insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmakta ve bu kirlilik özellikle ağır metallerle ilişkilidir. Ağır metaller, yüksek yoğunlukta toksik özelliklere sahip olup toprakta biriktiğinde büyük ekolojik ve sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Toprakta biriken ağır metaller, bitkilerin metabolik süreçlerini olumsuz etkileyerek büyüme ve gelişimlerini engelleyebilir, hatta tamamen durdurabilir. Bu metaller, bitkiler aracılığıyla gıda zincirine giren insanlar ve hayvanlar için ciddi sağlık riskleri oluşturur.

Ağır metal kirliliğinin giderilmesi veya en aza indirilmesi, çevre sağlığı açısından büyük öneme sahiptir. Bu süreçte kullanılan yöntemlerin ekosisteme zarar vermemesi, çevre dostu ve geniş alanlarda uygulanabilir olması kritik bir gerekliliktir. Sonuç olarak, biyoremediasyon ve fitoremediasyon gibi çevre dostu ve düşük maliyetli tekniklerin daha yaygın kullanımı, toprak sağlığının düzeltilmesi ve ağır metal kirliliğinin azaltılması için önemli bir adım olacaktır. Bu teknolojilerin kombinasyonlarının kullanılması, ağır metal kirliliğiyle mücadelede büyük avantajlar sağlayabilir ve bu alandaki çalışmaların artırılması teşvik edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Mikhailenko AV, Ruban DA, Ermolaev VA. et al. Cadmium pollution in the tourism environment: A literature review. *Geosciences*. 2020;10: 1-18.
2. Golui D, Datta SP, Dwivedi BS. et al. Assessing soil degradation in relation to metal pollution—a multivariate approach. *Soil and Sediment Contamination*. 2019;28: 630-649.
3. Weissmannová HD, Mihočová S, Chovanec P. et al. Potential ecological risk and human health risk assessment of heavy metal pollution in industrial affected soils by coal mining and metallurgy in Ostrava, Czech Republic. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(22): 4495.
4. Tüfenkci Ş, Yerli C, Çakmakci, T. Toprakta CO₂ salınımına bir bakış. In: Atılğan A, Erdal I, Boyacı S (eds.) *Biyosistem Mühendisliği II*. Akademisyen Yayınevi; 2021. p. 117-128.

5. Raskin I, Kumar PN, Dushenkov S. et al. Bioconcentration of heavy metals by plants. *Current Opinion in Biotechnology*. 1994;5(3): 285-290.
6. Yerli C, Çakmakçı T, Sahin U, et al. Ağır metallerin toprak, bitki, su ve insan sağlığına etkileri. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*. 2020;9(özel sayı): 103-114.
7. Lindsay WL, Doxtader KG. Environmental Chemistry of the Elements. *Journal of Environmental Quality*. 1981;10: 249-249.
8. Chibuike GU, Obiora SC. Heavy metal polluted soils: effect on plants and bioremediation methods. *Applied and Environmental Soil Science*. 2014; 1-12.
9. Naila A, Meerdink G, Jayasena V. et al. Review on global metal accumulators-mechanism, enhancement, commercial application, and research trend. *Environmental Science and Pollution Research*. 2019;26: 26449-26471.
10. Zhang W, Chen H, Ding Y. et al. Effect of chromium citrate on the mechanism of glucose transport and insulin resistance in Buffalo rat liver cells. *Indian Journal of Pharmacology*. 2020;52(1): 31-38.
11. Sun R, Yang J, Xia P. Et al. Contamination features and ecological risks of heavy metals in the farmland along shoreline of caohai plateau wetland, china. *Chemosphere*. 2020;254: 126828.
12. Briffa J, Sinagra E, Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon*. 2020;6(9): e04691.
13. Walker CH, Sibly RM, Peakall DB. Principles of Ecotoxicology. 2005. CRC press.
14. Masindi V, Muedi KL. Environmental contamination by heavy metals. *Heavy metals*. 2018;10: 115-132.
15. Fahad S, Sönmez O, Saud S. et al. Engineering tolerance in crop plants against abiotic stress. 2021. CRC Press.
16. Singh S, Parihar P, Singh R. et al. Heavy metal tolerance in plants: role of transcriptomics, proteomics, metabolomics, and ionomics. *Frontiers in Plant Science*. 2016;6: 1-36.
17. Sönmez O, Kılıç FN. Toprakta Ağır Metal Kirliliği ve Giderim Yöntemleri. *Turkish Journal of Agricultural Engineering Research*. 2021;2(2): 493- 507.
18. Sharma MR, Raju NS. Correlation of heavy metal contamination with soil properties of industrial areas of mysore, karnataka, **india** by cluster analysis. *International Research J. of Environment Sciences*. 2013; 2(10): 22- 27.
19. Kaya C, Akram NA, Ashraf, M. et al. Exogenous application of humic acid mitigates salinity stress in maize (*Zea mays L.*) plants by improving some key physico-biochemical attributes. *Cereal Research Communications*. 2018;46(1): 67-78.
20. WHO. A health perspective on the role of the environment in One Health (No. WHO/EURO: 2022-5290-45054-64214). World Health Organization. Regional Office for Europe, 2022.
21. Mengoni A, Gonnelli C, Galardi F. et al. Genetic diversity and heavy metal tolerance in populations of silene paradoxa L. (Caryophyllaceae): a random amplified polymorphic DNA analysis. *Molecular Ecology*. 2009; 1319-1324.
22. Jayakumar K, Jaleel CA, Vijayarangan P. Changes in growth, biochemical constituents, and antioxidant potentials in radish (*Raphanus sativus L.*) under cobalt stress. *Turkish Journal of Biology*. 2007;31(3): 127-136
23. Souza-Santos P, Ramos RS, Ferreira ST et al. Iron-induced oxidative damage of corn root plasma membrane H+ATPase. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)*. 2001;1512: 357-366.
24. Soudek P, Katrusakova A, Sedlacek L. et al. Effect of heavy metals on inhibition of root elongation in 23 cultivars of flax (*Linum usitatissimum L.*). *Archives of Environmental Contamination Toxicology*. 2010;59: 194-203.
25. Mohanpuria P, Rana NK, Yadav SK. Cadmium induced oxidative stress influence on glutathione metabolic genes of *Camellia sinensis (L.)*. *Environmental Toxicology*. 2007;22: 368-374.

26. Yıldız M, Terzi H, Uruşak B. Bitkilerde krom toksisitesi ve hücrel cevaplar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. 2011;27(2): 163-176
27. Ibrahim ZM, Ghazi SM, Nabawy DM. Alleviation of heavy metals toxicity in waste water used for plant irrigation. *International Journal of Agronomy and Plant Production*. 2013;4(5): 976-983.
28. Okcu M., Tozlu, E., Kumlay M. et al. Ağır metallerin bitkiler üzerine etkileri. *Alinteri Journal of Agriculture Science*. 2009;17(2): 14-26.
29. Tunc T, Sahin U. The changes in the physical and hydraulic properties of a loamy soil under irrigation with simpler-reclaimed wastewaters. *Agricultural Water Management*. 2015;158: 213-224.
30. Gür N, Topdemir A, Munzuroğlu Ö. et al. Ağır metal iyonlarının (Cu, Pb, Hg, Cd) *Clivia sp.* bitkisi polenlerinin çimlenmesi ve tüp büyümesi üzerine etkileri. *Fırat Üniversitesi Fen ve Matematik Bilimleri Dergisi*. 2004;16(2): 177-182.
31. **Çağlarırnak N**, Hepçimen AZ. Ağır metal toprak kirliliğinin gıda zinciri ve insan sağlığına etkisi. *Akademik Gıda Dergisi*. 2010;8(2): 31-35.
32. Wei CY, Chen TB. Arsenic accumulation by two brake ferns growing on an arsenic mine and their potential in phytoremediation. *Chemosphere*. 2006;63(6): 1048-1053.
33. **Özay C**, Mammadov R. Ağır metaller ve süs bitkilerinin fitoremediasyonda kullanılabilirliği. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*. 2016;15(1): 68-77.
34. Emamverdian A, Ding Y, Mokhberdorani F. et al. Heavy metal stress and some mechanisms of plant defense response. *The Scientific World Journal*. 2015;5: 1-20.
35. Kaya C, Sonmez O, Aydemir S. et al. Exogenous application of mannitol and thiourea regulates plant growth and oxidative stress responses in salt-stressed maize (*Zea mays L.*). *Journal of Plant Interactions*. 2013;8(3): 234-241.
36. Asrar Z, Khavari-Nejad RA, Heidari H. et al. Excess manganese effects on pigments of mentha spicata at flowering stage. *Archives of Agronomy and Soil Science*. 2005;51(1): 101-107.
37. Hussain A, Abbas N, Arshad F. et al. Effects of diverse doses of Lead (Pb) on different growth attributes of *Zea mays L.*. *Agricultural Sciences*. 2013;4(5): 262-265.
38. Yourtchi MS, Bayat HR. Effect of cadmium toxicity on growth, cadmium accumulation and macronutrient content of durum wheat (Dena CV.). *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*. 2013;6(15): 1099- 1103.
39. Jiang W, Liu D, Hou W. Hyperaccumulation of cadmium by roots, bulbs and shoots of garlic (*Allium sativum L.*). *Bioresource Technology*. 2001;76(1): 9-13.
40. Singh OV, Labana S, Pandey G. et al. Phytoremediation: an overview of metallic ion decontamination from soil. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2003;61: 405-412.
41. Meena KK, Sorty AM, Bitla. et al. Abiotic stress responses and microbe-mediated mitigation in plants: the omics strategies. *Frontiers in Plant Science*. 2017;8: 172.
42. Baker AJ. Accumulators and excluders-strategies in the response of plants to heavy metals. *Journal of Plant Nutrition*. 1981;3(1-4): 643-654.
43. McGrath SP, Zhao FJ. Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils. *Current Opinion in Biotechnology*. 2003;14(3): 277-282.
44. Yanqun Z, Yuan L, Jianjun, C. et al. Hyperaccumulation of Pb, Zn and Cd in herbaceous grown on lead-zinc mining area in Yunnan, China. *Environment International*. 2005;31(5): 755-762.

