BAHÇE BİTKİLERİ FAALİYETLERİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

EDİTÖRLER
Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR

İKSAD
Publishing House

BAHÇE BİTKİLERİ FAALİYETLERİNDE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR

YAZARLAR

Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU
Prof. Dr. Muharrem ERGUN
Prof. Dr. Yeşim OKAY
Doç. Dr. Ali İKİNCİ
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR
Doç. Dr. Aysen KOÇ
Doç. Dr. Murat KOÇ
Doç. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ
Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet CAF
Dr. Öğr. Üyesi Gülden BALCI
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ
Dr. Hande TAHMAZ KARAMAN
Dr. Ezgi DOĞAN
Dr. Selda DALER
Dr. Tuğba KILIÇ
Dr. Özge HORZUM
Öğr. Gör. Davut KARAHAN
Öğr. Gör. Ebubekir İZOL
Öğr. Gör. Enes KAYA
Öğr. Gör. Fırat İŞLEK
Öğr. Gör. Saadet Sevil YÜCEL
Arş. Gör. Mehmet ATAY
Arş. Gör. Zahide SÜSLÜOĞLU
Zir. Yük. Müh. Çağrı OVAYURT
Zir. Yük. Müh. Enes BARAN

İKSAD Publishing House

Copyright © 2022 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules.
Iksad Publications – 2022©

ISBN: 978-625-8405-87-3
Cover Photo: Atilla ÇAKIR
Cover Design: İbrahim KAYA
March / 2022
Ankara / Turkey
Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN
ÖNSÖZ
Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR…….....1

BÖLÜM 1
BAĞCILIKTA NANOTEKNOLOJİ KULLANIMI
Dr. Selda DALER…….....3

BÖLÜM 2
BAĞLARDA GÖRÜLEN BAZI BAKTERİYEL HASTALIKLAR
Arş. Gör. Mehmet ATAY
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU……....97

BÖLÜM 3
TÜRKİYE BAĞCILIĞINDA SALAMURA YAPRAĞIN ÖNEMİ
Zir. Yük. Müh. Çağrı OVAYURT
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR
Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU……..141

BÖLÜM 4
KIRMIZI ŞARAP ÜRETİMİNDE MASERASYON STİLLERİ
Dr. Hande TAHMAZ KARAMAN
Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU.....157

BÖLÜM 5
YOZGAT-AKDAĞMADENİ SALEP ORKİDELERİ
Dr. Tuğba KILIÇ
Doç. Dr. Aysen KOÇ
Dr. Öğr. Üyesi Gülden BALCI
Doç. Dr. Murat KOÇ.....181

BÖLÜM 6
GÜLLERDE BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN KULLANIMI
Dr. Ezgi DOĞAN
Dr. Tuğba KILIÇ…….....235

BÖLÜM 7
MEYVE AĞAÇLARINDA SELEKSİYON ISLAHI İÇİN CEVİZ ÖRNEĞİ
Zir. Yük. Müh. Enes BARAN
Arş. Gör. Zahide SÜSLÜOĞLU
Prof. Dr. Muharrem ERGUN……...259

BÖLÜM 8
HÜNNAP (*Ziziphus jujuba* Mill.) YETİŞTİRİCİLİĞİ
Doç. Dr. Ali İKİNCİ.....287

BÖLÜM 9
CEVİZİN ÇOĞALTILMASI
Öğr. Gör. Saadet Sevil YÜCEL
Prof. Dr. Yeşim OKAY…….....321

BÖLÜM 10
ESPALİER YAPIMINA UYGUN BİTKİ TÜRLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Ahmet CAF…….....359

BÖLÜM 11
TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER İLE YAPILAN BAZI KROMATOGRAFİK ANALİZLER
Öğr. Gör. Ebubekir İZOL
Doç. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ
Öğr. Gör. Davut KARAHAN
Öğr. Gör. Enes KAYA……..377

BÖLÜM 12
BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE İYİ TARIM UYGULAMALARI
Öğr. Gör. Fırat İŞLEK
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR…….....397

BÖLÜM 13
VERMİKOMPOSTUN TARIMDA KULLANIMI
Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ…….....415

BÖLÜM 14
BAHÇE BİTKİLERİ ÜRÜNLERİNDE HASAT SONRASI YENİ BİR YAKLAŞIM: MELATONİN
Dr. Özge HORZUM……..437

BÖLÜM 15
HİDROJEN SÜLFÜR GAZININ MEYVE GELİŞMESİ VE OLGUNLAŞMASINDAKİ ROLÜ VE HASAT SONU FİZYOLOJİ AÇISINDAN ÖNEMİ
Prof. Dr. Muharrem ERGUN……....463

BÖLÜM 16
HASAT SONRASI MEYVE VE SEBZELERDE MEYDANA GELEN BAZI FİZYOLOJİK BOZULMALAR VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ
Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU
Öğr. Gör. Fırat İŞLEK……...479

ÖNSÖZ

Tarım, bitkisel ve hayvansal ürünlerin üretilmesi, ürünlerin kalite ve verimlerinin yükseltilmesi, uygun koşullarda muhafazası, işlenip değerlendirilmesi ve pazara sunulmasını ele alan bir faaliyetler bütünüdür. Tarım sektörü, insanlığın yerleşik hayata geçmesinden itibaren ekonomik ve sosyal gelişmede çok önemli görevler üstlenmiş ve bu görevini günümüze kadar sürdürmüştür.

Özellikle bitkisel üretim alanında çok önemli bir yere sahip olan Bahçe Bitkileri; meyve, asma, sebze ve süs bitkileri yetiştiriciliği ile uğraşan tarımın teknik bir bilim dalı olarak nitelendirilmektedir. Bahçe bitkileri, bilim dalının içerdiği konular açısından birçok uygulamalı bilim dalı ile doğrudan ya da dolaylı olarak yakından ilişki içerisindedir. Ayrıca, bahçe bitkileri faaliyetlerinden elde edilen ürünler, beslenme ve insan sağlığı açısından da büyük bir öneme sahiptir. İnsan vücudunun başlıca kalori kaynakları olan karbonhidratlar, protein ve yağlar bahçe ürünlerinde yeteri kadar bulunmaktadır.

Ülkemizin bahçe bitkileri yetiştiriciliği açısından uygun ekolojik koşulları barındırması, dünyada mevcut gen merkezlerinden hem Yakındoğu hem de Akdeniz havzasını kapsaması nedeni ile önemli oranda birçok meyve, sebze, süs bitkisi türü ve çeşidinin orijin merkezi durumundadır. Buna ek olarak Türkiye'nin, göç yollarının üzerinde bulunması ve Anadolu tarihi ilk çağlarından beri birçok medeniyetin beşiği olması sayesinde değişik kültürlerin ve tekniklerin etkilerini de yetiştiriciliğe yansıtmaktadır. Bu nedenle ülkemiz bahçe bitkileri yetiştiriciliğinde, geleneksel yetiştiricilik teknikleri ile birlikte güncel

tekniklerin uygulandığı işletmeleri de barındırmaktadır. Köklü bir bahçe bitkileri kültürüne sahip olan ülkemizde, bu alanda son yıllarda çok önemli ilerlemeler kaydedilmiş ve bu gelişmeler sonucunda bazı bahçe bitkileri türlerinin üretiminde gözle görülür artış sağlanmıştır. Modern tekniklerin hayata geçirilebilir olması, yeni ıslah çeşitlerinin kullanılması, üretim ve pazarlama sistemlerinin de iyileştirilmesi ve geliştirilmesine bağlı olarak bahçe bitkileri üretiminin artması kaçınılmaz görünmektedir.

Bu kitapta, bahçe bitkileri yetiştiriciliği uygulamalarında üretim miktarı ve ürün kalitesini yükseltmeye yönelik yeni stratejiler geliştirebilecek ve bilgi birikimine katkıda bulunmayı hedefleyen yenilikçi potansiyel bahçe bitkileri uygulamaları bir araya getirilmiştir.

Editörler

Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU

Doç. Dr. Atilla ÇAKIR

BÖLÜM 1

BAĞCILIKTA NANOTEKNOLOJİ KULLANIMI

Dr. Selda DALER[1]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat/TÜRKİYE, ORCID: 0000-0003-0422-1444, e-posta: selda.daler@yobu.edu.tr

1. Giriş

Modern çağın endüstriyel devrimi olarak nitelendirilen nanoteknoloji (NT), nanometre ölçeğinde tasarlanan atomik ve moleküler malzemeler kullanılarak yürütülen araştırmaları ve geliştirilen teknolojileri ifade etmektedir (McNeil, 2005; Woldeamanuel ve ark., 2021). 1959 yılında, maddenin atomik ölçekte manipüle edilmesini öneren ve NT fikrini geliştiren Richard Feynman (Feynman, 1960) olmakla birlikte, NT terimini ilk kullanan 1974'te Norio Taniguchi olmuştur (Taniguchi, 1996). NT'nin, günümüzdeki popülaritesini yakalamasına sebep olan gelişmelerse 1980'lerde taramalı tünelleme mikroskobunun kullanılmaya başlanması ile gerçekleşmiştir. 1990'lı yıllarda bilim adamları tarafından karbon atomunun farklı sayılarda ve eşit yapılarda sıralanabildikleri keşfedilmiştir. 2005 yılından sonraki atılımlarla birlikte NT'nin kullanım alanları giderek artmıştır.

Nanoteknoloji; 1 ile 100 nm arası boyutlarda üretilen, sentetik veya organik yapıdaki moleküllerin veya düzeneklerin, fiziksel ve kimyasal yapılarının incelenmesi, mevcut malzemelerin farklı üretim süreçleri kullanılarak daha etkin, işlevsel ve dayanıklı hale getirilmesi, aynı zamanda enerji ve hammadde tasarrufu sağlanması konularını kapsayan bir kavram ve günümüzde artık bir bilim dalıdır (Kuzma ve Verhage, 2006; Iravani ve ark., 2014). Aktif maddelerin kontrollü salınımına olanak tanıması, aynı etkiyi göstermek için daha düşük konsantrasyonlara ihtiyaç duyulması, hedef olmayan organizmalar için daha düşük toksisite göstermesi, çevre kirliliğini ve maliyetleri azaltmaya katkıda bulunması, geleneksel muadillerine karşı

nanopartiküllerin (NP'ler) en önemli avantajlarıdır (Jampilek ve Kralova, 2021; Tarrahi ve ark., 2021). Faydaları ve potansiyel kullanım alanları oldukça geniş olan NT; biyomedikal, kimya, tıp, optik, ilaç, kozmetik, tekstil, gıda, tarım, çevre, enerji, elektronik ve ulaşım gibi çeşitli faaliyet sektörlerini ve bilimsel disiplinleri kapsayan, kolaylaştırıcı bir teknolojiler bütünüdür (Rai ve Ingle, 2012; Judy ve Bertsch, 2014; Woldeamanuel ve ark., 2021). Nano özellikli ürünlerle ilgili güncel kayıtların tutulduğu NT ürünleri veri tabanı web sitesinde, halihazırda 64 ülkede 2855 şirkete ait, toplam 9528 ticari ürünün yer aldığı bildirilmiştir (Anonim, 2022). NT'nin tarım endüstrisindeki kullanımı oldukça yenidir. Bundan dolayı, NP'lerin, tarımsal alanlarda kullanılabilme potansiyellerinin araştırılması, bitki büyüme ve gelişimi ile kalite ve verimliliği üzerinde yaratacağı avantajlarının yanında olası dezavantajlarının detaylı bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. NT'nin etki mekanizmalarının anlaşılması, özellikle geniş üretim alanlarına sahip ve ekonomik getirisi yüksek bitki türleri açısından daha büyük önem arz etmektedir.

Üzüm (*Vitis vinifera* L.); üretim alanı, üretim miktarı ve ekonomik değeri bakımından dünyanın en önemli meyve türleri arasında yer almaktadır. Bağcılık, dünya üzerinde 77.4 milyon tonluk üzüm üretimiyle, 7.3 milyon hektarlık geniş bir yüzey alanına sahiptir (Anonim, 2020). Üretilen üzümler, sofralık olarak taze tüketimlerinin yanında; kuru üzüm, şarap, şıra, sirke, reçel, üzüm çekirdeği ekstresi ve üzüm çekirdeği yağı gibi işlenmiş ürünler olarak da değerlendirilebilmektedir. Üzüm, besin değerini oluşturan ve sağlık

açısından son derece önemli olan vitamin, protein, karbonhidrat ve mineraller başta olmak üzere; kafeik asit gibi fenolik asitler; polifenoller; flavonoller, flavanoller ve antosiyanin gibi flavonoidler; proantosiyanidinler ve resveratrol gibi flavonoid olmayan diğer bileşikler bakımından oldukça zengindir (Xia ve ark., 2010; Lim, 2013). Bağcılıkta NT'den, büyüme ve gelişiminin düzenlenmesi, biyotik ve abiyotik stresin azaltılması, verim ve kalitenin iyileştirilmesi, sekonder metabolitlerin üretimi, hasat sonrası muhafaza ömrünün uzatılması gibi çeşitli amaçlarla faydalanılmakta ve yapılan araştırmalar NT uygulamalarının bağcılıkta sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önemli bir potansiyel taşıdığına işaret etmektedir.

2. NP'lerin Sınıflandırılması

NT'nin temelini oluşturan NP'ler, çok farklı şekillerde sınıflandırılmaktadırlar. Bu sınıflandırma çeşitleri arasında en çok kullanılanlar bileşimlerine, morfolojilerine, yüzeylerine ve kaynaklarına göre yapılmaktadır.

2.1. Polimerik NP'ler

Makromoleküler maddeler üzerinde kapsüllenmiş veya adsorbe edilmiş biyoaktif maddeler içeren, kolloidal, mikron altı (1-1000 nm) partiküllerdir. Tarım NT'sinde, bu taşıyıcı ajanlar, ürün verimini artırmak veya zararlıları kontrol altına almak amacıyla, tarım kimyasallarının yavaş ve sürekli salınımının gerçekleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Poli(y-glutamik asit) (y-PGA), poli(epsilon-kaprolakton) (PCL), polietilen glycol (PEG), poli(laktik-ko-glikolik

asit) (PLGA) ve poli(vinil alkol) (PVA), zirai kimyasalların dağıtımı amacıyla en yaygın kullanılan polimerlerdir (Acharya ve Pal, 2020).

2.2. Metalik NP'ler

Metalik NP'ler, metal elementlerden (Ag, Cu, Zn, Fe vb.) veya bunların oksit bileşiklerinden (CuO, ZnO, Fe_2O_3, TiO_2 vb.) oluşmaktadır (Manikandan ve ark., 2017). Geniş yüzey alanları, spesifik fiziksel ve kimyasal özellikleri ile ~~M~~metalik NP'ler, gıda ve tarım sektörleri de dahil olmak üzere farklı birçok alanda kullanım imkanı bulmaktadır (Haverkamp ve Marshall, 2009; Ramyadevi ve ark., 2012; Kındığılı, 2021). Düşük dozlarda uygulandıklarında bitki büyüme ve gelişimini teşvik ederek, daha yüksek verim elde edilmesini sağlayan metalik NP'ler (El-Ramady ve ark., 2018; Adisa ve ark., 2019; Abbasifar ve ark., 2020); yüksek konsantrasyonlarda toksik etki gösterebilmektedir. Tarımsal açıdan önemli olan ve en yaygın kullanılan NP'lerden bazıları kısaca aşağıda özetlenmiştir.

Gümüş (Ag): Ag NP'lerin geniş bir patojen yelpazesi üzerinde, güçlü bir antibakteriyel, antifungal ve antiviral ajan olduğu yapılan araştırmalarla ortaya koyulmuştur (Cleveland ve ark., 2012; Xiu ve ark., 2012; Acharya ve Pal, 2020). Antimikrobiyal özelliklerinin yanı sıra Ag NP'ler, bitki büyüme ve gelişimine pozitif etkileri ve yaşlanmayı kontrol eden etilen inhibisyon metabolizmasındaki önemli rollerinden dolayı tarımsal konularda büyük ilgi görmektedir (Sarmast ve Salehi, 2016).

Bakır (Cu): Katalitik, optik ve elektriksel özelliklere sahip Cu NP'ler; özellikle, antimikrobiyal aktiviteleri nedeniyle, geniş spektrumlu bir kontrol ajanı olarak kullanılmaktadır (Ingle ve ark., 2014). Ayrıca, TiO_2'den farklı olarak, Cu'nun toksisite eşiğine düşük konsantrasyonlarda ulaşılmaktadır.

Titanyum dioksit (TiO_2): 5-30 nm boyutlarındaki TiO_2 NP'leri, NT endüstrisinde oldukça yüksek üretim ve kullanıma sahiptir. Özellikle fotokatalitik ve foto koruyucu kapasitesinden yararlanılan TiO_2 NP'lerin (Yang ve ark., 2006; Lyu ve ark., 2017); farklı bitki türlerinde; düşük sıcaklık (Mohammadi ve ark., 2014), kuraklık (Jaberzadeh ve ark., 2013; Kiapour ve ark., 2015; Aghdam ve ark, 2016; Mohammadi ve ark., 2016), NaCl (Khan, 2016) ve ultraviyole (UV) (Zheng ve ark., 2008) gibi çeşitli stres faktörlerine karşı antioksidan kapasiteyi artırarak tolerans sağladığı bildirilmiştir (Lyu ve ark., 2017).

