

TARLA BİTKİLERİ TARIMI VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR



EDİTÖRLER

Prof. Dr. Rivveyde TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK



İKSAD
Publishing House

TARLA BİTKİLERİ TARIMI VE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK

YAZARLAR

Prof. Dr. Hossein SHAHSAVAND HASSANİ

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA

Doç. Dr. Erol ORAL

Doç. Dr. Fatma KAYAÇETİN

Doç. Dr. Fatma MUNGAN KILIÇ

Doç. Dr. Haluk KULAZ

Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ

Dr. Öğr. Üyesi Fevzi ALTUNER

Dr. Öğr. Üyesi Nadire Pelin BAHADIRLI

Dr. Öğr. Üyesi Solmaz NAJAFI

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin BEYCİOĞLU

Arş. Gör. Dr. Burak ÖZDEMİR

Arş. Gör. Dr. Onur TEKİN

Dr. İshak BARAN

Dr. Murat KILIÇ

Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM

Öğr. Gör. Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE

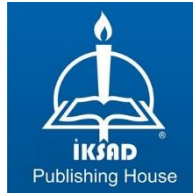
Öğr. Gör. Fatih ERDİN

Ziraat Yk. Mh. Aykan AYIŞIK

Ziraat Yk. Mh. Harun ALPTEKİN

Doktora Öğrencisi Yudum BURCU

Y. Lisans Öğrencisi Mehmet Emin ÇETİN



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)
TÜRKİYE 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: 978-625-367-522-6

Cover Design: Arzu ALTUNTAŞ

December / 2023

Ankara / Türkiye

Size = 16 x 24 cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ.....1

BÖLÜM 1

DÜNYA, TÜRKİYE VE POLONYA'DA TARIMI YAPILAN YAĞ BİTKİLERİ ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER VE DIŞ TİCARETİ

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA

Dr. Öğr. Üyesi Tahsin BEYÇİOĞLU.....3

BÖLÜM 2

MELATONİNİN BİTKİLERDEKİ DÜZENLEYİCİ ROLÜ VE ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI ETKİSİ

Doç. Dr. Haluk KULAZ.....35

BÖLÜM 3

MARDİN İLİNDE TARIMI YAPILAN BİTKİLERİN ETNOBOTANİK KULLANIMI

Yüksek Lisans Öğrencisi Mehmet Emin ÇETİN

Doç. Dr. Fatma MUNGAN KILIÇ.....65

BÖLÜM 4

ALTERNATİF YENİ TAHİL: TRİTİPYRUM

Ziraat Yük. Müh. Aykan AYIŞIK

Prof. Dr. Hossein SHAHSAVAND HASSANİ

Dr. Öğr. Üyesi Solmaz NAJAFI.....79

BÖLÜM 5

KEKİK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE YABANCI OT KAYNAKLI PİROLİZİDİN ALKALOİTLERİ SORUNU

Dr. Öğr. Üyesi Nadire Pelin BAHADIRLI

Ziraat Yüksek Mühendisi Harun ALPTEKİN

Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ.....95

BÖLÜM 6

Teucrium polium (ACIYAVŞAN) L. TÜRÜNÜN ÖNEMİ VE TARIMA KAZANDIRILMA POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Murat KILIÇ.....115

BÖLÜM 7

TARIMSAL ÜRETİMDE ORGANİK ATIKLARIN KULLANIMI

Doç. Dr. Erol ORAL

Dr. Öğr. Üyesi Fevzi ALTUNER

Arş. Gör. Dr. Burak ÖZDEMİR.....137

BÖLÜM 8

BİTKİLERDE GEN TRANSFERİ

Öğr. Gör. Fatih ERDİN

Doç. Dr. Haluk KULAZ

Dr. İshak BARAN.....163

BÖLÜM 9

BİTKİ SAĞLIĞINA DOST MİKROORGANİZMALAR

Dr. İshak BARAN

Doç. Dr. Haluk KULAZ

Öğr. Gör. Fatih ERDİN.....187

BÖLÜM 10

DÜNDEDEN BUGÜNE ŞEKERİN YOLCULUĞU

Doktora Öğrencisi Yudum BURCU

Prof. Dr. Rüveyde TUNÇTÜRK

Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK.....213

BÖLÜM 11

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİNİN (CBS) TARIM ALANLARINDA KULLANIMI

Öğr. Gör. Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE

Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM.....249

BÖLÜM 12

KURT ÜZÜMÜ (GOJİ BERRY)'NÜN YETİŞTİRİCİLİĞİ VE BAZI TIBBİ ÖZELLİKLERİ

Arş. Gör. Dr. Onur TEKİN

Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM.....275

BÖLÜM 13

MARDİN İLİNİN TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ POTANSİYELİ

Doç. Dr. Fatma MUNGAN KILIÇ.....301

BÖLÜM 14

ORTA ANADOLU EKOLOJİK ŞARTLARINA UYGUN
ALTERNATİF ENDÜSTRİYEL YAĞLI TOHUMLU BİTKİLER:
Brassica juncea L. (KAHVERENGİ HARDAL), *B. nigra* L. (KARA
HARDAL), *B. rapa* ssp. *oleifera* (TARLA HARDALI/YAĞ
ŞALGAMI) VE *Sinapis alba* L. (AK HARDAL)

Doç. Dr. Fatma KAYAÇETİN.....333

ÖNSÖZ



İnsanlarda beslenmeye bağlı olarak hayatta kalma mücadelesi sağlık, güvenlik, eğitim, kültür ve eğlence gibi gereksinimlerden çok daha fazla önemsenmiştir. Bu durum, insanların temel ihtiyacı olan beslenme için gerekli gıdayı sağlayan tarım sektörü ve dolayısıyla da gıda güvenliğinin sağlanmasının öncelikli alanlar içerisinde yer almasına neden olmuştur. Günümüzde stratejik öneme sahip olan tarım sektöründe arz ve talepler dikkate alınarak her toplumun ekonomik kalkınma düzeyi ve sosyal yapısına göre, verim ve kaliteyi arttırmaya yönelik çalışmalar yaygınlaşmış ve ilerleme kaydetmiştir. Söz konusu tarımsal faaliyetlerin doğa ve iklim koşullarına bağlı olması, ortaya çıkan çevresel sorunlar ve iklim değişikliğinin doğal kaynakların kullanımı ile ilgili kısıtlamalar dikkate alındığında tarımsal üretimin sürdürülebilirliği önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada ve ülkemizde tarımsal üretim yapmak amacıyla, işlenen alanların önemli bir bölümünde tarla bitkileri tarımının yapıldığı düşünüldüğünde, tarımın çevre üzerindeki etkisinin en aza indirilmesi için toprak, su ve bitki yönetiminin bir bütün olarak ele alınması ve tarımda yenilikçi yaklaşımlara fırsat verilmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, doğal kaynakların uzun dönemde korunması esas alınmak üzere, çevre dostu tarımsal teknolojilerin kullanıldığı bir tarımsal yapının oluşturulması zorunlu hale gelmiştir. Elbette ki, tarım sektöründe dünya genelinde güncelliği yakalayabilmek için devlet tarafından verilen desteklerin veya tarımsal sektöre gerekli

finansal kaynak aktarımının, bu sektörün önünün açılmasında son derece önemli ve etkili olduğu da bilinmektedir.

Bu kitabın, önemli bir tarımsal üretim potansiyeline sahip ülkemizin tarla bitkileri yetiştiriciliği ve pazarlanması hususunda, küresel ölçekte değerlendirmelerin yapılması ve farkındalığın kazandırılması, yeni nesil tarla bitkilerinin ülkemiz tarım sektörü içerisine dahil edilmesi, yeni teknolojilerin üretim alanlarına girmesi ve yaygınlaştırılması konusunda yeni bir bilinç oluşturması açısından faydalı olmasını diler, katkı sağlayan tüm yazarlarımıza teşekkür ederiz.

Aralık, 2023

Prof. Dr. RÜVEYDE TUNÇTÜRK

Prof. Dr. MURAT TUNÇTÜRK

BÖLÜM 1

DÜNYA, TÜRKİYE VE POLONYA'DA TARIMI YAPILAN YAĞ BİTKİLERİ ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER VE DIŞ TİCARETİ

Doç. Dr. Ali Rahmi KAYA^{1*}, Dr. Öğr. Üyesi Tahsin BEYÇİOĞLU²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428250>

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye. *Sorumlu yazar: alirahmikaya@ksu.edu.tr Orcid ID: 0000-0003-0318-6034

² Pamukkale Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Denizli, Türkiye. tbeycioglu@pau.edu.tr Orcid ID: 0000-0001-5338-8836

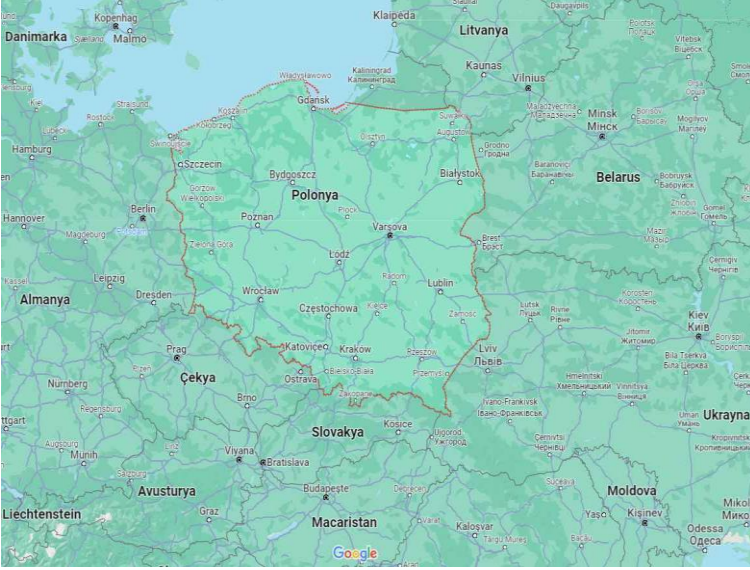
1. GİRİŞ

Tüm dünyada 2020 yılının tamamında COVID-19 salgının bütün tarımsal ürünlerde olduğu gibi, yağlı tohumlu bitkilerin üretiminde ve ithalatında da farklı düzeylerde yansımaları görülürken; özellikle 06 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli olmak üzere 11 ilde büyük yıkımlara sebebiyet veren Türkiye'deki deprem felaketinin de etkileri önümüzdeki yıllarda mutlaka görülecektir. Küresel ölçekte büyük olayların sıklıkla yaşandığı günümüz dünyasında bitkisel ürünlerin ekiliş, üretim ve verim değerlerinin her zaman için takip ve değerlendirmelerine ihtiyaç vardır. Teknoloji çağındaki ülkeler, birbirleriyle olan münasebetlerinde sınır tanımamaktadırlar, bunun gereği olarak, dünya ölçekli farklı coğrafyalara sahip Türkiye ve Polonya'nın tarımı yapılan bazı yağlı tohumlu bitkiler yönünden mevcut durumları ortaya konmuştur.



Şekil 1. Kolzada hasat öncesi fizyolojik olum dönemi

Kaynak: Ali Rahmi Kaya arşivinden



Şekil 2. Polonya ve komşuları

Kaynak: Anonim, 2023a

3 Ekim 1990 tarihinde iki Almanya'nın birleşmesi (Anonim, 2023b) ve 1991 yılında SSCB'nin dağılması sonucu, üye devletler sosyalist rejimden çok partili parlamenter rejimlere geçmiştir. Bu dağılma Avrupa'nın iki bloklu yapısını siyasal bakımdan ortadan kaldırmıştır. Varşova Paktının 1 Temmuz 1991'de dağıtılması ile savaş sonrası Avrupa'sının iki kutuplu yapısı da askeri bakımdan tarihe karışmıştır (Anonim, 2023c). Varşova Paktı'nın yıkılması ile bu pakta üye birçok ülkenin olduğu gibi Polonya da serbest piyasa koşullarına göre ekonomilerini dönüştürmeye başlamış ve 2004 yılı Mayıs ayında AB üyesi olmuş, üyelik üretim ve gelire bağlı artışla dış ticaretlerinde büyümeye neden olmuş 2001 yılında Polonya'nın ithalatı 50 milyar dolarken 2021 yılında 90 milyar dolara ulaşmıştır. Polonya halkının da dışarıdan gelenler için misafirperver olduğunu ayrıca söyleyebiliriz. Günümüzde Polonya'nın nüfusu yaklaşık 38 milyon civarındadır (Anonim, 2023d). Aradan geçen on yılda (2023 itibarıyla 20 yılda) Polonya'nın, AB üyeliğini belki de en iyi değerlendiren ve AB ile

bütünleşmeden en kârlı çıkan Orta ve Doğu Avrupa ülkesi olduğunu söylemek yanlış olmaz (Samur, 2015).

Polonya, coğrafi konumu ve idari yapısı itibariyle, Slav dünyasında en büyük üç ülkeden biri olup, Doğu ve Orta Avrupa ülkeleri grubunda yer almakta, konumu itibariyle Baltık havzası ülkeleri ve Karadeniz havzası ülkeleri arasında bir köprü olarak dikkat çekmektedir. Polonya, Orta Avrupa'nın kuzeyi ve Baltık Denizi'nin de güneyinde yer almaktadır. Batısında Almanya, güneybatısında Çek Cumhuriyeti, güneydoğusunda Slovakya ve Ukrayna, doğusunda Belarus ve kuzeydoğusunda da Litvanya ve Rusya ile çevrilidir. Bu yedi kara komşudan dördü AB üyesi (Almanya, Çek Cumhuriyeti, Slovakya ve Litvanya) ve üçü ise AB üyesi olmayan Slav ülkeleridir (Belarus, Rusya ve Ukrayna). Polonya'nın toplam yüzölçümü 312679 km²'dir. 12 mil genişliğindeki Baltık Deniz Alanı nedeniyle 8682 km²'lik deniz alanına sahiptir. Yüzölçümü bakımından dünyanın en büyük 69. ülkesidir. Bu haliyle Avrupa'nın en büyük dokuzuncu ülkesidir. Ülkenin toplam sınır uzunluğu 3582 km olup bunun 3054 km'si kara sınırı ve 528 km'si deniz sınırı özelliği taşımaktadır (Atasoy, 2010: Anonim. 2023a).

Polonya'nın kuzey kesimlerinde denizsel etkiler iklimi ılımanlaştırmakta ancak güneye ve doğuya doğru karasallık şiddetlenmektedir. Ülke, soğuk kutup (Arktik) hava kütleleri ve Atlas Okyanusu'nun nemli hava akımlarının etkisi altındadır. Yıllık ortalama sıcaklık güneybatı düzlüklerinde 8°C olmakla birlikte, daha soğuk olan kuzeydoğu bölgelerinde ise 6°C'dir. Başkent Varşova'da bazı yıllarda üç ay boyunca sıcaklığın devamlı olarak 0°C'nin altında kaldığı görülmüştür. Ülke genelinde yıllık ortalama yağış 500-1200 mm arasındadır. Dağlık yörelerde yağış miktarı 800-1200 mm arasında değişmektedir, orta kesimlerdeki düzlük bölgelerde ise 450 mm'ye kadar azalmaktadır. Örneğin başkent Varşova yılda ortalama 550 mm yağış alırken Baltık Denizi kıyısındaki Gdansk kenti 640 mm ve güneydeki Zakopane kenti 1130 mm yağış almaktadır. Kuzeyden güneye doğru gidildikçe yüksekliğin artmasına paralel olarak yağış miktarı da

artmaktadır. Ülkede kış ayları genelde kar yağışlıdır ve bazı yıllar kar 3-4 ay erimemektedir. Ovalarda kış yağışlarının yarısı, dağlık kesimde ise tamamı kar olarak düşmektedir. Ülke yüzölçümünün yaklaşık %28'i ormanlarla kaplı olup bunların büyük bölümü iğne yapraklıdır. Polonya çayır ve meralar, akarsu ve göller, orman ve tarım arazileri bakımından zengin sayılır. Polonya en büyük nüfus kaybını yaklaşık 6 milyon kayıpla İkinci Dünya Savaşı'nda yaşamıştır. Polonya'da çok sayıda farklı azınlık ve etnik topluluk yer alsa da ülke nüfusunun en az %93'ü etnik Leh yani Polonyalıdır. Aslında 1918-1939 yılları arasında Leh olmayan azınlıkların ulusal nüfus içindeki oranı %35 civarında iken, bu oran özellikle ikinci dünya savaşı ile birlikte büyük değişim göstermiştir. Polonya'nın tarım sektörüne göz atıldığında, ülkedeki tarım arazilerinin büyüklüğü 18.4 milyon ha olup, ülke yüzölçümünün %59'unu kaplamaktadır. Toplam tarım arazilerinin %76'sı ekilebilir alanlar (14.1 milyon ha), %12.9'u çayır ve meralar (4.0 milyon ha) ve %0.9'u meyve bahçelerinden (0.3 milyon ha) oluşmaktadır. Polonya bazı tarım ürünlerinin üretiminde Avrupa ve dünyada önemli bir konuma sahiptir, mesela elma üretiminde Avrupa'da birinci; üzüm, çavdar, ahududu üretiminde Avrupa ve dünyada ikinci sırada yer almaktadır. Diğer taraftan patates, çilek, soğan, şekerpancarı, buğday üretiminde Avrupa ve dünyada ilk ondadır. İklim koşullarından dolayı Polonya'da pamuk tarımı yapılamamaktadır (Atasoy ve ark., 2017).

FAOSTAT verilerine bakıldığında son 10 yılda Türkiye'de ayçiçeği, soya fasulyesi, kanola, yerfıstığı, aspir, susam ve haşhaş bitkilerinin tarımı yapılırken Polonya'da anılan bitkiler içerisinde sadece ayçiçeği, soya fasulyesi ve kanola tarımı yapılmaktadır (FAOSTAT, 2023). Dolayısıyla, bu araştırmada 2012-2021 yıllarını kapsayan 10 yıllık sürede dünya, Türkiye ve Polonya'da ayçiçeği, soya fasulyesi ve kanola yağlı tohumlu bitkilerin üretimindeki değişimler ve ithalat ihracat değerlerinin ortaya konması amaçlanmıştır.



Şekil 3. Ayçiçeğinde dane dolumu zamanında gözlemlerin alınması adına kuş zararından koruma tedbirleri

Kaynak: Ali Rahmi Kaya arşivinden

Bu çalışmada kullanılan veriler ülkeler arasında kıyaslamaları yapmak adına FAO (BM Tarım ve Gıda Örgütü) istatistiklerinden elde edilmiştir. Yıllar bazında, 2012-2021 ait ekim alanı, üretim, verim verilerine ait indeks hesaplanmış; ekim alanı, üretim, verim ve ithalat verilerinin trend grafikleri oluşturulmuştur. 2012 yılı değerleri indeksi 100 kabul edilmiştir, kıyaslamalar ikişer yıllık aralarla 2012, 2015, 2018 ve 2021 yıllarına ait değerlerle ifade edilmiştir. Yine dünya, Türkiye ve özellikle iklime bağlı olarak sınırlı sayıda yağlı tohumlu bitki tarımı yapılan Polonya’da ortak tarımı yapılan ayçiçeği, soya fasulyesi ve kanola bitkileri ele alınmış, bu bitkilere ait üretimdeki değişimler ortaya konmuştur. Ayrıca yağlı tohumlu bitkilerin ithalat ve ihracat miktar ve değerleri de verilmiştir. Şekil 1 ve 3’de yağlı tohumlu bitkilerin farklı gelişim dönemleri ve hasat-harman zamanına ait görüntülere yer verilmiştir.

2. DÜNYA, TÜRKİYE VE POLONYA'DA AYÇİÇEĞİ ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER

2.1. Dünya Türkiye ve Polonya'da Ayçiçeği Üretimi Ekim Alanı ve Verim Değerleri

Dünya'da on yıllık ayçiçeği üretim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 36315207.44 ton olan üretim miktarı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %16.48 artarak 42301069.82 ton'a yükselmiş, 2018 yılında %42.95'lik bir artışla 51912475.09 ton'a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %60.22 artarak 58185633.69 ton'a yükselmiştir (Çizelge 1).

Türkiye'de on yıllık ayçiçeği üretim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 1370000 ton olan üretim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %22.68 artarak 1680700 ton'a yükselmiş, 2018 yılında %42.28'lik bir artışla 1949229 ton'a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %76.28 artarak 2415000 ton'a yükselmiştir. Polonya'da ise ayçiçeği ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde üretim Türkiye ayçiçeği üretiminin ancak %1.35'i kadarlık üretime denk gelmektedir. 2012 yılında 5733 ton olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %61.52'lik bir düşüşle 2206 ton'a gerilemiş, ancak 2018 yılında %61.17'lik bir artışla 9240 ton'a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da katlanarak devam etmiş ve üretim %469.68 artarak 32660 ton'a yükselmiştir (Çizelge 1).

Yine Çizelge 1'de görüldüğü üzere, dünyada ayçiçeği ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 24844450 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %1.27 düşüşle 24528542 ha'a gerilemiş, 2018 yılında %7.86'lık bir artışla 26797372 ha'a yükselmiştir. Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %18.87 artarak 29531998 ha'a yükselmiştir. Türkiye'de ayçiçeği ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 605000 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %13.25 artarak 685174 ha'a yükselmiş, 2018 yılında %21.35'lik bir artışla 734190 ha'a yükselmiştir. Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve

ekim alanı %48.78 artarak 900135 ha'a yükselmiştir. Polonya'da ise ayçiçeği ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde ekim alanlarının, Türkiye ayçiçeği ekilişinin ancak %0.54'ü kadarlık ekilişine denk geldiği ve Türkiye'deki gibi kapsamlı tarımının yapılmadığı dikkat çekmektedir. 2012 yılında 3255 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %58.80'lik bir düşüşle 1341 ha'a gerilemiş, 2018 yılında %74.19'lik bir artışla 5670 ha'a yükselmiştir.

Çizelge 1. Dünya, Türkiye ve Polonya'da ayçiçeği üretimi, ekim alanı ve verimindeki değişimler (2012-2021)

		DÜNYA					
Yıllar		Üretim (ton)	Üretim İndeksi (2012= 100)	Ekim Alanı (ha)	Alan İndeksi (2012= 100)	Verim (100 g/ha)	Verim İndeksi (2012= 100)
Ayçiçeği	2012	36315207.44	100.00	24844450.00	100.00	14617.00	100.00
	2013	43458887.87	119.67	25351649.00	102.04	17142.00	117.27
	2014	40613084.87	111.83	24349611.00	98.01	16679.00	114.11
	2015	42301069.82	116.48	24528542.00	98.73	17246.00	117.99
	2016	47477668.65	130.74	26342998.00	106.03	18023.00	123.30
	2017	48612090.90	133.86	26850061.00	108.07	18105.00	123.86
	2018	51912475.09	142.95	26797372.00	107.86	19372.00	132.53
	2019	56026708.32	154.28	27333978.00	110.02	20497.00	140.23
	2020	50488687.07	139.03	27710057.00	111.53	18220.00	124.65
	2021	58185633.69	160.22	29531998.00	118.87	19703.00	134.80
		TÜRKİYE					
Yıllar		Üretim (ton)	Üretim İndeksi (2012= 100)	Ekim Alanı (ha)	Alan İndeksi (2012= 100)	Verim (100 g/ha)	Verim İndeksi (2012= 100)
Ayçiçeği	2012	1370000.00	100.00	605000.00	100.00	22645.00	100.00
	2013	1523000.00	111.17	609622.00	100.76	24983.00	110.32
	2014	1637900.00	119.55	653323.00	107.99	25070.00	110.71
	2015	1680700.00	122.68	685174.00	113.25	24530.00	108.32
	2016	1670716.00	121.95	718317.00	118.73	23259.00	102.71
	2017	1964385.00	143.39	779439.00	128.83	25203.00	111.30
	2018	1949229.00	142.28	734190.00	121.35	26549.00	117.24

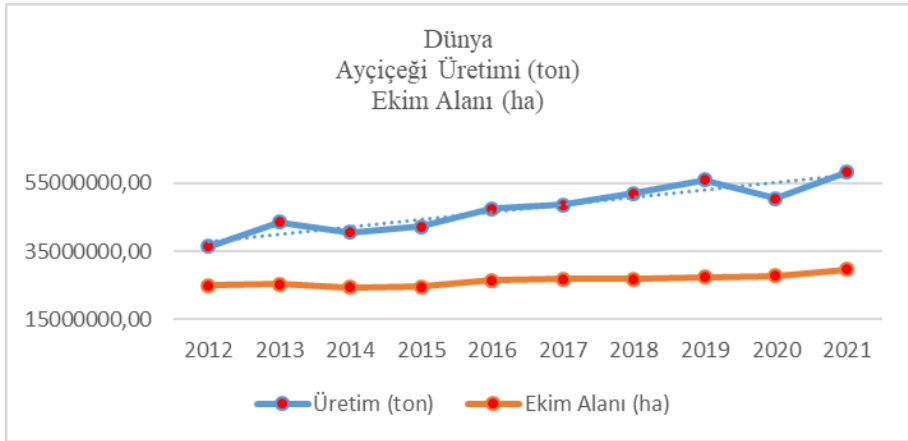
2019	2100000.00	153.28	751693.00	124.25	27937.00	123.37
2020	2067004.00	150.88	728368.00	120.39	28379.00	125.32
2021	2415000.00	176.28	900135.00	148.78	26829.00	118.48

POLONYA

Yıllar	Üretim (ton)	Üretim İndeksi (2012= 100)	Ekim Alanı (ha)	Alan İndeksi (2012= 100)	Verim (100 g/ha)	Verim İndeksi (2012= 100)
2012	5733.00	100.00	3255.00	100.00	17613.00	100.00
2013	4598.00	80.20	2624.00	80.61	17523.00	99.49
2014	2326.00	40.57	1361.00	41.81	17090.00	97.03
2015	2206.00	38.48	1341.00	41.20	16450.00	93.40
2016	3547.00	61.87	2030.00	62.37	17473.00	99.21
2017	6232.00	108.70	3238.00	99.48	19246.00	109.27
2018	9240.00	161.17	5670.00	174.19	16296.00	92.52
2019	3930.00	68.55	2000.00	61.44	19650.00	111.57
2020	15130.00	263.91	7550.00	231.95	20040.00	113.78
2021	32660.00	569.68	14360.00	441.17	22744.00	129.13

Kaynak: FAOSTAT, 2023

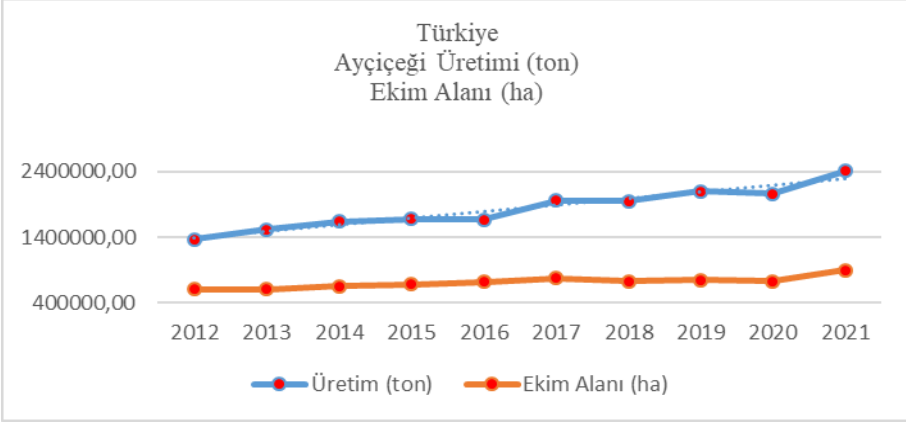
Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %341.17 artarak 14360 ha'a yükselmiştir.



Şekil.4. Dünya'da ayçiçeği üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

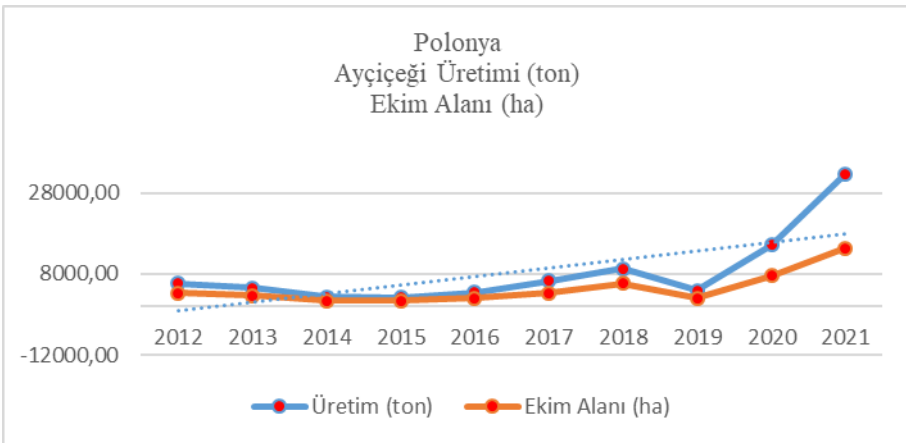
Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte dünya ayçiçeği üretiminde belirgin bir artış trendi görülmektedir, aynı şekilde ayçiçeği ekim alanında da bir artış görülmektedir (Şekil 4).



Şekil.5. Türkiye’de ayçiçeği üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte Türkiye ayçiçeği üretiminde belirgin bir artış trendi görülmektedir, aynı şekilde ayçiçeği ekim alanında da bir artış görülmektedir (Şekil 5).

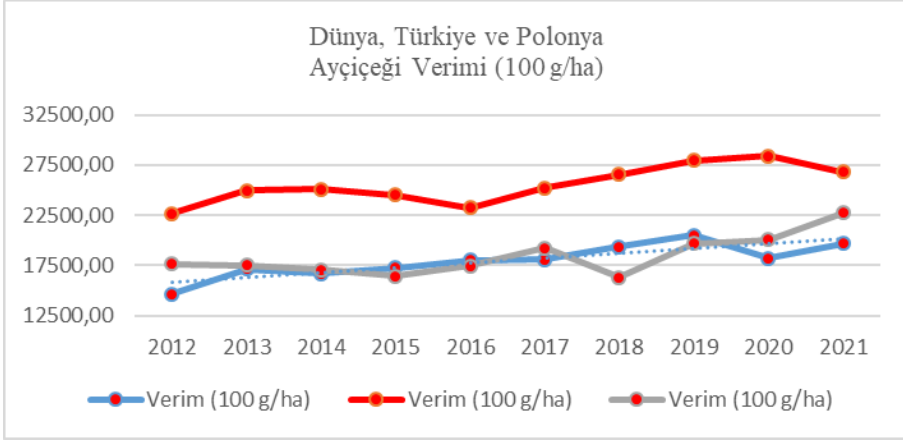


Şekil.6. Polonya’da ayçiçeği üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte Polonya ayçiçeği üretiminde rakamlar yüksek olmasa da 2020 ve 2021 yüksek bir artış trendi görülmektedir, aynı şekilde ayçiçeği ekim alanında da özellikle 2020 ve 2021 yıllarında belirgin bir artış trendi görülmektedir (Şekil 6).

Yine, tüm tarımsal ürünlerde olduğu gibi her geçen gün ayçiçeği veriminde de artışlar görülmekte, ekim alanlarındaki artışların çok üzerinde üretim artışlarına sebep olmaktadır. Dünya’da on yıllık ayçiçeği verim değerleri incelendiğinde, 2012 yılında 1461.70 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %17.99 artarak 1724.60 kg ha⁻¹’a yükselmiş, 2018 yılında %32.53’lük bir artışla 1937.20 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Verimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve %34.80 artarak 1970.30 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Türkiye’de on yıllık ayçiçeği verim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 2264.50 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %8.32 artarak 2453.00 kg ha⁻¹’a yükselmiş, 2018 yılında %17.24’lük bir artışla 2654.90 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Verimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve verim %18.48 artarak 2682.90 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Polonya’da ise ayçiçeği verim değerlerine ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 1761.30 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %6.6’lık bir düşüşle 1645.00 kg ha⁻¹’a gerilemiş, 2018 yılında %7.48’lik bir düşüşle 1629.60 kg ha⁻¹’a gerilemiştir. Verimdeki bu düşüş seyri 2021 yılında artarak verim %29.13 artarak 2274.40 kg ha⁻¹’a yükselmiştir (Çizelge 1).



Şekil.7. Dünya, Türkiye ve Polonya’da ayçiçeği verimindeki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dünya ve Türkiye ayçiçeği veriminde tedrici bir artış görülmektedir, Polonya ayçiçeği veriminde ise özellikle 2018 yılından sonra belirgin bir artış vardır. Burada da Türkiye ayçiçeği veriminin dünya ve Polonya ortalamalarından yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 7).

3. DÜNYA, TÜRKİYE VE POLONYA’DA SOYA FASULYESİ ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER

3.1. Dünya, Türkiye ve Polonya’da Soya fasulyesi Üretimi Ekim Alanı ve Verim Değerleri

Dünyada on yıllık soya fasulyesi üretim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 241337217.59 ton olan üretim miktarı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %33.97 artarak 323308277.89 ton’a yükselmiş, 2018 yılında %42.85’lik bir artışla 344759273.21 ton’a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %54.01 artarak 371693592.66 ton’a yükselmiştir. Türkiye’de on yıllık soya fasulyesi üretim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 115000 ton olan üretim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %40.00 artarak 161000 ton’a yükselmiş, 2018 yılında -2015 yılına göre bir düşüş yaşanmakla birlikte %21.74’lik bir artışla 140000 ton’a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %58.26 artarak 182000 ton’a

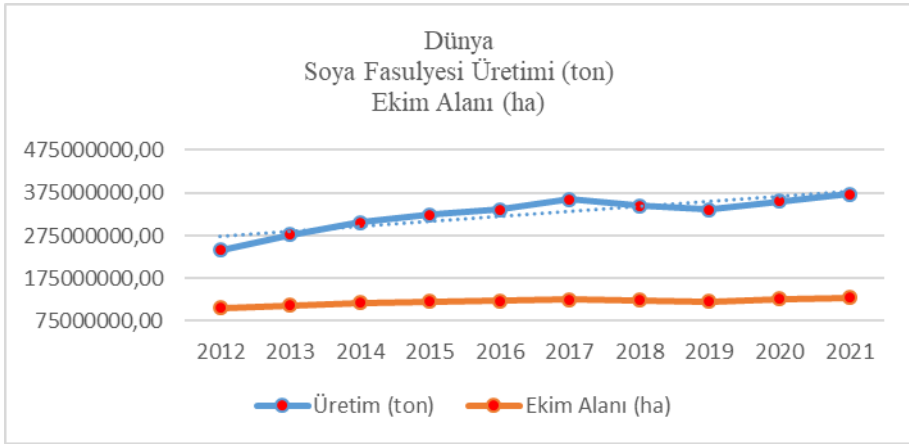
yükselmiştir. Polonya’da ise soya fasulyesi ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde üretim Türkiye soya fasulyesi üretiminin ancak %11.52’si kadarlık üretime denk gelmektedir. 2012 yılında 1460 ton olan üretim, ikişer yıl arayla 2015 yılında soya fasulyesi 2013 ve 2014 yılları da dâhil olmak üzere tarımı hiç yapılmamış, ancak 2018 yılında %611.64’lük bir artışla 10390 ton’a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %1336.30 artarak 20970 ton’a yükselmiştir (Çizelge 2).

Yine Çizelge 2’de görüldüğü üzere, dünyada soya fasulyesi ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 105461401 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %14.64’lük bir artışla 120902417 ha’a yükselmiş, 2018 yılında %17.64’lük bir artışla 124064630 ha’a yükselmiştir. Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %22.82 artarak 129523964 ha’a yükselmiştir. Türkiye’de soya fasulyesi ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 31599 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %15.80 artarak 36592 ha’a yükselmiş, 2018 yılında -2015 yılına göre bir düşüş görülmekle birlikte- %3.95’lik bir artışla 32848 ha’a yükselmiştir. Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %38.88 artarak 43885 ha’a yükselmiştir. Polonya’da ise soya fasulyesi ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde ekim alanları Türkiye soya fasulyesi ekilişinin ancak %20.99’u kadarlık ekilişine denk gelmekte, Türkiye’deki gibi kapsamlı tarımı yapılmamaktadır. 2012 yılında 855 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında 2013 ve 2014 yılları da dâhil olmak üzere tarımı hiç yapılmamıştır (Çizelge 2).

2014	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2016	14747.00	1.010.07	7642.00	893.80	19297.00	113.01
2017	20297.00	1.390.21	9333.00	1.091.58	21748.00	127.36
2018	10390.00	711.64	5450.00	637.43	19064.00	111.64
2019	15540.00	1.064.38	7920.00	926.32	19621.00	114.90
2020	15960.00	1.093.15	7710.00	901.75	20700.00	121.22
2021	20970.00	1.436.30	9210.00	1.077.19	22769.00	133.34

Kaynak: FAOSTAT, 2023

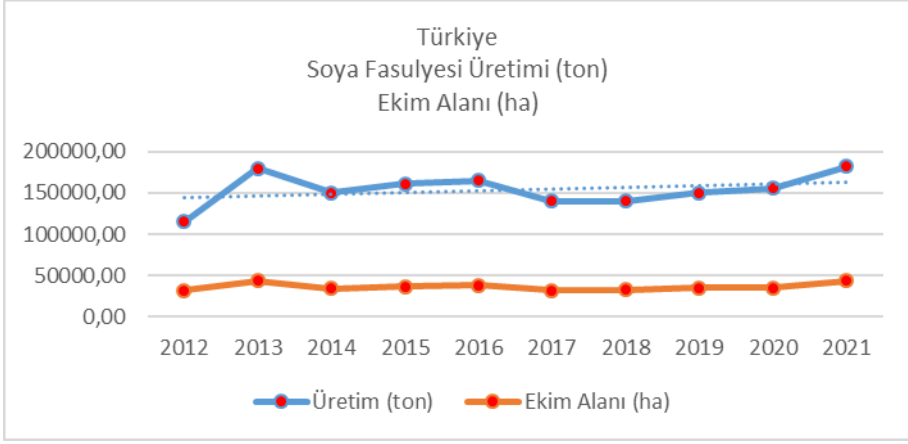
Ancak 2018 yılında %537.43'lük bir artışla 5450 ha'a yükselmiştir. Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %977.19 artarak 9210 ha'a yükselmiştir (Çizelge 2).



Şekil.8. Dünya'da soya fasulyesi üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

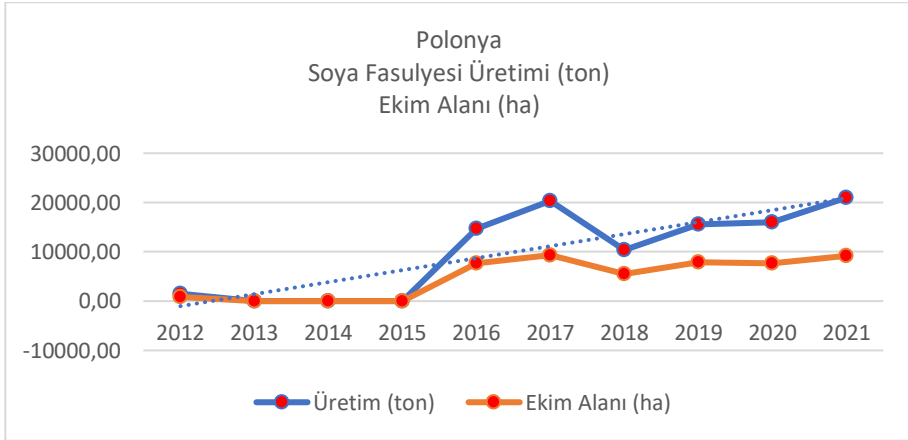
Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda düşük ölçekte dalgalanmalar olmakla birlikte dünya soya fasulyesi üretiminde belirgin bir artış görülmektedir, aynı şekilde soya fasulyesi ekim alanında da yüksek olmamakla birlikte bir artış görülmektedir (Şekil 8).



Şekil.9. Türkiye’de soya fasulyesi üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte Türkiye soya fasulyesi üretiminde belirgin bir artış görülmektedir, aynı şekilde soya fasulyesi ekim alanında da bir artış görülmektedir (Şekil 9).



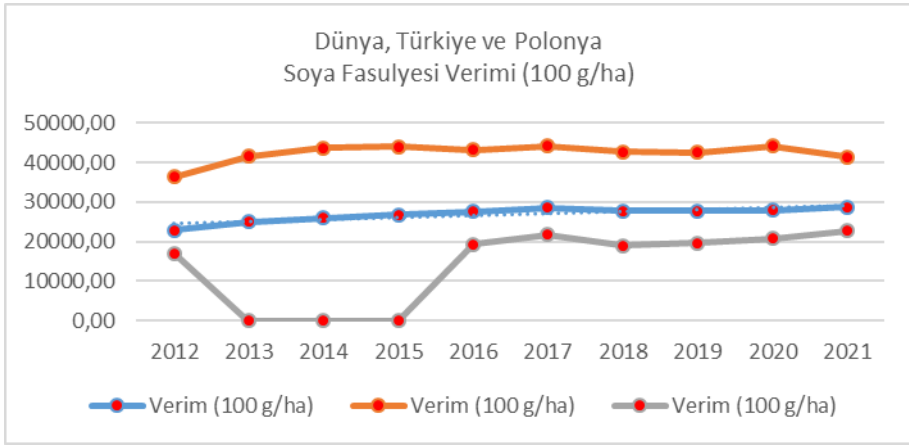
Şekil.10. Polonya’da soya fasulyesi üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte Polonya soya fasulyesi üretiminde rakamlar yüksek olmasa da 2017, 2020 ve 2021 yüksek bir artış

görülmektedir, aynı şekilde soya fasulyesi ekim alanında da özellikle 2017, 2020 ve 2021 yıllarında belirgin bir artış görülmektedir, bazı yıllar tarımının yapılmaması ya da ekim alanlarında sürekli bir dalgalanmanın olması, Polonya çiftçisi nezdinde soya fasulyesi tarımının yerleşik olmadığını, tam olarak kabul görmediğinin göstergesidir (Şekil 10).

Yine, tüm tarımsal ürünlerde olduğu gibi her geçen gün soya fasulyesi veriminde de artışlar görülmektedir. Dünya’da on yıllık soya fasulyesi verim değerleri incelendiğinde, 2012 yılında 2288.40 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %16.85 artarak 2674.01 kg ha⁻¹’a yükselmiş, 2018 yılında %21.43’lük bir artışla 2778.90 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Verimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve %25.40 artarak 2869.70 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Türkiye’de on yıllık soya fasulyesi verim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 3639.40 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %20.90 artarak 3499.90 kg ha⁻¹’a yükselmiş, 2018 yılında %17.11’lik bir artışla 4262.10 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %13.95 artarak 4147.20 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Polonya’da ise soya fasulyesi ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 1707.60 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında 2013 ve 2014 yılları da dâhil olmak üzere soya fasulyesi tarımı yapılmamıştır. 2018 yılında %11.64’lük bir artışla 1906.40 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Verimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş, %33.34 artarak 2276.90 kg ha⁻¹’a yükselmiştir.



Şekil.11. Dünya, Türkiye ve Polonya’da soya fasulyesi verimindeki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dünya ve Türkiye soya fasulyesi veriminde tedrici bir artış görülmektedir, Polonya soya fasulyesi veriminde ise 2013, 2014 ve 2015 yılları hariç tutulduğunda, özellikle 2018 yılından itibaren belirgin bir artış vardır. Burada da Türkiye soya fasulyesi veriminin dünya ve Polonya ortalamalarından bariz bir şekilde yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 11).

4. DÜNYA, TÜRKİYE VE POLONYA’DA KANOLA ÜRETİMİNDEKİ DEĞİŞİMLER

4.1. Dünya Türkiye ve Polonya’da Kanola Üretimi Ekim Alanı ve Verim Değerleri

Çizelge 3’de görüldüğü üzere, Dünya’da on yıllık kanola üretim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 62650614.00 ton olan üretim miktarı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %12.17 artarak 70278169.17 ton’a yükselmiş, 2018 yılında %20.61’lik bir artışla 75564548.35 ton’a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2018 yılına göre biraz düşmekle birlikte 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %13.86 artarak 71333434.68 ton’a yükselmiştir. Türkiye’de on yıllık kanola üretim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 110000 ton olan üretim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %9.09 artarak 120000 ton’a yükselmiş, 2018 yılında

%13.64'lik bir artışla 125000 ton'a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %27.27 artarak 140000 ton'a yükselmiştir. Polonya'da ise kanola ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde üretimin Türkiye kanola üretiminin çok üzerinde bir değere sahip olduğu görülmekte, Türkiye kanola üretimi, Polonya kanola üretiminin ancak %4.59 kadarlık bir üretimi gerçekleştirmektedir. 2012 yılında 1865598 ton olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %44.77'lik bir artışla 2700776 ton'a yükselmiş, ancak -2015 yılına göre bir düşüş gerçekleştirmekle birlikte- 2018 yılında %12.87'lik bir artışla 2105610 ton'a yükselmiştir. Üretimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve üretim %63.54 artarak 3050910 ton'a yükselmiştir.

Aynı çizelgede görüldüğü üzere, Dünya'da kanola ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 34717786 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %0.66 düşüşle 34489986 ha'a gerilemiş, 2018 yılında %6.58'lik bir artışla 37001595 ha'a yükselmiştir. Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %5.92 artarak 36773580 ha'a yükselmiştir. Türkiye'de kanola ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 30000 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %16.23 artarak 34869 ha'a yükselmiş, 2018 yılında %26.15'lik bir artışla 37846 ha'a yükselmiştir.

Çizelge 3. Dünya, Türkiye ve Polonya'da soya fasulyesi üretimi, ekim alanı ve verimindeki değişimler (2012-2021)

		DÜNYA					
Yıllar	Üretim (ton)	Üretim İndeksi (2012= 100)	Ekim Alanı (ha)	Alan İndeksi (2012= 100)	Verim (100 g/ha)	Verim İndeksi (2012= 100)	
Kanola	2012	62650614.00	100.00	34717786.00	100.00	18046.00	100.00
	2013	73170185.92	116.79	36563559.00	105.32	20012.00	110.89
	2014	74508613.47	118.93	36460428.00	105.02	20435.00	113.24
	2015	70278169.17	112.17	34489986.00	99.34	20376.00	112.91
	2016	68242263.64	108.93	32867659.00	94.67	20763.00	115.06
	2017	76574580.80	122.22	35760540.00	103.00	21413.00	118.66
	2018	75564548.35	120.61	37001595.00	106.58	20422.00	113.17

2019	71827675.56	114.65	34290151.00	98.77	20947.00	116.08
2020	72327700.27	115.45	34819470.00	100.29	20772.00	115.11
2021	71333434.68	113.86	36773580.00	105.92	19398.00	107.49

TÜRKİYE

Yıllar	Üretim (ton)	Üretim İndeksi (2012= 100)	Ekim Alanı (ha)	Alan İndeksi (2012= 100)	Verim (100 g/ha)	Verim İndeksi (2012= 100)
2012	110000.00	100.00	30000.00	100.00	36667.00	100.00
2013	102000.00	92.73	31109.00	103.70	32788.00	89.42
2014	110000.00	100.00	32133.00	107.11	34233.00	93.36
2015	120000.00	109.09	34869.00	116.23	34415.00	93.86
2016	125000.00	113.64	35430.00	118.10	35281.00	96.22
2017	60000.00	54.55	16495.00	54.98	36375.00	99.20
2018	125000.00	113.64	37846.00	126.15	33029.00	90.08
2019	180000.00	163.64	52510.00	175.03	34279.00	93.49
2020	121542.00	110.49	34989.00	116.63	34737.00	94.74
2021	140000.00	127.27	37602.00	125.34	37232.00	101.54

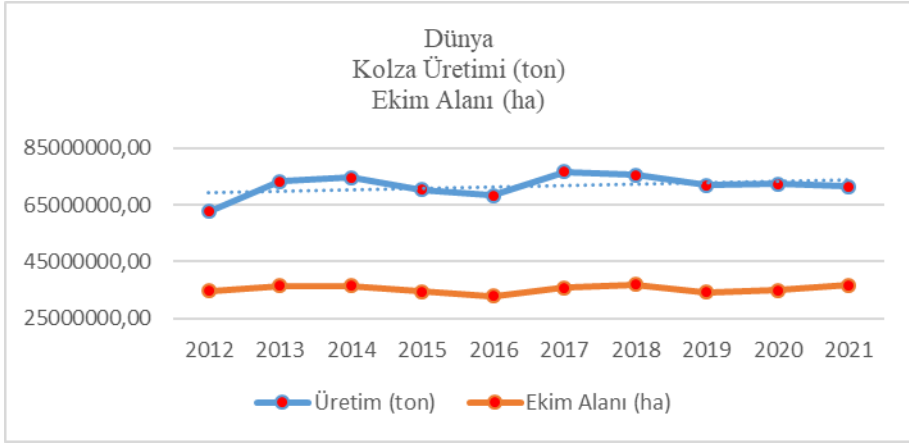
POLONYA

Yıllar	Üretim (ton)	Üretim İndeksi (2012= 100)	Ekim Alanı (ha)	Alan İndeksi (2012= 100)	Verim (100 g/ha)	Verim İndeksi (2012= 100)
2012	1865598.00	100.00	720308.00	100.00	25900.00	100.00
2013	2677665.00	143.53	920705.00	127.82	29083.00	112.29
2014	3275806.00	175.59	951108.00	132.04	34442.00	132.98
2015	2700776.00	144.77	947075.00	131.48	28517.00	110.10
2016	2219270.00	118.96	822624.00	114.20	26978.00	104.16
2017	2697265.00	144.58	914266.00	126.93	29502.00	113.91
2018	2105610.00	112.87	845110.00	117.33	24915.00	96.20
2019	2268850.00	121.62	875210.00	121.50	25923.00	100.09
2020	2982880.00	159.89	979390.00	135.97	30457.00	117.59
2021	3050910.00	163.54	993410.00	137.91	30711.00	118.58

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %25.34 artarak 37602 ha'a yükselmiştir. Polonya'da ise kanola

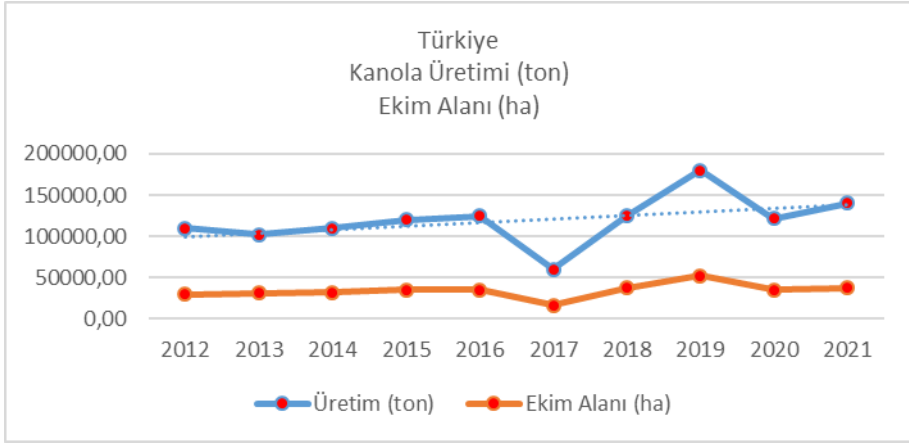
ekim alanlarına ait on yıllık veriler incelendiğinde ekim alanları yönünden Türkiye kanola ekim alanlarının çok üzerinde bir değere sahip olduğu görülmekte, Türkiye'nin, Polonya kanola ekim alanlarının ancak %3.75 kadarlık bir ekim alanına sahip olmuştur. 2012 yılında 720308 ha olan ekim alanı, ikişer yıl arayla 2015 yılında %31.48'lik bir artışla 947075 ha'a yükselmiş, -2015 yılına göre bir düşüş görülmekle birlikte-2018 yılında %17.33'lik bir artışla 845110 ha'a yükselmiştir. Ekim alanındaki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve ekim alanı %37.91 artarak 993410 ha'a yükselmiştir (Çizelge 3).



Şekil.12. Dünya'da kanola üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

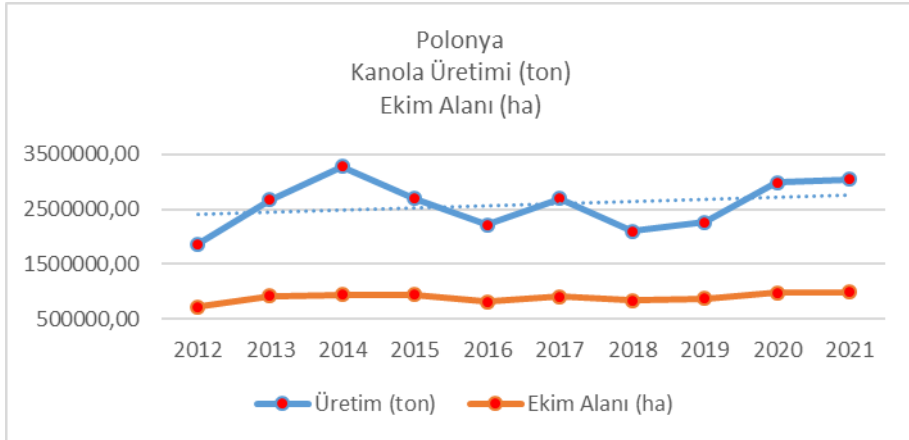
Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte dünya kanola üretiminde bir miktar artış görülmektedir, aynı şekilde kanola ekim alanında da cüzi bir artış görülmektedir (Şekil 12).



Şekil.13. Türkiye’de kanola üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte Türkiye kanola üretiminde 2017 yılındaki düşüş dışında belirgin bir artış görülmektedir, aynı şekilde kanola ekim alanında da 2017 yılındaki düşüş dışında bir artış görülmektedir (Şekil 13).



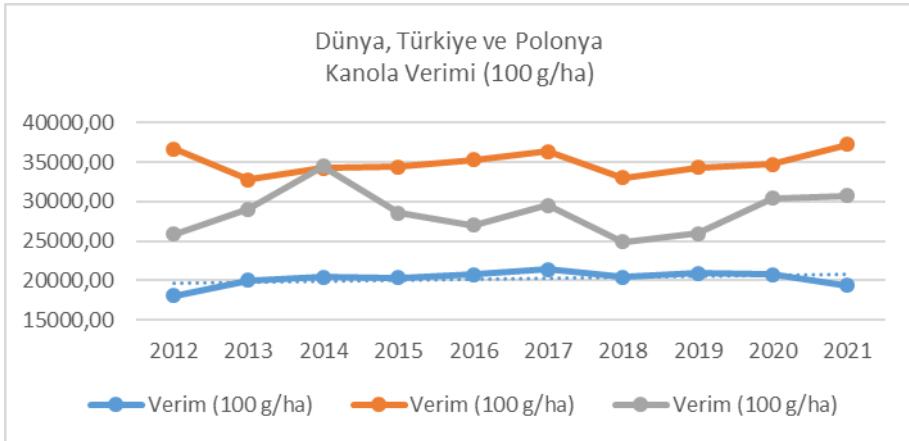
Şekil.14. Polonya’da kanola üretim ve ekim alanındaki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dönemsel bazda bazı dalgalanmalar olmakla birlikte Polonya kanola üretiminde yüksek bir

artış görülmektedir, aynı şekilde kanola ekim alanında da bir artış görülmektedir (Şekil 14).

Yine, tüm tarımsal ürünlerde olduğu gibi her geçen gün kanola veriminde de artışlar görülmekte, ekim alanlarındaki artışların üzerinde üretim artışına sebep olmaktadır. Dünya’da on yıllık kanola verim değerleri incelendiğinde, 2012 yılında 1804.60 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %12.91 artarak 2037.60 kg ha⁻¹’a yükselmiş, 2018 yılında %13.17’lik bir artışla 2042.20 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Verimdeki bu artış 2021 yılında da devam etmiş ve %7.49 artarak 1939.80 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Türkiye’de on yıllık kanola verim değerleri incelendiğinde 2012 yılında 3666.70 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %6.14 düşerek 3441.50 kg ha⁻¹’a düşmüş, 2018 yılında %9.92’lik bir düşüşle 3302.90 kg ha⁻¹’a gerilemiştir. Verimdeki bu düşüş 2021 yılında cüzi bir artış ile %1.54 artarak 3723.20 kg ha⁻¹’a yükselmiştir. Polonya’da ise kanola verim değerlerine ait on yıllık veriler incelendiğinde 2012 yılında 2590.00 kg ha⁻¹ olan verim, ikişer yıl arayla 2015 yılında %10.10’luk bir artışla 2851.70 kg ha⁻¹’a yükselmiş, 2018 yılında %3.80’lik bir düşüşle 2491.50 kg ha⁻¹’a gerilemiştir. 2021 yılında verimde %18.58’li bir artışla 3071.10 kg ha⁻¹’a yükselmiştir.



Şekil.15. Dünya, Türkiye ve Polonya’da kanola verimindeki değişimler 2012-2021

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Değerler göz önüne alındığında, dünyada cüzi bir artış trendi görülmekte iken, Türkiye kanola veriminde 2021 yılı hariç düşüş görülmektedir, Polonya kanola veriminde ise özellikle dalgalanmalar olmakla birlikte bir artış vardır. Verim değerlerinden, Türkiye kanola veriminin dünya ve Polonya ortalamalarından yüksek olduğu görülmektedir (Şekil 15).

5. DÜNYA, TÜRKİYE VE POLONYA'DA AYÇİÇEĞİ DIŞ TİCARETİNDEKİ DEĞİŞİMLER

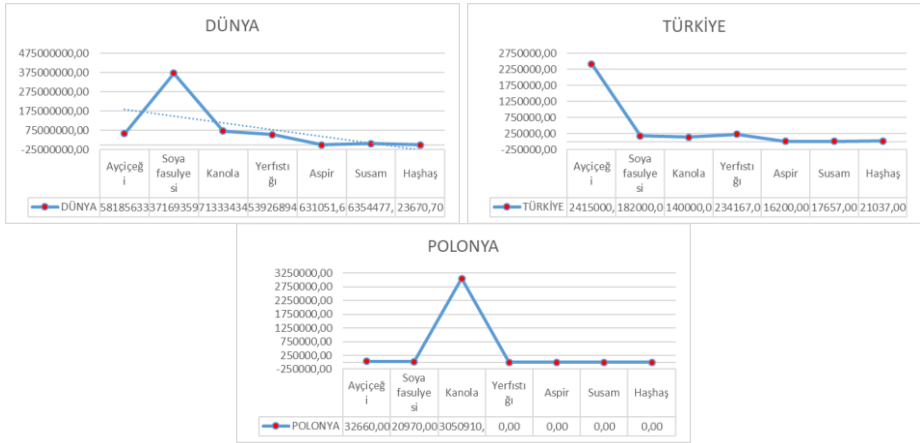
5.1. 2021 yılı Dünya Türkiye ve Polonya Bazı Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretim İthalat ve İhracat Miktarları (ton)

Yukarıda arz edilen veriler ışığında, Çizelge 4 ve Şekil 16'da görüldüğü üzere, dünyada bitkisel yağ ihtiyacı ağırlıklı olarak palm, soya fasulyesi, kolza tohumu ve ayçiçeği ile karşılanmaktadır. 2021 üretim sezonunda dünyada 58185633.69 ton ayçiçeği, 371693592.66 ton soya fasulyesi, 71333434.68 ton kolza, 53926894.17 ton yerbuğdayı, 631051.6 ton aspir, 6354477.08 ton susam ve 23670.70 ton haşhaş üretimi gerçekleşmiştir. Aynı dönemde, Türkiye'de 2415000 ton ayçiçeği, 182000 ton soya fasulyesi, 140000 ton kanola, 234167 ton yerbuğdayı, 16200 ton aspir, 17657 ton susam ve 21037 ton haşhaş üretimi gerçekleşmiştir. Aynı dönemde Polonya'da ise sadece ayçiçeği, soya fasulyesi ve kolza tarımı yapılmış olup; ülkede 32660 ton ayçiçeği, 20970 soya fasulyesi ve 3050910 kolza üretimi gerçekleşmiştir. Toplam üretim değerlerine bakıldığında özetle dünyada en fazla üretimi yapılan yağlı tohumlu bitki 371693593 ton ile soya fasulyesi olurken, Türkiye'de 2415000 ton ile ayçiçeği, Polonya'da ise 3050910 ton ile kanola olarak gerçekleşmiştir.

Çizelge 4. 2021 yılı Dünya, Türkiye ve Polonya'da tarımı yapılan yağlı tohumlu bitkiler üretimi (ton)

	DÜNYA	TÜRKİYE	POLONYA
Ayçiçeği	58185633.69	2415000.00	32660.00
Soya fasulyesi	371693592.66	182000.00	20970.00
Kanola	71333434.68	140000.00	3050910.00
Yerfıstığı	53926894.17	234167.00	.-
Aspir	631051.60	16200.00	.-
Susam	6354477.08	17657.00	.-
Haşhaş	23670.70	21037.00	.-

Kaynak: FAOSTAT, 2023



Şekil.16. 2021 yılı dünya, Türkiye ve Polonya’da tarımı yapılan yağlı tohumlu bitkiler üretimi

Kaynak: FAOSTAT, 2023

Çizelge 5’te görüldüğü üzere, 2021 yılı itibariyle dünya, Türkiye ve Polonya’da bazı yağlı tohumlu bitkiler ve bunlardan elde edilen yağlar bazında ithalat ve ihracat miktarlarına göz atıldığında; dünyada en fazla üretilen yağlı tohumlu bitkilerden soya fasulyesinin 161212557.18 ton ile %43.37’si ihraç edilirken 163360904.81 ton soya fasulyesi de ithal edilmiştir. Türkiye’de en fazla üretilen yağlı tohumlu bitkilerden

ayçiçeğinin 113187.20 ton ile %4.69'u ihraç edilirken 734179.42 ton ayçiçeği de ithal edilmiştir. Polonya'da en fazla üretilen yağlı tohumlu bitkilerden kanolanın 351707.76 ton ile %11.53'ü ihraç edilirken 14946.54 ton kanola da ithal edilmiştir. Yeri gelmişken dünyada en fazla üretilen yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen yağ değerlerine göz atıldığında, ihraç edilen yağlardan; soya fasulyesi yağının 12706569.27 ton ve ayçiçeği yağının 12623873.53 ton'luk ihraç miktarı en yüksek iki yağ olduğu görülmektedir. Türkiye'de en fazla üretilen yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen yağ değerlerine göz atıldığında, ayçiçeği yağının 623072.52 ton'luk ihraç miktarı en yüksek yağ olduğu görülmektedir. Polonya'da ise en fazla üretilen yağlı tohumlu bitkilerden elde edilen yağ değerlerine göz atıldığında, kanola yağının 109823.50 ton'luk ihraç miktarı en yüksek yağ olduğu görülmektedir. İthal edilen yağlardan; soya fasulyesi yağının 14199575.17 ton ve ayçiçeği yağının 13444262.64 ton'luk ithalat miktarı en yüksek iki yağ olduğu görülmektedir. Türkiye'de en fazla tüketilen yağ değerlerine göz atıldığında, ayçiçeği yağının 909973.86 ton'luk ithalat miktarı en yüksek yağ olduğu görülmektedir. Polonya'da ise en fazla tüketilen yağ değerlerine göz atıldığında, kanola yağının 242958.53 ton'luk ve soya yağının 226934.92 ton'luk ithalat miktarı en yüksek yağ olduğu görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5. 2021 yılı dünya, Türkiye ve Polonya'da bazı yağlı tohumlu bitkiler ithalat ve ihracat miktarları

	İhracat Miktarı			İthalat Miktarı		
	Dünya	Türkiye	Polonya	Dünya	Türkiye	Polonya
Pamuk	1137416.41	4074.40	9.39	1024938.60	38761.58	11.26
Yerfıstığı kabuksuz	351001.98	3706.57	117.52	461980.38	482.60	1069.65
Yerfıstığı	3072625.88	20926.75	940.45	3038213.78	9436.86	67054.16
Haşhaş	74642.54	6518.84	3073.43	69268.56	0.01	9452.49
Kanola	23045963.82	5401.39	351707.76	23550692.71	14946.54	503657.32
Aspir	141547.09	4298.00	686.24	129017.84	32073.56	4146.02

Susam	2113948.90	40212.37	2774.40	2464778.50	202613.56	14724.02
Soya Fasulyesi	161212557.18	98127.21	8171.97	163360904.81	2493107.17	33564.89
Ayçiçeği	5061261.81	113187.20	24126.86	5318912.57	734179.42	60296.75
Pamuk yağı	109390.60	12114.58	1012.28	114781.15	1595.71	372.49
Yerfıstığı yağı	1131303.50	0.81	1.06	444583.43	16.21	79.55
Susam yağı	70699.33	57.05	170.36	81239.68	16.63	407.40
Kanola yağı	9166579.41	11782.87	109823.50	9449079.02	6674.28	242958.53
Aspir yağı	11908.89	0.00	336.07	78710.12	0.00	35458.31
Soya yağı	12706569.27	279019.09	87418.63	14199575.17	2192.10	226934.92
Ayçiçeği yağı	12623873.53	623072.52	59842.57	13444262.64	909973.86	172378.93

Kaynak: FAOSTAT, 2023

SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünya ve Polonya'nın aksine Türkiye'de 2020 yılı sonrasında özellikle ayçiçeği ve soya fasulyesi gibi yağlı tohumlu bitkilerin birim alandan elde edilen ürün miktarında düşüş yaşanmıştır. Verimdeki düşüş ve girdi fiyatlarındaki genel olarak artışlar, neticesinde üreticiler de yağlı tohum üretiminden uzaklaşmaktadır. Ülkemizde yağlı tohum üretiminde sürdürülebilirliğin sağlanması ve arz açığının giderilmesi önem arz etmektedir. Yağlı tohum üreticilerinin üretim maliyetlerini düşürerek daha etkin bir üretim yapmalarına imkân verecek desteklemeler ve yağlı tohum üretimini destekleyici politikalar daha etkin bir üretim yapılmasına zemin hazırlayacaktır.

Üretimde karşılaşılan sorunlar, üretim miktarı, ürün fiyatı, destek ve teşvikler arasındaki dengenin iyi kurulması ile yüksek verim ve yağ oranına sahip çeşit ıslahı ve yetiştirme tekniğine yönelik iyileştirme çalışmalarının artırılmasıyla çözülebilir.

2021 yılı baz alındığında;

Ayçiçeği üretim değerleri, ekim alanları ve verim değerleri ile ilgili olarak;

- Ayçiçeği üretim değerlerinde; dünyada 2015 yılında %16.48'lik, 2018 yılında %42.95'lik ve 2021 yılında

%60.22'lik bir artış görülmüştür. Türkiye'de 2015 yılında %22.68'lik, 2018 yılında %42.28'lik ve 2021 yılında %76.28'lik bir artış görülmüştür. Polonya'da 2015 yılında %61.52'lik bir düşüş görülürken, 2018 yılında %61.17'lik ve 2021 yılında %469.68'lik bir artış görülmüştür.

- Ayçiçeği ekim alanlarında; dünyada 2015 yılında %1.27'lik bir düşüş, 2018 yılında %7.86'lik ve 2021 yılında %18.87'lik bir artış görülmüştür. Türkiye'de 2015 yılında %13.28'lik, 2018 yılında %21.35'lik ve 2021 yılında %48.78'lik bir artış görülmüştür. Polonya'da 2015 yılında %41.20'lik, 2018 yılında %74.19'lik ve 2021 yılında %141.17'lik bir artış görülmüştür.
- Ayçiçeği verim değerlerinde; dünyada 2015 yılında %17.99'lik, 2018 yılında %32.53'lik ve 2021 yılında %34.80'lik bir artış görülmüştür. Türkiye'de 2015 yılında %8.32'lik, 2018 yılında %17.24'lik ve 2021 yılında %18.48'lik bir artış görülmüştür. Polonya'da 2015 yılında %6.6'lık ve 2018 yılında %7.48'lik bir düşüş görülürken, 2021 yılında %29.13'lük bir artış görülmüştür.

Soya fasulyesi üretim değerleri, ekim alanları ve verim değerleri ile ilgili olarak;

- Soya fasulyesi üretim değerlerinde; dünyada 2015 yılında %33.97'lik, 2018 yılında %42.85'lik ve 2021 yılında %54.01'lik bir artış görülmüştür. Türkiye'de 2015 yılında %40.00'lik, 2018 yılında %21.74'lük ve 2021 yılında %58.26'lık bir artış görülmüştür. Polonya'da 2015 yılında soya fasulyesi 2013 ve 2014 yılları da dâhil olmak üzere tarımı hiç yapılmamış, ancak 2018 yılında %21.74'lük ve 2021 yılında %58.26'lık bir artış görülmüştür.
- Soya fasulyesi ekim alanlarında; dünyada 2015 yılında %14.64'lük, 2018 yılında %17.64'lük ve 2021 yılında %22.82'lik bir artış görülmüştür. Türkiye'de 2015 yılında %15.80'lik, 2018 yılında %3.95'lik ve 2021 yılında %38.88'lik

bir artış görülmüştür. Polonya’da 2015 yılında soya fasulyesi 2013 ve 2014 yılları da dâhil olmak üzere tarımı hiç yapılmamış, ancak 2018 yılında %537.43’lük ve 2021 yılında %977.19’lük bir artış görülmüştür.

- Soya fasulyesi verim değerlerinde; dünyada 2015 yılında %16.85’lik, 2018 yılında %21.43’lük ve 2021 yılında %25.40’lık bir artış görülmüştür. Türkiye’de 2015 yılında %20.90’lık, 2018 yılında %17.11’lik ve 2021 yılında %13.95’lik bir artış görülmüştür. Polonya’da 2015 Polonya’da 2015 yılında soya fasulyesi 2013 ve 2014 yılları da dâhil olmak üzere tarımı hiç yapılmamış, ancak 2018 yılında %11.64’lik ve 2021 yılında %33.34’lük bir artış görülmüştür.

Kanola üretim değerleri, ekim alanları ve verim değerleri ile ilgili olarak;

- Kanola üretim değerlerinde; dünyada 2015 yılında %12.17’lik, 2018 yılında %20.61’lik ve 2021 yılında %13.86’lık bir artış görülmüştür. Türkiye’de 2015 yılında %9.09’luk, 2018 yılında %13.64’lük ve 2021 yılında %27.17’lik bir artış görülmüştür. Polonya’da 2015 yılında %44.77’lik, 2018 yılında %12.87’lik ve 2021 yılında %63.54’lük bir artış görülmüştür.
- Kanola ekim alanlarında; dünyada 2015 yılında %0.66’lık bir düşüş, 2018 yılında %6.58’lik ve 2021 yılında %5.92’lik bir artış görülmüştür. Türkiye’de 2015 yılında %16.23’lük, 2018 yılında %26.15’lik ve 2021 yılında %25.34’lük bir artış görülmüştür. Polonya’da 2015 yılında %31.48’lik, 2018 yılında %17.33’lik ve 2021 yılında %37.91’lik bir artış görülmüştür.
- Kanola verim değerlerinde; dünyada 2015 yılında %12.91’lik, 2018 yılında %13.17’lik ve 2021 yılında %7.49’luk bir artış görülmüştür. Türkiye’de 2015 yılında %6.14’lük ve 2018 yılında %9.92’lik bir düşüş görülürken, 2021 yılında %1.54’lük bir artış görülmüştür. Polonya’da 2015 yılında %10.10’luk bir

artış, 2018 yılında %3.8'lik bir düşüş görülürken, 2021 yılında %18.58'lik bir artış görülmüştür.

Toplam üretim değerlerine bakıldığında özetle dünyada en fazla üretimi yapılan yağlı tohumlu bitki 371693593 ton ile soya fasulyesi olurken, Türkiye'de 2415000 ton ile ayçiçeği, Polonya'da ise 3050910 ton ile kanola olarak gerçekleşmiştir.

Türkiye'nin sürekli artan nüfusu da göz önüne alınarak her geçen gün artan yağ açığının kapatılması için yağlı tohumlu bitkilerin üretimlerini artırmaya yönelik çalışmaların yapılması ve uygulamaya geçirilmeleri gerekmektedir. Bu da ancak mevcut tarımsal sorunların tespiti ve çözümü mümkündür. Yine, diğer bir husus ta, her ülkede olduğu gibi Türkiye için de fazla üretilen tarımsal ürünlerin tüketim fazlası ihracatı, az üretilip bir başka ülkede fazla üretilen ürünler ithalatı teşvik etmektedir. Bu noktada ülkelerin tüketim fazlası tarımsal ürünlerinin yıllık bazda sürekli takibi, tarımı yapılan yağ bitkileri üretimindeki değişimler ve dış ticaretine yönelik bu tür araştırmaların da her zaman için yapılması ticaretin de vazgeçilmezleridir.

KAYNAKLAR

- Anonim, (2023a). Polonya ve komşuları harita. <https://www.google.com/maps/place/Polonya/@51.4811717,19.1964414,6z/data=!4m6!3m5!1s0x47009964a4640bbb:0x97573ca49cc55ea!8m2!3d51.919438!4d19.145136!16zL20vMDVxaHc?entry=ttu> Erişim tarihi: 11 Ekim 2023.
- Anonim, (2023b). Alman yeniden birleşmesi. https://tr.wikipedia.org/wiki/Alman_yeniden_birle%C5%9Fmesi. Erişim tarihi: 11 Ekim 2023.
- Anonim, (2023c). Varşova Paktı. https://tr.wikipedia.org/wiki/Var%C5%9Fova_Pakt%C4%B1. Erişim tarihi: 11 Ekim 2023.
- Anonim, (2023d). Polonya. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Polonya>. Erişim tarihi: 11 Ekim 2023.
- Atasoy, E. (2010). *Kıtalar ve Ülkeler Coğrafyası*. Ezgi Kitabevi Yayınları, Bursa.
- Atasoy, E., Wendt, J. A., Soykan, A., Berdenov, J. G. (2017). Coğrafya Perspektifinden Polonya Cumhuriyeti. s. 371. <https://depot.ceon.pl/bitstream/handle/123456789/12835/01.pdf?sequence=1> Erişim tarihi: 11 Ekim 2023.
- FAOSTAT, (2023). FAO İstatistiki verileri (Dünya, Türkiye ve Polonya yağlı tohumlu bitkiler ekiliş üretim verim ithalat ihracat ve değerleri). <https://www.fao.org/faostat/en/#data/TCL> Erişim tarihi: 11 Ekim 2023.
- Samur, H. (2015). Polonya'nın Avrupa Birliği'ne Katılım Süreci. *Avrupa Birliği'nin Doğu Avrupa ve Batı Balkanlar Genişlemesi*, Editörler: Ercüment Tezcan, İlhan Aras ve Altuğ Günar, Sentez Yayıncılık, İstanbul, s. 183-212.

BÖLÜM 2

MELATONİNİN BİTKİLERDEKİ DÜZENLEYİCİ ROLÜ VE ABİYOTİK STRES FAKTÖRLERİNE KARŞI ETKİSİ

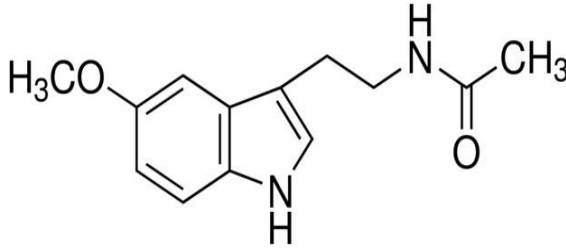
Doç. Dr. Haluk KULAZ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428260>

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. halukkulaz@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-3044-5046

1. GİRİŞ

Triptofan amino asidinin bir türevi olan melatonin, filogenetik olarak ilkel bakterilerde bulunan bir moleküldür (Tan ve ark., 2010). 1950'lerin sonlarına doğru sığırların epifiz dokularından tanımlanan ve bilim açısından müthiş bir keşif olarak görülen (Lerner ve ark., 1958) melatoninin neredeyse her organizmada bulunduğu ortaya konmuştur. Canlı olan organizmaların bünyesinde küçük molekül ağırlığına ve basit bir yapıya sahiptirler. Bundan dolayı en basitinden en gelişmişine kadar değişik türlerde biyolojik aktiviteye sahiptirler (Hardeland ve ark., 2000). Molekül formülü $C_{13}H_{16}N_2O_2$ ve molekül ağırlığı $232,28 \text{ g mol}^{-1}$ (Anonim, 2015) olan melatoninin kimyasal yapısı Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1. Melatoninin kimyasal yapısı

Kaynak: Anonim, 2015

Melatonin ilk olarak alglerde (Poeggeler ve Hardeland, 1994), sonraları ise bitkilerdeki değişik dokularda da var olabileceği inancı ile araştırılmaya başlanmıştır. 1995 yılında bitkilerde melatonin ilk kez keşfedilmiş (Dubbels ve ark., 1995; Hattori ve ark., 1995), sonraki araştırmalarda birçok bitki türünün tohumlarında, meyvelerinde, yapraklarında ve köklerinde de melatonin varlığı belirlenmiştir (Reiter, 1999; Tettamanti ve ark., 2000; Reiter ve ark., 2007; Paredes ve ark., 2009; Arnao, 2014; Feng ve ark., 2014).

Bitkilerdeki melatonin seviyesi yalnızca türler arasında farklılık göstermez, aynı türdeki genotip veya çeşitlerdeki bitkilerin değişik gelişme dönemleri içerisinde de farklılık

gösterdiği tespit edilmiştir (Dubbels ve ark., 1995; Hattori ve ark., 1995; Van Tassel ve ark., 2001, Riga ve ark., 2014; Chen ve ark., 2003; De la Puerta ve ark., 2007; Posmyk ve Janas, 2009).

Yapılan çalışmalarda bitkinin gelişme dönemlerine göre melatonin miktarında önemli oranda değişiklik gösterdiği tespit edilmiştir (Korkmaz ve ark., 2014).

Bitkilerde Melatonin içeriğinin en yüksek olduğu yerler tomurcuk, çiçek, meyve ve tohumlar gibi generatif bitki organlarında pikogramdan mikrograma kadar geniş bir spektrumda varlığı kanıtlanmıştır. Bu durumun böyle olmasında özellikle tomurcuklarda ve kurumuş tohumlardaki melatoninin antioksidan savunma sisteminde görev almasından dolayı olduğu zannedilmektedir (Paredes ve ark., 2009; Posmyk ve Janas, 2009; Keskin ve ark., 2019). Melatoninin; bitkilerde mitokondriler, kloroplastlar ve plazma gibi biyolojik membranların zar akışkanlığını oluşturarak lipid peroksidasyonun dengelenerek direk bir şekilde antioksidan olarak rol aldığı ve stresi oluşturan faktörler ile etkili bir şekilde mücadele ettiği tespit edilmiştir (Catala, 2007; Garcia ve ark. 2014) Aynı zamanda melatonin stres altında bulunan bitkilerde serbest bir radikal olarak bulunan O^{2-} 'nin oluşumunu sınırlandırarak iç mitokondrial zardan elektron sızıntısını düşürdüğü ve elektron taşıma zincirini uyardığı belirtilmiştir (Reiter ve ark., 2001). Ayrıca stresdeki bitkilerde melatonin, peroksidaz(POX), glutathion reduktaz (GR), superoksitdismutaz (SOD) ve katalaz (CAT) gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini düzenleyerek oluşumunu desteklemektedir (Meng ve ark., 2014; Cao ve ark., 2018) Düşük konsantrasyonlarda suda ve yağda eriyebilme özelliği olmasından dolayı içinde yüksek miktarda yağ bulunduran tohumlardaki melatonin miktarının daha yüksek olduğu ve bu niteliğiyle de tohumları dormansiden ya da kuru durumda iken antioksidan enzimlerin eksikliğinde veya az olması durumunda koruyarak

yüksek düzeyde çimlenmelerine yardımcı olduğu tespit edilmiştir (Hardeland ve ark., 2007). Bitkilerde bulunan melatoninin en temel görevlerinden birisi de bitki büyüme düzenleyicisi olarak görev yapmasıdır. Melatonin ve IAA arasındaki yapısal benzerlikler ve ortak biyosentez yolu melatoninin bir oksin gibi hareket edebileceği fikrini çağrıştırmıştır (Hernández -Ruiz ve ark., 2004; Hernández-Ruiz ve ark., 2008).

Hem biyotik hem abiyotik tüm stres durumlarında bir bitki büyüme düzenleyici olarak görev yaptığı için melatonin multi düzenleyici molekül olarak adlandırılmıştır. Yapılan birçok çalışmada bitkide melatonin varlığının sıcaklık, soğuk, kuraklık, kimyasal toksisite, tuzluluk, UV radyasyonu gibi stres koşullarında bitkide oluşabilecek zararlanmaları azalttığı veya yok ettiği bildirilmiştir (Khan ve ark., 2020).

Biyotik ve abiyotik stres faktörleri hem üretim de hem de hasat döneminde bitkilerde ciddi ürün kayıplarına sebep olabilmektedir. Yetiştiricilik açısından kârlılığı maksimumda tutabilmenin bir yolu da ürün kayıplarını minimumda tutmaktan geçtiğinden bitkilerde stres mekanizmalarını anlamak ve bunlara karşı bir yanıt oluşturabilmek tarım sektörü için hayati önem taşımaktadır.

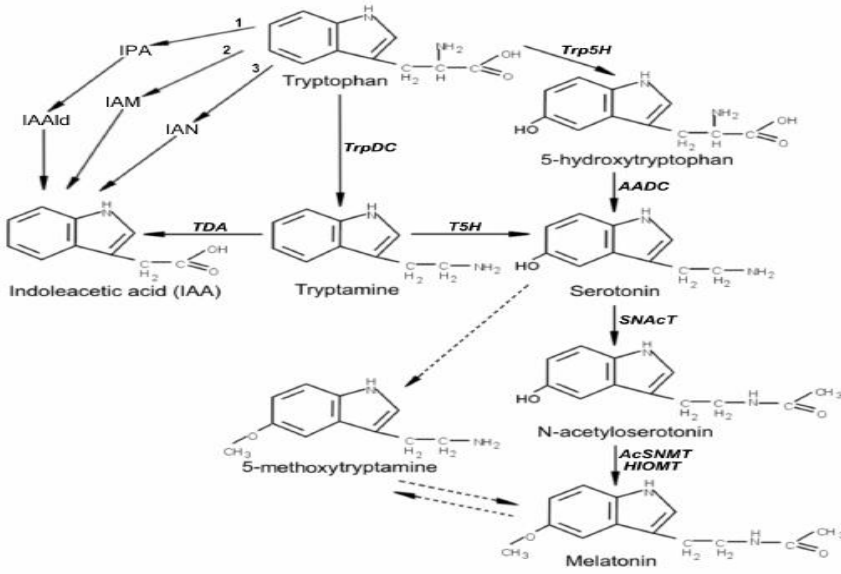
Bu derlemede son yıllardaki çalışmalarda oldukça dikkat çeken ve sıcaklık, kuraklık, kimyasal kirlilik, tuzluluk ve UV gibi neredeyse tüm abiyotik streslerde etkili olduğu gözlemlenen Melatoninin; abiyotik stres faktörlerindeki mekanizmaları, bitkilerdeki düzenleyici rolü ve bunlarla ilgili yapılan çalışmaları araştırmak ve derlemek üzerine hazırlanmıştır.

2. MELATONİN VE BİTKİLERDEKİ SENTEZ YOLU

Melatonin; başlangıç amino asiti olan Triptofan aynı zamanda bütün bitkiler ve hayvanlarda serotonin ve IAA'in birincil maddesi olarak bilinmektedir (Zao ve ark., 2019). Hayvanlarınkine benzer şekilde gerçekleşen bu biyosentez (Şekil 2) sırasıyla triptofan, triptiamin,

serotonin, N-asetilserotonin ve melatonin oluşur. Bu şekildeki sentez esasında çok farklı enzimler rol almaktadırlar (Posmyk ve Janas 2009).

Melatonin, melatonin biyosentezini kontrol eden düzenlenmiş bir enzim olan serotonin N-asetiltransferaz (NAT) (EC 2.3.1.87) olarak da adlandırılan arilalkilamin N-asetiltransferaz tarafından katalize edilen bir asetilasyon reaksiyonu yoluyla serotoninden (5-hidroksi triptamin) sentezlenir. Son adım, hidroksiindol O metiltransferaz (HIOMT) (EC 2.1.1.4) tarafından katalize edilir. Serotonin, aminoasit dekarboksilazın (EC 4.1.1.28) katalize ettiği bir reaksiyonla 5-hidroksitriptofandan üretilir. Bu enzim aynı zamanda triptofana da etki ederek triptaminin ortaya çıkmasına neden olur. Triptamin, aynı zamanda triptofan üzerinde de etki göstererek 5-hidroksitriptofan oluşturabilen triptofan 5-hidroksilazın (EC 1.14.16.4) etkisi ile serotonine dönüştürülebilir.



Şekil 2. Bitkilerde Melatonin sentezi

Kaynak: Posmyk ve Janas, 2009

Triptamin aynı zamanda NAT'ın bir substratıdır ve N-asetilserotonin oluşturmak üzere hidroksillenebilir N-asetiltriptamin oluşturur. InterPro, UniProt, IntEnz ve Brenda veritabanlarına göre birçok bitki türünde incelenen triptofan dekarboksilaz enzimi bir

istisnadır. Bu piridoksal bağımlı dekarboksilaz, bakterilerden insana kadar tüm krallıklarda mevcuttur ve bitkilerde triptamin oluşumuyla (IAA biyosentezi) ilişkilendirilmiştir. Ancak serotonin oluşumuyla ilişkilendirilmemiştir. Melatonin ve IAA'nın biyosentezi, triptofan ve triptamin gibi bazı ortak öncüleri sunar. Bitkilerde IAA oluşturmak için katalize edilen yollar büyük ölçüde radyoaktif ve biyokimyasal analizlerle açıklanmıştır. (Murch ve ark., 2000; Murch ve Saxena, 2002).

1994 yılında Edgerton ve arkadaşları IAA'nın farklı analoglarının oksin bağlayıcı protein-1'e (ABP-1) bağlanma kapasitesi üzerine yapılan çalışmalara dayanarak oksin aktivitesi için bir dizi moleküler gereksinim önermişlerdir. Bunun için temel olarak üç gereksinim vardır: a) düzlemsel bir aromatik halkanın varlığı, b) bir karboksilik asit bağlama bölgesinin (elektronegatif yük bölgesi) varlığı c) iki bağlanma bölgesini ayıran bir hidrofobik geçiş bölgesinin varlığı (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2006).

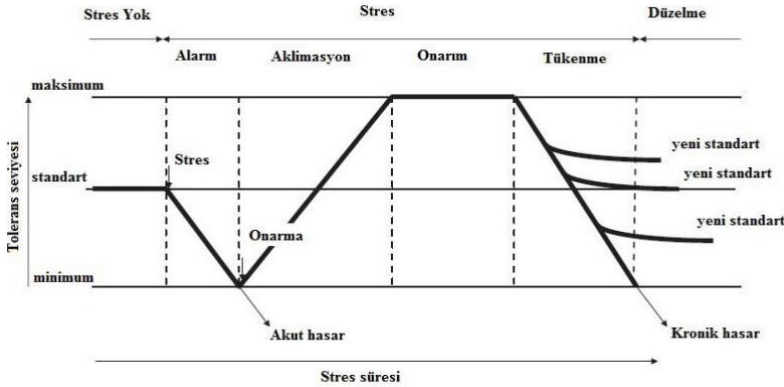
Yapılan çalışmalarda melatoninin; büyümeyi teşvik etmesine, köklendirme ajanı olarak çalışmasına, sürgün ve eksplantları geliştirmesine ve yaprak senesensini geciktirmesine ek olarak bitki fizyolojisinde de önemli roller üstlendiğini gösterilmiştir. Stresörlerin etkisinde yetişen bitkilerde yüksek konsantrasyonlarda melatonin bulunması ve uygun dozlarda melatonin uygulamasının bitkilerde; aktif oksijen türlerinin hücrede aşırı üretildiği ekstrem sıcaklık, donma, tuzluluk, UV radyasyonu ve kimyasal stres koşullarında bitkinin tolerasyonunu artırması melatoninin önemini arttırmıştır (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2014). Ayrıca bitkilerde bulunan melatonin miktarının türden türe, çeşitten çeşide hatta aynı genotipteki bireylerin büyüme devresine göre ve gün içerisinde farklı miktarlarda bulunduğu görülmüştür (Yakupoglu ve ark., 2018).

3. BİTKİLERDE STRES MEKANİZMALARI

Bitkiler, stres faktörlerine karşı hasarı en aza indirmek ve yaşam döngülerini tamamlamak için plastik (geri dönüşümsüz) veya elastik

(geri dönüşümlü) birçok cevap geliştirirler (Özarabacı, 2019). Bitkilerin stresörlere karşı oluşturdukları cevaplar ve hasar miktarı stresin yoğunluğuna, etki süresine, stresin gerçekleşme sayısına ve başka stres etmeninin var olmasına göre değişmektedir (Akkuş, 2019). Bitkilerin cevap oluşturma evresi, Kosova ve ark. (2011) tarafından 4' e ayrılmıştır. Bunlar; başlangıç alarm evresi, aklimizasyon (alıştırma), onarım ve tükenme evresidir (Şekil 3).

Bitkilerin stres durumundayken alacakları hasar miktarı bitki türüne, bitkinin tolerans ve adaptasyon yeteneğine ve bitkinin olgunluk derecesine göre de değişmektedir (Canavar, 2018).