BÖLÜM 13

Su Yönetiminde Yeni Yaklaşım: Yağmur Suyu Hasadı

Talip ÇAKMAKCI¹

GİRİŞ

Dünyanın birçok yerinde su kıtlığı yaşanmaktadır. Artan dünya nüfusu, temiz su kaynaklarının azalması ve iklim değişikliği suyun tedarik edilmesi üzerinde baskı oluşturmaktadır. Küresel anlamda su tüketimi, tüm erişilebilir temiz suyun %50'sinden fazladır ve bu oranın artması beklenmektedir. Dolayısıyla, dünyada temiz suya erişimi sağlayamayan bir milyardan fazla insan bulunmaktadır (1). Bu nedenle, birçok kuruluş su talebini karşılamak için temiz suyu yönetmeye yönelik önlemler geliştirmeye çalışmaktadır (2).

Son yıllarda su yönetimi çok önemli hale gelmiştir. Küresel ısınmanın bir sonucu olarak yağış rejimindeki düzensizlikler ve kuraklık nedeniyle dünyanın birçok yerinde etkili ve sürdürülebilir su yönetimi stratejileri geliştirilmekte ve uygulanmaktadır. İklim değişikliği küresel su kaynaklarının değerini artırırken, su talebindeki artış küresel su güvenliğini tehdit etmektedir (3). Buna bağlı olarak da İnsanların temiz suya ulaşma olasılığı azalmaktadır. Özellikle az gelişmiş ülkelerde bu oran oldukça düşüktür. Bu gerçekler doğrultusunda, bu durumun önüne geçmek ve zararlarını en aza indirmek için verimli ve sürdürülebilir su yönetimi stratejileri aranmıştır. Su kıtlığını azaltmak için bireysel su tasarrufu çalışmaları yapılırsa da daha entegre su yönetimi stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Su kıtlığını azaltmak için farklı stratejiler geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları atık suyun yeniden kullanımı, sudaki tuzun arındırılması, gri su kullanımı ve yağmur suyu hasadıdır. Bu stratejiler arasında yağmur suyu hasadının önemi son zamanlarda artmaktadır (4).

¹ Doç. Dr., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, talipcakmakci@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-5815-1256

modern, nispeten ucuz ve basit bir teknoloji olarak giderek daha fazla yer kazanmaktadır. Yağmur suyu hasadı su yönetimini kolaylaştırdığı, kentsel alanlardaki su döngüsünü iyileştirdiği için dünya genelinde birçok ülke tarafından kullanılmaktadır. Depolanan suyun etkin kullanımını sağlayarak tarımsal üretime de katkıda bulunmaktadır. Su arz ve talebini dengeleyen YSH, ekonomik olarak uygulanabilir bir şekilde tasarlandığında faydalı bir sistemdir. Birçok alanda da kullanım avantajlarının yanısıra çevre dostu olması da kullanılmasının ön plana çıkmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak, sürdürülebilir bir su yönetimi ile birlikte özellikle verim artışı ve gıda güvenliği sağlayan uygulama, kırsal alanların çölleşmesini ve artan kentleşme baskısını azaltacak temel bir strateji olarak görülmelidir.

KAYNAKLAR

1. Helmreich, B., & Horn, H. Opportunities in rainwater harvesting. *Desalination*, 2009, 248(1-3), 118-124.
2. Ali, S., Zhang, S., & Yue, T. Environmental and economic assessment of rainwater harvesting systems under five climatic conditions of Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 259, 120829.
3. Vorosmarty, C. J., Green, P., Salisbury, J., & Lammers, R. B. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. *science*, 2000, 289(5477), 284-288.
4. Khudhair, M. A., Sayl, K. N., & Darama, Y. Locating site selection for rainwater harvesting structure using remote sensing and GIS. In *IOP Conference series: Materials Science and Engineering*, 2020, (Vol. 881, No. 1, p. 012170). IOP Publishing.
5. Al-Adamat, R. GIS as a decision support system for siting water harvesting ponds in the Bassalt Aquifer/NE Jordan. *Journal of Environmental Assessment Policy and Management*, 2008, 10(02), 189-206.
6. Boers, T. M., & Ben-Asher, J. A review of rainwater harvesting. *Agricultural Water Management*, 1982, 5(2), 145-158.
7. Oweis, T. Y., Prinz, D., & Hachum, A. Y. *Rainwater harvesting for agriculture in the dry areas*. 2012, CRC press.
8. Prinz, D. Water Harvesting–History, techniques, trends. *Z. f. Bewaasserungswirtschaft*, 1996, 31(1), 64-105.
9. Oweis, T. Y. Rainwater harvesting for alleviating water scarcity in the Drier environments of West Asia and North Africa. In *Proceedings of the International Workshop on Water Harvesting and Sustainable Agriculture, 2004, Moscow, Russia* (7, 182).
10. Nasr, M. Assessing desertification and water harvesting in the Middle East and North Africa: Policy implications, 1999.
11. Moges, G. Identification of potential rainwater harvesting areas in the central Rift Valley of Ethiopia using a GIS based approach (Doctoral dissertation) Wageningen University, the Netherlands, 83 pp. 2009.
12. Myers, L. E. Water harvesting--2000 BC to 1974 AD. 1975, *ARS W Agric Res Serv US Dep Agric*.
13. Critchley, W., Siegert, K., Chapman, C., & Finket, M. *Water harvesting: A manual for the design and construction of water harvesting schemes for plant production*. 2013, Scientific Publishers.

