



EDİTÖR

Doç. Dr. Güngör KARAKAŞ

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM & ÇEVRE



SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIM & ÇEVRE

EDİTÖR

Doç. Dr. GÜNGÖR KARAKAŞ

YAZARLAR

Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU
Prof. Dr. Esen ORUÇ
Doç. Dr. Gülden BALCI
Doç. Dr. Emine Sema ÇETİN
Doç. Dr. Eyyüp Ensari ŞAHİN
Doç. Dr. Faruk MARAŞLIOĞLU
Doç. Dr. Hasan Gökhan DOĞAN
Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY
Dr. Öğr. Üyesi Hacer YÜCEL
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sait DEĞER
Dr. Öğr. Üyesi Gönül ARSLAN AKVERAN
Dr. Öğretim Üyesi Ayşe Betül TANRIVERDİ
Dr. Ayşe YILDIZ
Dr. Selda DALER
Dr. Hayati GÖNÜLTAŞ
Öğr. Gör. Selcan ÖZYALIN
Uzman Biyolog Mehtap ÖZTEKİN
Yüksek Kimyager Hacer DAĞAŞAN
Ziraat Yüksek Mühendisi Mukaddes KOCAOĞLU KAVAS



Copyright © 2023 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TURKEY TR: +90 342 606 06 75 USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.

Iksad Publications – 2023©

ISBN: 978-625-367-148-8

Cover Design: Halit YÜCEL

June/ 2023

Ankara / Turkey

Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN ÖNSÖZ	1
BÖLÜM 1 ORMAN VE ANIZ YANGINLARININ BAĞCILIĞA ETKİSİ: DUMAN LEKESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME Arş. Gör Dr. Selda DALER Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU	3
BÖLÜM 2 SU KALİTESİNİN SÜRDÜREBİLİR TARIMA ETKİSİ Doç. Dr. Faruk MARAŞLIOĞLU	43
BÖLÜM 3 SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA FİTOREMEDİASYONUN ÖNEMİ Yüksek Kimyager Hacer DAĞAŞAN Ziraat Yüksek Mühendisi Mukaddes KOCAOĞLU KAVAS Uzman Biyolog Mehtap ÖZTEKİN Dr. Ayşe YILDIZ	69
BÖLÜM 4 BİTKİSEL ANALİZLERDE YEŞİL KİMYA UYGULAMALARI Doç. Dr. Emine Sema ÇETİN Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY	91
BÖLÜM 5 TARIMDA FİNANSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE FİNTECH UYGULAMALARI Doç. Dr. Eyyüp Ensari ŞAHİN	117
BÖLÜM 6 SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞ MODELLERİ Dr. Öğr. Üyesi Hacer YÜCEL	133
BÖLÜM 7 SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL EKONOMİ İÇİN SÜSPANSE SEDİMAN TASYON KAZANIMININ ÖNEMİ Dr. Hayati GÖNÜLTAŞ	155

BÖLÜM 8 EKOFEMİNİST PERSPEKTİFLE SÜRDÜRÜLEBİLİR KIRSAL KALKINMADA KADIN GİRİŞİMCİLİĞİ Dr. Öğretim Üyesi Ayşe Betül TANRIVERDİ	181
BÖLÜM 9 EKO-ETKİNLİK SINIRINDA ÇEVRESEL FARKINDALIKLAR: NEVŞEHİR İLİ YATAY KESİT ÇALIŞMASI Doç. Dr. Hasan Gökhan DOĞAN	201
BÖLÜM 10 İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇİFTÇİLERİN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sait DEĞER	225
BÖLÜM 11 SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL ÜRETİM AÇISINDAN ÇİFTÇİLERİN MOTİVASYON DÜZEYLERİ (TOKAT İLİ ZİLE İLÇESİ ÖRNEĞİ) Prof. Dr. Esen ORUÇ	245
BÖLÜM 12 KENELER VE KENE KAYNAKLI HASTALIKLAR Dr. Öğr. Üyesi Gönül ARSLAN AKVERAN	263
BÖLÜM 13 SÜRDÜRÜLEBİLİR MEYVECİLİKTE MİKROORGANİZMALARIN KULLANIMI Doç. Dr. Gülden BALCI Öğr. Gör. Selcan ÖZYALIN	285

ÖNSÖZ

Sürdürülebilirlik son zamanlarda popüler konu haline gelmiştir. Tüm sektörleri besleyen tarım sektörü ve çevre ile ilgili yapılan çalışmalar sürdürülebilirliğin temel dinamiğidir. Gelişmiş ülkeler olarak adlandırılan ülkelerde çoğunlukla fayda ve maliyet temelli iktisadi değerler sosyal ve çevresel değerlerin önüne geçmiştir. Sürdürülebilirliğin üç boyutu ele alındığında ekonominin gelişebilmesi için, sosyal boyutun geliştirilmesi, sosyal boyutun güçlendirilmesi için diğer iki boyutu üzerinde barındıran çevre boyutunun korunması ve geliştirilmesi temel şarttır. Eğer sürdürülebilir çevre ve tarım konusunda başarılı olunamazsa sosyal ve ekonomik alanda uzun vadede başarılı olmak mümkün görünmemektedir.

Sürdürülebilir tarım, geleneksel tarım yöntemlerinin çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik ilkelerine uygun şekilde uygulandığı bir tarım yaklaşımıdır. Sürdürülebilir tarımın amacı, toprak, su, bitki ve hayvan kaynaklarını etkin bir şekilde kullanarak uzun vadede tarımsal üretimi sürdürmek ve çevreye zarar vermeden gıda güvenliğini sağlamaktır. Bu bakımdan toprak sağlığı, su kaynaklarının yönetimi, biyolojik çeşitliliğin korunması, kimyasal gübreler, pestisitler ve diğer tarım kimyasallarının kullanımı minimize edilerek kimyasal girdilerin azaltılması, tarımsal mekanizasyon ve ısıtma/soğutma sistemleri gibi alanlarda enerji tasarrufu sağlanması yani enerji verimliliği hedeflenir. Bunlara ilave olarak sürdürülebilir tarım, çiftçilerin ekonomik refahını ve toplulukların sosyal dengesini korumayı da hedefler.

Sürdürülebilirlik çok boyutlu ve disiplinler arası bir konudur. Disiplinler arası çalışmalar, meselelere farklı açılardan çözümler sunması nedeniyle dünya çapında ilgi gören ve desteklenen çalışmaların başında gelmektedir. Bu bakımdan bu kitabın bölümleri, Bahçe Bitkileri, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme, Biyoloji, Kimya, Finans ve Bankacılık, Tasarım, Gazetecilik, Tarım Ekonomisi, Halk Sağlığı ve Gıda İşleme gibi farklı disiplinlerden yazarlardan oluşturulmuştur. “**Sürdürülebilir Tarım & Çevre**” isimli bu kitaba emek veren tüm yazarlarımıza, yayınlanma aşamasında desteği ve emeği geçen İksad Yayınevi çalışanlarına teşekkürlerimi sunarım.

Editör
Doç. Dr. Güngör KARAKAŞ
Haziran 2023

BÖLÜM 1

ORMAN VE ANIZ YANGINLARININ BAĞCILIĞA ETKİSİ: DUMAN LEKESİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME

Arş. Gör Dr. Selda DALER¹, Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU²

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66900, Merkez, Yozgat, Türkiye. selda.daler@bozok.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-0422-1444

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü, 66900, Merkez, Yozgat, Türkiye. tugrul.yakupoglu@bozok.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-4291-3046

GİRİŞ

Akdeniz iklim kuşağındaki tarım alanları, toprak ve topoğrafya özelliklerine bağlı kısıtların yanı sıra, binlerce yıldır süregelen antropojenik baskı ve tarım uygulamalarının son zamanlarda yoğunlaşması gibi faktörler nedeniyle sürdürülebilirliğin sağlanamaması tehdidiyle karşı karşıyadır (Novara, Cerda, Barone ve Gristina, 2021). Bu durum, özellikle yüksek intensiteli, erozivitesi yüksek kısa yağışların görülebileceği yarı-kurak iklim bölgelerinde, toprağın erodibilitesi yüksek olduğunda büyük bir erozyon riski oluşturmaktadır (Yakupoglu ve diğerleri, 2020). Tarımsal alanların sürdürülebilirliğini tehdit eden bir diğer faktör ise orman yangınlarıdır. Her yıl 350 milyon ha alanın yandığı dünyada (National Centers for Environmental Information Global [NOAA], 2019) tarım alanlarının bu yangınlardan zarar görme riskini engelleme çabaları kaçınılmazdır. Bu yangınların büyük çoğunluğu anız yakma gibi insan aktiviteleri sonucu başlamakta (Yakupoglu ve diğerleri, 2022) ve çoğu zaman ekstrem hava koşulları (sıcaklık, rüzgar, nem vb.) nedeniyle kontrol altına alınmaları oldukça zor olmaktadır. Ulusal Okyanus ve Atmosfer İdaresi'nin 2019 yılı Küresel İklim Raporu'na göre, 1880'den beri kayıtlara geçen en sıcak dokuz yıl son çeyrek yüzyılda meydana gelmiş ve 2016 yılında bugüne kadarki en yüksek küresel yüzey sıcaklığı artışının ($>0.99^{\circ}\text{C}$) yaşandığı belirlenmiştir (NOAA, 2019).

Arazi kullanımı ve kamu güvenliği üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle dünya çapında önemli bir sorunu temsil eden orman yangınlarının (Mirabelli-Montan, Marangon, Graça, Marangon ve Wilkinson, 2021) tarım sistemlerini etkileme şekilleri de henüz yeni anlaşılmaya başlanmıştır. Son on yılda, özellikle yangına meyilli bölgelerde orman yangınlarının yoğunluğu ve şiddetindeki artış, konu ile ilgili bilim insanlarını; yangınların, insan yaşamı için kritik öneme sahip tarım arazileri üzerine olan etkilerini araştırmaya yöneltmiştir.

Avrupa, Türkiye'nin de içinde bulunduğu Akdeniz bölgesi yangınlarından büyük oranda etkilenmektedir. Bu yangınların %95'inden fazlası anız yakma gibi insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Avrupa'da her yıl yanan 0.5 milyon hektarlık arazinin yaklaşık %85'i Akdeniz bölgesinde bulunmaktadır. Akdeniz'de çıkan yangınların büyük çoğunluğu Haziran ve Ekim ayları arasında meydana gelmekte ve yangınların zamanlaması bu bölgelerdeki bağlar için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır (Mirabelli-Montan ve

diğerleri, 2021). İklim değışikliği devam ettikçe, orman yangınlarının sıklığının ve şiddetinin artması ve henüz ciddi şekilde etkilenmemiş olan şarap üretim bölgelerini de etkilemesi beklenmektedir (Collins, Gao ve Wilkinson, 2014).

Akdeniz iklim kuşağı bir yandan iklim değışikliğinden en fazla etkilenen dünya bölgesiyken diğer taraftan da dünyanın önemli besin ve tarımsal ham madde sağlayıcısıdır. Akdeniz iklim kuşağında yetiştirilen en stratejik bitki gruplarının başında asma (*Vitis vinifera* L.) gelmektedir (Killgrove ve Tykot, 2013). Tarihi kaynaklara ve arkeolojik bulgulara göre, *Vitis vinifera* L. kültürünün başlangıç tarihinin Neolitik zamana (M.Ö. 6000-5000) kadar dayandığı ve yabani asmanın ilk kez Kuzeydoğu Anadolu ile Kafkas Dağları arasında yer alan Transkafkasya coğrafyasında kültüre alındığı kabul edilmektedir (Alleweldt ve Possingham, 1988; Gray ve Meredith, 1992; Mullins, Bouquet ve Williams, 1992). Anadolu toprakları, 7-8 bin yıllık devrede bağcılık ve şarap kültürüne büyük önem veren pek çok uygarlığa ev sahipliği yapmış olup, farklı medeniyetlerin de katkılarıyla bugünkü çeşit ve tip zenginliğine ulaşmış durumdadır (H. Çelik, 2013; Söylemezoğlu ve diğerleri, 2020; Taşkın ve Demircan, 2014).

Dünya çapında 90'dan fazla ülkede 75 milyon tona yaklaşan üretim miktarı ve 6.7 milyon hektarlık yüzey alanına sahip olan bağcılık sektörü, 63.62 milyar \$ ithalat ve 62.06 milyar \$ ihracat olmak üzere toplam 125.67 milyar \$ büyüklüğünde bir ticaret hacmine sahiptir. Dünyanın en önemli bağ ülkeleri arasında yer alan Türkiye ise, 390 bin ha bağ alanı ve yıllık 3.7 milyon ton yaş üzüm üretimi ile bu pazardan 784.34 milyar \$ (81.33 milyar \$ ithalat ve 703.01 milyar \$ ihracat) ile yaklaşık %0.62 oranında pay alabilmektedir. Bu üretim değeri ile Türkiye, dünyada alan bakımından beşinci üzüm üretimi bakımından ise altıncı sırada yer almaktadır. Akdeniz ülkeleri sıralamasında ise İtalya, İspanya ve Fransa'dan sonra Türkiye dördüncü sıradaki yerini korumaktadır (International Trade Centre [ITC], 2021; The Food and Agriculture Organization [FAO], 2021). Türkiye bağcılığının, dünya bağcılığı açısından önemi sofralık üzüm ve çekirdeksiz kuru üzüm üretimi yönüyledir. Dünya sıralamasına göre, Türkiye sofralık üzüm üretiminde Çin'in ve Hindistan'ın ardından üçüncü sırada yer alırken, çekirdeksiz kuru üzüm üretiminde ise ilk sıradadır (Söylemezoğlu ve diğerleri, 2020).

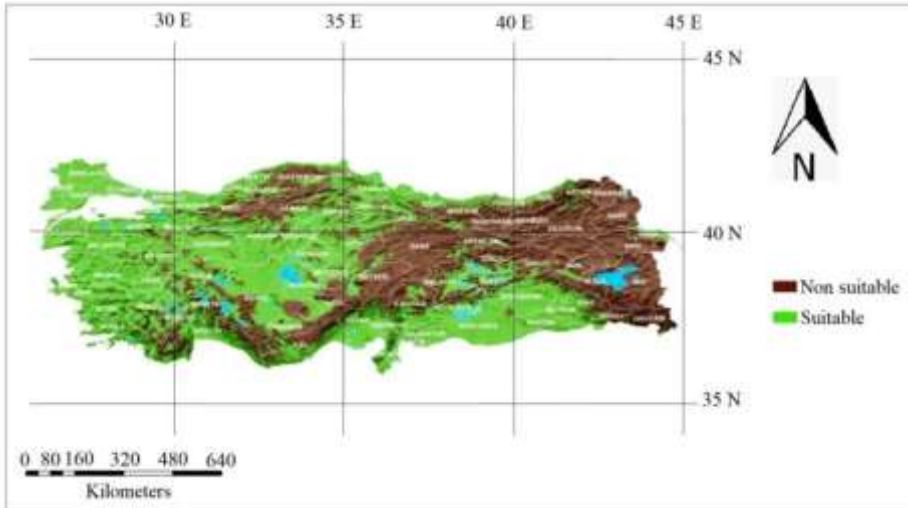
Ancak yukarıdaki verilen üretim verilerinin sürdürülebilirliği çeşitli etkenlerin tehdidi altındadır. Bu tehditlerden birisi yangınlardır. Yangınlar arazi sahiplerinin taşınmaz mallarına ve mülklerine zarar verebileceği gibi yetiştirilen tarımsal ürünlerin kalitesini de olumsuz etkileyebilmektedir. Özellikle asmada ürünün kalitesini etkileyen en önemli yangın unsuru duman lekесidir. Asmalar Kasım ayından Nisan ayına kadar yapraklarını kaybettiklerinden ve Akdeniz bağ topraklarının organik madde seviyesi düşük olduğundan; toprak erozyona müsait duruma gelmekte (Barrena-Gonzalez, Rodrigo-Comino, Gyasi-Agyei, Fernandez ve Cerda, 2020) ve bu da toprak kalitesini olumsuz yönde etkilenmektedir. Bozulan toprak sağlığı ve azalan toprak kalitesi neticesinde üzümün kalitesini olumsuz etkilemektedir (Marques, Ruiz-Colmenero, Bienes, García-Díaz ve Sastre, 2020; Novara ve diğerleri, 2021; Rodrigo-Comino, 2018). Bu olumsuzlukların üzerine bir de duman lekesi sorunu eklendiğinde sonuç yıkıcı hale gelmektedir.

İklim değişikliği tahmin modelleri dünya bağ bölgelerinde çıkacak yangınların şiddeti ve frekansında artış tahminlemektedir (Moritz ve diğerleri, 2012). Orman yangınlarının ya da anız yangınının tarımsal sistemler üzerindeki etkileri günümüze kadar birçok çalışmaya konu edilmiştir ve bu değerli çalışmaların referansları aşağıda ilgili başlıkların altında gösterilmiştir. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğunda ateşin toprak özelliklerinde meydana getirdiği değişimler ve bitki örtüsündeki yanık şiddeti incelenmiştir. Özellikle son on yılda dumanın bitkiler üzerine etkileri de çalışmalara konu edilmeye başlanmıştır; ancak bu konuda halen çok büyük bilgi eksiklikleri bulunmaktadır. Bu bölüm, yangınların tarımsal sistemler üzerine etkilerini kısaca özetlemek ve yangının bağcılık üzerindeki etkisini anlatmak için hazırlanmıştır. Kuşkusuz bu konunun birçok yönü vardır; ancak, orman ya da anız yangınlarının tarımsal sistemler üzerine etkilerini anlatırken genellemeden kaçınmak mantıklı bir yaklaşımdır. Yangının davranışı; vejetasyon tipi, iklim koşulları, topoğrafya (yükseklik, eğim ve yöney) ve yanan materyalin özellikleri gibi faktörlere bağlıdır (Miller, Chambers, Pyke, Pierson ve Williams, 2013). Bu faktörler yangının şiddetini, yoğunluğunu ve süresini etkileyeceğinden, bitki ve toprak özelliklerinde meydana gelecek değişimlerden de sorumludur. Bu nedenle yangının tarımsal sistemler üzerine etkisi uzay-zamanda farklılık göstermektedir. Yangının etkilerinin daha açıkça anlaşılması ancak ve yalnızca konunun özele indirgenmesi ile sağlanabilir. Bu

bölümde yangınların etkisiyle bağlarda meydana gelen duman lekesi sorunu ele alınmış ve bir tahıl bölgesi olan fakat yanlış bir tarımsal pratik olan anız yakmanın yaygın olduğu Yozgat ilinde işlemeli tarım yapılan arazilerin ortasında kalan bağlar açısından bir değerlendirme yapılmıştır.

1. TÜRKİYE'DEKİ BAĞCILIĞA GENEL BİR BAKIŞ

Konunun daha iyi anlaşılması için önce Türkiye bağcılığını özetlemek yerinde olacaktır. Ekonomik anlamda bağcılık dünya üzerinde 10-20°C izotermine karşılık gelen 20-52° kuzey ve 20-40° güney enlemleri arasındaki ılıman iklim kuşağına yayılmış bulunmaktadır (S. Çelik, 2011). Kuzey yarımkürenin 36-42° enlemleri arasında bulunan Türkiye, bağcılık için dünyanın en elverişli iklim kuşağı üzerinde yer almaktadır (Kara, 2014; Sağlam ve Sağlam, 2018; Taşkın ve Demircan, 2014). Türkiye'nin tamamı için bağcılık açısından arazi uygunluğunun değerlendirildiği bir çalışmada, 31.6 milyon ha alanın bağcılığa elverişli olduğu tespit edilmiştir (Alsancak Sırlı ve diğerleri, 2015). Söz konusu çalışmada üretilen Türkiye'nin bağcılığa uygun potansiyel alanları haritası Şekil 1'de verilmiştir. Haritada görüldüğü gibi, Türkiye'nin toplam yüzölçümünün yaklaşık %58'lik kısmı ekolojik açıdan asma yetiştirmeye uygun alanlardan oluşmaktadır.



Şekil 1. Türkiye'deki potansiyel bağ alanları (Alsancak Sırlı ve diğerleri, 2015'den uyarlanmıştır)

Türkiye bağıcılığının genel durumu üzerine zaman içerisinde değerli makaleler (Kiracı ve Şenol 2017; Semerci, Kızıltuğ, Çelik ve Kiracı, 2015) yayınlanmıştır ve elde edilen yeni veriler neticesinde, 2020’li yıllarda bu çalışmalardaki veriler revize edilerek yeni makaleler yayınlanmıştır. Türkiye, asma gen merkezlerinin kesiştiği ve ilk kez kültüre alındığı coğrafyanın merkezindeki konumundan dolayı, çok eski ve köklü bir bağıcılık kültürüne ve zengin bir asma gen potansiyeline sahiptir. Türkiye’de günümüze kadar sürdürülen çalışmalar sonucunda halihazırda 1439 yerli ve 93 yabancı orijinli olmak üzere toplam 1532 asma genotipinin Tekirdağ Bağıcılık Araştırma Enstitüsü’nün Milli Koleksiyon Bağı’nda muhafaza edildiği bildirilmiştir (Söylemezoğlu ve diğerleri, 2020). 2022 yılında Türkiye’de yaklaşık 384.54 bin ha alanda 4.17 milyon ton civarında üzüm üretimi gerçekleştirilmiştir. Üretilen üzümlerin yaklaşık %50.42’si sofralık, %40.38’i kurutmalık ve %9.20’si ise şarap ve şıralık olarak değerlendirilmektedir (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2022).

Türkiye’nin üzüm üretim ve ihracatında ilk sırayı büyük bir farkla Sultani Çekirdeksiz çeşidi almaktadır. Daha çok kurutmalık olarak değerlendirilen, ancak sofralık tüketime yönelik yetiştiriciliği de geniş ölçüde yapılan bu değerli çeşit; Ege Bölgesinin Manisa ili başta olmak üzere, Denizli ve İzmir’de yaygın olarak yetiştirilmektedir. Erkenci sofralık üzüm çeşitleri için uygun ekolojiye sahip Akdeniz Bölgesi sahil kuşağında yetiştirilen özellikle Mersin ve Tarsus’un önemli yerel sofralık çeşidi Tarsus Beyazı, tanelenme sorunundan dolayı yerini Yalova İncisi ve Trakya İlkeren gibi erkenci-sofralık çeşitlere bırakmaktadır. Diğer tarım bölgelerinde yetiştiriciliği ön plana çıkan sofralık üzüm çeşitlerini ve yetiştirildiği illeri Narince (Tokat), Tahannebi (Kahramanmaraş), Hönüsü ve Horoz Karası (Gaziantep ve Kilis), Çavuş ve Çiftlik (Karabük), Isabella (Doğu Karadeniz) ve Karaerik (Erzincan) şeklinde sıralamak mümkündür. Tarım bölgelerinin tamamında yöreye özgü ve mahalli pazarlarda talep edilen sofralık üzüm çeşitleri, yetiştiriciler açısından önemli bir geçim kaynağı olma özelliğini korumaktadır. Türkiye’de şaraplık olarak değerlendirilen önemli yerli üzüm çeşitleri ise Kalecik Karası, Boğazkere, Bornova Misketi ve Emir’dir (Söylemezoğlu ve diğerleri, 2020).

İç Anadolu; coğrafi konumu, iklim ve toprak özellikleri ile üzüm yetiştiriciliği için son derece uygun bir bölgedir. İç Anadolu gibi yüksek

rakıma sahip, serin bağcılık bölgelerinde, özellikle gece-gündüz sıcaklık farkının fazla olması; üzüm ve şarapta antosiyanin ve proantosiyanidin miktarlarını, renk oluşumunu, aroma bileşenlerini, fenolik madde birikimini ve karatenoid miktarlarını artırmaktadır (Aslantaş ve Karakurt, 2007; Hess, 2007). Türkiye'deki büyük şarap üretim tesislerinin önemli bir kısmının bulunduğu İç Anadolu bölgesinde; Nevşehir, Kayseri, Kırşehir ve Niğde çevresinde yetiştirilen Emir üzümü, Türkiye'nin en kaliteli beyaz şaraplık üzüm çeşitlerinden biri olarak dikkat çekmektedir. Orta Anadolu'nun en kaliteli kırmızı şaraplık üzüm çeşidi olarak bilinen Kalecik Karası, Ankara'nın Kalecik ilçesinde yetiştirilen önemli şaraplık üzüm çeşitleri arasında yer almaktadır (Kaya, 2017).

İç anadolunun merkezinde yer alan ve en eski yerleşim merkezlerinden birisi olan Yozgat ilinde bağcılık ve şarap kültürü Hititler (M.Ö. 1800-1600) dönemine kadar dayanan oldukça köklü bir geçmişe sahiptir (S. Çelik, 2011). Yozgat'ta %77.39 oranında tarla tarımı yapılmakla birlikte; bahçe bitkilerine ayrılan alan içerisinde geleneksel yöntemlere göre sürdürülen bağcılık kolu önemli bir yer tutmakta ve il genelinde yerel üzüm çeşitleri yaygın olarak yetiştirilmektedir (TÜİK, 2022). Bu yerel çeşitlerin Yozgat yöresi için en önemli üç tanesi Şekil 2'de gösterilmiştir.



Copyright © Selda Daler

Şekil 2. Yozgat'ta (Türkiye) yetiştirilen yöresel çeşitlerden birkaç örnek (a: Gül üzümü, b: Eldaş üzümü, c: Kara bulut)

Yozgat'ta yetiştiriciliği yapılan yerel üzüm çeşitlerinin önemli bir kısmı ince kabuklu, bol sıralı, şeker içeriği oldukça yüksek özellikte olmalarından dolayı, uzun süreli olarak muhafaza edilememekte; bu nedenle hasattan hemen sonra taze olarak ya da pekmez, balbaşı, çalma vb. yöresel ürünlere

dönüştürülerek; üreticilerin öz tüketiminde değerlendirilmekte ya da semt pazarlarında düşük fiyattan alıcı bulmaktadır (Çetin ve Daler, 2018; Daler, 2021). Oysaki Yozgat, şaraplık üzüm üretim potansiyeli oldukça yüksek bir yöre olmakla birlikte, sahip olduğu ekolojik avantajını gerektiği kadar iyi değerlendirememektedir.

2000’li yılların başından itibaren, bazı şaraplık üzüm çeşitlerinin yüksek ekonomik değere sahip olması ve özellikle bu üzümlerden elde edilen şarapların yüksek fiyatlardan alıcı bulması; üzüm ve şarap üreticileri ile özellikle sektör dışındaki girişimcilerin dikkatini çekmiş ve bu yönde yatırımlar yapmaya teşvik etmiştir. Üzüm üreticilerinin bir kısmı örgütlenerek şarap üretimine yönelirken, şarap sanayicilerinin önemli bir kısmı da bağ tesisine önem vermiş, yeni girişimciler ise her ikisinin birlikte yürütüldüğü entegre tesisler oluşturmaya başlamışlardır (Bahar, Korkutal ve Kök, 2006). Türkiye’nin küresel üzüm ticaretindeki rekabet gücünün Balassa ve Vollrath tarafından geliştirilen rekabetçilik indeksleri kullanılarak analiz edildiği bir çalışmada, Türkiye’nin üzüm ticaretinde güçlü bir rekabet gücüne sahip olduğu; ancak, bu rekabet gücünün son yıllarda giderek azaldığı belirtilmiştir (Bashimov, 2017). Küresel piyasada rekabet üstünlüğünün sürdürülebilirliğini sağlayabilmek amacıyla uluslararası pazarlarda talep edilen ürünlerin üretilmesi gerektiği ve bununla birlikte, ihracatta pazar çeşitlendirmesine gidilerek rakiplerle mücadelede rekabet avantajının yakalanabileceği bildirilmektedir. Ayrıca, rekabet gücünün artırılması bakımından işlenmiş tarım ürünlerinin ihracatını teşvik edecek politikaların uygulanması gerektiği savunulmakta olup (Bashimov, 2017), bu ticari malların başında şarabın geldiği bilinmektedir.

Türkiye’de şaraplık ve şıralık olarak değerlendirilen üzümlerin yıllık toplam üretim miktarı ortalama 400-500 bin ton civarındadır. Türkiye’de şarap üretim miktarının yıllık ortalama 65 milyon litre olduğu ve ortalama 1.5 kg üzümünden 1 L şarap elde edildiği göz önünde bulundurulduğunda yapılan randıman oranı hesaplamalarına göre yaklaşık 100 bin ton üzümün şaraba işlenerek değerlendirildiği ve bu miktarın toplam şaraplık ve şıralık üzümler içerisinde %25’lik bir oranı temsil ettiği sonucu çıkmaktadır (Söylemezoğlu ve diğerleri, 2020; Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu, 2017). Dünya’da üretilen üzümlerin %50’si şaraplık olarak kullanılırken; Türkiye’de üretilen üzümlerin %2-2.5’i kadarlık küçük bir kısmı şarap üretiminde

değerlendirilmektedir (International Organisation of Vine and Wine [OIV], 2020).

Türkiye Gıda ve İçecek Sanayii Dernekleri Federasyonu (TGDF, 2021) tarafından gerçekleştirilen projeksiyonlara göre dünyada alkollü içecekler pazarının 2024 yılında 1.75 trilyon dolarlık bir hacme ulaşması beklenmektedir. İhracat pazarında ise hali hazırda 90 milyar dolara yakın bir hacim söz konusu olup, 2024 yılında bu pazarın 100 milyar doları aşacağı tahmin edilmektedir. İhracat pazarında şarap grubu ürünler önemli bir paya sahiptir. Türkiye'nin dünya alkollü içecekler dış ticaretindeki payı binde bir düzeyindedir. Oysaki Türkiye, sahip olduğu iklim koşulları, verimli toprakları ve geniş bağ alanları ile dış ticaret alanında çok daha yüksek pay alabilecek potansiyele sahiptir. Bu nedenle şaraplık üzümelerde verim ve kalitenin sağlanması ile kaliteli şarap üretiminin artırılması özellikle üzerinde durulması gereken önemli bir konudur. Bu doğrultuda elde edilecek başarı ise bağcılıkta sürdürülebilirliği sağlayacak yönetim uygulamalarının geliştirilebilmesine bağlıdır.

2. YANGINLARIN TARIM ÜZERİNE ETKİLERİ

Yangınların tarım üzerine etkilerini üç başlık altında incelemek mümkündür: yangınların toprak üzerine etkileri, yangınların hayvancılık üzerine etkileri ve yangınların bitki üzerine etkileri. Elbette bu başlıklara yangınların sosyoekonomik etkileri de eklenebilir ancak bu çok farklı bir disiplinin konusu olduğu için bu bölüm kapsamında değerlendirmeye alınmamıştır. Orman yangını ve anız yakma ateşinin partiküle madde (PM10), ince partiküle madde (PM2.5) ve ozon (O₃) kirliliği şeklinde oluşturduğu hava kirliliğinin insan sağlığı için zararlı olduğu iyi bilinen bir gerçektir. (Lelieveld, Evans, Fnais, Giannadaki ve Pozzer, 2015; Reid ve diğerleri, 2019). Yangınların hayvansal üretim üzerine etkilerine değinmek gerekirse; yangın dumanının, ister orman yangınından kaynaklı olsun isterse anız yakmadan kaynaklı, insan ciğerlerine yapacağı etkiyi, çiftlik hayvanlarının ciğerine de yapacağı beklenebilir. Konu ile ilgili olarak yapılan anket çalışmalarında, mandıra çiftçileri, dumanlı koşulların süt ineklerinin süt üretimini azalttığını ve hastalık riskini artırdığını bildirmiştir. Ayrıca çiftçiler, dumanlı yazlar boyunca sığırlarında daha yüksek solunum yolu hastalığı oranlarına dikkat çekmiştir. Ancak dumanın hayvanlardaki etkileri hala tam

olarak anlaşılamamıştır. (Agricultural Economic Insights [AEI], 2023). Orman yangınlarının ve anız yangınlarının toprak özellikleri üzerine etkileri hakkında ise geçmişten günümüze birçok çalışma yapıldığından dolayı daha fazla bilgiye sahibiz. Bu nedenle, aşağıda, yangınların toprak özellikleri üzerine etkilerine özellikle yeni çalışmalar işaret edilerek kısaca değinilmiştir. Yangınların bitki üzerine etkileri ise duman lekesinin asma üzerine olan etkisi özelinde değerlendirilmiştir.

2.1. Yangınların Toprak Üzerine Etkileri

Yangın nedeniyle toprağın bozulmasının boyutu, büyük ölçüde yangının yoğunluğuna, süresine ve tekrarına, yakıt yüküne ve toprak özelliklerine bağlıdır (Agbeshie, Aburge, Atta-Darkwa ve Awuah, 2022). Yangın davranışını etkileyen topoğrafya özellikleri ve toprak nemi gibi yangın öncesi koşullar da etkilidir (Pereira, Francos, Brevik, Ubeda ve Bogunovic, 2018). Yangının toprak özellikleri üzerindeki etkisi karmaşıktır ve yukarıda söz edilen faktörlere bağlı olarak farklı sonuçlar verir. Yangın şiddeti, bir yangının birim zamanda açığa çıkardığı ısı enerjisidir. Genellikle ateş hattı yoğunluğu şeklinde ifade edilir ve ateş hattının birim uzunluğu başına ısı transfer oranıdır (kW m^{-1}) (Keeley, 2009). Orman yangınlarının şiddeti 20 kW m^{-1} 'den $100.000 \text{ kW m}^{-1}$ 'e değişebilir. $>4.000 \text{ kW m}^{-1}$ ekolojik etkiler için üst sınırdır (Bilgili, 2014). Yangın şiddeti anlamında da kullanılan yangın yoğunluğu çoğunlukla ateş hattı yoğunluğu, sıcaklık, kalış süresi ve radyant enerji olarak ölçülür (Keeley, 2009). Yangının şiddeti toprak özelliklerinde meydana gelecek olası değişimin yönünü ve miktarını belirleyen en önemli etkendir. Yangınlar toprak fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini önemli derecede etkilemektedir (Panico ve diğerleri, 2020) fakat yangının bazı ölçülen toprak özelliklerini değiştirmedeği sonucunun elde edildiği çalışmalar da vardır. Yangınların (orman ya da anız yangınları) toprak organik karbonu (Hu ve diğerleri, 2020; Moya ve diğerleri, 2019), pH (Fernández-Fernández, Gómez-Rey ve González-Prieto, 2015; Hinojosa, Laudicina, Parra, Albert-Belda ve Moreno, 2021), bitki besin elementleri (Caon, Vallejo, Ritsema ve Geissen, 2014; Hahn, Coates ve Aust, 2021; Johnson ve diğerleri, 2014; Muqaddas, Zhou, Lewis, Wild ve Chen, 2015; Qui ve diğerleri, 2021; Zhang ve Biswas, 2017), katyon değişim kapasitesi (Preesong ve Yampracha, 2022), tekstür (Heydari, Rostamy, Najaf ve Dey,

2017; Inbar, Lado, Sternberg, Tenau ve Ben-Hur, 2014), hacim ağırlığı (Granged, Zavala, Jordán ve Bárcenas-Moreno, 2011; Verma, Singh, Singh ve Jayakumar, 2019), agregat stabilitesi (Bai, Zhou ve He, 2020; Varela, Benito ve Keizer, 2015), ortalama ağırlıklı çap (Thomaz, Antoneli ve Doerr, 2014), su iticilik (Keesstra, Maroulis, Argaman, Voogt ve Wittenberg, 2014; Roper, Kerr, Ward, Micin ve Krishnamurthy, 2021; Weninger, Filipović, Mešić, Clothier ve Filipović, 2019), mikrobiyal biyomas karbon (Fernández-García ve diğerleri, 2019; Moya ve diğerleri, 2019), mikrobiyal topluluklar (Fultz ve diğerleri, 2016; Oliver ve diğerleri, 2015), β -glukosidaz ve üreaz aktiviteleri (Fernandez-Garcia, Miesel, Baeza, Marcos ve Calvo, 2019), topraktan sera gazı emisyonu (Köster ve diğerleri, 2018; Morishita, Noguchi, Kim ve Matsuura, 2015; Taş ve diğerleri, 2014), toprak suyunun hareketi ve karakteristiği (Nyman, Sheridan, Smith, ve Lane, 2014; Plaza-Alvarez ve diğerleri, 2019; Soulis, 2018; Wittenberg, van der Wal, Keesstra ve Tessler, 2020), penetrasyon direnci (Virto, Imaz, Enrique, Hoogmoed ve Bescansa, 2007) ve erozyon (Fernandez, Fonturbel ve Vega, 2019; Fernandez ve Vega, 2015) üzerine etkileri birçok çalışmada araştırılmıştır. Ölçülen herhangi bir toprak özelliği bu çalışmaların bazılarında yangınlar nedeniyle artmış, bazılarında azalmış ve bazılarında ise değişmemiştir. Yangınların toprak özellikleri üzerindeki etkisi sebepleri de açıklanarak çok etkili güncel derleme çalışmalarda (Agbeshie ve diğerleri, 2022; Certini, Moya, Lucas-Borja ve Mastrolonardo, 2021; Dymov ve diğerleri, 2018; Ribeiro-Kumara, Köster, Aaltonen ve Köster, 2020; Verma ve Jayakumar, 2012) ele alınmıştır. Bu çalışmalarda varılan ortak sonuç, yangının toprak özellikleri üzerine etkisinin yönünün ve boyutunun yangın şiddeti, ateş hattı yoğunluğu ya da yanma derecesine bağlı olarak değiştiğidir.

2.2. Yangınların Bağlılık Üzerine Etkileri: Duman Lekesi

Yarı-kurak iklim bölgelerinde tesis edilen bağlarda başta gelen problemlerden birisi erozyondur. Bağların genellikle tesis edildiği yamaç arazilerdeki düşük toprak verimliliği ve başta toprak işleme olmak üzere yoğun tarımsal uygulamalar erozyonun şiddetini artırmaktadır (Garcia-Ruiz, 2010; Novara, Stallone, Cerda ve Gristina, 2019). Genellikle bağlarda 30 cm derinlikten geleneksel toprak işleme yapıldığı için ve toprağın erozyona en açık olduğu zaman olan ilkbaharda budama amacıyla araziye girildiği için

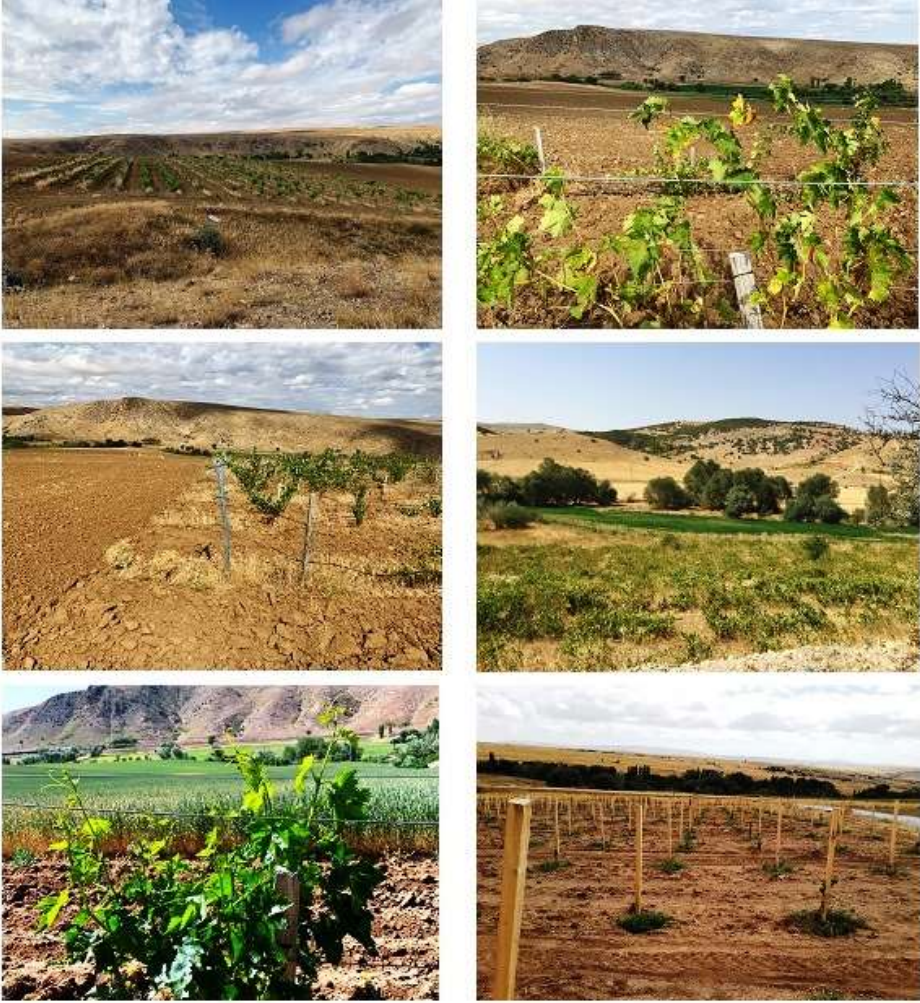
bağlarda şiddetli erozyon görülebilmektedir (Sharifi ve diğerleri, 2018). Ayrıca bağlarda bitki örtüsünün olmaması ve kış aylarında kanopi kaybı nedeniyle daha yüksek erozyon oranları görülebilmektedir (Rodrigo-Comino, Terol, Mora, Gimenez-Morera ve Cerda, 2020). Mevcut durumda erozyon sorunuyla karşı karşıya olan Akdeniz bölgesi bağlarında, yangınlar da tehdit oluşturduğunda bağcılık yönetimi oldukça zorlaşmaktadır.

Kültür bitkileri için, yangın dumanının etkisi hala net değildir ve çalışmaların sonuçları, bitkiden bitkiye değiştiğinden, biraz karmaşıktır. Dumanın insanlar ve hayvanlar üzerinde olumsuz sağlık etkileri olduğu bilinmektedir fakat bitki verimliliğini artırabileceğine dair kanıtlar da vardır. Bu olumlu etkiler, azalan güneş radyasyonu ve yüksek ozon negatif etkide olmasına rağmen, dumanın gelen güneş ışığını dağıtarak güneş enerjisinin daha yoğun bitki örtülerine ulaşmasını sağlamasına atfedilmektedir (Oliphant ve Stoy, 2018). Tarımsal açıdan verimli Central Valley'de (Kaliforniya, Amerika Birleşik Devletleri) özellikle dumanlı bir yıl olan 2018 yazında, tümü farklı kanopi yapılarına ve fizyolojik işleve sahip bir dizi bitki örtüsünde orman yangını dumanının bitki örtüsü verimliliği üzerindeki etkileri ölçülmüş ve dumanlı koşulların, bu bitki örtüsünün fotosentez oranını artırdığını ve toplam ışık ve diğer kirleticilerle etkileşime bağlı olarak verimlilik artışlarına yol açtığı bulunmuştur (Hemes, Verfaillie ve Baldocchi, 2020). Birçok bitki için dumanın etkisi karmaşık olsa da durum bağlar için farklıdır. Yangın dumanının şaraplık üzümler üzerindeki olumsuz etkisi bilimsel olarak ortaya konulmuştur. Şaraplık üzümlerde duman hasarı, salınan fenollerin şarapta yanık, küllü, tıbbi bir tat bırakması şeklinde kendini göstermektedir. Işın zor yanı, bu duman kokusunun şarap hasat edilip fermente edilene kadar fark edilememesidir. Kaliforniya Şarap Endüstrisi, 2022 yılı için duman lekesi nedeniyle hasat edilmeyen şaraplık üzümlerden 601 milyon dolarlık bir kayıp tahmin etmektedir (AEI, 2023).

Dumanın bağlar üzerine en belirgin etkisi, üzümde meydana getirdiği duman lekesi şeklinde kendini göstermektedir. Duman lekesi, bağda olgunlaşan üzümlerin yangın dumanına maruz kalmasıyla bağlantılı olarak, duman lekesinin olumsuz duyuşal özellikleriyle ilişkili bileşikler olan uçucu fenoller (VPs) emmesi sırasında meydana gelebilecek bir şarap kusurudur (Favell, Noestheden, Lyons ve Zandberg, 2019). Duman lekesinin yoğunluğu, lignoselülozik biyokütlenin yanma aracılı oksidasyonu sırasında üretilen ve

daha sonra fermantasyondan önce meyvelerde konsantr edilen organoleptik uçucu fenollerin konsantrasyonuna bağlıdır (Noestheden, Dennis ve Zandberg, 2018a). Tanımda yer alan duman orman yangınından kaynaklanabileceği gibi özellikle hububat tarımı yapılan alanlara yakın tesis edilmiş bağlarda anız yangınlarından da kaynaklanabilir. Elbette orman yangını kadar tarımsal alanlardaki anız yakma işleminden kaynaklı duman da bu zararara yol açabilir (Australian Wine Research Institute [AWRI], 2021a). Özellikle hububat tarımının yapıldığı alanların içerisinde yer alan ya da böyle alanlara yakın olan bağlarda farklı şiddetlerde duman lekesi kusuru görülebilmektedir. Anızın çoğunlukla yakıldığı aylar olan Ekim ve Kasım aylarında bağlardaki yakıt yükü düşük olduğundan, bağlar sulandığı için nemli olduğundan ve çiftçiler yangın konusunda tedbirli davrandıklarından (Huysman ve Johnson, 2021) anız yangını çoğu zaman bağlara sıçramamaktadır. Buna ilave olarak, bağlarda koyunların otlatılması ile yakıt miktarının azaltılması yangın riskini azaltmaktadır (Ryschawy, Tiffany, Gaudin, Niles ve Garrett, 2021). Anlatılan bu olumlu durumlar, anız yangınının bağlara zarar vermediği anlamına gelmemekte çünkü duman bağlara önemli ölçüde zarar vermektedir. Tahıl bitkilerinin yetiştiriciliğinin yaygın yapıldığı Türkiye'nin İç Anadolu bölgesinde tesis edilen bağlar, Yozgat ilinde olduğu gibi, çoğunlukla ya bu tarlaların yanında ya da ortasındadır. Yozgat ilinde goble ve telli terbiye sistemine göre tesis edilmiş bağlardan bazı görünüm Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3'te açıkça görüldüğü üzere bağlar toprak işleme yapılan arazilere çok yakındır. Büyük ölçüde kuru tarım sisteminin uygulandığı bu bölgede, bütün yaptırımlara rağmen, çiftçiler anızı yanlış bir uygulama olarak yakmaktadırlar (Yakupoglu, Dindaroğlu, Rodrigo-Comino ve Cerda, 2022).

Şekil 4, Orta Anadolu'da anız yakma işlemine ait bazı görselleri göstermektedir. Şekil 4'ten dumanın rüzgarla ilerlediği açıkça anlaşılmaktadır. Asma yetiştiriciliğine uygun olan Orta Anadolu'daki bağlar özellikle hakim rüzgar yönü tarlalardan bağlara doğru olduğunda anız yangınının dumanına maruz kalmaktadır. Bütün bu bilgilere rağmen, bazı durumlarda, bir bağın yakınında çıkan her yangının mutlaka duman lekesi etkisi yaratacağı düşüncesine kapılmak doğru değildir çünkü dumana maruz kalma süresi ve dumana maruz kalmanın zamanlaması gibi birçok faktör süreçte rol almaktadır (Mirabelli-Montan ve diğerleri, 2021).



Copyright © Selda Daler

Şekil 3. Yozgat'ta (Türkiye) tarım arazilerinin ortasında ya da yakınında goble ve telli terbiye sistemine göre tesis edilmiş bağlardan görünüm

Dumanın bağlar üzerine en belirgin etkisi, yukarıda da belirtildiği üzere, duman lekesi kusurudur. Şarap bölgelerinde çıkan yangınların sayısının artması nedeniyle duman lekesi, şarap üretimi için dünya çapında bir sorun haline gelmiştir ve tehdit devam etmektedir. Bu kusur ateşin dumanı tarafından salınan ve meyve şekerlerine bağlanan uçucu fenollerin bir sonucudur ve bu fenoller esas olarak salkım sapı ve/veya meyve kabuğu yoluyla yer değiştirir (Antolini ve diğerleri, 2020). Şaraptaki duman lekesinin yoğunluğu, ligninin yanma aracılı oksidasyonu sırasında üretilen organoleptik

uçucu fenollerin konsantrasyonu ile ilişkilidir. Bu uçucu fenoller daha sonra, önemli fenolojik aşamalarda, *V. vinifera* meyveleri orman/anız yangınlarından çıkan dumana maruz kaldığında meyvelerde yoğunlaşabilir (Montazeri, Oliveira, Himelbloom, Leigh ve Crapo, 2013). Eksojen uçucu fenollerin bir girişi, hem uçucu fenol biyosentetik yollarını etkileyebilir hem de diğer sekonder metabolitlerin metabolizmasını değiştirebilir.



Copyright © Tuğrul Yakupoglu & Selda Daler

Şekil 4. Orta Anadolu'da gerçekleştirilen anız yakma işlemlerinden bazı görünüm

Örneğin, dumanlı koşullar altında polifenollerin, glikozilasyonun stabilitesini etkilediği ve resveratrol gibi fitoaleksinler söz konusu olduğunda biyoaktivitesi üzerinde önemli rollere sahip olduğu bilinmekte olup, glikozil transferaz (UGT72B27) enzim aktivitesinde uçucu fenollerin glikozilasyonuna geçiş, dumana maruz kalan meyvelerdeki resveratrol konsantrasyonunu etkileyebilmektedir (Noestheden ve diğerleri, 2018a; Pezet, Gindro, Viret ve Spring, 2004; Regev-Shoshani, Shoseyov, Bilkis ve Kerem, 2003). Formaldehit (FA) termostatik polimerlerin üretiminde en yaygın kullanılan aldehittir. Sabit ve hareketli kaynaklar tarafından üretilen formaldehitler asıl olarak duman esnasında fitokimyasal reaksiyonlar yoluyla üretilmektedir. Formaldehitin insanların bronş hücrelerinde mutajenik ve kanserojenik etkilerinin olduğu bilinirken, bitki yapraklarında da zararlanmalara neden olduğu tespit edilmiştir (Küpe ve Köse, 2013).

Duman uçucu maddelerinin bitki bünyesine alınma yolu henüz kesin olarak kanıtlanmamış olsa da konu ile ilgili olarak yürütülen bir çalışmada, bu bileşiklerin (serbest veya glikokonjugat formlarda) asmanın çeşitli kısımları arasında translokasyonunun minimum düzeyde olduğu ileri sürülmüştür (Hayasaka, Baldock, Pardon, Jeffery ve Herderich, 2010). Öte yandan, duman lekeli bileşiklerinin asmaya giriş şeklini açıklamak için olası bir hipotez de şu şekildedir: Bir yangın olayı sırasında, havadaki katı ve sıvı duman partikülleri hava ile karışmakta ve rüzgar vektörlerinin bir fonksiyonu olan arazi topografyası ve sıcaklık gradyanlarına bağlı olarak çevre boyunca dağılmaktadır. Bir bağın yakınlarında yangın olayı meydana geldiğinde, duman parçacıkları yakalanarak, asmanın geniş yaprak yüzeyi tarafından tutulabilmekte ve duman parçacıkları koruyucu mumlu kütikül tabakası veya stomalar yoluyla yapraklara girebilmektedir (Beattie ve Siebel 2006). Asmanın diğer kısımları; dallar, büyüyen sürgün uçları ve meyveler de dumana doğrudan maruz kalmaktadır, ancak en geniş yüzey alanına sahip olan yapraklar önemli bir yakalama mekanizması ve partiküle madde taşıyan duman deposu görevi görebilmektedir. Asmada taç oluşumu tamamlandıktan sonra, şekerler floem yoluyla gelişmekte olan meyveye yönlendirilmektedir. Ben düşme sonrası guaiacol ve diğer bileşikler, asma bünyesinde moleküler bir formda yer değiştirebilmekte veya diğer maddelere, muhtemelen şekerlere bağlanabilmektedir. Guaiacol birikiminin kümülatif bir etkiye sahip olduğu bilinmekle birlikte; yangın olayından sonra meyvede guaiacol (duman lekeli)

seviyelerinde artış devam etmektedir (Simos, 2008). Duman lekesi algısı, dumandan etkilenen meyve suyu veya şarabın yapısı/gövdesi ile güçlü bir şekilde ilişkilidir. Köpüklü beyaz şaraplarda, şarap üreticileri 6-10 µg/L guaiacol kadar düşük dumanlı karakterleri tolere edebilirken; orta gövdelilerden üretilen kırmızı şaraplarda bu eşik 15-25 µg/L'dir. Daha dolgun gövdeli Shiraz stillerinde, eşik 30-40 µg/L arasında değişebilmektedir. Duman lekесinin etki etmediği bağlardan alınan üzümlerde guaiacol seviyesi 0.1 µg/L'nin altındadır. Guaiacol kararlı bir bileşik olmakla birlikte, şarap yıllandıkça duyuşal etkisi daha belirgin hale gelmektedir. Bu durum, duman karakterlerini maskeleye eğiliminde olan birincil meyve karakterlerinin kaybının bir fonksiyonu olarak gerçekleşmektedir.

Duman lekесinin sektör üzerine etkileri de artık belirgin olmaya başlamıştır. Örneğin, 2009'da Avustralya'daki büyük orman yangınları, yalnızca şarap yapımına yönelik *V. vinifera* meyveleri üzerindeki dumana maruz kalmanın etkisi nedeniyle yaklaşık 300 milyon dolarlık gelir kaybına neden olmuştur (Krstic, Johnson ve Herderich, 2015).

V. Vinifera asmalarının dumana maruz bırakıldığı bir çalışmada, meyvelerde ve şarapta fenilpropanoid metabolitlerinde değişiklikler olduğu gözlemlenmiş ve bu metabolitlerin şarap üreticileri ve tüketicileri için önemli duyuşal nitelikler olan burukluk ve renk ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Noestheden, Noyovitz, Riordan-Short, Dennis ve Zandberg, 2018b).

Şarap endüstrisinin endişeleri ve iddiaları zaman içerisinde bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Duman lekесi hakkındaki öncü çalışmaların birinde (Kennison, Gibberd, Pollnitz ve Wilkinson, 2008) Merlot asmalarına duman uygulaması yapılmış ve üzüm şırası fermantasyonu sırasında toplanan numuneler üzerinde yapılan kimyasal analizler sonucunda dumandan türetilen birkaç uçucu fenolün (guaiacol, 4-metilguaiacol, 4-ethylguaiacol ve 4-ethylphenol dahil) konsantrasyonunun arttığı bulunmuştur. Araştırmacılar bu sonucu şarap yapım sürecinde duman karakterlerinin ortaya çıktığına/yoğunlaştığına atfetmiş ve böylelikle uçucu fenollerin birikimine dumanın sebep olduğunu gösteren ilk kanıtı sağlamışlardır.

Güney Avustralya'da çıkan bir yangının dumanına maruz kalan üzümlerde guaiacol dışındaki uçucu fenol glikozitlerin oluşumu ve ayrıca serbest uçucu maddenin salınımının araştırıldığı bir çalışmada (Hayasaka ve

diğerleri, 2010); fenol, kresoller, metilguaiakol, siringol ve metilsiringol de dahil olmak üzere orman yangını dumanından çıkan uçucu fenollerin, daha önce guaiacol için gösterilene benzer bir şekilde üzümlerde glikokonjugat formlarına metabolize edilebileceği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada ayrıca, meyve suyunda bulunan 20 mg/L konsantrasyondaki fenolik glikozitlerin, önemli konsantrasyonlarda (yani 100 µg/L'nin üzerinde) şaraba salınabileceği belirlenmiştir.

Konu ile ilgili olarak yürütülen başka bir çalışmada (Kelly ve diğerleri, 2012) daha önceki çalışmalarda tanımlanmış olandan çok daha fazla bileşiğin duman lekisine katkıda bulunduğu ve ayrıca, dumana maruz kalan üzümlerden üretilen şaraplarda gözlemlenen duysal kusurlardan p-hidroksifenoller ve siringollerin sorumlu olabileceği ileri sürülmüştür.

Günümüze kadar benzer çalışmalar sürdürülmüş ve Caffrey ve diğerleri, (2019) tarafından Napa Valley, Kaliforniya'da uzun bir süre orman yangını dumanına maruz kalan üzümler üzerinde yapılan bir çalışmada duman lekisi oluşumunda dahil olabilecek otuz bir uçucu fenol glikoziti tanımlanmıştır.

2.3. Duman Lekesine Karşı Alınabilecek Önlemler

Duman lekisi sorunu mutlaka çözüm bulunması gereken önemli bir konudur; ancak, bu sorunun çözümünde, şarabın kalitesini garanti eden tek ve etkili bir yöntem henüz bulunamamıştır. Çünkü her yangın olayı sırasında; değişen seviyelerde dumana maruz kalan asmanın hangi fenolojik gelişim aşamasında olduğu, dumana maruz kalma süresinin uzunluğu, üzümün çeşidi ve ne tür bir şarabın üretilmek istendiği gibi faktörler şaraptaki duman lekесinin derecesini etkilemektedir (Mirabelli-Montan ve diğerleri, 2021). Öyle ki, bazı durumlarda duman lekisi kusuru, şarap üreticilerine bir bağ bozumundan vazgeçmekten başka seçenek bırakmamaktadır. Bu durumda üreticiler önemli mali kayıplara maruz kalmaktadır (AWRI, 2021a).

Son 15 yılda asmalarda dumana maruz kalmanın olumsuz etkilerini azaltmak ve/veya iyileştirmek için hem önleyici bağcılık önlemleri hem de iyileştirici şarap yapım teknikleri olmak üzere birtakım yöntemler geliştirilmiştir. Tüm yöntemler birlikte değerlendirildiğinde en uygun çözümlerin aktif karbon ve ters ozmoz teknikleri olduğu; ancak, bu

yöntemlerin dahi başarısının düşük ya da orta düzeyde kaldığı ortaya konulmuştur (Mirabelli-Montan ve diğerleri, 2021).

Duman lekesinin olumsuz etkilerini en aza indirme stratejileri özellikle konu ile ilgili derleme makalelerde ele alınmıştır ki bu makalelerin en etkili ve güncel olanları Mirabelli-Montan ve çalışma arkadaşları (Mirabelli-Montan ve diğerleri, 2021) ile Jiang ve çalışma arkadaşları (Jiang, Parker, Hayasaka, Simos ve Herderich, 2021) tarafından yazılanlardır. Duman lekesine karşı alınabilecek önlemler, bu makaleler esas alınarak ve diğer çalışmalarla desteklemeler yapılarak aşağıda dört başlık altında anlatılmıştır.

2.3.1. Bağ Temelli Önleme Stratejileri

Bağ temelli önleme stratejileri, üzümler hasat edilmeden önce, dumana maruz kalma öncesi ve maruz kalma sırasında gerçekleştirilebilecek uygulamaları kapsamaktadır (AWRI, 2023; Favell ve diğerleri, 2019; Høj, Pretorius ve Blair, 2003; Jiang ve diğerleri, 2021; Krstic ve diğerleri, 2015; Mirabelli-Montan ve diğerleri, 2021; Noestheden ve diğerleri, 2018a, 2018b; Ristic, Pinchbeck, Fudge, Hayasaka ve Wilkinson, 2013; Rogiers, Fahey ve Holzapfel, 2020; Szeto ve diğerleri, 2020; van der Hulst ve diğerleri, 2019):

- Bağ tesis edilecek arazinin doğru konumlandırılması: Hakim rüzgar yönü tarlalardan bağlara doğru olduğunda, bağ alanı anız yangınının dumanına maruz kalmaktadır.
- Bağ tesisinde, telli terbiye sistemlerinin hakim rüzgar yönüne paralel olarak tasarlanması: Dumanın rüzgarla birlikte sıra aralarından akıp gitmesini sağlayarak, bağ alanının dumanla kaplanması önlemekte ve asmaların dumana maruz kalma süresini kısaltmaktadır.
- Kurumlar arası iş birliği yapılması: Asmaların duman adsorpsiyonuna hassas olduğu fenolojik gelişim aşamalarında ilgili paydaşlarla iletişim halinde olunarak bağ alanının yakınlarında anız yakılmasının önüne geçilebilmektedir (Jiang ve diğerleri, 2021).
- Dumana maruz kalma sırasında ve sonrasında asmaların/üzümlerin yıkanması: %5'lik etanol, süt veya suyla yıkama ya da dumana maruz kalma sırasında kanopi içi sisleme yapılması gibi yöntemlerden faydalanılabilmektedir.
- Dumana maruz kalmadan önce veya sonra yaprakların alınması: Özellikle dumana maruz kaldıktan sonra yapraklar kısmen alındığında;

güneşe maruz kalmanın etkisiyle meyvede sıcaklık artışı meydana gelmekte ve yüksek sıcaklığa fizyolojik bir yanıt olarak şarap, daha yoğun meyve özellikleri sergilemekte ve duman özellikleri maskelenmektedir .

- Farklı hasat teknikleri (elle/makineli hasat): Elle hasat, yaprakların fermentasyona dahil edilmesini önlemekte ve dolayısıyla duman lekesi bileşiklerinin şaraba ekstra girişi engellenmektedir.
- Tarımsal sprelerin uygulanması: Bu amaçla farklı maddeler (kaolin, biyofilm, çay bitkisinin yağı, ozon fümigasyonu vb.) dumana maruz kalmadan önce meyve ve yapraklara uygulanabilmektedir. Ancak, yöntemin yangın sırasında uygulanması risklidir. Kaolin, üzüm üretiminde güneşten koruyucu olarak kullanılan bir malzemeyken biyofilm, yumuşak etli meyvelerde meyve çatlamasını önlemek için tasarlanmış yapay bir fosfolipid kütiküldür.

2.3.2. Üzüm İşleme Yöntemleri

Bu başlık altında değerlendirilen önlemler şarap üretimi sırasında uygulanan iyileştirme tekniklerini içermektedir. Hasada karar verildikten sonra, duman lekesi sorununu etkili bir şekilde yönetmek mümkün olmamakta; ancak, üretim maliyetine önemli ölçüde katkıda bulunacak birtakım yöntemler bulunmaktadır (AWRI, 2023; Ristic ve diğerleri, 2011):

- Kabuklardan ekstraksiyonun en aza indirilmesi, maserasyon süresinin kısaltılması, bütün salkım presleme ve pres fraksiyonlarının ayrılması: Kabukla temas süresinin kısaltılması, roze ve beyaz şarap üretiminde tercih edilebilir; ancak, kırmızı şarap üretiminde antosiyaninlerin ve organoleptik olarak arzu edilen diğer fenolik bileşiklerin ekstraksiyonu için daha uzun bir kabuk temas süresi gerekmektedir.
- Soğuk maserasyon: Duman lekesinin algılanan yoğunluğunu azaltmaktadır. Ancak, bu yöntem şarap stillerini sınırlayarak nihai ürünün ekonomik değerini etkileyebilmektedir.
- Maya seçimi: Organoleptik özellikleri geliştirebilmekte, maskeleyebilmekte ve algılanan yoğunluğu azaltabilmektedir.

- Meşe yongaları veya tanenlerin eklenmesi: Duman lekesinden hafif derecede etkilenen üzümlerde maskeleye yardımcı olabilmekte; ancak, şarap karmaşıklığı yaratmaktadır.

2.3.3. Üretim Sonrası Yöntemler

Üretim sonrası yöntemler, seyreltme ve/veya filtrelemeyi içeren, üretim sonrası iyileştirme teknikleridir (AWRI, 2021b, 2021c; Culbert, Jiang, Krstic ve Herderich, 2020; Dang, Jiranek, Taylor ve Wilkinson, 2020; Fudge, Ristic, Wollan ve Wilkinson, 2011; Fudge, Schiettecatte, Wilkinson, Ristic ve Hayasaka, 2012; Kennison, Wilkinson, Pollnitz, Williams ve Gibberd, 2009; Kennison, Wilkinson, Williams, Smith ve Gibberd, 2007; Krstic ve diğerleri, 2015):

- Ters ozmoz ve katı faz adsorpsiyonu: Bu uygulama, şarabı nominal olarak moleküler kütle bazında parçalara ayırmakta ve daha sonra, şarabı eski haline getirmek için filtre edilmeyen kısım ile karıştırılmadan önce, düşük moleküler ağırlıklı duman lekeli bileşiklerini içeren permeat kısmını seçici olarak işleme tabi tutmaktadır.
- Aktif karbon ilavesi: Bu uygulama şaraptaki uçucu fenol glikokonjugatları ve toplam glikozitlerinin %60 kadarını etkili bir şekilde uzaklaştırabilmektedir. Yöntemin dezavantajı ise, şarabın rengini bozabilmesi, arzu edilen aroma ve tatları yok edebilmesidir.
- Glukozidazların eklenmesi: Mayaların, bakterilerin ve/veya uçucu fenollerin uzaklaştırılmasını kolaylaştırmak için uçucu fenol glikokonjugatları hidrolize edebilen glukozidaz enzimleri eklenebilmektedir. Bu yöntemin ters ozmoz gibi ikincil bir teknikle birlikte kullanımı önerilmektedir .
- Siklodekstrin (CD) polimerlerinin eklenmesi: Daha önce, heksametilen diizosiyanat ile β - ve γ -CD'den iki polimerin, duman lekeli (guaiacol ve 4-metilguaiacol) veya Brettanomyces bozulması (4-etilguaiacol ve 4-etilfenol) ile ilişkili dört uçucu fenolü %45 ila %77 oranında adsorbe edebildiği belirlenmiştir.
- Seyreltme/karıştırma: Duman lekeli şarabın, baz (etkilenmemiş) şarapla karıştırılması veya seyreltilmesi yöntemidir. Genel olarak dumandan

etkilenen şarapların, yıllandırmadan ve şişelemeden önce duyuşsal eşiğın hemen altındaki bir seviyeye kadar yeniden karıştırılmaları tavsiye edilmektedir. Yöntemin başarısı duman lekesinin şiddetine bağılı olarak değışmektedir. Şiddetli durumlarda, yüksek oranda seyreltmeyle bile duman lekesi algısı ortadan kaldırılamayabilmektedir. Bu yöntemin, karbonla seyreltme tekniğı ile kombine edilmesi önerilmektedir.

2.3.4. Alternatif Yöntemler

Yukarıdaki yöntemlere alternatif olarak geliştirilmiş yöntemlerdir (Blake Gray, 2020; Mirabelli-Montan ve diğeri, 2021):

- Riskli bölgelerde tarım sigortasından faydalanılması: Duman lekesi sorunuyla karşı karşıya olan üzüm ve şarap üreticileri tarım sigortasına yatırım yapmayı düşünebilir. Türkiye’de duman lekesi riski Tarım Sigortaları Havuzu (TARSİM) teminatları kapsamında henüz yer almamaktadır.
- Politikalar geliştirilmesi: Duman lekesi sorununun aşılabilmesi, çoğı zaman gelişmiş ormancılık ve yangın yönetimi gibi politikalara bağılı olmaktadır. Bu politikalar ve ilgili politika yapıcılar, öngörülen yangınlardan kaynaklanan duman lekesi zararını önlemek, orman yangınlarının zararını azaltmak ve/veya duman lekesi zararına maruz kalan üreticiler için daha fazla finansal güvenlik sağlamak amacıyla üzüm yetiştiricileri ve şarap üreticileri ile birlikte hareket etmelidir.
- Etkilenen ürünlerin damıtma veya biyoyakıt yoluyla alkollü içki/alkol bazlı dezenfektanlar gibi alternatif ürünlere dönüştürülmesi: Bu yöntem, duman lekesinden etkilenen üzümlelerden şarap üretilmediğı durumlarda üreticiler için düşük de olsa alternatif bir gelir akışı sağlayabilmekte ve duman lekesi sorununa olası bir çözüm sunabilmektedir.
- Uzaktan algılama ve diğeri gelişmiş analitik yöntemler: Şarap üreticilerinin üzümü hasat edip etmemeleri ve/veya satılabilir bir ürün elde etmek için dumandan etkilenen üzümleleri yönetebilmeleri konusunda bilinçli kararlar vermelerini sağlamaktadır.

3. SONUÇ

Küresel iklim değişikliği ve antropojenik baskılar bütün ekosistemleri etkilemektedir. Orman ve anız yangınları, tarımsal ekosistemlerde sürdürülebilirliği ciddi şekilde tehdit etmektedir. Yangınlardan kaynaklı duman lekesi sorunu, 2020'li yılları yaşadığımız günümüzde, bağcılığın en büyük sorunlarından birisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Duman lekesi, yangın dumanındaki çok sayıdaki uçucu fenollerin asmanın meyvesi olan üzüme nüfuz etmesi ile şarabın duyuşal özelliklerinde meydana gelen bir kusurdur. Duman lekesi hem asma yetiştiricilerini hem de şarap üreticilerini etkilediğinden, ayrıca son kullanıcılar için de istenmeyen bir durum olduğundan, mutlaka düzeltilmesi ve düzeltme sürecinin doğru yönetilmesi gereken bir sorundur. Yukarıda bu sorun çok farklı yönleriyle ele alınmıştır. Konu ile ilgili olarak yapılan çalışmaların incelenmesi sonucunda, duman lekesi ile mücadelede izlenecek yöntemler i) bağ temelli önleme stratejileri, ii) üzüm işleme yöntemleri esnasında yapılabilecekler, iii) üretim sonrası yöntemler ve iv) alternatif yöntemler olmak üzere dört kategoriye ayrılmıştır. Bağcılık ve şarap endüstrisinin sürdürülebilirliğini tehdit eden duman lekesi sorunu ile etkin bir mücadele yapılabilmesi için bu dört kategori altında verilen çözüm önerilerinin mümkün olduğunca birlikte uygulanması önerilmektedir. Ancak bütüncül bir yaklaşımla sorun ele alındığında duman lekesine karşı başarı sağlanması mümkün olabilecektir. Öte yandan, gelecekte yapılacak araştırmalar, duman lekesinin daha kesin tespiti, önlenmesi ve iyileştirilmesi yöntemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamak üzere; duman lekesi bileşiklerinin üzümlere girme yolunun ve duman lekesinin duyuşal algısından sorumlu olan belirli bileşiklerin aydınlatılması üzerine odaklanmalıdır. Ancak bu şekilde zeytin ve buğdayla birlikte yeryüzünün en kadim bitkilerden biri olan asmanın yetiştiriciliğinde ve şarap sektöründe sürdürülebilirlik sağlanabilir.

KAYNAKÇA

- Agbeshie, A. A., Aburge, S., Atta-Darkwa, T. ve Awuah, R. (2022). A review of the effects of forest fire on soil properties. *Journal of Forestry Research*, 33, s. 1419–1441. doi:10.1007/s11676-022-01475-4
- Agricultural Economic Insights. (2023). *How Does Wildfire Affect U.S. Agriculture?* Erişim adresi: <https://aei.ag/2021/09/13/wildfire-smoke-impact-agriculture/>
- Alleweldt, G. ve Possingham, J. V. (1988). Progress in grapevine breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 75, s. 669-673. doi:10.1007/BF00265585
- Alsancak Sırlı, B., Peşkirioğlu, M., Torunlar, H., Özaydın, K. A., Mermer, A., Kader, S., ... Kodal, S. (2015). Determination of potential grapevine (*Vitis* spp.) cultivation areas of Turkey based on topographic and climatic factors by using geographic information systems (GIS) techniques. *Journal of Field Crops Central Research Institute*, 24(1), s. 56-64. doi:10.21566/tbmaed.32457
- Antolini, A., Forniti, R., Modesti, M., Bellincontro, A., Catelli, C. ve Mencarelli, F. (2020). First application of ozone postharvest fumigation to remove smoke taint from grapes. *Ozone: Science & Engineering*, 43(3), s. 254-262. doi:10.1080/01919512.2020.1796583
- Aslantaş, R. ve Karakurt, H. (2007). Rakımın meyve yetiştiriciliğinde önemi ve etkileri. *Alinteri*, 12(B), s. 31-37. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/26243>
- Australian Wine Research Institute. (2021a). *Stubble burning—a possible source of smoke taint in grapes*. Australian Wine Research Institute web sitesinden erişilen adres: <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2018/05/Stubble-burning-fact-sheet.pdf>
- Australian Wine Research Institute. (2021b). *Treating smoke-affected juice or wine with activated carbon*. Australian Wine Research Institute web sitesinden erişilen adres: <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2021/02/Treating-smoke-affected-grape-juice-with-activated-carbon.pdf>
- Australian Wine Research Institute. (2021c). *Remediation of smoke-affected wine by dilution*. Australian Wine Research Institute web sitesinden

- erişilen adres: <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2020/03/Dilution-for-smoke-remediation-fact-sheet.pdf>
- Australian Wine Research Institute. (2023). *Smoke taint—practical management options for grapegrowers and winemakers*. Australian Wine Research Institute web sitesinden erişilen adres: <https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2012/04/smoke-taint-practical-management-options.pdf>
- Bahar, E., Korkutal, İ. ve Kök, D. (2006). Türkiye bağcılığının son yıllardaki gelişiminde görülen başlıca sorunlar ve çözüm önerileri. *Trakya University Journal of Natural Sciences*, 7(1), s. 65-69. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/213759>
- Bai, Y., Zhou, Y. ve He, H. (2020). Effects of rehabilitation through afforestation on soil aggregate stability and aggregate-associated carbon after forest fires in subtropical China. *Geoderma*, 376, 114548. doi:10.1016/j.geoderma.2020.114548
- Barrena-Gonzalez, J., Rodrigo-Comino, J., Gyasi-Agyei, Y., Fernandez, M. P. ve Cerda, A. (2020). Applying the RUSLE and ISUM in the Tierra de Barros Vineyards (Extremadura, Spain) to estimate soil mobilisation rates. *Land*, 9(3), 93. doi:10.3390/land9030093
- Bashimov, G. (2017). Türkiye’de üzüm üretimi ve ihracat performansı. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 31(2), s. 57-68. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/391590>
- Beattie, G. A. ve Siebel, J. R. (2006). Uptake and localisation of gaseous phenol and p-cresol in plant leaves. *Chemosphere*, 68, s. 528-536. doi:10.1016/j.chemosphere.2006.12.070
- Bilgili, E. (2014). *Yangın Ekolojisi*. Yayımlanmamış ders notu, Orman Koruma Dersi, Orman Entomolojisi ve Koruma Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon. Erişim adresi: https://www.ktu.edu.tr/dosyalar/15_01_02_83653.pdf (accessed on 01 April 2023).
- Blake Gray, W. (2020). Crop insurance fears for smoke-hit vineyards. *Wine-Searcher*, Erişim adresi: <https://www.wine-searcher.com/m/2020/08/crop-insurance-fears-for-smoke-hit-vineyards>.
- Caffrey, A., Lerno, L., Rumbaugh, A., Girardello, R., Zweigenbaum, J., Oberholster, A. ve Ebeler, S. E. (2019). Changes in smoke-taint

- volatile-phenol glycosides in wildfire smoke-exposed Cabernet Sauvignon grapes throughout winemaking. *American Journal of Enology and Viticulture*, 70, s. 373–381. doi:10.5344/ajev.2019.19001
- Caon, L., Vallejo, V. R., Ritsema, C. J. ve Geissen, V. (2014). Effects of wildfire on soil nutrients in Mediterranean ecosystems. *Earth-Science Reviews*, 139, s. 47–58. doi:10.1016/j.earscirev.2014.09.001
- Certini, G., Moya, D., Lucas-Borja, M. E. ve Mastrolonardo, G. (2021). The impact of fire on soil-dwelling biota: A review. *Forest Ecology and Management*, 488, 118989. doi:10.1016/j.foreco.2021.118989
- Collins, C., Gao, H. ve Wilkinson, K. L. (2014). An observational study into the recovery of grapevines (*Vitis vinifera* L.) following a bushfire. *American Journal of Enology and Viticulture*, 65, s. 285–292. doi:10.5344/ajev.2014.13127
- Culbert, J., Jiang, W., Krstic, M. ve Herderich, M. (2020). Mitigation of climate change impacts on the national wine industry by reduction in losses from controlled burns and wildfires and improvement in public land management. *Wine Australia*. Erişim adresi: https://www.wineaustralia.com/research_and_innovation/projects/mitigation-of-climate-change-impacts
- Çelik, H. (2013, Haziran). *Türkiye bağcılığında üretim hedefleri*. Vizyon 2023 Bağcılık Çalıştayında sunulan bildiri, Tekirdağ Bağcılık Araştırma İstasyonu, Tekirdağ. Erişim adresi: <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/huscelik/121506/%C3%9C RET%C4%B0M%20HEDEFLER%C4%B0%20TR%20BA%C4%9ECI LIK.pdf>
- Çelik, S. (2011). *Bağcılık (Ampeloloji)*. Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Çetin, E. S. ve Daler, S. (2018). Yozgat ili bağcılığının değerlendirilmesi. *Bahçe Dergisi*, 47(1), s. 209-218. Erişim adresi: <https://search.trdizin.gov.tr/yayin/detay/297258/>
- Daler, S. (2021). *Yozgat ilinde yetiştirilen üzüm çeşitlerinin klasik ve moleküler yöntemlerle tanımlanması* (Doktora tezi). Ulusal Tez Merkezi veri tabanından erişildi (Tez No: 668271). Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp>

- Dang, C., Jiranek, V., Taylor, D. K. ve Wilkinson, K. L. (2020). Removal of volatile phenols from wine using crosslinked cyclodextrin polymers. *Molecules*, 25, 910. doi:10.3390/molecules25040910
- Dymov, A. A., Abakumov, E. V., Bezkorovaynaya, I. N., Prokushkin, A. S., Kuzyakov, Y. V. ve Milanovsky, E. Y. (2018). Impact of forest fire on soil properties (review). *Theoretical and Applied Ecology*, 4, s. 13-25. doi:10.25750/1995-4301-2018-4-013-023
- Favell, J. W., Noestheden, M., Lyons, S. M. ve Zandberg, W. F. (2019). Development and evaluation of a vineyard-based strategy to mitigate smoke-taint in wine grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(51), s. 14137–14142. doi:10.1021/acs.jafc.9b05859
- Federation of Food and Drink Industry Associations of Turkey. (2021). *Towards 2023 Alcoholic Beverage Sector. Its Evaluation in Terms of Agriculture and Foreign Trade Ecosystem*. Erişim adresi: <https://www.tgdf.org.tr/wp-content/uploads/2022/01/TGDF-towards-2023-alcoholic-beverage-sector.pdf>
- Fernandez, C. ve Vega, J. A. (2015). Modelling the effect of soil burn severity on soil erosion at hillslope scale in the first year following wildfire in NW Spain. *Earth Surface Processes and Landforms*, 41, s. 928-935. doi:10.1002/esp.3876
- Fernandez, C., Fonturbel, T. ve Vega, J. A. (2019). Effects of pre-fire site preparation and post-fire erosion barriers on soil erosion after a wildfire in NW Spain. *Catena*, 172, s. 691-698. doi:10.1016/j.catena.2018.09.038
- Fernández-Fernández, M., Gómez-Rey, M. X. ve González-Prieto, S. J. (2015). Effects of fire and three fire-fighting chemicals on main soil properties, plant nutrient content and vegetation growth and cover after 10 years. *Science of The Total Environment*, 515, s. 92–100. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.02.048
- Fernandez-Garcia, V., Miesel, J., Baeza, M. J., Marcos, E. ve Calvo, L. (2019). Wildfire effects on soil properties in fire-prone pine ecosystems: Indicators of burn severity legacy over the medium term after fire. *Applied Soil Ecology*, 135, s. 147-156. doi:10.1016/j.apsoil.2018.12.002

- Fudge, A., Ristic, R., Wollan, D. ve Wilkinson, K. (2011). Amelioration of smoke taint in wine by reverse osmosis and solid phase adsorption. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17, s. 41-48. doi: 10.1111/j.1755-0238.2011.00148.x
- Fudge, A., Schietecatte, M., Wilkinson, K., Ristic, R. ve Hayasaka, Y. (2012). Amelioration of smoke taint in wine by treatment with commercial fining agents. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 18, s. 302–307. doi: 10.1111/j.1755-0238.2012.00200.x
- Fultz, L. M., Moore-Kucera, J., Dathe, J., Davinic, M., Perry, G., Wester, D., ... Rideout-Hanzak, S. (2016). Forest wildfire and grassland prescribed fire effects on soil biogeochemical processes and microbial communities: two case studies in the semi-arid Southwest. *Applied Soil Ecology*, 99, s. 118–128. doi:10.1016/j.apsoil.2015.10.023
- García-Ruiz, J. M. (2010). The effects of land uses on soil erosion in Spain: A review. *Catena*, 81, s. 1–11. doi:10.1016/j.catena.2010.01.001
- Granged, A. J., Zavala, L. M., Jordán, A. ve Bárcenas-Moreno, G. (2011). Post fire evolution of soil properties and vegetation cover in a Mediterranean heathland after experimental burning: a 3-year study. *Geoderma* 164(1–2), s. 85–94. doi:10.1016/j.geoderma.2011.05.017
- Gray, D. J. ve Meredith, C. P. (1992). Biotechnology of perennial fruit crops. F. A. Hammerschlag ve R. E. Litz (Ed.). CAB International (229–262). Wallingford, UK. Erişim adresi: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2016066163>
- Hahn, G. E., Coates, T. A. ve Aust, W. M. (2021). Soil chemistry following single-entry, dormant season prescribed fires in the Ridge and Valley Province of Virginia, USA. *Commun Soil Sci Plant*, 54(2), s. 1–9. doi:10.1080/00103624.2021.1908327
- Hayasaka, Y., Baldock, G. A., Pardon, K. H., Jeffery, D. W. ve Herderich, M. J. (2010). Investigation into the formation of guaiacol conjugates in berries and leaves of grapevine *Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon using stable isotope tracers combined with HPLC-MS and MS/MS analysis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58, s. 2076–2081. doi:10.1021/jf903732p
- Hemes, K. S., Verfaillie, J. ve Baldocchi, D. D. (2020). Wildfire-smoke aerosols lead to increased light use efficiency among agricultural and

- restored wetland land uses in California's Central Valley. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 125, e2019JG005380. doi:10.1029/2019JG005380
- Hess, S. (2007). High elevation viticulture and winemaking literature review. s. 1-28. Lake County Winegrape Commission (LCWC) web sitesinden erişilen adres: <http://www.theelevationofwine.org/resources/files/Bibliography%20Hess.pdf>
- Heydari, M., Rostamy, A., Najaf, F. ve Dey, D. C. (2017). Effect of fire severity on physical and biochemical soil properties in Zagros oak (*Quercus brantii* Lindl.) forests in Iran. *Journal of Forestry Research* 28(1), s. 95–104. doi:10.1007/s11676-016-0299-x
- Hinojosa, M. B., Laudicina, V. A., Parra, A., Albert-Belda, E. ve Moreno, J. M. (2019). Drought and its legacy modulate the post-fire recovery of soil functionality and microbial community structure in a Mediterranean shrubland. *Global Change Biology*, 25(4), s. 409–1427. doi:10.1111/gcb.14575
- Høj, P., Pretorius, I. ve Blair, R. (Ed.). (2003). *49th Annual Report*. Adelaide. Australia: The Australian Wine Research Institute. Erişim adresi: https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/2003_AWRI_Annual_Report.pdf
- Hu, M., Song, J., Li, S., Li, Z., Hao, Y., Di, M. ve Wan, S. (2020). Understanding the effects of fire and nitrogen addition on soil respiration of a field study by combining observations with a meta-analysis. *Agricultural and Forest Meteorology*, 292, 108106. doi:10.1016/j.agrformet.2020.108106
- Huysman, A. E. ve Johnson, M. D. (2021). Multi-year nest box occupancy and short-term resilience to wildfire disturbance by barn owls in a vineyard agroecosystem. *Ecosphere*, 12(3), e03438. doi:10.1002/ecs2.3438
- Inbar, A., Lado, M., Sternberg, M., Tenau, H. ve Ben-Hur, M. (2014). Forest fire effects on soil chemical and physicochemical properties, infiltration, runoff, and erosion in a semiarid Mediterranean region. *Geoderma*, 221, 131–138. doi:10.1016/j.geoderma.2014.01.015

- International Organisation of Vine and Wine. (2020). *State of the World Vitivinicultural Sector in 2019*. Erişim adresi: <http://www.oiv.int/public/medias/7298/oiv-state-of-the-vitivinicultural-sector-in-2019.pdf>
- International Trade Centre. (2021). *Import & export values*. Erişim adresi: <https://www.trademap.org>.
- Jiang, W., Parker, M., Hayasaka, Y., Simos, C. ve Herderich, M. (2021). Compositional changes in grapes and leaves as a consequence of smoke exposure of vineyards from multiple bushfires across a ripening season. *Molecules*, 26, 3187. doi:10.3390/molecules26113187
- Johnson, D. W., Walker, R. F., Glass, D. W., Stein, C. M., Murphy, J. B., Blank, R. R. ve Miller, W. W. (2014). Effects of thinning, residue mastication, and prescribed fire on soil and nutrient budgets in a Sierra Nevada mixed-conifer forest. *Forest Science*, 60(1), s. 170–179. doi: 10.5849/forsci.12-034
- Kara, Z. (2014). Sustainable development in viticulture industry in Turkey. *Australian Journal of Biology and Environment Research*, 1, s. 43-48. Erişim adresi: https://www.academia.edu/9630115/Sustainable_Development_in_Viticulture_Industry_in_Turkey
- Kaya, Z. (2017). Şarap Üretimi ve Kalite. *Aydın Gastronomy*, 1(2), s. 17-30. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/aydingas/issue/37989/439195>
- Keeley, J. L. (2009). Fire intensity, fire severity and burn severity: a brief review and suggested usage. *International Journal of Wildland Fire*, 18, s. 116–126. doi:10.1071/WF07049
- Keesstra, S. D., Maroulis, J., Argaman, E., Voogt, A. ve Wittenberg, L. (2014). Effects of controlled fire on hydrology and erosion under simulated rainfall. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 40, s. 269-293. doi:10.18172/cig.2532
- Kelly, D., Zerihun, A., Singh, D. P., Vitzthum von Eckstaedt, C., Gibberd, M., Grice, K. ve Downey, M. (2012). Exposure of grapes to smoke of vegetation with varying lignin composition and accretion of lignin

- derived putative smoke taint compounds in wine. *Food Chemistry*, 135, s. 787–798. doi:10.1016/j.foodchem.2012.05.036
- Kennison, K. R., Gibberd, M. R., Pollnitz, A. P. ve Wilkinson, K. L. (2008). Smoke-derived taint in wine: The release of smoke-derived volatile phenols during fermentation of merlot juice following grapevine exposure to smoke. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, s. 7379–7383. doi:10.1021/jf800927e
- Kennison, K. R., Wilkinson, K. L., Pollnitz, A. P., Williams, H. G. ve Gibberd, M. R. (2009). Effect of timing and duration of grapevine exposure to smoke on the composition and sensory properties of wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15, s. 228–237. doi:10.1111/j.1755-0238.2009.00056.x
- Kennison, K. R., Wilkinson, K. L., Williams, H. G., Smith, J. H. ve Gibberd, M. R. (2007). Smoke-derived taint in wine: Effect of postharvest smoke exposure of grapes on the chemical composition and sensory characteristics of wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, s. 10897–10901. doi: 10.1021/jf072509k
- Killgrove, K. ve Tykot, R. H. (2013). Food for Rome: a stable isotope investigation of diet in the Imperial period (1st-3rd centuries AD). *Journal of Anthropological Archaeology*, 32, s. 28–38. doi: 10.1016/j.jaa.2012.08.002
- Kiracı, M. A. ve Şenol, M. A. (2017). Economic situation analysis in Turkey viticulture. *Nevşehir Science and Technology Journal*, 6(special issue), s. 122-131. doi:10.17100/nevbiltek.287811
- Köster, E., Köster, K., Berninger, F., Prokushkin, A., Aaltonen, H., Zhou, X. ve Pumpanen, J. (2018). Changes in fluxes of carbon dioxide and methane caused by fire in Siberian boreal forest with continuous permafrost. *Journal of Environmental Management*, 228, s. 405-415. doi:10.1016/j.jenvman.2018.09.051
- Krstic, M. P., Johnson, D. L. ve Herderich, M. J. (2015). Review of smoke taint in wine: Smoke-derived volatile phenols and their glycosidic metabolites in grapes and vines as biomarkers for smoke exposure and their role in the sensory perception of smoke taint. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 21, s. 537–553. doi:10.1111/ajgw.12183

- Küpe, M. ve Köse, C. (2013). Hava Kirliliğinin Asmalar Üzerindeki Etkileri. *Fruit Science*, 1(1), s. 27-33. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/meyve/issue/19542/208066>
- Lelieveld, J., Evans, J. S., Fnais, M., Giannadaki, D. ve Pozzer, A. (2015). The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*, 525(7569), s. 367–371. doi:10.1038/nature15371
- Marques, M. J., Ruiz-Colmenero, M., Bienes, R., García-Díaz, A. ve Sastre, B. (2020). Effects of a Permanent Soil Cover on Water Dynamics and Wine Characteristics in a Steep Vineyard in the Central Spain. *Air, Soil and Water Research*, 13, s. 1–10. doi:10.1177/1178622120948069
- Miller, R. F., Chambers, J. C., Pyke, D. A., Pierson, F. B. ve Williams, C. J. (2013). *A review of fire effects on vegetation and soils in the great basin region: response and ecological site characteristics. General Technical Report* (Rapor No: RMRS-GTR-308). Colorado, CO: Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. doi:10.2737/RMRS-GTR-308
- Mirabelli-Montan, Y. A., Marangon, M., Graça, A., Marangon, C. M. M. ve Wilkinson, K. L. (2021). Techniques for mitigating the effects of smoke taint while maintaining quality in wine production: a review. *Molecules*, 26(6), 1672. doi:10.3390/molecules26061672
- Montazeri, N., Oliveira, A. C., Himelbloom, B. H. Leigh, M. B. ve Crapo, C. A. (2013). Chemical characterization of commercial liquid smoke products. *Food Science & Nutrition*, 1, s. 102–115. doi:10.1002/fsn3.9
- Morishita, T., Noguchi, K., Kim, Y. ve Matsuura, Y. (2015). CO₂, CH₄ and N₂O fluxes of upland black spruce (*Picea mariana*) forest soils after forest fires of different intensity in interior Alaska. *Soil Science and Plant Nutrition*, 61, s. 98–105. doi:10.1080/00380768.2014.963666
- Moritz, M. A., Parisien, M. A., Batllori, E., Krawchuk, M. A., Van Dorn, J., Ganz, D. ve Hayhoe, K. (2012). Climate change and disruptions to global fire activity. *Ecosphere*, 3, s. 1–22. doi:10.1890/ES11-00345.1
- Moya, D., González-De Vega, S., Lozano, E., García-Orenes, F., MataixSolera, J., Lucas-Borja, M. E. ve de Las, H. J. (2019). The burn severity and plant recovery relationship affect the biological and

- chemical soil properties of *Pinus halepensis* Mill. stands in the short and mid-terms after wildfire. *Journal of Environmental Management*, 235, s. 250–256. doi:10.1016/j.jenvman.2019.01.029
- Mullins, M. G., Bouquet, A. ve Williams, L. E. (1992). *Biology of The Grapevine*. Cambridgeshire, England: Cambridge University Press.
- Muqaddas, B., Zhou, X., Lewis, T., Wild, C. ve Chen, C. (2015). Long-term frequent prescribed fire decreases surface soil carbon and nitrogen pools in a wet sclerophyll forest of Southeast Queensland, Australia. *Science of The Total Environment*, 536, s. 39–47. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.07.023
- National Centers for Environmental Information Global. (2019). *Climate Report for Annual 2019*. Erişim adresi: <https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global/201913/supplemental/page-1>
- Noestheden, M., Dennis, E. G. ve Zandberg, W. F. (2018a). Quantitating volatile phenols in Cabernet Franc berries and wine after on-vine exposure to smoke from a simulated forest fire. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, s. 695–703. doi: 10.1021/acs.jafc.7b04946.
- Noestheden, M., Noyovitz, B., Riordan-Short, S., Dennis, E. G. ve Zandberg, W. F. (2018b). Smoke from simulated forest fire alters secondary metabolites in *Vitis vinifera* L. berries and wine. *Planta*, 248, s. 1537-1550. doi:10.1007/s00425-018-2994-7
- Novara, A., Cerda, A., Barone, E. ve Gristina, L. (2021). Cover crop management and water conservation in vineyard and olive orchards. *Soil and Tillage Research*, 208, 104896. doi: 10.1016/j.still.2020.104896
- Novara, A., Stallone, G., Cerda, A. ve Gristina, L. (2019). The effect of shallow tillage on soil erosion in a semi-arid vineyard. *Agronomy*, 9, 257. doi:10.3390/agronomy9050257
- Nyman, P., Sheridan, G. J., Smith, H. G. ve Lane, P. N. J. (2014). Modeling the effects of ash, water repellency and macropore flow on infiltration during recovery from wildfire. *Journal of Hydrology*, 513, s. 301-313. doi:10.1016/j.jhydrol.2014.02.044

- Oliphant, A. J., ve Stoy, P. C. (2018). An evaluation of semiempirical models for partitioning photosynthetically active radiation into diffuse and direct beam components. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 123, s. 889–901. doi: 10.1002/2017JG004370
- Oliver, A. K., Callahan, M. A. ve Jumpponen, A. (2015). Soil fungal communities respond compositionally to recurring frequent prescribed burning in a managed southeastern US forest ecosystem. *Forest Ecology and Management*, 345, s. 1–9. Doi: 10.1016/j.foreco.2015.02.020
- Panico, S. C., Ceccherini, M. T., Memoli, V., Maisto, G., Pietramellara, G., Barile, R. ve De Marco, A. (2020). Effects of different vegetation types on burnt soil properties and microbial communities. *International Journal of Wildland Fire*, 29(7), s. 628–636. doi:10.1071/WF19081
- Pereira, P., Francos, M., Brevik, E. C., Ubeda, X. ve Bogunovic, I. (2018). Post-fire soil management. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, s. 26-32. doi:10.1016/j.coesh.2018.04.002
- Pezet, R., Gindro, K., Viret, O. ve Spring, J. L. (2004). Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 65, s. 297–303. doi:10.1016/J. PMPP.2005.03.002
- Plaza-Alvarez, P. A., Lucas-Borja, M. E., Sagra, J., Zema, D. A., Gonzalez-Romero, J., Moya, D. ve De las Heras, J. (2019). Changes in soil hydraulic conductivity after prescribed fires in Mediterranean pine forests. *Journal of Environmental Management*, 232, s. 1021-1027. doi:10.1016/j.jenvman.2018.12.012
- Preesong, J. ve Yampracha, S. (2022). Changes in soil properties of Bangkok soil series from rice stubble burning. *International Journal of Agricultural Technology*, 18(2): s. 733-744. Erişim adresi: [http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v18_n2_2022_March/24_IJAT_18\(2\)_2022_Preesong%20J%20J.%20\(85\).pdf](http://www.ijat-aatsea.com/pdf/v18_n2_2022_March/24_IJAT_18(2)_2022_Preesong%20J%20J.%20(85).pdf)
- Qiu, L., Zhu, H., Liu, J., Yao, Y., Wang, X., Rong, G., ... Wei, X. (2021). Soil erosion significantly reduces organic carbon and nitrogen

- mineralization in a simulated experiment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 307, 107232. doi:10.1016/j.agee.2020.107232
- Regev-Shoshani, G., Shoseyov, O., Bilkis, I. ve Kerem, Z. (2003). Glycosylation of resveratrol protects it from enzymic oxidation. *Biochemical Journal*, 374, s. 157–163. doi:10.1042/BJ20030141
- Reid, C. E., Considine, E. M., Watson, G. L., Telesca, D., Pfister, G. G., ve Jerrett, M. (2019). Associations between respiratory health and ozone and fine particulate matter during a wildfire event. *Environment International*, 129, s. 291–298. doi:10.1016/j.envint.2019.04.033
- Ribeiro-Kumara, C., Köster, E., Aaltonen, H. ve Köster, K. (2020). How do forest fires affect soil greenhouse gas emissions in upland boreal forests? A review. *Environmental Research*, 184, 109328. doi:10.1016/j.envres.2020.109328
- Ristic, R., Pinchbeck, K. A., Fudge, A., Hayasaka, Y. ve Wilkinson, K. (2013). Effect of leaf removal and grapevine smoke exposure on colour, chemical composition and sensory properties of Chardonnay wines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 19, s. 230–237. doi:10.1111/ajgw.12017
- Ristic, R., Williamson, P. O., Pinchbeck, K. A., Hayasaka, Y., Fudge, A. ve Wilkinson, K. L. (2011). The effect of winemaking techniques on the intensity of smoke taint in wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17, s. 29–40. doi:10.1111/j.1755-0238.2011.00146.x
- Rodrigo-Comino, J. (2018). Five decades of soil erosion research in “terroir”. The State-of-the-Art. *Earth science journal*, 179, s. 436–447. doi:10.1016/j
- Rodrigo-Comino, J., Terol, E., Mora, G., Gimenez-Morera, A. ve Cerda, A. (2020). *Vicia sativa* roth. Can reduce soil and water losses in recently planted vineyards (*Vitis vinifera* L.). *Earth Systems and Environment*, 4, s. 827–842. doi:10.1007/s41748-020-00191-5
- Rogiers, S., Fahey, D. ve Holzapfel, B. (2020). Mitigating sunburn, dehydration and smoke taint in the vineyard: Is there a role for sunscreens, antitranspirants and film forming barriers? *Acta Horticulturae*, 1274, s. 71–78. doi:10.17660/ActaHortic.1274.8

- Roper, M. M., Kerr, R., Ward, P. R., Micin, S. F. ve Krishnamurthy, P. (2021). Changes in soil properties and crop performance on stubble-burned and cultivated water-repellent soils can take many years following reversion to no-till and stubble retention. *Geoderma*, 402, 115361. doi:10.1016/j.geoderma.2021.115361
- Ryschawy, J., Tiffany, S., Gaudin, A., Niles, M. T. ve Garrett, R. D. (2021). Moving niche agroecological initiatives to the mainstream: A case-study of sheep-vineyard integration in California. *Land Use Policy*, 109, 105680. doi: 10.1016/j.landusepol.2021.105680
- Sağlam, H. ve Sağlam, O. C. (2018). A historical review on Turkish viticulture; the importance of viticulture genetic resources. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3), s. 601-606. doi: 10.15316/SJAFS.2018.142
- Semerci, A., Kızıltuğ, T., Çelik, A. D. ve Kiracı, M. A. (2015). General overview of viticulture in Turkey. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University*, 20(2), s. 42-51. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/183832>
- Sharifi, Z., Azadi, N., Rahimi, S. ve Certini, G. (2018). The response of glomalin-related soil proteins to fire or tillage. *Geoderma*, 329, s. 65-72. doi:10.1016/j.geoderma.2018.05.008
- Simos, C. (2008). The implications of smoke *taint* and management practices. *Wine & Viticulture Journal*, 1, s. 77-80. Australian Wine Research Institute web sitesinden erişilen adres: https://www.awri.com.au/wp-content/uploads/simos_smoke_taint_2008.pdf
- Soulis, K.X. (2018). Estimation of SCS Curve Number variation following forest fires. *Hydrological Sciences Journal*, 63(9), s. 1332-1346. doi:10.1080/02626667.2018.1501482
- Söylemezoğlu, G., Çelik, H., Kunter, B., Ünal, A., Özer, C., Kiracı, M. A., ... Karaman, H. T. (2020, Ocak). *Bağcılıkta Mevcut Durum ve Gelecek*. Türkiye Ziraat Mühendisliği IX. Teknik Kongresinde sunulan bildiri, Ankara. Erişim adresi: https://www.zmo.org.tr/yayinlar/kitap_listesi.php
- Szeto, C., Ristic, R., Capone, D., Puglisi, C., Pagay, V., Culbert, J., ... Wilkinson, K. (2020). Uptake and glycosylation of smoke-derived

- volatile phenols by Cabernet Sauvignon grapes and their subsequent fate during winemaking. *Molecules*, 25, 3720. doi:10.3390/molecules25163720.
- Taş, N., Prestat, E., McFarland, J. W., Wickland, K. P., Knight, R., Berhe, A. ... Waldrop, M. P. (2014). Impact of fire on active layer and permafrost microbial communities and metagenomes in an upland Alaskan boreal forest. *The ISME Journal*, 8, s. 1904–1919. doi:10.1038/ismej.2014.36
- Taşkın, H. ve Demircan, V. (2014). Comparison of wired and goble production systems in terms of economic in viticulture: a case study from Isparta province in Turkey. *SDU Journal of the Faculty of Agriculture*, 9(1), s. 95-110. Erişim adresi: <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sduzfd/issue/29590/317464>
- The Food and Agriculture Organization. (2021). *Crops and livestock products*. Erişim adresi: <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- Thomaz, E. L., Antoneli, V. ve Doerr, S. H. (2014). Effects of fire on the physicochemical properties of soil in a slash-and-burn agriculture. *Catena*, 122, s. 209-215. doi:10.1016/j.catena.2014.06.016
- Türkiye İstatistik Kurumu. (2022). *Bitkisel üretim istatistikleri*. Erişim adresi: <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr>
- Tütün ve Alkol Piyasası Düzenleme Kurumu. (2017). *2017 Yılı Faaliyet Raporu*. Erişim adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/TADB/Belgeler/Faaliyet%20Raporlar%C4%B1/TAPDK_Faaliyet_2017.pdf
- van der Hulst, L., Munguia, P., Culbert, J. A., Ford, C. M., Burton, R. A. ve Wilkinson, K. L. (2019). Accumulation of volatile phenol glycoconjugates in grapes following grapevine exposure to smoke and potential mitigation of smoke taint by foliar application of kaolin. *Planta*, 249, s. 941–952. doi:10.1007/s00425-018-03079-x
- Varela, M. E., Benito, E. ve Keizer, J. J. (2015). Influence of wildfire severity on soil physical degradation in two pine forest stands of NW Spain. *Catena*, 133, s. 342–348. doi:10.1016/j.catena.2015.06.004
- Verma, S. ve Jayakumar, S. (2012). Impact of forest fire on physical, chemical and biological properties of soil: A review. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 2(3), s.