Şekil 3. Abiyotik stres faktörlerine karşı bitki cevapları

3.1. Makro Moleküllerin ve İyonların Homeostazı

Tuzluluk, kuralık, sıcaklık, UV-B gibi abiyotik stres faktörleri çoğunlukla bir ozmotik bileşen içermekte ve bu durum hücrel dehidrasyona ve homeostazı (hücrel iç denge) bozmaktadır (Çulha ve Çakırlar, 2011). Örneğin tuz stresine uğrayan bitkilerde potasyum (K^+) ve sodyum (Na^+) iyon dengesinin muhafaza edilmesi çok ehemmiyetlidir. Tuzlulukla ortaya çıkan Na^+ , köklerle K^+ alımını engeller. Ayrıca tuz stresi görülen bitkilerde ozmotik basınçta bozukluklar, su alımında yetersizlik, hücre bölünme ve genişlemesinde azalma ve gelişmede gerileme görülebilir (Yakıt ve Tuna, 2006). Büyüme ve gelişmede meydana gelen duraklamayı engellemek için Na^+

iyonu uzaklaştırılmalı veya vakuolde bölümlere ayrılmalıdır. Bitkilerdeki bazı düzenlemeler sonucunda H-ATPazlar ve H-pyrofosfatazlar aracılığı ile iyonların iletimine bağlı olarak homeostaz sağlanır (Büyük ve Aras 2012).

3.2. Koruyucu Moleküllerin Sentezi

Bitkilerin stres mekanizmasından bir diğeri olan düşük molekül ağırlıklı moleküllerin, ozmolitlerin (şekerler, polioller ve prolin gibi aminoasitler) veya ısı şoku proteinleri (heatshock proteins) veya LEA proteinleri (geç embriogenez bağımlı proteinler) gibi proteinlerin hücrelerde akümüle edilmesidir (Büyük ve Aras 2012). Bir ROS temizleyici olarak çalışan ozmolitler aynı zamanda suyun hücre içinde tutulmasını sağlayarak hücre yapısını korur ve hücrenin asit dengesini kontrol altında tutar (Duman ve ark., 2010).

Heatshock proteinleri protein katlanması ve hücrede birikimi uygun olmayan proteinlerin düzenlenmesinde etkilidir. Hasarlı veya yanlış katlanmış polipeptitleri birbirine bağlayarak polipeptitlerin yıkımını önler. (Korkmaz ve Durmaz, 2017). Hidrofilik LEA proteinleri ise stres durumunda suyun hücrede muhafaza etmesi sebebiyle kuraklık stresinin etkisini azaltmada ve kuraklığa karşı moleküler kalkan olarak oldukça önemlidir (Goyal ve ark., 2005).

3.3. Reaktif Oksijen Türleri (ROS) ve Detoksifikasyon

ROS'lar fotosentez reaksiyonlarında plastit ve peroksizomlarda, sitrik asit döngüsünde NADPH oksidaz, hücre duvarı peroksidazları ve amino oksidazlar gibi enzimlerin etkisiyle en yoğun üretilen serbest radikallerdir. (Özelçi, 2020). Radikaller bir veya birden çok eşlenmemiş elektrona sahip atomlardır ve yüksek enerjiye sahiplerdir (Karabulut ve ark., 2016). Sahip oldukları bu eşlenmemiş elektronu ise diğerk moleküllere bağlayarak onların da kararsız duruma geçmesine sebep olurlar (Sezer ve Keskin, 2014). Pozitif yüklü, negatif yüklü veya yüksüz olabilirler ve serbest radikallerin büyük kısmını oluştururlar (Delibaş ve Özçankaya, 1995). Serbest radikaller reaktif olmaları sebebiyle hem

diğer moleküllere elektron verebildiklerinden hem de moleküllerden elektron alabildiklerinden indirgeyici veya yükseltgenici olarak rol alabilirler (Hancock ve ark., 2001). Hücrelerde oksijenin suya indirgenmesi hücrelerin enerji ihtiyacını karşılarken, suya indirgenmemesi ise DNA, lipid ve proteinlerin yapısını bozan aktif oksijen türlerini ortaya çıkarmaktadır (Büyük ve Aras, 2012).

ROS'lar, oksijenli solunum yapan bütün organizmalarda üretilirken radikal yok edici ajanların yeterli miktarda üretilmemesi durumunda oksidatif stres meydana gelir ve sitotoksisteye sebep olur (Akpoyraz ve Durak, 1995). Normal süreçte organizmada üretildiklerinde ROS temizleyici mekanizmalar sayesinde denge kurulabilmektedir ve hücrede zarar oluşturmamaktadır (Doğru, 2020). Ancak sıcaklık, kuraklık, UV radyasyonu, ortamda ağır metallerin varlığı, patojenler, yüksek ışık yoğunluğu gibi biyotik ve abiyotik stres etmenleri oksidatif strese sebep olmaktadır. Bu sebeple oksidatif stres; asıl stres etmeninin sonucu olarak ortaya çıkan sekonder bir stres olarak adlandırılabilir (Doğru, 2020).

ROS'lar hücre membranlarında bulunan yağ asitlerinin oksidasyonuna sebep olarak lipid peroksidasyonunu gerçekleştirir (Altiner ve ark., 2018). Lipid yapısı bozulan hücrede, membran akışkanlığının bozulmasına ve organel içeriğinin sitoplazmaya akmasına sebep olur. Sonraki aşamalarda ise hücre duvarı savunmasız kalarak hücre ölümü görülebilir (Özcan ve ark., 2015). Radikaller aynı zamanda homilitik bağ kırılmasına sebep olarak çift bağa sahip enzim ve protein çeşitlerinde ve DNA'da zincir bağların kırılmasına ve oksidasyona sebep olmaktadır (Akpoyraz ve Durak, 1995).

3.4. Antioksidan Mekanizmaları

Antioksidanlar bitkilerde oksidatif stres durumundayken bitkilerin yaşamsal faaliyetlerini devam ettirebilmesi ve hücre ölümlerinin önüne geçebilmek için reaktif oksijen türlerini kontrol altında tutan ve bunların detoksifikasyonunu sağlayan maddelerdir (Konukoğlu, 2007).

Antioksidanlar düşük konantrasyonlarda bile oksidasyonu sağlar veya bir substratın elektron aktarımı yoluyla etkinliğini azaltır.

Bitkiler için antioksidanlar enzimatik antioksidanlar ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak 2'ye ayrılır. Enzimatik antioksidanlar süperoksid dismutaz (SOD), askorbat peroksidaz (APX), glutatyon peroksidaz (GPX) ve katalaz (CAT)'dır. Enzimatik olmayanlar askorbik asit (AA), tokoferoller (vitamin E), karotenoidler, glutatyon ve fenolik bileşiklerdir.

4. MELATONİNİN STRES FAKTÖRLERİNDE FİZYOLOJİK ROLÜ

Melatoninin ve IAA' nın yapısal benzerlikleri ve aynı biyosentez yolla üretilmeleri Melatoninin oksin gibi görev yaptığı fikrini ortaya çıkarmıştır. Biostimulatör olarak bilinen melatoninin büyüme, gelişme ve hasat sonrası fizyolojide sıcak-soğuk stresi, tuzluluk stresi, kuraklık stresi ve besin elementi eksikliğinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Bose ve Howlader, 2020). Biyotik ve abiyotik stresörlerin bitkilerde aşırı miktarda ROS (Reaktif oksijen türleri) birikimine sebep olduğu bilinmektedir. ROS, büyüme ve sinyal iletiminde ikincil haberciler olarak işlev görmek için açıkça gerekliyken, yüksek ROS konsantrasyonları genetik olarak programlanmış toplu hücre kayıplarını tetikleyebilir. Ayrıca, aşırı ROS seviyeleri, hücrel membranlarda lipid peroksidasyonuna, DNA hasarına, protein denatürasyonuna, karbonhidrat oksidasyonuna pigment parçalanmasına ve bozulmuş enzim aktivitesine neden olma yeteneklerinin bir sonucu olarak zararlı etkilere sahip olabilir. Kloroplastlar ve mitokondri, fotosentetik ve solunum süreçlerinde ROS ürettiği için bitki hücrelerinde önemli bir ROS üretim kaynağıdır. Bitki fizyolojisinde ROS üretimi ile ROS temizleme mekanizmaları arasında hassas bir denge vardır. Ancak Melatoninin fizyolojide en önemli rolü bir ROS temizleme ajanı ve antioksidan olarak çalışması ve bu dengeyi kurmasıdır.

Yapılan çalışmalarda Melatoninin antioksidanlarla ilişkili enzimlerin aktivitesinin ve bu enzimlerle ilgili gen ekspresyonunu belirlediği gözlemlenmiştir (Yakupoğlu ve ark., 2018). Aynı zamanda Melatoninin glutatyan, C ve E vitaminlerinin aktivitesini arttırarak hücrenin savunma mekanizmasını güçlendirdiği bildirilmiştir (Zhang ve ark., 2014).

Melatoninin bir diğer önemli işlevi ise stresle alakalı bazı spesifik genleri regüle etmesidir. Klorofilin bozulmasında görevli bir enzim olan klorofazın (CHL1) etkinliğini düşürdüğü gözlemlenmiştir (Weeda ve ark., 2014).

Çevresel koşullar, dokuların melatonin içeriğini önemli ölçüde etkiler. İç mekanda orta koşullarda yetiştirilen bitkiler, daha değişken koşullarda tarlada yetiştirilenlerden daha düşük melatonin içeriğine sahiptir (Zhang ve ark., 2014). Güneş ışığında yetiştirilen bitkiler, yapay ışık altında yetiştirilenlere göre köklerde üç, yapraklarda ise 2.5 kat daha fazla melatoninine sahiptir (Tan ve ark., 2007). Doğal ortamlarında yüksek UV' ye maruz kalan Alp ve Akdeniz bitkileri, daha düşük UV koşullarında yetişen aynı türlere göre çok daha yüksek melatonin içermektedir. Bu da güneş ışını gibi çeşitli tetikleyicilerin, melatonin seviyelerinde artışa neden olduğunu gösterir (Zhang ve ark., 2015).

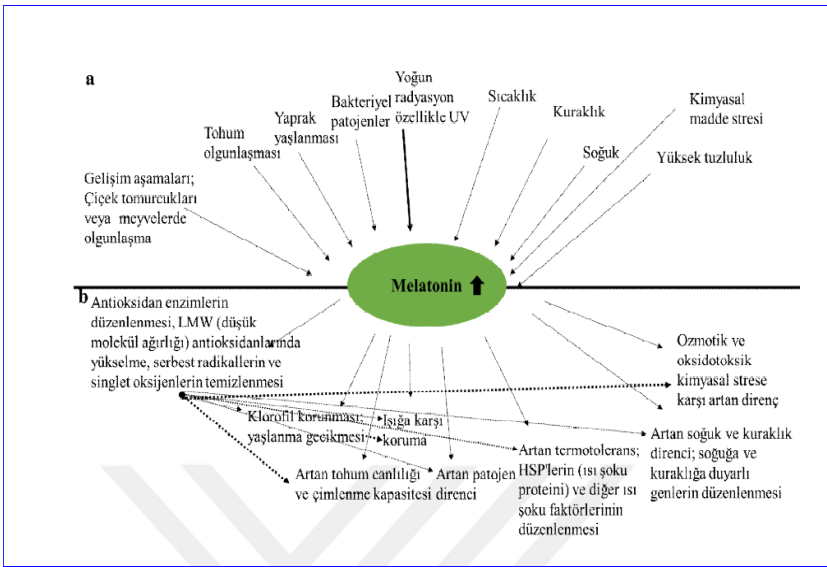
Eksojen uygulamanın acı bakla (*Lupinus albus* Benth.), lahana (*Brassica oleracea*), hıyar (*Cucumis sativa*) ve kiraz (*Prunus avium*) bitkilerinde adventif ve yan kök oluşumunu arttırdığı, dikim öncesi Melatonin uygulanan biber tohumlarının soğuk stresi altında kontrol bitkilerine kıyasla daha yüksek çıkış sağladığı gözlemlenmiştir (Hernandez-Ruiz ve Arnao, 2008). Yine soğuk stresi altında yapraklarına Melatonin uygulanan domates bitkisinde şeker, prolin ve antioksidan miktarının arttığı görülmüştür (Yakupoğlu ve ark., 2018).

Tuz stresi koşullarında 50 mM Melatonin uygulanan kavunda biyokimyasal ve büyüme parametrelerinin arttığı ve elma yaprağında uygulama yapıldığında oksidatif stresin sonucu olan membran hasarı ve

lipid peroksidasyonunu antioksidan enzimlerini tetikleyerek zararı ertelediği görülmüştür (Bose ve Howlader, 2020).

Melatonin çözeltileri ile muamele edilmiş arpa yapraklarında, yaprak yaşlanması sırasında meydana gelen ana süreçlerden biri olan yapraklarda klorofil kaybında belirgin bir yavaşlama gözlenmiştir (Arnao ve Hernandez-Ruiz, 2009c).

Yapılan çalışmalar sonucunda Melatoninin bitki bünyesindeki değişim ve işlevleri sonucunda oluşan tepkiler aşağıda özetlenmiştir.



Şekil 3. Bitki bünyesinde MEL içeriğinde görülen yükselişler (a) ve sonrasında artan stres toleransı (b)

Kaynak:Hardeland, 2016

4.1. Soğuk Hasarına Karşı Bitki Direncini Artırır

Melatonin, bitkilerin soğuk zararına karşı direncini artırma özelliğine sahiptir. (Arnao ve Ruiz, 2013) Yapılan ilk çalışmalarda, düşük sıcaklıkla indüklenen ekzojen melatoninle tedavi edilen havuç süspansiyon hücrelerinin, putresin ve spermidin dahil hücre içi poliaminlerin seviyesini artırarak soğuk hasarının neden olduğu apoptozu hafifletebildiğini göstermiştir. 0.1 μM melatonin içeren ortamda ön işleme tabi tutulan *Rhodiola grandiflorum* kallusunun

dondurularak saklanması, işlenmemiş dokuya göre önemli ölçüde daha yüksek bir hayatta kalma oranıyla sonuçlanmıştır (Zhao ve ark., 2011).

4.2. Kuraklık Stresine Karşı Bitki Direncini Arttırır

Kuraklık stresi altında bitkiler, absisik asit (ABA) salgılayarak su kaybını azaltır; bu da kendi hücrelerinin üreme döngüsü sırasında su ve besin maddelerini tutmasını sağlar. Bu, besinlerin yapraklarda birikmesini engeller, böylece yaprak yaşlanmasını ve dökülmesini hızlandırır. Wang ve ark., (2013) kurak toprağa 100 μ M melatonin ekleyerek yaptığı çalışmada bunun kuraklığın neden olduğu yaprak yaşlanmasını geciktirebildiğini belirtmiştir. Su eksikliği sıklıkla stoma boyutunu da etkiler, bu da yapraklarda büyük miktarda ROS birikmesine neden olur.

4.3. Bitkilerin Böceklere Karşı Antibakteriyel Yeteneğini Geliştirir

Bitki hücreleri bakteriler tarafından enfekte edildiğinde hücrelerdeki reaktif oksijen türleri ve NO dengesi bozulacaktır (Wei ve ark., 2018). Melatonin bakteriyel çoğalmayı düzenleyebilir. Bakterilerin hızlı büyümesi büyük ölçüde serbest hücre dışı demir iyonlarına bağlıdır. Melatonin ise yüksek metal bağlama kapasitesine sahiptir ve hücre duvarına etki ettiğinde bakterilerin canlılığını etkili bir şekilde sınırlayacaktır. Ek olarak, melatonin hücre zarına etki ettiğinde, bakterilerin dış dünyadan belirli uyarıcıları (çoğunlukla yağ asitleri) almasını da önleyerek hücre çoğalmasını destekleyen genlerin aktivasyonunu azaltır (Tekbaş ve ark., 2008). Melatonin bitkinin savunma genlerini aktive ederek *Pseudomonas syringae* DC3000, *Podospaera xanthii*, *Colletotrichum musae* ve *Phytophthora capsici* gibi patojenlerin neden olduğu hasara karşı savunma sağlar (Mandal ve ark., 2018).

4.4. Kimyasal Kirlenme Altında Bitki Direncini Arttırır

Melatonin, bitkileri kimyasal hasarlara ve ağır metallere karşı koruma işlevi görür. ROS üretimi, bitkinin ölümüne neden olan peroksidatif herbisitler tarafından üretilir. Öte yandan melatonin açısından zengin transgenik (MRT) pirinç bitkileri peroksidatif herbisitlere karşı yüksek direnç göstermektedir. Arnao ve ark. (2009a) sodyum klorür, çinko sülfat ve hidrojen peroksit uygulaması yaptıkları arpa bitkilerinde stres altındaki bitkilerin köklerindeki melatonin içeriğinin, kontrol grubunun köklerindeki 6 kat daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Kadmiyum, kurşun, bakır ve alüminyum gibi metal iyonları canlı vücudundaki askorbik asit gibi diğer maddeler tarafından kolayca indirgenerek Fenton reaksiyonuna neden olur. Azotlu gübrelerin aşırı kullanımı sıklıkla meyve ve sebzelerde element dengesizliğine yol açar. Bu durumda fidelerin uygun şekilde melatonin ile ön tedavisi, nitrat birikimini etkili bir şekilde önleyebilir ve nitrata metabolize eden enzimlerin aktivitesini artırabilir (Zhang ve ark., 2017). Li ve ark. (2012) selenyum (Se) ve melatoninin kadmiyum (Cd) stresi altında birlikte uygulanmasının Cd stresinin zararlı etkilerini önemli ölçüde azalttığını belirtmişlerdir.

5. BİTKİLERDE MELATONİNİN DÜZENLEYİCİ ROLÜ

5.1. Tohum Çimlenme Oranını Arttırır

Tohum çimlenmesi 666 nm (aktif olmayan kırmızı ışık formu) ve 730 nm (aktif olan kırmızı ışık formu) arasındaki ışık spektrumunda gerçekleşir. Dimer proteinlerinin yapısı değişikçe tohumlar ışık sinyallerini çimlenmeyi düzenleyen biyolojik sinyallere dönüştürür. Amfifilik ve antioksidan özellikleri nedeniyle melatonin ve türevleri, hücre zarındaki lipitleri peroksidasyondan korumak için çimlenme süreci boyunca tohuma kolayca nüfuz edebilir, böylece tohumun canlılığını ve çimlenme oranını artırır (Posmyk ve ark., 2009). Melatonin, absisik asit, gibberellin ve oksin tohum çimlenmesine entegre edebilir. Son zamanlarda Yu ve ark. (2022), 100 µM melatoninin pirinç tohumlarının

ısı direncini arttırabildiğini ve yüksek sıcaklıkta çimlenme oranlarını arttırabildiğini de tespit etmişlerdir.

5.2. Köklenmeyi Arttırır

Bitki kökleri tohum kökleri, adventif kökler ve yan kökleri içerir. Tohum kökleri embriyogenez sırasında gelişir ve embriyogenezden sonra adventif kökler ve yan kökler gelişir. Son yıllarda yapılan araştırmalarda kök gelişimi özelliklerinin çoğunun oksin tarafından düzenlendiği bildirilmektedir. Bitki melatoninin indoleasetik asit (IAA) ile aynı sentetik öncü serotonine sahip olmasından dolayı, düşük melatonin konsantrasyonlarını adventif ve lateral kök oluşumunu teşvik ederken, yüksek melatonin konsantrasyonlarının engelleyici bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. (Song ve ark. 2022a).

5.3. Bitki Büyüme ve Gelişmesini Düzenler

Kimyasal yapısı (indol türevi) ve biyosentetik yolu (triptofandan) itibariyle araştırmacılar tarafından melatoninin IAA ile ilişkili olabileceğini bildirilmektedir (Murch ve Saxena, 2002; Kolar ve ark., 2003; van Tassel DL ve O'Neill, 2001) IAA, birçok fizyolojik eylemde yer alan bir oksindir, ancak en tipik olanlarından biri, büyümeyi teşvik edici rolüdür (Cleland, 2004).

Melatonin hormonal bir ajan olarak rol üstlendiğine ilişkin çok sayıda hipotez vardır ve melatoninin kendisine atfedilen ilk fizyolojik rol olan bir büyüme destekleyicisi olarak hareket ettiği bildirilmiştir (Hernandez-Ruiz ve ark., 2004). Melatoninin fizyolojik etkisini ölçmek için IAA ile karşılaştırıldığı çalışmada, IAA ile elde edilen optimum büyüme teşviki derecesi 100 olarak alındığında, melatoninin optimum etkisinin, kullanılan biyo analizlere göre %22 ila %63 arasında değiştiği bildirilmiştir. Ayrıca agar ortamında yetiştirilen hipokotillerin farklı bölgelerinde (apikal, merkezi ve bazal) melatonin ve IAA'nın dağılımı incelendiğinde her ikisinin de dokularda bir arada bulunduğu ve her iki indol için de benzer bir konsantrasyon gradyanının mevcut olduğu tespit edilmiştir. IAA ile aynı konsantrasyon aralığında melatoninin kök

büyümesi üzerinde güçlü bir engelleyici etkiye sahip olduğu belirlenmiş ve IAA'nın hava organlarında (koleoptil, hipokotil vb.) büyümeyi teşvik edici ve kökte büyüme inhibitörü olarak etkisi melatonin ile eşleştirilmiştir (Tanimoto, 2005).

Bitkilerin vejetatif aşamadan generatif aşamaya geçene kadar önemli bir dönemi olan çiçeklenme sürecinde GA önemli bir maddedir. GA varlığında GA, GID1 reseptörüne bağlanır. GID1'in işlevi DELLA proteininin bozulmasına aracılık etmektedir. Melatonin, endojen GA seviyesini etkilemeden DELLA proteininin stabilitesini mümkün olduğu kadar sağlayabilir ve böylece çiçeklenme dönemini geciktirebilir (Shi ve ark., 2016). Zhao ve ark., (2015) mısıra düşük konsantrasyonda melatonin uygulanmasının, mısır fidelerinin floemindeki fotosentezi ve şeker metabolizmasını arttırabileceğini bildirmiştir.

5.4. Bitkilerin Çoğalmasını Düzenler

Melatoninin bitkilerdeki fizyolojik rolüne ilişkin ilk deneysel çalışmalar, onun sirkadiyen ritimlerde ve çiçeklenme gibi fotoperiyoditeyle bağlantılı yönlerden düzenleyici bir molekül olup olmadığını test etme amaçlıydı. Bu fizyolojik süreçte fotoreseptörler, vernalizasyon, hormonlar ve sirkadiyen ritimlerle düzenlenmiş olan karmaşık bir ağa entegre olmaktadır. Kolar ve ark., (1997) 15 günlük *Chenopodium rubrum* L. bitkilerindeki 12'şer saatlik aydınlık/karanlık döngülerinde melatonin seviyelerindeki olası değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında maksimum miktarı (240-550 pg/g taze ağırlıkta) karanlık devrede tespit ederlerken ışık devrede düşük veya tespit edilemeyen melatonin seviyeleri gözlemlemişlerdir. Karanlıkta yaşanan bu artışa rağmen, bitkilerin farklı fotoperiyodik sürelerle (6, 12 ve 18 saatlik karanlık) maruz bırakıldığı daha sonraki bir çalışmada, melatonin her zaman maksimum seviyeye ulaşmış olmasına rağmen, uygulanan fotoperiyot ile melatonin artışı süresinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Işıklar kapatıldıktan sonra melatonin sentezinin doğrudan ışıkla düzenlenmediği, sirkadiyen bir ritim gösterdiği

sonucuna varılmıştır (Wolf ve ark., 2001). Kısa gün bitkisi olan *Chenopodium rubrum*'a melatoninin dışarıdan uygulanmasının çiçeklenme üzerindeki etkisinin incelediği başka bir çalışmada, (Kolar ve ark., 2003) melatonin uygulamasının kontrol bitkileri ile karşılaştırıldığında ne toksik etkilere ne de yaprakların şeklinde, renginde veya sayısında değişikliğe neden olmadığını yalnızca 100 ve 500 μ M'deki (fizyolojik seviyelerin çok üzerinde) eksojen melatoninin çiçeklenme üzerinde zayıf bir önleyici etkisinin olduğu, ancak sürecin zamanlaması ve ritmi (fazı, periyodu) üzerinde böyle bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan araştırmalar melatoninin bitkilerin üreme biyolojisi üzerinde koruyucu etki gösterdiğini, meyve ve çiçek dokusunun olgunluğuna göre içeriğinin değiştiğini göstermiştir (Van Tassel ve ark. 2001).

5.5. Bitki Yaşlanması Azaltıcı Etkiye Sahiptir

Bitki yaşlanması karmaşık bir mekanizmadır. Jasmonik asit (JA), etilen (ET), absisik asit (ABA) ve salisilik asit (SA) gibi hormonlar ve fotoperiyod, biyotik stres, abiyotik stres ve besin sınırlaması gibi dış faktörler yaşlanmayla ilişkili genleri aktifleştirir. Klorofil-protein komplekslerinin stabilitesindeki azalmayla birlikte, CLH (klorofilaz, bir klorofil hidrolaz) ve PAO'nun (feoforbil oksijenaz, ferredoksine bağımlı bir monooksijenaz) etkisi altında büyük miktarda klorofil salınacak ve parçalanacaktır (Song ve ark., 2022a). Yapılan araştırmalar yaşlanmanın kontrolsüz bir ROS dalgalanmasından kaynaklandığını ve heksoz şekerlerinin birikmesinin yaşlanmanın başlangıcı veya hızlanması için bir sinyal olduğunu bildirmektedirler. Bitki yaşlanmasının ilk aşamasında PAO, CLH ve klorofil, ROS ve diğer fototoksik moleküllerin birikimini azaltmak için sinerjik olarak hareket edecektir (Hörttensteiner, 2006). Dolayısıyla bu fonksiyon, melatoninin reaktif oksijen türlerinin birikimini azaltan bu düzeydeki antioksidan etkisine paraleldir. Melatonin, auxin resistant 3 (AXR3)/ indole-3 acetic acid inducible 17 (IAA17), izojenik ABF, ABI ve yaşlanma genlerinin

ekspresyonunu dolaylı olarak kontrol eden HXX1 ve otofajiyle ilişkili genler gibi diğer transkripsiyon faktörlerini kontrol ederek askorbik asit-glutasyon (AsA-GSH) döngüsünü sürdürür, böylece klorofil bozunma hızını yavaşlatır (Arnao ve Hernández-Ruiz, 2009b) Kivi meyvesinde yapılan çalışmalar, melatoninin, flavonoid sentezinde rol oynayan genlerin transkripsiyon eviyesi yoluyla kivi yapraklarının yaşlanmasını da geciktirebildiğini tespit etmiştir (Lian ve ark., 2018).

5.6. Melatoninin Bitkilerde Koruyucu Rolü

Serbest radikaller, canlı bir hücredeki hemen hemen her molekülle hızla reaksiyona girebilen, eşleşmemiş elektronlara sahip bir madde sınıfıdır. Serbest radikallerin düşük konsantrasyonları yalnızca mitozu tetiklemekle kalmaz, aynı zamanda hücre yapılarının olgunlaşmasında gerekli bir maddeyi de tetikleyebilir. Ancak konsantrasyonu üretim ve tüketim arasındaki dengeyi bozduğunda bitkilerde oksidatif strese yol açabilir (Galano ve ark., 2011). Oksidatif stresin uyarılması altında bitkinin kendi Calvin döngüsünün verimliliği azalır ve NADPH tüketim hızı giderek yavaşlar. Fotosentetik elektron taşınması sırasında üretilen ferredoksin, kloroplastta reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini hızlandıracaktır. Ek olarak mitokondri içerisinde elektron taşınmasının sızması durumunda da ROS üretilebilir (Song ve ark., 2022a).

Bitkiler, ilgili antioksidan enzimlerin aktivitesini veya enzimatik olmayan antioksidanların konsantrasyonunu artırarak hücrelerdeki fazla serbest radikalleri temizleyecektir. Katalaz (CAT), süperoksit dismutaz (SOD), glutasyon peroksidaz (GSH-Px), karotenoidler ve askorbik asit gibi enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar ROS'u metabolize edebilir. Çalışmalar melatoninin, antioksidan enzim geninin promoter bölgelerindeki transkripsiyon faktörlerini aktive ederek bu antioksidan enzimlerin mRNA'larının transkripsiyon etkinliğini arttırabildiğini ve bunun sonucunda antioksidan seviyesinin arttığını göstermiştir. Ayrıca melatonin ve metabolitlerinin kademeli reaksiyonu, düşük melatonin konsantrasyonunda bitkileri koruyan serbest radikal temizleme etkisi de sağlar. Dolayısıyla melatoninin şu anda bilinen en güçlü antioksidan

etkiye sahip endojen serbest radikal temizleyicisi olduğu söylenebilir (Song ve ark., 2022a).

Otofaji, bitki hücrelerinin oksidatif strese karşı bir başka kendini savunma sürecidir. Oksidatif hasara uğrayan organeler vakuollere veya lizozomlara taşınacaktır. Mevcut araştırmalar, bitki hücrelerinin mikrootofaji (sitoplazma, vakuolar membran tarafından doğrudan fagosite edilir) ve makrootofaji (sitoplazma, otofagozomlar oluşturmak için çift membranlı yapılarla çevrilidir) içerdiğini göstermektedir. Arabidopsis'te yapılan çalışmalar melatoninin muhtemelen bitkinin kendi AtATG8-PE konjugasyon yoluna katılarak kendi otofajisini arttırdığını göstermiştir (Wang ve ark., 2015). Ek olarak, en son araştırma sonuçları melatoninin p38 MAPK sinyal yolunun inhibisyonunu inhibe ederek ilgili apoptozu indükleyebildiğini göstermektedir (Song ve ark., 2022b). Kuraklık, düşük sıcaklık, ağır metaller, UV radyasyonu ve biyotik stres gibi olumsuzluklar bitki hücrelerinde oksidatif hasara neden olabilir ve melatonin bu hasarların önlenmesinde önemli bir rol oynar. Bazen melatonin tarafından üretilen metabolitler, bazı beklenmedik etkilerle bitkinin yakınındaki toprağın florasını bile değiştirebilir (Jiang ve ark., 2022).

SONUÇ

Melatonin bitkilerde birçok düzenleyici rol üstlenmesinin yanı sıra, biyotik ve abiyotik tüm stres mekanizmalarında da çeşitli roller üstlenmektedir. Bitkilerin metabolizmasında sentezlenmesi sebebiyle de güvenilir bir bitki büyüme ve koruma faktörüdür. Melatoninin sıcak, soğuk, nem, kuraklık, UV-B ışınması, hastalık ve zararlı ve toksisite gibi birçok olumsuz koşulda bitkide oluşan reaktif oksijen türlerini temizleyen bir ajan olması, çeşitli enzimlerin sentezini indüklemesi, güvenilir olması gibi özellikleri sebebiyle son yıllarda üzerinde en çok çalışılan konulardan birisi haline gelmiştir. Ancak uygulama konsantrasyonu ve etkisinin türden türe, çeşitten çeşide değişmesi sebebiyle üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Akkuş, T. (2019). Tarımda bitki besleme amaçlı Cu ve Mn içeren şelat bileşiklerinin hazırlanması ve etkinliklerinin araştırılması. (Yüksek Lisans Tezi), Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst.
- Akpoyraz, M., & Durak, İ. (1995). Serbest radikallerin biyolojik etkileri. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 48(2).
- Altınar, A., Atalay, H., & Bilal, T. (2018). Serbest radikaller ve stres ile ilişkisi. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 7(1), 51-55.
- Anonim, (2015). <http://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/m5250?lang=en®ion=TR> Erişim tarihi: 15.10.2015
- Arnao, M.B., & Ruiz, J.H. (2013) Growth conditions influence the melatonin content of tomato plants. *Food Chem.* 138, 1212–1214.
- Arnao, M.B., (2014). Phytomelatonin: discovery, content, and role in plants. *Advances in Botany*, Article ID 815769,11.
- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J. (2006). The physiological function of melatonin in plants. *Plant Signaling & Behavior*, 1:3, 89-95, DOI: 10.4161/psb.1.3.2640
- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J. (2007). Melatonin promotes adventitious and lateral root regeneration in etiolated hypocotyls of *Lupinus albus* L. *Journal of Pineal Research* 42, 147–152.
- Arnao, M.B., & Hernandez-Ruiz, J. (2009a). Chemical stress by different agents affects the melatonin content of barley roots. *Journal of Pineal Research*, 46: 295–299.
- Arnao, M.B., & Hernández-Ruiz, J., (2009c). Protective effect of melatonin against chlorophyll degradation during the senescence of barley leaves. *Journal of Pineal Research* 46, 58–63.
- Baykul, A., Abacı, S. H., Abacı, N. İ., & Söylemezoğlu, G. (2018), Bazı anadolu illerinin bağcılık açısından değerlendirilmesi. *Bahçe*, 47(Özel Sayı 1), 63-69.

- Bose, S.K., & Howlader, P. (2020). Melatonin plays multifunctional role in horticultural crops against environmental stresses: A review. *Environmental and experimental botany*, 176, 104063.
- Büyük, İ., Soydam-Aydın, S., & Aras, S. (2012). Molecular responses of plants to stress conditions. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 69(2), 97-110.
- Canavar, S. (2018). Bazı arpa (*Hordeum vulgare* L.) genotiplerinde tuz toleransının fizyolojik ve biyokimyasal olarak araştırılması. (Yüksek lisans tezi), Sakarya Üniversitesi, Fen bilimleri enst.
- Cao, S., Bian, K., Shi, L., Chung, H.H., Chen, W., & Yang, Z. (2018). Role of melatonin in cell-wall disassembly and chilling tolerance in cold-stored peach fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66 (22): 5663-5670.
- Catala, A., (2007). The ability of melatonin to counteract lipid peroxidation in biological membranes. *Current Molecular Medicine*, 7(7):638-649.
- Chen, G., Huo Y., Tan, DX., Liang, Z., Zhang, W., & Zhang, Y., (2003). Melatonin in chinese medicinal herbs. *Life Sciences*, 73: 19-26
- Cleland, R.E. (2004). Auxin and cell elongation. In: Davies PJ, ed. Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology. 3rd ed. Dordrecht: *Kluwer Academic Publishers*, 204-20.
- Çulha, Ş., & Çakırlar, H. (2011). Tuzluluğun bitkiler üzerine etkileri ve tuz tolerans mekanizmaları. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(2), 11-34.
- De La Puerta, C., Carrascosa-Salmoral, MP., Garcia-Luna, PP., Lardone, PJ., Herrera, JL., & Fernandez-Montesinos, R., (2007). Melatonin is a phytochemical in olive oil. *Food Chemistry*, 104: 609-612.
- Delibaş, N., & Özçankaya, R. (1995). Serbest radikaller. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 2(3).
- Doğru, A. (2020). Bitkilerde Aktif oksijen türleri ve oksidatif stres. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, 3(2), 205-226.

- Dubbels, R., Reiter, R.J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., & Ehlers, C., (1995). Melatonin in Edible Plants Identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pineal Research*, 18: 28–31.
- Duman, F., Şahan, S., Ceylan, A., & Koca, F., (2010). Krom (Cr⁺ 6)'a maruz bırakılmış *Ceratophyllum demersum* L.'un biyolojik cevabı. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 5(2), 163-171.
- Edgerton, M.D., Tropsha, A., & Jones, A.M. (1994). Modelling the auxin-binding site of auxin-binding protein-1 of maize. *Phytochemistry*. 35:1111-23.
- Galano, A., Tan, D.X., & Reiter, R.J. (2011). Melatonin as a natural ally against oxidative stress: A physicochemical examination. *J. Pineal Res.* 51, 1–16.
- García, J.J., López-Pingarrón, L., Almeida-Souza, P., Tres, A., Escudero, P., García-Gil, F.A., Tan, D.X., Reiter, R.J., Ramírez, J.M., & Bernal-Pérez, M., (2014). Protective effects of melatonin in reducing oxidative stress and in preserving the fluidity of biological membranes: a review. *Journal of Pineal Research* 56(3):225-237.
- Goyal, K., Walton, L.J. & Tunnacliffe, A. (2005). LEA proteinleri, su stresi nedeniyle protein agregasyonunu önler. *Biyokimyasal dergi*, 388 (1), 151-157.
- Hancock, J. T., Desikan, R., & Neill, S. J. (2001). Role of reactive oxygen species in cell signalling pathways. *Biochemical Society Transactions*, 29(2), 345-
- Hardeland, R. (2016). Melatonin in plants – Diversity of levels and multiplicity of functions. *Frontiers in Plant Science*, 7: 198.
- Hardeland, R., Backhaus, C., & Fadvav, A. (2007). Reactions of the NO redox forms NO⁺, NO and HNO (protonated NO⁻) with the

- melatonin metabolite N1-acetyl-5-methoxykynuramine. *Journal of Pineal Research*, 43(4): 382–388.
- Hardeland, R., Pandi-Perumal, SR., & Poeggeler, B. (2000). Melatonin in plants: focus on a vertebrate night hormone with cytoprotective properties. *Functional Plant Science and Biotechnology*, 1:32-45.
- Hattori, A., Migitaka, H., Masayaki, I., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Hara, M., Suzuki, T., & Reiter, RJ. (1995). Identification of melatonin in plant seed its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *International Journal of Biochemistry and Molecular Biology*, 35: 627–634.
- Hernández-Ruiz, J., & Arnao, M. B. (2008). Melatonin stimulates the expansion of etiolated lupin cotyledons. *Plant Growth Regulation*, 55(1), 29-34.
- Hernández-Ruiz, J., & Arnao, M.B. (2008). Distribution of melatonin in different zones of lupin and barley plants at different ages in the presence and absence of light. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56(22):10567-10573.
- Hernandez-Ruiz, J., Cano, A., & Arnao, M.B. (2004). Melatonin: a growth-stimulating compound present in lupin tissues. *Planta* 220(1):140-144.
- Hernández, IG., Gomez, FJ., Cerutti, S., Arana, MV., & Silva, MF. (2015). Melatonin in arabidopsis thaliana acts as plant growth regulator at low concentrations and preserves seed viability at high concentrations. *Plant Physiology and Biochemistry*, 94: 191-196.
- Hörtensteiner, S. (2006). Chlorophyll degradation during senescence. *Annu. Rev. Plant Biol.* 57, 55–77.
- Jiang, Y., Huang, S., Ma, L., Kong, L., Pan, S., Tang, X., Tian, H., Duan, M., & Mo, Z. (2022). Effect of exogenous melatonin application on the grain yield and antioxidant capacity in aromatic rice under combined lead–cadmium stress. *Antioxidants*, 11, 776.

- Karabulut, H., & Gülay, M. Ş. (2016). Serbest radikaller. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Journal of Health Sciences Institute*, 4(1).
- Katekar, G.F. (1979) Auxins: On the nature of the receptor site and molecular requirements for auxin activity. *Phytochemistry*. 18:223-33.
- Keskin N., (2019). Asmanın sessiz doğasında indolaminlerin önemi. *Hasat Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi*, Ankara, 21-23, pp.2-7
- Khan, A., Numan, M., Khan, A. L., Lee, I. J., Imran, M., Asaf, S., & Al-Harrasi, A. (2020). Melatonin: Awakening the defense mechanisms during plant oxidative stress. *Plants*, 9(4), 407.
- Kolar, J., Johnson, C.H., & Machackova, I. (2003). Exogenously applied melatonin affects flowering of the short-day plant *Chenopodium rubrum*. *Physiol Plant*.118:605-12.
- Konukoğlu, D. (2007). Serbest radikaller ve önemleri. *Türkiye Aile Hekimliği Dergisi*, 1(4), 197-200.
- Korkmaz, A., Değer, Ö., & Cuci, Y. (2014). Profiling the melatonin content in organs of the pepper plant during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, 172: 242–247.
- Korkmaz, H., & Durmaz, A. (2017). Bitkilerin abiyotik stres faktörlerine karşı geliştirilen cevaplar. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 192-207.
- Kosová, K., Vítámvás, P., Prášil, I. T., & Renaut, J. (2011). Plant proteome changes under abiotic stress—contribution of proteomics studies to understanding plant stress response. *Journal of proteomics*, 74(8), 1301-1322.
- Lerner, A.B., Case, J.D., Takahashi, Y., Lee, T.H., & Mori, W. (1958). Isolation of Melatonin, the Pineal Factor that Lightness Melanocytes. *Journal of American Chemical*.
- Li, C., Wang, P., Wei, Z., Liang, D., Liu, C., Yin, L., Jia, D., Fu, M., & Ma, F. (2012). The mitigation effects of exogenous melatonin on

- salinity-induced stress in *Malus hupehensis*. *J. Pineal Res.* 53, 298–306.
- Liang, D., Shen, Y., Ni, Z., Wang, Q., Lei, Z., Xu, N., Deng, Q., Lin, L., Wang, J., Lv, X.; et al. (2018) Exogenous melatonin application delays senescence of kiwi fruit leaves by regulating the antioxidant capacity and biosynthesis of flavonoids. *Front. Plant Sci.* 9, 426.
- Mandal, M.K., Suren, H., Ward, B., Boroujerdi, A., & Kousik, C. (2018) Differential roles of melatonin in plant-host resistance and pathogen suppression in cucurbits. *J. Pineal Res.* 65, e12505.
- Meng, J.F., Xu, T.F., Wang, Z.Z., Fang, Y.L., Xi, Z.M., & Zhang, Z.W., (2014.) The ameliorative effects of exogenous melatonin on grape cuttings under water-deficient stress: antioxidant metabolites, leaf anatomy, and chloroplast morphology. *Journal of Pineal Research*, 57(2):200-212
- Murch, S., & Saxena, P.K. (2002). Melatonin: A potential regulator of plant growth and development. *In vitro Cell Dev Biol Plant.* 38:531-6.
- Murch, S., KrishnaRaj, S., & Saxena, P.K. (2000). Tryptophan is a precursor for melatonin and serotonin biosynthesis in in vitro regenerated St. John's wort (*Hypericum perforatum* L. cv. Anthos) plants. *Plant Cell Rep.* 19:698-704.
- Özarabacı, İ. (2019). *Schizosaccharomyces pombe*'de endoplazmik retikulum stresi ile apoptoz arasındaki ilişki. (Yüksek lisans tezi), Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Özelçi, D. (2020). In vitro ortamda kuraklık stresine maruz bırakılan *Morus nigra* L. (karadut)'da melatoninin etkisinin biyokimyasal ve fizyolojik cevaplarla değerlendirilmesi. (Doktora Tezi, Basılmamış), İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Paredes, SD., Korkmaz, A., Manchester, LC., Tan, DX., & Reiter, RJ., (2009). Phytomelatonin: a Review. *Journal of Pineal Research*, 60: 57-69.

- Poeggeler, B., & Hardeland, R. (1994). Detection and quantification of melatonin in a dinoflagellate, gonyaulax polyedra: solutions to the problem of methoxyindole destruction in non-vertebrate material. *Journal of Pineal Research*, 17(1):1-10
- Porter, W.L., & Thimann, K.V. (1965). Molecular requirements for auxin action. *Phytochemistry*, 4:229-43.
- Posmyk, M.M., Bałabusta, M., Wieczorek, M., Sliwiska, E. & Janas, K.M. (2009). Melatonin applied to cucumber (*Cucumis sativus* L.) seeds improves germination during chilling stress. *J. Pineal Res.*, 46, 214–223.
- Posmyk, M.M. & Janas, K.M. (2009). Melatonin in plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 31: 1–11.
- Reiter, R.J., Tan, D.X., Burkhardt, S., & Manchester, L.C. (2001). Melatonin in plants. *Nutrition Reviews*, 59(9):286-290.
- Reiter, R.J. (1999). Phytochemicals: Melatonin. In: Frances FJ, *Encyclopedia of Food Science and Technology*, New York: John Wiley, 1918–1922.
- Reiter, R.J., Tan, D.X., Manchester, L.C., Simopoulos, A.P., Maldonado, M.D., Flores, L.J., & Terron, M.P. (2007). Melatonin in edible plants (phytomelatonin); identification, concentrations, bioavailability and proposed functions. *World Review of Nutrition and Dietetics*, 97: 211–230.
- Riga, P., Medinab, S., García-Floresb, L.A., & Gil-Izquierdob, A. (2014). Melatonin content of pepper and tomato fruits: effects of cultivar and solar radiation. *Food Chemistry*, 156: 347–352
- Sezer, K. & Keskin, M. (2014). Serbest oksijen radikallerinin hastalıkların patogenezisindeki rolü. *F. U. Sağ. Bil. Vet. Derg.* 28:49-56
- Shi, H., Wei, Y., Wang, Q., Reiter, R.J., & He, C. (2016). Melatonin mediates the stabilization of DELLA proteins to repress the floral transition in Arabidopsis. *J. Pineal Res.* 60, 373–379.

- Song, D., Liu, Y., Yao, Y., Liu, F., Tao, W., Zhou, X., Li, R., Zhang, X. & Li, X. (2022b). Melatonin improves bisphenol A-induced cell apoptosis, oxidative stress and autophagy impairment via inhibition of the p38 MAPK signaling pathway in FLK-BLV cells. *Environ. Toxicol.* 37, 1551–1562.
- Song, R., Ritonga, F. N., Yu, H., Ding, C., & Zhao, X. (2022a). Plant melatonin: regulatory and protective role. *Horticulturae*, 8, 810. <https://doi.org/10.3390/horticulturae 8090810>
- Tan, DX., Hardeland, R., Manchester, LC., Paredes, SD., Korkmaz, A., Sainz, RM., Mayo, JC., Fuentes-Broto, L., & Reiter, RJ. (2010). The changing biological roles of melatonin during evolution: from an antioxidant to signals of darkness, sexual selection and fitness. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 85, 607–623.
- Tanimoto, E. (2005). Regulation of root growth by plant hormones. Roles for auxin and gibberellin. *Crit Rev Plant Sci.* 24:249-65.
- Tekbas, O.F., Ogur, R., Korkmaz, A., Kilic, A., & Reiter, R.J. (2008). Melatonin as an antibiotic: New insights into the actions of this ubiquitous molecule. *J. Pineal Res.* 44, 222–226.
- Tettamanti, C., Cerabolini, B., Gerola, P., & Conti, A. (2000). Melatonin identification in medicinal plants. *Acta Phytotherapeutica*, 3: 137–144.
- van Tassel, D.L., & O'Neill, S.D. (2001). Putative regulatory molecules in plants: evaluating melatonin. *J Pineal Res.* 31:1-7.
- van Tassel, D.L., Roberts, N., Lewy, A., & O'Neill, S.D. (2001). Melatonin in plant organs. *Journal of Pineal Research*, 31: 8–15
- Wang, P., Sun, X., Li, C., Wei, Z., Liang, D., & Ma, F. (2013). Long-term exogenous application of melatonin delays drought-induced leaf senescence in apple. *J. Pineal Res.* 54, 292–302.
- Wang, P., Sun, X., Wang, N., Tan, D.-X., & Ma, F. (2015). Melatonin enhances the occurrence of autophagy induced by oxidative stress in Arabidopsis seedlings. *J. Pineal Res.* 58, 479–489.

- Wei, Y., Chang, Y., Zeng, H., Liu, G. He, C., & Shi, H. (2018) RAV transcription factors are essential for disease resistance against cassava bacterial blight via activation of melatonin biosynthesis genes. *J. Pineal Res.*, 64, e12454.
- Wolf, K., Kolar, J., Witters, van Dongen., W, van Onckelen, H., & Machackova, I. (2001). Daily profile of melatonin levels in *Chenopodium rubrum* depends on photoperiod. *J Plant Physiol.* 158:1491-3.
- Yakit, S., & Tuna, A. L. (2006). Tuz stresi altındaki mısır bitkisinde (*Zea mays* L.) stres parametreleri üzerine Ca, Mg ve K'nın etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 19(1), 59-67.
- Yakupoğlu, G. (2022). The effect of exogenous melatonin application on some biochemical properties and mineral matter uptake in pepper grown in lime medium. *Gesunde Pflanzen*, 1-13.
- Yakupoğlu, G., Köklü, Ş., & Korkmaz, A. (2018). Bitkilerde melatonin ve üstlendiği görevler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 21(2), 264-276.
- Yen, N. T. H., Hoa, P. N., & Hung, P. V. (2022). Optimal soaking conditions and addition of exogenous substances improve accumulation of γ -aminobutyric acid (GABA) in germinated mung bean (*Vigna radiata*). *International Journal of Food Science & Technology*, 57(7), 3924-3933.
- Yu, Y., Deng, L., Zhou, L., Chen, G., & Wang, Y. (2022). Exogenous melatonin activates antioxidant systems to increase the ability of rice seeds to germinate under high temperature conditions. *Plants*, 11, 886.
- Zhang, N., Sun, Q., Zhang, H., Cao, Y., Da, S., Ren, S., & Guo, Y. D. (2015). Roles of melatonin in abiotic stress resistance in plants. *Journal of experimental botany*, 66(3), 647-656.
- Zhang, N., Zhang, H.J., & Zhao, B. (2014). The RNA-seq approach to discriminate gene expression profiles in response to melatonin on

- cucumber lateral root formation. *Journal of Pineal Research*, 56, 39–50
- Zhang, R., Sun, Y., Liu, Z., Jin, W., & Sun, Y. (2017) Effects of melatonin on seedling growth, mineral nutrition, and nitrogen metabolism in cucumber under nitrate stress. *J. Pineal Res.* 62, e12403.
- Zhao, D., Yu, Y., Shen, Y., Liu, Q., Zhao, Z., Sharma, R., & Reiter, R.J. (2019). Melatonin synthesis and function: evolutionary history in animals and plants. *Frontiers in Endocrinology*, 10: 249.
- Zhao, H., Su, T., Huo, L., Wei, H., Jiang, Y., Xu, L., & Ma, F. (2015). Unveiling the mechanism of melatonin impacts on maize seedling growth: Sugar metabolism as a case. *J. Pineal Res.* 59, 255–266.
- Zhao, Y., Qi, L.-W., Wang, W.-M., Saxena, P.K., & Liu, C.-Z. (2011). Melatonin improves the survival of cryopreserved callus of *Rhodiola crenulata*. *J. Pineal Res.* 50, 83–88.

BÖLÜM 3

MARDİN İLİNDE TARIMI YAPILAN BİTKİLERİN ETNOBOTANİK KULLANIMI

Yüksek Lisans Öğrencisi Mehmet Emin ÇETİN¹,

Doç. Dr. Fatma MUNGAN KILIÇ²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428265>

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyoloji Bölümü Mardin, Türkiye. cecin-emin@hotmail.com, [Orcid ID: 0009-0001-5449-2800](https://orcid.org/0009-0001-5449-2800)

²Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mardin, Türkiye, fatmamungankilic@artuklu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6858-3458>

1. GİRİŞ

Türkiye, jeolojik, coğrafik ve iklimsel çeşitliliğinin verdiği avantajla dünyanın en zengin bitki örtüsüne sahip ülkelerden biridir. Türkiye'nin florasında yaklaşık 12.000 bitki türü bulunmaktadır (Güner ve ark., 2012). Avrupa'nın tamamında yaklaşık olarak 12.000 bitki türü mevcuttur (Tutin ve ark., 1980). Avrupa'daki bu türlerin yaklaşık olarak 2.750 tanesi endemiktir. Türkiye'deki endemik tür sayısı ise 4.000 civarı olarak rapor edilmiştir (Güner ve ark., 2012).

Mardin, coğrafi konumu, topografik yapısı ve ekolojik faktörlerle ilişkilendirilen zengin bir bitki örtüsüne sahiptir. Türkiye florası kayıtlarına göre, Mardin'de 60'ı endemik tür olmak üzere toplamda 620 bitki taksonu yetişmektedir (Davis, 1988).

1.1. Etnobotanik Terimi ve Tarihi

Etnobotanik, bitkiler ile insanlar arasındaki etkileşimi ele alan bir bilim dalı olarak ifade edilmektedir. Etnobotanik terimi ilk defa Amerikalı bitki bilimci John W. Harshberger tarafından 1895 yılında yerel toplulukların bitki kullanımı üzerine çalışırken kullanıldı. 1896'da yayınlanan "etnobotanik ilkeleri" başlıklı çalışması genellikle etnobotanik araştırmaların dönüm noktasıdır (Balick ve Cox, 1996). Harshberger, etnobotanik konseptini "yerli toplulukların bitki kullanımı" anlamında ele almıştır (Harshberger, 1895; Ertuğ, 2004). Etnobotanik kavramı, Türkçede genellikle "toplum hekimliği, toplum sağlığı, toplum botaniği" gibi benzer kavramlarla çevrilir. Bugünlerde "etnobiolog" kelimesi de kullanılmaktadır. Halk hekimliği en fazla "etnotıp, halk tıbbı" gibi isimlerle adlandırılır. Halk Tıbbı, kuşkusuz en fazla incelenen alandır. Ülkemizin hemen hemen her yerinde özellikle tıbbi bitkilerle ilgili bilgiler nesilden nesile ulaştırılarak günümüze kadar gelmiştir (Yıldırım, 2004). Hastalıkları tedavi etmek için tıbbi bitkilerden faydalanma alışkanlığı günümüzde giderek "seçenek tıp," "geleneksel tıp" veya "tamamlayıcı tıp" gibi adlarla sürekli artış göstermektedir (Ersöz, 2012; Kırıcı, 2015). Diğer yandan, etnobotanik araştırmaları

günümüzde tıp, coğrafya, ekoloji, arkeoloji, tarih, kimya, biyomühendislik, farmakoloji, genetik, antropoloji, mikrobiyoloji, tarım, etnomitoloji, ekonomi, farmakognezi ve etnomikoloji gibi bilim dallarıyla sıkı bir bağ içindedir (Sadıkoğlu, 1998). İnsanoğlu var olduğundan beri ısınma, kişisel bakım, beslenme, yaşam alanı, giyinme benzeri zorunlu ihtiyaçlarını her zaman bitkilerden karşılamıştır (Gezgin, 2010; Ertuğ, 2014). Yerel kültürle bütünleşen ve kültürün bir parçası haline gelen etnobotanik bilgilerin yada Anadolu'nun bitki bilgeliliğinin yok olmaması için etnobotanik incelemelere gerek duyulmaktadır. Hususi olarak geleneksel halk ilaçları üzerinde yapılan ilmi çalışmalar, yeni ilaçların keşfedilmesine katkıda bulunacaktır. Halk tarafından tedavi amacıyla ve doğal olarak yetişen bitkilerle ilgili araştırmalar sayesinde eczacılık ile tıpta önemli kazanımlar elde edilmiştir (Kendir ve ark., 2010).

1.2. Mardin Hakkında Genel Bilgi

Güneydoğu Anadolu Bölgesinde bulunan Mardin, 8891 km² alanıyla ülkemizin %1,1'lik bir bölümünü oluşturuyor. Kuzeyinde Diyarbakır, batısında Şanlıurfa, , doğusunda Siirt, Batman ve Şırnak, güneyinde ise Kamışlı (Suriye) ile komşudur. Mardin ilinin ilçeleri şunlardır: Artuklu, Derik, Kızıltepe, Mazıdağı, Midyat, Dargeçit, Nusaybin, Savur, Yeşilli ve Ömerli. Mardin 39°56'-42°54' doğu meridyenleri ve 36°55'-38°51' kuzey enlemleri arasında konumlanmıştır. Rakım ise yaklaşık 1.083 metredir.

Mardin'in arazi yapısı fiziksel olarak incelendiğinde, kuzey bölgesinin dağlık ve engebeli olduğu, güney bölgesinin ise geniş düzlüklerden oluştuğu gözlemlenir. Yükselti, güneyde 400-600 metre arasında değişirken kuzeyde 1400 metreye kadar çıkabilmektedir. Artuklu ilçe merkezi, 1000 metrenin üzerinde bir yükseltiye sahiptir. Mazıdağı, Ömerli, Savur gibi ilçelerde rakım yaklaşık 1000 metre civarındadır. Yükseltinin fazla olduğu kuzeydeki engebeli bölgelerde kısmen tarım yapılabilir. Genellikle bu bölgelerde tarımsal faaliyetler

akarsu vadilerinde gerçekleştirilir. Yükseltinin daha düşük olduğu güney ovalarında ise tarım faaliyetleri daha yoğundur (Arslan ve Karadoğan, 2007; Demir, 2010; Bayşu, 2018; Anonim 2019a, 2019b).

Mardin, iklim açısından Akdeniz iklimi ve karasal iklimin benzer özelliklerini yansıtır. İlin kuzey kesiminde bulunan yüksek dağlar büyük ölçüde etkilidir. Kışın yüksek basınç, kış mevsiminin sert geçmesine neden olmaktadır. İl genelinde yazlar oldukça sıcak ve karasal iklimin belirgin niteliklerini göstermektedir. Yalnız Nusaybin, Savur ve Derik ilçelerinde zeytin ve pamuk gibi ürünlerin tarımının yapılması, bu bölgelerin mikroklima özelliklerini yansıttığını göstermektedir (Anonim, 2019a).

Mardin ilinde baskın iki farklı toprak türü gözlemlenmektedir. En yaygın toprak grubu kahverengi orman topraklarıdır ve bu topraklar toplam alanın %46.65'ini kaplar. Kırmızımsı kahverengi topraklar ise toplam alanın %42.57'sini oluşturur. Bazaltik topraklar Derik ilçesinin batısında %5.17 oranında bulunurken, yine Derik ilçesinin doğusunda kireçsiz kahverengi orman toprakları %2.37 oranında mevcuttur. Artuklu ilçesinin güneyinde, Nusaybin'in kuzeydoğusunda ve Midyat'ın bazı bölgelerinde bulunan doğu-batı yönlü uzanan dağların güney taraflarında kolüvyal topraklar %3.61 oranındadır. Ayrıca alüvyal topraklar da %0.43 oranında görülür.

1.3. Mardin İlinde Tarım Faaliyetleri

İlin toplam alanı 889.100 dönüm olarak, % 43.35'i tarım arazisi, % 32.12'i iskan alanları ile kullanım dışı bölgeler, % 18.33'ü orman alanı, % 6.18'i mera ve çayırlıktır. Dağlık bölgeler kuru bahçe tarımına uygunken, ovalar daha çok sulama tarımı için elverişlidir. Kültür bitkileri olarak fıstık, badem, incir, ceviz, kiraz, üzüm ve kayısı yetiştirilmektedir. Özellikle Yeşilli kirazı ünlüdür ve her yıl festivallere ev sahipliği yapmaktadır. Tarım ürünleri olarak en fazla buğday, arpa, mercimek, bamya, karpuz, sivri biber, domates, acur, salatalık, kavun, sarımsak

havuç ve soğan yetiştirilmektedir. Bağcılık bölgede önemli bir şekilde gelişmiştir (Demir, 2010; Aydın, 2019).

1.4. Mardin İlinde Etnobotanik Alanında Önceki Çalışmalar

“Mardin (Güneydoğu Anadolu Bölgesi) Zembilleri Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma” başlıklı çalışmada Akan (2013), Nusaybin Midyat, Kızıltepe ve Akarsu bölgelerinde sepetçilik el sanatında odunsu bitkilerin sepet yapımı ve işlenmesi sürecini incelemiştir. Bu alanlarda, 6 farklı bitki türünün sepet yapımında kullanıldığı belirlenmiştir. Araştırma, bu bölgeye özgü sepetlerin adlarını, ağaçların nasıl işlendiğini, bitkilerin hem bilimsel hem de yerel isimlerini ve temin edildikleri kaynakları detaylı bir şekilde ele almıştır.

Arasan (2014) adlı araştırmacı tarafından “Savur Bölgesinde Tıp Alanında Kullanılan Bitkiler ve Bu Bitkilerin Kullanım Alanları” başlıklı yüksek lisans tezinde, tedavi amaçları doğrultusunda kullanılan 43 farklı bitki ailesine ait 96 bitki türünün belirlendiği gözlemlenmiştir.

Arasan ve Kaya (2015) tarafından yürütülen “Savur (Mardin) yöresinde halk hekimliğinde kullanılan Asteraceae familyasına ait bazı önemli bitkiler” isimli araştırmada, tedavi amaçlı kullanılan 8 bitki yer almıştır.

Arasan ve Kaya (2015) adlı araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen "Savur (Mardin)'daki diyabet hastalığına karşı kullanılan bazı folklorik bitkilerin kullanım alanları" başlıklı çalışmada, halk kültüründe bulunan 10 farklı bitkinin kullanım özellikleri yer almıştır.

Arasan ve Kaya (2016) tarafından yürütülen "Mardin'in Savur ilçesinde tıp alanında değerlendirilen Lamiaceae familyasına ait önemli bazı bitkiler ve kullanım alanları " başlıklı çalışmada, ilişkin familyaya ait 6 farklı bitki türünün tıbbi kullanımına dair bilgiler yer almıştır.

İzgi (2017) tarafından sunulan "Mardin ili ve çevresindeki florada bulunan bitkilerden tedavi yöntemleri" başlıklı bildiride, 24 bitkinin hem

yöresel hem de bilimsel isimleri yer almış ve bu bitkilerin 39 farklı hastalığın tedavisindeki özellikleri tespit edilmiştir.

Akgül ve ark. (2018) tarafından gerçekleştirilen " İpek Yolunda Kültürlerin Buluştuğu Bir Şehir Olan Midyat'ta (Türkiye) Etnobotanik Bir Çalışma" başlıklı araştırmada, Midyat ilçesinde 92 farklı bitkinin kullanım amaçları analiz edilmiştir. Bu bitkilerin %35'inin tıbbi, %22'sinin gıda, %13'ünün hayvan yemi, %7'sinin süs bitkisi-boya, %6'sının süpürge, %4'ünün koku ile %4'ünün bitkisel çay yapımında kullanıldığı saptanmıştır.

Yeşil ve ark. (2019) tarafından gerçekleştirilen "Çok Kültürlü Bir Bölge Olan Yeşilli'de (Mardin-Türkiye) Yabani Yenilebilir Bitkiler" başlıklı çalışmada, yörede tüketilebilen 31 farklı bitki familyasına ait 57 cins ve 74 farklı bitkinin mevcut olduğu belirlenmiştir. Bu bitkilerin 46'sının sebze, 14'ünün ise meyve olarak tüketildiği belirlenmiştir.

Kılıç (2019) "Artuklu (Mardin) bölgesinde yetişen bitkiler üzerine etnobotanik bir araştırma" adlı doktora tezinde, 51 ayrı familyaya ait 151 cins ve toplamda 255 bitki taksonun etnobotanik özellikleri araştırılmış, bu bitkilerin 153'ünün gıda, 161'inin tıbbi ve 20'sinin hayvan yemi olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.

Eksik (2020) tarafından "Mardin ili Artuklu, Ömerli ve yeşilli ilçelerinin bazı köylerinde etnobotanik çalışma " adlı araştırmasında, 60 familyaya ait 225 takson yer almıştır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen veriler sonucunda halk tarafından kullanılan ve tarımı yapılan bitkiler hakkında bilgiler tablo 1'de verilmiştir.

Tablo1. Mardin İlinde Tarımı Yapılan Bazı Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri

Familya Adı	Tür Adı	Yöresel Adı	Etnobotanik Özelliği-Kullanım Amacı	Kaynak
Anacardiaceae	<i>Rhus coriaria</i> L.	Sumak, Sımak	Gıda (baharat), tıbbi	Kılıç, 2019; Eksik,2020
Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i> L.	Kişniş, Gızbara, Gijnij, Kısberfto	Gıda(baharat), tıbbi	Kılıç, 2019; Eksik,2020
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Fuss	Maydanoz, Bağdunis	Gıda, tıbbi	Akgül ve ark. 2018; Eksik,2020
Juglandaceae	<i>Juglans regia</i> L.	Ceviz,Guz, Cevz, Gevzê	Gıda, tıbbi, yakacak, diş beyazlatma, boyar madde	Kılıç, 2019; Eksik, 2020
Lamiaceae	<i>Mentha x piperita</i> L.	Nane, Nihne	Gıda, tıbbi	Kılıç, 2019; Eksik,2020
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	Nar, Hinar	Gıda, tıbbi, boyar madde, sepet yapımı	Eksik,2020
Moraceae	<i>Ficus carica</i> subsp. <i>carica</i> L.	İncir, hejir, Rışık, Zerdık,Tin, Têno	Gıda, tıbbi	Arasan, 2014; Kılıç, 2019; Yeşil ve ark. 2019; Eksik, 2020

Moraceae	<i>Morus alba</i> L.	Akdut, Tu, Dara tu, Tuyehelbi, Tû,Tûs, Tutso	Tıbbi, gıda, hayvan yemi, toprak altı suyu bulma, ısı kaynağı, ev aleti, yapı malzemesi,	Arasan, 2014; Kılıç, 2019; Eksik, 2020
Moraceae	<i>Morus nigra</i> L.	Karadut, Tuşemi, Tuyeşami	Tıbbi, gıda, hayvan yemi, toprak altı suyu bulma ısı kaynağı, ev aleti, yapı malzemesi,	Kılıç, 2019; Eksik, 2020
Oleaceae	<i>Olea europaea</i> L. subsp. <i>europaea</i>	Zeytin, Zeytun	Gıda, tıbbi, yağ yapımı, sabun yapımı, tesbih yapımı	Arasan, 2014; Kılıç, 2019; Yeşil ve ark. 2019; Eksik,2020
Portulacaceae	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Semiz Otu, Pırpar	Gıda	
Rosaceae	<i>Amygdalus communis</i> L.	Badem,Beif, Behiv,Fırk, Luğze	Gıda, tıbbi, yakacak, yapıştırıcı, yağ yapımı, sabun yapımı	Arasan, 2014; Kılıç, 2019; Eksik,2020
Rosaceae	<i>Cerasus avium</i> (L.) Moench	Kiraz, Karesi	Gıda, tıbbi	Kılıç, 2019; Eksik,2020
Rosaceae	<i>Cerasus mahaleb</i> (L.) Mill. var. <i>mahaleb</i>	Mahleb, Kenner, Ğılğılık	Gıda, tıbbi, sakız yapımı	Kılıç, 2019; Eksik,2020

Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> L.	Asma,Daratri, Tri, Inb, Isvet, Hısrım, Mazruna,Inbê	Gıda, tıbbi, sepet yapımı, inanç	Arasan, 2014; Akgül ve ark. 2019; Kılıç,2019; Eksik, 2020
----------	-----------------------------	--	--	--

SONUÇ

Bitkilerin kökeni insanlık tarihi kadar geçmişe dayanmaktadır. Bitkilere dair tüm bilgiler asırlar boyu nesilden nesile günümüze kadar süre gelmiştir. İnsan ile bitki etkileşimini tüm unsurlarıyla ele alan etnobotanik bilimi sayesinde, bitkilere ilişkin çok öncesinden keşfedilmeyen özellikleriyle birlikte bitkilerin kullanımına ilişkin pek çok yenilikçi bilgiler de ortaya çıkmaktadır.

Mardin ilinde tarımı yapılan bitkilerin etnobotanik kullanımına bakıldığında; gıda, tıbbi, yapı malzemesi, ısı kaynağı ve diğer çeşitli amaçlar için kullanıldığını göstermektedir. Bu bitkiler, yöresel mutfakların vazgeçilmez birer bileşeni olarak kullanılmaktadır. Baharat olarak yemeklere özgün tatlar katmaktadır. Ayrıca, bazı bitkiler ev aletlerinin yapımında, hatta toprak altı suyu bulma işlemlerinde de önemli bir rol oynamaktadır. Bu bitkiler, Mardin'in kültürel mirasına ve yerel ekonomisine katkı sağlaması bakımından büyük bir değere sahiptir. Bu bitkilerin tıbbi potansiyelleri, yerel bilginin önemli bir parçasını oluşturur ve gelecek nesillere aktarılması gereken bir miras olarak görülmelidir.

KAYNAKÇA

- Akan, H. (2013). Mardin (Güneydoğu Anadolu Bölgesi) Zembilleri Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma. *Adıyaman Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Uluslararası Dergisi, 1(1)*: 21-31.
- Akgul, A., Akgul, A., Senol, S. G., Yildirim, H., Secmen, O., Doğan, Y. (2018). An ethnobotanical study in Midyat (Turkey), a city on the silk road where cultures meet. *Journal of ethnobiology and ethnomedicine, 14(1)*: 12.
- Anonim, (2019a). <http://www.mardinimiz.com/cografya.htm>., Erişim tarihi: 30.10.2023.
- Anonim, (2019b). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Mardin#Konum>, Erişim tarihi: 30.10.2023.
- Arasan, Ş. (2014). *Savur (Mardin) Yöresinde Halk Hekimliğinde Kullanılan Bitkiler ve Kullanım Alanları*. (MSc), Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Van, Türkiye.
- Arasan, S., Kaya, I. (2015). Some important plants belonging to Asteraceae family used in folkloric medicine in Savur (Mardin/Turkey) area and their application areas. *J Food Nutr Res, 3*: 337-340.
- Arasan, S., Kaya, I. (2015). Some Important Plants Used Against Diabetes In Folkloric Medicine In Savur (Mardin/Turkey) Area And Their Application Areas. *Scientific Papers-Series A, Agronomy, 58*: 128-13.
- Arasan, Ş., Kaya, İ. (2016). Savur (Mardin/Turkey)'da Halk Hekimliğinde Kullanılan Lamiaceae Familyasına Ait Önemli Bazı Bitkiler ve Kullanım Alanları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 26(4)*: 512-516.
- Arslan, H., Karadoğan, S. (2007). *Mardin Şehrinin Sitüasyonu ve Yer Seçiminde Etkili Olan Coğrafi Faktörler, Makalelerle Mardin 2*:

Ekonomi, Nüfus, Kentsel Yapı. Mardin: Mardin İhtisas Kütüphanesi Yayınları.

- Aydın A. (2019). Mardin ilinde tarım sektörünün potansiyeli ve geleceği: sorun ve fırsatlar. *International Social Sciences Studies Journal*, 5(29): 290-296.
- Balick, M.J., Cox, P.A. (1996). *Plants, People, And Culture: The science of ethnobotany*. Scientific American Library, New York.
- Bayşu, İ. (2018). *Mardin ilinin Kalkınmasında Coğrafi Faktörlerin Etkisi*. (MSc), Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.
- Davis, P.H. (1988). *Flora of Turkey and East Aegean Islands, Vol. 10*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Demir, M. M. (2010). *Mardin Şehri*. (MSc), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- Eksik, C. (2020). *Mardin ili Artuklu, Ömerli ve yeşilli ilçelerinin bazı köylerinde etnobotanik çalışma*. (MSc), Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Ana Bilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
- Ersöz, T. (2012). Bitkisel ilaçlar ve gıda takviyeleri ile ilgili genel yaklaşım ve sorunlar. *Meslek İçi Sürekli Eğitim Dergisi Türk Eczacıları Birliği Yayını* 27-28.
- Ertuğ, F. (2004). Etnobotanik çalışmaları ve Türkiye’de yeni açılımlar. *Kebikeç İnsan Bilimleri için Kaynak Araştırmaları Dergisi* 18:181-187.
- Gezgin, D. (2010). *Bitki mitosları*. Sel yayıncılık, 1. baskı, Çemberlitaş, İstanbul.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul, Türkiye.

- Harshberger, J.W. (1895). Some new ideas: The plants cultivated by aboriginal people and used in primitive commerce. *The Evening Telegraph (daily) Philadelphia* 64 (134): 2
- İzgi M.N. (2017). Intent-to-treat medicinal plants found in the flora of mardin province of turkey and neighborhood. *International symposium on medicinal, aromatic and dye plants, 1* (1): 8.
- Kendir, G., Güvenç, A. (2010). Etnobotanik ve Türkiye’de etnobotanik çalışmalara genel bir bakış. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi* 30:49-80.
- Kılıç, M. (2019). *Artuklu (Mardin) Yöresinde Yetişen Bitkiler Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma*. (PhD), Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, Türkiye.
- Kırıcı, S. (2015). Türkiye’de tıbbi ve aromatik bitkilerin genel durumu. *Türktob Türkiye Tohumcular Birliği Dergisi* 15: 4-11.
- Sadıkoglu, N. (1998). *Cumhuriyet dönemi Türk etnobotanik araştırmalar arşivi*. (Yayımlanmamış MSc). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Tutin, G.T., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (1980). *Flora Europaea, Vol. I-V*, Cambridge Univ. Press., Cambridge
- Yeşil, Y., Çelik, M., Yılmaz, B. (2019). Wild edible plants in Yeşilli (Mardin-Turkey), a multicultural area. *Journal of ethnobiology andethnomedicine*, 15(1): 52
- Yıldırım, Ş. (2004). *Etnobotanik ve Türk Etnobotaniği*. Kebikeç, Alp Matbaası, Ankara, Türkiye.

BÖLÜM 4

ALTERNATİF YENİ TAHİL: TRİTİPYRUM

Ziraat Yük. Müh. Aykan AYIŞIK¹,

Prof. Dr. Hossein SHAHSAVAND HASSANI²,

Dr. Öğr. Üyesi Solmaz NAJAFI³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428273>

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. aykanozalp65@gmail.com; Orcid ID: :0009-0004-0117-0690.

²Department of Plant Production and Genetics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz 7144165186, Iran. shahsavand@shirazu.ac.ir; Orcid ID: : 0000-0003-0897-8663.

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. solmaznajafi@yyu.edu.tr; Orcid ID: :0000-0003-1011-7184.

1. GİRİŞ

1.1. Tahılların Önemi

Endüstriyel tahıl terimi, tahıllar familyasına ait bitkileri ve bunlardan elde edilen tohumları ifade eder. Gramineae familyasına ait tahıllar, öncelikli olarak insan ve hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır. Tahıllar insan yaşamı için pek çok açıdan önemlidir:

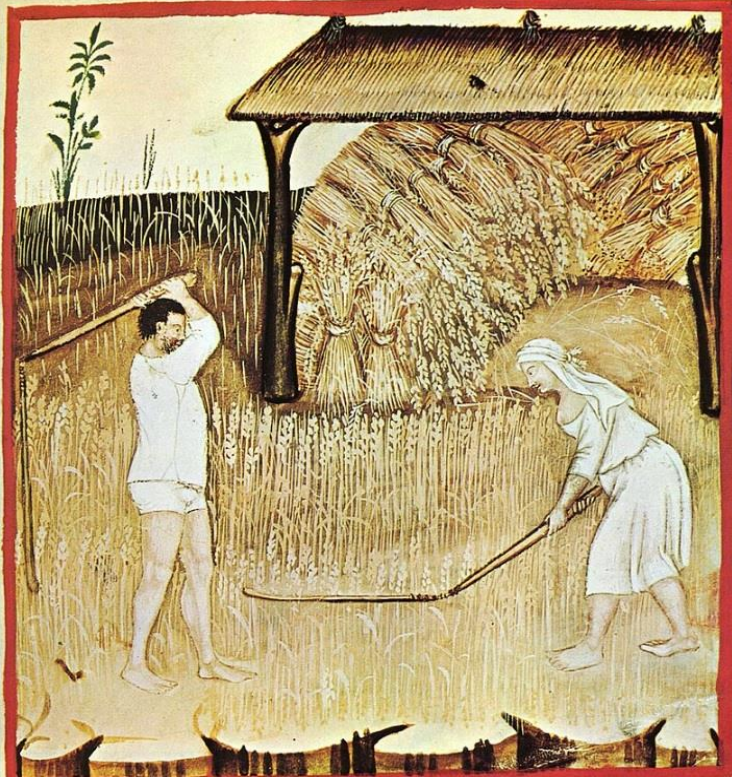
- Tahıllar insan vücudu için protein kaynağı ve üreticisidir.
- Tahıllar insan ve hayvanların kullandığı karbonhidratları (nişasta, selüloz ve şeker) içerir (% 60-68).
- İnsanlar için en ucuz enerji kaynağıdır.
- Tahıllar çoğu bitkiden farklı olarak nitelik ve niceliklerinde önemli bir değişiklik olmaksızın çok uzun süre saklanabilirler.
- Tahılların çoğu her türlü yiyeceğe dönüştürülebilir.
- Tahıllar geniş bir adaptasyon yelpazesine sahiptirler ve dünyadaki en uyumlu bitki türleridir. Tahıllar verimleri azalsa da olumsuz çevre koşullarında üretilebilmektedir.
- Bu bitkilerden bazılarının (buğday gibi) tohumları belirli bir zamanda hasat edilir ve aynı anda yetiştirilebilir.
- Tahıllar hayvancılık için en iyi ve en besleyici gıda olarak kullanılmaktadır.



Şekil 1. Tahıllar

1.2. Buğday'ın Tarihçesi

Tahıllar içerisinde ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) diploid *Aegilops tauschii* ve tetraploid *Triticum turgidum* türlerinin melezlenmesinden oluşturulmuş, genomik formülü AABBDD olan bir allopoloiddir. Bu tetraploid tür aynı zamanda AA genomuna sahip diploid tür olan *Triticum monococum* ile BB genomuna sahip ve muhtemelen soyu tükenmiş diploid tür olan *Triticum sytopsis* genomlarının kombinasyonundan oluşturulmuştur. Sitolojik olarak *Triticum* cinsi, diploid grup yani somatik hücrelerinde 14 kromozomu olanlar ($2n=14$), tetraploid grup 28 kromozomu olanlar ($2n=28$) ve hexzaploid grup, 42 kromozomu olanlar ($2n=42$) olmak üzere üç gruba ayrılır.



Şekil 2. Takina Sanitatis'in bir harman resmi, MS 14. yüzyıl

2. TAHILLARIN MELEZLENMESİNDE YARARLANILAN BİTKİ TÜRLERİ

2.1. Buğday

Ekmeklik buğday köklü bir türdür ve kültürü ilk defa ülkemizin güneydoğusunda yapılmaya başlanmıştır. 10.000 yıldan daha uzun bir süre önce buğdayın yabani şeklinden başlayıp kültüre alınmasına kadar geçen sürede artan genetik çeşitliliğe insanlar ve çevresel faktörler etki etmiştir (Chao ve ark., 2010; Gomez ve ark., 2022). Bu süre zarfında kromozom sayısı 42'de sabit kalmıştır. Kültüre alındığı o günden bu güne üreticiler ve ıslahçılar o günkü şartlarda ihtiyaçları olan genotipleri seçmiş ve diğerlerini doğada kendi hallerine terk etmişlerdir. Uzun yıllardır devam eden bu seleksiyon işleminin bir sonucu olarak, buğdayın sahip olduğu genetik çeşitlilik giderek azalmış ve bugün ıslahçılar içinde bulunduğumuz şartlara uygun özelliklere sahip yeni buğday çeşitlerini geliştirebilmek için ihtiyaç duydukları genetik kaynakları bulmakta ciddi sorunlar ile karşılaşmaya başlamışlardır. Son yıllardaki iklim değişikliği, aşırı sıcaklıklar ve öngörülemeyen yağış düzenleri nedeniyle buğday üretimini büyük ölçüde azalmıştır (Dowla ve ark., 2018). Simülasyon modelleri, 2050 yılına kadar tarımsal üretimde %20'den fazla kayıp öngörüyor (Challinor ve ark., 2014). Ürün veriminin korunmasına etki eden kuraklık, tuzluluk ve diğer streslere uyum için yeni kaynakların keşfedilmesine acil ihtiyaç vardır (Lopes ve ark., 2015). Bu nedenle buğday yüksek bir dinamik yapıya sahip olan çevresel şartlar sebebiyle ortaya yeni çıkan veya çıkacak olan biyotik ve abiyotik stres koşullarının tehdidi altında bulunmaktadır. Halihazırda dünyanın farklı ülkelerinde on bin çeşit buğday üretilmekte ve kullanılmaktadır (Türkiye'de yaklaşık 500, İran'da 400 ve Çin'de yaklaşık 2500 gibi).



Şekil 3. Buğday

2.2. Tritikale

İslah amacı ile üretilen ve piyasaya çıkan ilk amfiploid bitki 150 yıllık bir geçmişe sahip olan “Tritikale” olmuştur. Buğday ($2n=6x, 42, AABBDD$) ve Çavdar ($2n=2x=14, RR$) melezinden (annesi buğday ve babası çavdar) elde edilmiştir. Bu insan eli ile elde edilen tahıl, çavdarın dayanıklılığı ile buğdayın tane verim ve kalitesini birleştirmek için buğday ve çavdarın melezlenmesi yoluyla piyasaya sürülmüştür (Ayalew ve ark., 2022). Tritikale, insanlar tarafından Triticum cinsi buğday ile Secale cinsi çavdarın genomlarının melezlenmesi sonucu elde edilen tahıl, adını kendisini oluşturan iki türün bilimsel adlarının birleşiminden almıştır. Buğday ve çavdarın ilk melezlemesi 1876'da gerçekleştirilmiştir. Melezleme süreci, dönemin bilim insanları tarafından titiz bir şekilde uygulanmış ve buğday ile çavdar arasında gerçekleştirilen çaprazlamalar, beklenmeyen kısırlık durumlarını ortaya çıkarmıştır. 1891'de Alman botanikçi Wilhelm Rimpau, tesadüfen, buğday ve çavdarın doğal melezlenmesi sonucu kısmen verimli yeni melezler ürettiğini keşfetti. 1920'li ve 1930'lu yıllarda Rus ve İsveçli araştırmacılar tekrardan bir araştırma gerçekleştirmişler. Bu araştırma, araştırmacıların Tritikale tohumlarında ikinci bir melezleme denemesi

gerçekleştirmeye yönelik çabalarını incelemektedir. Tarımda yeni bir umut ışığı olan Tritikale, buğdayın kalitesiyle çavdarın dayanıklılığını bir araya getirerek daha verimli bir bitki elde etme potansiyeli, araştırmacıları tritikale üzerinde çalışmaya teşvik etmiştir. Ancak, bu dönemde gerçekleştirilen ikinci melezleme denemeleri, beklenen verimliliği elde etme konusunda başarısızlıkla sonuçlanmıştır. 1937 yılında kolşisinin keşfi Tritikalenin üretim sürecini belirlemiş ve bu madde Güz Çiğdemi (*Colchicum autumnale*) inden elde edilerek kromozom sayısının iki katına çıkmasını sağlamıştır. Kolşisinin uygulanmasıyla birlikte, başta Tritikale olmak üzere, çeşitli tarım bitkilerinin kısır melezlerinin verimliliğinde büyük bir devrim gerçekleşmiştir. Bu şekilde ebeveyn melezlenmesi sonucu ortaya çıkan bitkilere (F1 jenerasyonu) kolşisin uygulandığında kromozomlar ikiye katlanıp, bu gelişme sayesinde verimli Tritikale elde edilmiştir.

INRA Enstitüsü'ndeki ıslahçılar, 30 yıllık bir süre boyunca yıllarca süren çabaların ardından bu ilginç türü üretmeyi başarmışlar. Genç bitki ıslahçısı, Frand, 1971 yılında Tritikalede ilk ıslah çalışmalarını başlatıp, Fransa'daki verimi hektarda 2-4 ton elde edilen ilk çeşit Clermont Ferand tescil edilmiştir. Enstitünün Tritikale ıslah programında Farand ve Bouguenic tarafından bu bitkide uzun sap ve eğilmeye yatkınlık, yüksek kuraklığa dayanaksızlık ve tohumların kabuğa yapışması gibi olumsuz özelliklerin giderilmesi amacıyla yapılan ıslah çalışmaları başarılı olmuştur. Islah çalışmaları neticesinde, kısa boya sahip bitki varyeteleri üretilmiş ve bu varyeteler, yüksek kuraklık toleransı göstererek çevresel streslere karşı direnç kazanmıştır. Ayrıca, bu bitkilerin tohum kabukları, kolaylıkla ayrılabilen ve bu özellikleriyle tarımsal verimliliği artıran çeşitler olarak geliştirilmiştir.

Soğuğa ve hastalıklara karşı dayanıklılık çavdardan tritikaleye geçilmiş olup, tritikalenin dayanıklılığı onun önemli özelliklerinden biri olmuştur. 1950'de Avrupa ve Kuzey Amerika'daki bazı araştırmacılar, tetraploid buğday ve çavdarı melezleyerek hekzaploid tritikaleyi çoğaltmaya

başlamışlardır (Shahsavand Hassani ve ark., 2003; Amiri ve Shahsavand, 2005).



Şekil 4. Triticale

2.3. Tritordeum

70 yıllık bir geçmişe sahip olan “Tritordeum”, buğday ve arpa melezinden (annesi buğday ve babası arpa) elde edilmiştir (Visioli ve ark., 2020). Tritordeum bugün ekmeklik buğdaya benzer pişirme özellikleri ile ticarileştirilmiştir (Nitride ve ark., 2022). 20. yüzyılın başında, Kruse'un 1973'teki ilk başarısının ardından birçok bilim insanı, buğday ve arpa melezini elde etmeyi başarmışlar, ancak tritikale üretiminin ilk yıllarda karşılaştığı aynı sorun (ilk melezlerin kısır olması) tritordeum için de tespit edilmiştir. Martin ve ark., 1996'da yaptıkları çalışmalar sonucunda verimli amelez üretmeyi başardılar (Martin ve ark., 1996). Kolşisin (Tritikale bölümünde detaylı bilgi verilmiştir) uygulamasından sonraki ilk verimli melez, Martin ve arkadaşları tarafından İngiltere'deki Cambridge Yetiştirme Enstitüsü'nde Chillens arpa ve ekmeklik buğdayın melezlenmesinden elde edilmiştir. Chaiman ve Miller, 1978'de ilk kez bu melezlerden tohum elde etmişlerdir. İlk hekzaploid Tritordeumlar, düşük kromozomal anormallikleri, çeşitli gelişmeleri, iyi verimli, yüksek biyokütleleri, iyi başak sayıları, iyi tohum büyüklüğü ve iyi protein oranından dolayı üstün yeni tarımsal

potansiyele sahip ve gıda endüstrisine uygun melez bitkisi olarak önem taşımaktadırlar (Alvarez ve ark., 2001; Madayeni ve Hagdousti, 2005).



Şekil 5. Tritordeum

2.4. Tritipyrum

Abiyotik stresler, bitkilerde verim ve kaliteyi olumsuz etkilemekte ve dolayısıyla araştırmacılar, gıda talebini karşılamak için bu koşullar altında bitkilerin verimliliğini arttırmak zorunda kalmaktadır. Tuzluluk, kuraklık, soğuk ve sıcak gibi çevresel stresler, bitkilerin hayatta kalması, biyokütle üretimi ve canlı organizmalar için besin sağlayan bitkilerin performansı üzerinde olumsuz etkiye sahiptirler. FAO tahminlerine göre dünya topraklarının % 6' dan fazlası tuzluluktan etkilenmektedir (FAO, 2015). Tuzluluk stresi, bitkilerde verim ve kaliteyi düşüren en büyük baskılardan biridir (Parihar ve ark., 2015). Bitki araştırmacıları bu sorunla başa çıkmak ve tuzluluğa dayanıklı bitkiler geliştirmek için genetik yöntemlere başvurmuşlardır (Munns ve ark., 2006). Ancak tür içindeki genetik çeşitliliğin sınırlı olması nedeniyle bitkilerde tuzluluğa toleransın biyokimyasal, fizyolojik ve moleküler mekanizmaları henüz tam olarak tanımlanamamıştır; Bu nedenle yeni genetik ve özellikle kromozomal yapıya sahip bitkilerin gelişimi yavaştır (Lauchli ve Grattan, 2007). Bu kısıtlamalardan kurtulmanın bir yolu, genetik ve kromozomal çeşitliliği arttırmak için, kültür bitkileri ile ilgili herhangi

bir yabancı veya benzer tür ile kültür bitkileri arasında melezlemeler yapmaktır.

Buğdayın bazı yabancı akrabaları yüksek tuz seviyelerine toleranslıdır; bunlardan biri *Thinopyrum bessarabicum*'dur. *Thinopyrum* (Tuzlu kıyı otu), deniz kıyılarında yetişen ve tuzluluğa karşı oldukça dayanıklı olan bir bitkidir. Tahıl ailesinde Tritikale ve Tritordeum'dan sonra üçüncü doğal melez, bitki 30 yıl önce İngiltere de Prof. Dr. King ve doktora öğrencisi (Hossein Shahsavand Hassani) tarafından geliştirilen "Tritipyrum" dur. Bu yeni tahıl, makarnalık Buğday (*Triticum durum*) ve tuzlu kıyı otu (*Thinopyrum bessarabicum*) melezinden, (annesi makarnalık buğday ve babası *Thinopyrum*) elde edilmiştir. *Thinopyrum* (*Thinopyrum bessarabicum*, $2n=2x=14$, EbEb) Ukrayna'ya özgü, tuzluluk, soğuk ve sıcak stresine dayanıklı, ve önemli seviyede toleransa sahip olan yabancı bir bitkidir (Shahsavand Hassani ve ark., 1998; Shahsavand Hassani ve ark., 2000; Shahsavand Hassani ve ark., 2006; Shahsavand Hassani, 2016). Tritipyrum, Basra Körfezi gibi açık denizlerin tuzluluğunun yarısına eşdeğer olan 250 mmol sodyum klorür konsantrasyonunu tolere edebilir (King ve ark., 1997). Birincil (Primary) hekzaploid tritipyrum melezler, tetraploid makarnalık buğday (*Triticum durum*) çeşitleri ile diploid tuzlu kıyı otu (*Thinopyrum bessarabicum*) melezinden üretilmiş ve araştırma alanlarında tuz stresine yüksek dayanıklılık göstermiştir, ancak bu yeni alternatif tahılın başlangıçta dezavantajları gözlemlenmiştir.