14. Kahinda, J. M., Lillie, E. S. B., Taigbenu, A. E., Taute, M., & Boroto, R. J. Developing suitability maps for rainwater harvesting in South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 2008, 33(8-13), 788-799.
15. Mekdaschi, R., & Liniger, H. P. *Water harvesting: guidelines to good practice*. Centre for Development and Environment. 2013.
16. Sharma, M. A., & Singh, J. B. Use of probability distribution in rainfall analysis. *New York Science Journal*, 2010, 3(9), 40-49.
17. UNEP, (*Rainwater Harvesting: A Lifeline for Human Well-Being*. United Nations Environment Programme. Stockholm Environment Institute. 2009.
18. Che-Ani, A. I., Shaari, N., Sairi, A., Zain, M. F. M., & Tahir, M. M. Rainwater harvesting as an alternative water supply in the future. *European Journal of Scientific Research*, 2009, 34(1), 132-140.
19. Cherobon, E. K. *Effect of Irrigation Water on Soil Chemical Properties and Rain Water Harvesting in Isinya, Kajiado County* (Doctoral dissertation, University of Nairobi). 2016,
20. Akram, F., Rasul, M. G., Khan, M. M. K., & Amir, M. S. I. I. A review on stormwater harvesting and reuse. *International Journal of Environmental, Earth Science and Engineering*, 2014, 8(3), 178-187.
21. Custódio, D. A., & Ghisi, E. Impact of residential rainwater harvesting on stormwater runoff. *Journal of Environmental Management*, 2023, 326, 116814.
22. Prudencio, L., & Null, S. E. Stormwater management and ecosystem services: A review. *Environmental Research Letters*, 2018, 13(3), 033002.
23. Cakmakci, O., Cakmakci, T., Durak, E. D., Demir, S., & Sensoy, S. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi in melon (*Cucumis melo* L.) seedling under deficit irrigation. *Fresenius Environmental Bulletin*, 2017, 26(12), 7513-7520.
24. Cakmakci, T., Cakmakci, O., & Sahin, U. The effect of biochar amendment on physiological and biochemical properties and nutrient content of lettuce in saline water irrigation conditions. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2022a, 10(12), 2560-2570.
25. Çakmakci, Ö., Çakamakci, T., & Şensoy, S. Effects of silver nanoparticles on growth parameters of radish (*Raphanus sativus* L. var. *radicula*). grown under deficit irrigation. *Current Trends in Natural Sciences*, 2022b, 11(21), 37-44.
26. Recha, C. W., Mukopi, M. N., & Otieno, J. O. Socio-economic determinants of adoption of rainwater harvesting and conservation techniques in semi-arid Tharaka sub-county, Kenya. *Land Degradation & Development*, 2015, 26(7), 765-773.
27. Jing, X., Zhang, S., Zhang, J., Wang, Y., & Wang, Y. Assessing efficiency and economic viability of rainwater harvesting systems for meeting non-potable water demands in four climatic zones of China. *Resources, Conservation and Recycling*, 2017, 126, 74-85.
28. Zhou, H., Xu, P., Zhang, L., Huang, R., Zhang, C., Xiang, D., & Fan, H. Effects of regulated deficit irrigation combined with optimized nitrogen fertilizer management on resource use efficiency and yield of sugar beet in arid regions. *Journal of Cleaner Production*, 2022, 380, 134874.
29. Steffen, J., Jensen, M., Pomeroy, C. A., & Burian, S. J. Water supply and stormwater management benefits of residential rainwater harvesting in US cities. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 2013, 49(4), 810-824.
30. Oweis, T., Prinz, D., & Hachum, A. *Water harvesting: indigenous knowledge for the future of the drier environments*. Aleppo: ICARDA.2021.
31. Mengü, G. P., & Akkuzu, E. Küresel Su Krizi ve Su Hasadı Teknikleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2008, 5(2), 75-85.
32. Şahin, N.İ. Binalarda Su Korunumu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.2010.

33. Anonim. Yağmur suyu hasadı, Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü Rehber Dökümanı. Erişim adresi: <http://iklim.tarimorman.gov.tr/> 2022, (Erişim tarihi: 10.04.2024).
34. Cardona, C. An Integrated Approach towards Assessing the Feasibility of Domestic Rainwater Harvesting in Malta. Edmunds, WM, and Cardona, C., eds.2006.
35. Londra, P. A., Theocharis, A. T., Baltas, E., & Tsihrintzis, V. A. Optimal sizing of rainwater harvesting tanks for domestic use in Greece. *Water Resources Management*, 2015, 29, 4357-4377.

BÖLÜM 14

Nano Gübreler

ElifYAĞANOĞLU¹

GİRİŞ

Nüfus artışı, dünya genelinde beslenme, enerji ve tarımsal üretim gibi birçok alanda talep artışına yol açmaktadır. Bu artışla birlikte, tarımsal üretimin sürdürülebilir bir şekilde artırılması büyük bir önem kazanır. Tarımda bu hedeflere ulaşabilmek için toprak, işleme, gübreleme ve sulama gibi temel faktörlerin doğru ve etkin bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir.

Nanoteknolojinin tarımda kullanımı, gerçekten de tarımın geleceği için çok önemli bir yenilikçi yaklaşımı ifade etmektedir. Nanoteknoloji, çok küçük ölçekte (nano ölçeğinde) yapılan bilimsel ve teknolojik çalışmaları kapsar ve bu teknolojilerin tarımda uygulanması, verimliliği artırmak, çevre üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak ve sürdürülebilir tarımı teşvik etmek açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Nanoteknolojinin tarımda kullanımı son yıllarda önemli bir yenilik ve gelişim alanı haline gelmiştir. Nano ölçekli malzemeler, genellikle 100 nanometre (nm) veya daha küçük boyutlarda sınıflandırılmaktadır ve bu boyutlar, malzemelerin benzersiz fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklere sahip olmalarını sağlar. Bu nedenle nano gübreler, geleneksel gübrelerden farklı olarak, bitkilerin besin maddelerini daha verimli bir şekilde almasına olanak tanır ve çevresel etkileri azaltır (1).

Nanoteknoloji, son derece küçük ölçeklerdeki materyallerle ilgilenen bir bilim dalıdır. “Nano” kelimesi, Yunanca “nanos” kelimesinden türetilmiştir ve “ufacık, çok küçük” anlamına gelir. Bilimsel anlamda ise, “nano” terimi, bir met-

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
elifyaganoglu@atauni.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-5963-3871

kullanımı teşvik edilirken, aynı zamanda çevresel etkilerinin de göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu nedenle, nano gübrelerin kullanımı konusunda bilinçli ve dikkatli davranmak, potansiyel olumsuz etkilerin en aza indirilmesi adına önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

1. Davarpanah S, Tehranifar A, DAvarynejad G, Abadia J. Et al. Effects of Foliar Applications of Zinc and Boron Nano-Fertilizers on Pomegranate (*Punica granatum cv, Ardestani*) Fruit Yield and Quality. *Scientia Horticulturae*, 2016; 210: 57-64. Different Pollinators, Pakistan Journal of Biological Science, 10 (17): 2920-2924.
2. Kayır YZ, Baççıl EG. Nanoteknoloji nedir? <http://www.metalurjist.gen.tr/docs/makale4.pdf>.2010 (Erişim tarihi: 15.06.2014).
3. Demirbilek ME. Tarımda ve gıdada nanoteknoloji. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science Technology*, 2015. 15: 46-53.
4. Liu R, Lal R. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Science of the Total Environment*, 2015; 514: 131-139.
5. Mukherjee A, Sinha I, Das R. Application of nanotechnology in agriculture: Future prospects. Outstanding Young Chemical Engineers (OYCE) Conference,2015, March 13-14, DJ Sanghvi College of Engineering, Mumbai, India
6. Naderi MR, Danesh-Shahraki. Nanofertilizers and their roles in sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 2013; 5(19): 2229-2232.
7. Goel A. Agricultural applications of nanotechnology. *Journal of Biological and Chemical Research*,2015; 32(1): 260-266.
8. Singh MD, Chirag G, Prakash PO, Mohan MH. et al. Nano fertilizers is a new way to increase nutrients use efficiency in crop production. *International Journal of Agriculture Sciences*,2017; 9(7): 3831-3833.
9. Sönmez İ, Kaplan M, Sönmez S. Kimyasal gübrelerin çevre kirliliği üzerine etkileri ve çözüm önerileri. *Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Derim Dergisi*,2008; 25(2): 24-34.
10. Liu R, Lal R. Potentials of engineered nanoparticles as fertilizers for increasing agronomic productions. *Science of the Total Environment*,2015; 514: 131-139.
11. Jampilek J, Kralova K. Application of nanotechnology in agriculture and food industry, its prospects and risks. *Ecological Chemistry and Engineering*. 2015, 22(3): 321-361.
12. Valizadeh M. Milic V. The effects of balanced nutrient managements and nano-fertilizers effects on crop production in semi-arid areas. *Current Opinion in Agriculture*. 2016; 5(1): 31-38
13. Rameshaiah GN, Pallavi J, Shabnam S. Nano fertilizers and nano sensors: An attempt for developing smart agriculture. *International Journal of Engineering Research and General Science*. 2015; 3(1): 314-320.
14. Solanki P, Bhargava A, Chhipa H, Jain N. et al. Nano-fertilizers and their smart delivery system. In: M. Rai, C. Ribeiro, L. Mattoso and N. Duran (Eds.), *Nanotechnologies in Food and Agriculture*. 2015;Springer.Sweitzerland, pp. 81-101.
15. Liu F, Wen LX, Li Z., Yu W. Porous hollow silica nanoparticles as controlled delivery system for water soluble pesticide. *Mat. Res. Bull.* 2006; 41, 2268e2275.
16. Suman PR, Jain VK, Varma A. Role of nanomaterials in symbiotic fungus growth enhancement. 2010;Curr. Sci. 99, 1189e1191.

BÖLÜM 15

Dijital Tarım ve Akıllı Sistemlerin Tarımsal Üretimdeki Rolü

Ferzaneh PORDEL¹

GİRİŞ



Dünya nüfusunun hızla artması, tarımsal üretim üzerindeki baskıyı her geçen gün artırmaktadır. Ancak mevcut tarımsal üretim, bu talebi karşılamakta yetersiz kalmaktadır. Ekilebilir arazilerin sınırlı olması ve mevcut kaynakların sürdürülebilir bir şekilde kullanılamaması, bu durumun daha

da belirginleşmesine yol açmıştır (6). Özellikle tarımsal potansiyele sahip alanların, yenilikçi yöntemlerle üretime kazandırılması büyük önem taşımaktadır.