- 168-176. Erişim adresi: [http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2012-2\(3\)/impact-of-forest-fire.pdf](http://www.iaees.org/publications/journals/piaees/articles/2012-2(3)/impact-of-forest-fire.pdf)
- Verma, S., Singh, D., Singh, A. K. ve Jayakumar, S. (2019). Post-fire soil nutrient dynamics in a tropical dry deciduous forest of Western Ghats. *India for Ecosyst*, 6(1), s. 1–9. doi:10.1186/s40663-019-0168-0
- Virto, I., Imaz, M. J., Enrique, A., Hoogmoed, W. ve Bescansa, P. (2007). Burning crop residues under no-till in semi-arid land, Northern Spain-effects on soil organic matter, aggregation, and earthworm populations. *Australian Journal of Soil Research*, 45(6), s. 414-421. doi:10.1071/SR07021
- Weninger, T., Filipović, V., Mešić, M., Clothier, B. ve Filipović, L. (2019). Estimating the extent of fire induced soil water repellency in Mediterranean environment. *Geoderma*, 338, s. 187–196. doi:10.1016/j.geoderma.2018.12.008
- Wittenberg, L., van der Wal, H., Keesstra, S. ve Tessler, N. (2020). Post-fire management treatment effects on soil properties and burned area restoration in a wildland-urban interface, Haifa Fire case study. *Science of The Total Environment*, 716, 135190. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.135190
- Yakupoglu, T., Dindaroglu, T., Akay, A. E., Kusvuran, K., Alma, V. ve Gundogan, R. (2020). The effect of traditional and reduced tillage systems on the sediment yield of plots constructed in the Mediterranean climate zone caused by natural rainfall. *International Journal of Global Warming*, 21(4), s. 393-406. doi:10.1504/IJGW.2020.109265
- Yakupoğlu, T., Dindaroğlu, T., Rodrigo-Comino, J. ve Cerda, A. (2022). Stubble burning and wildfires in Turkey considering the Sustainable Development Goals of the United Nations. *Eurasian Journal of Soil Science*, 11(1), s. 66-76. doi:10.18393/ejss.993611
- Zhang, Y. ve Biswas, A. (2017). The effects of forest fire on soil organic matter and nutrients in boreal forests of North America: a review. *Adaptive Soil Manage*, s. 465–476. doi:10.1007/978-981-10-3638-5_21

BÖLÜM 2

SU KALİTESİNİN SÜRDÜREBİLİR TARIMA ETKİSİ

Doç. Dr. Faruk MARAŞLIOĞLU¹

¹Hitit Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Çorum, Türkiye.
farukmaraslioglu@hitit.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7784-9243

GİRİŞ

Küresel ısınma, daha fazla yağış ve daha sık su seviyesi düşüşlerine neden olan çarpık kentleşme ve plansız yapılaşma, sadece yer üstü sularında değil bunun yanında yer altı sularında da azalmalara ve kirlenmelere yol açmıştır. Gelişmekte olan ülkelerde atık suların sadece %5'inin arıtılabilmesi, dünya çapında çevre kirliliğinin önlenmesi ve toprakların temizlenmesi için büyük bir sorun teşkil etmektedir. Arıtılmamış bu suların insan ve hayvanların kullandığı akarsulara ve yer altı sularına kontrolsüz bir şekilde deşarj edilmesi oldukça önemli kirlilik ve ardından sağlık problemlerine sebep olmaktadır (Gerçek ve Yeşildal, 2006). Günümüzde su temininde karşılaşılan sorunların başında yeraltı su seviyesindeki düşmelere bağlı olarak suların azlığı ve mevcut suların kalitesinde görülen bozulmalar gelmektedir. Tarımsal sulamada kullanılan suyun kalitesi çok farklı etkenler sebebiyle bozulabilir. Bunlar suyun abiyotik özelliklerinden fizikokimyasal özelliklerinin sınır değerlerinde yaşanacak sapmalar ve bu sapmaların etkileyeceği biyotik özelliklerinden sudaki algal kaynaklı aşırı çoğalmalar (bloom) en önemli olanlarıdır. Suların biyolojik ve abiyolojik özellikleri doğadaki simbiyoz yaşam benzeri iç içe geçmiş kavramlar olup suyun fizikokimyasal özelliklerinin standart değerlerinde gözlenecek sapmalar hemen sudaki diğer biyolojik unsurları harekete geçirmekte ve buda suyun kirlenmesine yani kalitesinin bozulmasına sebep olmaktadır. Dolayısıyla ister tarımsal sulama, ister yer altı suları, isterse de içme sularının kalitesine etki eden faktörlerden bahsederken suyun hem fizikokimyasal hem de bu fizikokimyasal özelliklerin direk olarak etkilediği ve suyun kalitesinin bozulmasına sebep olan biyolojik unsurlardan bahsetmeden su kalitesi konusu işlemek eksik kalacaktır.

Alglerin sularda aşırı çoğalmaları (bloom) su kalitesinin önemli ölçüde bozulmasına ve alglerin temiz su kaynaklarının kirlenmesine sebep olur. Algal bloom içerisinde de su kalitesi üzerine en fazla etkili olan grup toksik etkili fotosentetik özellikli mavi-yeşil algler (siyanobakteriler)'dir. Normal şartlar altında sularda fotosentez yoluyla oksijen oluşturan ve havadaki serbest azotunu yakalayarak suları azotça zenginleştirme gibi sular açısından faydalı mikroorganizmalar olan siyanobakteriler sulardaki kirlilik artışına bağlı olarak sulardaki biyokütlesinin artışıyla su kalitesini etkilemektedir. Son yıllarda nehirlerde, göllerde ve içme suyu göletlerinde organik madde miktarının ve suyun doygunluk konsantrasyonunun artması sonucu ötrofikasyon olarak bilinen biyolojik faaliyetlerin artışı söz konusudur. Bunun sonucunda da ötrofikasyonun artmasına bağlı olarak suyun tat ve kokusunda değişiklikler meydana gelmektedir. Özellikle yüzey sularında ötrofikasyonla birlikte aşırı siyanobakteri artışı, suyun içme suyu kullanımını sınırlamanın yanı sıra, toksik ürünlerin salınımının artmasıyla birlikte, su kaynaklarının kirlenmesine ve kıyı sularının zehirlenmesine yol açmaktadır. Bu durum insan sağlığı için büyük bir tehdit oluşturmaktadır (Carmichael ve Falconer,

1993; Codd, 2000). Tabii ki sulardaki toksik etkili siyanobakterilerin artışında suyun kimyasal özelliklerinden azot ve fosfat gibi nutrientler başta olmak üzere suyun fiziksel özelliklerinden sıcaklığın da önemli bir etkisi vardır.

Siyanobakteriler ve onların ürettikleri siyanotoksinler dünya çapında birçok bölge ve ekosistemde mevcuttur. Tarım arazilerinden düzenli olarak besin açısından zengin akış alan ötrofik tatlı su gölleri, siyanotoksin üretimi ile ilişkili siyanobakterin aşırı çoğalmı gösterebilecekleri için ideal bir ortamdır. Ayrıca siyanotoksinler toprakta, yeraltı suyunda ve tarımsal havzaların vadöz bölgesinde de zaten mevcut olabilir veya bunlardan kaynaklanabilir. İnsanlar, siyanobakterilerle kirlenmiş yeraltı sularını ve kirlenmiş topraklarda yetişen mahsulleri tükettiklerinde zaman bu toksinlere maruz kalırlar. Bununla birlikte, tarımsal besin yüklemesinin siyanotoksin üretimini ve ötrofik su kütlelerinin yanı sıra ekosistem bölümlerinde siyanotoksin oluşumunu nasıl tetikleyebileceğini tam olarak anlayamamıştır. En büyük zorluklardan biri, biyolojik olarak önemli siyanotoksinleri düşük konsantrasyonlarda tespit edebilen kantitatif yöntemler geliştirmektir ve diğer bir zorluk ise tarımla uğraşan çiftçileri, ürettikleri siyanotoksinlerin etkilediği tarımsal bitkileri tüketen insan ve hayvanların sağlığı üzerine olumsuz etkilerinin olduğu noktasında duyarlı hale getirmektir.

Tüm bu etkiler sebebiyle kitabımızın bu bölümünde toksik siyanobakteriler, bu siyanobakteriler tarafından üretilen siyanotoksin çeşitleri ve bu siyanotoksinler arasında en yaygın olan mikrosistinlerin çeşitli tarımsal bitkiler üzerine etkisi üzerine yapılmış çeşitli laboratuvar ve saha çalışmalarından yola çıkarak bilgiler verilecektir. Suyun fizikokimyasal özelliklerinin su kalitesi ve tarımsal üretime etkisi konusu ise başka bir kitap bölümünde ele alınacaktır.

1. SİYANOBAKTERİLER

Siyanobakteriler, dünya'da yaklaşık 3.2 ile 3.5 milyar yıl önce ortaya çıkan en eski fototrofik prokaryotlardır (De, 2000). Çapları 2 µm ila 40 µm arasında değişen hücre boyutlarıyla tek hücreli, kolonyal veya ipliksi olabilirler. Siyanobakteriler üç sınıfa ayrılır: küre şeklinde tek hücreli veya koloni oluşturan hücreleri içeren Chroococcales, atmosferik nitrojeni heterosistlerine fiske edebilen ipliksi formlar olan Nostocales ve heterosist içermeyen ipliksi tipler olan Oscillatoriales (Komárek vd., 2014). Siyanobakteriler kozmopolit bir dağılıma sahiptir ve tatlı su ve deniz ortamlarının bentozlarında ve su sütunlarında, toprak biyolojik kabuklarında ve bitki ve mantarlarla simbiyontlar olarak yaygındır. Bu ototroflar için ana enerji ve karbon kaynağı olan fotosentezi desteklemek için yeterli ışığın olduğu sucul ve karasal ortamların yüzeyinde büyük siyanobakteri popülasyonları bulunur (Bar-On vd., 2018). Yüzey suyu cm³ başına 200 milyon kadar siyanobakteri hücresi içerebilirken, nemli ılıman bölgelerin

tarımsal ekosistemlerinde toprak siyanobakteri popülasyonlarının cm^2 başına 5.2 ile 51 milyon hücre olduğu tahmin edilmektedir (Whitman vd.,1998). Siyanobakteriler, muhtemelen karanlıkta hidrojen gazı tüketebildikleri ve fotosentetik olmayan atalarına kadar uzanan bir hayatta kalma stratejisi olarak enerji üretebildikleri için yer altı toprağı, akiferler ve yeraltı sularında da tespit ediliyor (Puate-Sánchez vd., 2018).

Siyanobakterilerin zaman içerisinde çok sayıda hayatta kalma stratejileri geliştirmişlerdir. Bu stratejilerden biri, nitrojen ve karbon metabolizması, fotosentez düzenlemesi, çekirdek algılama ve diğer organizmalarla rekabet ile ilgili ekofizyolojik ipuçlarına yanıt olarak ikincil metabolitler - siyanotoksinler - üretmektir (Zhang ve Whalen, 2020). Siyanotoksin üretimi genellikle ötrofik yüzey sularında zararlı siyanobakteriyel artışlarla ilişkilendirilir. Siyanotoksinler öldürücü olabilir, ancak aynı zamanda mikroorganizmaların, bitkilerin ve hayvanların hücrelerinde biyolojik olarak birikirler ve bu da insanlar da dahil olmak üzere ikincil tüketicilerde siyanotoksinlerin biyokonsantrasyonuna yol açabilir. Mikrosistinler ve silindrospermopsinler hepatotoksik peptitleri akut ve kronik karaciğer hasarı ile ilişkili iken nörotoksik anatoksin-a, saksitoksinler ve beta-N-metilamino-L-alanin'e kronik maruz kalma, insan nörodejeneratif hastalıkları riskini artırdığı için siyanotoksinlerden kaynaklanan insan sağlığı riski hafife alınmamalıdır. (Huisman vd., 2018).

1.1. Siyanotoksinler

Siyanotoksinler tatlı su, deniz suyu, tortu, toprak ve çeşitli biyolojik matrislerde yaşayan siyanobakteriler tarafından üretilen sekonder metabolitlerdir (Huisman vd., 2018). Hücre içinde depolananlara “hücre içi siyanotoksin”, çevreye salınanlara ise “hücre dışı siyanotoksin” denir. Üretildiği zaman çevreye salınan cylindrospermopsin dışında, siyanotoksinlerin çoğu hücre içinde sitoplazmada tutulur ve ancak siyanobakteri hücreleri parçalandığında çevreye salınırlar. Siyanotoksinlerin doğal fonksiyonları ve ekolojik görevleri tam olarak belli olmamakla birlikte, bu moleküllerin mavi-yeşil algelere ekolojik avantaj sağladığı ve hücrenin fizyolojik verimliliğini artırdığı çeşitli çalışmalarda ortaya konmuştur. Örneğin mikrosistinlerin; zooplanktonlar tarafından alg tüketimini (grazing) azaltması, anti-herbivor bileşikler olarak siyanobakterileri koruması, allelopatik etkiler gibi hücre dışı fonksiyonlara sahip olabileceği değişik çalışmalarda ifade edilmiştir (Dittmann vd., 2001; Kaebnick ve Neilan, 2001; DeMott vd., 1991). Tüm siyanobakteri suşları toksik olmadığı için siyanobakteri bloomları toksisite ile ilgili olmayabilir. (Blaha vd., 2009). Toksik siyanobakteriler tarafından üretilen siyanotoksin miktarı hücre gelişim oranına göre farklılıklar gösterebilirler (Sivonen, 1990; Briand vd., 2005). Her bir toksin, siyanobakteriler tarafından ancak uygun toksin gene sahip belirli

bir suş tarafından ve çevresel koşullar tarafından aktive edildiğinde üretilir. Ortamdaki besleyici tuzların çeşiti ve miktarı, suyun sıcaklığı ve ortamın asit-baz dengesi gibi suyun belirli fizikokimyasal değişkenleri, siyanotoksin üretimini etkilemektedir (Kaebernick ve Neilan, 2001; Graham vd., 2004). Çoğu durumda, bir bloom sırasında toksik ve toksik olmayan türler bir arada bulunabilir. Fakat su kütleindeki toksin miktarı her zaman toksin üreten siyanobakterilerin varlığıyla doğrudan ilişkili değildir. Bazı siyanotoksinler (örneğin; saksitoksinler, lipopolisakkarit endotoksinler), siyanobakterilerin yanında diğer bazı alg türleri tarafından da üretilebilmektedir (Metcalf ve Codd, 2000). Spesifik bir toksin, gerçekten de, farklı türler tarafından üretilebilir ve tek bir tür, birden çok türde ve varyantta toksin üretebilir (EPA, 2014). Siyanotoksinler rekabetçi baskıya ve streslere yanıt olarak siyanobakteriler tarafından üretilir (Merel vd., 2013; Zhang ve Whalen, 2019). Suya salınan tüm toksinler, çevrede ve suda yaşayan organizmalarda biyolojik olarak birikebilir ve bu da onları sucul faunaya ve insanlara aktarabilir. Kabuklu deniz hayvanlarında toksinler biriktiğinde, insan popülasyonları tarafından tüketilmeleri ciddi hastalıklardan ölüme kadar değişen semptomlara neden olabilir. Örneğin, akut ve kronik karaciğer hasarı, mikrosistinlerin hepatotoksik peptitlerine, anabaenopeptin ve siyanopeptolinlere ve alkaloid cylindrospermopsine maruz kalma ile ilişkilidir (Neilan vd., 2013; Janssen, 2019; Rastogi vd., 2014). Nörotoksik anatoksinler (anatoksin-a ve homoanatoksin-a) kas ve sinirleri bloke edici güçlü ajanlardır (Aráoz vd., 2010). Eko-epidemiolojik araştırmalar, çevredeki bu ve diğer siyanotoksinlere maruz kalma nedeniyle insan sağlığının risk altında olduğunu göstermektedir (Funari ve Testai, 2008; Serrano vd., 2015). Siyanotoksinlerin özellikle de mikrosistinlerin canlılarda sebep olduğu bu sağlık problemleri sebebiyle Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tarafından insanlarda önerilen tolere edilebilir günlük alım (TDI) 0.04 µg/kg olup içme sularında mikrosistin-LR için sınır değeri 1 µg/L olarak belirlenmiştir (Drobac vd., 2013).

Sucul ekosistemlerdeki siyanotoksinler, iyi gelişmiş analitik yöntemler ve ötrofik sulardaki toksik siyanobakteriyel çoğalmaların ardından nispeten yüksek konsantrasyonları nedeniyle hızla tespit edilir ve ölçülebilir (Pick, 2016). Siyanotoksinler toksik etkilerine, moleküler yapılarına ve kökenlerine göre sınıflandırılabilir (Van der Merwe, 2015). Bitkilere, hayvanlara ve insanlara toksik başlıca siyanotoksinler mikrosistinler, silindrospermopsinler, anatoksinler ve saksitoksinler olup bu toksinlerin tespit edildiği ortamlar, ürettiği tür veya cinsler ve konsantrasyon aralıkları Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1: Siyanotoksinlerin ve üreticilerinin ortamı, konsantrasyon aralığı ve sağlık yönergesi

Ortam	Siyanotoksinler	Konsantrasyon	Üretici türleri/suşları
Yüzeysel suyu (µg/L)	Mikrosistin	0.1–29000	<i>Anabaena</i> ; <i>Geitlerinema</i> ; <i>Leptolyngbya</i> ; <i>Pseudanabaena</i> ; <i>Synechococcus</i> ; <i>Spirulina</i> ; <i>Phormidium</i> ; <i>Microcystis</i> sp.; <i>Microcystis aeruginosa</i> ; <i>Microcystis flos-aquae</i> ; <i>Nostoc</i> sp.; <i>Oscillatoria agardhii</i> ; <i>Planktothrix agardhii</i> ; <i>Radiocystis fernandoii</i>
	Silindrospermopsin	0.07–202	<i>Anabaena bergii</i> ; <i>Anabaena planctonica</i> ; <i>Anabaena ovalisporum</i> ; <i>Oscillatoria</i> sp.; <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> ; <i>Raphidiopsis curvata</i> ; <i>Raphidiopsis mediterranea</i> ; <i>Aphanizomenon ovalisporum</i> ; <i>Umezakia natans</i> ; <i>Lyngbya wollei</i>
	Anatoksin-a	0.01–444	<i>Arthrospira fusiformis</i> ; <i>Anabaena</i> spp.; <i>Anabaena lemmermannii</i> ; <i>Aphazinomenon</i> spp.; <i>Aphazinomenon issatschenkoi</i> ; <i>Aphazinomenon flos-aquae</i> ; <i>Cylindrospermum</i> sp.; <i>Microcystis aeruginosa</i> ; <i>Phormidium autumnale</i>
	Saksitoksin	3–1000	<i>Anabaena circinalis</i> ; <i>Anabaena perturbata</i> ; <i>Anabaena spiroides</i> ; <i>Aphazinomenon flos-aquae</i> ; <i>Aphazinomenon gracile</i> ; <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> ; <i>Plankthotrix FP1</i> ; <i>Lyngbya wollei</i>
	Beta-N-methylamino-L-alanine	1–231	<i>Microcystis</i> ; <i>Prochlorococcus marinus</i> ; <i>Synechocystis</i> ; <i>Chroococcidiopsis indica</i> ; <i>Myxosarcina burmensis</i> ; <i>Lyngbya majuscula</i> ; <i>Planktothrix agardhii</i> ; <i>Plectonema</i> ; <i>Phormidium</i> ; <i>Symploca</i> ; <i>Trichodesmium</i> ; <i>Anabaena</i> ; <i>Aphazinomenon flos-aquae</i> ; <i>Cylindrospermopsis raciborskii</i> ; <i>Nodularia</i> ; <i>Nostoc</i> ; <i>Calothrix</i> ; <i>Fischerella</i> ; <i>Scytonema</i>
Yeraltı suyu (µg/L)	Mikrosistin	0.2–2.5	<i>Oscillatoria limnetica</i> ; <i>Chroococcus minor</i> ; <i>Gleocapsa</i> sp.; <i>Oscillatoria limnetica</i> ; <i>Spirulina</i> sp.
	Silindrospermopsin	—	—
	Anatoksin-a	—	—
	Saksitoksin	—	—
	Beta-N-	—	—

	methylamino-L-alanine		
Tarım toprağı (µg/kg)	Mikrosistin	2.1–1690	
	Silindrospermopsin	Tespit edilebilir	<i>Hormoscilla pringsheimii</i>
	Anatoxin-a		—
	Saksitoksin		—
	Beta-N-methylamino-L-alanine	758000	<i>Chlorogloeopsis</i> PCC 6912
Toprak biyolojik kabuğı (µg/kg)	Mikrosistin	1.5–11058	<i>Hapalosiphon hibernicus</i> ; <i>Microcoleus</i> ; <i>Nostoc</i> sp.; <i>Nostoc paludosum</i> ; <i>Nostoc paludosum</i> ; <i>Chroococcus</i> sp.; <i>Oscillatoria</i> sp., <i>Phormidium</i> sp.
	Silindrospermopsin	Tespit edilebilir	<i>Hormoscilla pringsheimii</i>
	Anatoxin-a	322–633	<i>Oscillatoria</i> ; <i>Phormidium autumnale</i> ; <i>Phormidium favosum</i>
	Saksitoksin	—	—
	Beta-N-methylamino-L-alanine	Tespit edilebilir	—

İnsanlar yada hayvanlar doğrudan yada dolaylı yollarla siyanotoksinlere maruz kalabilmektedir. Toksik siyanobakteri bloom'un olduğu kontamine içme suyunun içilmesi, siyanobakteriyel bloomun var olduğu eğlence sularıyla dermal temas, insanların yada hayvanların tükettiği sucul hayvanlarda (balıklar, karides, kerevit, istiridye v.b.) siyanotoksinlerin biyolojik birikimi, siyanobakteriyel besin takviyeleri yoluyla siyanotoksinlerle temas, intravenöz yol ile siyanotoksinlere temas, toksik siyanobakteri bloomun var olduğu sulama suyuyla yetiştirilen sucul yada karasal bitkilerin insan yada hayvanlar tarafından tüketilmesi gibi birçok nedenle insan yada hayvanlar ölümlere varan ciddi sağlık problemleriyle karşı karşıya kalabilmektedir. Görüldüğü gibi içme sularında, yer altı sularında ve toprakta yer alan siyanotoksinlerin ekosistem içerisinde çok geniş bir etki ağı olmasına karşın mevcut kitap bölümümüzün ana teması tarımsal sürdürülebilirlik üzerine olmasından dolayı biz bu bölümde ağırlıklı olarak siyanobakteriler tarafından üretilen siyanotoksinlerin tarımsal ürünlerin verimi, kalitesi ve bu ürünleri tüketen insanlardaki biyolojik birikim oranları konusunu gerek saha gerekse laboratuvar ortamlarında yapılmış olan araştırmalardan örneklerle işlenecektir.

2. SİYANOTOKSİNLERİN TARIMSAL BİTKİLER ÜZERİNE ETKİSİ

Tarımsal sulamada kullanılan suların yoğun organik yüke bağlı aşırı toksik siyanobakteri içermesi veya sucul bitkilerin bu siyanotoksin ile doğrudan temas etmesi sonucu siyatotoksine maruz kalan bu bitkilerde hem ürün verimi hem de ürünün kalitesi etkilenmektedir. Ayrıca bitkilerde siyanotoksin birikimi tavsiye edilen tolere edilebilir sınırı aştığı takdirde bu bitkileri tüketen insan ve hayvanlar için sağlık riskleri ortaya çıkabilir (Drobac vd., 2013). Araştırmacılar tarafından yapılan çeşitli çalışmalar, siyanotoksinlerin bitkiler üzerinde olumsuz etkilerinin olabileceğini göstermektedir. Çeşitli karasal ortam bitkilerinin siyanotoksinli sularla sulanması sonucu fidelerin gelişimini engellemektedir. Buğday, mısır, bezelye ve mercimek gibi kültür bitkilerinin siyanobakteriyel özütlerle muamele edilmesi sonucunda bu bitkilerin mineral besin alımı, verimlilik, fotosentez faaliyeti, büyüme ve gelişimlerinde düzensizlikler olduğu yapılan deneysel çalışmalarla ortaya konmuştur (Saqrane vd., 2009). Siyanobakteriler bloom oluşturmaya bile sulardaki emers ve submers bitkilerin ortamdaki düşük konsantrasyondaki mikrosistin-LR'yi absorbe etme ve sürgün dokularında toplama kabiliyetleri bildirilmiştir. Mikrosistin-LR'ye maruz kalan emers ve submers bitkilerin klorofil pigmentleri hasar görmüş, buna bağlı olarak bitkinin gelişimi ve fotosentetik oksijen üretiminin önlenmiş olduğu raporlanmıştır (Mitrovic vd., 2005; Chen vd., 2010). Peuthert vd. (2007) tarafından raporlanan bir çalışmada sulama yoluyla mikrosistin-LR ve mikrosistin-LF'ye maruz kalan on bir tarım bitkisi fidelerinin, kökleri vasıtasıyla bu siyatoksinleri bünyelerine absorbe ettikleri görülmüştür. Buna göre mikrosistine maruz kalan özellikle yapraklı kara bitkilerinin tüketilmesi sonucunda insanlardaki birikimi sınır alım değerlerinin üzerine çıktığı takdirde bu siyanotoksinin insan sağlığı üzerinde zararlı etki gösterdiği öne sürülmektedir (Peuthert vd., 2007). Bu olumsuzluklar yanında pirinç tarlalarındaki siyanobakteriler, atmosferden azot fiksasyonu yaparak pirinç için önemli bir azot kaynağı sağlamak gibi önemli bir rol üstlenmişlerdir.

Ortamda bulunan siyanotoksinlerin insan ve halk sağlığı üzerine etkisi maruz kalma dozuna ve süresine bağlıdır. Bu toksik patlamaların küresel dağılımı ve sık meydana gelmesi nedeniyle, insanların zararlı siyanobakteriyel çoğalmadan kaynaklanan siyanotoksinlere maruz kalma olasılığı daha yüksektir. Bununla birlikte, toprak kabuklarında, siyanobakterilerle kirlenmiş sularla sulanan topraklarda ve bu toprak ortamlarında yetişen bitkilerde de biyolojik olarak önemli miktarda siyanotoksin bulunmaktadır. Görüldüğü gibi ortaya çıkan bu biyolojik kirleticilerin sadece besince zengin sulara değil toprakta da görülmesi sebebiyle siyanotoksin kaynaklı halk sağlığı riskini yönetmek için Tek Odaklı Sağlık Yaklaşımına ihtiyaç vardır. Eko-epidemiolojik araştırmalar, siyanotoksinler tozla (rüzgarın aşındırdığı toprak parçacıkları) solunduğundan ve dokularında siyanotoksin içeren bitkiler

tüketildiğinde veya kontamine olmuş toprak ve suyun kazara yutulmasıyla insan sağlığının toprak kaynaklı siyanotoksinlere maruz kalma nedeniyle risk altında olduğunu göstermektedir (Funari ve Testai, 2008; Serrano vd., 2015).

Tarım alanlarından ve çeşitli endüstriyel tesislerden deniz, akarsu, göl gibi yüzey sularına ulaşan bazı besin tuzları (Şekil 1), diğer organizmalara zararlı etkileri olan algal bloomlara neden olabilmektedir (De Figueiredo vd., 2004; Hudnell, 2010; Gkelis ve Zaoutsos, 2014). Ayrıca özellikle toksik siyanobakterilerin aşırı çoğalmış olduğu bu suların tarımsal sulamada kullanılmasıyla üretilen tarımsal bitkilerin ürün veriminde düşüşler ve bu ürünleri tüketen canlılarda ise çeşitli sağlık problemleri ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1: Tarımsal ve endüstriyel kaynaklı yüzey ve yer altı sularının siyanotoksin bazu kirlenmesi

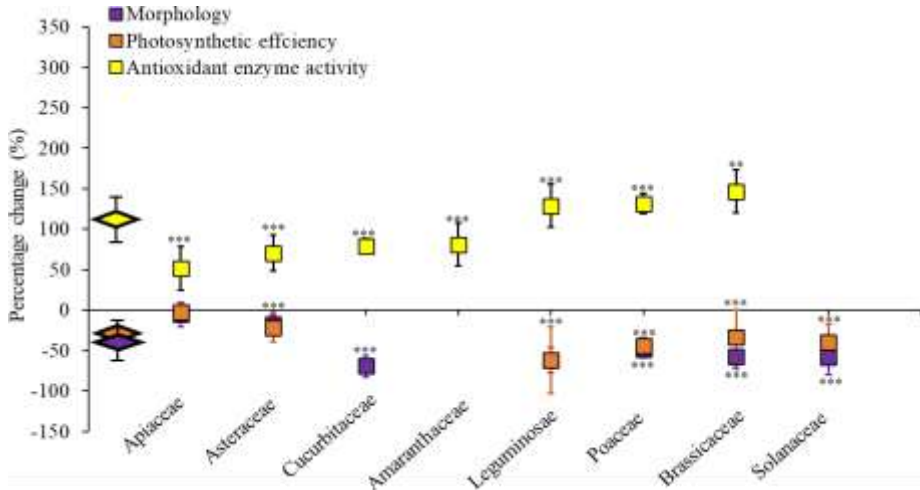
Yetiştirilen türler, bitkinin siyanotoksinlere maruz kaldığındaki gelişim aşaması (fide veya yetişkin), sulama suyundaki siyanotoksin miktarı, kirlı su ile sulama süresi ve sıklığı, sulama için kullanılan su miktarı, sulama türleri, mevcut toprak bakterileri, bitkilerin yetiştiği toprak tipi, güneş ışığına maruz kalma süresi/yoğunluğu, sıcaklık ve nem gibi çeşitli faktörler siyanotoksinlerin bitkilerdeki biyolojik birikimi sınırlayabilir veya artırabilir. Siyanobakterilerin aşırı artışı (bloom) sonucunda toksik siyanobakteriler tarafından üretilen maksimum siyanotoksin yoğunluğu, her zaman organizmanın maksimum yoğunluğu ile örtüşmez. Toksikite, bloom kaybolduktan sonra günler hatta haftalarca da devam edebilir.

Siyanobakteriyel toksinler üzerine yapılan çoğu bilimsel çalışma, genellikle siyanotoksinlerden mikrosistinler üzerine odaklanmıştır. Mikrosistinler yüzey sularında, yeraltı sularında, tarım topraklarında ve biyolojik toprak kabuğunda en yaygın bulunan siyanotoksinlerdir. Bitkiler, hayvanlar ve insanlar mikrosistinlere diğer siyanotoksinlere göre daha fazla

maruz kalmaktadır. Bu sebeple kitap bölümümüzün bundan sonraki alt başlıklarında mikrosistinlerin farklı bitki türleri, farklı bitki kısımlarındaki biyolojik birikim oranları ve bu bitkiler tüketildiğinde yetişkin/çocuklardaki tahmini günlük alım değerleri gibi mikrosistin tarımsal bitkiler üzerine etkileri konularında bilgiler verilecektir.

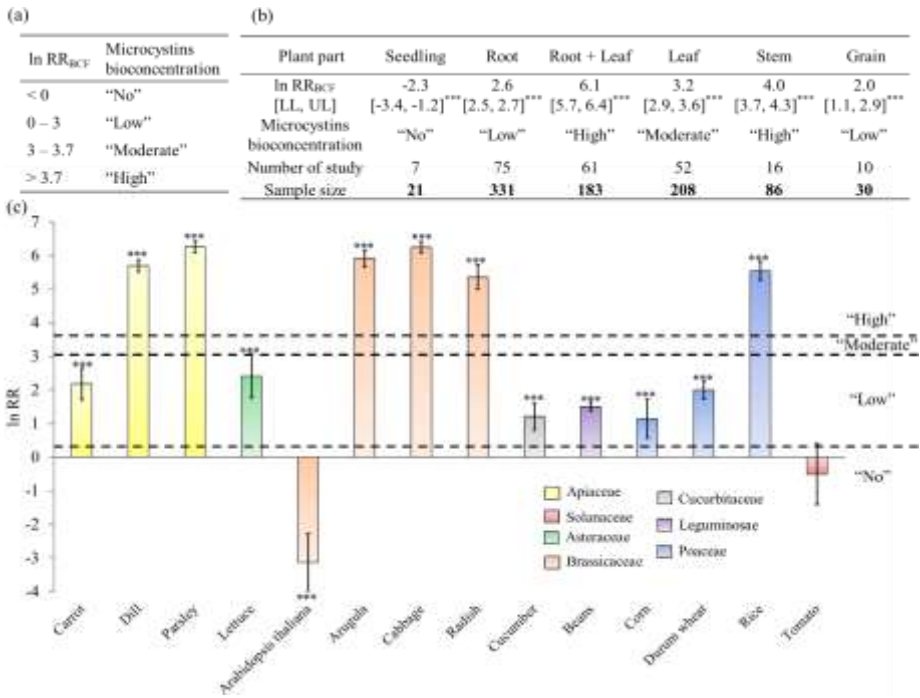
2.1. Tarımsal bitkilerde mikrosistinlerin fitotoksitesi ve biyokonsantrasyonları

Bitki familyalarının mikrosistinlere karşı hassasiyetlerinde farklılık görülmektedir (Şekil 2). Antioksidan enzim aktivitesinin uyarılmasına bağlı olarak Brassicaceae familyasındaki bitkiler mikrosistinlere en duyarlı bitkilerdir. Brassicaceae (%147) > Poaceae (%132) > Leguminosae (%129) > Amaranthaceae (%81) > Cucurbitaceae (%79) > Asteraceae (%71) > Apiaceae (%2), Asteraceae ve Apiaceae familyalarındaki bitkiler mikrosistinlere karşı en dirençli bitkilerdir. Morfolojik özellikleri sebebiyle mikrosistinlere karşı yüksek dirençleri de Apiaceae (%5) < Asteraceae (%18) < Poaceae (%49) < Brassicaceae (%58) = Polanaceae (%58) < Leguminosae (%62) < Kabakgiller (%69) familyalarına ait bitkiler göstermişlerdir. Ayrıca mikrosistin, Apiaceae (%2) < Asteraceae (%22) < Brassicaceae (%34) < Solanaceae (%40) < Poaceae (%44) < Leguminosae (%62) familya üyeleri için ise daha az fotosentetik etkinlik inhibisyonu oluşturmuştur (Zhang vd., 2021).



Şekil 2: Mikrosistin tarımsal bitki familyalarının morfolojisi, fotosentetik etkinlik ve antioksidan enzim aktivitesi üzerindeki küresel etkileri

Tarım bitkileri, mikrosistinleri biyokonsantre etme yetenekleri bakımından farklılık gösterirler (Şekil 3). İnsan sağlığı açısından bakıldığında, bitkinin yenilebilir kısmında biyokonsantre olan mikrosistin miktarı en kritik olanıdır. Mikrosistinerler tercihen; tüm bitki > gövde > kök = yaprak > tahl > fide şeklinde biyolojik birikim gösterirler. En yüksek mikrosistin biyokonsantrasyonu pirinç, dereotu, roka, lahanası, maydanoz ve turp bitkilerinde meydana geldi. Mısır, fasulye, makarnalık buğday, marul ve havuç bitkilerinde orta derecede mikrosistin biyokonsantrasyonları gözlemlendi. En düşük mikrosistin biyokonsantrasyonunun *Arabidopsis thaliana* bitkisi, kolza ve salatalıkta olması, bu bitkilerin daha az mikrosistin biyokonsantre edebileceğini düşündürmektedir (Zhang vd., 2021).



Şekil 3: Mikrosistinerlerin biyokonsantrasyon faktörü ölçeklemesi (a), farklı bitki kısımlarında (b) ve farklı bitki türlerinde (c) mikrosistinerler için biyokonsantrasyon faktörü ($\ln RR_{BCF}$) oranları

Yapraklı sebzeler, yenilebilir dokulardaki mikrosistinerleri biyokonsantre etme eğilimindedir ve insanlar genellikle yaprağın tamamını yerler, bu da yetişkinlerin ve çocukların yapraklı sebzeleri yutmaktan kök sebzelere göre daha büyük bir sağlık riskine sahip oldukları anlamına gelir. Çiğ sebze yemek, mikrosistinerlere doğrudan maruz kalmaya sebep olur, ancak mikrosistinerler kaynatılsa veya buharda pişirilse bile gıdada orijinal kimyasal formlarında

kalır (Chen vd., 2010). Pişmiş bitkiler bağlı mikrosistinleri serbest bırakır ve böylece sindirilen mikrosistin miktarını artırır. Bu nedenle, mikrosistinle kontamine olmuş bir bitkiyi insan tüketimi için güvenli bir şekilde hazırlamanın bir yolu yok gibi görünüyor. Yutulduktan sonra, mikrosistinler insan vücut dokularında biyolojik olarak birikerek çeşitli insan organları üzerinde olumsuz etkilere neden olabilir ve yüksek karaciğer ve kolorektal kanser insidansı ile ilişkili proto-onkogenlerin, onkogenlerin ve sitokinlerin ekspresyonunu değiştirebilir (Buratti vd., 2017). Bugüne kadar, dünyada mikrosistinlerle kontamine olmuş sebzelerin tüketimiyle bağlantılı hayvan veya insan zehirlenmesine dair bir rapor bulunmamaktadır. Bununla birlikte, Çin, Suudi Arabistan ve Kanada gibi dünyanın birçok yerinde sebzelerdeki mikrosistin konsantrasyonu günlük tolerans alımını (Dünya Sağlık Örgütü, 0.04 µg mikrosistin/kg vücut kütlesi/gün) aşabilir (Mohamed ve Al Shehri, 2009; Miller ve Russel, 2017; Xiang vd., 2019).

2.1.1. Yeşil Yapraklı Sebzeler

Altı farklı çalışmada, siyanotoksinle kirlenmiş suyla sulanan marul ve rokadaki siyanotoksinlerin biyoakümülyasyonu incelendi (Bittencourt-Oliveira vd., 2016; Codd vd., 1999; Cordeiro-Araujo vd., 2016; Crush vd., 2008; Hereman ve Bittencourt-Oliveira, 2012; Mohamed ve Al Shehri, 2009; Machado vd., 2017a; Machado vd., 2017b). Çalışmalarda farklı sulama hacimleri, dozları ve yetiştirme koşulları kullanılmıştır. Deney tasarımındaki veya sulama koşullarındaki değişiklikten bağımsız olarak, biyolojik birikim konsantrasyonları tipik olarak sulama suyundaki artan MC konsantrasyonlarıyla birlikte artmıştır. Bununla birlikte, benzer hacimlerde su ve dozlarda MC uygulanmasına rağmen bazı sonuçlar farklılık göstermiştir. Örneğin, çok düşük sulama konsantrasyonları, yani 0.5 ve 0.65 µg/L kullanıldıktan sonra hiçbir biyolojik birikim meydana gelmemiştir. Buna karşılık, başka bir çalışma 0.5 µg/L ile sulamanın yaş kütlede 8.31 µg/kg biyobirikim konsantrasyonları ile sonuçlandığını gösterdi. Bu sulama konsantrasyonları, Health Canada'nın içme suyundaki toplam MC yönergelerinden daha düşüktür (Health Canada, 2016).

5 veya 10 µg/L MC-LR ile yedi günlük sulamanın ardından rokada biyolojik birikim meydana gelmezken, marulda yaklaşık yaş kütlede 50 ile 100 µg/kg arasında değişen konsantrasyonlar tespit edildi (Cordeiro-Araujo vd., 2016). Marulun 15 gün boyunca günlük sulamasında toplam 100 ml çözeltilerde 12.5 µg/L'ye kadar MC, 8.31 ila 177.8 µg/kg arasında değişen konsantrasyonların saptanmasına neden oldu (Hereman ve Bittencourt-Oliveira, 2012). Benzer şekilde, 100 mL çözeltilerde toplam 13 µg/L MC ile 15 gün boyunca günlük sulama, marul yaprağı dokusunda maksimum konsantrasyon yaş kütlede 158.35 µg/kg. Bu sulama konsantrasyonları,

rekreasyon suyundaki toplam MC (20 µg/L) için Canada Sağlık Yönerge'sinden daha düşüktür (Health Canada, 2016).

Kullanılan en yüksek sulama konsantrasyonu 2100 µg/L olup bu doz siyanobloom altındayken toplanan göl suyundan geliyordu (Crush vd., 2008). Marullar bu su ile 12 gün boyunca her üç günde bir sulandı ve bunun sonucunda bitkilerin sürgünlerinde elde edilen biyobirikim konsantrasyonları kuru kütlede 740 ila 840 µg/kg arasında değişti. Bir çiftlikte yetiştirilen ve bilinmeyen konsantrasyonlarda siyanotoksinle sulanan marullarda gözlemlenen en yüksek biyobirikimli konsantrasyon kuru kütlede 2487 µg/kg olarak ölçüldü. Marulların yaprakları, kontamine olmayan su ile durulanarak yaprak yüzeyindeki görünür siyanobakteriyel hücreler uzaklaştırıldı.

60 kg'lık bir kişinin günde 40 g marul yaprağı tükettiği düşünüldüğünde insanda biriken konsantrasyon, birkaç gün boyunca sulanan düşük sulama konsantrasyonları veya yalnızca bir günlük sulamadan sonra 0,04 µg MC-LR/kg vücut ağırlığı (BW) olup Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) tolere edilebilir günlük alımını aşacaktır (Machado vd., 2017a). Tek bir çalışma, marul bitkilerinden MC'nin arındırılmasını (yani bitkiden toksinlerin atılımını veya metabolik parçalanmasını) inceledi (Cordeiro-Araujo vd., 2016). Kirli suyla yedi gün sulamadan sonra, MC-LR konsantrasyonları yaş kütlede 100 µg/kg yükseldi. Marul bitkileri daha sonra kontamine olmayan su ile sulanmıştır. Yedi günlük temiz suyla sulamadan sonra, MC-LR konsantrasyonu yaklaşık yaş kütlede 30 µg/kg'a düşmüştür ve bu, tüketiciler için maruldaki MC-LR'yi azaltmanın bir yolu olarak temizleme potansiyelini göstermektedir.

2.1.2. Köklü sebzeler

Havuç (Machado vd., 2017b) ve turp (Mohamed ve Al Shehri, 2009) üzerinde yapılmış olan iki farklı çalışmada köklü sebzelerden havuçlar, 10 veya 50 µg/L MC-LR içeren 40 mL su ile 14 veya 28 gün boyunca haftada iki kez sulanmış ve MC-LR, yaş kütlede 5 µg/kg konsantrasyonlarında tespit edildi (Machado vd., 2017b). Turplar, kontamine kuyu suyu kullanılarak tarlalarda yetiştirildiği için sulamadaki kesin konsantrasyon bilinmemektedir. Turplarda tespit edilen toplam MC konsantrasyonu yaş kütlede 1200 µg/kg olarak ölçüldü.

2.1.3. Lahanagiller

Bir çalışmada lahanalar (Mohamed ve Al Shehri, 2009) ve diğerinde brokoli incelenmiştir (Järvenpää vd., 2007). Sulamadaki mikrosistin (muhtemelen MC-YR) konsantrasyonu bilinmiyordu, ancak lahanalar yaprağı dokusunda yaş kütlede 70 µg/kg tespit edildi (Mohamed ve Al Shehri, 2009). Lahanalar 20 gün boyunca günlük 1 veya 10 µg/L MC-YR'li suya maruz kaldıktan sonra MC-LR, brokolinin yenilebilir kısmı olmayan sadece

köklerinde çok düşük konsantrasyonlarda (yaş kütlede 0.9 ile 2.4 µg/kg arasında) tespit edilmiştir (Järvenpää vd., 2007).

2.1.4. Maydanozgiller & Turpgiller

Maydanozgillerden dereotu ve maydanoz (Mohamed ve Al Shehri, 2009) ile turpgillerden hardal (Järvenpää vd., 2007) bitkilerinde biriken mikrosistinler üzerine de çeşitli deneysel çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu deney kapsamında dereotu ve maydanoz, konsantrasyonu bilinmeyen mikrosistin (muhtemelen MC-YR) içeren suyla sulanmıştır. Maydanoz kökleri, yapraklara kıyasla biraz daha fazla MC-YR biriktirirken (yaş kütlede yaklaşık 300'e karşı 250 µg/kg), dereotu yapraklarındaki konsantrasyonlar ise köklere kıyasla daha yüksek oranda olduğu görülmüştür (yaş kütlede yaklaşık 200'e karşı 150 µg/g) (Mohamed ve Al Shehri, 2009). Hardal bitkisi, 19 gün boyunca günlük 1 ile 10 µg/L arası MC-LR'li suyla sulandı. Bu sulamanın sonucunda hardal köklerinde düşük konsantrasyonlarda olsa MC-LR tespit edildi (yaş kütlede 2.5 ila 2.6 µg/g arası) (Järvenpää vd., 2007).

2.1.5. Meyveler

Domatesler iki hafta boyunca her üç günde 100 µg/L MC-LR içeren 500 mL su ile sulanmıştır. Bir hafta sonra yeşil ve olgun domateslerde MC-LR tespit edildi (yaş kütlelerde sırasıyla 54 ve 10.8 µg/kg) (Gutierrez-Praena vd., 2014). Ancak iki haftalık sulamanın ardından domateslerde tespit edilen MC-LR miktarı limitlerin altındaydı. Yeşil ve olgun domateslerdeki konsantrasyonlar, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'nün 60 kg'lık bir kişinin ortalama tüketimine dayalı günlük alım değerlerini aşmadı (Machado vd., 2017a). Konsantrasyonlar, bitkilerin kök ve yapraklarında oldukça yüksek miktarda olmasına karşın bitkinin bu kısımları yenmediği için herhangi bir sağlık riski oluşturmaktadır (Gutierrez-Praena vd., 2014).

Yukarıda, mikrosistin içeren sulama sularıyla sulaması yapılan çeşitli sebzeler, meyveler, köklü ve yapraklı bitkilerdeki mikrosistin biyokonsantrasyonları üzerine yapılmış çeşitli araştırmalar daha çok laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiş çalışmalar olup insan sağlığını için risk oluşturacak sınır değerlerin bu bitkilerdeki biyokonsantrasyonu için daha fazla sahada yapılmış çalışma verilerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmalar sonucunda elde edilen veriler, mikrosistinlerle kontamine olmuş sebzelerden kaynaklanan bir insan sağlığı riski olduğunu öne sürüyor. Fakat bildiğimiz kadarıyla, sadece üç çalışma, saha koşullarında mikrosistinlerin biyokonsantrasyonunu bildirmekte, mevcut verilerin çoğu çevreyle ilgili olmayan saksı deneylerinde veya hidrofonic deneylerden elde edilmiştir. Fakat toprak-bitki sistemlerini mikrosistinli sulama sularına maruz bırakarak gerçekleştirilen çalışmalar bitkilerde mikrosistin biyokonsantrasyonunu olduğundan daha fazla ortaya

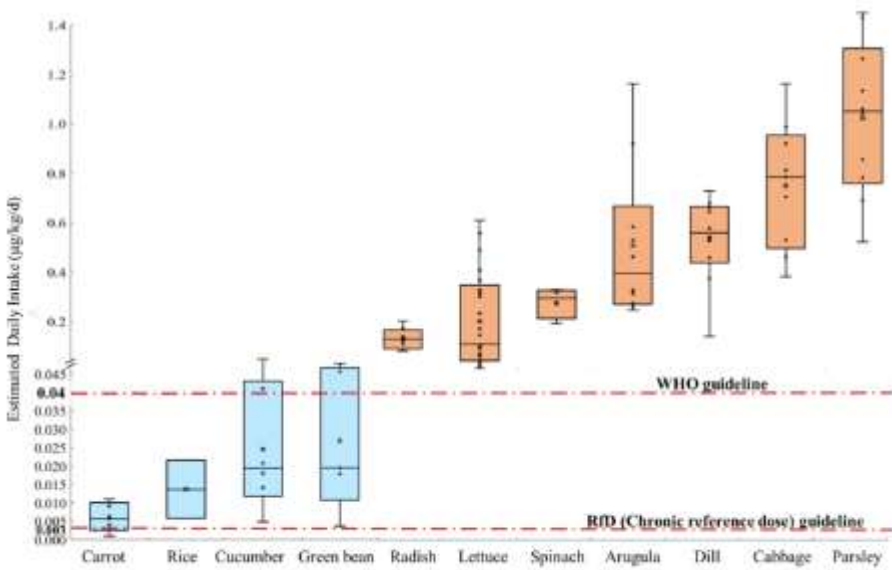
çıkmasına sebep olacağı için (Machado vd., 2017a), bu tür deneyler saha koşullarındaki mikrosistinlerin biyokonsantrasyonunu tam olarak yansıtmayacaktır. Mikrosistinlerin diğer organizmalarla etkileşimlerini, doğal adsorpsiyon ve bozunma süreçlerini ve doğal toprak solüsyonunun bitkilerde mikrosistinlerin biyokonsantrasyonuna nasıl izin verdiğini gösteren mikrosistin deneylerine ihtiyaç vardır (Mohamed ve Al Shehri, 2009; Romero-Oliva vd., 2014; Xiang vd., 2019). Ayrıca, yetersiz karakterize edilmiş siyanobakteriyel ekstraktlarla yapılan çalışmalar, mikrosistinlerin tarla ortamlarında tarım bitkilerine transfer riskini hafife alabilirken, kültürlenmiş *Microcystis aeruginosa* veya saflaştırılmış standartlara dayanan mikrosistin deneyleri, doğal çiçeklerin gerçek toksisitesini tam olarak yansıtmadığı için bu verilerden yola çıkarak gerçek halk sağlığı riskini de tam olarak tahmin edemeyiz. Uzmanlar, mikrosistinleri bitki dokularındaki serbest çözünmüş mikrosistinleri ölçen ancak bağlı mikrosistin fraksiyonunu ölçmeyen bir çözücü ekstraksiyon ve saflaştırma (örn. bir C18 kartuşu ile) yöntemiyle elde edilen biyokonsantrasyon verilerinin çok sağlıklı olmadığını kabul ediyorlar (Jüttner ve Lüthi, 2008; Neffling vd., 2010). Bağlı mikrosistinler (örn., dekonjuge proteine bağlı mikrosistinler), mikrosistinlerin genel toksisitesine katkıda bulunan tiyollerle tersinir bir bağlanma sürecinden geçer (Vela vd., 2008; Wei vd., 2016). Bağlı mikrosistinler bitki dokularındaki ana parça olduğunda, bu, biyokonsantrasyonun ve mikrosistinlerin yenilebilir bitki dokularından insanlara muhtemel transfer riskinin büyük ölçüde hafife alınması anlamına gelir (Corbel vd., 2016; Meissner vd., 2013).

Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (2015) tarafından tarımsal bitkilerin yenilebilir kısımlarının yetişkinler ve çocuklar için günlük sınır alım değerleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2: Tarımsal bitkilerin yenilebilir kısımlarının günlük sınır alım değerleri (Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi, 2015)

Zirai bitkiler	Yenilebilir bitki kısmının günlük referans alımı (gram/günlük)	
	Yetişkinler	Çocuklar
Roka	80	40
Lahana	80	40
Havuç	15	7.5
Salatalık	100	50
Dereotu	100	50
Yeşil fasulye	120	60
Marul	80	40
Maydonoz	110	50
Turp	15	7.5
Ispanak	128	64
Pirinç	250	130
Domates	150	75

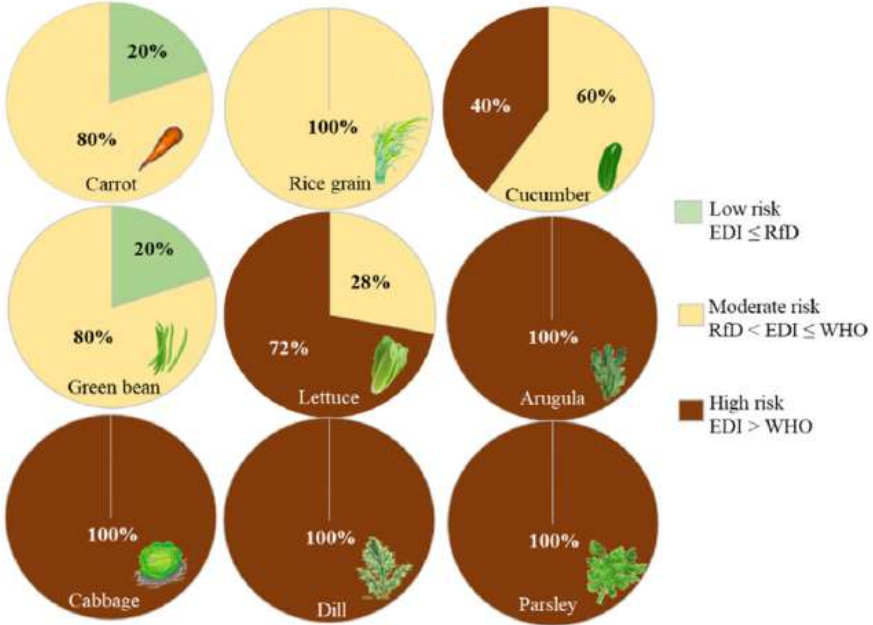
Yetişkinler ve çocuklar için mikrosistin-LR'nin tahmini günlük alım değerlerinin (EDI, $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{günlük}$) maydanoz (0.9) > lahana (0.6) > dereotu = roka (0.5) > marul (0.2) > taze fasulye (0.03) > salatalık (0.02) > pirinç tanesi (0.01) > havuç (0.006) bitkileri için Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) belirlediği ortalama günlük alım değerlerinin üzerinde olduğu görüldü (Şekil 4). Yetişkinler ve çocuklar maydanoz, dereotu, roka ve lahana gibi yapraklı sebzeleri yediğinde kök, meyve ve tahıl tükettiklerinden daha fazla mikrosistin alımına maruz kaldıkları görüldü. Marul, salatalık, yeşil fasulye, pirinç tanesi ve havuç için günlük alım değerleri ise sınır değerlerin üzerinde olup bu tarımsal bitkiler tüketildiğinde mikrosistinelere kronik olarak maruz kalma riskinin olduğu görülmektedir (Zhang vd., 2021).



Şekil 4: Tarım bitkilerinin yenilebilir kısımlarının yetişkinler tarafından tüketiminden elde edilen mikrosistin-LR'nin tahmini günlük alımı (EDI)

Yapraklı sebzeler, yenilebilir dokulardaki mikrosistinleri biyokonsantrasyon eğilimindedir ve insanlar genellikle yaprağın tamamını yerler, bu da yetişkinlerin ve çocukların yapraklı sebzeleri tüketmekten kök sebzelere göre daha büyük bir sağlık riskine sahip oldukları anlamına gelir (Şekil 5). Çiğ sebze yemek, mikrosistinelere doğrudan maruz kalma yoludur, ancak mikrosistinler kaynatılsa, kızartılsa veya buharda pişirilse bile gıdada orijinal kimyasal formlarında kalır (Chen vd., 2010). Pişmiş bitkiler bağlı mikrosistinleri serbest bırakır ve böylece sindirilen mikrosistin miktarını artırır. Bu nedenle, mikrosistinle kontamine olmuş bir bitkiyi insan tüketimi için güvenli bir şekilde hazırlamanın bir yolu yok gibi görünüyor.

Mikrosistinler vücuda alındıktan sonra, dokularda biyolojik olarak birikerek karaciğer ve bağırsak kanser oranının artmasıyla yakından ilişkili çeşitli kanser yapıcı özelliği olan genlerin ve hormonların uyarılmalarını tetikleyebilirler (Buratti vd., 2017).



Şekil 5: Deneysel olarak kullanılan tarımsal bitkilerdeki mikrosistin-LR'nin tahmini günlük alım (EDI) değerlerinin % oranına göre düşük risk, orta risk ve yüksek risk olarak sınıflandırılmaları

3. SONUÇ

Tarımsal üretimde sürdürülebilirlik adına kullanılacak suyun niteliği büyük önem taşımaktadır. Nehirler, göller ve diğer su kaynaklarının kirletilmesi elbette sulamada kullanılacak suyun kalitesi ve miktarını doğrudan etkileyecektir. Sulamada kullanılacak suyun kalitesinin düşük olması durumunda zaman içerisinde toprak veriminde ve bitki gelişiminde düşüşlerin ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır.

Su kalitesinin bozulmasında algal bloomlar önemli bir yer tutmaktadır. Algal bloomlar içerisinde de toksik siyanobakteri bloomları gerek sağlık gerekse çevresel etkileri bakımından daha fazla risk barındıran unsulardır. Siyanobakteri bloomları tüm su kaynakları için önemli riskler barındırmalarına karşın içme ve kullanma sularının kirlenmesine bağlı ortaya çıkabilecek siyanobakteriyel toksinler, bu suları doğrudan yada dolaylı olarak tüketen insan ve hayvan sağlığı açısından büyük risk teşkil etmektedir.

İnsanlar, siyatoksinlere maruz kalmış gerek tarımsal ürünler gerekse bu tarımsal ürünlerle beslenmiş hayvansal ürünler tüketmek suretiyle belirli oranlarda siyanotoksinlere maruz kalmaktadır. Suda yaşayan bazı hayvanlarda, yenilebilir bitkilerde ve besin takviyelerinde siyanotoksinlerin özellikle mikrosistinlerin (MC) birikmesi, mikrosistinlerin insan vücuduna girmesine ve çok çeşitli sağlık ve çevresel problemlere yol açmaktadır.

Siyanotoksinlerin, ötrofik su kütlelerinin siyanobakteriyel bloomlarına ek olarak, toprak ve yer altı suları dahil olmak üzere birçok ortamda meydana geldiği yapılan çalışmalardan bilinmektedir. Yerel yetkililer halk sağlığı açısından daha çok içme sularındaki halkın siyanotoksinlere maruz kalma riskinin yönetimini öncelmesi sebebiyle yeraltı suları ve toprak ortamlarındaki siyanotoksinlerin etkilerine çok fazla dikkat edilmemektedir. Siyanotoksinle kirlenmiş sulama suyundan kaynaklanan olası bir mesleki tehlikeyi maalesef ne gıda mühendislerimiz nede tarımsal üretim yapan çiftçilerimiz bilmektedir. Araştırmalar, tarım işçilerinin toprakta ve bu siyanotoksinleri biyolojik olarak bünyesinde biriktiren mahsullerdeki siyanotoksinlere maruz kalabileceğini göstermektedir. Çevredeki nutrient fazlalıkları ile siyanobakteriyel bloomlar arasındaki pozitif yönlü bağlantı iyi bilinmektedir. Bu sebeple gerek tarımsal üretimde gerekse evsel yada sanayi kaynaklı atıksu deşarjlarındaki fazla besin yükleri kontrol altına alındığı takdirde siyanobakterin bloom olarak adlandırdığımız aşırı çoğalmasında önlenmiş olur. Böylece, siyanobakteriler tarımsal havzalarda ekolojik bütünlüğe ve insan sağlığına bir tehdit olarak değil, diğer organizmalarla uyum içinde yaşadığı sürdürülebilir bir gelecek için daha iyi besin yönetiminin zararsız bir parçası olmuş olur.

4. ÖNERİLER

- Toksik alglerin su kaynaklarındaki kontrolüne ilişkin alınması gereken önlemlerin başında yüksek risk taşıyan alanlarda (içme ve kullanma suyu sağlayan baraj gölleri ile balıkçılık ve rekreasyon alanı olan göllerde) siyanotoksin ölçümlerinin ve izleme çalışmalarının düzenli olarak yapılarak suların siyanotoksinler açısından risk haritalarını oluşturmak, ve bu doğrultuda su kaynaklarının uygun metodlarla toksinlerden arındırılması ve insanların bu konuda bilgilendirilmesi oldukça önemlidir.
- Siyanobakteriyel çoğalmalar ve ardından gerçekleşen toksin artışı öncesinde su kaynaklarında başta siyanobakteriler olmak üzere algal bloom kontrolü için en etkili yöntem, su kütlelerinde en azından azot ve fosfor gibi besleyici tuzların sınır değerlerin altında tutulması sularındaki mikrobiyal aktiviteyi sınırlayacağı için siyanotoksin üretiminde engellemiş olacaktır.
- Yeraltı suları ve toprak ortamlarındaki siyanotoksinlerde dolaylı

yollarla insan, hayvan ve çevre sağlığını tehdit etmesi sebebiyle siyanotoksinlerin zararlı etkilerini yönetmede içme suları, yeraltı suları ve toprak ortamlarındaki siyanotoksinlerin tamamını kapsayıcı Tek Odaklı Sağlık Yaklaşımının izlenmesi kanatimizce daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

- Nitrojen ile fosfatın siyanotoksin üretimi için tetikleyici besinler olduğuna dair ortaya çıkan kanıtlar, nitrojenli yada fosfatlı gübrelerin tarımda daha dikkatli ve mantıklı bir şekilde kullanılması zorunlu kılmaktadır.
- Kanun yapıcılar, yerel yönetimler, sağlık personelleri ve en önemlisi ise ilgili teknik personeller (çevre, gıda, kimya mühendisleri vs.) siyanotoksinlerin zararları hakkında kendi aralarında bilgi paylaşımında bulunması ve bir koordinasyon içerisinde işlerini yürütmelidirler.
- Su kaynaklarının sürdürülebilir şekilde korunması, kullanılması, iyileştirilmesi ve geliştirilmesi için suyun miktar ve kalite açısından havza bazında etkin yönetimine esas oluşturacak kapsamlı "Su Kanunu" çıkartılmalıdır.

5. KAYNAKÇA

- Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (2015). *Raw vegetables poster*. <https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/nutrition-information-raw-vegetables>
- Aráoz, R., Molgó, J. & de Marsac, N. T. (2010). Neurotoxic cyanobacterial toxins. *Toxicon*, 56, 813-828.
- Bar-On, Y. M., Phillips, R. & Milo, R. (2018). The biomass distribution on Earth. *PNAS*, 115, 6506-6511.
- Bittencourt-Oliveira, M. C., Cordeiro-Araujo, M. K., Chia, M. A., Arruda-Neto, J. D., de Oliveira, E. T. & Dos Santos, F. (2016). Lettuce irrigated with contaminated water: photosynthetic effects, antioxidative response and bioaccumulation of microcystin congeners. *Ecotoxicol Environ Saf.*, 128, 83-90.
- Blaha, L., Babica, P. & Marsalek, B. (2009). Toxins produced in cyanobacterial water blooms—toxicity and risks. *Interdiscip Toxicol.*, 2, 36-41.
- Briand, E., Gugger, M., François, J. C., Bernard, C., Humbert, J. F. & Quiblier, C. (2008). Temporal variations in the dynamics of potentially microcystin-producing strains in a bloom-forming *Planktothrix agardhii* (cyanobacteria) population. *Applied and Environmental Microbiology*, 74(12), 3839-3848.
- Briand, J. F., Jacquet, S., Flinois, C., Avois-Jacquet, C., Maisonnette, C., Le Berre, B. & Humbert, J. F. (2005). Variations in the microcystin production of *Planktothrix rubescens* (cyanobacteria) assessed from a four-year survey of Lac du Bourget (France) and from laboratory experiments. *Microb. Ecol.*, 50, 418-28.
- Buratti, F. M., Manganelli, M., Vichi, S., Stefanelli, M., Scardala, S., Testai, E. & Funari, E. (2017). Cyanotoxins: producing organisms, occurrence, toxicity, mechanism of action and human health toxicological risk evaluation. *Arch. Toxicol.*, 91, 1049-1130.
- Carmichael, W.W. & Falconer, I.R. (1993). Diseases related to freshwater blue-green algal toxins and control measures. I.R. Falconer (Ed.), *Algal toxins in seafood and drinking water* (pp. 187-209). Academic Press, London.
- Carmichael, W. W. (1992). Cyanobacteria secondary metabolites-The cyanotoxins. *J. Appl. Bacteriol.*, 72(6), 445-459.
- Carmichael, W. W. (2001). Health Effects of Toxin-Producing Cyanobacteria: “The CyanoHABs”. *Hum Ecol Risk Assess.*, 7, 1393-1407.
- Chen, J., Dai, J., Zhang, H., Wang, C., Zhou, G., Han, Z. & Liu, Z. (2010). Bioaccumulation of microcystin and its oxidative stress in the apple (*Malus pumila*). *Ecotoxicology*, 19(4), 796-803.

- Codd, G. A. (1995). Cyanobacterial toxins: occurrence, properties and biological significance. *Water Sci. Technol.*, 32(4), 149-156.
- Codd, G. A. (2000). Cyanobacterial Toxins, the perception of water quality and the prioritisation of eutrophication control. *Ecol Eng.*, 169: 56-60.
- Codd, G. A., Lindsay, J., Young, F. M., Morrison, L. F. & Metcalf, J. S. (2005). Harmful Cyanobacteria. J. Huisman, H.C.P. Mathijs, P.M., Visser (Eds), *Harmful cyanobacteria* (pp. 1-24). Springer, The Netherlands.
- Codd, G. A., Metcalf, J. S. & Beattie, K. A. (1999). Retention of *Microcystis aeruginosa* and microcystin by salad lettuce (*Lactuca sativa*) after spray irrigation with water containing cyanobacteria. *Toxicon*, 37(8), 1181-1185.
- Corbel, S., Mougin, C., Nélieu, S., Delarue, G. & Bouaicha, N. (2016). Evaluation of the transfer and the accumulation of microcystins in tomato (*Solanum lycopersicum* cultivar MicroTom) tissues using a cyanobacterial extract containing microcystins and the radiolabeled microcystin-LR (14C-MC-LR). *Sci. Total Environ.*, 541, 1052-1058.
- Cordeiro-Araujo, M. K., Chia, M. A., Arruda-Neto, J. D., Tornisielo, V. L., Vilca, F. Z. & Bittencourt-Oliveira M. C. (2016). Microcystin-LR bioaccumulation and depuration kinetics in lettuce and arugula: Human health risk assessment. *Sci Total Environ.*, 566-567, 1379-1386.
- Crush, J.R., Briggs, L.R., Sprosen, J.M. & Nichols, S.N. (2008). Effect of irrigation with lake water containing microcystins on microcystin content and growth of ryegrass, clover, rape, and lettuce. *Environ Toxicol.*, 23(2), 246-52.
- Davis, T. W., Berry, D. L., Boyer, G. L. & Gobler, C. J. (2009). The effects of temperature and nutrients on the growth and dynamics of toxic and non-toxic strains of *Microcystis* during cyanobacteria blooms. *Harmful algae*, 8(5), 715-725.
- De, D. M. (2000). Evolution. When did photosynthesis emerge on Earth? *Science (New York, NY)*, 289, 1703-1705.
- De Figueiredo, D. R., Azeiteiro, U. M., Esteves, S. M., Gonçalves, F. J. M. & Pereira, M. J. (2004). Microcystin-producing blooms-a serious global public health issue. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 59(2), 151-163.
- DeMott, W. R., Zhang, Q. X. & Carmichael, W. W. (1991). Effects of toxic cyanobacteria and purified toxins on the survival and feeding of a copepod and three species of *Daphnia*. *Limnology and Oceanography*, 36(7), 1346-1357.
- Dittmann, E., Erhard, M., Kaebernick, M., Scheler, C., Neilan, B. A., Von Döhren, H. & Börner, T. (2001). Altered expression of two light-dependent genes in a microcystin- lacking mutant of *Microcystis aeruginosa* PCC 7806. *Microbiology*, 147(11), 3113-3119.
- Drobac, D., Tokodi, N., Simeunović, J., Baltić, V., Stanić, D. & Svirčev, Z.

- (2013). Human exposure to cyanotoxins and their effects on health. *Archives of Industrial Hygiene and Toxicology*, 64(2), 305-315.
- EPA (United States Environmental Protection Agency) (2014). *Cyanobacteria and Cyanotoxins: Information for Drinking Water Systems*. https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-08/documents/cyanobacteria_factsheet.pdf
- Funari, E. & Testai, E. (2008). Human health risk assessment related to cyanotoxins exposure. *Crit Rev Toxicol.*, 38, 97-125.
- Gerçek, Ç. G. & Yeşildal, N. (2006,). *Siyanobakteriler ve Kent Sağlığı* [Bildiri Sunumu]. Kent ve Sempozyumu, 07-09 Haziran 2006, Bursa.
- Gkelis, S. & Zaoutsas, N. (2014). Cyanotoxin occurrence and potentially toxin producing cyanobacteria in freshwaters of Greece: A multi-disciplinary approach. *Toxicon*, 78, 1-9.
- Graham, J. L., Jones, J. R., Jones, S. B., Downing, J. A. & Clevenger, T. E. (2004). Environmental factors influencing microcystin distribution and concentration in the Midwestern United States. *Water research*, 38(20), 4395-4404.
- Gutierrez-Praena, D., Campos, A., Azevedo, J., Neves, J., Freitas, M., Guzmán-Guillén, R., Cameán, A. M., Renaut, J. & Vasconcelos, V. (2014). Exposure of *Lycopersicon esculentum* to microcystin-LR: effects in the leaf proteome and toxin translocation from water to leaves and fruits. *Toxins*, 6(6), 1837-54.
- Health Canada (2016). *Guidelines for Canadian Drinking Water Quality: Guideline technical document for public comment-Cyanobacterial toxins*. University of Ottawa, Ontario, Canada.
- Hereman, T. & Bittencourt-Oliveira, M. (2012). Bioaccumulation of microcystins in lettuce. *J Phycol.*, 48(6), 1535-7.
- Hesse, K., Dittmann, E. & Börner, T. (2001). Consequences of impaired microcystin production for light-dependent growth and pigmentation of *Microcystis aeruginosa* PCC7806. *FEMS Microbiology Ecology*, 37(1), 39-43.
- Hudnell, H. K. (2010). The state of us freshwater harmful algal blooms assessments, policy and legislation. *Toxicon*, 55(5), 1024-1034.
- Huisman, J., Codd, G. A., Paerl, H. W., Ibelings, B. W., Verspagen, J. M. & Visser, P. M. (2018). Cyanobacterial blooms. *Nature Reviews Microbiology*, 16, 471-483.
- Janssen, E. M. L. (2019). Cyanobacterial peptides beyond microcystins-A review on co-occurrence, toxicity, and challenges for risk assessment, *Water Res.*, 151, 488-499.
- Järvenpää, S., Lundberg-Niinisto, C., Spoof, L., Sjøvall, O., Tyystjarvi, E. & Meriluoto, J. (2007). Effects of microcystins on broccoli and mustard, and analysis of accumulated toxin by liquid chromatography-mass spectrometry. *Toxicon*, 49(6), 865-874.

- Jüttner, F. & Lüthi, H. (2008). Topology and enhanced toxicity of bound microcystins in *Microcystis* PCC 7806. *Toxicon*, 51, 388-397.
- Kaebnick, M., Rohrlack, T., Christoffersen, K. & Neilan, B. A. (2001). A spontaneous mutant of microcystin biosynthesis: genetic characterization and effect on *Daphnia*. *Environ. Microbiol.*, 3(11), 669-679.
- Kahraman, S. D. & Küplülü, Ö. (2012). Siyanobakteriler ve toksinleri. *Vet Hekim Der Derg.*, 83(2): 36-47.
- Komárek, J., Kaštovský, J., Mareš, J. & Johansen, J. R. (2014). Taxonomic classification of cyanoprokaryotes (cyanobacterial genera) 2014, using a polyphasic approach. *Preslia*, 86, 295-335.
- Machado, J., Campos, A., Vasconcelos, V. & Freitas, M. (2017a). Effects of microcystin-LR and cylindrospermopsin on plant-soil systems: a review of their relevance for agricultural plant quality and public health. *Environ Res.*, 153, 191-204.
- Machado, J., Azevedo, J., Freitas, M., Pinto, E., Almeida, A., Vasconcelos, V. & Campos, A. (2017b). Analysis of the use of microcystin-contaminated water in the growth and nutritional quality of the root-vegetable, *Daucus carota*. *Environ Sci Poll Res Int.*, 24(1), 752-764.
- Magalhães, V. F., Soares, R. M. & Azevedo, S. M. F. O. (2001). Microcystin contamination in fish from the Jacarepaguá Lagoon (Rio de Janeiro, Brazil): Ecological implication and human health risk. *Toxicon*, 39(7), 1077-1085.
- Meissner, S., Fastner, J. & Dittmann, E. (2013). Microcystin production revisited: conjugate formation makes a major contribution. *Environ. Microbiol.*, 15: 1810-1820.
- Merel S., Walker D., Chicana R., Snyder S., Baurès E. & Thomas O. (2013). State of knowledge and concerns on cyanobacterial blooms and cyanotoxins, *Environ. Int.*, 59: 303-327.
- Metcalf, J. S. & Codd, G. A. (2000). Microwave oven and boiling waterbath extraction of hepatotoxins from cyanobacterial cells. *FEMS Microbiol. Lett.*, 184, 241-246.
- Miller, A. & Russell, C. (2017). Food crops irrigated with cyanobacteria-contaminated water: an emerging public health issue in Canada. *Environ. Health Rev.*, 60, 58-63.
- Mitrovic, S. M., Allis, O., Furey, A. & James, K. J. (2005). Bioaccumulation and harmful effects of microcystin-LR in the aquatic plants *Lemna minor* and *Wolffia arrhiza* and the filamentous alga *Chladophora fracta*. *Ecotoxicology and environmental safety*, 61(3), 345-352.
- Mohamed, Z. A. & Al Shehri, A. M. (2009) Microcystins in groundwater wells and their accumulation in vegetable plants irrigated with contaminated waters in Saudi Arabia. *J Hazard Mater.*, 172(1), 310-5.
- Neffling, M. R., Lance, E. & Meriluoto, J. (2010). Detection of free and

- covalently bound microcystins in animal tissues by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Environ. Pollut.*, 158, 948-952.
- Negri, A. P. & Jones, G. J. (1995). Bioaccumulation of paralytic shellfish poisoning (PSP) toxins from the cyanobacterium *Anabaena circinalis* by the freshwater mussel *Alathyriacondola*. *Toxicon*, 33(5), 667-678.
- Neilan, B. A., Pearson, L. A., Muenchhoff, J., Moffitt, M. C. & Dittmann, E. (2013). Environmental conditions that influence toxin biosynthesis in cyanobacteria, *Environ. Microbiol.*, 15, 1239-1253.
- Peuthert, A., Chakrabarti, S. & Pflugmacher, S. (2007). Uptake of microcystins-LR and -LF (cyanobacterial toxins) in seedlings of several important agricultural plant species and the correlation with cellular damage (lipid peroxidation). *Environmental Toxicology*, 22(4), 436-442.
- Pick, F. R. (2016). Blooming algae: a Canadian perspective on the rise of toxic cyanobacteria. *Can J Fish Aquat Sci.*, 73, 1149-1158.
- Prescott, L. M., Harley, J.P. & Klein, D.A. (2002). *Microbiology*. Fifth Edition, McGraw-Hill, New York, USA.
- Puente-Sánchez F., Arce-Rodríguez, A., Oggerin, M., García-Villadangos, M., Moreno-Paz, M., Blanco, Y., Rodríguez, N., Bird, L., Lincoln, S. A. & Tornos, F. (2018). Viable cyanobacteria in the deep continental subsurface. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115, 10702-10707.
- Rastogi, R. P., , R. P. & Incharoensakdi, A. (2014). The cyanotoxin-microcystins: current overview. *Rev. Environ. Sci. Bio.*, 13, 215-249.
- Rogers, E. H., Hunter III E. S., Moser, V. C., Philips, P. M., Herkovits, J., Muñoz, L., Hall, L. L. & Chernoff, N. (2005). Potential developmental toxicity of anatoxin-a, a cyanobacterial toxin. *J. Appl. Toxicol.*, 25(6), 527-534.
- Romero-Oliva, C. S., Contardo-Jara, V., Block, T. & Pflugmacher, S. (2014). Accumulation of microcystin congeners in different aquatic plants and crops—A case study from lake Amatitlán, Guatemala. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 102, 121-8.
- Saqrane, S., Ouahid, Y., El Ghazali, I., Oudra, B., Bouarab, L. & del Campo, F. F. (2009). Physiological changes in *Triticum durum*, *Zea mays*, *Pisum sativum* and *Lens esculenta* cultivars, caused by irrigation with water contaminated with microcystins: a laboratory experimental approach. *Toxicon*, 53(7-8), 786-796.
- Serrano, T., Dupas, R., Upegui, E., Buscail, C., Grimaldi, C. & Viel, J. F. (2015). Geographical modeling of exposure risk to cyanobacteria for epidemiological purposes. *Environ. Int.*, 81, 18-25.
- Sipiä, V. O., Kankaapä, H. T., Pflugmacher, S., Flinkman, J., Furey, A. & James, K. J. (2002). Bioaccumulation and detoxication of nodularin in

- tissues of flounder (*Platichthys flesus*), mussels (*Mytilus edulis*, *Dreissena polymorpha*), and clams (*Macoma balthica*) from the northern Baltic Sea. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 53(2), 305-311.
- Sivonen, K. (1990). Effect of light, temperature, nitrate, orthophosphate and bacteria on growth of hepatotoxin production by *Oscillatoria agardhii* strains. *Appl. Environ. Microbiol.*, 56(9), 2658-2666.
- Stewart, I. & Falconer, I.R. (2008). Cyanobacteria and cyanobacterial toxins. P. J. Walsh, S. L. Smith, L. E. Fleming, H. M. Solo-Gabriele, W. H. Gerwick (Eds), *Oceans and Human Health Risks and Remedies from the Seas* (pp. 271-296). Academic Press, USA.
- Utkilen, H. & Gjørlme, N. (1995). Iron-stimulated toxin production in *Microcystis aeruginosa*. *Appl. Environ. Microbiol.*, 61(2), 797-800.
- Van der Merwe, D. (2015). Cyanobacterial (blue-green algae) toxins. R. C. Gupta (Ed.), *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents* (pp. 421-429). 2nd, Academic Press, Boston, MA, USA.
- Vela, L., Sevilla, E., Gonzalez, C., Bes, M., Fillat, M. & Peleato, M. (2008). Exploring the interaction of microcystin-LR with proteins and DNA. *Toxicol. In Vitro*, 22, 1714-1718.
- Wei N., Hu L., Song L. & Gan N. (2016). Microcystin-bound protein patterns in different cultures of *Microcystis aeruginosa* and field samples. *Toxins*, 8: 293.
- Whitman, W. B., Coleman, D. C. & Wiebe, W. J. (1998). Prokaryotes: the unseen majority. *PNAS*, 95, 6578-6583.
- Xiang, L., Li, Y. W., Liu, B. L., Zhao, H. M., Li, H., Cai, Q. Y., Mo, C. H., Wong, M. H. & Li, Q. X. (2019). High ecological and human health risks from microcystins in vegetable fields in southern China. *Environ. Int.*, 133, 105142.
- Xie, L., Xie, P., Guo, L., Li, L., Miyabara, Y. & Park, H. (2005). Organ distribution and bioaccumulation of microcystins in freshwater fish at different trophic levels from the eutrophic Lake Chaohu, China. *Environ. Toxicol.*, 20(3), 293-300.
- Xiong, X., Zhong, A. & Xu, H. (2014). Effect of cyanotoxins on the hypothalamic-pituitary-gonadal axis in male adult mouse. *PloS one*, 9(11), e106585.
- Zhang, Y. & Whalen, J. K. (2019). Production of the neurotoxin beta-N-methylamino-l-alanine may be triggered by agricultural nutrients: An emerging public health issue. *Water Res.*, 170, 115335.
- Zhang, Y. & Whalen, J. K. (2020). Production of the neurotoxin beta-N-methylamino-l-alanine may be triggered by agricultural nutrients: An emerging public health issue. *Water Research*, 170, 115335.
- Zhang, Y., Whalen, J. K. & Sauvé, S. (2021). Phytotoxicity and bioconcentration of microcystins in agricultural plants: Meta-analysis and risk assessment. *Environmental Pollution*, 272, 115966.

BÖLÜM 3

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMDA FİTOREMEDİASYONUN ÖNEMİ

Yüksek Kimyager Hacer DAĞAŞAN¹

Ziraat Yüksek Mühendisi Mukaddes KOCAOĞLU KAVAS²

Uzman Biyolog Mehtap ÖZTEKİN³

Dr. Ayşe YILDIZ⁴

¹ Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, haker_dagasan@hotmail.com
ORCID ID: 0000-0003-1404-762X.

² Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, mkdskvs@gmail.com
ORCID ID: 0000-0002-2089-1176.

³ Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, oztekinmehtap@yahoo.com
ORCID ID: 0000-0001-9755-5499.

⁴ Türkiye Milli Botanik Bahçesi Müdürlüğü, Ankara, Türkiye, varolyildiz@hotmail.com
ORCID ID: 0000-0003-3154-1398.

GİRİŞ

Toprak yaşam için çok önemlidir. Karasal ekosistemin en önemli bileşenlerinden biri olan toprak, sadece gıda üretiminde değil, çevrenin, enerjinin ve biyoçeşitliliğin korunmasında da önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle ekosistemi korumak için; toprak, orman, hayvan, insan ve diğer yaşam formları korunmalıdır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte; madencilik, kentsel veya endüstriyel katı, sıvı ve gaz atıklar, pestisit ve yapay gübreleme, boyar madde teknolojisi ve motorlu araç egzoz emisyonları önemli düzeyde ağır metal salınımına neden olmuştur (Mahar ve ark., 2016). Topraktaki ağır metal kirliliği, tarım ürünlerinin güvenliğine yönelik oluşturduğu tehdit nedeniyle küresel düzeyde bilim insanlarının dikkatini çeken acil öncelikli bir çevre sorunu haline gelmiştir. “Ağır metal” terimi, kesin olarak tanımlanmamakla birlikte genellikle, öz kütlesi cm^3 'te 5 g'dan yoğun metalleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Bu kategoride yaklaşık 40 element bulunmaktadır. Bitkilerde ağır metal içeriği belirtilen limitleri aştığında toksik etki gösterir. Kadmiyum (Cd) 0.1-2.4; Cıva (Hg) 0.005-0.02; Krom (Cr) 0.2-1; Kurşun (Pb) 1-13; Arsenik (As) 0.02-7; Antimon (Sb) 0.02-0.06; Kobalt (Co) 0.05-0.5; Bakır (Cu) 4.15; Demir (Fe) 140; Mangan (Mn) 15-100; Molibden (Mo) 1-10; Nikel (Ni) 1; (Stronsiyum) Sr 0.30 ve Çinko (Zn) 8-100 $\mu\text{g g}^{-1}$ elementleri için bildiren değerler rapor edilmiştir (Asati ve ark., 2016). Kimyasal kirlilik ile ilgili olarak, kadmiyum, cıva, arsenik, kurşun ve krom gibi metaller ve metaloitler biyolojik sistemler üzerinde her düzeyde değişen toksik etkilere sahiptir. Oluşan bu kirlilik besin zinciri yoluyla organizmaları ve insan sağlığını tehdit etmektedir. Bazı ağır metaller canlı organizmalarda kanserojen, mutajenik, teratojenik ve endokrin sistemini olumsuz etkileyerek anamolilere neden olabilmektedir. Kirliliğin, özellikle çocuklarda nörolojik ve davranışsal değişikliklere neden olması konunun acil öncelikli araştırma konusu olması için yeterli bir gerekçedir. Sorunun çözümü ve bitkisel üretim ile insan ve çevre sağlığının sürdürülebilirliğin sağlanması için kimyasal, fiziksel ve biyolojik yöntemlerle iyileştirme benimsenmektedir.

“Fitoremediasyon”, ekosistemde yer alan kirleticilerin konsantrasyonunu veya toksik etkilerini azaltmak için bitkilerin ve topraktaki mikroorganizmalarının kullanılmasıdır. Kirleticilerin yerinde arıtılmasını sağlayan teknolojik bir yaklaşım olan yöntemde; ağır metalleri topraktan emen ve dokularında biriktiren ve çeşitli işlemlerle nötralize eden bitkiler kullanılmaktadır. Kirlenmiş alanların bitkilerle arındırılması doğa ile uyumlu ve insanların kolay kabullenebileceği uygun sürdürülebilir bir metottur. Araştırmaların sonucu, 450'den fazla metal biriktiren bitki türü bildirmiştir (Baumann, 1885). Bununla birlikte, bazı bitki türleri metal ağırlıklı topraklarda endemik olup optimum miktardan daha fazla ağır metal ve diğer toksik bileşikleri tolere edebilir. Bu çalışmada hiperakümülator bitkilerin ağır metal birikimleri ile biyokütle değişimi incelenmiştir. Ayrıca hiperakümülator

bitkilere şelatlayıcı eklenmesinin bitki biyokütle değişimine etkisi araştırılmıştır.

1. TEMEL TANIM VE ARAŞTIRMALAR

Bu çalışmada; fitoremediasyon uygulamaları ile topraktaki kirlilik ve kirliliği kısmen veya tamamen giderilmesi için kullanılabilecek yöntemleri “94 bitki üzerinde” yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir. Hiperakümülatör, fitoremediasyon, şelat ve ağır metal anahtar kelimeler kullanılarak bazı makale, derleme ve tezler incelenmiştir. Konuyla kısmen veya tamamen ilgili dünyada ve ülkemizde yapılmış 100'den fazla çalışma incelenmiş ve bunlardan en az 49'unda yer alan araştırma verileri kısmen değerlendirilmiştir. Türkiye'de yetişen bitkilerin bilinen yaygın Türkçe isimleri ile bilimsel isimlendirmeleri için "Türkiye Bitkileri Listesi (Vascular Plants)" kitabından yararlanılmıştır (Güner ve ark. (2012). Türkiye'de yetişmeyen bitkilerin bilimsel isimlendirmeleri için International Plant Names Index (IPNI; Uluslararası Bitki Adları İndeksi) uygulamalarından faydalanılmıştır (IPNI, 2023). İncelenen tüm çalışmalar da, doğal veya yapay fitoremediasyon çalışmaları için kullanılabilecek türleri ve şelasyon işlemleri kısmen özetlenerek derlenmiştir. Fitoremediasyonda, kirleticilerin bitkiye ulaşma yolları ve bitkinin toprağı temizleme yöntem(ler)i temel düzeyde açıklanmıştır. Bu çalışmalarda kullanılabilecek bitkiler ve biriktirdikleri ağır metaller Tablo 1'de özetlenmiştir.

1.1. Ağır Metal Kirliliği

Ağır metallerin toprakta ve tortuda sabit bir şekilde bulunmadığı bilinmektedir. Toprak ve tortu, ağır metal bileşenleri ile çeşitli düzey ve şekillerde (iyon değişimi, adsorpsiyon, çözünme) etkileşime girebilirler. Bu etkileşim sonucu ağır metaller farklı formlara dönüşebilmekte ve topraktaki konsantrasyonlarının varlığının ilerleyen azalması beklenilmektedir (Lund ve ark., 1980).

Endüstrinin birçok alanında doğaya ağır metal salımı gerçekleşmektedir. Örneğin maden fırınlarından, kadmiyum, bakır, kurşun, çinko ve nikel, metal eritilmesinde, kadmiyum, bakır, kurşun, çinko ve nikel, maden eritme ocaklarından, çinko, manganez ve demir, elektrolizlerden, cıva, trafikte kurşunlu benzin kullanımı ile kurşun, lastik metal emisyonu ile çinko ve nikel, evsel atıklardan kadmiyum, bakır, kurşun, çinko ve nikel, kanalizasyon yapılarından kadmiyum, bakır, kurşun, çinko ve nikel, farklı amaçlar için kömür yakılması sonrası kadmiyum, farklı yağ yakılması işlemleri sonucu nikel, yüksek gerilim hatlarında bakır ve çinko, tarımsal üretim ile gıda katkı maddelerinde bakır ve çinko, fosfatlı gübrelerde kadmiyum, pestisit içeriklerinde bakır, cıva ve arsenik doğaya salınır (Sharma ve ark., 2005).

Amerikan Çevre Koruma Ajansı (EPA) verilerine göre; 0,10 ppm'in üzerindeki gümüş'e maruz kalma sonucu cilt ve diğer dokuların renk değişimine (gri veya mavi-gri), solunum veya solunum organları sorunlarına ve

mide ağrısına neden olur. Bunun nedeni 0.10 ppm'nin üzerindeki maruz kalma, oksidatif fosforilasyon ve ATP sentezi gibi temel hücresel süreçleri etkilemesidir. 2.00 ppm'in üzerindeki baryuma maruz kalma sonucu kardiyak aritmilere, solunum yetmezliğine, sindirim sistemi problemlerine, kas seğirmesine ve yüksek tansiyona neden olur. 5.00 ppm'in üzerinde kadmiyuma maruz kalma sonucu kas seğirmesi, yüksek tansiyon, kanserojen, mutajenik, endokrin sistemi üzerine olumsuz etki, değişen düzeylerde akciğer hasarı, biyolojik sistemlerde kalsiyum regülasyonu değişiminin bir sonucu olarak kırılmaya daha uygun kemik yapısına yol açmaktadır. 0,10 ppm'in üzerinde kroma maruz kalma sonucu saç dökülmesine neden olur. 1.30 ppm'in üzerinde maruz kalma sonucu beyin ve böbrek hasarına, aşırı dozu karaciğer sirozuna ve anemiye, mide ve bağırsak tahrişine neden olur. 2.00 ppm'in üzerinde cıva 'ya maruz kalma sonucu, otoimmün hastalıklara, stres seviyesinin artmasına, halsizliğe, saç kayıplarına, uyku bozukluklarına, hafıza sorunlarına, huzursuzluk, titreme ve öfke patlamalarına, görme bozukluğuna, beyin hasarlarına, solunum ve boşaltım organları ve sistem yetmezliklerine neden olur. 0,20 ppm'in üzerinde Nikele maruz kalma sonucu, burun ve sinüslere sürekli kaşıntı, akciğer kanseri, immünotoksik, nörotoksik, genotoksik etkiler, alerjik deri ile saç dökülme problemleri, üreme üzerine olumsuz etkilere olur. Çocuklarda 15.00 ppm'nin üzerinde kurşuna maruz kalma sonucunda, gelişme geriliğine, zekâ gerileğine, kısa süreli hafıza kaybına, öğrenme ve koordinasyon sorunlarına ve kardiyovasküler sistem risklerine neden olur. 50.00 ppm selenyuma maruz kalma sonucu (yaklaşık 300 µg gün⁻¹) endokrin sistem fonksiyonları ve normal hücre aktivitesinin bozulması sonucu insan yaşamı yitirilmesine, hepatotoksisiteyi ve sindirim rahatsızlıklarını değişen düzeyler de etkiler. 0,50 ppm'nin üzerinde çinkoya maruz kalma sonucu baş dönmesi, yorgunluk vb. olumsuzluklara yol açar (Dixit ve ark., 2015).

2. FİTOREMEDIASYON

“Fitoremediasyon”, çevre ekosisteminde yer alan farklı miktardaki kirleticilerin hiperakümülatör bitkiler aracılığıyla emilmesi, dokularında yüksek seviyelerde biriktirilmesi ve çeşitli işlemlerle nötralize edilmesi yöntemidir (Aybar ve ark., 2015). “Yeşil ıslah” olarak da bilinen bu yöntemde, düşük ve orta riskli ağır metal kirliliği bulunan alanların rehabilitasyonunda, seçilmiş bitkiler kullanılmaktadır. Hedef ulaşılmasın da kullanılan birçok metotla karşılaştırıldığında ucuz, güvenli, çevresi ve tatmin edici düzeydedir (Aybar ve ark., 2015).

2.1. Bitkilerde Fitoremediasyon Türleri

2.1.1. Fitoabsorpsiyon

Bu yöntemde, ağır metalleri topraktan kökleri ile alıp toprak üstü kısımlarda biriktirebilen hiperakümülatör bitkiler kullanılır. Fitoekstraksiyon

(Fitoakümülyasyon), toprak verimini değiştirmeden ağır metalleri uzaklaştırmak için etkili bir yöntem olarak kabul edilir (Raklami ve ark., 2022).

“Fitoekstraksiyonda” kullanılan bitkiler, hızlı büyüme, yüksek biyokütle, geniş kök ağı, kolay ekim, ağır metalleri yüksek düzeyde alabilme gibi özellikleri dikkate alınarak seçilmelidir (Aponte ve ark., 2020; Ashraf ve ark., 2019; Jacob ve ark., 2018). Fitoekstraksiyondan sonra hasat edilen bitkiler, termal, kimyasal veya mikrobiyolojik işlemlerde yeniden kullanılabilir (Ashraf ve ark., 2019).

19. yüzyılın bitiminde *Thlaspi caerulescens* ve *Viola calaminaria* türlerinin yapraklarıyla ağır metal toplayan öncü hiperakümülatör bitkiler olduğu rapor edilmiştir (Baumann, 1885).

Astragalus bisulcatus (Geven), *Aeolanthus biformifolius*, *Brassica juncea* (Hardal otu), *Thlaspi caerulescens*, *Pteris vittata* (Uzun eğrelti), *Haumaniastrum robertii* ve *Arabis panikulat* gibi birçok bitki, en üst düzeyde ağır metal biriktirebilen hiperakümülatör bitkiler olarak bilinmektedir (Kavanagh ve ark., 2018).

2.1.2. Fitostabilizasyon

“Fitostabilizasyon”, ağır metallerin kök birikimi, adsorpsiyon ve organik bileşikler tarafından bağlanması yoluyla daha az zararlı bileşenlere dönüştürülerek immobilizasyonuna dayanan bir yöntemdir (Gavrilescu, 2022). Özellikle bu tekniğin bir nötralize (temizleme) tekniği olmadığı unutulmamalıdır. Bu yöntemle kirleticilerin hareketliliği azaltılarak daha fazla çevre kirliliği riski önlenebilir. Fitostabilizasyon için kullanılan bitkilerin özellikleri, yüksek düzeyde toksik kirleticilere karşı tolerans, geniş bir kök sistemi ve toksik kirleticilerin köklerden sürgünlere düşük yer değiştirmesini içerir (Ashraf ve ark., 2019; Mahae ve ark., 2016). Son yıllarda hızlı gelişen, yüksek biyokütleyle sahip, metal toleransı yüksek, kök sisteminde metal biriktirebilen ve rizobakterilerle simbiyoz oluşturabilen birçok baklagil türü bu yöntemde kullanılmaktadır (Raklami ve ark., 2019; Xu ve ark., 2018; Wu ve ark., 2004). Bu yöntem, hedef alanların çok kirli olduğu ve bitkisel ekstraksiyon yönteminin çalışmadığı durumlarda kullanılır (Ashraf ve ark., 2019).

Erozyonla mücadelede kullanılabilen bu yöntem yer altı sularına kirleticilerin sızmasını ve toprakla doğrudan temasını engeller (Bert ve ark. 2005). Bu yöntemle bitki kökleri fiziksel kirleticileri sabitler (Berti ve Cunningham 2000).

2.1.3. Rizofiltrasyon

“Rizofiltrasyonda”, su bitkileri, karasal ve su kaynaklarından gelen kirleticileri köklerine kadar emerek ağır metalleri giderir. Köklere bağlı kurşun, kadmiyum, bakır, nikel, çinko, krom gibi metal kirleticileri için bu yöntem kullanılabilir (Jadia ve Fulekar, 2009).