Çinko oksit (ZnO): 100 nm boyutları ve geniş yüzey alanı ile bitkiler tarafından kolayca emilerek çinko noksanlığının giderilmesinde oldukça verimlidirler (Jomini ve ark., 2015). Bitkilerin büyüme ve gelişme fonksiyonları üzerine önemli etkileri olan ZnO NP'lerin, aynı zamanda farklı birçok bitki türünde antimikrobiyal etkilerinin bulunduğu rapor edilmiştir (Elumalai ve ark., 2015; Narendhran ve ark., 2016; García-López ve ark., 2019; Abou El-Nasr ve ark., 2021).

Bakır oksit (CuO): Geniş yüzey alanı ve reaktif morfolojisi, kimyasal ve termal kararlılığı, düşük maliyeti, kullanım kolaylığı ve katalizör olarak yeniden kullanılabilirliği nedeniyle en yaygın kullanılan metal

oksit NP'lerden biridir (Reyes-Torres ve ark., 2019; Velsankar ve ark., 2020). CuO NP'ler, yüksek stabiliteye sahip olduklarından gram pozitif ve gram negatif bakterilere karşı oldukça etkilidir. Ayrıca, antifungal ve antiviral ajan olarak da kullanımı mevcuttur (Singh ve ark., 2017; Suresh ve ark., 2020).

Demir oksit (Fe_2O_3, Fe_3O_4): Tarımda yaygın olarak kullanılan önemli NP'ler arasında yer almaktadır (Singh ve ark., 2016). Fe NP'ler genellikle <10-20 nm boyutlarındadır ve taklit edilemez bir manyetizma biçimi sergilerler (Sheng-Nan ve ark., 2014; Karpagavinayagam ve Vedhi, 2019). Yapılan araştırmalar, demir oksit NP'lerin bitkilerin büyüme ve verimini olumlu yönde etkilediğini ortaya koymuştur (Sheykhbaglou ve ark., 2010; Ghafari ve Razmjoo, 2013; Rui ve ark., 2016).

2.3. Metaloid NP'ler

Selenyum (Se): Bitkilerdeki noksanlığı ve toksisitesi arasındaki sınır çok dar olduğundan, topraklardaki yönetimi oldukça zor bir elementtir (Adebayo ve ark., 2020). Bazı araştırmacılar tarafından metaller ve ametaller arasında ara özellikler gösteren metaloid olarak sınıflandırılmaktadır (Kurokawa ve Berry, 2013; Brasted, 2021). Kimyasal olarak kükürde benzemekte ve bitkilerde alınım ve taşınım için benzer bir yolu paylaşmaktadır. Se antioksidan görevi görerek bitkileri oksidatif hasarlardan korumakta, abiyotik streslerin bitkiler üzerindeki olumsuz etkilerini modüle edebilmektedir (Kaur ve ark., 2014; Hasanuzzaman ve ark., 2020).

Silikon (Si) ve silika (SiO_2): Silikon ve Silika NP'ler, özellikle yüksek sıcaklık, tuzluluk, kuraklık ve ağır metal toksisitesi gibi abiyotik stres koşulları altında bitki büyüme ve gelişimini destekleyerek stres zararını hafifletebilmekte ve aynı zamanda, bitkilerde bazı savunma mekanizmalarını aktive ederek fizyolojik süreçleri düzenleyebilmektedirler (Ma, 2004; Liang ve ark., 2007; Jampilek ve Kralova, 2021).

2.4. Karbon bazlı NP'ler

Karbon noktaları (CD'ler), grafenler (GR'ler), grafen kuantum noktaları (GR QD'ler), grafen nanotabakaları (GNS'ler), grafen oksitler (GO'lar), azaltılmış GO'lar (rGO'lar), fullerenler (C60), tek duvarlı (SWCNT'ler) ve çok duvarlı karbon nanotüpler (MWCNT'ler) gibi karbon bazlı NP'lerin, tarımda kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Mukherjee ve ark., 2016; Zaytseva ve Neumann, 2016; Mittal ve ark., 2019; Placha ve Jampilek, 2019). CD'ler, amorf veya nanokristal yapıda bir çekirdeğe sahip yarı küresel karbon bazlı NP'lerdir (>10 nm). GR, yoğun, petek şeklinde kristal yapıya yerleştirilen ve serbest duran karbon atomlarından oluşan iki boyutlu allotropik bir karbon şeklidir. GO, grafen levhaların düzlemsel yüzeylerine ve kenarlarına karbonil, hidroksi ve epoksit gruplarının eklenmesiyle elde edilirken, rGO, GR'nin oksidasyonu ve ardından indirgemesiyle elde edilmektedir. Fullerenler tamamen karbondan oluşur ve içi boş toplar (buckyball'lar), elipsoidler veya tüpler (buckytüpler veya CNT'ler) şeklinde bulunurlar. Karbon nanotüpler (CNT'ler), açık veya kapalı uçlu silindirik yapılardır ve sarılmış grafen tabakalarının, eşmerkezli

katmanlarının sayısına bağlı olarak, uzunlukları 100 nm ila birkaç santimetre arasında değişen SWCNT'ler (dış çap 0.8–2 nm) ve MWCNT'ler (dış çap 5–20 nm) olarak sınıflandırılmaktadır (Placha ve Jampilek, 2019; Crista ve ark., 2020; Zarzycki ve ark., 2020).

NP'ler, bileşimlerinin yanı sıra; morfoloji ve yüzeyleri bakımından da çeşitlilik göstermektedir. NP'ler morfolojik olarak; silindirik, prizmatik, kübik, küresel, çubuk, spiral vb. yapılarda olabilmektedir (Cushing ve ark., 2004; Grumezescu, 2018). Yüzey özellikleri bakımından NP'ler, nanonoktalar gibi uzunluk, genişlik ve yükseklik tek bir noktada sabitlendiğinde sıfır boyutlu, grafen gibi yalnızca bir parametreye sahip olduğunda tek boyutlu, karbon nanotüpler gibi uzunluk ve genişliğe sahip olduğunda iki boyutlu, Au NP'ler gibi uzunluk, genişlik ve yükseklik gibi tüm parametrelere sahip olduğunda üç boyutlu yapılarda bulunabilmektedirler (Ealia ve Saravanakumar, 2017; Rajendran ve ark., 2018). NP'ler, boyutlarına bağlı olarak oluşturuldukları makro bileşenin özelliklerinden çok farklı ve üstün sayılabilecek birtakım fonksiyonlar gösterebilmektedirler (Miralles ve ark., 2012). Bu üstün özellik ve fonksiyon kazanımının altında yatan iki ana faktör vardır. Birinci faktör, kuantum etkisi ve ikinci faktör ise yüzey etkisidir. Partikül boyutları küçüldükçe yüzey/hacim oranı artış göstermekte ve buna bağlı olarak yüzey enerjisi artmakta ve böylece NP'ler daha reaktif bir hal alarak; fiziksel güç, elastiklik, kimyasal reaktivite, elektriksel iletkenlik, manyetizma, optik etki ve işlevsellik özelliklerinde farklılaşma meydana gelmektedir (Rajendran ve ark., 2018). NP'lerin önemli özelliklerinden bir diğeri ise biyolojik

sistemlerle iletişim kurma konusundaki üstünlüğüdür. Küçük boyutları özel hücre içi ve hücre dışı etkileşimlere izin vermektedir (Woldeamanuel ve ark., 2021). Kaynağına göre NP'ler doğal, antropojenik ve tasarlanmış NP'ler olmak üzere üç başlık altında toplanmaktadır (Kökdemir Ünşar ve Perendeci, 2016). Doğal NP'ler insan yapımı olmayan, kendiliğinden oluşan (volkanik tozlar, topraktaki nano boyutlu killer, organik maddeler, mineraller vb.) geniş bir materyal çeşitliliğini kapsarken (Klaine ve ark., 2008); antropojenik NP'ler, insan aktiviteleri sonucunda ortaya çıkan (kurum, bina yıkımları vb.) materyalleri kapsamaktadır (Buzea ve ark., 2007; Hester ve Harrison, 2007). Tasarlanmış NP'ler ise insanoğlu tarafından, belirli amaçlara yönelik olarak özel olarak hazırlanan ve fiziksel, kimyasal ya da biyolojik yöntemlerle sentezlenen materyallerdir (Kökdemir Ünşar, 2013).

3. NP'lerin Sentez Yöntemleri

NP'lerin üretimi için geliştirilen sentez yöntemleri; fiziksel yöntemler, kimyasal yöntemler ve daha yakın zamanda geliştirilen biyolojik yöntemler olarak sınıflandırılmaktadır. Bununla birlikte, NP'lerin üretiminde kullanılan yöntemler üzerine; top-down (yukarıdan aşağı) ve bottom-up (aşağıdan yukarı) olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır (Iravani ve ark., 2014; de Oliveira ve ark., 2020). Top-down metodu malzemeye dışarıdan mekaniksel işlemler uygulanarak malzemenin nano boyuta kadar küçük parçalara ayrılması esasına dayanmaktadır. Bottom up yaklaşımı ise atomik veya moleküler boyuttaki yapıların kimyasal reaksiyonlar ile büyütülerek partikül

oluşumunun gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Mittal ve ark., 2013; Jamkhande ve ark., 2019). Fiziksel yöntemler, yığın malzemeden başlanarak mekanik hareketle art arda daha küçük parçaların elde edildiği yukarıdan aşağıya bir yaklaşım kullanmaktadır. Öte yandan, aşağıdan yukarıya yaklaşımlar, organik çözücüler içeren kimyasal yöntemlerde ve ayrıca biyolojik materyalleri kullanarak yeşil sentez süreçlerine odaklanan biyolojik yöntemlerde kullanılmaktadır (Wang ve Xia, 2004; Vetchinkina ve ark., 2018). NP'ler genellikle yüksek yüzey enerjisi ile karakterize edildiklerinden, son derece reaktiftirler; herhangi bir koruma veya pasivasyon yapılmadığında hızlı agregasyon ve aglomerasyon gösterebilmektedirler (Raveendran ve ark., 2003). Bu sorunları çözmek için farklı stabilizatörler (donör ligandlar, polimerler ve deterjanlar) kullanılmaktadır (Jampilek ve Kralova, 2021).

Günümüzde NP'lerin yeşil sentezi, diğer sentez yöntemlerine kıyasla daha çok tercih edilir hale gelmiştir. Bunun en önemli nedeni, sentez tekniklerinin daha ekonomik, verimli, çevresel açıdan güvenli ve toksik olmayan prosedürleri içermesidir (Makarov ve ark., 2014). Yeşil sentez, büyük ölçekli sentez için uygulanması kolay olduğundan ve aynı zamanda yüksek basınç, sıcaklık, enerji ya da toksik bir kimyasal kullanımına gerek duyulmadığından fiziksel ve kimyasal yöntemlere göre bir ilerleme olarak kabul edilmektedir (Malabadi ve ark., 2012; Bhavyasree ve Xavier, 2020). NP'leri sentezlemek amacıyla farklı bitki kısımları, mikroorganizmalar, amino asitler, glikoz vb. organik kökenli malzemeleri içeren çevre dostu yeşil kimya temelli teknikler kullanılmaktadır (Regiel ve ark., 2013; Suresh ve ark., 2018; Ishak ve

ark., 2019). Bitkisel materyaller kullanılarak üretilen NP'ler, mikroorganizma kaynaklı olanlardan daha kararlıdır ve sentez hızı daha yüksektir. Ayrıca şekil ve boyut bakımından daha çeşitlidir. NP'lerin yeşil sentezinde temel ilke, metal iyonlarının organizmalarda bulunan enzimler/proteinler, aminoasitler, polisakkaritler ve vitaminler gibi çeşitli biyomoleküllerle indirgenmesidir (Luque ve Varma, 2012; Agarwal ve ark., 2017; Makhlouf ve Barhoum, 2018; Sharon, 2019; Shukla ve Iravani, 2019). Bitkiler; alkaloidler, avonoidler, saponinler, steroidler, tanenler ve fenolik asitler gibi sekonder metabolitler açısından zengindir. Bu metabolitlerin çoğunun hem indirgeyici hem de stabilize edici ajanlar olarak hareket ettiği ve metalik NP'lerin tehlikeli olmayan yollarla agregasyonunu ve aglomerasyonunu engellediği bilinmektedir (Kharissova ve ark., 2013; Kuppusamy ve ark., 2016; Singh ve ark., 2016). Bitki ekstraktının türü ve konsantrasyonu, oluşan NP'lerin morfolojisini etkilerken, ekstraksiyon ortamının sıcaklığı ve pH'sı, NP'lerin büyümesini ve boyutunu kontrol etmektedir (Makarov ve ark., 2014; Sankar ve ark., 2014).

Tasarlanan metal veya karbon bazlı NP'lerin karakterizasyonun yapılması amacıyla; şekil, boyut, yapı, kompozisyon, gözeneklilik, yüzey alanı, yüzey yükü vb. özelliklerinin tespitinde: Dinamik Işık Saçılımı (DLS), Zeta Potansiyel Analizi (ZP), Geçirimli Elektron Mikroskobu (TEM), Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM), Atomik Kuvvet Mikroskobu (AFM), X-Işını Difraksiyon spektroskopisi (XRD), Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi (FTIR), Ultraviyole ve Görünür Işık Absorpsiyon Spektroskopi (UV-Vis) gibi

çeşitli analiz yöntemleri kullanılmaktadır (Moghadam ve Motalleb, 2015; Erdim ve ark., 2019).

4. NP'lerin Tarımda Kullanımı

Geleneksel tarım sistemlerinde verimliliği sağlamak amacıyla yoğun olarak kullanılan tarımsal kimyasallar, gübreler ve pestisitler, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesine ve bunun sonucunda ekosistem dengesinin bozulmasına neden olmaktadır (Foley ve ark., 2011). Son yıllarda araştırmacılar tarafından geleneksel tarım algısını değiştirmek için çok sayıda strateji geliştirilmiştir. Öngörülen birçok uygulama arasında NT'nin; tohum çimlenmesi, fide gelişimi ve ilerleyen aşamalarda bitki büyümesini modüle etmedeki başarıları nedeniyle, tarım sektöründe devrim yaratma niteliğinde olduğu ifade edilmektedir (Kamle ve ark., 2020).

NT'nin tarım sistemlerinde uygulanması "Fitonanoteknoloji" olarak tanımlanmaktadır (Wang ve ark., 2016; Fincheira ve ark., 2019). NP'ler, yüzey-hacim oranı, boyut ve optik nitelikler gibi ayırt edici fizikokimyasal özellikleri nedeniyle tarımsal alanlarda geniş bir kullanım potansiyeline sahiptir (Biju ve ark., 2008; Shende ve ark., 2021). Tarımsal amaçlar için modifiye edilmiş NP'ler, nano-gübrelerden besin maddelerinin yavaş ve kontrollü salınımı (Raliya ve ark., 2017) ile bitki gelişiminin düzenlenmesi (Sharma ve ark., 2012), Nano-elisitörlerle bitkilerde sekonder metabolit üretimi, nano-kapsüllenmiş pestisitlerden aktif bileşenlerin yavaş ve sürekli dağıtımı, nano-filmler kullanılarak tarımsal gıda ürünlerinin muhafaza süresinin uzatılması (Berekaa, 2015), hızlı ve seçici bitki patojeni ve pestisit

tespiti için nano-biyosensörler (Duncan ve ark., 2011), toprak ve su kirleticilerinin nano-biyoremediasyonu (Rajput ve ark., 2021a; Shende ve ark., 2021) ve su kullanım etkinliğinin artırılması gibi sürdürülebilir yollarla modern tarıma katkı sağlamaktadır (Salamanca-Buentello ve ark., 2005; Subramanian ve Tarafdar, 2011; Rizwan ve ark., 2014; Cecchin ve ark., 2017; Chauhan ve ark., 2020; Usman ve ark., 2020; Yadav ve ark., 2020).

Günümüzde tarım alanında, 26 ülkede, 73 firma tarafından yaklaşık 229 adet NP ticari olarak üretilmektedir. Bu NP'lerin, %17.47'si bitki korumada, %43.23'ü gübrelemede, %3.49'u toprak iyileştirmede, %10.48'i bitki büyüme düzenleyicisi olarak ve %25.33'ü ise hayvancılıkta kullanılmaktadır. Dünyada nano özellikli tarım ürünleri üreten ülkeler arasında ilk sırada Hindistan (61 ürün) yer alırken, hemen sonrasında Almanya (29 ürün) ve İngiltere (22 ürün) gelmekte olup, tarım endüstrisi alanında en çok üretilen NP'ler %37.93 ile Ag; %12.07 ile silikon dioksit (SiO_2) ve %1.72 ile titanyum dioksit (TiO_2) oluşturmaktadır (Anonim, 2022).