Geleneksel tarım metotları, gelişmekte olan ülkelerdeki artan iç talepleri karşılamada yetersiz kalmıştır. Bu da ülkelerin ekonomik gelişmişlik düzeyinin, tarımda kullanılan teknoloji ile doğrudan ilişkili olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır (10). Teknoloji kullanımı, yalnızca üretim kapasitesini artırmakla kalmamakta; aynı zamanda maliyetlerin azaltılmasını, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasını ve tarımsal ürünlerin kalitesinin yükseltilmesini de sağlamaktadır.

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi, Tarım ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri AD., ferzaneh.pordel@gidatarim.edu.tr, ORCID iD: 0009-0007-0894-4515

KAYNAKLAR

1. Çetinsoy, E., Sırımoğlu, E., Öner, K. T., Ayken, T., Hançer, C., Ünel, M., Akşit, M. F., Kandemir, İ., & Gülez, K. (2009). Yeni bir insansız hava aracının (suavi) prototip üretimi ve algılayıcı-ey-yle-yici entegrasyonu. *Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı 2009 (TOK '09)*, İstanbul, Türkiye.
2. Durmaz, K. (1994). Otomasyon sistemlerinin tarımda uygulanabilirliği. *Ziraat ve Mühendislik Dergisi*, 22(1), 78-89.
3. Filiz, S. (2002). Tarımda iklim kontrolü ve otomasyon sistemleri üzerine bir araştırma. *Tarım Teknolojileri Dergisi*, 5(2), 67-85.
4. Kara, D.N., (2023). A'dan Z'ye İletişim Çalışmaları-10, Bölüm Adı:(Dijital İy Oluş . Ve Dijitalleş- menin Getirdiği Kavramlar) (2023)., Kara Dönay Nisa, İksad Publishing House, Editör:- Bal- ta Peltekoğlu Filiz, Çiftçi Hasan, Basım sayısı:1, Sayfa Sayısı 772, ISBN:978-625-367-321-5, Türkçe(Bilimsel Kitap), (Yayın No: 8535916)
5. Kürklü, A. (1995). Sera içi havalandırma sistemlerinin önemi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(3), 15-22.
6. Özgüven, M. M. (2018). *Hassas Tarım*. Akfon Yayınları.
7. Sebbane, Y. B. (2018). *Intelligent Autonomy of UAVs: Advanced Missions and Future Use*. CRC Press Taylor & Francis Group.
8. Sındır, M. (1994). Uzman sistemlerin tarım sektöründeki uygulamaları üzerine bir değerlendirmeye. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 45(3), 120-135.
9. Şener, A. (1990). Tarımda otomasyon ve iklim kontrol sistemleri üzerine araştırmalar. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, 12(3), 45-62.
10. Tan, M., Özgüven, M. M., & Tarhan, S. (2015). Drone sistemlerin hassas tarımda kullanımı. *29. Tarımsal Mekanizasyon ve Enerji Kongresi*, Diyarbakır, Türkiye.
11. Tarhan, S. & Özgüven, M. M. (2015). Hassas tarımda veri analitiği ve sensör teknolojileri. *Tarımsal Mekanizasyon Dergisi*, 33(7), 11-23.
12. Tevel-tech. (2019). Dijital tarım teknolojileri ve uygulamaları. Retrieved from <https://www.tevel-tech.com/>
13. Tevel-tech. (2019). Dijital Tarım Teknolojileri. Retrieved from <https://www.tevel-tech.com/>
14. Um, J. S. (2019). *Drones as Cyber-Physical Systems*. Springer Nature.
15. Yağcıoğlu, A. (1999). Sera ısıtma sistemlerinin verimliliği üzerine bir çalışma. *Tarım Mühendisliği Dergisi*, 25(4), 34-41.

BÖLÜM 16

Yumurta Tavukçuluğunun Gelecekteki Yönelimlerine Uygun Kümeslerin Sürdürülebilir Planlanması

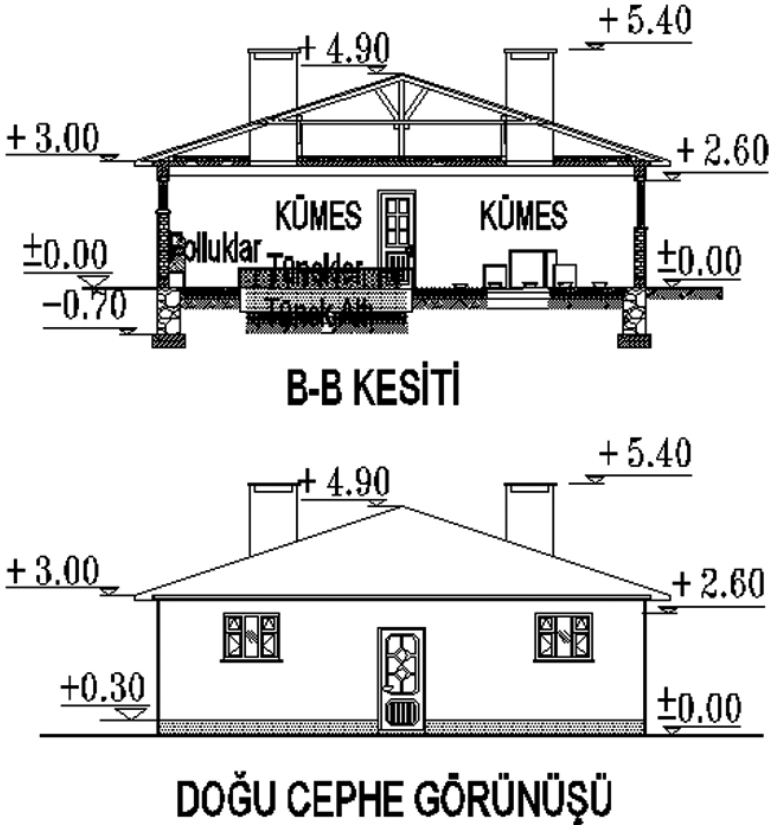
Ünal ŞİRİN¹

GİRİŞ

Hayvancılık sektörü, iklim değişikliği sürecinde sera gazı emisyonları ve diğer çevresel etkilerin önemli bir kaynağını oluşturmaktadır. Dünya çapında en hızlı büyüyen hayvancılık sektörlerinden biri olan yumurta tavukçuluğu hem altyapı hem de işletme enerjisi açısından, hayvancılık işletmeleri içerisinde kullanılan toplam yenilenemeyen enerjinin (non-RE) %35'inin ve bazı yaşam döngüsü etkilerinin %17,5-25'inin sorumlusu durumundadır (1). Bu nedenle yumurta tavukçuluğu kümeslerin tasarımı; hayvanların yaşamsal gereksinimlerinin karşılanmasının yanı sıra tavukların refahını ve üretim verimliliğini artıran, fosil yakıtlara bağımlılığı, doğrudan enerji kullanımını ve sera gazı (GHG) emisyonlarını azaltan yenilikçi teknolojilerin kullanılması sürdürülebilirlik açısından stratejik bir planlama gerektirmektedir (2).

Coğrafya ve iklim koşullarına bağlı olarak Ülkemiz tarımında da önemli bir yer tutan tavukçuluk, özellikle yumurta üretimiyle beslenme ihtiyacının karşılanmasında önemli bir rol oynamaktadır (3). Kümesler, sıcak bölgelerde hayvanları aşırı sıcaklıktan, güneş ışınlarından ve nemden koruyan basit yapılar olarak düşünülebilse de soğuk bölgelerde ısı ve enerji kaybını önlemek için yalıtım, pasif ve yerden ısıtma, sıcaklık ve nem oranını düzenlemek için mekanik havalandırma sistemlerinin kullanıldığı modern yapılar şeklinde tasarlanabilirler (4).

¹ Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, sirinunal@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-6232-0067



Şekil 4. Klasik Organik Yumurta Tavuğu Kümesi Projesi B-B Kesiti ve Doğu Cephe Görünüşü

KAYNAKLAR

1. Li Y, Arulnathan V, Heidari MD, et al. Design considerations for net zero energy buildings for intensive, confined poultry production: A review of current insights, knowledge gaps, and future directions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2022;154: 111874 <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111874>
2. Wu D, Cui D, Zhou M, et al. Information perception in modern poultry farming: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2022;199:107131 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107131>
3. Demirdöğen A, Olhan E. Türkiye Tarımının Kısa Tarihi: Destekleme Politikası Özeli. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 2017;23(1): 1-12 <https://doi.org/10.24181/tarekoder.304269>
4. Güler G. (2016). Serbest Olarak Yetiştirilen Yumurta Tavuklarının Yemlerinde ve Yumurtalarında Propolis Ekstraktı Kullanımının Raf Ömrü ve Kalite Parametrelerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi: Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2016.