Bu yöntemde genellikle su bitkileri kullanılmaktadır. Tipik türler *Blumea malcolmii*, *Elodea canadensis*, *Ipomoea carnea* (Kahkaha çiçeği), *Pueraria thunbergiana*, *Leucaena leucocephala*, *Chlorella pyrenoidosa* (Yeşil su yosunu), *Pontederia crassipes* (Su sümbülü), *Datura innoxia* (Abuzambak), *Erythrina crista-galli* (Mercan ağacı), *Phragmites australis* (Kamış) ve *Spirodela polyrhiza* (Telli sumercimeği)'dir (Kafle ve ark., 2022).

2.1.4. Fitovolatilizasyon

Fitovolatilasyonun, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki şekli vardır. “Doğrudan fitovolatilizasyon”, kirleticinin bitkiye alınması, bitki içinde taşınması, uçucu formlara dönüştürülmesi ve buharlaştırılması işlemidir. Fitovolatilizasyon hem inorganik hem de organik kirleticilere uygulanabilmektedir. Selenyum, arsenik, cıva element veya bileşikleri bitkilerde uçucu formlara dönüştürülebilir.

“Dolaylı fitovolatilizasyon” bitki köklerinin aktivitelerinden kaynaklanan uygulama (ıslah) şeklindedir. Uygulamaların yapıldığı tesisler de küresel düzeyde yılda yaklaşık 62.000 km³ su işlenmektedir. Bu süreç yeraltı toprak ve su kimyasını büyük ölçüde değiştirir. Bitki köklerinin faaliyetleri, su seviyesini yükseltmek, toprak geçirgenliğini artırmak, hidrolik dağılım yoluyla kimyasalları taşımak şeklindedir (Limmer ve Burken, 2016).

2.1.5. Fitodegradasyon ve Rizodegradasyon

Pestisitler ve benzeri kirleticiler (organik kirleticiler) fitodegradasyon yoluyla giderilebilir. Fitodegradasyon ile bitki; kirleticileri emer, metabolize eder veya küçük parçacıklara ayırır ve bitki dokusunda dağıtır.

Rizodegradasyon, ağır metal kirliliğinin rizosfer bölgesinde bozunmasına denir. Örneğin, *Tagetes patula*, *Ipomea balsamina* ve *Mirabilis jalapa*'da klorlu hidrokarbonlar bitki tarafından alınır, klorsuzlaştırılır ve toksik olmayan bileşiklere dönüştürülür. DDT'nin indirgeyici dehalojenasyon reaksiyonu, su bitkisi *Elodea* ve karasal bitki *Kudzu*'da da gözlemlendi (Kafle ve ark., 2022).

Fitodegradasyon metodunda bitkiler bünyesine aldığı organik kirleticileri enzimatik reaksiyonlar aracılığıyla ayrıştırırlar. Toprak mikroorganizmaları organizmaların enerji gereksinimlerini karşılamanın yanında bitki kök sistemi ile beraber toksik kirleticilerin parçalanarak bitki bünyesinde birikmesini sağlar (Aybar ve ark., 2015).

2.1.6. Fitodesalinasyon

“Tuzluluk”, çeşitli fizyolojik, metabolik ve biyokimyasal süreçleri olumsuz etkileyerek küresel düzeyde tarımı üretimi tehdit eden önemli faktörlerden biridir. İklim değişikliğine bağlı küresel ısınma, topraktan su buharlaşmasını artırarak toprak tuzluluğunu artıran faktörlerden biridir. Tuzluluk sonucu bitkilerde çimlenmeyi, büyüme, fotosentezi, terlemeyi ve

stoma iletkenliğini olumsuz etkiler, ozmotik ve iyonik strese neden olur (Arif ve ark., 2020).

Fitodesalinasyon işlemi ile *Puccinellia nuttaliana*, *Typha latifolia* (Kamış), *Sesuvium portulacastrum*, *Ipomea aquatica* (Su kakkahaçiçeği), *Alternanthera philoxeroides*, *Ludwigia adscendens* (Akvaryum gülü) ve *Lonicera japonica* gibi bazı tuza dayanıklı / toleranslı bitkiler, topraktan önemli miktarda tuzu uzaklaştırabilir ve bitkisel üretimde de verimliliği artırmak için kullanılabilir. Halofitik (Tuzcul) bitkiler, filogenetik adaptasyonları nedeniyle büyüme ortamlarından yüksek halojen seviyelerini tolere eder. Bu türlerde tuzu Na^+ ve Cl^- şeklinde alarak kök ve sürgünlerde biriktirirler. Dolaylı olarak, bitkilerin değişen çaptaki kökleri toprak gözenekliliğini artırır ve tuzun topraktan daha derinlere indirilmesine izin verir (Kafle ve ark., 2022).

Kirlenmiş toprak ve sudaki süs bitkileri fitoremediasyon için çok uygundur (Şekil 1-8). Genellikle estetik amaçlara yönelik olarak yetiştirilmesi, farklı şekil ve büyüklüklere sahip olması, düşükten yüksek seviyeye doğru farklı seviyelerde yetiştirilmesinin yanı sıra beslenme dışında görsel amaçlı kullanılması da bu amaca hizmet etmesi açısından avantajlıdır. Özellikle süs bitkileri, yenilebilir olmadıkları, ancak yine de ağır metalleri bünyelerine aldıkları ve besin ağı/zincirine giren kirlilikleri değişen düzeylerde azalttıkları için tercih edilir. Böylece hem estetik güzellik hem de ağır metallerin topraktan veya sudan temizlenmesi sağlanmaktadır (Kaushal ve ark., 2022).

	
Şekil 1: <i>Alyssum simplex</i> (Anonim, 2023)	Şekil 2: <i>Astragalus angustifolius</i> (Anonim, 2023)
	
Şekil 3: <i>Armeria sp.</i> (Anonim, 2023)	Şekil 4: <i>Lavveula stoechas</i> (Anonim, 2023)
	
Şekil 5: <i>Salvia officinalis</i> (Anonim, 2023)	Şekil 6: <i>Silene compacta</i> (Anonim, 2023)
	
Şekil 7: <i>Tagetes patula</i> (Anonim, 2023)	Şekil 8: <i>Thlaspi caerulescens</i> (Anonim, 2023)

Şekil 1-8. Fitoremediasyon için uygun bazı süs bitkileri (Anonim, 2023)

Avantajlarının yanı sıra fitoremediasyonun bazı dezavantajların olduğu bilinmektedir. Bunlardan bazıları; hiperakümülatör olarak kullanılan ve beslenme döngüsüne bu şekilde giren yenilebilir bitkisel ürünlerin insan sağlığı

üzerine olası tehlikeleri, hiperakümülatör türleri yetiştirilmede karşılaşılan bazı zorluklar, düşük biyokütle üretimi nedeniyle hiperakümülatör türlerde birkaç üretim sezonunda hasat ve dikim döngüsünün gerekliliği, hiperakümülatör türlerde biriktirdikleri ağır metaller konusunda seçici olmaları, yöntemin yavaş ve mevsimsel olması, translokasyon yoluyla hiperakümülatör türlerde radyonüklidlerin mobilizasyonu, tüm kirlilik türlerinde hiperakümülatör türlerin kullanılabilir olmaması, yeraltı sularındaki çözünmüş olan ağır metal kirleticilerinin bu teknoloji için uygun olmaması ve şelatlı fitoremediasyon uygulamaları sonucu oluşabilecek çevre kirliliğidir (Farraji ve ark., 2016).

2.2. Fiteromediasyonda Şelatörlerin Rolü

Ağır metal kirliliği belirlenen alanlarda fitoremediasyon işleminin uygulamalarının artırılabilmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemlerin birinde; şelatlayıcı ajanlar, çözelti halinde toprağa eklenerek ağır metalleri biyolojik olarak kullanılabilir forma çevirerek, mobilize eder ve bu yolla ağır metaller seçilen bitki türleri tarafından alınabilir. Bu amaçla sentetik veya doğal şelatörler kullanılabilir (Kaushal ve ark., 2022). Ağır metallerin çözünürlüğü, şelatlama maddesi ile suda çözünür metal komplekslerinin oluşumu ile artar. Böylece metal, ağır metalin organik maddelerle çözünme düzeyine göre farklı toprak bileşenlerinden veya yüzeylerden ekstrakte edilebilir veya desorbe edilebilir (Dhaliwal ve ark., 2019).

Ağır metal stresinde önemli rol oynayan çeşitli taşıyıcılar, antioksidan enzimler ve strese duyarlı proteinler tanımlanmıştır. Absisik asit, brassinosteroid ve jasmonik asit gibi bitki büyüme düzenleyicileri ağır metal stresinin azaltılmasında çok önemli roller oynamaktadır (Dubey ve ark., 2018).

EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid), EGTA (Ethyleneglycoltetraacetic acid), DTPA (Dietiltriainpentaasetik acid), SDS (Sodyumdodesilsülfat), NTA (Nitrilotriasetat), [S,S]-stereoisomer of ethylenediaminedisuccinic acid (EDDS), hümik asit (HA), borik asit en yaygın kullanılan şelatörlerdir (Ladilas ve ark., 2012).

Fitoremediasyonda etkinliği artırmak için biyobozunur şelatlayıcı ajanların uygulanması düşük maliyetli ve ümitvar bir yöntemdir. Yürütülen bir çalışmada; N,N-bis-glutamik asidin (GLDA) *Solanum nigrum* (İtüzümü) türünün büyümesi üzerine ve ağır metal adsorpsiyonu üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Dikimden 20 gün sonra şelatör ilavesinin topraktan kadmiyum alımını etkili bir şekilde kirliliği miktarını azalttığı ve kontrol grubu ile karşılaştırıldığında bitki kök, gövde ve yapraklarda ağır metal birikimi %28,65-68,74 oranında arttırdığı rapor edilmiştir (Teng ve ark., 2022).

Brassica napus (Kanola) ve *Brassica juncea* (Hint hardalı) türlerinin kontrollü yetiştirme ortamlarında kadmiyum alım düzeyleri konusunda bir araştırma yürütülmüştür. Sonuçlar, EDTA uygulamasının kontrol grubu ile

karşılaştırıldığında kanola tarafından kadmiyum varlığını ve alımını dört kat ve Hint hardal tarafından 3,5 kat artırdığını bildirilmiştir (Turan ve Esringu, 2007).

Wu ve ark., (2004) tarafından yürütülen bir çalışma da Etilendiamintetraasetik asitin, Hint hardalında (*Brassica juncea*) bakır ve kurşunun sürgünde konsantrasyonunu arttığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda, ayrıca toprağa benzer miktarlarda oksalik asit, malik asit veya sitrik asit eklenmesinin neredeyse hiçbir değişime neden olmadığı gösterilmiştir.

Benzer amaçla yürütülen bir çalışmada, değişen düzeylerde ağır metal bulunan topraklardan şelatlama ajanları olmadan fitoremediasyon uygulaması düşük verimlilikle sonuçlandığı, şelatlama işleminden sonra ise yüksek verimle sonuçlandığı rapor edilmiştir (Kaushal ve ark., 2022).

Yürütülen bir araştırmada; *B. napus* L. bitkisine farklı konsantrasyonlarda kadmiyum uygulanmıştır. Uygulama sonrası yapılan ölçümler sonucunda kadmiyum uygulaması ile bitki boyu, kök uzunluğu, yaprak alanı ve yaprak sayısının kontrol grubu ile karşılaştırıldığında önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu azalma kadmiyum konsantrasyonu ile doğru orantılı, konsantrasyona bağlı etki göstermiştir. Kültür ortamına sitrik asit (2,5 mM) eklenmesiyle ölçülen parametrelerde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında düzelleme sağladığı, bitki büyümesindeki artışın sadece sitrik asit uygulamasında en yüksek, CD50'de ise en düşük olduğu belirlenmiştir (Ehsan ve ark., 2014).

Calendula officinalis L. (Aynısefa) türü kadmiyuma maruz bırakılarak ağır metal kirliliğinin azaltılmasında ve ağır metal varlığı bilinen toprağa SDS, EDTA, EGTA uygulanması sonucu kadmiyum birikiminde farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Yapılan uygulamalar ve ölçümler sonucunda EDTA'nın bitkiler için toksik olduğu ve büyüme geriliğine neden olduğu ancak SDS ve EGTA uygulamalarının bitki biyokütlesini önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir. SDS ve EGTA uygulamalarının neredeyse tamamında bitki tarafından bünyesine alındığı ve bitki içeriğinde artışa neden olduğu, diğer taraftan tek başına EGTA uygulamasının toplam da %217'ye ulaşan kadmiyum artışına yol açtığı bildirilmiştir (Liu ve ark., 2010).

Fitoremediasyonda *Brassica juncea* L.'nin rolü ve indol-3-asetik asit, gibberellin A3, 6-Benzylaminopurine ve 24-epibrassinolide (EBL)'nin kadmiyum ve uranyum stresleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Biyokütle ve toplam klorofil içeriğinin kadmiyum ve uranyum ve U stresi altında azaldığı belirlenmiş ancak IAA, GA3 ve 6-BA uygulamalarının bitki büyümesini ve klorofil içeriğini artırdığı ölçülmüştür. IAA ve EBL uygulamalarının sürgün alımına etkisi diğer düzenleyicilere göre daha fazladır. Cd ve U giderim etkinliği 500 mg.L⁻¹ IAA uygulamasında en üst seviyede olmuştur. Sonuç olarak, bitki büyüme düzenleyicilerinin Cd ve U ile kirlenmiş topraklarda *B. juncea* kullanılarak yapılan fitoremediasyonun stres toleransını ve verimi artırabileceği öne sürülmüştür (Hou ve ark., 2013).

Ayrıca EDTA, nitro (4-nitrobenzaldehit) piridin, 1-10 fenantrolin ve humik asit, *Brassica napus* L. ve *Chenopodium quinoa* Willd türlerinde belirlenmiştir. Bu çalışmada fitoremediasyon etkinliğini ve test edilen türler için uygulanabilirliğini arttırıp arttırmadığı araştırılmıştır. Türün en üst seviye de metal biriktirme kapasitesi $2,5 \text{ mmol kg}^{-1}$ nitro- 1-10 fenantrolin uygulamalarından elde edilmiştir (İpek Tanyıldız ve ark., 2022).

Yapay olarak kirlenmiş toprakta (20 ve 40 mg Cd kg^{-1}) yetiştirilen *Brassica juncea* ve *Brassica carinata* türleri ile yapılan kontrollü sera çalışmasında, 1 g kg^{-1} toprak oranında EDTA eklenmiştir. Kadmiyum miktarının artışıyla (0 , 20 ve 40 mg Cd kg^{-1} toprak) her iki *Brassica* türünün biyokütlesi bulaşıklığı sağlanmıştır. Sonuçlar, EDTA'nın kadmiyumu test edilen türler için daha uygun hale gelebildiği ve toprağın kadmiyum içeriğini azalttığını belirlenmiştir (Ahmed ve ark., 2001).

Şelatlama uygulamalarının bazı sınırlandırmaları vardır. Bu dezavantajlardan birisi de şelatlı topraklardan mobilize metallerin yıkanmasıdır. Uygulanan şelatlar, biyolojik olarak zayıf bir şekilde parçalanabilir, bu da toksik maddelerin toprağa ve suya geçmesine neden olabilir. Bu sorunun aşılabilmesi için sentetik ve biyolojik olarak az parçalanabilen şelatlar yerine bozunma yarı ömrü düşük olan şelatlar kullanılabilir. Genel olarak, şelatla güçlendirilmiş fitoremediasyonun, saha koşullarına güvenli bir şekilde uygulamalarının geliştirilmesi gereken önemli bir konudur (Randelović ve ark., 2022).

3. TARTIŞMA

Yapılan çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde, 30 farklı kirlenici kullanan 94 bitki türü için özetlenmiştir (Tablo 1). Ek olarak, Fitoremediasyon uygulamalarında hangi kirlenicilerin bitki tarafından alınabilir olduğu ve hangi bitki türlerinin toprağı hangi yöntemle veya yöntemlerle temizlediği ve "Şelatlama" yöntemi, kimyasalların bitkiye uygulanması ile bildirilen kirlenicileri bağlayan maddeler incelenen yayınlar birlikte değerlendirilerek özetlenmiştir.

Benzer şekilde fitoremediasyon genel hatlarıyla sunulmuş ve tartışılmıştır. Bu çalışma ile fitoremediasyon sistemi tek başına ve/veya farklı yöntem kombinasyonları ile ağır metal kirliliği ve toprak ıslahı için doğal ve sürdürülebilir bir yaklaşım olabileceğini düşündürmektedir. Dikkat edilmesi gereken konular arasında; bu yöntem ve süreçlerin doğru alan ve doğru zaman planlanması ile ağır metaller gibi kirlenicilerin etkilerinin tolere edilebilir seviyelere indirilmesi sağlanabilir. Böylece iklim değişikliğine neden olan ağır metal kirlenicilerin bu yöntemlerle azaltılması veya yok edilmesinin insanlığın sürdürülebilir geleceğine temiz bir katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Son zamanlarda, dünyadaki yaşamı tehdit eden en önemli sorunlardan biri olan ağır metal kirliliğinin önlenmesi ve mevcut olanların azaltılabilmesi için işlevsel ve düşük maliyetli çözümler geliştirilmesi popüler konular olarak öne çıkmaktadır. Bitki genetik mühendisliği kullanılarak fitoremediasyonu

uygulamaları için üzerinde çalışılması gereken önemli bir konudur. Bitkilerin ağır metalleri bünyelerine alım mekanizmalarının ve sonraki aşamalarında meydana gelen enzimatik olayların anlaşılması ile fitoremediasyon uygulamaları daha verimli/doğru bir şekilde kullanılmaya başlanmıştır. Şelatör uygulaması gibi yardımcı uygulamalarla geliştirilen bitki biyokütlesindeki artış, havadaki Karbondioksit (CO₂) miktarının azalmasına da katkı sağladığı bilinmektedir. Artan CO₂ emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliği ile mücadele eden tüm ülkelerin ortak temel hedefidir.

Tablo 1: Fitoremediasyonda kullanılan bazı bitkiler ve ağır metal kirleticiler (Ladislas ve ark., 2012)

Bitki Türü	Ağır Materyal Kirleticisi *	Kaynaklar
<i>Alyssum pateri</i> subsp. <i>pateri</i>	Ni, Ca	Dindaroğlu ve ark., (2019)
<i>Alyssum dudleyi</i>	Ni	Adıgüzel ve Reeves (2002)
<i>Alyssum discolor</i>	Fe, Ni, Cu	Özay (2019)
<i>Hypericum scabrum</i>	Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb	Hayta ve Avcil (2019)
<i>Achillea vermicularis</i>	Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb	Hayta ve Avcil (2019)
<i>Anchusa azurea</i> var. <i>azurea</i>	Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, Pb	Hayta ve Avcil (2019)
<i>Gypsophila laricina</i> (<i>Gypsophila sphaerocephala</i> var. <i>cappadocica</i>)	Br	Hakkı ve ark., (2006)
<i>Thlaspi</i> sp.	Zn, Cd, Pb, Cd, Ni	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Nicotiana tabacum</i>	-	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Zea mays</i>	-	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Thlaspi caerulescens</i> ((<i>stila</i>))	Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Pteris vittata</i>	As	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Urtica</i> sp.	Cd, Cu, Pb, Ni, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Chenopodium</i> sp.	Cd, Cu, Pb, Ni, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Polygonum sachalense</i> ((<i>stila</i>))	Cd, Cu, Pb, Ni, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Alyssum</i> spp.	Cd, Cu, Pb, Ni, Zn, Metal, metaloitleri ve radionüklidler	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Calendula officinalis</i> ,	Cd, Pb	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Althaea rosea</i>	Cd, Pb	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Impatiens balsamina</i>	Cd, Pb	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Tagetes patula</i>	Ar	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Syngonia</i> sp.	Ar	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Petunia graveiflora</i>	Brilliant Blue G-250 (BBG)	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Brassica juncea</i>	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn, Metalleri, Metaloitleri, radionüklidler	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Brassica oleracea</i>	Cr	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Alyssum maritima</i>	Cr	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Typha latifolia</i>	Cu, Ni, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Phyla nodifolia</i>	Cu, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Nelumbo nucifera</i>	Cr	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Pteris cretica</i>	As	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Cistus ladanifer</i>	Cr, Mn, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Lavveula stoechas</i>	Cr, Mn, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Thymus mastichina</i>	Cr, Mn, Zn	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Aptenia cordifolia</i>	Cr, Fe, Ni, Mn, Cu, Pb, Ar	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Carpobrotus edulis</i>	Cr, Fe, Ni, Mn, Cu, Pb	Özay ve Mammadov (2013)
<i>Bryophyllum tubiflorum</i>	Cr, Fe, Ni, Mn, Cu, Pb	Özay ve Mammadov (2013)

Bazı Hibrit Kavak Türleri (<i>Salix</i> spp.)	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Zn	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Helianthus annuus</i>	Metaller, metaloitler ve radionüklidler	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Eichornia crassipes</i>	Metaller, radionüklidler, N-P, H, Pb, Cd	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Poa</i> spp.	Organik bileşikler	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Morus rubra</i>	Organik bileşikler	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Alglar</i>	Organik bileşikler, Klorinat çözücüler, Herbisitler, Fenoller	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Salix nigra</i>	Organik bileşikler, Klorinat çözücüler, Herbisitler, Fenoller	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Cupressus sempervirens</i>	Organik bileşikler, Klorinat çözücüler, Herbisitler, Fenoller	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Populus</i> spp.	Klorinatlar, Bazı inorganikler (Se, Hg, As)	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Medicago sativa</i>	Klorinatlar, Bazı inorganikler (Se, Hg, As)	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Brassica juncea</i>	Klorinatlar, Bazı inorganikler (Se, Hg, As)	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Taraxacum officinale</i>	Geniş yayımlı Fitoremediasyon bitkisi	Yıldıztekin ve ark., (2019)
<i>Raphanus sativus</i>	Zn	Bayraklı (2007)
<i>Silene vulgaris</i>	Zn	Bayraklı (2007)
<i>Silene cserei</i> ssp. <i>aeniopsis</i>	Ni	Özdeniz ve ark., (2017)
<i>Alyssum floribundum</i>	Ni	Özdeniz ve ark., (2017)
<i>Alyssum constellatum</i>	Ni	Özdeniz ve ark., (2017)
<i>Alyssum murale</i>	Ni	Özdeniz ve ark., (2017)
<i>Thlaspi elegans</i>	Ni	Özdeniz ve ark., (2017)
<i>Pseudosemoervivum</i> (<i>Cochleria</i>) <i>sempervivum</i>	Ni	Özdeniz ve ark. (2017)
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	Pb, Zn, As, Cu, Cd, Hg, Çoklu metaller, Cr, Ni, Se	Pveey ve ark.,(2019)
<i>Cymbopogon flexuosus</i> veya <i>C citratus</i>	Cu, Pb, Ni, Cd, Zn, Cr, Çoklu metaller	Pveey ve ark., (2019)
<i>Cymbopogon winterianus</i>	Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, Cr, Çoklu metaller	Pveey ve ark., (2019)
<i>Cymbopogon martini</i>	Cu, Pb, Cd, Zn, Ni, Cr, Çoklu metaller	Pveey ve ark., (2019)
<i>Mentha</i> spp.	Cr, Pb, Çoklu metaller Ni, Cu, Zn	Pveey ve ark., (2019)
<i>Ocimum</i> spp.	Cr, Cd, Pb, Ni, Zn, Cd, İyonik ve Nanopartiküller	Pveey ve ark., (2019)
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Pb, Cu, Zn, Cd, Ni, Fe, Hg, Çoklu metaller, As, Cd	Pveey ve ark., (2019)
<i>Salvis</i> spp.	Pb, Çoklu metaller	Pveey ve ark., (2019)
<i>Lavveula</i> spp.	Cd, Pb, Cu, Mn, Zn, Fe, Cd	Pveey ve ark., (2019)
<i>Matricaria</i> spp.	Cd, Zn, Cu, Ni, Cr, Pb	Pveey ve ark.,(2019)
<i>Geranium</i> spp.	Cd, Ni, Pb, Çoklu metaller	Pveey ve ark., (2019)
<i>Pelargonium</i> spp.	Cd, Ni, Pb, Çoklu metaller	Pveey ve ark., (2019)
<i>Astragalus</i> spp.	Se	Güneş ve Bozkurt (2021); Özbek (2015)
<i>Fabaceae (Legüminosae)</i>	Se	Güneş ve Bozkurt (2021)
<i>Isatis pinnatiloba</i>	Ni	Güneş ve Bozkurt (2021)
<i>Aeolanthus biformifolius</i>	Cu	Özbek (2015)
<i>Phyllanthus serpentinus</i>	Ni	Özbek (2015)
<i>Haumaniastrum robertii</i>	Co	Özbek (2015)
<i>Alyxia rubricaulis</i>	Mn	Özbek (2015)
<i>Micromeria myrtifolia</i>	Cd	Özbek (2015)
<i>Minuartia hirsuta</i>	Cu	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Silene compacta</i>	Cd	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Ricinus communis</i>	Mn, Ni, Pb, Cu, Zn, Cd	Esringü ve Sezen (2021)

<i>Carex echinata</i>	Sr, Cu, Ca	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Calystegia sepium</i>	Cd	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Melilotus officinalis</i>	Cu, Pb, Se	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Trifolium pratense</i>	Cu, Pb, Ni	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Fraxinus spp.</i>	Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Cr, Sr	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Epilobium hirsutum</i>	Cu, As	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Armeria maritima</i>	Pb, Zn, Cu	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Cynodon dactylon</i>	Cu, Pb	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Deschampsia caespitosa</i>	Cd, Zn, Pb	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Festuca rubra</i>	Cu, Zn, Pb, Ni	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Nardus stricta</i>	Cu, Pb	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Populus tremuloides spp.</i>	Zn, Cd, Ni, Cu	Esringü ve Sezen (2021)
<i>Polygonum amphibium</i>	N-P, H, Pb, Cd	Aybar ve ark., (2015); Wang ve ark., (2002)
<i>Lemna minör</i>	N-P, H, Pb, Cd	Aybar ve ark., (2015); Wang ve ark., (2002)
<i>Oenathe javanica</i>	N-P, H, Pb, Cd	Aybar ve ark., (2015); Wang ve ark., (2002)
<i>Lepironia articulata</i> (<i>Calamus</i>),	N-P, H, Pb, Cd	Aybar ve ark., (2015); Wang ve ark., (2002)

*As (Arsenik), Ar (Argon), Br (Brom), Ca (Kalsiyum), Cd (Kadmium), Co (Kobalt), Cr (Krom), Cu (Bakır), Fe (Demir), H (Hidrojen), Hg (Cıva), Mn (Mangan), Mo (Molibden), N (Azot), Ni (Nikel), P (Fosfor), Pb (Kurşun), Sb (Antimon), Sr (Stronsiyum), Zn (Çinko), Se (Selenyum), N (Azot), P (Fosfor), H (Hidrojen).

KAYNAKÇA

- Anonim (2023). Plants (Bitkiler) <http://www.freenatureimages.eu/plants/> (Erişim tarihi 01.05.2023).
- Adıgüzel, N. and Reeves, R.D. (2002). A New Nickel-Accumulating Species of *Alyssum* (Cruciferae) from Western Türkiye. *Edinburgh Journal of Botany*, 59(2):215-2019.
- Ahmed K.S., Panwar B.S., and Gupta, S.P. (2001) Phytoremediation of cadmium contaminated soil by *Brassica* species. *Acta Agronomica Hungarica* 49(4), 351– 360.
- Arif, Y., Singh, P., Siddiqui, H., Bajguz, A., and Hayat, S., 2020. Salinity induced physiological ve biochemical changes in plants: An omic approach towards salt stress tolerance. *Plant Physiology and Biochemistry*, 156, 64–77.
- Asati, A., Pichhode, M., and Nikhil, K. (2016). Effect of heavy metals on plants: An overview. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management*, 5(3), 56-66.
- Ashraf, S., Ali, Q., Zahir, Z. A., Ashraf, S., and Asghar, H. N. (2019). Phytoremediation: Environmentally sustainable way for reclamation of heavy metal polluted soils. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 174, 714–727. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.02.068>
- Aponte, H., Meli, P., Butler, B., Paolini, J., Matus, F., Merino, C., Cornejo, P., and Kuzyakov, Y. (2020). Meta-analysis of heavy metal effects on soil enzyme activities. *The Science of the Total Environment*, 737, 139744. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139744>.
- Aybar, M., Bilgin, A., ve Sağlam, B. (2015). Fitoremediasyon yöntemi ile topraktaki ağır metallerin giderimi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 1(1-2), 59-65.
- Bayraklı, B. (2007). Çinko kirlenmesinin toprakların biyolojik özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi ve kirliliğin fitoremediasyon tekniği kullanılarak giderilmesi. 19 Mayıs Üniv. Fen Bil. Enst. Tez. Samsun. (Basılmamış).
- Bert V, Girondelot B, Quatannens V, Laboudigue A (2005) A Phytostabilisation of a metal polluted dredged sediment deposit—Mesocosm experiment and field trial. *Proceedings of the*

- 9th International FZK/TNO Conference on Soil–Water Systems, Remediation Concepts and Technologies. Uhlmann O, Annokkée GJ, Arendt F (eds) Bordeaux, Fr, pp 1544–1550.
- Berti, R., & Cunningham, S. D. (2000). Phytostabilization of metals. In I. Raskin & B. D. Ensley (Eds.), *Phytoremediation of toxic metals: Using plants to clean up the environment* (pp. 71–88). New York: Wiley.
- Dhaliwal, S.S., Singh, J., Taneja, P.K., and Mandal, A. (2020). Remediation techniques for removal of heavy metals from the soil contaminated through different sources: A review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 1319-1333. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06967-1>.
- Dindaroğlu, T., Babür, E., ve Laz, B. (2019). Ultramafik topraklardaki *Alyssum pateri* subsp. *pateri* bitkisinin ekolojisi ve ağır metal tolerans sınırının belirlenmesi. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 7(2) 110 – 120.
- Dixit R, Wasiulah MD, Pveiyan K, Singh UB, Sahu A, Shukla R, Singh BP, Rai JP, Sharma PK, Lade H, Paul D (2015) Bioremediation of heavy metallar from soil and aquatic environment: An overview of principles and criteria of fundamental processes. *Sustainability* 7: 2189–2212.
- Dixit, R., Malaviya, D., Pandiyan, K., Singh, U. B., Sahu, A., Shukla, R., & Paul, D. (2015). Bioremediation of heavy metals from soil and aquatic environment: An overview of principles and criteria of fundamental processes. *Sustainability*, 7(2), 2189-2212.
- Dubey, S., Shri, M., Gupta, A., Rani, V., and Chakrabarty, D. (2018). Toxicity and detoxification of heavy metals during plant growth and metabolism. *Environmental Chemistry Letters*, 16, 1169-1192. <https://doi-org.libproxy.viko.lt/10.1007/s10311-018-0741-8>.
- Ehsan, S., Ali, S., Noureen, S., Mahmood, K., Farid, M., Ishaque, W., ... and Rizwan, M. (2014). Citric acid assisted phytoremediation of cadmium by *Brassica napus* L. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 106, 164–172. <https://doi.org/10.1016/J.ECOENV.2014.03.007>.
- Esringü, A. ve Sezen, I. (2021). Türkiye florasında peyzaj özelliği gösteren hiperakümülatör bitkilerin maden alanlarının onarımında kullanımı. *Türk Doğa ve Fen Dergisi*, 10(1), 327-334.
- Farraji, H., Zaman, N.Q., Tajuddin, R.M. and Faraji, H. (2016). Advantages and disadvantages of phytoremediation: A concise review.

- Farraji, H., Zaman, N. Q., Tajuddin, R., & Faraji, H. (2016). Advantages and disadvantages of phytoremediation: A concise review. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2, 69-75.
- Gavrilescu M. (2022). Enhancing phytoremediation of soils polluted with heavy metals. *Current Opinion in Biotechnology*, 74, 21–31. <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2021.10.024>.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. and Baba., M.T. (2012). Türkiye bitkileri listesi (Damarlı bitkiler). *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını* (262 s.)
- Güneş, F. ve Bozkurt, S. (2021). Bazı hiperakümülatör bitkiler ve özellikleri. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi* 14(1): 67-90.
- Hakkı, E.E., Ünlü, A., Özbek, Z., Gezgin, S., ve Babaoğlu, M. (2006). Bor biriktiren *Gypsophila L.* cinsi bitkilerin moleküler genetik yöntemlerle karakterizasyonu. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (40): 27-31.
- Hayta, Ş. ve Avcil, N. (2019). Bitlis katı atık tesisi çevresindeki *Hypericum scabrum L.*, *Achillea vermicularis Trin.*, *Anchusa azurea Miller var. azurea Gard.* bitkilerinin ağır metal içeriklerinin belirlenmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8 (4), 1533-1544.
- Hou, K., Chen, J. W., Zhai, J. Y., Shen, H., Chen, L., and Wu, W. (2013). Effect of different plant growth regulators on yield and quality of *Angelica dahurica var. formosana* development. *Zhongguo Zhong yao za zhi= Zhongguo Zhongyao Zazhi= China Journal of Chinese Materia Medica*, 38(13), 2082-2085.
- İpek Tanyıldız, A., Kılıç, D. D. & Sürmen, B. (2022). Phytoremediation efficiencies of *Brassica napus* and *Chenopodium quinoa* in soils contaminated with Pb using chelator complexes, *Anatolian Journal of Botany*, 6 (1), 13-17 . DOI: 10.30616/ajb.1030084
- IPNI (2023). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. (Erişim tarihi 10.05.2023)
- Jacob, J.M., Karthik, C., Saratale, R.G., Kumar, S.S., Prabakar, D., Kadirvelu, K., and Pugazhendhi, A. (2018). Biological approaches to tackle heavy metal pollution: A survey of literature. *Journal of Environmental*

- Management, 217, 56–70.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.077>
- Jadia, C.D., and Fulekar, M.H. (2009). Phytoremediation of heavy metals: Recent techniques. *African Journal of Biotechnology*, 8(6), 921-928
- Kafle, A., Timilsina, A., Gautam, A., Adhikari, K., Bhattarai, A., and Aryal, N. (2022). Phytoremediation: mechanisms, plant selection and enhancement by natural and synthetic agents. *Environmental Advances*, 8, 100203. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100203>
- Kaushal, A., Gupta, M., and Malik, J.A. (2022). Potential of ornamental plants for phytoremediation. In *Bioremediation and Phytoremediation Technologies in Sustainable Soil Management* (pp. 23-45). Apple Academic Press.
- Kavanagh, L., Keohane, J., Cabellos, G. G., Lloyd, A., and Cleary, J. (2018). Induced plant accumulation of lithium. *Geosciences*, 8(2), 56.
- Ladislav, S., El-Mufleh, A., Gérente, C., Chazarenc, F., Verès, Y., and Béchet, B. (2012). Potential of aquatic macrophytes as bioindicators of heavy metal pollution in urban stormwater runoff. *Water, Air, & Soil Pollution* 223(2): 877-888.
- Limmer, M., and Burken, J. (2016). Phytovolatilization of organic contaminants. *Environmental Science & Technology*, 50(13), 6632–6643.
- Liu, J., Zhou, Q., and Wang, S. (2010). Evaluation of chemical enhancement on phytoremediation effect of Cd-contaminated soils with *Calendula officinalis* L. *International Journal of Phytoremediation*, 12(5), 503–515. <https://doi.org/10.1080/15226510903353112>
- Lund, L. J., Sposito, G., & Page, A. L. (1985). Determination and prediction of chemical forms of trace metals in sewage sludge and sludge-amended soils. Water Engineering Research Laboratory, Office of Research and Development, US Environmental Protection Agency.
- Mahar, A., Wang, P., Ali, A., Awasthi, M. K., Lahori, A. H., Wang, Q., and Zhang, Z. (2016). Challenges and opportunities in the phytoremediation of heavy metals contaminated soils: a review. *Ecotoxicology and environmental safety*, 126, 111-121. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2015.12.023>

- Özay, C., ve Mammadov, R. (2013). Ağır metaller ve süs bitkilerinin fitoremediasyonda kullanılabilirliği. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 15(1), 68-77.
- Özay, C. (2019). Endemik *Alyssum discolor*'un (Brassicaceae) tohum çimlenmesi ve kök-gövde gelişimi üzerine Nikel, Bakır ve Demir Etkisi. Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(1), 87-94.
- Özbek, K. (2015). Hiperakümülyasyon ve Türkiye florasındaki hiperakümülyatör türler. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 3 (1) 37-43.
- Özdeniz, E., Özbek, B.G., Kurt, L., ve Bölükbaşı, A. (2017). Serpantin ekolojisi ve Türkiye serpantin florasına katkılar. Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi 5(1) 22 – 33.
- Pveey, J., Verma, R. K., and Singh, S. (2019). Suitability of aromatic plants for phytoremediation of heavy metal contaminated areas: a review. International Journal of Phytoremediation, 21(5), 405-418.
- Randelović, D., Jakovljević, K., and Zeremski, T. (2022). Chelate-assisted phytoremediation. In Assisted Phytoremediation (pp. 131-154). Elsevier.
- Raklami, A., Meddich, A., Oufdou, K., & Baslam, M. (2022). Plants-microorganisms-based bioremediation for heavy metal cleanup: Recent developments, phytoremediation techniques, regulation mechanisms, and molecular responses. International Journal of Molecular Sciences, 23(9), 5031. <https://doi.org/10.3390/ijms23095031>
- Raklami, A., Oufdou, K., Tahiri, A. I., Mateos-Naranjo, E., Navarro-Torre, S., Rodríguez-Llorente, I. D., ... and Pajuelo, E. (2019). Safe cultivation of *Medicago sativa* in metal-polluted soils from semi-arid regions assisted by heat-and metallo-resistant PGPR. Microorganisms, 7(7), 212. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7070212>
- Sharma, R. K., and Agrawal, M. (2005). Biological effects of heavy metals: An overview. Journal of Environmental Biology, 26(2), 301-313.
- Teng, Y., Li, Z., Yu, A., Guan, W., Wang, Z., Yu, H., and Zou, L. (2022). Phytoremediation of cadmium-contaminated soils by *Solanum nigrum* L. enhanced with biodegradable chelating agents. Environmental Science and Pollution Research, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19879-4>

- Turan, M., and Esringu, A. (2007). Phytoremediation based on canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica juncea* L.) planted on spiked soil by aliquot amount of Cd, Cu, Pb, and Zn. *Plant Soil and Environment*, 53(1), 7-15.
- Wang, Q., Cui, Y., and Dong, Y. (2002). Phytoremediation of polluted waters potentials and prospects of wetland plants. *Acta Biotechnologica*, 22(1-2), 199-208.
- Xu, Z., Wu, Y., Jiang, Y., Zhang, X., Li, J., and Ban, Y. (2018). Arbuscular mycorrhizal fungi in two vertical-flow wetlands constructed for heavy metal-contaminated wastewater bioremediation. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 12830-12840. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1527-z>
- Wu, L. H., Luo, Y. M., Xing, X. R., & Christie, P. (2004). EDTA-enhanced phytoremediation of heavy metal contaminated soil with Indian mustard and associated potential leaching risk. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 102(3), 307-318.
- Yıldıztekin, M., Ulusoy, H., ve Tuna, A. L. (2019). Ağır metallerle kirlenmiş toprakların iyileştirilmesinde fitoremediasyon yöntemi: Tıbbi ve aromatik bitkilerin uygunluğu. 4th International Symposium on Innovative Approaches in Engineering and Natural Sciences ISAS Winter-2019, Samsun, Turkey, 477-480, <https://doi.org/10.36287/setsoci.4.6.133>

BÖLÜM 4

BİTKİSEL ANALİZLERDE YEŞİL KİMYA UYGULAMALARI

Doç. Dr. Emine Sema ÇETİN¹
Doç. Dr. Hale SEÇİLMİŞ CANBAY²

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, TÜRKİYE
esema.cetin@yobu.edu.tr, ORCID ID 0000-0001-7601-8491

²Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya Bölümü, Burdur, TÜRKİYE, halecanbay@mehmetakif.edu.tr, ORCID ID 0000-0002-3783-8064

GİRİŞ

Çevre; canlıların sürekli olarak etkileşim içinde buldukları fiziki, biyolojik, sosyal, ekonomik ve kültürel bir ortamdır. Bütünü oluşturan tüm parçalarının birbiri ile ilişkili olduğu bu sistemde sağlıklı bir yaşamın sürdürülebilmesi ancak çevre koşullarının uygun olması ile mümkün olabilmektedir. Çevreyi oluşturan parçaların herhangi birinde ortaya çıkan sorun diğerlerini tetiklemekte ve çevre problemleri ortaya çıkmaktadır. Bu bütündeki bozulmaların çoğu insan kaynaklı etkenler ile olmaktadır.

İçinde bulunduğumuz yüzyıl, teknolojik gelişmelerin çok hızlı yaşandığı bir dönem olarak dünyanın farklı coğrafyalarında yaşayan insanların yaşam standartlarının da yükselmesini sağlamıştır. Ancak aynı gelişme ne yazık ki bazı sorunları da beraberinde getirmiştir. Hızla artan dünya nüfusu ve buna bağlı doğal kaynakların kullanımının artması, plansız şehirleşme ve sanayileşme, nükleer denemeler, tarım ilaçları, yapay gübreler ya da temizlik ürünleri gibi insan sağlığını tehdit eden kanserojenler, küresel ısınma ve buna bağlı oluşan iklim değişiklikleri ve tüm bu süreçte biyoçeşitliliğin giderek azalması zincirin tüm parçalarını etkilemekte, her geçen gün bu bozulmalar daha da güçlü hissedilir hale gelmektedir (Bare, 2003).

Çevre sorunları çok boyutlu olup, aslında bütün bilim dallarını bir yönüyle ilgilendirmektedir. Bu nedenle farklı disiplinlerdeki bilim insanlarınca sorunun çözümüne yönelik yaklaşımlar geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu süreçte aynı zamanda sorunların giderilmesi ve çevrenin korunarak sürdürülebilirliğinin sağlanması konusunda farkındalıklar da artmıştır. Böylece “yeşil” olarak adlandırılan teknolojiler ön plana çıkmıştır. Yeşil teknolojiler ile birlikte kimya alanında da yeşil dönüşüm sağlanmıştır. Ekolojik bir yaklaşıma sahip olan “sürdürülebilir” ya da “yeşil” kimya kavramı zararlı maddelerin kullanımını ve üretimini azaltan ya da tümüyle ortadan kaldıran, toksik/zararlı ara ürün oluşumunu da azaltan bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır (Ivanković vd., 2017). Kimyanın uzun geçmişi ile kıyaslandığında yeşil kimya çok genç bir kavramdır. “IUPAC Yeşil Kimyada Sentetik Yollar ve İşlemler Yeşil Kimya Terimi” çalıştayında Yeşil Kimya; “çevreye ve insan sağlığına zararlı bileşiklerin üretim ve kullanımını ortadan kaldırmak ve azaltmak için kimyasal işlem ve ürünlerin uygulanması, geliştirilmesi, tasarlanması ve bulunması” şeklinde tanımlanmıştır (Gerçek, 2012).

Yeşil kimya fikri aslında ilk olarak 1900’lü yılların sonlarına doğru, “Kirlilik Önleme Yasası” çerçevesinde, kirlenmenin minimuma indirilmesi ve kirliliğe neden olan unsurların da bertaraf edilmesi sürecinde bir çözüm olarak geliştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansı (EPA), 1991 yılında kimyasal süreçlerde ürün ve işlemlerin yeniden gözden geçirilerek insan sağlığı ve çevre üzerindeki zararı azaltmak amacıyla bir araştırma programı başlatmıştır. Sonrasında bu alandaki araştırmalara finans

desteğinin de sağlanması ile birlikte çalışmalar kapsamlı hale getirilmiştir (Anastas ve Beach, 2009). Bugün dünyanın ikinci en büyük pestisit üreticisi olan ve ilaç üretiminde de 12. sırada yer alan Hindistan, kullanmış oldukları teknolojileri yeniden dizayn ederek daha çevre dostu alternatif arayışlarına gitmekte ve bu alandaki akademik çalışmalara da destek sağlamaktadır (Kidwai, 2001; Galuzka vd., 2013). Aslında yeşil kimya uygulamaları, kimyasal prodesteki yanlışlıkların ve ihmallerin kirliliğe yol açtığı benimsenmesi ile hayata geçirilmiştir. Bu teknolojide hedef; az miktarda ya da hiç atık malzeme ortaya çıkarmaksızın, güvenli ve kirlenmeye olmayan üretim sürecinde aynı zamanda minimum enerji ve kaynak tüketilmesidir. Güvenli, uygun maliyetli ve doğaya karşı sorumluluğu ilke edinerek araştırma ve üretim olanağı sağlaması nedeniyle söz konusu uygulamaların gün geçtikçe çok daha farklı alanlarda fazlaca kullanılmaya başlanıldığı bilinmektedir. Günümüzün bilinçli tüketicileri aldıkları ürünlerin üretim süreçlerinin daha yeşil, daha sürdürülebilir olmasını talep etmektedirler. Çevreye duyarlı bilim insanları kirliliği ve maliyeti azaltacak teknikleri belirleme, geliştirme ve uygulamada daha başarılı olup, yeni yaklaşımlarla da bu çerçevenin genişletildiği görülmektedir. Bu nedenle sürdürülebilir bir gelişim için bu teknoloji vazgeçilmez bir araç konumundadır (Manahan, 2006).

Yeşil kimya uygulamalarının ilk ortaya çıkmasına öncülük eden araştırmacılar olan Anastas ve Warner (1998), bu sistemde bir takım prensiplerin olduğuna değinmişlerdir. “Yeşil kimyanın ilkeleri” olarak değerlendirilen bu maddeler, sistemin doğru anlaşılabilmesi ve sonraki uygulayıcılar tarafından sürdürülebilirliğinin sağlanması bakımından büyük önem taşımaktadır (Anastas vd., 2000; Anastas ve Eghbali, 2010). Günümüze değin kendisini geliştiren bir sistem olarak gelen yeşil kimya uygulamalarının ortak ana hedefleri şekillenmiş durumdadır. Temelde yeşil kimya uygulamalarında 12 ilke söz konusudur. Bunlar; atık önleme, atom ekonomisi, daha az zararlı kimyasal sentezler, daha güvenli kimyasal maddelerin tasarlanması, daha güvenli çözücüler ve yardımcı maddeler, enerji verimliliği tasarımı, yenilenebilir maddelerin kullanımı, türevlerin azaltılması, katalizör, bozulmanın tasarımı, gerçek zamanlı kirlilik önleme, kazaların önlenmesi için güvenli kimya olarak sıralanabilir (Ivanković vd., 2017). Tüm süreç boyunca güvenli çalışma ortamı kurularak çevre ve insan sağlığının korunması, kaza riskinin düşük olması, atık oluşumunun azaltılması, ekonomik ve verimli bir üretim sürecinin gerçekleşmesi ve enerji tasarrufunun sağlanması sistemin sunduğu avantajlar olarak sayılabilmektedir.

Yeşil kimya'nın günümüzde belki de en yaygın kullanım alanlarından biri bitkisel alandaki araştırmalardır. Özellikle hem insan sağlığı üzerine etkileri hem de ekonomik değerleri düşünüldüğünde bitkilerden bazı bileşenlerin elde edilmesinde söz konusu uygulamaların gittikçe daha fazla kullanıldığı da görülmektedir. Öncelikle saf bileşikler elde etme sürecinde toksik yan ürünlerin oluşmaması temel hedeflerdendir. Buna yönelik olarak

araştırmaların kapsamlı olarak sürdürülmektedir. Reaksiyon ortamı olarak kalıntı bırakan, toksisitesi olan bileşiklerin yerine, su, süper kritik akışkanlar ve iyonik sıvılar gibi değinilen dezavantajları barındırmayan ve yenilenebilir olan reaksiyon ortamlarının tasarlanması ve denenmesi hedeflenmektedir. Benzer şekilde reaksiyon koşulları sürecinde de mikrodalga ve ultrasonik gibi alternatif ortamlar denenmektedir. Bu derlemede yeşil kimya ilkeleri ve bu ilkeler ile uyumlu “yeşil analizler” detaylandırılmıştır.

YEŞİL KİMYA İLKELERİ

Atık Önleme

Kimyasal proses içerisinde ve sonunda insan ve çevreye zararlı atık oluşumunun önlenmesi yeşil kimya'nın temel ilkesidir. Yeşil kimya, atığı henüz oluşmadan önleme odaklı olup, atık bir kez oluştuğundan sonra o atığı temizleme ya da bertaraf etme süreci ile kıyaslandığında ekonomik ve daha güvenli bir yöntemdir (Tang vd., 2005). Örneğin kağıt endüstrisinde kullanılan ağartıcılar klor bazlı oksidanlar olup, süreç sonunda toksik yan ürünler oluşmaktadır. Bunu önlemek için yeşil kimya'da tasarlanmış bir proste hem atık oluşumunu önlemek hem de klor kullanmaksızın ağartmak mümkün olmaktadır (Collins, 1998).

Atom Ekonomisi

Atom ekonomisi ya da atom verimliliği (Trost, 1991), belirli bir ürüne alternatif sentetik yollarla üretilecek üründe oluşacak atık miktarlarının değerlendirilmesini esas alan bir kavramdır. Aslında birinci ilke ile aynı mantıkta çalışan bir prensiptir. Bu ilkede de amaç son üründe atık miktarını azaltmak ya da önlemektir. Burada kimyasal üretim sürecine dahil olan tüm maddelerin son üründe de kullanılması sağlanarak yeni bir tasarımın geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu şekilde hammadde daha verimli bir şekilde kullanılmış olmaktadır. Geleneksel yöntemde başlangıç hammaddelerinin yaklaşık %40'ı son üründe yer alırken, yeni tasarım teknolojilerle bu oran yaklaşık %80'lere çıkmaktadır. Bu şekilde hem verimlilik sağlanmakta hem de atık önlenmiş olmaktadır (Anastas vd., 2000). Sheldon (2000) atom ekonomisi ilkesi içerisinde “çevresel etki faktörü” ya da kısa adı ile “E faktörü” fikrini ortaya koymuştur. Bu faktör, belirli bir üretim sürecinden kaynaklanan atığın arzu edilen ürüne kütle oranını ifade etmektedir. Petrol endüstrisinde, yaklaşık 0,1'lik E-faktörleri söz konusu iken, ürün koruma kimyasalları için bu değer 5-50 ve farmasötikler için 25-100 E-faktörü aralığında olmaktadır.

Kimyasalların üretiminde yer alan çok aşamalı sentezler sürecinde fazla reaktif kullanımı ve büyük miktarlarda çözücü kullanımı gibi nedenlerle E-faktörü değişkenlik gösterebilmektedir. Teorikte E-faktörü ile atom verimliliği arasında ters bir ilişki bulunmaktadır. Atom verimliliği %100'den düşük ise E-faktörü doğal olarak daha yüksek çıkmaktadır. Ters durumda E-faktörün

yükselmesi atom verimliliğinin düşük olduğunu ifade etmektedir. Bununla birlikte, alternatif metotların çevresel etkilerini tam olarak değerlendirmek için, kimyasal reaksiyon sırasında kullanılan reaktiflerin, çözücülerin ve enerjinin niteliğinin ve miktarlarının da göz önüne alınması gerekmektedir. Ayrıca üretilen atığın da niteliği aynı şekilde dikkate alınmalıdır.

Daha Az Tehlikeli Kimyasal Sentezler

Kimyasal proseslerde genellikle çevre ve insan sağlığına zararlı etkiler gösteren yan ürünler ve atık oluşturan reaktiflerin kullanıldığı bilinmektedir. Yeşil kimya uygulamaları bu zararı minimuma indiren maddeleri kullanmayı ve üretmeyi hedef alan bir sistemdir (Anastas vd., 2000; Anastas vd., 2001). Örneğin bitkisel analizlerde zararlı kimyasallar yerine biyolojik enzimleri kullanılmak bu çerçevede içerisinde ekonomik ve çevreci bir yaklaşım olmaktadır.

Daha Güvenli Kimyasallar Tasarlamak

Güvenli kimyasal maddelerin tasarlanması ile kimyasal ürünlerde toksitenin en aza indirilmesi hedeflenmektedir. Ürün ve süreç tasarımında işlevselliğin sürdürülebilir olması, aynı zamanda da toksitenin minimuma indirilmesi aslında son derece güç olmakla birlikte yeşil kimyanın hedefleri içerisinde (Anastas vd., 2000). Bu nedenle kimya, çevre ve toksikoloji bilimlerinin multidisipliner çalışmasını gerektirmektedir. Glikozdan suda çözünen ve biyobozunur bir ürün olan anyonik γ -poli glutamik asit sentezlenmesi bu hedefe uygun olarak gerçekleştirilmiş bir süreçtir (Nicola vd., 1997).

Daha Güvenli Çözücüler ve Yardımcı Maddeler

Ürünün bileşimine dahil olmayan ancak reaksiyonun gerçekleşmesi için gerekli olan tüm maddeler bu ilke içerisinde değerlendirilmektedir. Kimyasal proseslerin pek çok aşamasında çözücüler kullanılmaktadır. Bu nedenle yeşil kimyanın en popüler alanlarından biri çözücülerdir (Sheldon, 2005). Bitki ekstraksiyonlarında kullanılan çözücü, farklı metabolitlerin elde edilmesinde ekstrakt verimliliği bakımından başarıyı etkileyen en önemli parametrelerden birisidir (Kalhor ve Ghandi, 2019; Lee vd., 2019; Chandran vd., 2021).

Geleneksel yöntemlerde çözücü seçiminde polarite, viskozite ve uçuculuk gibi özellikler dikkate alınırken, ozon tabakası üzerine olası zararı ya da küresel ısınmaya olan etkisi gibi durumlar genellikle göz ardı edilmektedir. Yeşil kimya, çözücülerini bu bakış açısı ile de ele alan bir sistemdir (Horvath ve Anastas, 2007). Burada kullanılacak alternatif çözücülerin çevre üzerinde olumsuz etki göstermemesi asıl odaklanılan durum olmakla birlikte canlılar üzerine olan toksitesinin düşük olması ya da toksik olmaması ve düşük bir absorpsiyona sahip olması da önemlidir.

Yeşil kimya uygulamalarında alternatif çözücülerin başında su gelmektedir (Tsukinoki ve Tsuzuki, 2001). Su, yeşil kimyada en yaygın kullanılan, ulaşılması kolay ve ekonomik, toksik olmayan ve yanma özelliği olmayan çevre dostu bir çözücü olarak tanımlanmaktadır (Anastas ve Eghbali, 2010). Her ne kadar organik bileşiklerin suda çözünürlüğünün zayıf olması nedeni ile bu bir dezavantaj gibi düşünülse de yapısı ve fizikokimyasal özellikleri ile su son derece avantajlı bir çözücüdür (Breslow, 1991).

Suyun dışında çözücü olarak süperkritik akışkan (Hu vd., 2001) ve iyonik sıvılar (Eckstein vd., 2004) kullanılmaktadır.

Süperkritik akışkan hal, o maddenin sıcaklığının ve basıncının kendi kritik değerlerinin üzerinde olan ancak katılma basıncının altında bulunan ortamdaki hali olarak tanımlanmaktadır. Bu bölgede akışkanlar sıvı ile gaz arasında bir ara davranış sergilerler. Süperkritik akışkanların yüzey gerilimi olmayıp, yoğunluk ve viskoziteleri basınç veya sıcaklık ile değişmektedir (Çolak ve Tülek, 2003).

Süperkritik akışkan olarak en yaygın şekilde su, CO₂, metan, metanol, etanol veya aseton kullanılmaktadır. Gelişmiş taşıma özellikleri, çözücünün bitkisel örneğe hızlı bir şekilde nüfuz etmesi ve artan ekstraksiyon verimlilik oranı tekniğin üstünlüklerindedir. Çözücünün gücü basınç ve sıcaklık koşulları değiştirilerek güçlendirilebilmektedir. Bu durum da çözücünün seçiciliğini artırmaktadır (Lopez-Hortas vd., 2022).

CO₂, toksik olmaması, insanlar ve çevre için güvenli olması, yanıcı olmaması, kolay elde edilebilmesi, kimyasal olarak inert olması, düşük viskozite ve yüzey gerilimine karşın yüksek difüzyona sahip olması, fraksiyonlama yeteneğinin yüksek olması, yüksek çözme gücü ve yüksek seçiciliğe sahip olması gibi nedenlerle en çok kullanılan çözücüdür (Sánchez Camargo vd., 2014). CO₂, kritik noktaların üzerinde akışkan, altında ise gaz formundadır. Kolaylıkla temizlenebilir olması ve ekstraksiyon sonrası üründe çözücü kalıntısının kalmaması nedeniyle de üstün bir tekniktir. Reaksiyon tamamlandığında sistemin gazdan arındırılması çözücünün tamamen uzaklaştırılmasını sağlayacağı için bu bakımdan da avantajlı olup (Anastas ve Eghbali, 2010), toksik çözücülerin kullanılmaması nedeniyle işleme sürecinde, enerjide ve çevresel emisyonlarda azalma da söz konusudur (Chemat vd., 2012). Ayrıca kullanılan CO₂, sera etkisine katkıda bulunmamak için geri dönüştürülmekte, böylece yeşil kimyanın çevreci özelliğini de sergilemektedir (Da Porto vd., 2014; Kirihamiti vd., 2003; Kotnik vd., 2007). Bitki kökenli değerli bileşenlerin ekstraksiyonlarında süperkritik CO₂ giderek daha popüler hale gelmektedir.

Süperkritik CO₂ ürünlerin doğal aromalarının ve biyoaktif bileşenlerinin korunması nedeniyle gıda, ilaç ve kozmetik endüstrileri için çözücü olarak son derece uygun bir konumdadır (Reverchon vd., 1995; Jerkovi'c vd., 2017). Polar olmayan yapısı gereği süperkritik CO₂ ekstraksiyonu, çiçeklerden biyoaktif bileşenlerin yanı sıra parfüm ya da

kozmetik sanayi için değerli uçucu bileşiklerin elde edilmesinde de avantajlı bir metottur. Bu teknik çiçeklerden ekstrakt elde etmede etkili bir ekstraksiyon metodu olup, geleneksel yöntemlerle karşılaştırıldığında kaliteli bir ekstrakt vermesi bakımından avantajlıdır (Fragoso- Jim'enez vd., 2019). Kenevir çiçekleri bu teknolojinin günümüzde en etkili kullanıldığı alanlardan birisidir (Lopez-Hortas vd., 2022).

Çiçekler, renk ve tat verici, besin değerlerinin yüksek olmasını sağlayıcı uçucu bileşenler, terpenler, alifatik bileşikler, fenil propanoidler ve benzenoidler gibi bileşenlerce zengin olması nedeniyle (Li, 2012; Zhao vd., 2019) ilaçlarda, gıdalarda, kozmetik ve tekstil sanayiinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Da Porto vd., 2014). Çiçekler, hassas yapıları gereği ve genellikle yapraklarının ayrılmasının zaman alan bir işlem olması nedeniyle taç yapraklar yerine bütün halinde kullanılırlar. Ancak çiçekler, kimyasal ve morfolojik açıdan çok karmaşık ve heterojen yapılardır. Farklı çiçek kısımları farklı yapıda olup, farklı biyolojik özelliklere sahip çok çeşitli kimyasalları içerebilirler. Çiçek kısımları arasında kompozisyon veya hedef bileşikler arasında da farklılık söz konusudur. Bu durum hem ekstrakt bileşimini hem de ekstraksiyon sürecini etkileyebilmektedir (Kiriamenti vd., 2003). Örneğin taç yapraklar antioksidan, vitamin ve mineral madde kaynaklarıdır (Rop vd., 2012; Pires vd., 2019). Polenler ise genellikle karbonhidratlar, proteinler, karotenoidler, flavonoidler, doymuş ve doymamış yağ asitlerini içerirler. Nektarlar şeker, lipidler, alkaloidler, fenolik bileşikler, terpenoidler, inorganik iyonlar, organik asitler ve amino asitleri içerirler (Pires vd., 2019). Bu durum, yüksek saflıkta hedef bileşen eldesinde farklı dokulara ve doku parçalarına farklı muamele yapılmasını zorunlu kılmaktadır.

Safran stıgması örneğinde olduğu gibi çiçeklerin yapraklarının taban kısmı acı tadı nedeniyle çıkarılmalı ve sonrasında bir ekstraksiyon süreci gerçekleştirilmelidir. Klorofil gibi istenilmeyen bileşiklerin de ekstraksiyona dahil olmasından kaçınmak amacıyla çiçeklerin önceden hazırlanması gerekmektedir (Lopez-Hortas vd., 2022). Yeşil kimya uygulamalarında ise proste yapılacak bir takım modifikasyonlar ile söz konusu engel aşılabilmektedir. Burada istenmeyen bileşenlerin uzaklaştırılmasında ön ekstraksiyon aşaması önerilmektedir. Örneğin Kiriamenti vd. (2003) pyrethrum çiçeklerinin ekstraktlarında piretrin içeriğini artırmada öğütülmemiş çiçeklerden istenmeyen mumsu maddeleri uzaklaştırmak için süperkritik CO₂ ekstraksiyonundan önce CO₂ ile (8 MPa, 29°C) yıkama prensibine dayalı ön uygulama sürecini önermişlerdir. Her ne kadar ön işlem yapılmamış ham ekstraktta verim daha yüksek olsa da, çiçeklerin yüzeyinde bulunan kirleticilerin daha önce uzaklaştırılmış olması nedeni yıkanmış bütün çiçekten elde edilmiş ekstraktta hedef bileşen olan piretrin miktarının daha yüksek seviyede olduğu belirlenmiştir.

Bitkilerden uçucu yağların süperkritik CO₂ ekstraksiyonu sırasında, mumların veya parafınların ve diğer bazı uçucu bileşiklerin birlikte

ekstraksiyonu mümkündür. Bitki materyalinin yüzeyinde bulunan kütiküler mumlar, ilk ekstraksiyon döneminde kolayca yıkanır. Bununla birlikte, iç organellerde bulunan uçucu yağlar veya hücre içi boşluklarda bulunan piretrinler gibi diğer bileşenleri çıkarmak için daha yüksek iç kütle transfer direnci, ekstraksiyon sürecini uzatmaktadır (Baldino vd., 2017).

Ekstraktörü yüklemeye önce toz haline getirilmiş çiçekler kanal oluşumu gibi istenilmeyen durumları engellemek adına (Baldino vd., 2017; Al-Suod vd., 2019) cam boncuklar veya sıkıştırılmış selit gibi inert bir malzeme ile (Da Porto vd., 2014; Ruan vd., 2017; Li vd. (2016) ya da susuz sodyum sülfat ve ince beyaz kum ile (Shortle vd., 2014) karıştırılabilmektedir. Dolayısıyla bu teknik çok farklı modifikasyonlara imkan tanınması nedeni ile de avantajlıdır.

Kritik basınç (7,38 MPa) ve kritik sıcaklık (31°C) değerlerinin bileşenlerin stabilitesi ve korunması bakımından da uygun olması nedeni ile hedef bileşenlerin bozulması önlenmiş olmaktadır. Bitkisel materyalin düşük sıcaklıklarda işlenmesine izin veren bu sistemle yüksek sıcaklıktan kaynaklanan bozunma önlenmektedir (Capuzzo vd., 2013; Baldino vd., 2020; Zia vd., 2020). İşğe duyarlılık, oksitlenebilirlik ve uçuculuğun korunmasında da büyük avantajlar sunmaktadır (Lopez-Hortas vd., 2022).

Süperkritik akışkanlar ile çeşitli maddeleri çözmek için geleneksel yöntemlerle mümkün olmayan proses parametreleri değiştirilerek süreç kontrol edilebilmektedir (Baiker, 1999; Stevens vd., 2010; Taberner vd., 2012; Knez vd., 2014). Bu bakımdan da avantajlı olup, pigmentlerden aromatik bileşiklere, alkaloidlere kadar bu bileşikler proses koşulları ayarlanarak veya farklı stratejiler kullanılarak süperkritik akışkan ekstraksiyonu ile elde edilebilir.

Basınç, süperkritik ekstraksiyonun verimliliğini etkileyen önemli bir değişkendir (Fragoso-Jim'enez vd., 2019; Shortle vd., 2013; Hsu vd., 2011). Sabit bir sıcaklıkta basıncın artması, sıvı yoğunluğunu ve çözünenlerin denge çözünürlüğünü arttırmakta ve ekstraksiyon verimliliğini artırmaktadır.

Farklı bitkiler üzerinde ekstraksiyon verimliliğinde basıncın etkisinin belirlenmesine yönelik yapılmış pek çok çalışma da bulunmaktadır. Örneğin, *Lonicera japonica*'dan yüksek ekstraksiyon verimliliği için 15-25 MPa aralığındaki optimal çalışma basıncı değerleri rapor edilmiştir (Hsu vd., 2016). Pieczykolan vd. (2019) tilia çiçeklerinden tiliroside üretiminde ekstraksiyon verimi ve seçicilik için basıncın etkisi üzerinde çalışmışlardır. Yüksek sıvı yoğunluklarının kullanımı, diğer birçok bileşenin ve oldukça karmaşık ekstraktların kolayca çıkarılmasına olanak sağlamaktadır. Örneğin, daha düşük işletme basınçları *H. sabdariffa* kalikslerinden organik asitlerin ekstraksiyonunda (Pimentel-Moral vd., 2019), kenevirden (Pires vd., 2019) ve sümbülteber çiçeklerinden (Fragoso-Jim'enez vd., 2019) ana uçucuların ekstraksiyonunda başarı ile kullanılırken, daha yüksek basınçlar çoğunlukla

mumsu yapıdaki maddelerin ve doymuş hidrokarbonların izolasyonunda kullanılmaktadır.

Termal değişiklikler de verimliliği etkilemektedir. Ekstraksiyondan önce 140°C'de 30 dakika ön ısıtma, 10 MPa ve 35°C'de yağ verimini yaklaşık üç kat ve kannabinoid içeriğini yedi kat artırmıştır (Ribeiro Grijo vd., 2019).

Balmumları süper kritik CO₂'de terpenler, seskiterpenler, diterpenler ve diğer düşük moleküler ağırlıklı bileşiklerden daha az çözünür olduklarından, belirlenmiş çalışma koşulları altında seçici olarak ayrılmaları mümkündür. İki ayırıcının olması, ilk ayırıcıda kutiküler mumsu ve ikincide esansiyel yağları çöktürmek için kullanılan bir stratejidir. İki (Coelho vd., 2007; Kotnik vd., 2007; Da Porto vd., 2014; Baldino vd., 2017) ya da üç (Scalia vd., 1999) ayırıcıyı kullanan bu strateji endüstriyel uygulamalar için ciddi bir potansiyeldir. Bu strateji kullanılarak Coelho vd. (2007), *Satureja fruticosa* çiçeklerinden iki aşamalı fraksiyonel ayrımı gerçekleştirmiştir. Marongiu vd. (2007), *Ridolfia segetum* çiçeklerini, Kotnik vd. (2007) papatya çiçeklerini kullanarak başarılı ekstraksiyonlar gerçekleştirmişlerdir. Da Porto vd. (2014), 10 MPa ve 40°C'de kenevirde süperkritik CO₂ ekstraksiyonu ve kutiküler mumsu ve uçucu bileşikleri geri kazanmak için iki ayırıcı (7 MPa, 25°C; 5 MPa, 15°C) kullanarak fraksiyonlamayı önermiştir.

Süperkritik CO₂ farklı kompozisyonlara sahip ayrı fraksiyonlar elde etmek için bir strateji olabilir (Ivanovic vd., 2011). Yüksek basınç altında CO₂ ekstraksiyonu, hem uçucu yağların hem de oleoresinlerin ekstraksiyonuna izin vermektedir (Santos-Buelga ve Gonzalez-Param, 2014; Pimentel-Moral vd., 2019).

Kadife çiçeğinden oleoresin ve luteinin (Gong vd., 2011), *Camellia sinensis*'ten uçucu yağların (Chen vd., 2014), sümbülteberden metil eugenolün (Ghosh ve Bhattacharjee, 2016), *Fritillaria thunbergii* çiçeklerinden alkaloidlerin (Ruan vd., 2017), *Acmella oleracea*'dan spilantholün (Dias vd., 2017), üzerlik tohumlarından yağ asitlerinin (Ekinci vd., 2018), *Cannabis sativa*'dan kanabinoidlerin (Ribeiro Grijo vd., 2019; Qamar vd., 2021) miktarlarının artırılması ve hedef bileşiğin doğru seçiciliği üzerine yapılmış çalışmalar bulunmaktadır.

Günümüzde süperkritik akışkanlar esas olarak kahve ve çayın kafeinsizleştirilmesinde ve büyük ölçekte şerbetçiotu ekstraktlarının üretiminde kullanılmasına rağmen, farklı ölçeklerde faaliyet gösteren diğer endüstriyel uygulamalar için de bu ekstraksiyon yöntemine artan bir ilgi bulunmaktadır. Tütünden nikotin ve katranın uzaklaştırılmasında, yağlı çekirdeklerden yağ ekstraksiyonunda, kolestrolün uzaklaştırılmasında, reçel sterilizasyonu ve aroma ekstraktının hazırlanması gibi alanlarda da süperkritik akışkanların kullanıldığı bilinmektedir (Capuzzo vd., 2013).

Çiçeklerin kullanıldığı süperkritik akışkan ekstraksiyonlarına yönelik çalışmaların son beş yılda yaklaşık yüzde 40 oranında arttığı belirlenmiştir. Bu durum, biyoaktif bileşen kaynağı olan çiçeklerin ekstraksiyonunda aroma,

tat ve koku olarak kullanılan doğal uçucu bileşenlerin yeniden canlandırılmasında süperkritik akışkan ekstraksiyonlarına daha fazla odaklanıldığını göstermektedir (Lopez-Hortas vd., 2022).

Süperkritik CO₂ ekstraksiyonu, çiçek ekstraktlarının endüstriyel üretiminde popüler bir yeşil ekstraksiyon işlemi olmakla birlikte (Lavoine-Hanneguelle vd., 2014) tohum ve yaprak ekstraksiyonlarında da başarılı olduğu belirlenmiştir (De Melo vd., 2014). Bununla birlikte söz konusu alanın kullanımının halen yetersiz olduğu düşünülmektedir (Zhao vd., 2019).

Yeşil kimya uygulamalarının kullanıldığı, yeterince yararlanılmayan biyokütlelerden ve tarımsal yan ürünlerden değerli bileşiklerin geri kazanımı üzerinde çalışılan, aynı zamanda farklı yaklaşımlarla uygulamanın çevre dostu yapısını da ölçen araştırmalar büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmalar ile istenilen fraksiyonlar ya da metabolitlerin üretim süreci belirlenmekte ve biyokütle katma değeri yüksek ürünlere (yiyecekler, çeşitli bileşenler, yem ve malzemeler) dönüşmektedir. Potansiyel nöroprotektif aktiviteye sahip yeni gıda ürünleri geliştirmek için biyoaktif bileşiklerin geri kazanılmasıyla ilgili bir araştırmada Ballesteros-Vivas vd. (2021) süperitik akışkan ekstraksiyonu ile yenilebilir mikroalg *Dunaliella salina*'dan nöroprotektif potansiyele sahip karotenoidlerin ekstraksiyon işlemini başarıyla gerçekleştirmişlerdir.

Yeşil kimya uygulamalarında kullanılan bir diğer çözücü ise Doğal Derin Ötektik Çözücüler (Natural Deep Eutectic Solvents, NaDES) olarak adlandırılan çözücülerdir (Espino vd., 2020). NaDES, hidrojen bağı donörü ve hidrojen bağı alıcısı olarak adlandırılan, şekerler, şeker alkolleri, polialkoller, aminoasitler, organik asitler ve organik bazlar olmak üzere iki veya daha fazla doğal bileşenin karışımıdır. Bu bileşiklerin iki veya daha fazlasının su eklenmesiyle moleküller arası bir hidrojen bağı oluşturulmakta ve bu da yük delokalizasyonuna neden olarak bileşenlerin kendilerinden daha düşük erime noktasına sahip bir karışımıyla sonuçlanmaktadır (Choi vd., 2011).

NaDES, oda sıcaklığında ayrı ayrı katı, karıştırıldığında sıvı olan doğal bileşiklerin karışımları olarak da tanımlanan çözücülerdir (Espino vd., 2020). NaDES'ler canlılardaki pek çok önemli biyokimyasal süreç için gerekli, bazı moleküllerin çözünürlüğünü artıran ve kimyasal reaksiyonları teşvik eden sıvılardır (Choi vd., 2011). Bu tür doğal çözücüler çevrenin, su altı ve kara canlılarının korunması bakımından sürdürülebilir kalkınma hedeflerine odaklanan bir yaklaşım sergilemektedirler (Espino vd., 2020).

NaDES'ler, bitkilerin tüm biyokütlelerinin kullanılabilmesi, diğer ekstraksiyon yöntemlerine göre çok az atık oluşması ya da hiç oluşmaması, bitkisel yan ürünlerden değerli bileşiklerin geri kazanılması, istenilen metabolitlerin elde edilebilmesi, biyokütlenin katma değeri yüksek ürünlere dönüşmesi bakımından çevre dostu bir yöntem olup (Ballesteros-Vivas vd., 2021), minimize edilebilen bir yöntem olması, toksik organik çözücüler yerine yenilenebilir kaynaklardan elde edilen reaktiflerin kullanımı gibi ciddi avantajlara da sahiptir (Espino vd., 2020).

Ekstraksiyonlar sonucu elde edilen değerli bileşenlerin tüketimi sırasında da hedef doku ve organlara iletilmesi ve yeterince etkili kullanılabilmesi son derece önemlidir. Suda çözünürlüğü düşük ve emilimi sınırlı bileşenlerden istenilen farmakolojik etki elde edilememektedir (Shekhawat ve Pokharkar, 2017). Parçacık boyutunu küçültme, katı dispersiyon oluşumu, yüzey aktif madde, tuz oluşumu, pH ayarlaması, lipid bazlı dağıtım sistemleri, siklodekstrin ile kompleks oluşturma ve yardımcı çözücü kullanmak gibi, değinilen bu sorunları aşmak için çok ciddi çalışmalar yapılmaktadır (Bilia vd., 2019; Salehi vd., 2020; Zheng ve McClements, 2020; Zuccari vd., 2020). Toksik olmayan çözücü kullanmak burada en temel yaklaşım olup, sürdürülebilirlik, biyolojik olarak parçalanabilirlik, kabul edilebilir farmasötik toksisite profilleri ve yüksek çözünürlük gibi birçok avantajlı özellikleri nedeniyle bu çözücüler ön plana çıkmaktadır. Ekstraksiyon verimini artırma ve biyoyararlanımı iyileştirmek adına NaDES'ler toksik organik çözücülere alternatif bir yaklaşım sunmaktadır. Polar ve apolar bileşiklerin etkisinden yararlanılması da ayrıca bir avantajdır (Dai vd., 2013; Paiva vd., 2014; Liu vd., 2018; Benvenuti vd., 2019; Choi ve Verpoorte, 2019).

Enerji Verimliliği Tasarımı

Enerji tasarrufunun sağlanması yeşil kimyanın en temel prensiplerinden olup, kimyasal proseslerde enerjiye olan gereksinimlerin minimuma indirilmesi hedeflenmektedir. Bu ilke genel olarak düşünüldüğünde büyük ölçekli üretim yapan firmalarda enerjiden tasarruf sağlanması, çevre dostu enerjiler kullanabilmek amacıyla güneş enerjisi ile entegre sistemler, gıda ürünlerinin küçük gruplar halinde nakliyesi yerine daha büyük gruplar halinde taşınması, taşımada çevre dostu motorlu araçların kullanılması gibi durumlar enerji verimliliğini sağlamaktadır. Diğer taraftan gittikçe artan enerji harcamaları nedeni ile alternatif enerji kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. Burada da güneş, rüzgar, su ve jeotermal enerji gibi yenilebilir kaynaklar ön plana çıkmaktadır (Mathison ve Cole Hamilton, 2006).

Bitkisel analizlerde yeşil kimya sürecinde ise kimyasal proseslerde enerji ihtiyacının çok yüksek olduğu basınç ve sıcaklıklarının düzenlenmesinde, çözücülerin uzaklaştırmasında, ürün izolasyonunda ve saflaştırılmasında tasarrufa gidilmesi söz konusu olmaktadır. Burada da proseslerde enerji kullanımını minimuma indirmek için reaksiyonlar daha çok oda sıcaklığında, normal atmosfer basıncında gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır (Anastas ve Eghbali, 2010).

Yenilenebilir Maddelerin Kullanımı

Yenilenebilir hammaddeler bitki bazlı olmakla birlikte CO₂ gibi uygun bir süre içerisinde yeniden üretimi söz konusu olabilen herhangi bir madde de yenilenebilir madde olarak değerlendirilmektedir (Anastas vd., 2000).

Selüloz, lignin, suberin, laktik asit, kitin, nişasta, gliserol ve yağ bunlar içerisinde (Anastas ve Eghbali, 2010).

Katekol, farmasötik, tarım ve gıda sektörü gibi pek çok alanda kullanılan bir madde olup, günümüzde yılda yaklaşık 21 milyon kg'lık bir üretimi söz konusudur. Katekolün başlangıç maddesi ise çoğunlukla petrol türevli olan ve kanserojen özelliği bulunan benzendir (Draths ve Frost, 1998). *E. coli* kullanarak benzen'e alternatif yenilenebilir bir madde olan D-glukozdan da katekol üretilebilmektedir. Böylece hem tehlikeli bir madde kullanılmamış, hem de ara basamaklar ortadan kaldırıldığı için enerji kullanımını azalmış olmaktadır (Anastas vd., 2000). Benzer şekilde etanol, çevre dostu ve fosil olmayan bir biyoyakıttır. Eysel atıklardan ve selülozik besinlerden üretilebilmektedir. Büyük ölçekli üretim için *Saccharomyces mayaları* kullanılmakta ancak süreçte glukoz fermente edilebilirken ksiloz fermente edilememektedir. Her ikisini mayalayabilen başka bir doğal mikroorganizma olmamakla birlikte, bu amaçla yapılan genetik mühendisliği çalışmaları ile *Saccharomyces mayaları* geliştirilmiştir (Ho, 1998; Anastas vd., 2000).

Eter çözücüsü olarak kullanılan tetrahidrofuran (THF)'a alternatif olarak 2-metil THF'nin mısır, şeker kamışı küspesi ve pirinç samanı gibi yenilenebilir hammaddelerden üretilmesi de yeşil kimya uygulamalarına birer örnektir (Khoo vd., 2015).

Yan Ürünlerin (Türevlerin) Azaltılması

Klasik organik kimyada bir sentez sırasında fonksiyonel grupların korunması adına sentez basamak sayısı tutulmaktadır. Bu durum ise materyal ve enerji kaybına yol açmaktadır. Yeşil kimyanın ana ilkelerinden birisi de sentez sırasında olabildiğince türevlendirme yapılmasından kaçınılmasıdır. Basamak sayısını azaltmanın en etkili yolu spesifik enzim kullanılmasıdır. Ayrıca çapraz bağlı enzim kristalleri (Cross-linked Enzyme Crystal, CLEC) geliştirilerek enzimlerin çok yönlülüğü de artırılmaktadır. CLEC'ler, yüksek pH, sıcaklık ve çözücülere karşı dayanıklıdırlar. Günümüzde 20'den fazla enzim bu şekilde formüle edilmiştir. Bu metotla deterjan, kozmetik gibi tüketici ürünlerinde atık ve tehlikeli kimyasallar arındırılabilir (Altus Biologics, 1997).

Katalizör

Yeşil kimya uygulamalarında su kullanımını azaltan ya da daha az atık su üreten, biyolojik olarak parçalanabilen katalizörlerin kullanımı önerilmektedir. İlaç ve kimya endüstrisinde, polimer endüstrisinde ve petrokimya çalışmalarında katalizör kullanılmaktadır. Az miktarda da etkili olmakta ve tekrar kullanımı mümkün olmaktadır (Rohm, 1996). İlaç sanayiinde kullanılan bisnoraldehitin (BNA) üretim sürecinin yeniden dizaynı bu ilkeye örnek olarak gösterilebilmektedir. Progesteron ve kortikosteroidlerin

sentezinde kullanılan BNA'nın üretiminde atık soya fasülyesi kalıntılarından yararlanılmaktadır (Ciriminna ve Pagliaro, 2013). Bu yeni sentezle soya sterol hammaddesi kullanımı artmakta ve geri kazanılmayan organik çözücü atığı %89 oranında azalmış olmaktadır (Pharmacia and Upjohn, 1996).

Bozulmanın Tasarımı

Bu ilkede hedef, kimyasal ürünlerin ilk tasarımlarının çevrede atık oluşturmayacak şekilde yapılarak süreç sonunda zararsız bozunma ürünlerine dönüşmeleridir. Bu şekilde depolama alanlarına daha az ihtiyaç duyulmakta ve atığın bertaraf edilmesi sorunu da ortadan kalkmış olmaktadır. Bakteriler tarafından enzimatik olarak sentezlenen doğal polihidroksialkanoatlar bu tasarımın örneklerindedir (Gupta vd., 2010).

Gerçek Zamanlı Kirlilik Önleme

Günümüze değin çevresel problemler oluşuktan sonra çözüm önerisinin geliştirilmesine yönelik bir anlayış söz konusu iken, bugün yan ürünlerin oluşumunu engelleyen ya da en aza indiren, böylece atık sorununu henüz oluşmadan ortadan kaldıran analitik yöntemlerden söz edilmektedir (Morgan, 2012). Geleneksel kimyada bir analiz sürecinde fazla miktarda örnek ve çözücü kullanılmakta ve süreç boyunca da yüksek miktarda enerji tüketimi söz konusu olmaktadır. Yeşil kimya uygulamalarında daha az miktarda örnek ve buna paralel az miktarda çözücü ile birlikte enerji tüketimi de düşmektedir. Büyük miktarlarda çözücü kullanımını zorunlu kılan durumlarda ise çözücü miktarının azaltıldığı ekstraksiyon yöntemleri geliştirmiştir. Örneğin ultrasonik ekstraksiyon, mikrodalga destekli ekstraksiyon ve süperkritik akışkan ekstraksiyonu bunlar içerisinde yer almaktadır (Keith vd., 2007; Anastas ve Eghbali, 2010).

Kazaların Önlenmesi İçin Daha Güvenli Bir Kimya

Analiz sürecinde kullanılacak reaktiflerin ve zehirli maddelerin olası kazalara karşı (atmosfere salınımı, patlaması vb.) dikkatle seçilmesi gerekmektedir (Evliyaoğulları, 2019). "Güvenlik İlkesi" olarak bilinen bu ilke en çok gözden kaçırılan ilke olsa da aslında diğer ilkelerin mantıklı işleminin doğal bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Yeşil kimya tümüyle laboratuvar güvenliği ile bağlantı içerisinde. Zehirli, patlayıcı ya da yanıcı özellikteki maddelerin kullanımında kaza risklerini en aza indirecek şekilde bir tasarım yapılmalı ve gerekli güvenlik önlemleri alınmalıdır.

Yeşil kimya uygulamalarının bitkisel kökenli araştırmalarda sunmuş olduğu tüm bu değinilen avantajları özetlenecek olursa;

- Yenilenebilir, toksik olmayan hammaddelerin seçilmesi ile sürecin başından itibaren çevre dostu bir yaklaşım gösterilmektedir.

- Enerji verimliliği yüksek, güvenli sentetik prosedürler dizayn edilebilmektedir.
- Güneş, rüzgar, hidroelektrik ve jeotermal enerji kaynaklarının ve üçüncü nesil biyoyakıtların kullanılması sürdürülebilirlik adına önemlidir. Enerji tüketiminde tarımsal üretimin payı düşünüldüğünde karbon kaynaklı küresel ısınmanın azaltılmasında ciddi bir etkisi olacaktır.
- Yüksek verimlilik ile karakterize edilen, yoğun kimyasalların kullanıldığı mevcut tarımsal uygulamalara karşı insan ve çevre üzerinde olumsuz etkileri minimuma indirilmiş kimyasalların, biyopestisitlerin kullanılması önemlidir.
- Yeşil kimya tüketiciyi odak noktasına alarak, sürdürülebilir ve güvenli bir gıda arzı oluşturmaktadır.
- Tüm malzemelerin maksimum oranda ürüne dahil edilmesi ile ara ürünler, atıklar ortadan kalkmaktadır. Yeşil kimya uygulamaları çerçevesinde işlevi korunmuş, dayanıklı, toksik olmayan ürünler üretilmekte, ürünlerin biyobozunur olması da çevre korunmasının sağlanması ve sürdürülebilirlik adına önem taşımaktadır (Bhandari ve Kasana, 2018).

SONUÇ

Yeşil kimya kavramı, geleneksel kimya biliminin temelleri üzerine inşa edilmiş yeni bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. Hayatımızın her alanında sürdürülebilirliği esas kılan bu kavram tarımsal açıdan ele alındığında da yeni bir bakış sunmaktadır. Bu sistemle sıfır atıklı biyo-bazlı gıda ürünleri üretmede, pestisit ve gübrelerin üretim ve kullanımı sürecinde de akılcı yaklaşımlar sunulduğu bilinmektedir. Odağına çevreyi alan, insan beslenmesinde ve hatta yaşamın pek çok alanında vazgeçilmez olan ürünlerin tüm üretim süreci boyunca çevreye ve içinde barındırdığı tüm canlılara dost bir yaklaşımla ve yüksek verimlilik ilkesi ile üretimini mümkün kılan bu yaklaşım gelecek kuşaklara sağlıklı, yaşanabilir bir çevre bırakmak adına son derece önemlidir.

KAYNAKÇA

- Al-Suod, H., Ratiu, I. A., Krakowska-Sieprawska, A., Lahuta, L., Gorecki, R., Buszewski, B. (2019). Supercritical fluid extraction in isolation of cyclitols and sugars from chamomile flowers. *Journal of Separation Science*, 42, 3243-3252. doi: 10.1002/JSSC.201900539
- Altus Biologics Inc (1997). Cross- linked enzyme crystals (CLECs) as robust and broadly applicable industrial catalyst. The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program Summary of 1997 Award Entries and Recipient, 13. Erişim adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/award_entries_and_recipients1997.pdf
- Anastas, P. T. ve Beach, E. (2009). Changing the course of chemistry. ACS Symposium Series. doi: 10.1021/bk-2009-1011.ch001
- Anastas, P. T., Bartlett, L. B., Kirchoff, M. M. ve Williamson, T. C. (2000). The role of catalysis in the design, development and implementation of green chemistry. *Catalysis Today*, 5 (1-2), 11-22.
- Anastas, P. T., Kirchoff, M. M. ve Williamson, T. C. (2001). Catalysis as foundational of green chemistry. *Applied Catalysis A: General*, 221 (1-2), 3-13.
- Anastas, P. T. ve Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: Theory and Practice*. Newyork: Oxford Science Publications.
- Anastas, P. ve Eghbali, N. (2010). Green chemisty principles and practice. *Chemical Society Reviews*, 39, 301-312.
- Baiker, A. (1999). Supercritical fluids in heterogeneous catalysis. *Chemical Reviews*, 99 (2), 453-473.
- Baldino, L., Della Porta, G. ve Reverchon, E. (2017). Supercritical CO2 processing strategies for pyrethrins selective extraction. *Journal of CO2 Utilisation*, 20, 14-19. doi: 10.1016/J.JCOU.2017.04.012
- Baldino, L. Scognamiglio, M. ve Reverchon, E. (2020). Supercritical fluid technologies applied to the extraction of compounds of industrial interest from Cannabis sativa L. and to their pharmaceutical formulations: A review. *The Journal of Supercritical Fluids*, 104960.
- Ballesteros-Vivas, D., Socas-Rodríguez, B., Mendiola, J. A., Ibáñez, E. ve Cifuentes, A. (2021). Green food analysis: Current trends and

- perspectives. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 31:100522
- Bare, J. C. (2003). The tool for the reduction and assessment of chemical and other environmental impacts. *Journal of Industrial Ecology*, 6, 49-78.
- Benvenuti, L., Zielinski, A. A. F. ve Ferreira, S. R. S. (2019). Which is the best food emerging solvent: IL, DES or NADES? *Trends in Food Science & Technology*, 90, 133-146. doi: 10.1016/j.tifs.2019.06.003
- Bhandari, S. ve Kasana, V. (2018). Applications of green chemistry principles in agriculture. *Green Chemistry & Technology Letters*, 4 (2), 10-12.
- Bilia, A. R., Piazzini, V., Risaliti, L., Vanti, G., Casamonti, M., Wang, M. Bergonzi, M. C. (2019). Nanocarriers: a successful tool to increase solubility, stability and optimise bioefficacy of natural constituents. *Current Medicinal Chemistry*, 26, 4631-4656. doi: 10.2174/0929867325666181101110050
- Breslow, R. (1991). Hydrophobic effects on simple organic reactions in water. *Accounts of Chemical Research*, 24 (6), 159-164.
- Capuzzo, A., Maffei, M. E. ve Occhipinti, A. (2013). Supercritical fluid extraction of plant flavors and fragrances. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 18, 7194-7238. doi: 10.3390/molecules18067194
- Chandran, K., Kait, C. F., Wilfred, C. D. ve Zaid, H. F. M. (2021). A review on deep eutectic solvents: physiochemical properties and its application as an absorbent for sulfur dioxide. *Journal of Molecular Liquids*, 338, 117021. doi: 10.1016/j.molliq.2021.117021
- Chemat, F., Vian, M. A. ve Cravotto, G. (2012). Green extraction of natural products: concept and principles. *International Journal of Molecular Sciences*, 13, 8615-8627.
- Chen, Z., Mei, X., Jin, Y., Kim, E. H., Yang, Z. ve Tu, Y. (2014). Optimisation of supercritical carbon dioxide extraction of essential oil of flowers of tea (*Camellia sinensis* L.) plants and its antioxidative activity, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 316-321. doi: 10.1002/JSFA.6260
- Choi, Y. H., van Spronsen, J., Dai, Y., Verberne, M., Hollmann, F., Arends, I. W. C. E., Witkamp, G. J. ve Verpoorte, R. (2011). Are natural deep eutectic solvents the missing link in understanding cellular metabolism

- and physiology? *Plant Physiology*, 156, 1701-1705. doi: 10.1104/pp.111.178426
- Choi, Y. H. ve Verpoorte, R. (2019). Green solvents for the extraction of bioactive compounds from natural products using ionic liquids and deep eutectic solvents. *Current Opinion in Food Science*, 26, 87-93. doi: 10.1016/j.cofs.2019.04.003
- Ciriminna, R. ve Pagliaro, M. (2013). Green chemistry in the fine chemicals and pharmaceutical industries. *Organic Process Research & Development*, 17 (12), 1479-1484.
- Coelho, J. A. Grosso, C. Pereira, A. P. Burillo, J. Urieta, J. S. Figueiredo, A. C. Barroso, J. G. Mendes, R. L. ve Palavra, A. M. F. (2007). Supercritical carbon dioxide extraction of volatiles from *Satureja fruticosa* B'eguinet, *Flavour and Fragrance Journal*, 22, 438-442, doi:10.1002/FFJ.1819
- Collins, T. J. (1998). Efficient, selective totally chlorine free (TCF) wood pulp bleaching technology. The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program, Award Entries and Recipients, pp. 12, https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/award_entries_and_recipients1998.pdf
- Çolak, N. ve Tülek, Y. (2003). Süperkritik akışkan ekstraksiyonu. *Gıda*, 28 (3), 313-320.
- Da Porto, C., Decorti, D. ve Natolino, A. (2014). Separation of aroma compounds from industrial hemp inflorescences (*Cannabis sativa* L.) by supercritical CO₂ extraction and on-line fractionation. *Industrial Crops and Products*, 58, 99-103. doi: 10.1016/J.INDCROP.2014.03.042
- Dai, Y., van Spronsen, J., Witkamp, G. J., Verpoorte, R. ve Choi, Y. H. (2013). Natural deep eutectic solvents as new potential media for green technology. *Analytica Chimica Acta*, 766, 61-68. doi: 10.1016/j.aca.2012.12.019
- De Melo, M. M. R., Silvestre, A. J. D. ve Silva, C. M. (2014). Supercritical fluid extraction of vegetable matrices: Applications, trends and future perspectives of a convincing green technology. *The Journal of Supercritical Fluids*, 92, 115-176, doi: 10.1016/J.SUPFLU.2014.04.007
- Dias, A. M. A., da Silva, A. C. S., Botelho, J. R. S., Júnior, R. N. C., de Sousa, H. C. ve Braga, M. E. M. (2017). Temperature and density

- effects of the scCO₂ extraction of spilanthol from *Spilanthes acmella* flowers. *The Journal of Supercritical Fluids*, 121, 32-40. doi: 10.1016/J.SUPFLU.2016.11.004
- Draths, K. M. ve Frost, J. W. (1998). Use of microbes as environmentally benign synthetic catalysis. The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program, Award Entries and Recipients, pp. 3. Erişim adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/award_entries_and_recipients1998.pdf
- Eckstein, M., Filho, M. W., Liese, A. ve Kragl, U. (2004). Use of an ionic liquid in a two-phase system to improve an alcohol dehydrogenase catalysed reduction. *Chemical Communications*, 1084-1085.
- Ekinci, R., Genişel, M. F., Kılınç, F. M., Kaya, S. ve Onay, A. (2018). Evaluation of supercritical carbon dioxide extraction method and some conventional extraction methods for the determination of fatty acid content from *Peganum harmala* L. seed. *Journal of Agricultural Faculty of Mustafa Kemal University*, 23(2):293-299.
- Espino, M., de los Angeles Fernández, M., Silva, M. F. ve Gomez, F. J. V. (2020). Paper microzone plates integrating Natural Deep Eutectic Solvents: Total phenolic compounds and antioxidant capacity as performed by nature. *Microchemical Journal*, 158, 105296. doi: 10.1016/j.microc.2020.105296
- Evliyaoğulları, N. E. (2019). Bitki özütü kullanılarak sentezlenmiş nanoparçacıkların sulardan ağır metal gideriminde kullanımı (Yüksek lisans tezi). Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. Konya, 63 s.
- Fragoso-Jiménez, J. C., Tapia-Campos, E., Estarron-Espinosa, M., Barba Gonzalez, R., Castaneda-Saucedo, M. C. ve Castillo-Herrera, G. A. (2019). Effect of supercritical fluid extraction process on chemical composition of *Polianthes tuberosa* flower extracts. *Processes*, 7, 60. doi: 10.3390/PR7020060
- Gałaszka, A., Migaszewski, Z. ve Namiesnik, J. (2013). The 12 principles of green chemistry and the significance mnemonic of green analytical practice. *Trends in Analytical Chemistry*, 50, 78-84.
- Gerçek, Z. (2012). Kimya'nın yeni rengi: Yeşil kimya. *Journal of Higher Education Science*, 2 (1), 50-53.

- Ghosh, P. K. ve Bhattacharjee, P. (2016). Mathematical modeling of supercritical carbon dioxide extraction of methyl eugenol from tuberose flowers. *The Korean Journal of Chemical Engineering*, 33, 1681-1691. doi: 10.1007/S11814-015-0247-Z
- Gong, Y., Plander, S., Xu, H., Simandi, B. ve Gao, Y. (2011). Supercritical CO₂ extraction of oleoresin from marigold (*Tagetes erecta* L.) flowers and determination of its antioxidant components with online HPLC-ABTS(•+) assay. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91, 2875-2881. doi: 10.1002/JSFA.4537
- Gupta, M., Paul, S. ve Gupta, R. (2010). General aspects of 12 basic principles of green chemistry with applications. *Current Science*, 99 (10), 1341-1361.
- Ho, N. W. Y. (1998). Successfully development of recombinant xyclose-fermenting saccromyces yeasts capable of effectively co- fermenting glucose and xylose from renewable cellulosic biomass to ethanol as clean transportation biofuel. The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program, Award Entries and Recipients, 21-22. Erişim adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/award_entries_and_recipients1998.pdf
- Horvath, I. T. ve Anastas, P. T. (2007). Innovations in green chemistry. *Chemical Reviews*, 107 (6), 2169- 2173.
- Hsu, H. F. Hsiao, P. C. Kuo, T. C. Chiang, S. T. Chen, S. L. Chiou, S. J. Ling, X. H. Liang, M. T. Cheng, W. Y. ve Houng, J. Y. (2016). Antioxidant and anti-inflammatory activities of *Lonicera japonica* Thunb. var. *sempervillosa* Hayata flower bud extracts prepared by water, ethanol and supercritical fluid extraction techniques. *Industrial Crops and Products*, 89, 543-549. doi: 10.1016/J.INDCROP.2016.05.010
- Hsu, Y. W., Tsai, C. F., Chen, W. K., Ho, Y. C. ve Lu, F. J. (2011). Determination of lutein and zeaxanthin and antioxidant capacity of supercritical carbon dioxide extract from daylily (*Hemerocallis disticha*). *Food Chemistry*, 129, 1813-1818. doi: 10.1016/J.FOODCHEM.2011.05.116

- Hu, Y., Chen, W. ve Banet Osuna, A. M. (2001). A facile method for preparing one-molecule-thick free-standing organic nanosheets with a regular square shape. *Chemical Communications*, 725-727.
- Ivanković, A., Dronjić, A., Bevanda, A. M., Talić, S. ve Energy, G. (2017). Review of 12 principles of green chemistry in practice. *International Journal of Sustainable*, 6 (3), 39.
- Ivanovic, J., Ristic, M. ve Skala, D. (2011). Supercritical CO₂ extraction of *Helichrysum italicum*: Influence of CO₂ density and moisture content of plant material. *The Journal of Supercritical Fluids*, 57, 129-136, doi: 10.1016/J. SUPFLU.2011.02.013
- Jerković, I., Molnar, M., Vidović, S., Vladić, J. ve Jokić, S. (2017). Supercritical CO₂ extraction of *Lavandula angustifolia* Mill. flowers: optimisation of oxygenated monoterpenes, coumarin and herniarin content. *Phytochemical Analysis*, 28, 558-566. doi: 10.1002/PCA.2705
- Kalhor, P. ve Ghandi, K. (2019). Deep eutectic solvents for pretreatment, extraction, and catalysis of biomass and food waste. *Molecules*, 24:4012. doi: 10.3390/molecules24224012
- Keith, L. H., Gron, L.U. ve Young, J. L. (2007). Green analytical methodology. *Chemical Reviews*, 107, 2697.
- Khoo, H. H., Wong, L. L., Tan, J., Isoni, V. ve Sharratt, P. (2015). Synthesis of 2- methylhydrofuran from various lignocellulosic feed stoks: sustainability assesment via LCA. *Resources, Conservation and Recycling*, 95, 174-180.
- Kidwai, M. (2001). Green chemistry in India. *Pure and Applied Chemistry*, 73, 8, 1261-1263.
- Kiriamiti, H. K., Camy, S., Gourdon, C. ve Condoret, J. S. (2003). Pyrethrin extraction from pyrethrum flowers using carbon dioxide. *Jounal of Supercritic Fluids*, 26, 193–200. doi: 10.1016/S0896-8446(02)00165-1
- Knez, Z., Markočić, E., Leitgeb, M., Primožić, M., Knez Hrnčić, M. ve Skerget, M. (2014). Industrial applications of supercritical fluids: A review. *Energy*, 1-9.
- Kotnik, P., Skerget, M. ve Knez, Z. (2007). Supercritical fluid extraction of chamomile flower heads: comparison with conventional extraction, kinetics and scale-up. *The Journal of Supercritical Fluids*, 43, 192-198, <https://doi.org/10.1016/J. SUPFLU.2007.02.005>.