4.1. NP'lerin absorbsiyon, translokasyon ve akümülasyonu

NP'ler doğrudan toprağa veya püskürtme yoluyla yapraklara uygulanabilmektedir. Yapraktan uygulamada NP'ler ilk olarak kütiküla tabakasına penetre olmakta, ardından hidrofobik veya lipofilik yollar aracılığıyla stoma ve hidatodlara ulaşmaktadır (Schönherr, 2002; Mittal ve ark., 2020). Topraktan uygulamada ise NP'ler, öncelikle kök epidermisinin hücre duvarı ve membranı ile etkileşime girmektedir. Ardından, korteks, endodermis ve perisikl yoluyla kortikal hücrelere ve

daha sonra apoplastik ve simplastik yollar aracılığıyla ksilem kanallarına ulaşmakta ve ksilem boyunca sürgünlere ve yapraklara taşınmaktadır (Pérez-de-Luque, 2017; Lv ve ark., 2019; Fiol ve ark., 2021). NP'lerin translokasyon yollarının net olarak anlaşılması hem toksisitenin değerlendirilmesine hem de bitki hücrelerindeki birikiminin azaltılmasına yönelik yeni tasarımların gerçekleştirilmesine imkan tanıyabilir.

4.2. Nano-pestisitler

Pestisitler, ürün kalitesini etkileyen ve verimi azaltan hastalık, zararlı veya yabancı otlarla mücadele etmek ve aynı zamanda bitkisel direnci artırmak amacıyla kullanılan kimyasal substratlardır (Prasad ve ark., 2017; Usman ve ark., 2020; Ranjan ve ark., 2021). Bununla birlikte geleneksel pestisitlerle ilgili olarak suda düşük çözünürlük, zayıf stabilite ve sürekli salınımı bozabilen uçucu yapı gibi bazı sorunlar bulunmaktadır (Huang ve ark., 2018; Lushchak ve ark., 2018; Worrall ve ark., 2018; Chaud ve ark., 2021; Zobir ve ark., 2021). Yapılan çalışmalar, nano-pestisitlerin, patojenleri, zararlıları ve yabancı otları kontrol altına alarak bitkilerin sağlıklı büyüme ve gelişimine katkıda bulunabildiğini ve bu sayede üretim kalitesini iyileştirerek, verimliliği artırabildiğini ortaya koymuştur (Balah ve Pudake, 2019). Bununla birlikte araştırmacılar, yüksek stabilite ve kontrollü salınım özellikleri nedeniyle, hedef organizmaların pestisitlere maruziyet süresini uzatarak, zirai kimyasallara duyulan ihtiyacı azaltma potansiyelleri bakımından nano-pestisitlerin, tarımsal sorunlara çevreci ve ekonomik çözümler getireceğini ifade etmektedir (Roy ve ark., 2014; Prasad ve

ark., 2017; Guan ve ark., 2018a, b; Worrall ve ark., 2018; Hernandez-Diaz ve ark., 2020; Xu ve ark., 2022). Nano-pestisitler, nano boyutlu aktif bileşenler (NP'ler) ve moleküler aktif bileşen nanotaşıyıcı kompleksleri (nano-kapsüller) olmak üzere iki şekilde uygulanabilmektedir (Xiang ve ark., 2017; Guan ve ark., 2018a; Zhang ve ark., 2019; Bilal ve ark., 2020; Shan ve ark., 2020; Xu ve ark., 2020). Bu amaçla yaygın olarak kullanılan nano-kapsüllü pestisitler, kullanıldıkları alana spesifik olup, hedef olmayan organizmaların korunması ve diğer yardımcı onarımlar için fayda sağlamaktadır (Petosa ve ark., 2017). Ayrıca, bitkiler patojenlerle etkileşime girdiğinde uygun alanlara jasmonik asit, salisilik asit ve benzotiadiazol gibi sistemik bileşikler göndererek etkili bir savunma mekanizması oluşturmaktadır (Kashyap ve ark., 2015; Faizan ve ark., 2021).

Dünya çapında bağcılığı etkileyen en önemli bakteriyel hastalıkların bağ kanseri (*Agrobacterium vitis*), Pierce's hastalığı (*Xylella fastidiosa*) ve bakteriyel yanıklık (*Xylophilus ampelinus*) olduğu bilinmektedir (Szegedi ve Civerolo, 2011). Yapılan araştırmalar nano-bakterisit uygulamalarının çeşitli bakteriyel hastalıkların kontrolünü sağlamak amacıyla etkin bir şekilde kullanıldığını ortaya koymaktadır. Baldassarre ve ark. (2018), zeytinde *Xylella fastidiosa*'nın kontrolü için kalsiyum karbonat ($CaCO_3$) nanokristallerini kullandıkları çalışmalarında, potansiyel etkinliği sera koşullarında test etmişlerdir. Diğer bir araştırmada Bindhu ve ark. (2016), MgO NP'lerin *Staphylococcus aureus*'a karşı son derece güçlü bir antibakteriyel etkiye sahip olduğunu tespit etmiştir. Yapılan çalışmalar, MgO

NP'lerin *Pseudomonas aeruginosa* ve *Escherichia coli* gibi bakterilerin hücre zarlarını tahrip ederek hücre içi bozulmaya ve böylece bakterilerin ölümüne neden olabildiğini bildirmekteedir (Jin ve He, 2011). Bakteriler, hasat öncesinde olduğu gibi hasat sonrasında da önemli bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır. Depolama sırasında patojenik bakterilerin gelişimi tarımsal ürünlerin bozulmasına ve önemli ürün kayıplarına yol açabilmektedir. Bununla birlikte, yapılan araştırmalar NP'lerin, gıdaların taşınması ve depolanması sırasında patojen bakterilerin kontrol altına alınması bakımından etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır (Bumbudsanpharoke ve Ko, 2015; Prasad ve ark., 2017). Castelo Branco Melo ve ark. (2018), kitosan NP'lerin sofralık üzümlerde, patojenik gıda kaynaklı bakterilere karşı inhibitör bir etki gösterdiğinin altını çizmişlerdir. Mehmood ve ark. (2020), %20 manyetik demir oksit (MIO) NP'leri içeren jelatin nanokompozit filmlerinin, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı oldukça yüksek antimikrobiyal aktivite sergilediğini ve bu nedenle üzümlerin raf ömrünü uzatma potansiyelinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Bağcılıkta en sık rastlanan ve önemli ekonomik kayıplara neden olan başlıca fungal hastalıklar Külleme (*Erysiphe necator*), mildiyö (*Plasmopara viticola*) ve kurşuni küf (*Botrytis cinerea*)'tür (Rienth ve ark., 2021). Yapılan çalışmalarda, çeşitli fungus türlerine karşı kullanılan nano-fungisitlerin önemli etkilere sahip oldukları rapor edilmiştir (Vishwakarma ve ark., 2018). Kim ve ark. (2008) tarafından, çift kapsüllü koloidal Ag NP solüsyonunun gül küllemesine karşı

antifungal aktivite sergilediği rapor edilmiştir. Diğer taraftan Worrall ve ark. (2018), yaprak ve toprak kökenli bazı bitki hastalıklarına karşı Cu NP'ler, CuO NP'ler, Ag NP'ler ve ZnO NP'lerin etkinliklerini karşılaştırmışlar, sonuç olarak; ZnO NP'ler ile Ag NP'lerin *Botrytis cinerea* üzerinde önemli bir inhibitör etkisi gösterdiğini, Cu NP'lerin ise misel gelişimini engellemede son derece etkili olduğunu belirlemişlerdir. Jo ve ark. (2009), Ag NP'lerin, *Bipolaris sorokiniana* ve *Magnaporthe grisea*'ya karşı antifungal aktivite gösterdiğini tespit etmiştir. Pariona ve ark. (2019), gerçekleştirilen in vitro deneylerde yeşil sentezlenmiş Cu NP'lerin, *Fusarium solani, Neofusicoccum* spp. ve *Fusarium oxysporum*'a karşı etkili mantar önleyici ajanlar olduklarını saptamışlardır. Benzer bir çalışmada Sharma ve ark. (2017), kobalt ve nikel ferrit ($CoFe_2O_4$ ve $NiFe_2O_4$) NP'lerin *Fusarium oxysporum, Colletotrichum gloeosporioides* ve *Dematophora necatrix*'e karşı antimikotik aktivite gösterdiğini belirlemiştir. Chen ve ark. (2020) ise NP'lerin, hif yerine sporlara uygulandıklarında toksisitesinin önemli ölçüde arttığını ve bu nedenle NP'lerin koruyucu fungusit uygulamaları olarak yüksek bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymuştur.

Viral hastalıklar, bağların verimliliğini ve ekonomik ömrünü doğrudan etkilemektedir. Asmalar için dünya çapında 80'den fazla virüs ve virüs benzeri hastalık tanımlanmıştır (Martelli ve ark., 2017; Umer ve ark., 2019). Bunların içerisinde en yaygın görülen ve ekonomik olarak en büyük kayıplara neden olan başlıca virüsler, Asma Yaprak Kıvırcıklığı Virüsü (Grapevine Leafroll Virus), Asma Yelpaze Yaprak Virüsü

(Grapevine Fanleaf Virus) ve Asma Gövde Çukurlaşma Virüsü (Rugose Wood Complex)'dür. Virüsle bulaşmış asmaların bilinen bir tedavisi bulunmamakla birlikte, yapılan çalışmalar küçük boyutları ve yüksek etkinlikleri nedeniyle NP'lerin viral enfeksiyonlara karşı kontrol potansiyellerine sahip anti-viral ajanlar olduklarına işaret etmektedir. Cai ve ark. (2019), ZnO NP ve SiO_2 NP'lerin tütün mozaik virüsü (TMV) üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, NP uygulanan tütün bitkilerinde, kontrol grubuna göre belirgin şekilde daha düşük virüs kolonizasyonu tespit edildiğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde, Jain ve Kothari (2014), fasulye yapraklarına püskürtülen gümüş NP'lerin, Sunn-kenevir rozet virüsünü tamamen baskıladığını bildirmiştir.

Bağlarda görülen zararlılar başta salkım güvesi olmak üzere; filoksera, maymuncuk, yaprak uyuzu, unlu bit, bağ üvezi ve tripslerdir (Turanlı, 2017). Yüksek kaliteli ve verimli üretim için zararlıları kontrol altına almak amacıyla kullanılan insektisitlerin, çevreye ve çevrede yaşayan diğer organizmalara zarar verdiği bilinmektedir. Bununla birlikte, bazı insektisitler suda tam olarak çözünemediklerinden, organik çözücüler içerisinde çözünmeleri gerekmekte olup, bu da onları daha toksik hale getirmekte ve aynı zamanda pestisit maliyetini artırmaktadır (Lushchak ve ark., 2018; Herrmann ve ark., 2000; Karimi ve ark., 2021). Geliştirilen nano-insektisitlerin, aktif moleküllerin salınımını yavaşlatarak toksisiteyi hafifletebildiği ve aynı zamanda, insektisitlerin çözünürlüğünü artırabildiği tespit edilmiştir (de Oliveira ve ark., 2021; Okey-Onyesolu ve ark., 2021). Çeşitli araştırmacılar tarafından,

modifiye edilmiş kitosan ve gözenekli silika bazlı NP'ler etkili bir şekilde insektisitlere yüklenerek daha az su içerisinde çözünebilir pestisitler hazırlanmıştır (Etesami, 2018; Huang ve ark., 2018; Chaud ve ark., 2021). NP'lerin katı-sıvı karışım halinde kullanılması insektisitlerle ilgili buharlaşma veya uçma sorununu da çözmüştür (Servin ve ark., 2015; Worrall ve ark., 2018). Chakravarthy ve ark. (2012), CdS NP, Ag NP ve TiO_2 NP'lerini laboratuvar koşulları altında, *Spodoptera litura Fab*'a (Lepidoptera: Noctuidae) karşı test etmiştir. Başka bir çalışmada Vinutha ve ark. (2013), *Helicoverpa armigera* Hbn.'nın (Lepidoptera: Noctuidae) kontrolü için NP'leri kullanmıştır. Rouhani ve ark. (2012) ise *Aphis nerii* Boyer De Fonscolombe'ye (Hemiptera: Aphididae) karşı Ag NP ve Zn NP'lerin etkinliğini değerlendirmiştir.

Bağ alanlarında tespit edilen çok sayıda yabancı ot türü bulunmakla birlikte; bu türler arasında özellikle *Cuscuta monogyna* Vahl. (Bağ küskütü, bağ bozan) gibi asmalar üzerinde tam parazit yaşayan yabancı otlar ile *Cynodon dactylon* L. Pers. (Köpekdişi ayrığı), *Convolvulus arvensis* L. (Tarla sarmaşığı), *Cyperus rotundus* L. (Topalak), *Cirsium arvense* (L.) Scop. (Köygöçüren) ve *Sorghum halepense* L. Pers. (Kanyaş, geliç) gibi kuvvetli gelişen, derin kök sistemine sahip, vejetatif olarak da çoğalabilen çok yıllık yabancı otlar büyük önem arz etmektedir (Kitiş, 2011). Bağ alanlarında yabancı otlar, asmaların su ve besin maddelerine ortak olarak, hastalık ve zararlılara konukçuluk ederek, allelopatik kimyasallar salgılayarak ya da doğrudan genç gövde ve sürgünleri penetre ederek büyüme ve gelişimi olumsuz yönde

etkilemektedir. Tarımsal üretimde verim ve kaliteyi korumak amacıyla yabancı ot mücadelesinde herbisit uygulamalarından yoğun bir şekilde faydalanılmaktadır (Güncan, 2009). Bununla birlikte, kullanılan herbisitler yüksek düzeyde toksisiteye ve uzun bir yarılanma ömrüne sahip olduklarından, bitkilerin büyüme ve gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Sangakkara ve ark., 2006). Yapılan araştırmalar, nano özellikli herbisitlerin, yabancı otların yok edilmesi ve ürün veriminin artırılması bakımından güçlü bir potansiyele sahip olduklarına dikkat çekmektedir (Lalau ve ark., 2015; Song ve ark., 2016; Rajput ve ark., 2021a). Nano-herbisitler, toprak partiküllerinde kolayca çözünerek yabancı otları yok edebilmekte ve aynı zamanda, kültür bitkileri üzerinde daha az etkili olacak şekilde tasarlanabilmektedir. dos Santos Silva ve ark. (2011), Aljinat/Kitosan NP'leri üzerine parakuat yüklü nanokompozitin, yavaş ve sürekli salınımına izin verdiğini tespit etmiştir. Bir diğer araştırmada Grillo ve ark. (2012), atrazin, ametrin, triazin etken maddeli üç triazin herbisitinden hazırlanan poli(y-kaprolakton) (PCL) nanokapsüllerin, herbisit etkinliğini %84 oranında artırdığını bildirilmiştir. Ayrıca Pereira ve ark. (2014), *Allium cepa* (soğan) üzerinde gerçekleştirilen kromozom sapma testine göre, nano-herbisitlerin genotoksite seviyesinin azaltılması bakımından etkili olduğunu ortaya koymuştur.

4.3. Nano-gübreler

Besin kullanım verimliliği, uygulanan gübrelerin yetersiz etkinliği nedeniyle dünya çapında önemli bir sorundur (Congreves ve ark., 2021). Tarım ekosistemlerinde gübreleme işlemi, herhangi bir ürünün

verimliliğine %35-40 oranında katkıda bulunabilmektedir (Ghasabkolaei ve ark., 2017). Bununla birlikte, bitkinin ihtiyacından fazla gübre kullanımının toprak ve su kalitesini bozduğu bilinmektedir (Chen ve Yada, 2011). Yapılan araştırmalara göre, son birkaç yılda, N, P ve K gübrelerinin kullanım verimlilikleri sırasıyla %30-35, %18-20 ve %35-40 civarında sınırlı düzeyde kalmış ve uygulanan gübrelerin daha yüksek bir kısmı toprağa ya da yeraltı ve yüzey sularına karışarak ötrofikasyona neden olmuştur (Iqbal ve ark., 2019; Shang ve ark., 2019). Son yıllarda NT, zirai kimyasalların daha güvenli ve verimli şekilde uygulanması amacıyla yenilikçi bir araç olarak gündeme gelmiştir (DeRosa ve ark., 2010; Kottegoda ve ark., 2017). Hedeflenen besin maddelerinin nano-gübrelerle uygulanması, besinlerin kimyasal özelliklerinden kaynaklanan hızlı değişimleri engelleyerek, besin salınımını bitkilerin ihtiyacına göre düzenlemeye yardımcı olmakta ve besin kullanım kayıplarını en aza indirerek kalite ve verimliliği artırabilmektedir (Masarovicova ve Kralova, 2013; Masarovicova ve ark., 2014). Daha sürdürülebilir ve verimli tarım için akıllı çözümler sunan NT (Carmona ve ark., 2020; Pérez-Álvarez ve ark., 2020; Ramírez-Rodríguez ve ark., 2020), aynı zamanda, tuzların toprakta yada yeraltı ve yüzey sularındaki birikimini engelleyerek, çevresel tehditleri de azaltabilmektedir (Mejias ve ark., 2021). Biyolojik olarak parçalanabilen NP'ler, hümik maddeler veya üre gibi tarımsal kimyasalların kontrollü uygulaması için taşıyıcı olarak kullanılabilmektedir (Kottegoda ve ark., 2017; Yoon ve ark., 2020).