5. Şamlı E, Okur AA. Tüm Yönleriyle Yumurta. İstanbul: İstanbul Ticaret Borsası Yayınları, Yayın No: 208, Sektör Araştırmaları: 2016/1. p. 11-76.
6. Fidan ED. Avrupa birliği kriterlerine uyum sürecinde Türkiye'de yumurtacı tavuk refahına yönelik mevzuatlara genel bir bakış. *Animal Health Prod and Hyg.*, 2018;7(1): 569-575.
7. Yadav S, Choudhary O. Poultry Housing System and Management. of the Book: *Advancement and Innovations in Agriculture. First Volüme. Karnataka: Iterative International Publishers; 2023. P. 207-217.*
8. Cui Y, Theo E, Gurler T, et al. A comprehensive review on renewable and sustainable heating systems for poultry farming. *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 2020;15(1): 121-142. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctz048>
9. Molnár S, Szöllösi L. Sustainability and quality aspects of different table egg production systems: a literature review. *Sustainability*, 2020;12(19): 7884. <https://doi.org/10.3390/su12197884>
10. Ekmekyapar, T. Tarımsal Yapılar. 2nd ed. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 306; 2001.
11. Turner I, Heidari D, Pelletier N. Life cycle assessment of contemporary Canadian egg production systems during the transition from conventional cage to alternative housing systems: Update and analysis of trends and conditions. *Resources, Conservation and Recycling*, 2022;176;105907. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105907>
12. Malchow J, Berk J, Puppe B, et al. Perches or grids? What do rearing chickens differing in growth performance prefer for roosting?. *Poultry science*, 2019;98(1): 29-38. <https://doi.org/10.3382/ps/pey320>
13. Usher CT, Daley WD, Joffe BP, et al. Robotics for poultry house management. In 2017 ASABE annual international meeting, p. 1. American Society of Agricultural and Biological Engineers. <https://doi.org/10.13031/aim.201701103>
14. Gietema B. The basics of chicken farming (in the tropics). 1st ed. Wageningen: Agromisa Foundation. 2005.
15. Aşkar TK. (Ed.). Veteriner Hekimlikte Güncel Araştırmalar. 1st ed. Lyon: Publisher by Livre de; 2024. <https://doi:10.5281/zenodo.13969696>
16. Okuroğlu M, Yağanoğlu AV. Kültürteknik. 3rd ed. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 157; 2015.
17. Şirin Ü, Karaman S, Kabay B. Van İlindeki Tarım Ürünleri Muhafaza Depoları Üzerine Bir Araştırma. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 2022;10(1): 2730-2736. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10isp1.2730-2736.5700>
18. Olgun M. Tarımsal Yapılar. 2nd ed. Ankara: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1577, Textbook: 529; 2016.
19. Okur EZ. Etlik piliçlerde ışık şiddeti ve tünek kullanımının performans, karkas, refah durumu ve bazı davranış parametreleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi: Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2021.
20. Aşanlı M. Geleneksel yapı teknikleri: doğal ve ekolojik yapı rehberi. 7th ed. (Vol. 33). İstanbul: Yeni İnsan Yayınevi. 2020.
21. Aytimur K, Altuntaş E, Karaman S. Structural characteristics, mechanization applications, problems and solution suggestions of poultry houses of broiler chickens in Bolu central district. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*. 2020;8(5); 1098-1107. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i5.1098-1107.3286>
22. Yenilmez F, Testik A. Hayvansal üretimde yenilikçi yaklaşımlar. Ed. Doç. Dr. Murat GENÇ, 1. baskı. Ankara: BİDGE Yayınları. p. 6-31; 2023.
23. Yaylı B, Kılıç İ. Bir kafes sistemli yumurta tavuğu kümesinde aydınlatma yeterliliğinin standartlara göre belirlenmesi ve değerlendirilmesi: Bursa Örneği. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021;31(1):475-480. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1008508>

24. Anonim 2024. https://mobil.diatek.com.tr/Makale-Yontem/Diger-Urunler/Tavukculukta-Hijyen-ve-Kumes-Sartlari_3639.htm Erişim Tarihi: 15.11.2024
25. Tuzcuoğulları Tavukçuluk Tarım Ürn. San. Tic. Ltd. Şti. Konya ili, Çumra ilçesi, İçeriçumra kasabası yumurta tavukçuluğu üretim tesisi, Konya: Tavukçuluk ÇED Raporu, 2013.
26. Wang Y, Zheng W, Li B. Application of a Novel Grey Model for Forecasting Indoor Air Temperature in Poultry Houses: Control Strategy. *Journal of the ASABE*, 2022;65(3):505-513. <https://doi.org/10.13031/ja.14855>
27. Karadağ MA, Büyüktaş K. Adıyaman ilindeki besi barınaklarının teknik ve yapısal yönden incelenmesi. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences*, 2021;8(16):1-15. <https://doi.org/10.38065/euroasiaorg.531>
28. Bayraktar MS. Sinop ayancık yenikonak (otmanlı) köyü'nde geleneksel kırsal mimari I-evler. *Karadeniz Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, 2022;8(16):539-578.
29. Sarı M, Saatçı M. Biosecurity procedures with the all aspects in goose breeding. *Turk. J. Agric. Sci. Technol*, 2020;8(1):35-41. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i1.35-41.2590>
30. Özdemir S, Sezer B. Kümes atıklarının organik gübre ve biyo-yakıt olarak değerlendirilmesi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 2013;10: 20-24.
31. Kılıç İ, Şimşek E. Derin tabanlı bir yumurta tavuğu kümesinde iç ortam çevre koşullarının yeterliliğinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Journal of Agricultural Faculty of Uludağ University*. 2008;22(1);17-29.
32. Okuroğlu M. Doğu Anadolu bölgesi ticari tavukçuluk işletmelerinde kümeslerin durumu, özellikleri ve geliştirme olanakları üzerine bir araştırma. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/35006>
33. Şişman N, Okuroğlu M. Kafes tavukçuluğu kümesleri, kafesler ve ekipmanlar. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 1982;13(1-2): 99-115. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/35014>
34. George AS, George AH. Optimizing poultry production through advanced monitoring and control systems. *Partners Universal International Innovation Journal*, 2023;1(5): 77-97. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10050352>
35. Bumanis N, Arhipova I, Paura L, et al. Data conceptual model for smart poultry farm management system. *Procedia Computer Science*, 2022;200: 517-526. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.249>
36. Tomar O, Akarca G, İstek Ö, et al. Investigation of quality properties of chicken eggs collected periodically from different poultry systems depending on the season. *Journal of Food Processing and Preservation*, 2021;45(3): e15225. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15225>
37. Özdemir M. Bursa'da organik üretim koşullarında beslenen yumurta tavuklarının performansının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi: Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2021.
38. Topçam AC, Kırıkçı K. Farklı yetiştirme sistemlerinin yumurta kalitesi üzerine etkisi. *Hayvan Yetiştiriciliğinde Temel Yaklaşımlar*. (Ed. Prof. Dr. Cafer Tepeli, Dr. Emre Arslan), İzmir: Duvar Yayınları, p. 71-102. 2023.
39. Yalçın MH Hatay ilinde serbest gezinmeli sistemde (free range) üretim yapan işletmelerin analizi. Yüksek Lisans Tezi: Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 2022.
40. Durgun Y. Nesnelerin interneti teknolojisinin kümes ortamına uygulanması ve etkileri. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2021;(28): 463-468. <https://doi.org/10.31590/ejosat.1005685>
41. Aldridge DJ, Kidd MT, Scanes CG. Eating, drinking and locations of broiler chickens reared under commercial conditions with supplementary feeder line lighting. *Journal of Applied Poultry Research*, 2021;30(3): 100167. <https://doi.org/10.1016/j.japr.2021.100167>

BÖLÜM 17

Laboratuvar Ölçekli Anaerobik Çürütme Sistemlerinde Veri Toplama ve Analizi

Koray TUNCAY¹
Fatih Şevki ERKUŞ²

GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerdeki nüfusun artması, atıkların işlenmesi ve bertaraf edilmesinde çok sayıda zorlukla karşı karşıya kalınmasına sebep olmaktadır (1). Atıkların çöpe atılması ve açıkta yakılması gibi uygulamalar çevre kirliliği yaratarak ciddi sağlık sorunlarına yol açmaktadır (2). Atıkların anaerobik çürütme işlemi yoluyla enerjiye dönüştürülmesi çözüm olarak sıkça vurgulanmaktadır (1,3).