- Lavoine-Hanneguelle, S., P'erichet, C., Schnaebeler, N. ve Humbert, M. (2014). Development of new natural extracts. *Chemistry & Biodiversity*, 11, 1798-1820. doi: 10.1002/CBDV.201400026
- Lee, J., Jung, D. ve Park, K. (2019). Hydrophobic deep eutectic solvents for the extraction of organic and inorganic analytes from aqueous environments. *Trends in Analytical Chemistry*, 118, 853-868. doi: 10.1016/j.trac.2019.07.008
- Li, Y.Y. (2012). The main composition and affecting factors of aroma volatiles in flowers. *North Shore Horticultural Society*, 6, 184-187.
- Li, J., Zhang, J. ve Wang, M. (2016). Extraction of flavonoids from the flowers of *Abelmoschus manihot* (L.) medic by modified supercritical CO₂ extraction and determination of antioxidant and anti-adipogenic activity. *Molecules*, 21, 810, doi:10.3390/MOLECULES21070810.
- Liu, Y., Friesen, J. B., McAlpine, J. B., Lankin, D. C., Chen, S. N. ve Pauli, G. F. (2018). Natural deep eutectic solvents: properties, applications, and perspectives. *Journal of Natural Products*, 81, 679-690. doi: 10.1021/acs.jnatprod.7b00945
- Lopez-Hortas, L., Rodríguez, P., Díaz-Reinoso, B., Gaspar, M. C., de Sousa, H. C., Braga, M E. M. ve Domínguez, H. (2022). Supercritical fluid extraction as a suitable technology to recover bioactive compounds from flowers. *The Journal of Supercritical Fluids*, 18, 105652.
- Manahan, S. E. (2006). Green chemistry and the ten commandments of sustainability, *ChemChar Research*, 452.
- Marongiu, B., Piras, A., Porcedda, S., Tuvèri, E. ve Maxia, A. (2007). Comparative analysis of the oil and supercritical CO₂ extract of *Ridolfia segetum* (L.) Moris, *Natural Product Research*, 21, 412-417, <https://doi.org/10.1080/00319100600577443>.
- Mathison, C. R. ve Cole Hamilton, D. J. (2006). *Catalyst separation recovery and recycling*. Netherland, Springer press. 145 p.
- Morgan, R. K. (2012). Environmental impact assesment: The stage of art. *Impact Assesment and Project Appraisal*, 30(1), 5-14. doi:10.1080/14615517.2012.661557.
- Nicola, T., Whilton, P. J. ve Mann, S. (1997). Bioinorganic clays: synthesis and characterization of amino acids and poly aminoacid intercolated

- layered double hydroxides. *Journal of Materials Chemistry*, 7, 1623-1629.
- Paiva, A., Craveiro, R., Aroso, I., Martins, M., Reis, R. L. ve Duarte, A. R. C. (2014). Natural deep eutectic solvents-solvents for the 21st century. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 2, 1063-1071. doi: 10.1021/sc500096j
- Pharmacia and Upjohn Inc. (1996). An alternative synthesis of bisnoraldehyde, on intermediate to progesterone and corticosteroids. The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program, Summary of 1996 Award Entries and Recipients. Erişim adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/award_entries_and_recipients1996.pdf
- Pieczykolan, A., Pietrzak, W., Roj, E. ve Nowak, R. (2019). Effects of Supercritical Carbon Dioxide Extraction (SC-CO₂) on the content of tiliroside in the extracts from *Tilia L.* flowers. *Open Chemistry*, 17, 302-312, doi: 10.1515/CHEM2019-0040
- Pimentel-Moral, S., Borrás-Linares, I., Lozano-Sanchez, J., Arraez-Román, D. Martínez-Férez, A. ve Segura-Carretero, A. (2019). Supercritical CO₂ extraction of bioactive compounds from *Hibiscus sabdariffa*. *The Journal of Supercritical Fluids*, 147, 213-221. doi:10.1016/J.SUPFLU.2018.11.005
- Pires, T. C. S. P., Barros, L., Santos-Buelga, C. ve Ferreira, I. C. F. R. (2019). Edible flowers: emerging components in the diet. *Trends in Food Science & Technology*, 93, 244-258. doi: 10.1016/J.TIFS.2019.09.020
- Qamar, S., Torres, Y. J. M., Parekh, H. S. ve Falconer, J. R. (2021). Extraction of Medicinal Cannabinoids through Supercritical Carbon Dioxide Technologies: A Review. *Journal of Chromatography. B, Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1167:122581. doi: 10.1016/j.jchromb.2021.122581
- Reverchon, E., Della Porta, G. ve Senatore, F. (1995). Supercritical CO₂ extraction and fractionation of lavender essential oil and waxes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 1654-1658. doi: 10.1021/jf00054a045

- Ribeiro Grijo, D., Vieitez Osorio, I. A. ve Cardozo-Filho, L. (2019). Supercritical extraction strategies using CO₂ and ethanol to obtain cannabinoid compounds from cannabis hybrid flowers. *Journal of CO₂ Utilization*, 30, 241-248. doi: 10.1016/J.JCOU.2018.12.014
- Rohm, H. C. (1996). Designing an environmentally safe marine antifoulant. The Presidential Green Chemistry Challenge Awards Program, Award Entries and Recipients, 4. Erişim adresi: https://www.epa.gov/sites/production/files/documents/award_entries_and_recipients1996.pdf
- Rop, O., Mlcek, J., Jurikova, T., Neugebauerova, J. ve Vabkova, J. (2012). Edible flowers - a new promising source of mineral elements in human nutrition. *Molecules*, 17, 6672-6683. doi: 10.3390/molecules17066672
- Ruan, X., Xia Cui, W., Yang, L., Hui-Li, Z., Liu, B. ve Wang, Q. (2017). Extraction of total alkaloids, peimine and peiminine from the flower of *Fritillaria thunbergii* Miq using supercritical carbon dioxide. *Journal of CO₂ Utilization*, 18, 283-293. doi: 10.1016/J.JCOU.2017.01.024
- Salehi, B., Machin, L., Monzote, L., Sharifi-Rad, J., Ezzat, S. M., Salem, M. A., Merghany, R. M., El Mahdy, N. M., Kılıç, C. S., Sytar, O., Sharifi-Rad, M., Sharopov, F., Martins, N., Martorell, M. ve Cho, W. C. (2020). Therapeutic potential of Quercetin: new insights and perspectives for human health. *ACS Omega*, 5, 11849-11872.
- Sánchez-Camargo, A. P., Mendiola, J. A., Ibáñez, E. ve Herrero, M. (2014). Supercritical fluid extraction. Reference Module in Chemistry. Molecular Sciences and Chemical Engineering. doi: 10.1016/B978-0-12-409547-2.10753-X
- Santos-Buelga, C. ve Gonzalez-Param, A. M. (2014). Strategies in the Analysis of Flavonoids, in: K. Hostettmann, S. Chen, A. Marston, H. Stuppner (Eds.), *Handbook of Chemical and Biological Plant Analytical Methods*. John Wiley, 2014: pp. 543-568. ISBN: 978-1-119-95275-6.
- Scalia, S., Giuffreda, L. ve Pallado, P. (1999). Analytical and preparative supercritical fluid extraction of Chamomile flowers and its comparison with conventional methods. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 21, 549-558. doi: 10.1016/S0731-7085(99)00152-1

- Shekhawat, P. B. ve Pokharkar, V. B. (2017). Understanding peroral absorption: regulatory aspects and contemporary approaches to tackling solubility and permeability hurdles. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 7, 260-280. doi: 10.1016/j.apsb.2016.09.005
- Sheldon, R. A. (2000). Atom efficiency and catalysis in organic synthesis. *Pure and Applied Chemistry*, 72, 1233-1246.
- Sheldon, R. A. (2005). Green solvent for sustainable organic synthesis: State of the art. *Green Chemistry*, 7, 267-278.
- Shortle, E., Kerry, J., Furey, A. ve Gilroy, D. (2013). Optimisation of process variables for antioxidant components from *Crataegus monogyna* by supercritical fluid extraction (CO₂) using Box-Behnken experimental design, *The Journal of Supercritical Fluids*, 81, 112-118. doi: 10.1016/J.SUPFLU.2013.05.007.
- Shortle, E., O'Grady, M. N., Gilroy, D., Furey, A., Quinn, N. ve Kerry, J.P. (2014). Influence of extraction technique on the anti-oxidative potential of hawthorn (*Crataegus monogyna*) extracts in bovine muscle homogenates. *Meat Science*, 98, 828-834. doi: 10.1016/J.MEATSCI.2014.07.001
- Stevens, R. A., Bourne, J. G., Twigg, M. V. ve Poliakoff, M. (2010). Real-time product switching using a twin catalyst system for the hydrogenation of furfural in supercritical CO₂. *Angewandte Chemie International Edition*, 49, 8856-8859.
- Tabernero, A., Martin del Valle, E. M. ve Galan, M. A. (2012). Supercritical fluids for pharmaceutical particle engineering: Methods, basic fundamentals and modeling. *Chemical Engineering and Processing*, 60, 9-25.
- Tang, S. L. Y., Smith, R. L. ve Poliakoff, M. (2005). Principles of green chemistry: productively. *Green Chemistry Journal*, 11, 761-62.
- Trost, B. M. (1991). The atom economy: a search for synthetic efficiency. *Science* 254, 1471-1477. doi:10.1126/science. 1962206
- Tsukinoki, T. ve Tsuzuki, H. (2001). Organic reaction in water. Part 5. Novel synthesis of anilines by zinc metal-mediated chemoselective reduction of nitroarenes. *Green Chemistry*, 37-38.
- Zhao, L., Fan, H., Zhang, M., Chitrakar, B. Bhandari, B. ve Wang, B. (2019). Edible flowers: review of flower processing and extraction of bioactive

- compounds by novel technologies. *Food Research International*, 126, 108660. doi: 10.1016/J. FOODRES.2019.108660
- Zheng, B. ve McClements, D. J. (2020). Formulation of more efficacious curcumin delivery systems using colloid science: enhanced solubility, stability, and bioavailability. *Molecules*, 25:2791. doi: 10.3390/molecules25122791
- Zia, S., Khan, M. R., Shabbir, M. A., Aslam Maan, A., Khan, M. K. I., Nadeem, M., Khalil, A. A., Din, A. ve Aadil, R. M. (2020). An inclusive overview of advanced thermal and nonthermal extraction techniques for bioactive compounds in food and food-related matrices. *Food Reviews International*, 1-31.
- Zuccari, G., Baldassari, S., Ailuno, G., Turrini, F., Alfei, S. ve Caviglioli, G. (2020). Formulation strategies to improve oral bioavailability of Ellagic acid. *Applied Science*, 10, 3353. doi: 10.3390/app10103353

BÖLÜM 5

TARIMDA FİNANSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE FİNTECH UYGULAMALARI

Doç. Dr. Eyyüp Ensari ŞAHİN¹

¹ Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü, ensarisahin@ohu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0003-2110-7571

GİRİŞ

Tarım sektörü, dünya genelinde önde gelen sektörlerden biridir ve küresel ekonominin önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ancak tarım sektörü, iklim değişikliği, su kıtlığı, toprak erozyonu, biyolojik çeşitlilik kaybı ve diğer faktörler nedeniyle giderek daha da bir çıkmazın içine doğru girmektedir. Bu nedenle, tarımın sürdürülebilirliğine finansal açıdan değinmek ve finansal teknoloji ile ilişkisini derinlemesine incelemek hem çiftçilerin hem de tüm toplumun geleceği için kritik önem taşımaktadır.

Finansal sürdürülebilirlik, bir işletmenin uzun vadede karlılığını korumasını ve artırmasını sağlayan bir kavramdır. Tarım sektöründe finansal sürdürülebilirliği sağlamak için, çiftçilerin verimli ve çevre dostu tarım uygulamalarına yatırım yapmaları gerekmektedir. Bu, daha az enerji ve girdi kullanımı ile daha yüksek verimlilik ve ürün kalitesi sağlayarak çiftçilerin maliyetlerini düşürmelerine yardımcı olur. Ayrıca, tarım sektöründe finansal sürdürülebilirliği sağlamak için, çiftçilere finansal destek sağlanması gerekmektedir. Bu, çiftçilerin ihtiyaç duydukları ekipmanları ve teknolojileri satın almalarına, üretimlerini artırmalarına ve pazarlama stratejilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. Ayrıca, finansal destek, tarım sektöründe faaliyet gösteren küçük ve orta ölçekli işletmelerin sürdürülebilirliğini artırabilir. Sonuç olarak, tarım sektöründe finansal sürdürülebilirlik, çiftçilerin ve tüm toplumun geleceği için kritik önem taşımaktadır. Bu amaçla, çiftçilere verimli ve çevre dostu tarım uygulamalarına yatırım yapmaları için finansal destek sağlanmalıdır. Böylece, tarım sektörü daha sürdürülebilir hale gelir ve gelecek nesillerin de tarımın sunduğu faydalardan yararlanması sağlanabilir. Literatürde tarım sektörü için verimlilik, etkinlik ve sürdürülebilirlik gibi anahtar kelimeleri teknoloji ile birleştiren pek çok farklı çalışmalar bulunmaktadır. Ayrıca tarım sektöründe sürdürülebilirlik için literatür önemli ölçüde finansal teknoloji teknikleri ile çalışmalar önermiştir.

Tarım ve teknoloji kelimeleri bir araya gelince akıllı tarım uygulamaları ön plana çıkmaktadır. İnsansız hava araçları, kablosuz teknolojiler, açık kaynaklı nesnelerin interneti (IoT) platformlar, yazılım tanımlı ağ (SDN), ağ işlevi sanallaştırma (NFV) teknolojileri, bulut/sis bilişim gibi tarımsal IoT için mevcut araştırmalar literatürde farklı çalışmalarda geniş bir açıdan tanımlanmıştır (Friha vd. 2021:2). Akıllı tarım uygulamaları olarak adlandırılacak tüm bu teknolojik yenilikler verimlilik artışına önemli ölçüde etki yapacağı düşünülmektedir. Söz konusu uygulamalara ek olarak literatürde farklı çalışmalarda Blok zincir tabanlı uygulamalarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Örneğin hassas tarım uygulamaları için, Blok zincir

teknolojisinden yararlanarak herhangi bir lokasyonda bulunan bir tarım alanının uzaktan izlenmesi ve tarımsal üretim uygulamalarında doğrulanmış bilgilerin doğru kişiler arasında erişilebilir olması amacıyla AgroMobiBlock adlı mobil araçlar destekli hassas tarımsal IoT ağları için verimli bir blok zinciri etkin, kimliği doğrulanmış anahtar anlaşma şeması tasarlamıştır (Vangala vd., 2022:3). Blok zincir teknolojisi verilerin değiştirilemez bir biçimde saklayabilme özelliğine sahiptir. Blok zincir teknolojisinin dağıtık defter yapısı özelliğinin tarımsal alanda kullanılması durumunda maliyetleri minimize edebileceğini öne süren çalışmalarda bulunmaktadır. Xiong vd. (2020) yılında yaptıkları çalışmada blok zincir teknolojisinin, gıdanın menşeyini takip edebileceğini ve böylece güvenilir gıda tedarik zincirleri oluşturmaya ve üreticiler ile tüketiciler arasında güven oluşturmaya yardımcı olabileceğine vurgu yapmışlardır. Tarımsal uygulamaların daha kolay, maliyeti düşük ve güvenilir bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için veri depolamanın önemini vurgulayan araştırmacılar, Blok zincir teknolojisinin literatürde öne çıkmamış veri depolayabilme ve bilgileri değiştirilemez bir şekilde saklayabilme özelliğine vurgu yapmışlardır.

Son dönemde tarım ve teknoloji alanında yapılan çalışmalar tarımsal teknik konularına ek olarak tarım sektörü için öne çıkan maliyet minimizasyonu, tedarik zinciri süreçleri vb. konularını da içerecek şekilde değişime uğramıştır. Kamilaris vd. (2019) yılında yaptıkları çalışmada blok zincir teknolojisinin tarım ve gıda tedarik zincirindeki etkisini incelemiş, devam eden mevcut projeleri ve girişimleri incelemiş ve bu projelerin olgunluğuna eleştirel bir bakışla genel etkileri, zorlukları ve potansiyelini tartışmaktadır. Çalışma sonucunda blok zincirin çeşitli gıda ürünlerinde ve gıdayla ilgili konularda devam eden birçok girişimle şeffaf bir gıda tedarik zincirine yönelik umut verici bir teknoloji olduğunu, ancak çiftçiler ve sistemler arasında daha geniş popülaritesini engelleyen birçok engel ve zorluğun hala varlığına dikkat çekmişlerdir. Sajja vd. (2021) yılında yaptıkları çalışmada en geniş istihdam alanlarından tarım ve gıda sektörünün önemini vurgulamışlar ayrıca sektörün tedarik zinciri ekosistemi içerisinde yer alan tarafların arasındaki ilişki ağının karmaşıklığına dikkat çekmişlerdir. Blok zincir teknolojisi, gıdanın kaynağını izleyebileceğini ve böylece güvenilir gıda tedarik zincirleri oluşturmaya ve müşteri güvenini artırmaya yardımcı olabileceğini vurgulamışlardır.

Tüm bu çalışmalara ek olarak tarım sektörü ve teknoloji kullanımı başlığına eleştiri getiren çalışmalar da bulunmaktadır. Pranto vd. (2021) yaptıkları çalışmada tarım sektörünün yeni teknolojilere adaptasyon sürecinde

diğer sektörlere göre daha geride kaldığı eleştirisini yapmışlardır. Bununla birlikte, tarımsal verilerin izlenmesi, saklanması ve yayınlanması sırasında hasat öncesi ve hasat sonrası işlemler hala geleneksel metodolojiler izlenerek yapıldığına dikkat çekmişlerdir. Bu durumun bir sonucu olarak çiftçiler hak ettikleri ücreti alamadığını, tüketicilerin ürünü almadan önce yeterince bilgi alamadığını ve aracı kişi/işleyiciler perakende fiyatlarını artırdığını öne sürmektedirler. Araştırmacılar mevcut eleştirilerine teknolojik imkanları kullanarak çözümde sunmuşlardır. Çalışmada blok zincir, akıllı sözleşmeler ve IoT cihazlarını kullanarak, tüm bu taraflar arasında mutlak güven oluşturmak ve süreci tamamen otomatik hale getirebilmek amacıyla tarımın hasat öncesi ve hasat sonrası segmentlerinde IoT cihazlarının entegrasyonu ile blok zincir ve akıllı sözleşmeler kullanmanın farklı yönlerini araştırılmıştır. IoT cihazları sahadan veri toplarken, blok zincir'i omurga olarak kullanan bir sistem önermiş ve akıllı sözleşmeler ile katkıda bulunan tüm bu taraflar arasındaki etkileşimi düzenlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada önerilen sistem şematize edilerek her bir adım tek tek gösterilmiş ve maliyetlerde sistem üzerine eklenilmiştir. Bu araştırmanın sonucu olarak, tarım alanında blok zincir teknolojisinin değişmez, kullanılabilir, şeffaf ve sağlam bir şekilde güvenli özelliklerini gösterirken aynı zamanda blok zincir teknolojisinin iş birliğinin güçlü mekanizması vurgulanmıştır. Genel hatları ile literatür çalışmaları değerlendirildiğinde hem akademinin hem de özel/kamu sektörünün gündemine girmeye başlaması sektör için önemli bir gelişme olarak yorumlanabilir. Ancak literatürde yer alan bazı çalışmalar tartışılan pek çok teknolojik yeniliğin beraberinde bazı sorunların olduğunu da altını çizerek erken uyarı yaptığı görülmüştür. Awan vd. (2020) yılında yaptıkları çalışmada Iot teknolojilerinin akıllı olduğunu ancak düşük güç ve düşük depolama alanına sahip olduğu için tek başına kullanımının verimli olmadığını ileri sürmüşlerdir. Bu kapsamda IoT teknolojisindeki açıkların blok zincir ile birleştirilerek daha verimli çözümler üretilebileceğine dikkat çekmişlerdir. Çalışmalarında önermelerine ilişkin IoT teknolojisi ile blok zincir teknolojisini birleştiren bir sistem önermişlerdir. Önerilen protokol, Baz İstasyonuna (BS) giden bir yol bulmak için heterojen IoT ağları içindeki akıllı sözleşmeleri kullanmaktadır. Her düğüm, bir IoT düğümünden batmaya ve ardından baz istasyonuna rota sağlayabilmekte ve IoT cihazlarının iletim sırasında iş birliği yapmasına izin vermektedir. Ayrıca önerilen yönlendirme protokolü gereksiz verileri kaldırarak IoT mimarisine saldırıları engeller. Tüm bu süreçlerde daha az enerji tüketimi ortaya çıkmaktadır. Shyamala vd. (2019) yaptıkları çalışmada IoT teknolojilerinin işleyişinde verimlilik sağlayabilmek için blok zincir teknolojisinin gerekliliğini

vurgulamışlardır. Söz konusu önermelerinin doğruluğunu kanıtlamak ve akıllı tarım uygulamaları gerçekleştirebilmesi için Iot ve blok zincir'i birleştiren bir tasarım mimarisi sunmuşlardır. Sistemde işlem kanıtı olarak PoC (Proof of Concept- Kavram Kanıtı) ile sağlanmıştır². IoT cihazlar farklı verileri (Duman, sıcaklık, hava kirliliği, basınç) olarak blok zincir' e göndermektedir. Biswas vd., (2021) yaptıkları çalışmada Bilgi teknolojilerinin kullanımı ile tarım sektörünün daha güvenli, şeffaf, güvenilir ve yapıcı olacağını ileri sürmüşlerdir. Bu kapsamda sistem mimarisi IoT cihazları ile alınan verilerin tahminlerine göre elde edilen verilerin blok zincir sistemine işlenerek ilerlemektedir. Blok zincir sisteminde akıllı sözleşmeler üzerine üç farklı veri akışı gerçekleşmektedir. Birinci veriler toprak ile ilişkili olan sıcaklık, hava ve rüzgâr gibi veriler, ikinci veri akışı ise kalite, taşıma ve güvenlik verilerinden oluşmaktadır. Akışı gerçekleşen son veri ise Faturalar, vergiler vb. finansal verilerden oluşmaktadır. Tüm bu veriler işlenerek blok zincir sisteminde arazi bilgileri, ürün verimliliği ve finansal maliyetler şeklinde depolanmaktadır. Chaganti vd. (2022) yılında yaptıkları çalışmada akıllı tarım uygulamalarında verilerin güvenilir bir biçimde depolanması gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Çalışmada Iot vb. cihaz durumunu ve sensör anormalliklerini etkili bir şekilde izlemek ve davranış kalıplarını kullanarak güvenlik saldırılarını azaltmak için bulut özellikli bir akıllı çiftlik güvenlik izleme çerçevesi önerilmiştir. Ek olarak, güvenlik anormalliği bilgilerini güvenli bir şekilde depolamak ve topluluktaki diğer çiftlikleri hedef alan benzer saldırıları proaktif olarak azaltmak için blok zinciri tabanlı bir akıllı sözleşme uygulaması eklenmiştir. Arduino Sensör Kiti, ESP32, AWS bulutu ve akıllı sözleşmeyi kullanarak akıllı çiftlikler için güvenlik izleme çerçevesi prototipini Ethereum Rinkeby Test Ağı üzerinde uygulanmış ve güvenlik olaylarını izlemek ve bunlara yanıt vermek için ağ gecikmesini değerlendirilmiştir.

Tarım sektörü istihdam, ekonomik kalkınma, üretim, finans alanları için öncü sektörlerden olup, sektörün titizlikle incelenmesini gerektirmektedir. Tarım sektörü verimlilik ve etkinlik gibi kavramlara odaklanmışken literatürde bazı çalışmalar ortaya çıkan problemlerin sadece teknik alanda çözülemeyeceğini, finansman, tedarik zinciri vb. alanları da içine alan bir ekosistemin kurgulanması gerekliliğini vurgulamıştır. Kim vd. (2017) Tarım sektöründe blok zincir kullanımı ile ilgili geniş çaplı araştırma yapmıştır.

² Proof of Concept süreci, Türkçe karşılığı ile kavram kanıtı; bir fikir, düşünce, teori veya kavramın; ekonomik ve teknik pencereden incelenerek, "olabileceğini", "işe yarayacağını" "uygulama potansiyeline sahip olduğunu" doğrulama yaklaşımıdır. İdealin gerçekte uygulanabilir olduğuna ikna eder.

Finansman, lojistik izleme, kayıt güvenliği gibi birçok avantajdan detaylı bir şekilde bahsedilmesinin ardından tarımsal uygulamalarda Blok zincir kullanımının mikro finansman açısından en çok avantaj yarattığı vurgusunu yapmıştır. Deng vd. (2019) FinTech ve sürdürülebilir kalkınma arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Çin ve 31 ülkeyi kapsayan verileri kullanarak bir gösterge oluşturmuştur. Göstergede; ekonomik, sosyal gelişmişlik, karbon emisyonu, hükümetin çevre harcamalarını kapsayan bir endeks kullanmak suretiyle sürdürülebilirlik verilerini de kapsayan bir analiz gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgular neticesinde FinTech kullanımı ve sürdürülebilirlik arasında doğrusal bir ilişki saptanmıştır. Mapanje vd.(2023) FinTech'in tarımda sürdürülebilirliğin finansmanında oynayabileceği önemli rolü açıklayabilmek amacıyla Afrika'da küçük çiftçiler arasında yapılan araştırmalar literatür çalışması ile desteklenerek araştırılmıştır. Elde edilen bulgular neticesinde FinTech'in çiftçilerin kredi, tasarruf ve mobil para gibi finansal hizmetlere erişimini artırdığı, çiftlik işletmelerinde daha yüksek üretkenlik ve karlılık, küçük çiftçiler için daha yüksek gelir ile sonuçlandığı vurgusu yapılmıştır. Ancak küçük ölçekli çiftçilik yapanların ise finansal hizmetlere erişiminde sorun ve zorluk yaşadığını belirtmişlerdir. tarımdaki artışın ülke ekonomisi ve kalkınma açısından önemine değinilmiş ve bu nedenle gerekli zorlukların aşılması gerekliliği vurgulanmıştır.

1.TARIMDA FİNANSAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

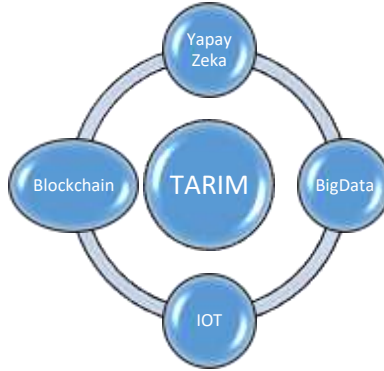
Tarımda sürdürülebilirlik, uzun dönemde doğal kaynakların korunmasının yanı sıra çevreye zarar vermeyen tarımsal teknolojilerin kullanıldığı bir tarımsal yapının oluşturulması olarak tanımlanabilir (Turhan,2005:11). Hızla artan dünya nüfusundan, artan gıda talebinden yola çıkılarak ve teknolojik ilerlemenin etkisi ile tarımdaki geleneksel uygulamalar yerini modern uygulamalara bırakmıştır. Tarım sektörü, FinTech'lerden yararlanarak daha sürdürülebilir hale getirilebilir. Tarımsal FinTech girişimleri, çiftçilerin daha verimli, daha sürdürülebilir ve daha karlı bir tarım yapmalarına yardımcı olabilir. Tarım alanında yapılan FinTech ile ilgili bazı örnekler aşağıdaki gibi verilmiştir.

Dijital Tarım Pazarları: Bu pazarlar, çiftçilerin ürünlerini doğrudan tüketicilere, restoranlara ve gıda işletmelerine satabilecekleri bir platform sağlar. Bu, araçların ortadan kaldırılmasına ve ürünlerin daha yüksek fiyata satılmasına yardımcı olur.

Tarım Sigortası: Tarım sigortası, çiftçilerin ürünlerini felaketlerden korur ve maddi kayıplarını en aza indirir. FinTech girişimleri, çiftçilerin daha kolay ve uygun maliyetli bir şekilde tarım sigortası satın almalarına yardımcı olabilir. Tarım finansmanı, çiftçilerin ürünlerini yetiştirmek için gerekli finansmanı sağlar. FinTech girişimleri, çiftçilerin daha kolay ve hızlı bir şekilde finansman almasına yardımcı olabilir. FinTech girişimleri, çiftçilerin tarım uygulamalarını daha verimli hale getirmelerine yardımcı olabilir. Bu, çiftçilerin daha az girdi kullanarak daha yüksek verimlilik elde etmelerine ve ürünlerinin kalitesini artırmalarına yardımcı olur.

Tarım Veri Analizi: FinTech girişimleri, tarım verilerinin analiz edilmesine yardımcı olabilir. Bu, çiftçilerin daha iyi kararlar vermesine ve tarım uygulamalarını daha sürdürülebilir hale getirmesine yardımcı olabilir.

Akıllı Tarım Cihazları: Tarım sektörü, akıllı cihazlar sayesinde daha verimli ve sürdürülebilir hale getirilebilir. Bu cihazlar, toprağın nem ve sıcaklık seviyelerini takip etmek, bitkilerin büyüme hızını ölçmek ve tarım ekipmanlarını yönetmek için kullanılabilir. Tarımda kullanılan teknolojik ve inovasyon bazlı yeni uygulamalar ise Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Tarımda Kullanılan Yeni Teknolojik Uygulamalar (Nasureeden, 2018)

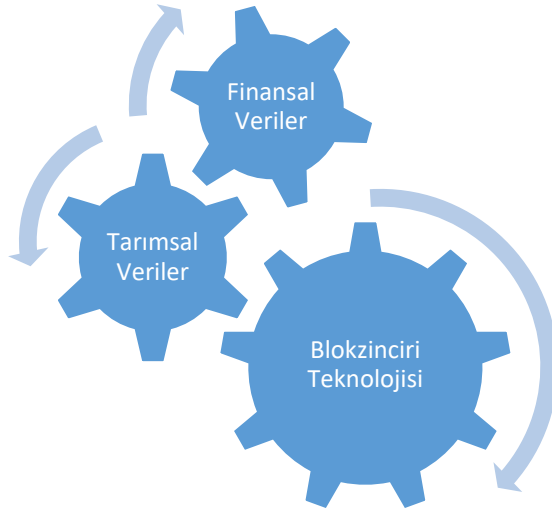
Tarımda kullanılan teknoloji sürdürülebilirlik ile ilgili olduğu kadar ülke ekonomisinin kalkınması açısından da önem arz etmektedir (Eskiev, 2021:157). Agritech olarak da bilinen 'Tarımda Fintech', özellikle tarım işletmeleri için finansal teknoloji iş birliğini içeren bir ekosistem olarak tanımlanmıştır. Tarımın ülke ekonomisi için önemi göz önüne alındığında, ekim aşamasında gübre, tohum, yakıt vb. giderlerin izlenmesi, üretim sürecinde ele alınacak zorluklara bakıldığında ise çiftçi açısından finansman riski, kooperatif vb. gibi

kurumlara bir sözleşme karşılığında ürün temin eden üreticinin sözleşmesinin yerine getirilmeme riski mevcuttur.

1.1.Blok zincir Sistemi ve Sürdürülebilir Tarım Uygulamaları

Blok zincir teknolojisi son dönemlerde tarım uygulamaların hemen her alanında uyarlanmaya başlamış ve sektör tarafından önemli bir ar-ge olarak görülmektedir (Cao vd.2022:3). Blok zincir teknolojisi, adını kripto paralar ile duyurmuş olsa da özünde daha devrimsel bir teknoloji olan blok zincir teknolojisinin önemi ayrıca değerlendirilmesi gereken bir konudur. Blok zincir teknolojisini bu denli önemli yapan bazı temel özellikler; Dağıtık defter yapısı, şeffaflık, merkeziyetsizlik ve güvenlik gibi temel kavramları içerisinde barındırıyor olmasından kaynaklanmaktadır. Blok zincir teknolojisinde yapılan her işlem bloklara kaydedilerek ilerlemektedir. Bu özelliği onu tarım sektöründe önemli bir teknolojik araç yapmaktadır. Tarımsal faaliyetlerde tohumun özelliklerinden, meyve veya sebzenin tarladan raflara olan yolculuğunun kaydedilmesi ve bilgi transferinin sağlanması açısından ayrıca güvenli olmayan her türlü üretim faaliyetinin önüne geçilmesi açısından oldukça önemli bir iş birliği oluşturacağı söylenebilir. Tarımda blok zincir teknolojisinin kullanımı genellikle tedarik zinciri ağırlıklı olsa da üretim güvenliği açısından da bu teknoloji paradigmatik bir değişim getirmiştir (Kurt,2023:1). Diğer teknolojik yenilikler açısından bakıldığında IOT sensörleri ve veri analizleri, yetiştirilen mahsullerin gıda işleme şirketlerine dağıtım ve depolanması gibi işlemler için kullanıldığı görülmüştür. Bu sayede tüketiciler de dahil olmak üzere ürünlerin geçtiği tedarik süreci izlenebilir şeffaf bir yapıya kavuşmuştur. Ancak hatalı bilginin kaydedilmesi ve verimsiz kullanım içermesi gibi risklerde mevcuttur. (Demestichas,2020:4113).

Aşağıda verilen Şekil 2’de Block Zincir Sistemi ve tarım sektöründe finansal sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için gerekli olan ekosistem verilmiştir.



Şekil 2'de Block Zincir Sistemi

Şekil 2 tarım sektörü ve finansal sürdürülebilirlik için blok zincir sisteminin nasıl çalıştığını göstermektedir. Blok zincir sistemi, dağıtılmış ve güvenli bir defter olarak tarım verileri ve finansal verilerin depolanması ve paylaşılması için kullanılır. Tarım verileri, tarım işletmeleri ve tarım üreticileri tarafından sağlanır. Bu veriler, tarım faaliyetlerine ilişkin bilgileri içerir ve üretim sürecindeki aşamaları, ürün kalitesini, yetiştirme yöntemlerini, hasat zamanlarını vb. gösterir. Tarım verileri, blok zincir sistemi üzerinde şifrelenerek ve dijital olarak kaydedilerek güvenli bir şekilde saklanır. Finansal veriler ise finansal kurumlar ve kredi sağlayıcıları tarafından sağlanır. Bu veriler, tarım işletmelerinin gelir-gider tablolarını, kredi geçmişlerini, finansal performanslarını ve diğer finansal bilgileri içerir. Blok zincir sistemi, bu finansal verilerin güvenli bir şekilde depolanmasını ve yetkisiz erişimlere karşı korunmasını sağlar. Blok zincir sistemi, tarım verileriyle finansal verileri bir araya getirerek tarım işletmelerinin finansal sürdürülebilirliğini artırır. Tarım işletmeleri, bu verilere dayanarak finansal kurumlardan kredi alabilir, sigorta şirketleriyle risk yönetimi anlaşmaları yapabilir ve finansal planlamalarını daha doğru ve etkili bir şekilde yapabilir. Aynı zamanda, blok zincir sistemi sayesinde tarım verileri ve finansal veriler şeffaf bir şekilde paylaşılabilir. Tüm paydaşlar, bu verilere güvenebilir ve doğruluğunu test edebilir. Bu da, tarım işletmeleri ve finansal kurumlar arasında daha güvenilir iş ilişkilerinin oluşmasını sağlar.

2. TARIM SEKTÖRÜ VE FİNANSAL TEKNOLOJİLER

Finansal hizmetleri modern ve yenilikçi teknolojilerle birlikte sunan şirketler olarak adlandırılan “FinTech” kuruluşlar, müşterilerine daha fazla internet odaklı, şeffaf, kullanıcı dostu ve etkin ürünlerle ulaşmayı amaç edinmiş yeni bir oluşum olarak değerlendirilebilir (Dorfleitner vd., 2017: 5). TCMB tarafından yapılan FinTech kavramı, Fonların etkin kullanımını ifade eden “finans” ile üretim için geliştirilen araç ve bilgileri ifade eden “teknoloji” kelimelerinden oluşmaktadır (TCMB,2016:19). Özetle FinTech kuruluşları, yeni nesil teknolojik gelişmeleri kullanarak finansal inovasyon geliştiren şirketlerdir. (Demirdöğen,2020:63). Bu şirketlerin faaliyet konuları ise, kişisel finans yönetimi, akıllı ödeme teknolojileri, bitcoin ve kripto gibi para birimleri, blok zincir teknolojisi, bulut tabanlı yazılımlar, bankacılık, para piyasaları ve yatırım ve kurumsal finans olarak sınıflandırılabilir.

Finansal anlamda yaşanan dijital dönüşüm farklı sektörlerde olduğu gibi tarım sektöründe de teknolojik dönüşümü hızlandırmıştır. Söz konusu dönüşüm tarım sektörünün ülke ekonomisine katkıda bulunmasını ve sürdürülebilir tarım politikalarını koruma odaklı bir yapıda şekillenmektedir. FinTech girişimleri, çiftçiler için kolay finansman ve ödeme modellerini geliştirerek tarım sektöründe önemli roller oynamıştır. Agri-fintech, tarım ve finansal teknolojinin kesiştiği noktada faaliyet göstermektedir. Temel olarak, finansal teknolojilerin bu özel bölümü, tarım endüstrisinde uygulanan finansman, pazarlama ve lojistik çözümler için önemli katkılar sunmaktadır. Kaynakları koruma ve verimli kullanma teknolojik gelişmelerin arkasındaki en önemli motivasyonlardan birisidir. Tarım ürünleri ekonomi biliminde “kıt mal” olarak bahsedilen tükenmeye tabi mallardandır. Bu nedenle elde edilen ürünün çok olması kadar, tarım alanlarının verimli kullanılıp uzun süre kullanılabilir şekilde devamı hayati bir konudur. Tarımda sürdürülebilirlik uzun dönemli olarak tarım arazilerinin korunarak doğru şekilde kullanılıp, gelecek nesillere aktarımıdır. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için bilgi ekonomisi çağında teknolojiyi doğru kullanmakta önem arz etmektedir. Son dönemde tarım sektörü için geliştirilen FinTech uygulamaları aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir.

Finansman Desteği: Çiftçilerin kredi ve finansman olanaklarına kolayca erişilebilmesine imkan sağlanmıştır. Platformlar aracılığı ile her türlü finansal imkândan haberdar olmaktadırlar. Bu duruma en iyi örnek Kenya ve Hindistan ülkelerinde bulunan Tulaa ve Apollo tarım uygulamaları gösterilebilir.

Sigorta: Mahsul, hayvancılık ve ekipman sigortaları aracılığı ile sigorta teknolojileri (Insurtechler) dünya çapında çiftçilere uygun fiyatlı sigorta sağlamakta ve platform üzerinden şeffaf bilgi sahibi olan çiftçiler açısından ahlaki ters seçim ve bilgi asimetrisi sorunu yaşamamaktadır. Sigorta ve iklim şokları üretim açısından bir sorun olmaktan çıkartabilecek bir potansiyeli barındırmaktadır.

Pazara Doğrudan ve Kolay Erişim: FinTech, çiftçilerin platformlar aracılığı ile pazara erişip bilgi sahibi olabilecekleri bir yapı getirmiştir böylelikle üretici ve satıcı arasındaki boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır. Twiga Foods , FarmShine , ShambaPride ve M-Farm uygulamaları dünya üzerinde bu işleme aracılık eden platformlardır.

Ödeme Sistemleri: Çiftçiler için en önemli sorunlardan biri olan ödeme sorununun çözümü için çeşitli yazılım geliştirilmiştir. Bunun bir örneği çiftçilerin kullandığı en başarılı ödeme sistemlerinden biri, Kenya'da Safaricom adlı bir telekomünikasyon hizmet sağlayıcısı tarafından sunulan dijital bir ödeme olan M-Pesa'dır.

3. SONUÇ

Bu çalışmanın amacı, tarımda finansal sürdürülebilirlik kavramını ele almak ve FinTech uygulamalarının bu alandaki rolünü incelemektir. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgular, tarımda finansal sürdürülebilirliğin sağlanması için FinTech uygulamalarının önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

Tarımda finansal sürdürülebilirlik, tarım sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin finansal açıdan karlılık, istikrar ve büyüme potansiyelini sürdürmesini ifade eder. Geleneksel finansal kurumlar, tarım sektörünün özel ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamayabilir. Bu noktada FinTech uygulamaları, tarımdaki finansal sorunları çözmek ve sektörde sürdürülebilirliği artırmak için önemli bir araç olabilir. Öncelikle, FinTech uygulamaları sayesinde tarım işletmeleri daha hızlı ve kolay bir şekilde finansal hizmetlere erişebilir. Örneğin, dijital ödeme sistemleri ve mobil bankacılık uygulamaları, tarım üreticilerinin banka hesaplarına erişimini kolaylaştırır ve ödemeleri hızlandırır. Bu da işletmelerin nakit akışını iyileştirir ve finansal istikrarlarını sağlar. Ayrıca, FinTech uygulamaları tarım işletmelerine daha iyi finansal yönetim imkânı sunar. Akıllı finansal analiz ve tahmin araçları, işletmelerin gelirlerini, giderlerini ve kar marjlarını daha iyi izlemelerini sağlar. Böylece, işletmeler maliyetleri azaltabilir, kaynakları daha verimli kullanabilir ve karlılık

potansiyellerini artırabilir. FinTech uygulamalarının tarım sektöründe aynı zamanda risk yönetimi ve sigorta alanında da büyük bir rolü vardır. Blok zincir teknolojisi ve akıllı sözleşmeler, tarım üreticilerinin ürünlerini sigortalatmalarını ve doğal afetler gibi risklerden korunmalarını sağlar. Bu sayede, tarım işletmeleri beklenmedik zararlara karşı daha iyi hazırlıklı olur ve sürdürülebilirliği sağlar. Ancak, tarımda FinTech uygulamalarının yaygınlaşması için bazı engellerin aşılması gerekmektedir. Öncelikli olarak, tarım sektöründe dijital altyapının ve internet erişiminin iyileştirilmesi önemlidir. Ayrıca, tarım işletmelerinin FinTech uygulamalarını benimsemesi için eğitim ve farkındalık programlarına ihtiyaç vardır. Bu noktada, kamu ve özel sektör işbirliği büyük önem taşır.

Sonuç olarak, tarımda finansal sürdürülebilirlik sağlanması için FinTech uygulamalarının büyük bir potansiyele sahip olduğu görülmektedir. Bu uygulamalar, tarım işletmelerinin finansal erişimlerini kolaylaştırır, yönetimlerini iyileştirir, riskleri yönetmelerine yardımcı olur ve sürdürülebilirliği artırır. Ancak, sektörün bu uygulamalara geçişi için çeşitli zorlukların aşılması gerekmektedir. Bu nedenle, tarım sektöründe FinTech uygulamalarının yaygınlaşması için ilgili tarafların işbirliği içinde çalışması önemlidir.

KAYNAKÇA

- Awan, S. H., Ahmed, S., Nawaz, A., Sulaiman, S., Zaman, K., Ali, M. Y., Imran, S. (2020). Blok zincir with IoT, an emergent routing scheme for smart agriculture. *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl*, 11(4), 420-429.
- Ahamed, N. N., Vignesh, R. (2022). Smart Agriculture And Food Industry With Blok zincir And Artificial İntelligence. *J. Comput. Sci*, 18(1), 1-17.
- Biswas, M., Akhund, T. M. N. U., Ferdous, M. J., Kar, S., Anis, A., & Shanto, S. A. (2021, July). Biot: Blok zincir Based Smart Agriculture With İnternet Of Thing. In *2021 Fifth World Conference On Smart Trends İn Systems Security And Sustainability (WorldS4)* (pp. 75-80). IEEE.
- Cao, Y., Yi, C., Wan, G., Hu, H., Li, Q., Wang, S. (2022). An Analysis On The Role Of Blok zincir-Based Platforms İn Agricultural Supply Chains. *Transportation Research Part E: Logistics And Transportation Review*, 163, 102731.
- Danacı, M. C. & Çetintaş, Ö. (2020). Bankalarda Finansal Teknoloji Ve Yenilikler . *Turkish Business Journal* , 1 (2) , 179-187.
- Demirdöğen Y., İslami Fintek Ekosistemi Üzerine Bir Değerlendirme, *Gaziantep İİBF Dergisi*,2020,S:63-99.
- Deng, Xiang, Zhi Huang, and Xiang Cheng. 2019. "FinTech and Sustainable Development: Evidence from China Based on P2P Data" *Sustainability* 11, no. 22: 6434.
- Friha, O., Ferrag, M. A., Shu, L., Maglaras, L., & Wang, X. (2021). Internet of things for the future of smart agriculture: A comprehensive survey of emerging technologies. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 8(4), 718-752.
- Ferrag, M. A., Shu, L., Yang, X., Derhab, A., & Maglaras, L. (2020). Security and privacy for green IoT-based agriculture: Review, blok zincir solutions, and challenges. *IEEE access*, 8, 32031-32053.
- Kamilaris, A., Fonts, A., & Prenafeta-Boldó, F. X. (2019). The rise of blok zincir technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, 91, 640-652.

- Kim, H. M., Laskowski, M., & Laskowski, M. (2017). Agriculture on the Blok zincir: Sustainable Solutions for Food, Farmers, and Financing. Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3028164>.
- Kumarathunga, M., Calheiros, R. N., Ginige, A. (2022). Smart Agricultural Futures Market: Blok zincir Technology As A Trust Enabler Between Smallholder Farmers And Buyers. *Sustainability*, 14(5), 2916.
- Lin, J., Shen, Z., Zhang, A., & Chai, Y. (2018, July). Blok zincir And Iot Based Food Traceability For Smart Agriculture. In *Proceedings Of The 3rd International Conference On Crowd Science And Engineering* (Pp. 1-6).
- Mapanje O., Karuaihe S., Macheche C, Amis M. Financing Sustainable Agriculture in Sub-Saharan Africa: A Review of the Role of Financial Technologies. *Sustainability*. 2023; 15(5):4587.
- Pranto, T. H., Noman, A. A., Mahmud, A.,Haque, A. B. (2021). Blok zincir And Smart Contract For Iot Enabled Smart Agriculture. *Peerj Computer Science*, 7, e407.
- Rahman, M. U., Baiardi, F., & Ricci, L. (2020, December). Blok zincir smart contract for scalable data sharing in IoT: a case study of smart agriculture. In *2020 IEEE Global Conference on Artificial Intelligence and Internet of Things (GCAIoT)* (pp. 1-7). IEEE.
- Roberto Ferrari, *Fintech Impact On Retail Banking – From A Universal Banking Model To Banking Verticalization*, *The Fintech Book: The Financial Technology Handbook For Investors*,S:249
- Sajja, G. S., Rane, K. P., Phasinam, K., Kassanuk, T., Okoronkwo, E., & Prabhu, P. (2021). Towards Applicability Of Blok zincir İn Agriculture Sector. *Materials Today: Proceedings*.
- Shyamala Devi, M., Suguna, R., Joshi, A. S., Bagate, R. A. (2019, February). Design of IoT blok zincir based smart agriculture for enlightening safety and security. In *International Conference on Emerging Technologies in Computer Engineering* (pp. 7-19). Springer, Singapore.
- Tripoli, M., Schmidhuber, J. (2018). Emerging Opportunities for the Application of Blok zincir in the Agri-food Industry.
- Tinnermeier, R. L. (2019). *Agricultural Finance and Rural Development*. In *Issues In Third World Development* (pp. 207-276). Routledge.

Ömer Faruk Kömürcüoğlu, Haydar AKYAZI, Finansal Teknolojilerdeki Gelişmeler: Fırsatlar Ve Riskler, Karadeniz Teknolojik Araştırmalar Dergisi, C:1, S:1

Vangala A., A. K. Das, A. Mitra, S. K. Das and Y. Park, "Blok zincir-Enabled Authenticated Key Agreement Scheme for Mobile Vehicles-Assisted Precision Agricultural IoT Networks," in IEEE Transactions on Information Forensics and Security,

Xiong, H., Dalhaus, T., Wang, P., Huang, J. (2020). Blok zincir Technology For Agriculture: Applications And Rationale. Frontiers In Blok zincir, 3, 7.

BÖLÜM 6

SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞ MODELLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Hacer YÜCEL¹

¹ Hitit Üniversitesi, Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Tasarım Bölümü, Çorum, Türkiye.
hacerolcer@hitit.edu.tr ORCID ID: 0000-0003-2254-137X

Giriş

Tarih boyunca insanların fiziksel rahatlık, güvenlik, emekten kurtulma, keyif alma, gelenekler ve ailenin devamlılığı vb. arzularını karşılamak için attığı adımlar çevreyi büyük ölçüde etkilemiştir. Bu nedenle sürdürülebilirlik ve çevre sağlığı, insanlar ihtiyaçlarını karşılamaya devam ederken doğal kaynakların etkili bir şekilde kullanılmasını ve gelecek nesiller için çevre sağlığının korunmasını sağlamak adına incelenmesi gereken önemli bir konudur.

Gelişen teknoloji ve sanayileşme sağladığı kolaylıkların beraberinde birçok zarara yol açmaktadır (Fletcher ve Grose, 2012). Üretim uygulamaları doğal kaynakları, kaynakların yenilenebilirlik hızından daha hızlı tüketmektedir (Honore, 2004; Türkdemir, 2019). Toplumların üretim ve tüketim unsurlarını gerçekleştirirken doğal kaynakların kullanımını arttırmaları, çevreyle ilgili problemlerin temelini oluşturmaktadır (Görgün, 2017; Türkdemir, 2019).

Sürdürülebilirlik kavramı resmi olarak ilk kez Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu (WCED) tarafından düzenlenen Brundtland Raporu'nda (1987) yer almıştır. Sürdürülebilirlik "*gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılamak*" şeklinde tanımlanmıştır (UN, 1987).

Son yıllarda artan tüketim mal ve hizmetlerin üretimi, nakliyesi, kullanımı ve bertaraf süreçleri, hava ve su kirliliği, çevre tahribatı, kaynakların tükenmesi gibi çeşitli çevre sorunlarına yol açar. Bu kapsamda çevre sağlığı ve çevrenin korunmasına yönelik araştırmalar artmakta, tüketicilerin satın alma karar süreçleri ile ilgili davranışları bilimsel çerçevede incelenmektedir. Bu sayede bireysel tüketim davranışlarının toplumsal değişime ve çevre sağlığına olan etkileri keşfedilmekte, davranışlara yeni anlamlar kazandırılmaktadır.

Üreticilerin/perakendecilerin güçlü marka oluşturma stratejileri, tüketicilerle ilişkileri geliştirme ve tüketimi artırma üzerine temellendirilmektedir. Pazarlama faaliyetlerinin amacı, bir ürün veya hizmet için farkındalık, ilgi ve istek yaratmak ve nihayetinde insanları satın almaya teşvik etmektir. Dolayısıyla pazarlama faaliyetleri bireylerin tüketime yönelik satın alma niyetlerini etkilemekte ve bireyleri tüketime teşvik etmektedir.

Bireylerin satın alma kararlarına etki eden, suni ihtiyaç hissettiren ve tüketime yönelik arzuları harekete geçiren uyarılar, pazarlama uygulamalarında sıkça kullanılır. Tüketicilerin duygusal tepkilerini harekete geçirerek satın alma kararını teşvik etmek için tasarlanmıştır. Satın alma isteğini tetikleyecek uyarının, kaynak ve hedef tüketici arasında anlamlı bir

mesaja dönüşebilmesi için davranış modellerini bilimsel bir çerçevede incelemek önemlidir.

Bu çalışmada, sürdürülebilirlik, sürdürülebilir tüketimi inceleyen davranış teorilerine ilişkin genel bir bakış açısı ile ilgili literatür taraması yapılmış, özellikle tekstil ve konfeksiyon ürünlerine yönelik tüketim yorumlanmıştır.

1. SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM

Sürdürülebilir tüketim, çevre sağlığı ile ilgili politikaların, iş dünyasına ve tüketiciye yansıyan uygulamalarının önemli bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Hayta, 2009). Sürdürülebilirliğin amacı “doğal kaynakların gelecek nesillere aktarılması gerektiği unutulmadan, kişinin bireysel ihtiyaçlarını karşılamaktır” (UN, 1987). Bu kapsamda sürdürülebilir tüketim “bireysel faaliyetlerin çevre sağlığına olumsuz etkilerini en aza indirmek için tüketim kalıplarını değiştirmek” şeklinde ifade edilebilir.

Tüketicilerin, çevre sağlığına yaklaşımları, etik algıları, yaşam biçimleri ve sosyal ortamları sürdürülebilir tüketime yönelik tutumlarını etkiler (Sunkel, 2011). İnsanların yaşam tarzları, doğal kaynakların kullanımı ve atık bertarafı ile ilgili alışkanlıkları, çevre sağlığını hızlı biçimde etkilemektedir. Bu anlamda zor olan konu, özel olarak bireylerin düşünme, hissetme ve hareket etme biçimlerini değiştirmek, genel olarak toplumu değiştirmektir (Figuroa-García, García-Machado ve Perez-Bustamante Yabar 2018). Bu değişim, tasarruf anlayışının yaygınlaşmasını sağlamak, israf seviyesindeki tüketimi azaltmak ve sürdürülebilir tüketimi desteklemek anlamına gelir (Bermejo, Arto ve Hoyos, 2010).

Bilimsel araştırmalara göre, toplumsal anlamda sürdürülebilir tüketim davranışlarına ilişkin durum umut vericidir. Tüketiciler, sürdürülebilir ürünlerle ilgili, ürünlerin menşei ve tedarik zincirleri hakkında daha fazla bilgi talep eden, tükettiklerinin çevresel ve sosyal etkileri hakkında endişe duyan, çevre dostu ürünler satın alan tüketicilere dönüşmektedir (Shao, Taisch, Mier, 2017). Benzer şekilde, sürdürülebilir uygulamaları ve tüketimi içeren bir çevre koruma bilincinin gelişimi de söz konusudur (Castañeda, 2014). Tüm bu eylemler, tüketicilerin yaşam tarzlarındaki sürdürülebilirliğe yönelik olumlu değişikliğe işaret etmektedir.

Tekstil ve konfeksiyon ürünlerine yönelik tüketim davranışları, bilimsel açıdan bireysel özellikler, ürün özellikleri, sosyo-demografik değişkenler kapsamında değerlendirilmiştir (Park, 2020). Sosyo-demografik değişkenler; bireysel düzeyde sürdürülebilir davranışı motive etmeye yönelik araştırmaları,

sürdürülebilir tüketim davranışını bireylerin cinsiyet, yaş grubu, eğitim ve ilgili demografik özellikler gibi sosyolojik özelliklerine bağlı olarak teorileştirmiştir (Jones ve Dunlap, 1992).

Bireysel özellikler, ürün özellikleri ve sosyo-demografik değişkenler tüketicilerin satın alma davranışlarını etkilemektedir. Davranış teorileri, tüketicilerin davranışlarını harekete geçiren nesne ve anlam arasındaki ilişkileri ortaya koymaktadır. Nesne ve anlam ilişkisinde ürünlerin temel, işlevsel, sosyal ve psikolojik özellikleri, tüketicilerin algıladıkları fayda açısından ürünün değerini ifade eder (Yoo ve Park, 2016). Tüketici açısından bir ürünün algılanan değeri soyut anlamın yanı sıra, kalite ve kullanılabilirlik gibi gerçek performans niteliklerini de kapsar ve tüketicilerin ürüne sahip olma olasılığını artırır (Dellaert ve Stremersch, 2005).

Davranış modelleri, tüketicilerin tekstil ve konfeksiyon ürünlerine yönelik algıladıkları özelliklere yeni bir bakış açısı kazandırmaktadır. Davranış teorilerini doğru değerlendirebilmek, çevre sağlığı açısından sürdürülebilir tüketim bilincini kazandırabilmek adına oldukça önemlidir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR TÜKETİM DAVRANIŞ MODELLERİ

Türk Dil Kurumuna göre davranış “*organizmanın uyarımlar karşısındaki tepkilerinin bütünüdür*” (TDK, 2023). Tüketici davranışı, “*bireylerin ya da grupların istek ve ihtiyaçlarını tatmin etmek için ürünleri, hizmetleri, deneyimleri seçmesi, satın alması, kullanması ya da elden çıkarması ile ilgili süreçleri*” kapsar (Solomon, Barmossy, Askegaard ve Hogg, 2006; Yücel, 2022).

Pazarlama faaliyetleri, tüketicilerin ilgisini çekmeye ve satın alma kararlarını etkileyerek tüketici davranışlarını yönlendirmeye çalışır. Üreticiler/ perakendeciler, tüketicilerin ihtiyaçlarını ve isteklerini anlamak ve tüketicileri tatmin etmek için çaba göstermek zorundadır.

Üreticilerin/perakendecilerin pazarlama uygulamaları, tüketicilerin satın alma davranışlarını suni veya manipülatif biçimde şekillendirir. Buna rağmen son dönemlerde tüketicilerin sürdürülebilir ürünlere yönelik algıları ve beklentileri artmakta, tüketiciler çevre dostu ürünlere yönelmektedir.

Tüketicilerin sürdürülebilir tüketim algıları, kişisel çabalarının çevreye katkıda bulunabileceğine ne ölçüde inandığı, aynı zamanda kişinin davranışını açıklamaya da yardımcı olur (Ellen, Wiener ve Cobb-Walgren, 1991). Literatüre göre, insanlar çevre sorunlarının çözümünde bir fark yaratabileceklerini düşündüklerinde sürdürülebilir tüketime yönelmektedirler.

Tüketiciler, çevre dostu ürünler satın almak gibi belirli bir davranışı benimseme veya benimsememe konusunda sosyal ortamlarındaki baskın davranışlardan etkilenirler (Ajzen ve Fishbein, 1980). Sürdürülebilir tüketimin doğasında var olan tutum, davranış farkının giderilebilmesi, tüketicilerin daha fazla sürdürülebilir ürün talep etmelerine yol açacaktır. Bu nedenle sürdürülebilir tekstil ve konfeksiyon ürünlerine yönelik tüketici davranışı, literatürde birçok araştırmacı tarafından gerek tüketiciye özgü, gerekse ürüne özgü faktörleri içeren farklı bakış açıları ile açıklanmaya çalışılmıştır (Lira, Gurgel ve Amaral, 2020).

Sürdürülebilir tüketim davranışı modelleri, sürdürülebilir tüketime yönelik bireysel ve toplumsal davranışları etkileyen faktörleri anlamayı ve açıklamayı amaçlayan çerçeveleri ifade eder. Bu modeller, sürdürülebilir tüketim davranışını etkileyen faktörlere ilişkin bilgiler sağlar ve sürdürülebilir tüketimi teşvik etmeyi amaçlayan politikalar ve müdahaleler için rehber niteliğindedir.

Planlı Davranış Teorisi: Planlı Davranış Teorisi (PDT) özellikle karar verme bağlamında insan davranışını açıklayan, yaygın bir sosyal psikoloji modelidir. PDT, bireylerin davranışlarının öncelikle bu davranışta bulunma niyetleri tarafından yönlendirildiği fikrine dayanmaktadır.

Değer-İnanç-Norm Teorisi: Bu model, sürdürülebilir tüketim davranışlarının bireyin değerleri, inançları ve normları tarafından yönlendirildiğini savunur. Teori, çevre yanlısı değerlere ve inançlara sahip bireylerin sürdürülebilir tüketim davranışlarına girme olasılıklarının daha yüksek olduğunu öne sürmektedir.

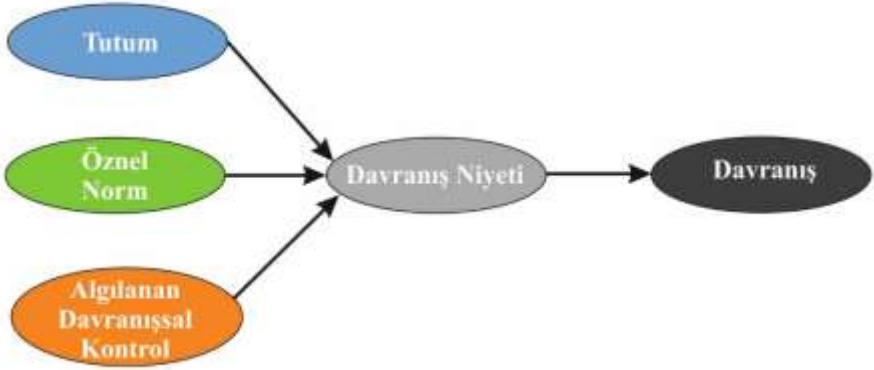
Sosyal Pratik Teorisi: Bu model, tüketim davranışlarının, davranışa rehberlik eden unsurlar ve rutinlerin sosyal pratikler tarafından şekillendirildiğini öne sürer. Teori, sürdürülebilir tüketim davranışlarının, tüketim davranışlarının altında yatan pratikler düzenlendiğinde, davranışların değişebileceğini önermektedir.

2.1. Planlı Davranış Teorisi

Planlı Davranış Teorisi (PDT), sosyal psikoloji kapsamında ön bilgilerin ve kişisel güdülenmelerin davranışlar üzerindeki etkilerini ortaya koymak amacıyla Ajzen (1985) tarafından geliştirilmiştir (Bahadır ve Çakmak, 2018, s. 173). Ajzen (1985), kişinin davranışı hakkında bilgi veren dört bileşen (tutum, öznel norm, algılanan davranışsal kontrol ve davranış niyeti) (Şekil 1) olduğunu ileri sürmüştür (Ajzen, 1988, s. 48). Teorinin önemli noktası, kişinin

öncüllerinin etkilediği “davranış niyeti”nin nihai davranışın tek ve en iyi yordayıcısı olmasıdır (Fishbein ve Ajzen, 1975; Ajzen, 2001).

PDT niyetin üç belirleyicisinden (tutumlar, öznel normlar ve/veya algılanan davranışsal kontrol) birini veya daha fazlasını etkileyerek, bireylerin niyetini değiştirmenin mümkün olduğunu belirtir (Ryan ve Worthington).



Şekil 1: Planlı Davranış Teorisi

PDT’de, davranışın bir niyetle öngörülebileceği ve niyetlerin davranışları etkileyen unsurları açıkladığı ileri sürülmektedir (Branchet, Boissin ve Hikkerova, 2017, s.110). Teorinin, tutum, öznel norm, algılanan davranışsal kontrol ve davranış niyeti olmak üzere dört bileşenine göre; kişinin davranış niyeti, kişinin tutum ve öznel normlarına bağlıdır (Alam, Janor, Zanairah ve Ahsan, 2012, s. 47). Kişinin durum, olay veya nesne ile ilgili algıladıkları (tutum), sosyal çevresinin fikirleri (öznel norm) ve bunları yönetebilme inancına (algılanan davranış kontrol) göre davranışları gerçekleştirme olasılığı değişmektedir (Kalkan, 2011, s. 193).

Tutum ve Davranış

Planlı Davranış Teorisi, bir bireyin belirli bir davranışa yönelik tutumlarının, davranış hakkındaki her bir inancı değerlendirmelerinin ve her bir inancın sahip olduğu gücün ortak bir işlevi olduğunu varsayar. Ajzen (2015)’e göre, bireylerin nesneye karşı olumlu bir tutumu varsa, belirli davranışlarda bulunma olasılığı daha yüksektir, bu nedenle Chen ve Hung (2016), tutumun bireylerin davranışsal niyeti üzerinde büyük bir etkisi olduğunu iddia etmektedir. Justin, Ashwin ve Javesh’e (2015) göre, tüketici tutumları, sürdürülebilir davranışsal niyetlerin en önemli belirleyicileri arasındadır. Bireyin belirli bir davranışa karşı tutumu birkaç farklı yoldan etkilenebilir.

Planlı Davranış Teorisi, bu etkiyi gerçekleştirmek için belirli stratejileri belirlemede yararlı olan tutumların belirleyicilerini vurgular.

Yuriev, Boiral, Francoeur ve Paillé'e (2020) göre, çevre dostu davranışlar, 1995'ten beri PDT çerçevesinde incelenmiş ve PDT, bireysel davranışları incelemek için en yaygın kullanılan teorilerden biri haline gelmiştir (Yuriev ve diğerleri, 2020).

Davranış; Dıştan gözlemlenebilecek tepkilerin toplamı veya organizmanın uyarılar karşısındaki tepkilerinin bütünü şeklinde tanımlanmaktadır (TDK). Ajzen ve Fishbein (1980) 'e göre davranış boyutunda da tutum en önemli yapılardan biridir. Çünkü, belirli bir nesneye karşı olumlu tutumlara sahip olan bireyler, bu niyeti etkili davranışa dönüştürme eğilimindedir (Cerri ve diğerleri, 2018). Olumlu çevresel tutumlar, tüketicilerin farklı kültürlerde sürdürülebilir ürünler satın alma kararlarını destekleyerek bireylerin çevreye duyarlı tüketim kararları vermelerini sağlar (Chekima ve diğerleri, 2016). Ajzen (1991)'e göre, bir kişi belirli davranışları gerçekleştirmeye yönelik olumlu bir tutuma sahipse, o davranış gerçekleştirme olasılığı daha yüksektir.

Öznel Norm

Öznel normlar, referans grupları ve aile gibi sosyal faktörlerde bulunur ve bireylerin davranışlarını etkileyebilir (Ajzen, 2015). Suki (2019)'a göre, birçok insan başkalarının fikirlerine değer verdiği için öznel normlar da bireylerin tutumlarını doğrudan etkiler. Normlar nihayetinde öğrenmeye katkıda bulunur. Çünkü başkalarının görüşleri bilgi miktarını artırır, karar verirken tüketicilerin belirli bir nesneye karşı tutumlarını ve tüketim niyetlerini etkiler (Suki, 2019). Özellikle yakın yaş grubundaki bireyler birbirlerini sosyo-çevresel sorunları tanımaya ikna edebildiğinden, öznel normların sürdürülebilir ürünleri tüketme niyetinin önemli bir belirleyicisi olduğu kanıtlanmıştır (Moser, 2015). Bu anlamda öznel normlar, bilinçli tüketim niyetinin önemli bir belirleyicisi olarak işlev görmektedir (Moser, 2015).

Algılanan Davranışsal Kontrol

Ajzen (2015) için PDT, hem tüketim niyetini hem de davranışını belirler. Dolayısıyla bu yapının etkili davranışla doğrudan bağlantılı olmasının nedeni, bireylerin bu davranışın gerçekleştirilmesi üzerindeki kontrole ilişkin sahip oldukları algıdır (Ajzen, 2015). Bilinçli tüketimde, algılanan davranışsal kontrolün, sürdürülebilir ürünlerin satın alınmasının davranışsal niyetinin

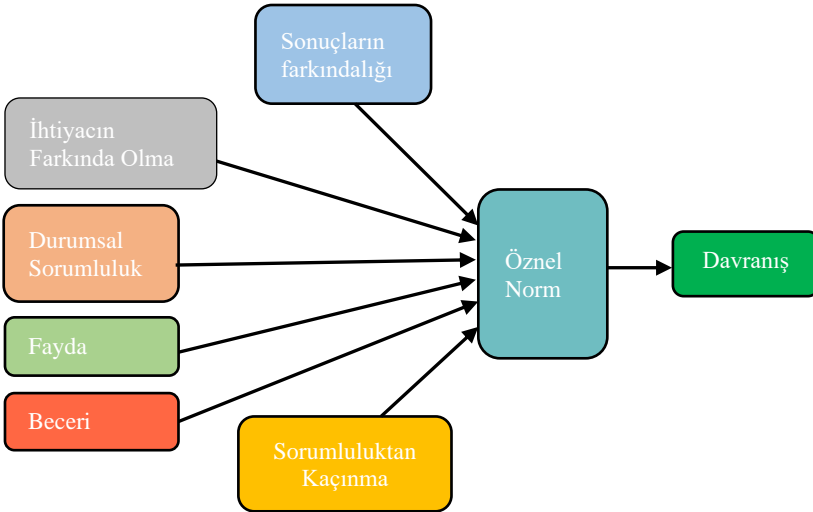
önemli bir belirleyicisi olduğu doğrulanmıştır (Chen ve Hung, 2016; Justin ve diğerleri 2015).

PDT'ne göre, giysi satın alma bağlamında tutumlar, bireyin ürünün kalitesi, fiyatı, stili ve uyumu hakkındaki algısından etkilenebilir. Özel normlar, bireyin sosyal çevresinden, moda trendlerinden ve kültürel değerlerinden etkilenebilir. Algılanan davranışsal kontrol, bireyin ekonomik durumu, uygun zaman ve mağazalara veya çevrim içi pazarlama kanallarına erişim gibi faktörlerden etkilenebilir.

2.2. Norm Aktivasyon Teorisi

Norm aktivasyon teorisi (NAT), ilk olarak Schwartz (1977) tarafından geliştirilmiştir. NAT, ahlaki normların insan davranışlarını etkilediği fikrine dayanmaktadır. NAT, toplumsal davranışlara yönelik kişisel norm, sonuçların farkındalığı ve atfedilen sorumluluk olmak üzere üç temel kavram içerir (Steg ve De Groot, 2010).

Kişisel normlar, belirli bir davranışı gerçekleştirmekten kaçınmak için ahlaki zorunluluk hissine atıfta bulunur (Schwartz,1977). Sorumluluğun atfedilmesi, bireyin eylemleri için sorumluluk atamasını tanımlarken, sonuçların farkındalığı, bireyin eylemlerinin başkalarının refahı üzerinde sonuçları olduğunu anlaması ile ilgilidir (Han ve diğerleri, 2018).



Şekil 2: Norm Aktivasyon Teorisine (Kaynak: Harland, Staats ve Wilke,2007).

Kişisel normlar bireysel davranışların öncülüdür (Schwartz,1977). Bireyler, ahlaki bir yükümlülük hissettiklerinde toplum yanlısı davranışlarda bulunma motivasyonları artar (Zhang, Wang ve Zhou, 2013).

NAT'a göre bir birey, başkaları veya çevre için olumsuz bir sonucun farkında olduğunda (sonucun farkındalığı) ve bu sonucun sorumluluğunu üstlendiğinde (sorumluluk atfedilmesi), buna karşılık gelen kişisel norm etkinleşir ve toplum yanlısı/çevre yanlısı davranış gerçekleşir (Şekil 2).

NAT, insanların olumlu sosyal davranışlarla ilgili kendi beklentilerini oluşturdukları bir süreci ifade eder. Öz beklentiler “kişisel normlar” olarak adlandırılır ve davranışlara yönelik ahlaki yükümlülük hissettirir.

Stern ve diğerleri (1999), çevre dostu davranışları norm aktivasyon teorisinden yola çıkarak değerler, inançlar kapsamında incelemiş ve Değer, İnanç Norm teorisini geliştirmişlerdir.

NAT davranışlar üzerinde kişisel ahlaki normların önemini vurgularken, değer, inanç, norm teorisi davranışlar üzerinde değerler ve inançların etkili olduğunu vurgular.

2.3. Değer-İnanç-Norm Teorisi

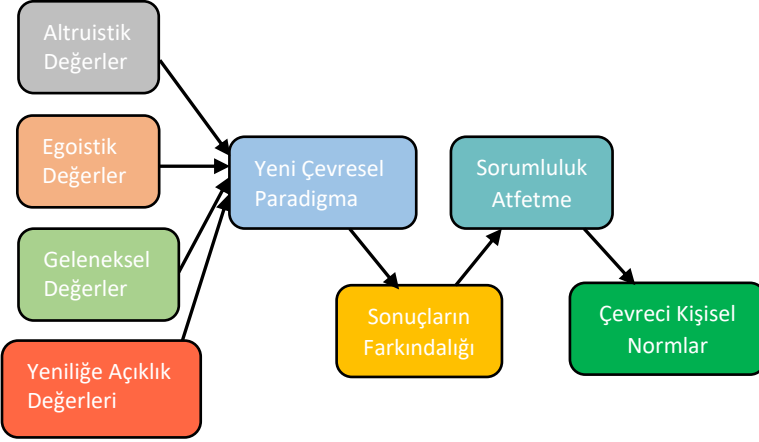
Değer İnanç Norm teorisi (DİN), Schwartz (1977) tarafından norm-aktivasyon kuramının çevreci davranışları açıklamak üzere genişletilmesi sayesinde geliştirilmiştir. DİN teorisine göre, çevreci davranışların ortaya çıkması bireysel normların etkinleşmesine bağlıdır. Bu tanımda bireysel normlar, çevreyi korumak adına bireye veya topluma fayda sağlamak niyetiyle sergilenen davranışları ifade eder. Bireysel davranışlar, niyet ve etki açısından iki yönlü değerlendirilebilir.

Davranış, niyet açısından çevre sağlığını koruma yönünde olabilir ancak çevreye olumsuz etkisi olabileceği ihtimali de yadsınamaz. Örneğin, organik veya sürdürülebilir malzemelerden yapılmış giysiler satın almak sorumlu bir seçim gibi görünse de bu malzemelerin üretim uygulamaları ve dağıtım süreci sera gazı emisyonları, su kirliliği gibi çevresel etkilere neden olabilir. Giysilerin üretim uygulamalarının yanı sıra kullanım sonrası atılması da olumsuz çevresel sonuçlar doğurabilir. Giysiler sürdürülebilir malzemelerden yapılmış olsalar bile, uygun şekilde bertaraf edilmez veya geri dönüştürülmezse, çöplüklerde artan tekstil atığı çevre sağlığını olumsuz etkiler.

Örnekten anlaşılacağı gibi davranışlardaki çevresel niyet ve çevresel etki arasındaki olası tutarsızlık, insanların davranışların çevresel önemi hakkındaki değer ve inançlarının uyarılarının incelenmesini gerektirir. Çevre sağlığını gözetken davranışları belirlemek ve pekiştirebilmek için ve etki odaklı

davranışların (Stern ve Gardner, 1981a), inançların toplum tarafından benimsenmesi sağlanabilir.

DİN teorisinde bireysel davranışları etkileyen unsurlar, değerler, inançlar ve normlar (Şekil 3) şeklinde sınıflandırılmıştır (Dervişoğlu, Menzel, Soran ve Bögeholz, 2009). DİN teorisi, sürdürülebilir tüketim davranışlarının bireylerin değerleri, inançları ve normları tarafından yönlendirildiğini öne sürer (Lira ve Costa, 2022).



Şekil 3: Değer-Inanç-Norm Teorisi (Kaynak: Stern ve diğerleri, 1999; Ay, 2012).

DİN teorisinin başlangıcında değerler yer almaktadır. Değer kavramının, bilimsel alanlara göre tanımı değişmektedir, bu nedenle çok yönlü ve karmaşık bir anlama sahiptir (Morris, 1956: 9; Korkmaz, 2013). Bu çalışmada davranış temelindeki düşünceden yola çıkılarak değer kavramının felsefi tanımı dikkate alınmıştır. Felsefi açıdan değer, “insanın doğa, toplum ve kendisi ile ilişkilerinde ortaya çıkan, hayata anlam veren fikir, inanç, eylem ve idealler olarak tanımlanır” (Bobaroğlu, 2002).

DİN teorisinde değerlerden sonra inanç gelmektedir. İnanç, Türk Dil Kurumunca “inanılan şey, görüş, öğretisi” şeklinde tanımlanmıştır (TDK). Sürdürülebilirlik ekseninde inanç, insan eylemlerinin çevreye zararlı sonuçlarına yönelik bir dünya görüşüdür (Dervişoğlu vd., 2009). Bu görüş çevreci normlardan daha geniş bir kavram olarak algılanmaktadır (Van Riper ve Kyle, 2014).

DİN teorisine göre bireysel değerler, doğaya yönelik inançları kapsayan çevre sağlığına duyarlı bir dünya görüşünün ortaya çıkarır (Stern, Dietz, Abel, Guagnago ve diğerleri, 1999). Bu ekolojik dünya görüşü yeni çevresel paradigma olarak adlandırılır. Bireysel faaliyetlerin insanlara ve doğaya farklı

yollarla zarar verebileceğine ilişkin bir bilinci harekete geçirir (sonuçların farkındalığı). Bu bilinç, faaliyetler sonucunda oluşan çevre problemlerine yönelik sorumluluk duymasına neden olur (atfedilen sorumluluk). Sorumluluk duyan bireyler, çevre dostu eylemlerde bulunmaya ve çevreye zararlı eylemlerden kaçınmaya yönelik zorunluluk hisseder (kişisel norm) (Ay, 2017). Bu zorunluluk hissi de çevre dostu davranışların bir yaşam tarzına dönüşmesini sağlar.

Giysi satın alma bağlamında, DİN Teorisi, tüketicilerin davranışlarının çevre bilinci, sosyal sorumluluk ve etik kaygılar gibi kişisel değerlerden ve satın alma davranışlarının çevre, toplum ve diğer insanlar üzerindeki etkisi hakkındaki inançlarından etkilenir. Örneğin, çevre sağlığına, sürdürülebilir tüketime önem veren bir tüketici, çevre dostu malzemelere ve sürdürülebilir üretim uygulamalarına bağlı markalardan satın almayı tercih edebilir. Tüketicilerin özellikle giysi, ev tekstili gibi beğenmeli ürünlere yönelik algıları, “ahlaki normları” satın alma kararını etkiler. Sürdürülebilir tüketimi benimseyen tüketiciler, “ihtiyaç” dışı zevk için satın alacakları ürünlerde çevrede oluşabilecek zararı, israf veya gereksiz tüketim şeklinde yorumlamakta ve mevcut giysilerini dönüşüm uygulamaları ile uzun vadede kullanmayı tercih etmektedirler.

DİN teorisine göre üreticilerin/perakendecilerin çevre sağlığını gözetten stratejilerini ve sosyal sorumluluk adına üstlendikleri rolleri tüketiciye doğru ifade ettiklerinde, tüketicilerin satın almaya ilişkin değerleri ve inançlarını yönlendirebilirler.

2.4. Sosyal Pratik Teorisi

Sürdürülebilir tüketime yönelik bilimsel araştırmalarda sıkça kullanılan diğer bir davranış modeli Sosyal Pratik Teorisidir. Sürdürülebilirliğe yönelik çalışmalarda Sosyal Pratik Teorisinden (SPT) yararlanılmaktadır (Shove, Pantzar ve Watson, 2012; Brand, 2010).

SPT, Giddens (1984)’in yapılandırma teorisine dayanmakta ve tüketicilerin gündelik hayatlarında ürün ve hizmetlerin kullanılmasını ele almaktadır. SPT’ye göre, bireylerin davranışları, onları çevreleyen fiziksel ve teknolojik altyapıların yanı sıra, içinde buldukları toplumun kültürel ve sosyal normları ve gelenekleri tarafından şekillendirilir. Lisewski (2018) “bilginin elde edildiği maddi ve toplumsal koşulların ayrılmaz olduğunu ve bireylerin eylemlerinin yalnızca içinde gerçekleştiği koşullarla açıklanabileceğini” savunur. Bu bağlamda davranışlar, davranış

modellerindeki unsurlar, bireylerin ait oldukları toplumun alışkanlıkları ve kuralları ile anlaşılabilir.

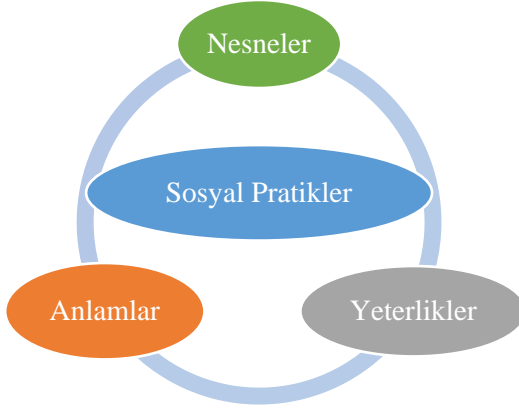
SPT, beden, zihin, eşya, bilgi, söylem, yapı/süreç unsurlarıyla ilgilidir. SPT’de pratikler, rutinleşmiş bedensel faaliyetlerdir (Reckwitz, 2002). Pratik, birey tarafından tekrarlı bir şekilde yapılan davranışlar, düşünme şekilleri ve hareket etme biçimleri olarak tanımlanmaktadır. Pratikler, konuşma, okuma veya yazma gibi "entelektüel" faaliyetler ve belirli nesnelere kullanma gibi eylemleri kapsar. Bir “pratik” birbiriyle bağlantılı birkaç öğeden oluşan, rutinleşmiş bir davranış türüdür. Pratikler, pratik ve sosyo-kültürel yetkinliğe, motivasyonlara, duygulara ve maddi nesnelere dayanan bedensel ve zihinsel faaliyetler tarafından yeniden üretilmektedir (Reckwitz, 2002; Warde, 2005).

Schatzki (1996) SPT ile ilgili, bir pratiği oluşturan eylem ve ifadelerin bağlantılı olduğunu, yani ifadelerin ve eylemlerin birbirini etkilediğini, bireylerin davranışlarını yönlendirdiğini ifade etmektedir. Ancak Warde (2017) SPT’de pratiği oluşturan davranışların merkezine sorgulayıcı olarak bireyi (tüketiciyi) almaktadır. Warde (2017)’ye göre tüketicilerin günlük yaşamlarındaki pratikler sürekli olarak gelişmekte ve tüketiciler bu gelişmeleri aktif olarak sorgulamaktadır. SPT’de, pratiği oluşturan unsurlar ve pratik sürecini keşfetmek, bireylerin eylemleri değiştirmeyi sağlayabilecektir (Warde, 2017).

Brand (2010), SPT’de sosyal hayatın dinamiklerinin, ekonomik, sosyal, ve teknolojik eğilimlerin farklı alanlardaki sürdürülebilir tüketim pratiklerini etkilediğini göstermiştir. SPT, bireylerin günlük yaşamını düzenleyen pratiklerin bir sonucu olarak ekonomik, sosyal, ve teknolojik farklı tüketim biçimlerini anlamayı önermektedir (Martínez-Barreiro, 2020).

SPT’de birey genellikle kendisini “tüketici” olarak değil, yaşamak için tüketen “uygulamacılar” olarak görmektedir (Shove ve Walker, 2010). Günlük yaşamda tüketim ve tüketim kalıpları değişime açıktır. SPT’nin ilkesi, davranış ve motivasyonlardaki değişikliklerin pratiğin kendisine bağlı olmasıdır (Warde, 2005; Shove ve Walker, 2010; Shove ve Pantzar, 2012).

SPT’de pratikler; nesnelere (malzemeler, teknolojiler, somut varlıklar vb.), yeterlikler (beceriler, bilgi birikimi, teknik bilgi ve uygulamalar vb.) ve anlamlar (sembolik anlamlar, istekler vb.) olmak üzere üç unsur arasında gerçekleşmektedir (Şekil 3) (Shove vd., 2012).



Şekil 4. Sosyal Pratiklerin Temel Unsurları (Shove vd. 2012:14)

Nesnelerin anlamı, insanla nesne arasındaki ilişki iken, anlamlandırma “bir şeyi veya olguyu kastederek referansta bulunma durumunu” (Cevizci, 2002, s.66) ve nesneye ilişkin yorumları içerir. Estetik ve işlevsel nitelikleri ile öne çıkan nesnelere, yalnızca tüketicilerin ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla değil, yaşam tarzlarına uygun değer biçilen, güdüleyici yan anlamları ile tüketiciyi etkilemesi amacıyla sunulmaktadır (Tomak, Seylan, Yazar ve Turkaya, 2015). Bu durumda tüketici için nesne, tüketim ürününden ziyade, sosyal statü, prestij, kültürel kimlik ya da yaşam tarzı ile özdeşleştirilen ve sahip olunması gereken sembolik değerlere dönüşmektedir. Özellikle giysi, aksesuar gibi görünür ürünlerin kullanımı insanların kendilerini ifade etmelerine, sosyal kimlik oluşturmalarına, bir topluluk veya grupla özdeşim kurmalarına ve bunu toplumda yansıtmalarına yardımcı olur.

Warde’ye (2005) göre SPT bireylere bazı değerler kazandırmaktadır. Bunlar;

- a) Yeni sürdürülebilir tüketim biçimlerine geçişi amaçlayan eylemleri düşünme ve tasarlama becerisi,
- b) Toplumsal pratiklerde tüketime odaklanma yeteneği;
- c) Sürdürülebilir tüketim uygulamalarında mikro sosyolojik dinamiklere dikkat etme nitelikleridir (Warde, 2005).

Bireylerin giysi satın alma ve tüketme biçimleri, moda ve tarzla ilgili kültürel normlar, trendler, bireylerin fiziksel ve ekonomik kısıtları dahil olmak üzere birçok unsur tarafından şekillenir. Örneğin günümüzde yıpranmamış olsa dahi kıyafetlerin elden çıkarılması sosyal olarak normal kabul edilmekte, ancak çöpe atılması ahlaki olarak düşük kabul görmektedir. Haugrønning vd. (2021)

araştırmalarında, insanların eski ürünlerini satmaktan, bağışlamaktan veya herhangi bir şekilde yenisine yer açmak için paylaşmaktan mutlu olduklarını göstermiştir. Ancak bu pratiklerin rutine dönüşebilmesi için elden çıkarma yöntemlerini kolaylaştıran imkanların (ikinci el giysi pazarları, ikinci el satış yapılabilen siteler ve mobil uygulamalar gibi) bulunması gerekmektedir.

3. SONUÇ

Sürdürülebilir tüketim, genellikle tüketici tercihlerine veya ürün kullanma biçimlerine indirgenmiştir. Bu bakış açısı bireysel eylemleri dar bir alanda değerlendirmeye odaklanmakta ve bireysel eylemlerin toplumsal düzeni etkilemedeki rolü ihmal edilmektedir.

Sürdürülebilir ürünlere yönelik olumlu tutum geliştirmek, sürdürülebilir tüketimi teşvik etmek için iyi bir başlangıçtır. Geliştirilen olumlu tutum, sürdürülebilir tüketime yönelik davranışta bulunma ihtimalini artırır. Ancak bilimsel araştırmalar sürdürülebilir tüketime ilişkin satın alma tutumlarının davranışa dönüşmediğini de göstermektedir.

Tüketicilerin sosyal yaşamlarındaki tüketime yönelik davranışlarını keşfetmek, tüketimi güdüleyen faktörleri davranış özelinde yorumlamak sürdürülebilir tüketim uygulamalarını geliştirmektedir. Sürdürülebilir tüketimde hedef, ürünlerin kullanım süresini arttırmak, geri dönüşüm, ileri dönüşüm gibi uygulamalarla ürünün hayat seyrini uzatmak, ürünün üretimi, kullanımı ve kullanım sonrasındaki tüm süreçlerde çevre dostu uygulamaları desteklemektir.

Giysi (nesne) ve anlam ilişkisi kapsamında bireyleri sürekli tüketime sürükleyen, davranışları yönlendiren manipülatif uyanları sorgulamak gerekmektedir. Bu sorgulama bireylerin, çevre sağlığına ilişkin bilinçlenmeleri ile mümkün olabilir. Tüketicilerin sosyal yaşamlarında sürdürülebilirlikle ilgili tutum ve davranışlarının uyumlu olması, giysi tüketimlerinin çevre sağlığına zararlı etkilerinin farkında olmaları sürdürülebilirliğe ilişkin davranışlarını olumlu yönde değiştirebilir.

Üretim esnasında uygulanan boya, apre gibi işlemlerden dolayı giysiler, çevre sağlığına zararlı ürünlerdir. Bu bağlamda sürdürülebilir üretim yöntemleri giysilerin kullanımı ve kullanım sonrası işlemleri için oldukça önemlidir. Üreticiler, sürdürülebilir üretim konusunda sorumluluk almalıdırlar.

Tüketicilerin, giysilerin kullanım sonrasındaki “geri dönüşümünü” davranış biçimi olarak normalleştirilmesi gerekmektedir. Giysinin geri dönüşüm/ ileri dönüşüm uygulamalarının çevre sağlığına etkileri konusundaki anlamının, motivasyonun bilinmesi ve desteklenmesi gerekmektedir.

Tekstil, konfeksiyon ürünlerinde, özellikle modanın en görünür unsuru olan giysilerde sürdürülebilir tüketim için ürünün hayat seyrinin uzaması önemlidir. Pazarlama faaliyetlerinden etkilenecek yapılar olarak eskimiş, “modası geçmiş” ürünlerin ileri dönüşüm uygulamaları ile ürünün kullanım ömrü uzatılabilir. Eski ürünlerde hammadde tasarrufu sağlanarak yeni ürünler tasarlanabilir. Bu yönde çevre dostu ürün tercihi ve ürün kullanım becerisi öğretilmelidir.

Geri dönüştürülmüş ve ileri dönüştürülmüş moda ürünleri, ikinci el giysiler, ürünlerin yeniden kullanılarak ömrünü uzatan uygulamalara örnektir. Bu uygulamalar ile giysi atıkları gibi faydasız bir malzemeyi yararlı bir malzemeye dönüştürme, daha az enerji ve hammadde gerektiren sürdürülebilir bir çözümdür.

Davranış teorileri çerçevesinde sürdürülebilir tüketim, bireylerin toplumsal veya öznel normlarından yola çıkılarak, nesne veya anlam arasındaki ilişki yorumlanabilir. Giysi gibi estetik, renkli, görsel öğeleri ile dikkat çeken ve arzulara hitap eden bir tüketim nesnesinin, davranış tutum ve pratikleri pazarlama uygulamaları tarafından şekillendirilir. Pazarlama uygulamaları giysi ve marka arasında imaj algısı oluşturur, tüketici üzerinde satın alma isteği uyandırır. Tüketicilerin manipülasyonlardan etkilenmeden kendi ihtiyaçları, tercihleri ve değerlerine göre sürdürülebilir seçimler yapması çevre bilinci ile sağlanabilecektir.

Giysi tüketimi sosyal, psikolojik birçok faktörden etkilenmektedir. Sürdürülebilir tüketim davranışı üzerinde reklam, sosyal medya uygulamaları gibi uyarıcıların etkileri, davranış modelleri ile bilimsel bir çerçevede incelenmelidir.

Giysilere yönelik sürdürülebilir tüketim değerlendirildiğinde;

- Üreticilerin, giysilerin hammadde ve üretim sürecine dair tüketiciye bilgi vermeleri ve sürdürülebilir kaynakları, üretim yöntemlerini benimsemeleri,
- Üreticilerin/perakendecilerin pazarlama uygulamalarında giysilerin kullanım sonrası süreçlerine yönelik çözümler sunması, ikinci el giysi satışı, giysi bağıışı, geri dönüşüm çözümleri önermesi,
- Tüketicilerin gardıroplarını belli aralıklarla gözden geçirmeleri (yazlık, kışlık giysi düzenlemesi) kullanılmayan giysileri elden çıkarmaları, yeni giysi ihtiyaçlarını net olarak planlamaları,
- Sürdürülebilir tüketim bilincinin gelişmesi ve yaygınlaşması için, her yaş grubundaki tüketicilere çevre bilincinin kazandırılması gerektiği söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Ajzen, I. (1985). *From Intentions to Action: A Theory of Planned Behavior*, in J. Kuhl and J. Beckman (Ed.), *Action Control: From Cognitions to Behaviors*, (pp. 11- 39), New York: Springer.
- Ajzen, I. (1988). *Attitudes, Personality and Behaviour*, Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Ajzen, I. (1991). The Theory of Planned Behavior, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179-211.
- Ajzen, I. (2015). The theory of planned behaviour is alive and well, and not ready to retire: a commentary on Sniehotta, Pesseau, and Araujo-Soares. *Health Psychology Review*, Vol. 9 No. 2, pp. 131-137.
- Ajzen, I. and Fishbein, M. (1980), *Understanding Attitudes and Predicting Social Behavior*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Alam, S. S., Janor, H., Zanariah, Wel, C. C., & Ahsan, M. N. (2012). Is religiosity an important factor in influencing the intention to undertake Islamic home financing in Klang Valley? *World Applied Sciences Journal*, 19(7), 1-12.
- Arto, I. (2010). Second Conference on Economic Degrowth for Ecological Sustainability and Social Equity, Barcelona.
- Bahadır, Ö. ve Çakmak, A. F. (2018). Planlı Davranış Teorisi Çerçevesinde Girişimcilik Niyetini Etkileyen Faktörler. *Business & Management Studies: An International Journal* (BMIJ), 6(1), 166-192.
- Bermejo, R., Arto, I., & Hoyos, D. (2010). Sustainable development in the Brundtland report and its distortion: implications for development economics and international cooperation. *Development cooperation: Facing the challenges of global change*, 13.
- Branchet, B., Boissin, J. P., & Hikkerova, L. (2017). Modeling entrepreneurship intentions: an essay of typology. *Management International*, 21(2), 109-122.
- Brand, K.W. (2010). *Social practices and sustainable consumption: Benefits and limitations of a new theoretical approach*. M. Gross, H. Heinrichs (Ed.). *Environmental sociology: European perspectives and interdisciplinary challenges içinde* (ss. 217-235). Dordrecht: Springer.
- Castañeda, J.S. (2014). Contextualización y enfoques en el estudio de comportamientos proambientales o ecológicos con miras a la perfilación del consumidor verde. *Suma Negocios*, 5, 34–39. [CrossRef]

- Cerri, J., Testa, F. and Rizzi, F. (2018). The more I care, the less I will listen to you: how information, environmental concern and ethical production influence consumers' attitudes and the purchasing of sustainable product. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 175, pp. 343-353.
- Cevizci, A. (2002). *Felsefe Sözlüğü*. İstanbul: Paradigma Yayınları.
- Chekima, B., Wafa, S.A.W.S.K., Igau, O.A., Chekima, S. and Sondoh, S.L., Jr (2016). Examining green consumerism motivational drivers: does premium price and demographics matter to green purchasing?. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 112, pp. 3436-3450.
- Chen, S.-C. and Hung, C.-W. (2016). Elucidating the factors influencing the acceptance of green products: an extension of theory of planned behavior. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 112, pp. 155-163.
- Dellaert, B. G., & Stremersch, S. (2005). Marketing mass-customized products: Striking a balance between utility and complexity. *Journal of marketing research*, 42(2), 219-227.
- Dervişoğlu, S., Menzel, S., Soran, H., ve Bögeholz, S. (2009). Değerler, İnançlar ve Problem Algısının Biyolojik Çeşitliliği Korumaya Yönelik Kişisel Normlara Etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 37, 50-59.
- Ellen, P. S., Wiener, J. L., & Cobb-Walgren, C. (1991). The role of perceived consumer effectiveness in motivating environmentally conscious behaviors. *Journal of public policy & marketing*, 10(2), 102-117.
- Figueroa-García, E. C., García-Machado, J. J., & Perez-Bustamante Yabar, D. C. (2018). Modeling the social factors that determine sustainable consumption behavior in the community of Madrid. *Sustainability*, 10(8), 2811.
- Fletcher, K. and Grose, L. (2012). *Fashion and Sustainability. Design for Change*. London: Laurence King.
- Giddens, A. (1984). *The constitution of society: Outline of the theory of structuration*. Cambridge, UK: Polity.
- Görgün, H. (2017). Sürdürülebilir Kalkınma ve Üniversiteler. *Türkiye Verimlilik Dergisi*, 2, 62-67.
- Harland, P., Staats, H., & Wilke, H. A. M. (2007). Situational and Personality Factors as Direct or Personal Norm Mediated Predictors of Pro-environmental Behavior: Questions Derived From Norm-activation Theory. *Basic and Applied Social Psychology*, 29(4), 323-334.

- Haugrønning, V., Laitala, K. & Klepp, I.G. (2021). Consumer practices for extending the social lifetimes of sofas and clothing. *4th PLATE 2021 Virtual Conference*, Limerick, Ireland - 26-28 May 2021.
- Hayta, A. (2009). Sürdürülebilir Tüketim Davranışının Kazanılmasında Tüketici Eğitiminin Rolü. *Ahi Evran Üniversitesi Kurşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(3), 143-151.
- Honore, C. (2004). *In Praise of Slowness: How A Worldwide Movement is Challenging the Cult of Speed*. New York, NY: Harper Collins Publishers.
- Jones, R. E., & Dunlap, R. E. (1992). The social bases of environmental concern: Have they changed over time? 1. *Rural sociology*, 57(1), 28-47.
- Justin, P., Ashwin, M. and Jayesh, P. (2015). Predicting green product consumption using theory of planned behavior and reasoned action. *Journal of Retailing and Consumer Services*, Vol. 29, pp. 123-134.
- Kalkan, A. (2011). Kişisel Tutum, Öznel Norm Ve Algılanan Davranış Kontrolünün Girişimcilik Niyeti Üzerindeki Etkisi: Üniversite Öğrencileri Üzerine Bir Uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (14), 189-206.
- Lira, P. V. R. D. A., Gurgel, I. G. D., & Amaral, A. S. D. (2020). Superexploração da força de trabalho e saúde do trabalhador: o trabalho precário na confecção. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, 30, e300106.
- Lisewski, B. (2018). *An examination of how tutor-practitioners conceptualise and enact practice-based-knowing in a small Higher Education Fashion School: a social practice theory approach*. Lancaster University (United Kingdom).
- Martínez-Barreiro, A. (2020). Sustainable fashion: beyond scientific prejudice, a field of social practice research. *Sociedad y Economía*, (40), 51-68.
- Moser, A.K. (2015). Thinking green, buying green? Drivers of pro-environmental purchasing behavior. *Journal of Consumer Marketing*, Vol. 32 No. 3, pp. 167-175.
- Park, H. J., ve Lin, L. M. (2020). Exploring attitude–behavior gap in sustainable consumption: Comparison of recycled and upcycled fashion products. *Journal of Business Research*, 117, 623-628.
- Reckwitz, A. (2002). Toward a theory of social practices: A development in culturalist theorizing. *European Journal of Social Theory*, 5(2), 243–263.
- Ryan ve Worthington. <https://ua.pressbooks.pub/persuasiontheoryinaction/chapter/theory-of-planned-behavior/> (Erişim Tarihi: 25.04.2023)

- Schatzki, T. (1996). *Social practices: A Wittgensteinian approach to human activity and the social*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Schultz, P.W., Gouveia, V., Cameron, L.D., Tankha, G., Schmuck, P., & Franěk, M. (2005). Values and their relationship to environmental concern and conservation behaviour. *Journal of Cross-cultural Psychology*, 36(4), 457–475.
- Schwartz, S. H. (1977). Normative influences on altruism. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 10, pp. 221-279). Academic Press.
- Shao, J.; Taisch, M.; Mier, M.O. (2017). Influencing factors to facilitate sustainable consumption: From the experts' viewpoints. *J. Clean. Prod*, 142, 203–216.
- Shove, E. and Walker, G. (2010). Governing transitions in the sustainability of everyday life. *Research Policy*, 39(4), pp. 471–476.
- Shove, E., Pantzar, M. & Watson, M. (2012). *The dynamics of social practice: Everyday life and how it changes*. London: SAGE publications Ltd.
- Solomon, M., G.Bamossy., S. Askegaard., M. Hogg. (2006). *Consumer Behaviour*. Printed and bound by Mateu Cromo, Madrid, Spain.
- Steg, L. and Groot, J. (2010). Explaining prosocial intentions: testing causal relationships in the norm activation model. *British Journal of Social Psychology*, Vol. 49 No. 4, pp. 725-743.
- Stern, P. C., & Gardner, G. T. (1981a). Psychological research and energy policy. *American Psychologist* 36, 329–342.
- Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., ve Kalof, L. (1999). A Values-Belief-Norm Theory of Support for Social Movements: The Case of Environmentalism. *Research in Human Ecology*, 6 (2), 81-97.
- Suki, N.M. and Suki, N.M. (2019). Examination of peer influence as a moderator and predictor in explaining green purchase behaviour in a developing country. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 228, pp. 833-844.
- Sunkel, O. (1977). El desarrollo de la teoría del desarrollo. *Estudios internacionales*, 10(40), 33-46.
- TDK (2023): <https://sozluk.gov.tr/>
- Tomak, A., Seylan, A., Yazar, T., & Turkaya, A. (2015). Tüketim çağında özne-nesne diyalektiği ve değişen anlam. *Medeniyet Sanat Dergisi*, 1(2), 65-74.
- Türkdemir, P. (2019). Sürdürülebilir Giysi Tüketim Davranışının İncelenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Doktora Tezi*.