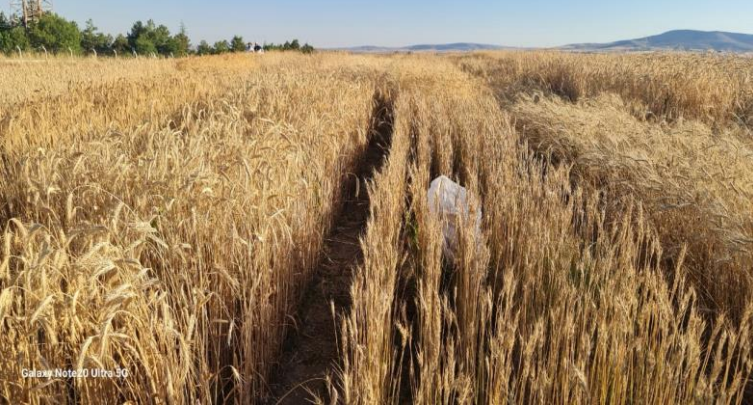
Tritikale ve Tritordeum üretim başlangıcındaki benzer sorunlar gibi, Birincil (Primary) Tritipyrumun da bazı sorunları tespit edilmiştir. Kromozom uyumsuzluğu, düşük fertilitate potansiyeli ve tanelerin olgunlaşmadan dökülme eğilimi gibi unsurlar, ilk melez bitkilerin dezavantajları arasında sayılabilir. Bu sorunların çözülmesi amacı doğrultusunda, Birincil Tritipyrumlar ve değişik ekmeklik buğday (*Triticum aestivum*) çeşitleri arasında tekrardan melezleme gerçekleştirilmiştir. Bu melez sonucunda, İkincil (Secondary) Tritipyrumlar elde edilmiştir. Bu melez ile elde edilen İkincil

Tritipyrumlar, ekmeklik buğdaydan D genom aldıkları için, iyi un kalitesi ve taneleri olgunlaşmadan dokülmeme özellikleri bakımından iyileşmiş ve oldukça ekmeklik buğdaya benzerlik göstermişlerdir.

Toprak tuzluluğu, kurak ve yarı kurak bölgelerdeki en temel zarar verici streslerden biri olarak kabul edilmiştir. Dünyanın farklı bölgelerinde sürdürülebilir bitkisel üretim için mahsullerin tuzluluk toleransının artırılması esastır. Buğday tuzluluğa dayanıklılığı orta düzeyde olan bir bitkidir. Bu anlamda akraba türleri arasında genetik çeşitlilik oldukça fazladır. Dolayısıyla bu germplazm kaynaklarında tuzluluğa tolerans açısından yüksek bir potansiyelin olduğu açıktır. Buğdayın yabani akrabaları, çok sayıda gene ve hatta faydalı allellere sahip olması nedeniyle, buğday ıslah programlarında abiyotik ve biyotik streslere karşı tolerans ve direnç açısından zengin bir gen havuzu olarak değerlendirilebilir. Bugüne kadar yabani akrabaların kuraklık, tuzluluk, soğukluk gibi çeşitli çevresel streslere dayanma yetenekleri üzerine birçok çalışma yapılmıştır (Pourabughaddareh ve ark., 2017).

Ekmeklik buğdayın kardeşleri sayılan bu yeni tahıllar (Tritikale, Tritordeum ve Tritipyrum)'ın oldukça olumlu özellikleri tespit edilmiştir. Örneğin, Tritikale, soğuğa dayanıklılık, olumsuz çevre koşullarına uyumu ve hızlı büyüme özelliğini çavdardan, yüksek protein miktarını da buğdaydan miras almıştır. Tritordeum ise yabani arpanın yüksek dayanıklılık seviyesini, buğdaydan ise yüksek protein miktarını miras almıştır.

Buğday çeşitlerinde genetik erozyon, genetik kaynakların değerlendirilmesinde önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Buğdayın genetik kökeni, doğadaki ilgili türlerin bir poliploid oluşturmak üzere bir araya gelmesinin açık bir örneğidir (Linc ve ark., 2017).



Şekil 6. Tritipyrum tarlası, Ankara, 2023



Şekil 7. Değişik Tritipyrum başakları



Şekil 8. Birincil (Primary) Tritipyrum Tohumları



Şekil 9. İkincil (Secondary) Tritipyrum tohumları

SONUÇ

Tritipyrum üçüncü insan el yapımı melez bitkidir ve tuzlu alanlarda yetiştirilme potansiyeline sahiptir. Farklı ülkelerde tarım için uygun olmayan tuzlu topraklarda Tritipyrum yetiştiriciliği yapılabileceğine dair olumlu sonuçlar alınmıştır. Şu anda 5 ülke (İngiltere, İran, Almanya, Çin ve Türkiye)'de bu bitkinin çok sayıda Birincil (Primary) ve İkincil (Secondary) hatları araştırılmaktadır. Yeni Tritipyrum tahılı aynı zamanda soğuk ve kuraklığa karşı da çok yüksek tolerans göstermiştir. Sonuçlar, melezlerden elde edilen hatların kuraklık stresi altında yapılan araştırmalarından elde edilen sonuçlara göre, fizyolojik parametrelerin çoğunda, bu hatların en iyi verime sahip olduğu ve su stresi koşullarında yüksek tolerans gösterdiği ortaya konulmuştur. Bu nedenle bu melezin soğuk ve kuraklık stres koşullarındaki yüksek performansı gibi üstün özelliklerine dayanarak nispeten soğuğa ve kuraklığa dayanıklı bir bitki olarak sınıflandırılabilir. Sonuç olarak, buğday çeşitlerinin yüksek tuzluluk, soğuk ve kuraklığa tolerans göstermediği bölgelerde toleranslı tahıllar olarak bu yeni melezin bu gibi bölgeler için alternatif olabileceği söylenebilir.

KAYNAKÇA

- Alvarez, J. B., Martín, A., Martín, L. M. (2001). Variation in the high-molecular-weight glutenin subunits coded at the Glu-Hch1 locus in *Hordeum chilense*. *Theoretical and Applied Genetics*, 102, 134-137.
- Amiri, R., Shahsavand Hassani. (2005). Triticale, *Advanced Plant Breeding*, 122-129.
- Ayalew, H., Anderson, J. D., Krom, N., Tang, Y., Butler, T. J., Rawat, N., ... & Ma, X. F. (2022). Genotyping-by-sequencing and genomic selection applications in hexaploid triticale. *G3*, 12(2), jkab413.
- Challinor, A. J., Watson, J., Lobell, D. B., Howden, S. M., Smith, D. R., Chhetri, N. (2014). A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. *Nature climate change*, 4(4), 287-291.
- Chao, S., Dubcovsky, J., Dvorak, J., Luo, M. C., Baenziger, S. P., Matnyazov, R., ... & Akhunov, E. D. (2010). Population- and genome-specific patterns of linkage disequilibrium and SNP variation in spring and winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *BMC genomics*, 11(1), 1-17.
- Dowla, M. N. U., Edwards, I., O'Hara, G., Islam, S., & Ma, W. (2018). Developing wheat for improved yield and adaptation under a changing climate: optimization of a few key genes. *Engineering*, 4(4), 514-522.
- Falahati, S., Shahsavand Hassani, H., Baghizadeh, A., Karimzadeh, G. (2010). Identification of Secondary Tritopyrum genotypes by genomic DNA in situ hybridization (GISH). *Journal of Agricultural Sciences and Techniques and Natural Resources*, 13:48.
- Faostat, F. A. O. (2015). *Food and Agriculture Organization of the United Nations: Rome* (Vol. 2015). Italy.

- Gómez-Espejo, A. L., Sansaloni, C. P., Burgueño, J., Toledo, F. H., Benavides-Mendoza, A., & Reyes-Valdés, M. H. (2022). Worldwide Selection Footprints for Drought and Heat in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*, *11*(17), 2289.
- Lauchli, A., Grattan, S. R. (2007). Plant Growth and Development under Salinity Stress. In" *Advances in Molecular Breeding Toward Drought and Salt Tolerant Crops*",(Eds.): Jenks, MA Jenks, MA, Hasegawa, P, Jain, S.
- Linc, G., Gaál, E., Molnár, I., Icsó, D., Badaeva, E., & Molnár-Láng, M. (2017). Molecular cytogenetic (FISH) and genome analysis of diploid wheatgrasses and their phylogenetic relationship. *PLoS One*, *12*(3), e0173623.
- Lopes, M. S., El-Basyoni, I., Baenziger, P. S., Singh, S., Royo, C., Ozbek, K., ... & Vikram, P. (2015). Exploiting genetic diversity from landraces in wheat breeding for adaptation to climate change. *Journal of experimental botany*, *66*(12), 3477-3486.
- Madayeni, S. & Hagdousti, M. (2005). *Tritordeum is a new cereal that needs more research*. Shahid Bahonar Kerman University, Kerman, Iran.
- Martin, A., Padjlla, J. A., & Fernandez-Escobar, J. (1987). The Amphiploid *Hordeum chilense* × *Triticum aestivum* ssp. sphacrococum. Variability in Octoploid Tritordeum. *Plant Breeding*, *99*(4), 336-339.
- Munns, R., James, R. A., & Läuchli, A. (2006). Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. *Journal of experimental botany*, *57*(5), 1025-1043.
- Nitride, C., D'Auria, G., Dente, A., Landolfi, V., Picariello, G., Mamone, G., ... & Ferranti, P. (2022). Tritordeum as an innovative alternative to wheat: A comparative digestion study on bread. *Molecules*, *27*(4), 1308.
- Parihar, P., Singh, S., Singh, R., Singh, V. P., & Prasad, S. M. (2015). Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a

- review. *Environmental science and pollution research*, 22, 4056-4075.
- Pourabughaddareh, A., Omidi, M., Etminan, A. and mehrabi AA. (2017). The importance of wild wheat germplasm in breeding for resistance to environmental stress. *Modern Genetics Journal*, 12, 4: 489-504.
- Shahsavand Hassani, H. S. (1998). *Development and molecular cytogenetic studies of a new salt tolerant cereal, Tritipyrum*. (PhD), Doctoral dissertation, University of Reading, England.
- Shahsavand Hasani, H., King, I. P., Reader, S. M., Caligari, P. D. S., & Miller, T. E. (2000). Can Tritipyrum, a new salt tolerant potential amphiploid, be a successful cereal like Triticale? 177-195.
- Shahsavand Hassani, H., & Soltaninejad, N. (2003). *The first evaluation of quality traits of Tritipyrum lines in comparison with promising triticales lines* (Abstract). Proceedings for the first scientific gathering of Iranian agricultural students. University of Gillan. Iran.
- Shahsavand Hassani, H. S., Reader, S. M., & Miller, T. E. (2006). Agronomical and adaptation characters of Tritipyrum lines in comparison with triticales and Iranian wheat. *Asian Journal of Plant Sciences*.
- Shahsavand-Hassani, H. (2016). Production of new cereal of primary and Iranian secondary Tritipyrum. *In Proceedings International symposium on role of plant genetic resources on reclaiming lands and environment deteriorated by human and natural action*. Shiraz-Iran (pp. 16-20).
- Visioli, G., Lauro, M., Vamerali, T., Dal Cortivo, C., Panozzo, A., Folloni, S., ... & Ranieri, R. (2020). A comparative study of organic and conventional management on the rhizosphere microbiome, growth and grain quality traits of tritordeum. *Agronomy*, 10 (11), 1717.

BÖLÜM 5

KEKİK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE YABANCI OT KAYNAKLI PİROLİZİDİN ALKALOİTLERİ SORUNU

Dr. Öğr. Üyesi Nadire Pelin BAHADIRLI^{1*},
Ziraat Yüksek Mühendisi Harun ALPTEKİN²,
Doç. Dr. Ramazan GÜRBÜZ³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428284>

^{1*} Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Hatay, Türkiye. pelebahadiri@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-7321-5377

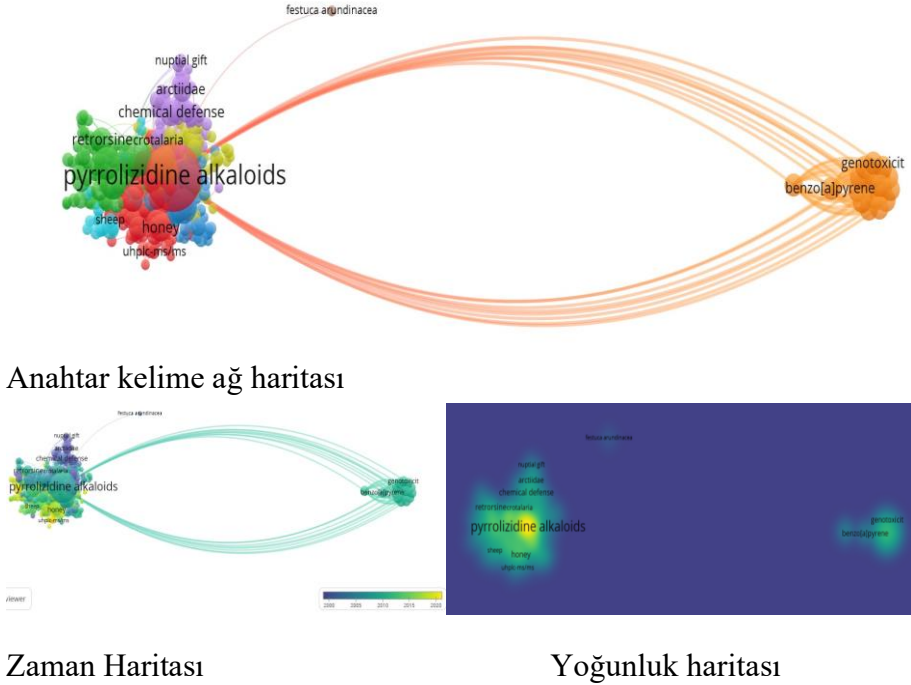
²İğdır Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarım Bilimleri Anabilim Dalı, İğdır, Türkiye, harunalptekinn04@gmail.com, Orcid ID: 0000-0001-9319-311X

³İğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, İğdır, Türkiye, r_grbz@yahoo.com Orcid ID: 0000-0003-3558-9823

1. GİRİŞ

Pirolizidin alkaloidleri (PA) insan ve hayvanlarda hastalıklara sebep olan bitki toksini olarak tanımlanmaktadır (Ibanez, 2005). Çiçekli bitkilerin %3'ünün, 12'den fazla bitki ailesinin ve 6000'den fazla bitki türünün PA içerdiği bilinmekle birlikte; Papatyagiller (Asteraceae), Hodangiller (Boraginaceae) ve Baklagiller (Leguminosae) familyaları en yüksek toksin PA içeren aileleridir. PA gıda güvenliğini tehdit etmekte ve önemli sorunlara neden olmaktadır (Dusemund ve ark., 2018; Casado ve ark., 2022). Buna ek olarak bitkisel ilaçlarda PA'lar önemli sorun olmaktadır (Schrenk ve ark., 2020). PA'ların tüketimi, özellikle hepatik veno-tıkaçıcı hastalıkta (HVOD) önemli bir faktör olarak kabul edilen karaciğer hasarıyla bağlantılıdır ve bu da karaciğer sirozu ve yetmezliği ile sonuçlanabilir. Ayrıca pulmoner hipertansiyona, kalp hipertrofinesine, dejeneratif böbrek yaralanmalarına ve hatta ölümlere neden olabilir (Dusemund ve ark., 2018; Ma ve ark., 2018). Ek olarak bu maddelere uzun süre maruz kalmak genotoksik ve kanserojen etkilerle ilişkilendirilmiştir (Dusemund ve ark., 2018). Farklı bitkiler tarafından üretilen toksinlerden olan pirolizidin alkaloidlerinin (PA'lar) sağlık risklerini değerlendirmek üzere Avrupa Komisyonunca görevlendirilen EFSA, çeşitli gıda maddelerindeki riskleri incelemiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, özellikle yüksek miktarda bal tüketen çocuklar için potansiyel sağlık sorunlarına dikkat çekilmiştir. EFSA, 2016 yılında risk değerlendirmesini güncelleyerek PA'ya maruz kalma için yeni bir güvenlik eşiği belirlemiştir. Özellikle sık sık bitkisel çay tüketenler için potansiyel sağlık risklerini ortaya koymuşlardır. Bununla birlikte, PA üreten bitkiler içeren gıda takviyelerinin, akut toksisiteye neden olan seviyelere yol açabileceği konusunda uyarılarda bulunmuşlardır. EFSA, gıda ve hayvan yemlerindeki 17 spesifik PA'nın izlenmesini tavsiye ederek, daha iyi tespit yöntemleri ve bu maddelerin toksik ve kanserojen potansiyeli hakkında daha fazla veri sağlanması çağrısında bulunmuştur. (EFSA, 2017).

Tüm bunlar ele alındığında PA ile ilgili çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu konuda yapılan çalışmaları belirlemek amacıyla SCOPUS veri tabanında “Pirrolizidin alkaloitler” anahtar kelimesi ile yapılan arama sonucunda elde edilen yayınlarda en fazla kullanılan anahtar kelime analizi Şekil 1’de sunulmuştur.

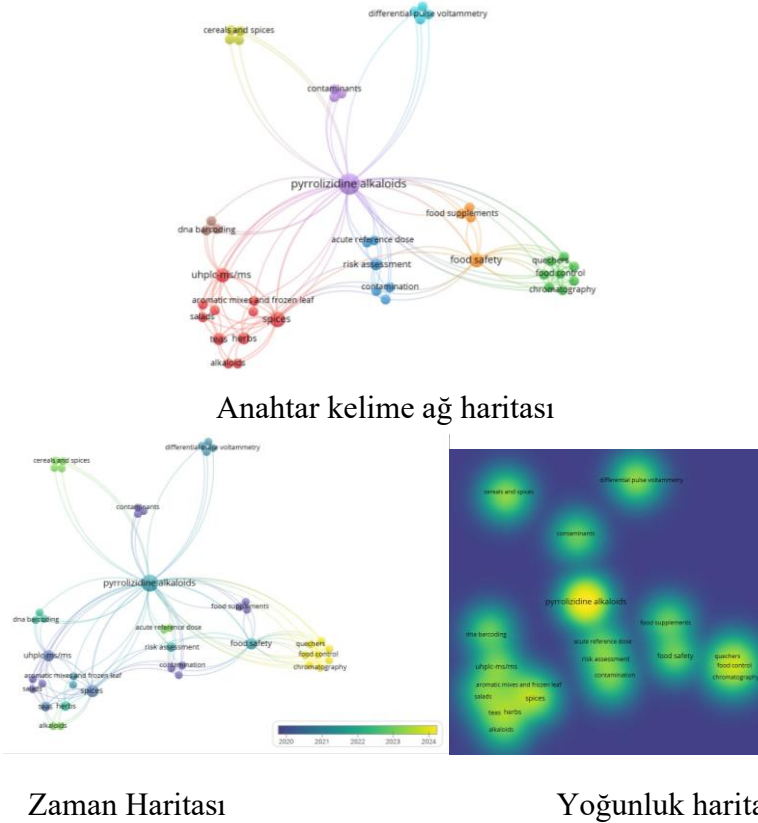


Şekil 1. Pirrolizidin alkaloitler ile ilgili yapılan çalışmalarda en fazla kullanılan anahtar kelimeler

Anahtar kelimeler 9 ana küme altında toplanmıştır. Bu çalışmalarda Pirrolizidin alkaloitler kelimesi en fazla tekrar edilen anahtar kelime olmuştur. Asteraceae kendi küme grubunda öncü konumunda yer almış olup 90 defa anahtar kelime olarak kullanılmıştır. Kullanılan baharat anahtar kelimesi 4 defa, yabancı ot ve yabancı ot kontrolü anahtar kelimeleri ise üçer defa tekrar edilmiştir.

Yaşam kalitesini artırma hedefiyle tıbbi ve aromatik bitkilere olan ilgi ve bu bitkilerin kullanım alanları her geçen gün artmaktadır. Dünya’da tıbbi ve aromatik bitkiler ve bunlardan elde edilen ürünlerin

ihracat değerleri son 10 yılda dört kat artarak yaklaşık 208 milyar dolar değerine ulaşmıştır (Boztaş ve ark., 2021). Bu trendin Türkiye tıbbi ve aromatik bitkiler ihracat ve ithalat değerlerine yansıdığı da görülmektedir. Türkiye'nin tıbbi ve aromatik bitki ihracatı 2019 yılında 1.02 milyar dolar değere ulaşmıştır (Boztaş ve ark., 2021). PA aynı zamanda baharatlarda ve yemeklik bitkilerde de meydana gelebilir, çünkü bu ürünler halihazırda (bitkisel) çay bitkilerinde bilinen aynı kontaminasyon şekilleriyle karşımıza çıkabilmektedirler (Picron ve ark., 2018). Baharatlar ile ilgili yapılan Pirolozidin alkaloidler çalışmalarında en fazla kullanılan anahtar kelimeler Pirolozidin alkaloidler ve baharat anahtar kelimeleri olmuştur. Bu konuda yapılan çalışmalar 8 ana küme altında toplanmıştır (Şekil 2).



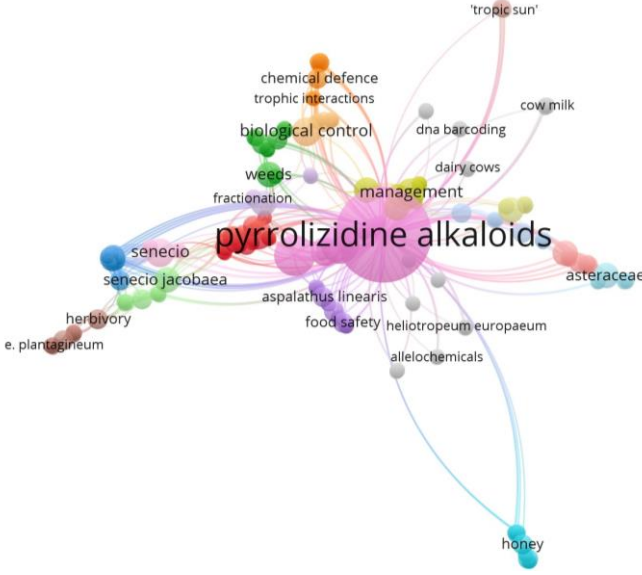
Şekil 2. Baharatlar ile ilgili yapılan Pirolozidin alkaloidleri çalışmalarında en fazla kullanılan anahtar kelimeler

Ülkemizin tıbbi ve aromatik bitkiler konusunda söz sahibi olduğu bitkiler listesinde ilk sıralarda haşhaş, kekik ve defne yer almaktadır. Kekik üretimi 2022 yılında 218.330 dekara çıkarak, üretim miktarı 44.358 ton olarak tespit edilmiştir (TÜİK, 2023). Ülkemizden ihracatı yapılan kekiklerin %80'ini *Origanum onites* L. türü oluşturmakta ve yetiştiriciliğin %97'si Denizli ilinde yapılmaktadır. Bununla birlikte, son zamanlarda kekikte tanımlanan nispeten yüksek miktarlardaki PA'lara rağmen, bilginiz dahilinde, aromatik bitkilerde ve baharatlarda PA'ların ve bunların PANO (PA N-oksitleri)'lerinin tespitine odaklanan çalışmalar yapılmıştır (Cramer ve ark., 2013; Picron ve ark., 2018; Kaltner ve ark., 2020; Dzuman ve ark., 2020; Izcara ve ark., 2020; Sokat, 2021a). Bu çalışmamızda amaç; kekik yetiştiriciliğinde pirolizidin alkaloidleri sorunu ele almaktır.

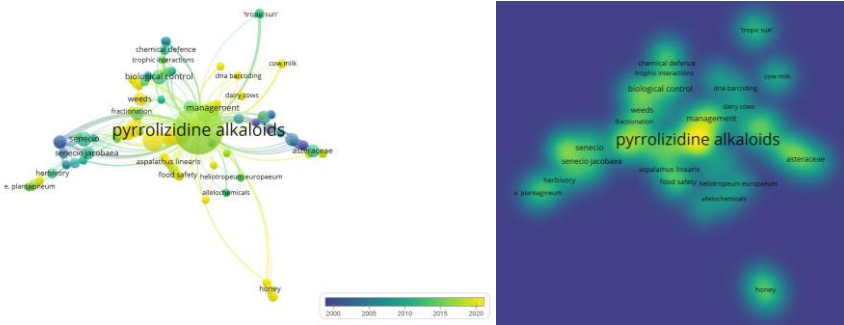
2. KEKİK YETİŞTİRİCİLİĞİNDE PİROLİZİDİN ALKALOİTLERİ

Tıbbi ve aromatik bitkiler içerisinde yer alan kekik, başta baharat olmak üzere, bazı hastalıkların tedavisinde (Baytop, 1999), ve ayrıca pek çok farklı alanda kullanılmaktadır (Bağdat, 2008). PA'ların tespit edilmesi ve ortaya koydukları zararlı ilgili çalışmaların artmasıyla birlikte kekik ihracatımızı ve dolayısıyla üretimimizi sekteye uğratan önemli bir sorun olarak yabancı ot problemi ortaya çıkmıştır. Yabancı otlar kültür bitkileriyle su besin maddesi ışık gibi kaynaklar için rekabete girmektedirler. Yabancı otlarla mücadele edilmezse, önemli ölçüde ürün veriminde ve kalitesinde kayıplar oluşabilmektedir. Bu kayıplar bazen %40 ila %60 arasında olabilmektedir (Thobatsi, 2009). Yabancı otlar birçok kültür bitkisinde olduğu gibi kekik yetiştiriciliğinde de önemli verim ve kalite kayıplarına sebep olmaktadır (Sokat, 2021a; Sokat, 2021b). Son yıllarda, PA içeren bitkisel tıbbi ürünlere ek olarak, bu ilgili tıbbi ürünün yapıldığı bitkinin aslında PA içeren bitkiler bulundurmaksızın PA de içerebileceği ortaya çıkarılmıştır. Bu, bitkisel ürünlerin yabancı otlar ile kontaminasyonu ile açıklanmaktadır (Çiğnitaş

ve Kitiş, 2023). Yabancı otlar ile ilgili çeşitli PA çalışmaları yapılmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeler 11 ana küme altında toplanmıştır. Yapılan çalışmalarda en fazla kullanılan anahtar kelimeler; Pirolezidin alkaloitleri, yabancı ot, Asteraceae, mücadele ve biyolojik kontrol olmuştur.



Anahtar kelime ağ haritası



Zaman Haritası

Yoğunluk haritası

Şekil 3. Yabancı otlar ile ilgili yapılan Pirolezidin alkaloitleri çalışmalarda kullanılan anahtar kelimeler

Denizli ili özelinde kekik üretimi ile ilgili yapılan bir çalışmada 68 tarlada yapılan incelemeler sonrasında 31 familyaya ait 127 yabancı ot türü tespit edilmiştir (Sokat, 2021b). Yapılan bu çalışmaya göre en yoğun bulunan yabancı otlar geniş yapraklılardan Tarla Sarmaşığı (*Convolvulus arvensis* L.), Yemlik (*Tragopogon dubius* Scop.) ve Karakavuk (*Chondrilla juncea* L.); dar yapraklılardan ise Püsküllü Brom (*Bromus tectorum* L.) ve Tek Yıllık Salkım Otu (*Poa annua* L.) olarak belirlenmiştir. Bunlara ilave olarak Eşek Marulu (*Lactuca seriola* L.), Akhindiba (*Chondrilla juncea* L.) ve Tarla Düğün Çiçeği (*Ranunculus arvensis* L.) ise en çok rastlanan yabancı otlar olarak belirlenmiştir. Bazı yabancı otların PA düzeyleri incelendiğinde tarla sarmaşığının PA düzeyi köklerinde 512.9 µg PA/kg kuru ağırlık ve toprak üstü kısımlarında 4253.9 µg PA/kg kuru ağırlık (Sokat, 2021b), Akrep otu olarak da bilinen *Heliotrepium europaeum* GC/MS ile yapılan analiz sonucunda %98.20 PA N-oksitleri içerdiği tespit edilmiştir (Tosun ve Tamer, 2004). Bu iki çalışma incelendiğinde GC/MS ile elde edilen sonuçlarda kalitatif bir sonuca ulaşmanın her bir standardı sisteme tanıtmaya işlemi gerektiğinden oldukça zor olduğu ve bu yüzden sonuçların kıyaslanmasının zorluğu görülmektedir. Yabancı ot mücadelesinde en uygun yöntemlerin ise sırasıyla malçlama, pendalmethalin etken maddeli kimyasal uygulaması ve el çapası yapılması şeklinde tespit edilmiştir (Sokat, 2021a). Ancak herhangi bir yabancı ot ilacının kullanımının ruhsatlı olmadığı bilinmelidir.

Ayrıca herbisitler ile yapılan kimyasal yabancı ot kontrolü beraberinde çok ciddi sağlık sorunlarını da getirmektedir. Bu kimyasallar yerine çevre dostu olan ve insan sağlığına da zarar vermeyen alternatif yöntemlerin kullanımı büyük önem arz etmektedir. Bunların başında biyolojik ot kontrolü gelmektedir (Koç ve ark., 2021). Termal yabancı ot kontrolüde (Kitiş ve Gürbüz, 2021) uygulanabilecek önemli bir alternatif bir yöntemdir. Ancak gerek toprak yapısına olan faydaları gerekse su muhafazasının yanında önemli ölçüde yabancı otları baskılayabilen organik kökenli atık malç materyallerinin kullanılması büyük önem

taşımaktadır (Alptekin ve Gürbüz, 2022; Bozhüyük, ve ark., 2022; Tülek, ve ark., 2022).

Denizli ilinden 3 işlenmiş paketli örnekte, 8 işlenmemiş örnekte PA ve PAN-oksit (PANO) bileşikleri açısından yapılan incelemede 28 standardın varlığı tespit edilmiş ve örneklerde PA miktarının Avrupa Birliği Komisyonu tarafından belirlenen limitin (1000 µg/kg) altında olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada PA-PANO bulaşımının ürün işleme öncesi ve sonrasında olabileceği belirtilmiştir (Korkmaz ve Küplüplü, 2022). Çeşitli bölgelerde toplanılan kekiklerin içerdiği PA/PANO değerleri belirlemek amacıyla yapılan çalışmada Türkiye'den alınan 7 kekik örneğinin (24.200–18.100–8.300–6.800–4.310–1.820–861 µg/kg), Yunanistan'dan alınan 2 örneğin (11.000–1.780 µg/kg) ve Polonya'dan temin edilen 1 örneğin (648 µg/kg) PA/PANO içerdiği belirlenmiştir. Çalışmada incelenen örnekler arasında en yüksek PA miktarı Türkiye'den alınan kekik numunelerinde 24.200 µg/kg olarak belirlenmiştir (Kaltner ve ark., 2020).

Yabancı ot olarak en çok karşılaşılan kanarya otunda (*Senecio vulgaris* L.) farklı gelişme evreleri ve sezonlarda PA ve PAN-oksit içeriğini belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada elde edilen bulgular yapmamız gerekenler hakkında pek çok bilgi vermektedir. Çalışmanın sonuçlarına göre; bitkideki toplam PA miktarının bitki gelişimiyle birlikte arttığı, µg/g kuru madde miktarının değişmeden kaldığı sadece bazı PA'larda değişimler olduğu belirlenmiştir. İlâveten, en yüksek PA konsantrasyonu (54.16 ± 4.38 mg/bitki) baharda, bitkinin tohumlarının olgunlaştığı dönemde bulunmuştur (Flade ve ark., 2019). Bu çalışma Almanya'da yapılmış olup ülkemizde kekik yetiştiriciliği yapılan alanlarda bu tarz çalışmalar yaparak ot kontrolüne en çok dikkat edilmesi gereken dönemler belirlenmelidir. Son olarak bu çalışma çok az miktarda kanarya otunun limit değerleri aşabileceğini ortaya koymuştur. Yeterince kontrol altına alınamayan yabancı otların hasat zamanında şifalı bitkiler ile hasat edilmesinde PA toksinleri içeren yabancı otların ve farklı bitki tohumlarının karışması dünya çapında görülen bir

durumdur (Mulder ve ark., 2018; Reinhard ve Zoller, 2021; Steinhoff, 2022). Bunun meydana gelme durumu Dünyanın her yerinde aynı olmamaktadır. Burada hasat yöntemi son derece önemlidir. İnsan gücüyle ve titizlikle yapılan fiziksel hasat işlemlerinde bu sorun az olsa da, çoğu durumda hasat edilen bitkiler ile PA içeren yabancı otların birbirlerine benzemesi halinde karışma ihtimalleri çok daha yüksek olabilmektedir (Casado ve ark., 2022).

Güney Afrika'da 1920 yılında bildirilen PA bulaşık buğday unundan kaynaklı gıda zehirlenmeleri ilk kırılma noktasını oluşturmuştur. İlerleyen yıllarda gıda takviyelerine olan talep artışı ile yapılan düzenlemelerdeki kısıtlamalar da artmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'ne bağlı Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) 1997 yılında ilk defa İyi Tarım Uygulamaları (GMP) kurallarını yayınlamaya hasat edilen ürünlerdeki PA içeriğini azaltmak için gerekli olan kuralları yayınlamışlardır. 2013 Yılında Alman Risk Değerlendirme Federal Enstitüsü (German Federal Institute For Risk Assessment) tarafından yayınlanan bir çalışma ile bitki çayları ve çaylardaki PA miktarlarının çok yüksek olduğu belirtilerek bu duruma dikkat çekilmiştir (BFR, 2013). Araştırmada 221 adet satışı hazır, çay, bitki çayı ve tıbbi çay perakendecilerden temin edilerek PA içerikleri açısından değerlendirilmiştir. Örneklerin içerisinde bebekler için, rezene çayı, papatya çayı, bitki çayları, nane çayı, ısırgan otu çayı ve oğul otu çayları bulunmuştur. Siyah çay, yeşil çay ve Rooibos çayı düşük miktarda PA içerdikleri için rapora dahil edilmemişlerdir. Bu çalışmaların öncesinde düşük miktarlardaki PA'yı tespit edecek yöntemler yeterince geliştirilmemişti. EFSA (Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi) tarafından gıda zincirlerindeki alkaloid konsantrasyonlarının sıklıkla kontrol edilerek PA bulaşının mümkün olan en düşük şekilde tutulması gerektiği belirtilmiştir (EFSA, 2017). Resmi gazetede yayımlanan 06.07.2022 tarih ve 19475 sayılı yazıda kekik ihracat partisinden numuneler alınacağı, analizlerin ise İstanbul Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne veya Denizli Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğüne

yaptırılacağı belirtilmiştir. Analiz sonucunda 881/2006/AT sayılı Gıda Ürünlerinde Belirli Bulaşanların Maksimum Seviyelerine İlişkin Tüzük kapsamında kekik için belirlenen 1000 µg/kg değerinin altında PA içeren ihracat aşamasındaki ihracat partisine sertifika verilebilecektir. Bitki sağlığı sertifikası istenirse önce sağlık sertifikasına ve PA analizlerinin yapılma durumlarına bakılacaktır (Anonim, 2022). Ayrıca Avrupa Birliği Komisyonu gelecek olan ihracat partilerinin arttırılarak %20'sinin PA açısından incelenmesine karar verilmiştir (Anonymous, 2021). PA içeren bitkilerin bazıları Hindistan, Çin, Mongolistan, Nepal ve Tibet'te Ayurvedik tıbbında kullanılmaktadır (Roeder, 2000; Tang ve Hattori, 2011; Roeder ve ark., 2013). Gıdalarla birlikte PA tüketimi sonrasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından kekikte PA kontaminasyonunu önlemeye yönelik uygulama kılavuzunda tüm yabancı otların yok edilmesinin mümkün olmayacağı ve bazı yabancı ot olarak adlandırılan bitkilerin önemli endemik türler olabileceği belirtilerek erken dönemde yapılacak mekanik mücadelenin önemi vurgulanmıştır (Anonim, 2022).

PA tespit edilmesi amacıyla pek çok yöntem olduğu literatür incelemeleri sırasında görülmüştür. En çok kullanılan yöntemler ise Gaz Kromatografi Kütle Spektro Metresi (GC/MS), Sıvı kromatografi-kütle spektrometresi/kütle spektrometresi (LC-MS/MS) ve Yüksek Basıncılı Sıvı Kromatografisi (HPLC) olup her yöntemin farklı avantajları ve dezavantajları vardır. LC-MS/MS metodu çok yüksek hassasiyete sebep olduğu için PA ve PA N-oksitleri tek bir analizde tespit edebilmekte, GC ile kıyaslandığında türevlendirmeye ihtiyaç duymadığı için bu aşamadan kaynaklanabilecek hataları indirgeyerek analiz işlemini kolaylaştırmaktadır. Bununla birlikte PA ve PA N-oksitlerin LC, HPLC ve UHPLC yöntemlerinde belirlenmesindeki ana zorluklardan biri, izomerlerin birlikte bulunmasıdır. Yani izomerler birlikte bulunduğu için birlikte çözünürler ve kromatogramda ayrılarak kütle spektrometresinde görülmeleri zorlaşır. Diğer dezavantajları ise standartların çok pahalı

olması ve bazı PA-PANO'ların tespit edilememesidir (Al-Subaie ve ark., 2022).

SONUÇ VE ÖNERİLER

PA kaynaklarıyla mücadelede pek çok faktör varyasyon gösterebilmektedir. Tarladaki tüm yabancı otlar temizlense dahi PA polen, toz, kontamine topraklardan taşınabilir ve/veya işleme tesislerinden bulaşabilir. Bu bulaşların miktarı ve durumu oldukça değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca toprakta daha önce yetiştirilen bitkilerden kalan PA miktarının toprakta kalma ve taşınma sürelerinin belirlenmesi gerekmektedir. Yabancı otlara karşı kullanılacak ruhsatlı herbisitlerin olmaması ve kullanılacak diğer yöntemlerinde etkili bir şekilde uygulanamamasından dolayı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bütün üreticilerin bu konuda bilinçlendirilmesi de oldukça zor süreçleridir. PA içeren pek çok tür bulunmakta ve bunların erken dönemde (çift yapraklı evre) fark edilerek kontrol altına alınması gerekmektedir. Bunun içinde sıkıntı olan yabancı otların bütün fenolojik dönemlerinin bilinmesini gerektirmektedir. Buda uzmanlık gerektirmekte olup son derece zor bir durumdur. Kekik çok yıllık bir bitki olduğu için tesis yılında keçe ve yün gibi uzun ömürlü olabilecek ve maliyeti düşük malç materyalleri ile yapılabilecek bir malçlama ile yabancı otların önüne geçebilmek olanaklı olabilmektedir. Ayrıca kekik yetiştirilecek alanların seçimi de büyük önem taşımaktadır. Yabancı otlar ile yoğun bir şekilde bulaşıl olan alanlarda yetiştirilmesi sorunun boyutunu artıracaktır. Bunun tarlaların iyi seçilmesi yabancı otların nispeten az olduğu alanların seçilmesi büyük fayda sağlayacaktır.

Neler yapılabilir?

- Üreticinin bilinçlendirilmesi en önemli basamaktır. Çünkü bir kere bulaş olduktan sonra geri dönüşü olamaz. Eğer üretici bilinçlenirse tarlasını daha iyi tanır, erken dönemde mücadele yapabilir, çok yoğun yabancı ot olan yerlerin hasadının yapılmaması yönünde karar alabilir. Ya da bazı durumlarda

biçim yüksekliğini ayarlayarak PA içeren yabancı otlardan hasat edilecek ürün uzaklaştırılmış olur. Hayvan gübresi kullanırken oldukça dikkatli olmak gerekir çünkü bu tip gübreler yabancı ot tohumlarını ihtiva edebilirler.

- Mekanik mücadelenin yabancı otlar çiçeklenmeden önce yapılması en uygun olanıdır, böylece yabancı ot tohumları tarlaya dağılmazlar.
- Bazı yabancı ot tohumları onlarca yıl toprakta canlılığını korur ve güneş ışığını bulduklarında kolayca çimlenirler (*Senecio* spp.), bu yüzden dikimin yapılacağı tarlanın yabancı ot geçmişini bilmek oldukça önemlidir.
- Mekanik mücadele bazen bitkileri yeniden sürgün vermeye teşvik edebileceği için entegre yabancı ot yönetimi uygulanmalıdır. Ayrıca kökleri yüzlek olan bitkilerle rozet yapraklı dönemde mücadele edilmesinin daha kolay olacağı dikkate alınmalıdır.
- Bakanlık tarafından akredite laboratuvarlarda standart metotlar oluşturularak analizler yapılmalıdır. Standart metotların oluşturulmasında Avrupa Birliği Komisyonunun yönergeleri takip edilmelidir.
- Bazı PA'lar çok stabil olurken bazılarının miktarı zamanla azalmaktadır. Örneklemenin tarlayı temsil edecek şekilde alınması gerekmektedir, yani çok yoğun yabancı ot olan yerden alınır PA değerleri de çok yüksek çıkar.
- PA değerleri türlere, bitkinin organına, fenolojik dönemine ve hatta çevre şartlarına göre varyasyon gösterebileceğinden bunlara ait çalışmaların artırılması ve özelleştirilmesi gerekmektedir.
- Türlerin PA düzeyleri ve toksisite tipleri açıkça incelenerek, epidemiyolojik çalışmaların artırılması gerekmektedir.
- Bazı durumlarda PA içeren yabancı otların paketlenme sırasında bulaştığı bildirilmiştir. Bu yüzden paketlenme alanlarının,

paketleme materyallerinin temizliğine özellikle dikkat edilmelidir.

- Analizler çok masraflıdır ve her partiden örnek alınması mümkün olamayabilir bu aşamalarda ihracatçının desteklenmesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Alptekin, H., Gürbüz, R. (2022). The effect of organic mulch materials on weed control in cucumber (*Cucumis sativus* L.) Cultivation. *Journal of Agriculture*, 5(1), 68-79.
- Al-Subaie, S. F., Alowaifeer, A. M., Mohamed, M. E. (2022). Pyrrolizidine Alkaloid Extraction and Analysis: Recent Updates. *Foods*, 11(23), 3873. <https://doi.org/10.3390/foods11233873>.
- Anonim. (2022). Kekikte (*Origanum* spp.) Pyrrolizidine alkaloid kontaminasyonunun önlenmesi ve azaltılması uygulama kılavuzu. Erişim adresi: https://www.tarimorman.gov.tr/GKGM/Belgeler/DB_Bitki_Sagligi/Kekikte%20PA_Onlenmesi_Kilavuz.pdf. Erişim tarihi:01.08.2023.
- Bağdat, B. (2008). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları, Tıbbi adaçayı ve ülkemizde kekik adıyla bilinen türlerin yetiştirme teknikleri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 15(1-2), 85 (19-28).
- Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkiler ile. Tedavi, Geçmişte ve Bugün*. Nobel Tıp. Kitabevleri, II. Baskı ISBN: 975-420-021.
- BFR(German Federal Institute for Risk Assessment). (2013). Levels of pyrrolizidine alkaloids in herbal teas and teas are too high. Erişim: https://www.bfr.bund.de/en/press_information/2013/18/levels_of_pyrrolizidine_alkaloids_in_herbal_teas_and_teas_are_too_high-187319.html.
- Bozhüyük, A. U., Gürbüz, R., Alptekin, H., Kaycı, H. (2022). The use of different waste mulch materials against weeds which are problems in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivation. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 36(2), 226-232.
- Boztaş, G., Avcı, A. B., Arabacı, O., Bayram, E. (2021). Tıbbi ve aromatik bitkilerin dünyadaki ve Türkiye'deki ekonomik durumu. *Theoretical and Applied Forestry*, 1, 27-33.

- Casado, N., Morante-Zarcero, S., Sierra, I. (2022). The concerning food safety issue of pyrrolizidine alkaloids: An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 120, 123-139. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.007>.
- Çiğnitaş, E., Kitiş, Y. E. (2023). *Pyrrolizidine alkaloidleri içeren yabancı otlar ve etkileri*. In International Conference on Scientific and Innovative Studies, Konya. 1, 1, 99-105.
- Cramer, L., Schiebel, H. M., Ernst, L., Beuerle, T. (2013). Pyrrolizidine alkaloids in the food chain: development, validation, and application of a new HPLC-ESI-MS/MS sum parameter method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(47), 11382-11391.
- Dusemund, B., Nowak, N., Sommerfeld, C., Lindtner, O., Schäfer, B., & Lampen, A. (2018). Risk assessment of pyrrolizidine alkaloids in food of plant and animal origin. *Food and Chemical Toxicology*, 115, 63-72.
- Dzuman, Z., Jonatova, P., Stranska-Zachariasova, M., Prusova, N., Brabenec, O., Novakova, A., Hajslova, J. (2020). Development of a new LC-MS method for accurate and sensitive determination of 33 pyrrolizidine and 21 tropane alkaloids in plant-based food matrices. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 412, 7155-7167.
- EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), Knutsen, H. K., Alexander, J., Barregård, L., Bignami, M., Brüschweiler, B., & Binaglia, M. (2017). Risks for human health related to the presence of pyrrolizidine alkaloids in honey, tea, herbal infusions and food supplements. *EFSA Journal*, 15(7), e04908.
- Flade, J., Beschow, H., Wensch-Dorendorf, M., Plescher, A., Wätjen, W. (2019). Occurrence of nine pyrrolizidine alkaloids in *Senecio vulgaris* L. depending on developmental stage and season. *Plants*, 8, 54. <https://doi.org/10.3390/plants8030054>.
- Ibanez, G. (2005). Pyrrolizidine Alkaloids, In Philip Wexler (Ed.) *Encyclopedia of Toxicology* (Second Edition) (pp. 585-587).

- Elsevier. ISBN 9780123694003, <https://doi.org/10.1016/B0-12-369400-0/00822-X>.
- Izcara, S., Casado, N., Morante-Zarcelero, S., Sierra, I. (2020). A miniaturized QuEChERS method combined with ultrahigh liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry for the analysis of pyrrolizidine alkaloids in oregano samples. *Foods*, 9(9), 1319.
- Kaltner, F., Rychlik, M., Gareis, M., Gottschalk, C. (2020). Occurrence and risk assessment of pyrrolizidine alkaloids in spices and culinary herbs from various geographical origins. *Toxins*, 12(3), 155.
- Kitiş, Y.E., Gürbüz, R. (2021). Termal Yöntemlerle Yabancı Ot Kontrolü. H. Mennan ve F. Pala (Eds.) *Yabancı ot biliminde güncel konular* (s. 633-674). İksad Publishing House.
- Koç, E., Gürbüz, R., Alprekin, H. (2021). Biyolojik Yabancı Ot Yönetimi. H. Mennan ve F. Pala (Eds.) *Yabancı ot biliminde güncel konular* (s. 675-699). İksad Publishing House.
- Korkmaz, S. D., Küplülü, Ö. (2022). Denizli ilinde üretilen kekiklerde (*Origanum onites*) pirolizidin alkaloidlerinin LC-MS Q-TOF yöntemi ile belirlenmesi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 93(2), 115-123.
- Ma, J., Xia, Q., Fu, P.P., Ge Lin, G. (2018). Pyrrole-protein adducts-A biomarker of pyrrolizidine alkaloid-induced hepatotoxicity. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26:965-972.
- Mulder, P. P., López, P., Castelari, M., Bodi, D., Ronczka, S., Preiss-Weigert, A., These, A. (2018). Occurrence of pyrrolizidine alkaloids in animal-and plant-derived food: results of a survey across Europe. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 35(1), 118-133. <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1382726>.
- Picron, J. F., Herman, M., Van Hoeck, E., Gosciny, S. (2018). Analytical strategies for the determination of pyrrolizidine

- alkaloids in plant based food and examination of the transfer rate during the infusion process. *Food Chemistry*, 266, 514-523.
- Reinhard, H., Zoller, O. (2021). Pyrrolizidine alkaloids in tea, herbal tea and iced tea beverages—survey and transfer rates. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 38(11), 1914-1933. <https://doi.org/10.1080/19440049.2021.1941302>.
- Roeder, E. (2000). Medicinal plants in China containing pyrrolizidine alkaloids. *Pharmazie*, 55(10), 711-726.
- Roeder, E., Wiedenfeld, H. (2013). Plants containing pyrrolizidine alkaloids used in the Traditional Indian Medicine—including Ayurveda. *Die Pharmazie-An International Journal of Pharmaceutical Sciences*, 68(2), 83-92.
- Schrenk, D., Gao, L., Lin, G., Mahony, C., Mulder, P. P., Peijnenburg, A., These, A. (2020). Pyrrolizidine alkaloids in food and phytomedicine: Occurrence, exposure, toxicity, mechanisms, and risk assessment-A review. *Food and Chemical Toxicology*, 136, 111107.
- Sokat, Y. (2021a). Kekik Hasadı Sırasında Yabancı Otların Ürüne Karışma Durumu. *Bahri Dağdaş Bitkisel Araştırma Dergisi*, 10(1), 102-111.
- Sokat, Y. (2021b). Denizli ili İzmir Kekiği (*Origanum onites* L.) tarlalarındaki yabancı ot türleri ve mücadelesine yönelik araştırmalar. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 8(1), 130-143.
- Steinhoff, B. (2022). Pyrrolizidine alkaloid contamination in medicinal plants: regulatory requirements and their impact on production and quality control of herbal medicinal products. *Planta Medica*, 88(02), 125-129. <https://doi.org/10.1055/a-1494-3623>.
- Tang J, Hattori M. (2011). Pyrrolizidine alkaloids-containing Chinese medicines in the Chinese pharmacopoeia and related safety concerns. *Yao Xue Xue Bao*. 46(7), 762-72. Chinese. PMID: 22010344.

- Thobatsi T., (2009). Growth and yield responses of maize (*Zea mays* L.) and cowpea (*Vigna unguiculatea*) in a intercropping system. MSc Thesis, University of Pretoria, Pretoria.
- Tosun, F., Tamer, U. (2004). Determination of pyrrolizidine alkaloids in the seeds of *Heliotropium europaeum* by GC-MS. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University*, 33 (1), 7-9. Doi: 10.1501/Eczfak_0000000396.
- TÜİK, (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, Bitkisel Üretim İstatistikleri, Erişim tarihi: 01.08.2023.
- Tülek, C., Gürbüz, R., Alptekin, H. (2022). Organik malç materyallerinin domates (*Solanum lycopersicum* L.)’te yabancı ot kontrolüne etkisi. *Journal of Agriculture*, 5(2), 86-101.

BÖLÜM 6

Teucrium polium (ACIYAVŞAN) L. TÜRÜNÜN ÖNEMİ VE TARIMA KAZANDIRILMA POTANSİYELİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Murat KILIÇ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428294>

¹ Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe M.Y.O, Hayvansal ve Bitkisel Üretim Bölümü, 47200 Artuklu, Mardin. muratkilic04@gamil.com, <https://orcid.org/0000-0002-6408-9660>

1. GİRİŞ

Bitkilerin insan yaşamında ne kadar önemli bir yer tuttuğunu geçmiş tarihe baktığımızda hemen görebiliriz. İlk insanlar, besin olmak üzere korunma, ısınma ve savunma aracı olarak ilk başta bitkilerden faydalanmışlar ve bununla birlikte tedaviye ihtiyaç duyduğu anda, aklına ilk gelen ve fayda beklediği şey her zaman bitki olmuştur. Özellikle bazı bitkilerin bazı hastalıkların tedavisinde iyileştirici etkisini farkederek insanlar, bitkileri hastalıklara karşı kullanmaya başlamışlardır. Bu durum, yapılan araştırmalara bakıldığında MÖ 3000 yıllara kadar uzanan bir dönemi kapsadığı görülmekte ve bu uzun dönemden bugüne kadar kalan kil tabletlerden, tapınak ve mezar duvarlarındaki figürlerden ortaya çıkarılmaktadır (Tanker ve ark., 2007). Tıbbi bitkiler asırlardan beri, ilaçların hammaddesi olarak şifa vermek amacıyla kullanılmaktadır. Bu nedenle bazı bitkilerin tarıma kazandırılması tarih öncesi devirlerden beri devam etmektedir. 20. yüzyılın başlarında listelenen ilaçların %40'ından fazlası bitkiseldir. Bu oran 1970'li yıllarda %5' ten daha az olmuştur. Ancak 1990'lı yıllardan sonra, tıbbi bitkilerin yeni kullanım alanlarının ortaya çıkması, doğal ürünlere olan ilginin artması bu bitkilerin kullanım potansiyelini daha da fazlalaştırmıştır (Bayram ve ark., 2015). Her yıl dünya ticaretinde yer alan doğal ve tarımı yapılan bitkilerden elde edilen uçucu yağların değeri 1 milyar dolara yaklaşmaktadır (Sharrock ve ark., 2014). Dünya Sağlık Örgütü, yaklaşık 4 milyar insanın sağlık sorunlarını ilk başta bitkisel droglarla çözmeye çalıştıklarını ifade etmiştir (dünya nüfusunun % 80'i). Bunun yanında, gelişmiş ülkelerde reçeteli ilaçların da yaklaşık % 25'inin bitkisel kökenli ilaçlar (vimblastin, rezerpin, kinin, aspirin vb) olduğu belirtilmiştir (Bahtiyarca-Bağdat, 2006).

Dünyada tıbbi değerleri barındıran bitkiler, neredeyse her yerde yayılış göstermektedirler. Özellikle çok zengin floraya sahip olan Türkiye, çok sayıda tıbbi bitkiye ev sahipliği yapmaktadır. Antimikrobiyal etkileri olduğu bilinen ve uçucu yağ bileşenlerince zengin olmasının yanında; ayrıca çay ve baharat olarak da ticareti yoğun

olarak yapılan bitkilere, sıklıkla Lamiaceae familyasında rastlanmaktadır (Bahtiyarca-Bağdat, 2006).

Lamiaceae familyası (Ballıbabagiller), yaklaşık 7.000 takson ile temsil edilen, hoş kokulu, tek ya da çok yıllık, otsu, nadiren çalı veya ağaç formunda olan bitkilerdir. Bu bitkiler parfümeride ve tıpta kullanılan çoğu uçucu yağ içerdiği nedeniyle önem taşımaktadır. En belirgin özellikleri; vertisillat (halkasal) dizilimde olan ve uçucu yağ içeren yapraklara sahip olmaları (İpek, 2018, Çatak ve Atalay, 2022) ve gövdelerinin 4 köşeli oluşu bu familyanın karakteristik özelliklerindedir (Davis, 1982). Familyaya ait taksonlar kutuplar hariç, Himalaya'lardan Güneybatı Asya'ya, Afrika ve Amerika'ya Hawaii ve Avustralya'ya kadar değişik alanlarda farklı yüksekliklerde ve çeşitli habitatlarda yayılış göstermektedirler. Familyanın dünyada yaklaşık 250 cins ve 3200'ü aşkın taksonu mevcuttur. Türkiye'de ise 48 cins ve 782 takson (603 tür, 179 alt tür ve varyete) ile temsil edilen Lamiaceae familyası, Türkiye'nin takson sayısına göre en zengin üçüncü, tür sayısına göre ise dördüncü familyası durumunda olup, endemizm oranı %44'tür (271 tür, 75 alt tür ve varyete). Ayrıca 19'u endemik (%82) olmak üzere 23 hibrit tür bulunmaktadır (Seçmen ve ark., 2011; Celep ve Dirmenci, 2017).

Ballıbabagiller ailesine ait bitkiler, geleneksel ilaçlarda uzun bir kullanım geçmişine ve tıbbi özelliklere sahip olmaları ile bilinen, yüksek uçucu yağ içeriğine sahip, hem polifenolik bileşikler hem de terpenoidler açısından zengin olmasıyla bilinirler (Abdelhalima ve Hanrahan, 2021). Bu bitkiler dünyanın hemen hemen her yerinde baharat, çay ve geleneksel ilaç yapımında kullanılmaktadırlar (Kokkini ve ark., 2003). Ayrıca familyanın bitkileri önemli süs, tıbbi ve birçoğu modern tıpta olduğu kadar ilaç endüstrisinde de kullanılan esansiyel yağları üretirler. Bu bitkiler farklı antibakteriyel, antifungal, sitotoksik ve antioksidan aktiviteler sergileyen ekdisteroidler, iridoidler, flavonoidler, terpenoidler, fenolikler ve alkaloidler gibi birçok biyoaktif bileşikleri içerirler (Mamadaliyeva et al., 2020). Bu sebepten dolayı bilimsel

çalışmalarla bu familyanın türlerinin değerleri daha da meydana çıkarılmalıdır. Çünkü bu familyanın çoğunlukla türleri, yapılarında barındıkları etken maddeler ile sentetik ilaçların yerine kullanılabilmekte ve alternatif sağlıklı tedaviler meydana getirebilmektedir (Çatak ve Atalay, 2022).



Şekil 1. Türkiye'nin fitocoğrafik bölgeleri.

Kaynak: Davis, 1965; Avcı, 1993; Celep ve Dirmenci, 2017.

Türkiye, Lamiaceae çeşitliliğinin merkezlerinden biri olarak görülmekte olup, dünyadaki tüm Lamiaceae üyelerinin yaklaşık %10'unu barındırmaktadır. Takson sayısına göre ülkedeki en büyük beş cinsi *Stachys* (118 takson), *Salvia* (107), *Sideritis* (54), *Phlomis* (53) ve *Teucrium*'dur (49). Türkiye, oldukça çeşitli iklim ve diğer ekolojik özelliklere sahip üç fitocoğrafik bölgenin kavşağında yer almaktadır. Türkiye Lamiaceae taksonlarının fitocoğrafik dağılımı Akdeniz'de 293 takson (%37,4), İran-Turan'da 267 takson (%36,7), Avrupa-Sibirya (Circumboreal) fitocoğrafik bölgesinde 90 takson ve Bilinmeyen veya Çok Bölge'li'de ise 112 taksondur (%14,3). Akdeniz fitocoğrafik bölgesinde taksonların %61'i, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde taksonların %50'si, Avrupa-Sibirya (Circumboreal) fitocoğrafik bölgesinde ise taksonların %13'ü endemiktir (Şekil 1). Lamiaceae cinsine ait türler zamanla bir fitocoğrafik bölgeden diğerine göç ederek

ülkedeki belirli habitatlarda yerleşmişlerdir. *Teucrium*, Türkiye'de tür bakımından zengin cinslerden biridir (Celep ve Dirmenci, 2017) (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye'deki Lamiaceae taksonlarının coğrafi bölgeleri ve takson dağılımı (Yukarıdaki oklar taksonların sözde hareketlerini veya göç yollarını göstermektedir, parantez içinde her bir altcoğrafi bölge için endemizm oranı verilmiştir).

Kaynak: Celep ve Dirmenci, 2017.

Dünyada ve Anadolu'nun değişik coğrafik bölgelerinde yerel halk tarafından tedavi amacıyla kullanılan ve içerdiği zengin kimyasal maddeler nedeniyle de farmakolojik olarak önem atfeden bitkilerden olan *Teucrium* taksonlarının birçoğu Türkiye'de yabancı olarak yetişmektedir (Aydoğan, 2019). Dünyada, Lamiaceae familyasının *Teucrium* cinsinin 300 türünden biri olan *Teucrium polium* L., önemli bir geleneksel şifalı bitki olarak bilinmektedir ve yağ ve metanolik ekstresi özelliği sayesinde mide-bağırsak bozuklukları gibi farklı tedavi edici amaçlar için kullanılmaktadır (El-Oualidi ve ark., 1999; Parsae ve Shafiee-Nick, 2006). Yeryüzünde geniş yayılışı bulunan ve "germander" olarak adlandırılan *Teucrium* cinsinin *T. polium* taksonları, Asya, Avrupa ve Kuzey Amerika'da tedavi amaçlı olarak, öksürük, astım, iltihaplı hastalıklarda ve bunun yanında kan dolaşımı sorunlarının iyileştirilmesinde kullanıldığı belirtilmiştir (Fleming, 2000). Ülkemizde ise 58 takson (36 tür, 22 alttür ve varyete) ile temsil edilen *Teucrium*

cinsine ait, Türkçe bilimsel adı “acıyavşan” olarak bilinen *T. polium*, hemen hemen tüm Türkiye’de doğal olarak yayılış göstermektedir. Beyazımsı, gri (veya bazen altın sarısı) renkte çiçeklere sahip, yünlü-kaba tüylü veya kırıksık tüy örtülü, 40 cm’ye kadar boylanabilen yarı-çalımsı çok yıllık odunsu bir bitkidir. Haziran ve Eylül ayları arasında çiçek açar ve kuru alanlar, meşe çalılıkları, kayalık yamaçlar, bozkırlar, kumullar ve tarla kenarlarında yetişir (Ekim, 1982; Dirmenci, 2012; Güner ve ark., 2012; Anaonim, 2016) (Şekil 3).

Teucrium polium türü hemen hemen tüm Akdeniz ülkelerinin, Güney Batı Asya, Avrupa ve Kuzey tepelerinin ve çöllerinin taşlık yerlerinde yetişmektedir ve en çok İran’da bulunmaktadır (Feinbrun-Dothan, 1970; Tapeh ve ark., 2018).



Şekil 3. *Teucrium polium* L., bitkisinin genel ve çiçek görünümü. Artuklu-Mardin, 2018 (Fotoğraf: Murat Kılıç).

Bununla birlikte inflamasyon ve diyabet gibi bazı hastalıklara karşı İran’ da ve ülkemizde Güneydoğu Anadolu Bölgesi halkı tarafından kullanılan en yaygın bitkilerdendir. Literatürde *T. polium* bitkisinin toksisite seviyesini gösteren herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. *T. polium*, özellikle Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin Mardin İl’inde mide ağrısı, ishal kesici, diyabet, tansiyon, nezle, diş ağrısı, astım, bronşit, rahim kisti ve iltihaplı hastalıklara karşı ve ağrı kesici olarak kullanılmaktadır (Kılıç, 2019; Kılıç ve ark., 2020). Günümüzde birçok bitki; potansiyel terapötik etkisi olan, kimyasal maddeleri içeren önemli kaynaklar olarak kabul edilmektedir (El-Oualidi ve ark., 1999). *T. polium* türü içeriğinde terpenoidler, flavonoidler ve iridoidler gibi çeşitli

bileşikleri barındırmaktadır (Piozzi ve ark., 2005). Bitkinin kimyasal içeriğinde kül, azot, protein, pH ve ham selüloz tespit edilmiştir (Tunçtürk ve ark., 2019). Bununla birlikte bitkinin toprak üstü kısımları ise uçucu yağ taşımaktadır (Baytop, 1999). Bitkinin toprak üstü kısımlarında ise fenolik bileşikler (fumarik asit, luteolin-7-O-glukozid, luteolin-5-O-glukozid ve pelargonin) mevcuttur (Özer ve ark., 2018). Ayrıca bitkinin antibakteriyel, antiülser, hipotansif, antispazmodik, anoreksik ve antipiretik etkilerinin olduğu tespit edilmiştir (Suleiman ve ark., 1988). Bununla birlikte *T. polium* sulu ekstraktının anti-nosiseptif ve anti-spazmodik etkileri vardır ve gastrointestinal bozukluklar için bazı klinik faydaları olabileceği belirtilmiştir (Parsae ve Shafiee-Nick, 2006).

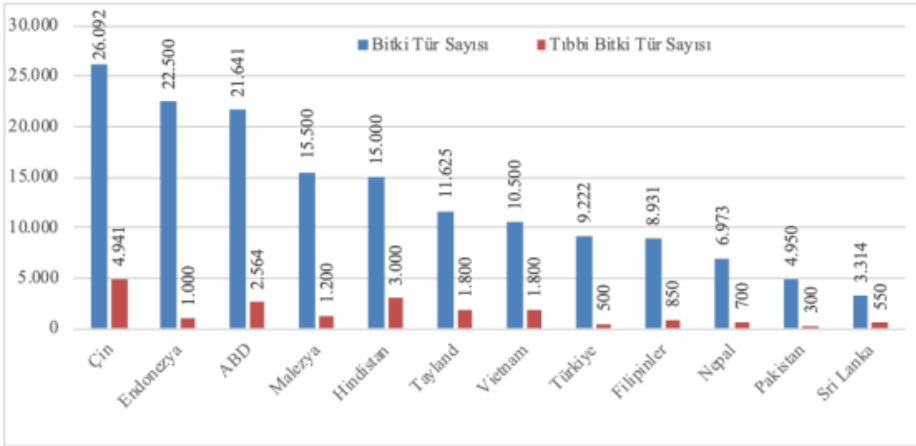
2. TÜRKİYE’DE TIBBİ BİTKİLERİN ÖNEMİ VE *Teucrium polium* L. TÜRÜNÜN DURUMU

Dünyada ticareti yapılan tıbbi bitkilerin % 50’si gıda, % 25’i kozmetik ve % 25’i de ilaç sanayinde kullanıldığı bilinmektedir. Dünya bitkisel drog ticaretinin yaklaşık 13 milyar dolar seviyelerinde gerçekleşmekte olduğu tahmin edilip, ülkemiz ise zengin bitki çeşitliliğine rağmen bu pazardan sadece 50-60 milyon dolarlık bir pay almaktadır. Bunun sebeplerinin başında tıbbi bitkileri çoğunlukla işlemeden ham olarak ihraç etmemizden kaynaklandığı belirtilmektedir (Bahtiyarca-Bağdat, 2006). Türkiye’de 2019 yılı itibarıyla toplam bitkisel üretim değeri 197.5 milyar ₺ olarak gerçekleşmiştir. Ancak TÜİK istatistiklerine göre tıbbi bitkilerin bitkisel üretim değeri içindeki payını hesaplamak mümkün olmamaktadır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021).

Türkiye’de, dünyada olduğu gibi tıbbi bitkiler üretimini ya yetiştiricilik yaparak yada doğadan toplayarak gerçekleştirmektedir. Kullanımı oldukça çok olan tıbbi bitkilerin, bitkinin tüm kısımları taze veya kuru olarak kullanıldığı gibi; kök, gövde, yaprak, çiçek, tohum,

yumru, soğan veya toprak üstü gibi bitki kısımları ile farklı şekillerde hazırlanmış ekstraktları gibi çok değişik kullanımları bulunmaktadır.

Türkiye Florası'nda 167 familyaya ait yaklaşık 12.000 takson yayılış göstermekte ve bunların 3.649'u ise endemik olarak bulunmaktadır (Güner ve ark., 2012). Yapılan bazı çalışmalara bakıldığında, ticari amaçla doğadan toplanarak iç ve dış piyasada satılan bitki sayısı 347 (yaklaşık 100 bitki ihraç edilmekte) olup bunların 35'i endemik olarak tespit edilmiştir. Ayrıca yurdumuzda çeşitli bölgelerde yapılan etnobotanik çalışmalarda, doğal bitki türlerinin ortalama %10-12'sinin çeşitli amaçlarla halkımız tarafından kullanıldığı belirlenmiştir. Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde; ülkemizdeki en az 1.000 taksondan farklı şekillerde faydalandığı ve 500 kadarının ise ticaretinin yapıldığı bilinmektedir (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021) (Şekil 4).



Şekil 4. Dünyada ülkelere göre bitki ve tıbbi bitki tür sayısı.

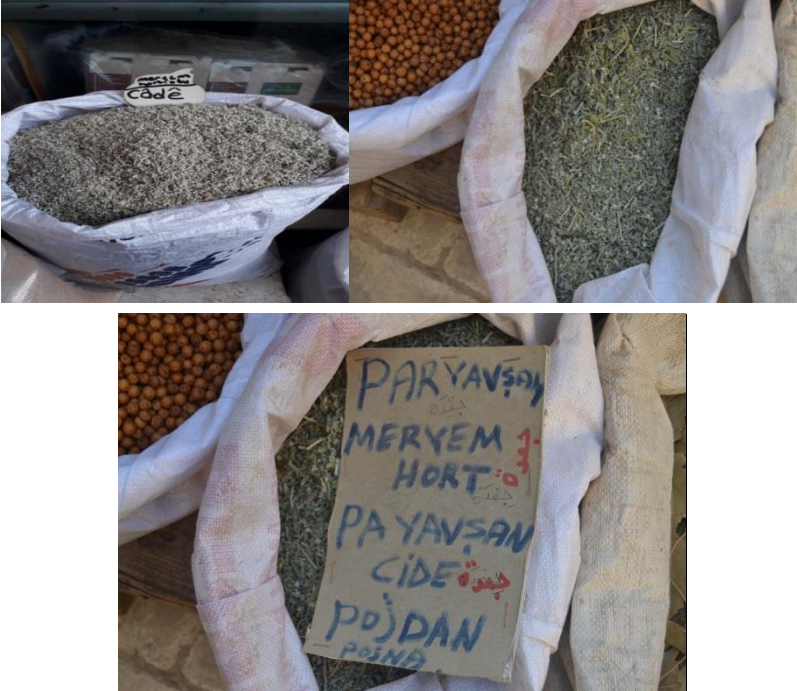
Kaynak: Tarım ve Orman Bakanlığı, 2021.

Teucrium polium türünün üretim ve tüketimi hakkında net, resmi bir bilgi olmasa da, Türkiye'de yapılan bilimsel makale (Tunçtürk ve ark., 2019; Kırkık ve ark., 2020), kitap ve etnobotanik (Baytop, 1999; Ertuğ, 2000; Ertuğ, 2004; Ezer ve Avcı, 2004; Sarı ve ark., 2006; Baytop, 2007; Cansaran ve Kaya, 2010; Altundag ve Ozturk, 2011; Cakilcioglu ve ark., 2011; Akan ve ark., 2013; Polat ve ark., 2013; Hayta ve ark.,

2014; Mükemre ve ark., 2015; Arasan ve Kaya, 2016; Şahin-Fidan, 2018; Akgül ve ark., 2018; Kılıç, 2019; Ayaz, 2020; Kılıç ve ark., 2020; Bağcı ve Keskin, 2022; Yılmaz, 2022; Bilgiç, 2023) kullanım üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında türün çokça kullanıldığı ve aktarlarda satışa sunulduğu bilinmektedir (Şekil 5). Özellikle yapılan etnobotanik çalışmalarda yerel halk *T. polium* türünden çok farklı şekillerde yararlanmışlardır. Anadolu’da iştah açıcı, hemoroit ve mide hastalıklarına karşı bitkinin yaprak ve çiçekleri çay gibi demlenerek içilmektedir (Baytop, 1999). 2000’li yıllarda Buldan (Denizli) ilçesinde yapılan çalışmada, ‘yakı’ olarak anılan karışımlarda özellikle, halk arasında acıyavşan olarak anılan *T. polium* türünün kullanımı yaygındır (Ertuğ ve ark., 2004). Sivrice (Elazığ) ilçesinde yapılan çalışmada, karın ağrısı, hemoroit, diyabet hastalıklarında ve ateş düşürücü olarak *T. polium*’un yaprak ve çiçekleri kaynatılıp ve çay gibi demlenerek kullanıldığı ifade edilmiştir (Cakilcioglu ve Turkoglu, 2010). Bayramiç (Çanakkale) ilçesinde, yerel halkın “mayasilotu” olarak adlandırdıkları bitki, toprak üstü kısımlarını kaynatma ve demleme yaparak egzema ve hemoroit hastalıklarına karşı kullanıldıkları tespit edilmiştir (Bulut ve Tuzlacı, 2015). Aynı şekilde Aladağlar (Niğde) yöresinde, “mayasilotu” olarak bilinen *T. polium* karın ağrısı, hemoroit ve diyabet hastalıklarına karşı ve bunun yanında ateş düşürücü, ağrı kesici olarak kullanıldığı söylenmiştir (Özdemir ve Alpınar, 2015). Geçitli (Hakkari) bölgesinde “keşemahmıt” olarak adlandırılan *T. polium* bitkisinin toprak üstü kısımları kaynatılıp ve çay gibi demlenerek gastrit, karın ve böbrek ağrısı gibi hastalıkların iyileştirilmesinde kullanılmaktadır (Boghrati ve ark., 2016). Kozluk (Batman) civarında “mervend” yerel ismiyle bilinen *T. polium* bitkisi karın ağrısı, soğuk algınlığı, diyabet ve öksürük hastalıklarına karşı toprak üstü kısımları kaynatılıp ve çay gibi demlenerek kullanılmaktadır (Avcı ve ark., 2019). Hemen hemen Türkiye’nin her coğrafi bölgesinde yabani olarak yayılış gösteren *T. polium*’un toprak üstü kısımları Doğu ve Güney Anadolu (Van, Bitlis ve Malatya), İç Anadolu (Kastamonu, Niğde, Kayseri, Konya), Akdeniz Bölgesi, Batı ve Orta Karadeniz ile

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde yerel halk tarafından karın ağrısı ve hemoroit hastalıkları olmak üzere farklı hastalıkların iyileştirilmesinde de çok fazla kullanılmaktadır (Sezik ve ark., 1992; Yeşilada ve ark., 1993; Tabata ve ark., 1994; Fujita ve ark., 1995; Yeşilada ve ark., 1999; Sezik ve ark., 2002; Kılıç, 2019).

Bundan sonraki çalışmalarda etnobotanik kullanımları belirlenen bitkilerin taksonomik, biyokimyasal ve biyolojik aktivite çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Böylece bitkinin hastalıkların tedavisinde kullanılması ve bitkinin gıda olarak kullanımının daha anlamlı olması yönünde bir adım daha atılmış olur. Bitkilerle yapılan yöresel gıdaların tanıtılması amacıyla kayıt altına alınması ve tanıtılması sağlanmalı, market ve pazarlarda tanıtımı yapılmalıdır (Kılıç ve ark., 2021).



Şekil 5. Artuklu ilçesinde *Teucrium polium* L. türünün satıldığı çarşı. Artuklu-Mardin, 2018 (Fotoğraf: Murat Kılıç).

3. TARIMSAL ÜRETİME KAZANDIRILABİLECEK TIBBİ BİTKİLERİN ÖZELLİĞİ VE *Teucrium polium* TÜRÜNÜN ÖN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tıbbi olarak kullanılan bitkiler alternatif ekim nöbeti sistemleri içerisine alınabilecek potansiyel bitkiler olmaları, gıda sanayine hammadde temin etmeleri ve son yıllarda iyice yaygınlaşan alternatif ya da tamamlayıcı tıpta kullanılmaları bakımından giderek önemli hale gelmişlerdir. Ayrıca ülke ekonomimize ve yetiştirildikleri yöre halkına katkı sağlayarak tarımsal ürünler içerisinde önem kazanmışlardır (Bahtiyarca-Bağdat, 2006).

Lamiaceae familyasına ait tıbbi bitki olarak kullanılan türlerin ekonomik olarak yaptığı katkılar, bu türleri daha da cazip hale getirmektedir. Bu türler dünya genelinde her ne kadar yaygın olsalar da ve yoğun üretimleri yapılırsa da, dikkatli bir politika takip edilmezse, bu değerli türlerin tükenebileceği gerçeğini kabul etmemiz gerekiyor (Çatak ve Atalay, 2022).

Herhangi bir bitkinin kültüre alınıp tarıma kazandırılması konusunda karar verebilmek için o bitkinin bazı özelliklerine bakılmalıdır. Bunlardan biri ve öncelikle olarak yabani olarak yetişmesi, çeşitli amaçlar için kullanılmak üzere doğadan toplanmasıdır. Bir diğeri ise bitkinin hangi amaçlarla kullanıldığı, kullanımındaki gelişme eğilimi, ihracatı yapıyorsa ihracat miktarları ve rakip ülkelerin olup olmadığı, bitkiden bilinen kullanım amacı dışında faydalanılıp faydanılmadığı belirlenmelidir. Bunlar belirlendikten sonra, türün doğadaki potansiyeli az, kullanımı fazla ise bu tür mutlaka kültüre alınıp, tarıma kazandırılmalıdır. Ayrıca yapılan çalışmalar sonucunda, üretim modelinin planlanması, ekonomik analizi, sağlayacağı katma değer ve istihdam gibi bir çok argüman bir bütün olarak değerlendirilmeli ve iyi analiz edilmelidir. Çünkü, çoğu zaman kültürü yapılan bitkinin maliyeti, bitkiyi doğal ortamından toplamaya kıyasla çok defa daha yüksek olmaktadır (Sağlam ve ark., 2015). Bunun yanında, tıbbi bitki olarak kullanılan türlerin, bilinçsizce toplanması doğada azalmalarına ve hatta

yok olmalarına sebep olabilmektedir. Ayrıca Türkiye ve dünyada, ne yazık ki tıbbi bitkilerin kültüre alınarak tarla koşullarında üretimlerinin yapılması biraz geri planda kalmıştır. Artan talep göz önünde bulundurularak, kontrollü tarıma geçilmeli ve ıslah çalışmalarının yaygınlaştırılması sağlanmalıdır (Bahtiyarca-Bağdat, 2006). Bunun içinde, tarıma kazandırılacak olan tıbbi bitkiler için geliştirilmiş iyi tarım uygulamaları veya organik tarım kapsamında bir model düşünülmelidir (Anonim, 2003).

Bu açıdan yapılan çalışmalara bakıldığında; GAP Uluslararası Tarımsal Araştırma ve Eğitim Merkezi Müdürlüğü tarafından 2011-2015 yılları arasında “Güneydoğu Anadolu Bölgesi’ndeki bazı tıbbi ve aromatik bitkilerin Ex-Situ muhafazası, karakterizasyonu ve ön değerlendirilmesi” adlı projede *Teucrium polium* türü de proje kapsamında, doğadan toplama, serada çoğaltma ve koleksiyon bahçesinde korumaya alma gibi yöntemlere tabi tutulacağı bildirilmiştir. Ancak proje henüz tamamlanmamıştır (Anonim, 2023). Bu gibi projelerin devamı gelmeli ve gerek kamu gerekse de özel sektör tarafından desteklenmelidir.

SONUÇ

Türkiye sahip olduğu zengin bitki çeşitliliği, geniş bir yüz ölçümü ve farklı iklimler ile doğal yetişen ve kültüre alınan tıbbi bitkiler bakımından önemli bir ekonomik potansiyele sahip ülkelerin başında gelmektedir. Ancak bitkisel hammaddelerin büyük bir kısmı ilaç sanayimiz tarafından halen ithalat yoluyla karşılanmaktadır. Bunun en büyük nedenini ise uluslararası üretim kuralları konularındaki eksikliklerimizdir. Bu eksikliklerin giderilmesi ile Avrupa Birliği ülkelerine serbest giriş hakkından yararlanılacak ve aynı zamanda Avrupa pazarlarında pay oranımızda artacaktır.

Tıbbi olarak kullanılan bitkilerin sürekli doğadan toplanması sonucunda birçok bitki türünün nesillerinin yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalması ile birlikte, amaç dışı materyalin toplanmasına da yol

açmaktadır. Türkiye’de tıbbi bitkilerden kültüre alınan sınırlı sayıda bitki bulunması, bu bitkilerden faydalanacak olan çiftçilerin çoğu zaman populasyon niteliğindeki tohumları kullanmalarına neden olmaktadır. Bunun sonucunda verim ve kalite yönünden uygun olmayan ürünler elde edilmektedir. Bu sebeplerden dolayı ürün sayısını arttırmanın yanında, uluslararası kurallara uygun hammaddeleri üretip, yalnız hammadde olarak değil, ekstre ve uçucu yağ haline dönüştürerek pazara sunmamız ekonomik açıdan büyük önem oluşturmaktadır. Tüm bu sebeplerden dolayı talebi artan tıbbi bitkilerin tarıma kazandırılması için belirlenecek uygun bölgenin ekolojik ve ekonomik durumları göz önünde bulundurularak, işletme yapılarının; büyük ölçekte kurulacak şirket şeklinde, küçük işletmelerin ise kooperatif şeklinde örgütlenmesi ve bölgedeki belediyeler ile sözleşmeli üretim gerçekleştirilmesi, bölge üniversitelerinden alınacak uzman görüşler çok önemli fayda sağlayacaktır.

Tarıma kazandırılması için önerilen *Teucrium polium* (acıyavşan) türünün tanınması ve yaygınlaşmasına destek olarak, başlangıç aşamasında ilgili bakanlıkların, kurum ve kuruluşların, yürütülecek projelere üniversiteler ile işbirliği içerisinde bilgi, teknik ekipman ve üretim materyali temin etme konusunda üreticiye destek olmaları gerekmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdelhalima, A., Hanrahan, J. (2021). Biologically active compounds from Lamiaceae family: Central nervous system effects. Rahman, A. (ed.), *Studies in Natural Products Chemistry*, vol. 68 (7), pp. 255-315, Elsevier, Cambridge.
- Akan, H., Aydoğdu, M., Korkut, M. M., Balos, M. M. (2013). Ethnobotanical research of the Kalecik mountain area (Şanlıurfa, South-East Anatolia). *Biological Diversity and Conservation* 6(2): 84-90.
- Akgül, A., Akgül, A. Şenol, G. S., Yıldırım, H., Seçmen, Ö., Doğan, Y. (2018). An ethnobotanical study in Midyat (Turkey), a city on the silk road where cultures meet. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine* 14: 12.
- Altundag, E., Ozturk, M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 19: 756-777.
- Anonim, (2003). WHO, Guidelines on good Agricultural and Collection Practices (GACP) for Medicinal Plants. World Health Organization, Geneva.
- Anonim, (2016). https://en.wikipedia.org/wiki/Teucrium_polium/, Erişim Tarihi: 17.02.2016.
- Anonim, (2023). <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/gaputaem/Sayfalar/Detay.aspx?SayfaId=6>, Erişim tarihi: 17.10.2023.
- Arasan, Ş., Kaya, İ. (2016). Some Important Plants Belonging to Lamiaceae Family Used in Folkloric Medicine in Savur (Mardin/Turkey) Area and Their Application Areas. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi* 26(4): 512-516.
- Avcı, M. (1993). Türkiye'nin flora bölgeleri ve "Anadolu Diagonali" ne coğrafi bir yaklaşım. *Türk Coğrafya Dergisi* 28: 225-248.

- Retrieved from
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/tcd/issue/21259/228202>
- Avcı, R., Tuzlaci, E., Şenkardeş, İ., Doğan, A., Bulut, G. (2019). The Medicinal and Wild Food Plants of Batman City and Kozluk District (Batman-Turkey). *Agriculturae Conspectus Scientificus* 84(1): 29-36.
- Ayaz N. (2020). *Mardin İlinde Yeneni Yabani Bitkiler*. (Yüksek lisans tezi), Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitlis.
- Aydoğan, F. (2019). *Türkiye’de Yayılış Gösteren Bazı Teucrium L. Türleri Üzerinde Fitokimyasal ve Biyoaktivite Çalışmaları*. (Doktora tezi), Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Boghrati, Z., Naseri, M., Rezaie, M., Pham, N., Quinn, R. J., Tayarani-Najaran, Z., Iranshahi, M. (2016). Tyrosinase inhibitory properties of phenylpropanoid glycosides and flavonoids from *Teucrium polium* L. var. *gnaphalodes*. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences* 19(8): 804-811.
<https://doi.org/10.22038/ijbms.2016.7460>
- Bağcı, Y., Keskin, L. (2022). An Ethnobotanical Field Survey in the Kadınhanı District of Konya in Turkey. *KSÜ Tarım ve Doğa Derg* 25(2): 312-336
- Bahtiyarca-Bağdat, R. (2006). *Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanım Alanları, Tıbbi Adaçayı (Salvia officinalis L.) ve Ülkemizde Kekik Adıyla Bilinen Türlerin Yetiştirme Teknikleri*, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü (TARM), s. 19-28, Ankara.
- Bayram, E., Kirici, S., Tansi, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıl, S., Telci, İ. (2015). *Tıbbi ve aromatik bitkiler üretiminin arttırılması olanakları*. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Bildiriler Kitabı, s. 437-457, Ankara.

- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi; Geçmişte ve Bugün*. Nobel Tıp Kitapevleri, 480 s., İstanbul.
- Baytop, T. (2007). *Türkçe Bitki Adları Sözlüğü*. Türk Dil Kurumu Yayınları No. 578, 3. baskı, 512 s., Ankara.
- Bilgic, M. (2023). *Mutki (Bitlis) İlçesinde Etnobotanik Araştırmalar*. (Yüksek lisans tezi), Bitlis Eren Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bitlis.
- Bulut, G., Tuzlacı, E. (2015). An Ethnobotanical Study of Medicinal Plants in Bayramiç. *Marmara Pharmaceutcal Journal* 19(3): 268-282. <https://doi.org/10.12991/mpj.201519392830>
- Cakilcioglu, U., Turkoglu, I. (2010). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Sivrice (Elazığ-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 132(1): 165-175. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.08.017>
- Cakilcioglu, U., Khatun, S., Turkoglu, İ., Hayta, Ş. (2011). Ethnopharmacological Survey of Medicinal Plants in Maden (Elazığ-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 137: 469-486.
- Cansaran, A., Kaya, Ö. F. (2010). Contributions of the ethnobotanical investigation carried out in Amasya district of Turkey (Amasya-Center, Bağlarüstü, Boğaköy and Vermiş villages; Yassıçal and Ziyaret towns). *Biological Diversity and Conservation* 3(2): 97-116.
- Celep, F., Dirmenci, T. (2017). Systematic and Biogeographic overview of Lamiaceae in Turkey. *Natural Volatiles and Essential Oils* 4(4): 14-27.
- Çatak, E., Atalay, A. (2022). Lamiaceae (Labiatae) (Ballıbabagiller) Familyası’nın Ekonomik ve Tıbbi Değerleri. *Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences International Indexed and Refereed* 9(20): 150-157.
- Davis, P. H. (1965). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 1, Edinburg University Press, Edinburgh.

- Davis, P. H. (1982). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 7, pp. 335-346, Edinburg University Press, Edinburg.
- Dirmenci, T. (2012). *Teucrium* L., Şu eserde: Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (edlr.), *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Göküğü Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, s. 595-598, İstanbul.
- Ekim, T. (1982). *Teucrium polium* L., Davis PH (ed.), *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, vol. 7, p. 69, Edinburg University Press, Edinburg.
- El-Oualidi, J., Verneau, O., Puech, S., Dubuisson, J. Y. (1999). Utility of rDNA ITS sequences in the systematics of *Teucrium* section *polium* (lamiaceae). *Plant Syst Evol.* 215: 49-70.
- Ertuğ, F. (2000). An Ethnobotanical Study in Central Anatolia (Turkey). *Econ. Bot.* 54(2): 155-182.
- Ertuğ, F. (2004). Bodrum Yöresinde Halk Tıbbında Yararlanılan Bitkiler. Şu eserde: Başer, K.H.C., Kırmıner, N. (edlr.). *14. Bitkisel İlaç Hammaddesi Toplantısı, Bildiriler*. Eskişehir.
- Ertuğ, F., Tümen, G., Çelik, A., Dirmenci, T. (2004). Türkiye Bilimler Akademisi-TÜKSEK Buldan (Denizli) etnobotanik alan araştırma raporu 2003 yılı çalışması. *Türkiye Bilimleri Akademisi Kültür Envanteri Dergisi* 2: 187-218.
- Ezer, N., Avcı, K. (2004). Çerkeş (Çankırı) Yöresinde Kullanılan Halk İlaçları. *Hacettepe Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi* 24(2): 67-80.
- Feinbrun-Dothan, N. (1970). Flora Palaestina, Part three. *Israel Acad Sci Hum.* 3: 101-6.
- Fleming, T. (2000). *PDR for Herbal Medicines*. Medical Economics Co., CRC Press, Montvale.
- Fujita, T., Sezik, E., Tabata, M., Ilada, E. Y. E., Honda, G., Takeda, Y., Regions, S. E. A. (1995). Traditional medicine in Turkey VII. Folk medicine in middle and west Black Sea regions. *Economic Botany* 49(4): 406-422.

- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T. (edlr.) (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.
- Hayta, Ş., Polat, R., Selvi, S. (2014). Traditional uses of medicinal plants in Elazığ (Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 154: 613-623.
- İpek, H. O. (2018). *Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Herbaryum'undaki (Ank) Salvia (Lamiaceae) Cinsinin Revizyonu*. (Yüksek lisans tezi), Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç M. (2019). *Artuklu (Mardin) Yöresinde Yetişen Bitkiler Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma*. (Doktora tezi), Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa.
- Kılıç, M., Yıldız, K., Mungan-Kılıç, F. (2020). Traditional Uses of Medicinal Plants in Artuklu, Turkey. *Human Ecology* 48: 619-632. <https://doi.org/10.1007/s10745-020-00180-2>
- Kılıç, M., Yıldız, K., Mungan-Kılıç, F. (2021). Traditional uses of wild plants in Mardin central district and attached villages (Turkey). *Indian Journal of Traditional Knowledge* 20: 784-798. <https://doi:10.56042/ijtk.v20i3.31160>
- Kırkık, D., Sancak, N. P., Alragabi, J. M. M. (2020). Türkiye'de yetişen *Teucrium polium* L. bitkisinin HepG2 hücre hattı üzerindeki etkisi. *J Med Palliat Care* 1(3): 49-52.
- Kokkini, S., Karousou, R., Hanlidou, E. (2003). Herbs of the Labiatae, Cabarello, B., Trugo, L., Finglas, P. (eds), *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition* (Second Edition), pp. 3082-3090, Academic Press, Amsterdam.
- Mamadaliyeva, N., Akramov, D., Böhmendorfer, S., Azimova, S., Rosenau, T. (2020). Extractives and biological activities of Lamiaceae species growing in Uzbekistan. *Holzforschung*, 74(2), 96-115. <https://doi.org/10.1515/hf-2018-0296>

- Mükemre, M., Behçet, L., Çakılcıoğlu, U. (2015). Ethnobotanical study on medicinal plants in villages of Çatak (Van-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 166: 361-374.
- Özdemir, E., Alpınar, K. (2015). An ethnobotanical survey of medicinal plants in western part of central Taurus Mountains: Aladaglar (Nigde-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 166: 53-65. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.02.052>
- Özer, Z., Kılıç, T., Çarıkçı, S., Yılmaz, H. (2018). Investigation of phenolic compounds and antioxidant activity of *Teucrium polium* L. decoction and infusion. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20(1), 212-218.
- Parsaee, H., Shafiee-Nick, R. (2006). Anti-Spasmodic and Anti-Nociceptive Effects of *Teucrium polium* Aqueous Extract. *Iranian Biomedical Journal* 10(3): 145-149.
- Piozzi, F., Bruno, M., Rosselli, S., Maggio, A. (2005). Advances on the chemistry of furano-diterpenoids from *Teucrium* genus. *Heterocycles* 65: 1221-34.
- Polat, R., Çakılcıoğlu, U., Satıl, F. (2013). Traditional uses of medicinal plants of Solhan (Bingöl-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology* 48: 951-963.
- Sağlam, A. C., Özdemir, G., Çinkılıç, L. (2015). TR21 Trakya Bölgesi Tarımsal Üretiminde Yer Alabilecek Tıbbi-Aromatik Bitkiler. *TR21 Trakya Bölgesi Tarımsal Üretiminde Yer Alabilecek Tıbbi-Aromatik Bitkiler ve Süs Bitkileri*, s. 21-54, Trakya Kalkınma Ajansı, Trakya.
- Sarı, O.A., Oğuz, B., Bilgiç, A., Tort, N., Güvensen, A., Şenol, G. S. (2006). Batı Anadolu'da Halk İlacı Olarak Kullanılan Lamiaceae Türleri. *Anadolu, Journal of AARI*. 16(2): 50-67.
- Seçmen, Ö., Gemici, Y., Görk, G., Bekat, L., Leblebici, E. (2011). Lamiaceae. *Tohumlu Bitkiler Sistematiği*. Ege Üniversitesi Yayınları, Baskı 6, s. 276-277, İzmir.