Anaerobik çürütme (AÇ), bakteri ve arkelere ait çeşitli sintrofik mikroorganizma popülasyonunun aracılık ettiği biyokimyasal bir süreç olarak tanımlanmaktadır. AÇ, atık arıtımı ve özel enerji mahsullerinden biyogaz şeklinde biyoyakıt üretimi için yaygın olarak kullanılmaktadır (4). Son zamanlarda alternatif enerji kaynaklarına olan ilgi nedeniyle, süreç organik kalıntılardan yenilenebilir enerji üretimi için uygulanmaktadır (5,6,7).

AÇ sistemleri, günümüzde kentsel kanalizasyon çamuru, kentsel katı atıklarının organik kısmı, büyükbaş hayvan atıkları, hayvan gübresi, tarımsal atıklar ve kalıntıları, endüstriyel atık su ve enerji bitkileri gibi atık ve artık akışlarının arıtılması için kullanılarak bu ürünlerden bir yakıt olan biyogaz üretimi için popüler hale gelmektedir (4,8,9) (Şekil 1). Hayvan veya bitki atıklarından elde edilen

¹ Ziraat Yüksek Müh., Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD., krytncy@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5851-5985

² Dr. Öğr. Üyesi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği AD., fatiherkus@yyu.edu.tr, ORCID iD: 0000-0001-8541-7048

Sonuç olarak yukarıda belirtilen ucuz ve taşınabilir olan bu sistemler topluluğu kullanılarak laboratuvar ölçekli biyoreaktörlerin (çürütücüler) hızlıca ve daha düşük maliyetler ile optimize edilebileceği ortaya konmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Jain, M. Anaerobic membrane bioreactor as highly efficient and reliable technology for wastewater treatment—a review. *Advances in Chemical Engineering and Science*; 2018;8(02), 82.
2. Ferronato N, Torretta V. Waste mismanagement in developing countries: A review of global issues. *International journal of environmental research and public health*; 2019;16(6):1060.
3. Pandian I, Begum S, Kumaravel SP. An integrated IoT and fuzzy logic controller system for biogas digester to predict methane generation. *Environment, Development and Sustainability*; 2021;1-13.
4. Yang S, Svoronos SA, Pullammanappallil P. Development of Inexpensive, Automatic, Real-Time Measurement System for On-Line Methane Content and Biogas Flowrate. *Waste and Biomass Valorization*; 2022; 13(12), 4839-4849.
5. Corneli E, Dragoni F, Adessi A, et al. Energy conversion of biomass crops and agroindustrial residues by combined biohydrogen/biomethane system and anaerobic digestion. *Bioresource technology*; 2016; 211, 509-518.
6. Wu N, Moreira CM, Zhang Y, et al. Techno-economic analysis of biogas production from microalgae through anaerobic digestion. *Anaerobic Digestion*; 2019; 1-33.
7. Wu N, Demchuk Z, Voronov A, et al. Sustainable manufacturing of polymeric materials: A techno-economic analysis of soybean oil-based acrylic monomers production. *Journal of Cleaner Production*; 2021; 286, 124939.
8. Zhang P. Biogas recovery from anaerobic digestion of selected industrial wastes. *Advances in Biofuels and Bioenergy*; 2018; 251-271.
9. Yang S, Liu Y, Wu N, et al. Low-cost, Arduino-based, portable device for measurement of methane composition in biogas. *Renewable Energy*; 2019; 138, 224-229.
10. IRENA. Global Energy Transformation: A Roadmap to 2050. *International Renewable Energy Agency (IRENA)*; 2018; Abu Dhabi.
11. Özcan MD, Özcan O, Kibar ME, et al. Preparation of Ni-CeO₂/MgAl hydrotalcite-like catalyst for biogas oxidative steam reforming. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*; 2019; 34 (3): 1127-1141.
12. Abraham A, Mathew AK, Park H, et al. Pretreatment strategies for enhanced biogas production from lignocellulosic biomass. *Bioresource technology*; 2020; 301: 1-13.
13. Savand-Roumi E, Salehiyoun AR, Mohtasebi SS. Use of a biogas-specific e-nose with machine learning to identify biogas pattern changes linked to hydraulic retention times in an anaerobic digester: A case study. *Fuel*; 2024; 357, 130013.
14. Theuerl S, Klang J, Prochnow A. Process disturbances in agricultural biogas production—Causes, mechanisms and effects on the biogas microbiome: A review. *Energies*; 2019;12(3), 365.
15. Theuerl S, Herrmann C, Heiermann M, et al. The future agricultural biogas plant in Germany: A vision. *Energies*; 2019; 12(3), 396.
16. Persson M, Jönsson O, Wellinger A. Biogas upgrading to vehicle fuel standards and grid injection. *IEA Bioenergy task*; 2006;Vol. 37, pp. 1-34.
17. Yentekakis IV, Goula G, Leone P, et al. Advanced utilization and management of biogas. *Frontiers in Environmental Science*; 2018; 6, 75.
18. EPA. Approved Pathways for Renewable Fuel 2023. <https://www.epa.gov/renewable-fuel-standard-program/approved-pathways-renewable-fuel>. Erişim tarihi: 10.11.2023.

19. Khoshnevisan B, Tsapekos P, Alvarado-Morales M, et al. Life cycle assessment of different strategies for energy and nutrient recovery from source sorted organic fraction of household waste. *Journal of cleaner production*; 2018; 180, 360-374.
20. Bolzonella D, Pavan P, Battistoni P, et al. Mesophilic anaerobic digestion of waste activated sludge: influence of the solid retention time in the wastewater treatment process. *Process Biochemistry*; 2005; 40(3-4), 1453-1460.
21. Kim JK, Oh BR, Chun YN, et al. Effects of temperature and hydraulic retention time on anaerobic digestion of food waste. *Journal of Bioscience and bioengineering*; 2006; 102(4), 328-332.
22. Nagao N, Tajima N, Kawai M, et al. Maximum organic loading rate for the single-stage wet anaerobic digestion of food waste. *Bioresource technology*; 2012; 118, 210-218.
23. Lewis JJ, Hollingsworth JW, Chartier RT, et al. Biogas stoves reduce firewood use, household air pollution, and hospital visits in Odisha, India. *Environmental science & technology*; 2017; 51(1), 560-569.
24. Horiuchi JJ, Shimizu T, Tada K, et al. Selective production of organic acids in anaerobic acid reactor by pH control. *Bioresource technology*; 2002; 82(3), 209-213.
25. Giuliano A, Bolzonella D, Pavan P, et al. Co-digestion of livestock effluents, energy crops and agro-waste: feeding and process optimization in mesophilic and thermophilic conditions. *Bioresource technology*; 2013; 128, 612-618.
26. Wellinger A, Murphy JD, Baxter D. The biogas handbook: science, production and applications. *Elsevier*; 2013.
27. Khanal SK, Chen WH, Li L, et al. Biological hydrogen production: effects of pH and intermediate products. *International journal of hydrogen energy*; 2004;29(11), 1123-1131.
28. Liu D, Zeng RJ, Angelidaki I. Effects of pH and hydraulic retention time on hydrogen production versus methanogenesis during anaerobic fermentation of organic household solid waste under extreme-thermophilic temperature (70° C). *Biotechnology and bioengineering*; 2008;100(6), 1108-1114.
29. Drosch B. Process monitoring in biogas plants. Paris, France: IEA bioenergy; 2013. p. 1-38.
30. Pera AL, Sellaro M, Bianco M, et al. Effects of a temporary increase in OLR and a simultaneous decrease in HRT on dry anaerobic digestion of OFMSW. *Environmental Technology*; 2022;43(28), 4463-4471.
31. David B, Federico, B, Cristina C, et al. Biohythane production from food wastes. In *Biohydrogen*. *Elsevier*; 2019. p. 347-368.
32. Nkuna, R., Roopnarain, A., Rashama, C., Adeleke, R. Insights into organic loading rates of anaerobic digestion for biogas production: a review. *Critical Reviews in Biotechnology*; 2022;42(4), 487-507.
33. Song H, Zhang Y, Kusch-Brandt S, et al. Comparison of variable and constant loading for mesophilic food waste digestion in a long-term experiment. *Energies*; 2020;13(5), 1279.
34. Parajuli A, Khadka A, Sapkota L, et al. Effect of hydraulic retention time and organic-loading rate on two-staged, semi-continuous mesophilic anaerobic digestion of food waste during start-up. *Fermentation*; 2022;8(11), 620.
35. Jiang J, He S, Kang X, et al. Effect of organic loading rate and temperature on the anaerobic digestion of municipal solid waste: process performance and energy recovery. *Frontiers in Energy Research*; 2020;8, 89.
36. Afridi ZUR, Qammar NW. Technical challenges and optimization of biogas plants. *ChemBio-Eng Reviews*; 2020;7(4), 119-129.
37. Ilangovan P, Begum MS, Srividhya PK. Development of online monitoring device and performance evaluation of biogas plants using enhanced methane prediction algorithm (EMPA). *Sustainable Energy Technologies and Assessments*; 2023;56, 103041.