Asma gelişimi ve şarap kalitesi için temel bir besin maddesi olan nitrojen, yaygın olarak üre şeklinde sağlanmaktadır. Yüksek oranda çözünür kristalin formundaki ürenin, yapraktan uygulandığında asimile edilebilir nitrojen (YAN) seviyesini ve üzümlerdeki bazı faydalı amino asitlerin konsantrasyonunu artırdığı ve ayrıca şarabın aromatik kalitesini iyileştirdiği bilinmektedir (Lasa ve ark., 2012; Ancín-Azpilicueta ve ark., 2013; Garde-Cerdán ve ark., 2014). Gaiotti ve ark. (2021), Pinot Gris asmalarının gübrelemesinde, azot kaynağı olarak üre katkılı toksik olmayan kalsiyum fosfat (U-ACP) NP'lerin ($Ca_3(PO_4)_2 \cdot nH_2O$) etkinliğini değerlendirdikleri çalışmalarında; tüm kalitatif ve kantitatif parametreler bakımından NP uygulamalarının, sınırlı nitrojen dozajına rağmen, geleneksel yöntemlerle karşılaştırılabilir sonuçlar elde edildiğini belirlemişler ve nitrojen kaynağı olarak U-ACP NP'lerin, alternatif azot gübreleme stratejilerinin geliştirilmesi, doz/fayda oranının optimize edilmesi, daha sürdürülebilir ve modern bağcılığın gerçekleştirilmesi amacıyla faydalanılabilir bir yöntem olduğunu ortaya koymuşlardır. Pérez-Álvarez ve ark. (2020), Tempranillo üzüm bağlarında toksik olmayan amorf kalsiyum fosfat (ACP) NP'lerin üre nano taşıyıcıları olarak yapraktan uygulamadaki etkinliğini değerlendirdikleri araştırmalarında, U-ACP NP'lerin, ticari uygulamalara göre 15 kat daha düşük konsantrasyonda üre içermesine rağmen; YAN seviyesi ile tanedeki amino asit konsantrasyonu bakımından benzer sonuçlar elde edildiğini ve şıradaki arginin miktarının ise daha yüksek konsantrasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, yapraktan uygulanan U-ACP'nin, asmaların büyümesi ve azotlu

bileşiklerin üretimi için kolayca metabolize edilebilen, yüksek verimli, çevre dostu bir uygulama olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer sonuçlar nano-gübre uygulaması yapılan farklı bitki türlerinden de elde edilmiştir. Durum buğdayı üzerinde yapılan ön çalışmalar, U-ACP NP kullanımının, ürünlerin verim ve kalitesini etkilemeden, geleneksel yönteme kıyasla uygulanan N miktarında %40'lık bir azalmaya izin verdiğini göstermiştir (Ramírez-Rodríguez ve ark., 2020). Bir diğer çalışmada, kurak ortamda yapraktan uygulanan fosfor NP'lerin salkım fasulyesi ve darı verimlerinde önemli artışlar sağladığı bildirilmiştir (Tarafdar, 2012). Askary ve ark. (2017) tarafından yürütülen çalışmada, *Catharanthus roseus*'a uygulanan farklı konsantrasyonlardaki (0, 5, 10, 20, 30 ve 40 mM) demir oksit NP'lerin, 70 günün sonunda bitki büyüme parametreleri, fotosentetik pigmentler ve toplam protein içeriklerinde önemli artışlar sağladığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde Bastani ve ark. (2018), Nano demir (Fe) kompleksinin, tütün üzerinde pozitif bitki büyüme etkisi gösterdiğini bildirmiştir. Bir diğer araştırmada ise Rui ve ark. (2016), *Arachis hypogaea*'da (yer fıstığı) Fe_2O_3 NP'lerin geleneksel Fe gübrelerine kıyasla, bitki kök uzunluğu, bitki boyu, bitki biyokütlesi ve SPAD değerlerini artırdığını tespit etmiştir. Abbasifar ve ark. (2020), *Spinacia oleracea*'da sentezlenen Mo NP'lerin, elemental Mo ile karşılaştırıldığında nitrat redüktaz (NR) aktivitesini artırmada daha etkili bulunduğu ve bunun bir sonucu olarak NO_3^- birikimini azalttığı bildirilmiştir. Osman ve ark. (2020), 40 ppm molibden oksit (MoO_3) NP'lerin yaprağa uygulamasının, *Phaseolus vulgaris*'in tohum verimini ~%82-84 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Bir diğer araştırmada, Pereira ve ark. (2017), *Phaseolus vulgaris*'te giberellik asit

(GA_3) için geliştirilen aljinat/kitosan ve kitosan/tripolifosfat nanotaşıyıcılarının, 60 güne kadar stabil olduğunu belirlemiştir. Biyoaktivite analizlerinde ise aljinat/kitosan-GA_3 NP'lerin *Phaseolus vulgaris*'in yaprak alanını, klorofil ve karotenoid içeriğini artırdığını saptamışlardır. Bununla birlikte, son çalışmalar toprak sisteminde yer alan NP'lerin, toprak yönetiminde belirleyici bir rol oynadıklarını ortaya koymaktadır (Rajput ve ark., 2021b). Zhao ve ark. (2021), karbon NP'lerin, toprağın üreaz, fosfataz ve dehidrojenaz enzim aktivitelerini önemli ölçüde iyileştirdiğini ve aynı zamanda amonyum, nitrat ve fosfor gibi mevcut besinler için toprağın depolama kapasitesini artırdığını bildirirken; benzer sonuçlar Xin ve ark. (2020) tarafından, MWCNT gübrelerinden elde edilmiştir.

4.4. Nano-biyosensörler

Mikroişlemci aracılığıyla biyolojik yanıtı elektriksel bir sinyale dönüştürerek, ölçülebilir bir nicelik olarak ifade edebilen cihazlar biyosensör olarak tanımlanmaktadır. Biyosensörlerin temel fonksiyonel bileşenleri, iletişim cihazı (biyo-tanıma birimi), uygun dönüştürücü ve sinyal okunabilirliği olarak işlev gören canlı organizma veya biyolojik moleküllerdir. Nano-biyosensörler, artan hassasiyet ve özgüllükleriyle geleneksel yöntemlere kıyasla kolay algılamaya izin vermekte, hızlı ve kesin algılama süresini kısaltmakta ve en önemlisi taşınabilir cihazlarla gerçek zamanlı sinyal izlemeye izin vermektedir. Ek olarak, nano-biyosensörler, bitkiler, hayvanlar ve insanlar için potansiyel tehdit oluşturabilecek tekli veya çoklu analitleri tespit etmek için kullanılabilmektedir (Khanna, 2008; Li ve ark., 2010;

Otles ve Yalçın, 2012). Nano-biyosensörlerin tarım sektöründeki başlıca uygulamaları, pestisitlerin, gıda kaynaklı patojenik mikroorganizmaların, toksin kirleticilerin ve ağır metal iyonlarının doğrudan veya dolaylı tespitini içermektedir. Nano-biyosensörlerden aynı zamanda; toprak durumu, bitki büyümesi, antibiyotik direnci, bitkisel stres, besin içeriği ve gıda kalitesinin izlenmesinde de faydalanılabilmektedir (Teodoro ve ark., 2010; Tarafdar ve ark., 2013).

Yapılan bir çalışmada Garcia-Hernandez ve ark. (2018), kırmızı üzümlerde olgunlaşma sırasında meydana gelen kimyasal değişiklikleri, metal oksit (MO) NP'leri tabanlı çoklu sensör sistemini kullanarak incelemiş ve bu amaçla toplam polifenol içeriği, suda çözünebilir kuru madde (SÇKM) miktarı ve titrasyon asitliği (TA) olmak üzere üç önemli olgunluk göstergesinin eş zamanlı analizini gerçekleştirmiştir. Araştırmacılar, üzümlerde olgunluğu izlemek için kullanılan ana faktörlerin tek bir analizle aynı anda değerlendirilmesine imkan sağlayan elektronik bir dilin kullanıldığı bu yöntemin, üzümlerde en uygun hasat tarihinin kesin bir şekilde belirlenmesine yardımcı olabileceğini ve klasik analitik tekniklere tamamlayıcı bir araç olarak kullanılabileceğini ifade etmektedir. Bir diğer araştırmada Wang ve ark. (2019), üzümde, geniş spektrumlu triazol grubu bir pestisit olan difenokonazol kalıntılarının hızlı tespiti için, Ag kaplı Au NP (Au@AgNA'lar) bazlı, yüzeyle güçlendirilmiş Raman saçılması (SERS) geliştirme davranışlarını değerlendirmişler ve yöntemin, üzümlerde eser miktarda difenokonazolün hızlı tespiti için kullanılabileceğini belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar, nano-

biyosensörlerin asma dışında farklı bitki türlerinde de kullanım potansiyelleri olduğunu göstermektedir. Huang ve ark. (2016), Çin lahanasında (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) difenokonazol kalıntısını ölçmek için ticari SERS-aktif Au NP substratlarının (OTR202 ve OTR103), 414 $\mu g.L^{-1}$ kadar düşük difenokonazolün saptanabilmesi amacıyla kullanılabileceğini bildirmiştir.

4.5. Bitkilerin NP uygulamalarına tepkileri

Biyostimülasyon, uyaranlar ile hücrelerin moleküler yapıları arasındaki etkileşimlere dayanan biyolojik bir olgudur (Vygovsky ve Malov, 2003). Biyostimülasyona neden olan çevresel ajanlar fiziksel, kimyasal veya biyolojik olabilmektedir (Bell ve ark., 2014; Cabrera-De la Fuente ve ark., 2018). Bir organizmanın biyostimülasyonu, artan büyüme ve verimlilik, çevresel kaynakların daha verimli kullanılması veya olumsuz çevre koşullarına karşı daha yüksek toleransa izin veren metabolik süreçlerde meyda gelen değişimlerle sonuçlanmaktadır. Biyostimüle edici ajanın uygulanmasından sonra, bir dizi algılama, transdüksiyon, sinyalleme, transkripsiyon, gen ekspresyonu ve modifikasyon olayları meydana gelmektedir.

Bir tür biyostimülant olan NP'lerin bitkiler üzerindeki etkileri, NP'lerin konsantrasyonu, boyutu ve fiziksel özelliklerinin yanı sıra bitki türü ve gelişim aşaması gibi birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir (Ma ve ark. 2010; Rico ve ark. 2011; Masarovicova ve ark., 2014; Kralova ve ark., 2019). Araştırmacılar, farklı NP türlerine maruz kalmanın bitki büyümesinin hem stümilasyonuna hem de inhibisyonuna neden olabileceğini ve genel olarak NP'lerin "düşük dozlu bir stimülasyon ve

faydalı etki" ya da "yüksek dozlu bir inhibitör ve toksik etki" ile karakterize edilen iki fazlı doz tepkisi gösterdiklerini tespit etmişlerdir (El-Temsah ve Joner, 2012; Kim ve ark., 2014; Vargas-Hernandez ve ark., 2017; Alkhatib ve ark., 2021). Genellikle küçük miktarlarda, yaprak spreyi veya besin çözeltileriyle uygulanan NP'ler, bitkilerin metabolizmasını, kompozisyonunu, nutrasötik kalitesini ve aynı zamanda stres toleranslarını iyileştirmeyi hedeflemektedir (Byczy´ nska, 2017; Campos ve ark., 2018; Juárez-Maldonado ve ark., 2018). Hem bitkilerde toksisite riskinin azaltılması (Seabra ve ark., 2014; Chen ve ark., 2017) hem de Fe, Mn ve Cu gibi metallerin, toprağa ve besin zincirine aktarımının azaltılması bakımından, araştırmacılar tafından NP'lerin düşük konsantrasyonlarda uygulanması önerilmektedir (Morales-Díaz ve ark., 2017).

4.5.1. Tohum çimlenmesi ve erken fide gelişimi

Bitkilerin doğal çimlenme sürecinde birtakım zorluklarla karşılaşılmakla birlikte; çimlenme oranı/hızı ile çıkış oranı/hızı ve buna bağlı erken fide gelişimi çeşitli faktöre bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Yapılan çalışmalar, NP'lerin tohum kabuğuna nüfuz etme, suyun emilim ve kullanım kabiliyetini artırma, enzimatik aktiviteyi uyarma ve nihayetinde çimlenme ve fide büyümesini iyileştirme potansiyeline sahip olduklarını göstermiştir (Lu ve ark., 2002; Banerjee ve Kole, 2016). Li ve ark. (2018), kitosan NP'lerin *Triticum aestivum* L.'un (buğday) çimlenme ve fide gelişimi üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmalarında, 10 kat daha düşük konsantrasyona rağmen, klasik uygulamalara kıyasla, NP

uygulamalarının tohum çimlenmesi ve fide gelişimini uyarıcı etkiye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Acharya ve ark. (2020), karpuz tohumlarına uygulanan Ag NP'nin, sürdürülebilir nanoteknolojik bir yaklaşımla tohum çimlenmesini, bitki büyüme ve verimliliğini artırırken, meyve kalitesinin korunması bakımından da etkili olduğunu saptamışlardır. Alkhatib ve ark. (2021), farklı boyut (5, 10 ve 20 nm) ve dozlardaki (3, 10 ve 30 $mg.L^{-1}$) demir oksit (Fe_3O_4) NP'lerin, tütünde (*Nicotiana tabacum* var. Turkish) tohum çimlenmesi ve radisil uzunluklarını önemli ölçüde etkilediğini, NP uygulanan tohumların önemli ölçüde daha yüksek çimlenme gösterirken; yüksek konsantrasyonlardaki uygulamaların kök ve yaprakçıklarda yapısal ve ultrastrüktürel deformasyona neden olduğunu tespit etmişlerdir. Disfani ark. (2017), Fe/SiO_2 NP'lerinin arpa ve mısırda tohum çimlenmesini iyileştirmede önemli bir potansiyele sahip olduğunu belirlemiştir. Ayrıca Hussain ve ark. (2019), Si NP'lerin tohumlara uygulanmasının oksidatif stresi azalttığını ve buğday tanelerinde antioksidan enzim aktivitesini olumlu yönde etkilediğini bildirmiştir. Benzer şekilde, TiO_2 NP'lerin, tohum çimlenmesini hızlandırdığı ve kanola fidelerinin kök büyümesini desteklediği kaydedilmiştir (Mahmoodzadeh ark., 2015). Sharma ve ark. (2021), *Cassia occidentalis* yaprağı ekstresi kullanılarak fitosentize edilmiş ZnO NP'leri ile nano-priming uygulamalarının *Oryza sativa* (çeltik) tohumlarının taze ve kuru ağırlığı, plumula uzunluğu ve nispi su alımında önemli oranda artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Raja ve ark. (2019), biyojenik ZnO ve Cu NP'lerin *Vigna mungo*'da (siyah mercimek) tohum çimlenme kalitesini ve fide canlılığını önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmişlerdir. ZnO NP

uygulamalarının tohum çimlenme hızı ve fide canlılığı üzerindeki olumlu etkileri farklı araştırmacılar tarafından da rapor edilmiştir (Garcia-Lopez ve ark., 2018; Younes ve ark., 2020). Buna karşılık, Au NP'lerin, *Arabidopsis thaliana*'da tohum çimlenmesini önemli ölçüde inhibe ettiği ve bitkilerde çeşitli metabolik süreçleri ve morfo-fizyolojik özellikleri değiştirdiği saptanmıştır (Kumar ve ark. 2013). Ek olarak, *Cucurbita pepo*'da (Kabak) tohum çimlenmesi, Ag, Cu, ZnO ve Si NP uygulamalarından etkilenmemiştir (Stampoulis ve ark., 2009). Çok duvarlı karbon nanotüpler (MWCNT'ler) gibi karbon bazlı NP'lerin de düşük konsantrasyonlarda uygulandıklarında; tohum kabuklarına nüfuz ederek su emilimini, su taşınımını, tohum çimlenmesini, nitrogenaz, fotosistem ve antioksidan aktivitelerini iyileştirebildiği, su kanalı proteinlerini aktive edebildiği ve besin emilimini uyardığı tespit edilmiştir (Lahiani ve ark., 2013; Verma ve ark., 2017). Karbon bazlı NP'lerin köklere apoplastik bir şekilde girmesinin hücre zarı gözeneklerinin uzamasına (Tripathi ve ark., 2016) ve bitkilerin karbon nanotüplere maruz kaldıklarında suyu ve temel besin maddelerini emme yeteneklerinin artmasının bitki büyümesinin uyarılmasına neden olduğu rapor edilmiştir (Lahiani ve ark., 2013; Mathew ve ark., 2020; Patel ve ark., 2020a). Ayrıca bitki fenotipini ve toprak mikrobiyotasının bileşimini de etkileyebildikleri tespit edilmiştir (Khodakovskaya ve ark., 2013). Öte yandan, CNT'lerin daha yüksek konsantrasyonlarda, reaktif oksijen türleri (ROS) oluşumu nedeniyle bitkiler üzerinde olumsuz etki gösterebileceği ve hücre ölümüne yol açabileceği bildirilmiştir (Vithanage ve ark., 2017). Daha önce NP'lerin asma tohumlarının çimlenmesi ve fide gelişimleri üzerine etkilerinin

incelendiği mevcut bir çalışmaya rastlanılmamış olmakla birlikte, farklı türler üzerinde yapılan araştırmalar NP uygulamalarının, özellikle asma ıslahçıları tarafından, melezleme çalışmalarından elde edilen tohumların bitkiye dönüşüm süreçlerindeki kayıpların azaltılmasına yönelik olarak değerlendirilebileceğini düşündürmektedir.