- United Nations (1987). Report: World Commission on Environment and Development 1987: Our Common Future. Web: <http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf> (Erişim Tarihi: 10 Mayıs 2023)
- Van Riper, C. J., ve Kyle, G. T. (2014). Understanding the internal processes of behavioral engagement in a national park: A latent variable path analysis of the value-belief-norm theory. *Journal of Environmental Psychology*, 38, 288–297.
- Warde, A. (2005). Consumption and theories of practice. *Journal of Consumer Culture*, 5(2), 131- 153.
- Warde, A. (2017) *Consumption. A sociological analysis*. Springer.
- Yoo, J., & Park, M. (2016). The effects of e-mass customization on consumer perceived value, satisfaction, and loyalty toward luxury brands. *Journal of business research*, 69(12), 5775-5784.
- Yuriev, A., Boiral, O., Francoeur, V., & Paillé, P. (2018). Overcoming the barriers to pro-environmental behaviors in the workplace: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 182, 379-394.
- Yücel, H. (2022). Bütüncül Kanallı Pazarlamanın Moda Tüketicilerine Etkilerinin Araştırılması. *Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Doktora Tezi*.
- Zhang, Y., Wang, Z. and Zhou, G. (2013). Antecedents of employee electricity saving behavior in organizations: an empirical study based on norm activation model. *Energy Policy*, Vol. 62, pp. 1120-1127.

BÖLÜM 7

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL EKONOMİ İÇİN SÜSPANSE SEDİMANASYON KAZANIMININ ÖNEMİ

Dr. Hayati GÖNÜLTAŞ¹

¹ İl Kültür ve Turizm Müdürlüğü, Tokat, Türkiye, hayati.gonultas@ktb.gov.tr, ORCID ID: 0000-0001-7153-7188

GİRİŞ

Küresel ısınma ve bunun sonucunda oluşan iklim değişiklikleri dünyayı tehdit etmektedir. Bu tehdidin çeşitli alanlarda yansımaları olmakla birlikte en büyük etkiyi gıda ve tarım alanında yapmaktadır. Büyük bir nüfusu üzerinde barındıran yerküre gittikçe artan bir oranda kalabalıklaşmakta ve beslenmesi gereken insan sayısı gün geçtikçe çoğalmaktadır. Bilindiği gibi dünyanın birçok alanında insanlar yeterli besin kaynaklarına ulaşamamakta birçoğu da yetersiz ve dengesiz beslenme nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Böyle olmasına rağmen birçok bölgede israf edilen gıda kaynakları ise had safhaya ulaşmaktadır. Bu nedenle, gıda temini ve kullanımı açısından sürdürülebilir bir üretim ve tüketim yönetimi yani çevreye duyarlı, gelecek nesillere de yaşam hakkı tanıyacak şekilde ve şimdiki israf etmeyen bir anlayış sergilemek gerekmektedir. Bu nedenle, doğayla uyumlu, yeni teknolojiye dayanan ve kaliteli gıda üretimini önceleyen bir üretim sürecini benimseme anlamındaki sürdürülebilirlik, diğer alanlar gibi ama onlardan daha da fazla olarak tarımsal ekonomi alanında hayati bir önem taşımaktadır.

Bugün dahi yetersiz gıda kaynakları sebebiyle çözüme yönelik olarak GDO'lu (Genetiği değiştirilmiş gıda organizmalar) ürünlerin yetiştirilmesi yoluna başvurulmuştur. Bu alandaki ilk çalışmalar, ABD şirketlerince başlatılmış ve tarladaki denemeler ilk kez 1985'lerde yapılmıştır. Ticari olarak ise 1996 yılından itibaren ürün yetiştirilmeye geçilmiştir. Transgenetik de denilen bu ürünler çoğunlukla Amerika Bileşik devletleri, Kanada, Güney Amerika ülkelerinden Brezilya ve Arjantin ile Çin Cumhuriyeti'nde yetiştirilmektedir. Bu ürünlerin başında ise baklagillerden soya, tahıllardan mısır ile pamuk ve kolza gelmekte olup, buğday, patates, domates vb. ürünler bunları izlemektedir (Anonim, 2009).

İklim değişiklikleri sonucu oluşan yağış düzensizlikleri, fırtınalar ve ani nehir taşkınları sebebiyle ise tüm dünyada toprak kayıpları oluşmakta bu da tarıma ve dolayısıyla tarımsal ekonomiye büyük zarar vermektedir. Toprak erozyonu, gübre kaybı, işlenebilir alanlarda kayıp, verim azalması, bitki besin maddeleri rezervinin azalması, sel baskınlarının artması, akarsu debilerinin artması, üretkenlik kaybı ve verimli üst toprak kalınlığının azalması şeklinde olmaktadır (Doğan, 2005).

İklim değışiklikleri sonucunda bölgesel yağış rejimlerindeki değışikliklerin erozyonu etkilemesi kaçınılmazdır. Bu durumda sıcaklık artışları da bitkileri kurutabilecek ve toprağın rüzgâr erozyonuna maruz kalmasına sebep olabilecektir (Nearing ve ark., 2004).

Bu sebeple küresel ısınmanın önüne geçilmesi için dünya devletleri özellikle de sanayileşmiş ve sanayileşmekte olan ülkelerin küresel ısınmaya sebep olan gazların salınımına sınırlama getirmeleri gerekmektedir. Aksi halde yeterli olmasına rağmen adil ve dengeli kullanılmayan kaynaklar en temel ihtiyaçları bile karşılayamaz hale gelecektir.

1.KÜRESEL ISINMA VE İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ

Belirli zaman dilimlerindeki sıcaklık, atmosfer hareketleri, yağış, rüzgâr, nem ve diğer bazı meteorolojik olayların ortalamasına iklim denilmektedir (Anonim, 2021a).

Daha geniş ifadeyle, bir bölgede yıllarca süregelen hava şartları ortalaması olarak tanımlanabilmektedir. İklimin karakteristiğini uç değerler belirlemekte ve değışik oranlardaki atmosfer özellikleri tarafından oluşturulmaktadır. İklim elemanlarının bazıları rüzgâr, yağış, sıcaklık, basınç, bulutluluk, buharlaşma ve güneşlenme şeklinde sayılabilmektedir. Bu elemanların oluşumunda etkili olan faktörler ise, kara ve denizler, enlemler, rakım, yer şekilleri, bitki örtüsü ve sıcak ve soğuk deniz akıntılarıdır.

İnsan etkisi sebebiyle sanayi süreçlerindeki artışlar, fosil yakıtların kullanımının hızla artması, ormanların yok edilmesi ve arazilerin amacı dışında kullanımları sonucu doğal sera etkisi dışında yüksek bir sera gazı salınımı neticesinde dünyanın ortalama yüzey sıcaklıklarındaki artış küresel ısınma olarak tanımlanmaktadır. Doğal veya bu etkenlere bağlı olarak belirli ve karşılaştırılabilir zaman kesitlerinde gözlenen iklim değışikliklerine ise iklim değışikliği denilmektedir (Anonim, 2005).

Atmosferde belirli oranlarda bulunan sera gazları iklim sisteminin önemli unsurlarıdır. Güneşten gelen radyasyon atmosferi geçmekte ve dünyaya ulaşmaktadır. Yeryüzünde tutulan radyasyon, sonrasında tekrar atmosfere dönmekte iken bir bölümü ise buhar, metan, karbondioksit, ozon gibi, gazlarca tutulmaktadır. Bu tutulma aslında normal ve doğal bir döngüdür. Bu sera etkisi yeryüzünün sıcaklığının bugünkü yaşanabilir sıcaklığının sağlanmasına yaramaktadır. Günümüzde sanayi devrimi ile birlikte özellikle fosil yakıtların

(Kömür, petrol ve doğalgaz) kullanımının artması sebebiyle sera gazlarının atmosferdeki oranı artmakta ve bütün canlılar için olumsuz sonuçlar doğuran küresel ısınma oluşmaktadır (Ayaydın, 2002).

Birleşmiş Milletlere üye ülkelerce iklim değişikliğine alınacak önlemleri içeren çerçeve sözleşmesine göre sera gazı olarak kabul edilen ve artmasıyla küresel ısınmaya yol açan, dolayısıyla da iklim değişikliklerini tetikleyen gazlar karbondioksit (CO₂), Metan(CH₄), Nitröz Oksit(N₂O), Hidrofluoro karbonlar (HFCs), Perfluoro karbonlar (PFCs), Kükürt heksaflorür (SF₆), şeklinde belirlenmiştir (Anonim, 1998).

Protokolde bahsi geçen gazların yer tarafından tutulmasından sonra atmosfere yeniden gönderilmesi sebebiyle verilen miktarlarına da sera gazı emisyonu denilmektedir (Anonim, 2022a).

Sera etkisi ile tutulmakta olan güneş ışınların tümü yeryüzünden tekrar yansımamakta, gündüz ısınan okyanus, deniz ve kara parçaları da geceleri aniden soğumamaktadır. Bunun sebebi gazların ısı depolaması yapmalarıdır. Söz konusu ısı dünyayı yaşanılabilir sıcaklıkta tutmaktadır. Bu etkinin artması ise küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine yol açmaktadır. Böylelikle de buzullar erimekte, deniz seviyesi yükselmekte, sular buharlaşarak atmosfere karışmakta ve sıcaklık-basınç farkları kuvvetli ve ani rüzgârlara kuvvetli yağmurlara, büyük fırtınalara hatta tusunamilere yol açmaktadır.

Söz konusu etki havadaki karbondioksit (CO₂) oranının yükselmesi sonucunda hızla artmaktadır. Bu durum fosil yakıtlı motorlar, santraller, nüfus artışı ve nefes alınabilecek yeşil kısımların azalmasından kaynaklanmaktadır. Günümüzde atmosferdeki karbondioksit konsantrasyonu 360 ppm (Parts per million)'dir ve bu değerın yüzyılın sonunda 700 ppm olacağı tahmin edilmektedir. Bu sebeplerle 20. yy ve 21. yy arası dünya ortalama sıcaklık artışı 0,5°C iken 21.yy ve 22.yy arası sıcaklık artışının 2 °C olması beklenmektedir.

Söz konusu emisyonlardaki artışlara paralel olarak astımlı çocuklar artmakta, ozonda oluşan deliğin büyümesi devam etmekte, asit yağmurları nedeniyle ormanlar yok olma tehlikesine girmekte, aşırı sıcaklık ve soğuklara maruz kalınmaktadır.

Sera etkisi nedeniyle küresel ısınmaya önlem olarak bu gaz miktarlarının düşürülmesi için fosil yakıtlar yerine doğal enerji kaynaklarına yönelinmelidir (Anonim, 2022b).

Atmosfer hidrolojik çevrim sistemlerinden en önemlilerinden birisi olduğundan atmosferik durumlarda iklim değişikliklerinin oluşturacağı farklılıkların buharlaşma ve akış süreçleri ile havza yağış süreçlerinde zamansal ve alansal ölçekte değişimlere neden olabilecektir. Bu hidrolojik sistemlerdeki dengeyi bozan durum ise, küresel ısınmadan kaynaklı iklim değişiklikleridir. Söz konusu değişiklikler ekstrem olayların artması, genişlemesi ve büyümesine de yol açabilecektir. Küresel ısınma sonucu oluşan iklim değişiklikleri su kaynaklarını da kısıtlayabilecek ve üzerinde önemli etki gösterebilecektir. Bu etkinin en önemli göstergeleri de taşkınların ve kuraklık durumlarının artması, yağış rejimlerinin değişmesi ve erozyon sorunlarının artması şeklinde olacaktır (Fıstıkoğlu, ve Biberoglu, 2008).

Küresel ısınma sonucu oluşan iklim değişiklikleri yavaş ve uzun yıllar boyunca hidrolojik çevrim ve su kaynakları yönetim ve dağılımı üzerinde önemli bir etki gösterecektir. Irmak ve dere akışlarındaki değişiklikler sel ve kuraklık gibi doğal afetlerin sıklaşmasına sebep olmaktadır (Kanber ve ark., 2010).

Küresel ısınmanın iklim değişiklikleri sonucu etkilemesi kaçınılmaz olan su kaynaklarının planlı ve verimli kullanılması önem arz etmektedir. Bu nedenle yer kürenin su ve çevresel dengesinin korunması ve iklim değişikliği etkilerinin en aza indirilmesi için eğitim sağlanmalıdır (Karaman ve Gökalg, 2010).

Isınma nedeniyle su kaynakları azalarak, ormanlık alan yangınları ile dünya ekolojisi bozulacaktır. Su gereksinimi artarken su sıkıntılarının da baş göstermesi öngörülmektedir. İklim değişiklikleri sonucu oluşan su sıkıntılarından tarımsal üretim de olumsuz etkilenecektir.

Sıcaklıkların artması kuraklığı artıracak ve bu durum çölleşme, tuzlanma oluşumunu ve erozyonu arttıracaktır. Isınma sonucu buzullar eriyerek deniz seviyesini yükseltecek bu da iklim kuşaklarının kaymasına yol açacaktır (Türkeş ve ark., 2000).

Mevcut doğal kaynakların korunması ve küresel ısınma kaynaklı iklimsel değişikliklerin tehdidinin en aza indirgenmesi için alınması gereken önlemler için uluslararası sözleşme ve protokoller yapılmıştır. Bunlardan ilki 1988'deki Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli'dir. Hükümetleri bir araya toplamak için 1992 yılında birçok ülke Kyoto Protokolü deklare edilmiştir. 1997 yılında Kyoto protokolü kabul edilerek gelişmiş ülkelerin emisyonların

önemli bölümüne neden olmaları sebebiyle öncülük yapmaları sağlanmıştır. 2005 tarihinde yürürlüğe giren Protokülle 2008 yılı ve 2012 yılları arasında emisyonun 1990Qa göre en az %5,2'i azaltılması hedeflenmiştir (Cömert ve ark., 2015).

Kyoto Protokolünü Rusya ve AB ülkeleri desteklerken ABD ve Avustralya gibi karbon emisyonları yüksek oranlarda olan ülkelerin büyük çoğunluğuna sahip ülkelerin imzalamamakta, Hindistan ve Çin gibi CO₂ emisyonu yüksek olan ülkeler ise geliştirmekte olan ülkelere oldukları ve halen gelişmiş ülkelere göre emisyonlarının düşük olduğu bahanesiyle söz konusu emisyonları azaltmamaktadırlar (Özmen, 2009).

Doğada insanoğlunun neden olduğu etkilerle atmosferde biriken 1 ton CO₂ salınımının maddi zarar boyutu ise Karbonun Sosyal Maliyetidir (SCC) (Mirici ve Berberoğlu, 2018).

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin gelecek vadedeği hedefi olan sera gazlarının atmosferik uyumlarının iklim değişikliğiyle tehlikeli insan etkilerinin engelleneceği şekilde sabitlenmesi için yapılan Kyoto Protokolü önemli bir adım olarak görülmektedir. Protokolde çoğu AB ülkesine zararlı gaz salınımı eksiltme oranları ortaya konulmuştur. Önceki 15 AB ülkesi üyesinin salınımı 2012 yılına dek 90'ların altına indirilmek (%8) istenmiştir. Devletlerim bazılarında ise artış izni verilmiştir. Buna göre salınımın azaltılması genel olarak yarı yarıya şeklinde olmalıdır ve bu eksiltmenin yarıdan fazlası sanayi ülkelerine düşmektedir (Anonim, 2016).

İnsanın doğal alana müdahalesi sonucu oluşan sera gazlarının artmasının yanı sıra insan hayatının devamı için önemli bir katman olan ve yerküreyi zararlı ultraviyole radyasyondan koruyan ozon tabakasının delinmesi de başka bir sorundur. Ancak yoğun olarak kullanılmakta olan gazlar tabakayı zayıflatmakta ve incelen tabakada bazı kısımlarda delik oluşturmaktadır. Bu delik gün geçtikçe de büyümektedir.

Atmosferin önemli bölümü olan katman, yer kürenin ortalama 50 km kadar üzerindedir. Görevi ise yeryüzünü, güneşin zararlı Ultra Viyola radyasyonlarından korumaktadır (Lerner ve Lerner, 2006).

Yaklaşık olarak 50 yıldır çevre sorunları konuşulmaktadır ve 70'lerde küreselleşme kaynaklı olarak uluslararası boyuta taşınmıştır. Böylelikle

mevsimlerin değişmesi, Ozon'un incelenmesi ve çevre sorunlarının çözümü için uluslararası iş birliğinin gerekliliği ortaya konulmuştur (Ehrlich, 2008).

Dünyanın karşılaştığı bu çevresel sorunlar ortak endişe kaynağı olmuştur. Son yüzyıldan itibaren ve günümüze ulaşan sorunlar, küresel boyutta iklim değişikliği, hava ve su kirliliği, kimyasal felaketler gibi büyük sorunlardır. Bu sorunlar uluslararası çevre anlaşmalarının önemini kat be kat artırmaktadır. Bu anlaşmalar ozon tabakası korunması, hava kirliliği, okyanusların korunması ve iklim değişikliklerine karşı alınması gereken önlemleri içermektedir. (Sonnenfeld ve Mol, 2002)

Sera gazları zehirli ve yanıcı olmamakla birlikte oldukça kararlı, uzun ömürlü ve uçucudurlar. Bunların yoğunlukları düşük olduğundan atmosferde son yüksekliğe ulaşabilmektedirler. CFC'ler büyük güneş enerjisiyle buluşunca ozon parçalanmakta ve stratosferdeki ozon yoğunluğu azalarak zararlı radyasyon etkisi dünyaya ulaşmaktadır (Çetin, 2018).

2020'de Milli Park olarak ilan edilen ve "Kesin korunacak hassas alan" kapsamına alınan Hakkari ve Yüksekova arasındaki Türkiye'nin en yüksek ikinci zirvesi olan Uludoruk'un yer aldığı Cilo Dağları'ndaki 20 bin yıllık buzulların 31 yıllık süreçte yarıya yakınının ısınma sebebiyle erimiş olduğu tespit edilmiştir. Bütünlüğünü bozulan buzulda erimenin sürmesi beklenmektedir. 7 bin 500 hektara yakın bir alanda sadece 530 hektar kadar buzul örtüsü sağlam kalmış bulunmaktadır. Küresel ısınma kaynaklı olarak buzulun tamamen eriyeceği öngörülmektedir (Şatır, 2016).

Küresel ısınmaya sebep olan birçok sektör bulunmaktadır. Türkiye'de toplam sera gazı üretiminde başta %32 oranla endüstriyel faaliyetler gelmekte, %30'u enerji sektörü nedeniyle oluşmakta, %16'sı ise ulaştırmanın payına düşmektedir. Bunlardan bir hayli az olmakla birlikte tarım sektörü de sera gazı salınımında %6 gibi bir oranla sürece menfi katkı sağlamaktadır (Tunç ve ark., 2007). Bu etki diğer bileşenlerle birlikte dönüp dolaşıp tarımsal üretimde azalmayı ve gıda eksikliğini tetiklemektedir.

Türkiye de dünyanın birçok ülkesinde olduğu gibi özellikle de bulunduğu bölge ve konum itibarıyla su azlığı ve erozyonla yüzleşecek ve ısınmadan en fazla zarar görecektir. Birisi olarak gözükmektedir (Doğan, 2005).

Yakın zamanlarda Doğudan batıya doğru yaklaşık yüzde kırk azalma göstereceği düşünülen yağışlar su kaynaklarının durumunu gittikçe

kötüleştirecektir. Kışları güney ve batı kısımlarda görülen yağış azalmaları, yaz mevsiminde artması beklenmektedir. Sonbaharda ise diğer mevsimlerle kıyaslandığında Türkiye'nin özellikle doğusunda yağış artışları olacağı öngörülmektedir (Usta, 2016).

Tarımsal üretim doğa olayları ve iklimlerden en fazla etkilenen sektör olarak küresel ısınmadan kaynaklanan kar ve yağmurların azalması sonucunda nehir ve göllerdeki su oranlarındaki azalmalar nedeniyle sulama olanaklarının da azalmasıyla da en çok etkilenen alan olacaktır. Özellikle sıcak iklimli tarımsal alanlar sıcaklıklardaki artış ve su kıtlığı nedeniyle tarımsal üretimde azalmalar olacaktır.

Avrupa tarımının da küresel ısınma sebebiyle 2003 yılındaki sorunlar sonucunda yüksek verim kaybı yaşadığı bilinmektedir (Anonim, 2007). Gelişmekte olan ülkelerde toprağın tarımsal üretkenliğinin azalması, tarım, mera, orman alanlarının amacına uygun kullanılmaması sürdürülebilirliği ve verimliliği de azaltmaktadır (Pathak ve Wassmann, 2007).

Dünyada toplam kullanılan enerjide fosil yakıtlardan petrol ve ürünleri kaynakları oranı 1973 yılında %46,2 iken kömür kaynakları %24,5 olmuştur. Temiz enerji olarak bilinen doğalgaz ise %16 civarında olmuştur. Biyoyakıt ve atıklardan elde edilen enerji kaynağı oranı %10,5, nükleer enerji payı ise %0,9 olarak gerçekleşmiştir. 2019 yılında ise söz konusu kaynaklardan fosil yakıtlardan petrol ve ürünleri oranı %31,4'e gerilerken, kömür kaynakları ise %26,2'ye yükselmiştir. Doğalgaz ise iyi ama yetersiz bir durum olarak %23,2'ye yükselmiştir. Biyoyakıt ve atıklardan elde edilen enerji kaynağı oranı ise %9,4'e gerilemiş ama nükleer enerji payı 2005 yılındaki %6,3 oranına göre biraz azalarak olarak %5,1'e yükselmiştir (Anonim, 2020a).

Gerek küresel ısınma ve iklim değişikliklerinin artması açısından gerekse ülkelerin bazı ülkelerle sınırlı olarak dışa bağımlılıklarını azaltmak için ve tedarik sıkıntılarının günümüzde Rusya'nın Ukrayna'ya saldırısı sonrasında Avrupa'nın ambargosu ile doğalgaz enerji sıkıntısının doğabileceği durumlar göz önüne alındığında dünyanın mutlaka yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir. Küresel ısınmayı tetikleyen fosil yakıt kaynaklarının toplamda hala %58'lerde, dünyayı radyasyon tehdidiyle endişelendiren nükleer enerjinin %5 seviyelerinde olduğu dünyamızda doğal olaylara bağlı bir yapısı

olan tarım alanları da olumsuz etkilenmektedir. Bu durum dünyada bir gıda krizi olması açısından endişe verici boyutlara ulaşmaktadır.

Tarımsal üretimle bir taraftan sera gazı salımları artmakta diğer taraftan kısır bir döngü ile atmosfer yoğunlukları artan gazlar nedeniyle olumsuz etkilenmektedir. Küresel ısınma sonucu artış gösteren ortalama sıcaklık artışlarının menfi etki göstermesi beklenmektedir (Kanat ve Keskin, 2018).

Tarımsal uygulamalardan hayvan yetiştiriciliği ve çeltik tarımı metan gazı üreterek küresel ısınmaya sebebiyet vermektedir. Atmosferdeki sıcaklık artışı ve sera gazları yoğunluğu yetersiz yağışla birlikte bitkilerin solunumlarını ve stomal fonksiyonlarını ve toprakların organik karbon içeriğini olumsuz yönde etkilemektedir. Organik karbon oluşumunun, tutulmasının arttırılması için toprakların doğru ve verimli kullanılması ısınma ve çevresel sorunlara çözüm olabilecektir (Korkmaz, 2007).

2.EROZYON

Toprağın bir takım dış etkilere maruz kalıp aşınması ve göl deniz gibi alanlara taşınması olayına erozyon denilmektedir. Ancak, jeolojik oluşumlarla normal şekilde de oluşabilmektedir. Şayet, insan müdahaleleri sonucu bozucu bir etki meydana geliyorsa da buna hızlandırılmış erozyon adı verilmektedir.

Erozyon çeşitlerinden en önemlisi tahribatı büyük boyutlara ulaşan su erozyonudur. Bundan başka erozyon çeşitleri ise, rüzgârla ve çığla oluşan erozyon, heyelanlara bağlı erozyon, dalgaların yarattığı erozyon ile buzulların etkisiyle oluşan erozyondur (Anonim, 2013a).

Tabiattaki bitki-toprak-su dengesi bozulduğunda toprak parçalarının su, rüzgâr, buzul, dalga, yerçekimi ve çığ gibi doğal faktörler sebebiyle toprak olarak oluştuğu ana kayanın bulunduğu merkezden koparak, başka yerlere taşınması olayı olan erozyondan en fazla etkilenen ülkelerden birisi olan Türkiye’de su ve rüzgâr erozyonu en fazla olarak görülmektedir. Kaynağı su erozyonu olan ve onun hidrodinamik etkisi ve yatağın oyulması sonucunda hareket eden, belli bir süre yatak tabanı üzerinde sürüklenen veya su içerisinde yüzen, bir zaman sonra da çökelen malzemeye ise sediment (Çökelti maddesi, katı madde) denir. Sediment, süspanse sediment (Asılı, su yükü, ince taneli katı maddeler) ve yatak yükü olarak ikiye ayrılmaktadır (Anonim, 2013b).

Engibeli ve eğimli yer şekilleri olan bölgelerde yağmur suları hızlı şekilde yüzeysel akışa geçmekte ve bu da erozyona neden olmaktadır. Düzensiz yağış rejimi de ani sağanaklara dönüşerek iklimsel olarak erozyonu artırmaktadır. Toprağı kökleriyle tutan ağaçların kesilmesi, aşırı otlatma ve yangın gibi afetler doğal bitki örtüsünde tahribata yol açmakta ve toprak rüzgâr ve su erozyonuna açık duruma gelmektedir. Tarım arazilerinin nadasa bırakılması erozyonu artırmakta, ormanların tarıma açılması ve tarıma elverişli olmayan alanların kullanılması erozyonu artırmaktadır. Dirençli olmayan topraklar aşınmaya dayanmadığından erozyonun şiddeti artmaktadır.

Yukarıda bahsedildiği gibi erozyonun çeşitleri arasında su erozyonu en başta gelmektedir. Bitki örtüsünün zayıf olduğu eğimli alanlarda toprak yağışların etkisiyle taşınıp süpürülmektedir. Erozyonunun bir diğer çeşidi ise rüzgâr erozyonudur. Çöller gibi kurak ve yarı kurak iklim özelliklerine sahip bölgelerde şiddetli rüzgâr gevşek ve dirençsiz toprağı toz bulutu olarak taşınması olayı rüzgâr erozyonu olarak adlandırılmaktadır. Kar kütlelerinin biriktiği alanlarda eğim nedeniyle çığ oluşmakta ve toprağın bir kısmını götürmektedir. Buna da çığ erozyonu denilmektedir.

Alınacak bazı tedbirlerle erozyonun önüne geçmek mümkündür. Bun tedbirlerin başında doğal bitki örtüsünün korunması ve erozyon riski olan alanlarda ağaçlandırma yapılması gelmektedir. Nadas yerine toprak mineral dengesinin korunması için baklagiller ve tahılların nöbetleşe ekilmesi de önemli tedbirlerden sayılmaktadır. Taraçalama sistemi eğimli arazilerde erozyonu azaltmakta, arazinin eğim yönüne dik sürülmesi ve suların akış yönüne kanalize edilmesi de fayda sağlamaktadır. Rüzgâr erozyonuna sebep olan anız yakma işlemi engellenmeli ve bu yönde eğitimler artırılmalıdır.

Gerekli tedbirler alınmadığı takdirde oluşacak erozyon ile toprak ve arazi kaybı olması ve veriminin düşmesi, göletlerin ömrünün azalması, kırsaldan kente göçün artması, toprakların su depolama gücünün azalması ve çölleşmenin oluşması, taşkın ve heyelan risklerinin artması, suların kirliliğinin artması ve ürün kalitesinin düşmesi sorunları oluşacaktır.

Erozyonun en çok gerçekleştiği ülkelerden birisi olan Türkiye’de akarsular ülkenin verimli topraklarını deniz ve göllere taşımaktadırlar. Bu nedenle, barajların su havzaları çamurla dolmakta ve ekonomik ömrünü tamamlamaktadırlar. Havzalarında yer alan bitki örtüsünün tahrip edilmesi

nedeniyle Fırat, Yeşilirmak ve Kızılırmak en çok toprak taşıyan akarsular olarak bilinmektedir. Havzaları ormanlarla kaplı olan akarsularda ise toprak taşınması azdır (Geography, 2021).

Toprak sağlığını bozan bir olgu olan erozyon onu fakirleştirmekte, organik madde içeriğine zarar vermekte ve biyolojik açıdan zengin olan üst toprağın kaybına sebep olmaktadır. Toprağın erozyona uğrayan kısmı, kalan kısımdan 5 kata kadar daha fazla organik madde içermektedir. Bu kısım toprakta bulunan organik madde, taşıdığı mikroorganizmalarla, %95 azot ve %25-50 oranlardaki fosfor ile bitki gelişiminde hayati önem taşımaktadır. Besin oranı yüksek bu katmanın kaybı toprak organik maddesinin azalmasına ve verimin düşmesine neden olmaktadır. Araştırmalar uzun yıllar erozyona maruz kalan toprakta verimliliğinin yaklaşık olarak %75 oranında azaldığını göstermektedir (Pimentel ve Kounang, 1998).

3.TOPRAK ORGANİK MADDESİ VE TAŞINIMI

Toprak organik maddesi karasal ekosistem üretkenliğinin ve toprak verimliliğinin önemli bir göstergesi olup, bitkilerin gereksinim duyduğu besin elementlerinden azot, fosfor ve kükürt gibi maddelerin temel kaynağını oluşturmaktadır. Taşınımın azaltılması sonucunda tarım topraklarının organik maddece zengin olan üst tabakasının korunması ile verimliliğin artırılmasının sağlanması hedeflenmektedir. Ayrıca bu şekilde barajların ekonomik ömrü uzatılmış olacak ve su kalitesinin artması sağlanacaktır (Anonim, 2018a).

Organik madde kimyasal olarak ölü hayvansal ve bitkisel atıklardan, protein, karbonhidrat ve ligninden meydana gelmektedir. Bunlar mikroorganizmalar, topraktaki kimyasal reaksiyonlar vb. etkilerle değişime uğramaktadır. Bitkisel artıkların yaklaşık olarak %30 kadarı proteinlerden oluşmaktadır. Bu maddeler, çok çabuk ayrışır ve toprak mikroorganizmalarının hücre proteininin oluşmasında kaynak teşkil etmektedirler. Şeker gibi, nişasta gibi günlük hayatın parçası maddeler dışında, hemiselülozlar, pektinler ve selüloz karbonhidratları oluşturmaktadır. Lignin ise odunlaşan lifin metoksil içeren aromatik kısmı olup, kimyasal olarak selülozla bağlantılıdır. Kuru odunun ortalama %25'ini oluşturur. Bunlar dışında, toprakta birçok bitkisel ve hayvansal maddeler bulunmaktadır (Dündar, 1987).

Süspanse sediment yatak ve yatak yüzeyine uzak kısımlarda, karıştıkları suların içinde, ince taneli, hafif yapıları nedeniyle her tarafa dağılan, taşınan ve

sularda bulanıklığa sebebiyet veren kil, silt ve ince kumdan oluşan 2 mm'den küçük katı maddelere denilmektedir. Yatak Yüğü ise akarsu yatağında taşınan parçalar olup, yuvarlanma, sürüklenme ve sıçrama şeklinde hareket etmektedirler. 2 mm'den büyük olan, çakıl, blok ve iri kum gibi kaba malzemeler akarsuyun yatak yükünü teşkil etmektedir. Akarsularda taşınan süspanse yük ve yatak yükü malzeme toplamına ise toplam sediment denilmektedir (Anonim, 2019).

Barajları besleyen akarsuların içinde taşınan sediment (Silt+kil, kum ve çakıl) yüklü su, rezervuara girmekte ve baraj alanında ince, asılı durumdaki parçalar ile yatak yükünün çökmesine yol açmaktadır. Biriken sediment nedeniyle su depolama yapısının tabanında tortu oluşmakta ve böylelikle barajların kullanım ömrü azalmaktadır. Barajların yapımında ayrılan ve "ölü hacim" olarak bilinen depolama alanının öngörülen süre olan 50 yıldan daha hızlı şekilde dolması ihtimali belirlemektedir. (Anonim, 2013b)

Erozyonla taşınan söz konusu sedimentler yerüstü sularının azot ve fosforla kirlenmesi ve zenginleşmesi, yüksek miktarda besin elementi girişi doğal çevre sisteminin ölümü anlamına gelen ötrofikasyona sebep olmaktadır (Anonim, 2018a).

Canlı organizmalardan oluşan ve zaman içerisinde toprakla buluşan bütün maddeler Toprak Organik Maddesi yani TOM olarak adlandırılmaktadır (Bot ve Benites, 2005).

Diğer bir tanım olarak ise toprak içerisinde veya üstünde bulunan organik olarak tanımlanan maddeler bütününe Toprak Organik Maddesi denilmektedir. Toprak içerisinde yaşayan organizmalar temel besin maddesini buradan alır ve tüm bitki ve organizmalar için enerji ve besin kaynağı olarak görev yapmaktadır.

Bu madde %5 oranında bitki ve hayvan dokuları ve mikroorganizmalar gibi canlı organizmalardan, %10 oranında yeni ayrışmakta olan ölmüş dokulardan ve %35 oranında ayrışmış madde kaynaklı humustan ve %50 ayrışmaya devam eden aktif organik maddelerden oluşmaktadır. Organizmalar ise organik madde olan yerlerde oluşmaktadır (Ingham ve ark., 2000).

Toprak organik maddesinin (TOM) oransal olarak yaklaşık %55'i ile %60'ını karbon elementi oluşturmaktadır. Karbon ise toprağın üretim açısından en önemli maddelerinden biridir. İçeriğinin sürekli değişmesi nedeniyle toprak

organik maddesinin durumu toprak sağlığını takip açısından zor olmasına karşın önemli bir göstergedir. Bu organik maddeler, bitkinin fotosentez yoluyla atmosferden glikoz şeklinde bağladığı karbonu tekrar sentezlemek suretiyle meydan getirdiği farklı karbon bileşenlerini bitki kökleriyle toprağa ulaştırmaktadır (Anonim, 2018a).

Toprağa bir döngü sürecinde geri dönen bitki kalıntıları organik bileşikler bozunmaktadır. Ölmüş materyallerin karmaşık organik yapıları daha basit organik ve inorganik moleküllere fiziksel ve biyokimyasal dönüşümü ayrışma denilen biyolojik bir süreç olarak bilinmektedir. Bozunma sürecindeki bitki artıklarının toprağa eklenerek biyolojik aktiviteye ve karbon döngüsü sürecine katkı sağlamaktadır. Bu süreçte karbondioksit (CO₂), su, enerji, bitki besin maddeleri ve yeniden sentezlenmiş organik karbon bileşikleri gibi değişik ürünler açığa çıkmaktadır. Bu ayrışmada humus denilen daha karmaşık bir organik madde oluşmakta ve bu işleme humifikasyon denilmektedir

Toprak organizmaları, besin olarak toprak organik maddesini (TOM) kullanmakta, bu sayede parçalanan organik madde azot, fosfor ve kükürt gibi bazı besin maddeleri bitkilerce alınabilecek formlarda toprağa salınmaktadır. Bu işleme ise mineralizasyon denilmektedir (Juma, 1998).

Mineralleri hızla ayrıştırması, podsollaşmaya neden olması, toprak strüktürünü düzenlemesi, toprağın su ve hava dengesini sağlaması, iyon değişim kapasitesini artırması, bitkiler için bir besin maddesi kaynaklığı TOM'un önemli işlevlerindedir (Anonim, 2022c).

Fiziksel, kimyasal ve biyolojik açıdan tarım topraklarının veriminde Toprak organik maddesinin %3 oranlarında olmalıdır (Gezgin, 2018).

Bu çalışmada, çeşitli etkilerle oluşan toprak kayıplarının (Süspanse sediment) azaltılması yönünde alınan tedbirler nedeniyle taşınımı engellenen topraklardan dolayı elde edilen ekonomik kazanımların göze çarpan üç boyutu irdelenmektedir. Buna göre kazanılan alandan elde edilebilecek ürün değeri (Buğday tarımı kazancı) ile elde edilecek ortalama %3,25 oranında olduğu kabul edilen toprak organik maddesi (TOM) belirlenmiştir. Ayrıca, kazanılan toprak organik maddesinin ortalama %55'lik kadarına tekabül ettiği varsayılan organik karbon miktarı (TOK) hesaplanmıştır.

Türkiye topraklarının 30 cm derinliğinde toplam organik karbon stok miktarı yaklaşık olarak 3,5 milyar ton 'dur. Bir hektar alanda depolanan karbon miktarları orman alanları için 56 ton, mera alanları için 50 ton ve tarım alanları

için 36 ton olarak hesap edilmektedir. Genel anlamda ülke ortalamasının ise 44 ton olduğu tahmin edilmektedir (Anonim, 2018a).

Sonrasında, süspanse sedimentten kazanılacak miktarların tahıl ekimi için gerekli olan derinlik (Yaklaşık 25 cm), 1,3 ton/m³ hacim ağırlığında bir üst toprak kalınlığı şeklinde serilmesiyle elde edilecek tarım arazisi hesaplanmıştır (Doğan, 2016).

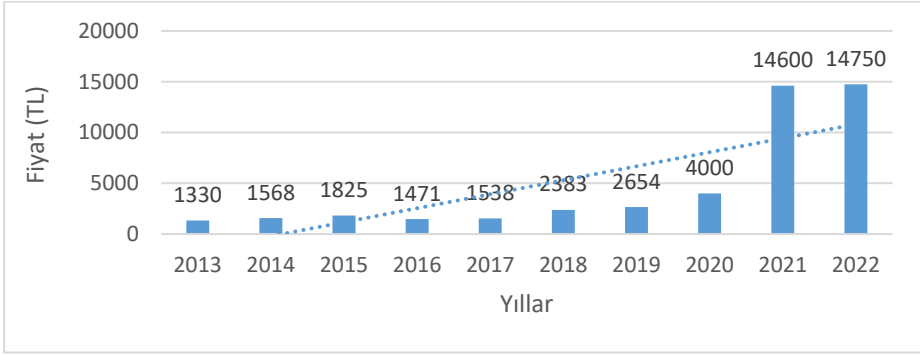
Buğday birim fiyatı 2013 yılı için yaklaşık 0.90 TL'dir (Anonim, 2013c). 2020 yılı için ise buğday fiyatlarının yaklaşık olarak 1,7 TL olduğu tespit edilmiştir (Anonim, 2020b).

Hesaplamalarda ise bugünlerde 2022 yılının savaş ortamında yükselen ve 2023 yılında 6 TL'ye dayanan buğday fiyatları kullanılmıştır (Anonim, 2023a). Fiyatlardaki söz konusu yükselişler, kazanılan toprakların ekonomiye katkısının ne denli önemli olduğunu da ortaya koymaktadır.

Ayrıca kazanılan toprağın %3,25'i oranında olduğu kabul edilen toprak organik maddesi (TOM) içerisinde bulunan %5 saf azot ile 1 (bir ton) toprakta %0,5 oranında olduğu baz alınan fosfor kazancı yaklaşık olarak hesaplanmıştır (Doğan, 2016).

Şekil 1'de azot ve fosforun toprağa verilen gübre ile yüksek bağlantısı nedeniyle gübre fiyatlarına örnek teşkil edecek olan Diamonyum Fosfat (DAP-Azot ve fosfor içerikli) gübresinin Türkiye'de yıllar itibariyle fiyatları görülmektedir. Buna göre 2013 yılı için DAP gübre fiyatının 1 330 TL/ ton iken, 2020 yılında ise 4 000 TL/ton olduğu, 2021 sonunda 14 600 TL/ton gibi çok yüksek bir orana yükseldiği ve 2022 yılında 14 750 TL/ton olduğu tespit edilmiştir. Toprakların en çok ihtiyacı olan ve %18 azot ve %46 fosfor içermesiyle organik maddelerin kazanımın önemini gösteren elementlerin yer aldığı gübre önemli bir karışımdır. Gübrenin hammaddesi genellikle ithal ve dolara bağlı olarak fiyatları arttığından, organik maddelerin ve içeriğindeki azot ve fosforun kazanımı büyük önem taşımaktadır (Tuncer, 2021).

2023 yılı fiyatları da bu civarda gözüken gübrenin fiyatlarındaki bu gözle görülür artış nedeniyle sedimantasyondan kazanılan toprağın tarımsal ekonomiye ne kadar büyük katkı sağladığı anlaşılmaktadır.



Şekil 1: Türkiye’de yıllar itibariyle DAP (Azot ve fosfor içerir) gübre fiyatı (TL/Ton)

Topraktaki organik madde ve bitki besin maddeleri ise 0-25 cm’lik üst kısımda en fazla miktarda bulunmaktadır. Azotun %95’i, fosforun ise %25-50’si üst topraktadır. (Gomiero, 2013).

Humuslu (Organik madde) toprak, humus bakımından zengin, fakir, orta, çok, az ve pek çok humuslu şeklinde sınıflandırılmaktadır. Türkiye’de orman topraklarında organik madde %1-12 civarında iken tarımsal alanlarda %1 ile %4 arasında değişmektedir. Toprak derinliğine göre de değişen organik madde miktarları turbalıklarda %80-90 iken, %15 civarında çok az toprak bulunmaktadır (Anonim, 2021b).

4. KAZANILAN SEDİMENTİN TARIMSAL EKONOMİYE KATKISI

FAO (The Food and Agriculture Organization)’nun 2019 yılı kriterlerine göre sürdürülebilir bir toprak yönetimi ilkeleri doğrultusunda yapılan çalışmaları neticesinde toprakların yok olması önlenemeyecek ve gıda üretiminde bazı sorunların önüne geçilebilecektir. Buna göre, toprak erozyonu engellenmeli, bileşenlerindeki organik madde artırılmalı toprak besin döngüsü güçlendirilmeli, tuzlanma-alkalileşme ve kirliliğinin önüne geçilmeli, asitlenme en aza indirgenmeli, biyolojik çeşitlilik korunmalı ve zemin sularının yönetimi geliştirilmelidir. (Anonim, 2021c).

Türkiye’nin her yıl 500 milyon ton toprağın su erozyonuyla taşınması sonucu toprak ve arazi kaybı yaşadığı tahmin edilmektedir. En çok taşınım ise Yeşilirmak havzasında görülmektedir. Bu materyal verimli delta arazileri

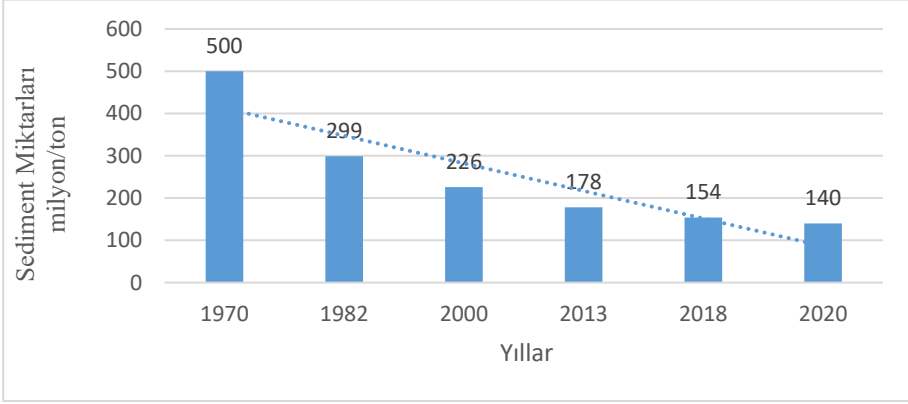
oluştursa da bir(1) m²'lik delta için 800-1300 m²'lik bir alanın tahribi gerekmektedir.

Ayrıca, su kirliliğine potansiyel güç oluşturmakta, sedimantasyonla verimli taban arazilerindeki toprak özelliklerini bozarak, tarımı zorlaştırmakta mikroskobik toprak canlılarını yok ederek ekolojik döngülerine menfi olarak etkilerken, kuraklığa sebebiyet vermektedir. Diğer yandan organik madde bakımından zengin üst toprak erozyonla taşındığı için işlenmesi güç olan alt toprak yapısı öne çıkarak maliyet artışına yol açmaktadır. Bu sebeple yağış suları toprağa girmeden yüzeyden akışa geçmekte, sel ve taşkın meydana gelmektedir (Anonim, 2018a).

Türkiye, 1970'li yıllardan bu tarafa çölleşme, erozyonla mücadele ve bozulmuş alanların ıslahı konusunda büyük başarı elde etmiştir. Aşağıdaki Şekil 2'de de gösterildiği gibi taşınan süspanse sediment miktarı 1970 yılında 500 milyon ton/yıl iken, erozyona uğrayan toprakların kontrolü, ormanların rehabilitasyonu, mera ıslahı ve sulama tekniklerinin geliştirilmesi sonucunda 1982 yılında bu miktar 299 milyon ton/yıl'a gerilemiştir. 2013'de ise toplam taşınan sediment miktarı 178 milyon ton/yıl'a kadar düşmüştür (Doğan, 2016).

2020 yılında da bu azalma devam ederek 140 milyon ton/yıl'a gerileyerek alandaki başarı perçinlenmiştir. Buna paralel olarak tarımsal anlamda hayati önem taşıyan ve kaybedilen toprak organik karbon miktarları da azalmıştır.

ÇEM Genel Müdürlüğü bu sonuçlara göre oluşturulan tahmin modeli ile izleme sistemi sonuçlarına göre taşınan sediment miktarını 2023 yılında 130 milyon ton/yıl'a düşürmeyi hedeflemektedir (Anonim, 2021b).



Şekil 2: Taşınan süspansediment miktarları

Türkiye’de 1962’den bu yana yukarıda bahsi geçen süspansediment ve akım miktarlarının somut ölçümleri yıllar itibariyle belirli aralıklarla yayımlanmakta ve akarsuların taşıdığı süspansediment (Askı) materyallerin yıllık değişimleri değerlendirilmektedir. 1982’de 299 milyon ton/yıl süspansediment taşınırken, bu miktar 2013’de 178 milyon ton/yıl’a düşürülmüş ve senelik 121 milyon ton azalma meydana gelmiştir. Böylelikle söz konusu miktar kadar toprak ekonomiye kazandırılmıştır. 2020’de ise 140 milyon ton/yıl süspansediment taşınmış ve 1982 yılında bu tarafa toplam ekonomiye kazandırılan toprak miktarı 159 milyon tonu bulmuştur.

Türkiye topraklarının %1 civarında organik madde içermesi halinde bile bir dekar arazide yaklaşık olarak 6 kg saf azot hesap edilmekte, bundan belli oranlarda kayıplar olacağı gözden uzak tutulmasa da ülke topraklarının bu zenginliğinin kaybolmasına asla müsaade edilmemesi gerekmektedir (Müftüoğlu ve Demirel, 1998).

Türkiye’nin erozyona uğrayarak kaybolan toprak miktarı yıllık 1970’lerde 500 milyon ton iken yapılan etkili çalışmalar sonucunda bu miktar 2018 yılı itibariyle 154 milyon tona indirilmiştir. 2020 yılında bu miktar 140 milyon tona düşürülerek ekonomiye büyük katkı sağlanmıştır. 2023’te ise bu miktarın 130 milyon tona çekilmesi hedeflenmektedir (Anonim, 2018b).

Yukarıda bahsedilen toprak kazanımlarının ekonomik değerine kısaca değinmek gerekirse;

1982 yılında taşınan 299 000 000 ton/yıl süspansediment miktarındaki ortalama organik madde miktarı 9 717 500 ton ($299\,000\,000 \times \%3,25$) olurken, toplam kaybedilen organik karbon miktarı ise 5 344 625 ton/yıl ($9\,717\,500 \times \%55$) olarak gerçekleşmiştir. Kaybedilen organik karbonun değeri hesaplandığında ise, 2023 yılı itibariyle $5\,344\,625 \times 35$ Dolar = 187 061 875 dolar/yıl ve 3 554 175 625 TL (Mart ayı itibariyle 1 Dolar=19 TL olarak alınmıştır) miktarda ülke ekonomisinin zarar ettiği ortaya çıkmaktadır.

Taşınan süspansediment miktarı 1982'de 299 000 000 ton/yıl iken 2013 yılında 121 000 000 ton azalarak 178 000 000 ton/yıl'a düşmüş ve bu miktardaki bir taşınan madde azalmasından kaynaklı olarak 3 932 500 ton ($121\,000\,000 \times \%3,25$) organik madde elde edilerek ekonomik kazanç sağlanmıştır. Söz konusu azalan sedimentten kaynaklı organik maddeden ülke ekonomisine kazandırılan toplam organik karbon miktarı ise 2 162 875 ton ($3\,932\,500 \times \%55$) olmuştur. Söz konusu kazanılan organik karbonun ekonomik değeri ise 2023 yılı itibariyle $2\,162\,875 \times 35$ dolar = 75 700 625 dolar ve 1 438 311 875 TL (Mart ayı itibariyle 1 Dolar=19 TL olarak alınmıştır) ekonomiye katkı sağlamıştır (Doğan, 2016).

2020 yılında ise taşınan süspansediment miktarı 1982'deki 299 000 000 ton/yıl taşınan sedimente göre 159 000 000 ton azalarak 140 000 000 ton/yıl'a düşmüş ve büyük bir ekonomik katkı sağlanmıştır. Azalan bu miktardaki taşınımından ortalama organik madde kazanç miktarı 5 167 500 ton ($159\,000\,000 \times \%3,25$) olurken, ülke ekonomisine kazandırılan toplam organik karbon miktarı ise 2 842 125 ton ($5\,167\,500 \times \%55$) olarak gerçekleşmiştir.

Söz konusu organik karbonun ekonomik değeri ise $2\,842\,125 \times 35$ dolar= 99 474 375 dolar/yıl olarak tespit edilmiştir. 2023 yılı mart ayı itibariyle 1 Dolar =19 TL olarak alındığında ise toplam ekonomiye kazandırılan tutar 1 890 013 125 TL olmaktadır.

Türkiye'de 1982'de 299 000 000 ton/yıl süspansediment taşınırken, erozyon kontrol çalışmaları, göç nedeniyle doğal kaynaklara olan baskıların azalmasından ve diğer çalışmalarla 2013'de 178 000 000 ton/yıl'a düşerek 121 000 000 ton azaldığı, 2020'de ise 140 000 000 ton/yıl'a düşerek toplamda 159 000 000 ton azaldığı ve ekonomiye katkı sağladığı belirlenmiştir.

2013 yılındaki söz konusu 121 000 000 ton toprak, 0,25 m kalınlık ve 1,3 ton m³ hacim ağırlığına eşdeğer yoğunlukta serildiğinde $121\,000\,000 / 1,3 = 93\,076\,923\text{ m}^3 / 0,25\text{ m} = 372\,307\,692\text{ m}^2$ arazi etmekte yani 372 308 dekar tarım arazisi kazanılmaktadır. Dekar başına ortalama 300 kg buğday alındığı varsayıldığında Kazanılan 372 308 dekar araziden yaklaşık 111 692 ton/yıl buğday elde edilmesi öngörülmektedir. Ortaya çıkan bu miktarın 2023 yılı mart ayı itibariyle yaklaşık 6 TL olan buğday fiyatı üzerinden günümüze göre hesaplandığında kazanç tutarı 670 152 000 TL olmaktadır (Anonim, 2023a).

2020 yılındaki 159 000 000 ton toprak aynı şekilde serildiğinde ise yaklaşık olarak $159\,000\,000 / 1,3 = 122\,307.692\text{ m}^3 / 0,25\text{ m} = 489\,230\,769\text{ m}^2$ yani 489 231 dekar tarım arazisi kazanılmış olacaktır. Kazanılan 489 231 dekar araziden ise dekar başına ortalama 300 kg buğday hesabıyla 146 769 ton/yıl buğday elde edilebilecektir. Bunun 2023 yılı buğday fiyatı olan ortalama 6 TL ile parasal değer olarak ekonomiye yaklaşık 880 614 000 TL kazandırması beklenmektedir. Bu miktarlar erozyon ve taşınan süspanse sedimentin ekonomik büyüklüklerinin ne kadar önemli boyutlarda olduğunu göstermektedir.

2013 yılındaki sediment kaybındaki 121 000 000 ton azalmadan dolayı söz konusu verimli üst toprağın %3,25 organik madde içerdiği tahminiyle 3 932 500 ton (121 000 000 x %3,25) organik madde kaybedilmemiş olacaktır. Organik maddenin %5'i saf azot, olarak kabul edildiğinden dolayı 196 625 ton saf azotun erozyonla taşınması önlenmiş olmakta, 1 kg saf azotun 2023 yılı fiyatları ile hesaplanması sonucunda azotun kilosunun gübre fiyatlarındaki artışa paralel olarak 57 TL'ye ulaşması nedeniyle 11 207 625 000 TL /yıl azot değeri kazanç sağlanacaktır (Anonim, 2023b).

1 ton sedimentte %0,5 fosfor bulunduğu kabul edildiğinden dolayı taşınımı engellenen 121 000 000 ton süspanse sedimentle birlikte yaklaşık 60 500 ton fosfor taşınımı da önlenmiş olacaktır. 2023 yılı itibari ile kilogramı 210 TL olan fosfor 12 705 000 000 TL kazanç sağlayacaktır (Anonim, 2023c).

2020 yılındaki 159 000 000 ton azalma durumunda söz konusu verimli üst toprağın %3,25 organik madde içerdiği tahminiyle 5 167 500 ton (159 000 000 x %3,25) organik madde kaybedilmemiş olacaktır. 5 167 500 ton organik maddenin %5'i saf azot, olarak kabul edildiğinden dolayı 258 375 ton saf azotun erozyonla taşınması önlenmiş olmakta, 2023 yılı fiyatları ile hesaplanması sonucunda bir kilogram saf azotun gübre fiyatlarındaki artışa

paralel olarak 57 TL'ye ulaşması nedeniyle 14 727 375 000 TL azot değeri kazanç sağlanacaktır (Anonim, 2023b).

Taşınımı engellenen 159 000 000 ton süspanse sedimentle birlikte yaklaşık 79 500 ton/yıl fosfor taşınımı da önlenmiş olacaktır. 2023 yılı itibariyle kilogramı 210 TL olan fosfor 16 695 000 000 TL kazanç sağlayacaktır.

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Küresel ısınmaya bağlı olarak değişen iklim koşulları dünyayı olumsuz olarak etkilemeye devam etmektedir. İklim koşullarındaki değişiklikler yağış rejimlerini etkilemekte ve düzensiz yağışlar nedeniyle sudan kaynaklı erozyon toprakların deniz ve göllere taşınmasına sebep olmaktadır. Süspanse sediment'in bu taşınımından dolayı da büyük tarımsal ekonomi kayıpları yaşanmaktadır. Bu nedenle, iklimsel değişiklikleri tetikleyen küresel ısınmanın önüne geçebilmek için derhal fosil yakıtlardan vazgeçip yenilenebilir enerji kaynakları öne çıkarılmalıdır. Sürdürülebilir bir tarımsal ekonomi için gerekli olan toprak korunması faaliyetleri mutlaka hızlandırılmalıdır. Bugün gelinen noktada taşınımların azaltılması için alınan tedbirler neticesinde ülkeye büyük ekonomik katkı sağlanmaktadır. Dünyadaki bu kadar olumsuz göstergelere rağmen bu tür gelişmeler gelecek için ümitlenmeye sebep olmaktadır.

Bu olumlu gelişmelerin yansımaları olarak 2020'de taşınan süspanse sediment miktarı 1982'deki 299 000 000 ton/yıl taşınan sedimente göre 159 000 000 ton azalarak 140 000 000 ton/yıl'a gerileyerek büyük bir ekonomik katkı sağlanmıştır.

Bu durumda 1982-2020 yılları arasında 159 000 000 ton olarak kazanılan toprakların bugünkü ekonomik değeri ise yaklaşık olarak, 1 890 013 125 TL karbon, 880 614 000 TL buğday üretimi, 14 727 375 000 azot ve 16 695 000 000 TL fosfor olmak üzere toplamda 34 193 002 125 TL olarak hesaplanarak ekonomiye katkısı ortaya konulmuştur.

Ülkenin bir taraftan ekolojik dengesine katkı sağlayan, diğer taraftan da milli servetinin kaybedilmesini önleyen taşınım engelleme çalışmaları tarımsal ekonomi için paha biçilmezdir. Bu sebeple ülke aşırı akarsuların da ıslahından başlayarak diğer ülkelerle yapılacak anlaşmalarla birlikte çalışmaların hızlandırılması hayati önem taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Anonim. (1998). Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesine Yönelik Kyoto Protokolü.
http://iklim.cob.gov.tr/iklim/Files/Mevzuat/kyoto_protokol.pdf. Erişim Tarihi 03.03.2022.
- Anonim. (2005). Klimatoloji- I Hazırlayanlar Gültekin Yalçın Mesut Demircan Yusuf Ulupınar Emin Bulut Çevre Ve Orman Bakanlığı Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü Ankara Mart – 2005 Dmi Yayınları Yayın No: 2005 / 1 Erişim Tarihi 15.02.2023.
<https://mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx?key=B>. Erişim Tarihi 03.03.2022.
- Anonim. (2007). Yeşiller İklim Değişiklikleri Acil Eylem Planı.
https://www.bugday.org/portal/haber_detay.php?hid=1826. Erişim tarihi 05.03.2022.
- Anonim.(2009).GDO.https://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/72_GDO%20ne_dir_pdf. Erişim Tarihi 01.03.2022.
- Anonim. (2013a). Erozyon Nedir.
http://www.cem.gov.tr/erozyon/AnaSayfa/resimliHaber/13-12-13/Erozyon_Nedir.aspx?sflang=tr. Erişim Tarihi: 15.12.2022.
- Anonim. (2013b). Türkiye Akarsularında Süspanse Sediment Gözlemleri (2006-- 2012). Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara. Erişim Tarihi 11.12.2022.
- Anonim. (2013c). TMO İç Satış Fiyatları (Kdv Hariç) (Tl/Ton).
<https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/istatistikler/tablolalar/2013icsatistr.pdf>. Erişim Tarihi 11.01.2023.
- Anonim. (2016). İklim Değişikliği Politikaları.
<https://www.eea.europa.eu/tr/themes/climate/policy>. Erişim Tarihi 04.03.2022.
- Anonim. (2018a). Toprak Organik Karbonu Projesi Teknik Özet. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.
<https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Belgeler/yay%C4%B1nlar/yay%C4%B1nlar%202018/Karbon%20Proje%2027Eyl%C3%BC12018.pdf>. Erişim Tarihi 11.12.2022.
- Anonim. (2018b) Erozyonla Kaybolan Yıllık Toprak Miktarları.
<https://www.tarimorman.gov.tr/Haber/1648/>. Erişim Tarihi 09.02.2022.

- Anonim. (2019). Hidrometrik Ölçüm Yönergesi. Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.
- Anonim. (2020a). IEA World Energy Balances 2020
<https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/world-energybalances-and-statistics>; IEA Key World Energy Statistics. Erişim Tarihi 10.12.2022.
- Anonim. (2020b). 2020 yılı TMO tarafından alına hububat alım fiyatları<https://cankiri.tarimorman.gov.tr/Haber/652/2020-Yili-Hububat-Alim-Fiyatları-Acıklandı>. Erişim Tarihi 10.08.2022.
- Anonim. (2021a). İklim Değişikliği ve Tarım Değerlendirme Raporu T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarım Reformu Genel Müdürlüğü Ankara.
- Anonim. (2021b). <https://birimfiyatim.com/1-m3-toprak-kac-ton/> Erişim Tarihi 11.03.2022.
- Anonim. (2021c). Türkiye’de Tarım Topraklarının Dünü, Bugünü ve Geleceği Raporu. <https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/toprakraporu.pdf>. Erişim Tarihi 10.02.2023.
- Anonim. (2022a). <https://www.seragazidogrulama.com/sera-gazi-nedir-sera-gazlari-nelerdir-nasil-olusur-sera-gazi-etkisi-nedir-sera-gazi-emisyonu-nedir-nasil-azaltilir>. Erişim Tarihi 02.03.2022.
- Anonim. (2022b). Küresel Isınma ve Sera etkisi.
<https://havakalitesi.ibb.gov.tr/Icerik/bilgi/kuresel-isinma-sera-etkisi>. Erişim Tarihi 01.03.2023.
- Anonim. (2022c). Toprak Strüktürü Toprağın Organik Maddesi.
https://Www.Ktu.Edu.Tr/Dosyalar/15_01_05_641e1.Pdf. Erişim Tarihi 11.08.2022.
- Anonim. (2023a). Edirne Ticaret Borsası
<https://www.online.etb.org.tr/wheat.html>. Erişim Tarihi 18.03.2023.
- Anonim. (2023b). GÜBRETAS Uan 32 Sıvı Azot(5 LT) GBR48597036.
<https://www.trendyol.com/gubretas/uan-32-sivi-azot-5-lt-p-96434521>. Erişim Tarihi 18.03.2023.
- Anonim. (2023c). Fosforik Asit Sıvı Gübre 1 kg Fosforun Saf Hali.
<https://www.tarimspot.com/fosforik-asit-sivi-gubre>. Erişim Tarihi 19.03.2023.

- Ayaydın, A., (2002). Sera Etkisi Yapan Gazlar ve Küresel Isınma
https://www.jmo.org.tr/resimler/ekler/2b57648867ff835_ek.pdf Erişim Tarihi 03.03.2022.
- Bot, A. ve Benites, J. (2005). The Importance of Soil Organic Matter, Key to droughtresistant soil and sustained food production. FAO Soils Bulletin,80. <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e05.htm#bm05.1>.
<https://wwftr.awsassets.panda.org/downloads/toprakraporu.pdf>. Erişim Tarihi 12.12.2022.
- Çömert, R., Bilget, Ö., Çabuk, A., (2015). Kyoto Protokolüne İmza Atan G20 Ülkelerinin Yıllara Göre Karbon Salınımlarının (1990-2013) Coğrafi Bilgi Sistemleri Yardımı ile Analizi. Akademik Bilişim Konferansı. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.
- Çetin, M. (2008). Ozon Tabakası. Yıldız Teknik Üniversitesi Ofm Fizik Öğretmenliği; Alan Eğitimde Araştırma Projesi.
- Doğan, S., (2005). Türkiye'nin Küresel İklim Değişikliğinde Rolü ve Önleyici Küresel Çabaya Katılım Girişimleri. Ç.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt 6, Sayı 2: 57-73.Adana.
- Doğan, O., (2016). Türkiye'de Erozyonla Mücadele Çalışmalarının Ekonomiye Katkısı.
<https://www.tarimorman.gov.tr/CEM/Belgeler/erozyon%20belgeleri/> Erişim 02.03.2022.
- Dündar, M., (1987). Toprak Organik Maddesi ve Ekolojik Açından Önemi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 37, no:1.
- Ehrlich, P., R., (2008). Key Issues for Attention from Ecological Economists”, Environment and Development Economics 13: Cambridge University Press, p.2.
- Fıstıkoglu, O., Biberoglu, E., (2008). Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynaklarına Etkisi ve Uyum Önlemleri, TMMOB İklim Değişimi Semp., 238- 252, 13-14 Mart , Ankara. içinde
- Geography, (2021). Erozyon nedir? Erozyonun Çeşitleri Nelerdir?
<https://www.derscoğrafya.com/erozyon-nedir-erozyonun-cesitleri> Erişim Tarihi 05.03.2023.
- Gezgin, S., (2018). Türkiye Topraklarının Organik Madde Durumu, Organik Madde Kaynaklarımız ve Kullanımı,” TEMA, Türkiye Erozyonla

- Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı.
Orgamineral Gübre Çalıştayı, İstanbul.
- Gomiero. (2013). "Alternative Land Management Strategies and Their Impact on Soil Conservation," Agriculture 3, 465.
- Ingham, E. R., Moldenke, A. R. ve Edwards, C. A. (2000). Soil Biology Primer. USDA Natural Resources Conservation Service. 29 Ocak 2021 tarihinde https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detailfull/soils/health/biology/?cid=nrcs142p2_053860.
- https://wwf. Juma, N.G. 1998. The pedosphere and its dynamics: a systems approach to soil science. Volume.
- Kanat, Z. ve Keskin, A., (2018). Dünyada İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Türkiye'de Mevcut Durum. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg. Erzurum. 49 (1): 67-78.
- Kanber, R, Baştuğ, R., Büyüктаş, D., Ünlü, M., Kapur, B., (2010). Küresel İklim Değişikliğinin Su Kaynakları ve Tarımsal Sulamaya Etkileri, TMMOB ZMO, Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-1, 11-15 Ocak, s.83-118, Ankara.
- Karaman, S. ve Gökalp, Z., (2010). Küresel Isınma ve İklim Değişikliğinin Su Kaynakları Üzerine Etkileri / Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi Tabad 3 (1): 59-66.
- Korkmaz, K., (2007). Küresel ısınma ve tarımsal uygulamalara etkisi. Alatarım Dergisi Mersin. Cilt: 6 Sayı: 2 Sayfa 43– 49.
- Lerner, B., W. ve Lerner K., L., (2006). Low Ozone Level Found Above Antarctica", Environmental Issues: Essential Primary Sources, Gale, Detroit, pp.98-100.
- Mirici, E., M. ve Berberoğlu, S. (2018). Küresel Bir Çıkmaz Olarak Karbon Emisyonları ve Karbonun Sosyal Maliyeti (SCC). SUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük. Anadolu Üniversitesi – Eskişehir.
- Müftüoğlu, N., M. ve Demirer, T. (1998). Toprakta Azot Bilançosu. Atatürk Üniv. Ziraat Fak.Derg. 29 (1), 175-185, Erzurum.
- Nearing, M., A., Pruski F.F., and O'Neal M., R. (2004). Expected climate change impacts on soil erosion rates: A review Journal of water conservation Vol 59 No:1.

- Özmen, T.,(2009). Sera GazıKüresel Isınma ve Kyoto Protokolü. THM-453/1:42-46.
http://www.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16154_50_07.
- Pathak, H., Wassmann, R. (2007). Introducing Greenhouse Gas Mitigation as A Development.
- Pimentel, D. ve Kounang, N., (1998). Ecology of Soil Erosion in Ecosystems,” Ecosystems 1(5): 416-426. Ryden, Kent C.
- Sonnenfeld, D.,A. Ve Mol, A.,P.J. (2002), “Globalization and the Transformation of Environmental Governance An Introduction”, American Behavioral Scientist p.1323
- Şatır, O.,(2016). Comparing the satel ite image transformation techniques for detecting andmonitoring the continuous snowcover and glacier in Cilo mountain chain Turkey. Ecological Indicators, cilt.69, ss.261-268.
- Tuncer, G.,(2021). 10 yılda fiyatı yüzde 1345 artan gübre.
<https://www.indyturk.com/node/451661/ekonomi%CC%87/10-y%C4%B1lda-fiyat%C4%B1-y%C3%BCzde-1345-artan-g%C3%BCbre-t%C3%BCrkiyede-neden-%C3%BCretileniyor>. Erişim Tarihi 16.02.2023.
- Tunç, G. İ., Aşık, S.T., Akbostancı, E., (2007). CO2 Emissions vs. CO2 Responsibility: An Input-Output Approach for The Turkish Economy. Energy Policy 35, 855–868.
- Türkeş, M., Sümer, U. M. ve Çetiner, G., (2000). Küresel iklim değişikliği ve olası etkileri, Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları. ÇKÖK Gn. Md., Ankara.
- Usta, A., (2016). Türkiye'nin Su Potansiyelinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Küresel Mühendislik Çalışmaları Dergisi,Cilt 3: Sayı:2 01-09

BÖLÜM 8

EKOFEMİNİST PERSPEKTİFLE SÜRDÜRÜLEBİLİR KIRSAL KALKINMADA KADIN GİRİŞİMCİLİĞİ

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Betül TANRIVERDİ¹

¹ Sivas Cumhuriyet Üniversitesi İletişim Fakültesi Gazetecilik Bölümü,
abetultanriverdi@cumhuriyet.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-5046-4618>

GİRİŞ

Sürdürülebilir kalkınma toplumların refahını sağlamak için uzun vadeli ve sosyo-ekonomik içerikli bir kavramdır. Sürdürülebilir kalkınma şimdiki ve gelecek nesilleri geliştirmeyi ve iyi halini devam ettirmeyi amaçlar. Eko-feminizm ise çevre ve doğanın sürdürülebilirliği noktasında çevreci rol üstlenmektedir. Eko-feminizm kadına yönelik baskı ile doğaya uygulanan baskıyı arasında bağlantı olduğunu ifade etmektedir. Eko-feminizm sürdürülebilir bir toplum inşa edilerek, çevresel risk etmenleriyle mücadele edilmesini ön görmektedir.

Günümüzdeki değerlerin korunması ve bu değerlerin gelecek nesillere aktarımı yaşam felsefesi sunma adına uygun bir paradigmaya sahiptir. Eko-feminizm çevreci ve sürdürülebilir bir yaşam felsefesi sunarak kırsaldaki kadının kalkınmasını ve dayanışmacı ruhunu bir araya getirmektedir. Kırsaldaki kadının dayanışma ruhu sosyal girişimcilik ışığında kooperatifçilik bağlamında sağlanabilmektedir. Kırsal kalkınmada kadının çevreci rolü sürdürülebilir toplumlar açısından önemlidir.

1. SÜRDÜRÜLEBİLİR ÇEVRE VE EKO-FEMİNİZM

Son zamanlarda iklimde değişiklikler ve küresel ısınma çevresel sorunları ortaya çıkararak insanlığı çeşitli risklere sürüklemiştir. İnsanlığın kendi eliyle ve teknolojik gelişmeler yoluyla kirlettiği doğa ve tükenbilir kaynakların durumu bilim dünyasını endişelendirmektedir. Bu durumda, tüketen değil üreten ve sürdürülebilir kaynaklar kalkınma açısından çalışılması gereken konulardandır.

Sürdürülebilirliğin ve sosyal adaletin sağlanması için çevreci bir dönüşüm gerekmektedir. Oluşacak dönüşümde toplumsal eşitsizliğe, şiddete, kültürel çatışmalara karşı bir toplum düzeni önerilmektedir. Toplumsal ve ekolojik sorunların birbiriyle ilişkili olması, doğadaki eşitliğin sağlanması insan kültürünün homojenleşmesiyle ilintilidir. Sürdürülebilir tarım fikri 1987'de Brundtland Raporunun yayınlanmasından sonra önem kazanmıştır (Velten, S., et al. 2015). Sürdürülebilirlik ekonomik, çevresel ve bir gelişmenin sosyolojik etkisinin bütüncül düşüncesiyle ilişkilidir (Bongiovanni & Lowenberg-DeBoer, 2004).

Sürdürülebilir bir toplumun gelişmesini engelleyen başlıca sorunlar bulunmaktadır. Nüfus problemi, ekoloji, teknoloji ve tarım bunların başında yer almaktadır. Günümüz toplumları çevre felaketiyle karşı karşıyadır. Nüfus artışı bu sorunun bir parçası olup yoksul ülkelerde yüksektir. Fakat esas sorun zengin ülkelerdeki aşırı tüketimdir. Zengin ülkelerin yaşam tarzı, yoksul ülkelerdeki açığı artırarak bu yörede yaşayan çocukların geleceğini gasp etmektedir (Macionis, 2015: 592). Sanayi devrimi sonrasında kaynakların aşırı bir şekilde tüketilmesi doğaya ve ekolojiye verilen zararını artırmıştır. Sürdürülebilirlik olgusu da bu zararların minimum düzeye indirilmesini hedeflemektedir (Aydınlioğlu ve Susur, 2021: 1755).

Var olan kaynakların korunarak sürdürülebilir olması güncel sorunlardandır. Mevcut kaynakların aşırı tüketimine karşılık etkili ve verimli kullanımı, doğanın ve çevrenin sürdürülebilirliği, çevre felaketlerini engellemede başat rol üstlenmektedir. Doğanın ve çevrenin sürdürülebilir düzlemde ele alınması, eko-feminizmin ortaya koyduğu sayıltılardan dolayı gereklilik arz eder.

Eko-feminizmin sayıltıları şöyle sıralanabilir: Kadına yönelik ataerkil baskı ile doğaya uygulanan baskı arasında ilişki vardır. Bu baskıyı anlamanın doğaya ve kadına uygulanan baskı arasında ilişki bulunmakta, feminist kuram ve uygulamanın ekolojik bakış açısına ihtiyaç duyulmaktadır. Son olarak ekolojik sorunlara getirilecek çözümler, feminist bakış açısı içermelidir (Tong, 2006: 424).

Eko-feminizm terimi, Fransız feminist tarafından 1974 yılında ortaya atılmıştır. Terim ekoloji ve feminizmin bir araya gelmesine işaret ederken ekolojik sorunlara doğrudan odaklanmaktadır. Eko-feminist teorinin temel ilkesine göre, kadınların egemenlik altına alınmasıyla doğanın egemenlik altına alınmasının bir bütün olduğu ileri sürülür (Donovan, 2013: 396).

Eko feminizm kapitalizmin eleştirisinin yanında modernitenin eleştirisini de bünyesinde barındırmaktadır. Buna göre kadınlar, siyahlar ve yoksullar gibi dezavantajlı bireyler kendiliğinden değerli görülmektedir (Olgun, 2017). Ekolojik kriz, nükleer tehlikeler, yaşam tarzımız, doğayı kullanma şeklimiz, dünyayı değiştirmeye yönelik atılan geri dönüşü olmayan adımlar, bize yalnızca bugün yaşayan insanlara değil, gelecekte yaşayacak olan insanlara ve canlılara da ahlaki sorumluluk yüklemektedir (Şahin, 2017).

Küresel ikazlar, ozon tabakasının delinmesi, hayvan çiftlikleri, enerjinin korunması gibi konular ekolojik ilgiyi artırırken çevreci hareketleri de gündeme getirmiştir. Çevreciler insanoğlunun doğaya saygılı olması gerektiğine inanmaktadır. Çevreciliği insan merkezli alan grup ise insan çıkarı odaklı düşünülmektedir. Buna karşın yeryüzü merkezli çevreciler grubu ise, dünyanın kendi doğal değerlerine saygılı olmak için gerekçelere sahiptir. İnsan merkezli çevreciler doğal kaynaklarımızı tüketmenin soyumuzun da acı çekmesine neden olacağını belirtmektedir (Tong, 2006: 419).

Eko feminist perspektif, kadın emeği erkeklerle doğa arasındaki bu insani bağa aracılık etmektedir. Kadınlar, doğal malzemeyi kültürel olarak tüketilebilir ürünlere dönüştürebilmektedir. Örneğin, çiğ sebze ve tohumları pişirerek yenilebilir hale getirmektedir. Bunların yanı sıra temizlik yaparak doğayla kültür arasında aracılık yapmaktadırlar (Donovan, 2013: 322).

Küresel alarmlar olarak çevresel risk etmenleri eko-feminizmi ortaya çıkarmıştır. Çevresel bu zararların yan etkilerinden kurtulmak için sanayileşmenin zehirli atıklarıyla mücadele edilmelidir. Tükenebilir kaynaklar olan doğal gaz, petrol gibi enerjilerden ekonomiye verdiği zararlardan dolayı vazgeçerek güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerjilere baş vurulmalıdır (Tong, 2006: 419).

Birey toplumda biyolojik ve sosyal çevreyle etkileşim içindedir. Etkileşimde bulunduğu bu çevrede toplumlar fiziksel, kimyasal, biyolojik, sosyal ve psikolojik etkenlerin etkisi altındadır. Bu etmenler toplumların sosyal çevresi tarafından belirlenmekte ve yaşam kalitesi etkilenmektedir. Çevremizde biyolojik ve sosyal risk etmenlerinin yanı sıra biyolojik risk etmenleri de bulunmaktadır. Çevre sorunu olarak adlandırılabilir bu faktörler tüm canlıların yaşamını etkilemektedir (Güler, 2011). Bu sorunları bertaraf etmenin yolu sürdürülebilir toplum inşa etmekten geçmektedir. Fakat böyle bir toplum inşa etmek bünyesinde birtakım zorlukları barındırmaktadır. Bu zorlukların başında kaynakların kontrolsüz kullanımı gelerek sorunun temelden çözüm eşiğinin kontrolden çıktığı noktalar dikkat çekmektedir. Bunun başında ise koruyucu ve önleyici tedbirleri gerekli kılan küresel ısınma sorunsalından bahsedilebilir. Ekolojik bir toplumun geleceği sürdürülebilir bir topluma bağlı olarak küresel ısınma, iklim değişikliği günümüz dünyasındaki sürdürülebilir eko-sistemi tehlikeye sürüklemektedir.

Küresel ısınmanın canlı yaşamı bütünüyle ortadan kaldırma tehdidi yarattığı bugünlerde gelecek kuşakların sağlıklı bir çevrede yaşama hakları şöyle dursun, doğrudan doğruya yaşama ve var olma hakları tehlikededir. Bu durum yaşamın ya da insan türünün yani doğrudan doğruya yaşam haklarının ihlal edilmesi demektir (Şahin, 2017). Çevresel tehditlerin doğayı ve insan geleceğini tehdit etmesi çevreci bir tutumu ve sürdürülebilirliği gerekli kılmaktadır.

Küresel iklim değişikliğinin insanoğlunun yaşam tarzında farklılaşmalar meydana getirmiştir. Bu farklılaşmalar çoğunlukla insanoğlu için risk oluşturmaktadır. Bu iklim değişiklikleri küresel ısınma ve küresel soğuma şeklindedir (Çepel ve Ergün, 2006). Bu iklimsel farklılaşmalar eko sisteme zarar vererek sürdürülebilir ekolojiye gereksinim vardır. Sürdürülebilir yaşam tarzının ekolojik olarak gelecek nesillerin çevresel mirasını tehdit etmeden günümüz neslinin ihtiyaçlarının karşılanması tüketim alışkanlıklardaki değişikliği meydana getirir. Bu değişiklik tarzı hızlı artan nüfusun kontrolünü, kıt kaynakların korunmasını ve atıkların azaltılmasını içermektedir (Macionis, 2015: 592).

Bu noktada sürdürülebilir ve ekolojik toplumlar için tükenen kaynakların tasarrufu olarak gönüllü sade yaşam felsefesi toplumsal bir görev olarak nitelendirilebilir. Sürdürülebilir kalkınmanın göstergelerinden birisi gönüllü sade yaşamdır. Gönüllü sade yaşam, tüketim karşıtlığı olarak daha az tüketme olarak karşımıza çıkmaktadır. Buna göre, tüketim karşıtlığı kaynakları az tüketen tüketici tarzını teşvik etmekle beraber, toplumsal refahı artırmaya ve sürdürmeye yönelik söz vermektedir (Hüttel, A., et al. 2020: 176). Gönüllü sade yaşamla çevreci ve sürdürülebilir bir toplum var olabilir. Bu çevreci öğretilerden Kızılderili felsefesi hümanist perspektife sahiptir.

Laguna Kızılderilisi Paula Gunn Allen'e göre Batılı hegemonyadan ziyade Amerikan Kızılderilisi geleneklerine dönülmelidir. Paula Gunn Allen tüm yaratılanların saygıyı hak ettiklerini düşünür. Ona göre *"ben küçükken annem sık sık böceklerle, bitkilere, yüksek statülü yetişkinlere gösterilen türde bir saygıyla davranılması gerektiğini öğütlerdi"* demektedir (Donavan, 2013: 400).

Doğadaki her şey değerlidir. Doğaya ve tüm yaşamlara saygı ve empati, ihtiyaç duyulan dönüşüm çevreci yaşamın temel unsudur. Bunun için eril merkezli anlayışın yerine biyo-merkezli bir anlayış gerekmektedir (Olgun, 2017). İnsanın doğadaki yeri yeşil düşünce içinde varoluşsal bir sorun olmanın

ötesinde etik ve politik anlamı önemli bir konudur. İnsanın doğaya yönelik mücadelesinin yıkıcı hale gelmesi, doğal varlıkların sömürülmesine, ekolojik krizin ortaya çıkmasına neden olan insan egemenliği çevreci düşüncüyü etkilemektedir (Şahin, 2017).

Sürdürülebilirlik düşüncesi doğal kaynakların korunmasını ve gelecek nesillerin ihtiyaçlarının karşılanmasına destek olmaktadır. Etkili ve kontrollü olarak kullanılan kaynaklar sürdürülebilirlik fikriyle gelecek nesillere aktarılmasını amaçlamaktadır. Kaynakların gelecek nesillere aktarılması bakımından kooperatifçilik, sürdürülebilir çevre konusunda ortaklık kültürü geliştirmesi kırsal kalkınma için gereklilik arz eder.

2. KIRSAL KALKINMADA GİRİŞİMCİLİK OLARAK KOOPERATİFÇİLİK

Girişimcilik olgusu çevre, kırsal kalkınma, ticaret konuları başta olmak üzere birçok alanda karşımıza çıkarak ülkelerin sürdürülebilir kalkınması adına toplumsal role sahiptir. Toplumların sosyo-ekonomik olarak refahını amaçlayan girişimler kâr amacı güden veya gütmeyen kurum ve kuruluşların temel motivasyonlarından. Sosyal ve ekonomik zenginlik yaratmaya yönelik girişimler kâr amacı güden veya gütmeyen tüm ticari, özerk veya sivil toplum yapılarının temel hedefleri haline gelmektedir. Kâr amacı güden girişimlerde elde edilecek toplumsal fayda önemlidir (Tamer ve Aydınhoğlu, 2020: 1069). Sosyal girişimcilik olgusu girişimcilik kavramındaki kâr amacını gütmenin yanı sıra toplumsal faydayı da amaçlamaktadır. Buna göre işsizlik, yoksulluk gibi konularda olumlu etki oluşturmaya çalışmaktadır (Taş ve Şimşek, 2017: 4). Kooperatifçilik de toplumsal faydayı amaçlayan sosyo-ekonomik refah üretmeyi amaçlayan işletmelerdir.

Kırsal kalkınma kavramsal olarak hem sektörel hem de mekânsal boyutu olan bir politika alanıdır. Bu nedenle genellikle tarım sektörü olmakla birlikte kırsal alanın mevcut diğer tüm özelliklerinin değerlendirilmesi, bölgesel gelişme politikalarıyla ve mekânsal, havza koruma ve çevre düzeni planlarıyla ilişkilendirilmesi gereklidir. Sadece tarımsal üretim süreçleri değil, turizm, balıkçılık, arıcılık, el sanatları, spor, jeotermal kaynaklara dayalı sağlık faaliyetleri, ilaç sanayi için bitki üretme gibi kırsal alanların kendine özgü özelliklerine dayalı kalkınma, ön plana çıkarılmalıdır (Ulusoy, 2019: 489). Kooperatifler de bu alanlarda ulusal kalkınmayı hedeflemektedir.

Kooperatif kelimesi yabancı bir kelime olup Anadolu’da tarihsel süreç içinde ortaya çıkmış “lonca”, “ahilik” ve “imece” gibi dayanışma ve yardımlaşma kavramlarıyla benzetilmektedirler. Yani, kooperatif kuruluşlarının Türk toplumu için yeni olmadığı belirtilebilir (Hoşcan, 2018: 401). Ülkemizde sürdürülebilir kalkınma doğrultusunda değerlendirilen kooperatiflerin gelişmesi için üretime geçebilecek toplumsal grupların girişimciliğe dahil edilmesi gerekmektedir. Ayrıca kooperatifçiliğin Türkiye’de istihdam modeli olarak ele alınabileceği söylenebilir (Hoşcan, 2018: 404). Ülkemizde yapılan 2019-2023 Türkiye Kooperatifçilik Stratejisi ve Eylem Planına göre yeşil ve döngüsel ekonomi, sürdürülebilir tarım, iklim değişikliği ile mücadele bu eylem planı arasındadır (ticaret.gov.tr). Kooperatifçilik sosyal girişimcilik örneği olarak karşımıza çıkmaktadır. Toplumsal kalkınmayı hedefleyerek dayanışma ve girişimcilik ruhunun oluşmasına yardımcı olarak toplum çıkarlarını göz eten organizasyonlardan olan dernekler, vakıflar sosyal girişimciliğin diğer örneklerindedir (Taş ve Şimşek, 2017: 483).

Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarında 2030 perspektifine bakıldığında, sanayi, yenilikçilik ve altyapı başlığında Türkiye’nin sürdürülebilir hedefleri olduğu görülmektedir. Bunun başında orta gelişmişlik düzeyinden yüksek gelişmişlik düzeyine geçiş sürecinde ekonomik büyümenin hızıyla birlikte niteliğini de artıracak şekilde bu alanlarda dönüşümün sağlanması gelmektedir. Bu kapsamda sanayi ve yenilikçilik başlıklarında verimliliğe yönelik olarak her düzeyde eğitimin ve ulusal-uluslararası iş birliklerinin geliştirilmesi, altyapı başlığında ise politikaların koordinasyonu önemlidir. Uygulanmakta olan proje ve programlar bu alanlarda istihdam artışı başta olmak üzere kapsayıcı politikaların gündeme gelmesini sağlamıştır. Mevcut programların sistematik değerlendirmesini dikkate alarak yeni projelerin uygulanması ve programların geliştirilmesi gerekmektedir (SKADR, 2019: 147).

Kooperatifleşme, toplumsal yaşantıdan ortak bir amacı gerçekleştirmek üzere, birlikte çaba gösteren kimselerin araçlarını ve güçlerini birleştirmeleri insanlığın ilk çağlardan beri karşılaşılan bir davranıştır. Doğaldır ki, üretim biçimleri bakımından insanların araçlarını ve güçlerini birleştirmeleri, tarihi dönemler bakımından bu birleşme ve ortak çabalar oldukça değişik nitelikler göstermektedir. Kooperatifçilik bugün birçok ülke anayasasında yer alarak anayasal güvenceye kavuşturulmuştur. Ayrıca, Avrupa Birliği üye devletlere örneklik edecek bir Avrupa kooperatifleri ana sözleşmesini yürürlüğe

koymuştur. Doğal yapıda, ekonomide gerçek üretici kesim, yani işin olumlu sonucunu doğuran sınıf üreticileridir. Üreticilerin ürünlerinin karşılığını ödeyenler de tüketicilerdir (Doğan, 2019: 114).

Kooperatifçilik belli bir ekonomik amaca hizmet etmekte ve bu amacı gerçekleştirmek için bir araya gelinerek kurulan işletmedir. Ekonomik amaç taşıdığı için dernek formatında kabul edilemez. Kooperatifler sendikalardan da ayrılmaktadır. Aynı zamanda kooperatifler siyasi partilerden de farklıdır. Kooperatifler ekonomik zorluklar yaşayan toplulukların gelişmesini sağlamaktadır. Hem küçük üreticiler hem de dar gelirli tüketicilerin çıkarlarını gözeten bir araçtır (Geray, 2014: 25). Üreticinin ve tüketicinin çıkarları ekonomik çıktılara bağlıdır. Kırsal alandaki ekonomik verimlilik teknolojik aletlerin verimli kullanılması sürdürülebilirliğe katkı sunmaktadır.

Üretimde sürdürülebilirliğinin sağlanması, maliyetlerin minimize edilerek işgücü verimliliğinin artırılmasına yönelik faaliyetlerden birisi teknolojidir. Kırsal alanda sosyal sermayenin oluşturulması yeni teknolojilerin benimsenmesine ve yüksek teknolojilerin ortak kullanımının teşvik edilmesine katkı sağlamaktadır. Kırsal alanda sahip olunan parçalı ve küçük genişlikteki arazilerin iş birliği içerisinde işlenmesi, hasatta yüksek teknoloji makinaların kullanılabilmesi, doğal kaynakların yönetimini esas alan projelerin başarıyla uygulanabilmesi için ortak eylem gerektiren bir yapıya ihtiyaç duyulmaktadır (Bayramoğlu ve Bozdemir, 2020: 186).

Türkiye’de kooperatif çeşitleri çalışma alanlarına göre kırsal, kentsel, hem kırsal hem kentsel olarak ayrılmaktadır. Örgütlenme düzeylerine göre, yöresel, bölgesel birlik, ülkesel birlik, ulusal birlik, uluslararası birliktir. Ekonomik yönlerine göre, tarım, küçük endüstri, perakende, toptan ticaret, hizmet şeklindedir. Üye sorumluluklarına göre, sınırsız sorumlu, katlı sorumlu, sınırlı sorumludur. Üyelerin ekonomik uğraşlarına göre üreticiler, tüketiciler ve işçilerdir. Üreticiler ise, tarımcılar, esnaflar, sanatkârlar olarak ayrılmaktadır. Amaç ve konularına göre, tek amaçlı ve çok amaçlıdır (Geray, 2014: 121-122). Kooperatiflerin sosyo-ekonomik amaçlara sahip olması, örgütsel boyutlarıyla toplumun kalkınmasına katkı sunmaktadır. Kooperatifler yardımlaşmayı sağladığı gibi dar gelirli olan küçük üreticilerin çıkarlarını korumaktadır (Doğan, 2019: 120).

Fakat kırsal kalkınmayı ve gelişmeyi engelleyen faktörler bulunmaktadır. Bunların başında gerekli sermayenin temin edilememesi

gelmektedir. Buna çözüm yolu olarak kooperatifler karşımıza çıkmaktadır. Komünist sistemlerdeki devlet çiftliklerinin ve kollektif çiftlikler tarımsal üretim için çözüm yoludur. Fakat bu yöntem tarımda çalışanlar için gelişme sağlamamaktadır. Öte yandan özel mülkiyete dayalı işletmelerde karlılık açısından daha başarılı sonuçlar elde edilmektedir (Digby, 1966: 2). Modern tarım metotlarının uygulanmasında güçlükler söz konusudur. Hayvan besleme, bakımı ve üretimi, toprak bakımı ve zenginleştirmede sulama ve suların kontrolü, tarım makinalarının yaygın şekilde kullanılması sürdürülebilirlik adına gereklidir. Kooperatifler bu doğrultuda özel işletmeler olarak bireylerin refahını sağlayarak toplumsal refahı temin etme adına sosyal rollere sahiptir. Kooperatifçilik toplumlarda onların refahını sağlama adına pek çok sorunu çözmeye kullanılmaktadır. Emek ve ürünü işlevsel hale getirmek, aynı zamanda yaşam şartları bakımından bir hayat kurarak gruplar arasındaki çatışmaları engelleyerek sınıf farklılıklarını azaltma, toplumun sorunlarını çözmeye adına denge sağlamaktadır (Hazar, 1990: 53).

Ülkemizde kooperatifler çoğunlukla kırsal kalkınma odaklıdır. Ülkemizdeki kooperatiflerin tarihsel sürecine baktığımızda zirai ve diğer kooperatifler olduğunu görmekteyiz. Diğer kooperatifler arasında, küçük sanat, esnaf kefalet, tüketim, yapı, sigorta, turizm, köy, kalkınma, orman köyü kalkınma kooperatifleri bulunmaktadır (Hazar, 1990). Son zamanlarda ise kadınlar kırsal kalkınmaya ortak edilmekte ve kadın kooperatifleri gündemde yer almaktadır. Ülkemizdeki milli gelirin tarımdaki oranına bakıldığında kırsal kalkınmanın milli gelirdeki yeri anlaşılabilir. Türkiye’de tarımın GSYH içindeki oranının gelişmiş ülkelerdeki GSYH oranının üstünde olduğu görülmektedir. Bu büyüme oranının yüksek olmasının sebebi tarımsal GSYH’nin nispi farklılığından kaynaklanmaktadır. TÜİK verilerine göre, 2022 yılı üçüncü çeyreği büyüme hızı %3,9’dur. Fakat tarım, ormancılık ve balıkçılık %1,1 oranında artmıştır. Diğer sektörlerdeki gelişme hızları ise şöyledir:

“finans ve sigorta faaliyetleri %21,6, bilgi ve iletişim faaliyetleri %13,9, mesleki, idari ve destek hizmet faaliyetleri %12,6, kamu yönetimi, eğitim, insan sağlığı ve sosyal hizmet faaliyetleri %7,6, hizmet faaliyetleri %6,9, diğer hizmet faaliyetleri %4,9, gayrimenkul faaliyetleri %4,1 ve sanayi %0,3 arttı. İnşaat sektörü ise %14,1 azalmıştır.” (data.tuik.gov.tr/).

Dünyada tarımsal üretimin %14,4’ü tarım işletmelerinin %1,1’i organik tarıma geçmiştir. Organik tarımın ana pazarı ABD, Avrupa ve Japonya’dır.

1965’li yıllara kadar tarım gübre ve yabancı ilaç kullanımlarının sınırlı olması nedeniyle ekolojik üretime geçilmiştir. 1984-1985 yıllarında ülkemizde bilimsel organik tarım başlamıştır. Son zamanlarda organik ürün yelpazesi gelişerek gıda türü ürünlerde talep edilmeye başlanmıştır. Sağlıklı yaşam konusuna önem veren v organik ürün tüketicisi olan kişiler giysilerin, ev eşyalarında çevreye duyarlı ve sağlıklı malzemeden üretilmesini talep etmektedir. Tekstilin temelini oluşturan pamuk organik ürünlerde ön plandadır. Pamuğun yanı sıra gül kurusu, gül yağı, gül suyu, lavanta yağı gibi kozmetik ürünler ilaç üretiminde kullanılan tıbbi ve aromatik bitkiler organik olarak işlenen ürünlerdir (Altın ve Orak, 2006).

Kooperatifler daha çok ekonomik olarak güçsüz, yoksun olanların örgütüdür. Ekonomik çıkarların korunması söz konusu olarak ana amaç kar değil, üyelerine hizmet ederek onların çıkarlarını korumaktır. Kooperatif üyelerinin öz çıkarlarını gerçekleştirmek ve savunmak için karşılıklı yardımlaşma ve dayanışma kooperatifleşmenin bir ögesidir. Buna göre üyeler karşılıklı dayanışma ve yardımlaşma ruhu çerçevesinde birbirlerine güvenerek çıkarları doğrultusunda hareket ederler (Geray, 2014: 30). Bu örgütlenme biçiminden kadınların yararlanmasında son yıllarda artmıştır (Şengün, 2019: 574). Bu doğrultuda kadın kooperatifleri de toplumsal kalkınma bağlamında kırsal kalkınmaya ve sürdürülebilir çevrenin geleceğine katkıda bulunur.

2.1. Sürdürülebilir Kalkınmada Sosyal Girişimcilik Olarak Kadın Kooperatifçiliği

Kadın, kalkınmaya 1980 yılı itibariyle dahil edilmiştir. 1990’larla birlikte “kadın ve kalkınma” yaklaşımı ön plana çıkmıştır. 1980 sonrasında yoksulluğa yönelik politikaların ağırlık kazanmasıyla kooperatifler açığa çıkmıştır. 1990’lar itibariyle mikro krediler kalkınmada bir araç olarak görülmeye başlanmıştır (Kutay, 2022: 126). Kooperatifler geliri artırma, yoksulluğu azaltma, istihdam sağlama ve kırsal alanın kalkınmasında katkı sunmaktadır. Kadın kooperatifleri de sosyo-ekonomik olarak hem kadınların kalkınmasına hem de kırsal alanın kalkınmasına hizmet etmektedir.

Kooperatifler dayanışmacı rollerinden ötürü kırsal kalkınmada rol oynamaktadır. Kadın kooperatiflerinin de kalkınma üzerinde etkili olduğuna dair genel kanı son dönemlerde popülerleşmiştir. Kadın kooperatiflerine önem

verilmesi istihdam ve gelir artışı gibi ekonomik etkilerinin yanında kadınların daha çok söz sahibi olmasına imkân sağlamaktadır (Kutay, 2022: 141).

Kırsal kalkınmada kadın emeği sürdürülebilir kalkınma adına toplumun gelişmesini sağlamaktadır. Sürdürülebilir kalkınma doğrultusunda yapılan projeler ve girişimler, kadın dernekleri ve kooperatifler önem arz etmektedir. Kırsaldaki kadın örgütlenmeleri kadınların üretime dahil edilmesi ve kırsalın potansiyelinin yeniden değerlendirilmesinde somut göstergelerdendir. Örgütlenme aşamasında engellerle karşılaşmakta ve bu engellerin aşılmasında kadın örgütlenmeleri kalkınma hedefleri doğrultusunda rol oynamaktadır (Erdoğan, 2021: 64). Böylece kırsal kalkınmada kadının rol alması girişimcilik ona ruhu sağlayarak özgüven kazandıracaktır. Kadınların kırsal kalkınmaya dahil edilmesi tarımsal hayatın ve kırsal hayattaki üretimin sürekliliğinin sağlanmasında başat rol üstlenmektedir. Belediyelerin *“Pozitif ayrımcılık gözeterek kadın istihdamına katkı sunmak yönünde projelerimiz var”* ifadeleri kadına yönelik projelerin mevcut durumlarını göstermektedir (Beyazıt, 2019: 359).