38. Mittal S, Ahlgren EO, Shukla PR. Barriers to biogas dissemination in India: A review. *Energy Policy*; 2018;112, 361-370.
39. Manjusha C, Beevi BS. Mathematical modeling and simulation of anaerobic digestion of solid waste. *Procedia Technology*; 2016;24, 654-660.
40. Gupta A. Making biogas smart using internet of things (IoT). In *2020 4th International Conference on Electronics, Materials Engineering & Nano-Technology (IEMENTech)*; 2020. p. 1-4. IEEE.
41. Polag D, May T, Müller L, et al. Online monitoring of stable carbon isotopes of methane in anaerobic digestion as a new tool for early warning of process instability. *Bioresource technology*; 2015;197, 161-170.
42. Lara-Cisneros G, Aguilar-López R, Femat R. On the dynamic optimization of methane production in anaerobic digestion via extremum-seeking control approach. *Computers & Chemical Engineering*; 2015;75, 49-59.
43. Ardali NR, Zarghami R, Gharebagh RS. Optimized Data Driven Fault Detection and Diagnosis in Chemical Processes. *Computers & Chemical Engineering*; 2024;108712.
44. Auffarth B. Machine Learning for Time-Series with Python: Forecast, predict, and detect anomalies with state-of-the-art machine learning methods. *Packt Publishing Ltd.*;2021.
45. Cinar S, Cinar SO, Wiczorek N, et al. Integration of artificial intelligence into biogas plant operation. *Processes*; 2021; 9(1), 85.
46. Cruz IA, Andrade LR, Bharagava RN, et al. An overview of process monitoring for anaerobic digestion. *Biosystems Engineering*; 2021;207, 106-119.
47. Pandyaswargo AH, Jagath Dickella Gamaralalage P, Liu C, et al. Challenges and an implementation framework for sustainable municipal organic waste management using biogas technology in emerging Asian Countries. *Sustainability*; 2019;11(22), 6331.
48. Jafari NH, Stark TD, Thalhamer T. Spatial and temporal characteristics of elevated temperatures in municipal solid waste landfills. *Waste management*; 2017; 59, 286-301.
49. Krause MJ, Chickering GW, et al. Effects of temperature and particle size on the biochemical methane potential of municipal solid waste components. *Waste Management*; 2018;71, 25-30.
50. Nelson DD, McManus B, Urbanski S, et al. High precision measurements of atmospheric nitrous oxide and methane using thermoelectrically cooled mid-infrared quantum cascade lasers and detectors. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*; 2004;60(14), 3325-3335.
51. Fisher R, Lowry D, Wilkin O, et al. High-precision, automated stable isotope analysis of atmospheric methane and carbon dioxide using continuous-flow isotope-ratio mass spectrometry. *Rapid Communications in Mass Spectrometry: An International Journal Devoted to the Rapid Dissemination of Up-to-the-Minute Research in Mass Spectrometry*; 2006;20(2), 200-208.
52. Peng L, Ping L, Cai LA, et al. Design and implementation of safety monitoring and warning system of toxic and flammable gas for municipal sewer pipe based on Nios-II and GPRS. In *2011 6th IEEE Joint International Information Technology and Artificial Intelligence Conference*; 2011;Vol. 2, pp. 394-397. IEEE.
53. Słupek E, Makoś-Chelstowska P, Dobrzyniewski D, et al. Process control of biogas purification using electronic nose. *Chemical Engineering Transactions*; 2020;82, 427-432.
54. Ahmed WA, Aggour M, Naciri M. Biogas control: Methane production monitoring using Arduino. *International Journal of Biotechnology and Bioengineering*; 2017;11(2), 130-133.

BÖLÜM 18

Biyogaz ve Anaerobik Çıkış Çamuru (Digestat)

Fatma OKYAY¹
Koray TUNCAY²

GİRİŞ

Küresel nüfus artışı ve sanayi faaliyetlerindeki gelişmeler, enerji talebinin sürekli olarak yükselmesine neden olmaktadır. Enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayan fosil yakıtların sınırlı rezervlere sahip olması ve kullanımının küresel ısınma gibi ciddi çevresel sorunlara yol açması, enerji maliyetlerinin artışına zemin hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra, fosil yakıtlara yönelik küresel bağımlılık ve bu kaynakların coğrafi olarak dengesiz bir şekilde dağılımı, ülkeleri alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye teşvik etmektedir (1).

Küresel nüfus artışı ve sanayi faaliyetlerindeki gelişmeler, enerji talebinin sürekli olarak yükselmesine neden olmaktadır. Enerji ihtiyacının büyük bir kısmını karşılayan fosil yakıtların sınırlı rezervlere sahip olması ve kullanımının küresel ısınma gibi ciddi çevresel sorunlara yol açması, enerji maliyetlerinin artışına zemin hazırlamaktadır. Bunun yanı sıra, fosil yakıtlara yönelik küresel bağımlılık ve bu kaynakların coğrafi olarak dengesiz bir şekilde dağılımı, ülkeleri alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmeye teşvik etmektedir (2).

Sürdürülebilir niteliklere sahip yenilenebilir enerji kaynakları, hem çevresel sorunların çözümüne katkı sağlama hem de enerji güvenliğini artırma potansiyeliyle dikkat çekmektedir. Güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve jeotermal enerji gibi tükenmeyen ve çevre dostu özelliklere sahip kaynaklar, fosil yakıtlara kıyasla

¹ Biyosistem Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD, fatmaokyay04@gmail.com, ORCID iD: 0009-0000-7716-3674

² Ziraat Yüksek Mühendisi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği AD., kryptncy@gmail.com, ORCID iD: 0000-0002-5851-5985

Çalışmanın ortaya koyduğu önemli bulgulardan biri de digestatın çevresel potansiyelidir. Mikroalg yetiştiriciliği, biyolojik arıtım, kompostlama gibi alanlarda kullanılabilmesi, atık yönetimi ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına önemli katkılar sunmaktadır. Ayrıca, sera gazı emisyonlarının azaltılmasında da kritik bir rol oynamaktadır.

Sonuç olarak, biyogaz ve digestat, döngüsel ekonomi ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri açısından büyük bir potansiyel taşımaktadır. Organik atıkların enerjiye dönüştürülmesi, atık yönetimi, toprak verimliliğinin artırılması ve çevresel etkilerin azaltılması gibi çoklu faydalar sağlayan bu teknolojiler, gelecekte enerji ve tarım sistemlerinde daha fazla önem kazanacak gibi görünmektedir. İlerleyen dönemlerde, biyogaz üretim teknolojilerinin geliştirilmesi, digestatın tarımsal ve endüstriyel kullanımının optimize edilmesi ve bu alanlarda daha fazla araştırma yapılması sürdürülebilir kalkınmaya önemli katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Sever Y. Seçilmiş yükselen piyasa ekonomilerinde 1990'lerden günümüze karbon ayak izi görünümü. *V. Uluslararası Kahramanmaraş Yönetim, Ekonomi Ve Siyaset Kongresi*, 15-17 Eylül 2022, Bursa, p.12.
2. Bekar N. Yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye'nin enerji jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*; 2020;3(1), 37-54.
3. Yalkı İ. *Toplam Enerji Arzı İçerisinde Yenilenebilir Enerjinin Payı Ve Oecd Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama* [doktora tezi]. İstanbul: İstanbul Üniversitesi; 2014.
4. Çukurçayır MA, Sağır H. Enerji sorunu, çevre ve alternatif enerji kaynakları. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*; 2008;(20), 257-278.
5. Türker M, Pakmaya İ. (2008). Anaerobik biyoteknoloji ve biyogaz üretimi Dünyada ve Türkiye'de eğilimler. *VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu*, 17-19 Aralık 2008, İstanbul, p. 305-312.
6. Chen Y, Cheng JJ, Creamer KS. Inhibition of anaerobic digestion process: a review. *Bioresource technology*; 2008; 99(10), 4044-4064.
7. Lee M, Hidaka T, Hagiwara W, et al. Comparative performance and microbial diversity of hyperthermophilic and thermophilic co-digestion of kitchen garbage and excess sludge. *Bioresource Technology*; 2009;100(2), 578-585.
8. Erkuş FŞ, Tuncay K. Anaerobic Co-Digestion of Cattle Manure with Ruminant Waste to Increase Biogas Production. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*; 2022;10(7), 1264-1269.
9. Özbaşer FT, Erdem E. Biyogaz üretimi ve kullanımı. *Journal of Lalahan Livestock Research Institute (Turkey)*; 2013;53(2).
10. Çakır M. Türkiye Ekonomisinin Görünümü. *Enerji Sektörü*. İLKE; 2023.
11. Çoban V. Biyogaz Tesislerinde Üretilen Gübrenin Değerlendirilme Metotları ve Fizibiliteye Etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*; 2023;20(1), 175-185.
12. Kılıç Y. *Zor ayrışabilen katı atıkların biyoreaktörlerde parçalanması* [yüksek lisans tezi]. Denizli: Pamukkale Üniversitesi, 2021.
13. Gülen J, Çeşmeli Ç. Biyogaz Hakkında Genel Bilgi ve Yan Ürünlerinin Kullanım Alanları. *Er-*