4.5.2. Bitki büyüme ve gelişimi

NT, zirai kimyasalların daha güvenli ve verimli uygulaması için yenilikçi bir araç olarak kullanılmaktadır (DeRosa ve ark., 2010; Kottegoda ve ark., 2017). Yapılan çalışmalar, besin yetersizliğinden kaynaklanan fizyolojik bozuklukları gidermek, besin kayıplarını azaltmak ve verimliliği sağlamak amacıyla, NP'lerin kullanımına vurgu yapmaktadır (Dimkpa ve ark., 2017; White ve ark., 2018). Koç (2020), fenolik içeriği yüksek üzüm (*Vitis vinifera* L. cv. Öküzgözü) çekirdeği ekstratı ve Ag nitrat ($AgNO_3$)'tan yeşil sentez yöntemiyle üretilerek enkapsüle edilmiş Ag NP'lerin, zor köklenen 41B (*Vitis vinifera* L. cv. Chasselas x *Vitis berlandieri*) asma anacı çelikleri üzerindeki etkisini saf ve Indole 3 Butiric Acid (IBA) ile kombine olarak test etmişlerdir. Araştırmacılar, saf ya da IBA ile kombine Ag NP uygulamalarının; kök ve sürgün gelişimi ile sürgün yaş ve kuru ağırlığı, sürgün uzunluğu, sürgünlerdeki boğum sayısı ve çapının artırdığını; yaprak alanı, yaprak yaş ve kuru ağırlıkları ile oransal su içeriğinin yükseldiğini ve aynı zamanda, doku hasarının önlenmesi ya da azaltılması bakımından da Ag NP uygulamalarının etkili olduğunu belirlemişlerdir. Asma anacı odun çeliklerinin iletim demetleri, köklenen ve doku kaybı oluşan kısımları tomografi çalışmasıyla incelenmiş ve sonuç olarak, kök

oluşmayan alanlarda belirgin doku hasarı tespit edilmiş ve bu durum, köklenme ortamındaki çeliklerde emboliye bağlı susuzluk ve devamında gelişen kısmi kurumayla ilişkilendirilmiştir. Ag NP uygulamalarının, emboli veya ksilem kavitasyonuna bağlı olarak ortaya çıkan doku hasarının oluşumunu engelleyerek çeliklerin köklenme ortamında canlı kalma, köklenme ve bitki gelişimini pozitif yönde etkilediği bildirilmiştir. Yaprakların klorofil içeriği bakımından elde edilen ortalamaların genellikle kontrol gruplardan daha düşük değerlere sahip olması, Ag NP uygulamalarının fitotoksik etkisini göstermektedir. Bir diğer araştırmada, Abou El-Nasr ve ark. (2021), 250 ppm mineral formdaki ZnO ile beş farklı konsantrasyondaki (0, 25, 50, 100 ve 250 ppm) ZnO NP'leri, 110 Richter anacı üzerine aşılı üç yaşındaki Crimson Seedless (*Vitis vinifera* L.) üzüm çeşidinin kalite özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla değerlendirmişlerdir. Yaprak spreyi olarak uygulanan ZnO NP'lerin; antosiyanin birikimi, renklenme, toplam ve indirgen şekerler, SÇKM miktarı, olgunluk indisi (SÇKM/TA), meyve eti sertliği ve antioksidan enzim aktivitesini artırarak sofralık üzüm kalitesini iyileştirdiğini tespit etmişlerdir.

NP'lerin bitki büyüme ve gelişimi üzerine göstermiş olduğu olumlu etkiler farklı bitki türlerinde de tespit edilmiştir. Çemen otunda, Ag NP uygulamalarının, fidelerin kök ve sürgün uzunluğunu kontrole kıyasla yaklaşık iki kat; yaş ağırlığını ise 3 kat artırdığı tespit edilmiştir (Jasim ve ark., 2017). Ag NP'lerin 10 $mg.L^{-1}$'ye kadar artan konsantrasyonları, in vitro koşullardaki *Lavandula angustifolia*'nın

(lavanta) sürgün oluşumu, bitki ağırlığı ve kök uzunluğunu artırmıştır (Jadczak ve ark., 2019). *Capsicum annuum* (biber) üzerinde yapılan benzer bir çalışmada *Punica granatum* (nar) kabuk ekstraktı kullanılarak fitosentezlenen CuO NP'lerin yapraktan uygulaması ile bitki boyu ve yaprakların klorofil içeriğini arttığı; bununla birlikte, meyvelerin NP'lere ait kalıntıları içermediği tespit edilmiştir (Ghidan ve ark., 2018). Mikro çoğaltılan *Mentha longifolia* (nane) bitkisinin MS ortamına eklenen Cu NP ve Co NP kolloidal çözeltilerinin; bitki boyu, büyüme indeksi, boğum arası uzunluğu, sürgün sayısı ve çoğaltım katsayısını önemli derecede artırdığı belirlenmiştir (Talankova-Sereda ve ark., 2016). Kitosan kaplı Fe_3O_4 NP'ler, *C. annuum* L. tohumlarının çimlenmesi ve fidelerinin büyümesi üzerinde gösterdikleri olumlu etkiler bakımından kitosan içermeyen Fe_3O_4 NP'lerinden daha verimli bulunmuştur (Bahrami ve ark., 2018). Fe_2O_3 NP'lerin, *Arachis hypogaea'*da (yer fıstığı) kök uzunluğu, bitki boyu ve biyokütlesini (Rui ve ark., 2016); *Zingiber officinale* Rosc.'de (Zencefil) ise protein, klorofil ve karotenoid içeriğini artırdığı (Siva ve Benita, 2016) saptanmıştır. Fenolojik gelişimin ana aşamalarında *Capsicum chinense* Jacq. (biber) bitkilerine uygulanan ZnO NP'lerin, $ZnSO_4$ ve kontrole kıyasla klorofil içeriğini, bitki boyunu, gövde çapını, meyve verimini ve biyokütleyi önemli derecede artırdığı saptanmıştır (Garcia-Lopez ve ark., 2019). *Stevia rebaudiana Bertoni*'nin (şeker otu) yaprak eksplantlarından elde edilen kalluslara uygulanan ZnO NP'lerin kallusların taze ve kuru ağırlığını önemli ölçüde artırdığını bildirmişlerdir (Javed ve ark., 2018). Davarpanah ve ark. (2016), *P. granatum* yapraklarına püskürtülen ZnO

NP'lerin, SÇKM'deki artışlar ve TA'daki düşüşler de dahil olmak üzere meyve kalitesinde önemli değişimlere neden olduğunu bildirmiştir. Benzer şekilde, Raigond ve ark. (2017), patateste 500 ppm Zn NP uygulamalarının kontrol bitkilerine kıyasla toplam çözünebilir şeker içeriğini önemli ölçüde artırdığını; Oloumi ve ark. (2015) ise *Glycyrrhiza glabra* L.'da (meyan kökü) indirgen şekerlerin Zn NP uygulamalarıyla önemli bir artış gösterdiğini bildirilmişlerdir. Bir diğer çalışmada Hashemi ve ark. (2018), *Glycine max* L.'ta (soya fasulyesi) antosiyanin üretimini artırmada ZnO NP'lerin önemli bir rol oynadığını ifade etmiştir. Tighe-Neira ve ark. (2018), TiO_2 NP'lerin, PSI ve PSII arasındaki elektron taşınımını artırarak ve Calvin ve Benson döngüsünde Rubisco aktivitesini olumlu yönde etkilediğini ve fotosentetik verimlilik üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduklarını ifade etmiştir. *Carthamus tinctorius* L. (aspir) yapraklarına uygulanan TiO_2 NP'lerin, toplam klorofil, karotenoidler ve çözünür proteinlerin içeriği ile tane verimini önemli oranda artırdığı bildirilmiştir (Morteza ve ark., 2015). Yeşil sentezlenen organometalik CeO_2 NP'lerin, *Berberis lycium* Royle'da düşük konsantrasyonlarda kallus indüksiyonunu, yüksek konsantrasyonlarda ise doğrudan sürgün rejenerasyonunu teşvik ettiği bildirilmiştir (Maqbool ve ark., 2019). SiO_2 NP'lerin, *Nigella arvensis* L.'te (çörek otu) bitki organ uzunlukları, taze/kuru ağırlıkları, toplam protein, toplam amino asit, prolin fotosentetik pigment seviyelerini artırdığı saptanmıştır (Sharifi-Rad ve ark., 2016). Se NP'lerin düşük dozlarının, in vitro'da yetiştirilen *C. annuum*'un büyümesini uyarıcı etki gösterdiği belirlenmiştir (Sotoodehnia-Korani ve ark., 2020). Li ve ark. (2020) UV-A ışığını

verimli bir şekilde 625-800 nm emisyonuna (fotosentez yapan organizmalar tarafından doğrudan absorbe edilmeye uygun dalga boyları) dönüştürebilen uzak kırmızı (FR) *CD* uygulamalarının *Lactuca sativa* L. var. *Longifolia*'da (marul) PSI ve PSII arasındaki elektron taşıma verimliliğini arttırdığını tespit etmiştir. Hatami ve ark. (2019), *Salvia mirzayanii*'de GO/polianilin (PANI) NC uygulamalarının, düşük dozlarda büyüme uyarımı göstererek köklerde iyileştirilmiş su alımı ile sonuçlanan düzenli bir gözeneklilik modeli sergilediğini ve kuraklığa eğilimli ekosistemlerde kullanılabileceğini tespit etmiştir. Chakravarty ve ark. (2015), *Coriandrum sativum* L. (kişniş) ve *Allium sativum* (sarımsak) tohumlarında GR QD'lerin, meyveler de dahil olmak üzere bitki organlarının büyüme hızının artmasına neden olduğunu ve bu özelliklerinden dolayı bitki büyüme düzenleyicileri olarak kullanılabileceklerini ifade etmiştir. *C. annuum* L. ve *Solanum melongena* L.'da (patlıcan) GNS uygulamalarının, bitki başına dal ve meyve sayısı ile meyve veriminin artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca GNS'nin, fruktoz, sakaroz ve nişastanın desteklenmesiyle sonuçlanan asimilasyon pigmentlerini aktive ettiği tespit edilmiştir (Younes ve ark., 2019). MWCNT'lerin *Salvia sclarea* ve *Salvia macrosiphon*'un büyüme hızı ve morfolojik özellikleri üzerindeki faydalı etkisi Mehrjardi ve ark. (2015) tarafından da rapor edilmiştir.

4.5.3. Abiyotik stres toleransı

NP'ler bitkiler üzerindeki abiyotik streslerin olumsuz etkilerinin azaltılması ile ürün verim ve kalite kayıplarının engellenmesinde etkili

bir stratejidir (Morales-Espinoza ve ark., 2019; Xiao ve ark., 2019; Adrees ve ark., 2020; Linh ve ark., 2020). Mozafari ve ark. (2017), Khoshnaw üzüm çeşidinin yumuşak odun çeliklerinde, in vitro tuzluluk stresi (0, 50 ve 100 mM NaCl) koşullarında demir NP'lerin (0, 0.08 ve 0.8 ppm) ve potasyum silikatın (0, 1 ve 2 mM) etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar, tuzluluk stresi koşullarında demir NP'leri ve potasyum silikatın, membran stabilite indeksi, toplam protein ve K içeriğini önemli ölçüde artırırken; malondialdehit (MDA) içeriği, enzimatik antioksidan aktivite, prolin, hidrojen peroksit (H_2O_2) ve sodyum (Na) içeriğini azalttığını tespit etmişlerdir. En yüksek Na/K oranının, demir NP'leri ya da potasyum silikat uygulanmayan yüksek tuzluluk stresi koşullarından elde edilirken; en düşük oranın, 1 ve 2 mM potasyum silikat ile 0,8 ppm demir NP uygulamaları ile stressiz koşullardaki bitkilerden alındığını ortaya koymuşlardır. Bu sonuçlar, mikro besinlerin tuzluluk stresinin neden olduğu olumsuz etkileri hafifletilebilme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Abou El-Nasr ve ark. (2021), ZnO NP'lerin Crimson Seedless üzüm çeşidinin olgun yapraklarında antioksidan enzimlerin düzeyini artırdığını ve en yüksek aktivitenin 25 ppm ZnO NP konsantrasyonlarından elde edildiğini bildirmiştir. Kouhi ve ark. (2015) ise ZnO NP'lerin üzüm çekirdeğindeki antioksidan kapasiteyi artırdığını tespit etmiştir.

NP uygulamaları sonucunda artan abiyotik stres toleransı asma dışında farklı bitki türlerinde de tespit edilmiştir. Çimlenme işlemi sırasında uygulanan Ag NP'nin *Ocimum basilicum* L.'da (fesleğen) tuzluluk stresine (Darvishzadeh ve ark., 2015); *Thymus daenensis* Celak

ve *Thymus vulgaris* L.'te ise kuraklık stresine (Ghavam, 2019) karşı direnci artırdığı belirlenmiştir. Tuzluluk stresi altındaki *Dracocephalum Moldavica* L.'da Fe_2O_3 NP uygulamalarının, yaprak alanı, sekonder metabolit içeriği (toplam flavonoid, toplam fenolik ve antosiyaninler) ve antioksidan enzimlerle (GPX, APX, CAT, GR) birlikte antioksidan savunmayı artırdığı saptanmıştır (Moradbeygi ve ark., 2020). Fe_3O_4 NP'lerin, *C. sativum*'da Cd ve Pb'nin neden olduğu toksisiteyi büyük ölçüde azalttığı kaydedilmiştir (Fahad ve ark., 2020). Kuraklık koşullarına maruz bırakılan *Verbascum sinuatum* bitkilerinin 20 ppm TiO_2 ile muamele edilmesinin, antioksidan savunma sistemlerini uyararak, su eksikliğinin büyüme ve asimilasyon pigment içeriği üzerindeki olumsuz etkisini azalttığı ve bunun sonucunda kuraklık toleransını iyileştirdiği bulunmuştur (Karamian ve ark., 2020). 2 ve 5 ppm TiO_2 NP'lerin *Glycyrrhiza glabra* L.'yı soğuk stresine (Ghabel ve Karamian, 2020); 25 ve 50 mg/L dozlarındaki TiO_2 NP'lerin ise *Crocus sativus* L'u (safran) UV ışınımına (Rikabad ve ark, 2019) karşı koruduğu belirlenmiştir. Si NP'lerin, *O. basilicum*'da tuzluluğa (Kalteh ve ark., 2014) ve *Calendula officinalis* L.'te (kadife çiçeği) kuraklığa (Rahimi ve ark., 2020) karşı koruma sağladığı tespit edilmiştir. SiO_2 uygulamaların ise *A. cepa*'da UV-A stresine (Koce ve ark., 2014) ve *Crataegus aronia* L.'da (alıç) kuraklık stresine (Ashkavand ve ark., 2015) karşı olumlu etkilerinin bulunduğu rapor edilmiştir. SWCNT uygulamalarının, *Hyoscyamus niger* (banotu) tohumlarında kuraklık stresine karşı oksidatif stres ve elektrolit sızıntısını azaltılarak; SOD, CAT, POD ve APX gibi antioksidan enzimlerin aktivitelerini artmasının yanı sıra fenolik ve

prolinlerin artan biyosenteziyle bitki savunma sistemi aktive ettiği ve kuraklık stresinin azaltılmasına katkıda bulunduğu belirlenmiştir (Hatami ve ark., 2017). Tuz stresi koşullarında hidroponik kültürde yetiştirilen *O. basilicum* L.'da MWCNT uygulamalarının tuzluluğun olumsuz etkilerini hafifletebildiği belirlenirken; yüksek konsantrasyonların fitotoksik etki gösterdiği kaydedilmiştir (Gohari ve ark., 2020).

4.5.4. Sekonder metabolit üretimi

Elisitörler, bitkilerde strese neden olarak sekonder metabolitlerin sentezine ve birikmesine ya da yeni sekonder metabolit üretiminin indüklenmesine yol açabilen bileşiklerdir (Naik ve Al-Khayri, 2016, Juarez-Maldonado, 2019). Bununla birlikte, NP kaynaklı oksidatif stresin, bir elisitör olarak, in vivo veya in vitro ortamlarda değerli sekonder metabolitlerin üretimini artırabileceği çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya koyulmuştur (Moharrami ve ark., 2017; Singh ve ark., 2019; Ma ve ark., 2020; Patel ve ark., 2020b).