- Sezik, E., Zor, M., Yesilada, E. (1992). Traditional Medicine in Turkey II. Folk Medicine in Kastamonu. *International Journal of Pharmacognosy* 30(3): 233-239. <https://doi.org/10.3109/13880209209054005>
- Sezik, E., Honda, G., Yeşilada, E., Takeda, Y., Tanaka, T., Takaishi, Y. (2002). Traditional medicine in Turkey X. Folk medicine in Central Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology* 75: 95-115. [https://doi.org/10.1016/s0378-8741\(00\)00398](https://doi.org/10.1016/s0378-8741(00)00398)
- Sharrock, S., Oldfield, S., Wilson, O. (2014). *Plant Conservation Report 2014: A review of progress in implementation of the Global Strategy for Plant Conservation 2011-2020*. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada and Botanic Gardens Conservation International. Technical Series No. 81, p. 56, Richmond, UK.
- Suleiman, M.S., Abdul-Ghani, A.S., Al-Khalil, S., Amin, R. (1988). Effect of *Teucrium polium* boiled leaf extract on intestinal motility and blood pressure. *J Ethnopharmacol.* 22: 111-6.
- Şahin-Fidan, E. (2018). *Tek Tek Dağları Eteklerindeki Bazı Köylerde Etnobotanik Çalışma*. (Yüksek lisans tezi), Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Tabata, M., Sezik, E., Honda, G., Yeşilada, E., Fukui, H., Goto, K., Ikeshiro, Y. (1994). Traditional Medicine in Turkey III. Folk Medicine in East Anatolia, Van and Bitlis Provinces. *International Journal of Pharmacognosy* 32(1): 3-12. <https://doi.org/10.3109/13880209409082966>
- Tanker, N., Koyuncu, M., Coşkun, M. (2007). *Farmasötik Botanik Ders Kitabı*, Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Tapeh, N.G., Bernousi, I., Moghadam, A. F., Mandoulakani, B. A. (2018). Genetic diversity and structure of Iranian *Teucrium* (*Teucrium polium* L.) populations assessed by ISSR markers. *J. Agr Sci Tech.* 20: 333-45.

- Tarım ve Orman Bakanlığı. (2021). *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sektör Politika Belgesi 2020-2024*. TAGEM, Arge-İnovasyon, Ankara.
- Tunçtürk, R., Tunçtürk, M., Eryiğit, T. (2019). Van Florasında Yayılış Gösteren *Teucrium* Cinsine Ait Bazı Türlerin Kimyasal İçerikleri. *KSÜ Tar Doğa Derg.* 22(1): 138-142, DOI: 10.18016/ksutarimdog.vi.440882.
- Yesilada, E., Honda, G., Sezik, E., Tabata, M., Goto, K., Ikeshiro, Y. (1993). Traditional Medicine in Turkey .4. Folk Medicine in the Mediterranean Subdivision. *Journal of Ethnopharmacology* 39(1): 31-38.
- Yeşilada, E., Sezik, E., Honda, G., Takaishi, Y., Takeda, Y., Tanaka, T. (1999). Traditional medicine in Turkey IX: Folk medicine in north-west Anatolia. *Journal of Ethnopharmacology* 64(3): 195-210. [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(98\)00133-0](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(98)00133-0)
- Yılmaz M. (2022). *Tillo (Siirt) Ve Çevresinin Etnobotanik Özellikleri*. (Yüksek lisans tezi), Siirt Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Siirt.

BÖLÜM 7

TARIMSAL ÜRETİMDE ORGANİK ATIKLARIN KULLANIMI

Doç. Dr. Erol ORAL¹, Dr. Öğr. Üyesi Fevzi ALTUNER²,
Arş. Gör. Dr. Burak ÖZDEMİR³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428300>

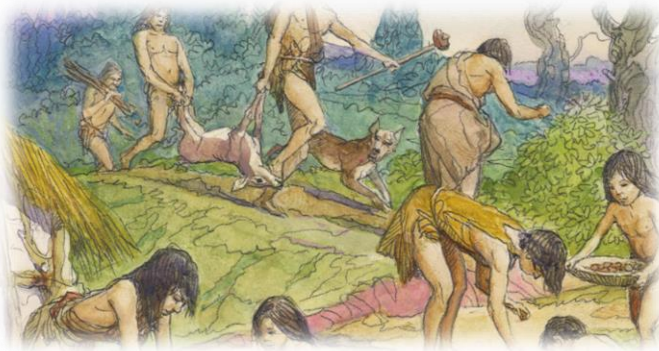
¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. eroloral@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9413-1092

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Gevaş MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Van, Türkiye. Fevzialtuner@yyu.edu.tr, Orcid ID:0000-0002-2386-2450

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. bozdemir@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7766-4919

1.GİRİŞ

İnsanlığın başlangıcından günümüze kadar hayatın idamesi ve devamı için gıda tüketimi hızla artmıştır. Tarımsal dönüşüm ya da neolitik devrim avcılık ve toplayıcılıktan sonra ivme kazanan bir sürece dönüşmüştür (Resim 1). İnsanlık göçebe hayatı bırakarak yerleşik hayata geçmiş ve büyük koloniler ile topluluklar oluşturmaya başlamıştır. İnsanlık tarihinin 2.5 milyon yıl olduğu var sayıldığında bu dönüşüm çevreyi büyük oranda değiştirmiştir. Bitkilerin ıslahı hayvanların evcilleştirilmesi altı Güney ve Batı Asya, Kuzey ve Orta Afrika ile Orta Amerika'nın farklı coğrafyada birbirinden farklı ve kendine özel bir gelişim göstermiştir (Anonim, 2023). Neolitik dönem küçük ve göçer avcı-toplayıcı gruplar, köy ve kasabalar kuran yerleşik topluluklara dönüşümleri gıda üretiminden çok daha fazlasını ifade etmektedir. İnsanlık, mevcut besin kaynaklarından faydalanırken bunlar üzerinde hâkimiyet ve tasarruf hakkına sahip olmuş ve bu mutlak hâkimiyet artan bilgi birikimi, gelişen teknoloji ile tüketilebileceğinden fazla gıda maddesi üretimine (toplumsal artı ürün) olanak sağlamıştır (Anonim, 2023). Günümüzde kaynakların adil dağıtımını noktasında yaşanan yarış yeryüzünde nüfusun bir kısmının yetersiz beslenmesine, açlık sınırında yaşamasına neden olmuştur. Dünya nüfusunun geriye kalan kısmında ise müthiş bir gıda israfı ve evsel atıkların neden olduğu çevre kirliliği meydana gelmiştir.



Resim 1: İlk insanlarda avcılık ve toplayıcılık dönemi

Kaynak: Anonim, 2023a.

Dünya genelinde BM çevre ajansının (UNEP) WRAP isimli STK ile yaptığı araştırmada göre 931 milyon metrik ton (1.03 milyar ton) gıda atığı israf edilmektedir. Bu rapora göre tüketilen gıdaların %20 'si mağazalar, restoranlar ve evsel atık olarak doğrudan çöpe atılmaktadır (UNEP, 2021). Bu raporda tüm gıda maddelerinin 1/3'ü çiftliklerde veya tedarik zinciri içerisinde soframıza gelmeden kaybolduğunu gösteriyor. BM raporlarına göre atıkların %61 'i evlerden, %26 'sı gıda hizmet sektöründe ve %13'ü ise perakendecilerin ellerinde kaybolduğu görülmüştür. Raporda gıda israf indeksinin sadece gelişmiş ülkeler değil aynı zamanda yoksul ülkelerde de benzer şekilde yüksek olduğu tespit edilmiştir (UNEP, 2021).

Gıda israf indeksine bakıldığında Avrupa'da yılda yaklaşık 88 milyon/ton gıda artığının üretildiği görülmektedir. Bu miktar kişi başına yaklaşık 174 kg atık miktarına denk geldiği görülmüştür. Nüfus göz önüne alındığında 143 milyar Euro'ya ya da 170 milyon ton karbondioksit salınımına eşit geliyor (UNEP, 2021). Küresel boyuttaki kayıpların ise 1 trilyon dolar civarında olduğu tahmin edilmektedir.

Gıda israfı ve kayıplarında meydana zararın ekonomik boyutlarının yanı sıra uluslararası ölçekte atık yönetim sistemleri üzerinde büyük bir baskı unsuru oluşmaya başlamıştır. Çevre kirliliği, biyoçeşitlilikte azalma ve gıda güvensizliği gibi sorunların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Gıda ürünlerinin üretimi, taşınması, muhafazası ve tüketiciye arz aşamalarında kayıplar sonrası bu atıkların gelişi güzel bırakılması önemli çevresel sorunları doğurmuştur (Resim 2).



Resim 2: Evsel atıklar
Kaynak: Anonim, 2013.

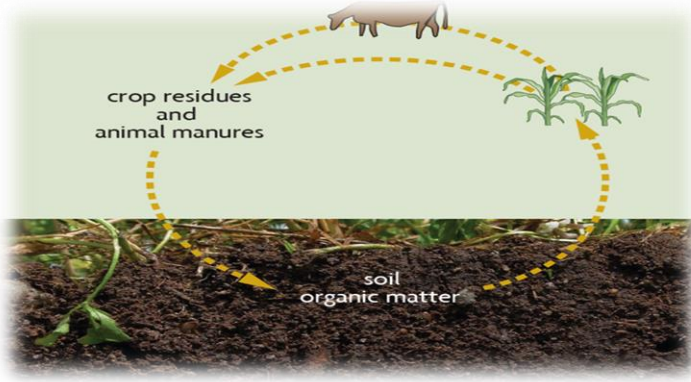
Bu atık maddelerin çöpe atılarak israf edilmemesi ve çevresel sorunlara yol açmadan toprağa karıştırılarak gübre olarak değerlendirilmesi mümkündür. Diğer bir ifade ile bitkisel ve hayvansal üretim sonrası ortaya çıkan atıkların organik madde; kompost ve solucan gübresine dönüştürülerek ekonomiye kazandırılması mümkündür. Bu amaçla ulusal veya uluslararası ölçekte yürütülen çeşitli projelerin sayısı (Ör: Sıfır Atık Projesi, Gıdanı Korumak, Sofrana Sahip Çık) arttırılmalıdır.

2.ORGANİK MADDE

Sağlıklı bir toprakta sağlıklı ürünler üretmede organik madde önemli bir yapı taşıdır. Bitkisel üretimde toprak organik maddesinin korunması ve devamı için özel bir çaba gereklidir. Sürdürülebilir bir üretim için toprak besin döngüsünün devamlılığı sağlanmalıdır. Bitkiler ihtiyaçları olan besin maddelerini organik madde ve mineraller olmak üzere iki temel kaynaktan sağlarlar. Organik madde kapsamında hidrojen, oksijen ve karbon bileşikleri ihtiva etmektedir. Karbonhidrat, yağ ve proteinler gibi organik maddeler monomerler ile polimerlerden meydana gelir. Temel element olarak yapılarında karbon, hidrojen ve oksijen bulunur. Bu maddelerin bitkisel üretim açısından büyük bir öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır. Dolayısıyla her üretim sonrası topraktan kaybolan bitki ve hayvan artığı organik madde miktarının

azalmasına neden olur. Bitkisel üretimde bu materyalin yeniden toprağa kazandırılması tarımsal sürdürülebilirlik açısından önem arz etmektedir (Resim 3).

Tarımsal organik atıklar; meyve, sebze, et, kümes hayvanları, süt ve süt ürünlerine ait mamullerin yetiştirilmesi ve işlenmesi sonucu ortaya çıkan kirleticilerdir. Ayrıca insana faydalı olan ancak ticari değeri olmayan tarımsal ürünlerde bu kapsamda değerlendirilmesi mümkün görülmektedir. Çiftliklerde hayvan dışkıları (idrara ve dışkı) hasat harman artıkları, çürümüş sebze ve meyve artıkları değerlendirilebilir (Smith ve ark., 2001).



Resim 3: Organik madde döngüsü

Kaynak: Anonim, 2021a.

Organik atıkların çevreye olan olumsuz etkilerini azaltacak ve aynı zamanda toprak verimliliğinin korunarak üretimin devamlılığını sağlayacaktır (Amundson et al., 2015). Toprak organik maddesinin kaybolması iklim değişikliğinin bir sonucudur (Adewopo ve ark. 2014; Amundson ve ark. 2015). Toprakta organik madde miktarı fiziksel ve kimyasal bazı reaksiyonlar üzerine etkilidir. Organik maddenin artması toprakta su ve besin maddesi tutma oranının iyileşmesi üzerine doğrudan etkilidir (Baveye, 2015). Toprakta su tutma kapasitesi üzerinde organik maddenin büyük etkisi bulunmaktadır (Sposito, 2013). Bu bakımdan değerlendirildiğinde toprak organik madde bilançosunun büyük öneme sahip olduğu görülmektedir. Günümüzde çevrenin korunması ve

toprağın organik maddesini korumak için gıda atıklarından yapılan kompost, solucan gübresi ile biyokömür gibi organik materyalin önemi dahada artmıştır.

2.1.Kompost ve Kompostlama

2.1.1. Tarihçesi

Bu kavramın ortaya ilk çıkışı, şehirleşme ve buna paralel olarak artan evsel atıkların sorun olmaya başlaması ile araştırmacılar tarafından ele alınarak çeşitli tekniklerin geliştirilmesine dayanmaktadır. Kırsalda başlayıp kentlerde gelişimini devam eden bu döngünün aslında yeni bir süreç olmadığı anlaşılmıştır.

Eski tarihi kalıntılarda buna benzer ifadelerin yanı sıra Roma İmparatorluğu döneminde çürüyen maddelerin toprağa kazandırıldığı bilinmektedir. Arap toplumunda bazı hayvansal atıkların (kemik, yün vb) odun külü ile kireç karıştırılarak gübre olarak kullanıldığı bildirilmektedir. Çin ve Hindistan gibi ülkelerde yüzlerce yıl öncesinde bitkisel atıkların benzer şekilde kullanıldığı dikkat çekmektedir. Bu sürecin günümüze kadar gelişmesinde sanayii kuruluşları ve gıda işletmelerinin katkısı çok büyük olmuştur (Rodriguez 1999).

Tarımsal üretim açısından devrim sayılan ve 1860 yıllarında Justus Liebig tarafından bulunan yapay gübre bu konuda bir milat olmuştur. Kompost ile oluşan humusun bitkilerin ihtiyacı olan besin elementlerinin alınımında, dolaylı bir yol olması fikri ağırlık kazanmıştır. Ancak sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda hidroponik yöntemlerin yanında yapay gübre ile yetiştirilen bitkilerde çoğalma kabiliyetlerinin azalması, bitki hastalık ve zararlılarının artması, verim kaybı, pestisit kullanımı sonucunda ortaya çıkan çevre kirliliği kompost ve kompostlamanın önemini yeniden arttırmıştır (Erdin,1981).

Günümüzde ilk modern kompost çalışmaları 1905-1934 yılları arasında Sir Albert Howard tarafından Hindistan'da yapılmıştır. Bu bilimsel çalışmamalar sonucunda yaşadığı şehrin ismini alan İndore Metodunu geliştirdi. İkinci dünya savaşı sonrasında bu tarz bilimsel

çalışmalar ivme kazandı. Bu çalışmalardan bazıları plastik malzeme ve plastik ürünleri, mikroorganizmaların saldırısından koruyan katkı maddeleri “biyo stabilize ediciler” olarak bilinmektedirler (Kayar, 2015). Bir diğer yöntem ise parçalanarak küçültülen çöplerin arıtma çamuru ile karıştırılması sonucunda elde edilen briket presleme metodudur (Rodriguez 1999).

Ülkemizde ev, işyeri ve sanayii kaynaklı birtakım atıkların mikroorganizma aktivitesi sonucu organik materyale dönüştürülmesi şeklinde bir gelişim göstermiştir. Bu materyale atık su tesislerinden elde edilen arıtma çamuru ve bazı ayrıştırıcıyı hızlandıran katkı maddeleri ilave edilmiştir. Ülkemizde 1988 yılında İzmir’de kurulu tesis bu mantıkla çalışmaya başlamıştır. Mersin ilinde 1970 yılında statik sistemle çalışan bir diğer sistem ise atıkların azot ve karbon bileşenlerine ayrılmasında mikroorganizma aktivitesi büyük öneme sahiptir. Bu mikroorganizmalardan beklenen faydanın maksimum düzeyde olması ancak yaşam ortamlarının optimal düzeyde tutulmasına bağlıdır (Erdin, 1992).

2.1.2. Kompost ve kompostlama

Bitkisel ve hayvansal atıkların nemli-oksijenli ortamda bozularak dönüştüğü organik gübreye “kompost” bu süreçte mikroorganizmaların ortamdaki oksijeni kullanarak atıklar içerisindeki organik maddeleri parçalamasına “kompostlama” denir. Bu olayın meydana gelebilmesi için çöp kütle içinde %45-60 oranında bir nem içeriğinin olması gerekmektedir (Alyanak ve Filibeli, 1986).

Kompostlama esnasında organizma aktivitesine bağlı olarak ortaya çıkan kızılaşma sonrası organik maddenin yüksek sıcaklık seven mikroorganizmalar tarafından çürütülmesi yöntemi olarak bilinmektedir. Bu yapı bitki besin maddelerince zengin olduğu gibi sağlık yönünden zararsız ve humus görünümünde son üründür (Erdin, 1992).

Kompostlama doğadan alınanın gübre olarak tekrar doğaya iadesi anlamına gelmektedir. Bu tarz yaklaşımlar çevre üzerine olan baskının azaltılarak daha çevre dostu üretim modellerinin benimsenmesine

yardımcı olacaktır. Kompostlama esnasında burada görev yapan organizmalar oksijeni kullanarak organik maddenin parçalanmasına ve CO₂ ve H₂O açığa çıkararak ortamın ısınmasına neden olmaktadır. Bu ısı artışına paralel olarak zararlı organizmaların sayısında düşüşler olmaktadır (Erdin,1992).

Kompostlamada meydana gelen karışımın tam stabil durumda tutulmasından ziyade daha kararlı hale gelmesi önem arz etmektedir. Organik maddenin tamamının ayrışması istenilmeyen bir durumdur. Çünkü sonraki aşamalarda toprakta bir organik madde kaynağının olması istenmektedir. Kompostlamada görevli organizmaların çoğalması ve yayılması için mutlaka gerekli miktarda nem ve havanın olması gerekmektedir. Kompostlamada ilk aşamada bakteriler çoğunlukta iken artan popülasyon miktarına bağlı olarak sıcaklık, karbondioksit ve su buharı artmaya başlar. Materyal içerisinde ısı artışı kaybından fazla ise ortam sıcaklığı artarak bazı hassas organizmaların ölmesine dayanıklı olanların ise artmasına neden olur (Erdin, 1981). Ortam sıcaklığının artmasına bağlı olarak ilk aşamada mezofilik bakteriler, aktinomisetler, mayalar ve mantarlar ile birlikte yağları, proteinleri ve karbonhidratları ayrıştırır. Bu ayrışma sürecinde oluşan ürünlerden protozoalar, bakteri ve mantarlar beslenir. Ortamdaki sıcaklık 30 °C geldiğinde bakteriler, nematodlar, protozoalar ve küf mantarları aktif rol alır. Sıcaklığın 30-40 °C olduğu bir evrede aktinomisetlerin popülasyonu artarak ortama hâkim olmaya başlarlar.



Resim4: Evsel atıklardan oluşan organik materyalin kullanarak kompost hazırlama

Kaynak: Anonim, 2023b.

Tablo.1. Mikrobiyal ayrıştırmada sıcaklık bölgeleri

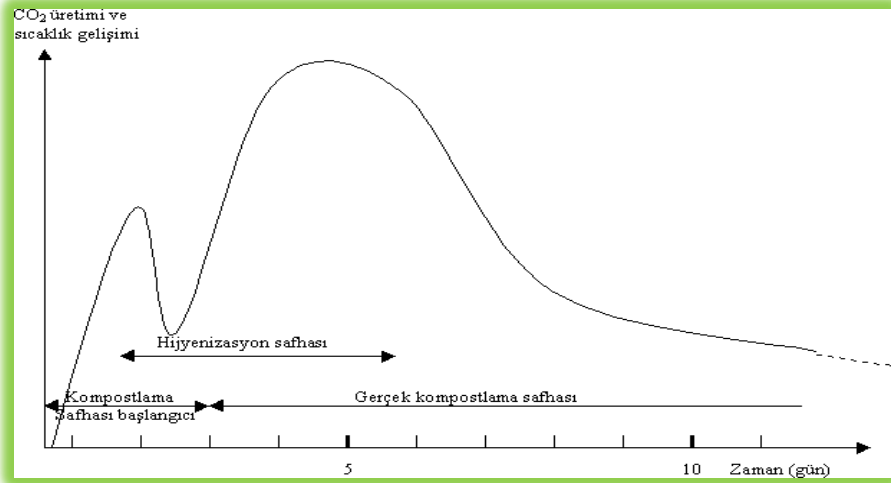
Sıcaklık Bölgeleri	Mikroorganizma Türleri	Ayrışma Bölgesi	Hijyenik Nitelik Sınıfı
45 °C	Mezofil Organizmalar	Oligoterm (Soğuk Ayrışma)	Tam Virulans
45-55 °C	Mezofilden Termofil Organizmalara Geçiş	B - Mezoterm	Biyokimyasal Dezenfeksiyon
55-65 °C	Termofil Organizmalar	Mezoterm	Biyofiziksel Dezenfeksiyon
65-80 °C	Termofil Organizmaların Harmonileşmesi	Politerm (Sıcak Ayrışma)	Termik Dezenfeksiyon

Kaynak: Erdin,1981.

Bunlar humuslaştırıcı organizmalar olup, humik asit üretimi yaparak kil-humus komplekslerinin oluşumunu hızlandırarak toprak kokusuna benzer bir koku yayılmasına neden olur. Ayrıca bu organizmalar antibiyotik etkiye sahip maddeler üreterek zararlı patojenlerin yok olmasına neden olur. Yığın içerisinde sıcaklık 40-50 °C ulaştığında kompostlaşmayı başlatan organizmaların yerini daha yüksek sıcaklıklara dayanıklı termofilik bakteriler almaya başlar. Bu bakteriler ihtiyacı olan besin maddelerinin tamamını tükettikten sonra ısı üretimleri duracağından kompost soğumaya başlar. Kompost içerisinde ölmüş organizmaların dışında mantar ve aktinomisetler neşvü-nema bulur (Anonim 1995).

Kompost oluşumunun son aşamasında solucan ve böcek larvaları görülmeye başlar. Bu bakımdan kompost oluşumunu; a-İlk mezofilik, b-Termofilik, c-Soğuma evresi olmak üzere 3 farklı evreden oluşmaktadır.

Tüm bu evreler sonunda humusa benzeyen organik bir yapı ortaya çıkmaktadır. Bitki tohumları için sorun teşkil eden amonyak soğutma evresinde tamamen ortamda tükenmektedir. Şekil 1’de görüldüğü gibi kompost oluşma safhasında CO₂ ve sıcaklığın zamana bağlı olarak değişim grafiği verilmiştir.



Şekil 1: Kompost oluşumunda CO₂ ve sıcaklık gelişimi grafiği

Kaynak: Valdmaa, 1973.

Kompostlama diğer bir ifade ile doğal organik atıkların toprakta bulunan omurgasız canlılar veya organizmaların faaliyetleri sonrasında humusa dönüşüm şeklinde olan dekompozisyon işlemine verilen isimdir. Doğada bu olay uygun şartların sağlandığı durumlarda milyonlarca yıldır devam etmektedir.

Kompostun oluşum süreçleri ayırma, öğütme, fermantasyon ve olgunlaşma için depolama aşamalarından oluşmaktadır. Bu sürecin başarısı organik maddenin yanında bu işte görev alacak mikroorganizma türlerine bağlıdır. Farklı organizmaların anaerobik ve aerobik şartlarda organik maddeyi parçalama süreleri ve ortamları farklılık arz etmektedir. Bu şartların sağlanmadığı durumlarda sağlıklı bir kompost eldesi mümkün olmayabilir.

Günümüze kadar yürütülen çalışmalarda çevre üzerine en faydalı ve en kaliteli kompostun bakteri, mantar, aktinomisetlerin ortak çalışması sonucunda organik maddenin parçalanarak humusa dönüştürülmesi olduğu tespit edilmiştir. Bu amaçla kompost yapılacak materyal karıştırılarak (dinamik sistem) veya aktararak (statik sistem) iyi bir humus elde edilebilir (Erdin, 1981).

Organik katı atıkların biyokimyasal yolla ayrışarak ortaya çıktığı materyal toprak ıslahında oldukça önemli bir yere sahiptir. Tarımsal üretim yapan küçük ev işletmelerinde atıkların bu yolla değerlendirilmesi oldukça basit ve kolay bir yöntemdir (Şekil 2).



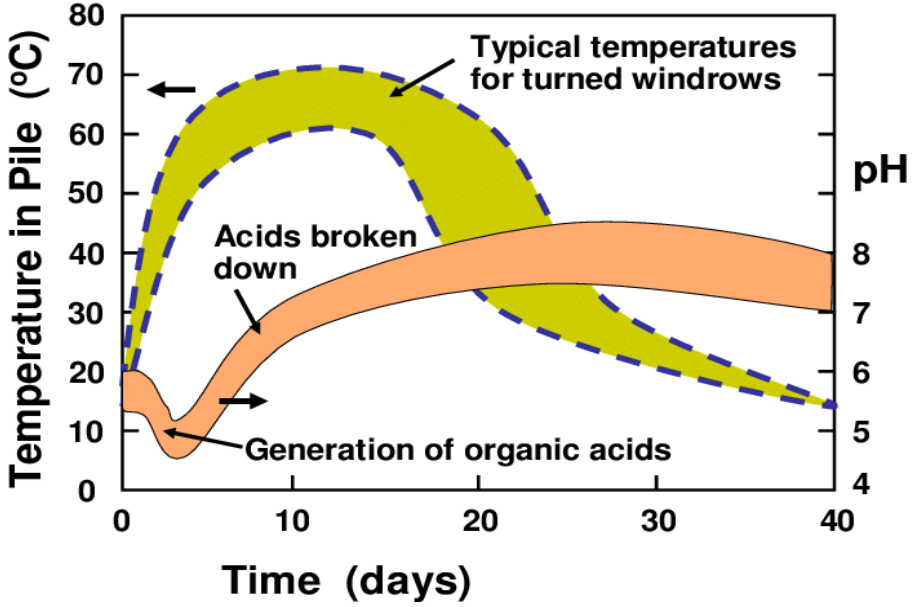
Şekil 2. Kompost oluşum şeması

Kaynak: Anonim, 2023b.

2.1.3. Kompostlamaya etki eden faktörler

Kompost yapımı üzerine etkili olan faktörler;

- a- Atığın çıktığı döneme bağlı olarak organik madde durumu ve strüktürü etkili olmaktadır. Yaz aylarında elde edilen atık maddeler kompostlamaya daha elverişlidir.
- b- Atık içerisinde organizmaların aktivitelerini sekteye uğratabilecek kimyasallar içermemelidir. Materyaldeki ideal C/N 35-20/1 arasında olmalıdır.
- c- Atık materyal içerisinde faaliyet gösterecek mikroorganizmalar için yeterince besin maddesi bulunmalıdır. Kompost yığını iyi havalandırılmalı ve nem oranı %40-60 arasında olmalıdır. Materyaldeki pH'sı 6-8 arasında ve uygun sıcaklık olarak 60 °C derecenin altındaki sıcaklıklar istenmektedir. (Şekil 3).



Şekil 3. Kompost oluşumunda sıcaklık ve pH değişimi

Kaynak: Hube et al., 2010.

d- Mikroorganizma sayısı ve çeşidi parçalanma üzerine etkilidir.

e- Atık maddelerin parçalandıktan sonra humus oluşumunu hızlandıracak şlam vb. maddelerin ilave edilmesi kompost oluşumunu artıracaktır (Yalvaç, 1981).

Kompost oluşumunun süresine, hızına ve kalitesine etki eden çok sayıda değişkenin olduğu bilinmektedir. Bunlar içerisinde O_2 , pH, ısı, C/N oranı, su içeriği ve zararlı maddelerin partikül büyüklükleri önemli bir yere sahiptir.

Kompostlama esnasında aerobik koşullarda kötü koku oluşmaması için yeteri miktarda ortamda oksijen olmalıdır. Ayrıca aerobik mikroorganizmalar yaşamlarının idamesi için mutlak surette oksijene ihtiyaç duyar. Kompostlama sürecinde yığınların sürekli ters düz edilerek havalanma sağlanmalıdır. Anaerobik şartlarda ise bozulma yavaş ve benzer ürünler açığa çıktığı gibi kötü koku meydana gelmektedir. Oksijensiz ortamda meydana gelen süreçte yabancı ot tohumları dışında zararlı organizmalarda hayatını devam ettirmektedir.

Yığınların karıştırılması ortama hava verilmesine olanak sağlayarak olumsuz durumların ortaya çıkmasını önleyecektir.

Mikroorganizmaları etkileyen önemli bir diğer faktör ise ortamın pH dengesidir. Kompostlama faaliyeti icra eden organizmaların en aktif olduğu bir pH aralığı vardır. Bu pH aralık bakterilerde genellikle 6-8 arasında yer alır. Mantarlar ise daha fazla asittik ortamları tercih ederler. Kompostlamanın başında yığın nötre yakın bir ortama sahip olmalıdır. Sonraki aşamalarda parçalanma ile oluşan organik asitler nedeniyle 4-5 'e kadar düşebilmektedir. Termofilik bakterilerin yoğunluğuna bağlı olarak bu değer sona doğru 8.5'e kadar yükselebilmektedir. Bu nedenle kompost uygulamalarının toprakta alkalileştirmeyi tetiklediği söylenebilir.

Organizma faaliyeti sonrasında bir miktar ısı açığa çıkmaktadır. Bu açığa çıkan sıcaklık patojen organizma aktivitesinin bir göstergesi olduğu gibi aynı zamanda zararlı patojenlerin ölmesine neden olmaktadır. Sıcaklık artışı ile ortamdan kaybolan organizmaların yerini daha dayanıklı türler almaktadır. Hastalık ve koku yapan zararlı patojenlerin miktarının kompost içerisinde düşük olması her zaman istenen bir durumdur. Ancak 50 °C gibi ekstrem sıcaklıklar kompost kalitesini etkileyebilir.

Kompost oluşumunda etkili olan mikroorganizmalar enerji sağlamak için karbon, üreme ve çoğalma için de azot gibi elementlere ihtiyaç duyar. Elde edilecek kompostun besin değerinin tespitinde C/N oranı kullanılmaktadır. İyi bir kompostun C/N oranı 25-30 aralığında olmalıdır (Erdin,1981). Azot dışında diğer elementler evsel atıklarda bol miktarda bulunur. Örneğin kâğıt, gazete, karton vb. materyallerde C/N oranı çok yüksektir (Tablo 2). Azot muhtevası düşük endüstriyel atıklarda bir miktar azot ilavesi fraksiyonu dahada hızlandıracaktır.

Tablo 2. Bazı kompost materyallerindeki C / N oranları

Yüksek karbon içerikli materyal	C/N
Yapraklar	30-80:1
Saman	40-100:1
Ağaç kırıntısı ve talaş	100-500:1
Karışık kâğıt	150-200:1
Gazete veya oluklu mukavva	560:1
Yüksek Nitrojen içerikli materyal	C/N
Sebze parçaları	15-20:1
Kahve atıkları	20:1
Çim	15-25:1
Gübre	5-25:1

Kaynak: Erdi,1981.

Tüm kimyasal ve biyolojik olaylarda olduğu gibi kompostlama işleminde de bir miktar suya ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ortamda faaliyet gösteren mikroorganizmaların büyümesi ve gelişmesi için mutlak gereklidir. Organizmaların aktivitelerini devam ettirebilmeleri için mutlaka %30-40 oranında bir neme ihtiyaç vardır. Nem ve hava kompostlama esnasında ters bir ilişki içerisinde yer alır. Aşırı nemli bir ortamda tüm hava boşlukları dolu olacağından havasız ortamda anaerobik bakterilerin popülasyonunda artışlara ve kötü kokuya neden olabilmektedir. Aşırı nem çeken materyallerde bu değer yüksek (%85-90) katı atıklarda ise bu oran daha düşük tutulmalıdır.

Evsel atıklar çok çeşitli olabileceği gibi içerdikleri bileşikler içerisinde ağır metal (Hg,Cd, Cu, Zn, Pb, Cr) olarak kabul edilen toksik elementlerde içerebilir. Atıklar içerisinde kullanılmış piller, bataryalar, mürekkep, boya ve türevleri, kauçuk ve tekstil maddeleri, tıbbi atıklar ve galvanizli metal alaşımlar mikroorganizmalara toksik etkide bulunabilir. Bunların kompost yapılacak atıklar içerisinde temizlenmesi büyük önem arz etmektedir.

Katı atık yönetim sisteminde elde edilen kompostun tarımsal üretimde kullanılması için insan ve çevre sağlığına olumsuz bir etkisi olmamalıdır. Elde edilen kompostta organik madde oranının kuru maddeye

oranın minimum %30, su içeriğinin %50 ve kompostlaşmamış madde miktarının ise %2' i aşmaması gerekir.

Sonuç olarak kompostun sağladığı faydalardan bazıları;

a-Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapısında düzelme,

b-Toprakta organik maddelerin parçalanma hızını artırarak besin maddesi miktarında artma,

c-Bazı hastalık ve patojenlerin ortam sıcaklığının artmasına bağlı olarak azalması,

d-Kimyasal gübrelerin çevreye verdiği zararın kompost ile minimize edilmesi,

e-Vahşi depolama alanlarının sayısının azaltılarak çöp depolama alanlarının efektif kullanımı,

f-Kompost ile toprak yüzeyini kaplanarak bitkiler için gerekli nem kaybının azaltılması,

g-Humus oluşumunda etkili olan faydalı bakteri ve mikro-organizmaların sayısının artması,

h-Kimyasal gübrelere ödenen maliyetlerin azalması gibi bir çok önemli faydalarının olduğu görülmektedir.

2.2. Solucan Gübresi (Vermikompost)

Sebze, meyveler, hayvansal ve tarımsal atıkların solucanlara besin olarak verilmesi sonrasında belli bir sürede dışkı olarak elde edilen ürüne “Vermikompost” ya da “Solucan Gübresi” denir (Resim 5).



Resim 5: Solucan aktivitesi ve vermicompost oluşumu

Kaynak: Anonim, 2023c.

Dünyada ilk çağlardan günümüze insan beslenmesinin temel kaynağını hiç kuşkusuz tarım ve tarıma dayalı sektörler oluşturmaktadır. Dünya nüfusunun 8.5 milyar olduğu günümüzde gıda tedariki ve zincirinin sürdürülebilirliği önemli bir gerçektir. Bu amaçla doğru ve modern tekniklerin sahada uygulanması gerekmektedir. Dünya genelinde yoğun gübre ve ilaç kullanımı ile kendini gösteren “Yeşil Devrim” ve sonrasında artan üretim oldukça popüler olmuştur (Schuman ve Simpson, 1997).

Ancak çevre üzerinde olumsuz etkilerinin yanı sıra kimyasal gübre ve ilaçların bitki ve toprakta birikerek ciddi zararlara neden olduğu bilinmektedir. Bu kalıntıların kanserojen ve mutajen etkilere sahip olduğu ortaya konulmuştur (Bailer-Anderson ve Anderson, 2000). Ayrıca, toprakta meydana gelen birikim sonucu strüktür ve tekstür olumsuz yönde etkilenmektedir (Chen ve ark., 2010).

Günümüzde bu olumsuz durumu iyileştirecek birtakım önlemler alınmaya başlanılmıştır. Kimyasal gübrelerin yanında organik gübrelerin de kullanımı giderek artmaktadır. Bu organik gübrelerin başında vermikompost gelmektedir (Emperor ve Kumar, 2015).

Toprakta canlılığı artıran mikrobiyal aktivitenin varlığı direkt olarak organik madde miktarına bağlıdır. Bu organizmalar bu maddeyi parçalayarak besin ihtiyaçlarını karşılarken diğer taraftan bitkiler için faydalı olan besin maddelerinin üretimini sağlamaktadır. Ayrıca bu organik atıklar toprağa atılmadan önce faydalı organizmaların sayısı arttırılarak zararlı organizmalar minimize edilmelidir. (Pamir, 1985).

Son yıllarda vermikompost uygulamalarının daha besleyici ve sütün olduğu yürütülen çalışmalarda kanıtlanmıştır.

Solucan gübresi 1970'li yıllarda kentleşme ve paralelinde artan endüstriyelleşme ile daha fazla önem kazanmıştır. Evsel ve endüstri atıklarının artması ile birlikte bunların değerlendirilme gündeme gelmiştir. Bu araştırmalar sonucunda doğada olduğu gibi solucanların bunların tüketerek organik gübre üretimine dönüştürmesi en çevreci yaklaşım olarak kabul görmüştür. Evsel atıklar, kafe ve restoran atıkları, kâğıt ve karton mamulleri, çiftlik atıkları bu amaç için kullanılmıştır.

Solucanlar genel itibari ile toprak altında yaşarlar. Toprak altında yaşamının verdiği bir kabiliyetle genellikle burada yaşayan patojenlere karşı da önemli bir dayanıklılık mekanizmasına sahiptirler. Solucanların bağırsak sisteminde sölom denen sıvı sayesinde elde edilen gübreleri hastalıklara karşı steril ve dayanıklıdır. Ayrıca solucanların sindirim sisteminde bitkiler için faydalı sayısız mikroorganizmanın yanında bitkisel hormonlar, enzimler ve bitki besin maddeleri mevcuttur. Bu bileşenlerin varlığı elde edilen gübre sayesinde toprakta pH ve su tutma kapasitesinin dengelendiği tespit edilmiştir (Resim 6).



Resim 6: Vermikompost tesisi ve üretimi

Kaynak: Kayaalp, 2017.

2.2.1. Vermikompost yapımı ve üretim tekniği

Vermikompost oluşumunda görev alan *Eisenia andrei*, *Eisenia fetida*, *Lumbricus rubellus*, *Dendrobaena veneta*, *Perionyx excavatus* ve *Eudrilus eugeniae* görev alan solucan türleridir (Kayaalp, 2017).

Solucan gübresi üretiminde kullanılan materyalin hazırlanarak işleme tabi tutulması farklılık göstermektedir. Büyükbaş hayvan ve domuz gübresi kullanılacak ise sıvı oranı azaltılır veya saman kullanılır. Sığır gübresi (3-5 gün) domuz gübresine göre (14 gün) daha kısa sürede kullanıma hazır gelmektedir. Bu durum kompostlaşma sürecinde zararlı organizmaların yok olması için optimum şartlarda 9 gün olarak belirtilmiştir (Nair ve ark., 2006).

Tavuk, hindi, kaz, ördek, güvercin gibi kanatlı hayvanların gübrelere yüksek oranda zehir etkisi gösteren amonyak nedeniyle vermikompost üretimine uygun değildir. (Tchobanoglous ve ark., 1993).

Endüstriyel atıklar (kâğıt, şeker ve bira fabrikalarından elde edilen atıklar, arıtma çamuru, kafe, restoran ve bahçe atıkları vb) vermikompost üretiminde substrat materyal olarak kullanılmaktadır (Edwards, 1995).

Solucan gübresi elde edilmesinde en kritik aşamalardan birisi solucanlara verilecek mamanın doğru bir şekilde hazırlanması gerekmektedir (Resim 7). Organik materyalin ayrışması için belli bir nem (%40) şartlarında fermantasyona tabi tutulması gerekmektedir (Tchobanoglous ve ark., 1993).



Resim 7: Solucan maması

Kaynak: Anonim, 2023d.

Vermikompost oluşumunda bakterilerin iyi çalışabilmesi için nem oranı %55, solucanlar için ise %65-75 arasında olması istenir (Rostami ve ark., 2010). Nem oranının tespitinde cihazların yanında avuç içinde sıkılarak yapışkan ancak su çıkmıyorsa ideal kıvam olarak kabul edilir. Soğuk kanlı hayvanlar olan solucanların uygun koşullarda organik maddeyi parçalaması için optimum 15-30 °C sıcaklığa ihtiyaç duyulmaktadır (Rostami ve ark., 2010). Bu süreçte substrat materyalin C: N oranında önemlidir. Bu ortamda bulunacak yüksek orandaki amonyak solucanlar için toksik etki gösterebilir.

Büyük çapta üretim yapan işletmelerde solucanların ihtiyacı olan mama hazırlanmasında steril iş makineleri kullanılmaktadır. Yiğınların birkaç günde bir alt üst edilerek havalandırılması ve nem oranı iyi

ayarlanmalıdır. Küçük aile işletmelerinde ise bu karıştırma işi kürek ile yapılabilir.

Vermikompost yapımında etkin bir maliyet analizi ile yığın veya kapalı kutu sisteminde yapılabilmektedir (Ceritoğlu ve ark., 2019). Yığın şeklinde olan üretimler daha ekonomik olmasına rağmen sıcak havalarda buharlaşma ve nem kaynaklı besin maddesi kayıpları yaşanmaktadır (Edwards, 1995). Açık Son aşamada vermikompost materyal sterilizasyon aşamasından geçirildikten sonra paketleme tesisine gönderilmektedir. Böyle bir imkân yok ise steril ve temiz bir ortamda muhafaza edilmesi gerekmektedir.

SONUÇ

Tarımsal üretimde sürdürülebilirliği sağlamanın en temel yollarından biri çevreyi kirletmeden doğrudan ve dolaylı katkı sunabilmektir. Bitkisel üretimde kullanılan kimyasal girdilerin azaltılarak yerlerine ikame edilebilecek toprak organik maddesini artıracak ve yapısını iyileştirecek metotların geliştirilmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla organik materyalin kompost ve vermikompost şeklinde toprağa kazandırılması teşvik edilmelidir. Bu materyaller toprağa organik madde dışında bitki besin elementleri, hormonlar, enzimler ve humik maddeler kazandırmaktadır. Bu amaçla gerekli alt yapı yatırımlarının yanı sıra, üreticilerin ilgisini çekebilecek ve farkındalık yaratacak çalışmaların yapılması gerekmektedir. Böylelikle, hem yerli ve milli ekonominin canlanması hem de çevrenin korunması sağlanacaktır.

KAYNAKÇA

- Adewopo, J.B., Van Zomeren, C., Bhomia, R. K., Almaraz, M., Bacon, A.R., Eggleston, E., Judy, J. D., Lewis, R. W., Lusk, M., Miller, B., Moorbeg, C., Snyder, E. H., Tiedeman, M. (2014). Top-ranked priority research questions for soil science in the 21 century. *Soil Science Society of America Journal* 78(2):337– 347. doi:10.2136/sssaj2013.07.0291.
- Alyanak, İ., Filibeli, A. (1987). *Tavuk Çiftliği Atıklarının Çevre Etkileri Önlenmesi ve Yararlı Hale Getirilmesi Alternatifleri*, Uluslararası Çevre'87 Sempozyumu, Bildiriler, İstanbul, 79-93.
- Amundson, R., Berhe, A.A, Hopmans, J.W., Olson, C., Sztein, A. E., Sparks, D. L. (2015). Soil and human security in the 21st century. *Science*, 348 (6235):647–653. doi:10.1126/science.1261071.
- Anonim,(2013).<https://edition.cnn.com/2013/01/10/world/world-food>. Erişim tarihi:15.10.2023.
- Anonim, (2021a). <https://www.sare.org/publications/building-soils-for-better-crops/what-is-organic-matter-and-why-is-it-so-important/>. Erişim tarihi: 17.10.2023.
- Anonim, (2021b). <https://www.gardenandgreenhouse.net/articles/november-december-2009/making-compost-basic-tool-organic-cultivation/> Erişim tarihi: 15.12.2023.
- Anonim,(2021c).<https://www.tarimorman.gov.tr/ABDGM/Belgeler/Uluslararasi%20Kurulu%C5%9Flar/G%C4%B1dan%C4%B1%20Kompost.pdf> Erişim tarihi: 17.10.2023.
- Anonim,(2023a).https://tr.wikipedia.org/wiki/Tar%C4%B1m_devrimi#Hipootezler Erişim tarihi: 11.10.2023.
- Anonim, (2023b). <https://haliccevre.com/kompost/> Erişim tarihi: 11.10.2023.

- Anonim, (2023c) <https://www.marthastewart.com/331845/composting-101> Erişim tarihi: 11.10.2023.
- Anonim,(2023d).<https://www.gardeningknowhow.com/composting/vermicomposting>. Erişim tarihi: 12.10.2023.
- Baveye, P.C. (2015). Grand challenges in the research on soil processes. *Front Environ Sci* 3:1–5. doi:10.3389/fenvs.2015.00010.
- Biddlestone, A. J., Ball, D., Gray, K. R. (1931). *Composting and Urban Waste 1931 Recycling*. In: Advances in food-producing systems for arid and semi-arid lands.
- Ceritoğlu, M., Şahin, S., Erman, E. (2019). Vermikompost üretim tekniği ve üretimde kullanılan materyaller. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi Turkish Journal of Agricultural Research* 6(2): 230-236. <https://doi.org/10.21597/jist.876023>
- Chen, G., Zheng, Z., Yang, S., Fang, C., Zou, X., Luo, Y. (2010). Experimental co-digestion of corn stalk and vermicompost to improve biogas production. *Waste Management*, 30(10): 1834-1840. doi: 10.1016/j.wasman.2010.03.014
- Edwards, C. A. (1995). Commercial and environmental potential of vermi composting. *BioCycle*, 62-63. <https://www.biocycle.net/>.
- Edwards,C.A., Bohlen, P.J. (1996). Biology of earthworms. In: P.J. Bohlen and C.A. Edwards (Eds.), *Biology and ecology of earthworms*,3rd Edn., Hall, New York, pp 426.
- Emperor, G.N. Kumar, K. (2015). Microbial population and activity on vermicompost of “Eudrilus eugeniae” and “Eisenia fetida” in different concentrations of tea waste with cow dung and kitchen waste mixture. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4(10): 496-507. doi: <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2023.1201.000>.
- Erdin, E. (1981). *Atık suların sulamada kullanılması su kimyası ve teknoloji son gelişmeler semineri* 8-12 Haziran İzmir.

- Hube, M., Nazhad, M.M. Sanches. C. (2010). Composting as a way to convert cellulosic biomass and organic waste into high-value soil amendments: A review. *BioResources* 5(4), 2808-2854.
- Kayaalp, H. (2017). *Vermikompost kullanılarak sulu çözeltilerden methylene Blue boyar maddesinin gösterilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Bozok Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyosistem Mühendisliği Bölümü, Yozgat.
- Kayar, M. (2015). *Polimerik malzemelerde kullanılan bazı katkı maddeleri ve metabolitlerinin tespitinde spektroskopik ve kromatografik yöntemleri geliştirilmesi*. (Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Manassah, J. T, Briskey, E. J. (2018). *Part A*, 191-224. Academic Press, London.
- Monaco, E., Bonfante, A., Alfieri, S.M., Basile, A., Menenti, M., De Lorenzi, F. (2014). Climate change, effective water use for irrigation and adability of maize: a case study in southern Italy. *Biosyst Eng* 128:82– 99. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2014.09.001
- Nair,J.,Sekiozoic,V., Anda, M. (2006). Effect ofprecomposting on vermicompo of kitchen waste. *Bioresource Technology*, 97(16): 2091-2095.
- Pamir, M.H. (1985). *Fermantasyon Mikrobiyolojisi*. Ankara Üniversitesi Yayın Genel Yayın No: 936, Teknik Yayın No: 267, Ankara
- Rodriguez, F and Sachs, J.D. (1999). Why Do Resource-Abundant Economies Grow More Slowly?. *Journal of Economic Growth*, 4, 277-303.<http://dx.doi.org/10.1023/A:1009876618968>.
- Rostami, R., Nabaei, A., Eslami, A. (2009). Survey of optimal temperature and moisture for worms' growth and operating vermicompost production of food wastes. *Health and Environment*, 1(2): 105-112. <https://www.ijhse.ir/index.php/IJHSE/article/view/512/pdf>.

- Schuman, S.H., Simpson, W.M.(1997). A clinical historical overview of Pesti health issues. State of the Art Reviews: *Occupational Medicine*, 12(2): 203- 207.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9220481/>.
- Sposito, G. (2013). Green water and global food security. *Vadose Zone J* 12(4). doi:10.2136/vzj2013.02.0041.
- Tchobanoglous, G. Theisen, H. Vigil, S.A. (1993). Integrated Solid Waste Management, Engineering Principle and Management Issue. *Mc Graw Hill Inc*, New York.
- Valdmaa, K. (1973). Composting of Wastes. In Environmental engineering: A chemical engineering discipline. *Agriculture College of Sweden*, Uppsala.

BÖLÜM 8

BİTKİLERDE GEN TRANSFERİ

Öğr. Gör. Fatih ERDİN¹, Doç. Dr. Haluk KULAZ², Dr. İshak BARAN³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428306>

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Van, Türkiye. fatiherdin@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1338-5582

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. halukkulaz@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-3044-5046

³ Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye. ishakbrn571@gmail.com.tr, Orcid ID: 0000-0002-6299-8043

1. GİRİŞ

Sanayileşmenin arttığı, kırsaldan kentlere göçün fazla olduğu, tarımsal iş gücü ile tarım alanlarının azalması ve geleneksel ıslah yöntemleriyle elde edilen ürünler hızla artan dünya nüfusunun beslenmesini karşılayamamaktadır. (Güngör ve Demiryürek, 2021) Bitkilerden elde edilecek verimi sınırlayan birçok faktör olduğundan, ıslahçılar bu verimi sınırlayan faktörlerin olumsuz etkilerini geleneksel ıslah yöntemleri ile kaldırmak veya azaltmak için uzun yıllar süren çalışmalar yapmaktadırlar. Fakat bu çalışmalar neticesinde elde edilen verim artışı artan nüfusun beslenme ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kalmaktadır. Bundan dolayı yeni teknoloji kullanımı ıslah çalışmalarında gündeme gelmiştir (Safitri ve ark., 2016).

Uygulanmaya başlanan gen teknolojisi ile, evrimsel olarak yakın olmayan bitkilerin, virüslerin, bakterilerin, fungusların ve bunlardan başka hatta hayvanların da genlerini anaç bitkilere aktarmak mümkün olmuştur (Rivera ve ark., 2012). Tüm bunlar neticesinde yeni kavramlar ortaya çıkmış olup bu kavramlar, bir organizmadan diğer bir organizmaya gen veya genlerin aktarılması olan "Gen Transferi", gen transferi neticesinde meydana gelen yeni organizmalar ise "Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)" ve "Transgenik bitki" kavramlarıdır. Mısır, tütün, pirinç, domates, buğday, darı, üzüm, kereviz, krizantem ve petunya gibi gen aktarımlı bitkiler 1980'lerden itibaren elde edilmiştir (Rivera ve ark., 2012).

2. BİTKİLERE GEN TRANSFERİ

DNA'nın yapısına genetik mühendisliği teknikleri kullanılarak belirli uzunlukta gen dizilerinin yani transgenin aktarılması işlemi gen transferi olup bu aktarım ile değiştirilen bitkiler ise transgenik bitkilerdir. Gen transferinde amaç oluşturulan transgenik bitkinin mümkün olduğu kadar verimli ve faydalı hale getirilmesidir. Bu sayede transgenik bitkilerin daha kaliteli ve verimli, raf ömrü daha uzun, zararlılara ve hastalıklara karşı dirençli, sıcağa, soğuğa ve kuraklığa karşı dayanıklı,

çeşitli abiyotik ve biyotik streslere karşı dayanıklı olması gibi birçok avantaja sahiptir (Jhansi Rani ve Usha, 2013)

Dünya’da 1986 yılında tütün bitkisinde ilk olarak genetiği değiştirilmiş (GD) bitkilerin saha denemeleri başlamış olup, öncesinde ABD, Kanada, Fransa ve İngiltere’de yoğunlaşırken sonrasında Arjantin, Meksika gibi gelişmekte olan ülkeleri de kapsayarak yaygınlaşmıştır. İlk ticari olarak bilinen transgenik bitki 1995 yılında pazara sürülen, uzun raf ömürlü ve “*Flavr Savr*” adı ile anılan domatestir. Daha sonraki yıllarda dünyada gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde hızla gelişen teknoloji sayesinde domatesten sonra, gen aktarılmış mısır, pamuk, patates, soya fasulyesi ve kolza elde edilmiştir. Tabla 1’e bakıldığında gen aktarımlı bitkiler olarak, 1980’lerden itibaren tütün, mısır, pirinç, buğday, darı, domates, üzüm, kereviz, krizantem ve petunya gibi birçok bitki elde edilmiştir (Rivera ve ark., 2012).

Tablo 1. Gen aktarımlı bitkiler

Tarla Bitkileri	Meyve	Sebze	Süs Bitkileri
Tütün	Muz	Patates	Petunya
Mısır	Armut	Domates	Gerbera
Soya fasulyesi	Elma	Bezelye	Krizantem
Çeltik	Çilek	Havuç	Geranie
Pamuk	Kiraz	Patlıcan	Karanfil
Buğday	Ahududu	Brokoli	Petunya
Arpa	Kivi	Karnıbahar	Nergis
Çavdar	Portakal	Marul	Gül
Darı	Kavun	Lahana	Menekşe
Kolza	Karpuz	Kabak	Çim
Yonca	Erik	Zeytin	Koyun yumağı
Sorgum	Üzüm	Tatlı patates	
Yem pancarı	Yaban mersini		
Şeker pancarı	Kahve		
Şeker kamışı	Papaya		
Şalgam			
Hardal			

Kaynak: Kempken ve Kempken, 2004; RKI, 2001

1996 yılı Uluslararası Tarımsal Biyoteknoloji Uygulamalarını Edinme Servisi (International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications-ISAAA) verilerine göre 1.7 milyon hektar olan transgenik bitkilerin ekim alanları 2019 yılında 190.4 milyon hektara ulaşmıştır. Genetiği değiştirilmiş ürünlerin ekimini yapan ülkelerin sayısı ise 2009 yılında 25 iken, 2019 yılında ABD, Brezilya, Arjantin, Kanada ve Hindistan başta olmak üzere 29'a yükselmiştir. Tablo 2'de ülkeler, ekim alanları ve yetiştirilen transgenik bitkiler verilmiştir.

Tablo 2. Yetiştirilen transgenik bitkiler ve yetiştiren ülkelerdeki ekim alanları

Sıra	Ekim Alanı (milyon ha)	Ülke	Yetiştirilen Transgenik Bitkiler
1	71.5	ABD	Pamuk, mısır, soya fasulyesi, yonca, şeker pancarı, patates, kanola, kabak, elma, papaya
2	52.8	Brezilya	Mısır, pamuk, soya fasulyesi, şeker kamışı
3	24.0	Arjantin	Pamuk, mısır, soya fasulyesi, yonca
4	12.5	Kanada	Soya fasulyesi, kanola, mısır, patates, şeker pancarı, yonca
5	11.9	Hindistan	Pamuk
6	4.1	Paraguay	Mısır, soya fasulyesi, pamuk
7	3.2	Çin	Pamuk, papaya
8	2.7	Güney Afrika	Mısır, soya fasulyesi, pamuk
9	2.5	Pakistan	Pamuk
10	1.4	Bolivya	Soya fasulyesi
11	1.2	Uruguay	Mısır, soya fasulyesi,
12	0.9	Filipinler	Mısır
13	0.6	Avustralya	Pamuk, kanola, ayçiçeği
14	0.3	Myanmar	Pamuk
15	0.2	Sudan	Pamuk
16	0.2	Meksika	Pamuk
17	0.1	İspanya	Mısır
18	0.1	Kolombiya	Pamuk, mısır
19	0.1	Vietnam	Mısır
20	<0.1	Honduras	Mısır
21	<0.1	Şili	Mısır, Kanola

22	<0.1	Malawi	Pamuk
23	<0.1	Portekiz	Mısır
24	<0.1	Endonezya	Şeker kamışı
25	<0.1	Bangladeş	Patlıcan
26	<0.1	Nijerya	Pamuk
27	<0.1	Eswatini	Pamuk
28	<0.1	Etiyopya	Pamuk
29	<0.1	Kosta Rika	Pamuk, ananas
190.4		Toplam	

Kaynak: ISAAA, 2019

Türkiye’de yasalarla transgenik ürün üretilmesi yasaklanmış fakat gıda güvenliği açısından ülkeye giren ürünlerde GDO olup olmadığı kontrol edilememektedir. Bu konuda Türkiye’ye giren ürünlerin GDO içerip içermediğini akla getiren, transgenik ürün üretiminin en fazla olduğu ABD ve Arjantin gibi ülkelerden yem ve gıda amaçlı mısır ve soya fasulyesi ithalatı yapılmasındandır (Yavuz, 2005).

Türkiye’de 1999 yılında ilk transgenetik çalışmalar pilot bölgesi olarak Niğde’nin seçilmesi ile başlamış ve Niğde’de patates; Adana’da mısır, pamuk ve patates, Nazilli ve Akçakale’de pamuk üretimi yapılmıştır. Devlet Planlama Teşkilatı (DPT) tarafından daha sonraki yıllarda 5 yıllık kalkınma planı ile farklı analiz ve ölçümlerin yapılması için “Biyoteknoloji ve Biyogüvenlik Komisyonu” oluşturulmuştur. Tarım ve Orman Bakanlığı GDO ile ilgili yasa ve mevzuatları yürütmektedir. Türkiye’nin 24 Mayıs 2000 tarihinde imzaladığı Cartagena Protokolü 11 Eylül 2003’te yürürlüğe girmiştir. Bu protokol kabulü sonrası hem protokol kapsamında iç piyasada GD ürünlerin üretimi, dağıtımı ve çevreye salınımı konusunda bazı zorunlukların öngörülmesi hemde bu alanda ülkemizin mevzuat eksikliğinin giderilmesi gayesiyle 18 Mart 2010 tarihinde hazırlanan “Biyogüvenlik Kanunu” kabul edilmiş, 26 Mart 2010 tarihli ve 27533 sayılı Resmi Gazete’de yayımlanmıştır. Daha sonra, “Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik” 13 Ağustos 2010 tarihinde yayımlanmıştır (Yılmaz, 2014).

3. TRANSGENİK BİTKİLERİN KULLANIM ALANLARI

3.1. Besin Kalitesinin İyileştirilmesi

Bitkilerde az bulunan veya hiç bulunmayan maddeleri aktarmak ya da bulunan madde miktarını artırmak gayesi ile yapılan bazı çalışmalar Tablo 3'te gösterilmiştir. Nişasta ve şeker metabolizması değiştirilen bitkilerdeki nişastanın kimya ve gıda sanayinde kullanımı kolaylaşmaktadır. Patatese aktarılan bir gen sayesinde üretilen Cyclodextrin eczacılık ve gıda sanayinde istenilmeyen maddelerin uzaklaştırılmasında veya aromatik bileşiklerin stabilize edilmesinde kullanılmaktadır. Dünyadaki 3 milyon çocuğun A vitamini yetersizliğinden oluşan görme bozukluğu riski vardır. Yılda 250 bin ile 500 bin kadarı görme bozukluğu sebebiyle kör olurken maalesef birkaç ay içinde de bu çocukların birçoğunun ölmesine neden olmaktadır (Kulaç ve Ağirdil, 2006). Özellikle üçüncü dünya ülkelerinde pirinç çok tüketilen bir besin kaynağıdır. Fakat pirinç vitamin içeriği bakımından zengin değildir. A vitaminin gen biyoteknolojik yöntemler ile aktararak vitamin açısından zengin hale getirilebilen pirincin, çok tüketildiği yerlerde A vitamini eksikliği giderilmiş olacaktır. Bu amaçla β -karotin üreterek A vitamini eksikliğini giderecek çeltik geliştirmek için yapılan çalışmalar neticesinde Golden Rice çeltiği elde edilmiştir (Ye ve ark., 2000).

Tablo 3. Bitkilerin kimyasal içeriklerinde gen transferi ile sağlanan değişiklikler

Bitki	Kimyasal İçerik Maddesi	Kullanılan Genlerin Kaynağı
Soya fasulyesi, kolza, mısır	Amino asit (methionin, lisin, triptophan gibi) miktarının artırılması	Bakteriyel kökenli triptofan ve lisin üretimini artıran genler
Patates, cassava	Toplam protein miktarının artırılması	Alerjik etkiye bir albümin geninin aktarılması, tohumlardaki ekspresyonu
Kolza	Doymamış yağ asitlerinin artırılması, yağ asidi muhtevasının değiştirilmesi,	FAD 2 ve FAD 3 geninin kullanılması

Patates	Sakaroz veya nişasta birikimi (Amilopektin veya amilaz içermeyen)	Bitkilere özel enzimlerin (Q enzimi, GBSS, AGPaz) kazandırılması
Patates	Nişasta oranının artırılması	<i>E. oli</i> 'den mutasyona uğrayan AGPaz geninin aktarılması
Çeltik	β karotenin üretilmesi	Terpenoid metabolizmasının anahtar enzimlerini kodlayan genlerin <i>Narcissus</i> türleri veya <i>E. uredovora</i> 'dan aktarılması
Çeltik	İçerdiği demirin artırılması ve kullanılabilirliğinin azaltılması	Bir demir geninin <i>Phaseolus vulgaris</i> 'ten aktarılması, bir phytase geninin <i>A. fumigatus</i> 'tan aktarılması
Domates	Karatinoidlerin oranının artırılması (lutein gibi lycopin)	Bir bakteriyel gen aktarılarak phytoenin, lycopine dönüştürülmesi

Kaynak: Hoffmann, 1997

3.2. Raf Ömrünün Uzatılması

Raf ömürlerinin uzatılması ile meyve ve sebzeler bozulmadan uzun bir süre kullanılabilir. Bu sayede özellikle depolama, nakliye ve ürünlerin işlenmesinde büyük kolaylıklar oluşturmaktadır (Çelik ve Balık, 2007). Polygalakturonaz enzimi Pektinin ana unsuru olan Polygalakturonik asidi parçalayarak meyvelerin yumuşamasını geciktirmektedir. ABD'de ilk kez Flavır Savr domatesi olarak tescil edilmiş, polygalakturonaz oluşumunu kontrol eden geninin domatese gen teknolojisi kullanılarak aktarılmasıyla oluşturulmuş transgenik üründür.

3.3. Herbisitlere Dayanıklılık

Kültür bitkileri yetiştiriciliğinde yabancı otlar ile oluşan verim kaybı dünyada %10-15 civarındadır. Yabancı otlarla mücadelede daha geniş alanlarda yapılan yetiştiricilikte genelde seçici ya da total herbisitler kullanılmaktadır. Seçici herbisitler belli yabancı otları öldürürken, uzun süre toprakta kalabildiklerinden dayanıklı yabancı otların oluşma tehlikesi ortaya çıktığı gibi taban suyuna karışarak çevresel kirliliğe de neden olabilmektedir. Total herbisitler toprakta çabucak çözünmelerine rağmen hem kültür bitkilerin hem de yabancı otlar için aynı seviyede toksiktirler (Kempken ve Kempken, 2004).

Herbisitlerdeki etkin maddeyi inaktifleştirip uygulandığı alanda zarar oluşturmayarak değiştirilen proteinleri kodlayan doğal olarak dayanıklı bitkilerden ya da mikroorganizmalardan izole edilmiş dayanıklılık genlerine sahip bitkiler herbisitlere dayanıklı transgenik bitkilerdir (Demir ve ark., 2006). Tablo 4'te bu transgenik bitkiler, herbisitler ve dayanıklılık mekanizmaları verilmiştir.

Tablo 4. Transgenik bitkiler, herbisitler ve dayanıklılık mekanizmaları

Herbisit	Transgenik Bitki	Dayanıklılık Mekanizması
Glifosfat	Mısır, tütün, pamuk, kolza, şekerpancarı, soya, domates	35S-promotörü tarafından yönlendirilen genin EPSP-Synthase enzimi ve Oksidoreduktaz için bir bakteriyel genin aktarılması herbisitinin neden olduğu yoğun EPSP-Synthase üretimi ve aynı zamanda Oksidoreduktaz ile herbisitinin detoksifikasyonu ile dayanıklılık meydana gelmektedir.
Fosfonitricin	Tütün, patates, mısır, yonca, kenevir, kavun, kavak, çeltik, buğday soya, şekerpancarı, kolza, domates	<i>S. hygroscopicus</i> 'den bar geninin transfer edilmesiyle herbisitinin asetilasyonu ile detoksifikasyonu temin edilmektedir.
Bromoxynil	Tütün, pamuk, patates, domates	Bxn geninin <i>klebsiella ozaenae</i> 'den aktarılması herbisitinin detoksifikasyonunu temin etmektedir.
2,4.D	Patates, pamuk, tütün	2,4.D Monooksijenaz geninin <i>Alcaligenes eutrophus</i> 'den transferi herbisitinin detoksifikasyonunu temin etmektedir.
Atrazin	Tütün	Dayanıklı bir yabancı formdan psb-A geninin veya bir Gltathion-STransferaz geninin aktarılması herbisitinin daha az etkili olmasını veya detoksifikasyonunu temin etmektedir.
Sülfonil üre maddeleri	Patates, pamuk, tütün, kenevir, mısır, kivi, soya, domates, şekerpancarı	Değiştirilmiş ALS genlerinin <i>N. tabacum</i> veya <i>A. thaliana</i> 'dan aktarılması herbisitinin hedef enzimin olan ALS' ye olan afinitesini azaltmaktadır

Kaynak: Hoffmann, 1997.

3.4. Zararlılara Dayanıklılık

Zararlı böceklere karşı sarf edilen toksinlerin etki mekanizmaları kullanılarak böceklere dayanıklı bitkiler elde edilmektedir. Belirli böcekler için toksik olan *Bacillus thuringiensis* insanlara ve diğer hayvanlara zarar vermeyen oluşturduğu maddeden faydalanarak bitkilerde zararlı böcekler için dayanıklılık oluşturulabilmektedir (Demir ve ark., 2006). Tablo 5'te zararlılara dayanıklı transgenik bitkiler ve özellikleri verilmiştir.

3.5. Hastalıklara Dayanıklılık

Hücre duvarının ligninleşmesi, yaralanmış alandaki konukçu hücrelerin ölmesi, ufak antibiyotik moleküllerinin üretilmesi ve reaktif oksijen türlerinin üretilmesi bitkilerin patojen enfeksiyonuna karşı sahip oldukları savunma mekanizmalarıdır. Bakteriler, nematotlar, virüsler ve mantarlara karşı çok sayıdaki dayanıklılık geninin birlikte hareket etmesiyle sistematik olarak meydana çıkan dayanıklılıktır (Melchers ve Stuver, 2000). Bilhassa sebze ve meyvelerde ciddi zararlara neden olan virüsler, bakteriler ve mantarlardır. Bakteri ve mantarların virüs ve böceklere göre daha az başarılı olması konukçu-patojen ilişkisi sebebiyle gen teknolojisi kullanılarak dayanıklılığın aktarılmasındandır. Virüsler böcekler gibi araçlar sayesinde bir bitkiden başka bir bitkiye bulaştıklarından bunlarla genellikle dolaylı mücadele yapılmaktadır. Tablo 5'te hastalıklara dayanıklı transgenik bitkiler ve özellikleri verilmiştir.

Tablo 5. Hastalıklara ve zararlılara karşı bitkilere uygulanan teknolojik gen değişikliği

Transgenik Bitki	Özellik	Teknolojik Gen Değişikliği
Patates	Patates virüsü (PVY), yaprak kıvrıcıklık virüsü	Yaprak kıvrıcıklık virüsünün ORF-1 ve ORF-2 bölgelerindeki DNA-kısımlarının ve PVY için kabuk proteinlerinin aktarılması
Domates pamuk,	Domates meyve kurdu, pembe kurt, pamuk kurdu ve yeşil kurt	CryIA (b) geninin <i>Bacillus thuringiensis</i> 'den aktarılması

Patates	Patates böceği	
Mısır	Mısır kurdu	<i>Bacillus thuringiensis</i> 'den CryIA (b) geninin aktarılması, PEPC promötörü
Buğday	Sarı cücelik virüsü (BYD virüsü),	Virüsün belli kabuk veya taşıyıcı proteinini kodlayan genlerin aktarılması
Şekerpancarı	Rhizomania virüsü, nekrotik sarı damar hastalığı (BNYV virüsü)	
Çeltik	Çeltik şerit virüsü, cücelik virüsü, FMV	
Patates	Yumuşak çürüklük	Pektatlyaz genlerinin aktarılması
Patates	Mildiyö	Glikoz-Oksidaz genin <i>Aspergillus niger</i> 'den aktarılması, 35-S promötörü

Kaynak: Menrad ve ark., 2003

3.6. Stres Şartlarına Dayanıklılık

Yüksek tuzluluk, su eksikliği, yüksek ve düşük sıcaklık ile ağır metallere karşı bitkilere yüksek tolerans aktarılmasıyla bu bölgelerde toleranslı transgenik bitkilerin yetiştirilmesi mümkün olacaktır. Bitki yetiştiriciliğini kısıtlayan bu özelliklerin bulunduğu alanlara toleranslı gen teknolojisi kullanılarak bitkilerin geliştirilmesi henüz başlangıç aşamasındadır. Tuzluluk, sıcaklık yada soğuk stresi altındaki bitkilerde su seviyesinin dengede tutulmasında aşırı öneme sahip genellikle amino asit ve şeker döngüsünden oluşan bileşikler olan osmotik maddeler, suyu bağlarken proteinlerin yapılarının muhafazasında su moleküllerinin yerini alabilmektedirler. Mannito-Hidrogenaz teşkili için bitkiye bir genin transfer edilmesiyle bir şeker alkolü olan mannitol birikmekte ve bu birçok bitkide kurağa karşı dayanıklılığın meydana çıkmasına sebep olmaktadır (Kempken ve Kempken, 2004).

Kloroplast membranlarının soğuğa karşı toleransını artırma gayesiyle lipitler ile doyurulmasına yardım eden genler uygun olup kloroplastların, tilakoid membranının teşkil edilmesiyle ilgili yağ asitleri ne kadar fazla doymuşluk derecesine ulaşırsa soğuğa karşı hassasiyet azalmaktadır. Kabaktan Gliserol-3-fosfat-Asiltransferaz teşkili için cDNA'nın tütüne transferi örnek olarak verilebilir.

Tuza dayanıklılığın artırılmasında farklı stratejiler olup örneğin Glutamin-Sintetaz enziminin fazla ürettirilmesi ile transgenik çeltikte tuza karşı tolerans arttırılmıştır (Hoshida ve ark., 2000). Örneğin *Athrobacter globiformis*'den Arabidopsis'e Cholinoksinaz geninin transferi transgenik çeltik bitkilerinde Glisinbetainlerin toplanmasına ve böylelikle tuza karşı dayanıklılığın artmasına neden olmuştur.

Ağır metallere karşı hoşgörüyü artıran genlerin bitkilere transferi ile kirlenmiş topraklarda bitkilerin iyi gelişmesi sağlanırken aynı zamanda yoğun kirlenen toprakların iyileştirilmesi de sağlanır. Ağır metallerin organik asitler gibi fitojelatinlere bağlanarak hücre vakuollerinde biriktirilmesi ile bitkilerde zehirlenme engellenir. Tütüne Methalotionein genlerinin aktarılması kadmiyuma karşı toleransı arttırmış, civaya dayanıklı bir bakteriden *Liriodendron tulipifera*'ya civa redüktaz geninin aktarılmasıyla civanın toksitesine karşı tolerans sağlanmıştır (Kempken ve Kempken, 2004).

3.7. Sekonder Metabolitlerin Üretimi

Proteinler, karbonhidratlar ve lipitler bitkilerin ihtiva ettiği temel maddelerinin yanı sıra sekonder metabolitleri de içerirler. Bazı sekonder metabolitlerin farmakolojik etkileri sebebiyle hammadde olarak bitkisel ilaçlarda faydalanılmaktadır. İlaçların etken maddesinin tedavi ve teşhis gayesi ile kullanımı gen teknolojisi ile elde edilebilmiştir. Kimya ve ilaç endüstrisinde, tıpta ve tarımda bu ürünler kullanılabilir. Farmakolojik maddelerin var olan tarımsal üretim sürecine doğrudan entegre edilebilmesi bir avantaj sağlamaktadır (Düring, 2001). Transgenik mısır bitkisinde üretilip teşhis gayesi ile kullanılan tavuktaki viridin proteini ticari olarak transgenik bitkilerden üretilen ilk proteindir. Tablo 6'da transgenik bitkilerden ilaç etken maddelerinin üretimiyle ait örnekler verilmiştir.

Tablo 6. Transgenik bitkilerden ilaç etken maddelerinin üretilmesine ait örnekler

Aracı Bitki	Kullanım	Ürün
Patates, tütün	Kan proteini	İnsan serum albumini
Tütün	Kan yedek maddesi, acil durum ilacı	İnsan hemoglobini α , β
Çeltik	Cistik fibroz, karaciğer hastalıkları	İnsan α -1-antitripsini
Arabidopsis	Acıların tedavisinde nörotransmitterler	İnsan enkafalini
Kanola	Trombin engellenmesi	İnsan hirudini
Tütün	Cücelik, tiner sendromu	İnsan somatotropini
Tütün	Glukoserebrosid lipidozudur	Glukoserebrosidaz
Patates, domates, çeltik	Demir miktarının artırılması	İnsan Laktoferrini
Patates (Agrobacterium)	Kolera (<i>V. cholerae</i>)	Kolera Toksin B
Tütün, patates, acı bakla (Agrobacterium)	Hepatit B (Hepatit B virüsü)	Hepatit B-yüzey antijeni
Domates, tütün, ıspanak	Kuduz (Rabies virüsü)	Glikoprotein
Yonca, Arabidopsis (Agrobacterium)	Deli dana hastalığı (FMD virüsü)	VP 1 FMDV
Çeltik, buğday	Kanser tedavisi	İnsan scFV' si

Kaynak: Daniell ve ark., 2001; De Kathen, 2001

3.8. Süs (Ornamental) Bitkileri

Klasik ıslah yöntemleri ile süs bitkilerinde elde edilemeyen yeni form ve renkler gen teknolojisi sayesinde elde edilmiş olup, çiçek rengi değiştirilen transgenik bitkilerle ilgili Tablo 7'de bazı örnekler verilmiştir.

Tablo 7. Çiçek rengi değiştirilmiş transgenik bitkiler

Bitki	Normal Renk	Yeni Renk	Yapılan Değişiklik
Petunya	Menekşe	Beyaz	Antisens- Chalkonsyntase
	Beyaz	Balık kırmızısı	Dihidroflavanol-4- reduktaz
Karanfil	Beyaz	Mavi	Flavonon-3',5'-hidroksilaz
	Kırmızı	Beyaz	Flavonon-3',5'-hidroksilaz

	Pembe	Pembe	Chalkonsynthase
Gerbera	Kırmızı	Pembe	Chalkonsynthase
Krizantem	Pembe	Beyaz	Chalkonsynthase

Kaynak: Kempken ve Kempken, 2004

4. BİTKİLERDE KULLANILAN TRANSFORMASYON YÖNTEMLERİ

Genetiği değiştirilmiş bitki üretiminde en fazla güçlük çekilen hususlardan biri etkili transformasyon tekniklerinin uygulanmasıdır. Ayrıca bunca teknolojik gelişmelere rağmen uygun transformasyon tekniği belirlenmesi ve geliştirilmesi de bilinen zorluklardandır (Altpeter ve ark., 2016).

Bitki transformasyonu; geçici ve kararlı transformasyon olmak üzere birbirini takip eden iki evreden oluşur. Geçici transformasyonda, bitki hücrelerine sokulması dolayısıyla transgenler henüz bu evrede genom ile kaynaşmamıştır. Kararlı transformasyonda ise, bitki hücrelerine aktarılan DNA'nın genomla kaynaştığı evredir.

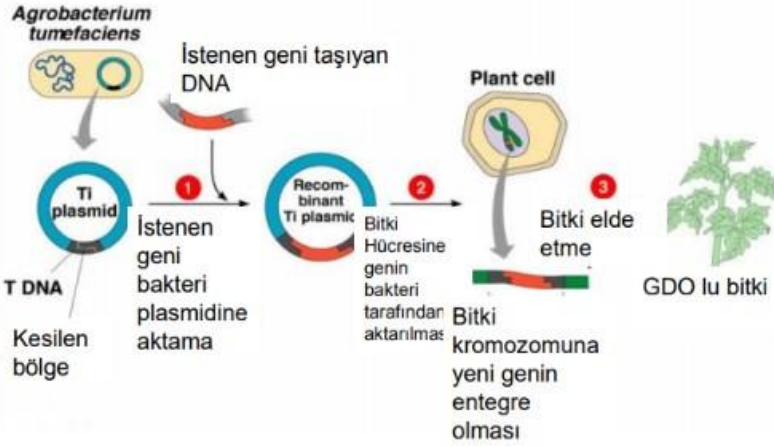
Bitkilerin moleküler ıslahında genetik mühendisliği uygulamaları önemli biyoteknolojik araçlardır. Bitki hücrelerine, 1990'lardan itibaren aktarılması istenen DNA'yı aktarabilmek, muhtelif yeni ve etkili genetik transformasyon yöntemlerinin geliştirilmesi ile mümkün olmuştur. Bitki hücrelerine ait olmayan başka bir DNA'nın aktarımını sağlayacak transformasyon yöntemlerini doğrudan ve dolaylı yöntemler olarak iki başlık altında toplanabilir (Rao ve ark., 2009). Gen aktarımı yapılacak hücreye dolaylı yöntemlerde başka bir genin aktarılması için bir bakteri hücrelerine ihtiyaç varken; doğrudan yapılacak transformasyon yöntemlerinde herhangi bir aracı hücreye ihtiyaç yoktur.

4.1. Dolaylı Transformasyon Yöntemi

Bitkilerde aktarmak istenen genin aktarılacak hücreye aracı olarak plazmid bulunduran *Agrobacterium rhizogenes* ve *Agrobacterium tumefaciens* gibi bakterilerin aracılığıyla taşınması ile kullanılan yöntem dolaylı yöntemdir (Rakoczy-Trojanowska, 2002). Bitkilerde, A.

rhizogenes bakterisi sahip olduğu Ri plazmidi ile saçak kök hastalığını teşvik ederken, *A. tumefaciens* bakterisi ise taç tümörüne neden olan Ti plazmidine sahiptir. *A. rhizogenes* bakterisi ile saçak kök transformasyonu olan bitkilerde yenilenmenin zor olmasından dolayı *A. tumefaciens* aracılığı ile yapılan transformasyon daha çok ilgi çekmektedir (Barampuram ve Zhang, 2011). Şekil 1’de görüldüğü gibi bitki transformasyonunda aktarılabilecek genin bitki hücrelerine aktarımını sağlayan bir vektör rolünde bakterinin sahip olduğu plazmid ile patojen olan *Agrobacterium*’dan faydalanılmaktadır (Jhansi Rani ve Usha, 2013). Transformasyonda kullanılan vektör plazmidlerdeki tümör oluşturan genler, plazmidlere aktarılabilecek genler eklendiğinde uzaklaştırıldığından tümör oluşturma kabiliyetlerini kaybetmektedirler (Rivera ve ark., 2012). Bu yöntemin basit ve etkin olması sebebiyle çok sayıda kararlı transformant üretmeye olanak tanımıştır (Michielse ve ark., 2005).

Agrobacterium bakterisiyle gen transformasyonu sadece diğer bakteri suşlarıyla yapılan dolaylı yöntemlere değil (Broothaerts ve ark., 2005) aynı zamanda doğrudan yapılan transformasyon yöntemlerine kıyasla da daha fazla tercih edilmektedir (Barampuram ve Zhang, 2011). Bunun nedenleri olarak, basit ve etkin olması sebebiyle çok sayıda kararlı transformant üretilebilmekte, tek büyük parça DNA segmentlerinin aktarılabilmesi, kararlı entegrasyon, düşük kopya sayılarına sahip basit transgenlerin sokulabilmesi, bakterinin taşıdığı tek bir T-DNA’ya bağlı birden fazla genin aktarılabilmesi, aktarılan genlerin nesiller boyunca kalıtılabilmesi, her biri farklı transgen taşıyan değişik bakteriyel suşların aynı bitki dokusunu aynı anda enfekte edebilmekte ve dolayısıyla birden çok genin tek bir bitki dokusuna aktarılabilmesidir (Naqvi ve ark., 2010).



Şekil 1. *Agrobacterium* ile gen transferi

Kaynak: Jhansi Rani ve Usha, 2013.

4.2. Doğrudan Transformasyon Yöntemi

4.2.1. Elektroporasyon

Elektroporator cihazıyla oluşturulan elektrik atımları, hücrelerin membranları üzerinde polarite değişimine neden olarak hücre yüzeyinde por oluşturup DNA'nın hücrelere girişini kolaylaştıran bir yöntemdir. Transgenik tarla bitkisi olan buğday, mısır, pirinç, çavdar gibi bitkilerin üretiminde yaygın olarak kullanılan bu transformasyon yönteminin sıkça kullanılan bir yöntem olmasında, oldukça çok bitkisel doku için hızlı, basit ve yüksek verimli olduğundandır (Hjouj ve Rubinsky, 2010).

4.2.2. Biyolistik (Gen tabancası)

Yaklaşık 2 mikron çapındaki güçlü yoğunluktaki taşıyıcı makropartiküllerin bitki hücrelerine doğru hızla atılması ve hücrelerden geçerken taşıdıkları DNA'yı hücre içine bırakmaları esasına dayanan biyolistik yöntem, gen tabancası ya da partikül bombardımanı olarak da bilinir. Bu yöntemin kısa sürede tamamlanması, çoklu genlerin aktarımı, düşük maliyetli olmasının yanı sıra oldukça çok tür, bakteri, fungus, organel ve hayvansal hücrelerde uygulanabilmesi doğrudan transformasyon yöntemleri içinde en çok bilinen olmasına sebep olmuştur (Rakoczy-Trojanowska, 2002; Rivera ve ark., 2012).

Günümüze kadar geliştirilen yöntemlerin kendilerine has avantajları olsa da en fazla kullanılan partikül bombardımanı ve *Agrobacterium* yöntemleridir (Dai ve ark., 2001).

4.2.3. Vakum infiltrasyonu

Bitki transformasyonunu *Agrobacterium* aracılığıyla kolaylaştırmak gayesi ile kullanılan yöntemdir. Bu yöntemde; bakteriler mayotik ve mitotik bölünmelerin aşırı olduğu doğrudan bitki kısımlarına yerleştirilir. Bundan dolayı erken generatif devresindeki bitkiler *Agrobacterium* ile %5'lik sukroz süspansiyonu bulunan bir kaba, yalnız çiçek durumları bakterilerle temas edecek vaziyette, baş aşağı yerleştirilir. Genellikle bu kaplar birkaç dakika süresince 0.05 bar'lık basınç uygulanır (Rakoczy-Trojanowska, 2002). Belli bir zamanda uygulanan bu vakum uygulamasında fiziksel olarak bitki dokusundaki hücreler arasında hava boşluklarının azalmasına neden olan bir negatif atmosferik basınç oluşturulur. Böylelikle patojenik bakterilerin hücrelerarası boşluklara girmesi sağlanacaktır. Vakum süresi çok önemli şayet bitki dokusu veya bitki parçasına uygulanan vakum süresi uzadığında aşırı hidrasyon gerçekleşebilir (Rivera ve ark., 2012). *In vitro* kültüre ihtiyaç duymaması yöntemin en büyük avantajıdır (Rakoczy-Trojanowska, 2002).

4.2.4. Ultrason

Ultrasonik dalgalar vasıtasıyla akustik kavitasyon kabarcıkları meydana getirerek hücre zarı geçirgenliğinin belirli bir süreliğine değiştirilmesi ve DNA gibi makromoleküllerin hücre içine alınması temeline dayanan yöntem sonoporasyon olarak ta bilinmektedir. (Miller ve ark., 2002). Bu arada oluşan kanallar ile içsel bitki dokusunun *Agrobacterium*'a tatbik edilme yoğunluğu ve DNA'nın hücrelere alınma sıklığı artacaktır (Liu ve ark., 2006). Bu yöntemden faydalanılarak gen aktarımı gerçekleştirilmiş birçok transgenik bitki vardır (Subramanyam ve ark., 2015)

4.2.5. Mikroenjeksiyon

Oldukça zahmetli, yavaş ve pahalı mikromanipülatör gerekirken oldukça verimli olan yöntem DNA'nın bitki hücrelerine, madeni yağ ihtiva eden cam mikro-kapiler enjeksiyon pipeti ile kesin ve doğrudan olarak aktarılmasıdır (Rao ve ark., 2009). Bitki hücrelerine yalnız plazmidlerin değil kromozomların tamamen girişine imkan verip aktarım olabildiğince kesindir. Fakat bitki hücrelerindeki kullanımının kısıtlı olması bitki hücre duvarlarının bir selüloz ve lignin tabakası ihtiva etmesinden dolayı mikrokapiler cam pipet girişine engel olmasındandır.

4.2.6. Lazer mikroışınlar

Fazla sayıda hücreye ışınım yapılabilirken, DNA girişinden sonra hücreler tamamen iyileşebilmesine (Kalefetoğlu Macar ve ark., 2017) karşın 100 nm'lik lazer ışınını odaklayacak pahalı bir donanım ihtiyacı olduğundan fazla popüler olmayan bu yöntemde yabancı genlerin hücre içine alınmasını kolaylaştırmak için bitki hücre duvarlarının lazermikro ışınlarıyla delinmesi esasına dayanır. Bu yöntem ile üretilen pirinç, buğday, kavun gibi transgenik bitkiler vardır (Khames ve ark., 2009).

4.2.7. Silikon karbid fiberler aracılığı ile transformasyon

Bitki transformasyonu için en az karmaşık ve en ucuz tekniklerden biri olup uygulanması için fazla teknik ekipmana ihtiyaç duyulmayan yöntemdir (Hassan ve ark., 2016). Bu yöntemin önemli dezavantajları olup, hücrelerin daha sonraki yenilenme yeteneğine olumlu olmayacak zararlar verebilmesi, elyafları araştırmacıların soluması durumunda araştırmacılarda hayati hastalıklara sebep olması ve en önemli kısıtlayıcı olarak ta düşük verimlilik söylenebilir. Fakat *Agrobacterium* aracılığıyla transformasyonun mümkün olmadığı veya zor olduğu durumlarda alternatif bir yöntem olarak silikon karbid fiberler aracılığıyla transformasyon önerilmektedir (Rakoczy-Trojanowska, 2002). Tütün, mısır, yerfıstığı ve pamuk gibi bitkilerde bu yöntem ile genetik transformasyon başarıyla uygulanmıştır (Hassan ve ark., 2016).

4.2.8. Cam boncuklarla çalkalama

Özel kimyasal uygulamalarının, karmaşık cihazların ve enzim karışımlarının olmadan uygulanabildiği, ucuz ve kolay olmasıyla birlikte elektroporasyon kadar kısa zamanda gerçekleştirilebilen yöntem olup, cam boncuklarla dolu bir ortamda hücrelerin plazmid DNA ile çalkalanması esasına dayanır. Fakat fazla sayıda DNA'nın çalkalanma sırasında zarar görmesi ve hücrelerin canlılıklarını kaybetmeleri sebebiyle en verimsiz tekniklerden biridir. Bitkilerde nadir olarak uygulanır (Rivera ve ark., 2014).

4.2.9. Elektroforez

Seksenli yılların sonunda başta monokotil embriyolar ile olgunlaşmamış embriyoların transformasyonu için geliştirilmiş maliyeti düşük ve kolay ve bir transformasyon yöntemidir. Bitki transformasyonunda ucuz ve kolay bir yöntem olmasına karşın embriyoların yaşamlarını sürdürme oranı çok düşük olduğundan tercih edilmeyen bir yöntemdir (Rakoczy-Trojanowska, 2002).