- zincan University Journal of Science and Technology*; 2012;5(1), 65-84.
14. Plugge CM. Biogas. *Microbial biotechnology*; 2017;10(5), 1128-1130.
 15. Elangovan S, Pandian SBS, Joshi SJ. Biogas: an effective and common energy tool–Part I. *Bio-fuel production technologies: critical analysis for sustainability*; 2020;65-104.
 16. Plugge CM, van Lier JB, Stams AJ. Syntrophic communities in methane formation from high strength wastewaters. *Microbes at Work: From Wastes to Resources*; 2010;59-77.
 17. Thompson E, Wang Q, Li M. (2013). Anaerobic digester systems (ADS) for multiple dairy farms: A GIS analysis for optimal site selection. *Energy Policy*; 2013;61, 114-124.
 18. Şenol H, Demir S, Elibol EA. Farklı meyve atıkları ve organik ham tavuk gübresi atıkları karışımlarından termal ön işlem uygulanarak biyogaz üretiminin incelenmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*; 2020;35(2), 979-990.
 19. Koçar G, Eryaşar A, Ersöz Ö, et al. Biyokütle enerjisine sektörel yaklaşım: İzmir örneği. *Mühendis ve Makine*; 2013;78-85.
 20. Appels L, Lauwers J, Degreve J, et al. Anaerobic digestion in global bio-energy production: potential and research challenges. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*; 2011;15(9), 4295-4301.
 21. Amani T, Nosrati M, Mousavi SM, et al. Study of syntrophic anaerobic digestion of volatile fatty acids using enriched cultures at mesophilic conditions. *International Journal of Environmental Science & Technology*; 2011;8, 83-96.
 22. Gül A, soner Altundogan H. Sığır Gübresi ve Üzüm Cibresinden Birlikte Fermantasyon Yoluyla Biyogaz Üretimi. *Fırat Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*; 2023;35(1), 251-259.
 23. Filikci C. (2024). *Bazı Bitkisel ve Hayvansal Atıklar ile Dalı Darı (Panicum Virgatum L.) Karışımlarının Biyogaz Veriminin İncelenmesi* [doktra tezi]. Konya: Selçuk Üniversitesi, 2024.
 24. Kurt A. Düzce İlinin Tarımsal ve Hayvansal Kaynaklı Biyogaz ve Kompost Elde Edilebilirlik Potansiyelinin Değerlendirilmesi. *Yalvaç Akademi Dergisi*; 2021;6(1), 14-26.
 25. Açıkalin S. *Atıkların hidrotermal karbonizasyonunun araştırılması ve çevresel etkilerinin belirlenmesi* [doktora tezi]. Sakarya: Sakarya Üniversitesi, 2022.
 26. Deniz E, Yeşilören G, İşçi NÖ. Türkiye'de Gıda Endüstrisi Kaynaklı Biyokütle ve Biyoyakıt Potansiyeli. *Gıda*; 2015;40(1), 47-54.
 27. Katip A. Kimyasal gübre tüketiminin değerlendirilmesi: Bursa ili örneği. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*; 2020;25(3), 1271-1286.
 28. Astals S, Nolla-Ardevol V, Mata-Alvarez J. Anaerobic co-digestion of pig manure and crude glycerol at mesophilic conditions: Biogas and digestate. *Bioresource technology*; 2012;110, 63-70.
 29. Nkoa R. Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates: a review. *Agronomy for Sustainable Development*; 2014;34, 473-492.
 30. Al Seadi T, Drosch B, Fuchs W, et al. Biogas digestate quality and utilization. In *The biogas handbook*. Woodhead publishing; 2013. p. 267-301.
 31. Zirkler D, Peters A, Kaupenjohann M. Elemental composition of biogas residues: Variability and alteration during anaerobic digestion. *Biomass and bioenergy*; 2014;67, 89-98.
 32. Insam H, Gómez-Brandón M, Ascher J. Manure-based biogas fermentation residues–friend or foe of soil fertility?. *Soil Biology and Biochemistry*; 2015;84, 1-14.
 33. Töre AK. *Sentetik biyogaz çamurunda algal biyokütle üretimi ve nütrient gideriminde sıcaklığın etkisi* [yüksek lisans tezi]. Aksaray: Aksaray Üniversitesi, 2020.
 34. Behera B, Acharya A, Gargey IA, et al. Bioprocess engineering principles of microalgal cultivation for sustainable biofuel production. *Bioresource Technology Reports*; 2019;5, 297-316.
 35. Solmaz A. *Mikroalgal batık membran fotobiyoreaktör ile biyokütle üretimi ve nütriyent giderimi* [doktora tezi]. Aksaray: Aksaray Üniversitesi, 2018.
 36. Zhang Y, Bao K, Wang J, et al. Performance of mixed LED light wavelengths on nutrient

- removal and biogas upgrading by different microalgal-based treatment technologies. *Energy*; 2017;130, 392-401.
37. Salihoğlu NK, Teksoy A, Altan K. Büyükbaş ve küçükbaş hayvan atıklarından biyogaz üretim potansiyelinin belirlenmesi: Balıkesir ili örneği. *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*; 2019;8(1), 31-47.
 38. Topp CF, Wang W, Cloy JM, et al. Information properties of boundary line models for N₂O emissions from agricultural soils. *Entropy*; 2013;15(3), 972-987.
 39. Özбек B. (2022). *Arıtma Çamurlarının Farklı Hayvan Gübreleri ile Birlikte Kompostlanabilirliğinin Araştırılması* [yüksek lisans tezi]. Bursa: Uludağ Üniversitesi, 2022.
 40. Aklanoğlu F. *Geleneksel yerleşmelerin sürdürülebilirliği ve ekolojik tasarım: Konya-Sille örneği* [doktora tezi]. Ankara: Ankara Üniversitesi, 2009.
 41. Uzun P, Bilgili U. Arıtma çamurlarının tarımda kullanılabilecek olanakları. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*; 2011;25(2), 135-146.
 42. Kocaer FO, Kemiksiz A, Başkaya HS. Arıtma çamuru uygulanmış bir topraktaki organik azotun mineralizasyonu üzerine bir araştırma. *Ekoloji*; 2003;12(46), 12-16.
 43. Skott T, Hansen MT. *Danish bioenergy solutions-reliable and efficiency*. Denmark; 2000.
 44. Ardic İ, Taner F. Biyokütleden Biyogaz Üretimi, I: Anaerobik Arıtımın Temelleri. *Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu ve Sergisi*, 19-21 Ekim 2005; Mersin, Türkiye, (p.19-21).
 45. İnan Fİ. *Hayvansal atıkların ve arıtma çamurlarının stabilizasyonunda kullanılan kompostlama ve anaerobik çürütme proseslerinin verimliliklerinin karşılaştırılması* [yüksek lisans tezi]. Bursa: Uludağ Üniversitesi, 2012.
 46. Kenar F, Karakuzulu Z. *Serdivan'ın (Sakarya) Kompost Gübre Potansiyeli*. Ankara: İksad Yayınevi; 2020.
 47. Filibeli A, Erden G. Anaerobik yöntemle stabilize edilen kentsel nitelikli arıtma çamurlarının nihai bertaraf açısından değerlendirilmesi. *Su Kirlenmesi Kontrolü Dergisi*; 2010;20(2), 3-11.
 48. Angin İ, Yağanoğlu AV. Arıtma çamurlarının fiziksel ve kimyasal toprak düzenleyicisi olarak kullanımı. *Ekoloji*; 2009;19(73), 39-47.
 49. Romanos D, Nemer N, Khairallah Y, et al. Assessing the quality of sewage sludge as an agricultural soil amendment in Mediterranean habitats. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*; 2019;8, 377-383.
 50. Öden MK, Özer İ, Horasan BY. Arıtma Çamurlarının Tarımsal Alanlarda Kullanım Örneklerinin Araştırılması. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*; 2019;7(5), 743-749.