Asmalardaki azot bileşimi, belirli uçucu bileşiklerin geliştirilmesine katkıda bulunarak, alkol fermantasyonunun doğru kinetiğine ve şarabın kalitesine doğrudan bir etki göstermektedir. Üzümlerin azot içeriğini artırmak için elisitörler gibi çeşitli stratejilerden faydalanılabilmektedir. Bununla birlikte, elisitörlerin uygulanmasında NP'lerin kullanılması, olası kayıpları en aza indirerek, bitkisel absorbsiyonu artırabilmesi bakımından avantajlı bir yöntem olarak görülmektedir (Ruiz-García ve ark., 2012, 2013; Portu ve ark., 2015; Gil-Muñoz ve ark., 2017). Parra-Torrejón ve ark. (2021) tarafından, biyouyumlu ACP NP'lerin

işlevselleştirilmesi yoluyla, bitkilerde bitki savunma tepkilerini tetikleyebilen bir nano-elisitör "metil jasmonat" (nano-MeJA) hazırlanmıştır. Elde edilen nanokompozitler, Monastrell (*Vitis vinifera* L.) üzüm bağlarında test edilmiş ve sonuç olarak, nano-MeJA (1 mM) uygulanan üzümlerin kırmızı şaraplarında, 10 kat daha yüksek MeJA dozu (10 mM) kullanılan geleneksel uygulamalara göre, cis-resveratrol izomeri ve trans-resveratrol fitoaleksinlerinin içeriğinde önemli bir artışlar sağladığı; ayrıca, şaraptaki diğer önemli stilben konsantrasyonlarının da karşılaştırılabilir seviyelerde olduğu ortaya koyulmuştur. Ayrıca, araştırmacılar tarafından NP'lerin MeJA'nın buharlaşmasını veya termal bozunmasını engelleyerek uzun süre boyunca yaprakların yüzeyinde muhafaza edilmesini ve yavaş salınım sayesinde, MeJA etkinliğinin daha uzun süre boyunca devam etmesini sağlayabildiği ve bu sayede MeJA dozajında önemli bir azalma yaratarak hem ürün kalitesinin korunmasına hem de çevresel etkinin azaltılmasına katkıda bulunduğu bildirilmiştir. Gil-Muñoz ve ark. (2021), asmalara yapraktan uygulanan MeJA ve MeJA N-katkılı kalsiyum fosfat (MeJA-ACP) NP'lerin Monastrell üzümlerinden elde edilen şıra ve şarabın amino asit ve amonyum bileşimi üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmalarında; her iki uygulamanın da üzüm şırasında ve şaraptaki amino asit kompozisyonunu artırdığını; bununla birlikte MeJA-ACP'nin, MeJA'ya göre daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar yapılan uygulamalarla, Pro/Arg oranının azaldığını, bunun sonucunda da YAN miktarının arttığını belirlemişlerdir. Ayrıca, MeJA-ACP uygulamalarının, kontrol gruplara göre şıra ve şarapların nitrojen bileşimini artırdığını, ancak bu artışın

MeJA da olduğu kadar fazla olmadığını tespit etmişlerdir. Sonuç olarak NP uygulamalarının daha düşük bir çevresel etkiye dönüşen ve aynı zamanda yetiştiricinin ekonomisi için özel bir ilgi uyandıran yöntem olduğu, dolayısıyla MeJA-ACP'nin, verimli ve sürdürülebilir bağcılık için alternatif olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Benzer olumlu etkiler, Pérez-Álvarez ve ark. (2021) tarafından, Tempranillo bağlarında yapraktan uygulanan U-ACP NP'lerin, 15 kat daha yüksek konsantrasyondaki kristal üre uygulamalarına göre, amino asit konsantrasyonu ve YAN içeriğinde sağladığı artışlar sonucunda kaydedilmiştir. Bir diğer araştırmada ise Chronopoulou ve ark. (2019), polilaktikkoglikolikasit PLGA (NP'ler) içinde kapsüllenmiş MeJA uygulamasının, stilben üretimine etkilerini, Monastrell (*V. vinifera*) üzüm bağlarında yapılan in vivo saha deneyleri ile in vitro hücre kültürleri deneyleri ile test etmişler ve sonuç olarak, MeJA yüklü PLGA NP'lerin kontrole kıyasla toplam stilbenlerde yaklaşık 11 kat artış gösterdiğini belirlemişlerdir.

NP uygulamalarının bir elisitör gibi çalışarak, sekonder metabolitlerin konsantrasyonunu artırdığına dair bulgular farklı bitki türlerinde de rapor edilmiştir. Jasim ve ark. (2017), Ag NP uygulamalarının, *Trigonella foenum-graecum*'da (çemen otu) diosgenin içeriğini; Golkar ve ark. (2019), *S. rebaudiana*'nın kallus kültüründe steviosid miktarını; Ramezannezhad ve ark. (2019), *Echinacea purpurea*'nın (ekinezya) hücre süspansiyon kültürlerinde cichoric asit üretimini ve Karakas (2020), *Isatis constricta*'nın (çivit otu) in vitro sürgünlerinde indigo ve triptantrin konsantrasyonlarının artırılmasına önemli katkılar

sağladığını ortaya koymuşlardır. Diğer taraftan, 0.5 $g.L^{-1}$ Cu NP'lerin yaprağa uygulanması *Mentha piperita* L.'da (nane) kamfen, a-phellandrene ve limonen seviyelerini etkili bir şekilde artırırken, 1.0 $g.L^{-1}$'lik bir doz mentol, menton ve mentofuran konsantrasyonlarını artırdığı (Lafmejani ve ark., 2018); *Allium fistulosum'da* (soğan) CuO NP uygulamalarının daha yüksek seviyelerde allisin (Wang ve ark., 2020) içeriğine katkıda bulunduğu tespit edilmiştir. *Bacopa monnieri* L.'de, düşük Cu/CuO NP konsantrasyonlarının saponin, alkaloid, fenolik ve flavonoidlerin toplam içeriğini artırdığı belirlenirken; yüksek konsantrasyonlarda sekonder metabolitlerin içeriğinde güçlü azalma meydana getirdiği tespit edilmiştir (Lala, 2020). Fe_2O_3 NP uygulamalarının, *Hypericum perforatum* L.'da hiperisin ve hiperforin miktarlarını, sırasıyla, 5.4 ve 12 kat artırdığı (Sharafi ve ark., 2013); *Dracocephalum polychaetum Bornm'da* ise statik manyetik alan ile birlikte uygulamasının, naringin, apigenin, timol, karvakrol, kuersetin ve rutin ile birlikte toplam flavonoid ve toplam fenolik miktarını önemli derecede artırdığı (Taghizadeh ve ark., 2019) tespit edilmiştir. ZnO NP uygulamalarının *Linum usitatissimum* (keten) fidelerinde secoisolariciresinol diglikozit, lariciresinol diglikozit, dehidro dikoniferil alkol glikozit ve guaiaçilgliserol-β-koniferil alkol ester glikozit miktarını artırdığı (Zaeem ve ark., 2020); *Glycyrrhiza glabra* L. fidelerinde, glisirizin içeriğini (Oloumi ve ark., 2015); *C. chinense* Jacq. (biber)'de dihidrokapsaisin oranını (Garcia-Lopez ve ark., 2019) ve *in vitro kültürlenen S. rebaudiana Bertoni*'nin sürgünlerindeki toplam flavonoid, toplam fenolik ve steviol glikozit konsantrasyonlarını (Javed ve ark., 2017) önemli derecede

yükselttiği belirlenmiştir. TiO_2 NP uygulamalarının hidroponik sistemde yetiştirilen *N. arvensis* L.'te aporfin alkaloidi glausinin miktarını 2.4 kat artırıldığı (Rezaizad ve ark., 2019); *Vetiveria zizanioides*'de Khusimol içeriğini %24.5 oranında yükselttiği (Shabbir ve ark., 2019). *Nigella arvensis*'te ise glosin ve kuersetin konsantrasyonlarını önemli derecede artırdığı bildirilmiştir (Modarresi ve ark., 2020). MgO/perlit NC'lerin *M. officinalis*'te rosmanik asidin in vitro biyosentezini artırdığı (Rezaei ve ark., 2019); *Atropa belladonna*'nın MS kültür ortamına eklenen Mn_2O_3 NP'lerin toplam flavonoid, toplam fenolik ve alkaloidler dahil olmak üzere sekonder metabolitlerin biyosentezini artırdığı (Tian ve ark., 2018); Co NP uygulanan *Artemisia annua*'nın hücre süspansiyon kültürlerinde, kontrolden 2.25 kat daha yüksek artemisin içeriğine ulaşıldığı kaydedilmiştir (Ghasemi ve ark., 2015). NiO NP'lerin *Nigella arvensis* L.'te kuersetin içeriğini sürgünlerde ve köklerde sırasıyla, 2.2 ve 1.8 kat (Modarresi ve ark., 2020); glausin miktarını ise 3.2 kat artırıldığı (Chung ve ark., 2019) tespit edilmiştir. Au NP'lerin, in vitro koşullarda kültürlenen *L. angustifolia*'da cadalene, a-bisabolol ve (E, E)-farnesol konsantrasyonunu artırdığı bildirilmiştir (Wesolowska ve ark., 2019). *C. officinalis* L. tohumlarının Si NP'lerle ön işleme tabi tutulması, kuersetin içeriğinde maksimum artışla sonuçlanmıştır (Rahimi ve ark., 2020). *Dracocephalum kotschyi*'de SiO_2 NP'ler rosmarinik asit üretimini 8.26 kat yükseltirken (Nourozi ve ark., 2019); SiO_2 ve TiO_2 NP'leri *Nigella sativa* L.'da timokinon biyosentezini artırmıştır (Kahila ve ark., 2018). MS ortamında in vitro olarak yetiştirilen *C. annuum*'da Se NP uygulamaları, fenilalanin amonyak-

liyaz aktivitesini ve çözünür fenollerin konsantrasyonlarını artırmıştır (Sotoodehnia-Korani ve ark., 2020). MWCNT uygulamalarının, *Satureja khuzistanica Jamzad* (Fatemi ve ark., 2020) *ve Salvia verticillata* L.'da (Rahmani ve ark., 2020) rosmanik içeriğini; karanlıkta yetiştirilen *Catharanthus* roseus'ta ise vinblastin ve vinkristin alkaloidlerinin üretimini teşvik ettiği bildirilmiştir (McGehee ve ark., 2019).

4.5.5. Muhafaza süresi ve hasat sonrası kalite

Gıda muhafazası, bozulabilir gıda maddelerindeki fizikokimyasal değişiklikleri ve oksidasyon azaltma reaksiyonlarını kontrol ederek ya da mikrobiyal bozulmayı önleyerek raf ömrünün uzatılması esasına dayanmaktadır (Hanani ve ark., 2014; Samsi ve ark., 2019). Gıda endüstrisinin odak noktası, gıdaların mikrobiyal kontaminasyonunu engelleyen ve raf ömrünü uzatan yeni stratejiler geliştirmektir (Theron ve Lues, 2007; Elsabee ve Abdou, 2013). Biyobozunur doğası nedeniyle, jelatin bazlı gıda ambalaj filmleri, gıdaları ışıktan, oksijenden ve nem kaybından korumak amacıyla geniş çapta çalışılmıştır (Shankar ve ark., 2019). Bununla birlikte, jelatin bazlı filmlerin zayıf bariyerleri ve mekanik özellikleri, gıda endüstrisinde ambalaj malzemesi olarak kullanımlarını kısıtlamaktadır. Yapılan çalışmalar Jelatin kompozit filmlerin mekanik, bariyer ve termodinamik özelliklerinin, Ag (Kumar ve ark., 2017), TiO_2 (Nassiri, 2018), ZnO (Marvizadeh ve ark., 2017), kitosan (Hosseini ve ark., 2015) ve montmorillonit (MMT) (Flaker ve ark., 2015) gibi NP'lerin

eklenmesiyle iyileştirilebileceğini göstermiştir (Shankar ve ark., 2016; Sahraee ve ark., 2017).

Sofralık üzümlerin depolanması sırasında hızlı yaşlanma ve renk değişimi, hasat sonrası kayıplara yol açan önemli faktörler arasında yer almaktadır (Fakhouri ve ark., 2015). Ayrıca, tane yüzeyindeki mikroorganizmaların varlığı da nihai ürünün mikrobiyolojik güvenliğine ve kalitesine zarar verebilmektedir (Meng ve ark., 2008; Sousa ve ark., 2013). Gıdaları kurumaya, ışığa ve oksijene maruz kalmaktan korumak için film oluşturma yeteneğine sahip jelatinler; üzüm (Fakhouri ve ark., 2015), *Mangifera indica* L. (mango) (Gol ve Rao, 2013), *Musa cavendishii* (muz) ve *S. melongena* (Andrade ve ark., 2014) gibi farklı türlerde kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Yapılan bir çalışmada, kitosan/jelatin film oluşturma solüsyonlarına dahil edilen Au NP'lerin üzümlerin raf ömrünü 14 gün uzattığı tespit edilmiştir (Kumar ve ark., 2018). Ruffo ve ark. (2019), sofralık üzümlerde silika, kitosan veya kombinasyonlarına ait NP'lerin kurşuni küf hastalığının kontrol altına alınması bakımından olumlu sonuçlar verdiklerini bildirmiştir. Lemes ve ark. (2017), meyve yaşlanması ve renklenme üzerindeki etkileri nedeniyle, jelatin bazlı yenilebilir kaplamaya eklenen, kalsiyum propiyonat ve kurkumin yüklü zein NP'lerin, sofralık üzüm çeşidi Benitaka'nın hasat sonrası özellikleri üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar, 7 günlük depolama süresinin ardından üzümlerin mikrobiyolojik kalitesinin korunduğunu ve TA içeriğinin kaplama uygulamasıyla değişmediğini tespit etmişlerdir. Bununla birlikte, kalsiyum propiyonat eklenmiş hidrojel ile

meyve olgunlaşmasının daha iyi kontrol edildiğini kaydetmişlerdir. Araştırmacılar, tekstür profil analizinin sonuçlarına göre taze meyvelerde yenilebilir kaplamanın, depolama sırasında üzümün doku özelliklerini etkilemediğini; ancak, kaplamaya kurkumin yüklü NP'ler eklendiğinde üzümlerin renk yoğunluğunun arttığını bildirmişlerdir. Mehmood ve ark. (2020), üzümlerin raf ömrünü uzatma potansiyelleri bakımından, çeşitli konsantrasyonlarda (%5, 10, 15 ve 20) manyetik demir oksit (MIO) NP'leri içeren jelatin nanokompozit filmlerinin mekanik, bariyer, optik, antioksidan ve antimikrobiyal özelliklerini inceledikleri çalışmalarında, %20 MIO NP içeren jelatin nanokompozitlerin, *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı en yüksek antimikrobiyal aktiviteyi sergileyerek, depolama süresinin sonuna kadar herhangi bir küf veya esmerleşme belirtisi göstermediğini, bunula birlikte ağırlık kaybı ve esmerleşme indeksi değerlerinin önemli derecede daha düşük olduğunu ve bu nedenle üzümlerin raf ömrünü uzatmak amacıyla ambalaj malzemesi olarak kullanım potansiyelinin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Castelo Branco Melo ve ark. (2018), farklı konsantrasyonlarda yenilebilir kitosan NP'leri ile kaplanan sofralık üzümlerde, depolanma sırasında meydana gelen; fizikokimyasal, duyusal ve mikrobiyolojik özellikleri incelemişler ve kitosan NP'lerin, üzümlerin olgunlaşma sürecini geciktirerek ağırlık kaybı, SÇKM ve şeker içeriğini azaltmasının yanı sıra; nem içeriği ve TA değerlerinin korunmasından sorumlu olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca araştırmacılar, kitosan NP'lerin patojenik gıda kaynaklı bakterilere karşı inhibitör bir etki gösterdiğinin altını çizmişlerdir. Bunun dışında, yenilebilir kaplama üretiminde

asetik asit kullanılması nedeniyle, lezzet dışındaki diğer tüm duyusal özellikler bakımından, NP uygulamalarının daha yüksek puan aldığını tespit etmişlerdir. Araştırmacılar, kitosan NP'lerini içeren yenilebilir kaplamaların, üzümlerin hasat sonrası kalitesini iyileştirmesi bakımından umut verici bir strateji olabileceğini ortaya koymaktadır.