4.2.10. PEG aracılığıyla transformasyon

DNA'nın protoplastların eksplant olarak kullanılmasıyla aktarılan yöntem polietilen glikol (PEG) aracılığıyla transformasyon yöntemidir. Yöntemin dezavantajları transformasyon sıklığının az olması ve çok sayıda türde protoplastlardan bütün bir bitkiye rejenerasyonun gerçekleşmemesi olurken avantajları ise özel bir ekipmana ihtiyaç duyulmaması ve kolay olmasıdır. Transgenik mısır ve arpa PEG aracılığıyla transformasyon yöntemi kullanılarak gerçekleştirilebilmiştir (Barampuram ve Zhang, 2011).

SONUÇ

Ticari olarak önemli bitkilerin verim ve kalite kriterlerini artırmak için çeşitli etkenlere karşı dirençli bitkiler elde etmek gayesi ile gen transferi vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir. Farklı bitkiler ve hücreler için doğrudan ve dolaylı bir çok transformasyon yöntemi geliştirilmiş fakat her yöntemin bazı avantajları olduğu gibi dezavantajlarının da

olması araştırmacıları sürekli yeni yöntem arayışına sevk etmektedir. Transgenik ürünün piyasaya çıkarıldığı yıldan itibaren çok sayıda ülkedeki marketlerde satılmaya başlanmış ve yaygınlaşmıştır. Kullanımı gittikçe artan transgenik çeşitlerin biyoçeşitlilik, çevre ve insan sağlığı konularında kamuoyunda çeşitli endişeler oluşturmuştur. Bu endişelere bakıldığında bitkilere aktarılan yeni niteliklerin bitkinin yaşadığı çevrenin ve florasının bozulmasına, bazı doğal türlerin genetik çeşitliliğinin zamanla yok olmasına, ekosistemdeki tür dağılımının ve dengesinin bozulup bazı yabancı türlerin varlığının son bulmasına neden olacağıdır. Yapılan birçok araştırmaya rağmen transgenik ürünlerin henüz faydalı mı yoksa zararlı mı oldukları hakkında kesin bir yargı öne sürülememektedir. Bunun en önemli sebebi uzun vadede nasıl bir etki göstereceğinin bilinmemesi olabilir. Transgenik ürünlerin kullanıma sunulmadan toksik etkileri, alerjik durumları incelenmeli tabi ki bunu sağlayabilecek alt yapının da sağlanması gerekmektedir. İlgili yasal önlemler etiketleme için mutlaka alınmalı böylece tüketicilerin satın aldıkları ürünlerde transgenik ürün olup olmadığının bilinmesi sağlanmalıdır. Toplum bilgilendirerek sahip oldukları kaygıları azaltmak veya gidermek için transgenik ürünler ile yapılan çalışmalar neticesinde elde edilen hem çevre hem de insanlar üzerindeki etkilerini bilgilendirme amacıyla yapılacak çeşitli eğitimler faydalı olacaktır.

KAYNAKÇA

- Altpeter, F., Springer, N.M., Bartley, L.E., Blechl, A.E., Brutnell, T P., Citovsky, V., Conrad, L.J., Gelvin, S.B., Jackson, D.P., Kausch, A.P., Lemaux, P.G., Medford, J.I., Orozco-Cárdenas, M.L., Tricoli, D.M., Van Eck, J., Voytas, D.F., Walbot, V., Wang, K., Zhang, Z.J. & Stewart Jr., C.N. (2016). Advancing crop transformation in the era of genome editing. *The Plant Cell*, 28(7), 1510-1520.
- Barampura, S. & Zhang, Z.J. (2011). Recent advances in plant transformation. *Plant Chromosome Engineering: Methods and Protocols*, 1-35.
- Broothaerts, W., Mitchell, H.J., Weir, B., Kaines, S., Smith, L.M., Yang, W., Mayer, J.E., Roa-Rodríguez, C. & Jefferson, R.A. (2005). Gene transfer to plants by diverse species of bacteria. *Nature*, 433(7026), 629–633.
- Çelik, V., & Balık, D. T. (2007). Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO). *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 23(1), 13-23.
- Dai, S., Zheng, P., Marmey, P., Zhang, S., Tian, W., Chen, S., Beachy, R.N. & Fauquet, C. (2001). Comparative analysis of transgenic rice plants obtained by Agrobacterium mediated transformation and particle bombardment. *Molecular Breeding*, 7(1), 25–33
- Daniell, H., Streatfield, S. J., & Wycoff, K. (2001). Medical molecular farming: production of antibodies, biopharmaceuticals and edible vaccines in plants. *Trends in plant science*, 6(5), 219-226.
- De Kathen, A. (2001). Gene-farming: Stand der Wissenschaft, mögliche Risiken und Management-Strategien. *Gutachten zu spezifische Risiken des Gene-Farming in Pflanzen. Berlin: Umweltbundesamt, texte Nr. 15/01.*
- Demir, A., Seyis, F., & Kurt, O. (2006). Genetik yapısı değiştirilmiş organizmalar: I. Bitkiler. *OMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(2), 249-260.
- Düring, K. (2001). *Lifescience*, <http://www.lifescience.de/technologien/03/10.htm> Erişim tarihi: 16.08.2019
- Güngör, E., & Demiryürek, K. (2021). Türkiye’de genetiği değiştirilmiş organizmalar. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, 7(2), 140-154.

- Hassan, M., Akram, Z., Ali, S., Ali, G.M., Zafar, Y., Shah, Z.H. & Alghabari, F. (2016). Whisker-mediated transformation of peanut with chitinase gene enhances resistance to leaf spot disease. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 16(2), 108-114.
- Hjouj, M. & Rubinsky, B. (2010). Magnetic resonance imaging characteristics of nonthermal irreversible electroporation in vegetable tissue. *The Journal of Membrane Biology*, 236(1):137–146.
- Hoffmann, T. (1997). Gentransfer bei höheren Pflanzen. *Biologische Grundlagen der Pflanzenzüchtung*. Parey Buchverlag, Berlin, 275, 323.
- Hoshida, H., Tanaka, Y., Hibino, T., Hayashi, Y., Tanaka, A., Takabe, T., & Takabe, T. (2000). Enhanced tolerance to salt stress in transgenic rice that overexpresses chloroplast glutamine synthetase. *Plant molecular biology*, 43, 103-111.
- ISAAA, (2019). ISAAA briefs. *Global status of commercialized biotech/GM Crops*. <https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/55/default.asp> Erişim tarihi: 02.10.2023
- Jhansi Rani, S. & Usha, R. (2013). Transgenic plants: Types, benefits, public concerns and future. *Journal of Pharmacy Research*, 6(8), 879-883.
- Kalefetoğlu Macar, T., Macar, O., Yalçın, E., & Çavuşoğlu, K. (2017). Gen teknolojisi ve bitkilerde genetik transformasyon yöntemleri. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(2), 377-392.
- Kempken, F. (2004). *Gentechnik bei Pflanzen*. 2.Auflage. Berlin Springer Verlag.
- Kempken, F., & Kempken, R. (2006). *Gentechnik bei Pflanzen*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Khames, G., Mona, A.A., Gihan, M.H., Sadik, A.S. & Badr, Y. (2009). Application of laser microbeam cell surgery and Agrobacterium-mediated gene transformation systems in melon (*Cucumis melo* L). *Pakistan Journal of Biotechnology*, 6(1/2), 45-54.
- Kulaç, İ. & Ağirdil, Y. (2006). Sofralarımızdaki tatlı dert, genetiği değiştirilmiş ile halk sağlığına etkileri. *Türk Biyokimya Dergisi*, 31(3), 151-155.

- Liu, Y., Yang, H. & Sakanishi, A. (2006). Ultrasound: mechanical gene transfer into plant cells by sonoporation. *Biotechnology Advances*, 24(1), 1-16.
- Melchers, L. S., & Stuiver, M. H. (2000). Novel genes for disease-resistance breeding. *Current opinion in plant biology*, 3(2), 147-152.
- Menrad, K., Gaisser, S., Hüsing, B., & Menrad, M. (2003). Gentechnik in der Landwirtschaft, Pflanzenzucht und Lebensmittelproduktion: *Technik, Wirtschaft und Politik*. Physica Verlag. Issn 1431-9659.
- Michielse, C.B., Hooykaas, P.J., Van den Hondel, C.A. & Ram, A.F. (2005). Agrobacterium-mediated transformation as a tool for functional genomics in fungi. *Current Genetics*, 48(1), 1-17.
- Miller, D.L., Pislaru, S.V. & Greenleaf, J.F. (2002). Sonoporation: mechanical DNA delivery by ultrasonic cavitation. *Somatic Cell and Molecular Genetics*, 27(1-6), 115-134.
- Naqvi, S., Farre, G., Sanahuja, G., Capell, T., Zhu, C. & Christou, P. (2010). When more is better: multigene engineering in plants. *Trends in Plant Science*, 15(1), 48-56.
- Rakoczy-Trojanowska M. (2002). Alternative methods of plant transformation – a short review. *Cellular and Molecular Biology Letters*, 7(3), 849–58.
- Rao, A. Q., Bakhsh, A., Kiani, S., Shahzad, K., Shahid, A. A., Husnain, T. & Riazuddin, S. (2009). The myth of plant transformation. *Biotechnology Advances*, 27(6), 753-763.
- Rivera, A.L., Gómez-Lim, M., Fernández, F. & Loske, A.M. (2012). Physical methods for genetic plant transformation, *Physics of Life Reviews*, 9(3), 308-345.
- Rivera, A.L., Magaña-Ortíz, D., Gómez-Lim, M., Fernández, F. & Loske, A.M. (2014). Physical methods for genetic transformation of fungi and yeast. *Physics of Life Reviews*, 11(2), 184-203.
- Robert-Koch-Institut (RKI), (2001). Freisetzen und Inverkehrbringen gentechnisch veraenderter Organismen. <http://www.rki.de/gentec/freisetzungzen/frzeisetz.htm> Erişim tarihi: 16.08.2019
- Safitri, F.A., Ubaidillah, M. & Kim, K.M. (2016). Efficiency of transformation mediated by *Agrobacterium tumefaciens* using vacuum infiltration in rice (*Oryza sativa* L.). *Journal of Plant Biotechnology*, 43(1), 66-75.

- Subramanyam, K., Arunachalam, C., Thanewari, R.M., Sulaiman, A.A., Manickavasagam, M. & Ganapathi, A. (2015). Highly efficient Agrobacterium-mediated in planta genetic transformation of snake gourd (*Tricosanthes cucumerina* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 123(1), 133-142.
- Yavuz, F. (2005). *Türkiye’de Tarım*. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı.
- Ye, X., Al-Babili, S., Klott, A., Zhang, J., Lucca, P., Beyer, P., & Potrykus, I. (2000). Engineering the provitamin A (β -carotene) biosynthetic pathway into (carotenoid-free) rice endosperm. *Science*, 287(5451), 303-305.
- Yılmaz, F. (2014). *Bitkisel üretimde genetiği değiştirilmiş organizmalar ve ürünleri ile biyogüvenlik*. Kalkınma Bakanlığı.

BÖLÜM 9

BİTKİ SAĞLIĞINA DOST MİKROORGANİZMALAR

Dr. İshak BARAN¹, Doç. Dr. Haluk KULAZ², Öğr. Gör. Fatih ERDİN³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428314>

¹ Tarla Bitkileri Bölümü, Türkiye. ishakbrn571@gmail.com.tr, Orcid ID: 0000-0002-6299-8043

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü Van, Türkiye. halukkulaz@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-3044-5046

³ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Özalp Meslek Yüksek Okulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü Van, Türkiye. fatiherdin@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1338-5582

1. GİRİŞ

Toprak verimliliğinde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için önemli derecede toprağın kalitesini yükselten farklı stratejilere ihtiyaç vardır. Bu farklılığı oluşturabilecek stratejilerden birisi de biyolojik gübrelere (biyogübreler) toprak rizosfer bölgesinde yarayışlılık sağlayan mikrobiyal popülasyonunun artırılmasıdır. Toprağa uygulanan biyogübreler, toprak verimliliğini ve biyoçeşitliliğini arttırmakta, kimyasal gübrelere ihtiyaç azalmakta, organik atıklar ayrıştırmakta ve kimyasal girdi kullanımından kaynaklanan çevre kirliliğini en az düzeye indirmektedir. Biyogübreler sürdürülebilir tarım sistemleri bakımından ideal gübreler olup, kullanımları kolay olmakla beraber aynı zamanda ekonomik açıdan da avantaj sağlamaktadırlar. Dünyada 20. yüzyılın ikinci yarısında meydana gelen hızlı sanayileşme ile beraber nüfus artışı, önemli çevre sorunlarının oluşmasını da beraberinde getirmiştir. Çözüm olarak görünen ise açlık probleminin azaltılmasına yönelik politikaların geliştirilmesi, yoğun girdi kullanılarak birim alandaki verimi yükseltmeye çalışmak ve yeni alanların tarıma açılmasına yönelik olmuştur. Bilinçsiz ve yoğun bir şekilde kullanılan tarım ilacı ile beraber gübre kullanımı, yanlış toprak işleme, ilaçların kalıntı riski, toprağın fiziksel yapısının bozulması, topraktaki mikroorganizma ile beraber organik madde canlılığının azalması ve besin maddesi dengesinin bozulması, tuzlulaşma, çoraklaşma ile beraber önemli çevre problemlerinin meydana çıkmasını da beraberinde getirmiştir (Altındişli, 2002).

Sürdürülebilir tarım kavramına tarımsal üretim açısından bakıldığında, üretim ekonomisinin, agronomik ve çevresel faktörlerle beraber, sosyal boyutları da dengelemeyi hedefleyen bir yaklaşım içerisinde olduğu görülmektedir. Amaçları, bir yandan tarımda verim ve kaliteyi korurken, diğer taraftan ise çevreye verilen zararı minimum seviyeye indirerek, kısa ve uzun vadede ekonomiyi canlı tutmak, çiftçilik yapan ve tarımla uğraşanların farklı boyutlarla beraber yaşam kalitesini

yükseltmek, ekonomiyi canlandırmak ve bu gaye ile uygulamaları ileri seviyeye taşımaktır (Turhan, 2005).

Sürdürülebilir tarım içerisinde önemli bir yer alan iyi tarım, hassas tarım ve organik tarım uygulamaları çevre dostu üretim sistemlerinin başında gelmektedir. Çevre dostu uygulamalar arasında bulunan organik tarım; son derece ilgi gören ve kaybolan dengenin tekrar kazanılmasında önem arz eden sistemlerin başında gelmektedir. Tarihte ilk olarak organik tarım Avrupa ve ABD’de bazı gönüllü şahıslar, kurum ve kuruluşlar aracılığıyla uygulamaya koyulmuştur (Lampkin ve Padel, 1994). Türkiye’de ise organik tarım faaliyetinin başlaması dünyada yapıldığı gibi önder çiftçiler tarafından değil, Avrupa’nın sahip olduğu organik tarım firma ve şirketlerin temsilcileri vasıtasıyla başlatılmıştır. Bu sonuç ile Avrupa’da yetiştirilemeyen ve sıradan görünen tarımsal ihraç ürünlerimize gelen talebin bir nedeni olarak meydana geldiği görülmektedir (Demiryürek, 2011).

Organik tarıma olan ilgi, çevresel ve sağlık ile ilgili endişe verici problemlerin artması, ekonomik ve sosyal koşulların oluşması gibi faktörlerin sonucu olarak ortaya çıkmaktadır. Organik tarım ve gıda ürünlerine ilişkin düzenlemeler ve tüketici talebinin artması ile beraber sürdürülebilir ve organik tarımı benimseyen çiftçi sayısının da doğal olarak arttığı görülmektedir. Bu talebin artması aynı zamanda uluslararası ticaretin de gelişmesini sağlamıştır. Organik tarım hemen hemen dünyadaki tüm ülkelerde yapılmakta olup bununla beraber üretim alanları giderek artmaktadır (Demiryürek, 2004).

Ülkemizdeki organik bitkisel üretim verileri incelendiğinde, 2005 yılında 203.811 ha alanda 421.934 ton iken, 2019 yılında 545.870 ha alanda 2.030.466 ton üretimin yapıldığı ve giderek ilgi görmeye beraber önemi artan tarımsal üretim şekli haline geldiği görülmektedir (TUIK, 2019). Organik tarımda elde edilen ürünler besin değeri açısından değerlendirildiğinde konvansiyonel tarım ürünlerine oranla daha az nitrat ve ağır metaller barındırmasına rağmen daha yüksek oranda C vitamini, demir, magnezyum ve fosfor içerdiği bilinmektedir (Girgel ve

ark., 2018). Organik ürünlerde tespit edilen protein miktarı daha az olsa bile konvansiyonel ürünlere oranla daha kaliteli olduğu araştırmacılar tarafından tespit edilmiştir (Chamberlain ve ark., 2010; Rahmann, 2011). Ayrıca organik olarak yetiştirilen ürünlerin değerinin hem yerli yetiştiriciler açısından hem de uluslararası piyasada çok daha yüksek olduğu bilinmektedir (Crowder ve Reganold, 2015).

İnsanların bilinçli bir şekilde organik ürünlere teşvik edilmesi beraberinde yaygınlaşan organik tarım sistemlerinin önemli bir girdisi olan mikrobiyal ve organik gübreler (piyasada birden çok değişik adlar ve içerikler altında bulunmakta) üreticilerin tarımsal alanlarda kullanımına sunulmuştur (Kayıkçıoğlu ve ark., 2007). Bu gübreler içerisinde yer alan sığır gübresi, vermikompost gübresi, koyun gübresi, kanatlı hayvan gübreleri, ahır gübresi ve organik gübre takviye edici kimyasal gübreler en fazla yoğunlukta kullanılan gübreler olup, farklı bitki türlerinde büyüme ve gelişme parametreleri üzerine olan etkileri farklı araştırmacılar aracılığıyla tespit edilmiştir (Toy ve Hüsnü, 2015; Yeşilbaş, 2015; Kuzucu ve Dumlupınar, 2017; Ata, 2018).

Topraktaki mineral madde eksikliğini ortadan kaldırmak için mevcut olan tüm bitkisel artıklar, koyun gübresi, çiftlik gübresi, vermikompost, tavuk gübresi, çöp kompostu ve organik yapı içeren sanayi atıkları değerlendirilmektedir. Bu materyaller toprağın fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerini önemli derecede iyileştirerek topraklara besin elementleri sağlar ve bitkisel üretimde verimi ve kaliteyi olumlu yönde etkilerler (Entry ve ark., 1997; Pascual, 1997; Madejón ve ark., 2001; Sönmez ve ark., 2002).

Gelecekteki gıda sorunlarını gidermek için ekolojik sistemin sürdürülebilirliğini sağlamak ve biyoçeşitliliği korumak amacıyla bu alanda yapılacak olan çalışmalar büyük önem arz etmektedir.

2.TARIMDA BİYOĞÜBRELERİN YERİ VE ÖNEMİ

Toprağın fiziksel yapısını iyileştiren, verimliliğini önemli derecede arttıran ve bitki büyüme ve gelişimi üzerinde pozitif etki

barındıran mikroorganizmalar, “biyogübre” veya “mikrobiyal gübreler” olarak bilinmektedirler. Mevcut olan mikroorganizmalar içerisinde, farklı aktiviteler oluşturan, serbest halde yaşayan, bitkisel gelişimini olumlu yönde teşvik eden, biyolojik mücadelenin yanı sıra biyolojik gübre olarak değerlendirilen bitki gelişimini teşvik edici bakteri, alg, fungus grubu canlılardan meydana gelmekte olup bu canlıların kullanım alanı gittikçe yaygınlaşmaktadır (Mısraklı, 2018). Mikroorganizma faaliyetlerinin bitki gelişimi üzerine teşvik edici etkisini ortaya koyan temel mekanizma, azot fikse eden ve organik, mikrobiyal ve inorganik fosfat çözücü gübre uygulamaları ile besin maddesi alımının arttırılması oluşturmaktadır (Çakmakçı ve ark., 2008). Azot fikse eden veya fosfat çözücü bakteriler ile beraber uygun bakteriler kullanıldığında mikroorganizmalar inorganik gübre alımını bitkiler tarafından hızlandırmaktadır (Kucey ve ark., 1989; Çakmakçı, 2005). Bu bakımdan mikrobiyal gübrenin aktif olarak kullanılması bitki besleme açısından oldukça yararlı olup, bitkide verim ve kaliteyi arttırarak masrafların azaltılması açısından oldukça gereklidir (Khan ve ark., 2009).

Biyogübreler; azot fiksasyonu oluşturabilen, fosfatı ve diğer bir kısım elementleri çözünür hale getirebilen, sekonder metabolitlerin oluşumuyla beraber bitki gelişimini teşvik edebilen veya kimi hastalıklara karşı oruyucu olarak muhafaza edilebilen canlı ve latend formda mikroorganizmaları barındıran preparatlardır. Tohuma, toprağa, bitki yapraklarına, kompostlara ve farklı alanlara uygulanabilen bu gübrelerde amaç, verimi ve kaliteyi arttırmak için bitkinin kolay bir şekilde alabileceği besin elementlerinin yararlılığını arttıran mikrobiyal olayları hızlandırmak ve yararlı olan mikroorganizma popülasyonunu arttırmaktır (Mahdi ve ark.,2010).

3. BİYOLOJİK GÜBRE ÇEŞİTLERİ

3.1. Rhizobium İçeren Mikrobiyal Gübreler

Mikrobiyal gübreler içerisinde en fazla bilinen ve uygulanan bir gübredir. Bu mikrobiyal gübrelerde baklagillerle ortak yaşama girerek

atmosferik azotu bağlayabilen Rhizobium veya Bradyrhizobium bakterileri bulunur. Bu bakteriler yılda ortalama 5-10 kg/da azotu fikse edebilirler. Yetiştirilmek istenen baklagil çeşidine özgü Rhizobium türünü içeren mikrobiyal gübre genellikle baklagil tohumuna bulaştırılarak uygulanır. Bu şekilde tohumla birlikte toprağa giren bakteriler uygun koşullar altında hızla çoğalarak bitkinin erken gelişme döneminde nodoziteler oluşturmakta ve azot fiksasyonunu başlatarak bitkinin azot ihtiyacı karşılanmaktadır. Uzun süre baklagil yetiştirilmemiş topraklarda veya farklı bir baklagil çeşidinin ekileceği topraklarda mutlaka ilgili baklagil çeşidine özgü Rhizobium bakterisi içeren mikrobiyal gübrelerin kullanımı gerekir (Karaman, 2012).

3.2. Azospirillum İçeren Mikrobiyal Gübreler

Heterotrofik beslenmeye sahip olan bu mikroorganizmalar özellikle C4 bitkileri ile birlikte yaşarlar. Yılda yaklaşık 2-4 kg/da azot fikse edebildikleri gibi aynı zamanda bitki gelişimi düzenleyici maddeler oluştururlar.

Özellikle mısır, şeker pancarı, sorgum ve darı gibi bitkiler için tavsiye edilen bir mikrobiyal gübredir. Sadece bitki kök yüzeyinde değil aynı zamanda kök içine de nüfus ederek bitki ile bir uyum içerisinde yaşarlar. Fakat Rhizobium gibi köklerinde nodül oluşturmazlar (Karaman M.R.,2012).

3.3. Azotobakter İçeren Mikrobiyal Gübreler

Bu bakteriler serbest yaşayarak havadaki N₂ bağlayabilen aerob mikroorganizmalardır. Nötr ve alkali reaksiyonlu topraklarda doğal olarak bulunmalarına karşılık, sayıları çok fazla değildir. Heterotrof mikroorganizmalar oldukları için toprağın organik madde içeriği yükseldikçe sayıları da artar.

Azotobakterler, bir mg karbon kaynağına karşılık 10 mg azot fikse yeteneğine sahiptirler. Yaşamları sona erdiğinde ise hücre içindeki azot mineralize olarak, bitkiye yararlı forma geçer. Bu bakteriler, Rhizobium'lara oranla daha düşük azot fiksasyon kapasitesine

sahiptirler. Bununla beraber her mevsimde toprağa uygulanabilmesi ve azot fikse edebilmesi açısından daha pratiktirler. Rhizobium'lara oranla tuzlu ve alkali topraklara daha toleranslıdırlar ve topraktaki bitki besin maddeleri açısından bitkiler ve mikroorganizmalar ile daha az rekabet içerisindedirler. Serbest yaşamlı olmalarından dolayı tüm bitkiler bu mikroorganizmalar tarafından bağlanan azottan faydalanabilirler.

Azotobakter ile aşılıdıktan sonra ekilen bitki tohumları daha iyi çimlenmekte ve bazı fungal hastalıklara karşı bitkiyi korumaktadır. Bu tür bakteriler özellikle çeltik, mısır, şeker kamışı ve sebze yetiştirilen topraklarda daha iyi gelişirler (Arun,2007).

3.4. Mavi Yeşil Alg (Cyanobakteriler) ve Azolla İçeren Biyogübreler

Bu organizmalar fototrof (enerji kaynağı olarak güneş ışığını kullanan organizmalar) olup, su altında bulunan çeltik arazisi gibi tarım topraklarında yılda ortalama 2-3 kgN/da düzeyinde azot fikse edebilirler. Çeltik üretiminde azot çok fazla ihtiyaç duyulan önemli bir besin elementidir. Bu azotun yaklaşık %50-60'ı, serbest yaşamlı veya çeltik ile beraber yaşayan bakteri topluluklarının yaptıkları biyolojik azot fiksasyonundan gelen azot ile toprakta bulunan azottan karşılanır (Roger ve Ladha,1992).

Mavi yeşil alglerin çoğunda azot fiksasyonunun gerçekleştiği ve heterosist adı verilen özelleşmiş hücreler içeren uzun iplikli hücre yapıları yer alır. Bu organizmalar bazı sucul bitkiler ve çiçeklenen bitkiler ile birlikte yaşayarak biyolojik azot fiksasyonu yapabilirler. Bunlar arasında en yaygın bir su bitkisi olan Azolla ile mavi yeşil alg olan Anabaena azollea arasındaki simbiyotik ilişkidir.

3.5. Topraktaki Fosfatı Çözebilen Mikrobiyal Gübreler

Bazı mikroorganizmalar trikalsiyum fosfat, dikalsiyum fosfat, hidrosiapatit ve kaya fosfatı gibi erimez formdaki inorganik fosfat bileşiklerin eriyebilirliklerini arttırabilmektedir. Bakterilerden Bacillus ve Pseudomonas cinsleri, funguslardan ise Aspergillus ve penicillum

cinsleri bu özelliğe sahip organizmalardır. Toprakta ve bitki rizosferinde fosfatı çözebilen önemli miktarda mikroorganizma popülasyonu bulunmaktadır. Söz konusu mikroorganizmalar organik asit salgılayarak ortamın pH'sını düşürürler ve fosfatların çözünebilirliğini arttırlar. Bu mikroorganizmaları içeren biyogübreler ayrıca, fosforun erimez formda bulunduğu alkalın reaksiyonlu topraklar için de tavsiye edilmektedir. (Mahdi ve ark.,2010).

3.6. Topraktaki Potasyumu Çözebilen Mikrobiyal Gübreler

Bu gübreler biyo-potas gübreleri olarak da adlandırılır. İçerdikleri bakteriler Bacillus türleridir. Bu mikroorganizmalar potasyumlu mineralleri ayrıştırarak eriyebilir K iyonlarını ortaya çıkarırlar. Potasyum eksikliği görülen topraklara uygulandığında verimi önemli oranda arttırabilmektedirler. (Karaman, 2012)

3.7. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakterileri (PGPR) İçeren Biyogübreler

Bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) rizosferde, köklerde ve yüzeylerinde bulunabilen, bitki büyümesinin kapsamını ve kalitesini doğrudan veya dolaylı olarak iyileştirebilen heterojen bir bakteri grubudur (Ahmad ve ark., 2008). PGPR'lar fitohormon üretmek, bitki besin alımını iyileştirmek, fitopatojenleri inhibe etmek ve toprağın fizikokimyasal özelliklerini değiştirmek gibi çeşitli mekanizmalarla bitki gelişimini teşvik ederler. (Wang ve ark., 2022). Bitki gelişimini teşvik edici aktivite sergileyen PGPR'lerin bazı yaygın örnekleri Pseudomonas, Azospirillum, Azotobacter, Bacillus, Burkholdaria, Enterobacter, Rhizobium, Erwinia, Mycobacterium, Mesorhizobium ve Flavobacterium şeklinde sıralanabilir. PGPR'lar, çok çeşitli mekanizmalar yoluyla bitki gelişiminin teşvik edilmesinde önemli rol oynarlar. Bitki gelişimini destekleyen PGPR'ların etki mekanizmaları şunları içerir

- (i) Besin alımı,
- (ii) Bitkilerde stres toleransı,

- (iii) İndol asetik asit (İAA) vb. bitki fitohormonların üretimi,
- (iv) Sideroforların üretimi,
- (v) Uçucu organik bileşiklerin üretimi,
- (vi) Kitinaz, glukanaz ve ACC-deaminaz gibi koruma enzimlerinin üretimi,
- (vii) Azot fiksasyonu,
- (viii) Fosfatın çözdürülmesi.

PGPR'nin sentetik gübreler, böcek öldürücüler ve böcek ilaçları ile karşılaştırıldığında bitki büyümesini birçok yönden iyileştirdiği bilinmektedir. Mahsul büyümesinin ve verimliliğinin artmasına yardımcı olurlar (Kant ve ark., 2020). Birçok ülkede mahsulleri bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR) ile aşılama, sürdürülebilir tarımsal üretimi geliştirmek için umut verici bir yaklaşımdır (Song ve ark., 2015; Chen ve ark., 2018; Li ve ark., 2020;).

Biyotik stres faktörlerinin yanında kuraklık ve tuzlanma gibi abiyotik stres faktörleri, bitkilerin verimliliğini sınırlayan ve küresel olarak gıda üretimini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen başlıca zorluklardır (Kumar ve ark., 2018). Kurak ve yarı kurak alanlarda bitkiler yaşam döngüsünü tamamlarken çok fazla stresle karşı karşıya kalırlar. Bitkiler, türlerine ve stresin türüne bağlı olarak stresleri farklı şekillerde tolere edebilirler. Aşırı tuzluluk, pirinç, buğday ve sebzeler dahil olmak üzere birçok tarımsal ürünün verimliliğini azaltır. Tuzlu atık sularla sulanan mahsullerin verimliliği ve karlılığının artırılması için bitkilerin tuz toleransına ihtiyaçları vardır. Tuz stresi, su potansiyelini azaltmakta, iyon dengesizliği ve toksisiteye neden olmaktadır. Tuz stresi, bitki kök ve sürgünlerinde çimlenme, çimlenme hızı, kök/sürgün kuru ağırlığı ve Na^+ /K^+ oranı gibi önemli süreçleri etkilemektedir. Bunlar herhangi bir türün yaşam döngüsünde kritik öneme sahiptir (Parida ve Das, 2005). Abiyotik stres koşulları altında bitki gelişimini teşvik eden rizobakteriler (PGPR), bitkilerde etilen seviyelerini düşüren ACC deaminaz üretimi, ozmoprotektan olarak hareket eden ozmolitlerin

salgılanması (prolin, kolin ve trehaloz), stres toleransını indüklemek için bakteriyel uçucu bileşiklerin sekresyonu, yanal kökleri ve kök kıllarının oluşumunu uyaran, böylece su ve besin alımını artıran fitohormonların (İAA, gibberellinler ve sitokininler) salgılanması, kök hücre zarı esnekliğini sağlanması ve zar stabilitesini geliştirilmesi, toprak agregasyonunu artırarak ve bitki kökleri çevresinde yani rizosferde yüksek su potansiyelini koruyarak geçirgenliği artıran ekzopolisakaritlerin üretilmesi gibi bilinen bu mekanizmaların gerçekleştirilmesini sağlar yanı sıra PGPR'ler sinyalleşme ağları tarafından düzenlenen fizyolojik olayları/süreçleri tetikleyebilir.

Rizobakteriler, toprak sağlığı ve bitki verimliliğinin önemli bir belirleyicisidir (Irakoze ve ark., 2021). Tuz stresi altında bitkilerin normal büyümesini sürdürebilmesi için besin maddelerinin mevcudiyetini iyileştirerek toprak verimliliğinin sağlanmasında ana bileşeni oluştururlar (Weisany ve ark., 2014; Far hangi-Abriz ve ark., 2020). Tuzluluğun olumsuz etkileri su stresi, iyon toksisitesi, iyon dengesizliği ve tüm bu faktörlerin kombinasyonudur (Hussain ve ark., 2018; Lamichhane ve Soltani, 2020). Tuzluluk, sadece besin alımını ve bitkilerde tuz birikimini etkilemekle kalmaz, aynı zamanda bitki dokularındaki bölünmeleri de olumsuz etkiler. Besin bozukluğu, yani K+ konsantrasyonu üzerinde yüksek Na+ alımı, tuzluluğun neden olduğu yaygın bir fenomen olan sodyum toksisitesi ile sonuçlanır (Qaisar Nawaz ve Javed, 2017). Bu gibi durumlarda mahsul performansı olumsuz etkilenir (Acosta-Motos ve ark., 2017). Besin eksikliği bodur büyüme, doku ölümü, kloroz ve nekrozu içeren çeşitli fizyolojik ve biyokimyasal değişikliklere yol açar. Tuzluluk ayrıca, bitkilerin vejetatif ve reproduktif büyümelerini etkileyerek, Ca⁺²'nın gelişmekte olan bitki bölgelerinde mevcudiyetini ve taşınmasını da azaltır. (Julkowska ve Testerink, 2015). PGPR'lar, tuz stresi altında bitki besin seviyesini olumlu yönde etkilemektedir (Karimzadeh ve ark., 2020). PGPR ile aşılama, Na⁺ ile bağlanan ve bunların apoplastik akışını azaltan ekzopolisakaritlerin (EPS) üretimi yoluyla aşılammış bitkilere

kıyasla kökler tarafından Na^+ alımını kısıtlamıştır (Bano ve Fatima, 2009; Kasotia ve ark., 2016). PGPR ayrıca mineral fosfatların çözünmesine, toprak agregatlarının stabilize edilmesine ve daha fazla toprak organik azotu gibi diğer besin maddelerinin tutulmasına yardımcı olmaktadır (Kumar ve Shrivardhan, 2022). Tuzlu sodik toprakta yüksek oranda çözünür şekerlerin varlığı, bitkiler için su kullanılabilirliğini önemli ölçüde azaltmaktadır. Yaprak boyutunun azalmasına, kök büyümesinin bozulmasına ve bodur bitki büyümesine yol açmaktadır. Bununla birlikte, bazı bitkiler ozmotik ve turgor potansiyelini azaltmak için kimyasal sinyallerin aktivasyonu ile su potansiyellerini dengelemektedir (Kumar ve ark., 2017).

Azot, bitki büyümesi ve verimi için gerekli esansiyel besinlerden biridir ve yaşam için önemli bir elementtir (Kant ve Krishi, 2020; Rehman ve ark., 2020). Nükleotidler ve proteinler gibi temel biyokimyasalların yapılarında bulunur. Gaz halinde havada yüksek konsantrasyonda N_2 olmasına rağmen bitki azotu bu formda kullanamaz. Biyolojik azot fiksasyonu, N-sabitleyici bakterilerin atmosferik azotu bitkiler tarafından kullanılabilir amonyak azotuna dönüştürdüğü ana işlemdir (Rehman ve ark., 2020). Daha açık ifade etmek gerekirse, gaz halindeki azotu kullanamayan bitkiler, ilk olarak amonyağı nitrit bakterileri ile nitrite sonra nitrat bakterileri ile nitriti nitrata dönüştürürler (Reddy, 2014). Bu proseste, topraktaki mikrobiyal ve fizikokimyasal aktiviteler azotun bitkiler için kullanılabilir forma dönüşmesinde önemlidir. Biyolojik azot fiksasyonu küresel olarak sabitlenen azotun yaklaşık üçte ikisini oluşturan bir süreçtir (Gouda ve ark., 2018). Bu biyolojik süreç, mikroorganizmalar ve bitkiler arasındaki simbiyotik olan ve simbiyotik olmayan etkileşimler ile gerçekleşmektedir (Shridhar, 2012). Simbiyotik azot fiksasyonu, mikroorganizma ve bitki arasındaki karşılıklı ilişkidir ve özellikle Rizobiyum bakterileri (Rhizobium, Mesorhizobium, Bradyrhizobium, Azorhizobium, vb.) ile baklagiller simbiyotik etkileşimler yapma yeteneğine sahiptir. Baklagillerdeki simbiyotik azot fiksasyonu bitki ve tarım üzerinde önemli etkiye sahiptir

ve bu ortaklaşa yaşam hem bakteri hem de bitkinin değişen morfolojisi ile her iki tarafın karşılıklı etkileşimini içermektedir. Öte yandan, simbiyotik olmayan azot fiksasyonu, serbest yaşayan diazotroflar tarafından gerçekleştirilmektedir. Turp, pirinç ve hardal gibi baklagil olmayan bitkilerin büyümesini uyarmaktadırlar. Bu gruba örnek olarak *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Enterobacter*, *Beijerinckia*, *Bacillus*, *Acetobacter*, *Gluconacetobacter* vb. verilebilir (Bhattacharya ve Jha, 2012; Reddy, 2014). Bu bakteri türleri ve diğerleri, bitki gelişimini teşvik etmek için önemli bir yeteneğe sahip, azot sabitleme özelliğindeki, PGPR'lar olarak tanımlanmıştır (Meraklı ve Memon, 2020; Kant ve Krishi, 2020). Bitki için gerekli olan sabit azot toprak yapısında az miktarda bulunmaktadır. Bu nedenle çiftçiler, tarımı sürdürürebilmek için azot içeren gübreler uygulamak zorundadır. Çok miktarda kimyasalın bu şekilde kullanılması tarım alanları için uygun değildir ve aynı zamanda çevre üzerinde de olumsuz etkileri vardır. Bu olumsuz etkiler PGPR'lar kullanılarak ve ihtiyaç duyulan azotun biyolojik azot fiksasyonu ile sağlanmasıyla giderilebilmektedir (Rehman ve ark., 2020). PGPR'ların bitkilere veya tarım alanlarına aşılması, toprağın ve bitkinin azot ihtiyacını karşılamanın yanı sıra hastalıkları önlemek ve bitki gelişimini desteklemek için de kullanılmaktadır (Seymen ve ark., 2019). PGPR'ların kullanımı ile biyolojik azot fiksasyonunun sağlanması tarımsal verimi artırmanın alternatif bir yolu olabilmektedir (Rehman ve ark., 2020)

Bitki gelişimini teşvik eden Rizobakteriler (PGPR) iki farklı gruba ayrılmaktadır. İlk gruptakiler bitki gelişimini hızlandıran maddeleri (fitohormonlar, vitaminler, enzimler ve sideroforlar) sentezleyebilen, biyolojik azot fiksasyonu yapabilen, inorganik fosfat ve demiri çözebilen, organik fosfatı mineralize edebilen ve kuraklık, tuzluluk, metal toksisitesi ve pestisitlere karşı direnci arttırabilen bakterileri kapsamaktadır. (Bowen ve Rovira,1999). İkinci gruptakiler ise fitopatogenik mikroorganizmaların zararlı etkilerini önleyebilen veya azaltabilen bakterileri kapsamaktadır. (Canbolat ve ark., 2006). Bu

bakterilerin çoğu Bacillus ve Pseudomonas cinslerinin gram negatif üyelerini içermektedir.

Bakteri aşılamaalarında son yıllarda önemli bir alternatif yaklaşım, farklı mikroorganizmaların karışık kültürlerinin birlikte uygulanmasıdır. PGPR uygulamaları ile bitki gelişiminin ilk üç veya dördüncü haftası süresince etkili bir kök gelişimi teşvik edilmekte ve koruma sağlanmaktadır. Çevre koşullarına karşı son derece hassasiyetin olduğu bu genç fide döneminde, bitki stres faktörlerini daha kolay bir şekilde atlatmakta ve daha sağlıklı gelişebilmektedir (Çakmakçı, 2005).

PGPR uygulamaları ile bitki kök ve gövde gelişiminde önemli artışlar sağlandığı bilimsel çalışmalarla belirlenmiştir. Bu tür mikrobiyal gübreler, son yıllarda şeker pancarı, şeker kamışı, çeltik, mısır ve buğday gibi bitkilerde kullanılmaya başlanmıştır (Çakmakçı ve ark., 2006).

4. SIVI BİOGÜBRELERİN ÖNEMİ

Sıvı biyogübreler, arzu edilen mikroorganizmalar ve bunların ihtiyaç duyduğu besin elementleri yanı sıra, gübrenin raf ömrünü uzatmak ve kötü koşullara dirençlerini arttırmak için spor oluşumunu hızlandıran özel hücre koruyucu maddeleri de içeren gübrelerdir (Hegde, 2008).

Organik bir materyale emdirilen katı biyogübrelerin raf ömrü genellikle 6 ay olup, UV ışınlarına ve 30 °C'nin üstündeki sıcaklıklara dayanıklı değildirler. İçerdikleri mikroorganizma sayısı zaman geçtikçe önemli düzeyde azalır. Sıvı biyogübrelerin raf ömrü 2 yıl olup, UV ışınlarına ve yüksek sıcaklıklara (55 °C) karşı dayanıklıdırlar. Katı biyogübrelere oranla daha yüksek olan mikroorganizma sayısı, yaklaşık iki yıl boyunca değişmez. Sıvı biyogübreler püskürtülerek kolay bir şekilde kullanılabilirler gibi, hayvan gübreleri ile karıştırılarak da uygulanabilirler (Mahdi ve ark., 2010).

5. MİKORİZA (MYCORHİZA)

Myco” mantar, “Rhiza” kök anlamına gelir. Kök bölgesinde bulunan mikoriza mantarları ile bitki arasındaki karşılıklı ve yararlı

ilişkidir. Mikoriza mantarları, toprak bünyesinde bulunan bitki köklerinde kolonize olurlar ve kök sisteminin gerçek bir uzantısı olarak, kök uzantılarının giremedikleri ve yetişemediği yerlere uzanarak, kök çevresinde bulunan bitki besin elementlerinin ve suyun bitki tarafından alınabilmesini sağlamaktadırlar. Etkin bir mikoriza, bitkinin özellikle fosfor, çinko ve bakır gibi besin elementlerinin ve suyun alınımını artırır, kimyasal gübre kullanım talebini azaltır, fumigasyon ve solarizasyon sonrası yetiştirilen bitkilerin boylarındaki bodurluğu önler, erken ürün eldesi sağlar, patojenlere karşı bitkiyi korur, ağır metal, kuraklık, tuz stresi gibi birçok stres türünden bitkiyi koruyarak, dayanıklılığını artırır. Kirleticilerin yoğun bulunduğu toprakların olumsuz etkilerini azaltır. Mikoriza üzerinde yapılan araştırmalar, bitkiye katkılarının önemi açısından, endomikorizal yaşam şekilleri içinde bulunan ve karasal bitkilerin %80'i ile simbiyotik bir yaşam sürdüren Arbusküler Mikoriza Fungus (AMF) oluşumuna odaklanmıştır. Arbusküler mikorizal mantar topraklarda doğal olarak bulunur ve besin çözünürlüğüne etki eden enzimler salgılar. AMF toprağın su tutma kapasitesini dışarıya doğru ürettiği hifleri ile arttırmaktadır. Ağır metaller bitki gelişimini olumsuz etkileyen en önemli çevresel faktörlerdendir. Ağır metallerle kirlenmiş olan topraklarda yetişen bitkilerde ağır metallerin bitki büyüme, gelişme, ürün verimi ve bazı ekofizyolojik parametrelerde meydana getireceği olumsuz etkiler mikoriza uygulaması ile azaltılmaktadır (Karadağ Kılınç, 2022).



Şekil 1. AMF Kök Kolonizasyonu

Kaynak: Baran, 2023

5.1. Mikoriza'nın Faydaları

Toprağın yapısını iyileştirmeyele beraber verimi (%30'lara varan oranda) arttırır. Kök yapısını iyileştirir ve bitki büyümesinde önemli rol alır. Bitkinin biokütle–canlı ve kuru ağırlığını arttırır. Daha fazla kök sebzesi ve daha fazla meyve filiz gelişimi, yaprak ve yüzey alanındaki artış, süs bitkileri ve çiçeklerde 4-6 hafta erken çiçek açma ve kimyasal gübre kullanımına olan talebi düşürür. Fumigasyon veya solarizasyon sonrası ekilen bitkilerin bodur kalmasını önler Bitki ekim performansını arttırır. Bununla beraber erken çıkış oluşumunu sağlar. Şaşırtma esnasındaki fide şokunu ve fide ölümlerini minimize eder. Sebze, meyve ve farklı ürünlerin uniform olmasını sağlar Patojenlere karşı bitkiyi muhafaza eder. Hastalıklı ve zayıf fide sayısının en aza indirilmesini sağlar. Bitkinin hastalık ve zararlılara karşı direncini arttırır. Kuraklık ve streslere karşı bitkinin bünyesini güçlendirir ve direncini arttırır. Zayıf beslenmeye karşı bitkinin korunmasını, nakil şokuna karşı bitkinin korunmasını, tuza karşı dayanıklılığın artmasını ve ağır metallere karşı dayanıklılığın artmasını sağlarlar.

5.2. Mikorizanın Toprak Gelişimi Üzerine Etkisi

Mikoriza ortak yaşamında topraktaki bitki köklerine yüksek oranda fotosentez ürünü organik C geçişinin, toprak mikroorganizmaların sayıları, aktiviteleri ve dağılımlarına önemli oranda etki bulunduğu Marschner (1995) tarafından rapor edilmiştir. Mikoriza mantarları ve kılcal kökler toprak strektörünün gelişmesini fiziksel olarak da sağlanmaktadır. Mikorizalar ayrıca diğer organizmalarla birlikte çıkardıkları polisakkaritler ve hifleri aracılığı ile strektörün dayanıklılığını arttırmaktadır. Toprak yüzeyini sarmalayarak adeta teksele taneleri paketlemektedir. Diğer taraftan topraktaki glomaninler ile strektörün stabil hale geldiği düşünülmektedir. Örneğin meksikada yapılan bir çalışmada toprak kökenli protein-glomaline le toprak organik karbonu arasında yüksek korelasyon olduğu belirlenmiştir (Perez ve ark., 2012).

Toprağa kazandırılan yüksek miktardaki karbon yanında mikoriza hiflerinin de üretikleri glomalin ve polisakaritlerle küçük toprak agregatlarını birleştirerek dayanıklı iritoprak agregatlarını oluşturdukları deneysel olarak belirlenmiştir (Rillig ve ark., 2010).

5.3. Mikoriza, Bitki ve Toprak Etkileşimleri

Doğada doğal olarak görünen arbusküler mikoriza mantarı (AMF) bitkinin besin elementi döngüsünün en önemli kısmının oluşumunu sağlamaktadır (Fitter ve ark, 2011). Bitkilerin büyümesi ve ortamda bulunan besin elementlerinden faydalanmaları mikorizanın bitki kökleri ile infeksiyonuna bağlı olduğu görülmektedir. Bazı bitkiler için mikoriza "olmazsa olmaz" sınıfına girip yaşamları tamamen mikorizanın var oluşuna bağlıdır (Sieverding, 1991; Declerck ve ark., 1995). Yeryüzündeki bitki topluluklarının % 95'i (yaklaşık 240 000 bitki türü) çoğunlukla Endogenece'a'ya ait fikomiset (phycomycetous) toprak mantarlarıyla arbusküler mikorizal işbirliği sağlarlar (Koide ve Lu, 1992; Bonfante ve Perotto, 1995).

5.4. Mikorizanın Diğer İşlevleri

Mikoriza mantarları değişik şartlarda konukçu bitki için farklı işlevler belirleyebilmektedir. Bir kısım mikoriza mantarları bitki besin maddesi alımına katkı sağlarken, bir kısmı ise ekstrem sıcaklık ve kuraklık dönemlerinde, bitki gelişmesinin farklı dönemlerinde veya izleyen durumlarda yararlı olduğu görülmektedir. Mikoriza neredeyse tüm organizmalara, ağır metal toksitesi ve toprak tuzluluğu gibi hastalık ve çevre streslerine karşı bitki kökünün korunmasına önemli derecede yardım etmektedir. Mikoriza mantarlarının toprak strüktürü ve nem depolanması gibi ekosistem özelliklerini dolaylı olarak etkilediği görülmektedir. Mikorizanın dış miselyumları sadece toprağın mikrobiyel aktivitesinin değiştirmekle kalmayıp aynı zamanda toprak faunası için substrat oluşturmayı sağlar. Hiflerin birbirine bağlanması veya hücre dışı polisakaritlerin üretilmesi suretiyle mikroagregatları daha stabil agregatlar haline dönüştüren mikoriza toprak strüktürünü de

değiştirmektedir. Mikorizal kolonizasyon rizosfer mikroorganizmalarının hem sayısını arttırmakta hem de kompozisyonunu değiştirmektedir (Karaman, 2012).

Mikorizal mantar bitki hastalık ve zararlılarına karşı da bitkiyi hem iyi besleyerek korur ve hem de direkt rizosferde diğer mikroorganizmalarla mücadele ederek etkin duruma getirmesini sağlar. Mikorizal mantar ile inoküle edilen domates bitkisinin *Fusarium oxysporum* ve *Pseudomonas syringae*'ye karşı direnci artmaktadır. Mikorizal infeksiyon bitkinin kuraklığa karşı dayanıklılığını da arttırabilir. Bu artış ya direkt hifler aracılığı ile veya mikorizanın bitki fizyolojisi ve morfolojisi üzerinde yaptığı değişikliklerden kaynaklanan kök büyümesi veya kılcal kök oluşumu ile ilgilili olduğu bilinmektedir (Karaman, 2012).

6. TRICHODERMA

Bitkinin gelişiminde önemli bir role sahiptir. Çevre dostu olarak bilinen bu gübre, bir biyo kontrol aracı gibi rol oynar ve bununla beraber topraktaki farklı patojenlere karşı aşırı paraziterdir.

Dünyanın farklı bölgelerinde özellikle Amerika ve Avrupa'da yaygın olarak bilinen, 2000'li yılların başından bu yana Türkiye'de önemli bir sorun oluşturan kök hastalıklarına ruhsatlı olan *Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2'nin bitki gelişimini teşvik ederek hızlandırdığını, ayrıca bitki savunma mekanizmalarını önemli derecede teşvik ederek bitkileri toprak kaynaklı patojenlere karşı dirençli hale getirdiğini ve bununla beraber çeşitli antibiyotik bileşikler ürettiğinden dolayı biyolojik mücadelede de tercih edildiği görülmektedir. T-22, oldukça etkili ve yararlı bir hibrit mantar (*Trichoderma harzianum* Rifai KRL-AG2'nin) ırkı olduğu bilinmektedir. Çökerten hastalığı etmenlerine karşı bitki kök ucu ve kök çevresini hızlı bir şekilde kaplayarak tam bir koruma sağlar (Karaman, 2012).

SONUÇ

Tarımsal üretim aşamalarında toprağa uygulanan biyogübreler, verimliliği ve biyoçeşitliliği arttırarak, kimyasal gübrelere olan ihtiyacı azaltarak organik atıkları ayrıştırılmaktadır. Ayrıca kimyasal gübre ve ilaç kullanımından dolayı oluşan çevre kirliliğinin de en az düzeye indirilmesi hususunda önemli işlevler üstlenmektedir. Sürdürülebilir tarım sistemleri açısından biyogübreler ideal gübreler olup, kullanımları kolay olmakla beraber aynı zamanda ekonomik açıdan da avantaj sağlamaktadırlar. Dünyada 20. yüzyılın ikinci yarısında meydana gelen hızlı sanayileşme ile beraber nüfus artışı, önemli çevre sorunlarının oluşmasını da beraberinde getirmiştir. Bu soruna çözüm olarak görünen ise açlık probleminin azaltılmasına yönelik politikaların geliştirilmesi, yoğun girdi kullanılarak birim alandaki verimi yükseltmeye çalışmak ve yeni alanların tarıma açılmasına yönelik olmuştur. Bilinçsiz ve yoğun bir şekilde kullanılan tarım ilacı ile beraber gübre kullanımı, yanlış toprak işleme, ilaçların kalıntı riski, toprağın fiziksel yapısının bozulması, topraktaki mikroorganizma ile beraber yanlış toprak işleme, ilaçların kalıntı riski, toprağın fiziksel yapısının bozulması, topraktaki mikroorganizma ile beraber organik madde canlılığının azalması ve besin maddesi dengesinin bozulması, tuzlulaşma, çoraklaşma ile beraber önemli çevre sorunlarının meydana çıkmasını da beraberinde getirmiştir. Bu tür problemlerin azaltılması açısından mikrobiyal gübrelerin kullanımı önem arz etmektedir. Mikrobiyal gübrelerin uzun süreli kullanımı sonucunda yukarıda konu edilen toprağın yanlış kullanımına bağlı sorunlarda da azalmalar meydana gelecek, sürdürülebilir tarım açısından önemli kazanımlar elde edilecektir.

KAYNAKÇA

- Acosta-Motos, J. R., Ortuño, M. F., Bernal-Vicente, A., Diaz-Vivancos, P., Sanchez-Blanco, M. J., & Hernandez, J. A., (2017). Plant responses to salt stress: Adaptive mechanisms. *In Agronomy*, Vol. 7, Issue 1, MDPI AG. [https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/mirays/126034/Organik%20Tar%C4%B1m%20\(Sunu2\).pdf](https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/mirays/126034/Organik%20Tar%C4%B1m%20(Sunu2).pdf). Erişim tarihi: 10.10.2023
- Ahmad, F., Ahmad, I., & Khan, M. S., (2008). Screening of free-living rhizospheric bacteria for their multiple plant growth promoting activities. *Microbiological Research*, 163(2), 173–181 pp.
- Altındışlı, A. (2002). Organik Tarım Eğitimi Ders Notları, Emre Basımevi: İzmir, Türkiye.
- Arun, K.S. (2007). Bio-fertilizers for sustainable agriculture. Mechanism of P-solubilization. Sixth edition, *Agribios publishers*, Jodhpur, India, pp. 196-197.
- Ata, N. (2018). Değişik düzeyde uygulanan tavuk gübresi ve fertigasyon EC'lerinin örtüaltı baharlık domates (*Solanum lycopersicum*) yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkileri. *Mediterranean Agricultural Sciences*, 33(3), 425-431
- Bano, A., & Fatima, M., (2009). Salt tolerance in *Zea mays* (L). following inoculation with *Rhizobium* and *Pseudomonas*. *Biology and Fertility of Soils*, 45(4), 405–413 pp.
- Baran, İ. (2023). Van ekolojik koşullarında biyolojik ve organik gübrelemenin börülce'nin (*Vigna sinensis*) bazı agronomik, verim ve kalite parametreleri üzerine etkisinin belirlenmesi. (Doktora tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Bhattacharjee, A., Thompson, A. M., Schwarz, K. C., Burnet, M. C., Kim, Y. M., Nunez, J. R. & Anderton, C. R., (2020). Soil microbial EPS resiliency is influenced by carbon source accessibility. *Soil Biology and Biochemistry*, 151, 108037.
- Bowen, G.D. & Rovira, A.D. (1999). The rhizosphere and its management to improve plant growth. *Advances in Agron.* 66:1-102.
- Çakmakçı, R., Erdoğan, Ü., Turan, M., Öztaş, T., Güllüce, & M., Şahin, F. (2008). *Bitki gelişimini teşvik edici bakteri ve gübre uygulamalarının buğday ve arpa gelişme ve verimi üzerine etkisi*. 4. Ulusal Bitki Besleme ve Gübre Kongresi, Konya.

- Çakmakçı, R. (2005). Bitki gelişiminde fosfat çözücü bakterilerin önemi. *Selçuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 19(35), 93-108.
- Çakmakçı, R. (2005). Bitki gelişimini teşvik eden Rizobakterilerin tarımda kullanımı. *Atatürk Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi* 36 (1) 97-107.
- Çakmakçı, R., Dönmez, F., Aydın, A. & Şahin, F. (2006). Growth promotion of plants by plant growth-promoting rhizobacteria under green house and two different field soil conditions. *Soil Biology ve Biochemistry* 38:1482-1487.
- Canbolat, M.Y., Bilen, S., Çakmakçı, R., Şahin, F. & Aydın, A. (2006). Effect of plant growth promoting bacteria and soil compaction on barley seedling growth nutrient uptake, soil properties and rhizosphere microflora. *Biol. Fertil. Soils*. 42:350-357.
- Chamberlain, D. E., Joys, A., Johnson, P. J., Norton, L., Feber, R. E., & Fuller, R. J. (2010). Does organic farming benefit farmland birds in winter. *Biology letters*, 6(1), 82-84.
- Chen, W., Teng, Y., Li, Z., Liu, W., Ren, W., Luo, Y., & Christie, P., (2018). Mechanisms by which organic fertilizer and effective microbes mitigate peanut continuous cropping yield constraints in a red soil of south China, *Appl. Soil Ecol.*, 128, 23–34 pp.
- Crowder, D. W., & Reganold, J. P. (2015). Financial competitiveness of organic agriculture on a global scale. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(24), 7611-7616.
- Demiryürek, K. (2011). Organik tarım kavramı ve organik tarımın dünya ve Türkiye'deki durumu. *GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 27-36.
- Farhangi-Abriz, S., Tavasolee, A., Ghassemi-Golezani, K., Torabian, S., Monirifar, H., & Rahmani, H. A., (2020). Growth-promoting bacteria and natural regulators mitigate salt toxicity and improve rapeseed plant performance. *Protoplasma*, 257(4), 1035–1047 pp.
- Fitter, A.H., Helgason, T., & Hodge, A., (2011). Nutritional exchanges in the arbuscular mycorrhizal symbiosis: implications for sustainable agriculture. *Trends Cell Biol.* 25:68–72
- Girgel, Ü., Çokkızgın, A., & Çölkesen, M. (2018). A Research on determination of the morphological and agronomical characteristics of local beans (*Phaseolus vulgaris* L.) genotypes under the organic farming system in Bayburt. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 6(5), 530-535.

- Goudaa, S., Kerryb, R.G., Dasc, G., Paramithiotisd, S., Shine, S.H. & Patra, J.K., (2018). Revitalization of plant growth promoting rhizobacteria for sustainable development in agriculture, *Microbiological Research*, 206: 131– 140 pp.
- Hegde, S.V. (2008). Liquid bio-fertilizers in Indian agriculture. *Bio-fertilizers newsletter*, pp. 17-22.
- Kayıkçıoğlu, H., Gülhan, T., & Tüzel, Y. (2007). Organik tarımda kullanılan bazı organik gübrelerin topraktaki mikrobiyal aktivite üzerine etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 44(2), 65-80.
- Hussain, I., Ali, A., Ahmed, A., Nasrullah, H., Khokhar, B. U. Di., Iqbal, S., Aulakh, A. M., Khan, A. U., Akhter, J., & Ahmed, G., (2018). Impact of ridge-furrow planting in Pakistan: Empirical evidence from the farmers field. *Hindawi. International Journal of Agronomy*. Volume 2018, Article ID 3798037, 8 pages <https://doi.org/10.1155/2018/3798037>
- Irakoze, W., Prodjinoto, H., Nijimbere, S., Bizimana, J. B., Bigirimana, J., Rufyikiri, G., & Lutts, S., (2021). NaCl and Na₂ SO₄ induced salinity differentially affect clay soil chemical properties and yield components of two rice cultivars (*Oryza sativa* L.) in Burundi. *Agronomy*, 11(3).
- Julkowska, M. M., & Testerink, C., (2015). Tuning plant signaling and growth to survive salt. *In Trends in Plant Science*. Vol. 20, Issue 9, 586–594 pp.
- Kant, L., Bidhan, T., & Krishi Viswavidyalaya, C., (2020). Plant growth promoting rhizobacteria (Pgpr) as biofertilizer characterization and distribution of phosphorus in different soils. View project.
- Karadağ Kılınç, S., (2022) Ağır metallerle kirletilmiş topraklarda yetişen bazı tıbbi bitkilerde mikoriza uygulamalarının ekofizyolojik etkileri. (Doktora tezi), İstanbul üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İstanbul.
- Karaman, M.R., (2012). Bitki Besleme. Dumat Ofset Matbacılık ISBN: 978-605-87103-2-0. Ankara Türkiye.
- Karimzadeh, J., Alikhani, H. A., Etesami, H., & Pourbabaei, A. A., (2021). Improved phosphorus uptake by wheat plant (*Triticum aestivum* L.) with rhizosphere fluorescent Pseudomonas strains under water-deficit stress. *Journal of Plant Growth Regulation*, 40(1), 162–178 pp.
- Kasotia, A., Varma, A., Tuteja, N., & Choudhary, D. K., (2016). Amelioration of soybean plant from saline-induced condition by

- exopolysaccharide producing *Pseudomonas*-mediated expression of high affinity K⁺ transporter (HKT1) gene. *Current Science*, 111(12), 1961–1967 pp.
- Khan, M. S., Zaidi, A., & Wani, P. A. (2009). Role of phosphate solubilizing microorganisms in sustainable agriculture-a review. *Sustainable agriculture*, 27(2007), 551-570.
- Koide, R., T. & Lu, X. (1992). Mycorrhizal infection of wild oats: parental effects on offspring nutrient dynamics, rowth and reproduction. in "Mycorrhizas in Ecosystems" (Eds. Read, D.J., Lewis, D.H., Fitter, A.H. and Alexander, I.J.) *Cab International*, Wallingford, U.K. Pp. 55-58.
- Kumar, A., & Verma, J. P., (2018). Does plant—microbe interaction confer stress tolerance in plants: a review. *Microbiological research*, 207, 41-52.
- Kumar, D., al Hassan, M., Naranjo, M. A., Agrawal, V., Boscaiu, M., & Vicente, O., (2017). Effects of salinity and drought on growth, ionic relations, compatible solutes and activation of antioxidant systems in oleander (*Nerium oleander* L.). *PLoS ONE*, 12(9).
- Kumari, R., Bhatnagar, S., Mehla, N., & Vashistha, A., (2022). Potential of organic amendments (AM fungi, PGPR, vermicompost and sea weeds) in combating salt stress—a review. *Plant Stress*, 100111.
- Kuzucu, C. O., & Dumlupınar, B. B. (2017). Farklı organik bitki besin maddelerinin Çengelköy Hıyarının (*Cucumis sativus* L) tohum verim ve kalitesi üzerine etkilerinin belirlenmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 5(1), 59-67.
- Lamichhane, J. R., & Soltani, E., (2020). Sowing and seedbed management methods to improve establishment and yield of maize, rice and wheat across drought-prone regions: A review. *In Journal of Agriculture and Food Research* (Vol. 2).
- Lampkin, N. H., & Padel, S. (1994). The economics of organic farming: an international perspective. *Wallingford: CAB* 11-25.
- Li, H., Qiu, Y., Yao, T., Ma, Y., Zhang, H., & Yang, X., (2020). Effects of PGPR microbial inoculants on the growth and soil properties of *Avena sativa*, *Medicago sativa*, and *Cucumis sativus* seedlings. *Soil Till. Res.* 199 pp.
- Madejón, E., López, R., Murillo, J. M., & Cabrera, F. (2001). Agricultural use of three (sugar-beet) vinasse composts: effect on crops and chemical properties of a Cambisol soil in the

- Guadalquivir river valley (SW Spain). *Agriculture, ecosystems & environment*, 84(1), 55-65.
- Mahdi, S.S., Hassan, G.I., Samoon, S.A., Rather, H.A., Showkat, A.D. & Zehra, B. (2010). Bio-fertilizers in organik agriculture. *Journal of phytology* 2(10):42-54.
- Meraklı, N., & Memon, A., (2020). Role of plant growth promoting bacteria (PGPR) in plant growth and development: Soil-Plant Relationship. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 8(12), 2590-2602.
- MıŖraklı, D. (2018). Topraksız koŖullarda yetiŖtirilen Meyer limonunda farklı besleme kombinasyonlarının fidan kalitesi üzerine etkileri. (Yüksek Lisans Tezi), Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye.
- Parida, A. K. & Das, A. B., (2005). Salt tolerance and salinity effects on plants: A review. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 60(3), 324–349 pp.
- Perezç A.B., Etchevers, J.D., Chavez M.D., Moreno, C.H., Monreal, C.M. & Prat, C. (2012). Extraction of glomalin and associated compounds with two chemical solutions in cultivated tepetates of Mexico. *Communications in soil Science and Plant Analysis* 43:28-35.
- Qaisar Nawaz, M., & Javed, Q., (2017). Rice yield improvement through various direct seeding techniques on moderately salt affected soil. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, 27(3): 2017, Page: 848-854
- Rahmann, G. (2011). Biodiversity and organic farming: what do we know VTI *Agriculture and Forstery Research*, 3, 189-208.
- Reddy P.P., (2014). Potential role of PGPR in agriculture. Plant growth promoting rhizobacteria for horticultural crop protection. *Springer*, pp: 17–34
- Rehman, F., Kalsoom, M., Adnan, M, Toor, M.D., Zulfiqar, A., (2020). Plant Growth Promoting Rhizobacteria and their Mechanisms Involved in Agricultural Crop Production: A Review. *SunText Review of BioTechnology*, 01(02).
- Rillig, M.C., Mardatin, N.F., Leifheit, E.F. & Antunes, P.M. (2010). Mycelium of arbuscular mycorrhizal fungi increases soil water repellency and is sufficient to maintain water stable soil aggregates. *Soil Biology and Biochemistry* 42:1189-1191.

- Roger, P.A. & Ladha, J.K. (1992). Biological N₂ fixation in wetland rice fields: estimation and contribution to nitrogen balance. *Plant Soil* 141:41-45.
- Shridhar B.S., (2012). Review: nitrogen fixing microorganisms. *Int. J. Microbial. Res.* 3(1): 46–52.
- Sieverding, E. (1991). *Vesicular-arbuscular mycorrhiza management: in tropical agrosystems* (No. C045. 072). GTZ.
- Song, X., Liu, M., Wu, D., Griffiths, B.S., Jiao, J., Li, H., & Hu, F., (2015). Interaction matters: synergy between vermicompost and PGPR agents improves soil quality, crop quality and crop yield in the field. *Appl., Soil Ecol.* 89, 25–34 pp.
- Sönmez, İ., Sönmez, S., & Kaplan, M. (2002). Çöp kompostunun bitki besin maddesi içerikleri ve bazı organik gübrelerle karşılaştırılması. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 16(29), 31-38.
- Toy, D., & Hüsnü, Ü. (2015). Çiftlik gübresi ve yeşil gübre kullanımının taze ve kuru börülce yetiştiriciliğinde verim ve kalite üzerine etkilerinin belirlenmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10(2), 110-117.
- Turhan, Ş. (2005). Tarımda sürdürülebilirlik ve organik tarım. *Tarım Ekonomisi Dergisi*, 11(1 ve 2), 13-24.
- Wang, C., Ning, P., Li, J., Wei, X., Ge, T., Cui, Y., Deng, X., Jiang, Y., & Shen, W., (2022). Responses of soil microbial community composition and enzyme activities to long term organic amendments in a continuous tobacco cropping system. *Appl. Soil Ecol.* 169, 104210.
- Weisany, W., Sohrabi, Y., Heidari, G., Siosemardeh, A., & Badakhshan, H., (2014). Effects of zinc application on growth, absorption and distribution of mineral nutrients under salinity stress in Soybean (*Glycine max L.*). *Journal of Plant Nutrition*, 37(14), 2255–2269 pp.
- Yeşilbaş, C. (2015). Van koşullarında organik ve inorganik gübrelemenin mercimekte (*Lens culinaris Medic.*) verim ve bazı verim öğeleri üzerine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.

BÖLÜM 10

DÜNDEDEN BUGÜNE ŞEKERİN YOLCULUĞU

Doktora Öđrencisi Yudum BURCU¹, Prof. Dr. Rűveyde TUNÇTÜRK²,
Prof. Dr. Murat TUNÇTÜRK³

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428320>

¹ Van Yűzűncű Yıl Őniversitesi, Ziraat Fakűltesi, Tarla Bitkileri Bűlűmű Van, Tűrkiye.
ymburcu1@gmail.com, Orcid ID: 0000-0003-1399-6153

² Van Yűzűncű Yıl Őniversitesi, Ziraat Fakűltesi, Tarla Bitkileri Bűlűmű Van, Tűrkiye.
ruveydetuncurk@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-3759-8232

³ Van Yűzűncű Yıl Őniversitesi, Ziraat Fakűltesi, Tarla Bitkileri Bűlűmű Van, Tűrkiye.
murattuncurk@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7995-0599

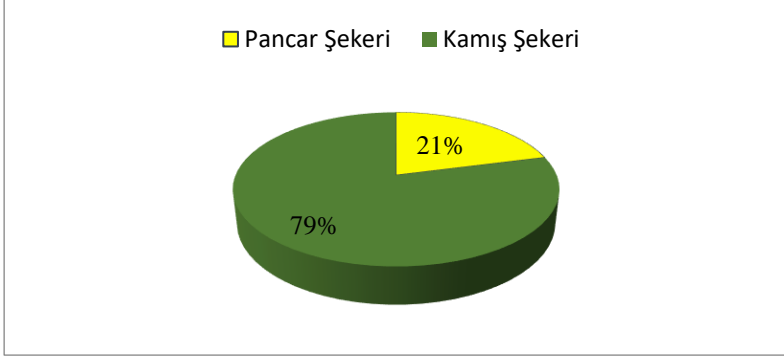
1.GİRİŞ

Şeker, gıda güvencesini sağlamasının yanı sıra ülkelerin tarım ekonomisinde de önemli bir yere sahiptir. Şeker sanayisi, oluşturduğu katma değerle kalkınmanın ve sürdürülebilirliğin öncüsüdür. Stratejik bir ürün olan şeker pancarından elde edilen şeker, enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Ayrıca bakteriostatik özelliği olan şekerin gıdaların muhafazasındaki rolü yüksektir (Er ve ark, 2018). Şeker, su ile bağlandığı için mikroorganizmaların ihtiyaç duyduğu su, şeker tarafından bağlanmaktadır. Reçellerin ve marmelatların uzun süre muhafaza edilmesini sağlayan yöntemin çıkış noktası bu prensiptir.

Beyaz şeker (sakaroz) üretim prosesinde, hammaddenin kamış veya pancar olmasına bağlı olarak bazı farklılıklar bulunmakla birlikte, her iki proses sonucu üretilen uluslararası standartlara uygun beyaz şekerler arasında kalite farkı bulunmamaktadır (Anonim, 2023a). Şeker kamışı tropik bölgelerde her mevsim, subtropik bölgelerde ise yazlık olarak yetiştirilebilen bir bitki olması ve şeker kamışının, şeker pancarına oranla daha düşük maliyetle üretilmesi ve işlenmesi gibi nedenlerle pancar şekerine oranla kamıştan elde edilen şekerin maliyeti daha düşük olmaktadır. Şeker, Avrupa Birliği, Rusya, Ukrayna ve üzerinde yaşadığımız coğrafya gereği Türkiye’de pancardan; ABD, Japonya, Çin gibi ülkelerde hem pancardan hem kamıştan; Brezilya, Hindistan, Tayland, Meksika, Pakistan ve Avustralya başta olmak üzere birçok ülkede ise kamıştan üretilmektedir. Dünyada 2021/2022 döneminde üretilen sakaroz kökenli şekerin, % 21’i pancardan, % 79’u kamıştan elde edilmiştir. 2021/2022 Pazarlama yılı itibariyle, dünyanın en büyük şeker üreticisi olan ve şeker kamışından şeker üretimi yapan Hindistan (35.9 milyon ton) ve Brezilya (32.1 milyon ton) dünya şeker üretiminin %39’unu elinde bulundurmaktadır. Diğer büyük şeker üreticileri ise sırasıyla Tayland (10.1 milyon ton), hem kamış hem pancardan üretim yapan Çin (9.6 milyon ton) ve Amerika (7.6 milyon/ton)’dır. Ayrıca Dünyada kişi başına sakaroz kökenli şeker tüketimi beyaz şeker cinsinden yılda 21.4 kg’dır (Anonim, 2023a).

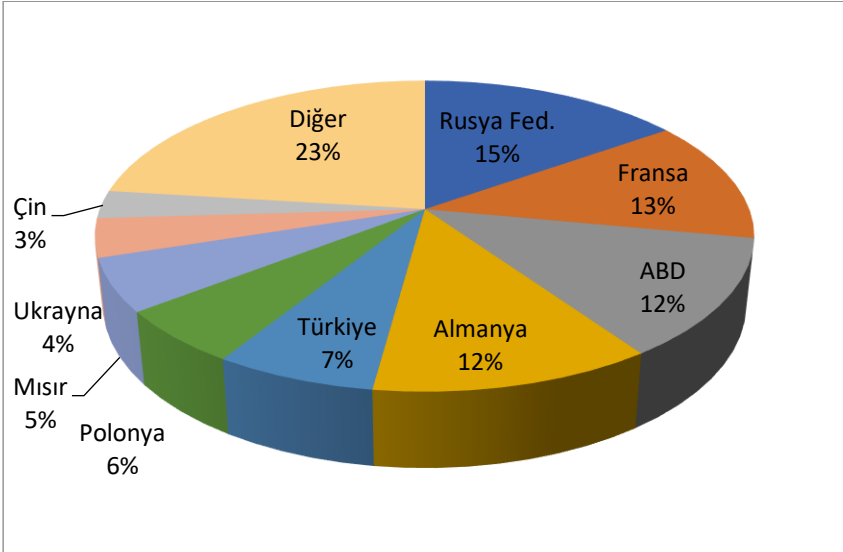
2.DÜNYADA ŞEKER SEKTÖRÜ VE TÜRKİYE

2021/2022 döneminde dünyada şeker üretiminin %21'i kamış şekerinden, %79'u pancar şekerinden karşılanmaktadır. Ülkemiz Rusya, Fransa, Almanya ve ABD'den sonra pancardan şeker üreten 5. ülkedir. Dünya şeker pancarı üretiminde Türkiye'nin payı % 7'dir.



Şekil 1. Şeker pancarı ve şeker kamışından şeker üretim payları

Kaynak: Anonim,2023b



Şekil 2. 2021/2022 Şeker Üretim Payları.

Kaynak: FAO,2023

3.TÜRKİYE’DE ŞEKER PANCARI ÜRETİMİ

Türkşeker, kurulduğundan beri pancar tarımında üreticinin gelirini arttırmak, maliyetleri düşürmek, şeker pancarında verim ve kaliteyi arttırarak üreticiye destek olmuştur. Pancar, münavebe bitkisi olduğundan her yıl üreticilerle yapılan ‘Şeker Pancarı Üretim Sözleşmesi’ esaslarına uygun yapılmaktadır. Üretimde garanti için şeker pancarı üretimi kanun ve yönetmelik hükümleri doğrultusunda, belirlenen ekim sahalarında üreticiler ve/veya temsilcileri ile şirketler veya fabrikalar arasında sözleşme ile kotalı olarak yapılmaktadır (Türkşeker, 2022). Türkşeker, yetiştirilen bölgeye uygun ve kaliteli tohum, gübreleme, mekanizasyon ve sulama tedbirleri şeker pancarında modern tarım tekniklerini uygulamaktadır. Ayrıca üreticilere ayni ve nakdi avans vererek üreticiye üretiminin her aşamasında destek olmaktadır. Teknik personel ile pancar üreticisi sürekli irtibat halinde olması sayesinde karşılaşılan herhangi bir sorun hemen teknik destekle çözülmektedir.

Tablo 1. Türkiye’de şeker pancarı ekimi, üretimi ve verimi

Yıllar	Ekilen Alan (da)	Üretim (ton)	Verim(kg/da)
2012	2.806.945	14.919.940	5.315
2013	2.913.282	16.488.590	5.660
2014	2.887.851	16.743.045	5.798
2015	2.744.873	16.022.783	5.837
2016	3.224.477	19.592.731	6.076
2017	3.392.742	21.149.020	6.234
2018	2.921.044	17.436.100	5.969
2019	3.137.891	18.054.320	5.754
2020	3.381.078	23.025.738	6.810
2021	3.054.051	17.767.085	5.818
2022	2.975.096	19.253.962	6.472

Kaynak: Tüik,2023

2012 ile 2022 yılları arasında ekilen alan karşılaştırıldığında 2017 yılında ekilen alan en fazla olmasına rağmen en fazla verim 6.810 kg/da ile 2020 yılına aittir.

Tablo 2. İllere göre şeker pancarı üretimi (2022)

İller	Ekilen Alan	Üretim
	Dekar	Ton
Afyonkarahisar	147.076	922.522
Aksaray	135.389	997.062
Ankara	119.605	716.302
Bitlis	53.332	243.642
Eskişehir	166.079	998.162
Kahramanmaraş	61.724	334.315
Karaman	51.928	402.907
Kayseri	143.598	1.066.371
Konya	927.496	6.824.748
Muş	64.924	375.485
Sivas	151.393	841.741
Tokat	69.052	438.599
Yozgat	170.199	1.217.525
13 İl Toplamı	2.261.795	15.379.381

Kaynak: Tük,2023

Türkiye’de 2022 verilerine göre 57 ilde şeker pancarı üretilmekte olup, en fazla üretim yapılan 13 ilin ekim alanı ve üretim miktarları Tablo 2’de verilmiştir. En fazla şeker pancarı üretiminin yapıldığı Konya ili, Türkiye ekim alanının %31.17’sini, üretiminin ise % 35.45’ini karşılamaktadır.

4.ŞEKERİN TARİHİ VE TÜRKİYE’DE ŞEKER SEKTÖRÜ

Şekerin kaynağı 18. yüzyılın ortalarına kadar bal ve şeker kamışı olmuştur. İnsanlar ilk defa Hindistan’da şeker kamışından şeker elde etmeyi öğrenmişlerdir. Büyük İskender’in Hindistan seferinden sonra Avrupalılar şeker ile tanışmıştır. Avrupalılar, şeker Hindistan’dan geldiği için Hint Tuzu adını vermişlerdir. Avrupa kıtasıyla, önce

Fransa, Almanya ve İngiltere arasında şeker kamışı ticaretinin rekabet halinde olması ayrıca Avrupa kıtasında iklim koşullarından dolayı şeker kamışının yetiştirilemeyişi şeker için alternatif kaynak aranmasına sebep olmuştur. 17. yüzyılın başlarında Fransız bilim insanı Oliver De SERRAS pancardan elde edilen usarenin kaynatıldığında tatlı bir pekmezin oluştuğunu ifade etmiş; fakat nedenini açıklayamamıştır. Andreas Sıgsmund MARGRAF yaptığı kimyasal çalışmalarla pancar pekmezinin tat veren maddenin kamış şekerinde aynı olan sakkaroz olduğunu ortaya koymuştur. Zamanla A.S. MARGRAF pancar şurubunu kristallendirmiş ve hayvan pancarları arasında şeker oranına ve ağırlığına göre seleksiyon yaparak şeker pancarı formunu elde etmeyi başarmıştır. Pancardaki şeker oranını % 1-3 seviyesinden % 5-7 seviyesine kadar yükseltebilmiştir. MARGRAF'ın öğrencisi Franz Karl ACHARD 1787 yılında kendi imalathanesinde 5 kg şeker üretmiştir. ACHARD 1802 yılında Silezya/Cunern' de ilk pancar şeker fabrikasını kurmuştur. 1840'lardan sonra Fransa ve Almanya'da, 1853 yılında Rusya, Belçika, Hollanda, Avusturya ve Macaristan'da, 1880'de Danimarka'da, 1885 yılında İsveç'te, 1889'da Romanya'da, 1890'da İspanya'da, 1891'de İtalya, ABD Devletlerinde ve 1926 yılında ülkemizde şeker fabrikaları kurulmuş ve tarımı gelişmiştir. (Er ve ark, 2018).

Tablo 2. Beta cinsine dahil pancar tür ve alttürleri ile kromozom sayıları ve yayılma alanları

GRUPLAR	Türler	Alt türler	Kromozom Sayısı 2n	Yayılma alanları
İseksiyon VULGARES	<i>Beta vulgaris</i> L.	Spp. Vulgaris	18	-Avrupa'nın Güneyi
	<i>Beta patula</i> Ait.	Spp. Maritima L.	18	ve Afrikanın
	<i>Beta artiplicifolia</i>	Spp.orientalis Routh	18	kuzeyinde,
	Rany.	Spp.macrocrpa	18	- Akdeniz
		Gusse	18	kıyılarında
		Spp. Lomotogana L.	18	-Batı Afrika
			18	kıyılarında
				-Atlas
				Okyanusunun
				kıyılarında

II.Seksiyon COROLLIN AE a)Diploid	<i>Beta lamotogana</i> F. Et M. <i>Beta macrohirza</i> Stev. <i>Beta intermedia</i> <i>Beta lomotogana</i>		18 18 18 36,45 36,45	-Akdeniz kıyıları, -Balkanlar, Karadeniz'in kuzeyi -Doğu Anadolu, Kafkaslar, Hazar Denizi'nin Güneyi -Afganistan'dan Hindistan'a kadar olan bölge
b)Poliploid	<i>Beta trigina</i> Zosis. <i>Beta Corolliflora</i> Zoss.		36	
III.Seksiyon NANAE	<i>Beta nane</i> Bosis. et Held.		18	-Yunanistan'ın Dağlık Bölgeleri
IV.Seksiyon PATELLAR ES	<i>Beta patellaris</i> <i>Beta procumbens</i> <i>Beta webbiana</i>		36 18 18	-Akdeniz kıyıları, Balkanlar ve Anadolu -Kafkaslar -Kuzey Irak ve Doğu Akdeniz

Kaynak: Transchzel ve Helm, 1927ve 1957, Barocka, K.H. 1970, Lehrbuch der Züchtung, Landwirtschaftlicher Kulturpflanzen. Speziellerteil. Band und Hamburg'dan geliştirilmiş. (C.ER)

5.ÜLKEMİZDE FAALİYET GÖSTEREN ŞEKER ŞİRKETLERİ

Tablo 4. Pancardan şeker üreten şirketler

TÜRKŞEKER (15 FABRİKA-KAMU)	ÖZEL FABRİKALAR
Ağrı Şeker Fabrikası	Adapazarı Şeker Fabrikası
Ankara Şeker Fabrikası	Kütahya Şeker Fabrikası
Burdur Şeker Fabrikası	Amasya Şeker Fabrikası
Çarşamba Şeker Fabrikası	Kayseri Şeker Fabrikası (3 fabrika - Kayseri, Turhal ve Boğazlıyan Özel)

Elazığ Şeker Fabrikası	Konya Şeker Fabrikası (2 fabrika - Konya ve Çumra - Özel)
Erciş Şeker Fabrikası	Aksaray Şeker Fabrikası A.Ş.
Ereğli Şeker Fabrikası	Kırşehir Şeker Fabrikası
Eskişehir Şeker Fabrikası	Afyon Şeker Fabrikası
İlgın Şeker Fabrikası	Alpullu Şeker Fabrikası
Kars Şeker Fabrikası	Bor Şeker Fabrikası
Kastamonu Şeker Fabrikası	Elbistan Şeker Fabrikası
Malatya Şeker Fabrikası	Erzurum Şeker Fabrikası
Susurluk Şeker Fabrikası	Erzincan Şeker Fabrikası
Uşak Şeker Fabrikası	Çorum Şeker Fabrikası
Yozgat Şeker Fabrikası	Muş Şeker Fabrikası

Kaynak: Türkşeker,2023a

Ayrıca Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş. (TÜRKŞEKER), şeker fabrikalarına ek olarak 1 alkol, 3 makine, 1 elektromekanik aygıtlar, 1 tohum işleme fabrikası ve 1 şeker enstitüsü ile üretimde lokomotif konumda ve ülkemiz sanayisinin önde gelen kuruluşlarından (Türkşeker, 2022).

Tablo 5. Pancar şekeri ve nbş kotaları (bin ton)

Yıllar	Pancar Şeker Kotası(A)	NBŞ Kotası(A)	NBŞ Kota Artışı (%)	Toplam A Kotası
2009/2010	2.438	271	50	2.845
2010/2011	2.200	244	50	2.566
2011/2012	2.200	244	35	2.529
2012/2013	2.200	244	38	2.537
2013/2014	2.200	244	25	2.505
2014/2015	2.250	250	30	2.575
2015/2016	2.250	250	25	2.563
2016/2017	2.385	265	0	2.650
2017/2018	2.537	267	-50	2.670
2018/2019	2.565	135		2.700
2019/2020	2.633	67.5		2.700
2020/2021	2.633	67.5		2.700
2021/2022	2.633	67.5		2.700
2022/2023	2.681	68.75		2.750

Kaynak: Türkşeker, 2022(7103 No.lu Kanun ile NBŞ kotası %50 oranında düşürülmüştür.)

A kotası şeker, yurt içindeki talebe göre üretilen ve pazarlama döneminde iç pazara verilebilen şeker, güvenlik payı için A kotası şekerin belli oranına tekabül eden şeker miktarı ise B kotası şekerdir. C kotası şeker, A ve B kotası dışında üretilen ihraç edilen, yurt içinde pazarlanamayan ham ve beyaz şekeri ifade eder (Anonim, 2023c).

4634 sayılı Şeker Kanunu ile Ülkemizde şeker ihtiyacını karşılayacak düzeyde üretim planlamasının yapılması, yurt içinde pazarlanacak şeker miktarının ise Cumhurbaşkanı tarafından tahsis edilen kotalar ile belirlenmektedir. Ülkemizde % 95 pancar şekeri, % 5 nişasta bazlı şeker ile yıllık şeker ihtiyacı programlanmaktadır. (27/03/2018 tarih ve 30373 (2. mükerrer) sayılı Resmi Gazetede yayımlanan 7103 no'lu Vergi Kanunları ile Batı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun ile) 2019/2020, 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023 pazarlama

dönemlerinde Cumhurbaşkanı kararı ile nişasta bazlı şeker kotası ülke toplam A kotasının % 2.5'i oranında belirlenmiştir (Türkşeker,2022).

Tablo 6. Kota kapsamı dışında üretim yapan nişasta bazlı şeker üreten şirketler (ihraç)

Ak Nişasta (Kırklareli)
GSF Gıda Üretim San. Tic. (Sakarya)
Ay Nişasta (Mardin)
Beşan Nişasta (Gaziantep)
Omnia Nişasta San. Tic. A.Ş. (Adana)

Kaynak: Türkşeker, 2022

Tablo 7. Nişasta bazlı şeker üreten şirketler

Cargill Tarım ve Gıda Sanayii ve Ticaret A.Ş.
Amylum Nişasta Sanayi ve Ticaret A.Ş.
PNS Pendik Nişasta Sanayii A.Ş.
Tat Nişasta İnşaat Sanayi ve Ticaret A.Ş.
Sunar Mısır Ent.Tes.

Kaynak: Türkşeker, 2022

Türkiye'de şeker sektörü 1925 yılı ve sonrasında kanunlar ile düzenlenmiştir. Şeker sanayii ile ilgili yayımlanan tüm mevzuatı bir araya getiren 6747 sayılı Şeker Kanunu 1956 yılında yürürlüğe girmiş, 2001 yılında yürürlüğe giren 4634 sayılı Şeker Kanunu ile yürürlükten kaldırılmıştır. Yürürlükte olan 4634 Sayılı Şeker Kanunu ve ilgili mevzuat çerçevesinde iş ve işlemler yürütülmektedir. Türkiye'de şeker üretimi pancar şekeri ve nişasta bazlı şeker olmak üzere iki türdür. İzoglukoz ve glukoz şurupları olarak piyasaya sunulan nişasta bazlı şekerlerdir. Bu türlerin her ikisinin üretimi de ülkemizde gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2023a).

6. TÜRKİYE'DE PANCAR TARIMININ ÖNEMİ

Ülkemizde şeker fabrikalarının açılmasının temel hedefi, şeker üretimi yanında çiftçiye destek olmak ve üreticiyi teknik destekle buluşturmadır. Şeker fabrikalarının uyguladığı sosyoekonomik politikalarla ülke tarım ve hayvancılığının gelişmesine katkı sağlamakta, kırsal nüfusun ayakta kalmasına ve köyden kente göçü de azaltmaktadır (Kaya, 2015). Şeker pancarı, sanayi için hammadde olmasının yanında yaprakları ve posası ile besi hayvancılığında da aranan kıymetli de bir yem bitkisidir. Nakliye ve makine sektörüne katkı sağlamakla beraber kimyevi gübre, ilaç ve tohum gibi endüstri sektörünün gelişmesine de katkı sağlamaktadır. Bölgenin ekolojik özelliğine bağlı olarak üç veya dört yılda bir ekimi yapıldığı için şeker pancarı münavebe bitkisidir. Münavebeli ekimi yapıldığı için kendinden sonra ekilen bitkilerin verim ve kalitesini artırmaktadır. Ülkemizde şeker pancarı tarımı, üreticinin geçimini sağlaması yanı sıra hayvancılık, tarım, nakliye, süt, yem ve hizmet sektörüyle iç içe geçmiş durumdadır. Tarımsal sanayi ve istihdam gibi alanlarda da bütünlük teşkil etmektedir. Ülkemizde şeker pancarının tarımı Şeker Pancarı Üretim Sözleşmesi esaslarına göre yapıldığı için üreticilerle her yıl sözleşme yapılmaktadır (Türkşeker, 2022).

7. ŞEKER PANCARININ TARIMI, MÜNAVEBESİ VE TOHUMU

Şeker pancarının kalitesini etkileyen unsurların başında iklim gelmektedir. Şeker pancarı uzun gün bitkisi olması sebebiyle ışık ve sıcaklık isteği fazla olmaktadır. Işık miktarının değişimi fotosentezi etkilediği için şeker oluşumunu da etkiler. Şeker pancarının intaşından hasadına kadar 2400-2800⁰C sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır. Özellikle haziran ve temmuz aylarında sıcaklık ve ışıklanma isteği en yüksek seviyeye çıkmaktadır. Vejetasyon süresi 170-200 gün arasında olmakla birlikte, ülkemizde 140-200 gün arasında değişmekle birlikte ortalama 170 gün olduğu tespit edilmiştir. Tohumlarının çimlenmesi için

minimum sıcaklık 5⁰C, maksimum sıcaklık 28-30⁰C, optimum sıcaklık ise 25⁰C'dir (Abacı ve İnan, 2017).