Kadın kooperatif örgütlenmeleri, özellikle kadın yoksulluğunun azaltılarak güçlendirilmesinde ve toplumsal cinsiyet eşitsizliğinin giderilmesinde etkili araç olarak kabul edilmektedir. Kadın kooperatifleri Türkiye’de toplumsal eşitsizliklerin giderilmesi ve adaletin sağlanması noktasında işlev yerine getirme potansiyeline sahiptir (Sipahi, 2019:593). Ülkemizdeki kırsal, kentsel; doğu ve batı arasında yöresel eşitsizliklerin giderilmesinde sürdürülebilir kalkınmanın geliştirilmesi istihdamı artırmada kooperatiflerin katkıları açıktır (Şengün, 2019: 579).

Kooperatifler üreticiye destek olarak pazar oluşturmaktadır. Hayvancılık, seracılık, depolama, pazarlama, nakliye, üreticiye girdi teminini sağlayarak kırsal kalkınma ile kadın emeğini buluşturma özelliğe sahiptir. Kadın kooperatifi hareketi ülkemizde 2000’li yılların başında kadın işgücünün ekonomiye kazandırılması, kadınların sosyal ve kültürel faaliyetlerinin geliştirilmesi, korunması amacıyla kadın girişimciler tarafından başlatılmıştır (Beyazıt, 2019: 345). Sadece ekonomik getirisine bakılmadan kalkınmanın toplumsal hedeflerinin hayata geçirilmesi noktasında yaş, cinsiyet, eğitim göz etmeksizin ülke potansiyellerinin kullanılması gerekmektedir. Hem kentsel hem de kırsal alanda kadının kendisini gerçekleştirme ve ayakları üstünde durmasına fırsat tanıyacak imkanlara destek olunmalıdır (Erdoğan, 2021: 75).

Girişimcilik faaliyetleri kadınların profesyonel kariyeri için sıçrama tahtasından ziyade aile ekonomisine katkı sağlamaktadır. Kırsal alanlarda erkeklerin tarım dışı gelirinin yeterli olmaması kadınların aileye ek gelir sağlaması amacı güdülmektedir. Kadınlar böylece ürettiği yöresel gıdalarla geleneksel değerlerin devamını sağlayarak hane gelirine ve ülke ekonomisine katkı sunmaktadır (Bilgiç, 2020: 98-99).

Pek çok dünya ülkelerinde kooperatif benzeri örgütlenmeler ülke ekonomilerine katkı sunmaktadır. Özellikle Hindistan ve Pakistan gibi gelişmekte olan ülkelerde bir kalkınma modeli olarak kullanılan kooperatifler, toplumsal olarak üretime katılma ve hayatlarını kazanma ihtiyacı olan kadınların tercih ettikleri bir örgütlenme ve üretim organizasyonudur (Şengün, 2019: 579).

Türkiye'deki kadın kooperatiflerine bakıldığında pek çok yörede girişimci kadınlar karşımıza çıkmaktadır. Kadınların dünyada iş hayatında görünür olmaya başlamasıyla kadın girişimcilerin sayısında da artış sağlamıştır. Kadın girişimcilerin sayısının artması ve sosyal girişimlerin hız kazanması adına kamu ve özel sektörlerce destekler verilmektedir. Türkiye'de kadınların yaptığı pek çok projeye destek veren derneklerden bir diğeri ise KAGİDER'dir. KAGİDER Tarım alanında sürdürülebilir büyüme için kadın girişimcilerinin desteklenmesi gerektiğini savunmaktadır. Bunların dışında girişimcileri destekleyen kamu kurumları arasında KOSGEP, Aile ve sosyal Hizmetler Bakanlığı bünyesinde KSGM, İŞKUR gelerek Sivil Toplum alanında ise Türkiye Esnaf ve Sanatkarlar Konfederasyonu, TOBB gelmektedir (Uyanık, 2020: 143).

Bursa'daki kadın dernekleri federasyonu örneğine bakılacak olursa kırsal kalkınmaya ve kadına olan etkileri şöyle sıralanabilir: *“Kadınlarda özgüven kazanma, farkındalık, sosyalleşme, bağımsız karar alabilme, kişisel gelişim ve bireysel girişimcilikte bulunabilme gibi pek çok motivasyon kaynağının hayata geçirilmesi görülmektedir. Topluluğu oluşturan kişiler arasındaki iş birliği, dayanışma, güven ile dernekler arasındaki yardımlaşma ve imece usulü gibi değerlere sahip olduğu söylenebilir. Bunların yanı sıra yerelin öz değerlerinin tanıtımı, üretimi ve gelecek nesillere aktarımı gibi temel özellikler ön plana çıkmaktadır.”* (Erdoğan, 2021: 74). Bir diğer örnek ise Hatay'da karşımıza çıkmaktadır. 2017 yılında kurulan kooperatif seracılık üzerinedir. Hatay'ın 13 ilçesindeki kırsalda yaşayan 250 kadın girişimci evinin yanında

kurduğu 250 serada çiçek üretmektedirler. Şehirde üretilen mal ve hizmetin pazarlanmasına yönelik ihtiyacı karşılayan kooperatifte kadın girişimciler yaklaşık dört milyon mevsimlik fide üretmiştir. Üretilen çiçekler Hatay ili genelinde peyzaj amaçlı kullanılmıştır (Beyazıt, 2019: 345-346). Bir başka örnekte de Artvin’de bu bağlamda kırsal nitelik taşıyan Artvin’de bir kadın kooperatifinin kurulmuş olması, kadının toplum yaşama katılması ve kalkınmanın bir paydaşı olduğunu ortaya koyması açısından önem taşımaktadır (Şengün, 2019: 575). Ahlatlı Kadın Kooperatifi örneği de kırsaldaki kadın ürettiği ürünü büyük şehirlere ulaştırmakta ve bu ürünlere büyük şehirlerde ulaşamayanlara köprü görevi görmektedir (Yıldırım, 2020). Bu kooperatiflerle kadınlar üretime katkı sunarak gelir elde etmektedir. Böylece söz sahibi olan kadın kırsalın getirdiği toplumsal sorunların üstesinden daha kolaylıkla gelebilmektedir.

Kadınların iş kurmasına Kadın Emeğini Destekleme Vakfı tarafından destek verilmiştir. Bu doğrultuda üretime dahil olduğu alanlar şöyledir: Hediyelik eşya, sabun, gıda, hediyelik gıda üretimi, catering, ev tekstili, çocuk bakım ve eğitim hizmetleri, organik tarım gibi konulardır. Bu vakıf aracılığıyla perakende ve kurumsal satışlar yapılarak kurumsal iş birlikleri geliştirilmektedir (www.kedv.org.tr).

Türkiye’de kadın girişimciliğinin temel amaçları benzer olmakla beraber bölgesel farklılıkları bulunmaktadır. Örneğin, Kadın Emeğini Değerlendirme Vakfı ve Umut Işığı Kadın Kooperatifinin yoksulluk ve suçun önlenmesine yönelik amaca hizmet etmektedir. Kadın Merkezi ve Umut Işığı Kadın Kooperatifi ise yaşadığı bölgedeki terör olaylarının olumsuz etkilerini azaltmayı hedeflemektedir. İpek Yolu Kadın Kooperatifi bölgedeki ataerkil yapının kadınlar üzerindeki olumsuz etkilerine odaklanmaktadır (Büyükaslan ve Kızıldağ, 2017: 58-59).

Ülkemizdeki girişimcilik olarak kadın kooperatifçiliğine bakıldığında 1980’lerden itibaren aktif olarak kamuoyunda yer aldığı görülmektedir. Kooperatifçiliğin yöresel farklılıkları olmakla beraber kadın kalkınmasına ve toplumsal düzlemdeki pek çok soruna çözüm olduğu söylenebilir.

SONUÇ

Sürdürülebilir bir toplum ve gelecek için yaşanabilir çevreye ve doğaya ihtiyacımız bulunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma için kooperatifler yoluyla üretimin imkânlarından faydalanılması gerekmektedir. Kooperatifler üretimin toplum ve doğa arasında iş birliğini sağlayarak güven ve dostluk bağının gelişmesine katkı sunmaktadır. Bir diğer deyişle üretim sürdürülebilir bir gelecek inşa edebilmek için gerekli olan bilgiyi, iş birliğini, gücü ve istikrarı temin edebilir (Okay, 2023: 96). Kentleşme ve sanayileşme ile birlikte çevre sorunları karşımıza çıkmakta çevrenin ve doğanın korunmasına yönelik sürdürülebilir kırsal kalkınma konusu güncel bir hal almaktadır. Sürdürülebilir bir toplum ve gelecek nesiller için çevresel zararın felsefi paradigma olan Eko-feminizmle minimize edilmesiyle mümkün olabilir.

Halihazırda sürdürülebilir kırsal kalkınmanın insan haklarına ve cinsiyet eşitsizliğine karşı mücadele etmesi kooperatiflerin dayanışmacı ruhuyla iş birliği halinde olması istikrarlı bir toplum inşa etmede önemli olabilir. Kadın kooperatifleri de bu noktada toplumsal üretime katkı sunarak kırsaldaki kadının geleceğini değiştirmesini sağlayarak kırsallığa ilişkin sorunları bertaraf etmede başat bir rol üstlenebilir. Bu doğrultuda şu öneriler sunulabilir: Kırsal kalkınmada kadın girişimciliğinin artırılması güçlü toplum oluşturulmasına katkı sunmaktadır. Kadınların yaşam koşullarının, aile yapısının ve imkanlarının iyileşmesi için ekonomik üretime katılması desteklenmelidir. Üretime dahil edilmesi gereken gruplar olarak kadınların başarılı girişimler yaratmasına imkân sağlamak için kadınların sürdürülebilir iş kollarında yer alması teşvik edilmelidir. Kadınların kendi yetenekleriyle Pazar bulabilecekleri alanlarda iş kurmaları için eğitim ve motivasyon desteği sunulmalıdır.

Kadınların toplumda dönüştürücü aktör olarak rol alması için üretici rolünün kabul görmesi gerekmektedir. Bu kapsamda eko-feminist paradigmadan destek alınabilir. Kadınlar üretim sürecine katılımına yönelik tecrübelerinin paylaşılması ve dayanışma ruhu oluşturması adına eko-feminist perspektif kadın girişimciliğinin güçlenmesini sağlamaktadır.

KAYNAKÇA

- Aydınoğlu, Ö., Susur, M., Sürdürülebilir ve Kurumsal Reklam İlişkisi Bağlamında Göstergibilimsel Bir Analiz, Selçuk İletişim Dergisi 2021; 14(4): 1727-1763 , doi: 10.18094/josc.936904
- Bayramoğlu Z, Bozdemir M (2020). Kırsal Alanda Sosyal Sermaye Oluşumunun Sürdürülebilir Kalkınmaya Etkisi. Turkish Journal of Agricultural Engineering Research (TURKAGER), 1(1), 179-189.
- Berktaş, F. (2012) Tek Tanrılı Dinler Karşısında Kadın, Metis Yayıncılık: Ankara
- Beyazıt, E. (2019) Kırsal Kalkınma Arayışı: Hatay'da Belediye Başkanlarının "Kırsal Kalkınma Algıları" (Kırsal Kalkınma ve Kooperatifçilik iç.) (Ed. Prof. Dr. Ayşegül Mengi, Doç. Dr. Deniz İşçioğlu) Ankara Üniversitesi Yayınları No: 658 A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No: 621 A.Ü. Ernst Reuter İskân ve Şehircilik Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yayınları No: 24
- Bongiovanni, R., & Lowenberg-DeB Bourdieu oer, J. (2004). Precision agriculture and sustainability. Precision agriculture, 5, 359-387.
- Bookchin, M. (2018) İnsanlığı Yeniden Büyülemek. Sümer Yayıncılık: İstanbul
- Büyüksalan, H.D., Kızıldağ, D. (2017), Dönüşüm Ajanı Olarak Kadın Sosyal Girişimcilerin Profilleri Üzerine Bir Araştırma Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 10/Özel Sayı
- Çepel, N., Ergün, C. (2006) Küresel Isınma ve Küresel İklim Değişikliği (Erozyon, Doğa ve Çevre İç., Der. Çepel, N., Altın, M.) Türkiye Erozyonla Mücadele, Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı: İstanbul
- Hoşcan, N. (2018). Küreselleşme Sürecinde Yöresel Gastronomik Ürünlerin Üretiminde ve Pazarlanmasında
- Çevre ve İşletme Kooperatifi Örneği, (Kırsal Kalkınma ve Kooperatifçilik iç.) (Ed. Prof. Dr. Ayşegül Mengi, Doç. Dr. Deniz İşçioğlu)
- Digby, Margaret (1966) Gelişmekte olan ülkelerde tarım kooperatifleri (Tarımsal Kalkınmada Kooperatifçilik iç. çev. T. Güngör Uras) Türk Kooperatifçilik Kongresi Tebliğleri: Türk Kooperatifçilik Kurumu
- Doğan, H. H. (2019) Türkiye'de Kalkınma Planlarının Kırsal Yerleşme Düzenine Yaklaşımları (Kırsal Kalkınma Ve Kooperatifçilik İç. Ed:

Prof. Dr. Ayşegül Mengi Doç. Dr. Deniz İşçioğlu) Ankara Üniversitesi Yayınları No: 658 A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No: 621 A.Ü. Ernst Reuter İskân ve Şehircilik Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yayınları No: 24

Donovan, J. (2013). Feminist teori. Aksu Bora, Meltem Ağduk Gevrek, Fevziye Sayılan (çev) İstanbul: İletişim Yayınları.

Erdoğan, Z., Eşikler ve Değerler Bağlamında Kırsalda Kadın Örgütlenmeleri: Bursa Üreten Kadın Dernekleri Federasyonu Örneği, 2021, Planlama 2021;31(1):63–77, doi: 10.14744/planlama.2020.46794

Geray, C. (2014) Kooperatifçilik, Nika Yayınevi: Ankara

Girişimciler Turizm Geliştirme Kooperatifi (Kırsal Kalkınma ve Kooperatifçilik iç.) (Ed. Prof. Dr. Ayşegül Mengi, Doç. Dr. Deniz İşçioğlu)

Güler, Ç. (2011) Çevre Kirliliği ve Çocuk. Yazıt Yayıncılık: Ankara

Hazar, N. (1990) Kooperatifçilik Tarihi, Türk kooperatifçilik Eğitim Vakfı: Ankara

Hüttela, A, Balderjahna, I, Hoffmann, S. 2020. Welfare Beyond Consumption: The Benefits of Having Less, Ecological Economics 176-106719

Kooperatifçilik Üzerine Bir Model Önerisi. GüncelTurizmAraştırmalarıDergisi, 2(Ek.1), 390-413.

Kutay, T. (2022). Kırsal Kalkınmada Kadın Kooperatiflerinin Önemi: Türkiye Özelinde Bir Değerlendirme. Politik Ekonomik Kuram, 6(1), 119-150. Doi: 10.30586/pek.1020843

Macions, J.J. (2015) Sosyoloji, Nobel: Ankara

Nizam Bilgiç, D. (2020). Yeni bir kırsal kalkınma, bilindik bir kırsal annelik: Ticarileşen yöresel yemeklerin toplumsal cinsiyet rollerine etkisi. İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi, 40, 79–108. <https://doi.org/10.26650/SJ.2020.40.1.0018>

Okay, Yasemin, Sürdürülebilir Bir Gelecek için Yerel Diplomasi, Şehir ve Toplum Dergisi, sayı: 24, Ocak- Nisan 2023

Olgun, Hakan (2017) Yeşil Düşünce (Yeşil ve Siyaset Siyasal Ekoloji Üzerine Yazılar iç. Ed. Orçun İmga, Hakan Olgun) Liberte Yayınları: Ankara

Sevim, Ayşe (2005) Feminizm, İnsan Yayınları: İstanbul

- Sipahi, E. B. (2019) Türkiye’de Kadın Kooperatifleri: Konya Kimya Hatun Kadın,
Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu (2019) Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı
- Şahin, Ümit (2017) Yeşil Düşünce (Yeşil ve Siyaset Siyasal Ekoloji Üzerine Yazılar iç. Ed. Orçun İmga, Hakan Olgun) Liberte Yayınları: Ankara
- Sengün, H. (2019) Kırsal Kalkınma ve Kadın Kooperatiflerinin Önemi: Artvin Kadın, Ankara Üniversitesi Yayınları No: 658 A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No: 621 A.Ü. Ernst Reuter İskân ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları No: 24
- Tamer, G.Z., Aydınlioğlu, Ö. (2020). Sosyal Sorumlu Mu Sosyal Girişimci Mi? Kavramsal Boyutuyla Sosyal Girişimciliğin Dönüşümü, Gümüşhane Üniversitesi İletişim Fakültesi Elektronik Dergisi (e-gifder), 8 (2), 1057-1080
- Taş, H.Y., Şimşek, İ. (2017) Türkiye ve Dünya’dan Sosyal Girişimcilik Örnekleri ve İstihdama Katkıları, Emek ve Toplum, HAK-İŞ Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi, Cilt: 6 Yıl: 6 Sayı:16 (2017/3)
- Toksöz, G. (2011). Kalkınmada Kadın Emeği, İstanbul: Varlık Yayınları.
- Tong, R. P. (2006) Feminist Düşünce, Gündoğan Yayınları: İstanbul
- Ulusoy, C. K. (2019) Türkiye’de Kırsal Alanların Planlama ve Altyapı Sorunları, Çözüm Önerileri, (Kırsal Kalkınma Ve Kooperatifçilik İç. Ed: Prof. Dr. Ayşegül Mengi Doç. Dr. Deniz İşçioğlu) Ankara Üniversitesi Yayınları No: 658 A.Ü. Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No: 621 A.Ü. Ernst Reuter İskân ve Şehircilik Uygulama Ve Araştırma Merkezi Yayınları No: 24
- Uyanık, Ö., Türkiye’de Kadın Girişimciliğin Sosyal Hizmet Bağlamında İncelenmesi, Toplumsal Politika Dergisi Yıl: 2020, Cilt: 1, Sayı: 2, ss. 134-154.
- Velten, S., et al. (2015). "What is sustainable agriculture? A systematic review." Sustainability 7(6): 7833-7865.
- Yıldırım, D.P, Kırsal Kalkınmada Kadın Kooperatiflerinin Rolü, Ahlatlı Kadın Kooperatifi Örneği, ETÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi,2020

İnternet kaynakları:

<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Donemsel-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-III.-Ceyrek> Erişim Tarihi: 04.02.2023

<https://ticaret.gov.tr/kooperatificilik/projeler/devam-eden-projelerimiz/2019-2023-turkiye-kooperatificilik-stratejisi-ve-eylem-plani> Erişim Tarihi: 27.05.2023

<https://www.kedv.org.tr/ekonomik-guclendirme> Erişim Tarihi: 30.05.2023

BÖLÜM 9

EKO-ETKİNLİK SINIRINDA ÇEVRESEL FARKINDALIKLAR: NEVŞEHİR İLİ YATAY KESİT ÇALIŞMASI

Doç. Dr. Hasan Gökhan DOĞAN¹

¹ Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Kırşehir, Türkiye.
e-mail: hg.dogan@ahievran.edu.tr. ORCID: 0000-0002-5303-1770

GİRİŞ

Yirminci yüzyılın başlarından itibaren üretimin daha hızlı bir boyuta geçmesi ve bunun devamı olarak tüketimdeki artış hızı insanoğlunun yaşam biçimini önemli ölçüde değiştirmiştir. Bu durum beraberinde çevre tahribatını da ortaya çıkarmıştır. Üçüncü milenyumun henüz başlarındayken tahribat öyle büyük bir boyuta ulaşmıştır ki insanların doğayla etkileşimin artması, bilinçlenme gerekliliği ve çevresel hassasiyetlerin oluşmasını bir zorunluluk ve nispeten de olsa yaşam biçimi haline getirmiştir (Değirmenci, 2020). Sanayi devrimi ile başlayan bu süreçten sonra hızlı şehirleşme, aşırı nüfus artışı, bunun oluşturduğu tüketim ihtiyacı ve hedonizm, oluşan çevre maliyeti konusunda başat aktörler olarak ifade edilebilir. Üretim ve tüketim süreçleri, kaynak kullanımının yönetilmesinde güçsüzlüklere neden olabilmektedir. Sürdürülebilir bir yaşam döngüsü için etkili ve kesin çözümler üretilmediği takdirde sağlıklı yaşam zincirinin kopma riski söz konusudur (Tufaner vd., 2020).

1. KURAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Kavramsal boyutta eko-etkinlik, çevre ve sürdürülebilir kalkınma

Zaman içerisinde yeryüzündeki ülkelerin giderek endüstriyel ve ekonomik büyümesine bağlı olarak çevresel bozulmalar artış göstermektedir. Bu nedenle, kaynakları daha az verimli kullanırken, daha az atık ve kirlilik yaratarak daha fazla mal ve hizmet yaratılması önem kazanmaya başlamıştır. Bu olgu, sürdürülemez gelişmeden, sürdürülebilir kalkınmaya dönüşümü sağlayan eko-etkinlik kavramını ön plana çıkarmıştır. Eko-etkinlik, sürdürülebilir kalkınma için Dünya İş Konseyi tarafından üretilen mal ve hizmet birimlerinin katma değeri ile bunların çevreye olan etkileri arasındaki oran olarak ifade edilmektedir.

Sürdürülebilirliğin bir alt kümesi olarak değerlendirilebilecek eko-etkinlik her ne kadar insan ihtiyaçları ve yaşam kalitesi gibi sosyal faktörler içerse de, sosyal boyut eko-etkinlik kavramına fazla entegre olamamıştır. Diğer taraftan dünyanın tahmini taşıma kapasitesi ile kastedilen, mikro ölçekte firma performansları değil esas olarak ülkelerin makroekonomik koşullarıdır. Yani, ülkelerin mevcut ekonomik koşullarıyla çevreye duyarlı olarak yapabilecekleridir (Gürler vd., 2017). Klasik ekonomi yaklaşımında, bir mal veya hizmet fiyatları, o malın üretiminde var olan maliyetlerin de içerildiği

varsayılır. Örneğin bir otomobil endüstrisinin üretim maliyetleri toplamında küresel hava kirliliği ve dolayısıyla küresel ısınma sonucunda ortaya çıkan zararların maliyetleri dikkate alınmaz. Ancak, klasik ekonomik yaklaşımda bu maliyetleri birilerinin ödemesi gerekmektedir. İşte bu durum dışsallık olarak tanımlanır ve genel olarak düşünüldüğünde bir problem olarak durmaktadır. Bu dünya ölçeğinde bir sarmal olarak değerlendirilebilir. Düşünüldüğünde, üretim süreçleri artan nüfusun beslenme ve diğer ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla durmaksızın devam ederken, diğer taraftan buna bağlı olarak tüketim alanında da benzer bir süreç görülmektedir. Ve yine aynı tüketicilerin ihtiyaçlarının karşılanması amacıyla kurgulanan üretim ve kendi tüketim süreçlerinden oluşan dışsal maliyetlere de (burada kastedilen çevresel maliyetler) katlanma durumlarının olduğunu değerlendiriyoruz. Dışsal maliyetlerin üretici boyutundaki minimizasyonu hükümet politikaları ve yasalarla şekilleneceği gibi tüketim alanında yer alan bireylerin maruz kaldığı çevresel maliyetlerin minimizasyonu da hem hükümet politikaları hem de bireysel çabalarla (bilinç ve farkındalık temelli) bertaraf edilemeye çalışılmaktadır.

Bu nedenle, tüm insanlığın sorumluluk alanına çevresel konularda farkındalık ve yaşam biçimi olarak düşen meseleler bir görev niteliğinde değerlendirilmelidir. Aksi durumda, gelecek nesiller açısından günümüz kuşaklarının bir yaşam şerhini elinde bulundurması doğru bir anlayış olarak durmamaktadır. Ortada bulunan sorunların temel kaynağının ve yine bu sorunlarla baş edebilmenin merkezinde insanlığın olduğu düşünüldüğünde, süreçlerin tamamında oluşacak farkındalık, bilinçlenme, eğitim ve onarım kültürü oldukça önem arz etmektedir (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2005; Çolakoğlu, 2010).

Çevresel farkındalık, çevre bilinci ve çevresel onarımla ilgili olarak hayata geçirilmesi esasen bir politika temeline işaret etmektedir. Bu olgular şöyle ifade edilebilir:

- İnsanların çevresel süreçleri tarihsel ve toplum odaklı bir şekilde kavrayarak bu yönlü bir bilinçlenme kazanması,
- Bireyin çevresel meselelerde katılımcı bir anlayışta olmasının sağlanması. Burada STK'lar, dernekler ve konuyla ilgili örgütsel faaliyetlerin amaçları çerçevesinde kalmak koşuluyla girişimlerinin arttırılması,
- Günlük yaşamsal faaliyetlerde çevre hassasiyetli yaşam biçiminin

kavranması,

- Kıt kaynaklarla yaşamın sürdüğünün ve bunun öneminin vazgeçilmez olduğu bilincinin yerleşmesi (Keleş, 1997)
- Tasarruf kültürünün yerleşmesi (Eyüpoğlu, 2003).

İnsanların çevresel etkileşimler sonucunda fayda-zarar ilişkisi yönüyle insanoğlu çevreden yarar sağlayan ve ona zarar veren taraf olarak nitelendirilebilir. Geçen zaman zarfında dönüşümü çok zor veya olanaksız olan problemler ortaya çıkmaktadır. İnsanlık henüz teknolojiyi etkin kullanmazken ve yaşlı dünyamızda nüfus baskısı hissedilebilir düzeyde değilken çevre baskısı/maliyeti bugün yaşanan boyutta değildi. Teknolojini gelişmesi, nüfus baskısı arttıkça, tüketim çılgınlık boyutuna geldikçe ve buna bağlı üretim süreçleri katlanarak büyüdükçe artık çevresel tahribatlar önceki dönemlere göre oldukça büyümüştür (Menteşe, 2017).

Böylesine bir süreçte, kavramsal olarak sıklıkla duyulan sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmaktadır. Bir adım ötesinde ise sürdürülebilir kalkınma anlayışı bir seçenek olarak değerlendirilmiştir. Temel amacın sorunların çözüme kavuşturulması olduğu söylenebilir. Bu kavramın ve yaklaşımın ulusal ve uluslararası ölçekte benimsendiği ifade edilebilir (Turgut, 1997). Kimi yazınlarda farklı tanımlansa da çevresel tahribatı önleyerek ilerlemeyi benimseyen bir anlayış olarak düşünülebilir (Banerjee, 2003; Bayraktutan ve Uçak, 2011; Baykal ve Baykal, 2008). Kavramsal boyutu ve anlayış sistemi olarak ilk defa 1987 yılında, Dünya Ekonomik Kalkınma Komisyonu (WCED), Our Common Future (Brundtland) raporunda “sürdürülebilir kalkınmaya” dikkat çekilmiştir. Raporda, sonraki kuşakların ihtiyacı olan süljelerden eksiltmeden mevcut süreçteki gereksinimlere erişmek olarak tanımlanır (WCED, 1987). WCED sürdürülebilir kalkınmayı üç ayak üzerine oturtmuştur. Bunlar, çevresel, ekonomik ve eşitlik ilkeleridir ki ilk başlarda tereddütle karşılanmış ancak geçen süre zarfında sürdürülebilir kalkınma olgusuyla bağlılık olumlu anlamda dönüşüm geçirmiştir (Bansal, 2005; Damtoft vd., 2008; Gedik 2020). Hazırlanan rapor, Dünya ölçeğinde çevresel hassasiyetler konusundaki gelişime çok önemli katkılar sağlamıştır. Devletlerin ve devletlerarası politikalara temel teşkil etmiştir (Mebratu, 1998). Oluşan küresel görüş, ekolojik dengenin bozulması, sağlık problemlerinin daha da belirginleşmesinin tek başına kalkınmanın yeterli olmayacağı, bununla birlikte sürdürülebilirliğin olmasının canlılığın devamı ve güvenliği açısından önemli

olduğu, yine sürekliliğin sağlanmasında sürdürülebilir kalkınma ve ekonomi arasındaki denge unsurunun varlığı ile doğrudan alakalı olduğu yönündendir (Sofuoğlu, 2003).

1.2. Çevre bilinci ve çevresel farkındalık

Çevresel sürdürülebilirlik çerçevesinde insan kaynaklı sorunların önüne geçebilmek yönüyle bilinç ve farkındalık araştırmaları önem kazanmaktadır. Çevre bilinci hem çevre sorunlarını önlemek hem de çevreyi korumak için insanlarda olması gereken bir düşünce biçimidir (Nazlıoğlu, 1991). Çevre bilinci kişilerin bütünsel anlamda doğal çevresini kazanması, çevreye karşı kazandığı duyarlılık, çevre hakları konusundaki pratik kazanmış davranışları, çevresel konularda bireysel girişimleri, çevre tahribatına yol açmadan kullanma gerekliliği ve tüketim süreçlerinde topyekûn tasarruf eğilimlerinin bir bileşkesi olarak ifade edilebilir (Kızılaslan ve Kızılaslan, 2005; Öztekin, 2006). Çünkü, söz konusu bireyler bilinç düzeyi olgunlaştıktan sonra çevreye zarar vermeyen zarar görmüş çevresel hususlarda onarım ve yararlı faaliyetlerde bulunan ve hayatın olağan akışı içerisinde söz konusu anlayışlarla yaşamını sürdürmeyi benimsemişlerdir (Çifci ve Şakacı, 2015; Onur ve ark., 2016). Ancak, bu anlayış uygulamaya dönüştükten sonra çevresel anlamda bir bilinç göstergesi olarak nitelendirilmektedir. Dolayısıyla, çevresel sorunların çözümünde toplumsal olarak tüm bireylerin çevresel konularda eğitim/bilinçlendirme vb süreçlerden faydalandırılması önemli görülmektedir. Bu sürecin olumlu yansımaları bireysel farkındalık ve haliyle çevresel maliyet unsurlarının bertaraf edilmesi gibi mutlak bir sonucu ortaya koyacaktır (Şafak ve Erkal, 1995; Bozkurt ve Cansüngü, 2002; Karataş, 2014). Bireysel farkındalık ve bilinçlendirme organizasyonları elbette bir devlet politikası şeklinde olmalıdır. Kamu yönetiminde buna yönelik çalışmaların, projelerin ve organizasyonların ivme kazanması üçüncü milenyumun en önemli konularından biridir. Yerel yönetim aktörlerinin bu süreçte üstleneceği misyon elbette ki oldukça önemlidir. Özellikle geri dönüşüm ve atık yönetimiyle ilgili süreçlerde itici bir faktör olarak değerlendirilebilir.

Bu araştırmada, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından birçok parametrenin bir araya getirilerek yapılan hesaplamalarla oluşturduğu Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Araştırması kapsamında Türkiye genelinde 118. sırada bulunan ve 2. kademe ilçe (SEGE, 2022) olarak kategorize edilen Nevşehir İli

merkezindeki bireylerin çevresel farkındalık, eğilim ve bilinç düzeyleri yerel yönetim unsurlarıyla birlikte değerlendirilerek ele alınmıştır. Elde edilen sonuçların politika yapımcılara kılavuz niteliğinde olacağı söylenebilir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini, Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından yapılan Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması çalışmasında gelişmişlik sıralamasında 2.kademe il olarak ifade edilen Nevşehir İl merkezinde yaşayan 180 kişi ile yapılan anket çalışmasından elde edilen veri seti oluşturmuştur. Örnek hacmi belirlenirken, oransal örnekleme yönteminden yararlanılmıştır. Oransal örnekleme yöntemiyle yapılan hesaplamada %95 güven aralığı ve %5 hata payı ile çalışılmıştır. Survey çalışmasına başlanmadan önce 40 adet deneme anketi yapılmış ve çevresel farkındalık ve bilinçle ilgili olarak oran belirlenmiştir. Buna göre, bireylerin %85' inin bilinçli olduğu ve %15' inin bu hassasiyetlere sahip olmadığı görülmüştür. Yapılan hesaplamada aşağıdaki formül kullanılmıştır (Newbold, 1995).

$$n=N*p*q/(N-1)*\sigma^2+p*q \quad (1)$$

$$\sigma^2=(r/ Z_{\alpha/2}) \quad (2)$$

Burada,

n=örnek hacmi

p=çevresel bilince sahip olma oranı (0,85)

q=çevresel bilince sahip olmama oranı (0,15)

σ =Varyans

r=ortalamadan sapma (%5)

$Z_{\alpha/2}$ =z tablo değeri (1,96)

Eşitlik 2' den elde edilen varyans değeri ve diğer değerler eşitlik 1 yardımıyla çözüldüğünde örnek hacminin 184 olarak elde edildiği söylenebilir. Ancak, toplanan anket formları içerisinde 4 tanesinin sağlıklı veriler içermediği görüldüğünden araştırmanın 180 bireyden toplanan anket verileriyle oluşturulduğu ifade edilebilir.

3.ARAŞTIRMA BULGULARI

Her geçen gün dönüşen dünyanın çeşitli sebeplerden dolayı yıpranması durmaksızın sürmektedir. Bu durum ortaya bir devinim çıkarmakta ve bu devinim kıt kaynaklar üzerinde bir baskı oluşturmaktadır. Dolayısıyla, canlılığın sürdürülebilir bir şekilde devam edebilmesi için hassasiyet içerisinde olan bir topluma ve bilinç düzeyine ihtiyaç önemlidir. Bilinç kavramı, özellikle çevresel anlamda nesilleri dikkate alarak öncelikle kendisine sonrasında ise çevreye saygılı olması olarak değerlendirilebilir. Bu kavramsal yaklaşım, ortaya koyulan irade, prensipler ve bunların tümüyle ilgili düşünce sistemini kapsamaktadır. (Türk, 2011). Gün geçtikçe çeşitli etki analizleriyle ölçümlenen ve politika yaklaşımların da önemli ölçüde etkisinin olduğu düşünülen bilinçlenme, olumlu anlamda dönüştüğü ifade edilen davranışların bir göstergesi olarak kabul edilebilir (Çolakoğlu, 2010). Üçüncü milenyumla başlamamıza rağmen halen çevreyle ilgili çeşitli sorun alanlarına şahitlik ediyor olmakta kesin olarak bilinen o ki, tüm problemler insan merkezli olarak boyutlanmaktadır. Burada, ilgi, bilgi ve bilinçlenmeyle ilgili bir takım eksikliklerin olduğu görmezden gelinemeyecek kadar önemlidir. (Ünal vd., 2001). Bu nedenledir ki, çeşitli alanlarda ve bilimsel yaklaşımlarda çevresel farkındalık, tutum, davranış ve bilinç yönlü çalışmalar ön plana çıkmaktadır.

3.1.Araştırmaya katılan bireylerin sosyo-ekonomik özellikleri

Araştırmaya katılan bireylerin sosyo-ekonomik durumları incelendiğinde, yaş ortalamaları 32,42 yıl, aylık gelir ortalamaları 9933,32 TL dir. Eğitim durumları incelendiğinde, %7,77' sinin ilkokul, %4,44' ünün ortaokul, %44,44' ünün lise, %42,22' sinin üniversite ve %1,13' ünün lisansüstü eğitime sahip olduğu söylenebilir. Hanedeki ortalama kişi sayısı 3,71 kişi ve ortalama ikamet süresi 17,71 yıl olarak belirlenmiştir.

3.2. Araştırmaya katılan bireylerin çevreyle ilgili düşünce ve yaklaşımları

Araştırma kapsamında incelenen bireylerin Türkiye' nin en önemli çevre kirliliği sorunları hakkındaki düşünceleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo1. Bireylerin Türkiye'nin en önemli çevre kirliliği sorunları hakkındaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501-15000 ₺	≥15001₺	
Türkiye'nin en önemli çevre kirliliği sorunları hakkındaki düşünceler	Gürültü Kirliliği	N	32	23	12	67
		%	17,8	12,8	6,7	37,2
	Su Kirliliği	N	37	20	15	72
		%	20,6	11,1	8,3	40,0
	Hava Kirliliği	N	43	29	14	86
		%	23,9	16,1	7,8	47,8
	Toprak Kirliliği	N	19	11	8	38
		%	10,6	6,1	4,4	21,1
	Radyoaktif Kirlilik	N	1	3	1	5
		%	0,6	1,7	0,6	2,8
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Tablo 1 incelendiğinde, en önemli çevre kirliliği olarak hava kirliliğini gören bireylerin %23,9'unun birinci grupta, %16,1'inin ikinci grupta yer aldığı görülmüştür. Su kirliliğini en önemli sorun olarak gören bireylerin %8,3'ünün ise üçüncü grupta yer aldığı ifade edilebilir. Toplamda ise, bireylerin %47,8'inin en önemli sorun olarak hava kirliliğini gördükleri söylenebilir.

. Nevşehir'in en önemli çevre kirliliği sorunları hakkındaki bireylerin düşünceleri incelendiğinde, su kirliliği olarak ifade eden bireylerin %21,1'inin birinci grupta, %12,8'inin ikinci grupta ve %10,0'unun üçüncü grupta yer aldığı ifade edilebilir. Toplamda incelendiğinde, bireylerin Nevşehir ili'nin en önemli çevre sorunu olarak %43,9'unun su kirliliği olarak tanımladığı söylenebilir. Araştırmaya katılan bireylerin Nevşehir'in en önemli çevre kirliliği sorunları hakkındaki düşünceleri Tablo 2' de verilmiştir

Tablo 2. Bireylerin Nevşehir’ in en önemli çevre kirliliği sorunları hakkındaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501-15000 ₺	≥15001 ₺	
Nevşehir’ in en önemli çevre kirliliği sorunları hakkındaki düşünceler	Gürültü Kirliliği	N	31	23	13	67
		%	17,2	12,8	7,2	37,2
	Su Kirliliği	N	38	23	18	79
		%	21,1	12,8	10,0	43,9
	Hava Kirliliği	N	31	19	11	61
		%	17,2	10,6	6,1	33,9
	Toprak Kirliliği	N	15	13	9	37
		%	8,3	7,2	5,0	20,6
	Radyoaktif Kirlilik	N	2	4	0	6
		%	1,1	2,2	0,0	3,3
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,5	30,6	18,9	100

Araştırmaya katılan bireylerin hava kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri Tablo 3’ de verilmiştir.

Tablo 3. Bireylerin hava kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501-15000 ₺	≥15000 ₺	
Hava Kirliliğinin Kaynakları Hakkındaki Düşünceler	Ulaşım	N	37	23	16	76
		%	20,6	12,8	8,9	42,2
	Yerleşim	N	19	16	9	44
		%	10,6	8,9	5,0	24,4
	Tarım	N	24	24	10	58
		%	13,3	13,3	5,6	32,2
	Endüstri	N	24	12	8	44
		%	13,3	6,7	4,4	24,4
	Doğal Nedenler	N	10	2	2	14
		%	5,6	1,1	1,1	7,8
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Tablo 3 incelendiğinde, hava kirliliğinin kaynağını ulaşım olarak görenlerin %20,6' sının birinci grupta, tarım olarak görenlerin %13,3' ünün ikinci grupta ve ulaşım olarak görenlerin %8,9' unun üçüncü grupta yer aldığı söylenebilir. Toplamda ise, hava kirliliğinin kaynağını ulaşım olarak görenlerin %42,2' sinin birinci grupta yer aldığı söylenebilir.

Tablo 4. Bireylerin su kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501- 15000 ₺	≥15001₺	
Su Kirliliğinin Kaynakları Hakkındaki Düşünceler	Yerleşim	N	24	18	13	55
		%	13,3	10,0	7,2	30,6
	Tarım	N	22	19	7	48
		%	12,2	10,6	3,9	26,7
	Endüstri	N	43	24	15	82
		%	23,9	13,3	8,3	45,6
	Deniz Ulaşımı	N	11	4	6	21
		%	6,1	2,2	3,3	11,7
	Katı Atık Depolama	N	15	7	6	28
		%	8,3	3,9	3,3	15,6
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Nevşehir İl'indeki araştırmaya katılan bireylerin su kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri Tablo 4' de verilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde, araştırmaya katılan bireylerin su kirliliğinin kaynaklarından endüstriyi sorun olarak görenlerin %23,9' unun birinci grupta, %13,3' ünün ikinci grupta ve %8,3' ünün üçüncü grupta yer aldığı söylenebilir. Toplamda ise, bireylerin %45,6' sının endüstriyi su kirliliğinin kaynağı olarak düşündükleri belirlenmiştir.

Araştırmaya katılan bireylerin toprak kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri Tablo 5' de verilmiştir. Bireylerin, toprak kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri incelendiğinde, endüstriyi kaynak olarak görenlerin %18,9' unun birinci grupta, %12,8' inin ikinci grupta ve %8,9' unun üçüncü grupta yer aldığı belirlenmiştir. Toplamda ise, %41,7' sinin yerleşim sebepli toprak kirliliği olduğu düşüncesi ön plana çıkmaktadır.

Tablo 5. Bireylerin toprak kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501- 15000 ₺	≥15000 ₺	
Toprak Kirliliğinin Kaynakları Hakkındaki Düşünceler	Yerleşim	N	41	24	10	75
		%	22,8	13,3	5,6	41,7
	Tarım	N	28	21	12	61
		%	15,6	11,7	6,7	33,9
	Endüstri	N	34	23	16	73
		%	18,9	12,8	8,9	40,6
	Ulaşım	N	11	4	6	21
		%	6,1	2,2	3,3	11,7
	Heyelan	N	6	1	2	9
		%	3,3	0,6	1,1	5,0
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Araştırmaya katılan bireylerin, gürültü kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6. Bireylerin gürültü kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501- 15000 ₺	≥15001 ₺	
Gürültü Kirliliğinin Kaynakları Hakkındaki Düşünceler	Yerleşim	N	29	14	13	56
		%	16,1	7,8	7,2	31,1
	Endüstri	N	24	19	8	51
		%	13,3	10,6	4,4	28,3
	Ulaşım	N	36	27	14	77
		%	20,0	15,0	7,8	42,8
	İnşaat	N	24	12	7	43
		%	13,3	6,7	3,9	23,9
	Ticari Faaliyetler	N	9	3	2	14
		%	5,0	1,7	1,1	7,8
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Nevşehir ilindeki araştırmaya katılan bireylerin gürültü kirliliğinin kaynakları hakkındaki düşünceleri incelendiğinde, ulaşımı sorun olarak

görenlerin %20'sinin birinci grupta, %15'inin ikinci grupta ve %7,8' inin üçüncü grupta yer aldığı görülmüştür. Toplamda da ulaşımın gürültü kirliliğinin en önemli kaynağını ulaşım olarak görenlerin oranı %42,8 olarak belirlenmiştir.

Araştırma kapsamında incelemeye alınan bireylerin radyoaktif kirliliğin kaynakları hakkındaki düşünceleri Tablo 7' de verilmiştir.

Tablo 7. Bireylerin radyoaktif kirliliğin kaynakları hakkındaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501- 15000 ₺	≥15001 ₺	
Radyoaktif Kirliliğinin Kaynakları Hakkındaki Düşünceler	Nükleer santraller	N	42	36	21	99
		%	23,3	20,0	11,7	55,0
	Hastaneler	N	27	13	8	48
		%	15,0	7,2	4,4	26,7
	Nükleer denemeler	N	19	13	6	38
		%	10,6	7,2	3,3	21,1
	Doğal nedenler	N	7	3	3	13
		%	3,9	1,7	1,7	7,2
	Baz istasyonları	N	15	10	6	31
		%	8,3	5,6	3,3	17,2
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Tablo 7 incelendiğinde, bireylerin radyoaktif kirliliğin kaynakları bakımından nükleer santrali sorun olarak görenlerin %23,3' ünün birinci grupta, %20'sinin ikinci grupta ve %11,7' sinin üçüncü grupta olduğu belirlenmiştir. Toplamda ise, radyoaktif kirliliğin kaynakları bakımından nükleer santralleri en önemli kaynak olarak görenlerin oranının %55,0 olduğu söylenebilir.

Nevşehir İl'indeki bireylerin kâğıt, cam, şişe toplama konteynırının ifade ettiği anlam konusundaki düşünceleri Tablo 8' de verilmiştir. Nevşehir ilindeki bireylerin kâğıt, cam, şişe toplama konteynırının ifade ettiği anlam konusundaki düşünceleri incelendiğinde, çöpten kurtulmak ve çevreyi korumak olarak görenlerin %23,3' ünün birinci grupta, çevreyi korumak olarak görenlerin %16,7' sinin ikinci grupta ve çöpten kurtulmak olarak görenlerin %10,0' unun üçüncü grupta yer aldığı belirlenmiştir. Toplamda, bireylerin %48,9' unun bireylerin kâğıt, cam, şişe toplama konteynırının ifade ettiği anlamı çevreyi korumak olarak değerlendirdiği söylenebilir.

Tablo 8. Bireylerin kâğıt, cam, şişe toplama konteynırının ifade ettiği anlam konusundaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501- 15000 ₺	≥15001 ₺	
Kağıt ve cam şişe toplama konteynırının ifade ettiği anlam	Çöpten kurtulmak	N	42	24	18	84
		%	23,3	13,3	10,0	46,7
	Çevreyi korumak	N	42	30	16	88
		%	23,3	16,7	8,9	48,9
	Hammadde eldesi	N	18	11	6	35
		%	10,0	6,1	3,3	19,4
	Tamamen ekonomik	N	5	0	3	8
		%	2,8	0,0	1,7	4,4
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Araştırma kapsamındaki bireylerin çevrenin korunmasında bireysel katkılarının ne ölçüde olabileceği konusundaki düşünceleri Tablo 9’ da verilmiştir.

Tablo 9. Bireylerin çevrenin korunmasında bireysel katkılarının ne ölçüde olabileceği konusundaki düşünceleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501- 15000 ₺	≥15001 ₺	
Çevrenin korunmasında bireysel katkıların ne ölçüde olabileceği konusunda düşünceler	Vergi ödemek	N	44	32	20	96
		%	24,4	17,8	11,1	53,3
	Bağışta bulunmak	N	35	22	13	70
		%	19,4	12,2	7,2	38,9
	Gönüllü çalışmak	N	27	15	8	50
		%	15,0	8,3	4,4	27,8
	Hiçbir şekilde	N	11	3	3	17
		%	6,1	1,7	1,7	9,4
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Tablo 9 incelendiğinde, bireylerin çevrenin korunmasında bireysel katkılarının ne ölçüde olabileceği konusunda vergi ödemek yoluyla katkıda bulunabileceklerini düşünenlerin %24,4’ ünün birinci grupta, %17,8’ inin ikinci grupta ve %11,1’ inin üçüncü grupta yer aldığı ifade edilebilir. Toplamda

ise, bireylerin çevrenin korunmasında bireysel katkılarının ne ölçüde olabileceği konusundaki düşüncelerinden %53,3 ile vergi ödemek yoluyla katkı sunacakları düşüncesi ön plana çıkmaktadır.

Nevşehir İl’indeki bireylerin çevre ile ilgili gönüllü kuruluşları tanıma durumu Tablo 10’ da verilmiştir.

Tablo 10. Bireylerin çevre ile ilgili gönüllü kuruluşları tanıma durumu

		Aylık Gelir Grupları			Toplam	
		≤8500 ₺	8501- 15000₺	≥15001 ₺		
Çevre ile ilgili gönüllü kuruluşları tanıma durumu	TEMA	N	49	25	24	98
		%	27,2	13,9	13,3	54,4
	TÜRKÇEV	N	56	30	19	105
		%	31,1	16,7	10,6	58,3
	GREENPEACE	N	15	15	12	42
		%	8,3	8,3	6,7	23,3
	WWP	N	1	4	5	10
		%	0,6	2,2	2,8	5,6
	ÇEKÜL	N	14	6	8	28
		%	7,8	3,3	4,4	15,6
	ÇEVKO	N	5	3	2	10
		%	2,8	1,7	1,1	5,6
	TURMEPA	N	6	6	5	17
		%	3,3	3,3	2,8	9,4
	TÜRÇEK	N	2	3	6	11
		%	1,1	1,7	3,3	6,1
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Bireylerin çevre ile ilgili gönüllü kuruluşları bilme durumları incelendiğinde, TÜRKÇEV vakfını bilenlerin %31,1’ inin birinci grupta, %16,7’ sinin ikinci grupta ve TEMA vakfını bilenlerin %13,3’ ünün üçüncü grupta olduğu belirlenmiştir. Toplamda incelendiğinde ise, bireylerin %58,3’ ünün TÜRKÇEV vakfını ve %54,4’ ünün TEMA vakfını bildiği ifade edilebilir.

Araştırma kapsamında incelemeye alınan bireylerin çevreyi kirleten bireyler ve tesislere karşı tutumları Tablo 11’ de verilmiştir.

Tablo 11. Bireylerin çevreyi kirleten bireyler ve tesislere karşı tutumları

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501-15000 ₺	≥15000 ₺	
Çevreyi kirleten bireyler ve tesislere karşı tutum	İlgiliye şikâyet	N	45	37	18	100
		%	25,0	20,6	10,0	55,6
	Uyarıda bulunma	N	39	22	16	77
		%	21,7	12,2	8,9	42,8
	Basına bildirme	N	12	3	4	19
		%	6,7	1,7	2,2	10,6
	Tepkisiz	N	5	3	1	9
		%	2,8	1,7	0,6	5,0
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Tablo 11 incelendiğinde, bireylerin çevreyi kirleten bireyler ve tesislere karşı tutumlarından ilgiliye şikâyet şeklinde tutum alanların %25' inin birinci grupta, %20,6' sının ikinci grupta ve %10'unun üçüncü grupta yer aldığı söylenebilir. Toplamda ise, bireylerin %55,6' sının çevreyi kirleten bireyler ve tesislere karşı tutumlarından %55,6' sının ilgiliye şikâyet ve %42,8' inin ise uyarıda bulunma şeklinde boyutlandığı ifade edilebilir(Tablo 11).

Nevşehir İl'indeki araştırmaya katılan bireylerin çevre konusunda eğitim aldıkları dönemler Tablo 12' de verilmiştir. Araştırma kapsamında incelemeye alınan bireylerin tamamının çevre konusunda eğitim hayatları dönemince bir ders veya eğitim sürecine dahil oldukları araştırma sonuçlarından elde edilmiştir. Eğitim aldıkları dönemler incelendiğinde, ortaokulda eğitim alanların %28,3' ünün birinci grupta, %19,4' ünün ikinci grupta ve %11,1' inin üçüncü grupta olduğu belirlenmiştir. Toplamda ise bireylerin %58,9' unun ortaokul düzeyinde çevreyle ilgili bir eğitim aldıkları söylenebilir.

Tablo 12. Bireylerin çevre konusunda eğitim aldıkları dönemler

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500₺	8501-15000 ₺	≥15001₺	
Çevre konusunda ders/eğitim vb alınan dönem	İlkokul	N	35	14	7	56
		%	19,4	7,8	3,9	31,1
	Ortaokul	N	51	35	20	106
		%	28,3	19,4	11,1	58,9
	Lise	N	12	11	6	29
		%	6,7	6,1	3,3	16,1
	Üniversite	N	5	4	1	10
		%	2,8	2,2	0,6	5,6
	Lisansüstü	N	0	0	1	1
		%	0,0	0,0	0,6	0,6
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Nevşehir İl'indeki bireylerin geri dönüşüm kutuları olsa atıkları ayırarak atma isteklilik durumları Tablo 13' de verilmiştir.

Tablo 13. Bireylerin geri dönüşüm kutuları olsa atıkları ayırarak atma isteklilikleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501-15000 ₺	≥15001 ₺	
Geri dönüşüm kutuları olsa atıkları ayırarak atma isteği	Evet	N	76	50	33	159
		%	42,5	27,9	18,4	88,8
	Hayır	N	14	5	2	21
		%	7,9	2,8	1,2	11,2
	Toplam	N	90	55	35	180
		%	50,3	30,7	19,0	100,0

Tablo 13 incelendiğinde, bireylerin geri dönüşüm kutuları olduğunda atıkları ayırarak atmaya istekli olanların %42,5'inin birinci grupta %27,9' unun ikinci grupta ve %18,4' ünün üçüncü grupta yer aldığı söylenebilir. Toplamda, bireylerin %88,8' inin geri dönüşüm kutuları olsa atıkları ayırarak atma isteğinde oldukları belirlenmiştir.

Nevşehir İl'indeki bireylerin belediye faaliyetlerinden memnuniyet durumu Tablo 14' de verilmiştir. Tablo 14 incelendiğinde, Nevşehir ili 'nde yaşayan bireylerin belediyenin atık toplama faaliyetlerinden memnuniyet durumu incelendiğinde, memnun olanların %30' unun birinci grupta, %21,72

sinin ikinci grupta ve %13,9' unun üçüncü grupta olduğu gözlenmiştir. Toplamda, bireylerin %65,6' sının belediyenin atık faaliyetlerinden memnuniyet duyduğu ifade edilebilir.

Tablo 14. Bireylerin belediye faaliyetlerine ilişkin görüşleri

			Aylık Gelir Grupları			Toplam
			≤8500 ₺	8501- 15000 ₺	≥15001 ₺	
Belediyenin atık toplama faaliyetlerinden memnuniyet durumu	Evet	N	54	39	25	118
		%	30,0	21,7	13,9	65,6
	Hayır	N	37	16	9	62
		%	20,6	8,9	5,0	34,4
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0
Belediyenin çevresel hizmetlerinden memnuniyet durumu	Evet	N	62	40	26	128
		%	34,4	22,2	14,4	71,1
	Hayır	N	29	15	8	52
		%	16,1	8,3	4,4	28,9
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0
Belediyenin temizlik hizmetlerinden memnuniyet durumu	Evet	N	63	40	26	129
		%	35,0	22,2	14,4	71,7
	Hayır	N	28	15	8	51
		%	15,6	8,3	4,4	28,3
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0
Belediyenin atık yönetiminden memnuniyet durumu	Evet	N	58	42	25	125
		%	32,2	23,3	13,9	69,4
	Hayır	N	33	13	9	55
		%	18,3	7,2	5,0	30,6
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0
Genel olarak belediye hizmetlerinden memnuniyet durumu	Evet	N	65	38	25	128
		%	36,1	21,1	13,9	71,1
	Hayır	N	26	17	9	52
		%	14,5	9,4	5,0	28,9
	Toplam	N	91	55	34	180
		%	50,6	30,6	18,9	100,0

Bireylerin belediyenin çevresel faaliyetlerinden memnuniyet durumu incelendiğinde, memnun olanların %34,4' ünün birinci grupta, %22,2' sinin ikinci grupta ve %14,4' ünün üçüncü grupta yer aldığı belirlenmiştir. Toplamda ise, bireylerin %71,1' inin belediyenin çevresel faaliyetlerinden memnun olduğu söylenebilir. İlde yaşayanların belediyenin temizlik hizmetlerinden memnuniyet durumu değerlendirildiğinde, memnun olanların %35,5' inin birinci grupta, %22,2' sinin ikinci grupta ve %14,4' ünün üçüncü grupta oldu görülmüştür.

Tablo 15. Bireylerin geri dönüşüm ve çevreyle ilgili yargılara yönelik elde edilen skorlar

	Ortalama Skor
1. Medya geri dönüşüm için beni etkiler.	1,911
2. Çevresel gruplar STK'lar beni geri dönüşüm için etkiler.	1,894
3. Geri dönüşüm için evsel atıklarımı nereye atacağımı biliyorum.	1,539
4. Hangi atıkların geri dönüştürülebilir olduğunu biliyorum.	1,494
5. Atıkları geri dönüşüm için nasıl ayırmam gerektiğini biliyorum.	1,539
6. Geri dönüşüm materyallerini ayrıştırarak kadar vaktim var.	1,767
7. Geri dönüşüm malzemelerini saklamak için yeterli alanım var.	1,844
8. Geri dönüştürülebilecek olan hiçbir şeyi israf etmek istemem.	1,717
9. Geri dönüşüm kirliliği azaltır.	1,650
10. Geri dönüşüm doğal kaynakları korur.	1,572
11. Geri dönüşüm çevresel kaliteyi geliştirir.	1,472
12. Geri dönüşüm enerji tasarrufunu sağlar.	1,611
13. Geri dönüşüm para tasarrufu sağlar.	1,556
14. Geri dönüşüm gelecek kuşaklar için daha iyi bir çevre bırakır.	1,672
15. Atık toplama, taşıma ve bertaraf bedelinin (ÇTV vb.) gerekli olduğuna inanıyorum.	1,739
16. Hükümet tarafından düzenlenen çevresel programlar, halkın çevresel farkındalığını artırmaktadır.	1,917
17. Hükümet geri dönüşüm için net bir rehberlik sağlamaktadır.	1,883
18. Hükümet teşvikleri vatandaşların geri dönüşümü anlamalarına yardımcı oluyor.	2,000
19. Hükümet geri dönüşümün faydalarını net bir şekilde açıklayarak geri dönüşümü destekliyor.	1,939
20. Hükümet politikası beni geri dönüşüm yapmaya teşvik ediyor.	1,97
21. İmkân sağlanması durumunda her zaman geri dönüştürülebilir maddelerin (kâğıt, cam, metal ve plastik vb.) geri dönüşümünü düzenli olarak yapmayı planlıyorum.	1,628
22. Marketlerde poşetlerin para ile satılmasını destekliyorum.	1,711
23. Belediyenin katı atık tesislerine yatırım yapılmasını destekliyorum.	1,639
24. İnşaat atıkları denetlenmesini destekliyorum.	1,633
25. Atıkların geri dönüştürülmesi ile ilgili eğitimleri destekliyorum.	1,544
26. Son günlerde kâğıt geri dönüşümü yapma sıklığı	1,961
27. Son günlerde cam şişe geri dönüşümü yapma sıklığı	2,172
28. Son günlerde pet şişe, plastik geri dönüşümü yapma sıklığı	2,122

29. Son günlerde pil geri dönüşümü yapma sıklığı	2,267
30. Son günlerde batarya geri dönüşümü yapma sıklığı	2,544

1-25. sorular arası 1-kesinlikle katılıyorum, 2-katılıyorum, 3-fikrim yok, 4-katılmıyorum, 5-kesinlikle katılmıyorum. 26-30. sorular arası 1-her zaman, 2-sıklıkla, 3-bazen, 4-nadiren, 5-hiçbir zaman olarak puanlanmıştır.

Toplamda, belediyenin temizlik işlerinden memnuniyet duyanların oranı ise %71,7 olarak ifade edilebilir. Belediyenin atık yönetimiyle ilgili durum değerlendirildiğinde, memnun olanların %32,2' sinin birinci grupta, %23,3' ünün ikinci grupta ve %13,9' unun üçüncü grupta olduğu söylenebilir. Toplamda, bireylerin %69,4' ünün atık yönetiminden memnun oldukları belirlenmiştir. Genel olarak belediye hizmetlerinden memnuniyet durumu incelendiğinde, memnun olanların %36,1' inin birinci grupta, %21,1' inin ikinci grupta ve %13,9' unun üçüncü grupta olduğu görülmüştür. Toplamda ise, Nevşehir İl'inde yaşayanların %71,1' inin genel olarak belediye hizmetlerinden memnun olduğu gözlenmiştir(Tablo 14).

Bireylerin geri dönüşüm ve çevreyle ilgili yargılara yönelik ifade ettikleri düşüncelerden elde edilen skorlar Tablo 15' de verilmiştir. Tablo 15 incelendiğinde, bireylere yöneltilen yargılar ve alınan cevaplar doğrultusunda oluşturulan skorlar izlenebilmektedir. Bireylere yöneltilen yargılar yapısal olarak kişisel tutumlar, davranışlarını etkilemesi muhtemel araçlar, genel uygulamalar ve politikalar, genel geçer toplumsal kabuller ve bireylerin geri dönüşümle ilgili olarak uygulama sıklıkları olarak sınıflandırılabilir. Elde edilen skordardan da izleneceği üzere, bireylerin genel olarak yargılara önemli ölçüde katıldığı ifade edilebilir. Bu durumun, çevresel farkındalıklarla ilgili olarak mikro düzeyde bir mesafe alındığını ortaya koyabilmektedir. Ayrıca, geri dönüşüm üzerine farklı materyallerin de uygulama sıklıkları düzenli bir yaşam biçimi olarak bu durumu ifade etmeye yeterli olabilecektir.

4.SONUÇ VE ÖNERİLER

Çevresel konular kıt kaynakların kullanım olanaklarının zaman içerisinde tükenmesiyle önemli ölçüde anlam kazanmıştır. Eko-etkinlik olarak ifade edilen ve çevre baskısını oransal olarak ortaya koyan yaklaşım literatürde çok yönlü olarak ele alınmaktadır. Süreçlerin tamamının insan merkezli olduğu düşünüldüğünde bu araştırmada da hem üretimin emek boyutunu temsil eden hem de tüketimin talep boyutunu temsil eden Nevşehir ili' ndeki bireylerin

çevresel düşünceleri ve tutumları irdelenmiştir. Bireyler, Türkiye' nin en önemli çevre kirliliği sorunları hava kirliliği ve su kirliliği olarak görülmüştür. Araştırma alanı Nevşehir'in en önemli çevre kirliliği sorunu su kirliliği olarak ön plana çıkmıştır. Ortaya çıkan bu sonucun toplamdaki oranı değerlendirildiğinde yadsınamayacak kadar büyük olduğunu söylemek mümkündür. Hava kirliliğinin kaynağının olarak ulaşım, su kirliliğinin kaynağının endüstri, toprak kirliliğinin kaynağının endüstri, gürültü kirliliğinin kaynağının ulaşım, radyoaktif kirliliğinin kaynağının nükleer santraller olduğu tespit edilmiştir. Geri dönüşebilir kâğıt, cam ve şişe toplama konteynerlerinin ifade ettiği anlam yönüyle önemli ölçüde çevreyi korumak amaçlı bir anlayışa hâkim olduğu görülmüştür. Ancak, büyük bir oran da bu durumu bir çöpten kurtulma eylemi olarak düşünmektedir. Çevre koruma konusundaki bireysel katkıların boyutunda, bireylerin vergi ödeyerek çevre korunabileceği konusunda katkı sağlayacağı ön plana çıkmaktadır. Buradaki aksak düşüncenin ortadan kaldırılması amacıyla, kamu spotu ve yerel yönetimlerin teşvik edici uygulamaları, SMS, sosyal medya gibi unsurlar etkin bir şekilde uygulanabilir. Çevre kirliliğine yol açan tesislere karşı tutumlarında ise sağduyulu bir şekilde ilgili mercie şikâyet ve uyarı yolunda bir davranış sergiledikleri aksiyoner bir tavır olarak değerlendirilmektedir. Bireyler bu tutumlarını hayatlarının en az belirli bir döneminde çevreyle ilgili almış oldukları herhangi bir eğitimden kaynaklı olarak gerçekleştirdikleri düşünülebilir. Bu eğitimleri daha çok ortaokul dönemlerinde alan bireylerde yerleşik bir tepki refleksinin olduğu söylenebilir. Geri dönüşüm eğilimleri bakımından yerel yönetimlerin uygulayacağı kutuları kullanabilecekleri olumlu bir durum olarak değerlendirmekte olup ek olarak belediyenin çevresel konulardaki faaliyetlerinden bütüncül olarak bir memnuniyet durumunun olduğu söylenebilir. Araştırma bulgularından elde edilen sonuçlardan genel anlamda olumlu bir tablo görünse de bir yönüyle sorunlu alanların olduğu ifade edilebilir. Dolayısıyla, sorun alanlarını minimize etmek amacıyla, hükümet politikaları bağlayıcı olmak üzere, yerel yönetimler, STK lar, kamu kurum ve kuruluşlarının faaliyetleri ve bunlara bağlı proseslerde mutlaka çevresel parametrelerin yer alması, eğitim yayım ve farkındalık çalışmalarının sürekliliği, basın-yayın, SMS, afiş, broşür vb. umdelerle çevresel meselelerin güncelliğinin korunması önemli görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Banerjee, S.B. (2003). “Who Sustains Whose Development? Sustainable Development and the Reinvention of Nature”, *Organization Studies*, s. 24 (1), s. 144.
- Bansal, P. (2005). Evolving Sustainably: A longitudinal Study Of Corporate Sustainable Development, *Strategic Management Journal*, 26(3), 197-218.
- Baykal, H., Baykal, T. (2008). “Küreselleşen Dünya’da Çevre Sorunları”, *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, s. 5 (9), s. 1-17.
- Bayraktutan, Y., Uçak, S. (2011). “Ekolojik İktisat Ve Kalkınmanın Sürdürülebilirliği”, *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, s. 3 (4), s. 17-36.
- Bozkurt, O., Cansüngü, K. Ö. (2002). İlköğretim Öğrencilerinin Çevre Eğitiminde Sera Etkisi İle İlgili Kavram Yanılgıları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 23: 61-72.
- Çıfci, S., Şakacı, B. K. (2015). Çevre Bilinçli Tüketicilerin Firmaları Ödüllendirme ve Cezalandırma İsteklilikleri: Kadın ve Erkek Tüketiciler Arasındaki Farklılıklar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi* 10 (1): 287-296.
- Çolakoğlu, E. (2010). “Haklar Söyleminde Çevre Eğitiminin Yeri Ve Türkiye’de Çevre Eğitiminin Anayasal Dayanakları”. *Tbb Dergisi*, 88, 151-171.
- Çolakoğlu, E. (2010). Haklar Söyleminde Çevre Eğitiminin Yeri ve Türkiye’de Çevre Eğitiminin Anayasal Dayanakları. *TBB Dergisi*, 88: 151-171.
- Damtoft, J., Lukasik, J., Herfort, D., Sorrentino, D. ve Gartner, E. (2008). Sustainable Development And Climate Change Initiatives, *Cement and Concrete Research*, 38, 115–127.
- Değirmenci, B. (2020). ‘Çevresel Bilinç İle Çevresel Bağlılık İlişkisinin “Demografik Özellikler” Bağlamında İncelenmesi. *Balkan ve Yakın Doğu Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(4), 1-13.
- Eyüpoğlu, A. (2003); “Çevre Eğitimi, Çevre Bilinci ve Sorumluluklar”, www.Kutuphanelergm.Gov.Tr/Edirne Halk / Oluşum 29- 3.Htm
- Gedik, Y. (2020). Sosyal, Ekonomik Ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik

- Ve Sürdürülebilir Kalkınma . Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi,3(3),196-215.Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/ijephss/issue/54205/722850>
- Gürler, AZ., Erdal, G., Gülse Bal, S., Ayyıldız, B.(2017). Ekolojik ekonomi. Nobel Yayınları. Ankara. ISBN: 978-605-320-763-4.
- Karataş, A. (2014). Çevre Sorunlarına Yönelik Bir Çözüm Aracı Olarak Yükseköğretimde Çevre Eğitimi. 2. Uluslararası Ahlak ve Çevre Sempozyumu, 24-26 Kasım, 2014, Adıyaman, Türkiye, Sempozyum Kitabı, 418-425.
- Keleş, R. (1997); “Çevre, Yurttaş, Sorumluluk”, İnsan, Çevre, Toplum, İmge Kitapevi, 2. Baskı, İstanbul.
- Kızılaslan, H., Kızılaslan, N. (2005). Çevre Konularında Kırsal Halkın Bilinç Düzeyi Ve Davranışları Tokat İli Artova İlçesi Örneği . Uluslararası Yönetim İktisat Ve İşletme Dergisi , 1 (1) , 67-89 . Retrieved From <https://Dergipark.Org.Tr/En/Pub/İjmeb/İssue/54840/750867>
- Mebratu, D. (1998). Sustainability and Sustainable Development: Historical And Conceptual Review, Environmental Impact Assessment Review, 18(6), , 493-520.
- Menteşe, S. (2017). Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından Toprak, Su Ve Hava Kirliliği: Teorik Bir İnceleme. Journal Of International Social Research, 10(53).
- Nazlıoğlu, M. D. (1991). Sürdürülebilir Kalkınma Açısından Kadın ve Çevre, Sürdürülebilir Kalkınma El Kitabı. Türkiye Çevre Sorunları Vakfı Yayını, Ankara.
- Newbold, P., 1995. Statistics for Business and Economics. Prentice Hall Inc., USA. Pages 1016.
- Onur, A. Çağlar, A., Salman, M. (2016). Pazarlamanın Sürdürülebilir Gelişmedeki Rolü. International Conference on Eurasian Economies, October 11-13, 2012, Almaty, Kazakhstan, Kongre Kitabı, 389-396.
- Öztek, Z. (2006). İlk ve Ortaöğretimde Çevre Eğitimi. II. Çevre Hekimliği Kongresi, 18-21 Ocak, Ankara, Türkiye, Kongre Kitabı, 210-212.
- SEGE. (2022). Sosyo Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması. <https://www.sanayi.gov.tr/assets/pdf/birimler/2022-ilce-sege.pdf>
- Sofuoğlu, A. (2003). Hava Kirliliği, İzmir: İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü.
- Şafak, G., Erkal, S. (1999). Çevre Eğitimi ve Aile. Eğitim ve Bilim, 23 (112):

63-66

- Tufaner, İ., Tufaner, Ç., Dere, T. (2020), Yüksek Öğretimde Çevre Eğitiminin Yeri ve Önemi, İklim Değişikliği ve Çevre, 5, (1) 13-17.
- Turgut, N. (1997). “Sürdürülebilir Kalkınmanın Sağlanmasında Katılımın Rolü”, Cemal Mihçioğlu’na Armağan–Ankara Üniversitesi SBF Dergisi, s. 52 (1-7), s. 701-715.
- Türk, M. (2011). Çevre Bilinci, Yasal Zorunluluktan Sosyal Sorumluluğa. Nobel Akademik Yayıncılık: Ankara.
- Ünal, S. Mançuhan, E. Alpsayar, A. (2001). Çevre Bilinci, Bilgisi Ve Eğitimi. Marmara Üniversitesi Yeni Teknolojiler Araştırma Geliştirme Merkezi: İstanbul.
- WCED. (1987). Our common future. Oxford: Oxford University Press.

BÖLÜM 10

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNİN ÇİFTÇİLERİN SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Sait DEĞER¹

¹ Hitit Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Çorum, Türkiye
mehmetsaitdeger@hitit.edu.tr, ORCID ID: 0000-0001-8862-1343

GİRİŞ

İnsanların yaşamları boyunca ilişkilerini sürdürdükleri ve etkileşim içinde buldukları fiziksel, kimyasal, biyolojik ve sosyokültürel ortam çevre olarak tanımlanmaktadır. İnsanlar içinde yaşadıkları çevreyi etkiledikleri gibi büyük ölçüde bu çevreden etkilenmektedirler. Bu karşılıklı etkileşim hem olumlu hem de olumsuz yönde olabilmektedir. Çevredeki şartlar ve değişimler insanların sağlığı üzerinde doğrudan ve dolaylı etkilere sahiptir. Bakteriler, virüsler ve kimyasal ajanlar doğrudan hastalık nedeni olabilirler. Kontamine sular ve besinler hastalıkların hızlı bir şekilde yayılmasını etkileyebilir. Beslenme, hava kirliliği ve iklim değişikliği gibi faktörler hastalıklar için zemin hazırlayabilir, hastalıkların seyrini ve sonucunu değiştirebilir.

Dünya Sağlık Örgütü'ne (DSÖ) göre; *“sağlık, sadece hastalık ve sakatlığın olmayışı değil; bedensel, ruhsal ve sosyal yönden tam bir iyilik halidir”*. Kalıtsal, çevresel ve psikososyal faktörler insanın iyilik halini olumsuz etkileyebilir. Etkilenmenin boyutuna ve derecesine göre hastalık, sakatlık veya ölüm meydana gelebilir. Çevresel faktörler bireyin iyilik halini ve sağlığını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Bu kapsamda bireyin doğduğu, büyüdüğü, yaşadığı ve çalıştığı ortam koşulları sağlık durumunu şekillendiren önemli etmenlerdir. Nüfus artışı, şehirlere yoğun göçlerin yaşanması, kentleşme sorunları (alt yapı, atık, gürültü-hava kirliliği), sanayileşme, doğal kaynakların tüketilmesi, değişen tüketim alışkanlıkları, artan enerji ihtiyacı, aşırı kimyasal ve fosil yakıt kullanımı gibi faktörler çevre kirliliğinin başlıca nedenleri arasında yer almaktadır. Söz konusu nedenlerin çoğunluğu küresel ısınmanın nedeni ve aynı zamanda küresel ısınmanın sonuçlarının hayatımıza yansıyan boyutunu göstermektedir. İklim değişikliği, insanlık tarihinin karşı karşıya olduğu en büyük sağlık tehdidi olarak önümüzde durmaktadır (WHO 2023).

Küresel ölçekte ortalama hava koşullarının uzun vadede değişmesi olarak ifade edilen iklim değişikliği; etkileri ve sonuçları nedeniyle önemi giderek artmakta olan bir halk sağlığı sorunudur. Başta hava kirliliği, temiz içme ve kullanma suyuna erişim, yeterli gıda temini ve sanitasyon ile güvenli barınma gibi sağlığın temel unsurlarını etkileyerek insan hayatını ve sağlığını farklı boyutlarda olumsuz etkilemektedir (WHO 2021). DSÖ, 2016 yılında meydana gelen 13,7 milyon ölümün çevresel risklerden kaynaklandığını belirtmiştir. Bu rakam 2016 yılı küresel hastalık yükünün %24'üne tekabül etmektedir. Yani neredeyse her 4 ölümden 1'i çevresel risk etmenlerinden

kaynaklanmakta ve bunların büyük çoğunluğu önlenabilir niteliktedir. Ayrıca iklim değişikliğinin sadece yetersiz beslenme, sıcağa bağlı kaygı, sıtma ve ishal gibi sağlık etkileri nedeniyle 2030 ile 2050 yılları arasında ek 250 bin ölüme yol açacağı tahmin edilmektedir. iklim değişikliğinin sağlığa olan zararlarının maliyeti de giderek artmaktadır (WHO 2023).

İklim değişikliğinin, sel, fırtına ve sıcak hava dalgaları gibi giderek sıklaşan aşırı hava olayları, hava kalitesi ve ısı stresinden kaynaklanan ölüm ve yaralanma etkileri vardır. Ayrıca su ile ilişkili hastalıklar, malnütrisyon (yetersiz beslenme) ve gıda kaynaklı sağlık problemleri, vektörel ve zoonotik hastalıklar ile ruh sağlığı sorunlarının oluşumunu etkilemektedir. Bunlara ek olarak iklim değişikliği; geçim kaynakları, sosyodemografik özellikler ile sağlık sistemleri ve sağlık hizmetlerinin kapasite ve niteliği, sağlık hizmetlerine erişim, gelir dağılımı ve sosyal destek yapıları gibi iyilik hali için gerekli birçok sosyal belirleyici için kritik öneme sahiptir. İklim değişikliğine bağlı bu sağlık riskleri özellikle kadın, çocuk, yaşlı, yoksul, göçmen ve kronik hastalığı olan toplumun en savunmasız ve dezavantajlı gruplarına tesir etmektedir (Öztaş, Kurt, Koç ve Akbaba, 2018).

İklim değişikliğinden yeryüzündeki tüm ülkeler ve insanlar etkilenmektedir. Fakat bazı gruplar ve bölgeler iklim değişikliğinin etkilerine daha duyarlıdır. Tropikal bölgede yaşayanlar ve bazı meslek mensupları küresel iklim değişikliği etkilerine daha duyarlıdır. Bu meslek gruplarından biri çiftçilerdir. Çiftçi sağlığı, sağlıklı beslenme ve güvenli gıda temini için çok önemlidir. Dünya'daki gıda üretiminin yaklaşık %70-80'i küçük ölçekli çiftliklerdeki çiftçiler tarafından sağlanmaktadır (Ricciardi, Ramankutty, Mehrabi, Jarvis ve Chookolingo, 2018). Dünya'da 550 milyondan fazla çiftliğin büyük çoğunluğu aile işletmesi boyutunda olan küçük işletmelerdir (Lowder, Skoet ve Raney, 2016). Bu küçük işletme sahibi yoksul çiftçiler genelde günde 2 dolardan az gelir elde etmektedirler. Gıda üretiminde ve tarımsal sürdürülebilirlikteki önemli roller üstlenmektedirler. Bununla beraber bu grubun eğitim düzeyi ve sosyoekonomik statüsünün düşük olması, zararlı çevresel etmenlere daha fazla maruz kalması, sağlık hizmetlerine kısıtlı erişebilmesi ve sosyal destek mekanizmalarının zayıf olması iklim değişikliğine karşı daha hassas olmasına yol açmaktadır. Bunun neticesinde iklim değişikliğine bağlı ortaya çıkan sağlık risklerine daha fazla maruz kalmaktadırlar (Talukder, van Loon, Hipel, Chiotha ve Orbinski, 2021).

Tarım sektörü iklim değişikliğinin önemli bir bileşenidir. Günümüzde sera gazı üretiminin %19-29'u tarım kaynaklıdır. Nüfus artışı ve değişen beslenme alışkanlıkları gıda talebinde artışa sebep olmaktadır. Bunun yanında toprak, su ve hava kirliliği artmakta, biyoçeşitlilik kaybolmakta ve doğal kaynaklar hızla azalmaktadır. Mevcut şartlarda ürün verimi de düştüğü için talep artışına üretimde cevap vermek gün geçtikçe zorlaşmaktadır. Ayrıca küresel olarak üretilen gıdanın yaklaşık üçte birinin yok olması veya israf edilmesi gıda talebini karşılayacak üretimin karşılanma ihtimalini de ortadan kaldırmaktadır. Çevre üzerindeki olumsuz etkiyi azaltmak ve küresel iklim hedeflerine ulaşmak için gıda israfı çok önemli bir konudur (The World Bank. 2023).

İklim değişikliği ve sonuçlarının çiftçilerin sağlık durumu ve iyilik hali üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı etkileri vardır. Dünya'nın farklı bölgelerinde, birbirinden farklı bireysel, çevresel ve psikososyal özelliklere sahip ve farklı nitelikteki etmenler ile münasebeti olan çiftçiler iklim değişikliğinin etkilerinden çeşitli boyutlarda etkilenmektedirler. İklim değişikliğinin çiftçilerin sağlığı üzerine etkileri çok geniş bir yelpazede dağılım göstermekle beraber genel olarak bulaşıcı hastalıklar, kronik hastalıklar, ruh sağlığı problemleri ve iş sağlığı ve güvenliği problemleri başlıklarında ele alınmaktadır.

1. BULAŞICI HASTALIKLAR

Bulaşıcı hastalıklar özellikle ekonomik olarak az gelişmiş ülkelerde morbiditenin (hastalık) ve mortalitenin (ölüm) en önemli nedenlerinden biridir. 2019 yılında Dünya'da 10 milyondan fazla insan bulaşıcı hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmiştir. Bu rakam 2019 yılında meydana gelen ölümlerin %18'ine tekabül etmektedir (WHO 2023).

Bulaşıcı hastalıklar (veba, çiçek, şarbon, tüberküloz, vb) tarih boyunca insanları ve toplumları ciddi anlamda etkilemiş ve milyonlarca insanın hayatını kaybetmesine sebep olmuştur. Günümüzde bulaşıcı hastalıkların görülme sıklığı görece azalmış olmasına rağmen çeşitli faktörlerin etkisi ile yeniden ortaya çıkmaktadırlar veya çok ciddi sayıda ölümlere, sakatlanmalara ve ekonomik kayıplara yol açan COVID-19 gibi yeni bulaşıcı hastalıklar olarak görülmektedirler. Bulaşıcı hastalıklar; hava yoluyla, su ve besinler yoluyla,

doğrudan temas yoluyla ve vektör veya zoonozlarla bulaş gösteren önemli hastalıklardır.

Bulaşıcı hastalıkların dağılımını ve yaygınlığını toplumların demografik, sosyal, kültürel ve ekonomik yapısı etkilemektedir. Nüfus yoğunluğu, kentleşme ve özellikleri, göç, konut tipi ve niteliği, kanalizasyon ve atık sistemleri, içme ve kullanma suyu temini, arazi kullanımı, tarımsal uygulamalardaki değişiklikler (kimyasal kullanım sıklığı), ormansızlaşma, sulama sistemleri, vektör kontrol yöntemleri, sağlık hizmetlerine erişim, çevresel hijyen uygulamaları, uluslararası seyahat yaygınlığı ve insanın sağlıklı yaşam davranışları gibi faktörler günümüzde bulaşıcı hastalıkların yeniden artmasına neden olmaktadır. Ayrıca giderek artan sıcaklık, nem ve yağış değişiklikleri bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkmasını, bulaşıcılığını ve yaygınlığını etkilemektedir (Dhara, Schramm ve Lubner, 2013).

Dünya genelinde hala 2 milyardan fazla insan güvenli içme suyuna ve 3 milyardan fazla insan güvenli sanitasyon hizmetlerine erişememektedir (UNICEF 2023). İshal, 5 yaşın altındaki çocuklarda en sık ikinci ölüm nedenidir. 2019 yılında 370.000'den fazla çocuk ishal nedeniyle hayatını kaybetmiştir (WHO 2023). Nüfus yoğunluğu ve aşırı tüketim alışkanlığı su kaynaklarının azalmasına sebep olmakla birlikte su kaynaklarının kirlenmesine ve içme suyu temininde birtakım sorunlara yol açmaktadır. Bu durum ishal ve ishale bağlı ölümlerin artışına neden olabilir. Ayrıca düzensiz kentleşme, uygun olmayan altyapı ve kanalizasyon sistemleri, sanayi atıkları, pestisit ve kimyasal gübre kullanımı suların kirlenmesine yol açmaktadır. Güvenli su eksikliği, kontamine ve kirli suların kullanımı yeterli sanitasyonun ve hijyenin şartlarının oluşmasını engelleyebilir. Kontamine ve kirli besinlerin tüketimi de gıda zehirlenmelerine ve ishal salgınlarına yol açabilir. İklim değişikliğinin su kaynaklarının azalması etkisine bağlı olarak kuraklık riski de giderek arttırmaktadır.

Aşırı yağışlar ve buna bağlı görülen sel felaketlerinin sıklığı ve yoğunluğu artmaktadır. Seller, konutlara, yaşam yerlerine, tarımsal faaliyet alanlarına doğrudan zarar verebilir, yaralanmalara ve ölümlere yol açabilir, sağlık hizmetlerine erişimde bir takım engeller oluşturabilir. Bunun yanında tatlı su kaynaklarını kirlenmekte ve kirli su kaynakları başta salgın yapabilen ve ölümcül seyredabilen tifo, kolera gibi hastalıklar olmak üzere çeşitli bulaşıcı hastalık riskini arttırmaktadır (Mohanty, 2021, s. 2). Mesleki faaliyetleri büyük

ölçüde su bağımlı olan çiftçilerin mevcut durumdan en çok etkilenen grup olması kaçınılmazdır. Güvenli su temini, uygun sanitasyon ve hijyen şartlarının sağlanması ile bulaşıcı hastalıklar kaynaklı ölümlerin büyük çoğunluğu önlenebilir (WHO 2023).

İklim değişikliği, kene, pire ve sivrisinek gibi vektörlerin (insana hastalık taşıyan canlı) üreme süreçlerini hızlandırabilir, yayılma alanlarını genişletebilir ve davranışlarını etkileyebilir. Ayrıca vektör kaynaklı bulaşıcı hastalıkların (Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), Sıtma, Şark Şıbanı, Tularemi, Şistosoma) mevsimsel bulaş sürelerinin uzamasına ve coğrafi dağılımlarının yaygınlaşmasına etki edebilir (Mohanty, 2021, s. 3-4). Bu durum mesleğini çoğunlukla vektörlerin doğal ortamında sürdüren çiftçiler için daha büyük riskler oluşturmakta ve sonuçta çiftçilerin sıtma, KKKA, Tularemi ve Dang Humması gibi vektör kaynaklı hastalıklara daha fazla yakalanmalarına neden olmaktadır (Matowo vd., 2020). Diğer taraftan çiftçilerin ürünlerini koruma ve zararlılarla mücadele zorluğu artmakla birlikte kontrolsüz ve bilinçsiz insektisit kullanımı vektörel direnç gelişimine neden olabilmektedir (N'Dri vd., 2020). Bu hastalıkların uzun vadeli sağlık sonuçları olabilir ve uygun önleme ve tedavi gerektirir. (Mouchet, Brengues, 1990).

Çiftçiler genellikle hayvanlara yakın çalışırlar, bu da onların bruselloz, kuş gribi ve Q humması gibi zoonotik hastalık risklerini artırabilir. Bu hastalıklar hayvanlardan insanlara bulaşabilir ve önemli sağlık riskleri oluşturabilir (Ganter, 2015, s.53). Çin'de salyangozdan bulaşan Şistosomiyazis'in görüldüğü alanın giderek yaygınlaşacağı öngörülmektedir (Hotez ve Ehrenberg, 2010). Sivrisineklerle insana bulaşan sıtma hastalığı önceki dönemlerde ağırlıklı Afrika'da görülürken günümüzde diğer bölgelerde giderek daha sık görülmeye başlamıştır. DSÖ'ye göre dünya nüfusunun yarısı 2020 yılında sıtma için risk altındaydı. 2021 yılında 247 milyon sıtma vakası ve tahminen 619.000 sıtmaya bağlı ölüm gerçekleşmiştir. 5 yaş altı çocuklar sıtma için en savunmasız grup olup Afrika bölgesindeki sıtmaya bağlı ölümlerin %80'i bu gruptadır (WHO 2023).

Sağlıksız barınma ve yaşam koşulları, kalabalık ev ortamı, sağlıksız ısınma (fosil yakıt, gübre) yöntemleri hem kapalı ortam hava kirliliğine yol açıp solunum yolu enfeksiyonlarının hem de Tüberküloz gibi bulaşıcı hastalıkların artmasına sebep olmaktadır. Bunun yanında çiftlik hayvanları ile çalışma, gübre işleme veya tozlu koşullarda makine çalıştırma gibi faaliyetler sırasında

havadaki patojenlere maruz kalma tüberküloz, mesleki astım veya solunum sınırsız virüsü (RSV) kaynaklı solunum yolu hastalıklarına yol açabilir (Curl CL, Spivak, Phinney ve Montrose, 2020; Sigsgaard vd., 2020).

Bulaşıcı hastalıkların etkilerini azaltmak için çiftçilerin iyi hijyen uygulamaları, biyogüvenlik önlemleri, çiftlik hayvanlarının uygun şekilde aşılması ve gerektiğinde acil tıbbi yardım istemesi gibi önleyici tedbirlere öncelik vermesi önemlidir. Hükümet ve tarım kuruluşları, salgınlar sırasında eğitim, sağlık hizmetlerine erişim ve mali yardım sağlayarak çiftçileri desteklemede önemli rol oynayabilirler (Linaker ve Smedley, 2002).

2. KRONİK HASTALIKLAR

Kronik hastalıklar dünya çapında önemli sağlık sorunlarıdır ve çiftçiler bunların etkilerinden muaf değildirler. Bu hastalıklar, kişiden kişiye doğrudan bulaşmayan uzun vadeli sağlık durumlarıdır. Tipik olarak yaşam tarzı (sağsızsız beslenme, fiziksel olarak hareketsizlik, tütün kullanımı, alkol tüketimi), genetik ve çevresel faktörler dahil birçok faktörden etkilenmektedirler. Kronik hastalıklar her yıl 40 milyondan fazla insanın hayatını kaybetmesine neden olmaktadır. Bu rakam dünya genelindeki ölümlerin %74'üne tekabül etmektedir. Kronik hastalıklara bağlı ölümlerinin %77'si düşük ve orta gelir düzeyine sahip olan ülkelerde meydana gelmektedir. Kardiyovasküler hastalıklar (hipertansiyon, koroner arter hastalıkları), kronik solunum yolu hastalıkları (KOA, astım), diyabet ve kanserler en sık ölüme yol açan kronik hastalıklardır. Bu hastalıklar kronik hastalıklara bağlı erken ölümlerin %80'inden fazlasından sorumludur (WHO 2023).

Çiftçilerin sağlığını etkileyebilecek çeşitli kronik hastalıklar bulunmaktadır. Çiftçiler, tozlar, alerjenler, kimyasallar, dış ve kapalı ortam hava kirliliği gibi çeşitli solunum yolu tehlikelerine maruz kalmaktadırlar. Bu maddelere uzun süre maruz kalmak astım, KOA, pnömoni, kanser ve çiftçi akciğer hastalığı gibi solunum rahatsızlıklarına neden olabilir (Sigsgaard vd., 2020; Clarke, Manrique, Sabo-Attwood ve Coker, 2021).

Çiftçiler, yaşam koşulları, çalışma şartları ve alışkanlıkları nedeniyle hava kirlenmelerine daha fazla maruz kalmaktadırlar. Bu durum, iklim değişikliği, artan orman yangınları, toz fırtınaları ve duman oluşumu da dahil olmak üzere hava kalitesindeki değişikliklerle de bağlantılıdır. Açık havada çalışan çiftçiler, bronşit, pnömoni, astım, KOA ve diğer solunum yolu

problemlerine yol açabilen daha yüksek hava kirleticilerine maruz kalabilirler (Soto vd., 2022). Hava kirliliğinden özellikle çocuk, yaşlı, kronik hastalığı olan ve sosyoekonomik düzeyi düşük olan toplum kesimleri daha fazla etkilenmektedir (Clarke vd., 2021). Ev içi hava kirliliği, 5 yaşın altındaki 237.000'den fazla çocuk ölümü de dahil olmak üzere 3,2 milyon ölümden sorumludur. Dünya çapında yaklaşık 2,4 milyar insan hala açık ateşlerde ve verimsiz sobalarda katı yakıtlar (odun, mahsul atıkları, kömür ve hayvan gübresi) ve gaz yağı kullanarak yemek pişirmektedir. Bu tüketim alışkanlığına sahip insanlar çoğunlukla gelir düzeyi düşük ülkelerde yaşamaktadır. Çiftçilerin büyük bir kısmı bu grupta yer almakta ve olumsuz hava durumundan daha fazla etkilenmektedir (WHO 2023).

Çiftçiliğin zorlu doğası, zirai kimyasallara ve strese maruz kalma potansiyeli, hipertansiyon, kalp hastalığı ve inme gibi kardiyovasküler hastalıkların görülme ihtimalini arttırabilir (Wang vd., 2022). Ayrıca çiftçiler genellikle uzun süre ayakta durma, eğilme veya tekrarlayan hareketlerle birlikte ağır yük kaldırmayı gerektiren fiziksel olarak zorlu işlerle uğraşmaktadırlar. Bu meşguliyetler kronik bel ağrılarına ve eklem hastalıklarına yol açabilir. Özellikle yaşlı, kadın ve çocuklarda bu hastalıklar daha yoğun görülmektedir (Jeong, 2022, s. 1025; Urrego vd., 2022).

Çiftçiler mahsullerin korunması için sıklıkla kullanılan pestisitler ve diğer zirai kimyasallarla yoğun temas halindedir. Bununla birlikte, yanlış kullanım, yetersiz kişisel koruyucu önlemler veya aşırı pestisit maruziyeti çeşitli hastalıklara yol açabilir. Bu durumda akut zehirlenme, organ hasarı gibi kronik sağlık etkileri ve belirli kanserlerin riskinde artış görülebilir (Dos Anjos Magri vd., 2021; Martin Reina vd., 2021).

Çiftçiler genellikle cilt hasarına yol açan ve cilt kanseri riskini arttıran güneş ışınlarına uzun süre maruz kalırlar. Ayrıca belirli bitkilere veya hayvanlara dokunmak ve kimyasal maddelere maruz kalmak dermatit gibi cilt rahatsızlıklarına neden olabilir (Tabibi vd., 2018; Urrego vd., 2022).

Kronik hastalıklardan ve uzun süreli etkilerinden korunmak için yapılması gereken önleme ve yönetim stratejileri vardır. Çiftçilerin, uygun güvenlik protokollerini uygulaması ve makinelerin, zirai kimyasalların ve koruyucu ekipmanların güvenli kullanımı konusunda eğitim alması önemlidir. Çiftçilerin potansiyel sağlık sorunlarını erken tespit edip yönetmek için düzenli sağlık kontrolleri ve taramaları yaptırmalarını mutlaka sağlamak gerekir.

Çiftçiler, sağlıklı ve dengeli beslenme, düzenli fiziksel egzersiz ve stres yönetimi teknikleri gibi sağlıklı yaşam tarzı uygulamalarını benimseme, tarım faaliyetleriyle ilişkili potansiyel sağlık riskleri hakkında farkındalık artırma ve uygun güvenlik önlemlerini kullanma konusunda teşvik edilmelidir (Tabibi vd., 2018). Ayrıca çiftçilerin karşılaştığı psikolojik zorlukları ele almak için ruh sağlığı destek hizmetlerini sağlamak, çiftçilerin refahını destekleyen ve sağlık hizmetlerine erişimlerini sağlayan politikaları savunmak büyük katkı sağlayacaktır. Diğer taraftan sürdürülebilir çiftçilik uygulamaları ve gıda üretimini sürdürmek için çiftçilerin karşılaştığı sağlık sorunlarının dikkate alınması ve sosyoekonomik refah düzeylerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir (Dos Anjos Magri vd., 2021).

3. RUH SAĞLIĞI PROBLEMLERİ

Ruh sağlığı problemleri günümüzde giderek artmaktadır. Dünyada ruh sağlığı bozukluklarının sıklığı %12-13 civarında olup 2019 yılında yaklaşık 970 milyon insan herhangi bir ruhsal problemle yaşamına devam etmiştir. Bu problemler ağırlıklı olarak anksiyete ve depresyon rahatsızlıklarıydı (WHO 2023). İklim değişikliğinin, çiftçilerin ruh sağlığı üzerinde geniş kapsamlı etkileri vardır.

Uzun süreli kuraklık tarım toplumlarında önemli bir stres faktörüdür. Kuraklığın yanında yangınlar, selller, rüzgarlar, şiddetli yağışlar gibi küresel iklim değişikliği etkileri ciddi ürün kayıpları ve ekipman hasarları gibi ekonomik sorunlara yol açmaktadır. Ayrıca kaygı ve endişeyi artırarak çiftçilerin ruh sağlığını olumsuz etkilemektedir (Berry, Hogan, Owen, Rickwood ve Fragar, 2011; SIUMED, 2023).

İklim değişikliği, yüksek sıcaklıkların daha sık yaşandığı bir düzene yol açabilir. Sıcak hava, çiftçilerin maruz kaldığı ısı stresini artırabilir ve güneş çarpması riskini artırabilir. Aşırı sıcak hava, çiftçilerin dehidrasyon, sıcak çarpması ve diğer ısı ilişkili hastalıklara yakalanma riskini artırabilir. Ayrıca bazı bölgelerde yağış miktarında azalmaya neden olabilir ve kuraklık riskini artırabilir. Kuraklık, tarım faaliyetleri için uygun su kaynaklarının azalmasına ve bitkilerin büyümesini olumsuz etkileyebilir. Bu durum, çiftçilerin geçim kaynaklarını ve gelirlerini olumsuz etkileyebilir. Finansal stres, çiftçilerin ruhsal iyilik halleri bozulabilir ve kaygı, huzursuzluk, depresyon gibi ruh sağlığı problemlerinin ortaya çıkmasına sebep olabilir (Urrego vd., 2022).

Tarım sistemleri, iklim değişikliğinin etkisiyle bozulabilir. Çiftçiler, genel sağlıklarını ve esenliklerini etkileyen, besleyici gıdaya erişimde maddi kaygı ve zorluklarla karşılaşabilirler. Artan kuraklık, sel veya sıcaklık olayları, tarımsal üretimi azaltabilir ve gıda fiyatlarını artırabilir. Bu durum, çiftçilerin beslenme durumunu ve gıda güvencesini olumsuz etkileyebilir. (Çaltı ve Somuncu, 2018). Aşırı yağışlar, uzun süreli kuraklıklar ve sıcak hava dalgaları mahsullere zarar verebilir ve çiftçiler için önemli ekonomik kayıplara yol açabilir. Ürün kayıplarının ve karşılaşılan diğer ekonomik yüklerin çiftçilerin geçim kaynakları ve refah durumu üzerinde uzun soluklu etkileri olabilir. Bu da ruh sağlıklarını ciddi oranda etkileyebilir (Aras ve Demirci, 2020).

İklim değişikliği tarım uygulamalarına artan bir belirsizlik getirmektedir. Çiftçiler, öngörülemeyen hava koşulları, değişen yağış düzenleri ve aşırı hava durumları (sel, fırtına, kuraklık) ile sık karşılaşmaya başlamıştır. Bu belirsizlikler, çiftçilerin tarım uygulamalarını değişen koşullara göre planlamasında ve uyarlamasında stres ve endişe yaratmaktadır. Aşırı hava olayları, mahsul kıtlıkları ve mali kayıplar gibi iklim değişikliğiyle ilgili faktörler çiftçilerin ruhsal iyilik halini önemli ölçüde etkileyebilir. Bu zorluklarla karşılaşan çiftçilerde giderek artan oranlarda anksiyete ve depresyon rahatsızlıkları gözlemlenmektedir (Urrego vd., 2022). Bu nedenle, iklim değişikliğiyle mücadele ve çiftçilere uyum sağlama önemli bir konudur. İklim dostu tarım uygulamalarının teşvik edilmesi, su kaynaklarının etkin kullanımı, zararlılarla mücadelede uygun stratejilerin benimsenmesi ve çiftçilere iklim değişikliğiyle başa çıkmaları için eğitim ve destek sağlanabilir (Baran ve Karaçuha, 2021).

Çiftçiler iklim değişikliğiyle ilgili faktörler nedeniyle genellikle artan iş yükü ve daha uzun çalışma saatleriyle karşı karşıya kalmaktadır. Örneğin, yağış düzenindeki değişiklikler ek sulama çabalarını veya daha emek yoğun tarım uygulamalarının kullanılmasını gerektirebilir. Uzayan çalışma saatleri ve fiziksel yorgunluk stres, yorgunluk ve ruh sağlığı sorunlarına neden olabilir (Bazo-Alvarez, Bazalar-Palacios, Bazalar ve Flores, 2022).