4.5.6. Toksisite

Genel olarak, düşük konsantrasyonlarda uygulandıklarında bitki büyüme ve gelişimi üzerine olumlu etkileri bulunan NP'ler, yüksek konsantrasyonlarda uygulandıklarında fitotoksik etki göstererek, oksidatif strese neden olmakta, çimlenmeyi, fotosentetik süreçleri olumsuz etkilemekte, fotosentetik pigmentleri, enzim aktivitelerini ve enzimatik olmayan antioksidanların biyosentezi inhibe etmekte ve bitki organlarında yüksek oranda birikerek bitki büyüme ve gelişiminin engellenmesine neden olmaktadır (Faraz ve ark., 2019; Mittal ve ark., 2020; Szollosi ve ark., 2020; Usman ve ark., 2020). Ayrıca, sitotoksik ve genotoksik etki göstererek, hücre döngüsünün durmasına, apoptotik indüksiyona ve aynı zamanda DNA hasarına yol açmaktadır (Koca ve Duman, 2019; Heikal ve ark., 2020; Youssef ve Elamawi, 2020; Liman ve ark., 2021). Koç (2020), üzüm çekirdeği ekstratı + Ag NP uygulamalarınnın, 41B asma anacı çeliklerinde yaprakların klorofil içeriğini azaltarak fitotoksik etki gösterdiğini tespit etmiştir. Yüksek konsantrasyonlardaki Ag NP uygulamalarının, in vitro koşullardaki *Campomanesia rufa*'nın sürgün sayısının azalmasına yansıyan toksik etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Timoteo ve ark., 2019). ZnO NP'lerin *Fagopyrum esculentum*'da biyokütlenin azalmasına ve oksidatif stresin

artmasına neden olduğu tespit edilmiştir (Lee ve ark., 2013). Hidroponik kültürde yetiştirilen *C. sativum*'da Cu NP'lerin fitotoksik etkisi, kontrole kıyasla biyokütle ve kök uzunluğunun azalması, daha düşük klorofil a ve b içeriği ile H_2O_2 seviyelerinin artmasına yansımıştır (AlQuraidi ve ark., 2019). CuO NP'lerin, *C. sativum* L.'da hem mitotik hem de mayotik hücrelerde büyüme inhibisyonu indüklediği ve sitolojik anormalliklere neden olduğu kaydedilmiştir (Pramanik ve ark., 2018). Ni NP'lerin *C. sativum* L.'da kök ve sürgün büyümesinin engellenmesine, fotosentetik pigment seviyelerinin ve antioksidan kapasitenin azalmasına neden olduğu bildirilirken (Miri ve ark., 2017); *Abelmoschus esculentus* (bamya) fidelerinde NiO NP'lerin gelişim bozuklukları, klorofil içeriğinin azalması, ROS ve MDA seviyelerinin artmasına yol açtığı belirlenmiştir (Baskar ve ark., 2020). Parçacık boyutu >100 nm olan Ag NP'lerin, *A. cepa*'nın kök ucu hücrelerine nüfuz ettiği ve hücre bölünmesini olumsuz yönde etkilediği ve bunun sonucunda çoklu kromozomal kırılmalara ve hücre parçalanmasına yol açtığı bildirilmiştir (Kumari ve ark., 2009). CeO_2 NP'lerin, *A. cepa*'nın kök meristem hücreleri üzerinde sitotoksik ve genotoksik etkiler sergilediği; önemli ölçüde artan kromozomal anormalliklerine ve DNA hasarına neden olduğu bildirilmiştir (Liman ve ark., 2019).

5. Bağcılık Ürünlerinin NT'de Kullanımı

Üzüm çekirdeği, tane kabuğu ve tane sapı gibi bağcılık ürünlerinin, kuersetin, kateşin, gallokatekin, prosiyanidin, prodelfidin gibi sekonder metabolitler bakımından zengin bir kaynak olduğu bilinmektedir (Anekonda, 2006; Prasain ve ark., 2009). Yapılan çalışmalar,

asmalardan elde edilen farklı ürünlere ait ekstraktların, bimetalik Fe/Pd (Luo ve ark., 2016), Fe_3O_4-Ag (Venkateswarlu ve ark., 2015) ve Ag (Dziwoń ve ark., 2015) NP üretiminde indirgeyici ajan olarak kullanılabileceğini ortaya koymuştur. Castangia ve ark. (2017), şarap endüstrisinin artık ürünlerinden elde edilen üzüm cibre ekstraktını Ag NP'ler ve lipozomlarla birleştirerek, kolay, ölçeklenebilir ve tekrarlanabilir bir yöntemle, insan sağlığına ve çevreye zararlı maddelerin eklenmesinden kaçınarak, tamamen yeşil bir yaklaşımla Ag NP'leri elde etmiştir. Araştırmacılar tarafından oluşturulan tasarımda, cibre ekstraktının antioksidan görevi görürken; antimikrobiyal ajan olarak kolloidal Ag'nin, tehlikeli serbest radikalleri ve birçok patojenik mikroorganizmayı ortadan kaldırmaya yardımcı olabileceği ön görülmüştür. In vitro değerlendirme sonuçları, üzüm-Ag NP'lerin, lipozomlar tarafından stabilize edildiğinde, serbest radikallerin ve birçok patojenik mikroorganizmanın tehlikeli etkilerine karşı koymada son derece etkili olduğunu ortaya koymuştur. Sekonder metabolitler açısından son derece zengin olan üzüm çekirdeği ekstresi (GSE), gram-pozitif ve gram-negatif bakteriler gibi farklı patojenlere karşı güçlü bir antimikrobiyal aktiviteye sahiptir (Memar ve ark., 2019). Al-Otibi ve ark. (2021), GSE ve GSE-Ag NP'lerin farklı patojenlere karşı antimikrobiyal aktivitelerini test ettikleri çalışmalarında, daha zayıf ve sınırlı etkileri olan GSE'nin aksine, test edilen tüm türlere karşı GSE-Ag NP'lerin daha etkili antibakteriyel ve antifungal aktivite gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Tane sapları, üzüm salkımının lignoselülozik iskeletinin bir parçası olan, üzümün hasadı veya şarap üretiminden artakalan yan üründür (Bastos-Arrieta ve ark., 2018). Pujol

ve ark. (2013) tarafından gerçekleştirilen kimyasal karakterizasyon çalışmalarında, tane sapı ekstraktının NP oluşumunda indirgeyici ve stabilize edici bir ajan olarak işlev görebilecek polifenolik bileşikleri içerdiği bildirilmiştir. Bastos-Arrieta ve ark. (2018), Ag NP'lerin sentezinde, üzüm sap atıklarından elde ettikleri ekstraktlarda bulunan toplam polifenoller ve indirgen şekerleri, indirgeyici ajan ve stabilizatör olarak kullanmışlar ve elde ettikleri sensörlerin, algılama amaçlarına uygunluklarını analitik karakterizasyon çalışmalarıyla kanıtlamışlardır. Krishnaswamy ve ark. (2014), Au NP'lerin üretiminde, üzüm işlemeden sonra artakalan üzüm çekirdeği, tane kabuğu ve tane sapı gibi tarımsal atıkların potansiyel kullanımını değerlendirdikleri araştırmalarında, ayrı ayrı izole ettikleri polifenolik bileşenlerin, oda sıcaklığındaki suda fazla topaklaşma olmadan Au NP oluşturma potansiyeline sahip olduklarını belirlemişlerdir. Ayrıca, üzümde bulunan güçlü bir polifenolik bileşik olan, proantosiyanidinlerin basit bir monomerik birimi kateşini, referans bileşik olarak kullanmışlardır. Araştırmacılar, biyouyumlu Au NP'lerin; tıbbi uygulamalarda, moleküler görüntülemede ve kanser tedavisinde uygulama potansiyeli bulabileceğini ve gelecekte çok işlevli yeşil NP'lerin üretimine kaynak oluşturabileceğini ifade etmektedir. Wang ve ark. (2021), konsantre bir polifenol kaynağı olarak kabul edilen üzüm çekirdeklerini kullanılarak, yaban turpu peroksidazı (HRP) ve hidrojen peroksit varlığında enzimatik bir polimerizasyon yoluyla ürettikleri üzüm çekirdeği polifenol (GSP) NP'lerin, yüksek biyouyumluluk ve mükemmel serbest radikal süpürme kabiliyetleri sayesinde; üç farklı tür oksidatif stresle ilişkili hastalığın antioksidan tedavileri için umut verici adaylar olarak

kullanılabileceklerini bildirmişlerdir. Bir diğer araştırmada, Loureiro ve ark. (2017), Alzheimer hastalığıyla bağlantılı Amiloid-β peptidin (Aβ) agregasyonunu azaltıcı etkilerini belirlemek üzere; katı lipid NP'ler (SLN) ile enkapsüle edilmiş tane kabuğu ve üzüm çekirdeği ekstraktlarını, saf resveratrolle yüklenmiş SLN ile karşılaştırmışlar; sonuç olarak, tane kabuğu ve üzüm çekirdeği ekstraktlarının Aβ agregasyonunu engelleyen resveratrol içermesinin ötesinde, bu inhibitör etkiyi arttıran diğer polifenollere de sahip olmaları nedeniyle daha iyi sonuç verdiğini tespit etmişlerdir.

6. Sonuçlar

(1) NP'lerin bağcılık alanında kullanımı nispeten yenidir ve etki mekanizmalarının anlaşılması için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

(2) Uygulanan düşük konsantrasyonlu NP'ler, çevresel kontaminasyona katkıda bulunmamakta ve hedef dışı organizmalar için risk oluşturmamaktadır.

(3) Abiyotik streslerin asmalar üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için NP'lerin yeteneğinden yararlanmak, yakın gelecekte daha uzun kuraklık dönemlerinin ve yüksek sıcaklıkların beklendiği değişen iklim koşullarında özellikle yararlı olabileceği düşünülmektedir.

(4) NP'lerin uygulanması nedeniyle tuzlara karşı artan bitki toleransı, asmaların daha yüksek tuzluluğa sahip topraklarda performanslarını olumsuz yönde etkilemeden yetiştirilmesini kolaylaştıracaktır.

(5) Özellikle, nano boyutlu metal gübrelerle yaprağa püskürtme, bitki besin maddelerinin maksimum düzeyde kullanılmasına izin vererek,

asmaların temel mikro besin maddeleriyle güçlendirilmesine katkıda bulunabilir.

(6) Öte yandan, mikro besinlerin (özellikle Zn ve Fe) eksikliği ile karakterize edilen kireçli topraklarda, asmaların bu temel besin maddelerinin nano ölçekli partikülleri veya bunların oksitleri kullanılarak mineral gübrelenmesi uygun olabilir.

(7) NP'ler, sofralık üzümlerde renklenmenin ve çeşitli kalite özelliklerinin iyileştirilmesinde bir araç olarak kullanılabilir.

(8) Nano-priming uygulamaları, tohum çimlenmesini ve fidelerin büyümesini önemli ölçüde iyileştirebilir ve ıslah çalışmaları için destekleyici bir yaklaşım olarak kabul edilebilir.

(9) Üzüm ve üzüm çekirdeği, sekonder metabolitler bakımından oldukça zengin fitokimyasal kaynaktır. NP'lerin kullanımı, aktif bileşenin kontrollü bir şekilde salınmasına ve daha az miktarda kullanımına izin vererek, aynı veya daha yüksek biyolojik etkiyi elde etmek için büyük bir perspektife sahiptir.

(10) NP'lerin neden olduğu oksidatif stres, değerli bileşiklerin üretimini sadece in vivo koşullarda değil, aynı zamanda in vitro koşullarda hatta daha yüksek verimle uyarır. Özellikle, zararlı çözücülerin kullanılmadığı "yeşil" in vitro yöntemler, bu faydalı biyoaktif metabolitlerin verimli üretimi için umut verici olabilir.

(11) Artan gıda ihtiyacına paralel olarak bağcılık ürünlerine olan talep de her geçen gün artmaktadır. Uygun NP'lerin kullanımı, değerli sekoner metabolitlerin üretimine, besin değerinin yükseltilmesine ve daha yüksek verim elde edilmesine önemli ölçüde katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

7. Endişeler

(1) Yüksek konsantrasyonlardaki NP'ler değişen şiddetlerde toksik etkiler gösterebilmektedir.

(2) NP'lerin toksisite mekanizması ve uzun vadeli etkileri hala tam olarak anlaşılmamıştır.

(3) Bununla birlikte, NP'lerin toksisitesi şekle, boyuta, konsantrasyonlara, baz materyallere ve kaplamalara göre değişebilmektedir.

(4) Ticari NP'lerin birçoğunda, NP'lerin konsantrasyonu, partikül boyutu, adı ve sentez yöntemlerinin açıklanmaması nedeniyle bir belirsizlik söz konusudur.

(5) Metaller, metal oksitler, karbon ve metaloidler gibi farklı bileşik sınıflarına ayrılabilen geniş bir NP yelpazesi kullanımdadır ve bu ürünler yeni tipte tehlikeli kirleticiler üretebilir.

(6) NP'lerin tarım alanlarına yoğun olarak uygulanması, topraktaki ve bitkilerdeki birikiminin artmasına neden olabilir.

8. Kaynaklar

Abbasifar, A., Shahrabadi, F., ValizadehKaji, B. (2020). Effects of green synthesized zinc and copper nano-fertilizers on the morphological and biochemical attributes of basil plant. *Journal of Plant Nutrition* 43: 1104-1118.

Abou El-Nasr, M.K., El-Hennawy, H.M., Samaan, M.S.F., Salaheldin, T.A., El-Yazied, A.A., El-Kereamy, A. (2021). Using zinc oxide nanoparticles to improve the color and berry quality of table grapes cv. Crimson Seedless. *Plants* 10: 1285.

Acharya, A., Pal, P.K. (2020). Agriculture nanotechnology: Translating research outcome to field applications by influencing environmental sustainability. *NanoImpact* 19: 100232.

Acharya, P., Jayaprakasha, G.K., Crosby, K.M., Jifon, J.L., Patil, B.S. (2020). Nanoparticle-mediated seed priming improves germination, growth, yield, and quality of watermelons (*Citrullus lanatus*) at multi-locations in Texas. *Scientific Reports* 10: 5037.

Adisa, I.O., Pullagurala, V.L.R., Peralta-Videa, J.R., Dimkpa, C.O., Elmer, W.H., Gardea-Torresdey, J.L., White, J.C. (2019). Recent advances in nano-enabled fertilizers and pesticides: A critical review of mechanisms of action. *Environmental Science: Nano* 6: 2002–2030.

Adebayo, A.H., Yakubu, O.F., Bakare-Akpata, O. (2020). Uptake, metabolism and toxicity of selenium in tropical plants. Importance of Selenium in the Environment and Human Health, DOI: 10.5772/intechopen.90295.

Adrees, M., Khan, Z.S., Ali, S., Hafeez, M., Khalid, S., Rehman, M.Z.U., Hussain, A., Hussain, K., Chatha, S.A.S., Rizwan, M. (2020). Simultaneous mitigation of cadmium and drought stress in wheat by soil application of iron nanoparticles. *Chemosphere* 238, 124681.

Agarwal, H., Kumar, S.V., Rajeshkumar, S. (2017). A review on green synthesis of zinc oxide nanoparticles–An eco-friendly approach. *Resource-Efficient Technologies* 3(4): 406-413.

Aghdam, M.T.B., Mohammadi, H., Ghorbanpour, M. (2016). Effects of nanoparticulate anatase titanium dioxide on physiological and biochemical performance of *Linum usitatissimum* (Linaceae) under well-watered and drought stress conditions. *Brazilian Journal of Botany* 39: 139–146.

Alkhatib, R., Alkhatib, B., Abdo, N. (2021). Effect of Fe_3O_4 nanoparticles on seed germination in tobacco. *Environmental Science and Pollution Research* 28: 53568–53577.

Al-Otibi, F., Alkhudhair, S.K., Alharbi, R.I., Al-Askar, A.A., Aljowaie, R.M., Al-Shehri, S. (2021). The antimicrobial activities of silver nanoparticles from aqueous extract of grape seeds against pathogenic bacteria and fungi. *Molecules* 26: 6081.

AlQuraidi, A.O., Mosa, K.A., Ramamoorthy, K. (2019). Phytotoxic and genotoxic effects of copper nanoparticles in coriander (*Coriandrum sativum*-Apiaceae). *Plants* 8: 19.

Ancín-Azpilicueta, C., Nieto-Rojo, R., Gómez-Cordón, J. (2013). Effect of foliar urea fertilisation on volatile compounds in Tempranillo wine. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93: 1485-1481.

Andrade, R., Skurtys, O., Osorio, F., Zuluaga, R., Gañán, P., Castrof, C. (2014). Wettability of gelatin coating formulations containing cellulose nanofibers on banana and eggplant epicarps. *LWT - Food Science and Technology* 58: 158-165.

Anekonda, T.S. (2006). Resveratrol—A boon for treating Alzheimer's disease? *Brain Research Reviews* 52: 316–326.

Anonim, 2020. International Organisation of Vine and Wine (OIV) "The world vitivinicultural sector in 2020", https://www.oiv.int/public/medias/7909/oiv-state-of-the-world-vitivinicultural-sector-in-2020.pdf, (Erişim Tarihi: 15.02.2022).

Anonim, 2022. Nanotechnology Products Database (NPD), https://product. statnano.com, (Erişim Tarihi: 10.02.2022).

Ashkavand, P., Tabari, M., Zarafshar, M., Tomaskova, I., Struve, D. (2015). Effect of SiO_2 nanoparticles on drought resistance in hawthorn seedlings. *Forest Research Papers* 76: 350–359.

Askary, M., Amirjani, M.R., Saberi, T. (2017). Comparison of the effects of nano-iron fertilizer with iron-chelate on growth parameters and some biochemical properties of *Catharanthus roseus*. *Journal of Plant Nutrition* 40: 7.