Tablo 8. Şeker pancarının gelişme dönemlerine göre sıcaklık ihtiyaçları

Dönemler	°C	Gün
Çıkiştan bir çift yaprak oluşumuna kadar	200 ve üzeri	15
Gerçek yaprakların 6-16. gün aralığında	500 ve üzeri	30
Gerçek yaprakların 16-40. gün aralığında	600 ve üzeri	40
Olgunlaşma döneminde	800 ve üzeri	90(m inimum)

Kaynak: Abacı ve İnan,2017

Su ihtiyacı fazla olan şeker pancarının 1 kg kuru maddeyi bünyesinde biriktirebilmesi için yaklaşık 350-400 lt suya ihtiyaç duymaktadır. Yıllık 600 mm yağış alan yerlerde, 350 mm'sinin pancarın gelişme dönemine denk geldiği yerlerde şeker pancarı yetiştiriciliği sulama yapılmadan da gerçekleştirilebilmektedir. Hava neminin % 65-75 aralığında olması şeker pancarının iyi gelişmesine imkan sağlamaktadır. Pancarın kök verimi ve teknolojik kalitesinin yüksek olması için toprak özelliğine dikkat edilmesi gerekmektedir. Toprak reaksiyonu 5.5- 7.5 aralığında olmalıdır. Toprak işlenerek ekim için ideal tohum yatağı hazırlanmalıdır. İdeal tohum yatağı için ince ve homojen yapıda, furda strüktürde, kapillaritesi iyi nemli bir tabaka oluşturulmalıdır. Ekim dönemi, pancarın vejetasyon sürecini etkilediği için titizlikle üzerinde durulmaktadır. Şeker pancarı ekiminde sıra arası 45 cm, sıra üzeri ise üreticinin tercihine göre değişmektedir. Ekim derinliği 3-4 cm'dir (Gökkuş ve ark., 2015). Ülkemizde bölgelere göre ekim zamanı değişmekle beraber büyük bir kısmı 15 Mart-15 Nisan arasında yapılmaktadır. İklim etkisiyle aralıklar 15 gün ileri veya geriye çekilebilmektedir. Ayrıca mükerrer ekimlerde de tarihler farklılık göstermektedir (Abacı, 2017).



Şekil 3. Şeker pancarı ekiminden görüntü (pnömatik mibzer ve mekanik mibzer)

Tablo 9. Bölgelerin şeker pancarı ekim dönemleri

Bölgeler	Ekim Zamanı
Marmara Bölgesi	Şubat ayı ortaları
Orta Anadolu ve Geçit Bölgeleri	15 Mart-15 Nisan
Doğu Anadolu	Nisan-15 Mayıs

Kaynak: Abacı, 2017



Şekil 4. Çimlenmesini tamamlamış şeker pancarı

Tablo 10. Ülkemiz genelinde ekimin aylara göre dağılımı (%)

Aylar	Bölgeler		
	Marmara	Doğu Anadolu	Orta Anadolu Ve Geçit
Ocak	3	-	-
Şubat	34	-	1
Mart	35	10	50
Nisan	21	56	45
Mayıs	7	31	4
Haziran	-	3	-

Kaynak: Abacı, 2017

Şeker pancarı topraktan fazla miktarda besin maddesi aldığı için iyi bir gübreleme programı yapılarak zamanında verilmelidir. Azot gübrelemesi kök gelişimini ve şeker oranını önemli ölçüde etkilediği için oranına ve miktarına dikkat edilerek gübreleme programı oluşturulmalıdır. Fosfor gübrelemesi ise sonbaharda - sürümle, pulluk derinliğinde tek seferde veya 1/3'ü ilkbaharda ekimle beraber verilebilir. Bakımında ise öncelikle çapalama, sulama ve seyreltme işlemlerine dikkat edilmelidir. Öncelikle toprak kaymak bağlamışsa çapalama işlemi ile kaymak tabakası kırılmalı, bitki iki yapraklı olduğunda yüzlek, 2-5 cm derinliğinde çapa yapılmalıdır. Daha sonra gerektiğinde çapa işlemi tekrar edilmelidir.



Şekil 5. Şeker pancarında çapa (el)

Çimlenme ve çıkışı kolaylaştırmak amacıyla hava sıcaklığı göz önünde bulundurularak çok az bir sulama yapmak gerekebilir. Seyreltme esnasına zarar gören bitkilerin toprağa tutunmasını sağlamak için de seyreltme sonrası sulama yapılmaktadır. İlerleyen dönemlerde toprağın nemine göre 15-20 gün aralıklarla 4-5 defa sulama yapılmaktadır. Yaprak oluşumunun durması ve dış yaprakların ölmeye başladığı zaman bitkinin gelişme dönemi de göz önünde bulundurularak hasat dönemi planlanmalıdır. Fabrikaların kampanya sürecine uyularak hasat yapılmalıdır. Hasattan 10-20 gün önce sulamanın yapılması hasat işlemini kolaylaştırmanın yanı sıra pancar köklerinin kırılmasını da önler. Hasat işlemi makineli veya elle yapılmaktadır. (Gökkuş ve ark., 2015).



Şekil 6. Şeker pancarında el ve makine ile söküm

7.1. Şeker Pancarında Münavebe

Rotasyon olarak da isimlendirilen ekim nöbeti; aynı tarlada belirli sıra ile farklı bitkilerin birbirini takip ederek yetiştirilmesidir. Münavebenin amacı tarımsal üretimin artması ve toprağın verimliliğinin korunmasıdır. Ekim nöbetinin özellikleri incelendiğinde baklagil bitkisine yer verilmesinin amacı, toprağın humus kapsamını artırması, çapa bitkisinin amacı ise yabancı ot kontrolünün sağlanmasıdır. İşgücünün yıl içinde düzenli kullanılması, verim ve kaliteyi artırması, uygulanan gübrelere azami düzeyde faydalanılması, erezyonu azaltması, toprağa organik madde ve azot sağlaması, hastalık, zararlı ve yabancı ot kontrolünü sağlaması münavebenin avantajları arasındadır. Münavebede ekim nöbetine alınacak bitkiler ekonomik açıdan karlı, iklim ve toprak şartlarına uygun, hastalık ve zararlıların gelişmesini kısıtlamalıdır. (Gökkuş ve ark., 2015) Şeker pancarından sonra yetiştirilecek bitkilere şeker pancarının faydaları ise tarla hazırlığında kolaylık, havalandırılmış ve temiz bir toprak, yabancı otları büyük oranda temizlenmiş bir tarla bırakmasıdır.

Tablo 11. Şeker pancarında münavebe önerileri

1.Yıl	2.Yıl	3.Yıl	4.Yıl
Patates	Pancar	Buğday	Nadas
Pancar	Arpa	Baklagil	Pancar
Buğday	Patates	Pancar	Buğday

Kaynak: Er ve ark.,2018

Ülkemizde rotasyon uygulanması zorunlu olan şeker pancarı bitkisi; üç veya dört yılda bir ekilebilmektedir. Nohut, fasulye, arpa, buğday, kolza, ayçiçeği, aspir, patates, mısır, lahana şeker pancarı ile rotasyona girebilecek uygun bitkilerdir. (Çalışkan, 2016)

7.2. Şeker Pancarında Tohum ve Tohumluk

Biyolojik olarak iki yıllık olan şeker pancarı bitkisi vejetatif organlarını birinci yıl, generatif organları ise ikinci yıl geliştirir. Tohumları birleşik şekilde bulunur. Birinci yıl kök-gövde ve yaprakları,

ikinci yıl ise sapa kalkarak çiçek ve tohumlarını meydana getirir. Şeker üretimi için yani tohumluk üretimi yapılmıyacaksa ekildiği yıl hasat edilir. Tohum üretimi için birinci yılın devamındaki kış aylarında (yaklaşık iki ay) ve belli bir düşük sıcaklıkta kalması gerekir. (MEB, 2016) Şeker pancarı tarımında kullanılan çeşitler sentetik ve hibrit çeşitlerdir. Sentetik çeşitler sekiz ile on hattın beraber yetiştirilerek, serbest ve aralarında döllenip olgunlaşan tohumların beraber hasat edilmesi prensibiyle üretilmektedir. Şeker pancarında genetik ve aynı zamanda stoplazmik genetik erkek kısırılık bulunmaktadır. Hibrit çeşitler ise şeker pancarının erkek kısırılık özelliğinden faydalanılarak ıslah edilmesi ve tohum üretilmesiyle yapılmaktadır. Şeker pancarında çeşitler tohum özelliklerine göre multigerim (Türkşeker Poly, Türkşeker-1) ve monogerm çeşitler olarak ikiye ayrılır. Multigerim çeşit iki veya daha fazla embriyosu olan çeşit, monogerm ise sadece bir tane embriyosu olan çeşittir (Çalışkan, 2016). Multigerim tohumlarda genetik monogerm tohum elde edilmesi tohum kırma değirmenleri ile tohumlara dış yüzeyinden uygulanan basınç sonucu birleşik oldukları kısımlardan ayrılmasıyla oluşturulmaktadır. Özellikler bakımından kaplanmış tohum üretilmesinde temel unsurlar incelenecek olursa öncelikle farklı şekillerde olan tohumu küresel ve küresel şekle yakın hale getirerek mibzerin tohum kutusunda şekli ile akıcılık sağlayarak tohum yatağına düşmesidir. Kaplama malzemesinin içine çimlenmeyi daha da kolay hale getirecek olan mineral madde ve hastalık-zararlılara karşı ilaç eklenmektedir. Bunun yanında çimlenme için etraftan su alabileceği nem çekici maddeler bulunmaktadır (Er ve ark, 2018).

8.TÜRKİYE TARIMINDA ŞEKER PANCARI VE EKONOMİYE KATKILARI

Şeker pancarı üretiminde tarımsal sürekliliği sağlamasının yanında dekara ortalama on işçinin istihdamına olanak sağlamaktadır.

Çapa bitkisi olduğu için toprağın havalanmasına, fiziki yapısının iyileşmesine ve biyolojik aktivitelerinin artmasını sağlamaktadır.

Melas ve küspe şeker pancarı işlendiğinde yan ürün olarak ortaya çıkmakla birlikte havyan yetiştiriciliğinde faydalanılmaktadır.

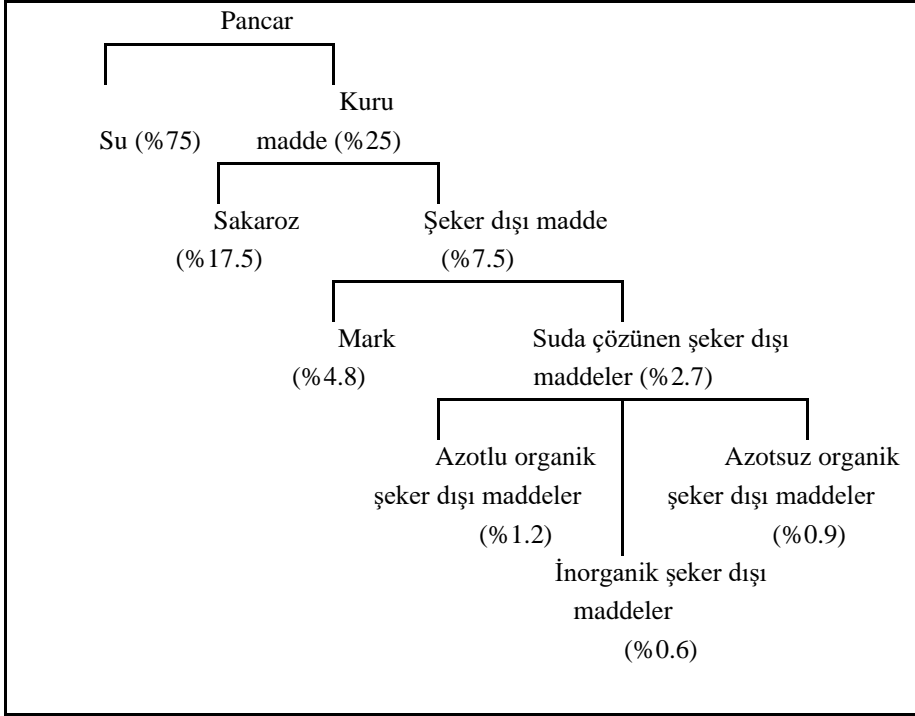
Şeker pancarında münavebe uygulandığı için kendisinden sonra yetiştirilen tahıllarda yaklaşık %20 verim artışı sağlanmaktadır (Eştürk,2018).



Şekil 7. Şeker pancarının çıkış aşamaları



Şekil 8. Şeker pancarı tarlasından genel bir görünüm

Tablo 12. Şeker pancarının bileşimi

Kaynak: Erdem,2017

Şeker pancarının şekere dönüşüm aşamaları; pancarın hasat edilmesi ve fabrikalara sevki, yıkama, tartma, kıyım işlemi, ham şerbetin elde edilmesi, şerbetin temizlenmesi, ince şerbetin koyulaştırılması, şurubun lapaya işlenmesi, kristalizasyon, ham şekerin elde edilmesi ve ham şekerin arıtılması gibi basamaklarından oluşmaktadır.

9.1. Pancarın Hasat Edilmesi ve Fabrikalara Sevki

Üretici, şeker pancarının olgunlaşmasını göz önünde bulundurarak yetiştirdiği bölgenin ekolojik koşullarına göre Ağustos ayından itibaren Aralık ayının başına kadar hasat eder. Ancak şeker pancarının hasat zamanlarının belirlenmesinde teslim edilecek fabrikanın işleme kapasitesi, hava durumunda göz önünde bulundurulur. Baş kesimi yapılan pancarlar fabrikaya taşınarak tartımı yapılır ve şekere dönüşme yolculuğu başlar. Bunun yanı sıra tarla kenarlarında silo yapılarak pancar, rüzgar yönü hesaplanarak kısım kısım taşınabilir. Oluşturulan

yığımlar don riski varsa örtülebilir. Pancar depolanacaksa; donma ihtimali, pancarın olgunluk derecesi, çürük ve yaralı olması, depolama sıcaklığı ve havalandırma seviyesi göz önünde bulundurulmalıdır. Şeker pancarı depolama işlemleri, fabrikaya sevk edilme ve fabrikaya sevkinden sonraki işlemler olmak üzere iki şekildedir (Anonim, 2023d).

9.1.1 Silolama Şekilleri

Pancarın bekleme süresine göre uzun ve kısa zaman için yapılan silolar olarak ikiye ayrılır. Kısa zamanlı silolar, çiftçi silosu olup; kısa sürede işlenecek pancarlar için yapılır. Uzun zamanlı silolar ise uzun süre saklanacak yığımlar için yapılır. Şekillerine göre silolar ise dar, geniş ve yüksek silolardır. Dar silolar yüksekliği iki metreye kadar çıkabilen, genişliği ise yüksekliğinin altı katından fazla olan silolardır. Geniş silolar, yüksekliği genişliğinin en fazla 1/6'sı olan silolardır. Yüksek silolar ise havalandırma gözönünde bulundurularak 5-9 metreye yüksekliğe kadar olan silolardır (Tuğrul, 2017).

Söküm ve silolamada alınması gereken önlemler

- 1) Pancar hasadı esnasında pancarın zedelenmesine dikkat edilmelidir.
- 2) Baş kesimi düzgün yapılmalı, silo alanı nakliye için uygun olmalıdır.
- 3) Silo alanının tesviyesi düzgün, su birikimini önleyecek şekilde eğimli ve drenajı düzgün olmalıdır.
- 4) Silo yapılacak alan sert zeminli olmalı ve dezenfekte edilmelidir.
- 5) Silolama işleminden önce saha temizlenmelidir.
- 6) Silolar şartlara bağlı olarak rüzgar yönüne dik olmalı ve sıcaklığı kontrol etmek için aralarında üç metreye kadar geçit olmalıdır.
- 7) Silonun içinde hava sirkülasyonunun sağlanması için eğimli şekilde yan duvarları örülmelidir.

- 8) Sıcaklığın düştüğü koşullarda silolardan buhar çıkışı gözleniyorsa o kısımda ısının yükselmiş olduğunun göstergesidir. Silodaki pancarlar zaman kaybetmeden işlenmeli ve çürük kısımlar uzaklaştırılmalıdır (Tuğrul, 2017).



Şekil 9. Etrafı örülmüş ve örülmemiş silolar

Pancarın silolardan fabrikaya sevki yüzdürme kanallarıyla yapılır. Su ile yüzdürülen pancarlar ile beraber diğer maddelerde özgül ağırlıkları nedeniyle farklı hızlarda sürüklenir. Pancarın akış hızını düzenleyen ayar çarkı, taş ve ot tutucu da fabrikaya pancar girmeden önce bu mekanizma ile ot ve yabancı maddelerden pancarı ayırır (Anonim, 2023d).

9.2. Yıkama, Tartma ve Kıyım İşlemi

Pancarların daha sonraki yıkama işlemi fabrikaların alt katında bulunan yıkama teknesinde olur. Teknede pancarlar hem yıkanır, hem de seri bir şekilde ilerlerler. Kuru madde kaybını önlemek için yıkama suyunun sıcaklığının 15⁰C'nin altında olması tercih edilir. Elevatör yardımıyla yıkanan pancarlar kantara ve kıyım makinesine gönderilir. Tartım işleminden sonra doğrama makinesine ilerleyen pancarlar şeritler halinde 5-10 cm uzunluğunda, 0.5-1.0 mm kalınlığında, 3-5 mm genişliğinde kıyılır. Kıyılan pancarlar lapa olmamalıdır (Anonim, 2023d).

9.3. Ham Şerbet Elde Edilmesi

Difüzyon yoluyla pancar dokusunda bulunan şeker dışarıya çıkarılır. Ters akım prensibine göre çalışan farklı tiplerde difüzörlerden yararlanılmaktadır. Difüzyon işleminin gerçekleştirildiği sistemlere difüzör denir. Kesintili ve sürekli difüzör olarak ikiye ayrılır. Sürekli çalışan difüzörlerden en önemli olan ve Türkiye Şeker Fabrikalarında kullanılanlar ise oliver, turm, rafinesi tirlementoise difüzörlerdir (Anonim, 2023d).

9.4. Şerbetin Temizlenmesi, İnce Şerbet Koyulaştırma

Şerbet arıtımında temel amaç şerbetin koyulaşması ve kristalizasyon esnasında sorun çıkarabilecek yabancı maddelerin uzaklaştırılmasıdır. Beyaz şekerin elde edilmesinde şerbet kaynatılarak, suyu uzaklaştırılır ve doymuş hale getirilerek sakkarozun kristalizasyonu sağlanır. Arıtma yapılmadan, kristalleşme işlemi yapılırsa farklı sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Bu sorunlar ham şerbetin köpürmesi, sakkarozun invert şekere parçalanması, kristalizasyon hızının düşmesidir. Bu amaçla yapılan işlemlere şerbet arıtımı adı verilir. Klasik şerbet arıtımı birinci kireçleme, ikinci kireçleme, birinci karbonatlama, ikinci karbonatlama, filtrasyon-süzme basamaklarından oluşmaktadır (Erdem, 2017). İnce şerbetin koyulaştırılması ise sakkarozun kristalize olması için %12-13 şeker ihtiva eden, saflık katsayısı %93 olan ince şerbetin KM oranının %65'e çıkarılması gerekmektedir. İki aşamada bu işlem gerçekleştirilir. Şurubun su içeriği %8-9'a kadar düşürülür. Birinci işlem koyulaştırma, ikinci işlem ise lapaya işlemdir. Buharlaştırma esnasında suyun buharlaştırılması, karamelizasyon ve maillard tepkimesi, taş oluşumu ve alkaliliğin değişmesidir (Anonim, 2023d).

9.5. Şurubun Lapaya İşlenmesi

Şeker çözeltilisinin doymuş hale gelmesi için şurup süzüldükten sonra pişirme işlemiyle kalan suyun büyük çoğunluğu uzaklaştırılır. Bu noktadan sonra kristalleşme başlar. Bu ürüne lapa, işleme ise lapaya işleme (pişirme) denir. Lapa; koyu renkli, yapışkan, hem kristal hem

çözünmüş şeker içeren karışımdır. Pişirme kazanında şurup miktarı azaldıkça üstüne şurup ilave edilir. Çözelti doymun hale gelmeye başladığı noktada çözelti bulanıklaşmaya ve kristallenmeye başlar. İlk önce kristaller küçük boyutta, daha sonra kristallerin boyutları değişmeye başlar. Kristallerin boyutları pişirme tekniğine bağlıdır. %50 kristal kalıntı, %50 sıvı halde olan lapa bünyesinde şeker KM içeriği %92-95 oluncaya kadar pişirme işlemi devam eder (Anonim, 2023d).

9.6. Kristalizasyon

Lapa hareket ettirilerek ve kademeli olarak karıştırılarak kristalizatörde soğutulur. Viskoziteyi düşürmek için belli oranda yeşil şurup ilave edilir. Yavaş hareket, sıcak tutma ve koyuluğun sağlanması ile kristalleri oluşturan molküllerin düzenli ve karşılıklı şekil alması kolaylaşmış olur (Anonim, 2023d).

9.7. Ham Şeker Elde Edilmesi

Şeker kristallerini şuruftan ayırmak için santrifüjler kullanılır. Elde edilen şurup artık veya yeşil şurup olarak adlandırılır. İlk elde edilen şekere I ham şeker, daha sonra elde edilenlere II ve III. ham şeker adı verilir. Ham şekerin rengi sarıya yakın, % 96 oranında şeker, %1-2 oranında su, %1 oranında kül, % 2 oranında diğer maddeleri içerir (Anonim, 2023d).

9.8. Ham Şeker Arıtılması

Ham şekerin kullanılabilmesi için arıtılması gerekir. Affinasyon ve rafinasyon olarak iki aşamadan oluşur. Ham şekerin saf su veya arı atık şurup ile yıkanması işlemine affinasyon, ham şekerin arı su ile çözüldürülüp, temizlenmesine rafinasyon denir. Affinasyonda saflık derecesi 99.7, rafinasyon işlemi sonunda 99.9 seviyesindedir. Şeker kristallerinin birbirine yapışmasını engellemek için sıcak hava akımı püskürtülerek kurutma işlemi yapılır (Türkşeker, 2023a). Sıcak hava akımı ile kurutulan şeker soğutulularak kristal şeker bunkerine gönderilir. Depoya ulaşmadan önce kristal şeker elenir. Elendikten sonra bunkerin

alt kısmındaki hassas kantarlarda tartılır ve satışa sunulur (Türkşeker, 2023b).

10. ŞEKER ÇEŞİTLERİ

Arpa Şekeri: Şekeri olmayan Amerikan şekerlemesidir.

Beyaz Şeker: Polarizasyon seviyesi 99.70 ve üstü olan ve saf hale getirilen kristalize sakkarozdur.

Yarı Beyaz Şeker: Polarizasyonu seviyesi 99.50 ve üzeri ve saflaştırılan sakkarozdur.

Kaya Şekeri: Kristal şeker kadar tatlı olmayan kahverengi renkli şekerdir. Parlak ve beyaz kristaller, doyma noktasına getirilen şeker çözeltisinin kristalleşmesi sonucu meydana gelen şekerdir.

Jelatin Şeker (Reçel Şekeri): Kristal şeker ve pektinin birleştirilmesi ile meydana gelir. Jöle, marmelat yapımında kullanılır.

Krema Şekeri (Pudra Şekeri): Pulverize hale getirilen beyaz şekerdir. Pastalara krema yapmak için kullanılır.

Karamel: Şekere ısı verilmesi ile elde edilen bir üründür. Açık kahverengiden siyaha kadar dönüşen renkleri ile güzel bir aromalı gıda renklendiricisi ve tatlandırıcısıdır.

Hurma Şekeri: Hurmadan üretilen, sakkaroz içeren şekerdir.

Kamış Şekeri: Şeker kamışından elde edilen beyaz renkli sakkarozdur.

Mısır Şekeri: Mısır bitkisinden elde edilen glikozdur.

Pancar Şekeri: Beyaz renkli, kristal şekilde şeker pancarından elde edilen şekerdir.

Kristal Şeker: Şeker pancarından veya şeker kamışından elde edilen şekerdir. Kristal veya küp şeklinde satılır.

Tel Şeker: Sürekli kaynatılması halinde katı hale gelen ince ve uzun tel şeklinde olan şekerdir. Tel şeker, suyun ve tartar kreminin çatlama noktasına gelecek kadar ısıtılmasıyla elde edilir. İnce teller, çırpma aletlerinin şeker şurubuna daldırılmasıyla oluşturulur.

İnvert Şeker: Asitli bir şeker şurubunun ısıtılması sonunda oluşur. Böylece sakkaroz iki bileşenine, glikoz ve fruktoza indirgenir ve şeker kristallerinin boyutu küçülmüş olur. Daha küçük kristal yapısından dolayı invert şeker, akıcı ürünlerin, şekerlemelerin ve bazı şurupların üretiminde kullanılır.

Şeker Pekmezi: İçerisinde karamel ve mineral maddeler olan, esmer şeker üretiminde kullanılan üründür. Esmer şeker yapımında kullanılır.

Toz (kum) Şeker: Kristalleri taneli şekerle oranla daha büyük olan gri renkli süs şekeridir. Pastane ürünlerinin süslemesinde kullanılır.

Vanilya Şekeri: Gerçek vanilyanın içine taneli şeker ilave edilmesiyle oluşan hoş kokulu şekerdir.

Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu: (HFCS, High Fructose Corn Syrup) Mısır nişastasından elde edilen sıvı tatlandırıcıdır. Nişasta enzimlerle glikoza daha sonra da fruktoza enzimatik yollarla dönüştürülür. Güçlü bir tatlandırıcıdır.

Esmer Şeker: Renk vermesi için beyaz kristal şekerle belli oranlarda melas karıştırılmasıyla elde edilen şekerdir (MEB, 2011).

11. ŞEKER PANCARININ YAN ÜRÜNLERİ

11.1 Melas-Küspe-Biyoetanol

Şeker pancarının tarım politikaları içinde öncelikli olmasının ana nedeni endüstriyel bitki olmasıdır. İşlendiği zaman ortaya çıkan ürünler stratejik olduğunun göstergesidir. Melas ve küspe şeker pancarının yan ürünlerinin başlıcalarıdır. Ayrıca şeker, ilaç ve maya sektörünün hammaddesini oluşturur. (Eştürk, 2018) Melas, şeker pancarından şeker elde edilebilmesi yani; sakkarozun kristal hale gelebilmesi için yapılan birtakım işlemlerden sonra fabrikasyona alınamayan koyu kıvamlı son şuruptur. Melasın şeker ihtivası yüksek olduğu için içecek sektöründe, maya fabrikalarında ve ayrıca hayvan yem sanayiinde kullanılabilir. Yaklaşık %50 şeker ihtiva eden melas, kozmetik sanayiinde, hamur ve sirke mayasında, inşaat harcında ve

fermantasyonda hammadde olarak kullanılmaktadır. (Türkşeker, 2022) Çevre dostu olan melas, toz kömür yapıştırıcı olarak da kullanılmaktadır. Melas, karma yem sanayisinde, yemin tozlanmasını önlemek, enerji bakımından zenginleştirilmesini sağlamak ve pelet bağlayıcı olarak da kullanılmaktadır. (Ada ve Ak, 2003)

Tablo 13. Melas üretimi (ton)

Yıllar	Türkşeker	Şeker Sanayi
2012	321.600	554.967
2013	369.576	630.711
2014	386.724	666.084
2015	369.389	655.589
2016	503.230	842.716
2017	489.985	857.768
2018	246.500	750.103
2019	277.302	722.207
2020	390.631	1.010.541
2021	278.769	704.157
2022	255.568	738.707

Kaynak: Türkşeker, 2022

2002 yılında Türkiye’de melas üretiminde Türkşeker’in payı %71’dir. Fakat üretim ve kota miktarlarının değişmesi sebebiyle bu pay %49’a gerilemiş, 2022 yılında ise Türkşeker’in payı (15 şeker fabrikası) %25.7 olarak gerçekleşmiştir (Türkşeker, 2022).

Şeker Fabrikalarında, melasın enzimlerle fermentasyona uğratarak karbondioksit ve alkole ayrışması yöntemi ile etil alkol üretimi de yapılmaktadır. Üretilen alkol, sağlık, kozmetik, sanayi imalatı sektöründe kullanılmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizin de yoğun şekilde mücadele etmekte olduğu Koronavirüs salgını sürecinde kolonya ve dezenfektana talep arttığı için, hammaddesi olan etil alkole de ihtiyaç duyulmuştur. Türkşeker, salgının başında durumu öngörerek Eskişehir Alkol Fabrikasının kapasitesini artırmış günlük 35-40 bin litre olan etil alkol kapasitesini 60 bin litreye (10 bin ham alkol) çıkartmıştır. Eskişehir Alkol Fabrikası tam kapasite ile çalışarak kamu hastaneleri ile

küçük ve orta ölçekli dezenfektan ve kolonya sektörünün ihtiyaçlarına büyük oranda katkıda bulunmuştur (Türkşeker, 2022).

Tablo 14. İşlenen melas, üretilen etil alkol

Yıllar	İşlenen Melas (Ton)	Üretilen Etil Alkol (Bin Litre)
2012	15.334	5.200
2013	18.520	6.400
2014	17.010	6.000
2015	15.280	5.480
2016	18.650	6.785
2017	14.060	4.665
2018	30.728	6.410
2019	11.868	3.547
2020	31.200	8.957
2021	15.178	3.016
2022	25.050	6.624

Kaynak: Türkşeker, 2022

Şeker Fabrikalarında üretilen kıymetli yan ürünlerden bir diğeri de pancar posasıdır. Karbonhidrat oranı yüksek olmakla birlikte üre ve melas eklenerek besin değeri artırılabilen bir üründür. Pancar posası doğrudan veya melas ilavesi ile hayvan besiciliğinde kullanılır. (Kaya,2015) Tarım ürünlerinden elde edilen özellikle şeker pancarının biyokütlesinden elde edilen biyoetanol enerji çeşitliliğini artırarak motorlu taşıtların yakıtlarına belli miktarlarda eklenmesi ile biyoetanolün kullanımını artırmıştır. Şeker pancarından biyoetanol üretiminde melas kullanılmaktadır. Melastan biyoetanol üretilebilmesi için mayanın çoğaltılması, fermantasyon ve distilasyon aşamalarıyla gerçekleştirilir.

12.TÜRKŞEKER'İN TARİHİ

Türkiye'de ilk şeker fabrikası kurma teşebbüsleri 1840'lı yıllara dayanmaktadır. Uşak'lı Molla Ömeroğlu Nuri Şeker öncülüğünde ilk ciddi girişim başlatılmıştır. Şeker fabrikası kurma çalışmaları Uşak ilinde başlamasına rağmen, 22 Aralık 1925 tarihinde Alpullu Şeker

Fabrikasının temeli atılarak montajı bir seneden az sürede bitirilmiş ve 26.11.1926 tarihinde ilk Türk şekerü üretilmiştir. Uşak ve Alpullu Şeker Fabrikaları ile 1933 yılına kadar ülkemizin şeker ihtiyacı kısmen karşılanmıştır. Milli Bankalarımızın bazılarının ortaklığı ile iki şirket kurulmuş, bunlardan Anadolu Şeker Fabrikaları T.A.Ş 1933 yılında Eskişehir Şeker Fabrikasını, Turhal Şeker Fabrikası T.A.Ş ise 1934 tarihinde Turhal Şeker Fabrikasını işletmeye açmıştır. Sermaye kaynaklarının birleşmesi amacıyla dört şeker fabrikası 22 milyon TL sermayeli Türkiye Şeker Fabrikaları A.Ş olarak fabrikalar tek çatı altına alınmıştır. 1950 yılına kadar şeker üretimi, dört şeker fabrikası ile karşılanmıştır. Yıldan yıla artan şeker ihtiyacının tamamının yerli üretimle karşılanması için ‘‘Şeker Sanayii’nin Tevsi Programı’’ yeni fabrikaların kurulması sürecine girilmiştir. 1953 yılında Adapazarı, 1954’de Amasya, Konya ve Kütahya, 1955’de Burdur, Susurluk, Kayseri, 1956 yılında ise Erzincan, Erzurum, Elazığ ve Malatya Şeker Fabrikalarının açılmasıyla 1956 yılında fabrikaların sayısı on beş olmuştur. 1962 yılında Ankara Şeker Fabrikası ve 1963 yılında da Kastamonu Şeker Fabrikası, sanayimizin geliştirilen bir makina fabrikası ile iki atölyede % 65’i imal edilerek işletmeye alınmışlardır. Nüfus artışıyla şeker ihtiyacının artması sebebiyle şeker temin etmek amacıyla yeni şeker fabrikaları kurulması öngörülerek 1977’de Afyon, 1982’de Muş ve Iğın, 1983’de Bor, 1984’de Ağrı ve 1985 yılında da Elbistan Şeker Fabrikalarının % 95’e varan makina ve tesisleri mevcut beş makina fabrikasında imal edilerek işletmeye alınmışlardır. Daha sonra sırasıyla 1989 yılında Erciş, Ereğli ve Çarşamba Şeker Fabrikaları, 1991 yılında Çorum, 1993 yılında Kars, 1998 yılında Yozgat ve 2001 yılında ise Kırşehir Şeker Fabrikaları işletmeye açılmıştır. (Türkşeker,2023c).

12.1. Şeker Pancarı Üretim Destekleri

Türkşeker, şeker pancarında verim ve kaliteyi artırmak, toprak randımanını korumak ve üreticilerin şeker pancarı yetiştiriciliğini

teknğine uygun, zamanında yapabilmesi için üreticilere ayni ve nakdi destek vermektedir. Kimyevi gübre, şeker pancarı tohumu, ekim makinesi, bedelli şeker, avans, yaş posa, üreticiye melas satışı, sabit ve seyyar boşaltma, temizleme ve yükleme makineleri desteği vermektedir (Türkşeker, 2020).

Ayrıca 2020 yılında Erciş, Kars, Ağrı Fabrikası Üreticilerine ‘Pancar üretim Teşvik Primi’, Ankara, Burdur, Ereğli, Eskişehir, Iğın ve Uşak fabrikalarında fabrika merkezine teslim eden üreticilere ‘Erken Teslim Tazminatı’ ödenmiştir. Bedele esas polar şeker varlığının %12’den az çıkması halinde, bedele esas polar şeker varlığı değeri %12 olarak kabul edilerek hesaplamalar bu orana göre yapılarak alt sınır %12 kabul edilmiştir (Türkşeker, 2020).

12.2. Pancar işleme ve üretim

İşlenen pancar miktarı, üretilen şeker, kampanya süresi ve bedele esas polar şeker varlığı aşağıda gösterilmiştir.

Tablo 15. Türkiye’de yıllara göre toplam pancar şekeri üretimi

Yıllar	Kampanya Süresi (Gün)	İşlenen Pancar (Ton)	Üretilen Şeker (Ton)	Bedele Esas Polar Şeker Varlığı (%)
2012/2013	82	14.515.831	2.129.278	16.93
2013/2014	94	16.036.402	2.389.845	17.32
2014/2015	95	16.188.752	2.057.895	15.24
2015/2016	90	15.418.923	1.976.124	15.37
2016/2017	112	18.715.614	2.559.122	16.42
2017/2018	115	20.467.586	2.769.588	16.08
2018/2019	95	17.049.102	2.278.263	15.88
2019/2020	99	17.751.820	2.535.602	16.69
2020/2021	70-177	22.291.911	3.069.306	16.53
2021/2022	43-132	17.423.766	2.519.549	16.93
2022/2023	54-149	18.858.051	2.652.190	16.65

Kaynak: Türkşeker, 2022

Tablo 16. Türkşeker'in yıllar itibariyle toplam şeker üretimi

Yıllar	Kampanya Süresi (Gün)	İşlenen Pancar (Ton)	Üretilen Şeker (Ton)	Bedele Esas Polar Şeker Varlığı (%)
2012/2013	80	8.130.000	1.169.900	17.07
2013/2014	91	8.923.000	1.294.600	17.30
2014/2015	90	8.896.000	1.079.800	14.84
2015/2016	87	8.393.500	1.023.300	14.67
2016/2017	116	10.610.000	1.404.000	15.94
2017/2018	109	11.610.000	1.525.050	15.91
2018/2019	90	5.525.000	685.700	15.62
2019/2020	110	6.442.000	894.670	16.91
2020/2021	140	8.165.000	1.072.700	16.57
2021/2022	105	6.245.000	869.050	17.09
2022/2023	99	6.145.000	827.920	16.51

Kaynak: Türkşeker, 2022

Üretim dönemleri incelendiğinde en fazla kampanya süresinin 2020/2021 üretim döneminde olduğu, işlenen pancar ve üretilen şekerin ise 2017/2018 yılları arasında üretildiği görülmektedir.

13. SONUÇ

Dünya piyasalarında şeker fiyatı kamış şekerine göre oluşmaktadır. Kamışta şeker oranının pancara göre daha az olmasına rağmen biyokütle veriminin yüksek olması, yılda birkaç kez hasat yapılması gibi nedenlerle birim alan şeker verimi çok daha yüksektir. Bu nedenle de pancar şekerinin dünya piyasalarında rekabetçi olabilmesi için daha etkin ve verimli üretim sistemleri uygulanmalıdır.

Türkiye'de şeker pancarı üretimi, başlangıçtan bu yana sözleşmeli üretim modelinin uygulandığı, ekiminden fabrikaya teslimine kadar her aşaması planlı ve kontrollü bir şekilde yapılan örnek bir tarımsal üretim modeli olmuştur. Bu nedenle şeker pancarı tarımında özellikle yetiştirme

teknikleri yönünden diğer bitkilere kıyasla sorun yaşanmamaktadır. Şeker pancarı yetiştiriciliğinin temelinde şeker pancarının ihtiva ettiği polar şeker yer almaktadır. Polar şeker oranının yüksek olması için iklim unsurunun yanında gübreleme tekniğine çok dikkat edilmeli ve toprak analizi mutlaka yapılmalıdır. Analiz sonucuna göre gübreleme planı oluşturulmalıdır. Gübre uygulamaları yeterli miktarda yapılmadığı zaman pancarın fabrikasyon aşamasında olumsuz etkilemektedir. Pancar ekim alanlarının münavebe ile planlanarak artırılması tarım sektörünün desteklenmesi yanında biyoetanol üretimini de artıracaktır. Ülkemizde motorlu araç sayısının her geçen gün artması ve akaryakıt sarfiyatının yüksek olmasından dolayı alternatif enerji kaynağı olarak biyoetanol üretimine ağırlık verilmesi ekonomik yakıt eldesi yanında temiz bir çevre olanağı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Abacı, Y. (2017). Şeker Pancarı Yetiştirme Teknikleri. *Tarım Gündem Dergisi Özel Sayısı*, 48-51.
- Abacı, Y., İnan, H. (2017). Şeker Pancarı Yetiştirilmesi. *Tarım Gündem Dergisi Özel Sayısı*, 30-31.
- Ada, M., Ak, İ., (2003). Kuzu Beslenmesinde Melas Yerine Yoğunlaştırılmış Melas Şilempesinin Kullanma Olanakları: *Gıda Yem Bilimî Teknolojisi*, 4, 1-12.
- Anonim (2023a). Türkiye Şeker Sektörüne İlişkin Sorular, <https://www.tarimorman.gov.tr/SDB/> Erişim tarihi: 01.10.2023.
- Anonim (2023b). Dünyada Şeker Sektörü, <https://www.tarimorman.gov.tr/SDB> Erişim tarihi: 28.09.2023.
- Anonim (2023c). Şeker Tanımları, <https://www.tarimorman.gov.tr/SDB/Menu/91/Seker-Tanimlar> Erişim tarihi: 28.09.2023.
- Anonim (2023d). Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, <https://acikders.ankara.edu.tr/mod/resource/view.php?id=104734&forceview=1> Erişim tarihi: 28.09.2023.
- Çalışkan, M. E., (2016). Bitki Fizyolojisi (Şekerpancarı), <http://www.mku.edu.tr/files/898-dfe752ff-e965-425e-95f4-443f56acba11.pdf> Erişim tarihi: 02.09.2023.
- Er, C., Urannbey, S., Başalma, D. (2018). *Şeker Bitkileri, Nişasta ve Şeker Bitkileri* (163-310). Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Erdem, F. (2017). Şeker Pancarı Fabrikasyonu. *Tarım Gündem Dergisi Özel Sayısı*, 112-126.
- Eştürk, Ö. (2018). Türkiye’de şeker sektörünün Önemi ve Geleceği Üzerine Bir Değerlendirme: *Anadolu İktisat ve İşletme Dergisi*. 2 (1), 67-81.

- FAO (2023). Food and Agriculture Organization, <https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities/sugar/fr/> Erişim tarihi: 28.09.2023.
- Gökkuş, A., Kantar, F., Karadoğan, T., Koç, A. (2015). *Endüstri Bitkileri Yetiştiriciliği*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi.
- Helm, J. (1957). Versuch Einer Morphologtsh-Systematischen Gliederung der Art *Beta vulgaris* L. *Züchter*, Bd., 27, H. 5, 203-223.
- Kaya, F. (2015). Küresel ve Bölgesel Şeker Politikalarının Türkiye Şeker Fabrikalarına Etkilerine Bir Örnek; Ağrı Şeker Fabrikası. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, 31,41-61.
- MEB (2011). Milli Eğitim Bakanlığı, Çevre Sağlığı- Şeker ve Şekerli Ürünler, http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/%C5%9Eeker%20Ve%20%C5%9Eekerli%20%C3%9Cr%C3%BCnler.pdf Erişim tarihi: 01.10.2023.
- MEB (2016). Milli Eğitim Bakanlığı, Tarım-Nişasta-Şeker Bitkileri, https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Ni%C5%9Fasta-%C5%9Eeker%20Bitkileri.pdf Erişim tarihi: 01.10.2023.
- Tranzschel, V.A. (1927). The Species of the Genus Beta. *Bulletin of Applied Botany and Plant Breeding*, 17, 24-203.
- Tuğrul, M. K. (2017). Şeker Pancarı Hasadı ve Silolanması. *Tarım Gündem Dergisi Özel Sayısı*, 106-110.
- TÜİK (2023). Türkiye İstatistik Kurumu, İstatistik Veri Portalı <https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1> Erişim tarihi: 18.09.2023
- Türkşeker, (2020). Faaliyet Raporu. <https://www.turkseker.gov.tr/?ModulID=8&MenuID=36> Ankara. Erişim tarihi: 28.09.2023.

- Türkşeker, (2022). Sektör Raporu. https://www.turkseker.gov.tr/data/dokumanlar/Sektor_Raporu_2022.pdf Ankara. Erişim tarihi: 15.12.2023.
- Türkşeker (2023a). Türkşeker-Kurumsal-Hakkımızda, <https://www.turkseker.gov.tr/?ModulID=3&MenuID=2> Erişim tarihi: 28.09.2023.
- Türkşeker (2023b). Şeker Üretim Teknolojisi, <https://www.turkseker.gov.tr/?ModulID=3&MenuID=55> Erişim tarihi: 28.09.2023.
- Türkşeker (2023c). Türkşeker-Kurumsal Tarihçemiz, <https://www.turkseker.gov.tr/?ModulID=3&MenuID=3> Erişim tarihi: 28.09.2023.

BÖLÜM 11

COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNİN (CBS) TARIM ALANLARINDA KULLANIMI

Öğr. Gör. Fatma Şenay DEMİREL YEŞİLMEŞE¹,
Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM²,

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428329>

1 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Harita ve Kadastro Programı, Van, Türkiye.
senaydemirel@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-5390-384X

2 Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Programı, Van, Türkiye.
ezelhanselem@yyu.edu.tr, Orcid ID:0000-0003-4227-5013

1. GİRİŞ

Teknolojinin gün geçtikçe gelişmesi ile birlikte bilgiye ulaşma, bilgiyi toplama, depolama, işleme ve sunma gibi birçok aşamada kullanılan teknikler değişim ve gelişim göstermektedir. Bu gelişimler ile çalışmalar daha hızlı ve daha verimli bir şekilde yönetilmektedir. Günümüzde konum bazlı yürütülen çalışmalarda hem bilgilerin toplanması ve işlenmesi hem de analizlerin yapılabilmesi için coğrafi bilgi sistemleri (CBS) tekniğine yer verilmektedir.

2. COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİ (CBS)

İngilizce adı Geographical Information Systems (GIS) olan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), birçok farklı disiplin tarafından ve farklı uygulamalarda kullanıldığından farklı tanımları olan, en genel yaklaşımda ise yönetim, araç ve sistemler bütünü olarak ifade edilebilen bir veri tabanı yönetim sistemidir. Veri toplama, depolama, işleme, analiz etme, sunma gibi birçok imkanı içinde barındıran CBS, konum bilgilerinin etkin bir şekilde kullanılması ve coğrafi verilerin daha verimli işlenmesine imkan tanıyan sistemler bütünüdür. CBS, hem konuma dayalı analiz yapma yeteneği hem de grafik ve grafik olmayan her türlü bilginin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve kullanıcılara sunulması gibi işlevleri içerdiğinden klasik veri tabanlarından ayrılır (Yomralıoğlu ve Aydınoğlu, 2012).

2.1. CBS'nin Kullanım Alanları

CBS, daha etkin planlama ve yönetim uygulamalarının geliştirilmesi, kararların daha hızlı ve yerinde alınabilmesi, daha iyi hizmetlerin sunulması, maliyetlerin azalması, hizmetlerin, kararların, çözümlerin ilgili paydaşlar ile kolay paylaşılabilmesi gibi sağladığı temel yararlardan (Şekil 1) dolayı tüm dünya ülkelerinde sıkça kullanılan teknolojik bir araçtır.



Şekil 1. CBS'nin sağladığı temel yararlar

Toplumlara coğrafi bilgiye erişim kolaylığı sağlaması, bilgilerin kolaylıkla erişilebilir ve tüm paydaşlarca ulaşabilir olması, analiz imkanı sunması gibi özellikleri ile CBS, kadastro, tarım, jeodezi, jeoloji, jeofizik, çevre ve yer bilimleri, inşaat mühendisliği, madencilik, ulaşım, şehir bölge planlama, petrol mühendisliği gibi birçok uygulama alanında kendine yer bulmaktadır (Şekil 2).

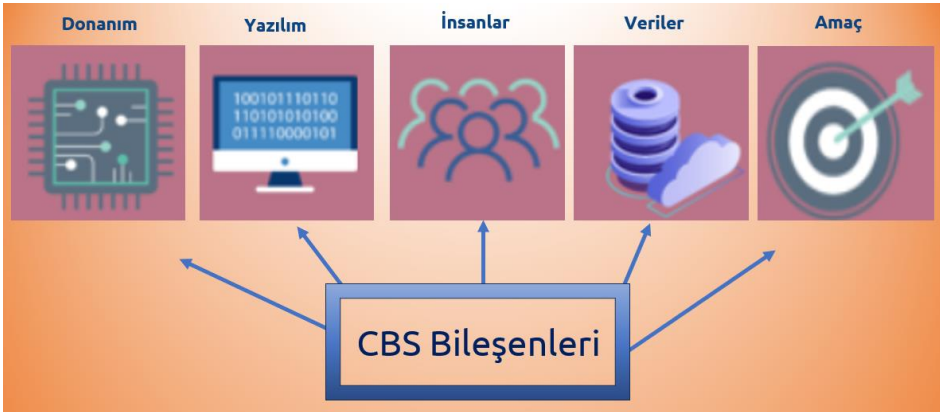


Şekil 2. CBS'nin kullanım alanları

CBS, Tapu ve Kadastro Müdürlükleri, Bayındır ve iskan, arsa ofisi, köy hizmetleri, tarım, orman, sağlık, meteoroloji, milli eğitim, gençlik ve spor gibi merkezi yönetim müdürlükleri, Deniz Kuvvetleri, Harita Genel Komutanlığı, Devlet Su İşleri, Üstyapı Kurumları (THY, TCK, DDY, DHM vb.), Altyapı Kurumları (su, kanalizasyon, elektrik, gaz, PTT vb.), Nüfus Müdürlükleri, İller Bankası, üniversiteler gibi bir çok kuruluş tarafından kullanılmaktadır.

2.2. CBS'nin Bileşenleri

CBS, donanım, yazılım, insan, veri ve amaç adı verilen 5 bileşenden oluşmaktadır (Şekil 3). CBS çalışmalarında konum belirleme amaçlı kullanılan GPS ve verilerin depolanması için kullanılan bilgisayar ve tablet gibi cihazlar donanım bileşenini oluştururken bilgilerin işlenmesi, analizlerin yapılması ve sorgulamalar için kullanılan yazılımlar ise yazılım bileşenini oluşturur. İnsan bileşeni CBS'nin kullanıcılarını oluşturur ve verileri yöneten, işleyen, okuyan, yorumlayan ve güncelleyen rolündedir. Veri bileşeni, CBS çalışmalarında kullanılmak için elde edilen veya üretilen en önemli bileşendir. Amaç bileşeni ise CBS çalışmalarının sonucuna yönelik yapılan planlamadır (Ur11).

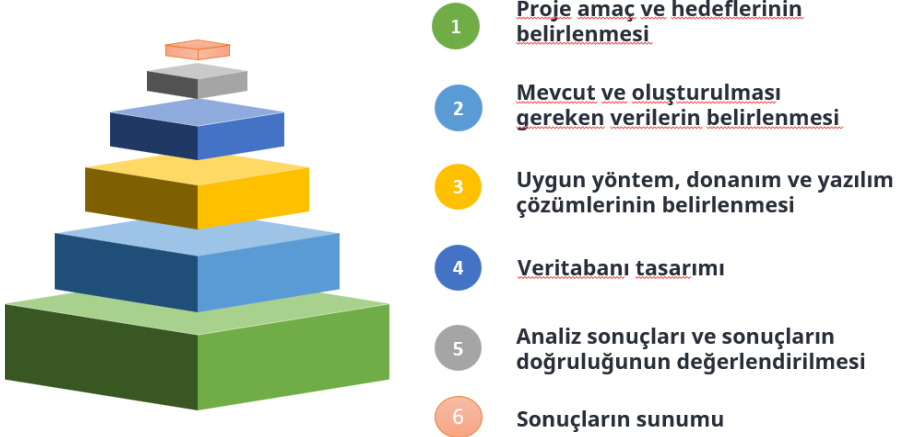


Şekil 3. CBS'nin bileşenleri

2.3. CBS Tabanlı Bir Projenin Tasarım Süreçleri

CBS tabanlı yapılacak bir projede ilk adım olarak gerçekleşmesi beklenen projenin hedefi belirlenir, bu adımı projede kullanılacak verilerin tespiti izler. Kullanılacak verilerin mevcudiyeti ve toplanması gereken veriler araştırılır. Bu aşamadan sonra verilerin elde edilmesi için uygun yöntem, donanım ve yazılım belirlenir. Bu adımdan sonra veritabanı tasarımına geçilir ve analiz sonuçları değerlendirilir. Değerlendirme aşamasından sonra ise sunum adımına geçilir (Şekil 4).

CBS PROJE TASARIM SÜREÇLERİ



Şekil 4. CBS Projesinde Tasarım Süreçleri (Kaynak: Demirel ve Yeler,2022)

3. CBS VE TARIM

Gelişmiş ülkelere bakıldığında artan nüfuslarına karşın doğal kaynaklarını özenle ve belirli bir plan içerisinde kullandığı görülmektedir. Sınırlı olan topraklarını iyi kullanamayan ülkeler, diğer ülkelere bağımlı olmaktan kurtulamayacağı gibi sağlıklı bir topluma sahip olmaları da zorlaşmaktadır. İnsanların geleceğini önemli ölçüde etkileyen çevresel sorunlarla karşı karşıya kalmaları kaçınılmaz olan diğer bir faktördür.

Ülkemizde yeterli planlamalara dayandırılmadan gerçekleşen kentsel ve kırsal gelişmeler, çoğunlukla gelişi güzel devam ettiğinden

yüksek verimli tarım arazileri, tarım dışı amaçlarla değerlendirilmektedir. Tarım arazilerinin küçük ölçekli ve parçalı olması tarımsal arazileri kullanım planlamasının önemini arttırmaktadır. Arazi örtü deseninin oluşturduğu arazi kullanım haritaları, arazi zemin etütlerinden çevre ve hidroloji ile ilgili çalışmalara kadar değişen farklı özellikleri barındırmaktadır. Arazi örtüsündeki değişim hem ekonomik hem de ekolojik yönden daha önemli bir konuma gelmektedir. Ülkemize baktığımızda farklı sebeplerden dolayı verimli olan tarım arazilerinin gitgide azaldığı görülmektedir. Bu olumsuz gidişatın etkileri arazi kullanım etkinliğinin artırılması ile mümkün olacaktır. Doğal kaynaklar ve tarım alanları ile ilgili bir veri tabanı oluşturulması ve veri tabanına dayanarak etkili bir arazi kullanım planlamasının yapılmasına bağlıdır. Tarım sektöründe teknolojik gelişmelere bağlı olarak günümüzde bitkisel ekiliş alanlarının verim ve üretiminin belirlenmesinde coğrafi bilgi sistemi ve bilgisayar destekli uzaktan algılama teknikleri yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) bu tür bir veri tabanı oluşturulması ve gerekli analizlerin yapılmasına imkan veren etkili bir sistemdir (Tuğaç ve Torunlar, 2002).

Tarım arazilerinin değerlendirilmesinde CBS'nin uygulanması;

- ✓ rekolte tahmini,
- ✓ bitki gelişiminin izlenmesi,
- ✓ tarımda bitki deseni tahmini,
- ✓ toprak sınırlarının belirlenmesi,
- ✓ sulama ve drenaj etütleri,
- ✓ nadasa bırakılan alanların belirlenmesi,
- ✓ her türlü arazi kullanım tasarımı,
- ✓ toprak tasnifi,
- ✓ su kaynaklarını koruma planlaması,
- ✓ toprak ve su kirliliği
- ✓ kırsal yerleşim yerlerinin belirlenmesi
- ✓ tarım ve hayvancılığa ilişkin kaynak tahminleri,
- ✓ arazi kullanım şekilleri,

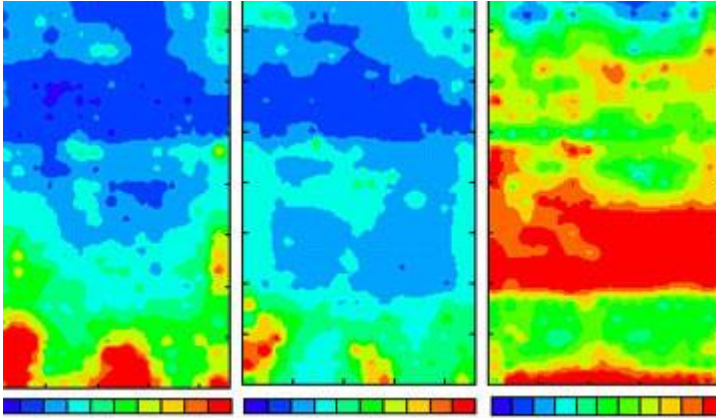
- ✓ çayır ve mera alanlarının belirlenmesi,
- ✓ bitkisel zararlıların saptanması amacıyla kullanılmaktadır (Anonim, 2023).

Araştırmacılar uzaktan algılama tekniklerinin farklı uygulamalarda kullanıldığını belirtmişlerdir. Uydulardan elde edilen sayısal veriler ve görüntü ile ürün belirlenmesi, bitki örtüsü, jeoloji, haritalama, hava tahmini, arazi kullanımı, erozyon, çevre kirliliğinin araştırılması, hidrojeoloji, su kirliliğinin belirlenmesi, büyük ve küçük ölçekli topografya haritalarının üretimi ve bu haritaların güncelleştirilmesi toprak etüdü gibi birçok alanda kullanım gerçekleştirilmiştir (Rees, 1980; Sarı, 1987; Harris, 1990; Önder, 1993).

Uzaktan algılama teknolojisi hızlı ve güncel bilgi sağlamasından kaynaklı tarım alanlarının belirlenmesinde en etkin yöntem haline gelmiştir ve tarımda çok sayıda çalışmada kullanılmıştır. Uzaktan algılama teknolojilerinin tarımda kullanılması ile haritalama ve ürünleri tanımlama gibi işlemler hızlı bir şekilde yapılabilmektedir. Ayrıca yapılan çalışmalarla ürünlerin tip, sağlık dereceleri ve çeşitleri %80'in üzerinde doğruluk payıyla yapılabildiği ortaya konmuştur (Akiyama ve ark., 1996). CBS ise uzaktan algılama teknolojisinden sağlanan veriden istenilen analizleri yapabilmek için imkânı sağlayarak veriyi tamamlar ve geleneksel uygulamalara göre daha avantajlı bir durum sağlar. Tarım alanlarının belirlenmesi konusunda uzaktan algılama teknolojisi güncel veri sağlama özelliği ile uygulanabilecek yöntemler arasında en etkinlerinden biri olduğu vurgulanmıştır (Alparslan ve Divan 2002).

3.1. Hassas Ürün Yönetiminde CBS'nin kullanımı

Bazı durumlarda mekansal değişimlerin üzerinde durulması gereken birden çok faktör olabilir. Örneğin, tarlada çıkış yapan bir yabancı otun dağılım hızını belirlemek için, otun ilk olarak çıkış yaptığı yeri belirlemekten daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulmaktadır. Tarlanın farklı bölümlerinde organik madde miktarı ve toprak nemi değişiklik gösterdiğinden yabancı otun dağılım miktarı da değişiklik gösterecektir.



Şekil 5. Missouri'deki (ABD) bir çiftliğe ait pH, potasyum ve fosfor toprak haritaları. (Kaynak: Davis ve ark., 1998).

Klorofil içeriği, bitki örtüsü ve toprak nemi gibi parametreler uzaktan algılama üzerinden de ölçülebilmektedir. Fakat çoğu parametreye bu şekilde bakılmadığından örnek alınması ve alınan örneklerin laboratuvar ortamında incelenmesi gerekmektedir. Numunelerin alındığı lokasyonlar GPS ile kaydedildiği sürece, alanın toprak haritasının oluşturulması mümkün olmaktadır. Şekil 5'de, maviden kırmızıya gittikçe artan miktarlarda potasyum (K), fosfor (P) ve asitlik (pH) özellikleri için oluşturulmuş haritalar gözükmektedir.

Elde edilen bilgilerin, coğrafi olarak ayrıntıları belirlenebildiği sürece (geo-referenced), CBS katmanlarına dönüştürülebilmektedir. Bu katmanlar CBS yazılımı kullanılarak kombine edilebilir ve arazinin durumu hakkında daha fazla bilgi elde edilebilir (Anonim, 2023a).

3.2. Türkiye'de CBS'nin Tarım Alanlarında Kullanımına Yönelik Yürütülen Çalışmalar

Türkiye'de Uzaktan Algılama teknikleri ve CBS'nin tarımsal amaçlı kullanımı Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'na bağlı Tarla Bitkileri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve TAGEM (Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü) bünyesinde kurulan Uzaktan Algılama ve CBS Bölüm Başkanlığı tarafından yürütülmektedir. Bazı üniversitelerin Ziraat Fakültelerinde de toprak bilimi üzerine Uzaktan Algılama ve CBS

alanında çalışmalar yapılmaktadır (Anonim, 2023). Uzaktan Algılama ve CBS' nin tarımsal alanlarda kullanımı ile ilgili ülkemizde çok sayıda araştırma yapılmıştır.

Sezgin (2006), Uzaktan algılama ve CBS teknolojilerinde yaşanan gelişmelerin, yer kürenin en dinamik etmenlerinden olan arazi kullanım türleri ve arazi örtüsünün belirlenmesi, doğal kaynakların etkin kullanımı ve kırsal planlama için gereksinim duyulan en önemli altlıklar olduğunu vurgulamıştır.

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü türlerinin belirlenmesi, kırsal planlama alanları ve doğal kaynakların etkin olarak kullanımında, ihtiyaç duyulan temel çalışma unsurlarının başında yer almaktadır. Yürütülen çalışmalarda Uzaktan Algılama teknikleri ve CBS, uzun vadede düşük maliyet, kısa çalışma süresi, yüksek doğruluk oranı gibi nedenlerle, son dönemlerde en fazla tercih edilen yöntemlerin başında gelmektedir (Anonim 2002).

CBS, konumsal verinin toplandığı, bu konumsal verinin görüntülenebildiği, farklı kaynaklardan gelen verileri birleştirebilen, yapılan bilgi alışverişinde standart ve harita ile tablo eşleştirmeleri sağlayabilen, planlama ve analiz yapılabilen sistemlerdir. Belirtilen bu özelliklerinden kaynaklı istatistiksel analizler ve sorgulanabilen veri tabanları yaparak bilgiyi gruplandırabilmektedir. Ayrıca nesnelere, gelişen olaylardan kaynaklı sonuçları tahmin ederek, stratejik planlamaları ön plana çıkarabilmektedir. (Yomralıoğlu 2000; Akbaş ve ark., 2008).

Landsat TM (3-4-5 Bandı) verisi kullanılarak Güney-Batı Anadolu bölgesinde yapılan bir çalışmada bitki yoğunluğu ile bitki örtüsü belirlenmiş ve haritalanmıştır. 3-4-5 bantları kullanılması ile step, çalılık ve orman sınıflarına örnek pikseller her bir banda göre standart kovaryans matrisleri, sapmaları ve ortalama değeri gibi istatistiksel değerler belirlenmiştir. Bitki yoğunluk değerleri Piksel Tabanlı doğrusal model yöntemiyle belirlenirken, En Yakın Mesafe Metodu ile de farklı

bitki türleri sınıflandırılmıştır. Elde edilen tüm verilerin son olarak haritalandırılması yapılmıştır (Yıldırım ve ark., 1997).

Akdeniz Bölgesinde yetiştirilen buğday bitkisi Landsat 5 TM verileri kullanılarak diğer örtü tiplerinden ayırt edilmiş ve alansal dağılımları belirlenmiştir. Elde edilen bulgular doğrultusunda ekim alanları % 95.3'lük bir doğruluk oranında tespit edilmiştir (Sönmez ve Sarı 1999).

Gaziantep ilinde yapılan bir çalışmada kontrollü sınıflandırma yöntemi kullanılarak Maksimum Likelihood algoritması kullanılmış ve ile bağlı tüm ilçeler için arazi örtü sınıfları oluşturulmuştur. Yapılan sınıflandırma sonucunda tematik görüntüler elde edilmiş ve bu görüntülerden arşivlenmek üzere arazi örtüsü sınıfları oluşturulmuştur (Ünal ve ark., 2002)

Elma ve kiraz bahçeleri için uygun alanların belirlenmesi amacıyla Isparta ilinde yürütülen bir çalışmada CBS programlarında yapılmış olan bitki ve toprak analiz sonuçları ile iklim verileri, ana materyal, topografya ve fizyografya harita katmanları şeklinde hazırlanmış ve CBS analizleri kullanılarak verimlilik haritaları oluşturulmuştur. Bu şekilde tarımsal bilgi verileri ile kiraz ve elma yetiştiriciliğinde kurulacak olan bahçeler için önemli bir kaynak tasarlanmıştır (Başayığıt ve ark., 2008).

Özşahin (2010), Akaçlama (İskenderun) Havzasındaki arazi örtüsünün zamansal değişimini (1985-2007) araştırdığı çalışmada CBS ve Uzaktan Algılama ile değişimin nedenlerini ve sonuçlarını coğrafi bir bakış açısıyla değerlendirmiştir. Çalışmanın sonucunda havzada tarım alanlarını işgal ederek yerleşim alanlarının genişlediği, tarım alanlarının da orman alanlarını istila etmesinin son yirmi otuz yılda yaşanmış olan arazi örtüsü değişimi olduğunu vurgulamıştır. Araştırmacı yürüttüğü çalışmanın sonucunda arazi örtüsündeki bu olumsuz değişimin, kapsamlı bir plan dahilinde sürdürülebilir bir arazi kullanım modeli geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymuştur.

Baysal (2006) 1987-1999 yılları arasında Eskişehir ilinde kentsel yerleşim alanının fiziksel değişimini uzaktan algılama teknikleri ile

değerlendirmiş ve yürütülen çalışmada 1987 ve 1999 yılına ait Landsat ETM+ ve Landsat TM uydu görüntülerini altlık olarak kullanmıştır. Görüntüler üzerinde temel bileşenler analizi, kontrollü sınıflandırma ve geometrik düzeltme yöntemi ile gruplandırma yöntemleri uygulanmıştır. Değişimin çok yönlü geliştiği gözlemlenmiş ve çalışma sonucunda elde edilen bulguların doğruluk analizi araştırmacı tarafından yapılmıştır. Temel bileşenler analizi yöntemi ile sınıflandırma metodunun doğruluk düzeyinin diğerlerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Balıkesir iline ait 2007 yılı uydu görüntüsü uzaktan algılama ve CBS tekniklerinden faydalanarak, ArgCIS Deskop v.9x yazılımı ile analiz edilmiş ve çalışmada kent merkezini oluşturan yerleşmelerin %5,2 plato yüzeyinde, %34,8 yamaçlarda ve %60'ının ova tabanında dağıldığı tespit edilmiştir. Balıkesir kent merkezi yerleşmesinin uygulamalı jeomorfoloji açısından gelişim ve genişleme sürecinin arazinin potansiyeli ile uyumsuz özellikler gösterdiği sonucuna varılmıştır (Cürebal ve ark., 2008).

Dünyanın farklı bölgelerinde Uzaktan Algılama bilim ve teknolojisi doğal ve insan kaynaklı çevresel değişimlerin değerlendirilmesi ve izlenmesinde son kırk yıldır yoğun şekilde kullanılmaktadır (Akbari ve ark., 2006; Zhang ve Cao, 2019; Mustashkina ve ark., 2021). AKBÖ (Arazi kullanımı ve bitki örtüsü) değişimi, zaman içinde doğal olaylar ve insan davranışları neticesinde meydana gelen dinamik bir olaydır. Geleneksel yöntemlerle de izlenebilen bu değişimler uydu teknolojilerinin kullanılmasıyla mümkün olabilmektedir (Torres-Vera ve ark., 2009; Huang ve ark., 2010; Redo 2012; Genç ve ark., 2013). AKBÖ değişimini belirlemek amacıyla büyük ve küçük alanlar anlık haritalar ile ekonomik ve hızlı bir şekilde hazırlanabilmektedir. Farklı zaman dilimlerinde oluşturulan AKBÖ haritalarının birbirinden farklılıklarını hesaplamak için istatistiksel yöntemler kullanılmakta, iki farklı zaman dilimi için AKBÖ değişimleri tespit edilebilmektedir (Munoz-Villers ve Lopez-Blanco 2008; Xian ve ark., 2012). AKBÖ değişim analizlerinin başarısı, uydu görüntülerinin

radyometrik ve yersel çözünürlüklerine ve çalışmanın arazi verilerinin detaylarına bağlıdır.

Altunbaş ve ark. (2018a) sera ortamında yetiştirilen marul (*Lactuca sativa L.*) bitkisinin hasat ve olgunluk dönemlerinde, VNIR (yakın kızılötesindeki) spektral yansıma değerlerini gözlemleyerek klorofil a-b ve bitki besleme arasında ilişki kurmuştur. Altunbaş ve ark. (2018b) sera ortamında yetiştirilen marul (*Lactuca sativa L.*) bitkisinde farklı dozlarda uygulanan organik gübrelerin (sıvı ve katı), bitki üzerindeki etkisini spektral yansıma değerlerini gözlemleyerek anlamlı sonuçlar elde etmiştir.

Koç-San ve Sönmez (2016) sera alanlarının tespiti ve çizilebilmesi olanaklarını araştırmış ve sera alanlarının CBS ve uzaktan algılama teknikleri ile tespiti yapılacak olan sürdürülebilir kalkınma, verim tahmini, planlama, kırsal kalkınma gibi önemli konulara doğrudan katkı yapacağını vurgulamıştır. WorldView-2 (0.5 m çözünürlüklü) uydu görüntüsü kullanılmış ve Support Vector Machines (SVM), Maximum Likelihood (ML) ve Random Forest (RF) teknikleri uygulanmıştır. Teknikler karşılaştırıldığında SVM'nin en yüksek doğruluk payını verdiğini rapor etmişlerdir. Bunu RF ve ML teknikleri takip etmiştir. SVM tekniğinin genel doğruluğu %90.28, sera sınıflamasında ise cam seralar; %80.67, plastik seralar; %92.1 doğruluk oranını vermiştir. Çalışma neticesinde WorldView-2 uydusundan hem cam hem de plastik seraların başarıyla tespit edilebileceği ve çizilebileceği vurgulanmıştır.

Çolak ve Memişoğlu (2018) tarafından Trabzon ilinde AKKS (arazi kullanım kabiliyeti sınıfları)'ye göre tarımsal faaliyetler yönünden verimli olarak görülen I., II. ve III. sınıf tarım arazilerinde zamansal değişime bağlı olarak gerçekleşen yapılaşma miktarı CBS kullanılarak araştırılmıştır. Kıyaslama yapmak adına seçilen çalışma alanları yayla, kırsal ve kentsel nitelikteki alanlardan seçilmiştir. Seçilen bölgeler için farklı yıllara denk gelen (2002, 2005, 2009 ve 2017) toprak verileri ve uydu görüntüleri alınmış ve tarımsal açıdan verimli görülen alanlarda zaman içerisindeki değişimler incelenmiştir. Yürütülen çalışma

sonucunda yalnızca bir bölgenin I. sınıf toprak kabiliyeti değeri taşıdığı ve bu bölgenin Hayrat ilçesinde yer aldığı rapor edilmiştir. Bu bölgede yapılaşmanın olmadığı ve bu verimli tarım alanının tarımsal nitelikte kullanılmaya devam edildiği vurgulanmıştır.

İstanbul-Ankara Otoyolunun Kahramankazan, Kızılcahamam ve Ayaş ilçe sınırlarında yer alan otoyolun güney ve kuzey yönlerinde bulunan tarım topraklarındaki ağır metal kirlilik seviyesinin CBS yardımıyla mekânsal olarak değerlendirilmesi kapsamında yürütülen çalışmada elde edilen bulgular Spline With Barrier Enterpolasyon model yaklaşımıyla Arc GIS 10.3.1 yazılımı kullanılarak mekânsal olarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda araştırma sahası topraklarının Toprak Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği, Gıda Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) kriterlerine göre ağır metal kirlilik düzeyleri açısından toprakta izin verilebilir değerlerin altında olduğu sonucuna varılmıştır (Pekacar ve Bağdatlı, 2021).

Atmaca (2022), CBS'den faydalanarak Bulancak (Giresun) ilçesinin tarımla ilişkili olarak bazı arazi özelliklerini amacıyla yaptığı çalışmada ArcGIS-ArcMap 10.3 programını kullanmıştır. İlçede eğim; dik, orta ve hafif olacak şekilde sınıflandırılmış ve dik eğim sınıfındaki alan miktarının, orta eğim sınıfındakine kıyasla 4.609 kat daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Dik (% 20+) eğime sahip olan araziler tarımsal faaliyetler açısından uygun bulunmamıştır.

Koçak (2023), Düzce İli'nde, Tarım ve Orman Bakanlığı, Harita Genel Komutanlığı, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ve İl Tarım Orman Müdürlüğü gibi resmî kurumlardan alınan veri setlerini düzenlemek amacıyla ArcGIS 10.4 programını kullanmıştır. Arazi örtüsündeki değişimi belirlemek için uydu görüntülerinden Landsat 8 -202 ve Landsat 7 -2000'i analiz etmiştir. Arazi örtüsündeki değişimin ortaya koyulması amacıyla yapılan analizde, CBS ve Uzaktan Algılama yardımıyla elde edilen sonuçlardan tarım alanlarının daraldığı özellikle Düzce Ovası'nda yer alan tarım

arazileri üzerine sanayi tesislerinin ve yerleşim alanlarının kurulduğu tespit edilmiştir.

Bitlis ilinin temel düzeyde arazi ve toprak özelliklerinin ortaya konulması amacıyla yürütülen çalışmada Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından üretilen toprak haritaları ve Alaska Satellite Facility (ASF DAAC) tarafından sağlanan yüksek çözünürlükteki topografik veriler CBS ortamında sayısallaştırılmış ve analiz edilmiştir. Bitlis ilinin kuzey bölgelerinin (Tatvan (kuzey kesimi) ve Ahlat, Adilcevaz, Güroymak (kuzey kesimi)) daha sade yer yüzeyine sahip olduğu, güney bölgelerinin (Tatvan (güney kesimi, Mutki, Hizan, Merkez) ise topografik olarak oldukça engebeli olduğu rapor edilmiştir. Kuzey bölgelerde yer alan sahaların Arazi kullanım kabiliyeti açısından da I., II. ve III. sınıf arazi sınıfına girdiği ve tarımsal üretim açısından daha önemli olduğu vurgulanmıştır (Mercan, 2023).

3.3. Gıda Tarım ve Orman Bakanlığının CBS ile ilgili yürüttüğü projeler

3.3.1. GTHB'nın İstatistik Kapasitesinin Güçlendirilmesi Projesi

GTHB (Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı) tarafından AB mevzuatına uyum sağlanması amacıyla istatistik ve toplanan tarımsal bulguların kalitesinin yükseltilmesi amacıyla yürütülen projede

- Zeytin ağaçlarının sayımı için Gölarmara (Manisa) ilçesinde en uygun yöntem belirlenmiştir.
- AB müktesebatına uyumlu kurumsal yapı çerçevesi tarım istatistikleri konusunda belirlenmiştir.
- Eğitim programları organize edilmiştir.
- Bakanlığın erken verim tahmini kapasitesinin artırılması sağlanmıştır.

Projenin Uygulanmasıyla Elde Edilen Kazanımlar:

- GTHB Konya ve Adana İl müdürlüğünde istatistik konusunda görev yapmakta olan personel erken verim tahmini tekniklerini uygulayabilecek kapasiteye getirilmiştir.
- AB tarım istatistik sistemi konusunda Bakanlık personeli gerçekleştirilen eğitimlerle bilgilendirilmiştir.
- Uydu görüntüleri kullanılarak zeytin ağacı sayımı metodolojisi oluşturulmuş ve Gölarmara (Manisa) ilçesinde uygulanmıştır.
- TÜİK ve GTHB arasında uygulamaya yönelik etkin bir koordinasyon mekanizması kurulmuştur.

3.3.2. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği Ve Ormancılık

IPCC kılavuzuna göre LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) çalışmalarında 6 temel arazi kullanım kategorisi belirlenmiştir. Bu doğrultuda; meralar ve otlaklar, orman alanları dışındaki tarım arazileri, iskan alanları, sulak alanlar ve diğer alanlar hesaplanmakta ve raporlanmaktadır. Bu kapsamda sera gazı emisyon hesaplamaları ve arazi kullanım değişiklikleri kılavuzun öngördüğü biçimde, CBS ortamında toprak haritası, iklim haritası ve iklim tipleri çıkartılmıştır. Türkiye geneli için çıkartılan haritalar ise il bazında düzenlenmiştir.

LULUCF kapsamında 1990-2000-2006 yılı Corine verileri; maden, yerleşim, yeşil alan, ibrelili orman, çok yıllık bitkiler, karışık orman, geniş orman, doğal mera, çalılık alanları, ekili tarım alanı, yapay iç sular turbalık, kıyı sulak alanı, bataklık, lagün, mera ve diğer alan, olmak üzere 17 kullanıma göre tekrar sınıflandırılmıştır. Sınıflandırılan veriler iklim-toprak haritası ile karşılaştırılmış ve il bazında alansal veri elde edilmiştir. Daha detaylı sera gazı emisyon hesaplamaları yapabilmek amacıyla, gübre tüketimi, nadas alanları, okaliptüs alanları ve kavaklık alanları tabloları il bazında yıllar itibariyle düzenlenmiş ve toprak-iklim verisiyle karşılaştırılarak yeniden revize edilmiştir.

3.3.3. Sorunlu Tarım Alanlarının Tespiti (STATİP)

Proje, Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı 5403 sayılı kanunu gereğince arazi kullanım plânlarının hazırlanması, toprak ve arazi kaynaklarının bilimsel esaslara uygun olarak belirlenmesi, sınıflandırılması, yanlış ve amaç dışı kullanımların önlenmesi, geliştirme ve koruma sürecinde çevresel, ekonomik ve toplumsal boyutlarının katılımcı yöntemlerle değerlendirilmesine yönelik altlık bir veri tabanı oluşturmak amacıyla yapılmıştır.

Küçük ölçekli haritalar üzerine köylerin tarım arazilerinin işlenmesi 2006 yılında 36 ilde çalışmanın ilk aşaması olarak tamamlanmıştır.

Sonrasında Tarım Havzaları Şube Müdürlüğü bünyesine geçen STATİP projesi, CBS (Coğrafi Bilgi Sistemleri) ortamına aktarılmış, bu çalışma bünyesinde verilerdeki hatalar düzeltilmiş, Corine Land Cover ve toprak veri tabanı kapsamında oluşturulan sayısal haritalar ile daha yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve SPOT görüntüleri (2006 yılı) kullanılarak 81 ilde sayısal STATİP haritaları üretilmiştir.

Köy Envanterlerinde yer alan köy sınırları Toprak Su Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan STATİP kapsamında bilgisayar ortamına aktarılmış ve CBS yazılımları kullanılarak ilk defa sayısal köy sınırları elde edilmiştir. STATİP verileri üniversiteler, özel şirketler ve kamu kurumlarıyla paylaşılmıştır.

3.3.4. Tarımsal İzleme ve Bilgi Sistemi Projesi (TARBİL)

Tüm ülkeyi kapsayacak şekilde kurulacak olan meteorolojik ve zirai istasyonlar aracılığıyla; iklimsel verileri, toprak nemi ve sıcaklığı gibi toprak verileri, toprak-topografya-iklimsel veriler için verim ilişkisinin çıkarılacağı, kuraklığın ve iklim değişikliği izlenmesinin gerçekleştirileceği, meteorolojik ağı kurulmasına fayda sağlanacağı, yersel ölçümler ve uydu görüntülerinden elde edilen verilerin işlenmesi amacıyla yıllık ekim alanlarının ve tarım alanlarının belirleneceği ”ulusal ürün rekolte tahmininin” yapılacağı bir projedir.



Şekil 6. TARBİL projesi kapsamında analizi tamamlanan alanlar

TARBİL projesi kapsamında Şekil 6’da belirtilen çalışmalar başlamış, analiz çalışmaları tamamlanmıştır.

Yapılan projede 136.060 adet kadastro paftası sayısallaştırılmış ve dijital ortama aktarılmıştır. TARBİL kapsamında üretilen veri ve unsurlar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. TARBİL kapsamında üretilen veri ve unsurlar

Ustur / Veri	Elde Edilen sayı
Tarım Parseli	29.430.486
Tarım Yapılan Kadastro Parseli	26.044.805
Kadaastro Parseli	47.049.788

3.3.5. Tarım İşletmeleri Kayıt Sistemi

Tarım Bilgi Sistemi kurularak, işletme verimliliğini artıracak destekleme kriterlerinin belirlenmesi, mevcut sistemlerin bu yapıyla ilişkilendirilmesi, yetiştiriciliğin planlı tarım modeline dönüştürülmesi, sürdürülebilir ve istikrarlı tarım politikalarının tek sistem üzerinden denetim ve kontrolünün sağlanarak işletmelerin yer aldığı idari kayıtların oluşturulması amaçlanmaktadır. Sistemin başlıca aşamaları şunlardır:

- Veri tabanı olarak kullanmak,

- Tarım sektörü konusunda ülkemizde yapılan ve yapılacak olan tüm çalışmaların tek bir merkez üzerinden denetiminin ve kontrolünün yapılmasını sağlamak,
- Tarımsal istatistikle yönelik olan veri tabanları arasında entegrasyonu sağlamak,
- Tarımsal araştırmaların geri dönüşümünü ve kalitesini kontrol etmek,
- Belirli dönemlerde tarım istatistiklerinde yapılacak araştırmalar için taslak oluşturmak,
- Tarımsal işletmelerin adres, kimlik ve özel bilgilerinin toplanıp depolanmasını sağlamaktır

TİKAS'ın başlangıcından şimdiye kadar, ülke genelinde yaklaşık 52 milyon 130 bin parsel kaydı sisteme yapılmıştır. Parsel bilgi girişleri Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü verilerinden faydalanılarak yapılmıştır. Bu kayıtların içerisinde tarım dışı parseller de bulunmakta olup 12 milyon 660 bininin tarımsal amaçlı kullanıldığı rapor edilmiştir.

3.3.6. CBS Tanıtım Broşürleri

Orman bakanlığı tarafından proje kapsamında aşağıda belirtilen konular ile ilgili tanıtıcı broşürler üretilmiştir. Bunlardan bazıları;

- Çiftçi muhasebe veri ağı sistemi (ÇMVA)
- Köy veri tabanı
- Tarım parselleri veri paylaşımı sunumu
- Tarım parsellerinin sayısallaştırılması
- Tarım bilgi sistemi
- TİKAS
- Görüntü işleme ile ilgili hazırlanan broşürlerdir (Anonim, 2023b).

SONUÇ

Günümüzde birçok alanda CBS kullanılmaktadır. Tarım da CBS'nin en önemli kullanım alanlarından bir tanesidir. CBS'nin tarım alanlarında kullanılmaya başlanmasıyla yapılan çalışmalarda büyük

kolaylıklar sağladığı görülmüştür. Yapılan derleme çalışmasında CBS'nin genel özellikleri hakkında bilgi verilmiş ve Türkiye'deki tarım arazilerinin değerlemesinde kullanım olanakları incelenmiştir. CBS'den verimli bir şekilde yararlanabilmek için akademik çalışmalar arttırılmalı, kurumlar arası koordinasyon sağlanmalı ve bu konuda deneyimli elemanlar yetiştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Akbaş, F., Ünlükara Kurunç, A., İpek U., Yıldız H. (2008). *Tokat Kazova'da Taban Suyu Gözlemlerinin CBS Yöntemleriyle Yapılması ve Yorumlanması*. Sulama ve Tuzlanma Konferansı, 12-13 Haziran, Şanlıurfa.
- Akiyama, T., Inoue, Y., Shibayama, M., Awaya, Y., Tanaka, N., Carter, T.R. (1996). Monitoring and Predicting Crop Growth and Analasing Agricultural Ecosystems by Remote Sensing. *Agricultural and Food Science in Finland*, 5(3), 367-376.
- Alparslan, E., Divan, N.J. (2002). *Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Tarım Uygulamaları*. 2. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, Fatih Üniversitesi, 30-31 Ekim 2002, İstanbul.
- Altunbaş, S., Gözükar, G., Sönmez, N. K., Maltaş, A.Ş., Kaplan, M. (2018a). Relationship Between Spectral Reflectance and Plant Nutrient Element-Chlorophyll Content in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Growing. *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 27- No. 5A/2018 pages 3624-3632.
- Altunbaş, S., Gözükar, G., Sönmez, N. K., Maltaş, A.Ş., Kaplan, M. (2018b). Relationship Between Solid – Liquid Organic Fertilization and Spectral Reflectance in Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Growing. *Fresenius Environmental Bulletin*, Volume 27- No. 8/2018 pages 5355-5362.
- Anonim (2002). *Harran Ova'sındaki Arazi Örtüsü Değişikliklerinin Uzaktan Algılama Teknikleri ile Belirlenmesi Pilot Projesi*. Başbakanlık Güneydoğu Anadolu Projesi Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı.
- Anonim, (2023). <https://web.itu.edu.tr/tahsin/CBS2007/sunu/77.pdf>. Erişim tarihi: 10.11.2023.
- Anonim, (2023a). <https://seos-project.eu/agriculture/agriculture-c04-p06.tr.html>. Erişim tarihi: 10.11.2023.

- Anonim, (2023b). <https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Cografik-Bilgi-Sistemleri/Projeler>. Erişim tarihi: 10.11.2023.
- Atmaca, B. (2022). CBS Yardımıyla Giresun İli Bulancak İlçesinin Arazi Örtüsü ve Topoğrafik Özelliklerinin Tarımsal Yönden Değerlendirilmesi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(2), 763-781. <https://doi.org/10.31466/kfbd.1142225>
- Başayığıt, L., Aydemir, O., Akgül, M., Erdal, İ., Işıldar, A.A., Müjdecı, M., Küçükyumuk, Z., Şenol, H. (2008). *Isparta İlinde Meyve Yetiştirme Potansiyeli Yüksek Alanların Verimlilik Durumlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Ortamında Değerlendirme Olanaklarının Araştırılması*. Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 1182-M-05, 53s.
- Baysal, D. (2006). *Eskişehir Kentsel Yerleşim Alanının Farklı Yıllara Ait Fiziksel Değişiminin Uzaktan Algılama Yöntemi İle Değerlendirilmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Anadolu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir.
- Cürebali, İ., Efe, R., Soykan, A., Sönmez, S. (2008). *Balıkesir Kent Merkezi Yerleşim Alanı İle Jeomorfolojik Birimler Arasındaki İlişkinin CBS ve UA Yöntemleri İle Belirlenmesi*. Ulusal Jeomorfoloji Sempozyumu, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Troia Kültür Merkezi, Çanakkale.
- Çolak, H. E., Memişoğlu, T. (2018). Trabzon İlinde Tarımsal Arazi Kullanımındaki Zamansal Değişimin CBS ile Belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18(3), 946-958.
- Casady, W., Massey, R., (1998). *Precision Agriculture: An Introduction*. University of Missouri
- Demirel, F.Ş., Yeler, T. (2022). *Akıllı Şehirlerde Coğrafi Bilgi Sistemlerinin Rolü; Mezarlık Bilgi Sistemi Örneği*. Van'ın Geleceği Sempozyumu, 1-2 Aralık 2022, Van, s.39-49.

- Genç, L., Kızıl, Ü., Arıcı, İ., İnalpulat, M. (2013). Arazi Kullanım ve Bitki Örtüsü Değişiminin Uzaktan Algılama, Markov İşlemi, Nüfus ve Alan Görünüm Analizleri Yardımıyla Belirlenmesi: Çanakkale Örneği (1987-2010), *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 28 (1): 10-18.
- Harris, R. (1990). *Satellite Remote Sensing. Satellite Remote Sensing for Agricultural Projects*. World Bank Technical 128 p. ISBN 0-8213-1625-7. Washington DC. USA.
- Huang, Z., Jia, X. ve Ge, L. (2010). Sampling Approaches for One-pass Land-use/Land-cover Change Mapping. *International Journal of Remote Sensing*, 31(6): 1543-1554.
- Koç-San, D., Sönmez, N.K., Coşlu, M. (2016). *Object-Based Greenhouse Classification From High Resolution Satellite Imagery: A Case Study Antalya-TURKEY*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLI-B7, 2016 XXIII ISPRS Congress, 12–19 July 2016, Prague, Czech Republic.
- Koçak, E. (2023). *Düzce İli'nin CBS ve Uzaktan Algılama Tabanlı Tarım Coğrafyası*. (Doctoral dissertation), Karabük Üniversitesi, Coğrafya Anabilim Dalı. Karabük.
- Mercan, Ç. (2023). Bitlis İli Arazi Ve Toprak Özelliklerinin Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Kullanılarak Değerlendirilmesi. *Güncel Mühendislik Bilimleri Araştırmaları Kavramlar, Araştırmalar ve Uygulamalar*.
- Munoz-Villers, L.E., Lopez-Blanco, J. (2008). Land use/cover Changes Using Landsat TM/ETM Images in a Tropicaland Biodiverse Mountainous Area of Central-Eastern Mexico, *International Journal of Remote Sensing*, 29 (1): 71-93.
- Mustashkina, D., Khannanov, M., Kalimullin, M., & Karpova, N. (2021). *Development of agriculture based on geographic information technologies*. In E3S Web of Conferences (Vol. 282, p. 07019). EDP Sciences.

- Önder, M. (1993). *Kavramlar Temel Esaslar Uydu Sistemleri Uygulama Alanları*. H.Ü. Müh. Fak. Uzaktan Algılama Ders Notları 23 s., Beytepe-ANKARA
- Özşahin, E., (2010). İskenderun Akaçlama Havzasında arazi örtüsünün zamansal değişimi. *International Periodical For the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*. Volume *Spring*, 5:2, 25s.
- Pekacar, A. Y., Bağdatlı, M. C. (2021). *İstanbul-Ankara otoyoluna yakın tarım arazilerindeki ağır metal kirlilik düzeylerinin belirlenerek coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yardımıyla mekânsal olarak haritalanması*. (Master's thesis), Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Nevşehir.
- Sarı, M. (1987). *Landsat-4 Uydusu Sayısal Verileri Yardımıyla Detaylı Temel Toprak Haritalarının Oluşturulması Üzerinde Araştırmalar*. (Doktora Tezi), Çukurova Üniversitesi, Fen Bil. Ens., Adana.
- Redo, D. (2012). Mapping Land-use and Land Cover Change Along Bolivia's Corridor Bioceanico with CBERS and the Landsat Series: 1975-2008, *International Journal of Remote Sensing*, 33 (6): 1881-1904.
- Rees, W.G. (1980). *Topics in Remote Sensing Physical Principles of Remote Sensing*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Sezgin, E. (2006). *Uzaktan Algılama(UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemi(CBS) Teknikleri Kullanılarak Uludağ Üniversitesi Yerleşkesinde Arazi Örtüsü/Kullanım Türlerinin ve Zamansal Değişimlerinin Belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi), Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.
- Sönmez, N.K., Sarı, M. (1999). Sayısal Uydu Verileri ile Batı Akdeniz Bölgesinde Buğday Bitkisinin Spektral Özelliklerinin ve Alansal Dağılımının Belirlenmesi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 4(23): 929-934.