Çiftçilik genellikle yalnız yapılan bir iştir ve iklim değişikliğiyle ilgili zorluklar çiftçiler arasındaki sosyal izolasyonu daha da kötüleştirebilir. Çiftçiler benzersiz stres faktörleriyle karşı karşıya kalabilir ve sosyal destek için sınırlı fırsatlara sahip olabilir. Bu da yalnızlık, anksiyete ve depresyon gibi ruhsal problemlerin gelişmesine sebep olabilir (Liang, Janssen, Casteel,

Nonnenmann ve Rohlman, 2022). Bazı durumlarda da yükselen deniz seviyeleri, kıyı erozyonu veya çölleşme gibi iklim değişikliği etkileri çiftçileri topraklarını terk etmeye veya yer değiştirmeye zorlayabilir. Atalarından kalan toprakları kaybetmek ve topluluklarından koparılmak ciddi sıkıntılara ve kimlik kaybı hissine neden olarak ruh sağlığı sorunlarına yol açabilir. Çiftçiler genellikle topraklarıyla ve nesilden nesile aktarılan tarım uygulamalarıyla güçlü bir duygusal bağa sahiptir. İklim değişikliğinin toprakları üzerindeki bozulma, biyolojik çeşitlilik kaybı veya doğadaki değişiklikler gibi etkilerine tanık olmak, kaygı, umutsuzluk ve depresyon duygularına yol açabilir.

İklim değişikliğinin çiftçiler üzerindeki ruh sağlığı etkilerinin ele alınması, ruh sağlığı hizmetlerine erişim, maddi yardım, uyarlanabilir tarım teknikleri, topluluk destek ağları ve sürdürülebilir ve dirençli tarıma öncelik veren politikalar dahil olmak üzere kapsamlı destek sistemleri gerektirir. İklim değişikliği ve ruh sağlığı arasındaki etkileşimin farkına varmak ve çiftçilerin refahı üzerindeki olumsuz etkileri azaltmak için adımlar atmak çok önemlidir (Josie,2020, s. 1).

4. İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ PROBLEMLERİ

İş sağlığı ve güvenliği küresel ölçekte önem arz eden bir halk sağlığı konusudur. Uluslararası Çalışma Örgütü'ne göre dünyada her yıl 300 milyondan fazla iş kazası meydana gelmekte ve iş kazalarına bağlı yaklaşık 3.2 milyon insan hayatını kaybetmektedir. Ayrıca küresel ölçekte her yıl 150 milyondan fazla yeni meslek hastalığı ortaya çıkmaktadır (Bilir, 2016, s. 4).

İklim değişikliğinin çiftçilerin iş sağlığı ve güvenliği durumuna önemli etkileri vardır. Dünyanın iklimi ısınmaya devam ettikçe, tarım toplulukları refah ve güvenliklerini etkileyen çok sayıda zorlukla karşı karşıya kalacaktır. Günümüzde iklim değişikliğinin sonucu olan küresel sıcaklıkların ve sıcak hava dalgalarının sürekli artması nedeniyle, çalışanların sağlık ve güvenliği ile ilgili endişeler giderek artmaktadır. Gıda üretim zincirindeki işçiler, özellikle de tarım işçileri, uygun olmayan çalışma koşulları altında çoğunlukla açık havada yapılan işlerinin yorucu doğası nedeniyle ısı stresine karşı savunmasızdırlar (El Khayat vd., 2022). Açık havada çalışan insanlar olarak çiftçiler, aşırı hava olaylarıyla ilgili sağlık sorunları bakımından daha büyük risk altındadır. Sıcak çarpması, güneş yanıkları ve cilt kanseri, dehidrasyon, hipotermi, kaza sonucu boğulma, su kirliliği, küf veya dumanla ilgili

hastalıklar, kaymalar, takılmalar ve düşmeler, astım, KOAH gibi hastalıklar bunlardan bazılarıdır (Nogueira, Landmann ve Damacena, 2013; SIUMED, 2023).

Tarım, yüksek düzeyde gürültü ve titreşim oluşturan ağır makine, ekipman ve araçların kullanımını içerir. Uygun koruma olmaksızın yüksek seslere ve titreşime uzun süre maruz kalmak, işitme kaybına ve sinir hasarına yol açabilir (Tabibi vd., 2018).

İklim değişikliği, vektör ve hastalık modellerinde değişikliklere yol açarak çiftçilerin mahsullerini korumak için daha fazla böcek ilacı ve kimyasal kullanmalarını gerektirebilir. Bu maddeleri işleyen ve uygulayan çiftçilerde, zehirlenmeler, nörolojik bozukluklar, solunum problemleri, cilt rahatsızlıkları ve kanserler gibi olumsuz sağlık durumları daha fazla meydana gelebilir (Suratman, Edwards ve Babina, 2015; Dos Anjos Magri vd., 2021). Organofasfat maruziyeti başta lösemi olmak üzere çeşitli kanserlerin görülme sıklığını arttırabilir (Andreotti vd., 2018). Seracılık yapan çiftçilerde radon maruziyeti akciğer kanseri riskini arttırabilir (Mohamed Abd, 2022, s.1388).

İklim modellerindeki değişiklikler polen üretiminin, mantar sporu salınımının ve hava kirliliğinin artmasına neden olabilir; bu da çiftçiler arasında astım ve alerji gibi solunum rahatsızlıklarını daha da kötüleştirebilir. İklim değişikliği nedeniyle toz fırtınaları ve orman yangınları daha sık ve yoğun meydana gelmektedir. Bu durum solunum sistemi rahatsızlıklarına daha fazla neden olabilir (Clarke vd., 2021). Ayrıca iklim değişikliği çeşitli vektör kaynaklı (sıtma, KKA, Şark Çıbanı) hastalıkların daha sık görülmesine ve çiftçilerin sağlığını daha fazla etkilemesine yol açabilir (Dos Anjos Magri vd., 2021).

Sel, fırtına ve kuraklık gibi aşırı hava olayları altyapıya, çiftlik ekipmanlarına ve tarlalara zarar vererek çiftçiler için kaza ve fiziksel yaralanma riskini arttırabilir. Zorlu hava koşullarında çalışmak kayma, düşme ve diğer işyeri kazaları olasılığını da artırır. Yağış düzenindeki değişiklikler hem aşırı yağışlara hem de uzun süreli kuraklıklara neden olarak çiftçiler için suyla ilgili tehlikelere yol açabilir. Seller boğulmalara, kurtarma çalışmaları sırasında yaralanmalara ve su kaynaklarının kirlenmesine yol açabilirken, kuraklıklar susuzluğa, su kıtlığına ve sulama sistemlerinin bakımında zorluklara neden olabilir.

Çiftçiler, çeşitli fiziksel, kimyasal ve biyolojik risk faktörlerinin etkisiyle daha fazla iş kazası geçirebilir ve meslek hastalıklarına yakalanabilirler (Arcury vd., 2019). İş kazaları ve meslek hastalıklar sakatlık ve ölüm oranını arttırmaktadır. Çalışma, sağlık ve refahın izlenmesi, çalışma ortamının ve koşullarının iyileştirilmesi için tarım işçilerine odaklanan periyodik sağlık muayene programlarının başlatılması kritik öneme sahip öncelikli bir konudur (Szeszenia-Dąbrowska, Świątkowska ve Wilczyńska, 2016; Tabibi vd., 2018).

İş kazaları ve meslek hastalıklarının etkilerini azaltmak için uyum stratejilerinin uygulanması, sürdürülebilir tarım yöntemlerinin teşvik edilmesi ve çiftçilerin kaynaklara ve destek sistemlerine erişiminin sağlanması çok önemlidir. Buna aşırı hava olayları için erken uyarı sistemlerinin iyileştirilmesi, sıcak stresinin önlenmesi konusunda eğitim verilmesi, koruyucu ekipman kullanımının teşvik edilmesi ve ruh sağlığı destek hizmetlerinin sunulması da dahildir (Moradhaseli, Ataei, Van den Broucke ve Karimi, 2021). Ayrıca, sera gazı emisyonlarını azaltarak ve sürdürülebilir tarım uygulamalarına geçerek iklim değişikliğini hafifletme çabaları, çiftçilerin karşılaştığı uzun vadeli sağlık ve güvenlik risklerini hafifletmeye yardımcı olabilir (Arbuckle Jr, Morton ve Hobbs, 2015).

KAYNAKÇA

- Andreotti G, Koutros S, Hofmann JN, Sandler DP, Lubin JH, Lynch CF, Lerro CC, De Roos AJ, Parks CG, Alavanja MC, Silverman DT, Beane Freeman LE. Glyphosate Use and Cancer Incidence in the Agricultural Health Study. *J Natl Cancer Inst.* 2018 May 1;110(5):509-516. doi: 10.1093/jnci/djx233. PMID: 29136183; PMCID: PMC6279255.
- Aras, B. B., & Demirci, K. (2020). İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerindeki psikolojik etkileri. *Nazilli İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(2), 77-94.
- Arbuckle Jr, J. G., Morton, L. W., & Hobbs, J. (2015). Understanding farmer perspectives on climate change adaptation and mitigation: The roles of trust in sources of climate information, climate change beliefs, and perceived risk. *Environment and behavior*, 47(2), 205-234.
- Arcury TA, Arnold TJ, Quandt SA, Chen H, Kearney GD, Sandberg JC, Talton JW, Wiggins MF, Daniel SS. Health and Occupational Injury Experienced by Latinx Child Farmworkers in North Carolina, USA. *Int J Environ Res Public Health.* 2019 Dec 30;17(1):248. doi: 10.3390/ijerph17010248. PMID: 31905836; PMCID: PMC6981743.
- Baran, E., & Karaçuha, M. E. (2021). Küresel İklim Değişikliğine Uyum: Akıllı Tarım Uygulamaları ve İş Sağlığı ve Güvenliği. II. ULUSAL, 13.
- Bazo-Alvarez JC, Bazalar-Palacios J, Bazalar J, Flores EC. Mental health among the sugarcane industry farmers and non-farmers in Peru: a cross-sectional study on occupational health. *BMJ Open.* 2022 Nov 11;12(11):e064396. doi: 10.1136/bmjopen-2022-064396. PMID: 36368754; PMCID: PMC9660661.
- Berry HL, Hogan A, Owen J, Rickwood D, Fragar L. Climate Change and Farmers' Mental Health: Risks and Responses. *Asia Pacific Journal of Public Health.* 2011;23(2_suppl):119S-132S. doi:10.1177/1010539510392556
- Bilir, N. (2016). İş sağlığı ve güvenliği profili: Türkiye, Uluslararası Çalışma Örgütü, ILO Türkiye Ofisi, Ankara: ILO.
- Clarke K, Manrique A, Sabo-Attwood T, Coker ES. A Narrative Review of Occupational Air Pollution and Respiratory Health in Farmworkers. *Int*

- J Environ Res Public Health. 2021 Apr 13;18(8):4097. doi: 10.3390/ijerph18084097. PMID: 33924663; PMCID: PMC8070429.
- Constitution of the World Health Organization (who.int)
- Curl CL, Spivak M, Phinney R, Montrose L. Synthetic Pesticides and Health in Vulnerable Populations: Agricultural Workers. *Curr Environ Health Rep.* 2020 Mar;7(1):13-29. doi: 10.1007/s40572-020-00266-5. PMID: 31960353; PMCID: PMC7035203.
- Çaltı, N., & Somuncu, M. (2018, October). İklim Değişikliğinin Tarıma Etkisi Konusunda Ankara Polatlı İlçesi'ndeki Çiftçilerin Algı ve Uyum Düzeyleri. In *International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM*. Ankara, Turkey (pp. 13-06).
- Dhara VR, Schramm PJ, Lubner G. Climate change & infectious diseases in India: implications for health care providers. *Indian J Med Res.* 2013 Dec;138(6):847-52. PMID: 24521625; PMCID: PMC3978971.
- Dos Anjos Magri C, Garófallo Garcia R, Binotto E, Duarte da Silva Lima N, de Alencar Nääs I, Sgavioli S, de Castro Burbarelli MF. Occupational risk factors in health of broiler-farm workers: A systematic review. *Arch Environ Occup Health.* 2021;76(8):482-493. doi: 10.1080/19338244.2020.1832036. Epub 2020 Oct 15. PMID: 33054688.
- El Khayat, M., Halwani, D. A., Hneiny, L., Alameddine, I., Haidar, M. A., & Habib, R. R. (2022). Impacts of climate change and heat stress on farmworkers' health: A scoping review. *Frontiers in public health*, 10, 71.
- Environmental health (who.int)
- Ganter, M. (2015). Zoonotic risks from small ruminants. *Veterinary microbiology*, 181(1-2), 53-65.
- Hotez PJ, Ehrenberg JP. Escalating the global fight against neglected tropical diseases through interventions in the Asia Pacific region. *Adv Parasitol.* 2010;72:31-53. doi: 10.1016/S0065-308X(10)72002-9. PMID: 20624527.
- <https://www.siumed.edu/blog/climates-effect-farmers-mental-health>
- <https://www.unicef.org/wash>
- https://www.who.int/health-topics/diarrhoea#tab=tab_1
- https://www.who.int/health-topics/malaria#tab=tab_1

- <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders>
- <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>
- <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/sanitation>
- <https://www.worldbank.org/en/topic/climate-smart-agriculture>
- Jeong BY. Comparisons of working conditions and health-related problems between older male and female crop farmers. *Work*. 2022;72(3):1025-1033. doi: 10.3233/WOR-210138. PMID: 35634825.
- Josie Rudolphi (2020) Diversity of Mental Health Issues in Agriculture, *Journal of Agromedicine*, 25:1, 1, DOI: 10.1080/1059924X.2020.1694821
- Liang Y, Janssen B, Casteel C, Nonnenmann M, Rohlman DS. Agricultural Cooperatives in Mental Health: Farmers' Perspectives on Potential Influence. *J Agromedicine*. 2022 Apr;27(2):143-153. doi: 10.1080/1059924X.2021.2004962. Epub 2021 Nov 26. PMID: 34758703; PMCID: PMC8957597.
- Linaker C, Smedley J. Respiratory illness in agricultural workers. *Occup Med (Lond)*. 2002 Dec;52(8):451-9. doi: 10.1093/occmed/52.8.451. PMID: 12488515.
- Lowder, S. K., Skoet, J., & Raney, T. (2016). The number, size, and distribution of farms, smallholder farms, and family farms worldwide. *World Development*, 87, 16-29.
- Martin-Reina J, Casanova AG, Dahiri B, Fernández I, Fernández-Palacín A, Bautista J, Morales AI, Moreno I. Adverse Health Effects in Women Farmers Indirectly Exposed to Pesticides. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 May 31;18(11):5909. doi: 10.3390/ijerph18115909. PMID: 34072924; PMCID: PMC8198255.
- Martin-Reina, J., Casanova, A. G., Dahiri, B., Fernández, I., Fernández-Palacín, A., Bautista, J., ... & Moreno, I. (2021). Adverse health effects in women farmers indirectly exposed to pesticides. *International journal of environmental research and public health*, 18(11), 5909.
- Matowo NS, Tanner M, Munhenga G, Mapua SA, Finda M, Utzinger J, Ngowi V, Okumu FO. Patterns of pesticide usage in agriculture in rural

- Tanzania call for integrating agricultural and public health practices in managing insecticide-resistance in malaria vectors. *Malar J.* 2020 Jul 16;19(1):257. doi: 10.1186/s12936-020-03331-4. PMID: 32677961; PMCID: PMC7364647.
- Mohamed Abd El-Zaher (2022) Radiation health hazard and risks assessment among greenhouse farmers in Egypt, seasonal study, *International Journal of Radiation Biology*, 98:8, 1388-1396, DOI: 10.1080/09553002.2022.2047821
- Mohanty, "Impacts of climate change on human health and agriculture in recent years," *2021 IEEE Region 10 Symposium (TENSYP)*, Jeju, Korea, Republic of, 2021, pp. 1-4, doi: 10.1109/TENSYP52854.2021.9550876.
- Moradhaseli S, Ataei P, Van den Broucke S, Karimi H. The Process Of Farmers' Occupational Health Behavior by Health Belief Model: Evidence From Iran. *J Agromedicine*. 2021 Apr;26(2):231-244. doi: 10.1080/1059924X.2020.1837316. Epub 2020 Nov 5. PMID: 33151845.
- Mouchet J, Brengues J. Les interfaces agriculture-santé dans les domaines de l'épidémiologie des maladies à vecteurs et de la lutte antivectorielle [Agriculture-health interface in the field of epidemiology of vector-borne diseases and the control of vectors]. *Bull Soc Pathol Exot*. 1990;83(3):376-93. French. PMID: 2208469.
- N'Dri BP, Heitz-Tokpa K, Chouaïbou M, Raso G, Koffi AJ, Coulibaly JT, Yapi RB, Müller P, Utzinger J. Use of Insecticides in Agriculture and the Prevention of Vector-Borne Diseases: Population Knowledge, Attitudes, Practices and Beliefs in Elibou, South Côte d'Ivoire. *Trop Med Infect Dis*. 2020 Mar 1;5(1):36. doi: 10.3390/tropicalmed5010036. PMID: 32121510; PMCID: PMC7157594.
- Nogueira FAM, Landmann CS, Damacena GN. Condições de vida, trabalho e acesso aos serviços de saúde em trabalhadores agrícolas e não agrícolas, Brasil, 2013 [Living and working conditions and access to health services for agricultural and non-agricultural workers, Brazil, 2013]. *Cien Saude Colet*. 2021 Nov 15;26(suppl 3):5187-5200. Portuguese. doi: 10.1590/1413-812320212611.3.21312019. PMID: 34787210.
- Öztaş D, Kurt B, Koç A, Akbaba M. Living Conditions, Access to Healthcare Services, and Occupational Health and Safety Conditions of Migrant

- Seasonal Agricultural Workers in the Çukurova Region. *J Agromedicine*. 2018;23(3):262-269. doi: 10.1080/1059924X.2018.1470048. PMID: 30047859.
- Ricciardi, V., Ramankutty, N., Mehrabi, Z., Jarvis, L., & Chookolingo, B. (2018). How much of the world's food do smallholders produce?. *Global food security*, 17, 64-72.
- Sigsgaard T, Basinas I, Doekes G, de Blay F, Folletti I, Heederik D, Lipinska-Ojrzanowska A, Nowak D, Olivieri M, Quirce S, Raulf M, Sastre J, Schlünssen V, Walusiak-Skorupa J, Siracusa A. Respiratory diseases and allergy in farmers working with livestock: a EAACI position paper. *Clin Transl Allergy*. 2020 Jul 6;10:29. doi: 10.1186/s13601-020-00334-x. PMID: 32642058; PMCID: PMC7336421.
- Soto S, Yoder AM, Nuño T, Aceves B, Sepulveda R, Rosales CB. Health conditions among farmworkers in the Southwest: An analysis of the National Agricultural Workers Survey. *Front Public Health*. 2022 Nov 3;10:962085. doi: 10.3389/fpubh.2022.962085. PMID: 36407981; PMCID: PMC9669958.
- Suratman S, Edwards JW, Babina K. Organophosphate pesticides exposure among farmworkers: pathways and risk of adverse health effects. *Rev Environ Health*. 2015;30(1):65-79. doi: 10.1515/reveh-2014-0072. PMID: 25741936.
- Szeszenia-Dąbrowska N, Świątkowska B, Wilczyńska U. Occupational diseases among farmers in Poland. *Med Pr*. 2016;67(2):163-71. English. doi: 10.13075/mp.5893.00303. PMID: 27221294.
- Tabibi R, Tarahomi S, Ebrahimi SM, Valipour AA, Ghorbani-Kalkhajeh S, Tajzadeh S, Panahi D, Soltani S, Dzhsupov KO, Sokooti M. Basic Occupational Health Services for Agricultural Workers in the South of Iran. *Ann Glob Health*. 2018 Aug 31;84(3):465-469. doi: 10.29024/aogh.2312. PMID: 30835383; PMCID: PMC6748276.
- Talukder, B., van Loon, G. W., Hipel, K. W., Chiotha, S., & Orbinski, J. (2021). Health impacts of climate change on smallholder farmers. *One Health*, 13, 100258.
- Urrego-Parra HN, Rodriguez-Guerrero LA, Pastells-Peiró R, Mateos-García JT, Gea-Sanchez M, Escrig-Piñol A, Briones-Vozmediano E. The Health of Migrant Agricultural Workers in Europe: A Scoping Review. *J*

Immigr Minor Health. 2022 Dec;24(6):1580-1589. doi: 10.1007/s10903-022-01330-y. Epub 2022 Feb 8. PMID: 35133580.

Wang Y, Han X, Zhang X, Zhang Z, Cong L, Tang S, Hou T, Liu C, Han X, Zhang Q, Feng J, Yin L, Song L, Dong Y, Liu R, Li Y, Ngandu T, Kivipelto M, Snyder H, Carrillo M, Persson J, Fratiglioni L, Launer LJ, Jia J, Du Y, Qiu C. Health status and risk profiles for brain aging of rural-dwelling older adults: Data from the interdisciplinary baseline assessments in MIND-China. *Alzheimers Dement (N Y)*. 2022 Apr 14;8(1):e12254. doi: 10.1002/trc2.12254. PMID: 35441085; PMCID: PMC9009233.

WHO 2023. World Health Organization, Erişim adresi: <https://www.who.int/about/governance/constitution>).

World Health Statistics 2023 - A visual summary (who.int), <https://www.who.int/data/stories/world-health-statistics-2023-a-visual-summary/>

BÖLÜM 11

SÜRDÜRÜLEBİLİR TARIMSAL ÜRETİM AÇISINDAN ÇİFTÇİLERİN MOTİVASYON DÜZEYLERİ (TOKAT İLİ ZİLE İLÇESİ ÖRNEĞİ)

Prof. Dr. Esen ORUÇ¹

¹ Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Ekonomisi Bölümü, Tokat, Türkiye. esen.orucbuyukbay@gop.edu.tr. Orcid ID: 0000-0002-0147-2742

GİRİŞ

Tarım sektörü, Cumhuriyetin kuruluşundan bugüne kadar, Türkiye'nin ekonomik ve sosyal gelişmesinde çok önemli görevler üstlenmiştir. Tarım; ülke nüfusunun beslenmesini sağlaması, milli gelire ve istihdama katkı sağlaması, sanayi sektörünün hammadde ihtiyacını karşılaması, sanayiye sermaye aktarması, ihracata doğrudan ve dolaylı katkıda bulunması gibi nedenlerden dolayı vazgeçilmez bir sektördür. Bunların dışında tarım sektörü: Stratejik bir önem taşıyan gıda ürünlerini üretmesi, giyinme, beslenme, sağlıklı çevrenin oluşması ve korunması, ekolojik dengenin kurulması ve sürdürülebilirliği gibi nedenlerden dolayı da son derece önemli bir sektör durumundadır.

Tarım kırsal alandaki en önemli geçim kaynağı olarak, kırsal yoksulluğu azaltma konusunda mutlaka üzerinde durulması gereken üretim alanlarıdır. Kırsaldaki yoksulluğu ele alırken yapılması gerekenlerin başında köy nüfusunun yaşamlarını idame ettirebilmek için nelere sahip olduklarını ve ne gibi aktivitelerde bulduklarını tüm yönleriyle ortaya koymak gelmektedir.

Aile çiftçiliği farklı ve çok sayıda kriter yoluyla tanımlanmaktadır. Özellikle kırsal alanlarda gıda güvenliğini sağlamak, geçim kaynaklarını iyileştirmek, doğal kaynakları daha iyi yönetmek, çevreyi korumak ve sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için aile çiftçiliğinin eşsiz bir fırsat sunduğu kabul edilmektedir (FAO, 2023a). FAO 2014 Aile Çiftçiliği Yılında "Ev içi ve çiftçilik faaliyetlerinin doğası gereği bağlantılı olduğu bir tarımsal faaliyet biçimi" olarak tanımlanan aile çiftçiliği gıda üretiminin sürdürülebilir güvenliği açısından vazgeçilmez bir önemde ele alınmaktadır (FAO, 2023b). Aile işletmelerinin sürdürülebilirliğinin bugün tehlikeye girdiğini ifade etmek mümkündür. Bunun nedenleri arasında; kırdan kente göçün yoğunlaşması, farklı alanlara farklı işlere yönelimlerin olması, tek bir gelirin evi geçindirememesi, girdi maliyetlerinin pahalılığı gibi sorunlar sıralanabilir.

Türkiye'de çiftçilerin, özellikle genç üreticilerin tarımdan çekildiğine vurgu yapan çok sayıda çalışma bulunmaktadır (Bingöl ve Meçik, 2021; Kızıltuğ ve Dağistan, 2021; Yıldırım, 2021; Özkan, 2016). TÜİK verilerine göre tarım sektöründe istihdam edilen kişi sayısı ise 2002'de 7 milyon 458 bin kişiye, 2022 yılı itibarıyla 4 milyon 650 bin kişiye gerilemiştir. Bu da son 20 yılda 2 milyon 808 bin daha az tarım çalışanı anlamına gelmekte, tarım sektöründe istihdam edilen kişi sayısının yüzde 38 azaldığını ortaya koymaktadır (TÜİK, 2023). İstatistikler ve çalışmalar tarım sektöründe

çalışanlar için mesleki bir isteksizliğin yayılışını işaret etmektedir. Mesleki motivasyonun, başarılı işlerde süreklilik sağlamak açısından önemi vurgulanmaktadır (Zeynel ve Çarıkçı, 2017).

Bu çalışma ile aile işletmeciliği ölçeğinde faaliyetlerini sürdüren çiftçilerin, tarımsal faaliyetlerini ne ölçüde motive bir durumda sürdürdükleri, günlük işlerinde ne ile motive oldukları, çiftçilik mesleğini ne kadar istekli yaptıkları ortaya konmaya çalışılmıştır. Onları motive eden faktörlerin belirlenmesi yoluyla, bu motivasyon kaynaklarının daha güçlü ve etkin hale getirilmesi konusunda çözüm önerileri geliştirilebilir. Çalışmada Tokat İli Zile İlçesi köylerinin seçilmesinin temel nedeni, geçimini birincil olarak tarımdan sağlayan yoğun bir çiftçi nüfusunun ve önemli düzeyde bir tarımsal üretimin olmasıdır.

1. MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmanın ana materyalini çiftçilerle yüz yüze görüşmeler yoluyla gerçekleştirilen anket çalışmasından elde edilen veriler oluşturmaktadır. Örnek hacmi gayeli olarak belirlenmiş, araştırma alanı olarak seçilen Tokat İli Zile ilçesine bağlı köylerde çiftçilik yapan 45 üretici ile görüşülmüştür.

Elde edilen veriler dijital ortama aktarılmış, tanımlayıcı istatistikler ve frekans tabloları ile değerlendirilmeye çalışılmıştır. Çalışmada parasal değerler daha doğru yorumlama ve daha sağlıklı bir karşılaştırma yapılabilmesi için Euro değerlerine dönüştürülmüştür. Dönüştürme işlemi için anket çalışmasının yapıldığı döneme (2021 Ocak) ait TC Merkez Bankası kur değerleri kullanılmıştır.

2. ARAŞTIRMA BULGULARI

2.1. Üreticilerin Sosyo-Demografik Özellikleri

Görüşülen hedef kitlenin bazı sosyo-demografik özellikler itibarı ile tanımlanması, araştırmanın amacına yönelik anket verilerini yorumlamayı daha anlamlı hale getirmektedir. Anket yoluyla bireylerden veri toplamaya dayalı bir çalışmada, esas konuya ilişkin soruların kimler tarafından cevaplandırıldığı önemlidir ve çalışmaya dahil edilen herhangi bir hedef kitlenin genel profili hakkında fikir sahibi olunması gerekir. Bu çalışmada da hedef kitlenin temel sosyo-demografik özellikleri belirlenmiştir.

Görüşülen kişiler köyde ikamet eden, küçük, orta ya da büyük ölçekte çiftçilikle uğraşan bireylerdir. Büyük çoğunluğu (%95,56) erkekler oluşturmaktadır. Ortalama yaş 45,13 olup, 35-60 yaş aralığı diğer gruplara göre daha yüksek orandadır (%44,44). Yapılan birçok çalışma, orta yaş olarak nitelendirilebilecek 40-60 arasının tarım sektörü içerisinde ağırlık kazandığını ortaya koymaktadır (Kıraner ve Kayalak 2022; Doğan ve Akdeniz, 2022; Yel, 2022; Salabgir ve Bostan Budak 2022; Yeşilayer, Gözener ve Yızdızbakan, 2022; Karşlı ve Karaman, 2022). Bu yaş aralığı genç bir yaş grubunu temsil etmemekle birlikte istatistiksel sınıflamalara göre uluslararası kabullerle çalışma çağı yaş aralığına dâhil ve verimli çalışma potansiyeli olan bir yaş aralığıdır. Kırsal kesimde tarımsal üretim faaliyetlerinin halen ağırlıklı olarak bu yaş grubu tarafından sürdürülüyor olması, sürdürülebilirlik açısından umut verici olarak değerlendirilebilir. Görüşülen bireylerin ailelerinde ortalama fert sayısı 4,08 kişidir.

Araştırma kapsamında görüşülen bireylerin buldukları gelir düzeyleri, Türk Lirası için söz konusu olan değişkenlik nedeniyle, anket dönemine ait Merkez Bankası kuruna göre (2021 Ocak), Euro değerine dönüştürülerek verilmiştir. Yıllık en düşük gelir 1 300 (1 351,35 €), en yüksek gelir 22 500 (22 522,22 €), ortalama gelir ise 6 000 €'nin (6 166,17€) biraz üzerindedir. En yüksek oranlı gelir aralığı %35,56 ile 4 000 – 6 000 € düzeyidir ve üreticilerin yaklaşık üçte ikisi (%64,45) yıllık olarak 2 000 – 6 000 € aralığında bir gelirle geçimini sağlamaktadır. Araştırmanın anket çalışmasının yapıldığı dönemde (01.01.2021 – 31.12.2021) Türkiye'de asgari ücret aylık bazda 318,232, yıllık bazda ise 3 818,78 €'dur (Resmi Gazete, 2020; Merkez Bankası, 2023). Araştırma bölgesindeki üreticiler için geçerli olan yıllık ortalama gelirin asgari ücretin üzerinde olduğu, çoğunluğun asgari ücrete yakın düzeylerde gelir elde ettiği anlaşılmaktadır. Buna karşın bölgede asgari ücretin altında gelir elde edenlerin oranının da (%37,78) önemli olduğu ifade edilebilir. Üreticilerin en önemli geçim kaynağının tarım olduğu anlaşılmaktadır (Tablo 1).

Tablo 1. Üreticilerin Sosyo-Demografik Özellikleri

KRİTERLER		Frekans (n)	Oran (%)	
Yaş	20-30	6	13,33	Ortalama yaş; 45.13
	31-45	16	35,56	
	46-60	20	44,44	
	61- +	3	6,67	
Cinsiyet	Erkek	43	95,56	
	Kadın	2	4,44	
Eğitim Düzeyi	Okuryazar Değil	1	2,22	
	Okuryazar	7	15,56	
	İlkokul Mezunu	15	33,33	
	Ortaokul	6	13,33	
	İlköğretim	3	6,67	
	Lise Mezunu	9	20,00	
	Yüksekokul	1	2,22	
	Fakülte Mezunu	3	6,67	
Yıllık Gelir Düzeyi (€/yıl)	2 000 € ve daha düşük	4	8,89	Ortalama yıllık gelir
	2 001 – 4 000 €	13	28,89	6 166,17 €/yıl
	4 001 – 6 000 €	16	35,56	Asgari ücret
	6 001 – 10 000 €	4	8,89	altında geliri
10 001 € ve daha fazla	8	17,78	olanların oranı %37,78	
Gelir Kaynakları	Tarım	45	100,00	
	Tarım dışı	14	31,11	
TOPLAM		45	100,00	

Görüşülen kişilerin tamamı tarımdan gelir sağlamakta, %31,11'i tarımın yanı sıra tarım dışı gelir de elde etmektedir. Tarım dışı olarak maaş-ücret tarım dışı gelir kaynakları arasında ilk sırada yer almaktadır. Çok düşük oranda ticaret yoluyla gelir elde edenler de bulunmaktadır (Tablo 1).

2.2. Üreticilerin Tarımsal Üretim Faaliyetleri

Görüşülen üreticilerin hangi ürünlerin üreticisi oldukları araştırmada ortaya konmuştur. Araştırma bölgesinde üretim deseninin hububat ve endüstri bitkileri ağırlıklı olduğu görülmektedir. Yem bitkileri ve baklagil grubu ürünler düşük oranlarda (%6,67 ile %2,22) üretici tarafından üretilip pazara sunulmaktadır. Meyve ve sebze grubu ürünlerden pazara sunulacak düzeyde üretilenlerin soğan ve üzüm olduğu, bu ürünlerin de düşük oranda (soğan

%111,11, fasulye ve üzüm %2,22) bir üretici grubu tarafından üretildiği belirlenmiştir. Bitkisel üretim yapmayan Üreticilerin oranı %13,33'tür (Tablo 2). Pazarı yönelik olarak bitkisel üretim yapmayan bu gruptaki üreticilerin çoğunluğu (%83,33) büyükbaş hayvancılık, kalanı küçükbaş hayvancılık yapmaktadır.

Tablo 2. Tarımsal Üretim Faaliyetlerine İlişkin Bilgiler

		Frekans (n)	Oran (%)
Pazar için yetiştirilen ürünler	Buğday	36	80,00
	Arpa	26	57,78
	Ayçiçeği	19	42,22
	Şeker Pancarı	9	20,00
	Soğan	5	11,11
	Yonca	3	6,67
	Yulaf	3	6,67
	Nohut	3	6,67
	Mısır	2	4,44
	Fasulye	1	2,22
	Mercimek	1	2,22
	Fiğ	1	2,22
	Üzüm	1	2,22
	Bitkisel üretim yapmayanlar	6	13,33
Hayvancılık faaliyetleri	Büyükbaş hayvancılık	23	51,11
	Küçükbaş hayvancılık	8	17,78
	Kanatlı hayvan yet.	1	2,22
	Arıcılık	2	4,44
	Hayvancılık yapmayanlar	14	31,11
Toplam		45	*

*Birden fazla seçenikle cevap verildiği için oransal dağılım toplamı yüzü aşmaktadır.

Üreticilerin hayvancılık faaliyetlerine ilişkin bilgiler de Tablo 2'de yer almaktadır. Üreticilerin %75,56'sı hayvancılık faaliyetlerinden en az biri ile uğraşmaktadır. Görüşülen üreticilerin %51,11'i büyükbaş, %17,78'i küçükbaş hayvancılık yapmaktadır. Kanatlı hayvan yetiştiriciliği (%2,22) ve arıcılık (%4,44) oldukça düşük oranlarda yapılmaktadır. Üreticilerin %31,11'i pazara yönelik olarak hayvancılık faaliyeti yapmamaktadır. Görüşülen üreticilerin

dörtte üçünün hayvancılıkla uğraşıyor olması, bölgede hayvancılığın da önemli bir faaliyet alanı olduğunu göstermektedir. Bu alandaki faaliyetler daha çok büyükbaş hayvancılık şeklindedir.

2.3. Üreticilerin Çiftçilik Konusunda Motivasyon Düzeyi ve Motivasyon Kaynakları

Bu bölümün konusu, çiftçilerin hem yaşam ortamları hem üretim alanları ve hem de geçim kaynakları olan tarımsal üretim konusundaki motivasyon düzeyleri ve motivasyon kaynaklarıdır. Çiftçi ve ailesinin üretimlerini memnuniyet içinde sürdürmeleri ve teknik ve ekonomik olarak başarıları, ne kadar motive olarak bu işi yaptıklarıyla ilişkilidir. Bireyin kendini motive edebilmesinin dışarıdan bir etkiyle değil, kendi içinde yarattığı doğal bir güdü olduğu belirtilmektedir. Başarı güdüsünü ortaya çıkarabilen, olumlu düşünebilen, inisiyatif kullanabilen ve sorumluluk alabilen kişilerin, olumlu duygularını harekete geçirmek yoluyla içsel motivasyonunu sağlayabileceği ifade edilmektedir (Kotelnikov, 2006'dan aktaran; Doğan ve Demiral, 2007).

Bu bölümde ele alınan konunun alan araştırması kısmında da, görüşülen üreticilerin çiftçilik konusunda ne düzeyde motive durumda oldukları, hangi faktörlerin onları motive ettiği ve ne gibi faktörlerin motive edebileceği belirlenmeye çalışılmıştır.

Öncelikle motivasyon düzeyleriyle ilgili bazı sonuçlara varılmak istenmiş ve üreticilere tarımsal üretim alanında faaliyet gösterme konusunda ne kadar istekli oldukları sorulmuştur. Bu konuda verilen cevapların oransal dağılımı genel olarak çiftçilerin çalıştıkları üretim alanı için isteksiz olmadığını ortaya koymaktadır. Üreticilerin yarıya yakın bölümü (%48,89) tarımsal üretimde faaliyet gösterme konusunda orta düzeyde bir isteklilik duyduklarını belirtmişlerdir. Bu cevap, güçlü bir motivasyon olmadığını hissetmekte, bu gruptaki çiftçilerin işlerini rutin bir motivasyonla sürdürdükleri anlaşılmaktadır. Üreticilerin önemli kısmının yer aldığı bu grubun, motivasyonlarını tamamen kaybetmemiş oldukları için, daha güçlü bir şekilde motive edilmesi mümkün ve önemli görülmektedir. Tarımsal üretim alanında faaliyet göstermek konusunda istekliliğinin zayıf ya da çok zayıf olduğunu belirten üreticiler düşük bir oranda (%15,56) olmakla beraber, her 10 üreticiden neredeyse ikisinin tarımsal üretim alanında faaliyet gösterme konusunda

motivasyonunu kaybetmiş olduğu anlaşılmaktadır. Diğer yandan görüşülen çiftçilerden %35,56'sı, yaptıkları iş konusunda güçlü bir şekilde motive durumda olduklarını ifade etmişlerdir. Tarımsal üretimin sürdürülebilirliği açısından, çiftçiliği yüksek motivasyonla yapan bu üreticilerin üçte birden fazla bir oranla (%35,56), motivasyonunu kaybetmiş olan grubun iki katından fazla olmaları umut verici olarak değerlendirilebilir.

Tarımsal üreticilik konusunda isteksiz olduğunu belirten grupta bulunan çiftçiler, aileden gelen bu işi başka seçenekleri olmadığı için yaptıklarını ifade etmişlerdir. Çiftçilik konusunda motivasyonu güçlü olan üreticilerden bir kısmı ise, tarımsal üretimden iyi gelir elde ettikleri için bu üretim alanında faaliyet göstermeye devam etmek konusunda istekli olduklarını belirtmişlerdir.

Manisa İli Akhisar ilçesinde yürütülen bir araştırmada, yörede faaliyet gösteren gençlerin çiftçiliğe olan eğilimleri ortaya konulmaya çalışılmış, araştırma sonucunda gençlerin çiftçiliğe başlama ve devam etme konusunda istekliliklerine ilişkin bulgular ortaya konmuştur. 18-25 yaş arası 100 gençle yüz yüze anket yolu ile elde edilen verilerden ulaşılan sonuçlara göre, gençlerin %56'sı çiftçilik mesleğine başlama/ devam etmek istemekte, %44'ü ise istememektedir (Arlı ve ark., 2014). Çiftçiliğe başlamak istemeyen %44 küçümsenecek bir oran olmamakla birlikte, araştırmanın 8-25 arası genç bireylerle yürütüldüğü dikkate alındığında çiftçilik yapmaya istekli %56 oranı tarımın sürekliliği açısından pozitif yönlü bir beklenti oluşturmayı mümkün kılmaktadır.

Bu çalışmanın alan araştırmasına katılan çiftçilere, faaliyet gösterdikleri üretim alanında daha iyi, daha başarılı olmayı ne kadar istedikleri de sorulmuş ve onların işleri konusunda başarı güduları belirlenmeye çalışılmıştır. Başarı güdüsünün, bireylerin bireysel ve profesyonel hedeflere ulaşma isteklerini, bu hedeflere ulaşmak için gayretli çalışma ve zorluklara meydan okuma eğilimlerini arttırdığı bilinmektedir (Kaya ve Selçuk, 2007). Araştırmalara göre, yüksek başarı güdüsüne sahip bireyler, orta derecede risklere girmeyi istemekte, çoğunlukla kendilerini işlerine adanmakta, gönüllü olarak sorumluluk üstlenmekte ve zorluklar karşısında yılmamaktadırlar (McClelland, 1961'den aktaran; Kaya ve Selçuk, 2007). Hırslı ve azimli çalışma ve göreve ilişkin motivasyon başarı ihtiyacının ana unsurları arasında sayılırken, bir hedefe ulaşmak için, uzun süre büyük çaba harcama isteğini

ortaya çıkaran ısrar ve inat ikincil unsurları arasında sayılmaktadır (Schuler ve Prochaska, 2001'den aktaran; Kaya ve Selçuk, 2007).

Tablo 3. Görüşülen Üreticilerin Motivasyon Düzeyleri ve Motivasyon Kaynakları

		Frekans (n)	Oran (%)
Tarımsal üretim alanında çalışma konusunda isteklilik	Hiç yok	3	6,67
	Çok zayıf	4	8,89
	Orta düzeyde	22	48,89
	Güçlü	9	20,00
	Çok güçlü	7	15,56
Tarımsal üretimde daha başarılı olma isteği	Hiç yok	3	6,67
	Çok zayıf	4	8,89
	Orta düzeyde	7	15,56
	Güçlü	16	35,56
	Çok güçlü	15	33,33
Günlük işlerine başlama	Çok zorlanarak, çok isteksiz başlar	1	2,22
	Biraz zorlanarak, isteksiz başlar	9	20,00
	Orta düzeyde zorlanarak başlar	16	35,56
	Zorlanmaz, istekli başlar	12	26,67
	Hiç zorlanmaz, çok istekli başlar	7	15,56
Üretim dönemi başında ne üreteceğine karar verirken	Çok sıkıntılı hisseder	4	8,89
	Biraz sıkıntılı hisseder	9	20,00
	Rutin, her zamanki gibi hisseder	19	42,22
	Heyecanlı ve istekli hisseder	9	20,00
	Çok heyecanlı ve istekli hisseder	4	8,89
Günlük işleri için motive eden faktörler	Para kazanma	24	53,33
	İşini tamamlama sorumluluğu	9	20,00
	İşini iyi yapma ideali ya da isteği	6	13,33
	İşi başarılı yapacağına duyduğu güven	5	11,11
	Hiçbir faktör motive etmez	1	2,22
Çiftçilik için motive eden faktörler	Daha fazla para kazanma –daha iyi gelir	32	71,11
	Diğer çiftçiler arasında itibar	11	24,44
	Kendime güven duygusu	7	15,56
	Hiçbir faktör çiftçilik için motive etmez	1	2,22
	Toplam	45	*

Araştırmada çiftçilerin tarımsal üreticilik konusunda daha başarılı olma istekleri konusundaki cevaplara göre dağılım Tablo 3’de yer almaktadır. Önceki cevaplarla örtüşür şekilde, daha başarılı olma isteği taşımayan üreticiler de %15,56 oranındadır. Çiftçilik konusunda isteksiz olduğunu belirten üreticiler, bu alanda daha başarılı olma isteği de taşımamaktadır. Başarılı olma isteği konusunda orta ve yüksek düzeyde isteklilik oranlarının dağılımı ise, tarımsal üretim alanında çalışma isteğinden farklılık göstermiştir. Tarım üreticisi olarak faaliyet göstermek isteği orta düzeyde olan üreticilerin çoğunluğu, daha başarılı olma konusunda güçlü ve çok güçlü istekli düzeylere kayma göstermiştir. Bu durum, önceki soruda çiftçilikle geçimini sağlamak konusunda orta düzeyde istekli olduğunu ifade edenlerden önemli bir kısmının cevaplarına açıklık getirmekte ve gerçekten tarımsal üretim yapmayı istediklerini düşündürmektedir. Tarımda üretim yapmaya orta düzeyde motivasyonla devam eden gruptan, daha başarılı üretici olmayı isteyen gruba kayan üreticilerin, yaptıkları iş konusunda kendilerini çok başarılı bulmadıkları için motivasyon düşüklüğü yaşıyor olma olasılıkları güçlü görünmektedir. Daha başarılı olmayı güçlü bir şekilde isteyenler %35,56 ve çok güçlü isteyenler %33,33 olmak üzere toplamda %68,89 oranıyla üreticilerin üçte ikisinden fazlası daha başarılı tarımsal üretim yapmak istemektedirler. Bu istekliliğin, üreticilerin tarımsal üretim alanında kalmaya devam etme eğilimlerine işaret ettiği düşünülmektedir.

“Çiftçiler günlük tarım işlerine nasıl başlıyorlar, işe başlamakta zorlanıyorlar mı?” soruları, yine görüşülen üreticilerin iş motivasyonlarını belirlemek amacıyla sorulmuş, bu soruya verilen cevaplarla da motivasyon düzeyleri netleştirilmeye çalışılmıştır. Günlük işlerine çok zorlanarak ya da çok isteksiz başlayan üreticilerin oranı (%2,22) oldukça düşüktür. Ancak her beş üreticiden biri günlük işine biraz isteksizlikle ve zorlanarak başlamaktadır. Günlük tarım işlerine orta düzeyde zorlanarak ve yine ortalama bir motivasyonla başladığını belirten üreticilerin oranı %35,56 ile diğer düzeylere göre en yüksek oranı almıştır. Günlük tarım işlerine istekli bir halde ve zorlanmadan başlayan üreticilerin oranı %26,67 ile az ya da çok zorlandığını belirten çiftçilerden (%22,22) yüksek orandadır. İşlerine hiç zorlanmadan ve çok istekli başladığını ifade eden %15,56 oranındaki grubun, oldukça motive oldukları anlaşılmaktadır. Orta düzeyde istekli grup ihmal edilerek, günlük işlerine isteksiz ve istekli başladığını net olarak ifade eden çiftçiler oransal

olarak karşılaştırıldığında, işlerine motive olarak ve zorlanmadan başlayanların isteksiz ve zorlanarak başlayan çiftçilerin neredeyse iki katı bir oranda (%22,22 ve %42,23) olduğu görülmektedir.

Çiftçilerin işlerini sevme, motive durumda olup olmama hallerini belirlemek amacıyla yöneltilen bir başka soru, üretim dönemi başında üreteceği ürün kararını karar verirken nasıl hissettikleri konusunda olmuştur. Bu soru ile üretim dönemi başında ne ölçüde motive edici bir heyecan taşıdığı ve üretim kararını nasıl bir iç dinamiği altında verdiğini belirlemektir. Bu şekilde, çiftçilik konusunda motivasyon düzeyine farklı bir açı kazandırılmaya çalışılmıştır.

Tarımsal üretim sanayi üretimden birçok açıdan farklılık göstermektedir. Sanayi sektöründe bir üretim ünitesinde genellikle belirli bir ürün üretimi gerçekleştirilir. Tarımsal üretimde ise hangi ürünün üretileceği kararı her yıl en az bir kere gözden geçirilebilir ve yenilenebilir. Üstelik üretim süreci başında üretim deseni işletmenin geliri ve üretim süreci için önemli farklılıklar ortaya çıkarır. Tarım işletmesi bir üretim sezonu başında, doğal koşullar elverdiği ölçüde, daha önce hiç üretmediği bir ürünün yetiştiriciliğine ve pazarlamasına bile karar verebilir. Buna karşın ne üreteceğine karar verirken çevresindeki diğer üreticileri dikkate alarak, geleneksel bir yaklaşımla, alternatif ürün olasılıklarını gözden geçirmeden, defalarca ürettiği ürünleri de tercih edebilir. Üreticilerin dönem başında yetiştireceği ürüne ya da ürünlere karar verirken aldığı tavır, onun tarımsal üretimle ilgili heyecanı ve dolayısıyla işi konusundaki motivasyonu konusunda bir gösterge olarak kabul edilebilir.

Görüşülen üreticiler %42,22 ile en yüksek oranla, yeni bir üretim sezonunda ne üreteceğine karar verirken kendini ne sıkıntılı ne de heyecanlı hissetmeyen, rutin ve her zamanki gibi hisseden grupta yer almışlardır. Bunun dışında sıkıntılı hissedenlerle heyecanlı ve istekli hissedenler aynı oranlardadır (%28,89). Ürün kararı verirken heyecanlı ve istekli hissettiğini belirten üreticilerin tarımsal üretimi sürdürme eğiliminin daha güçlü olması muhtemeldir. Üreteceği ürüne karar verirken sıkıntılı ya da çok sıkıntılı hisseden üreticilerin, bu durumlarının nedenlerinin, yeni çalışmalarla ortaya konması önemlidir.

Tarımsal üretim konusunda motivasyon düzeyleri ortaya konmaya çalışılan üreticilerin motivasyon kaynakları da belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla öncelikle günlük işleri için ve genel olarak tarımsal üreticilik alanında faaliyet göstermek için yani çiftçilik için onları neyin ya da nelerin istekli hale

getirebileceği ayrı iki soru olarak yöneltmiştir. Sonuçlar para kazanma ve daha iyi gelir elde etme arzusunun en önemli motivasyon kaynağı olduğunu ortaya koymuştur. Üreticilerin yarısından fazlası günlük tarım işlerini yaparken, %71,11 gibi önemli bir çoğunluğu ise tarımsal üretim alanında faaliyet göstermeyi sürdürmek için, iyi kazanç sağlama hedefiyle motive olmaktadır. Bu hedefin çiftçileri motive etme konusunda etkili bir faktör olması, tahmin edilebilir ve beklentilere uygun bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Bu sonuç tarımsal üretimin ve aile çiftçiliğinin devamı için, bu alanda faaliyet gösteren aile işletmelerine daha iyi geliri mümkün kılacak çözümlerin önemini bir kez daha ortaya koymaktadır.

Görüşülen üreticileri günlük işlerini yapma konusunda istekli hale getiren bir başka faktör de %20 oranı ile işini tamamlama konusunda duyduğu sorumluluk duygusudur. Bu sorumluluğun günlük işlerini yapma konusunda kendisini motive ettiğini belirten çiftçiler ancak beşte bir oranındadır. Daha düşük oranlarda çiftçi için günlük işlerinin yaparken etkili diğer iki motive edici faktör, işi iyi yapma idealizmi (%13,33) ve çiftçinin tarımsal üreticilik alanında başarısına olan inancı ya da güvenidir (%11,11).

Tarımsal üretim alanında faaliyet göstermeyi sürdürme konusunda ise, para kazanma, iyi kazanç ya da iyi gelirin dışında %24,44 oranıyla ikinci sırada etkili motivasyon kaynağı, üreticinin çevresindeki çiftçiler arasında kazandığı ya da kazanacağı itibardır. Tarımsal üretim alanında faaliyet gösterme konusunda %15,56 oranında üreticiyi motive eden bir başka faktör kendine güven duygusu olarak ifade edilmiştir.

3. SONUÇ ve ÖNERİLER

Belirli bir kesimin tarım sektöründe üretim yapmayı tercih etmesi ve özellikle aile çiftçiliği niteliğinde işletmelerle bu sektörün devam ettirilmesi, tarımsal üretimde sürdürülebilirlik açısından kritik bir noktayı ifade etmektedir. Bir tarafta çevresel kriterler ve insan sağlığı açısından, tarımsal üretimin teknik olarak sürdürülebilir nitelikte gerçekleşmesi konusu acil çözülmeyi beklerken, diğer taraftan kırsal alanda yaşayan nüfus ve tarım sektöründe üretim yapmaya devam ederek geçimini sağlayan kitlenin alanlarında tutulması, bir başka sürdürülebilirlik boyutu olarak çözüm beklemektedir. Bu çalışmada, tarımsal üretimi aile çiftçiliği niteliğinde gerçekleştiren işletmelerde, çiftçilerin yaptıkları iş konusundaki motivasyon düzeyleri ve motivasyon kaynakları

belirlenmeye, böylece onların tarımda kalmaya devam etme eğilimleri mesleki motivasyon açısından ele alınmaya çalışılmıştır.

Ulaşılan sonuçlar, tarımsal üretime devam eden çiftçiler arasında motivasyonunu tamamen kaybetmiş olanlar diğerlerine göre düşük oranlarda kaldığını göstermektedir. Çiftçilerin çoğunluğu üretimlerini en az orta düzeyde bir motivasyonla gerçekleştirmektedirler. Yüksek motivasyonlu çiftçilerin oranı da küçümsenmeyecek düzeydedir.

Araştırma bölgesinde üreticilerin çoğunluğu tarımsal üretim alanında faaliyet göstermek için motive halde ve daha başarılı tarım yapma konusunda isteklidir. Buna karşın yine çoğunluk, günlük işlerine az ya da çok zorlanarak başlamaktadır ve üretim dönemi başında hangi ürünü üreteceğine karar verirken heyecanlı ve istekli hissetmemektedir. Çiftçiler için günlük işlerine başlama konusunda da, tarım alanında üretim yapmaya devam etme konusunda da en önemli motivasyon kaynağı iyi düzeyde kazançtır. Çiftçileri motive eden diğer faktörler, işini tamamlama sorumluluğu, işini iyi yapma ideali, işini başarılı yaptığına olan inanç ve kendine güven, diğer çiftçilerin gözündeki itibardır.

Araştırma ile ortaya konan bulgular dikkate alınarak, tarımda aile işletmelerine daha iyi gelir sağlama konusunda sağlanacak destek yoluyla, üretim süreçlerinde motivasyonlarının güçlendirilebileceği sonucuna varılabilir. Tarımsal üretim alanında henüz motivasyonunu kaybetmemiş ancak belki de istekliliğini kaybetme sınırında olan orta düzeyde motive, günlük işlerine başlarken az da olsa zorlanan, üretim sezonu başında rutin ve heyecansız bir karar süreci yaşayan, bunlara karşın daha başarılı bir tarım üreticisi olma konusunda istekli olan çiftçi grubunun üzerinde durulması önemli görülmektedir. Bu gruptaki üreticilerin daha başarılı üretim yapma istekliliği dikkate alınarak, tarımsal yayım ve danışmanlık hizmetlerinin aile işletmelerinin daha başarılı üretim yapabilmesi için nasıl geliştirilmesi ve organize edilmesi gerektiği araştırılmalıdır. Üretim sürecinin planlama aşamasından pazarlama aşamasına kadar sağlanacak etkili danışmanlık desteği, tarımın küçük ölçeklerle büyük önem arz eden üretimini gerçekleştiren aile işletmelerinin devamlılığında kritik rol üstlenebilir. Tarım sektörünün hücrelerini temsil eden küçük ölçekli işletmeler, doğru üretim kararlarıyla sezona başlayarak, modern tarım ilkeleriyle, bilinçli ve organize üretim yaparak, üretimlerini en güçlü pazarlama yöntemleriyle kazanca dönüştürerek

faaliyetlerini sürdürebilmelidir. Bu şekilde diğer üretim alanları gibi tarım sektöründe de ekonomik kazanç ve başarı gibi önemli motivasyon kaynakları aktive edilmiş olacaktır. Motive ya da istekli yapılmayan hemen her işin başarılı bir şekilde sürdürülebilirliğinin risk altında olduğu açık bir gerçeklik olarak kabul edilmelidir.

KAYNAKÇA

- Bingöl, Ş. & Meçik, O. (2021). Yeni Kapitalizm ve Türkiye’de Tarım Sektörünün Dönüşümü . Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , 23 (2) , 586-605 . DOI: 10.32709/akusosbil.804695
- Doğan, H. G. & Akdeniz, Y. (2022). Tarım Danışmanlığı Sisteminin Hizmet Alan Çiftçiler Aracılığıyla Değerlendirilmesi (Konya ili Örneği) . Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 11 (2), 277-285 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/en/pub/gbad/issue/73117/1150656>
- Doğan, S. ve Demiral, Ö. (2007). Kurumların Başarısında Duygusal Zekânın Rolü ve Önemi. Yönetim ve Ekonomi:14/1 (2007) 209-230.
- FAO. (2023a). Introducing The UN Decade of Family Farming 2019-2028. <https://www.fao.org/family-farming-decade/about/en/>
- FAO. (2023b). World Agricultural Watch. <https://www.fao.org/world-agriculture-watch/tools-and-methodologies/definitions-and-operational-perspectives/family-farms/ar/>
- Karşlı, B. ve Karaman, S. (2022). Tarımsal Üretim Problemlerinin Çözümünde Dini Tutum ve Davranışların Analizi. Cumhuriyet İlahiyat Dergisi, vol.26, no.1, pp.153-172, 2022
- Kaya, N. ve Selçuk, S. (2007). Bireysel Başarı Güdüsü Organizasyonel Bağlılığı Nasıl Etkiler?. Doğu Üniversitesi Dergisi, 8 (2) 2007, 175-190
- Kayalak, S. & Kıraner, O. (2022). Çiftçilerin Sosyal Güvenlik Sistemiyle İlgili Tutumları: Çanakkale İli Örneği. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 10 (1) , 109-117. DOI: 10.33202/comuagri.1076894 <https://dergipark.org.tr/tr/pub/comuagri/issue/71399/1076894>
- Kızıltuğ, T. ve Dağistan, E. (2021). Türkiye’de Tarım Sektöründeki Küçük Aile İşletmelerinin Pazarlama Desteklemeleri Üzerine Bir Güven Oyunu. Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 9(1): 98-105, 2021. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v9i1.98-105.3735>
- Özkan, A. (2016). Türkiye Tarımında Yaşanan Sorunlar ve Alternatif Tarımsal Üretim Anlayışlarının Değerlendirilmesi. Balıkesir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü dergisi, Cilt: 19 – No: 35.
- Salabgir, S. & Budak, D. B. (2022). Aşağı Seyhan Ovasında Açık ve Kapalı Sulama Sistemlerinin Üreticiler Tarafından Değerlendirilmesi. Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi , 37 (2) , 104-111 . DOI: 10.36846/CJAFS.2022.79 https://dergipark.org.tr/en/pub/cutarim/issue/74660/1100035#article_cite
- Resmi Gazete. (2020). Tebliğ: Aile, Çalışma ve Sosyal Hizmetler Bakanlığında Asgari Ücret Tespit Komisyonu Kararı. 28/12/2020 Tarihli v3 2020/1 No’lu Karar. 30 Aralık 2020 tarihli ve 31350 Sayılı Resmi Gazete.

- <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2020/12/20201230-2.pdf>
TC Merkez Bankası.(2023). Gösterge Niteliğindeki Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Kurları. TC merkez Bankası web sayfası, İstatistikler, Döviz Kurları.
<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Doviz+Kurlari/Gosterge+Niteligindeki+Merkez+Bankasi+Kurlarii/>
- Yel, Ç. (2022). İnsan - Doğa İlişkisi: İzmir Örneğinde Çiftçilik. İçinde bölüm: “Sosyolojide Karma Desen Araştırmalar”. Editör: Aytül Kasapoğlu. Yeni İnsan Yayınevi-359, Eğitim Serisi: 60, ISBN: 978-625-7537-49-0.
- Yeşilayer, A., Gözener, B. & Yıldızbakan, R. (2022). Mersin İli Tarsus İlçesinde Mısır Üretiminde Görülen Bitki Koruma Sorunlarının Belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, 11 (2), 299-310. Retrieved from
<https://dergipark.org.tr/en/pub/gbad/issue/73117/1189296>
- Yıdırım,U.D. (2021). Türkiye’de Kırsal Dönüşüm Süreçleri ve Tarımda Mevsimlik İşçi Göçleri: Sakarya Örneği. G. Ü. İslahiye İİBF Uluslararası E-Dergi, Yıl: 2021, 5(5):128-135
<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/2159315>
- Yılmaz, H. , Dağ, M. M. & Öztürk, Ş. N. (2022). Semt Pazarlarında Süt ve Süt Ürünleri Satan Kadın Çiftçilerin Sosyo-Ekonomik Özellikleri, İşletme Yapıları ve Sorunlarının Belirlenmesi: Isparta İli Örneği. Hayvan Bilimi ve Ürünleri Dergisi, 5 (2), 71-80. DOI: 10.51970/jasp.1152167
https://dergipark.org.tr/en/pub/jasp/issue/74119/1152167#article_cite
- Zeynel, Y. D. D. E. & Çarıkçı, P. D. İ. H. (2017). Akademiyenlerin Mesleki Motivasyon Algı Düzeyini Ölçmeye Yönelik Bir Mesleki Motivasyon Ölçeğinin Tasarımı . Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi , 17 (3) , 125-148 . DOI: 10.18037/ausbd.417286

BÖLÜM 12

KENELER VE KENE KAYNAKLI HASTALIKLAR

Dr. Öğr. Üyesi Gönül ARSLAN AKVERAN¹

¹ Hitit Üniversitesi, Alaca Avni Çelik Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı, Çorum, Türkiye, gonularslan@hitit.edu.tr, ORCID ID 0000-0003 4114-9234

GİRİŞ

Tarımın sürdürülebilirliği açısından tarım işçilerinin karşılaştıkları/karşılaşabilecekleri sorunların araştırılması ve alınacak önlemlerin belirlenmesi gerekmektedir. Tarım, kırsal kalkınmada önemli bir sektördür. Tarım işçileri, ürünlerin tarlalardan market raflarına kadar uzanan yolculuklarının neredeyse her aşamasında rol almaktadırlar.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)' nun İşgücü İstatistikleri Raporu'na göre, 2018 yılı Ekim ayında, toplam işgücünün %19'unu tarım sektöründe çalışanlar oluşturmaktadır. Meclis Araştırma Komisyonu Raporu (2015)' na göre TÜİK, 2015' de toplam istihdamın %20' sine yakınının tarım sektöründe çalışanlardan (5.4 milyon) ve bunun neredeyse yarısının da mevsimlik tarım işçilerinden oluştuğunu ortaya koymuştur. Genellikle kayıt dışı olan mevsimlik tarım işçileri için 546 bin (Çelik, Şimşek, Yüce Tar, & Kırca, 2015), 485 bin (Selek Öz & Bulut, 2016) ve 300 bin gibi sayılar kayıtlara geçmiştir. Çocuk işçiler de dahil edildiğinde mevsimlik tarım işçilerinin sayılarının 1 milyona yaklaşabileceği öngörülmektedir. (Meclis Araştırma Komisyonu Raporu, 2015). Dünya genelinde ise toplam istihdamın %40'ını tarım sektöründe ücretli çalışan işçilerinin oluşturduğu belirtilmiştir (Hurst, Termine, & Karl, 2005). Amerika Bileşik Devletleri'nde tarım sektöründe yılda 2.5 milyon kişinin çalıştığı ve bunun yaklaşık 1.4 milyonunu mevsimlik tarım işçilerinin oluşturduğu kaydedilmiştir (Donham & Thelin, 2016; Orhan, 2017).

Uluslar Arası Çalışma Örgütü verilerine göre, tarım sektörünün istihdam ettiği kişi sayısı 1.3 milyardır ve her sene yaklaşık 170.000 kişi iş kazaları ve mesleki hastalıklar nedeniyle hayatını kaybetmektedir. Avrupa Birliği İstatistik Ofisi' ne göre tarım sektörü iş kazaları açısından ikinci sıradadır. Türkiye' de Tarımda İş Güvenliği ve İş Sağlığı Sözleşmesi 21 Haziran 2001 tarihinde resmen kabul edilmiştir. Tarım işçileri sözleşme kapsamında iş güvenliği ve iş sağlığı hakkında bilgi edinme, iş yerindeki sağlık ve güvenlik tedbirlerinin denetim ve uygulamasına katılım sağlama, temsilcilerini seçme ve riskli buldukları bir uygulamanın olası risklerinden uzak durma haklarına sahiptirler (Orhan, 2017).

Tarım işçileri için olası riskler sıcak çarpması gibi açık havada çalışmaya bağlı riskler, güvenlik önlemlerinden yoksun traktörlerin kullanımı sırasında insan kaynaklı ve/veya makina kaynaklı oluşabilecek mekanik riskler, çalıştıkları bölgelere yolculukları sırasında uygun olmayan ulaşım araçlarının

kullanılmasıyla ortaya çıkan riskler, elektrik tesisatları ve yüksek gerilim hatlarının neden olduğu riskler, uzun saatler uygun olmayan pozisyonlarda çalışmaya bağlı kas-iskelet-dolaşım sistemi sorunlarına neden olan riskler, ilaçlama ve gübreleme sırasındaki kimyasal riskler, yaşam alanlarıyla ilgili riskler, temiz içme ve kullanma suyuna ulaşmamak gibi beslenme ortamıyla ilgili riskler ve *kene enfestasyonları gibi biyolojik risklerdir*.

Tarım çalışanlarında psikolojik sorunlar, dermatolojik sorunlar, solunum sistemi hastalıkları, kazalar, yaralanmalar, kanserler ve *bulaşıcı hastalıklar* sık karşılaşılan problemler arasındadır. Tarım işçilerinin sağlığını riske eden bulaşıcı hastalıklar *su kaynaklı hastalıklar* ve *zoonoz hastalıklardır*.

Tarım işçilerinde gözlemlenen su kaynaklı hastalıkların nedeni sulama, içme ya da kullanma suyu olabilir. Su ile bulaşın kaynağı Şistozomiazis’de olduğu gibi salyangoz, midye gibi suda yaşayan omurgasız canlıların vücuduna yerleşen parazit yumurtalarından gelişerek suya dökülen larvaları içeren su ile temas etmek ya da suyu içmek ve/veya tifo, kolera gibi hastalıklarda olduğu gibi dışkıyla kontamine suyu kullanmak olabilir. Sebze ve meyve yetiştiriciliğinde tarımsal sulamada kontamine suların kullanılmasıyla, mikroorganizmalar ve parazitler tarım işçilerinde ve tüketicilerde hastalıklara neden olabilir. Diğer taraftan su yokluğunda kişisel hijyen ve temizlik yeterli olamayacağı için basilli dizanteri gibi hastalıklar ortaya çıkıp yayılabilir. Ayrıca sıtma, tripanozomiazis gibi hastalıklar suda üreyen vektörler aracılığıyla bulaşmaktadır (Yavuz, 2013).

Zoonoz kelimesi hayvanlardan insanlara geçen hastalıkları tanımlamaktadır. Dünya Sağlık Örgütü zoonozu “bir arthropod aracılığı ile nakledilebilir veya bir arthropod olmaksızın omurgalı hayvanlar ve insanlar arasında doğal olarak aktarılabilen hastalıklar” olarak tanımlar. Zoonotik hastalıkların insanlara bulaşı, enfekte hayvanların kanlarına, vücut salgılarına ve diğer çıkartılarına ya da enfekte hayvanlara ait deri-kürk gibi materyallere temas ile olabildiği gibi, kontamine hayvansal gıdaların tüketimiyle de olmaktadır. Zoonozlar viral, bakteriyel, paraziter, fungal ve prion zoonozlar olarak gruplandırılırlar. İnsanlarda bulaşıcı hastalıkların önemli bir kısmı zoonotiktir ve birçoğu omurgalı hayvanlardan insanlara geçmektedir. Genellikle evcil ve yabani hayvanlar zoonotik hastalıkların kaynağını oluşturur ancak daha kompleks bir şekilde arthropod vektörler de zoonoz hastalıkları bulaştırabilir. Kene ve sivrisinek gibi vektörler kan emme sırasında zoonotik

hastalık etkenlerini rezervuar hayvanlardan insanlara taşımaktadır (T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019-2023). Bugüne kadar Dünya’ da 200’ den fazla zoonoz tanımlanmıştır, Türkiye’de ise 37 bakteriyel, 28 parazitik (10 nematod, 8 protozoon, 7 sestod ve 3 trematod), 29 viral ve 13 mantar olacak şekilde 107 farklı zoonotik enfeksiyon bildirilmiştir (İnci, Doğanay, Özarendeli, Düzlü, & Yıldırım, 2018).

Türkiye’deki önemli zoonozlar arasında bakteriyel Bruselloz, Tularemi, Leptospirozis, Şarbon; Viral Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA), Kuduz, Batı Nil Ensefaliti ve Hantavirüs; Protozoal Leishmaniazis; Helmintik Kistik Ekinokokkozis enfeksiyonu sayılabilir. Zoonotik hastalıkların enfeksiyon etkenlerinin insanlara bulaşma yolları arasında inhalasyon (Q ateşi), kontamine gıda veya su tüketimi (Salmonella ve Brusella), hayvan ısırıkları (Kuduz), kontamine su ile temas (Leptospiroz, Şistozomiyaz) ve *artropod vektörlerle bulaş* (KKKA, Lyme hastalığı, Arbovirüs enfeksiyonları) sayılabilir.

Tarımda Güvenlik ve Sağlık Hakkında Sözleşme, 2001 (C184)’ e göre Tarımda Güvenlik ve Sağlık açısından biyolojik maruziyetler önemli bir yer tutmaktadır ve kene enfestasyonu vakaları artropod vektörlerle bulaş açısından önemli bir biyolojik tehdittir.

Keneler protozoal, bakteriyel ve viral birçok patojeni insanlara ve hayvanlara bulaştıran önemli bir vektördür. Kene kaynaklı hastalıklar insanlarda halk sağlığı problemine dönüşebilir, çiftlik hayvanlarında ise ölüm, verim kaybı, deri kalitesinde düşme gibi nedenlerle ekonomik kayıplara sebep olur (Estrada-Peña & Jongejan, 1999; Sparagano et al., 1999).

Türkiye; iklimik koşullarından, bu coğrafyada yaşayan yabancıl hayvanların çeşitliliğinden ve hayvan yetiştiriciliğinin yaygınlığından dolayı birçok kene türünün varlığına izin verir ve bu nedenle kene kaynaklı patojenlerin sirkulasyonu açısından oldukça uygun bir bölgedir (Vatansever, Gargili, Aysul, Sengoz, & Estrada-Peña, 2008). Bu patojenlerin en iyi bilinenleri arasında KKKA virüsü, *Anaplasma* spp., *Babesia* spp., *Borrelia* spp. ve *Rickettsia* spp. sayılabilir (Gargili et al., 2012; Kar et al., 2011; Karaer et al., 2011; Vatansever et al., 2008).

Kene enfestasyonu ve kene kaynaklı hastalık bulaşması açısından tarım işçiliği önemli bir risk faktörüdür (Goodman, 2005). Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı’na göre ülkemizdeki en önemli ve tanınan kene kaynaklı hastalık olan KKKA ile enfekte hastaların %92’ sini tarımla uğraşanlar

oluşturmaktadır (<https://www.saglik.gov.tr/>). Batman’da acil servise kene enfestasyonu şikayeti ile başvuran hastaların %82’ sinin kırsal kesimde yaşadığı ve/veya kırsal kesimle ilişkili oldukları kaydedilmiştir (Al, Yıldırım, Söğüt, & Yeşilkaya, 2008). Başka bir çalışmada toplam 1670 KKKA olgusundaki hastaların % 69’ unun kırsal alanda yaşadığı ve %34’ ünün tarım ile uğraştığı bildirilmiştir (Yılmaz et al., 2009). Tokat ilinde KKKA hastalarının %73’ ünün çiftçi olduğu tespit edilmiştir (Kazan & Sümer, 2019). Kastamonu’da Devlet Hastanesi’nde tanı konulan yüze yakın KKKA olgusunda hastaların %91’ inin hayvancılık/çiftçilik ile uğraştığı tespit edilmiştir (Bakir-Özbey, 2010). Tüm bu bulgular, ülkemizde KKKA hastalığı için en riskli grubu tarım ve hayvancılık alanında çalışanların oluşturduğunu doğrular. Diğer taraftan ülkemizde en sık kayıtlara geçen kene kaynaklı hastalık KKKA olsa da kenelerin 200 kadar farklı bakteri, virüs, protozoan, riketsiya, spiroket ve helmint türünü taşıdığı ve bu patojen mikroorganizmaların insanlarda hastalık tablosu ortaya çıkardığı bilinmektedir (Aydın & Coşkun, 2019). Bu bağlamda keneleri özellikle risk grupları için, KKKA hastalığı dışında, üzerinde fazla durulmasa da insanlara bulaştığı durumlarda hastalık tablosuna neden olan diğer bütün kene kaynaklı patojen mikroorganizmalar açısından değerlendirmek gerekmektedir. Tarımda güvenlik ve sağlık açısından kene enfestasyonu vakalarının tehdit boyutu düşünülürken, ülkemizdeki yaygın kene kaynaklı hastalıkların tamamının göz önünde bulundurulması gerekir. Keneler ve kene kaynaklı hastalıklar için koruma planları geliştirilerek olası salgın hastalıkların önüne geçilebilir. Tarım işçileri gibi önemli risk gruplarının kene kaynaklı hastalıklar konusunda bilinçlendirilmesi önem teşkil etmektedir.

1. KENELER

Dünyanın neredeyse tüm kıtalarında dağılım gösteren keneler, yaşamlarının her evresinde çeşitli omurgalılar üzerinde zorunlu kan emici ekto-parazitlerdir. Parazit keneler *Argasidae* ve *Ixodidae* ailesine aittir. *Argasidae* ve *Ixodidae* ailelerinde vücudun üzerini kaplayan kütikül tabakasındaki kitinizasyon ve vücuttaki dağılım farklıdır. *Argasidae* ailesinde kütikülde görece az olan kitin vücuda homojen dağılırken, *Ixodidae* ailesinde kitin oranı ve dağılımı kenenin gelişme dönemine ve cinsiyetine bağlıdır; dorsaldeki sert kitin tabakası erkeklerde tüm vücudu kaplar ve bu yapı *konskutum* adını alır. Larvalarda, nimflerde ve dişilerde ise başın arkasında yaka şeklindedir bu

yapıya ise *skutum* denir (Karaer, Yukarı, & Aydın, 1997; Över, 2009; Parola & Raoult, 2001).

Keneler birçok patojen mikroorganizmanın bulaşmasından sorumludur. Kene kaynaklı hastalıklar tüm dünyada insan ve hayvan sağlığını büyük ölçüde etkiler (Gargili et al., 2012; Rizzoli et al., 2014) ve önlem alınmazsa bir halk sağlığı problemine dönüşebilir. Dünya’ da 1000’e yakın kene türü bulunmaktadır; *Dermacentor* spp., *Hyalomma* spp., *Ixodes* spp., *Rhipicephalus* spp., *Haemaphysalis* spp. türleri tıbbi ve veteriner açıdan önemlidir (Heyman et al., 2010). Türkiye’deki kene faunası, 43’ü Ixodidae familyasından 8’i Argasidae familyasından olmak üzere 51 tür içermektedir (Kar, Yilmazer, Akyıldız, & Gargili, 2017; Keskin & Erciyas-Yavuz, 2019; Keskin, Selçuk, & Kefelioğlu, 2019; Orkun & Karaer, 2018).

Türkiye’ de tıbbi ve veteriner açıdan önemli kene türlerine bakıldığında, Akdeniz Bölgesi’ nde *Dermacentor niveus*, *Dermacentor marginatus*, *Haemaphysalis parva*, *Haemaphysalis punctata*, *Haemaphysalis sulcata*, *Hyalomma aegyptium*, *Hyalomma anatolicum*, *Hyalomma detritum*, *Hyalomma dromedarii*, *Hyalomma excavatum*, *Ixodes ricinus*, *Rhipicephalus annulatus*, *Rhipicephalus bursa*, *Rhipicephalus sanguineus*, *Rhipicephalus turanicus* öne çıkmaktadır (Aydın & Bakirci, 2007; Kireççi, Ali, Balkaya, Tanış, & Deveci, 2013). Kayseri’de *H. anatolicum*, *H. excavatum* ve *H. detritum*, Burdur’da *Hyalomma marginatum* ve *H. excavatum* başta olmak üzere en yaygın keneler *Hyalomma* cinsine aittir (Yay, Aydın, & Şahin, 2004). Yozgat’da insanları enfeste eden kenelerin çoğu *H. marginatum* türüdür ve bu bölgede yaygın olan diğer önemli kene türleri sırasıyla *D. marginatus*, *H. aegyptium*, *H. excavatum* ve *R. turanicus*’ dur (Bursali, Keskin, & Tekin, 2012, 2013; Keskin, Keskin, Bursali, & Tekin, 2015). Çorum’ da insanlarda *H. marginatum*, *H. aegyptium*, *H. excavatum*, *Hyalomma* spp., *D. marginatus*, *Haemaphysalis erinacei*, *Hae. parva*, *Hae. punctata*, *Hae. sulcata*, *Ixodes laguri*, *I. ricinus*, *R. bursa* ve *R. turanicus* türü kene enfestasyonları yaygındır (Bursali, Keskin, Keskin, Kul Köprülü, & Tekin, 2017; Karasartova et al., 2018; Keskin et al., 2015).

2. KENE KAYNAKLI HASTALIKLAR

M.Ö. 1550 yılına ait “kene ateşi” nden bahsedilen Mısır papirüsleri ve M.Ö. 850 yılına ait köpek kenelerinden bahsedilen Homeros’un İlyada eseri

kenelere ait bilinen en eski kaynaklardır. *Babesia bigemina* (Teksas sığır ateşi etkeni)'nin vektörünün *Boophilus annulatus* türü bir kene olduğunun ortaya konulması ile keneler vektörlüğü kanıtlanan ilk artropodlar olmuştur. Endemik döne ateşi hastalığının vektörünün *Ornithodoros moubata* türü bir yumuşak kene olduğunun ortaya konulması ile ise, ilk defa kenelerin insanlarda hastalığa neden olan patojenlerin vektörü olduğu tespit edilmiştir. Dr. Dutton' un çalıştığı etkene bağlı enfeksiyon nedeniyle ölmesiyle kene ile bulaşan hastalıkların önemi gün yüzüne çıkmıştır. Daha sonra H.T. Ricketts, *Derma-centor* cinsi kenelerin kayalık dağlar lekeli ateşi hastalığının vektörü olduğunu tespit etmiş ve ilişkili riketsiyal tifüsler üzerine çalışırken enfeksiyon sonucu hayatını kaybetmiştir. Daha sonraki çalışmalarda kenelerin tularemi etkeni *Francisella tularensis*' in vektörü olduğu gösterilmiştir (De La Fuente, 2003; Dennis & Piesman, 2005; Över, 2009; Parola, 2004; Randolph, 2004). Dünya'da kene kaynaklı hastalıklar üzerine yapılan çalışmalar giderek önem kazanmaktadır.

Türkiye'de her yıl çok sayıda insan kene enfestasyonu şikayetiyle hastanelere başvurmaktadır. Ülkemizdeki en yaygın kene kaynaklı hastalıklar arasında KKKA hastalığı, Tularemi, Babesiozis, Riketsiyozis, Anaplazmozis ve *Lyme borreliasis* sayılabilir (Bursali et al., 2012; Gargili et al., 2012; Kar et al., 2011; Karaer et al., 2011; Vatansver et al., 2008).

3. TÜRKİYE' DE ÖNEMLİ KENE KAYNAKLI HASTALIKLAR

3.1. Viral Kırım Kongo Kanamalı Ateşi

KKKA hastalığı etkeni *Bunyavirales* takımı, *Nairoviridae* ailesinden *Orthonairovirus* cinsi içerisinde yer alan bir virüstür. KKKA hastalığı ateş ve kanamalarla seyredabilen zoonotik bir hastalıktır. KKKA hastalığının spesifik bir tedavisi yoktur, hastalara sadece destek tedavisi verilir (Kadanalı, Erol, Özkurt, & Özden, 2009).

Hastalık Türkiye'de 2002 yılında Çorum, Tokat, Yozgat ve Sivas illerinde ortaya çıkmış ve 2003 yılında kesin tanısı konulmuştur. İlk tespit edildiği günden bu yana toplam 11.040 olgudan 528 kayıp kaydedilmiştir. Ölüm oranı ortalama % 4,7'dir. KKKA hastalığı ülkemizde önemli bir halk sağlığı sorunudur. İnsanlarda güvenilir ve etkili bir aşı yoktur. Bu nedenle kenelerin kontrol edilmesi dışında hastalıkla mücadele için etkili bir yöntem bulunmamaktadır (WHO, 2018). Türkiye' de hastalığın varlığı ve yayılımı,

vektör *Hyalomma* türü kenelerin yaşam alanlarıyla ve aktif oldukları zamanla uyumludur. İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeyi, Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi ve Doğu Anadolu Bölgesi hiperendemiktir. Vektör keneler çoğunlukla kırsal alanlarda ve hayvanların üzerinde bulunur. Dolayısıyla tarım işçileri ve hayvancılıkla uğraşanlar KKKA hastalığı açısından önemli risk gruplarıdır (Güneş et al., 2009). Kırsal kesimlerde yaşayanlar ve çalışanlar, endemik bölgede görev yapan sağlık personeli, veteriner hekimler, kasaplar, mezbaha çalışanları, askeri birlikler de risk grupları arasındadır (Elaldi, 2004; Ergönül, 2006; Kadanali et al., 2009; T.C. Sağlık Bakanlığı, 2019-2023).

3.2. Bakteriyel Hastalıklar

3.2.1. Riketsiyal Olmayan Bakteriyel Hastalıklar

3.2.1.1. Lyme Hastalığı

Lyme hastalığı, dünya çapında kene kaynaklı hastalıklar arasında en yaygın olanlardandır ve etkeni *Borrelia burgdorferi* adlı bir spirokettir (Şen, 2006; Vorou, Papavassiliou, & Tsiodras, 2007). Lyme hastalığının dağılımı, *I. ricinus* türü kenelerin coğrafik dağılımı ile ilişkilidir (Durdan & Beati, 2014). Ancak *Ixodes scapularis* türü kenelerle de bulaştığı bildirilmiştir (İnci & Düzlü, 2009). *B. burgdorferi* gibi *Borrelia valaisiana* ve *Borrelia bissettii* de Lyme hastalığı olgularında tespit edilen spiroketlerdendir (Franke, Hildebrandt, & Dorn, 2013). *Borrelia turcica* sp. nov. ise Türkiye'de *H. aegyptium* türü kenelerden izole edilmiştir (Güner et al., 2004). Lyme hastalığı, döküntü ile birlikte yorgunluk, kas ve eklem ağrısı, baş ağrısı, ateş, boyun sertliği ve bölgesel adenopatiyle seyrederek (Aydın & Coşkun, 2019; Nuhoğlu, Aydın, Türedi, Gündüz, & Topbaş, 2008). Çiftçiler ve hayvancılıkla uğraşanlar gibi keneye maruziyet açısından risk altındaki bireylerde Rekombinant OspA (LYMErix) aşısı önerilmektedir (Sanchez, Vannier, Wormser, & Hu, 2016).

3.2.1.2. Tularemi

Tularemi, *F. tularensis*'in neden olduğu, sıklıkla kenelerle olmak üzere artropodlarla insanlara bulaşabilen bakteriyel zoonotik bir enfeksiyondur. *I. ricinus* türü kenelerin *F. tularensis*'in vektörü ve rezervuarı olduğu bilinmektedir (Gehring et al., 2013). Tularemi etkeni taşıyan kenenin tuttuğu yerde genelde papül, püstül ve ülserasyon oluşur. Etkenin konağa giriş yerine göre farklı klinik tablolar ortaya çıkabilir (Parola & Raoult, 2001). Türkiye'de

kontamine su tüketimine bağlı gelişen orofarengeal form sık karşılaşılan klinik tablodur. Artropod kaynaklı enfeksiyon çoğunlukla ülseroglandüler tabloya neden olmaktadır. Türkiye'de ilk tularemi salgını, teşhis konulan ilk vakanın Kayseri yakınlarında olduğu 2005 yılında kaydedilmiştir. Bu nedenle Kayseri tularemi için endemik bir bölge olarak tanımlanmıştır (Inci, Yıldırım, Duzlu, Doganay, & Aksoy, 2016). Soğuk algınlığına benzer başlayan tularemi ateş, baş ağrısı, boğaz ağrısı, kusma ve ishal ile devam edebilir (Hestvik et al., 2015). Risk gruplarında kullanılabilen canlı aşı mevcuttur (Nuhoğlu et al., 2008).

3.2.1.3. Bartonellozis

Bartonellozis insanlarda *Bartonella henselae*' nin neden olduğu vektör kaynaklı zoonotik bir enfeksiyondur. Ancak *Bartonella quintana* de Bartonellosis etkeni olarak kabul edilmektedir. Aslında hastalık etkeni patojenin asıl rezervuarı ev kedileri, asıl vektörü de kedi pireleridir (Chomel & Kasten, 2010; Inci et al., 2016). Ancak *Bar. henselae*, *I. ricinus* türü keneler tarafından transtadiyal olarak taşınabilir (Akkaya & Ergin, 2023; Cotté et al., 2008). *Dermacentor reticulatus* türü keneler de *Bar. henselae*' nin vektörleri arasında sayılabilir. Bartonellozis insanlarda yüksek ateş ve lenfadenopati ile seyreder (Akkaya & Ergin, 2023).

3.2.2. Riketsiyal Hastalıklar

3.2.2.1. Riketsiyoz

Riketsiyoz *Rickettsia* cinsi zorunlu hücre içi bakteriler neden olur. *Rickettsia* cinsi, benekli ateş grubu, tifüs grubu ve çalılık tifüs grubu olmak üzere 3 gruba ayrılır. Şimdiye kadar 31 riketsiyal tür tanımlanmıştır (Merhej & Raoult, 2011; Orkun, Karaer, Çakmak, & Nalbantoğlu, 2014b). *Rickettsia*' lar esas olarak kenelerle olmak üzere artropodlarla taşınır ve omurgalı konaklarında hastalık yaparlar (Parola, Davoust, & Raoult, 2005). Doğada keneler, benekli ateş grubu *Rickettsia*' ların asıl rezervuarı ve vektörüdür (Socolovschi, Mediannikov, Raoult, & Parola, 2009). Benekli ateş grubundaki *Rickettsia conorii*, ülkemizde bilinen en eski riketsiyal hastalıklardan biri olan Akdeniz Benekli Ateşi (Kene kaynaklı tifüs)' ne neden olmaktadır (İnci et al., 2018) Riketsiyozda ateş, baş ve kas ağrısı, döküntü ve lokal lenfadenopati klinik belirtiler arasındadır. Bazen insanlarda kene ısırığının yanında karakteristik bir yara kabuğu oluşur (Parola et al., 2005).

3.2.2.2. Anaplazmozis

Anaplazmozis, zorunlu hücre içi bir bakteri olan *Anaplasma* türlerinin neden olduğu, insanlarda ve hayvanlarda yaygın olarak ortaya çıkan oportünistik bir kene kaynaklı hastalıktır (İnci et al., 2016). İnsan granulositik anaplazmozisi, *I. ricinus* cinsindeki keneler aracılığı ile bulaşan bir zoonozdur. Ancak *Ixodes perculcatus*, *Ixodes scapularis*, *Ixodes pacificus*, *R. bursa*, *Haemaphysalis concinna* ve *Hae. punctata* türü keneler de hastalığa neden olan bakterinin vektörleri arasındadır (Aktas, Vatansever, Altay, Aydın, & Dumanli, 2010; Gazyağcı & Aydenizöz, 2010). Etkeni insanlarda *Anaplasma phagocytophilum* türü riketsiyal bakterilerdir. *A. phagocytophilum* Türkiye’ de çiftlik hayvanlarında (Gokce et al., 2008), insanlarda (Güneş, Poyraz, Ataş, & Turgut, 2011) ve insanların üzerinden toplanan *I. ricinus* türü kenelerde tespit edilmiştir (Aktas et al., 2010). Hastalığın belirtileri arasında anemi, letarji, yüksek ateş, anoreksi, bulantı ve kusma sayılabilir. Bu etken sığır, koyun ve keçilerde de kene kaynaklı ateşlere neden olmaktadır. (Aydın & Coşkun, 2019).

3.2.2.3. Erlihiyozis

Halk sağlığı ve veterinerlik açısından oldukça önemli bir zoonotik hastalık olan erlihiyozise insanlarda *Ehrlichia chaffeensis*, *Ehrlichia ewingii* ve *A. phagocytophilum* türü riketsiyal bakteriler neden olur (İnsan Monositik Erlihiyozis) (İnci et al., 2018). Hastalık *Ixodid* kenelerle taşınır. İnsan Monositik Erlihiyozis’ de ateş, baş ve kas ağrısı, kusma, ishal, öksürük, el ve ayaklar dışındaki tüm vücutta döküntüler görülebilir. Hastalığın uzadığı durumlarda %2-3 oranında mortalite ortaya çıkabilir (Nuhoğlu et al., 2008)

3.2.3. Protozoal Babesiyozis

Türkiye’ de kayıtlara geçen ilk vektör kaynaklı hastalıklardan olan Babesiyozis (Aydın & Coşkun, 2019; İnci et al., 2018), *Ixodid* keneleri tarafından taşınan kene kaynaklı inraeritrositik bir protozoan olan *Babesia* spp.’nin neden olduğu zoonotik ve hemolitik bir enfeksiyondur. Hastalık etkenleri arasında *Babesia microti* ve *Babesia divergens* kaydedilmiştir (Zhou et al., 2014). *I. ricinus*’ un yanı sıra (İnci et al., 2018; İnci et al., 2016), *Dermacentor* spp. ve *Rhipicephalus* spp.’ nin de hastalığın taşınmasından sorumlu olduğu bildirilmiştir (Aydın, Aktas, & Dumanli, 2015; Dumanli, Altay, & Aktas, 2016).

Dünya' nın her yerinde özellikle hayvanlarda sıklıkla babesiyozise rastlanılmaktadır. İnsanlarda genellikle asemptomatik veya hafif seyreder ancak bağışıklık sistemi baskılanmış bireylerde hemolitik anemi tablosu ile birlikte kas ve baş ağrısı, ateş ve terleme ortaya çıkar. Canlı aşılı vardır ve dünyanın çeşitli yerlerinde kullanılmaktadır (Nuhoglu et al., 2008).

3.3. Ülkemizdeki Bazı Önemli Kayıtlar

Çorum'da insanlarda, KKKA hastalığının asıl vektörü olan *H. marginatum* enfestasyonu yaygındır (Bursalı et al., 2012; Keskin et al., 2015) (Vatansever, Uzun, Estrada-Pena, & Ergonul, 2007). Bu bölgede insanları enfeste eden kenelerde KKKA virüsü (Erenler et al., 2014; Keskin et al., 2015), *Ehrlichia*, *Anaplasma*, *Babesia*, *Borrelia*, *Hepatozoon* ve *Theileria* gibi patojen mikroorganizmalar kaydedilmiştir (Bursalı et al., 2017; Bursalı et al., 2012; Gargili et al., 2012; Karasartova et al., 2018; Orkun, Karaer, Çakmak, & Nalbantoğlu, 2014a). Yine bu bölgede insanlar üzerinden toplanan *H. marginatum*' larda *Rickettsia aeschlimanii* ve *Rickettsia sibirica mongolitimonae*, *D. marginatus*' larda ise *Rickettsia raoultii* ve *Rickettsia slovaca* tespit edilmiştir (Bursalı et al., 2017).

İstanbul'da kene enfestasyonu şikayetiyle hastaneye başvuran insanlar üzerinden toplanan *I. ricinus*, *R. sanguineus*, *H. aegyptium*, *Hyalomma spp.*, *H. marginatum*, *D. marginatus* türü kenelerde, *Rickettsia monacensis*, *R. aeschlimanii*, *Rickettsia conorii subsp. conorii*, *Rickettsia helvetica*, *Rickettsia raoultii*, *Rickettsia africae*, *Rickettsia felis* gibi riketsiyal patojenler tespit edilmiştir (Gargili et al., 2012). Başka bir çalışmada İstanbul'da kene tutma öyküsü olan bir hastada tularemi hastalığı etkeni *F. tularensis* tespit edilmiştir (Arslan, Karagöz, Zemheri, Vahaboğlu, & Mert, 2016). Yozgat' da kene ile temas sonrası gelişen tularemi olgusu, Türkiye'de kene kaynaklı tulareminin doğrulanmış ilk olgusu olarak kayıtlara geçmiştir (Yeşilyurt, Kılıç, Çağaşar, Celebi, & Gül, 2011).

Aydın ve Denizli Bölgesi'nde kene teması olan büyük baş hayvan yetiştiricileri ve veterinerlerde *B. henselae* seropozitifliği tespit edilmiştir (Sayin-Kutlu, Ergin, Kutlu, Akkaya, & Akalin, 2012). Manisa'da tarım ve hayvancılıkla uğraşan ve kene enfestasyonu öyküsü olan bireylerde Batı Nil Virüsü, KKKA Virüsü, *F. tularensis* ve *B. burgdorferi* seropozitifliği tespit edilmiştir (Gazi et al., 2016). Ankara'da insanlar üzerinden toplanan

Haemaphysalis, *Hyalomma*, *Ixodes* ve *Rhipicephalus* cinsi kenelerde *R. aeschlimannii* ve *R. slovacca*, *Hae. parva*'da *Babesia crassa* ve *Babesia rossi*, *H. marginatum*'da *Babesia occultans* ve *H. marginatum*, *H. excavatum*, *Hyalomma* spp. türü kenelerde *B. burgdorferi* tespit edilmiştir (Orkun et al., 2014a).

Yozgat'ta insanlar üzerinden toplanan *H. marginatum*'larda *R. aeschlimannii*, *D. marginatus*'da *R. raoultii* ve *R. slovacca*, *Hae. parva*'da *Rickettsia hoogstraalii* tespit edilmiştir (Keskin, Bursali, Keskin, & Tekin, 2016). Sivas ve Amasya'da insanları enfeste eden *Rhipicephalus annulatus* ve *D. marginatus* türü kenelerin mikrobiyotalarında *Rickettsia* spp., *Francisella* ve *Coxiella* tespit edilmiştir (Tekin, Dowd, Davinic, Bursali, & Keskin, 2017). Giresun, Trabzon ve Rize' de insanları enfeste eden *I. ricinus* yetişkinlerinde ve *Ixodes* spp. nimflerinde *A. phagocytophilum* tespit edilmiştir (Aktas et al., 2010). Türkiye' de *H. marginatum*'larda *R. aeschlimannii* ve *R. sibirica mongolitimona* tespit edilmiştir (Keskin & Bursali, 2016).

Sonuç olarak kenelerin insan ve hayvan sağlığını etkileyen zoonotik hastalıkların taşınmasında ve bulaşmasındaki rolü büyüktür. Kene kaynaklı hastalıklar insanlarda halk sağlığı problemine neden olabilir. Kene ile bulaşan hastalıklarla savaşta kenelerin tür dağılımlarının belirlenmesi, zoonotik açıdan önemli mikrobiyal ajanları taşıyıcılık oranlarının tespit edilmesi ve hastalıkların epidemiyolojilerinin anlaşılması gerekmektedir. Türkiye iklimatik koşulları, yabanıl hayvan çeşitliliği ve hayvan yetiştiriciliğinin yaygınlığından dolayı kene kaynaklı patojenlerin sirkulasyonu açısından oldukça uygun bir bölgedir. Ancak ülkemizde KKKK hastalığı iyi bilinirken diğer önemli kene kaynaklı hastalıklar göz ardı edilmektedir. Ancak kene kaynaklı hastalıkların birçoğu insanlarda ciddi klinik tablolar ortaya çıkarabildiği gibi, çiftlik hayvanlarını etkileyerek ekonomik kayıplara yol açar.

Kene enfestasyonu ve kene kaynaklı hastalık bulaşması açısından tarım işçiliği önemli bir risk faktörüdür. Dünya Sağlık Örgütü ve Uluslararası Çalışma Örgütü meslek hastalıklarını “zararlı bir etkenle bundan etkilenen insan vücudu arasında, çalışılan işe özgü bir neden-sonuç, etki-tepki ilişkisinin ortaya konabildiği hastalık grubu” olarak tanımlar. Bakteriler, virüsler ve parazitler meslek hastalıklarına neden olan biyolojik etkenler arasında değerlendirilir. KKKK virüsünün neden olduğu hastalık bir meslek hastalığı olarak karşımıza çıkar. Ülkemizde KKKK virüsü ile enfekte hastaların %92'

sini tarımla uğraşanlar oluşturmaktadır. Tarım ve ormancılık sektöründe çalışanlar, hayvancılık sektörü çalışanları, sağlık sektörü çalışanları en fazla risk altında olan diğer meslek gruplarıdır. Meslek Hastalıkları Rehberi'ne göre Lyme hastalığı da çiftçiler için meslek hastalığı olarak kabul edilmektedir. Diğer risk grupları arasında ormancılık ve kereste endüstrisi çalışanları, bahçıvanlar, ağaçlık alanlarda ve alçak bitki örtüsünde çalışanlar sayılabilir. Tarım işçilerinin, göz ardı edilen *Ehrlichia*, *Anaplasma*, *Rickettsia*, *Babesia*, *Borrelia*, *F. tularensis*, *Bartonella* gibi kenelerle bulaşan patojen mikroorganizmaların neden olacağı hastalıklar açısından da KKKK hastalığı ve Lyme hastalığı kadar risk altında olması beklenir. Diğer taraftan tarım işçilerini etkileme potansiyeli olan epidemik tifüs, KKKK hastalığı, Lyme hastalığı, tularemi gibi kene kaynaklı hastalıklar bildirim zorunlu bulaşıcı hastalıklar listesinde yer almaktadır.

Meslek hastalığı risk yönetim süreci gereğince tarım işçileri mesleklerinin tüm enfeksiyöz ve paraziter hastalık riskleri ve bu risklerden korunma yolları konusunda, kişisel hijyen ve koruyucu ekipman kullanımı konularında eğitilmelidir. Kontrol yöntemleri doğru uygulandığında, gerekli risk analizleri ve risk yönetimi değerlendirmeleri yapıldığında meslek hastalıkları önlenir. Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı'nın yayımladığı Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik (2013), “çalışanların işyerindeki biyolojik etkenlere maruziyetinden kaynaklanan veya kaynaklanabilecek sağlık ve güvenlik risklerinin önlenmesi ve bu risklerden korunmasına dair asgari hükümleri” düzenler. Çalışanların meslek hastalıklarından zarar görmemeleri için asıl gerekli olan, bireylerin meslek hastalıkları ile ilgili temel bilgilere sahip olması ve davranış bilincinin sağlanmasıdır. Bu bağlamda tarımın sürdürülebilirliği açısından keneler ve kene kaynaklı hastalıklarla mücadelede tarım işçilerinin konuyla ilgili bilgi seviyesinin ve duyarlılığının artırılması gerekmektedir.

Kene enfestasyonlarına karşı öncelikle maruziyetten korunmak için, özellikle endemik bölgelerde ve kenelerin aktif olduğu mevsimlerde kenelerin yoğun olduğu alçak bitki örtüsünden kaçınmak, kene kovucu kimyasallar kullanmak, vücudu tam kapatan giysiler, çorap ve kapalı ayakkabılar giymek gerekir. Maruziyet sonrası ise vücudun keneler açısından kontrolü yapılmalı, kene enfestasyonu tespit edilirse parça bırakmadan acil mekanik uzaklaştırma sağlanmalı ve yara dezenfekte edilmelidir. Kene ısırığından sonra tetanoz

aşılma durumu ile ilgili sağlık kuruluşlarına bilgi verilmelidir. Riskli durumlarda bireysel korunma için kene kaynaklı hastalıklar için aşılma olanakları varsa değerlendirilmelidir. Kene enfestasyonu şikayetlerinde, özellikle endemik kene kaynaklı hastalıkların taramasının yapılması teşhis ve tedavi süreçlerinde maddi ve manevi kayıpları azaltacaktır.