- Sönmez, N.K., Sarı, M., Aksoy, E. (2007). Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Sürdürülebilir Arazi Yöntemi ve Toprak Koruma Planının Oluşturulması: Antalya-Altınova Örneği, *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1),11-22.
- Torres-Vera, M.A., Prol-Ledesma, R.M. ve Garcia-Lopez, D. (2009). Three Decades of Land use Variations in Mexico City, *International Journal of Remote Sensing*, 30 (1): 117- 138.
- Xian, G., Homer, C., Bunde, B., Danielson, P., Dewitz, J., Fry, J. ve Pu, R. (2012). Quantifying Urban Land Cover Change Between 2001 and 2006 in the Gulf of Mexico region, *Geocarto International*, 27 (6): 476-497.
- Tuğaç, M.G., Torunlar, H. (2002). Coğrafi bilgi sistemi teknikleri kullanılarak tarımsal amaçlı veri tabanı oluşturulması ve arazi kullanım planlaması yapılması. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1-2), 120-130.
- Url1: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Nedir? - GIS Ne Demek? | Başarsoft (basarsoft.com.tr).
- Ünal, E., Mermer, A., Doğan, H.M., Urla, Ö., Tuğaç, M.G., Arpak, Ş., Torunlar, H., Karagüllü, E., Aydoğdu, M., Dedeoğlu, F., Peşkircioğlu, M., Yıldız, H., Yerdelen, A., Güneş, N., Göker, B., Aydoğmuş, O. (2002). Uydu Görüntüleri Kullanarak Gaziantep İlindeki Tarımsal Alanların Belirlenmesi Projesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 11(1-2), 150-163
- Yıldırım, H., Alparslan, E., Aydöner, C., Elitaş, S. (1997). *Bitki Örtüsü ve Yoğunluğunun Uzaktan Algılama ile Bulunması*, 3. Uzaktan Algılama ve Türkiye'deki Uygulamaları Semineri, 16-18 Mayıs, Bursa.
- Yomralioğlu, T. (2000). *Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. İber Ofset, 2. Baskı, Trabzon
- Yomralioğlu, T., Aydınoglu, A. Ç. (2010). Coğrafi bilgi teknolojileri. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 48-51.

Zhang, F., Cao, N. (2019, July). *Application and research progress of Geographic Information System (GIS) in agriculture*. In 2019 8th International Conference on Agro-Geoinformatics (Agro-Geoinformatics) (pp. 1-5). IEEE.

BÖLÜM 12

KURT ÜZÜMÜ (GOJİ BERRY)'NÜN YETİŞTİRİCİLİĞİ VE BAZI TIBBİ ÖZELLİKLERİ

Arş. Gör. Dr. Onur TEKİN¹, Öğr. Gör. Ezelhan ŞELEM²

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428333>

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Van, Türkiye. onurtekin@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7144-4106

² Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Muradiye MYO, Peyzaj ve Süs Bitkileri Yetiştiriciliği Bölümü, Van, Türkiye. ezelhanselem@yyu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0003-4227-5013

1. GİRİŞ

Dünya genelinde 10.000 civarı bitki türünün gıda olarak tüketildiği, 72.000 türün tıbbi değeri taşıdığı düşünülmektedir. Bunlardan yalnızca 5.000 türün dünyada ticareti yapılmakta ve bunların ise yaklaşık %99'u doğadan toplanmaktadır. Türkiye'deki tıbbi ve aromatik özelliğinden kaynaklı kullanılan bitki türü florada tanımlanmış türlerin yaklaşık %5'ini oluşturmaktadır (Baydar, 2013; Nohutçu ve ark., 2019).

Tıbbi özellikteki bitkilerin yaygın olarak alternatif tıp veya fitoterapi adı verilen alanlarda tedavi amaçlı kullanıldığı bilinmektedir. Tedavi amacıyla değerlendirilen bitkiler çaylar, galenik preparatlar ve ilaçlarda kullanılmaktadır. Tek başına veya birkaç droğun hazırlanmasıyla elde edilen çayların antioksidan, antiaging, antikanserijen, antiaterojenik, antiinflamatuvar, antimikrobiyal ve kalp koruyucu etkilerinden kaynaklı tüketildiği bilinmektedir (Tunçtürk ve ark., 2022). Tıbbi özelliğinden kaynaklı kullanılan bitkilerden birisi de Kurt üzümü olarak da bilinen *Lycium spp.* türlerinin meyveleridir.

Gojiberry (*Lycium barbarum*) iki binden fazla yıldır geleneksel Çin tıbbında kullanılan “kurt üzümü”, “süper meyve”, “goji meyveleri” ve “gojiberry” isimleriyle bilinen bir bitki türüdür. Özellikle son yıllarda yapılan çalışmalarda bitkinin meyvelerinin, sağlık üzerine olumlu etkilerinin olduğu fark edilmiş ve araştırmalara yoğunluk verilmiştir. Meyveleri zengin biyoaktif bileşenlere sahip olup doğal antioksidan kaynağı olarak tüketilmektedir. Bu özelliğinden kaynaklı meyvelerinin bağırsıklığı iyileştirici, kolesterol düşürücü, yaşlanmayı önleyici, diyabet önleyici, antioksidasyonun artırılması, hepatoprotektif, kardiyoprotektif, nöroprotektif, antialerjik, antiinflamatuvar, antikarsinojen, anti-osteoporoz ve anti-viral gibi çok sayıda faydası bulunmaktadır (Alp, 2023).

2. KURT ÜZÜMÜ'NÜN BOTANİK ÖZELLİKLERİ

Lycium cinsi *Solanaceae* familyasına ait çok yıllık bir bitki olup, Güney Afrika, Amerika, Avustralya, Avrupa gibi kurak ve yarı kurak

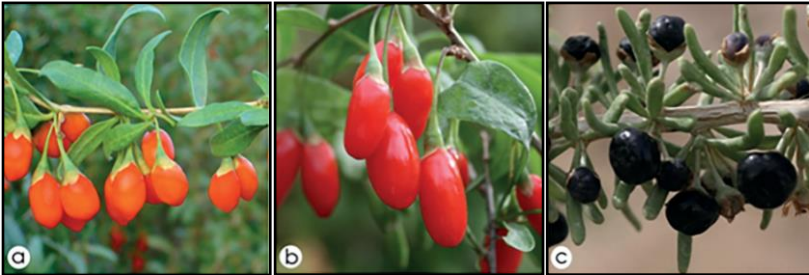
bölgelerinde yetişen 108 tür ve 6 varyete ile temsil edilmektedir (Levin ve Miller, 2005; Yao ve ark., 2018; Zhurba ve ark., 2021).

Kurt üzümü (gojiberry), yoğun olarak Çin'in Xinjiang, Shaanxi, Gansu, Hebei bölgelerinde, İç Moğolistan'da, Japonya, Güney Kore ve Tayvan ile Avrupa'nın pek çok ülkesinde ticari amaçlı yetiştiriciliği yapılmaktadır (Kulczyński ve Gramza-Michałowska, 2016). Dünyada, özellikle ılıman iklime sahip bölgelerde kurt üzümünün yabani türlerinin olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kurt üzümünün Avusturalya ve Kuzey Amerika'da sınır bitkisi olarak kullanıldığı bildirilmiştir (Hänsel ve ark., 1993).

Kurt üzümü'nün (*Lycium barbarum* L.) orijinal habitatı tam olarak bilinmemekle birlikte (Amagase ve Farnsworth, 2011), bazı çalışmalarda anavatanının Çin (Asya) olduğu (Oğuz ve ark., 2019; Oğuz ve ark., 2022), bazı çalışmalarda ise orijinal habitatının Akdeniz Havza'sında olduğu ileri sürülmüştür (Pollini ve ark., 2019).

Lycium spp., ilk kez Linnaeus tarafından Species Plantarum'da yayımlanmış ve üç türü (*Lycium europaeum*, *Lycium barbarum* ve *Lycium afrum*) tanımlanmıştır (Linnaeus, 1753). 1932'de ise Hitchcock, batı yarımkürede 43 *Lycium* türü üzerinde morfolojiye dayalı sistematik bir taksonomik bir çalışma yayınlamıştır (Hitchcock, 1932).

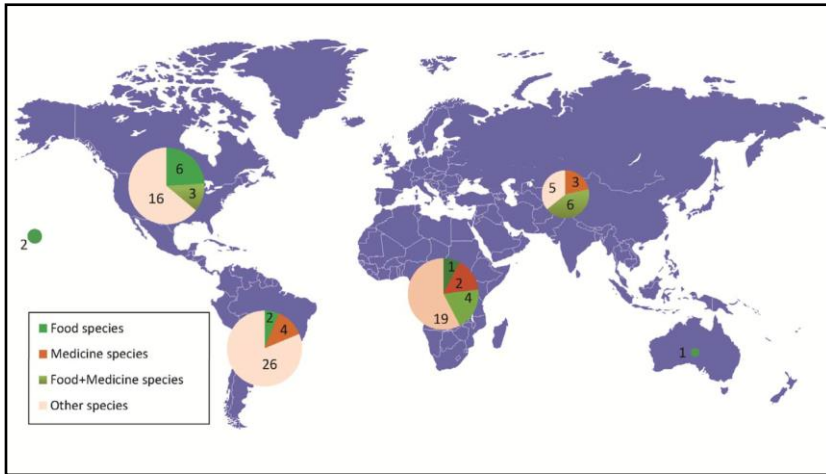
Kurt üzümü, *Lycium* cinsine ait olan *Lycium barbarum*, *Lycium chinense* ve *Lycium ruthenicum* türlerinin meyvelerine verilen ortak bir isimdir (Levin ve Miller, 2005) ve bütün dünyada ticari olarak yaygın bir şekilde yetiştiriciliği yapılan 3 türdür (Wang ve ark., 2015) (Şekil 1).



Şekil 1. *Lycium barbarum* (a), *Lycium chinense* (b), *Lycium ruthenicum* (c)

Kaynak: Anonim, 2023.

Yao ve ark. (2018) yaptıkları çalışmada, *Lycium*'un doksan yedi tür ve altı çeşidini tanımlamışlardır. Bunlardan; 32'si Güney Amerika'ya, 24'ü Kuzey Amerika'ya, 24'ü Afrika'ya ve 12'si Avrasya'ya; ikisi Avrasya'da olduğu kadar Afrika'da da yayılış gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca *Lycium australe* Avustralya'ya endemik olan tek tür olduğunu ve *Lycium sandwicense* Pasifik adalarına özgü, *Lycium carolinianum* ise Pasifik adalarının yanı sıra Kuzey Amerika'da da bulunduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte 97 türden 35 tür ve 2 çeşidin gıda ve/veya tıbbi olarak kullanıldığını tespit etmişlerdir. Farklı kıtalarda gıda ve tıbbi olarak kullanılan yerli türlerin sayısı Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. *Lycium* türlerinin gıda ve tıbbi amaçlı farklı bölgelerde kullanımı

Kaynak: Yao ve ark., 2018.

Kurt üzümü (*Lycium* spp.), dünyada geçmişten günümüze kadar birçok farklı isim ile anılmıştır. Goji adı, bir dizi yerel kelimeye dayanır ve 1973 yılında ilk olarak Tanaduk Botanik Araştırma Enstitüsü'ndeki (TBRI) araştırmacılar tarafından türetilmiştir (Amagase ve Farnsworth, 2011; Shahrajabian ve ark., 2020). Çin'de, "gouqi" kurt ve "zi" ise küçük organik ürün anlamına gelen "gouqizi" olarak isimlendirirken (Dharmananda, 2007), İngilizcede kurt üzümü halk tarafından geleneksel olarak "Wolfberry", "Boxthorn", "Chinese Wolfberry",

“Matrimony Wine” olarak isimlendirilir (Hänsel ve ark., 1993). Kurt üzümü, “kuko” adıyla Japonya’da ve “gugija” adıyla da Güney Kore’de bilinmektedir (Oğuz ve ark., 2019). Kurt üzümü dikenli çalı formunda bulunduğundan ülkemizde; teke dikenli, atlangaç, termiye çalısı, eğri tekedini, sincan dikenli, şeytan ipliği, boz tekedikeni, yemişgen, kurt üzümü gibi Türkçe isimler ile de anılmaktadır (Baytop, 1994; Güner ve ark., 2012).

Lycium spp. Türkiye’de 8 tür ile temsil edilmektedir (Davis ve ark., 1978). Bu türler arasında en çok bilinenleri; *Lycium barbarum* L., *Lycium chinense* Mill. ve *Lycium ruthenicum* Murr. türleridir (Kıraç, 2021). Bunların dışında; *Lycium anatolicum* A. Baytop & R. R. Mill., *Lycium depressum* Stocks, *Lycium europaeum* L., *Lycium schweinfurthii* Dammer ve *Lycium shawii* Roemer & Schultes doğal yayılış gösteren türlerdir (Şekil 3).



Şekil 3. *Lycium* türlerinin Türkiye’deki dağılımları

Kaynak: Kıraç, 2021.

Kurt üzümü, çalı formunda olup, 1 ile 4 m arası değişen boy yapısına sahip ve yapraklarını döken bir bitkidir. Yapraklar 7 mm uzunluğunda, 3.5 mm genişliğinde, gri-yeşil renkte, küçük, dar, etli ve mızrak şeklinden ovalleşmeye doğru giden bir yaprak yapısına sahiptir. Yaprak ve sürgünler, dallar üzerinde demetler halinde ve birbirlerine ters

olacak yönde dizilmişlerdir. Kurt üzümünün meyveleri, parlak, kırmızı renkli, elipsoid yapıdadır. Meyve irilikleri türe göre değişmekle birlikte 10 ile 60 adet arasında çekirdeğe sahip olup meyve renkleri ise mandarin veya portakal kırmızısıdır (Amagase ve Farnsworth, 2011; Oğuz, 2019).

3. KURT ÜZÜMÜ'NÜN EKOLOJİK İSTEKLERİ

3.1. İklim İsteği

Kurt üzümü, düşük sıcaklık ve kuraklığa dayanıklı olduğu bilinen bir bitkidir. Nispeten nemli koşullarda yetiştiriciliğe uygundur. Kökleri, toprağa adapte olduktan sonra kurak koşullarda da yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Güneş ışığını sevmekle birlikte, kışın -26°C yazın ise $+39^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar dayanıklıdır. Kurt üzümü, 800 ile 2000 m arasında değişen rakıma sahip, ülkemizin birçok bölgesinde yetiştiriciliği yapılmakta ve bu rakım arasında meyve verimi ve kalitesi oldukça yüksektir (Jing ve ark., 2004; Oğuz ve ark., 2019). *Lycium barbarum* türüne ait çeşitlerin yıllık toplam etkili sıcaklık isteği ise 3450°D 'dir (Jing ve ark., 2004).

3.2. Toprak isteği

Kurt üzümü; toprak isteği bakımından seçici olmayan, drenajı düzgün geçirgen, hafif-kumlu, orta-kuvvetli topraklar ile ağır-kil-tınlı, alkali ve pH'sı 7-8 arasında değişen farklı toprak tiplerinde rahatlıkla yetiştiriciliği yapılabilmektedir. Bununla birlikte yetiştiricilikte asidik topraklar pek tercih edilmemektedir. Taban suyu yüksek ve geçirimsiz topraklar kurt üzümü yetiştiriciliği için uygun değildir (Maughan ve Black, 2015; Oğuz ve ark., 2019).

4. KURT ÜZÜMÜ'NÜN ÇOĞALTMA YÖNTEMLERİ

Kurt üzümü yetiştiriciliğinde; tohumla çoğaltma, çelikle çoğaltma ve doku kültüründe yapılan vejetatif çoğaltma yöntemleri kullanılmaktadır (Oğuz ve ark., 2019; Anonim, 2023).

5. BAHÇE KURUMU

5.1. Bahçe Yerinin Dikime Hazırlanması

Kurt üzümü fidanlarının dikim çukurları, 40-60 cm eninde ve 60-70 cm derinliğe sahip olmalıdır. Dikim aralığı, arazi koşullarına ve mekanizasyon donanımına göre değişmekle birlikte, 2.5 x 1.5 m veya 3 x 2 m aralıklarla dikimler uygundur. Bölgenin iklimi ve fidan tipine bağlı olarak dikim zamanı değişkenlik gösterebilirken, tüplü fidanların dikimi yaz ortalarına kadar yapılabilmektedir (Maughan ve Black, 2015).

5.2. Sulama

Kurt üzümünün sulanmasında; yüzeysel sulama, damlama sulama ve mikro sulama yöntemleri kullanılmaktadır. Damlama sulama en etkili yöntem olup, yabancı ot ve hastalıkların oluşmasını da engellemektedir (Maughan ve Black, 2015; Oğuz ve ark., 2019).

5.3. Budama

Kurt üzümü bitkisi dikimden sonra budamanın ilk yılında, herhangi bir budama işlemi yapılmadan büyümesi tercih edilmektedir. Bu durumda bitkinin köklerinin gelişmesi sağlanmakta ve yetiştiği vejetasyon döneminde bir miktar kurt üzümü meyvesi de alınabilmektedir.

Budamanın ikinci yılında ise, bitkinin ana gövdesini oluşturacak sağlıklı bir gövde seçilmeli ve diğer gövdeler kesilmelidir. Gövde 40 ile 45 cm arasına ulaştığında yan dalların oluşması amacıyla tepe uçları kesilmelidir. Yeni gelişecek olan sürgünlerin ana gövdeyle yan gövde arasındaki açı 45 dereceden fazla olmamasına dikkat edilmelidir. Dallar 45 dereceden daha dar gelişmiş ise 3 ile 5 dal üzerinden kesilmesi uygundur. Kurt üzümü yetiştiriciliğinde sık dikim tercih edilecekse, sıraları paralel yapan yan dallar gelişmeye bırakılmalı ve böylece bitkiler arasındaki boşluklar dolacak ve aynı zamanda meyve veren lateral dallar oluşacaktır.

Budamanın üçüncü yılında, ana gövde üzerinde üçüncü yıl için ana gövdeyi oluşturacak olan sürgünün tepesi kesilmelidir. Bitki üzerinde dal

ve istenmeyen gövdelerin temizlenmesi için erken kış ve sonbahar budamaları yapılmalı ve bitkinin ana iskelet ve taç yapısını oluşturmak amacıyla da ilkbahar ve yaz budaması yapılmalıdır. Üçüncü yıl budamanın temel hedefleri arasında; ilk yıl gelişen dalların sürgün üretimini artırmak ve bununla birlikte iki yaşındaki dalların dikenliliğini azaltmak bulunmaktadır (Maughan ve Black, 2015; Oğuz ve ark., 2019).

6. KURT ÜZÜMÜ MEYVELERİNİN BİYOAKTİF BİLEŞİKLERİ

Kurt üzümü (gojiberry) meyvelerinde çok sayıda biyoaktif bileşik bulunmaktadır (Ma ve ark., 2019). Meyveler; nikotik asit, tiamin, riboflavin ile manganez, bakır, magnezyum ve selenyum gibi mikro besin öğelerini içermektedir. Bitkinin meyvelerinde %46 oranında karbonhidrat, %13 oranında protein, %16 oranında diyet lifi ve %1.5 oranında yağ bulunmaktadır (Ma ve ark., 2019; Luo ve ark., 2004). Meyvelerin içeriğinde ramnoz, glikoz, ksiloz, galaktoz, arabinoz, aldoz şekeri ve galakturonik asit gibi monosakkaritlerde bulunmaktadır. Ayrıca meyve içeriğinde, az miktarda da olsa beta-karoten bulunmaktadır (Kulczyński ve Gramza-Michałowska, 2016; Öz, 2018). Gojiberry meyvelerinde fazla miktarda bulunan amino asitler ise serin ve prolindir. Toplam serbest amino asit içeriğinin %30'unu esansiyel amino asitler oluşturmaktadır (Zhao ve ark., 2020; Vidović ve ark., 2022). Ayrıca meyvelerin, zeaksantin açısından içeriği zengin olduğu vurgulanmıştır (Nimalaratne ve ark., 2012; Vidović ve ark., 2022). Kurt üzümü meyvelerinde toplam yağ asitlerinin yaklaşık %95'ini kapsayan linoleik asit, oleik asit, palmitik asit ve stearik asitler bulunmaktadır (Cossignani, 2017; Montesano ve ark., 2018; Covaci ve ark., 2020; Vidović ve ark., 2022). Kurt üzümü (*Lycium barbarum*), proteoglikanları, fitoaleksini (Skopoletin), vitamin C analogunu, C ve E vitaminlerinin yanısıra B vitaminlerini (B1, B2, B3, B6), 18 adet amino asidi, protein yapısında bulunmayan amino asitleri (Taurin, c-aminobütirik asit, betain), 21 adet iz minerali, esansiyel yağları ve yağ

asitlerini (Hekzadekanoik asit, linoleik asit, miristik asit vb.), karotenoidleri (zeaksantin ve çeşitli türevleri, b-karoten vb.), çeşitli flavonoidleri (Mirisetin vb.) ve *p*-koumarik asit gibi diğer çeşitli maddeleri içeren geleneksel Çin tıbbi bitkisi ve buna ek olarak gıda takviyesidir (Seeram, 2008; Qian ve ark., 2017).

7. KURT ÜZÜMÜ MEYVESİNİN KULLANIM ALANLARI

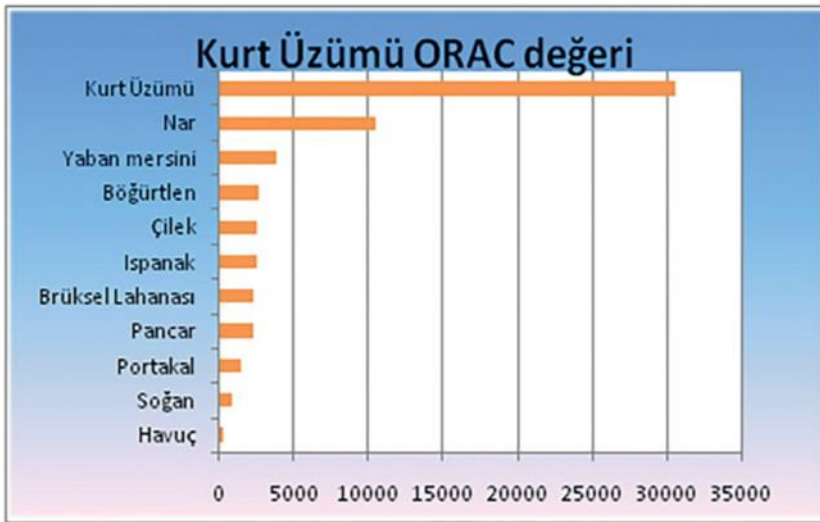
Kurt üzümü, Avrupa ve Asya ülkelerinin çoğunda fonksiyonel besin olarak tüketilmektedir (Cheng ve ark., 2015). Günümüzde popülaritesi artmış olup, özellikle Avrupa ve Kuzey Amerika'da "süper meyve" olarak tanımlanmaktadır. Türün tıbbi özelliği ve zengin kimyasal bileşiminden kaynaklı sağlıklı beslenmenin önemli bir parçası haline gelmiştir (Ma ve ark., 2019). Sonbaharın başında hasat edilen kurt üzümü, güneşte geleneksel olarak kurutulmaktadır. Kurutulmuş meyveler tüketilmeden önce pişirilir. Kurt üzümü bazı içeceklerin üretimi için bir hammadde olarak değerlendirilmekte ve son yıllarda; et ve süt ürünleri, şekerleme ve fırıncılık gibi çeşitli gıda ürünlerine ilave edilmektedir (Vidović ve ark., 2022). Kurt üzümü (*Lycium chinense* Mill. ve *Lycium barbarum* L.'un meyveleri) Çin'de binlerce yıldır ilaç ve gıda olarak tüketilmekte ve dünya genelinde sağlıklı bir gıda olarak değerlendirilmektedir (Yao ve ark., 2018). Çin mutfağında özellikle çorbalarda ve bitki çaylarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca meyveler; meyve suyu, şarap ve tentür üretiminde kullanılmaktadır (Ma ve ark., 2019). Besinlere antioksidan özellik kazandırmasından kaynaklı probiyotik yoğurt ve peynirede eklenmektedir (Taneva ve Zlatev, 2020; Shori ve ark., 2021; Vidović ve ark., 2022).

8. KURT ÜZÜMÜ MEYVESİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Kurt üzümü (*Lycium barbarum*), bilinen birçok meyve ve sebzededen çok daha fazla ORAC (Oksijen Radikal Absorbans Kapasitesi) değerine sahiptir (Şekil 4). ORAC, besinlerin antioksidan seviyesini ifade eder. ORAC seviyesi yüksek olan besinler, hücre ve hücre

bileşenlerini oksidatif hasarlara karşı korur (Prior ve ark., 1999). *Lycium barbarum* polisakkaritlerinin; antioksidan, antitümör, bağışıklık düzenleme, nöroprotektif, anti-diyabet, radyasyondan koruma, karaciğeri koruma, yorgunluk ve kemik erimesini engelleme gibi birçok farklı önemli biyolojik faaliyete sahip olduğu tespit edilmiştir (Mingliang ve ark., 2013).

Kurt üzümü, hücre yenilenmesini hızlandırması nedeniyle, yaşlanmayı engelleyici etkiye sahiptir. Birçok kozmetik üründe, cildi yenileyici, hücre metabolizmasını arttırıcı, hücre büyümesini hızlandırarak cildin canlılığını ve elastikiyetini arttırıcı özelliğinden dolayı kullanılmaya başlanmıştır. Güçlü antioksidan ve vitaminler içerdiğinden dolayı, yara izleri, güneş lekeleri, sivilce ve sivilce lekelerine karşı da etkilidir (Yi ve ark., 2013).



Şekil 4. Kurt üzümü ve bazı bitkilere ait ORAC değerleri

Kaynak: Prior ve ark., 1999.

8.1. Antioksidan Aktivitesi

LBP (*Lycium barbarum* polisakkarit)'nin antioksidan aktiviteleri daha önce in vitro olarak geniş çapta incelenmiş ve LBP'nin B-karotenlinoleat model sisteminde konsantrasyona bağlı bir şekilde önemli

ölçüde önleyici aktivite gösterdiği ortaya konmuştur (Jin ve ark., 2013). Ayrıca LBP, 1,1-difenil-2 pikrilhidrazil radikalının orta derecede konsantrasyona bağlı inhibisyonu, önemli indirgeme gücü, süperoksit temizleme yeteneği, peroksil serbest radikallerinin aracılık ettiği fare eritrosit hemolizinin inhibisyonu ve demir iyonu şelatlama açıklığı sergilediği belirlenmiştir (Li ve ark., 2007; Li ve Zhou, 2007). LBP'nin güçlü serbest radikal temizleme özelliklerine sahip olduğunu destekleyen çalışmalar birçok araştırmacı tarafından yapılmıştır (Lin ve ark., 2009; Wang ve ark., 2010; He ve ark., 2012).

Amagase ve ark. (2009) tarafından LBP'nin 55-72 yaşlarındaki sağlıklı 50 Çinli yetişkin üzerindeki antioksidan etkileri *in vivo* olarak kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. 30 günlük çalışmanın sonucunda LBP tedavisinin, serum süperoksit dismutaz (SOD) düzeylerini %8.4 ve glutatyon peroksidaz (GSH-Px) düzeylerini %9.9 oranında önemli ölçüde arttırdığı ve serum malondialdehit (MDA) içeriğini %8.7 oranında azalttığı ortaya konmuştur. Bu durum LBP'nin endojen faktörlerini uyararak membranları oksijen radikallerinin aracılık ettiği hasardan koruyarak insan sağlığını destekleyebileceğini göstermiştir.

Cui ve ark. (2011) ve Wu ve ark. (2010) yüksek yağlı diyetle beslenen farelerde LBP'nin kan lipit metabolizması, kan şekeri ve oksidatif stres üzerindeki etkilerini değerlendirdiği çalışmalarında, LBP uygulamasının düşük yoğunluklu lipoprotein, toplam kolesterol (TC), triaçilgliseroller (TG), kan şekeri ve tiyobarbitürik asit reaktif maddelerinin düzeylerini önemli ölçüde azalttığını ve SOD, GSH-Px ve gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini arttırdığını rapor etmiştir.

Shan ve ark. (2011) ve Niu ve ark. (2008) yorucu egzersiz yapan sıçanların iskelet kasındaki oksidatif hasara karşı LBP takviyesinin koruyucu etkilerini araştırdığı çalışmalarında LBP uygulamasının, yorucu egzersiz yapan sıçanların iskelet kasında glikojen düzeyini ve antioksidan enzimlerin (SOD ve GSHPx) aktivitelerini önemli ölçüde arttırdığını ve MDA seviyesini ile kreatin kinaz aktivitesini azalttığını

ortaya koymuştur. Sonuç olarak LBP'nin yorucu egzersizin neden olduğu oksidatif stresi önlemede etkili olduğunu belirlemiştirlerdir.

Oksidatif stresin, hipertermik testlerde yapısal bozulma ve apoptozun ana nedeni olduğu kanıtlanmıştır. LBP'nin ultraviyole ışığın neden olduğu lipit peroksidasyonu ve serbest radikaller tarafından sitokrom c azalması üzerindeki etkileri araştırılmış ve LBP'nin bu reaksiyonların her ikisinin de güçlü bir inhibitörü olduğu bulunmuştur (Wang ve ark., 2002). Başka bir çalışmada, LBP'nin sıçanlarda 43°C ısıya maruz kalması sonucu neden olduğu testis hasarı üzerindeki etkileri sistematik olarak araştırılmış ve LBP'nin hasarlı sıçanlarda testis ve epididim ağırlıklarını önemli ölçüde arttırdığını, SOD aktivitesini iyileştirdiğini ve cinsel hormon seviyelerini yükselttiğini, dolayısıyla ısıya maruz kalmanın neden olduğu testis dokusu hasarına karşı koruyucu bir etki sağladığı ortaya konmuştur (Luo ve ark., 2006).

8.2. Kanser Önleyici Etkisi

LBP, kurt üzümü meyvelerinden elde edilen bir özütür. LBP düşük toksisite ve yüksek aktivitesi nedeniyle önemli bir antikanserojen olarak görülmektedir (Du ve ark., 2022). Orofaringeal ve oral HPV (Human Papillomavirus) lezyonlarına karşı *Lycium barbarum* meyvelerinin fenolik bakımından zengin ekstraktının yeni tedaviler geliştirmek için ümitvar özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir (Peraza-Labrador ve ark., 2022). Fitokimyasallar arasında LBP'ler nörodejenerasyon, inflamasyon ve oksidatif strese karşı koruyucu özellikleri olan en önemli fonksiyonel bileşenlerdir. Son yıllarda, kurt üzümü ve ilişkili LBP tüketiminin faydalı etkileri, IBD (İnflamatuvar Bağırsak Hastalığı) ile ilişkili disbiyozu önleyebilen prebiyotik etkilerle ilişkilendirilmiştir (Sun ve ark., 2022).

Mide kanseri hücreleri üzerindeki *Lycium barbarum* polisakkaritinin etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmada, belirlenen konsantrasyonlarda LBP'nin insan mide kanseri hücrelerinin göçünü, istilasını ve çoğalmasını inhibe edebileceği gösterilmiştir (Chen

ve ark., 2017). Du ve ark. (2022) *Lycium barbarum* polisakkaritlerinin meme kanseri için potansiyel bir terapötik seçenek olabileceğini rapor etmiştir.

8.3. İmmünomodülatör Aktivitesi

Lenfosit proliferasyonu, hem hücrel hem de humoral immün yanıtların aktivasyon kademesinde çok önemli bir olaydır (Jin ve ark., 2010). Peng ve ark. (2001a, b) daha önce iki glikokonjugatın, LbGp5b ve LbGp4'ün ve *Lycium barbarum*'dan izole edilen glikan LbGp4-OL'nin normal farelerde splenosit proliferasyonunu artırdığını bildirmiştir.

Sitokinlerin üretimi, bir bağışıklık tepkisinin başlatılmasında ve düzenlenmesinde anahtar bir olaydır. Gan ve ark. (2003), *Lycium barbarum* polisakkarit-protein kompleksinin (LBP3p), transplante edilebilir sarkom S180'in büyümesini önemli ölçüde engelleyebildiğini ve dalak hücreleri tarafından salgılanan antikor formu olan makrofaj fagositozunu, dalak lenfosit proliferasyonunu, sitotoksik T lenfositini arttırdığını göstermiştir (Gan ve ark., 2004). T hücreleri timustan türetilmiş lenfositlerdir ve edinsel bağışıklıkta protein antijenlerine karşı bağışıklık tepkisinin oluşumunda ve düzenlenmesinde merkezi bir rol oynarlar (Chen ve ark., 2008). LBP'nin T hücrelerini aktive ederek bağışıklığı artırabileceği bildirilmiştir. Makrofajlar enfeksiyona karşı konak savunmasında önemli bir rol oynarlar (Chen ve ark., 2009). Bazı çalışmalar LBP'nin immün sistemi uyarıcı temel hedef hücreleri T ve B hücreleri yerine makrofajlar olduğunu göstermiştir.

Bilindiği gibi dendritik hücreler (DC), tümörün oluşumu ve gelişimi ile yakından ilişkili olan bağışıklık sisteminin en güçlü antijen sunan hücreleridir (Jin ve ark., 2012; Sun, 2011). Zhu ve ark. (2007), LBP'nin fare kemik iliğinden türetilen dendritik hücrelerin (BMDC) fenotipik ve fonksiyonel olgunlaşması üzerindeki etkilerini *in vitro* araştırmış ve LBP'nin DC'nin hem fenotipik hem de fonksiyonel olgunlaşmasını destekleyebildiğini ileri sürmüştür.

8.4. Yaşlanma Karşıtı Etkisi

Kurt üzümü (gojiberry) meyvesinde; fenolikler, flavonoidler, betain, zeaksantin, tiamin, β -sitosterol, serebrozid, alkaloidler, riboflavin ve karotenoidler gibi birçok biyoaktif öge bulunmaktadır (Ma ve ark., 2019; Ni ve ark., 2021). Kurt üzümünün zengin içeriği ve LBP'nin yaşlanma karşıtı etki gösterdiği ortaya konmuştur (Huang ve ark., 2022).

Lycium barbarum polisakkariti, yaşlanmayı geciktirme ve antioksidasyon gibi çok sayıda faydalı etkiye sahiptir. *Lycium barbarum* polisakkaritlerinin karaciğer fibrozisine karşı immünomodülatör etkisini incelemek için yapılan çalışmada, LBP'lerin karaciğer hücresi oksidatif stres hasarını önleyebildiği gösterilmiştir (Han ve ark., 2022).

8.5. Kan Şekerini Düzenleyici Etkisi

Diabetes Mellitus insülin salınımı ve etkisi ya da bu ögelerin her ikisinde birden bozukluk olması nedeniyle meydana gelen hiperglisemiyle karakterize kronik metabolik bir rahatsızlıktır (Türkiye Diyabet Vakfı, 2019).

Oral anti-diyabetik ajanların olumsuz yan etkileri ve yüksek maliyeti nedeniyle daha güvenli ve yan etkisi az olan alternatifler önemli hale gelmiştir. Kurt üzümü meyvesi de bu alternatiflerden biridir. Kurt üzümü'nün fonksiyonel bir besin olarak kan glikozunu düşürücü etkisi olduğu, hücre ve hayvan çalışmalarıyla ispatlanmıştır. Ayrıca bu meyvelerin glikoz alımı üstünde konsantrasyona bağlı tesir ettiği kanıtlanmıştır (Tang ve ark., 2015; Gezici, 2022). *Lycium barbarum* meyvelerinden elde edilen polisakkaritlerin antidiyabetik etkisi araştırılmıştır. Diyabetik farelere *Lycium barbarum* polisakkaritleri 6 hafta 200 mg/kg/gün dozda oral olarak verilmiş ve çalışma sonunda farelerin açlık kan şekeri seviyelerinde (%13.51 azalma) ve glikozillenmiş hemoglobin fonksiyonunda iyileşme gözlenmiştir. Ayrıca bu çalışma, LBP'lerin bağırsak mikrobiyotasını ve bağırsak bariyerini değiştirerek anti-diyabetik etki sağlayabileceğini göstermiştir (Zhou ve ark., 2022). *Lycium barbarum* L.'den elde edilen su ekstraktının

hipoglisemik etkilerini ve etki mekanizmasının değerlendirildiği bir çalışmada, *Lycium barbarum* L. özütünün diyabetik sıçanlarda kan şekeri ve lipid seviyelerini belirgin şekilde modüle edebileceğinin yanı sıra karaciğer, böbrek ve pankreastaki hasarları onarabileceği gösterilmiştir (Zhao ve ark., 2020).

SONUÇ

Kurt üzümü (gojiberry) meyvesi, geleneksel Çin tıbbında oldukça eski zamanlardan beri kullanılmaktadır. Günümüzde ise kurt üzümünün tıbbi kullanımının yanında; taze ve kuru meyve, bitki çayı, meyve suyu, gıda takviyesi vb. amaçlar içinde kullanımı artmıştır. Dünyada ve son yıllarda ülkemizde, kurt üzümünün popülaritesi gittikçe artmaktadır. Artan ilgiye rağmen, ülkemizde kurt üzümü üretimi ve üretim teknikleri ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça sınırlı olup, literatür eksikliği bulunmaktadır.

Bir ürünün; taksonomisi, coğrafi dağılımı, geleneksel kullanımı, yetiştirme kültürü, fitokimya ve farmakolojik özelliklerinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması, yeni gıda ve tıbbi kaynakların bulunması için oldukça önem arz etmektedir. Bununla birlikte, kurt üzümü yetiştiriciliği açısından Türkiye, oldukça elverişli bir iklime sahip ülke konumunda olup, kurt üzümü yetiştiriciliği ile tarımsal ürün çeşitliliğinin artırılması, atıl durumdaki tarım alanlarının değerlendirilmesi ve kurt üzümü meyvelerinin ihracatını yapan bir ülke olma konusunda büyük potansiyele sahiptir.

Kurt üzümü (gojiberry) yüksek antioksidan kapasiteye sahip ve birçok biyoaktif bileşiği bünyesinde ihtiva etmektedir. Bununla birlikte kurt üzümünün; antioksidan aktivitenin artırılması, kanser önleyici etkisi, yaşlanma karşıtı etkisi, kan şekerini düşürme etkisi vb. gibi insan sağlığı üzerine oldukça fazla etkisi bulunmaktadır.

Sonuç olarak kurt üzümünün yetiştiriciliğinin teşvik edilmesi, gıda sektöründe yaygınlaştırılması ve sahip olduğu tıbbi bitki özelliği

dolayısıyla sağlık alanında fonksiyonel besin olarak kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Alp, E. (2023). Goji Berry (*Lycium Barbarum*) ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Kapadokya Sağlık Bilimleri Dergisi (KSBD)*, 1(2), 99-112.
- Amagase, H., Farnsworth, N. R. (2011). A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of *Lycium barbarum* fruit (Goji). *Food research international*, 44(7), 1702-1717.
- Amagase, H., Sun, B., Borek, C. (2009). *Lycium barbarum* (goji) juice improves in vivo antioxidant biomarkers in serum of healthy adults. *Nutrition Research*, 29(1), 19-25.
- Anonim, (2023). <https://gojiberryfidanligi.com/wp-content/uploads/2016/11/KURT-%C3%9CZ%C3%9CM%C3%9C.pdf>. Erişim tarihi: 04.12.2023.
- Baydar, (2013). *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Bilimi ve Teknolojisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi Basımevi: 51. ISBN: 975-7929-79-4.
- Baytop, T. (1994). *Türkçe bitki adları sözlüğü*. Tük dil kurumu yayınları 578, Ankara, s.264.
- Chen, Q., Shi, R., Jiang, D., Liu, W., Jia, Z. (2017). *Lycium barbarum* polysaccharide inhibits gastric cancer cell proliferation, migration and invasion by down-regulation of MMPs and suppressing epithelial-mesenchymal transition. *Int J Clin Exp Pathol*, 1(7): 7369-7374.
- Chen, Z., Soo, M. Y., Srinivasan, N., Tan, B. K. H., Chan, S. H. (2009). Activation of Macrophages by Polysaccharide-protein Complex from *Lycium barbarum* L. *Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives*, 23(8), 1116-1122.
- Chen, Z., Tan, B. K. H., Chan, S. H. (2008). Activation of T lymphocytes by polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum* L. *International immunopharmacology*, 8(12), 1663-1671.
- Cheng, J., Zhou, Z.-W., Sheng, H. P., et al. (2015). *Lycium barbarum* polisakaritlerinin farmakolojik aktiviteleri ve olası moleküler hedefleri hakkında kanıta dayalı bir güncelleme. *İlaç Tasarımı, Geliştirme ve Tedavi*, 9:33.

- Cossignani, L., Blasi, F., Simonetti, MS., Montesano, D. (2017). *Lycium barbarum* meyvesinin coğrafi kökenini ayırt etmek için yağ asitleri ve fitosteroller. *Gıda Anal Yöntemler*, 11: 1180-1188.
- Covaci, E., Senilă, M., Leopold, L. F., Olah, N. K., Cobzac, C., Petropulos, V. I., Balabanova, B., Cadar, O., Becze, A., Ponta, M. (2020). Kuzey Makedonya'da yetiştirilen *Lycium barbarum* L. berry'nin karakterizasyonu: Kemometrik bir yaklaşım. *J. Berry Araştırma*, 10: 223-241.
- Cui, B., Liu, S., Lin, X., Wang, J., Li, S., Wang, Q., Li, S. (2011). Effects of *Lycium barbarum* aqueous and ethanol extracts on high-fat-diet induced oxidative stress in rat liver tissue. *Molecules*, 16(11), 9116-9128.
- Davis P. H., Calen J., Coode M. J. E. (1978). Flora of Turkey and The East Aegean Island, Edinburgh University Pres, 6: 437-449.
- Dharmananda, S. (2007). *Lycium* Fruit, Portland, Oregon: Food and Medicine, Institute for Traditional Medicine.
- Du, X., Zhang, J., Liu, L., Xu, B., Han, H., Dai, W., Pei, X., Fu, X., Hou, S. (2022). A novel anticancer property of *Lycium barbarum* polysaccharide in triggering ferroptosis of breast cancer cells. *J. Zhejiang Univ Sci B*, 23(4): 286-299.
- Gan, L., Zhang, S. H., Liu, Q., Xu, H. B. (2003). A polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum* upregulates cytokine expression in human peripheral blood mononuclear cells. *European journal of pharmacology*, 471(3), 217-222.
- Gan, L., Zhang, S. H., Yang, X. L., Xu, H. B. (2004). Immunomodulation and antitumor activity by a polysaccharide-protein complex from *Lycium barbarum*. *International Immunopharmacology*, 4(4), 563-569.
- Gezici, S. (2022). Potansiyel doğal bir antioksidan ilaç olarak goji meyvelerinin moleküler mekanizmaları, biyolojik ve farmakolojik özellikleri. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 12 (1): 67-76.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M. T. (2012). *Türkiye bitkileri listesi. Damarlı Bitkiler*. İstanbul: Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını.
- Han, Y., Zhou, Y., Shan, T., Li, W., and Liu, H. (2022). Immunomodulatory Effect of *Lycium barbarum* Polysaccharides against Liver Fibrosis Based on the Intelligent Medical Internet of Things. *Journal of healthcare engineering*, 6280265.

- Hänsel, R., Keller, K., Rimpler, H., Schneider, G., Hagers, (1993). *Handbuch der pharmazeutischen Praxis*. Vol.5, Drogen E.O. Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, p.970.
- He, N., Yang, X., Jiao, Y., Tian, L., Zhao, Y. (2012). Characterisation of antioxidant and antiproliferative acidic polysaccharides from Chinese wolfberry fruits. *Food Chemistry*, 133(3), 978-989.
- Hitchcock, C. L. (1932). A monographic study of the genus *Lycium* of the western hemisphere. *Ann. Missouri Bot. Gard.*, 19, 179-374.
- Huang, W., Zhao, M., Wang, X., Tian, Y., Wang, C., Sun, J., Wang, Z., Gong, G., Huang, L. (2022). Revisiting the structure of arabinogalactan from *Lycium barbarum* and the impact of its side chain on anti-ageing activity. *Carbohydrate polymers*, 286, 119282.
- Jin, M., Huang, Q., Zhao, K., Shang, P. (2013). Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L. *International journal of biological macromolecules*, 54, 16-23.
- Jin, M., Wang, Y., Xu, C., Lu, Z., Huang, M., Wang, Y. (2010). Preparation and biological activities of an exopolysaccharide produced by *Enterobacter cloacae* Z0206. *Carbohydrate Polymers*, 81(3), 607-611.
- Jin, M., Zhao, K., Huang, Q., Xu, C., Shang, P. (2012). Isolation, structure and bioactivities of the polysaccharides from *Angelica sinensis* (Oliv.) Diels: A review. *Carbohydrate polymers*, 89(3), 713-722.
- Jing, L., Xiao-yu, Z., You-lin, Y., Li-wen, M., Xue-yi, Z., Dian-xiu, Y., Chuan, Y. (2004). Research in relationship of yield and its meteorological conditions of *Lycium barbarum* L. *Chinese Journal of Agrometeorology*, 25(1).
- Kıraç, Ç. (2021). Siyah Kurt Üzümü (*Lycium ruthenicum* Murr.) Meyvelerinin Toplam Antosiyanin, Karotenoid ve Antioksidan Kapasitesinin Belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A. (2016). Goji Berry (*Lycium barbarum*): Composition and Health Effects-a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 67-76.
- Levin, R. A., Miller, J. S. (2005). Relationships within tribe *Lycieae* (*Solanaceae*): paraphyly of *Lycium* and multiple origins of gender dimorphism, *American Journal of Botany*, 92(12), 2044-2053.

- Li, X. L., Zhou, A. G. (2007). Evaluation of the antioxidant effects of polysaccharides extracted from *Lycium barbarum*. *Medicinal Chemistry Research*, 15(9), 471-482.
- Li, X. M., Li, X. L., Zhou, A. G. (2007). Evaluation of antioxidant activity of the polysaccharides extracted from *Lycium barbarum* fruits in vitro. *European Polymer Journal*, 43(2), 488-497.
- Lin, C. L., Wang, C. C., Chang, S. C., Inbaraj, B. S., Chen, B. H. (2009). Antioxidative activity of polysaccharide fractions isolated from *Lycium barbarum* Linnaeus. *International journal of biological macromolecules*, 45(2), 146-151.
- Linnaeus, C., (1753). *Species Plantarum*, 1, 191-192.
- Luo, Q., Cai, Y., Yan, J., Sun, M., Corke, H. (2004). Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*. *Life sciences*, 76(2), 137-149.
- Luo, Q., Li, Z., Huang, X., Yan, J., Zhang, S., Cai, Y. Z. (2006). *Lycium barbarum* polysaccharides: Protective effects against heat-induced damage of rat testes and H₂O₂-induced DNA damage in mouse testicular cells and beneficial effect on sexual behavior and reproductive function of hemicastrated rats. *Life sciences*, 79(7), 613-621.
- Ma, Z. F., Zhang, H., Teh, S. S., Wang, C. W., Zhang, Y., Hayford, F., Wang, L., Ma, T., Dong, Z., Zhang, Y., Zhu, Y. (2019). Goji Berries as a Potential Natural Antioxidant Medicine: An Insight into Their Molecular Mechanisms of Action. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2437397.
- Maughan, T., Black, B. (2015). Goji in the garden. Horticulture/Fruit/2015-05pr, Extension Utah State University, October, pp:1-4.
- Mingliang, J., Qingsheng, H., Ke, Z., Peng, S. (2013). Biological activities and potential health benefit effects of polysaccharides isolated from *Lycium barbarum* L.. *International Journal of Biological Macromolecules*, 54, 16-23.
- Montesano, D., Rocchetti, G., Cossignani, L., Lucini, L., Simonetti, M. S., and Blasi, F. (2018). Italian *Lycium barbarum* L. Berry: Chemical Characterization and Nutraceutical Value. *Natural Product Communications*, 13 :1151-1156.
- Ni, Ni, J., Au, M., Kong, H., Wang, X., Wen, C. (2021). *Lycium barbarum* polysaccharides in ageing and its potential use for prevention and treatment of osteoarthritis: a systematic review. *BMC complementary medicine and therapies*, 21(1), 212.

- Nimalaratne, C., Lopes-Lutz, D., Schieber, A., Wu, J. (2012) Evde pişirme yöntemlerinin yumurta sarısı ksantofilleri üzerindeki etkisi. *J. Agric*, 60, 12547-12552.
- Niu, A. J., Wu, J. M., Yu, D. H., Wang, R. (2008). Protective effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on oxidative damage in skeletal muscle of exhaustive exercise rats. *International journal of biological macromolecules*, 42(5), 447-449.
- Nohutçu, L., Tunçtürk, M., Tunçtürk, R. (2019). Yabancı Bitkiler ve Sürdürülebilirlik. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 142-151.
- Oğuz, H. İ., Oğuz, İ., Gökdoğan, O., Kafkas, N. E. (2019). Dünyada ve Türkiye’de kurt üzümü yetiştiriciliğine genel bir bakış. *Bahçe*, 48(1), 225-236.
- Oğuz, İ. (2019). Aksaray’da Yetiştirilen Farklı Kurt Üzümü (*Lycium Barbarum* L., *Lycium Chinense* Miller) Türlerinin Değişik Olgunlaşma Dönemlerindeki Meyvelerinde Bazı Pomolojik ve Biyokimyasal Parametrelerin Belirlenmesi. (Yüksek lisans tezi) Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Oğuz, İ., Oğuz, H. İ., Alay Vural, A., Kafkas, N. E. (2022). Goji Berry (*Lycium* spp.) cultivation in Turkey. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B*, 76: 4, 409-416.
- Öz, M. (2018). Bir fonksiyonel besin olan kurt üzümünün sağlık üzerine yararları: Bir gözden geçirme. *Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 2(3), 166-172.
- Peng, X. M., Huang, L. J., Qi, C. H., Zhang, Y. X., Tian, G. Y. (2001a). Studies on chemistry and immuno-modulating mechanism of a glycoconjugate from *Lycium barbarum* L. *Chinese Journal of Chemistry*, 19(12), 1190-1197.
- Peng, X. M., Qi, C. H., Tian, G. Y., Zhang, Y. X. (2001b). Physico-chemical Properties and Bioactivities of a Glycoconjugate LbGp5B from *Lycium barbarum* L. *Chinese Journal of Chemistry*, 19(9), 842-846.
- Peraza-Labrador, A., Buitrago, D. M., Coy-Barrera, E., Perdomo-Lara, S. J. (2022). Antiproliferative and pro-apoptotic effects of a phenolic-rich extract from *Lycium barbarum* fruits on human papillomavirus (HPV) 16-positive head cancer cell lines. *Molecules*, 27 (11), 3568.
- Pollini, L., Rocchi, R., Cossignani, L., Mañes, J., Compagnone, D., Blasi, F. (2019). Phenol profiling and nutraceutical potential of

- Lycium* spp. leaf extracts obtained with ultrasound and microwave assisted techniques. *Antioxidants*, 8(8), 260.
- Prior, R. L., Joseph, J. A., Cao, G. and Shukitt-Hale B. (1999). USDA-ARS Human Nutrition Research Center on Aging at Tufts University, 711 Washington St., Boston, MA.
- Qian, D., Zhao, Y., Yang, G., Huang, L. (2017). Systematic review of chemical constituents in the genus *Lycium* (*Solanaceae*). *Molecules*, 22: 6, pii: E911.
- Seeram, N. P. (2008). Berry fruits: compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. *J Agric Food Chem.*, 56: 3, 627-9.
- Shahrajabian, M. H., Wenli, S. U. N., Cheng, Q. (2020). A short review of goji berry, ginger, ginseng and astragalus in traditional Chinese and Asian medicine. *Black Sea Journal of Health Science*, 3(2), 36-45.
- Shan, X., Zhou, J., Ma, T., Chai, Q. (2011). *Lycium barbarum* polysaccharides reduce exercise-induced oxidative stress. *International journal of molecular sciences*, 12(2), 1081-1088.
- Shori, A. B., Ling, Y., Hıj Baba, A. S. (2021). Peynirde *Lycium barbarum* ve balık kollajeninin anti-ACE aktivitesi ile proteolitik bozunma profili üzerindeki etkileri. *Koru*, 45: e15239.
- Sun, Q., Du, M., Kang, Y., Zhu, M. J. (2022) Prebiotic effects of goji berry in protection against inflammatory bowel disease. *Crit Rev Food Sci Nutrition*, 6:1, 25.
- Sun, Y. (2011). Structure and biological activities of the polysaccharides from the leaves, roots and fruits of *Panax ginseng* CA Meyer: An overview. *Carbohydrate Polymers*, 85(3), 490-499.
- Taneva, I., Zlatev, Z. (2020). Goji berry ile yoğurdun toplam fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesi (*Lycium barbarum*). *Gıda Sanayi*, 21(1):125-131.
- Tang, H. L., Chen, C., Wang, S. K., Sun, G. J. (2015). Biochemical analysis and hypoglycemic activity of a polysaccharide isolated from the fruit of *Lycium barbarum* L. *International journal of biological macromolecules*, 77, 235-242.
- Tunçtürk, M., Şelem, E., Tunçtürk, R., Nohutçu, L. (2022). *Dünya'da ve Türkiye'de Aromatik Bitkilerin Üretimi ve Ekonomiye Katkısı*. Esans Yağlar (Üretimi, Gıdada ve Hayvan Beslemede Kullanımı). İksad Publishing House, ISBN: 978-625-8007-39-8, Ankara.
- Türkiye Diyabet Vakfı, (2019). Diyabet Tanı ve Tedavi Rehberi. Ulusal Diyabet Konsensus Grubu. [Web] Erişim tarihi: 02.03.2023

- Vidović, B. B., Milinčić, D. D., Marčetić, M. D., Djuriš, J. D., Ilić, T. D., Kostić, A. Ž., Pešić, M. B. (2022) Health benefits and applications of goji berries in functional food products development: a Review. *Antioxidants*, 11(2): 248.
- Wang, C. C., Chang, S. C., Inbaraj, B. S., Chen, B. H. (2010). Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum* L. and evaluation of antioxidant activity. *Food chemistry*, 120(1), 184-192.
- Wang, Y., Chen, H., Wu, M., Zeng, S., Liu, Y. and Dong, J., (2015). Chemical and genetic diversity of wolfberry. In: *Lycium barbarum* and Human Health, (Eds: Chang, R.C.C. and So, K.F.), *Springer*, 1-27.
- Wang, Y., Zhao, H., Sheng, X., Gambino, P. E., Costello, B., Bojanowski, K. (2002). Protective effect of Fructus Lycii polysaccharides against time and hyperthermia-induced damage in cultured seminiferous epithelium. *Journal of Ethnopharmacology*, 82(2-3), 169-175.
- Wu, H. T., He, X. J., Hong, Y. K., Ma, T., Xu, Y. P., Li, H. H. (2010). Chemical characterization of *Lycium barbarum* polysaccharides and its inhibition against liver oxidative injury of high-fat mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 46(5), 540-543.
- Yao, R., Heinrich, M., Weckerle, C. S. (2018). The genus *Lycium* as food and medicine: A botanical, ethnobotanical and historical review. *Journal of ethnopharmacology*, 212, 50-66.
- Yi, R., Liu, X., Dong, Q. (2013). A study of *Lycium barbarum* polysaccharides (LBP) extraction technology and its anti-aging effect. *African Journal of Traditional Complementary and Alternative medicine*, 10(4), 171-174.
- Zhao, J., Li, H., Yin, Y., An, W., Qin, X., Wang, Y., Cao, Y. (2020). Transcriptomic and metabolomic analyses of *Lycium ruthenicum* and *Lycium barbarum* fruits during ripening. *Scientific Reports*, 10(1), 4354.
- Zhou, B., Xia, H., Yang, L., Wang, S., Sun, G. (2022). The effect of *Lycium barbarum* polysaccharide on the glucose and lipid metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Nutrition Association*, 41(6), 617-625.
- Zhu, J., Zhao, L. H., Zhao, X. P., & Chen, Z. (2007). *Lycium barbarum* polysaccharides regulate phenotypic and functional maturation of murine dendritic cells. *Cell Biology International*, 31(6), 615-619.

Zhurba, M. Y., Klymenko, S. V., Szot, I. (2021). Quality variation of fruits of species of the genus *Lycium* in Ukraine: A comparative morphological analysis. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 12(1), 14-19.

BÖLÜM 13

MARDİN İLİNİN TIBBİ VE AROMATİK BİTKİ POTANSİYELİ

Doç. Dr. Fatma MUNGAN KILIÇ¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428343>

¹Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Mardin, Türkiye, fatmamungankilic@artuklu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-6858-3458>

1. GİRİŞ

Tıbbi ve aromatik bitkiler, çok eski zamanlardan bugüne kadar günlük hayatımızın ve kültürümüzün vazgeçilmez bir unsurudur. Dünyada yenilebilir tıbbi aromatik bitkilerin 10.000'den fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu bitkilerin sağlık sektörü, kozmetik, gıda ve son zamanlarda gıda teknolojisi alanında antioksidan olarak kullanıldıkları belirlenmiştir. Tarih boyunca tıbbi aromatik bitkilerin ekim ve toplama işlemi devam etmiştir (Nohutçu ve ark. 2019). Tıbbi ve aromatik bitkilerin tohum, kök, yaprak, meyve, kabuk, çiçek ve hatta bitkinin tamamı; modern tıpta hastalıkların önlenmesi, tedavisi ve sağlığın sürdürülmesine yönelik eczacılığın temel malzemesi olarak kullanılmaktadır. Şifalı bitkilerin bünyesindeki aktif bileşikler doğrudan veya dolaylı terapötik etkiye sahip ve tıbbi ajan olarak kullanılmaktadır (Phillipson, 2001).

Tıbbi ve aromatik bitkiler ticaretinde, Türkiye; jeopolitik konumu, biyoçeşitlilik, iklim, geniş yüzölçümü ve tarımsal hacmi sayesinde dünya da ilk sıralarda yer alan bir ülke konumundadır. Bu sebeple Türkiye tıbbi ve aromatik bitkileri, gelişmiş ülkeler için; bitkisel ilaç, gıda, parfümeri, kozmetik ve bitki kimyasalları ihtiyacını karşılamak açısından önem arz etmektedir. Bu bitkiler habitatlarından yani doğal ortamlarından toplanarak ekonomiye kazandırılmaktadır. Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitkiler, Marmara, Ege, Akdeniz, Karadeniz (Doğu) ve Güneydoğu Anadolu Bölgelerinden toplanmaktadır. Tıbbi ve aromatik bitkilerin miktarı ve kalitesi sürdürülebilir üretim ve pazar potansiyelini öne çıkaran özelliklerdendir. Kaliteli ve standart ürün için, uygun ekolojik koşulların belirlenmesi, ıslah edilmiş çeşitlerin geliştirilmesi, doğal bitkilerin usulünce ve uygun zamanda toplanması, toplama sonrası işlemler ve uygulanacak işleme teknolojisinin belirlenmesi, talepler doğrultusunda, tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim ve pazar olanaklarını arttıracaktır (Bayram ve ark., 2010).

1.1. Dünyada Tıbbi ve Aromatik Bitki

Eski çağlardan günümüze kadar tıbbi ve aromatik bitkiler kullanılmakta ve gün geçtikçe sayıları artmaktadır. Mezopotamya uygarlığı döneminde 250 civarında olan bitkisel drogların sayısı Yunanlılar döneminde 600'e ulaşmıştır (Saber, 1982). Arap-Fars döneminde 4000'e ulaşan bu rakam (Levey, 1973), 19. yüzyılın başlarında yaklaşık 13.000 (Dragendorff, 1898), 21. yüzyılda ise 25.791 (Antonelli ve ark., 2020) olmuştur. Yeryüzünde 422.000 bitki türünün yayılış gösterdiği tahmin edilmektedir. Dünyada tıbbi bitkilerin sayısı ise yaklaşık 52.885, Türkiye 'de 500 adet olarak ifade edilmiştir (Schippmann, ve ark, 2002; Faydalıoğlu ve Sürücüoğlu, 2011; Gül ve Çelik, 2016). Fakat tropik bölgelerdeki ülkeler (Güney Amerika'nın kuzeyi, Endonezya), tıbbi ve aromatik bitki çeşidi bakımından en zengin ülkelerin başında gelmektedir (Schippmann ve ark., 2006). Kew Royal Botanic Garden'da 2020 yılında yayınlanan rapora göre şu ana kadar bilinen toplam 347.298 bitki bulunmaktadır ve 2019 yılında 1942 yeni bitki türünün dünyaya tanıtıldığı belirtilmiştir (Antonelli ve ark., 2020).

1.2. Türkiye'nin Tıbbi ve Aromatik Bitki Zenginliği

Kuzey Yarım Küre'de yer alan Türkiye'nin, Asya ve Avrupa kıtaları ve eski dünya karaları olarak bilinen bu iki kıtada toprakları bulunmaktadır. 36°- 42° Kuzey enlemleri, 26°- 45° Doğu boylamlarında konumu olan Türkiye, ılıman kuşakta ve dört mevsimin belirgin yaşandığı ülkedir. Ülkemiz ılıman kuşakta en çok bitki türüne, dünyada ise zengin doğal bitki çeşitlerine sahip ülkelerin arasında yer almaktadır (Başer, 2002). Ülkemizde 12000'i aşkın bitki taksonu doğal yayılış gösterirken (Güner ve ark., 2012), Avrupa'nın tamamında yaklaşık 12.000 bitki türü yayılış göstermektedir (Tutin ve ark., 1964-80). Ülkemiz zengin bitki çeşitliliğine; üç fitocoğrafik (Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz) bölgenin kesiştiği bölgede bulunması ayrıca sahip olduğu jeomorfolojik çeşitliliğe, farklı iklim tipi ve bölgeler arasındaki yükselti farklılığına borçludur (Özhatay ve ark., 2009). Bitki çeşitliliği

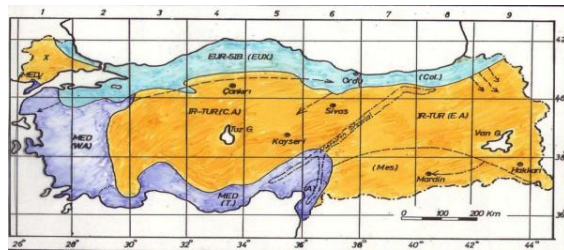
açısından zengin olan Türkiye, Vavilov'un (1951) tanımladığı kültür gen merkezleri olan Ortadoğu ve Akdeniz gen merkezlerini de kapsamaktadır (Kaya ve ark., 1998). İran-Turan fitocoğrafik bölgesinin Mezopotamya alt bölgesinde yer alan Güneydoğu Anadolu Bölgesi, floristik bakımdan Türkiye'nin kendine özgü bölgelerinden biridir. Türkiye bitkilerinin yaklaşık % 30-35'inin bu bölgede yayılış gösterdiği bilinmektedir. Bölgedeki bitkilerin % 36'sı İran-Turan, % 32'si Doğu Akdeniz kökenli bitkilerdir. Nadir olarak yayılış gösteren, orkide gibi (soğanlı bitki) ekonomik açıdan önemli olan bitkilerin de bölgede yayılış gösterdiği kaydedilmiştir (Saya ve ark., 2001). Ayrıca tür sayısı bakımından zengin olarak bilinen bazı cinslerin (*Anthemis* % 46, *Helychrysum* % 37.5, *Rosa* % 56.4, *Astragalus* % 38) türleri Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yetişmektedir (Sezik, 1990). Ülkemizde yayılış gösteren bitkilerin ne kadarının tıbbi olarak kullanıldığı kesin olarak bilinmemektedir. Fakat 200 tıbbi ve aromatik bitkinin ihracatının yapıldığı bilinmektedir. 2011 yılında tıbbi aromatik bitkilerin 68 bin ton ihracatına karşılık 148 bin ton ithalatı yapılmış, ihracatın ithalatı karşılama oranı % 67'dir. Ülkemiz tıbbi ve aromatik bitkiler sayısı bakımından dünyada en önemli ülkeler arasında yer almasına rağmen, ihracat potansiyelini istenilen düzeylere yükseltmemiştir (Yücer, 2012). Ülkemizde bitkisel ilaç sanayinin gelişmemesi, bunun yanında parfümeride kullanılan sentetik ürünlerin daha ucuz olması, doğal uçucu yağların ikinci planda kalmasına böylelikle ülkemizin işlenmemiş bitki ihracatçısı olarak devam etmesine ve tıbbi ve aromatik bitkilerin üretim olanaklarının kısıtlanmasına sebep olmaktadır (Öztürk ve ark., 2012).

Tıbbi ve baharat olarak kullanılan bitkilerin çoğu doğal ortamlarından yabani türler halinde toplanır ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Soğanlı ve yumrulu bitkiler izinsiz olarak toplanmakta ve pazarlanmaktadır. Bitkilerden elde edilen hammaddelerin yan etkisinin az olması, ucuz ve kolay elde edilmesi bakımından tercih edilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilere, yurt içinde ve yurtdışında ihtiyaç duyulan talebin karşılanması sonucu türler yok olma tehdidi kategorisi girmiş ve kültüre alınmaları zorunlu hale gelmiştir. Bu sebeple ülkemizde doğal olarak yayılış gösteren tıbbi ve aromatik bitkilerin, bilinçli bir şekilde toplanması, risk altındaki türlerin korunması, ekonomik olarak önemli olanların kültüre alınması gerekmektedir (Kızıl ve Ertekin, 2003).

1.3. Mardin'in Tıbbi ve Aromatik Bitkileri

1.3.1. Mardin'in morfolojik yapısı

Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nin Dicle bölümünde yer alan Mardin ili, 88.891 km² yüzölçümüne sahip, Suriye ile sınır komşusudur. İlin, denizden yüksekliği ortalama 600 metre olup, bazı yerlerde 1000 metrenin üzerinde olduğu kaydedilmiştir (Anonim, 2020a). Kuzeyi dağlık ve güneyi düzlük ovadır. Karınca Tepe, Alem Dağı, Gümüşyuva Tepe, Dibek Dağı, Pirinç Tepe ve Ziyaret dağı başlıca dağlarıdır. Ğurs, Yeşilvadi, Beyazsu ve Yardere bilinen vadilerdir (Anonim, 2020b). Mardin, İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde, Türkiye florasındaki kareleme sistemine göre ise C8 karesi içinde yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye fitocoğrafik bölgeleri ve Türkiye Florası karelej sistemi

Kaynak: Anonim, 2023.

Mardin İlinde, Akdeniz ve karasal iklim görülmektedir. Ayrıca şehir iklimi ova ve dağlık alan olarak değerlendirilebilmektedir. Ova kesiminde yaz mevsimi çok sıcak, kış mevsimi ılıman ve yağmurlu, az miktarda ve kalıcı olmayan kar yağışları görülmektedir. Dağ kesiminde ise yazlar ovaya nispeten daha serin, kışlar ise rüzgârlı, bol yağmurlu ve kar yağışlı geçer. Bunun sebebi, Mardin, ilçelerinden ve komşu illerden gelen rüzgâr hızının ve yağış miktarının fazlalığı; nem ve sıcaklık değerlerinin farklılığından kaynaklanmaktadır (Kılıç, 2019).

1.3.2. Mardin İlinin Florası

Mardin ili topografik olarak %52'si dağlar, %32'si plato ve %25'i ovalardan oluşmaktadır. Doğu-batı yönünde uzanan dağlar genellikle ilin kuzeyinde yer almaktadır. Orman çalılıkları %18.57 ve %10.26 oranında doğal çayırılık alanları bulunmaktadır (Mercan ve Arpağ, 2020). Mardin'de en çok yayılış gösteren familyalar; Apiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Lamiaceae ve Poaceae'dir (Kılıç, 2019).

1.3.3. Mardin'de Yayılış Gösteren Tıbbi ve Aromatik Bitkiler

Mardin ilinde flora ve bitkilerin etnobotanik kullanımı ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında; Kılıç (2019) 161 bitki, Arasan (2014) 96 bitki Akgül (2008) 29 bitki taksonunun halk tarafından tıbbi olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Çalışmalarda belirtilen taksonlar familyalarına göre gruplandırılarak aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Mardin ilinde yayılış gösteren tıbbi ve aromatik bitkiler

Amaryllidaceae	Fagaceae
<i>Allium noeanum</i> Reut. ex Regel	<i>Quercus brantii</i> Lindl
<i>Allium orientale</i> Boiss.	<i>Quercus infectoria</i> subsp. <i>veneris</i> (A.Kern.) Meikle
<i>Allium scorodoprasum</i> subsp. <i>rotundum</i> (L.) Stearn,	Hypericaceae
Anacardiaceae	<i>Hypericum retusum</i> Aucher
<i>Pistacia khinjuk</i> Stocks	<i>Hypericum triquetrifolium</i> Turra
<i>Rhus coriaria</i> L.	Iridaceae

Apiaceae

Coriandrum sativum L.

Eryngium campestre L. var. *virens* Link

Prangos peucedanifolia Fenzl

Scandix pecten-veneris L.

Araceae

Arum rupicola var. *rupicola* Boiss

Biarum carduchorum (Schott) Engl.

Eminium spiculatum (Blume) Schott,

Asteraceae

Achillea aleppica subsp. *aleppica* DC.

Achillea arabica Kotschy

Achillea santolinoides subsp. *wilhelmsii*
(K.Koch) Greuter

Anthemis cotula L.

Anthemis haussknechtii Boiss. & Reut. in
Boiss.

Anthemis pauciloba var. *pauciloba*
Boiss.

Calendula arvensis (Vaill.) L.

Carduus pycnocephalus subsp.
breviphyllarius P.H.Davis

Centaurea iberica Trev. ex Sprengel

Centaurea hyalolepis Boiss.

Cota altissima (L.) J.Gay

Cota wiedemanniana (Fisch. &
C.A.Mey.) Holub

Echinops orientalis Trautv.

Echinops spinosissimus subsp. *bithynicus*
(Boiss.) Greuter

Gundelia mesopotamica Firat

Crocus cancellatus subsp. *damascenus*
(Herb.) B.Mathew

Crocus leichtlinii (Dewar) Bowles

Juglandaceae

Juglans regia L.

Lamiaceae

Ballota saxatilis subsp. *saxatilis* Sieber
ex C.Presl

Lamium amplexicaule var.
amplexicaule L

Lamium garganicum subsp. *striatum*
var. *striatum* (Sm.) Hayek

Melissa officinalis subsp. *inodora*
Bornm

Mentha longifolia subsp. *typhoides*
(Briq.) Harley

Mentha x piperita L.

Salvia multicaulis Vah

Salvia palaestina Benth., Lab

Stachys mardinensis (Post) R.R.Mill

Teucrium polium subsp. *polium* L.

Thymbra sintenisii subsp. *sintenisii*
Bornm. & Azn.

Thymbra spicata subsp. *spicata* L.

Linaceae

Linum mucronatum subsp.
mucronatum Bertol

Malvaceae

Alcea acaulis (Cav.) Alef

Alcea setosa (Boiss.) Alef

Alcea striata subsp. *striata* (DC.) Alef

Malva neglecta Wallr

Moraceae

Lactuca serriola L.

Matricaria aurea Sch. Bip

Notobasis syriaca (L.) Cass

Onopordum acanthium L.

Onopordum carduchorum Bornm. &

Beauverd

Scorzonera mollis subsp. *mollis* M.Bieb.

Silybum marianum subsp. *marianum* (L.)

Gaertn

Taraxacum aleppicum Dahlst.

Tragopogon porrifolius subsp.

longirostris (Sch. Bip.) Greuter

Tripleurospermum parviflorum (Willd.)

Pobed

Boraginaceae

Alkanna trichophila var. *mardinensis*

Hub.-Mor.

Anchusa azurea var. *azurea* Mill.

Anchusa strigosa Banks & Sol., Russell

Echium italicum L.

Brassicaceae

Capsella bursa-pastoris (L.) Medik

Isatis lusitanica L.

Lepidium draba L.

Lepidium sativum subsp. *sativum* L.

Nasturtium officinale R.Br.

Sinapis arvensis L.

Cannabaceae

Celtis tournefortii Lam.

Capparaceae

Capparis sicula subsp. *sicula* Veill

Caryophyllaceae

Dianthus strictus var. *strictus* Banks &

Sol.

Paronychia kurdica subsp. *kurdica* var.

kurdica Boiss.,

Silene assyriaca Hausskn. & Bornm. ex

Lazkov

Ficus carica subsp. *carica* L.

Morus alba L.

Nitrariaceae

Peganum harmala L.

Orchidaceae

Orchis simia Lam.

Papaveraceae

Papaver rhoeas L.

Plantaginaceae

Plantago albicans L.,

Plantago lanceolata L

Plantago major subsp. *major* L

Platanaceae

Platanus orientalis L.

Poaceae

Hordeum bulbosum L.

Polygonaceae

Rumex tuberosus subsp. *tuberosus* L.

Portulacaceae

Portulaca oleracea L.

Ranunculaceae

Nigella arvensis var. *caudata* Boiss

Rhamnaceae

Paliurus spina-christi P. Mill

Rosaceae

Amygdalus arabica Oliv.

Amygdalus communis L.

Amygdalus orientalis Mill

Cerasus mahaleb var. *mahaleb* (L.)

Mill

Cerasus microcarpa subsp. *microcarpa*

(C.A.Mey.) Boiss

Silene conoidea L.

Silene dichotoma subsp. *dichotoma* Ehrh.

Vaccaria hispanica (Mill.) Rauschert

Convolvulaceae

Cuscuta babylonica var. *babylonica*

Aucher ex Choisy

Cucurbitaceae

Bryonia multiflora Boiss. & Heldr.

Ecballium elaterium (L.)

Cyperaceae

Cyperus rotundus L.

Euphorbiaceae

Euphorbia cheiradenia Boiss. & Hohen

Euphorbia craspedia Boiss.

Euphorbia macroclada Boiss.

Fabaceae

Glycyrrhiza glabra var. *glabra* L.

Lathyrus cicera L.

Lathyrus inconspicuus var. *inconspicuus*
L.

Lens culinaris subsp. *culinaris* Medik

Medicago lupulina L.

Medicago rigidula var. *rigidula* (L.) All

Trifolium leucanthum M.Bieb

Trigonella foenum-graecum L.

Cerasus microcarpa subsp. *tortuosa*
(Boiss.& Hausskn.) Browicz

Crataegus azarolus var. *azarolus* L.

Rosa canina L.

Rosa foetida J.Herrm

Rubus sanctus Schreb

Rubiaceae

Galium aparine L.

Galium haussknechtii Ehrend.

Salicaceae

Populus euphratica Olivier

Urticaceae

Urtica dioica subsp. *dioica* L.

Urtica urens L.

Vitaceae

Vitis vinifera L.

Zygophyllaceae

Tribulus terrestris L.

1.3.4.Mardin ilinde en çok bilinen ve tıbbi olarak kullanılan bitkiler

1. *Pistacia khinjuk* (Bıttım)

Menengiçgiller familyasından olan bitki, mart-nisan aylarında çiçeklenir. 1000-1800 m yükseklikte, kayalık yamaçlar ve serpentin topraklarda yayılış gösterir. Bitki, öksürük kesici, grip, saç dökülmelerine karşı, mide ve bazı kanser hastalıkları tedavisinde kullanılmaktadır (Arasan, 2014; Kılıç,2019). Ağaç dalları mide ekşimesine, sakızı iltihaplı yara tedavisine ve mide ağrılarına, yaprağı üşütme, tohumu ise öksürük kesici ve soğuk algınlığı için tüketilmektedir (Arasan, 2014). Bitki; fenolik bileşikler, terpenoid, steroller ve yağ asitleri içermektedir (Bozorgi ve ark., 2011).



Şekil 2. *Pistacia khinjuk*. Meyve görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

2. *Rhus coriaria* (Summak)

Menengiçgiller familyasına ait olan bitki, çalılık, ormanlık ve kıyı alanlarında yayılış gösterir. Haziran-temmuz aylarında çiçeklenme gösterir ve 600-1900 m yükseklikte yetişir. İshal kesici, ağız-diş iltihabı, hazımsızlık, karaciğer ve romatizma hastalıkları için kullanılmaktadır (Kılıç, 2019). Bitkiden elde edilen sakız mide hastalıkları tedavisinde kullanılır (Akan ve Bakır Sade, 2015). Bitki bünyesinde; şeker, tanen, mum ve flavon türevleri sarı renk maddelerini bulundurmaktadır (Baytop, 1999). Tohum ve perikarpta: kalsiyum, potasyum, magnezyum ve fosfor elementleri, temel yağ asitleri, oleik linolenik asitler, temel

organik asitleri, fumarik asit, antosiyaninler ve fenolik bileşikler içermektedir (Ünver, 2006).



Şekil 3. *Rhus coriaria*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

3. *Coriandrum sativum* L. (Kışniş)

Maydanogiller ailesinden olan bitki, çorak alanlar, nadas tarlalar da, 320-1300 m yükseklikte yayılış gösterir. Mayıs-haziran aylarında çiçeklenir. Tansiyon düşürme ve bağırsak iltihapları tedavisinde kullanılır (Arasan, 2014). Tohumlarından hazırlanan çay iştah açar, sindirim sistemini düzenler ve sinirleri yatıştırır (Bulut, 2006). Bitki içerisinde, eterik yağ, yağ asidi, rezin, vitamin, tanen ve karbonhidrat, protein, P ve Fe gibi mineraller içermektedir (Baytop, 1999; Ulutaş ve ark., 2018).



Şekil 4. *Rhus coriaria*. Çiçek görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

4. *Achillea aleppica* subsp. *aleppica* (Civanperçemi)

Papatyagiller familyasından olan bitki, step, bağ ve nadas tarlalarda 320-1000 m yükseklikte yayılış gösterir. Mayıs-temmuz ayları arasında çiçeklenme gerçekleşir. Kadın hastalıkları, diyabet tedavisinde ayrıca iltihap söktürücü olarak kullanılır (Kılıç, 2019). Çiçekleri demlenerek astım kanser tedavisinde kullanılır. Yaprakları ise yaralarda kanın durdurulması için kullanılmaktadır (Tekin, 2011). Bitki eterik yağ ve fenolik bileşikler içerir (Tonçer ve ark. 2010; Barış ve ark. 2011).



Şekil 5. *Achillea aleppica* subsp. *aleppica*. Çiçek görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

5. *Anthemis cotula* L. (Papatya)

Tür papatyagiller ailesinden, yol kenarları, otlak ve boş alanlarda, 0-1300 m yükseklikte yayılış gösterir. Haziran ve temmuz aylarında çiçeklenir. Öksürük giderici, sakinleştirici ve böbrek hastalıkları tedavisinde kullanılır (Kılıç, 2019). Soğuk algınlığı, mide hastalıkları ve bronşit tedavisinde bitkinin toprak üstü kısımları kaynatılıp suyu içilir (Akgül, 2008). Bitki bünyesinde eterik yağ, organik asitler, glikozitler ve uçucu alkolit ihtiva eder (Baytop, 1999).



Şekil 6. *Anthemis cotula*. Çiçek görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

6. *Gundelia tournefortii* L. (Kenger)

807-1100 m yükseklikte, kayalık yamaçlar, steplerde yayılış gösteren bitki papatyagiller familyasına aittir. Mayıs ve haziran ayında çiçeklenme gösterir. Tasiyon düşürücü, mide hastalıkları ve egzema tedavisinde kullanılır (Arasan, 2014). Vitiligo hastalığının tedavisi için kullanılır (Özgökçe ve Özçelik, 2004). *G. tournefortii* tohumunda lineolik, oleik, palmitik, 8-oktadekenoik asit bulunur (Al-Saadi, 2017).



Şekil 7. *Gundelia tournefortii* L.'nin genel görünümü

Kaynak: Arasan, 2014

7. *Anchusa azurea* var. *azurea* Mill (Sığırdili)

Çiçeklenme nisan-temmuz ayları arasında gerçekleşir. Tarla kenarları, step alanlarda, 0-2500 m yükseklikte yayılış gösterir. Hodangiller familyasına aittir. İltihaplı hastalıklar, bel ve ayak ağrıları, damar tıkanıklığı ve kanser hastalığı tedavisinde kullanılır (Kılıç, 2019).

Soğuk algınlığı, grip, astım tedavisinde bitkinin toprak üstü kısımları kaynatılıp, suyu içilir (Melikoğlu ve ark., 2015; Mükemre ve ark., 2015). Bitki; fenolik bileşikler, pirolizidin alkaloidi, flavonoidler, triterpenler ve saponinler taşır (Kuruüzüm ve ark., 2013).



Şekil 8. *Anchusa azurea* var. *azurea* genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

8. *Lepidium draba* L. (Diğnik)

Turgiller familyasından olan bitki, ekili alan, yol kenarlarında, 0-1300 m yükseklikte yayılış gösterirler. Nisan-mayıs aylarında çiçeklenme gösterir. Bağırsak kanseri riskini azaltmak, sindirim sistemi rahatsızlıkları, diyabet, kalp hastalıkları için kullanılmaktadır (Kılıç, 2019). Sakinleştirici, sinirleri yatıştırıcı ve strese karşı bitkinin toprak üstü kısımları kullanılır (Furkan, 2016). Bitki içerisinde fenoller, alkaloidler ve terpenoidler bulunmaktadır (Al-Marzoqi, 2015).



Şekil 9. *Lepidium draba* genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

9. *Nasturtium officinale* R.Br. (Suteresi)

Turpgiller familyasına ait olan bitki, gölet, dere kenarlarında 0-1650 m yüksekliğinde yayılış gösterir. Mart-temmuz aylarında çiçeklenir. İdrar yolları ve mide rahatsızlıkları tedavisinde kullanılır (Arasan, 2014). Kadın hastalıkları, cilt güzelliği, sivilceler, müshil etkisi, idrar ve balgam söktürmek için kullanılmaktadır (Akan ve Bakır-Sade, 2015). Bitki; glikozit, A, C ve D vitaminleri ile eterik yağ içermektedir (Baytop, 1999).



Şekil 10. *Nasturtium officinale*. Çiçek görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

10. *Celtis tournefortii* Lam. (Dardağan)

Kenevirgiller familyasından olan bitki, çıplak kayalık alanlarda, 300-1500 m yükseklikte yayılış gösterir. Mart- nisan aylarında çiçeklenme gösterir. Nefes darlığı, astım, guatr hastalığı tedavisinde kullanılır (Arasan, 2014). Bitkinin meyve ve yaprağının diyabet tedavisinde kullanılabileceğini belirtilmiştir (Geçibesler ve ark., 2017). Bitki flavonoidler, fenolik asitler, steroller, yağ asitleri, saponin, tanen, alkoloit, askorbik asit, klorofil a ve b içermektedir (Keser ve ark. 2017; Yıldırım ve ark., 2017).



Şekil 11. *Celtis tournefortii*. Meyve görünümü
Kaynak: Kılıç, 2019

11. *Cuscuta babylonica* var. *babylonica* Aucher ex Choisy (Gelinsaçı)

Tarlasarmaşıgiller ailesinden olan bitki, çok yıllık otlar ve çalılar üzerinde, kuru ve step alanlarda, 850-1200 m yükseklikte yayılış gösterir. Haziran-eylül ayları arasında çiçeklenme gösterir. Sarılık, böbrek hastalıkları tedavisinde ve öksürük kesici, kan temizleyici olarak da kullanılır (Kılıç, 2019). Sarılık hastalığı için çayı demlenip içilir (Şekeroğlu ve ark., 2012). Bitki bünyesinde, flavonoit, alkaloit, glikozit, steroit ve sterol, triterpen, karotenoit ve yağ asitleri içermektedir (Şen ve Bitiş, 2019).



Şekil 12. *Cuscuta babylonica* var. *babylonica*. Genel görünümü
Kaynak: Kılıç, 2019

12. *Glycyrrhiza glabra* var. *glabra* L. (Meyan)

Baklagiller familyasından olan bitki, ekilmiş tarlalar, alüvyonlu nehir vadilerinde ve kumullarda, 0-1800 m yükseklikte yayılış gösterir. Haziran-temmuz aylarında çiçeklenme gösterir. Kadın hastalığı, Karaciğer, böbrek hastalığı ve öksürük için tüketilir (Kılıç, 2019). Bitkinin kökü göğüs yumuşatıcı, balgam söktürücü ve idrar artırıcı olarak kullanılır. Bitkinin kökünde; nişasta, zamk, rezin, flavon türevleri ve glisirizin bulunmaktadır (Baytop, 1999).



Şekil 13. *Glycyrrhiza glabra* var. *glabra*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

13. *Hypericum triquetrifolium* Turra (Kantarın)

Kantarongiller familyasından olan tür, 0-1250 m yükseklikte, taşlı ve kumlu yerler, kültür tarlalarında yayılış gösterir. Yılcık hastalığı, mide rahatsızlığı ve şeker hastalığı tedavisinde kullanılır (Arasan, 2014). Kalp hastalıkları, şeker hastalığı tedavisi ve kolesterolü dengelemek için kullanılmaktadır (Şekeroğlu ve ark., 2012). Diş iltihabı ve boğaz iltihabı için bitkinin toprak üstü kısımları demlenerek tüketilir (Şahin-Fidan, 2018). Bitki eterik yağlar, hidrokarbonlar içerir (Rouis, 2012).



Şekil 14. *Hypericum triquetrifolium*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

14. *Mentha longifolia* subsp. *typhoides* (Briq.) Harley (Dere nanesi)

Ballıbabagiller familyasına ait olan bitki, 900-2135 m yükseklikte, dere kenarları ve bataklık tarlalarda yayılış göstermektedir. Temmuz-ekim ayları arasında çiçeklenme gösterir. Soğuk algınlığına, nezle, öksürük ve ishale karşı kullanılır (Kılıç, 2019). Mide rahatsızlığı, soğuk algınlığı ve romatizmal ağrıların iyileşmesinde bitkinin yaprakları çay gibi demlenip içilir (Balos, 2007). Bitki yaprağı; luteolin, luteolin türevleri, apigenin türevleri ve rozmarinik asit türevleri içermektedir (Abak, 2018).



Şekil 15. *Mentha longifolia* subsp. *typhoides*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

15. *Teucrium polium* subsp. *polium* L. (Acıyavşan)

Ballıbabagiller familyasından olan bitki, 0-2050 m yükseklikte, meşe çalılıarı, kayalık yerler, kumullar ve tarla kenarlarında yayılış gösterir. Haziran-eylül aylarında çiçeklenme gösterir. Diyabet, astım, bronşit, ülser hastalıklarının tedavisinde kullanılır (Kılıç, 2019). Nefes darlığı, romatizmal ağrılar, soğuk algınlığı, diyabet, mide ağrısı ve bazı kanser türevlerinin tedavisi için kullanılır (Mükemre ve ark. 2015). Bitkinin toprak üstü organları eterik yağ içermektedir (Baytop, 1999).



Şekil 16. *Teucrium polium* subsp. *polium*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

16. *Alcea setosa* (Boiss.) Alef. (Hitmiye çiçeği)

Ebegümeçigiller familyasından olan bitki, 500-700 m yükseklikte, çalılık ve 700 m yüksek uçurum kenarlarında yayılış gösterir. Nisan-temmuz aylarında çiçeklenir. Karaciğer hastalıkları, nezle, vücuttaki ödemi atmak, soğuk algınlığı için kullanılır (Kılıç, 2019). Balgam söktürücü, idrar söktürücü ve cilt yumuşatıcı olarak bitkinin yaprakları çay gibi demlenip suyu içilir (Altundağ ve Öztürk, 2011). Bitki bünyesinde fenol bileşikler barındırmaktadır (Azab, 2016).



Şekil 17. *Mentha longifolia* subsp. *typhoides*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

17. *Malva neglecta* Wallr. (Çobançöregi)

Ebegümeçigiller familyasından olan bitki, step, tarlalar, yol kenarlarında, 0-2000 m yükseklikte yayılış gösterir. Bağırsak temizleyici, kadın hastalıkları tedavisinde, sarılık, romatizma ve idrar yolu enfeksiyonu tedavisinde kullanılır (Kılıç, 2019). Balgam söktürücü, boğaz ağrısı, astım ve bronşit rahatsızlıklarında kullanılmaktadır (Karakaya ve ark., 2019). Bitki bünyesinde müsilaj, glikoz ve pektin bulundurmaktadır (Baytop, 1999).



Şekil 18. *Malva neglecta*. Çiçek görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

18. *Peganum harmala* L. (Üzerlik)

Üzerlikgiller familyasından olan bitki, çorak yerler, step alanlarda, 0-1500 m yükseklikte yayılış gösterir. Sakinleştirici olarak kullanılan bitki ayrıca romatizma hastalığı ve baş ağrısı tedavisinde de

kullanılmaktadır (Kılıç, 2019). Bitki mide hastalıkları, diş ağrıları ve basur için tüketilmektedir (Balos, 2007). Bitki tohumlarında sabit yağ ve alkaloit bulunmaktadır (Baytop, 1999).