KAYNAKÇA

- Akkaya, Y., & Ergin, Ç. (2023). Investigation of Bartonella hanselae Seroprevalence in the Northern Countryside of Denizli Province. *Kafkas Journal of Medical Sciences*, 13(1), 11-17.
- Aktas, M., Vatanser, Z., Altay, K., Aydın, M. F., & Dumanli, N. (2010). Molecular evidence for Anaplasma phagocytophilum in Ixodes ricinus from Turkey. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 104(1), 10-15.
- Al, B., Yıldırım, C., Söğüt, Ö., & Yeşilkaya, A. (2008). Batman Devlet Hastanesi Acil Servisine yedi ayda başvuran 39 kene ısırığının değerlendirilmesi. *Akademik Acil Tıp Dergisi*, 7(1), 40-43.
- Arslan, F., Karagöz, E., Zemheri, E., Vahaboğlu, H., & Mert, A. (2016). Tick-related facial cellulitis caused by Francisella tularensis. *Infezioni in Medicina*, 1; 24(2): 140-143.
- Aydın, L., & Bakırcı, S. (2007). Geographical distribution of ticks in Turkey. *Parasitology Research*, 101(2), 163-166.
- Aydın, M. F., Aktaş, M., & Dumanlı, N. (2015). Molecular identification of Theileria and Babesia in ticks collected from sheep and goats in the Black Sea region of Turkey. *Parasitology Research*, 114, 65-69.
- Aydın, M. F., & Coşkun, A. (2019). İnsanlarda kene ile bulaşan hastalık etkenleri ve Türkiye'deki mevcut durumu. *Journal of Advances in VetBio Science and Techniques*, 4(1), 26-32.
- Bakır-Özbey, S. (2010). Kırım-Kongo Kanamalı Ateşi Hastalarında Erken Ribavirin Kullanımının Fataliteye Etkisi. *Klimik Journal/Klimik Dergisi*, 23(1).
- Biyolojik Etkenlere Maruziyet Risklerinin Önlenmesi Hakkında Yönetmelik (2013). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2013/06/20130615-3.htm> adresinden 08.06.2023 tarihinde ulaşılmıştır.
- Bursalı, A., Keskin, A., Keskin, A., Kul Köprülü, T., & Tekin, Ş. (2017). Investigation of the presence of rickettsiae in ticks parasitizing humans in Corum Region. *Turkish Bulletin of Hygiene and Experimental Biology*, 74(4), 293-298.
- Bursalı, A., Keskin, A., & Tekin, S. (2012). A review of the ticks (Acari: Ixodida) of Turkey: species diversity, hosts and geographical distribution. *Experimental and Applied Acarology*, 57(1), 91-104.
- Bursalı, A., Keskin, A., & Tekin, S. (2013). Ticks (Acari: Ixodida) infesting humans in the provinces of Kelkit Valley, a Crimean-Congo Hemorrhagic Fever endemic region in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 59(4), 507-515.
- Chomel, B., & Kasten, R. (2010). Bartonellosis, an increasingly recognized zoonosis. *Journal of Applied Microbiology*, 109(3), 743-750.

- Cotté, V., Bonnet, S., Le Rhun, D., Le Naour, E., Chauvin, A., Boulouis, H.-J., . . . Vayssier-Taussat, M. (2008). Transmission of *Bartonella henselae* by *Ixodes ricinus*. *Emerging Infectious Diseases*, 14(7), 1074.
- Çalışma ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı ÇSGB (2011). Meslek Hastalıkları Rehberi <https://www.csgb.gov.tr/medias//4597/rehber20.pdf> adresinden 08.06.2023 tarihinde ulaşılmıştır.
- Çelik, K., Şimşek, Z., Yüce Tar, Z., & Kırca, D. A. (2015). Gezici Mevsimlik Tarım İşinde Çalışan Kadınların Çalışma Ve Yaşam Koşullarının İrdelenmesi. *The World Bank*.
- De La Fuente, J. (2003). The fossil record and the origin of ticks (Acari: Parasitiformes: Ixodida). *Experimental and Applied Acarology*, 29, 331-344.
- Dennis, D. T., & Piesman, J. F. (2005). Overview of tick-borne infections of humans. *Tick-Borne Diseases of Humans*, 1-11.
- Donham, K. J., & Thelin, A. (2016). *Agricultural medicine: rural occupational and environmental health, safety, and prevention*: John Wiley & Sons.
- Dumanli, N., Altay, K., & Aktas, M. (2016). Keneler ve kenelerle taşınan hastalıklar. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 6(2).
- Durden, L., & Beati, L. (2014). Modern tick systematics. Sonenshine DE, Roe M, editors. *Biology of Ticks*: Oxford: Oxford University Press.
- Elaldi, N. (2004). Kırım-Kongo hemorajik ateşi epidemiyolojisi. *Klimik dergisi*, 17, 151-155.
- Erenler, A. K., Kulaksız, F., Ülger, H., Erdem, M., Koçak, C., Söylemez, F., . . . Baydin, A. (2014). Characteristics of patients admitted to the emergency department due to tick bite. *Tropical Doctor*, 44(2), 86-88.
- Ergönül, Ö. (2006). Crimean-Congo haemorrhagic fever. *The Lancet Infectious Diseases*, 6(4), 203-214.
- Estrada-Peña, A., & Jongejan, F. (1999). Ticks feeding on humans: a review of records on human-biting Ixodoidea with special reference to pathogen transmission. *Experimental and Applied Acarology*, 23(9), 685-715.
- Franke, J., Hildebrandt, A., & Dorn, W. (2013). Exploring gaps in our knowledge on *Lyme borreliosis* spirochaetes—updates on complex heterogeneity, ecology, and pathogenicity. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 4(1-2), 11-25.
- Gargili, A., Palomar, A. M., Midilli, K., Portillo, A., Kar, S., & Oteo, J. A. (2012). Rickettsia species in ticks removed from humans in Istanbul, Turkey. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 12(11), 938-941.
- Gazi, H., Özkütük, N., Ecemis, T., Atasoylu, G., Köroglu, G., Kurutepe, S., & Horasan, G. D. (2016). Seroprevalence of West Nile virus, Crimean-Congo hemorrhagic fever virus, Francisella tularensis and Borrelia burgdorferi in rural population of Manisa, western Turkey. *Journal of Vector Borne Diseases*, 53(2), 112.

- Gazyaçcı, A. N., & Aydenizöz, M. (2010). Keneler ve kenelerin taşıdığı bazı önemli hastalıklar. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 34 (2): 131-136.
- Gehring, H., Schacht, E., Maylaender, N., Zeman, E., Kaysser, P., Oehme, R., . . . Splettstoesser, W. D. (2013). Presence of an emerging subclone of *Francisella tularensis holarctica* in *Ixodes ricinus* ticks from south-western Germany. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 4(1-2), 93-100.
- Gokce, H., Genc, O., Akca, A., Vatansever, Z., Unver, A., & Erdogan, H. (2008). Molecular and serological evidence of Anaplasma phagocytophilum infection of farm animals in the Black Sea Region of Turkey. *Acta Veterinaria Hungarica*, 56(3), 281-292.
- Goodman, J. L. (2005). Clinical Approach to the Patient with a Possible Tick-Borne Illness. *Tick Borne Diseases of Humans*, 87-101.
- Gunes, T., Engin, A., Poyraz, O., Elaldi, N., Kaya, S., Dokmetas, I., . . . Cinar, Z. (2009). Crimean-Congo hemorrhagic fever virus in high-risk population, Turkey. *Emerging Infectious Diseases*, 15 (3):461-464.
- Güner, E. S., Watanabe, M., Hashimoto, N., Kadosaka, T., Kawamura, Y., Ezaki, T., . . . Masuzawa, T. (2004). *Borrelia turcica* sp. nov., isolated from the hard tick *Hyalomma aegyptium* in Turkey. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54(5), 1649-1652.
- Güneş, T., Poyraz, Ö., Ataş, M., & Turgut, N. H. (2011). The seroprevalence of Anaplasma phagocytophilum in humans from two different climatic regions of Turkey and its co-seroprevalence rate with Borrelia burgdorferi. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 41(5), 903-908.
- Hestvik, G., Warns-Petit, E., Smith, L., Fox, N., Uhlhorn, H., Artois, M., . . . Yon, L. (2015). The status of tularemia in Europe in a one-health context: a review. *Epidemiology & Infection*, 143(10), 2137-2160.
- Heyman, P., Cochez, C., Hofhuis, A., Van Der Giessen, J., Sprong, H., Porter, S. R., . . . Niedrig, M. (2010). A clear and present danger: tick-borne diseases in Europe. *Expert Review of Anti-Infective Therapy*, 8(1), 33-50.
- Hurst, P., Termine, P., & Karl, M. (2005). Agricultural workers and their contribution to sustainable agriculture and rural development. International Labour Office (2004). *Towards A Fair Deal For Migrant Workers in The Global Economy*. Geneva: International Labour Office.
- İnci, A., Doğanay, M., Özdemir, A., Düzlü, Ö., & Yıldırım, A. (2018). Overview of zoonotic diseases in Turkey: The one health concept and future threats. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, 42(1), 39.
- İnci, A., & Düzlü, Ö. (2009). Vektörler ve vektörlerle bulaşan hastalıklar. *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 6(1), 53-63.
- İnci, A., Yıldırım, A., Düzlü, Ö., Doğanay, M., & Aksoy, S. (2016). Tick-borne diseases in Turkey: A review based on one health perspective. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 10(12), e0005021.

- Kadanali, A., Erol, S., Özkurt, Z., & Özden, K. (2009). Epidemiological risk factors for Crimean-Congo hemorrhagic fever patients. *Turkish Journal of Medical Sciences*, 39(6), 829-832.
- Kar, S., Yilmazer, N., Akyildiz, G., & Gargili, A. (2017). The human infesting ticks in the city of Istanbul and its vicinity with reference to a new species for Turkey. *Systematic and Applied Acarology*, 22(12), 2245-2255.
- Kar, S., Yilmazer, N., Midilli, K., Ergin, S., Alp, H., & Gargili, A. (2011). Presence of the zoonotic *Borrelia burgdorferi* sl. and *Rickettsia spp.* in the ticks from wild tortoises and hedgehogs. *Clinical and Experimental Health Sciences*, 1(3), 166.
- Karaer, Z., Guven, E., Nalbantoglu, S., Kar, S., Orkun, O., Ekdal, K., . . . Akcay, A. (2011). Ticks on humans in Ankara, Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 54(1), 85-91.
- Karaer, Z., Yukarı, B. A., & Aydın, L. (1997). Türkiye keneleri ve vektörlükleri. *Parazitolojide Artropod Hastalıkları ve Vektörler*, 1, 363-434.
- Karasartova, D., Gureser, A. S., Gokce, T., Celebi, B., Yapar, D., Keskin, A., . . . Usluca, S. (2018). Bacterial and protozoal pathogens found in ticks collected from humans in Corum province of Turkey. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 12(4), e0006395.
- Kazan, F. G., & Sümer, H. (2019). Tokat il merkezinde Kırım Kongo Kanamalı Ateşi (KKKA) ön tanısıyla hastanede yatan hastaların, KKKA hastalığı hakkında bilgi düzeyi. *Ankara Medical Journal*, 19(2), 381-395.
- Keskin, A., & Bursali, A. (2016). Detection of *Rickettsia aeschlimannii* and *Rickettsia sibirica mongolitimonae* in *Hyalomma marginatum* (Acari: Ixodidae) ticks from Turkey. *Acarologia*, 56(4), 533-536.
- Keskin, A., Bursali, A., Keskin, A., & Tekin, S. (2016). Molecular detection of spotted fever group rickettsiae in ticks removed from humans in Turkey. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 7(5), 951-953.
- Keskin, A., & Erciyas-Yavuz, K. (2019). Ticks (Acari: Ixodidae) parasitizing passerine birds in turkey with new records and new tick-host associations. *Journal of Medical Entomology*, 56(1), 156-161.
- Keskin, A., Keskin, A., Bursali, A., & Tekin, S. (2015). Ticks (Acari: Ixodida) parasitizing humans in Corum and Yozgat provinces, Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 67(4), 607-616.
- Keskin, A., Selçuk, A. Y., & Kefelioğlu, H. (2019). Ticks (Acari: Ixodidae) infesting some wild animals and humans in Turkey: notes on small collection. *Acarological Studies*, 1(1), 11-15.
- Kireççi, E., Ali, Ö., Balkaya, İ., Tamış, H., & Devenci, S. (2013). Identification of ticks on tortoises (*Testudo graeca*) and investigation of some pathogens in these ticks in Kahramanmaraş, Turkey. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 16(1), 42-46.

- Merhej, V., & Raoult, D. (2011). Rickettsial evolution in the light of comparative genomics. *Biological reviews*, 86(2), 379-405.
- Mevsimlik İş gücü Göçü İletişim Ağı (2012). Tarımda Mevsimlik İşgücü Göçü Türkiye Durum Özeti, Mevsimlik İş gücü Göçü İletişim Ağı (Miga), Friedrich Ebert Stiftung
- Nuhoğlu, İ., Aydın, M., Türedi, S., Gündüz, A., & Topbaş, M. (2008). Kene ile bulaşan hastalıklar. *TAF Preventative Medicine Bulletin*, 7(5), 461-468.
- Orhan, F. (2017). Erzincan'da mevsimlik gezici tarım işçiliği ve yaşanan sorunlara yönelik coğrafi bir inceleme. *Türk Coğrafya Dergisi*(69), 59-68.
- Orkun, Ö., & Karaer, Z. (2018). First record of the tick *Ixodes (Pholeoixodes) kaiseri* in Turkey. *Experimental and Applied Acarology*, 74(2), 201-205.
- Orkun, Ö., Karaer, Z., Çakmak, A., & Nalbantoğlu, S. (2014a). Identification of tick-borne pathogens in ticks feeding on humans in Turkey. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(8), e3067.
- Orkun, Ö., Karaer, Z., Çakmak, A., & Nalbantoğlu, S. (2014b). Spotted fever group rickettsiae in ticks in Turkey. *Ticks and Tick-Borne Diseases*, 5(2), 213-218.
- Över, L. (2009). *Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi'ne kene ısırması ile başvuran hastaların ve pilot bölgelerdeki kenelerin araştırılması*. DEÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Parola, P. (2004). Tick-borne rickettsial diseases: emerging risks in Europe. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 27(5), 297-304.
- Parola, P., Davoust, B., & Raoult, D. (2005). Tick-and flea-borne rickettsial emerging zoonoses. *Veterinary Research*, 36(3), 469-492.
- Parola, P., & Raoult, D. (2001). Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clinical infectious diseases*, 32(6), 897-928.
- Randolph, S. E. (2004). Evidence that climate change has caused 'emergence' of tick-borne diseases in Europe? *International Journal of Medical Microbiology Supplements*, 293, 5-15.
- Rizzoli, A., Silaghi, C., Obiegala, A., Rudolf, I., Hubálek, Z., Földvári, G., . . . Špitálská, E. (2014). *Ixodes ricinus* and its transmitted pathogens in urban and peri-urban areas in Europe: new hazards and relevance for public health. *Frontiers in Public Health*, 2, 251.
- Sağlık Bakanlığı, Bulaşıcı Hastalıklar Sürveyans ve Kontrol Esasları Yönetmeliğinde Değişiklik Yapılmasına Dair Yönetmelik (2019). <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2019/05/20190504-1-1.Pdf> adresinden 07.06.2023 tarihinde ulaşılmıştır.

- Sanchez, E., Vannier, E., Wormser, G. P., & Hu, L. T. (2016). Diagnosis, treatment, and prevention of Lyme disease, human granulocytic anaplasmosis, and babesiosis: a review. *Jama*, 315(16), 1767-1777.
- Sayin-Kutlu, S., Ergin, C., Kutlu, M., Akkaya, Y., & Akalin, S. (2012). Bartonella henselae seroprevalence in cattle breeders and veterinarians in the rural areas of Aydin and Denizli, Turkey. *Zoonoses and Public Health*, 59(6), 445-449.
- Selek Öz, C., & Bulut, K. (2016). Mevsimlik gezici tarım işinde kadın emeği ve sorunları. *Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi*, 16, 13-15.
- Socolovschi, C., Mediannikov, O., Raoult, D., & Parola, P. (2009). The relationship between spotted fever group Rickettsiae and ixodid ticks. *Veterinary Research*, 40(2).
- Sparagano, O., Allsopp, M., Mank, R., Rijpkema, S., Figueroa, J., & Jongejan, F. (1999). Molecular detection of pathogen DNA in ticks (Acari: Ixodidae): a review. *Experimental and Applied Acarology*, 23(12), 929-960.
- Şen, E. (2006). Lyme hastalığının epidemiyolojisi. *Türk Mikrobiol Cemiyeti Dergisi*, 36(1), 55-66.
- T.C. Sağlık Bakanlığı. (2019-2023). Türkiye Zoonotik Hastalıklar Eylem Planı (2019-2023), *Ankara*.
- Tekin, S., Dowd, S. E., Davinic, M., Bursali, A., & Keskin, A. (2017). Pyrosequencing based assessment of bacterial diversity in Turkish Rhipicephalus annulatus and Dermacentor marginatus ticks (Acari: Ixodidae). *Parasitology Research*, 116, 1055-1061.
- Türkiye Büyük Millet Meclisi (2015). Mevsimlik Tarım İşçilerinin Sorunlarının Araştırılarak Alınması Gereken Önlemlerin Belirlenmesi Amacıyla Kurulan Meclis Araştırması Komisyonu Raporu.
- Vatansever, Z., Gargili, A., Aysul, N. S., Sengoz, G., & Estrada-Peña, A. (2008). Ticks biting humans in the urban area of Istanbul. *Parasitology Research*, 102(3), 551-553.
- Vatansever, Z., Uzun, R., Estrada-Pena, A., & Ergonul, O. (2007). Crimean-Congo hemorrhagic fever in Turkey *Crimean-Congo hemorrhagic fever* (pp. 59-74): Springer.
- Vorou, R., Papavassiliou, V., & Tsiodras, S. (2007). Emerging zoonoses and vector-borne infections affecting humans in Europe. *Epidemiology & Infection*, 135(8), 1231-1247.
- World Health Organization (2018). Roadmap for Research and Product Development against Crimean-Congo Haemorrhagic Fever (CCHF).
- Yavuz H., Tarımda Riskli Sağlık Davranışları Ve İlişkili Faktörler, Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Halk Sağlığı Anabilim Dalı, Urfa.
- Yay, M., Aydın, L., & Şahin, İ. (2004). Kayseri yöresinde sığır ve koyunlarda kene türlerinin araştırılması. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 13(2), 25-29.

- Yeşilyurt, M., Kılıç, S., Cağaşar, O., Celebi, B., & Gül, S. (2011). Two cases of tick-borne tularemia in Yozgat province, Turkey. *Mikrobiyoloji Bülteni*, 45(4), 746-754.
- Yılmaz, G. R., Buzgan, T., Irmak, H., Safran, A., Uzun, R., Cevik, M. A., & Torunoglu, M. A. (2009). The epidemiology of Crimean-Congo hemorrhagic fever in Turkey, 2002–2007. *International Journal of Infectious Diseases*, 13(3), 380-386.
- Zhou, X., Xia, S., Huang, J.-L., Tambo, E., Zhuge, H.-X., & Zhou, X.-N. (2014). Human babesiosis, an emerging tick-borne disease in the People's Republic of China. *Parasites & Vectors*, 7(1), 1-10.

BÖLÜM 13

SÜRDÜRÜLEBİLİR MEYVECİLİKTE MİKROORGANİZMALARIN KULLANIMI

Doç. Dr. Gülden BALCI¹
Öğr. Gör. Selcan ÖZYALIN²

¹ Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye, gulden.balci@yobu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-8681-0383>

² Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, 66100, Yozgat, Türkiye, selcan.ozyalin@yobu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0003-4831-8600>

GİRİŞ

Günümüzde artan insan nüfusuna paralel olarak gıda talebi artmış ve bu talebi karşılamak amacıyla tarımsal üretimde dekar başına daha fazla verim elde etmek için, makineleşme ve teknolojik uygulamalar yaygınlaşmıştır. Bununla birlikte, bu uygulamalar gıda güvenliğine dair insanların endişelerinin artmasına neden olmuştur. Bu nedenle tarımsal uygulamalarının gıda güvenliğini üzerindeki bu olumsuz etkisini ortadan kaldırmak için üretimden pazarlamaya kadar belirli standart ve kurallara bağlanması gündeme gelmiştir. Bunun sonucunda çevreye dost, insan ve hayvan sağlığına duyarlı tarımsal üretim sistemlerini içeren sürdürülebilir tarım uygulamaları oluşturulmuştur. Bu uygulamalar üretimden tüketime kadar geçen her aşamayı kayıt altına alıp kontrol eden, sertifikasyon sisteminden oluşur. Organik ve iyi tarım uygulamalarını sürdürülebilir tarımın iki basamağıdır ve ekolojik dengeyi temel alan, doğaya dost üretim şekillerini içerirler (Eryılmaz ve Kılıç, 2018).

Türkiye de 2022 verileriyle toplam 38.063 hektar tarım alanını % 10 meyvecilik için kullanılmaktadır. Ülkemiz çok çeşitli iklim vetoprak özelliklerine sahip olduğundan çok sayıda meyve türünün anavatanıdır ve yaklaşık olarak 75'in üzerinde meyve türünün gen merkezidir. Türkiye sıcak ve serin çevre koşullarına adapte olmuş meyve türlerinin yanı sıra subtropikal ve tropikal iklim bölgelerinden gelmiş meyve türleri de yer almaktadır. Yapılan son araştırmalarla birlikte meyve türlerinin zengin içeriklerinin insan sağlığı açısından önemi daha iyi anlaşılmaktadır (Çetinkaya ve ark., 2022).

Her geçen gün artan nüfus, besinlerdeki kimyasal kalıntılar, artan sera etkisi, incelen ozon tabakası, çevre kirliliğinin artması, doğal kaynakların azalması gibi nedenlerle gelecek nesillerin gıda güvenliği bulunmamaktadır. Ancak doğru tekniklerin kullanımı ile bu felaketlerin önüne geçilebilir. Son zamanlarda, çoğunlukla sürdürülebilir tarım metotlarında kullanılan mikroorganizmalara ilgi artmıştır. Bu mikroorganizmalar bitki beslemede, bitkilerin çoğaltılmasında, stres koşullarına dayanımı geliştirme ile hastalık ve zararlılara karşı direnci artırma ve mücadelesinde ve kullanılmaktadır. Bu mikroorganizmaların birçoğu topraktan besin alınımı kolaylaştırmakta, toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını iyileştirmekte, organik atıkların kompostlaştırılmasını hızlandırmaktadır (Çakmakçı, 2005). Aynı zamanda maliyeti düşük ve insan sağlığına hiçbir zararı olmayan bu uygulama; birçok ülkede meyve, sebze, bağ ve süs bitkilerinin iyi tarım uygulamalarında, kirli şehir atık sularının arındırılmasında, hayvancılıkta ve endüstride kullanılmaktadır (Çakmakçı, 2005).

Tarımda kullanılan mikroorganizmalar; çimlenmeyi teşvik ederler ve bitkilerin fotosentetik kapasitelerini artırırılar. Bundan dolayı çiçeklenmeyi, çiçek tutumunu ve meyvenin olgunlaşmasını teşvik ederler. Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısını iyileştirir ve toprak kaynaklı patojenleri baskılar ayrıca organik maddenin gübre olarak etkinliğini artırırılar.daha sağlıklı

büyüyen bitkinin hastalık ve zararlılara karşı dayanıklılığı artar, sayılan etkilerden dolayı verim ve kalitede artış sağlarlar (Eryılmaz ve ark., 2002; Çakmakçı,2005; Avan ve Kotan, 2021).

2.TARIMDA KULLANILAN MİKROORGANİZMALAR

2.1.Bakteriler

Bakteriler, tek hücreli mikroskobik organizmalar olarak bilinen prokaryot canlılardır. Bakteriler, çeşitli yaşam ortamlarında bulunabilirler: toprakta, suda, havada, canlı organizmaların içinde ve üzerinde varlıklarını sürdürebilirler. Bu çok çeşitli organizmalar, genellikle yuvarlak, çubuk veya spiral şeklinde görülebilirler ve boyutları 0.1 ila 10 mikrometre arasında değişir. Uzun bir zamandan beri dünyada var oldukları ve bu bakterilerden siyanobakterilerin fotosentez yaptığı ve dünyada ilk yaşam formunu oluşturduğu bilinmektedir.

Bitki kök bölgesiyle birlikte bulunan birçok bakteri türünün bitki büyümesi, verim ve ürün kalitesi üzerine faydalı etkileri olduğu bulunmuş ve bu etkileri test edilmiştir. Bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (PGPR) olarak adlandırılan topluluk *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Beijerinckia*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Erwinia*, *Flavobacterium*, *Rhizobium* ve *Serratia* cinslerindeki irkları içerir (Orhan ve ark., 2006).

2.2.Mantarlar

Mantarlar, fungus olarak da bilinen bir grup ökaryot organizmalardır. Ekosistemin önemli parçalarından olan mantarlar, doğada yaygın olarak bulunurlar ve çeşitli yaşam formlarına sahip olabilirler. Bazıları çürük organik maddeleri parçalayarak beslenir (saprotik mantarlar). Bazıları ise diğer organizmaların yaşayan veya ölü dokularını parazit olarak kullanır. Ayrıca bazı mantarlar, ortak yaşam (sibiyoz) ilişkisi içinde yaşadıkları diğer organizmalardan besin elde edebilirler. Örneğin, mikoriza adı verilen simbiyotik ilişki ile bitkilerin köklerine tutunurlar ve birlikte yaşarlar, bitkinin mineralleri almasını kolaylaştırarak besin alışverişi yaparlar. Bu şekildeki yaşam formu ile toprağın yapısını bitkilerin gelişimi için uygun hale getirirler.

Mikoriza oluşturan mantar taksonlarını tanımlamak için çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır. İlk olarak, mantarların çoğunun yalnızca ağaç kökleri içeren topraktan elde edildiği varsayılmıştır. Kelime anlamı mantar-kök olan mikoriza, Alman orman patoloğu A.B. Frank tarafından 1885 yılında mantar-ağaç ortaklığını betimlemesinde kullanılmıştır.

Mikoriza terimi bitki gelişiminde köklerin korteksinde kolonize olan mantar ile bitki kökü arasında oluşan işbirliğini belirtir.

Mantarlarla simbiyotik yaşam süren çok sayıda bitki mevcuttur. Birçok bitki türünün karakteristik olarak mikoriza oluşturdukları aşartırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Bitkilerin mikorizal etkileşiminden elde ettiği

faydalar tarımsal açıdan vejetatif büyüme ve bitki başına verim artışı olarak ifade edilirken, çevre şartlarına adaptasyonun da geliştirilmesidir. Mikorizal mantarlar, hem toprakta hem köklerde hızla büyüebilmekte ve bitkinin etkili absorpsiyon yüzey alanını arttırmaktadırlar. Mantar hifleri, topraktan mineralleri alarak köklere taşırlar. Bitki besin elementlerince yetersiz veya uygun nem koşullarına sahip olmayan topraklarda, mantarsal hifler sayesinde besin maddelerinin alınmasını kolaylaştırarak bitki gelişimi ve çoğalmayı destekleyebilir. Sonuç olarak, mikoriza ile ortak yaşam süren bitkiler, sürmeyenlere göre, biyotik ve abiyotik streslere genellikle daha dayanıklı olabilmektedirler (Avan ve Kotan, 2021).

3. MİKROORGANİZMALARIN MEYVECİLİKTE KULLANIM ALANLARI

3.1. Bitki Besleme

Tarımın en büyük başarılarından biri olan yeşil devriminde önemli verim artışı sağlamış ancak sürekli artan dünya nüfusunun ihtiyacını karşılaması mümkün olmamıştır. Bununla birlikte gelecek nesillerin gıda güvenliği tehlikeye düşmüştür. Önümüzdeki yıllarda nüfus bu hızla artmaya devam gıda üretiminin % 50 oranında artması gerektiği ön görülmektedir (Vasil, 1998; Leisinger, 1999). Kimyasal gübreler önemli üretim artışına neden olmuş ancak aşırı kullanımı toprak verimliliğinde azalmaya ve çevrenin olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. Ayrıca sentetik gübrelerin, pratikte geldiği noktada daha fazla verim artışı sağlamaları ön görülmemektedir. Bütün bu konuların sonucunda tarımsal üretimde sürdürülebilirlik için biyolojik gübrelemenin önemi artmaktadır. Ayrıca kimyasal gübreleme çevreyi ve üreticilerin ekonomisini olumsuz etkilemektedir. Çevreye zarar vermeyen biyolojik gübre uygulamalarının daha fazla araştırılması, uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi, bölge adaptasyonu ve üreticiler tarafından benimsenmesi gerekmektedir (Çakmakçı, 2005).

Sentetik kimyasallar yerine faydalı mikroorganizmalar içeren biyolojik gübrelerin kullanımı bitki besin maddelerini sağlayarak bitki büyümesini teşvik ettiği bilinmekte ve aynı zamanda toprağın verimliliğini korumaya ve çevre sağlığını desteklemeye faydalı olmaktadır (O'Connell, 1992). Yapılan birçok çalışmada mikroorganizma içeren biyolojik gübreler verim artışını sağlarken, bunlarda sentetik gübrelerin neden olduğu olumsuzluklar da gözlenmemiştir.

Bitki büyümesi ve verimliliğini sınırlayan N ve P elementlerinin topraktan bitkiler tarafından alınabilirliği kısıtlıdır. Mikroorganizma içeren biogübreler, simbiyotik ve asimbiyotik N₂ bağlayarak toprağa ilave N sağlayabilirler. Temel olarak dünya çapında, yılda yaklaşık 175 milyon ton N biyolojik azot fiksasyonu ile toprağa bağlanır. Bu arada süper fosfat gübreleri pahalı ve etkinliği sınırlıdır fakat biyolojik gübreler bu boşluğu doldurabilir. Ayrıca bazı mikroorganizmalar kaya fosfatı gibi ucuz fosfor kaynaklarını

yarayışlı hale getirebilirler. Fosforu yarayışlı hale getiren *Pseudomonas* ve *Bacillus* gibi bakteriler bitki büyümesinde ve verimde artış sağladığından sürdürülebilir tarımda geniş oranda kullanılırlar (Dobereiner, 1997; Çakmakçı, 2005).

Tablo 1. Meyvecilikte bitki beslemede alanında kullanılan mikroorganizmalar

Yazar	Sonuç
Eşitken ve ark., 2003	Kayısılarda yapılan bu çalışmada <i>Ballus</i> OSU-142 bakteri ırkı kullanılmıştır. Kontrole kıyasla önemli düzeyde artış sağlanmış. Sürgün uzunluğu bakteri uygulamalarında daha fazla olduğu belirlenmiş. Aynı zamanda yaprakların N, P, K, Ca ve Mg içeriği OSU-142 uygulamasında kontrole göre daha yüksek bulunmuştur.
Mia ve ark., 2005	Sp7 (<i>Azospirillum brasilense</i>) ve UPMB10 (<i>Bacillus sphaericus</i>) bakteri ırklarının muz fidelerinin gelişimi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Bakteri uygulaması N, P, K, Ca ve Mg içeriklerini artırmış. Sentetik gübre ile birlikte PGPR aşılması, salkım verimini ve meyve fiziksel özellikleri (parmak ağırlığı, uzunluğu ve çapı) ve meyve/kabuk oranını önemli ölçüde yükselmiştir. Ayrıca 3 hafta erken çiçeklenmeyi sağladığı bildirilmiştir.
Orhan ve ark., 2006	OSU-142 (N, bağlayan) ve M-3 (N; bağlayan ve P çözebilen) bakteri ırklarının Ahududu yetiştiriciliğindeki etkileri denenmiştir. Bakteri uygulamaları kontrol ile karşılaştırıldığında verimde önemli artış sağlamıştır. Bakteri uygulamaları ile topraktaki toplam N miktarı ve alınabilir P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn içeriğini önemli derecede etkilemiştir.
Eşitken ve ark., 2006	0-900 Ziraat kirazında <i>Pseudomonas</i> BA-8 ve <i>Basillus</i> OSU-142 bakteri ırklarının etkileri araştırılmak üzere, yaprak ve floral uygulamaları yapılmıştır. Uygulamalar kontrole göre verimde anlamlı bir artış tespit edildi. Bakteri uygulaması kontrole göre yaprakların Fe ve Zn içeriğini yükselmiştir. Yapraklardaki Mn içeriği kontrole kıyasla önemli ölçüde artmıştır.
Aslantaş ve ark., 2007	Granny Smith, Stark Spur Golden elma çeşitlerine kök bölgesine verilen büyümeyi teşvik eden rhizobacteria (OSU-142, OSU.7, BA8 ve M3) ırklarının etkileri incelenmiştir. Yeni dikilen elma ağaçların bakteri ırkların ile aşılandığında kontrol ile karşılaştırıldığında ortalama sürgün uzunluğunda ve çapında artış sağlanmıştır.
Güneş ve ark., 2009	Çilekte yapıları çalışmalarında <i>Bacillus</i> FS-3 ve <i>Aspergillus</i> FS9 mikroorganizmalarını kullanmışlardır. Denemenin

Pırlak ve Köse, 2009	sonunda P-gübrelemesinden önemli bir tasarruf sağlandığını bildirilmiştir. Çalışmanın sonunda verim, meyve ve yaprak besin içeriklerini (N, P, K, Ca ve Fe) arttığı tespit edilmiştir. 'Selva' çilek çeşidinde <i>Bacillus</i> OSU-142, <i>Pseudomonas</i> BA-8 ve <i>Bacillus</i> M-3'ün ırkları ile yaprak/kök uygulaması yapılmıştır. Kontrole kıyasla bitki başına verim önemli ölçüde yükseldiği belirlenmiştir. PGPR'ların kök uygulaması, SÇKM ve toplam şekeri önemli ölçüde artırırken, titre edilebilir asitliği azaltmıştır. Buna karşılık bakteri uygulamalarının ortalama meyve ağırlığı ve pH üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.
Eşitken ve ark., 2010	Başka bir çilek çalışmasında <i>Pseudomonas</i> BA-8, <i>Bacillus</i> OSU-142 ve <i>Bacillus</i> M-3 bakteri ırkları tek tek veya karışım halinde denenmiştir. Araştırmada kullanılan biyolojik gübrelerin verimi ve, vejetatif büyümeyi artırdığı tespit edilmiştir. Yapraktaki P ve Zn içeriğini önemli ölçüde arttırdığı belirlenmiştir.
Karakurt ve Aslantaş, 2010	<i>Agrobacterium rubi</i> A-18, <i>Bacillus subtilis</i> OSU142, <i>Burkholderia gladioli</i> OSU-7 ve <i>Pseudomonas putida</i> BA-8 bakteri ırkları ile muamele edilen beş elma çeşidinde etkileri incelenmiştir. Uygulamaların yaprak sayısına ve alanına, yıllık sürgün sayısına ve çapına önemli katkı yaptıkları belirlenmiştir.
Karakurt ve ark., 2011	4 bakteri ırkının tek başına veya karışım halinde vişnenin (<i>Prunus cerasus</i> cv. Kütahya) vejetatif ve verimi üzerine etkilerini belirlemek için araştırma yapılmıştır. Denemenin sonunda vejetatif gelişmeye direkt olumlu etkisi olduğu, meyve kalite kriterlerine ise dolaylı olarak olumlu yönde bir etki yaptığı rapor edilmiştir.
Ertürk ve ark., 2011	Fındıkta rizobakteri (PGPR) içeren gübrelerin büyüme üzerine etkileri incelenmiştir. Bitki boyu, sürgün uzunluğu ve sayısı gibi vejetatif büyüme kriterleri önemli bir artış olduğu tespit edilmiştir. Uygulamalar bitki besin elementlerinin (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, B ve Al) içeriklerini yükseltmiştir.
Arıkan, 2012	Vişnede <i>Bacillus subtilis</i> OSU-142 ve <i>Bacillus mycooides</i> T8 bakteri ırkları kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda bitki büyümesini olumlu etkilediği ve verimde önemli artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmada meyve kalite kriterlerinin (meyve sap uzunluğu, kabuk rengi SÇKM), yaprakların besin elementlerinin içeriklerinin arttığı rapor edilmiştir.

Ertürk ve ark., 2012 PGPR aşılmasının “Fern” çilek çeşidinde verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Aşılamanın kontrole göre bitki başına verimi, ortalama meyve ağırlığını ve birinci kalite meyve oranını önemli ölçüde artırdığı, bununla birlikte yaprak alanı, ilk çiçeklenme ve hasat tarihlerini etkilemediği tespit edilmiştir.

Üçüncü, 2018 Fındıkta yapılan bir başka çalışmada *Azotobacter sp.* Bakteri türü kullanılmıştır. Denemenin sonucunda verimin önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Çalışmada bakteri uygulamasının dekar başına 7.5 kg inorganik gübrelemeye denk geldiği, bununla birlikte bu gübrelerin ekonomiye ve çevreye zararsız olduğu bildirilmiştir.

Seema ve ark., 2018 *Farklı Bacillus sp.* uygulanan Chandler çilek çeşitinin bitki büyüme, verim ve kalite üzerine etkileri araştırılmıştır. Rizobakterilerin kök+yaprak uygulamasının diğer uygulamalara göre büyüme, verim ve meyve kalitesi açısından en iyi sonuçları verdiği görülmüştür. En yüksek bitki başına verim ve meyve ağırlığı bakteri uygulamalarında kaydedilmiştir.

İpek ve ark., 2018 Ahududu (Heritage) fidanlarının köklerine uygulanan farklı rizobakterilerin vejetatif büyüme, verim ve meyve kalitesi üzerine etkileri araştırılmıştır. En yüksek sürgün sayısı ve uzunluğu bakteri uygulamalarından elde edildiği, verim miktarı ve meyve kalitesi incelendiğinde bakteri uygulamalarının en iyi sonucu verdiği belirlenmiştir.

Akbaş, 2019 Muzda yapılan biyolojik gübreleme çalışmalarında ağaç başına verim, meyve sayısı, meyve ağırlığı artışının istatikselsel olarak önemli olduğu belirlenmiştir.

Acar, 2018 Nar türünde bakteri içeren gübre uygulamasının meyve büyüklüğü ve C vitamini dışında diğer meyve kalite kriterleri ve verime etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Bilgin ve ark., 2020 3 farklı periyotta, yapraktan uygulanan mikrobiyal gübrelerin (EM.A ve EM.5) ‘Chandler’ ceviz çeşidinde, verim ve meyve özellikleri üzerine etkileri tespit edilmiştir. İki yılın ortalaması incelendiğinde, meyve ağırlığı ile eni parametreleri EM.A uygulamasından en iyi sonuçları verdiği belirlenmiştir.

Çakır ve ark., 2021 Jeromine elma çeşidine, tam çiçeklenme periyodunda ağaçlara rizobakteri (PGPR), alg ekstraktı (*Chara sp.*), vermikompost gübre uygulaması yapılan çalışmada, PGPR uygulamasının kontrole göre meyve ağırlığını, meyve boyu ve enini artırdığı belirlenmiştir.

Kotan ve ark., 2021	<p><i>Bacillus subtilis</i> TV-17C bakterisi suşları elma fidanı yetiştiriciliğinde denenmiştir. Çalışmanın sonucunda bakteri uygulaması bitki boyunda artış sağladığı belirlenmiştir. Ayrıca bitki besin element içeriklerine bakıldığında N, P, K, Ca, Fe artış olduğu tespit edilmiştir.</p>
Yıldız ve ark., 2022	<p>Elma çeşitlerine uygulanan <i>Azospirillum sp-245</i> + <i>Bacillus megaterium sp-M3</i> bakterilerinin vejetatif büyüme ve meyve kalitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, <i>Rizobakteri</i> uygulamaları meyve ağırlığı ve boyutu ile vejetatif gelişmeyi teşvik ettiği SÇKM ve titre edilebilir asitlik içeriği üzerine ise olumsuz etkisi olduğu bildirilmiştir.</p>
Çiylez ve Eşitken, 2018	<p>Denemede üç farklı mikoriza (<i>Glomus sp.</i>) türü ve üç farklı bakteri ırkı (<i>Agrobacterium rubi</i> A18, <i>Bacillus megaterium</i> M3 ve <i>Bacillus subtilis</i> OSU-142) uygulanmıştır. Denemenin sonunda tüm biyolojik gübre uygulamaları çilekte büyümeyi teşvik ederken genel olarak en iyi sonuçlar <i>Glomus fasciculatum</i> ve <i>Agrobacterium</i> A18'in birlikte uygulanmasından elde edilmiştir.</p>
Przybyłko ve ark., 2021	<p>Elma ağaçlarının büyümesi ve beslenme durumu üzerine mikorizal arbusküler mantarların (AMF) ile bitki büyümesini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) etkisini belirlemek için bir çalışma yürütmüştür. 4 yıllık çalışmanın sonunda AMF + PGPR aşılmasından sonra, yapraklardaki azot ve magnezyum içeriklerinin arttığı, fosfor ve potasyum içeriğinin azaldığı gözlemlenmiştir.</p>
Ortaş ve ark., 2006	<p>Turunçgillerde vejetatif büyüme için elzem olan fosfor ve çinko alımını ve gelişimi arttırmak için en uygun mikorizayı belirlemek için yapılan çalışmada beş farklı mikoriza denenmiştir. Deneme sonucunda, <i>Glomus clarium</i> yüksek P, Zn, Cu içeriği ile yaprak alanı, bitki boyu, çapı ve bitki kanopisine olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir.</p>
Özdemir ve ark., 2010	<p><i>Glomus mosseae</i> ve <i>Glomus intraradices</i> Arbuskular mikorizalarının farklı üzüm çeşitlerinin vejetatif büyüme üzerine etkileri değerlendirilmiştir. Çalışmada kullanılan <i>G. Mosseae</i> sürgün büyümesine, <i>G. intraradices</i> ise kök gelişimi, yaprak P ve Zn içeriğine olumlu etkisi tespit edilmiştir. Bu nedenle, <i>G. intraradices</i> P ve Zn eksikliğinin görüldüğü alanlarda kullanılmasının asma yetiştiriciliğine faydalı olacağı bildirilmiştir.</p>
Ertan ve ark., 2020	<p>Mikoriza uygulanan çilekte; yaprak ve gövde sayıları, bitki yaş ve kuru ağırlıkları (g), verim (g/bitki başına) tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda, mikoriza uygulamalarının</p>

çilekte topraksız tarım sistemlerinde vejetatif büyüme, meyve kalitesi ve erkenci verim bakımından önemli etkilere sahip olduğu belirlenmiştir.

3.2.Çoğaltma

3.2.1.Çelikle Çoğaltma

Yapılan çalışmalarda *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Streptomyces* ve *Pseudomonas* gibi bakteri cinslerinin çeliklerde köklenmeyi artırdıkları görülmüştür. Bunlardan bazılarının indole 3-acetic acid (IAA), bazılarının da çeliklerde köklenmeyi hızlandıran indole 3-butric acid (IBA) üreterek köklendirmeyi uyardığı belirlenmiştir (Eşitken ve ark. 2003a).

Agrobacterium cinsine ait bakteriler, toprakta bol miktarda bulunurlar ve doğal genetik mühendisidirler. Bitki köklerindeki yaralardan içeri girerler ve hücre yüzeyini sararlar ve kendi DNA sının küçük bir parçasını bitki çekirdeğine transfer ederler. Bakteri geni içeren bu DNA parçası tarımda ticari olarak da kullanılan büyüme düzenleyicilere benzeyen oksin üretmeye başlar. İçsel olarak üretilen oksin, dışardan çeliklerin dip kısımlarına uygulanan oksinden daha etkilidir. Ayrıca *Agrobacteriumların* konukçu yelpazesi oldukça geniştir. Bütün dikotilodonlar, monokotilodanlar ve jimnosporlular konukçuları arasındadır. Bununla birlikte standart vejetatif yöntemlerle çoğaltılması zor olan türlerde bakteri kullanımı maliyeti, doku kültürü ile çoğaltmayla karşılaştırıldığında daha düşüktür ve uygulaması daha basittir olduğu bildirilmiştir (Uchino ve ark., 1997).

Tablo 2. Meyvecilikte çelikle çoğaltmada kullanılan mikroorganizmalar

Yazar	Sonuç
Eşitken ve ark., 2003a	Çalışmada yabani vişne (<i>Pranas cerasas</i>)'nin odun çeliklerinin köklenmesi üzerine IBA ve <i>Agobacterim rubi</i> 'nin etkisi incelenmiştir. Araştırmada farklı dozları tek başına veya <i>Agrobacterium rubi</i> 'nin 3 şuşu (A1, A16, ve A18) ile kombine edilerek uygulanmıştır. Kontrol uygulamalarında köklenme elde edilememiştir. En yüksek köklenme oranı yeşil çeliklerde %65 ve yarı odun çeliklerinde %70 ile 250 ppm IBA+A16 birleşiminden elde edildiği bildirilmiştir.
Ercişli ve ark., 2003	2001 ve 2002 yıllarının kış dönemi boyunca Hayward kivi çeşidinin köklenmesi üzerine sürgünlerin toplama zamanının, farklı IBA konsantrasyonlarının, <i>Agrobacterium rubi</i> 'nin 3 irknın ve hormon + bakteri birleşiminin etkisi incelenmiştir. En fazla köklenme 4000 ppm IBA+ A18 uygulamasında tespit edilmiştir.

Ertürk ve ark., 2008	7 bakteri irkı 3 ticari çay klonlarından alınan çeliklerin köklenmesi üzerine olan etkileri belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda bütün bakteri uygulamalarından kontrole kıyasla daha yüksek köklenme oranı tespit edildiği rapor edilmiştir.
Ertürk ve ark., 2010	“Hayward” kivi çeşidinde farklı PGPR ırklarının (<i>Bacillus</i> RC23, <i>Paenibacillus polymyxa</i> RC05, <i>Bacillus subtilis</i> OSU142, <i>Bacillus</i> RC03, <i>Comamonas acidovorans</i> RC41, <i>Bacillus megaterium</i> RC01 ve <i>Bacillus simplex</i> RC19) yarı odunsu çeliklerin köklenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Sonuçlara göre kullanılan PGPR'nin organik kivi fidanı üretiminde IBA köklendirme hormonunun yerine kullanılabileceği belirlenmiştir.
Kımk ve Çelikel, 2017	Çalışmada 10 farklı rizobakteri ırklarının tek başına ve IBA (1000 ppm) ile birlikte kuşburnu çeliklerine uygulamışlardır. En fazla köklenme <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Bacillus megaterium</i> ve <i>Pseudomonas fluorescens</i> uygulamalarında tespit edilmiştir.
Çınar, 2019	<i>Bacillus</i> OSU-142 ve <i>Agrobacterium rubi</i> A-18 bakteri ırklarının tek tek veya farklı IBA konsantrasyonlu çözeltileri ile birlikte uygulamalarının farklı turunçgil anaçlarının çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri araştırılmıştır. Turunç çeliklerinde en yüksek köklenme oranları yeşil ve odun çeliklerinde IBA + bakteri, yarı odun çeliğinde ise bakteri uygulamasından elde edilmiştir.
Güneş ve Eraslan, 2021	Kuşburnu odun çeliklerine, IBA ve PGPR (<i>Pseudomonas fluorescens</i> , <i>Paenibacillus polymyx</i> , <i>Bacillus megaterium</i> ve <i>Pantoea agglomeran</i>) uygulamaları tek tek ve kombinasyon şeklinde uygulanmış ve farklı ortamlara dikilerek köklenme üzerine etkileri incelenmiştir. En fazla kallus oluşum oranı perlit ve bakteri ile muamele edilen çeliklerden, en fazla köklenme oranı ise torf+perlit karışımında IBA uygulanan odun çeliklerinden elde edilmiştir.
Alkaç ve ark., 2023	Karadut odun çeliklerinin köklenmesi üzerine, farklı bakteri ırklarının (<i>Bacillus cereus</i> ZE-7 ve <i>Pseudomonas putida</i> ZE-1) etkisinin araştırıldığı çalışmada, köklenme miktarı bakteri karışımı ile artmıştır. Bakteri uygulamalarının kök sayısı ve köklenme oranı, çürüme

oranı ile kalluslanmayı olumlu etkilerken, kök uzunluğu ve kök çapına ise bir etkisinin olmadığı bildirilmiştir.

3.2.2.Mikro Çoğaltma

Generatif ve standart vejetatif çoğaltma yöntemleri ile çoğaltılmayan bitki türleri çoğu kez mikro çoğaltım yöntemleri ile çoğaltılabilir. Yine de bazı türlerde çoğaltılan bitki parçasında köklenme zayıf veya yetersiz olabilmektedir. Bazı bakteri türlerinin ırkları köklenmeyi teşvik ettiklerinden, mikro sürgünlerin dip kısımlarına bu bakteri ırkları aşılanıp, besi ortamlarına yerleştirildiğinde yeterli kök sistemi oluşturdukları bildirilmiştir (Damiano ve Monticelli, 1998).

Tek yıllık bitkilerin mikro çoğaltımında mikroorganizma kullanımı ile ilgili çalışmalara rastlanabilmekte (Frommel ve ark., 1991; Germida ve Walley, 1996; Mirza ve ark. 2001) ancak çok yıllık özellikle meyvecilikte kullanımı ile ilgi sınırlı sayıda çalışmaya rastlanılmıştır.

Tablo 3. Meyvecilikte Mikro çoğaltımda mikroorganizma kullanımı

Yazar	Sonuç
Damiano ve Monticelli, 1998	Çalışmada badem, elma, erik, <i>Pyrus pyrasyer</i> ve iki hibrit anaç üzerine; <i>Agrobacterium rhizogenes</i> türünün 1855 ırkı ile aşılama ve ilave hormon takviyesi köklenme üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Deneme sonunda değerlendirilen türler, oksinsiz köklenen genotipler, sadece oksin ile köklenebilen genotipler, sadece bakteri aşılmasıyla köklenebilen genotipler olmak üzere 3 ana gruba ayrıldığı belirtilmiştir. Bütün genotipler bakteri aşılması sonucunda köklenmenin arttığı tespit edilmiştir.
Güler ve Eşitken, 2017	<i>In vitro</i> koşullarında mikroçeliklerin köklenmesine PGPR ırklarının (<i>Bacillus subtilis</i> 13, <i>Bacillus lentus</i> 13, <i>Bacillus megaterium</i> 14 ve <i>Rhodotorula spp.</i> 15) MaxMa-14'ün köklenmesi üzerine etkisini belirlemek amacıyla araştırma yapılmıştır. Deneme sonunda PGPR'lerin anaçların köklenmesine etkisi olmadığı görülmüştür. Ancak bakteri uygulamasının etkinliğini arttırmak için besi ortamına triptofan eklenmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

3.3.Stres Koşullarına Direnç

Dünya'da bitkisel üretimi önemli oranda sınırlandıran biyotik ve abiyotik stres faktörleri büyüme ve verimi olumsuz yönde etkilemektedir.

Kuraklık, tuzluluk, yüksek ya da düşük sıcaklık, su baskını, radyasyon, kirletici maddeler, ağır metaller, rüzgâr, toprağın besin elementlerinden yoksun olması, hastalık etmenleri, yabancı bitkiler, böcekler, mikroorganizmalar bitkilerin büyümesini, gelişimini ve üretkenliğini olumsuz yönde etkileyen önemli stres faktörleridir. Bu stres faktörleri ile mücadele etmek ve bitki sağlığını korumak için çeşitli stratejiler geliştirilmiştir. Bunlardan biri de faydalı mikroorganizmaların kullanımınıdır. Bitki stresine karşı kullanılan bazı faydalı mikroorganizmalar; azot bağlayıcı bakteriler, *Trichoderma* ve *Bacillus* türleri, endofitik bakteriler, mikorizal mantarları sayabiliriz. Bu mikroorganizmaların kullanımı, tohuma aşılama, kök bölgesine uygulama, yaprak uygulamaları veya toprak iyileştirmesi gibi farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Ancak, mikroorganizmaların seçiminde, yerel iklim koşulları, bitki türü ve yetiştirme koşulları gibi faktörlere dikkat edilmelidir.

Çevrede bitki kökleri ile ilişkili çok sayıda mikroorganizma vardır. Topraktaki bu organizmalar bitkilerin gelişmesi ve üremesinde başlıca belirleyicilerdendir. Toprakta serbest yaşayan, bitkiler ile faydalı birliktelikler kuran ve bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) deaminaz enzimini içerdikleri bilinmektedir. ACC deaminaz enzimi gelişmekte olan bitkilerde etilen sentezini ayarlar. Farklı çevresel stres faktörlerine karşı birçok bitki türü tepki olarak etilen sentezi artar. Biyotik ve abiyotik stres koşullarında zararlanmanın önemli bir kısmından, bitkilerde artan etilen seviyesi sorumludur. Bitki büyümesini teşvik eden bakterilerde bulunan ACC deaminaz enzimi bitkilerde etilen seviyesini ayarlamak için harekete geçebilmektedir (Burd, ve ark., 1998).

3.3.1. Kuraklık Stresi

Bitki büyümesini teşvik eden bakteriler, bitki büyümesini hastalık etmenlerini baskılayarak dolaylı yoldan teşvik ederken; N bağlayarak, bitki hormonları üreterek, bakterinin sahip olduğu demiri bitki bünyesine katarak, bitkide etilen seviyesini düşüren ACC (1-aminocyclopropane-1-carboxylate) deaminaz enzimi üreterek direkt bir etkiye sahip olurlar. ACC deaminaz enziminin rolü, büyüme noktalarında (özellikle köklerdeki) etilenin seviyesinin yükselmesini engeller ve böylelikle kök uzamasını teşvik eder. Bitki büyümesini destekleyen bakteriler köklerin büyümesine yardımcı olmanın yanı sıra susuzluk, ağır metaller, su baskını, tuz ve patojenler gibi olumsuz çevre şartlarından bitkileri koruyabilirler (Mayak ve ark., 2004).

ACC (1-aminosiklopropan-1-karboksilat) deaminaz içeren, N₂-sabitleyici ve P-çözücü bakterilerin, su eksikliği stresi altındaki çileğin verim ve morfo-fizyolojik parametreleri üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada, bitki büyümesi, verimi, antioksidan enzim aktivitesini ve fitohormon içeriğine etkilerini arttırdığı bildirilmiştir (Erdoğan ve ark., 2016).

Kuraklık stresi altındaki ceviz (*Juglans regia*) fidanlarının büyümesi ve fizyolojik özellikleri üzerine PGPR aşılmasının etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, *J. regia* fidanları, farklı seviyelerde kuraklık stersine maruz bırakılmış ve yüksek seviyelerde sitokin ve indolasetik asit (IAA) üreten bir PGPR türü olan *Bacillus cereus* L90 ile aşılama yapılarak etkileri incelenmiştir. Kontrol şartlarında yetiştirilen ceviz fidanlarına uygulanan bakterinin belirgin bir etkisi gözlenmezken *B. cereus* aşılması stres şiddeti arttıkça ceviz fidanlarında antioksidan enzim aktivitelerini arttırmış ve bitkinin fotosentetik özelliklerini değiştirdiği belirlenmiştir. Sonuç olarak, PGPR aşılması, *J. regia*'nın kuraklık direncini artırdığı ve bu koşullarda büyümesini geliştirebildiği tespit edilmiştir. Ayrıca bakteri uygulamasının kurak ve yarı kurak ortamlarda ağaçlandırmada kullanım için yararlı bir tamamlayıcı önlem olabileceği bildirilmiştir (Liu ve ark., 2023).

İki farklı PGPR ile (*Bacillus subtilis* GE1, *Pseudomonas brassicacearum* X123) aşılamanın kuraklık stresi altındaki ceviz (*Juglans regia*) fidanlarının fizyolojik ve ekolojik özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak için bir saksı denemesi yapılmıştır. Kuraklık stresi altında X123 ile yapılan uygulamalar yapraklarda, GE1 aşılmasına kıyasla daha yüksek net fotosentetik ve terleme hızı ve stoma iletkenliği göstermiştir. Ayrıca, X123 ile aşılama, yaprak askorbat peroksidaz (APX) ve süperoksit dismutaz (SOD) aktivitelerini ve gibberellin (GA) ile zeatin (ZT) içeriklerini önemli ölçüde artırırken çözümlü şeker ve çözümlü protein içeriklerini önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. (Jing ve ark., 2023).

Zeytinde kuraklığa karşı mikorizanın etkisinin araştırıldığı çalışmada, mikorizanın zeytin ağacı üzerindeki kuraklık etkisinin hafifletilmesinde rol oynadığı bildirilmiştir. Ayrıca mikoriza uygulamasının mineral alımını da (K, N, Zn ve Fe) iyileştirdiği, ek olarak sulamanın eski haline getirilmesi ile mikoriza uygulanan bitkilerinin şiddetli kuraklık stresinden kurtulmasına olanak sağladığı ifade edilmiştir (Ouledali ve ark., 2018).

Boyer ve ark., (2015) yaptıkları çalışmada iki arbüsküler mikorizal (*Funneliformis mosseae* BEG25 ve *Funneliformis geosporus* BEG11) ile muamele edilmiş çilek bitkisinin kuraklık toleransını incelemişlerdir. *F. mosseae*, *F. geosporus*'a göre kuraklık stresi altında daha bol hif oluşturma eğiliminde olduğu belirlenmiştir. Kuraklık stresine tabi tutulan bitkilerle AMF aşılmasının, bitki gelişimini mikorizal olmayan ve tamamen sulanan bitkilerle aynı veya daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir.

Wu ve Zou (2009) üç yapraklı portakal (*Poncirus trifoliata* L. Raf.) fidanları üzerinde yapılan çalışmada, kontrol grubuna göre *Glomus versiforme* ile muamele edilen fidanların yaprak mineral içeriği (N, P, K, Ca, Fe, Mn ve Zn) kuraklık stresi koşullarında artırdığını bulmuşlardır.

Sera koşullarında yetiştirilen antep fıstığı fidanlarına (*Pistacia vera* 'Qazvini' ve 'Badami-Riz-Zarand'), AMF (*F. mosseae* ve *R. intraradices*) ile aşılanmış ve sonuçta farklı kuraklık koşullarında bu uygulamanın, P ve Zn gibi

düşük hareketli minerallerin alımını arttırdığı tespit edilmiştir (Bagheri ve ark., 2012).

3.3.2. Ağır Metal Toksikitesi

Günümüzde hızlı sanayileşme, tarımda kimyasal pestisitlerin aşırı kullanımı ve diğer insan faaliyetlerinin doğrudan veya dolaylı olarak ağır metal birikimine neden olduğu bilinmektedir. Bitkilerin ve insanların normal fizyolojik faaliyetleri için metaller ihtiyacı vardır, fakat aşırı birikimleri bitki ve insan ekosistemi ve ekolojisi üzerinde ciddi toksik etkileri bulunmaktadır. Bitki büyümesini teşvik eden bakterileri uygulamaları, ağır metal toksisitesinin hafifletilmesinde umut verici bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır (Singh ve ark., 2019).

Bitki büyümesini teşvik eden *Kluyvera aseorbata* SUDI68 bakterisi, yüksek seviyede ağır metal içeren Kanada Ontario Sudbry yakınlarındaki topraklarda izole edilerek toplanmıştır. Bu bakterinin Ni^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+} ve CrO_4^- in toksik etkilerine dayanıklı olduğu, siderophore ürettiği ve ACC deaminaz aktivitesi gösterdiği bildirilmiştir. Yapılan çalışmada bakteri suşları ile muamele edilmiş tohumlardan çıkan çöğürlerdeki, Ni miktarı azalmamış ancak Ni tarafından teşvik edilen stres etilen seviyesini düşürmüştür (Burd, ve ark., 1998).

Kadmiyum (Cd) toksisitesi altında çilek bitkisinin morfolojik ve pomolojik özellikleri üzerine bakteriyel (*Pseudomonas* suşu) aşılamanın etkisinin araştırıldığı çalışmada, *Pseudomonas* sp içeren formülasyonların ağır metal kirliliği olan alanlarda tarımsal iyileştirici olarak kullanılabilmesi ifade edilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre, PGPR uygulamalarının Cd dozunun artmasıyla azalan morfolojik ve pomolojik özelliklerin korunmasında etkili olduğu bildirilmiştir (Şahin ve Pırlak, 2022).

Manganez (Mn) toksisitesi altında arbusküler mikorizal mantarların (AMF) zeytin bitkilerinde bazı temel makro ve mikro elementlerin alımı ve dağılımı üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmada, mikorizanın zeytinde P alımı üzerindeki önemli etkisi olduğu bildirilmiştir. Kontrollerle karşılaştırıldığında genellikle bakteri uygulamaları P alımını iki kat arttırdığı, Mn konsantrasyonlarını %43'ten %83'e düşürdüğü bildirilmiştir (Briccoli Bati ve ark., 2015).

3.3.3. Tuzluluk

Tuzluluk tarımsal üretimi sınırlayan büyük stres koşullarından biridir. Böyle alanlarda tarımdaki verimlilik N takviyesine bağlıdır. Böyle alanlarda sentetik gübrelere N ilavesi tuzluluğu daha da çok artırmaktadır. Tuzlu topraklardan izole edilen ve toprağa N bağlayan bakteriler (*Azospirillum halopraeferens* ve *Klebsiella pneumoniae* gibi) ile yapılacak biyolojik gübreleme bu sorunu aşmada bir alternatif sunabilir (Puente, ve ark., 2007).

MaxMa-14 anacına aşıllı '0900 Ziraat' çeşidi ile yürütülen bir çalışmada, PGPR (*Bacillus atrophaeus* EY6, *Bacillus subtilis* EY2, *Bacillus sphaericus* GC alt grup B EY30, *Kocuria erythromyxa* EY43 ve *Staphylococcus kloosii* EY37) uygulamalarının tuz stresi koşulları altındaki etkisi incelenmiştir. Çalışmada tüm bakteri uygulamalarının, negatif kontrole kıyasla bitki büyümesini önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir (Arıkan ve Pırlak, 2017).

Yapılan bir çalışmada, *Kocuria* E43, *Alcaligenes* 637Ca ve *Pseudomonas* 53/6' bakteri ırklarının kireçli ve tuzlu topraklarda yetiştirilen 'Sweet Ann' çilek çeşidinin üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada verim, meyve sayısı ve ağırlığı, yaprak alanı, mineral madde içeriği incelenirken, yapraklarda SPAD, stoma iletkenliği, membran stabilitesi, protein ve prolin içerikleri, hidrojen peroksit (H₂O₂) ve malondialdehit (MDA) içerikleri tespit edilmiştir. Ayrıca CAT, SOD ve APX aktivitesi de araştırılmıştır. En yüksek verim bakteri uygulamasından, en düşük değer kontrolde tespit edilmiştir. Yapraktaki N, P ve Ca içerikleri kontrole kıyaslandığında bakteri uygulamalarında daha fazla olmuştur. Değerlendirme sonunda, 637Ca, E43+53/6 ve E43+637Ca+53/6 bakteri aşılamaalarının tuzluluk ve yüksek kireçli toprağın olumsuz etkilerini azaltmada etkili olduğu görülmüştür (Arıkan ve ark., 2020).

Karlıdağ ve ark., (2010) yaptıkları çalışmada farklı bakteri ırklarının (*Bacillus subtilis* EY2, *Bacillus atrophaeus* EY6, *Bacillus sphaericus* GC alt grup B EY30, *Staphylococcus kloosii* EY37 ve *Kocuria erythromyxa* EY43) tuz stresi altında yetiştirilen 'Fern' çilek çeşidinin verim ve kalitesi üzerine etkilerini araştırmışlardır. Yaptıkları incelemede tuz stresi altında EY30, EY37 ve EY43 bakteri ırkları, kontrole kıyasla meyve verimini önemli ölçüde artırdığı belirlenmiştir.

M9 anacı üzerine aşıllı 'Fuji' çeşidinin tuz stresi koşullarında uygulanan PGPR'nin etkisi (*Bacillus subtilis* EY2, *Bacillus atrophaeus* EY6, *Bacillus sphaericus* GC alt grup B EY30, *Staphylococcus kloosii* EY37 ve *Kocuria erythromyxa* EY43) araştırılmıştır. Tüm bakteri uygulamalarının negatif kontrole (tuzlu şartlardaki) kıyasla yaprakların fizyolojik hasarını önemli ölçüde azalttığı rapor edilmiştir (Arıkan ve Pırlak, 2020).

Sulama kaynaklı toprak tuzluluğunun tespit edildiği bahçelerde farklı stres dereceleri altında avokado ağaçlarında rizobakterilerin (PGPR) uygulaması yapılmıştır. Sonuçlar uygulanan PGPR'nin tuzlu topraklarda tuza duyarlı mahsullerin stres toleransını arttırmak için alternatif olarak kullanılabileceği belirlenmiştir (Nadeem ve ark., 2012).

Tuzlu şartlarda yapılan çalışmada, tek başına veya PGPR (*Bacillus amyloliquefaciens*) ile kombinasyon halinde AMF (*Glomus mosseae*) uygulamasının, iğde (*Elaeagnus angustifolia* L.)'nin biyokütle birikimi, morfolojik özellikleri, fotosentetik kapasitesi ve rizosferik toprak enzim aktiviteleri üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmada, AMF'nin iğdenin toprak üstü organlarında biyokütle birikimini önemli ölçüde desteklediği,

yaprak ve dal sayısını artırdığı ve yaprak alanlarını, gövde çaplarını ve bitki boyunu iyileştirdiği ifade edilmiştir. AMF'nin ayrıca kök büyümesini, kök mimarisini ve toprak enzim aktivitelerini desteklediği bildirilmiştir (Pan ve ark., 2020).

Çilekte tuzluluk stresi üzerine yapılan bir çalışmada, PGPR kombinasyonları (*Bacillus cereus* RCP 3/1 + *Rhizobium radiobacter* RCR 11/2) ve mikorizal mantarlar (*Glomus* spp.) kullanılmış ve meyve kalitesine etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, tuzlu koşullarda mikoriza+bakteri uygulamasının meyvelerin kalite özelliklerini arttırdığı ifade edilmiştir (Koç ve ark., 2015).

3.3.4.Kireç

Kireçli topraklar dünya topraklarının %30'undan fazlasını kaplamaktadır. Bu topraklar çoğunlukla Fe, Mn, Zn, Cu ve B gibi mikro elementlerin yüksek pH'ta zayıf çözünürlüğü ve ayrıca P'nin Ca ile kompleks bileşikler oluşturması nedeniyle besin maddelerinin kullanılabilirliği düşük olan topraklar olarak ifade edilmektedir. Ülkemizde Karadeniz Bölgesi hariç diğer bölgelerin tamamı yüksek kireçli toprak özelliği göstermektedir. Yüksek kireç içeriği sonucu oluşan kloroz nedeniyle önemli verim kayıpları meydana gelebilmekte ve verim kayıplarını azaltabilmek için ise üreticiler tarafından fazla gübre kullanılarak girdi maliyetleri artabilmektedir. Bu bağlamda, kimyasal gübrelerin ve zirai kimyasal ürünlerin yoğun kullanımını azaltacak bir alternatif olarak faydalı mikroorganizmaların kullanımı önem arz etmektedir (İpek ve Eşitken, 2022).

Kireçli koşullarda yetiştirilen deveci armudunda, bitki büyümesini arttıran rizobakteri (PGPR)'nin 6 farklı bakteri ırkı (*Alcaligenes* 637Ca, *Agrobacterium* A18, *Staphylococcus* MFDCa1, MFDCa2, *Bacillus* M3 ve *Pantoea* FF1) uygulamaları yapılmıştır. PGPR uygulamasının genel olarak vejetatif büyümeyi arttırdığı bildirilmiştir (Arıkan ve ark., 2018a).

Yapılan bir çalışmada, kireçli toprak şartlarında, *Alcaligenes* 637Ca, *Agrobacterium* A18, *Staphylococcus* MFDCa1, MFDCa2, *Bacillus* M3 ve *Pantoea* FF1 rizobakterileri uygulamalarının GF677 ve Nemaguard anaçları üzerine aşılı 'Elegant Lady' şeftali çeşidi üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada, kullanılan PGPR uygulamalarının, yaprak organik asit içeriğini, köklerde ve yaprakta FC-R aktivitesini, yaprakta aktif Fe içeriğini arttırdığı ve bitkiler için demir kullanılabilirliğini iyileştirmede büyük bir potansiyele sahip olduğu bildirilmiştir (Arıkan ve ark., 2018b).

Kireçli toprak şartlarında, M9 ve MM106 üzerine aşılınmış bir yaşındaki elma fidanlarına *Alcaligenes* 637Ca, *Agrobacterium* A18, *Staphylococcus* MFDCa1, *Staphylococcus* MFDCa2, *Bacillus* M3 ve *Pantoea* FF1 uygulaması yapılmıştır. Yapılan çalışmada, kullanılan bakteri suşları, kireçli toprak koşullarında M9 ve MM106'da Braeburn elma çeşidi için biyogübre olarak

kullanılmada ve bitki gelişimini artırmada önemli bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (İpek ve ark., 2021).

M9 ve MM106 anaçlarına aşılı Braeburn elma çeşidine, kireçli toprak şartlarında, bitki büyümesini teşvik eden rizobakteri (*Alcaligenes* 637Ca, *Agrobacterium* A18, *Staphylococcus* MFDCa1, MFDCa2, *Bacillus* M3 ve *Pantoea* FF1) uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, elma bitkilerinde rizobakteri uygulamalarının yaprak organik asit içeriklerini, toprak demir miktarını, kök ve yaprak FC-R aktivitesinin önemli ölçüde arttırdığı bildirilmiştir (Aras ve ark., 2018).

Kireçli toprak koşullarında Jumbo ve Chester böğürtlen çeşitlerinde farklı bakteri suşlarının (*Alcaligenes fecalis* 637Ca, *Microbacterium esteraromaticum* SY48, *Rhizobium radiobacter* SY55, *Kocuria rhizophila* SY63) verim, meyve kalitesi, bitki büyümesi ve beslenme konularındaki etkilerinin incelendiği çalışmada, bakteri uygulamalarının bitki gelişimi, verim ve meyve kalite kriterleri üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir (İpek ve Eşitken, 2022).

Toprak pH'sı 8.2 olan Denizli'deki nar bahçesinde *Pseudomonas* sp. HV 5 ve *Micro-coccus luteus* GC- alt grup B MFDV3 bakteri ırkları denenmiştir. Bakteri uygulamalarının sürgün çapı, meyve ağırlığı ve çapı ve C vitamin içeriği üzerindeki etkisi önemli bulunurken SÇKM, titre edilebilir asitlik, meyve suyu pH'sı ile ağaç başına verim üzerine etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Acar ve ark., 2022).

3.3.5.Su Baskınları

İklim değişikliğine bağlı olarak su baskını olaylarının sayısı ve yoğunluğu muhtemelen gelecek yıllarda artacak ve tarım yapılan alanlarda su baskını stresi riskini artıracaktır. Su baskını sonucu ortaya çıkan oksijen eksikliği, bitki kökünün aerobik solunumunu ve sonuç olarak hidrolik iletkenliğini, besin alımını, bitki büyümesini ve gelişimini engellemektedir. Bitki fizyolojisi ve bitkilerle ilişkili mikroorganizmalar üzerindeki su baskını etkilerini anlamak, hassas türler ve ekosistemlerde su baskını stresini azaltmak için önemli bir konudur. Su baskını stresini azaltmada, mikoriza veya endofit bakteriler gibi bazı faydalı mikroorganizmalar kullanılmaktadır (Martínez-Arias ve ark., 2022).

Su baskını gibi çevre şartlarından ileri gelen stresin de ACC deaminaz enziminin aktivitesi ile stres etileninin seviyesini azaltarak direnç sağlanabildiği bildirilmiştir (Farwell ve ark., 2007).

Yapılan bir çalışmada, su baskını stres koşullarında, arbüsküler mikorizal mantar (*Diversispora spurca*) uygulamasının, narenciye (*Citrus junos*) fidelerinin büyümesi, kök sistemi mimarisi ve antioksidan enzim aktiviteleri üzerindeki etkilerini iyileştirdiği bildirilmiştir (Wu ve ark., 2013).

3.3.6.Üşüme Zararı

Düşük sıcaklık, içinde önemli tarım ürünlerinin de bulunduğu birçok türün coğrafi dağılımını ve verimliliğini sınırlayan önemli bir faktördür. Soğuğa dayanıklı bitkilerin donma toleransları düşük sıcaklıklara maruz kaldıklarında yükselir. Soğuğa dayanım mekanizması, hücre zarın lipitleri, toplam protein içeriği, çözünebilir protein içerikleri ve profil genlerindeki değişimleri içerir. Soğuğa dayanımda oksijen süpürücü enzimlerin aktiviteleri, şeker ve prolin içerikleri, antosiyanin birikimi artar ve morfolojik büyüme değişir. Ayrıca bazı bitkiler süper soğuma durumları altında hücrelerini koruma adına özel proteinler üretirler ve donma noktaları düşer. Diğer değişimler arasında yaprakta elektron mikroskopu ile görülen değişimler ve morfolojiyi etkileyen bitki büyüme şekillerinin değişimidir. *Pseudomonas syringae* gibi epifit bakteriler türleri (buz bakterileri) buz çekirdeği aktivitesiyle bitkilerin süper soğuma yeteneklerini artırarak soğuğa çok hassas bitkilerin don zararlarından korunmalarına ve buz kristallerinin hücre zarına zarar vermelerini önlemeye katkıda bulunurlar. Buz bakterilerinin popülasyon artması ile buz çekirdeği sıcaklığı artar ayrıca doğal olarak oluşan bu olay buz bakterisinin dışında rekabeti önler. Fakat etkin buz çekirdeği oluşturmayan bakteriler daha etkili olabilirler ve soğuğa hassas bitkilerde don zararının kontrolünde pratik olurlar. Son zamanlarda, bitki patojenlerini baskılayan bakteri ve aktif buz çekirdeği bakteri kombinasyonları içeren ticari çözeltiler bitkilerde biyotik ve abiyotik strese sürdürülebilir tarım sistemlerinde faydalı olabilirler (Barka ve ark., 2006). Soğuk stresine karşı tek yıllık bitkilerde mikroorganizma kullanımı ile ilgili pek çok yayın olmakla beraber çok yıllık bitkilerde sınırlı çalışmalar mevcuttur.

Buz kristali oluşumunu başlatan yerler olmadığında su -5 veya -12 °C'de bile donmadan kalabilir. *P. Auorescens*, *P. putida*, *E. herbicola* ve *ice- P. syringae* mutatlarının etkin buz çekirdeği oluşturmadıklarından buz oluşumunu engelledikleri bilinmektedir (Barka ve ark., 2006).

Vitis vinifera türüne ait Chardonnay çeşidinin bitki parçalarının bitki büyümesini teşvik eden bakterilerden *Burkholderia phytofirmans* türünün PJN ırkıyla *in vitro* ortamında aşılmıştır. Bakterilerin en büyük faydası 4 °C'de kök büyümesinin devam etmesini teşvik etmeleridir. Genç bitkilerin biokütleleri 4 °C'de 2.2 kat artmıştır. Bakteri ile aşılansız bitkilerde nişasta, prolin ve fenoliklerin seviyesinde artış görülmüştür. Buna bağlı olarak asmada soğuk toleransı gelişmiştir (Barka ve ark., 2006).

Yapılan başka bir çalışmada, bor ve bitki büyümesini teşvik eden bakterilerin (Bio-B) meyve verimi, antioksidan enzim aktivitesi ve çilek bitkisinin sıcaklığının -1'den -20 °C'ye düşürülmesiyle donma hasarı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen verilere göre, Bio-B kullanımının meyve verimini, antioksidan enzim aktivitesini önemli ölçüde artırdığı ve çilek yaprağının donma yaralanmasını azalttığı bildirilmiştir (Güneş ve ark., 2016).

4.SONUÇ

Entansif tarım uygulamaları, aşırı kimyasal gübre ve pestisitlerin kullanılması sonucu tarımsal ürünlerin doğal özelliklerinin ve kalitesinin bozarak, insan sağlığını olumsuz yönde etkilemektedir. Aynı zamanda toprak, nehirler, yer altı su kaynakları kirlenmekte ve doğal güzellikler tahrip edilmektedir.

Dünya ülkeleri vatandaşlarını besleme ve tarımsal üretimde rekabet güçlerini devam ettirme adına tarımsal girdi kullanımını gün geçtikçe artırmaktadırlar. Geline nokta da çevre kirliliği ve kaliteli gıda temininde çıkan problemler klasik tarım uygulamalarını tartışılır hale getirmiş ve sürdürülebilir tarım sistemlerini öne çıkarmıştır.

Sürdürülebilir tarım, sentetik gübre ve bitki koruma ürünlerin sınırlı kullanıldığı ve üretimin her aşamasının kayıt altında tutulduğu sistemlerdir. Sürdürülebilir tarımda toprak iyileştiriciler ve gübreler üretim sırasında en fazla sınırlanan girdiler arasındadır. Bunların yerine kullanılmasına izin verilen girdilerin temininde ve maliyetleri ile ilgili zaman zaman sorunlar yaşanmaktadır. Mikroorganizmaların kullanımı bu gibi sorunları aşmak için uygun bir yöntem olarak belirtilmektedir.

Tarımda mikroorganizmaların kullanılması ile sürdürülebilir tarımın insan sağlığını artırma için yüksek kaliteli besin üretme, hem çiftçiler hem de tüketiciler için ekonomik ve yararlı olma, sürekli ve kolay uygulanabilme, çevreyi koruma ve doğaya uygun olma ve dünyadaki insanlara yeterli besin üretme gibi 5 temel amacını gerçekleştirilebilmesine yardımcı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Acar, O. (2018). Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin Narda Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkileri. YL Tezi, Selçuk Üniversitesi, 35 s.
- Acar, O., Pırlak, L., Dönmez, M. F. (2022). Effects of Plant Growth Promoting *Rhizobacteria* on Growth, Yield and Fruit Quality of Pomegranate (*Punica granatum* L.). Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 36(2): 247-252.
- Akbaş, Y. (2019). Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin Muzda Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. YL Tezi, Selçuk Üniversitesi, 35 s.
- Alkaç, O.S., Karadağ, H., Çekiç, Ç., İşbilir, M.E. (2023). Kök Bakterisi ve Oksin Uygulamalarının Karadut (*Morus nigra* L.) Odun Çeliklerinin Kök Gelişimi Üzerine Etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 10(1): 8-14.
- Aras, S., Arıkan, Ş., İpek, M., Eşitken, A., Pırlak, L., Dönmez, M. F., Turan, M. (2018). Plant growth Promoting Rhizobacteria Enhanced Leaf Organic Acids, FC-R Activity and Fe Nutrition of Apple Under Lime Soil Conditions. Acta Physiologiae Plantarum, 40: 1-8.
- Arıkan, Ş. (2012). Bitki Büyümesini Artırıcı Rizobakterilerin (BBAR) Vişnede Bitki Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesine Etkileri. YL Tezi, Selçuk Üniversitesi, 56 s.
- Arıkan, Ş. ve Pırlak, L. (2017). The Response of Sweet Cherry Sapling Applied Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Against Salinity. 20-23 September 2017 Bishkek, Kyrgyzstan, 104.
- Arıkan, S. ve Pırlak, L. (2020). Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Physiological Parameters Against Salinity in Apple Cultivar “Fuji”. Sakarya University Journal of Science, 24(2): 281-286.
- Arıkan, Ş., Eşitken, A., İpek, M., Aras, S., Şahin, M., Pırlak, L., Turan, M. (2018)b. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on Fe acquisition in peach (*Prunus persica* L.) under calcareous soil conditions. Journal of Plant Nutrition, 41(17): 2141-2150.
- Arıkan, Ş., İpek, M., Eşitken, A., Pırlak, L., Dönmez, M. F., Turan, M. (2020). Plant Growth Promoting Rhizobacteria Mitigate Deleterious Combined Effects of Salinity and Lime in Soil in Strawberry Plants. Journal of Plant Nutrition, 43(13): 2028-2039.
- Arıkan, Ş., İpek, M., Eşitken, A., Pırlak, L., Turan, M., Dönmez, M. F. (2018)a. Bitki Büyümesini Artıran Rizobakteri (BBAR) Uygulamalarının Kireçli Toprak Şartlarında Yetiştirilen Deveci Armut Çeşidinin Bitki Gelişimi

- Üzerine Etkileri. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 35(Ek Sayı): 54-56.
- Aslantaş, R., Çakmakçı, R., Şahin, F. (2007). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Young Apple Tree Growth and Fruit Yield Under Orchard Conditions. *Scientia Horticulturae* 111(2007): 371-377.
- Avan M. ve Kotan, R. (2021). Fungusların Mikrobiyal Gübre veya Biyopestisit Olarak Tarımda Kullanılması. *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, 3(1), 167-191.
- Bagheri, V., Shamshiri, M.H., Shirani, H., Roosta, H. (2012). Nutrient Uptake Anddistribution in Mycorrhizal Pistachio Seedlings Under Drought Stress. *J. Agric.Sci. Technol.* 14, 1591–1604.
- Barka, E. A., Nowak, J., Ce'ment, C. (2006). Enhancement of Chilling Resistance of Inoculated Grapevine Plantlets with a Plant Growth-Promoting *Rhizobacterium*, *Burkholderia phyefimans* strain PsJN. *Applied and Environmental Microbiology*, 7246-7252.
- Bilgin, N.A., Mısırlı, A., Şen, F. (2020). Cevizde (cv. Chandler) Kompoze Mikrobiyal Gübre Kullanımının Verim ve Kalite Parametreleri Üzerine Etkilerinin Araştırılması. *Ziraat Mühendisliği*, (370): 84-93.
- Boyer, L. R., Brain, P., Xu, X. M., Jeffries, P. (2015). Inoculation of Drought-Stressed Strawberry with a Mixed Inoculum of Two Arbuscular Mycorrhizal Fungi: Effects on Population Dynamics of Fungal Species in Roots and Consequential Plant Tolerance to Water Deficiency. *Mycorrhiza*, 25, 215-227.
- Briccoli Bati, C., Santilli, E., Lombardo, L. (2015). Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and on Micronutrient and Macronutrient Uptake and Allocation in Olive Plantlets Growing Under High Total Mn Levels. *Mycorrhiza*, 25(2): 97-108.
- Burd, G.I, Dixon, D.G, Glick, B.R. (1998). A Plant Growth-Promoting Bacterium That Decreases Nickel Toxicity in Seedlings. *Applied and Environmental Microbiology*, 64(10): 3663-3668.
- Çakır, M., Yıldırım, A., Çelik, C., Meltem, E. (2021). Farklı Bitki Büyümeyi Düzenleyici Maddelerin Jeromine Elma Çeşidinde Kalite ve Biyokimyasal İçerikleri Üzerine Etkisi. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 36(3): 478-487.
- Çakmakçı, R. (2005). Bitki Gelişiminde Fosfat Çözücü Bakterilerin Önemi. *Selcuk Journ. of Agri. and Food Sciences*, 19(35): 93-108.
- Çetinkaya, H., Gözel, H., Türker, S. (2022). Türkiye’de Meyveciliğin Gelişimi ve Durum Değerlendirmesi. In book: Farklı Yaklaşımlarla Tarıma Yeniden Bakış. Bölüm: 39, Orient Yayınları.
- Çınar, M. (2019). Bakteri ve IBA Uygulamalarının Bazı Turunçgil Anaçlarında Çelik Köklenmesi Üzerine Etkileri. YL tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Çiylez, S. ve Eşitken, A. (2018). Mikoriza ve BBAR Uygulamalarının Çilekte Büyüme Üzerine Etkileri. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 32(3): 361-365.
- Damiano, C., and Monticelli, S. (1998). *In vitro* Fruit Trees Rooting by *Agrobacterium rhizogenes* Wild Type Infection. *Electronic Journal of Biotechnology*, 1(3): 12-13
- Dobereriner, J. (1997). Biological Nitrogen Fixation in Tropics: Social and Economic Contributions. *Soil Biol, Biochem.*, (29) 771-774.
- Ercisli, S., Eşitken, A., Cangi, R., Sahin, F. (2003). Adventitious Root Formation of Kiwifruit in Relation to Sampling Date, IBA and *Agrobacterium rubi* Inoculation. *Plant Growth Regulation* 41; 133-137.
- Erdogan, U., Çakmakçı, R., Varmazyarı, A., Turan, M., Erdogan, Y., Kıtır, N. (2016). Role of Inoculation with Multi-trait *Rhizobacteria* on Strawberries Under Water Deficit Stress. *Zemdirbyste-Agriculture*, 103(1): 67-76.
- Ertan, E., Kılınç, S., Yıldız, A., Şirin, U. (2007). Topraksız Ortamda Çilek Yetiştiriciliğinde Mikoriza Uygulamasının Bitki Gelişimine ve Verime Etkileri. *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi (04-07 Eylül 2007): Erzurum.*
- Ertürk, Y., Çakmakçı, R., Duyar, Ö., Turan, M. (2011). The Effects of Plant Growth Promotion Rhizobacteria (PGPR) on Vegetative Growth and Leaf Nutrient Contents of Hazelnut Seedlings (Turkish Hazelnut cv, Tombul and Sivri). *International Journal of Soil Science*, 6 (3): 188-198.
- Erturk, Y., Ercisli, S., Cakmakci, R. (2012). Yield and Growth Response of Strawberry to Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Inoculation. *Journal of Plant Nutrition*, 35(6): 817-826.
- Erturk, Y., Ercisli, S., Haznedar, A., Cakmakci, R. (2010). Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Rooting and Root Growth of Kiwifruit (*Actinidia deliciosa*) Stem Cuttings. *Biological Research*, 43(1): 91-98.
- Erturk, Y., Ercisli, S., Sekban, R., Haznedar, A., Donmez, M. F. (2008). The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Rooting and Root Growth of Tea (*Camellia sinensis* Var. Sinensis) Cuttings. *Romanian Biotechnological Letters*, 13(3): 3747-3756.
- Eryılmaz, Z., Ataseven, E., Eşitken, A. (2002). Etkili Mikroorganizmaların (EM) Organik Tarımda Kullanım Olanakları. IV. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 08-12 Eylül 2003, Antalya, 556-561.
- Eşitken, A., Ercişli, S., Şevik, İ., Şahin, F. (2003)a. Effect of Indole-3-Butyric Acid and Different Strains of *Agrobacterium Rubi* on Adventive Root Formation from Softwood and Semi-Hardwood Wild Sour Cherry Cuttings. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27(1): 37-42.
- Eşitken, A., Karlıdağ, H., Ercişli, S., Turan, M. Sahin, F. (2003)b. The Effect of Spraying a Growty Promoting Bacterium on The Yield, Growth and

- Nutrient Element Composition of Leaves of Apricot (*Prunus Armenica* L. cv. Hacihaliloglu). Australian Journal of Agricultural Research, (54) 377-380.
- Eşitken, A., Pırlak, L., Turan, M., Şahin, F. (2006). Effects of Floral and Foliar Application of Plant Growth Promoting *Rhizobacteria* (PGPR) on Yield, Growth and Nutrition of Sweet Cherry. *Scientia Horticulturae* 110(4): 324-327.
- Eşitken, A., Yıldız, H.E., Ercişli, S., Dönmez, M.F., Turan, M., Güneş, A. (2010). Effects of Plant Growth Promoting Bacteria (PGPB) on Yield, Growth and Nutrient Contents of Organically Grown Strawberry. *Scientia Horticulturae*, 124: 62-66.
- Farwell, A. J., Vesely, S., Nero, V., Rodriguez, H., McCormack, K., Shah S., Dixon, D. G., Glick B. R. (2007). Tolerance of Transgenic Canola Plants (*Brassica Napus*) Amended with Plant Growth-Promoting Bacteria to Flooding Stress at a Metal-Contaminated Field Site. *Environmental Pollution* 147 (2007) 540-545.
- Frommel, M., Nowak, J., Lazarovits, G. (1991) Growth Enhancement and Developmental Modifications of *In vitro* Grown Potato (*Solanum tuberosum* Spp. Tuberosum) as Affected by a Non Fluorescent *Pseudomonas* sp. *Plant Physiol* 96:928–936
- Germida, J.J., and Walley, F.L. (1996). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Alter Rooting Patterns and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Colonization of Field-Grown Spring Wheat. *Biology and Fertility of Soils*, 23, 113-120.
- Güler, S., ve Eşitken, A. (2017). *In vitro* Şartlarda BBAR Uygulamalarının GF-677 ile MaxMa-14'ün Köklenmesi Üzerine Etkisi. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 31(3): 10-16.
- Güneş, A., Ataoğlu, N., Turan, M., Eşitken, A., Ketterings, Q.M. (2009). Effects of Phosphatesolubilizing Microorganisms on Strawberry Yield and Nutrient Concentrations. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 173: 385-392.
- Gunes, A., Turan, M., Kitir, N., Tufenkci, M., Cimrin, K., Yildirim, E., Ercisli, S. (2016). Effects of Bio-Bor Fertilizer Applications on Fruit Yield, Antioxidant Enzyme Activity and Freeze Injury of Strawberry. *Erwerbs-Obstbau*, 58(3).
- Güneş, M. ve Eraslan, D. (2021). Kuşburnu Odun Çeliklerinin Köklenmesi Üzerine Bazı Ortam ve Uygulamaların Etkisi. *Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi*, 10(2): 131-139.
- İpek, M. ve Eşitken, A. (2022). Effects of Rhizobacteria on Plant Growth and Fruit Quality of Blackberry in Alkaline Soil. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 36(3): 387-392.
- İpek, M., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L. (2018). Bitki Gelişimini Artırıcı Rizobakterilerin “Heritage” Ahududu (*Rubus idaeus* L.) Çeşidinde Bitki

- Gelişimi, Verim ve Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Yuzuncu Yıl University Journal of Agricultural Sciences*, 28(1): 42-48.
- İpek, M., Arıkan, Ş., Eşitken, A., Pırlak, L., Turan, M., Dönmez, M. F. (2021). Effects of Some Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Growth and Nutrition of Apple cv. "Braeburn" under High Lime Soil Condition. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 52(5): 432-442.
- Jing, D., Liu, B., Ma, H., Liu, F., Liu, X., Ren, L. (2023). Effects of Inoculation with Different Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on the Eco-Physiological and Stomatal Characteristics of Walnut Seedlings under Drought Stress. *Agronomy*, 13(6): 1486.
- Karakurt, H. ve Aslantas, R. (2010). Effects of Some Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Strains on Plant Growth and Leaf Nutrient Content of Apple. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 18(1): 101-110.
- Karakurt, H., Kotan, R., Dadaşoğlu, F., Aslantaş, R., Şahin, F. (2011). Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Fruit Set, Pomological And Chemical Characteristics, Color Values, and Vegetative Growth of Sour Cherry (*Prunus cerasus* cv. Kütahya). *Turkish Journal of Biology*, 35(3): 283-291.
- Karlıdag, H., Esitken, A., Yildirim, E., Donmez, M. F., Turan, M. (2010). Effects of Plant Growth Promoting Bacteria on Yield, Growth, Leaf Water Content, Membrane Permeability, and Ionic Composition of Strawberry Under Saline Conditions. *Journal of plant nutrition*, 34(1): 34-45.
- Kınık, E.D. ve Çelikel, F.G. (2017). Bakteri ve Oksin Uygulamalarının Kuşburnu Bitkisinin Çelikle Çoğaltılması Üzerine Etkileri. *Türk Tarım - Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(13): 1714-1719.
- Koç, A., Balcı, G., Ertürk, Y., Keles, H., Bakoğlu, N. (2015). San Andreas Çilek Çeşidinde Farklı Tuz Konsantrasyonlarında Mikroorganizma Uygulamalarının Meyve Kalitesi Üzerine Etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 8(2): 47-51.
- Kotan, R., Tozlu, E., Güneş, A., Dadaşoğlu, F. (2021). Elma Fidan Yetiştiriciliğinde *Bacillus subtilis* İçerikli Bir Mikrobiyal Gübrenin Kullanım Olanaklarının Belirlenmesi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(1): 46-55.
- Leisinger, K.M. (1999). *Biotechnology and Food Security*. *Curr Sci* 76: 488-500.
- Liu, F., Ma, H., Liu, B., Du, Z., Ma, B., Jing, D. (2023). Effects of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on the Physioecological Characteristics and Growth of Walnut Seedlings under Drought Stress. *Agronomy*, 13(2): 290.

- Martínez-Arias, C., Witzell, J., Solla, A., Martin, J. A., Rodríguez-Calcerrada, J. (2022). Beneficial and Pathogenic Plant-Microbe Interactions During Flooding Stress. *Plant, Cell & Environment*, 45(10): 2875-2897.
- Mayak, S., Tirosh T., Glick, B. R. (2004). Plant Growth-Promoting Bacteria That Confer Resistance to Water Stress in Tomatoes and Peppers. *Plant Science* 166 (2): 525-S30.
- Mia, M.A.B., Shamsuddin, Z.H., Wahab, Z., Marziah, M. (2005). High-Yielding and Quality Banana Production Through Plant Growth-Promoting Rhizobacterial (PGPR) Inoculation. *Fruits*, 60(3): 179-185.
- Mirza, M.S., Ahmad, W., Latif, F., Haurat, J., Bally, R., Normand, P., Mallik, K.A. (2001). Isolation, Partial Characterization, and The Effect of Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPB) on Micropropagated Sugarcane *In vitro*. *Plant Soil* 237:47-54.
- Nadeem, S.M., Shaharoon, B., Arshad, M. Crowley, D.E. (2012). Population Density and Functional Diversity of Plant Growth Promoting *Rhizobacteria* Associated with Avocado Trees in Saline Soils. *Applied Soil Ecology*, 62, 147-154.
- O'Connell, P.F, (1992). Sustainable Agriculture a Valid Alternative. *Outlook Agric.* (21):5-12.
- Orhan, E., Eşitken, A., Erçişli, S., Turan, M., Şahin, F. (2006). Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield, Growth and Nutrient Contents in Organically Growing Raspberry. *Scientia Horticulturae*, 111(1): 38-43.
- Ortas, İ. Ortakçı, D. , Kaya Z. (2006). Various Mycorrhizal Fungi Propagated on Different Hosts Have Different Effect on Citrus Growth And Nutrient Uptake. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 33:1- 2, 259-272.
- Ouledali, S., Ennajeh, M., Zrig, A., Gianinazzi, S., Khemira, H. (2018). Estimating the Contribution of Arbuscular Mycorrhizal Fungi to Drought Tolerance of Potted Olive Trees (*Olea europaea*). *Acta Physiologiae Plantarum*, 40, 1-13.
- Özdemir, G., Akpınar, Ç., Sabir, A., Bilir, H., Tangolar, S., Ortaş, İ. (2010). Effect of Inoculation with Mycorrhizal Fungi on Growth and Nutrient Uptake of Grapevine Genotypes (*Vitis* spp.). *Europ.J.Hort.Sci.*, 75(3):103-110.
- Pan, J., Huang, C., Peng, F., Zhang, W., Luo, J., Ma, S., Xue, X. (2020). Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) and Plant Growth-Promoting Bacteria (PGPR) Inoculations on *Elaeagnus Angustifolia* L. in Saline Soil. *Applied Sciences*, 10(3):945.
- Pırlak, L. ve Köse, M. (2009). Effects of Plant Growth Promoting Rhizobacteria on Yield and Some Fruit Properties of Strawberry. *Journal of Plant Nutrition*, 32(7): 1173-1184.

- Przybyłko, S., Kowalczyk, W., Wrona, D. (2021). The Effect of Mycorrhizal Fungi and PGPR on Tree Nutritional Status and Growth in Organic Apple Production. *Agronomy*, 11(7): 1402.
- Puente, E.O.R., Herna' ndez, J.L.G., Rangel, P. P., Amador, B. M. Herrera, M. A. T. (2007). Germination of *Salicornia bigelovii* Ecotypes under Stressing Conditions of Temperature and Salinity and Ameliorative Effects of Plant Growth-promoting Bacteria. *J. Agronomy & Crop Science* 193, 167-176.
- Şahin, M., Pırlak, L. (2022). Effect of Bacterial Inoculation on Morphological and Pomological Characteristics of Three Strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) Cultivars Under Cadmium Toxicity. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 9(3): 352-370.
- Seema, K., Mehta, K., Singh, N. (2018). Studies on The Effect of Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Growth, Physiological Parameters, Yield and Fruit Quality of Strawberry cv. Chandler. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(2): 383-387.
- Singh, S.K., Singh, P.P., Gupta, A., Singh, A.K., Keshri, J. (2019). Tolerance of Heavy Metal Toxicity Using PGPR Strains of *Pseudomonas* Species. In *PGPR Amelioration in Sustainable Agriculture* (pp. 239-252). Woodhead Publishing.
- Uchino, Y., Yokota, A., Sugiyama, J. (1997). Phylogenetic Position of The Marine Subdivision of *Agrobacterium* Species Based on 16S rRNA Sequence Analysis. *The Journal of General and Applied Microbiology*. 43 (4): 243-247
- Üçüncü, O. (2018). Azotlu Mineral Gübre ve *Azotobacter* Sp Bakteri Uygulamasının Fındık Verimi Üzerine Etkileri. *YL Tezi*, Atatürk Üniversitesi, 53 s.
- Vasil, I.K. (1998). Biotechnology and Food Security for 21 st Century: A Real World Perspective. *Nature Biotech*, 16: 399-400.
- Wu, Q. and Zou, Y. (2009). Mycorrhizal Influence on Nutrient Uptake of Citrus Exposed to Drought Stress. *Philippine Agricultural Scientist*, 92(1): 33-38.
- Wu, Q.S., Zou, Y.N., Huang, Y.M. (2013). The Arbuscular Mycorrhizal Fungus *Diversispora spurca* Ameliorates Effects of Waterlogging on Growth, Root System Architecture and Antioxidant Enzyme Activities of Citrus Seedlings. *Fungal Ecology*, 6(1): 37-43.
- Yıldız, E., Yaman, M., Sümbül, A., Sönmez, O. (2022). Elmada Farklı Anaç-Çeşit Kombinasyonlarında Rizobakteri Uygulamasının Meyve Kalite Parametrelerine Etkisi. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 37(1): 21-29.



ISBN: 978-625-367-148-8