Şekil 19. *Peganum harmala*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

19. *Portulaca oleracea* L. (Semizotu)

Semizotugiller familyasından olan bitki, ekilmiş sahalar, denize yakın çorak alanlarda, 0-1000 m yükseklikte yayılış gösterir. Temmuz-kasım aylarında çiçeklenir. Bağırsak rahatsızlıkları tedavisinde kullanılır (Arasan, 2014). İştah açıcı, kurt düşürücü, idrar söktürücü, mide ve üretra enfeksiyonu tedavisinde kullanılır (Altundağ ve Öztürk, 2011). Bitki; vitaminler, mineraller, doymamış yağ asitleri, glutatyon içermektedir (Tunçtürk, 2013).



Şekil 20. *Portulaca oleracea*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

20. *Amygdalus communis* L. (Badem)

Gülgiller familyasından olan tür, doğal ve kuru yamaçlar, kalkerli geçitler, çalı ve meşe ağaçları arasında, 150-1800 m yükseklikte yayılış gösterir. Mart-nisan aylarında çiçeklenir. Diyabet hastalığı ve böbrek rahatsızlıkları tedavisinde kullanılmaktadır (Yapıcı ve ark., 2009). Göğüs yumuşatıcı, öksürük kesici, idrar arttırıcı ve kurt düşürücü olarak tüketilmektedir. Bitki tohumu protein, selüloz, glikozit (amigdalin) ve sabit yağ içermektedir (Baytop, 1999).



Şekil 21. *Amygdalus communis*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

21. *Cerasus mahaleb* var. *mahaleb* (L.) Mill. (Mahlep)

Gülgiller familyasına ait olan bitki, 300-1850 m yükseklikte, kalkerli yamaçlar, meşe çalılıkları arasında yayılış gösterir. Mar-mayıs ayında çiçeklenme gösterir. Prostat ve diyabet hastalıkları tedavisinde kullanılır (Kılıç, 2019). Astım tedavisinde bitkinin tohumu çay gibi demlenip tüketilir (Melikoğlu ve ark., 2015). Bitki tohumu sabit yağ ve kumarin içermektedir. (Baytop, 1999).



Şekil 22. *Cerasus mahaleb* var. *mahaleb*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

22. *Crataegus azarolus* var. *azarolus* L. (Müzmüldek)

Gülgiller familyasından olan tür, meşe çalılıkları, kalkerli yamaçlarda, 0-1600 m yükseklikte yayılış gösterir. Nisan- haziran ayında çiçeklenme gösterir. Kalp, böbrek ve diyabet hastalıkları için tüketilmektedir (Kılıç, 2019). Dolaşım sistemi bozukluklarında ve şeker hastalığına tedavisinde kullanılmaktadır (Altundağ, 2009). Bitki içerisinde, fenol, flavonoid, klorojenik asit ve hiperosit bulunmaktadır (Bahri-Sahloul, 2014).



Şekil 23. *Crataegus azarolus* var. *azarolus*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

23. *Urtica dioica* subsp. *dioica* L. (Isırgan)

Isırgançiller familyasına ait olan tür, ormanlar, kayalar ve su kenarlarında, 500-2700 m. yükseklikte yayılış gösterir. Haziran-eylül aylarında çiçeklenme gösterir. Damar tıkanıklığı, mide, bağırsak ve

romatizmalı hastalıklar tedavisinde kullanılmaktadır (Kılıç, 2019). Kanser, siyatik, romatizma, idrar yolu hastalıkları, bel ağrısı ve deri hastalıklarına karşı bitki kullanılır (Erol ve Tuzlacı, 1996). Bitki flavonoid, tanen, skopoletin, sterol, yağ asiti, polisakarit, izolektin ve sterol içermektedir (Asgarpanah ve Mohajerani, 2012).



Şekil 24. *Urtica dioica* subsp. *dioica*. Genel görünümü

Kaynak: Kılıç, 2019

SONUÇ

Mardin ili, Türkiye'nin Güneydoğu Anadolu bölgesinde bulunan, zengin bitki çeşidine sahip şehirlerden biridir. Mezopotamya ovasının bereketli topraklarına dahil olması, ilin kuzey ve güney kesimleri arasındaki yükseklik farkı, karasal ve akdeniz iklimlerinin görülmesi, bitki çeşitliliğinin başlıca sebeplerindendir. Mardin özellikle tıbbi-aromatik bitki potansiyeli açısından zengin kaynaklara sahiptir. Bu bitkilerin, insanların sağlığı bakımından önemli etkilere sahip olduğu görülmektedir. Mardin ilindeki tıbbi-aromatik bitkilerin daha fazla ve etkili bir şekilde tanıtılması ve pazarlanması, böylelikle daha geniş kitleler tarafından kullanılması sağlanabilmektedir.

Tarımı yapılan tıbbi ve aromatik bitkilerin birçok alanlarda (ilaç, gıda, kozmetik, sanayi vb.) kullanımı arttırılmalıdır. Özellikle sağlık sektöründe, ilaç üretiminde tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım oranlarının arttırılması elzemdir. Böylelikle daha fazla ekonomik kazanç sağlanabilecek, insanların sağlıklarını korumaları ve hastalıktan kısa

sürede ve doğal yöntemlerle iyileşebilmeleri açısından ilerlemeler kaydedilebilecektir.

Bu derlemede Mardin’de bulunan tıbbi ve aromatik bitkilerin listesi ve halk tarafından en çok bilinen ve kullanılan bitkiler hakkında genel bilgiler verilmiştir. Doğal olarak yetişen bu bitkilerin tarımının yapılması, bu bitkilerden elde edilen etken maddelerin oranının artırılması ülke ekonomisine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

- Abak, F. (2018). *Şanlıurfa İli Lamiaceae (Ballıbabagiller) Familyasının Florası Bazı Taksonların Fitokimyasal Ve Etnobotanik Özellikleri*. (PhD), Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Rize, Türkiye.
- Akan, H., Bakır-Sade, Y. (2015). Kâhta (Adıyaman) Merkezi ve Narince Köyü'nün Etnobotanik Açısından Araştırılması. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), 219-248.
- Akgül, A. (2008). *Midyat (Mardin) Civarında Etnobotanik*. (MSc), Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye.
- Al-Marzoqi, A.H., Al-Khafaji, N.M.S., Kadhim, R.A. (2015). Influence of The Crude Phenolic, Alkaloid and Terpenoid Compounds Extracts of *Cardaria draba* (*Lepidium draba* L.) on Human Pathogenic Bacteria. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 4(6), 456-460.
- Al-Saadi, S.A.A.M., Qader, K.O., Hassan, T.O. (2017). Variations in Fatty Acid Methyl Ester Contents and Composition in Oil Seeds *Gundelia tournefortii* L. (Asteraceae). *Advances in Plants & Agriculture Research*, 6(6), 236-241.
- Altundağ, E. (2009). *Iğdır İlinin (Doğu Anadolu Bölgesi) Doğal Bitkilerinin Halk Tarafından Kullanımı*. (PhD). İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Farmasötik Botanik Ana Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye.
- Altundağ, E., Öztürk, M. (2011). Ethnomedicinal studies on the plant resources of east Anatolia, Turkey. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 19, 756-777.
- Anonim. (2020a). <https://mardin.ktb.gov.tr/TR-56481/cografya.html> Erişim tarihi: 26.10.2023.
- Anonim. (2020b). <http://www.cografya.gen.tr/tr/mardin/fiziki.html> Erişim tarihi: 26.10.2023.
- Antonelli, A., Fry, C., Smith, R.J., Simmonds, M.S.J., Kersey, P.J., Pritchard, H.W., Abbo, M.S., et al. (2020). State of the World's Plants and Fungi 2020. *Royal Botanic Gardens, Kew*. doi: 10.34885/172.

- Arasan, Ş. (2014). *Savur (Mardin) Yöresinde Halk Hekimliğinde Kullanılan Bitkiler Ve Kullanım Alanları*. (MSc), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki Koruma Anabilim Dalı, Van, Türkiye.
- Asgarpanah, J., Mohajerani, R. (2012). Phytochemistry and pharmacologic properties of *Urtica dioica* L. *Journal of Medicinal Plants Research*, 6(46), 5714-5719.
- Bahri-Sahloul, R., Fredj, R.B., Boughalleb, N., Shriaa, J., Saguem, S., Hilbert, J-L., Trotin, F., Ammar, S., Bouzid, S., Harzallah-Skhiri, F. (2014). Phenolic Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activities of Extracts Obtained from *Crataegus azarolus* L. var. *aronia* (Willd.) Batt. Ovaries Calli. *Hindawi Publishing Corporation Journal of Botany*, 1-11.
- Balos, M.M. (2007). *Zeytinbahçe İle Akarçay Arasında Kalan (Birecik) Bölgenin Florası Ve Etnobotanik Özellikleri*. (Msc), Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
- Barış, D., Kızıllı, M., Aytekin, Ç., Kızıllı, G., Yavuz, M., Çeken, B., Ertekin, A.S. (2011). In Vitro Antimicrobial and Antioxidant Activity of Ethanol Extract of Three Hypericum and Three Achillea Species From Turkey. *International Journal of Food Properties*, 14, 339-355.
- Baser, K.H.C. (2002). Aromatic Biodiversity Among the Flowering Plant Taxa of Turkey. *Pure Apl. Chem*, 74. 527-544.
- Bayram, E., Kırıcı, S., Tansı, S., Yılmaz, G., Arabacı, O., Kızıllı, S., Telci, D. (2010). *Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Üretiminin Arttırılması Olanakları*, Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi Bildiriler Kitabı-I, Ocak, Ankara.
- Baytop, T. (1999). *Türkiye’de Bitkiler ile Tedavi; Geçmişte ve Bugün*. Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul.
- Bozorgi, M., Memariani, Z., Mobli, M., Surmaghi, S.H.M., Shams-Ardekani, R.M., Rahimi, R. (2011). Five Pistacia species (*P. vera*, *P. atlantica*, *P. terebinthus*, *P. khinjuk*, and *P. lentiscus*): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. *Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal*, 33.

- Bulut, Y. (2006). *Manavgat (Antalya) Yöresinin Faydalı Bitkileri*. (MSc), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Isparta, Türkiye.
- Azab, A. (2016). *Alcea: Traditional Medicine, Current Research and Future Opportunities*. *European Chemical Bulletin*, 5(12), 505-514.
- Dragendorff, G. (1898). *Die heilpflanzen der verschiedenen völker und zeiten: Ihre anwendung, wesentlichen bestandteile undgeschichte. Ein handbuch für ärzte, apotheker, botaniker und droguisten*. Verlag von Ferdinand Enke.
- Erol, M.K., Tuzlacı, E. (1996). *Eğirdir (Isparta) Yöresinin Geleneksel Halk İlacı Olarak Kullanılan Bitkileri*. Ed.: Maksut Coşkun. XI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı, Ankara.
- Faydaoğlu, E., Sürücüoğlu, M. S. (2011). Geçmişten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Kullanılması ve Ekonomik Önemi, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 11(1), 52-67.
- Furkan, K. M. (2016). *Adıyaman İlinde Yetişen Bazı Bitkilerin Etnobotanik Özellikleri*. (MSc), Adıyaman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Adıyaman, Türkiye.
- Geçibesler, İ.H., Karabulut, S., Demirtaş, İ. (2017). *Doğu Çitlembiğinin (Celtis tournefortii Lam.) Anti-diyabetik Aktivitesi*. 3. Uluslararası İlaç Ve Eczacılık Kongresi. İstanbul.
- Gül, A., Çelik A. D. (2016). Tıbbi ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliği ve Dış Ticareti: Hatay İli Örneği, *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21 (2), 227-235.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*, Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları derneği Yayını, İstanbul.
- Karakaya, S., Polat, A., Aksakal, Ö., Sümbüllü, Y.Z., İncekara, Ü. (2019). Ethnobotanical study of medicinal plants in the Aziziye district (Erzurum, Turkey). *Turkish Journal Of Pharmaceutical Sciences*. 1-16.
- Kaya, Z., Kün, E., ve Güner, A. (1998). *Türkiye Bitki Genetik Çeşitliliğinin Yerinde (in situ) Korunması Ulusal Planı*. Çevre Bakanlığı Çevre Koruma Genel Müdürlüğü Bitki Koruma ve Erozyonla Mücadele Daire Başkanlığı, Ankara.

- Keser, S., Keser, F., Kaygılı, O., Tekin, S., Turkoglu, I., Demir, E., Turkoglu, S., Karatepe, M., Sandal, S., Kirbag, S. (2017). Phytochemical Compounds and Biological Activities of *Celtis tournefortii* Fruits. *Analytical Chemistry Letters*, 7(3), 344-355.
- Kılıç, M. (2019). *Artuklu (Mardin) Yöresinde Yetişen Bitkiler Üzerine Etnobotanik Bir Araştırma*. (PhD), Manisa Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, Türkiye.
- Kızıllı, S., Ertekin, A.S. (2003). *Diyarbakır ve Çevresinde Yayılış Gösteren Bazı Tıbbi Bitkiler*. Türkiye 5.Tarla Bitkileri Kongresi, Ekim, Diyarbakır.
- Kuruüzüm-Uz, A., Güvenalp, Z., Kazaz, C., Demirezer, L.Ö. (2013). Phenolic Compounds From The Roots Of *Anchusa azurea* var. *azurea*. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 10(2), 177-184.
- Levey, M. (1973). *Early Arabic pharmacology: an introduction based on ancient and medieval sources*. Brill Archive, Belgium.
- Melikoğlu, G., Kurtoğlu, S., Kültür, Ş. (2015). Türkiye’de Astım Tedavisinde Geleneksel Olarak Kullanılan Bitkiler. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 19, 1-11.
- Mükemre, M., Behçet, L., Çakılcıoğlu, U. (2015). Ethnobotanical study on medicinal plants in villages of Çatak (Van-Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 166, 361-374.
- Nohutçu, L., Tunçtürk, M., Tunçtürk, R. (2019). Yabani bitkilerin korunması ve sürdürülebilirlik. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 142-151.
- Özhatay, N., İlçim, A., Ok, T. (2009). *Ahırdağı Sessiz Güzelleri 200 Yabani Bitki*. İstanbul.
- Öztürk, M. (2012). *Tıbbi ve Aromatik Bitkilerin Dış Ticaretimizdeki Yeri*. Tokat: Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu Bildiri Kitabı, Eylül, Tokat.
- Phillipson, J. D. (2001). Phytochemistry and medicinal plants. *Phytochemistry*, 56(3), 237-243.
- Rouis, Z., Elaissi, A., Abid, N.B.S., Lassoued, M.A., Cioni, P.L., Flamini, G., Aouni, M. (2012). Chemical Composition and Intraspecific Variability of the Essential Oils of Five Populations of *Hypericum triquetrifolium* Turra Growing in North Tunisia. *Chemistry & Biodiversity*, 9(4), 806-816.

- Saber, A.H. (1982). Chronological notes on medicinal plants. *Hamdard Medicus*. 25(4): 57-9.
- Saya, Ö., Ertekin, A.S., Özen, H.Ç., Hoşgören, H., Toker, Z. (2001). *GAP Yöresindeki Endemik ve Tıbbi Bitkiler*, Türkiye Çevre Vakfı, Yayın no: 143, Ankara.
- Schippmann U.; Leaman, D. J. & Cunningham, A. B. (2002). *Impact of Cultivation and Gathering of Medicinal Plants on Biodiversity: Global Trends and Issues*, Inter-Departmental Working Group on Biological Diversity for Food and Agriculture, Rome.
- Schippmann, U., Leaman, D., Cunningham, A. B. (2006). A Comparison of Cultivation and Wild Collection of Medicinal and Aromatic Plants Under Sustainability Aspects, *Frontis*, 75-95.
- Sezik, E. (1990). *GAP ve Tabiatın Yok olması*. TÜBİTAK Bülteni, 7; (1-2).
- Şahin-Fidan, E. (2018). *Tek Tek Dağları Eteklerindeki Bazı Köylerde Etnobotanik Çalışma*. (MSc), Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyoloji Anabilim Dalı, Şanlıurfa, Türkiye.
- Şekeroğlu, N., Koca, U., Meraler, A.S. (2012). Geleneksel Bir Halk İlacı: İkşüt. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 56-61.
- Şen, A., Bitiş, L. (2019). *Anti-Enflamatuvar ve Antioksidan Ajanlar Olarak Bitkilerin Değerlendirilmesi*. Tıpta İnovasyon ve Renovasyon Mozaiği, Berikan Yayınevi, Ankara.
- Toncer, O., Basbag, S., Karaman, S., Dıraz, E., Basbag, M. (2010). Chemical Composition of the Essential Oils of some Achillea Species Growing Wild in Turkey. *International Journal Of Agriculture & Biology*, 12(4), 527-530.
- Tunçtürk, R. (2013). Fonksiyonel Gıda Olarak Tüketilen Semizotunun (*Portulaca oleracea* L.) Tıbbi Bitki Olarak Değerlendirilmesi. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(1), 101-103.
- Tutin, G.T., Burges, N.A., Chater, A.O., Edmondson, J.R., Heywood, V.H., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M., Webb, D.A. (1964-1980). *Flora Europaea*, Cambridge Univ. Press, Vol. I-V.
- Tekin, S. (2011). *Üzümlü (Erzincan) İlçesinin Etnobotanik Özellikleri*. (MSc), Erzincan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Erzincan.

- Ulutaş Deniz, E., Yeğenoğlu, S., Sözen Şahne, B., Gençler Özkan, A.M. (2018). Kişniş (*Coriandrum sativum* L.) üzerine bir derleme. *Marmara Pharmaceutical Journal*, 22(1): 15-28.
- Ünver, A. (2006). *Sumak (Rhus coriaria L.) Meyvelerinden Oleorezin Üretimi Üzerine Araştırma*. (PhD), Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Konya.
- Yapıcı, İ.Ü., Hoşgören, H., Saya, Ö. (2009). Kurtalan (Siirt) İlçesinin Etnobotanik Özellikleri. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12, 191-196.
- Yıldırım, I., Uğur, Y., Kutlu, T. (2017). Investigation of Antioxidant Activity and Phytochemical Compositions of *Celtis tournefortii*. *Free Radicals and Antioxidants*, 7(2), 160-165
- Yücer, A. (2012). *Türkiye'nin Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Dış Ticareti*. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, Eylül, Tokat.

BÖLÜM 14

**ORTA ANADOLU EKOLOJİK ŞARTLARINA UYGUN
ALTERNATİF ENDÜSTRİYEL YAĞLI TOHUMLU BİTKİLER:
Brassica juncea L. (KAHVERENGİ HARDAL), *B. nigra* L. (KARA
HARDAL), *B. rapa* ssp. *oleifera* (TARLA HARDALI/YAĞ
ŞALGAMI) VE *Sinapis alba* L. (AK HARDAL)**

Doç. Dr. Fatma KAYAÇETİN¹

DOI: <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10428350>

¹ Ankara Üniversitesi, Kalecik Meslek Yüksekokulu, Ankara, Türkiye.
kayacetin@ankara.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-7029-2825

1. GİRİŞ

Brassicaceae (*Cruciferae*-Turpgiller-Haçlıgiller) familyasında yer alan pek çok tür başta gıda ve enerji endüstrisi olmak üzere, farklı kullanım amaçları doğrultusunda yetiştirilmektedir. Bu familya Türkiye’de 85 cins ve 567 takson ile temsil edilmektedir (Davis, 1965). Bu famiyaya ait *B. juncea* (kahverengi hardal), *B. rapa ssp. oleifera* (tarla hardalı/yağ şalgamı), *B. nigra* (kara hardal) ve *Sinapis alba* (ak hardal) türleri ticari açıdan önemlidir ve hem doğal olarak yetişen hem de dünyada kültürü yapılan türlerdendir. Türkiye’de bu türlerin yerli ve yabancı genotipleriyle ilgili ıslah çalışmaları devam etmektedir (Kayaçetin ve ark., 2022). Bu türler birçok farklı iklim koşullarında büyüme yeteneğine sahip olan, dünyanın ve Türkiye’nin birçok yerinde yetişebilen önemli bitkilerdir. Bu türler, kazık köklü, otsu, dik büyüyen, çok dallı, sarı çiçekli ve tohum ile çoğalan tek yıllık bitkilerdir (Kayaçetin, 2019).

Yağlarında glikozitler, araşidik asit, sinabin, lignoserik asit, erusik asit gibi farklı bileşikler içermele birlikte, yüksek erusik asit içeren türler doğrudan gıda amaçlı kullanıma uygun olmasalar da, baharat, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde, yeşil gübre, toprak ıslahı (remedyasyon), biyoyakıt hammaddesi, arıcılık, hayvan yemi ve farklı sanayi kollarında farklı amaçlarla kullanılmaktadırlar (Tonguç ve Erbaş, 2012; Kayaçetin, 2020; Kayaçetin ve Khawar, 2023). Daha önce yapılan araştırmalar ile Türkiye florasında bulunan, bu türlerin genotiplerine ait tohumların %20-35 oranında yağ içerdiği belirlenmiştir (Kayaçetin, 2023). Bu türlerden *B. juncea*, *B. nigra* ve *S. alba* baharat olarak kullanımı yönüyle de oldukça önemlidir ve Türkiye’de baharat olarak hardalın kullanımı gittikçe artış göstermektedir. Türkiye’de yapılan sınırlı sayıda çalışma bu türlere ait yerli ve yabancı genotiplerin biyodizel (TS EN 14214) endüstrisi için uygun olduğunu göstermektedir (Kayaçetin ve ark., 2018; Alpaslan, 2019; Kayaçetin, 2019; Yeşilyurt ve ark., 2019).

2021 yılında dünyada yağlı tohum üretim miktarı 595 milyon ton (USDA, 2021), aynı yıl ülkemizdeki üretim miktarı ise 2.58 milyon ton

olarak tespit edilmiştir (TUİK, 2021). Türkiye’de 2021 ithalat rakamlarına göre 2.362 milyon ton ham yağ ve yağlı tohum ithal edilmiştir. Bu ithalatın maddi karşılığı 3.558 milyon dolar olarak ülkemize faturalanmıştır (TGDF, 2021). Türkiye’de farklı amaçlı kullanım için yağlı tohum ihtiyacımızın önemli bir bölümünün ithalatla karşılanması ve hammadde sorununa çözüm arayışı; baharat olarak kullanılan hardalın tamamının ithalatla karşılanması, bu türlerle ilgili verimli ve kaliteli ürün eldesi konusunda bilimsel alternatif çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir (Kayaçetin ve ark., 2022; Kınay ve Kayaçetin, 2023).

Dünyada yazlık ve kışlık olarak yetiştirilen hardal çeşitleri mevcuttur (Demirel ve Cranshaw 2006; Wu ve ark., 2009; Kayaçetin, 2019). Yapılan çalışmalara göre, kışlık ekimlerde bitki daha fazla yeşil aksam gelişimi göstermekte, bu da bitkinin daha fazla generatif aksamı destekleyebilmesine ve yazlık ekime göre daha yüksek verim vermesine sebep olmaktadır (Kayaçetin, 2019; Esposito ve ark., 2023). Türkiye’de yapılan çalışmalarda kahverengi, tarla ve kara hardala ait genotiplerin kışlık olarak yetiştirilmesinin uygun olduğu, ancak ak hardalın soğuklara dayanımının az olduğu ve baharda yetiştirilmesinin uygun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, kara hardal ve ak hardalın tane ve yağ verimlerinin düşük olduğu, biyodizele hammadde sağlama açısından en ümitvar türlerin kahverengi ve tarla hardalı olduğu tespit edilmiştir (Kayaçetin ve ark., 2022; Kayaçetin, 2023). Ülkemizde kahverengi, ak ve kara hardal türlerinin baharat olarak kullanımı nedeniyle ortaya çıkan talebin yerli kaynaklarımızdan karşılanması açısından çeşit geliştirilmesinin önemli olduğu belirtilmektedir (Kayaçetin, 2019).

Ülkemiz genetik kaynakları arasında yer alan bu türlerin, kültüre alınması ve tarıma kazandırılması gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Tüketici ve sanayici talepleri doğrultusunda kaliteli ve verimli ürün için çeşitlerin geliştirilmesi, uygun ekolojik koşulların belirlenmesi, standartlara uygun hardal üretiminin yapılması açısından önemlidir.

Bu bölümde, Türkiye’de ve dünyada yapılan çalışmalar ışığında farklı sektörlere hammadde sağlayan kahverengi, ak, kara ve tarla hardal türleri ile ilgili detaylar verilerek, Türkiye’de son zamanlarda yapılan hardal ıslah çalışmaları hakkında bilgiler sunulmuştur.

2. AK, KARA, KAHVERENGİ VE TARLA HARDALININ ÖNEMİ VE ÖZELLİKLERİ:

2.1. Ak Hardal (*Sinapis alba* L.)

Ak hardal (beyaz hardal), ilk kullanımı antik çağlara (MÖ 400 civarı) kadar uzandığı tahmin edilen, Avrupa’da en yaygın hardal türüdür. Yaygın olarak Uzakdoğu’da (Japonya ve Çin), Avustralya, Kuzey Afrika, Güney Amerika (Şili), Kuzey Avrupa (Danimarka ve Birleşik Krallık), Batı Avrupa (Hollanda) ve Kuzey Amerika (Kanada ve ABD)’da yetiştirilmektedir (Thomas ve ark., 2012; Aslan, 2023). Deniz seviyesinden itibaren 1400 m’ye kadar yaşam alanı bulabilen bu tür, Kuzey Amerika literatüründe *Brassica hirta* olarak, Avrupa yayınlarında ise *Sinapis alba* yada *Brassica alba* bilimsel ismiyle kullanılmaktadır (Kayaçetin, 2020). Yaprakları mutfakta salata yapımında kullanılırken, geleneksel tıpta ağrı kesici ve kanı temizlemek için; çiçekleri diyabet ve sindirim sistemi rahatsızlıklarında kullanılmaktadır (Fidan, 2018; Rahman ve ark., 2018). Tohumları güçlü dezenfektan ve gıda koruyucu özelliklere sahiptir. Tohumundan elde edilen sabit yağ, yağlayıcı ve biyodizel hammaddesi olarak kullanıma uygundur (Aslan, 2023; Kayaçetin, 2023).



Şekil 1. Ak hardalın tohum, yaprak, çiçek ve kapsülü

Kaynak: Kayaçetin, 2019

Beyaz hardal, yaklaşık 50-80 cm boylanabilen, sarı çiçekli, dallı, tüylü ve tek yıllık bir bitkidir. Çiçekler dörtlü (4 adet taç-4 adet çanak) ve açık sarı renktedir. Hafif tüylüdür. 6 anterden 4'ü uzun (kendine dölleme), 2'si kısadır (yabancı dölleme). Petal (taç) yapraklar açık sarı olup, sepal (çanak) yaprakların iki katı uzunluğundadır. Yapraklar açık yeşil renkte, tüylü ve derin lobludur. Meyvesine "kapsül" adı verilir. İki dilimli ve kılıç şeklindedir. Uzun bir gagaya sahiptir. Tohumları küremsi, sarımsı beyaz, fildişi renktedir ve çapları yaklaşık 1.5-3.0 mm'dir. Suda yapışkandır. Eterik yağ oranı, kara hardaldan daha azdır. 1000 tane ağırlığı 3-4 g'dır (İlisulu 1973; Bastante, 2015; Kayaçetin, 2023).

2.2. Kahverengi Hardal (*Brassica juncea* L.)

B. juncea [AABB (n = 18)], *B. nigra* (n = 8) ve *B. rapa* (n = 10) arasındaki türlerarası doğal melezlemeden türemiş olduğu düşünülmektedir. *B. juncea* muhtemelen Orta Doğu ve komşu bölgelerdeki *B. nigra* ve *B. rapa* dağılımlarının kesiştiği bölgelerde var olduğu tahmin edilmektedir (Sharma ve ark., 2022). Asya hardalı, Hint hardalı, Çin hardalı, Doğu hardalı, yabani Brezilya hardalı olarakta bilinen kahverengi hardal, Güney ve Doğu Asya kökenlidir (Aslan, 2023). Doğu Hindistan, Kafkaslar ve Çin kökenli bu tür, günümüzde Avrupa, Afrika, Kuzey Amerika ve Asya'da kullanılmaktadır (Szöllösi, 2020). Yeni Zellanda ve Avustralya'da geleneksel tıpta, kusturucu, idrar söktürücü ve uyarıcı olarak kullanılmaktadır. Avustralya Aborjinleri ve Hint Ayurvedik araştırmalarında yapraklarının hiperglisemiyi azalttığı tespit edilmiştir (Rahman ve ark., 2018). Toprak üstü aksamı gıda ve yem olarak kullanılmaktadır (Divakaran ve Babu, 2015). Tohumundan elde edilen sabit yağ, biyodizel hammaddesi olarak kullanıma uygundur (Kayaçetin, 2023).



Şekil 2. Kahverengi hardalın tohum, yaprak, çiçek ve kapsülü

Kaynak: Kayaçetin, 2019

Kahverengi hardal %20-30 oranında yabancı dölllenme mümkün olabilmesine rağmen, çoğunlukla kendine döllen bir bitkidir (Rakow ve Woods, 1987). Polenler ağır ve yapışkan olduğundan rüzgarla taşınmaz, bu nedenle arılar başlıca polen taşıyıcıdır. Ya da bitkiler arasındaki tozlanma çiçeklerin fiziksel temasıyla mümkün olabilmektedir (Singh, 2013). Dünyada tarımı yapılan hem yeşil gübre (oriental) hem de yağlık çeşitleri vardır (Premi ve ark., 2013). Kahverengi hardal Kuzey Amerika’da baharat bitkisi olarak yetiştirilir, ancak Asya’da yemeklik yağ olarak kullanılır. Daha yaygın olarak yetiştirilen kanola türü *B. napus* ile karşılaştırıldığında, *B. juncea*, ısı ve kuraklık stresine daha toleranslıdır (Woods ve ark., 1991). Düşük glukozinolat ve düşük erusik asit içeren çeşitleri, yakın zamanda yenilebilir (kanola kalitesinde) yağ olarak kullanılmak üzere çalışmalar yapılmaktadır (Potts ve ark., 1999).

Morfolojik özellikleri diğer hardal türlerine benzer, ancak daha fazla boylanmış ve daha verimli bir türdür. Kahverengi hardal 150-200 cm boylanabilmektedir. Soluk yeşil yapraklara sahiptir, ilk yapraklarda birkaç tüy vardır ve yaprak sapında iyi sonlanan yaprak kanatları vardır. Üstteki yapraklar dar ve bütündür, alttaki yapraklar derin lobludur. Kapsülleri hafif basık ve gagayı içermeyen uzunluğu 2.5 ile 5 cm arasındadır. Gaga 0.5 ila 1 cm uzunluğundadır. Çiçekleri dörtlü hermafrodit çiçek (tam çiçek) yapısındadır. Tohumlar yuvarlak, oval veya küremsi, sarı veya kahverengi olabilir (Kayaçetin, 2020).

2.3. Kara Hardal (*Brassica nigra* L.)

Afrika, doğu Afrika (Etiyopya), Orta Avrupa, batı ve Orta Asya kökenlidir (Rahman ve ark., 2018; Tavares ve ark., 2019). Yaprakları salata ve sebze olarak tüketilmekle beraber; sindirim rahatsızlıkları ve romatizma için, tohumu ve tohum yağı ise hazımsızlık, antidepresan, böbrek taşı, öksürük gibi hastalıklar için tıbbi amaç için, sabun imalatında ve biyodizel üretiminde kullanılmaktadır (Güler ve ark., 2015; Ahmed, 2017; Kayaçetin, 2023).



Şekil 3. Kara hardalın tohum, yaprak, çiçek ve kapsülü

Kaynak: Kayaçetin, 2019

Kara hardal bilinen tıbbi yararlarından dolayı yaklaşık 2000 yıldır tarımının yapıldığı tahmin edilen, genellikle 3 metreye kadar boylanabilen bir bitkidir. Gövdesinin yuvarlak kesitli, sert ve yeşil renklidir. Yapraklar saplı, oval, sivri uçlu, üst yaprakları koyu yeşil, alt yaprakları açık yeşil ve tüylüdür. Çiçekler, dörtlü, küçük, parlak sarıdır. Bu bitkinin tohumları yaklaşık 2 mm veya daha küçüktür. Yaz mevsiminin ortalarında küçük salkımlar halinde sarı renkli çiçekleri açmaktadır. Kapsülleri, basık ve kılıç şeklindedir. Kısa bir gagaya sahiptir. Tohumu yuvarlak ve koyu renkli kırmızımsı kahverengiden siyaha kadar değişen renklerde olabilir. Diğer türlere göre kapsüller daha dik ve daha küçüktür, 1.5-2.5 cm uzunluğundadır 1000 tane ağırlığı 1-2 g kadardır. Tohum rengi koyu kırmızımsı kahverengiden siyaha kadar değişen tonlardadır. Kara hardal, hasatta zorluklar nedeniyle Amerika ve Avrupa'da popüler değildir (İlisulu 1973; Uhl, 2000; Divakaran ve Babu, 2015).

2.4. Tarla Hardalı (*Brassica rapa* ssp. *oleifera* L.)

Asya ve Avrupa kökenli olan tarla hardalı (yağ şalgamı) kolzaya göre soğuğa daha dayanıklı olan, tek yıllık ve iki yıllık genotipleri olan bir türdür. Kışlık genotipleri Avrupa'nın deniz bölgelerine, yazlık genotipleri ise, Kanada, Çin ve Hindistan'da yetiştirilmektedir (Aslan, 2023). Tohum ve tohum yağı yağlayıcı ve böcek ilaçları yapımında, eczacılık, tıp ve kozmetikte kullanılmaktadır (Parratt ve ark., 1995; Li ve ark., 2021). Ayrıca tohum yağı, biyodizel üretimi için de uygun olmakla birlikte, verimli ve kaliteli biyodizel hammaddesi üretimi için de potansiyeli yüksek bir türdür (Kayaçetin, 2023).



Şekil 4. Tarla hardalının tohum, yaprak, çiçek ve kapsülü

Kaynak: Kayaçetin, 2019

100-150 cm boylanabilen bu tür, dörtlü parlak sarı çiçeklere sahiptir. Türkiye'de yapılan çalışmalara göre bu tür, kahverengi hardal, kolza ve kara hardaldan daha erkencidir (Kayaçetin, 2019; Kayaçetin ve ark., 2023). Tohumları neredeyse yuvarlaktır ve kırmızımsı gri ile siyah renktedir. Yapraklar genellikle tüsüzdür ve bazen tüylerle kaplıdır. Alt yapraklar 30 cm'ye ulaşabilir uzun, geniş bir merkezi loba sahip ve genellikle bir ila dört çift daha küçük yan loblardan oluşur. Üst yapraklar daha küçük, lobsuz, sivri uçlu ve genişletilmiş, kenetleyici bir tabana sahiptir. Parlak sarı çiçekler sapların tepelerinde toplanmıştır, 6-12 cm uzunluğunda 4 yaprakları vardır (Kayaçetin, 2020).

3. AK, KARA, KAHVERENGİ VE TARLA HARDALININ KULLANIM ALANLARI

3.1. Gıda

Farklı hardal türlerinin genç ve taze yaprakları, taze çiçek sürgünleri ve açmamış çiçek tomurcukları hasat edilerek gıda kaynağı olarak değişik şekillerde değerlendirilmektedir (Pruthi, 2001). Türkiye’de farklı bölgelerde yapılan çalışmalarda, henüz kültüre alınmamış fakat gıda olarak tüketilen bazı yabancı bitkiler incelenmiştir. Değişik bölgelerde yenilebilir yöresel bitkilerin geleneksel kullanımı ile ilgili yapılan etnobotanik çalışmalarda, yabancı hardal, ak hardal ve kara hardalın yöre halkı tarafından en çok tüketilen otlardan olduğu ve yumurta ile kavrulularak yada haşlanarak, salata yapımında yada hamur işi yapımında aynı zamanda sebze çorbasında kullanılarak tüketildiği belirtilmektedir (Kargıoğlu ve ark., 2010; Yücel ve ark., 2010; Ahıskalı ve ark., 2012; Kayaçetin, 2020).

Hardal sosu için, acı aromanın keskinliği, farklı hardallara göre değişir. Palle-Reisch ve ark.(2013), *B. juncea*, *B. nigra* ve *S. alba* türlerinin baharat olarak kullanılabilirliğini; bu üç hardal türü arasında kara hardalın en keskin tada, ak hardalın ise en hafif tada sahip olduğunu; kahverengi hardalın ise, Dijon hardalı üretmek için kullanıldığını bildirmişlerdir. Hardal tohumu çiğnendikten sonra ağızda keskin bir tat bırakır. Ak hardalda hissedilen acı tat, dil üzerindedir, oysa kahverengi ve siyah hardalda hissedilen acı tat aynı zamanda burun ve gözlerde de hissedilmektedir.

Hardalın öğütülmüş tohumlarından çeşni ve fırın ürünlerinde, alkolsüz içeceklerde ve turşularda güçlü bir besin koruyucusu olarak faydalanmanın yanında, hardal bitkisinin genç yaprakları salatalara katılarak da kullanılmaktadır. Özellikle beyaz hardal unundan ezme yapımında, siyah hardal unundan ise et endüstrisinde, sosis ve salamalarda katkı maddesi şeklinde (emülsiyon yapıcı, tekstür düzenleyici ve su bağlayıcı olarak) yararlanılmaktadır (Akgül, 1993).

Sinapın ile sinigrin olarak adlandırılan glikozit ve myrosin maddeleri içeren kara hardalın tohumları diğer hardal tohumları ile karıştırılarak ezilir ve toz haline getirilip, su eklenerek, koruk suyu, şarap veya sirke, tuz, şeker, ve bazı baharat eklenerek, bazı et yemeklerinde kullanılmaktadır (Mandal ve ark., 2002).

Lezzet ve renk vermesiyle beraber antioksidan özelliğe sahip olan hardal unu, salata soslarında baharat olarak kullanılmaktadır. Hardal tohumunun sıkılmasıyla elde edilen sabit yağı, Hindistan, Çin ve Japonya dahil diğer Asya ülkelerinde yemek pişirmek amacıyla kullanılır (Thomas ve ark., 2012).

Pruthi (1992) tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli baharatlar, çeşniler ve şifalı bitkiler arasında şaraplarda maya fermantasyonu üzerindeki etkileri bakımından hardal ununun en etkili olduğu ve hatta deneneni iki kimyasal koruyucu olan benzoik asit ve kükürt dioksitten de daha güçlü bulunduğu tespit edilmiştir.

3.2. Biyodizel

Yerli hardal tohumlarında yaklaşık olarak %20-30 oranında ham yağ içerdiği tespit edilmiştir (Kayaçetin, 2019). Bu türlerin tohum yağı, sabit yağ asitleri içeriğindeki yüksek erusik asit miktarından dolayı gıda amaçlı tüketime uygun olmasa da, ilaç ve kozmetik endüstrilerinde kullanıma uygun olmaktadır (Baytop, 1984; Akgül, 1993; Özcan ve ark., 1998; Kayaçetin ve ark., 2018).

Ülkemiz hardal türlerine ait genotiplerin TS EN 14214'e uygunluğu üzerine yapılan çalışmalarda; yağ asiti kompozisyonu ve biyodizel özellikleri açısından değerlendirildiğinde; biyodizel kalitesini etkileyen en önemli faktör olan yağ asitleri bileşiminin uygun bulunduğu ve ülkemizin hardal materyallerinden standartlara uygun biyodizel üretimi yapılabileceği tespit edilmiştir (Eryılmaz ve Ögüt, 2011; Kayaçetin ve ark., 2016; Kayaçetin, 2023). Kayaçetin ve ark. (2018) yerli ve yabancı farklı hardal türlerine ait 57 hardal genotipinin yağ asidi bileşenlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışma sonucunda, yağ

asidi bileşenleri bakımından genotipler arasında önemli farklılıkların olduğunu; erusik asit (C22:1; 20.63-47.87%), oleik asit (C18:1; 7.42-24.54%) ve linoleik asitin (C18:2; 9.61-25.11%) bütün genotiplerde başlıca yağ asitleri olarak tespit edildiğini belirtmişlerdir.

3.3. Tıp, Eczacılık ve Etnobotanik

Hardalın akrep ve yılan ısırıkları için panzehir olarak kullanılabileceği, hardal sıvaları kan dolaşımını uyarmak ve soğuk ayakları ısıtmak, sert kasları gevşetmek, artrit ve romatizmayı tedavi etmek için kullanılmıştır (Kadel ve Jain, 2008). Hardal, yüksek kükürt içeriği nedeniyle cilt hastalıklarını tedavi eder. Hardal ayrıca tükürük ve mide sularının akışını uyarır ve iştah açar. Bir müshil olarak, astımın tedavisi olarak ve kusmayı tetiklemek veya öksürükleri hafifletmek için kullanılmıştır. Ayurveda'da Hint tıbbının yanı sıra Yunanlılar, hardal ve yağı yaygın olarak kullanılmaktadır (Krishnamurthy, 1993). Tohumlar, cilt hastalıkları ve iç organları ve solucan enfeksiyonu hastalıkları kaşıntı yararlıdır. Hardal yağı simülatiftir, keskindir ve sindirimi artırır. Aşırı yağ kullanımı erkeklerde iktidarsızlığa neden olur. Aynı zamanda sinir sisteminin birçok paralitik hastalığında liniment veya masaj olarak kullanılan birçok Ayurveda ilaç yağında bir bileşen oluşturur. Hardal, idrar söktürücü, emetik, kızartıcı ve uyarıcı olarak kabul edilir. Hardal, kanı kafadaki rahatsızlıklar, nevralsi ve spazmlarda olduğu gibi yüzeye çekerek tıkanıklığı giderir (Sasikumar ve Peter, 2012).

Şanlıurfa'da yapılan etnobotanik çalışmalarda *B. nigra*'nın tıbbi amaçlı kullanılan yabancı bitkiler arasında yer aldığı belirtilmiştir (Aslan, 2013). Yabancı hardal ve ak hardalın çiçekli dallarının 2-3 hafta boyunca günde iki kez bir çay fincanı içilerek diyabete karşı Balıkesir halkı tarafından tedavi amaçlı kullanıldığı (Polat ve Satil, 2012) bildirilmektedir. Kökçü ve ark. (2015)'nin Çanakkale'de yapılan çalışmada, yabancı hardalın tohum ve yapraklarının haricen yakı ve lapa yapılarak, bronşit ve romatizma hastalıklarının tedavisi için kullanıldığı belirtilmiştir.

Siyah hardal, kahverengi hardal ve beyaz hardal tohumları, üç farklı türün küçük yuvarlak tohumlarıdır: Bu hardal türleri, geleneksel halk tıbbında, peritonit ve nevralsi gibi çeşitli hastalıkların tedavisinde uyarıcı, idrar söktürücü ve temizleyici olarak kullanılmıştır. Ayrıca romatizma, artrit, göğüs tıkanıklığı, sırt ağrısı ve kas ağrısını tedavi etmek için hardal plasterlerinde de kullanılır. Hardallı plasterlerin uzun süre kullanılması deride yanma ve sinir hasarı ile sonuçlanabilir (Aronson, 2009).

3.4. Arıcılık

Bu türlerin polenlerinin ağır ve yapışkan olması nedeniyle rüzgârla taşınmamakta fakat özellikle arılar tarafından mükemmel bir şekilde taşınmaktadır (Lauffer, 1987). Bu türler nektar ve polen üreten çiçeklere sahip olmakla birlikte, çiçeklerinin morfolojik yapısı, bal arıları ve diğer tozlayıcı böcek türlerinin nektar ve polene rahatça ulaşabilmeleri açısından oldukça uygundur (Jablonski ve Szklanowska, 1997; Kapeluszny, 2003; Gupta, 2016).

Ülkemizde yapılan çalışmalarda, arıcılık açısından önemli en yoğun bitki türlerini içeren familyaların arasında *Brassicaceae* familyasının yer aldığı ve özellikle yavru arıların gelişim dönemi olan ilkbaharda bu türlerin varlığının önemli olduğu, bu türlerden bu amaçla daha iyi yararlanabilmek için mevsimlere ve bölgelere göre değişik bitki desenlerinde yetiştirilmesinin önemli olduğu bildirilmiştir (Fakir ve Babalık, 2012; Sıralı ve ark., 2013).

3.5. Fitoremediasyon

Doğadan kirleticilerin bitkiler yardımı ile uzaklaştırılması bitkisel iyileştirme (fitoremediasyon) olarak tanımlanmaktadır (Gayatri ve ark., 2019). Bu toprak ıslah yönteminin diğer toprak ıslah yöntemlerine göre başlıca avantajları; ucuz ve kolay uygulanabilir olmasıdır (Özbek ve ark., 2014).

Brassicaceae familyası ile yapılan fitoremediasyon çalışmaları, bu bitkilerin toprakta bulunan ağır metal konsantrasyonunun 30 ile 1000

katına yakın bir miktarını biriktirebildiklerini göstermiştir (Turan ve Esringü, 2007; Garg ve Kataria, 2010). Biriktirilen ağır metal miktarı bitki kuru ağırlığının %5'ine kadar çıkabilmektedir (Raskin ve ark. 1997).

Kanola ve kahverengi hardalla yapılan bir çalışmada toprağa farklı dozlarda verilen EDTA'nın Cd alımı üzerine etkileri incelenmiş ve 3,5 g kg⁻¹ EDTA'nın en fazla Cd alımına neden olduğu bulunmuştur. EDTA uygulamasının ağır metal kullanılabilirliğini ve bitkilerin alımını arttırdığını göstermiştir. Hem türlerde hem de bitki kısımlarında önemli farklılıklar elde edildi. Bu iki tür arasından kanolanın, Cu, Cd, Pb ve Zn alımında daha etkili olduğu; her iki türün de kök ağır metal alımının, gövde ağır metal alımından daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir (Turan ve Esringü, 2007).

3.6. Yeşil Gübre

Farklı *Brassica* türleri hızlı ve çabuk büyüme özelliğine sahip olmasından dolayı bol vejetatif aksam oluşturmada ve yeşil yem ile yeşil gübre olarak değerlendirilmektedir. Çiçek açmaya başladığı devrede biçilmek suretiyle bitkisinden yeşil yem veya silo yemi, bu bitkilerin toprağa gömülmesi suretiyle yeşil gübre olarak faydalanılmaktadır. Farklı *Brassica*'ların yeşil gübrelerinin kültürü yapılan diğer türlerin verim ve kalitesi üzerine etkisini değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmalarda olumlu sonuçlar tespit edilmiştir (Fuchikami ve ark., 2022; Larkin, 2022; Ghiorghe ve Turek-Rahoveanu, 2023). *B. juncea* yeşil gübrelerinin toprak, bitki sağlığı ve verimliliği üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmada, *B. juncea*'nın kök çürüklüğü mantarıyla mücadelede yalnızca yaygın bir yeşil gübre olarak değil aynı zamanda yağı alınmış bir tohum küspesi olarak kullanılma olasılığını ortaya çıkarmaktadır (Abdallah ve ark., 2020). Yapılan çalışmalarda *Brassica*'lar, toprak kaynaklı patojenleri engellemek ve kök çürüklüğü hastalığını hafifletmek için rotasyon ürünü veya toprak fumigantı olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Liu ve ark., 2021; Zhao v., 2022).

3.7. Hardaliye

Hardaliye Trakya Bölgesi'nde, özellikle koyu renkli ve kokulu üzümlerden siyah hardal tohumu ilave edildikten sonra laktik asit fermantasyonu yoluyla üretilen geleneksel bir içecektir. Coşkun ve Arıcı (2006)'nın hardaliye üretiminde kara ve ak hardalı karşılaştırdıkları çalışmalarında, maya ve küf sayılarının kara hardal tohumu kullanımıyla önemli derecede azaldığını; hardaliye üretiminde, gerek tat ve aromaya sağladığı katkı, gerekse daha fazla inhibitör etkiye sahip olması sebebiyle geleneksel üretim metodunda olduğu gibi siyah hardal tohumunun kullanılmasının daha uygun olduğunu tespit etmişlerdir.

4. TÜRKİYE'DE *Brassica juncea*, *B. nigra*, *B. rapa* ssp. *oleifera* VE *Sinapis alba* TÜRLERİNDE ÇEŞİT GELİŞTİRME ÇALIŞMALARI

TÜBİTAK-1505 5190038 nolu ve "Gıda ve Enerji Endüstrisine Uygun Hardal Çeşit/ler'inin Geliştirilmesi" başlıklı Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü yürütücülüğünde, müşteri kuruluğu DB Tarımsal Enerji olan proje 2019-2022 yılları arasında yapılmıştır. Bu bölümde, projenin Ankara lokasyonu çalışmalarının bir kısmı hakkında bilgi verilmiştir.

4.1. Amaç

Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yapılan çalışmalarla morfolojik karakterizasyonu tamamlanmış farklı *Brassica* türlerine ait genotiplerden, baharat ve enerji endüstrisine uygun, Orta Anadolu Bölgesi iklim koşullarında sonbahar ve ilkbahar tarımı için uygun, yüksek adaptasyon kabiliyetine sahip, soğuk ve kurağa toleranslı verimli ve kaliteli *Brassica juncea* (kahverengi hardal), *B. nigra* (kara/siyah hardal), *Sinapis alba* (beyaz/ak hardal) ve *B. rapa* ssp. *oleifera* (tarla hardalı/yağ şalgamı) türlerine ait yazlık ve kışlık çeşit/ler geliştirmek ve SSR ve iPBS markörleri ile farklı türlere ait genotipler arasındaki, genetik çeşitlilik ve akrabalık derecelerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır.

4.2. Materyal

Projede materyal olarak, yurt içi (Kahramanmaraş, Tekirdağ, Kırklareli, Diyarbakır, Tokat, Şanlıurfa, Kırıkkale, Haymana, Yenimahalle, Isparta, Konya, Kırşehir, Kazan ve ark.) ve yurt dışı kökenli *B. juncea*, *B. rapa*, *B. nigra* ve *S. alba* türlerine ait 167 genotip (yerli ve yabancı orijinli) materyallerden seçilen, Türkiye'nin doğal florasına ait verimli ve kaliteli 19 genotip ve yabancı orijinli 11 genotip (*B. juncea*, *B. rapa*, *B. nigra*, *S. alba*) ile yabancı orijinli 2 adet standart çeşit [*B. napus* ve *B. juncea*] kullanılmıştır. Çalışmanın materyali olarak, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından karakterizasyonları tamamlanmış ve “Saf Hat Seleksiyon Yöntemi” ile verim denemesine kadar getirilmiş hatlar kullanılmıştır.

4.3. Ugulanan Deneme Planı

Denemeler “Tesadüf Blokları Deneme Desenine” göre, 4 tekerrürlü olarak Ankara ve Tokat lokasyonlarında ve her sezonda (sonbahar ve ilkbahar), parsellerde farklı türlere ait genotipler ve standartlar olacak şekilde tesadüfi olarak dağıtım yapılarak kurulmuştur. Sonbahar ekimlerinde her parsel 6 m uzunluğunda 1.8 m genişliğinde, 10.8 m² olacak şekilde; ilkbahar ekimlerinde ise, her parsel 6 m uzunluğunda 1.2 m genişliğinde, 7.2 m² olacak şekilde düzenlenmiştir. Parsellerin sıra araları sonbahar ekimlerinde 30 cm, ilkbahar ekimlerinde 20 cm olarak yapılmıştır (Blackshaw ve ark., 2011; Arif ve ark., 2012; Hassan ve Arif, 2012; Kayaçetin ve ark., 2018; Kayaçetin, 2019). Parseller arasında 1 m, bloklar arasında ise 2 m mesafe bırakılmıştır. Kullanılan tohumluk miktarı türlere göre m²'de ortalama 200 bitki olacak şekilde, 1000 tane ağırlığı üzerinden hesaplanarak, 300 g da⁻¹ ile 1000 g da⁻¹ arasında değişmiştir. Ekim 2 cm derinlikte yapılmıştır. Toprak hazırlığı geleneksel metotla (pulluk, diskaro, tırmık, ekim ve merdane) yapılmıştır. Toplam azotun yarısı, kış öncesi yavaş gelişmeyi sağlamak için fosfor ve potasyumla birlikte ekimden önce, diğer yarısı ise ilkbaharda hızlı büyümeyi temin için, sapa kalkma dönemi öncesinde

verilmiştir. Amonyum sülfat, amonyum nitrat ve diamonyum fosfat şeklinde kükürt, fosfor ve azotlu gübreler sırasıyla 35, 50 ve 100 kg ha⁻¹ uygulanmıştır. (Franzen ve Lukack, 2007; Grant ve ark., 2007).

4.4. Zararlılarla Mücadele

Ankara lokasyonunda sonbahar ve ilkbahar ekimlerinde kanola toprak piresi (canola flea beetle-*psylliodes chrysocephala*) görülmesi nedeniyle ilkbahar döneminde ilaçlama yapılmıştır. Ayrıca, bakla (çiçek) zınnı (*epicometis hirta*) zararlısı Ankara lokasyonunda 2019-2020 ekim yılında çiçeklenme döneminde görülmekle birlikte, ekonomik zarar eşiğinde olmadığı için, planlanan mekanik mücadele (deneme aralarına konulan mavi kap tuzaklara zararlıyı çekme) yapılmamıştır.

4.5. Ankara Lokasyonu İklim ve Toprak Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü Ankara lokasyonu toprakları killi tınlı, organik madde içeriği az, kireç miktarı çok fazla, hafif alkali bir reaksiyon göstermektedir. Tuzluluk probleminin olmadığı topraklar (tuzsuz), elverişli potasyum bakımından zengin, fosfor bakımından az seviyededir. Farklı hardal türlerinin gelişme ve büyüme dönemleri dikkate alınarak, uzun yıllara (1995-2020) ve araştırmanın yürütüldüğü 2019-2020 ve 2020-2021 yıllarına ait Eylül-Ağustos ayları arasındaki iklim verileri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Ankara lokasyonu uzun yıllar (UY), 2019-20 (1.Y) ve 2020-21 (2. Y) yılları aylık ortalamalarına ait bazı iklim verileri

Aylar	toplam yağış (mm)			ort. nispi nem (%)			ort. hava sıcaklığı (°C)			en yüksek hava sic. (°C)			en düşük hava sic. (°C)		
	UY	1.Y	2.Y	UY	1.Y	2.Y	UY	1.Y	2.Y	UY	1.Y	2.Y	UY	1.Y	2.Y
Eylül	18.0	1.2	9.8	49.1	47.4	45.5	18.8	16.0	21.6	37.7	29.4	37.9	-1.5	1.6	9.7
Ekim	27.7	2.2	1.6	64	54.6	61.0	11.6	12.0	15.7	28.5	27.2	30.3	-6.0	1.9	5.1
Kasım	31.5	31.0	5.8	71.2	64.4	77.4	6.4	6.7	4.5	23.1	20.7	16.4	-11.0	-5.8	-6.5
Aralık	44.9	51.4	20.8	79.3	83.6	86.7	1.1	0.9	4.0	15.5	10.6	13.0	-14.2	-11.1	-7.6
Ocak	40.2	31.0	38.8	78.0	74.8	91.6	-2.3	-2.2	1.6	12.5	7.2	17.3	-17.5	-10.1	-14.9
Şubat	35.1	59.4	10.8	75.0	70.9	76.3	0.1	0.5	2.4	19.0	10.2	17.4	-17.9	-12.2	-15.3
Mart	39.1	4.2	63.0	69.6	60.7	75.8	4.5	5.6	3.2	23.1	19.5	18.6	-13.8	-8.6	-7.2
Nisan	42.5	0.0	18.8	65.0	54.8	68.6	9.8	8.2	10.3	28	20.0	26.7	-8.0	-1.7	-2.1
Mayıs	51.5	26.4	20.2	64.4	55.9	52.7	13.6	13.3	16.7	29.7	30.4	30.5	-1.5	-1.0	1.6
Haziran	34.4	59.4	76.4	60.6	53.7	64.0	17.6	17.3	17.1	35	30.5	30.4	3.5	4.4	4.0
Temmuz	14.3	3.4	5.8	45.1	42.9	45.5	21.2	24.4	23.2	36	35.4	37.7	6.3	14.5	9.1

Ağustos	12.7	0.0	1.8	45.1	35.9	40.9	23.3	23.6	24.1	40.4	35.5	35.5	5.5	12.2	11.8
---------	------	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----	------	------

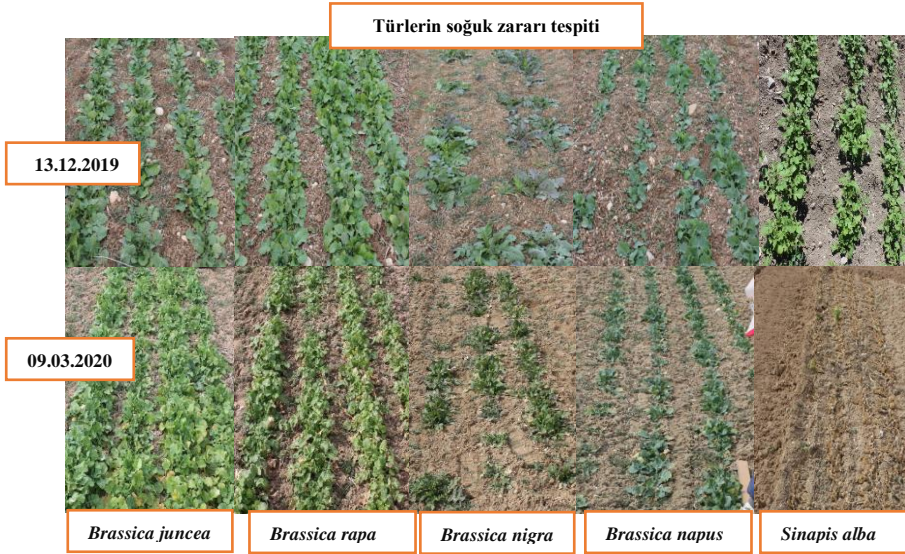
Kaynak: Meteoroloji Genel Müdürlüğü

4.6. İncelenen Özellikler

Projede, çıkış süresi, rozet dönemine girme süresi, kıştan çıkış oranı, % 50 çiçeklenme süresi, % 50 kapsül bağlama süresi, olgunlaşma süresi, bitki boyu, bitkideki yan dal sayısı, bitkideki kapsül sayısı, kapsüldeki tohum sayısı, bin tohum ağırlığı, tane verimi, ham yağ oranı, ham yağ verimi, yağ asitleri bileşenleri, biyodizel üretimi ve teknik özellikleri incelenmiştir.

4.7. Ankara Lokasyonundan Elde Edilen Sonuçlar

Araştırmada ele alınan Ankara lokasyonunda sonbaharda (Tablo 2) ve ilkbaharda (Tablo 3) yetiştirilen farklı *Brassica* spp. türlerine ait genotiplerin ve standartların, incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerleri eklenmiştir. Farklı hardal türleri ve standardın (*B. napus*) soğuk zararı tespiti Şekil 5'te; ilkbahar ve sonbahar ekimlerine ait görüntüler Şekil 6-7-8-9-10'da verilmiştir. Ankara lokasyonunda sonbaharda (Tablo 4) ve ilkbaharda (Tablo 5) yetiştirilen farklı *Brassica* spp. türlerine ait genotiplerin ve standartların yağ asidi bileşenlerine ait ortalama değerleri yer almaktadır. Farklı *Brassica* spp. türlerine ait genotiplerin ve standartların biyodizel özelliklerine ait ortalama değerleri sonbahar ekimleri için Tablo 6, ilkbahar ekimleri için Tablo 7, TS EN 14214 ve ilgili uluslararası standartlar Tablo 8'de verilmiştir.



Şekil 5. Farklı hardal türleri ve standardın (*B. napus*) soğuk zararı tespiti

Kaynak: Kayaçetin ve ark., 2022

Tablo 2. Ankara lokasyonunda sonbaharda yetiştirilen farklı *Brassica* spp, türlerine ait genotiplerin ve standartların, incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerleri

Tür		bitki boyu (cm)	yan dal sayısı (adet bitki ⁻¹)	kapsül sayısı (adet bitki ⁻¹)	tohum sayısı (adet kapsül ⁻¹)	bin tane ağırlığı (g)	tane verimi (kg ha ⁻¹)	ham yağ oranı (%)	ham yağ verimi (kg ha ⁻¹)
<i>B. rapa</i>	en düşük	120.1	5.0	233.9	16.6	2.0	2800	25.3	728
	en yüksek	130.3	6.4	407.1	19.9	2.2	3355	34.1	1123
<i>B. juncea</i>	en düşük	122.3	5.2	249.3	12.4	1.9	1330	22.6	518
	en yüksek	187.7	6.4	434.5	17.5	2.6	3119	35.8	971
<i>B. nigra</i>	en düşük	138.5	6.8	381.3	6.7	0.6	1227	24.9	306
	en yüksek	225.5	8.3	585.5	7.5	0.7	1928	26.2	621
Standart 1-ISCI-99		185.6	5.6	291.2	16.6	2.4	2041	26.3	535
Standart 2-Excalibur		178.9	5.4	263.2	22.2	3.0	3542	34.2	1221



Şekil 6. Ankara lokasyonu sonbahar ekimi deneme alanı

Kaynak: Kayaçetin ve ark., 2022

Tablo 3. Ankara lokasyonunda ilkbaharda yetiştirilen farklı *Brassica* spp, türlerine ait genotiplerin ve standardın, incelenen özelliklere ilişkin ortalama değerleri

Tür		bitki boyu (cm)	yan dal sayısı (adet bitki ⁻¹)	kapsül sayısı (adet bitki ⁻¹)	tohum sayısı (adet kapsül ⁻¹)	bin tane ağırlığı (g)	tane verimi (kg ha ⁻¹)	ham yağ oranı (%)	ham yağ verimi (kg ha ⁻¹)
<i>S. alba</i>	en düşük	87.2	4.3	259.5	5.7	5.3	2139	14.3	327
	en yüksek	97.5	5.6	291.8	6.9	5.8	2282	17.2	394
<i>B. juncea</i>	en düşük	174.0	7.5	268.3	12.5	0.6	1614	21.5	384
	en yüksek	182.0	8.2	320.7	14.6	0.8	2071	28.2	612
<i>B. nigra</i>	en düşük	114.0	4.5	241.0	10.1	1.4	572	19.5	133
	en yüksek	130.0	5.9	351.0	14.6	1.8	801	22.1	173
S1-ISCI-99- <i>B. juncea</i>		126,8	4,3	150,5	11,7	2,2	1714	21,9	389



Şekil 7. Ankara lokasyonu sonbahar ekimi deneme alanı

Kaynak: Kayaçetin ve ark., 2022

Tablo 4. Ankara lokasyonunda sonbaharda yetiştirilen farklı *Brassica* spp. türlerine ait genotiplerin ve standartların yağ asidi bileşenlerine ait ortalama değerleri

Tür		Stearik (C18:0)	Araşidik (C 20:0)	Oleik (C 18:1)	Eikosenoik (C 20:1)	Erüsik (C 22:1)	Linoleik (C 18:2)	Linolenik (C 18:3)
<i>B. rapa</i>	en düşük	1.0	0.5	16.3	10.7	36.5	14.8	9.7
	en yüksek	1.4	0.8	18.6	11.6	40.8	17.3	11.4
<i>B. juncea</i>	en düşük	1.1	0.6	22.0	12.0	16.2	20.8	11.4
	en yüksek	2.1	1.1	25.7	14.2	24.7	23.0	13.6
<i>B. nigra</i>	en düşük	1.1	1.0	14.8	10.2	33.5	16.1	12.5
	en yüksek	1.7	1.4	15.6	11.5	37.6	17.0	12.7
Standart 1-ISCI-99		2.3	0.5	25.1	8.5	28.9	18.8	8.9
Standart 2-Excalibur		2.2	0.4	26.8	8.0	27.5	17.7	7.7

Tablo 5. Ankara lokasyonunda ilkbaharda yetiştirilen farklı *Brassica* spp. türlerine ait genotiplerin ve standartların yağ aside bileşenlerine ait ortalama değerleri

Tür		Stearik (C18:0)	Araşidik (C 20:0)	Oleik (C 18:1)	Eikosenoik (C 20:1)	Erüsik (C 22:1)	Linoleik (C 18:2)	Linolenik (C 18:3)
<i>S. alba</i>	en düşük	1.0	0.8	29.3	11.7	24.2	11.1	9.8
	en yüksek	1.3	0.8	34.0	12.2	29.9	11.6	10.2
<i>B. juncea</i>	en düşük	1.0	0.7	23.8	11.7	16.7	21.5	8.7
	en yüksek	1.7	1.2	26.6	13.0	23.5	24.1	12.3
<i>B. nigra</i>	en düşük	1.3	1.0	14.6	10.1	32.7	17.0	12.0
	en yüksek	1.3	1.2	15.5	11.3	34.8	18.7	12.4
S1-ISCI-99- <i>B. juncea</i>		1.7	1.0	29.1	13.1	22.9	16.4	8.2



Şekil 8. Ankara lokasyonu ilkbahar ekimi deneme alanı

Kaynak: Kayaçetin ve ark., 2022

Araştırma sonuçlarına göre; Ankara lokasyonunda sonbahar ve ilkbaharda yetiştirilen türlere ait genotiplerin verim, verim unsurları, yağ oranı, yağ asidi bileşenleri ve biyodizel teknik özellikleri bakımından önemli farklılıkların belirlendiği; farklı kullanım amaçlarına göre verim ve kalite açısından genotiplerin ümitvar bulunduğu; farklı türlere ait genotiplerden standartlara uygun biyodizel üretimi yapılabileceği tespit edilmiştir. *B. juncea*, *B. rapa* ve *B. nigra* türlerine ait genotipler açısından sonbahar ekiminin; *S. alba* türüne ait genotiplerde ise ilkbahar ekiminin verimli ve kaliteli ürün eldesi için uygun olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen ham yağ verimi değerleri deneme yılları ortalamasına göre 1123-133 kg ha⁻¹ arasında bir değişim göstermiş olup en yüksek ham yağ verimi değeri 1123 kg ha⁻¹ *B. rapa* türüne elde edilmiştir (Tablo 2-3). Genotiplerin yağ asidi bileşenleri bakımından yıllar ve lokasyonlar açısından, oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2) ve erusik asit (C22:1) baskın yağ asitleri olarak belirlenmiştir (Tablo 4-5).

Tablo 6. Ankara lokasyonunda sonbaharda yetiştirilen farklı *Brassica* spp. türlerine ait genotiplerin ve standartların biyodizel özelliklerine ait ortalama değerleri

Tür		asit sayısı (mg KOH/g)	su muhtevası (ppm)	iyot sayısı (g iyot/100g)	soğuk filtrme tıkama noktası (<+5 yaz/-5 kış)	parlama noktası (°C)	toplam gliserit (% m/m)
<i>B. rapa</i>	en düşük	0.3	110.0	103.1	-2.5	175.0	0.1
	en yüksek	0.4	305.0	105.8	-2.0	187.5	0.1
<i>B. juncea</i>	en düşük	0.3	110.0	113.0	-6.5	175.0	0.1
	en yüksek	0.5	317.5	118.7	-4.5	190.0	0.2
<i>B. nigra</i>	en düşük	0.4	160.0	106.1	4.5	182.5	0.1
	en yüksek	0.5	275.0	111.1	5.0	190.0	0.1
Standart 1-ISCI-99		0.2	320.0	114.6	-4.5	190.0	0.1
Standart 2-Excalibur		0.3	237.5	112.4	-5.0	192.5	0.1

Tablo 7. Ankara lokasyonunda ilkbaharda yetiştirilen farklı *Brassica* spp. türlerine ait genotiplerin ve standartların biyodizel özelliklerine ait ortalama değerleri

Tür		asit sayısı (mg KOH/g)	su muhtevası (ppm)	iyot sayısı (g iyot/100g)	soğuk filtrme tıkama noktası (<+5 yaz/-5 kış)	parlama noktası (°C)	toplam gliserit (% m/m)
<i>S. alba</i>	en düşük	0.2	245.0	100.8	-7.5	187.5	0.1
	en yüksek	0.3	372.5	102.4	-6.5	195.0	0.1
<i>B. juncea</i>	en düşük	0.3	187.5	112.1	-6.5	180.0	0.1
	en yüksek	0.4	340.0	117.3	-4.5	197.5	0.1
<i>B. nigra</i>	en düşük	0.3	240.0	108.5	4.0	192.5	0.1
	en yüksek	0.4	387.5	112.2	5.0	200.0	0.1
Standart 1-ISCI-99		0.3	230.0	108.0	-1.5	187.5	0.1

Genel olarak farklı türlerden genotiplerin yağlarında, tekli doymamış yağ asitlerinin fazlalığı, yağ asitleri bileşenlerinin biyodizel üretimi için uygun olduğunu göstermektedir. Yine analiz yapılan tüm genotiplerin hardal yağı, su muhtevası, soğuk filtre tıkama noktası, ester oranı, parlama noktası, asit sayısı, iyot sayısı, gliserit değerleri açısından EN 14214 standardına göre biyodizel üretimi için kabul edilebilir bir hammadde olduğu tespit edilmiştir (Tablo 6-7-8). Ancak ekonomik bir biyodizel üretimi için, yağ oranı, tane verimi ya da yağ veriminin de dikkate alınması önemlidir. Çalışmada kullanılan türlerin verim ve kaliteleri dikkate alınarak, özellikle *B. juncea* ve *B. rapa*'nın biyodizel hammadde kaynağı olarak, *B. juncea*, *B. nigra* ve *S. alba*'nın baharat kullanımı açısından önemli bir potansiyele sahip olduğu; türler ve genotipler üzerinde daha detaylı çalışmaların yapılması gerektiği tespit edilmiştir.

Table 8. TS EN 14214 ve ilgili uluslararası standartlar

Tür	asit sayısı (mg KOH/g)	su muhtevası (ppm)	iyot sayısı (g iyot/100g)	soğuk filtrme tıkama noktası (<+5 yaz/-5 kış)	parlama noktası (°C)	toplam gliserit (% m/m)
	en d-en y	en d-en y	en d-en y	en d-en y	en d-en y	en d-en y
TS EN 1421	- 0.50	- 500	- 120.00	-20 °C - 20 °C	120 -	- 0.25
Standard	EN 14104	EN ISO 12937	EN 14111	TS EN 116	TS EN ISO 2719	TS EN 14105

**Şekil 9.** Hasat**Kaynak:** Kayaçetin ve ark., 2022



Ankara Lokasyonu- Sonbahar ekimi
B. rapa (27.06.2020-Hasat)



Ankara Lokasyonu- Sonbahar ekimi-*B. nigra* (28.07.2020-Hasat)

Şekil 10. Hasat

Kaynak: Kayaçetin ve ark., 2022

SONUÇ

Ham yağ ve yağlı tohum ithalatı Türkiye'nin en fazla döviz ödediği kalemlerdendir. Baharat ve ilaç-kozmetik endüstrisinde kullanılmak üzere *Brassica juncea* (kahverengi hardal), *B. nigra* (kara hardal), *B. rapa ssp. oleifera* (tarla hardalı/yağ şalgamı) ve *Sinapis alba* (ak hardal) türlerine ait ihtiyaç duyulan hardal, çoğunlukla ithalatla karşılanmaktadır. Ayrıca, yasalarla kullanımı zorunlu hale getirilen biyodizel üretimi için yerli hammadde temini, var olan yağlı tohumlu bitki açığımızın daha da artmasına sebep olmaktadır. Gıda, baharat, ilaç, biyodizel, yeşil gübre, arıcılık, toprak ıslahı gibi birçok farklı alana hammadde sağlayan bu türler, Türkiye'de çok zengin genotipik çeşitliliğe sahiptir. Ülkemiz genetik kaynakları arasında yer alan, fakat potansiyeli tespit edilerek ticari ürüne henüz dönüştürülemediği bu türlerin tarıma kazandırılması, hem genetik kaynaklarımızın korunması, kayıt altına alınması, hem de kaynaklarımızın kullanılabilir hale dönüştürülmesi açısından oldukça önemlidir.

TEŞEKKÜR

Bu kitap bölümü, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) destekli 1505-5190038 nolu, müşteri kuruluşu “DB Tarımsal Enerji” olan, “Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Entitüsü” yürütücülüğünde yapılan projenin Ankara lokasyonu kapsamındaki çalışma sonuçlarının bazı kısımlarını da kapsamaktadır. Finansal desteği için TÜBİTAK’a, katkılarından dolayı DB Tarımsal Enerji ve Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Entitüsü’ne, proje ekibine ve tüm emeği geçenlere teşekkür ederim. Aynı zamanda bu kitap bölümünde, “Kayacetin, F. (2020). Botanical characteristics, potential uses, and cultivation possibilities of mustards in Turkey: a review. *Turkish Journal of Botany*, 44(2), 101-127.” künyeli makaleden de yararlanılmıştır.

KAYNAKÇA

- Abdallah, I., Yehia, R., & Kandil, M. A. H. (2020). Biofumigation potential of Indian mustard (*Brassica juncea*) to manage *Rhizoctonia solani*. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 30, 1-8.
- Ahıskalı, M., Arı, Ç., & Selvi, S. (2012). Edible wild plants and their consumption during winter in a rural village on Kazdağı (Mount Ida). *Bocconeia*, 24, 195-198.
- Ahmed, K. A. A. (2017). *Erbil şehir merkezinin (Kuzey Irak) etnobotanik özellikleri*. (MSc), Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van, Turkey.
- Akgül, A. (1993). *Spice Science and Technology*. Ankara, Turkey: Selçuk University, Faculty of Agriculture, Food Science and Technology, *Food Technology Publications* No: 15, pp. 85-88.
- Alpaslan, B. (2019). *Farklı Hint hardalı (Brassica juncea L.) genotiplerinin verim ve kalite özellikleri ile biyodizel uygunluklarının belirlenmesi*. (Doctoral dissertation), Bursa Uludağ University, Bursa.
- Arif, M., Shehzad, M. A., & Mushtaq, S. (2012). Inter and intra row spacing effects on growth, seed yield and oil contents of white mustard (*Sinapis alba* L.) under rainfed conditions. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 49(1), 21-25.
- Aronson, J. K. (Ed.). (2009). *side effects of drugs annual 30*. Elsevier Science.
- Aslan, M. (2013). Plants used for medical purposes in Şanlıurfa (Türkiye). *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 16(4), 28-35.
- Aslan, V. (2023). An overview of biodiesel produced from 2nd generation feedstock: mustard seed types. *BioEnergy Research*, 16(3), 1380-1400.
- Bastante, J. S. (2015). *Producción de biodiésel asistida por ultrasonidos*. (Doctoral dissertation), Universidad de Córdoba (ESP).
- Baytop, T. (1984). *Türkiyede bitkiler ile tedavi (geçmişte ve bugün)* (No. 3255). İstanbul Üniversitesi.
- Blackshaw, R., Johnson, E., Gan, Y., May, W., McAndrew, D., Barthet, V., ... & Wispinski, D. (2011). Alternative oilseed crops for biodiesel feedstock on the Canadian prairies. *Canadian Journal of Plant Science*, 91(5), 889-896.

- Coskun, F., & Arici, M. (2006). The effects of using different mustard seeds and starter cultures on some properties of hardaliye. *Annals of microbiology*, 56, 335-337.
- Davis, P. H. (1965). *Flora of Turkey*. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Demirel, N., & Cranshaw, W. (2006). Phyllotreta pusilla Horn (Coleoptera: Chrysomelidae), for Various. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(2), 186-190.
- Divakaran, M., Babu, K. N. (2015). Mus-Ske;Mustard (Vol.4). In: Benjamin Caballero, Paul M. Finglas, Fidel Toldrá (eds.). *Encyclopedia of Food and Health*. Academic Press, Cambridge.
- Eryılmaz, T., & Öğüt, H. (2011). The effect of the different mustard oil biodiesel blending ratios on diesel engines performance. *Energy Education Science and Technology Part A-Energy Science and Research*, 28(1).
- Esposito, M., Westbrook, A. S., Maggio, A., Cirillo, V., & DiTommaso, A. (2023). Neutral weed communities: The intersection between crop productivity, biodiversity, and weed ecosystem services. *Weed Science*, 1-11.
- Fakir, H., & Babalık, A. A. (2012). *Isparta Yukarıgökdere yöresinin arıcılık için önemli tıbbi-aromatik bitki türleri*. 3. Uluslararası arıcılık ve çam balı kongresi (01–04 Kasım 2012), 283-298.
- Franzen, D. W. (2017). *Fertilizing canola and mustard*. NDSU Extension Service, North Dakota State University.
- Fuchikami, A., Shin, M., Masumoto, H., Koukata, R., Tokumoto, H., Daimon, H., & Matsumura, A. (2022). Potential of Nitrification Inhibition and Change of Soil Bacterial Community Structure by Biofumigation of Brassica juncea Green Manure in Succeeding Sweet Corn Cultivation under Gray Lowland Soil Conditions. *Japan Agricultural Research Quarterly: JARQ*, 56(2), 137-146.
- Garg, G., & Kataria, S. K. (2009, July). *Phytoremediation potential of Raphanus sativus (L.), Brassica juncea (L.) and Triticum aestivum (L.) for copper contaminated soil*. In Proceedings of the 53rd Annual Meeting of the ISSS-2009, Brisbane, Australia.
- Gayatri, N., Sailesh, A. R., & Srinivas, N. (2019). Phytoremediation Potential of *Brassica juncea* for removal of selected heavy metals in urban soil amended with cow dung. *J Mater Environ Sci*, 10(5), 463-469.

- Ghiorghe, I. A., & Turek-Rahoveanu, A. (2023). *Preliminary results of integrated fertilization with green manure and mineral fertilizers on maize yield*. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture & Rural Development, 23(3).
- Grant, C. A., Derksen, D. A., Blackshaw, R. E., Entz, T., & Janzen, H. H. (2007). Differential response of weed and crop species to potassium and sulphur fertilizers. *Canadian journal of plant science*, 87(2), 293-296.
- Güler, B., Kümüştekin, G., & Uğurlu, E. (2015). Contribution to the traditional uses of medicinal plants of Turgutlu (Manisa–Turkey). *Journal of ethnopharmacology*, 176, 102-108.
- Gupta, S. K. (Ed.). (2016). *Biology and breeding of crucifers*. CRC Press.
- Hassan, F. U., & Arif, M. (2012). Response of white mustard (*Sinapis alba* L.) to spacing under rainfed conditions. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(1), 137-141.
- İlisulu, K. (1973). Yağ bitkileri ve Islahı. *Çağlayan Kitabevi, İstanbul*, 254-255.
- Jabłoński, B., & Szklanowska, K. (1997). Wpływ niektórych czynników pogody na kwitnienie, nektarowanie, pylenie i oblot przez owady zapylające entomofilnych roślin uprawnych. *Blooming biology, nectar secretion and plants pollination*. LTN, Lublin.
- Kadel, C., & Jain, A. K. (2008). Folklore claims on snakebite among some tribal communities of Central India. *Indian J. Tradit. Knowl*, 7, 296–299.
- Kapeluszny, J. (2003). Rośliny o właściwościach leczniczych, nektarodajne i pyłkodajne w uprawach rzepaku na Lubelszczyźnie. *Pamiętnik Puławski*, 134.
- Kargioğlu, M., Ceneci, S., Serteser, A., Konuk, M., & Vural, G. (2010). Traditional uses of wild plants in the middle Aegean region of Turkey. *Human Ecology*, 38, 429-450.
- Kayaçetin, F. (2019). Morphological characterization and relationships among some important wild and domestic Turkish mustard genotypes (*Brassica* spp.). *Turkish Journal of Botany*, 43(4), 499-515.
- Kayaçetin, F. (2020). “Botanical characteristics, potential uses, and cultivation possibilities of mustards in Turkey, a review”, *Turkish Journal of Botany*, 44(2), 101-127.
- Kayaçetin, F. (2023). Comparison of some species in genus *Brassica* cultivated on clay loamy soils under semi-arid agroecosystem for

- suitability to biodiesel production. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects*, 45(4), 11963-11980.
- Kayaçetin, F., Efeoğlu, B., & Sarioğlu, G. (2018). Evaluation of fatty acid compositions of some important wild and domestic Turkish mustard genotypes (*Brassica* spp.). *International Journal of Secondary Metabolite*, 5(4), 270-278.
- Kayaçetin, F., Khawar, H. M., Kınay, A., & Aydın, O. (2022). *Gıda ve Enerji Endüstrisine Uygun Hardal Çeşit/ler'inin Geliştirilmesi*. 1505- Üniversite Sanayi İşbirliği Destek Programı. 5190038 nolu Proje Sonuç Raporu.
- Kayaçetin, F., & Khawar, K. M. (2023). Perspective Use of Mustards in Biofuel Production in Turkey. In *Biotechnology and Omics Approaches for Bioenergy Crops* (pp. 257-270). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Kayaçetin, F., Öğüt, H., Oğuz, H., Subaşı, İ., & Deveci, H. (2016). Determination of the effect of row spacing, and fall and spring sowing on composition of fatty acid and biodiesel fuel characteristics of mustard (*Sinapis arvensis* L.). *Ciência e Técnica Vitivinícola Journal*, 21(11), 54-69.
- Kınay, A., & Kayaçetin, F. (2023). Phenology, Morphology, Yield and Quality Characteristics of Mustard Species (*Brassica* spp.) Suitable for Energy Sector. *Gesunde Pflanzen*, 1-10.
- Kökçü, B., Esen, O., & Uysal, İ. (2015). Medicinal plants sold in Çanakkale/Turkey city center herbalists. *Biological Diversity and Conservation*, 8(3), 80-91.
- Krishnamurthy, K. H. (1993). *Seasoning herbs: Health series: Traditional family medicine*. Books for All. New Delhi, India, 5-29.
- Larkin, R. P. (2022). Long-Term Effects of Compost Amendments and Brassica Green Manures in Potato Cropping Systems on Soil and Crop Health and Productivity. *Agronomy*, 12(11), 2804.
- Lauffer, H. B. (1987). *Bees and brassicas: a partnership in survival*. Madison, WI, USA: University of Wisconsin-Madison.
- Li, P., Zhang, S., Li, F., Zhang, S., Zhang, H., Wang, X., ... & Borm, T. J. (2017). A phylogenetic analysis of chloroplast genomes elucidates the relationships of the six economically important Brassica species comprising the triangle of U. *Frontiers in plant science*, 8, 111.

- Li, R., Zhou, F., Gao, Y., Liu, C., Yu, S., Zhao, K., ... & Yu, X. (2021). Genetic Diversity and Primary Core Collection Construction of Turnip (*Brassica rapa* L. ssp. *rapifera* Matz) Landraces in Tibet Revealed via Morphological and SSR Markers. *Agronomy*, 11(10), 1901.
- Liu, H., Wu, J., Su, Y., Li, Y., Zuo, D., Liu, H., ... & Zhu, S. (2021). Allyl isothiocyanate in the volatiles of *Brassica juncea* inhibits the growth of root rot pathogens of *Panax notoginseng* by inducing the accumulation of ROS. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(46), 13713-13723.
- Mandal, S., Yadav, S., Singh, R., Begum, G., Suneja, P., & Singh, M. (2002). Correlation studies on oil content and fatty acid profile of some Cruciferous species. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49, 551-556.
- Özbek, K., Cebel, N., & Ünver, İ. (2014). Extractability and phytoavailability of cadmium in Cd-rich pedogenic soils. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 38(1), 70-79.
- Özcan, M., Akgül, A., & Bayrak, A. (1998). Yabani Hardal (*Sinapsis arvensis* L.) Tohumu ve Yağlarının Bazı Bileşim Özellikleri. *Gıda*, 23(4).
- Palle-Reisch, M., Wolny, M., Cichna-Markl, M., & Hochegger, R. (2013). Development and validation of a real-time PCR method for the simultaneous detection of black mustard (*Brassica nigra*) and brown mustard (*Brassica juncea*) in food. *Food chemistry*, 138(1), 348-355.
- Parratt, D., Smith, W. M., Thomson, G., Cameron, L. A., & Butcher, R. D. (1995). Evidence that oilseed rape (*Brassica napus* ssp. *oleifera*) causes respiratory illness in rural dwellers. *Scottish Medical Journal*, 40(3), 74-76.
- Polat, R., & Satıl, F. (2012). An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir–Turkey). *Journal of Ethnopharmacology*, 139(2), 626-641.
- Potts, D. A., Rakow, G. W., & Males, D. R. (1999). *Canola-quality Brassica juncea, a new oilseed crop for the Canadian prairies*. In Proceedings of the 10th international rapeseed congress, Canberra, Australia (pp. 26-29).
- Preedy, V. R., & Watson, R. R. (Eds.). (2020). *Nuts and seeds in health and disease prevention*. Elsevier, Academic press.
- Premi, O. P., Kandpal, B. K., Rathore, S. S., Shekhawat, K., & Chauhan, J. S. (2013). Green manuring, mustard residue recycling and

- fertilizer application affects productivity and sustainability of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) in Indian semi-arid tropics. *Industrial Crops and Products*, 41, 423-429.
- Pruthi, J. S. (1992). *Spices and Condiments*. New Delhi, India: National Book Trust, pp. 160-164.
- Rahman, M., Khatun, A., Liu, L., & Barkla, B. J. (2018). Brassicaceae mustards: Traditional and agronomic uses in Australia and New Zealand. *Molecules*, 23(1), 231.
- Rakow, G., & Woods, D. (1987). Outcrossing in rape and mustard under Saskatchewan prairie conditions. *Canadian Journal of Plant Science* 67, 147-151.
- Raskin, I., Smith, R. D., & Salt, D. E. (1997). Phytoremediation of metals: using plants to remove pollutants from the environment. *Current opinion in biotechnology*, 8(2), 221-226.
- Şahin-Fidan, E. (2018). *Tek Tek Dağları Eteklerindeki Bazı Köylerde Etnobotanik Çalışma*. (Yüksek lisans tezi), Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Sasikumar, B., & Peter, K. V. (2012). Handbook of herbs and spices. *Woodhead Publishing: Sawston, UK, 1*, 452-468.
- Sharma, H. K., Kumar, A., Singh, V. V., Meena, H. S., Priyamedha, Meena, B. L., ... & Rai, P. K. (2022). Genetic resources of brassicas. *Cash Crops: Genetic Diversity, Erosion, Conservation and Utilization*, 285-337.
- Singh, K. (2013). Abundance of honeybees and nectar sugar concentration in mustard flower. *Environment and Ecology*, 31, 1111-1115.
- Sıralı, R., Uğur, A., Zambı, O., Dikmen, A., & Çağlar, S. (2013). The importance of some species of cruciferous (Brassicaceae) family for beekeeping. *Akademik Ziraat Dergisi*, 2(2), 107-115.
- Szöllösi, R. (2020). Indian mustard (*Brassica juncea* L.) seeds in health. *In Nuts and seeds in health and disease prevention* (pp. 357-364). Elsevier, Academic Press.
- Tavares, W. D. S., Legaspi, J. C., de Castro, A. A., Fouad, H. A., Haseeb, M., Meagher Jr, R. L., ... & Zanuncio, J. C. (2019). *Brassica nigra* and *Curcuma longa* compounds affecting interactions between *Spodoptera exigua* and its natural enemies *Cotesia flavipes* and *Podisus maculiventris*. *Dose-Response*, 17(1), 1559325819827454.

- Teper, D. (2003). Mosliwosc okreslenia gatunkow roslin oblatywanych przez trzmielena podstawie analizy palinologicznej ich odchodow. *XL Nauk. Konfer. Pszczel., Pulawy*, 11-12.
- TGDF. (2021). Türkiye gıda ve içecek sektörleri dış ticaret verileri. <https://www.tgdf.org.tr>. Erişim tarihi 21.02.2022.
- Thomas, J., Kuruvilla, K. M., Hrideek, T. K. (2012). Part II: Particular herbs and spices; Mustard (Ch.12). In: KV Peter (ed.). *Handbook of Herbs and Spices*. Elsevier, Cambridge.
- Tonguc, M. & Erbaş, S. (2012). Evaluation of fatty acid compositions and some seed characters of common wild plant species of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 36(6), 673-679.
- TUİK. (2021). Bitkisel üretim istatistikleri, <https://data.tuik.gov.tr>, Erişim tarihi, 21.02.2022.
- Turan, M., & Estringu, 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.
- Uhl, S. R. (2000). *Handbook of spices, seasonings and flavorings*. CRC Press.
- USDA. (2021). “Foreign agricultural service approved by the World agricultural outlook Board/ USDA”, <https://www.usda.gov/>, Erişim tarihi, 11.03. 2021.
- Woods, D. L., Capcara, J. J., & Downey, R. K. (1991). The potential of mustard (*Brassica juncea* (L.) Coss) as an edible oil crop on the Canadian Prairies. *Canadian Journal of Plant Science*, 71(1), 195-198.
- Wu, X. M., Chen, B. Y., Lu, G., Wang, H. Z., Xu, K., Guizhan, G., & Song, Y. (2009). Genetic diversity in oil and vegetable mustard (*Brassica juncea*) landraces revealed by SRAP markers. *Genetic resources and crop evolution*, 56, 1011-1022.
- Yeşilyurt, M. K., Arslan, M., & Eryilmaz, T. (2019). Application of response surface methodology for the optimization of biodiesel production from yellow mustard (*Sinapis alba* L.) seed oil. *International journal of green energy*, 16(1), 60-71.
- Yücel, E., Güney, F., & Şengün, İ. Y. (2010). The Wild plants consumed as a food in Mihaliçcik district (Eskişehir/Turkey) and consumption forms of these plants. *Biological Diversity and Conservation (BioDiCon)*, 3(3); 158-175.

Zhao, L., Wang, G., Liu, X., Chen, X., Shen, X., Yin, C., & Mao, Z. (2022). Control of Apple Replant Disease Using Mixed Cropping with *Brassica juncea* or *Allium fistulosum*. *Agriculture*, 12(1), 68.



ISBN: 978-625-367-522-6