Bahrami, M.K., Movafeghi, A., Mahdavinia, G.R., Hassanpouraghdam, M.B., Gohari, G. (2018). Effects of bare and chitosan-coated Fe_3O_4 magnetic nanoparticles on seed germination and seedling growth of *Capsicum annuum* L. *Biointerface Research in Applied Chemistry* 8: 3552–3559.

Balah, M.A., Pudake, R.N. (2019). Use nanotools for weed control and exploration of weed plants in nanotechnology. *Nanoscience for Sustainable Agriculture* 207–231.

Baldassarre, F., De Stradis, A., Altamura, G., Vergaro, V., Citti, C., Cannazza, G., Capodilupo, A.L., Dini L., Ciccarella, G. (2019). Application of calcium carbonate nanocarriers for controlled release of phytodrugs against *Xylella fastidiosa* pathogen. *Pure and Applied Chemistry* 92: 3.

Banerjee, J., Kole, C. (2016). Plant nanotechnology: an overview on concepts, strategies, and tools. *Plant Nanotechnology* 1–14.

Baskar, V., Safia, N., Preethy, K.S., Dhivya, S., Thiruvengadam, M., Sathishkumar, R. (2020). A comparative study of phytotoxic effects of metal oxide (CuO, ZnO and NiO) nanoparticles on in-vitro grown Abelmoschus esculentus. *Plant Biosystems* 155(2): 374-383.

Bastani, S., Hajiboland, R., Khatamian, M., Saket-Oskoui, M. (2018). Nano iron (Fe) complex is an effective source of Fe for tobacco plants grown under low Fe supply. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 18: 524-541.

Bastos-Arrieta, J., Florido, A., Pérez-Ràfols, C., Serrano, N., Fiol, N., Poch, J., Villaescusa, I. (2018). Green synthesis of Ag nanoparticles using grape stalk waste extract for the modification of screen-printed electrodes. *Nanomaterials* 8: 946.

Bell, I.R., Ives, J.A., Jonas, W.B. (2014). Nonlinear effects of nanoparticles: Biological variability from hormetic doses, small particle sizes, and dynamic adaptive interactions. *Dose-Response* 12: 202–232.

Berekaa, M.M. (2015). Nanotechnology in food industry; advances in food processing, packaging and food safety. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 4: 345-357.

Bhavyasree, P.G., Xavier, T.S. (2020). Green synthesis of Copper Oxide/Carbon nanocomposites using the leaf extract of Adhatoda vasica Nees, their characterization and antimicrobial activity. *Heliyon* 6(2): e03323.

Biju, V., Itoh, T., Anas, A., Sujith, A., Ishikawa, M. (2008). Semiconductor quantum dots and metal nanoparticles: Syntheses, optical properties, and biological applications. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 391: 2469-2495.

Bilal, M., Xu, C., Cao, L., Zhao, P., Cao, C., Li, F., Huang, Q. (2020). Indoxacarb-loaded fluorescent mesoporous silica nanoparticles for effective control of *Plutella xylostella* L. with decreased detoxification enzymes activities. *Pest Management Science* 76: 3749–3758.

Bindhu, M.R., Umadevi, M., Micheal, M.K., Arasu, M.V., Al-Dhabi, N.A. (2016). Structural, morphological and optical properties of MgO nanoparticles for antibacterial applications. *Materials Letters* 166: 19-22.

Brasted, R.C. (2021). Selenium, https://www.britannica.com/science/selenium, (Erişim Tarihi: 12.02.2022).

Bumbudsanpharoke, N., Ko, S. (2015). Nano-food packaging: an overview of market, migration research, and safety regulations. *Journal of Food Science* 80: 910-923.

Buzea, C., Pacheco, I.I., Robbie, K. (2007). Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. *Biointerphases* 2(4): 17-71.

Byczy´ nska, A. (2017). Nano-silver as a potential biostimulant for plant-A review. *World Scientific News* 86: 180-192.

Cabrera-De la Fuente, M., González-Morales, S., Juárez-Maldonado, A., Leija-Martínez, P., Benavides-Mendoza, A. (2018). Plant Nutrition and Agronomic

Management to Obtain Crops with Better Nutritional and Nutraceutical Quality. In Therapeutic Foods, London.

Cai, L., Liu, C., Fan, G., Liu, C., Sun. X. (2019). Preventing viral disease by ZnO NPs through directly deactivating TMV and activating plant immunity in *Nicotiana benthamiana. Environmental Science: Nano* 6: 3653.

Campos, E.V.R., de Oliveira, J.L., Fernandes Fraceto, L., Grillo, R. (2018). Global market of nanomaterials and colloidal formulations for agriculture: An overview. In Emerging Trends in Agri-nanotechnology: Fundamental and Applied Aspects, CAB International, Wallingford.

Carmona, F.J., Dal Sasso, G., Bertolotti, F., Ramírez-Rodríguez, G., Delgado-López, J.M., Pedersen, J.S. (2020). The role of nanoparticle structure and morphology in the dissolution kinetics and nutrient release of nitrate-doped calcium phosphate nanofertilizers. *Scientific Reports* 10: 12396.

Castangia, I., Marongiu, F., Manca, M.L., Pompei, R., Angius, F., Ardu, A., Fadda, A.M., Manconi, M. Ennas, G. (2017). Combination of grape extract-silver nanoparticles and liposomes: a totally green approach, *European Journal of Pharmaceutical Sciences* 97: 62-69.

Castelo Branco Melo, N.F., de MendonçaSoares, B.L., Diniz, K.M., Leal, C.F., Canto, D., Flores, M.A.P., da Costa Tavares-Filho, J.H., Galembeck, A., Montenegro Stamford, T.L., Montenegro Stamford-Arnaud, T., Montenegro Stamford, T.C. (2018). Effects of fungal chitosan nanoparticles as eco-friendly edible coatings on the quality of postharvest table grapes the quality of postharvest table grapes. *Postharvest Biology and Technology* 139: 56-66.

Cecchin, I., Reddy, K.R., Thomé, A., Tessaro, E.F., Schnaid, F. (2017). Nanobioremediation: Integration of nanoparticles and bioremediation for sustainable remediation of chlorinated organic contaminants in soils. *International Biodeterioration and Biodegradation* 119: 419-428.

Chakravarthy, A.K., Chandrashekharaiah, K.S.B., Bhattacharya, A., Dhanabala, K., Gurunatha, K., Ramesh, P. (2012). Bio efficacy of inorganic nanoparticles CdS, Nano-Ag and Nano-TiO_2 against *Spodoptera litura* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae). *Current Biotica* 6: 271-281.

Chakravarty, D., Erande, M.B., Late, D.J. (2015). Graphene quantum dots as enhanced plant growth regulators: Effects on coriander and garlic plants. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 95: 2772–2778.

Chaud, M., Souto, E.B., Zielinska, A., Severino, P., Batain, F., Oliveira-Junior, J., Alves, T. (2021). Nanopesticides in agriculture: Benefits and challenge in agricultural productivity, toxicological risks to human health and environment. *Toxics* 9: 131.

Chauhan, R., Yadav, H.O.S., Sehrawat, N. (2020). Nanobioremediation: A new and a versatile tool for sustainable environmental clean up-Overview. *Journal of Materials and Environmental Science* 11: 564-573.

Chen, H., Yada, R. (2011). Nanotechnologies in agriculture: New tools for sustainable development. *Trends in Food Science and Technology* 22: 585-594.

Chen, J., Wu, L., Lu, M., Lu, S., Li, Z., Ding, W. (2020). Comparative Study on the Fungicidal Activity of Metallic MgO Nanoparticles and Macroscale MgO Against Soilborne Fungal Phytopathogens. *Frontiers in Microbiology* 11.

Chen, M., Zeng, G., Xu, P., Yan, M., Xiong, W., Zhou, S. (2017). Interaction of carbon nanotubes with microbial enzymes: Conformational transitions and potential toxicity. *Environmental Science: Nano* 4, 1954-1960.

Chronopoulou, L., Donati, L., Bramosanti, M., Rosciani, R., Palocci, C., Pasqua G., Valletta, A. (2019). Microfluidic synthesis of methyl jasmonate-loaded PLGA nanocarriers as a new strategy to improve natural defenses in Vitis vinifera. *Scientific Reports* 9: 1-9.

Chung, I.M., Rekha, K., Rajakumar, G., Thiruvengadam, M. (2019). Elicitation of silver nanoparticles enhanced the secondary metabolites and pharmacological activities in cell suspension cultures of bitter gourd. *3 Biotech* 8: 412.

Cleveland, D., Long, S.E., Pennington, P.L., Cooper, E., Fulton, M.H., Scott, G.I., Wood, L. (2012). Pilot estuarine mesocosm study on the environmental fate of silver nanomaterials leached from consumer products. *Science of the Total Environment* 421: 267-272.

Congreves, K.A., Otchere, O., Ferland, D., Farzadfar, S., Williams, S., Arcand, M.M. (2021). Nitrogen use efficiency definitions of today and tomorrow. *Frontiers in Plant Science* 12.

Crista, M.A., da Silva, J.C.G.E., da Silva, L.P. (2020). Evaluation of different bottom-up routes for the fabrication of carbon dots. *Nanomaterials* 10: 1316.

Cushing, B.L., Kolesnichenko, V.L., O'connor, C.J. (2004). Recent advances in the liquid-phase syntheses of inorganic nanoparticles. *Chemical reviews* 104(9): 3893-3946.

Darvishzadeh, F., Nejatzadeh, F., Iranbakhsh, A.R. (2015). Effects of silver nanoparticles on salinity tolerance in basil plant (*Ocimum basilicum* L.) during germination in vitro. *New Cellular and Molecular Biotechnology Journal* 5: 63-70.

Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejad, G., Abadía, J., Khorasani, R. (2016). Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulturae* 210: 57-64.

de Oliveira, J.L. (2021). Nano-biopesticides: Present concepts and future perspectives in integrated pest management. In Advances in Nano-Fertilizers and Nano-Pesticides in Agriculture, Woodhead Publishing, Sawston, UK.

de Oliveira, P.F., Torresi, R.M., Emmerling, F., Camargo, P.H. (2020). Challenges and opportunities in the bottom-up mechanochemical synthesis of noble metal nanoparticles. *Journal of Materials Chemistry A*, 8(32): 16114-16141.

DeRosa, M.C., Monreal, C., Schnitzer, M., Walsh, R., Sultan, Y. (2010). Nanotechnology in fertilizers. *Nature Nanotechnology* 5: 91.

Dimkpa, C.O., White, J.C., Elmer, W.H., Gardea-Torresdey, J. (2017). Nanoparticle and ionic Zn promote nutrient loading of sorghum grain under low NPK fertilization. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 65: 8552-8559.

Disfani, M.N., Mikhak, A., Kassaee, M.Z., Maghari, A.E. (2017). Effects of nano Fe/SiO_2 fertilizers on germination and growth of barley and maize. *Archives of Agronomy and Soil Science* 63: 817-826.

dos Santos Silva, M., Cocenza, D.S., Grillo, R., de Melo, N.F.S., Tonello, P.S., de Oliveira, L.C., Cassimiro, D.L., Rosa, A.H., Fraceto, L.F. (2011). Paraquat-loaded alginate/chitosan nanoparticles: preparation, characterization and soil sorption studies. *Journal of Hazardous Materials* 190: 366-374.

Duncan, T.V. (2011). Applications of nanotechnology in food packaging and food safety: Barrier materials, antimicrobials and sensors. *Journal of Colloid and Interface Scienc*e 363: 1-24.

Dziwoń, K., Pulit-Prociak, J., Banach, M. (2015). Green technologies in obtaining nanomaterials–using white grapes (*Vitis vinifera*) in the processes for the preparation of silver nanoparticles. *Chemik* 69: 33-38.

Ealia, S.A.M., Saravanakumar, M.P. (2017). A review on the classification, characterisation, synthesis of nanoparticles and their application. *In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering.* November, 263(3): P.032019.

El-Ramady, H., Abdalla, N., Alshaal, T., El-Henawy, A., Elmahrouk, M., Bayoumi, Y., Shalaby, T., Amer, M., Shehata, S., Fari, M. (2018). Plant nano-nutrition: Perspectives and challenges. In Nanotechnology, Food Security and Water Treatment; Book Series: Environmental Chemistry for a Sustainable, World, Cham.

Elsabee, M.Z., Abdou, E.S. (2013). Chitosan based edible films and coatings: a review. *Materials Science and Engineering C* 33: 1819-1841.

El-Temsah, Y.S., Joner, E.J. (2012). Impact of Fe and Ag nanoparticles on seed germination and differences in bioavailability during exposure in aqueous suspension and soil. *Environmental Toxicology* 27: 42-49.

Elumalai, K., Velmurugan, S., Ravi, S., Kathiravan, V., Ashokkumar, S. (2015). Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using *Moringa oleifera* leaf extract and evaluation of its antimicrobial activity. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular* 143: 158-164.

Erdim, E., Aydın, Y., Altınkut Uncuoğlu, A., Vardar, F. (2019). Bitki Biyoteknolojisinde Güncel Yaklaşımlar. Palme Yayın Dağıtım, P.69-82. İstanbul.

Etesami, H. (2018). Can interaction between silicon and plant growth promoting rhizobacteria benefit in alleviating abiotic and biotic stresses in crop plants? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 253: 98-112.

Fahad Balouch, A., Agheem, M.H., Memon, S.A., Baloch, A.R., Tunio, A., Abdullah Pato, A.H., Jagirani, M.S., Panah, P. (2020). Efficient mitigation of cadmium and lead toxicity in coriander plant utilizing magnetite (Fe_3O_4) nanofertilizer as growth regulator and antimicrobial agent. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* DOI:10.1080/03067319.2020.1776861.

Faizan, M., Sehar, S., Rajput, V.D., Faraz, A., Afzal, S., Minkina, T., Sushkova, S., Adil, M.F., Yu, F., Alatar, A.A., (2021). Modulation of cellular redox status and antioxidant defense system after synergistic application of Zinc oxide nanoparticles and salicylic acid in rice (*Oryza sativa*) plant under arsenic stress. *Plants* 10: 2254.

Fakhouri, F.M., Martelli, S.M., Caon, T., Velasco, J.I., Innocentini-Mei, L.H. (2015). Edible films and coatings based on starch/gelatin: Film properties and effect of coatings on quality of refrigerated Red Crimson grapes. *Postharvest Biology and Technology* 109: 57-64.

Faraz, A., Faizan, M., Sami, F., Siddiqui, H., Pichtel, J., Hayat, S. (2019). Nanoparticles: Biosynthesis, translocation and role in plant metabolism. *IET Nanobiotechnology* 13: 345–352.

Fatemi, F., Abdollahi, M.R., Mirzaie-Asl, A., Dastan, D., Papadopoulou, K. (2020). Phytochemical, antioxidant, enzyme activity and antifungal properties of *Satureja khuzistanica* in vitro and in vivo explants stimulated by some chemical elicitors. *Pharmaceutical Biology 58*: 286–296.

Feynman, R.P. (1960). There's Plenty of Room at the Bottom. *Engineering Science* 23: 22-36.

Fincheira, P., Tortella, G., Duran, N., Seabra, A.B., Rubilar, O. (2019). Current applications of nanotechnology to develop plant growth inducer agents as an innovation strategy. *Critical Reviews in Biotechnology* 40 :15-30.

Fiol, D.F., Terrile, M.C., Frik, J., Mesas, F.A., Álvarez, V.A., Casalongué, C.A. (2021). Nanotechnology in plants: Recent advances and challenges. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 96: 2095-2108.

Flaker, C.H., Lourenço, R.V., Bittante, A.M., Sobral, P.J. (2015). Gelatin-based nanocomposite films: A study on montmorillonite dispersion methods and concentration. *Journal of Food Engineering* 167, 65-70.

Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A., Cassidy, E.S., Gerber, J.S., Johnston, M., Mueller, N.D., O'Connell, C., Ray, D.K. West, P.C., Balzer, C., Bennett, E.M., Carpenter, S.R., Hill, J., Monfreda, C., Polasky, S., Rockstrom, J., Sheehan, J., Sieber, S., Tilman, D., Zaks. D.P.M. (2011). *Solutions for a cultivated planet Nature* 478: 337-342.

Gaiotti, F., Lucchetta, M., Rodegher, G., Lorenzoni, D., Longo, E., Boselli, E., Cesco, S., Belfiore, N., Lovat, L., Delgado-López, J.M., Carmona, F.J., Guagliardi, A., Masciocchi, N., Pii, Y. (2021). Urea-doped calcium phosphate nanoparticles as sustainable nitrogen nanofertilizers for viticulture: ımplications on yield and quality of Pinot Gris grapevines. *Agronomy* 11(6): 1026.

Garcia-Hernandez, C., Medina-Plaza, C., Garcia-Cabezon, C., Blanco, Y., Fernandez-Escudero, J.A., Barajas-Tola, E., Rodriguez-Perez, M.A., Martin-Pedrosa, F., Rodriguez-Mendez, M.L. (2018). Monitoring the Phenolic Ripening of Red Grapes Using a Multisensor System Based on Metal-Oxide Nanoparticles. *Frontiers in Chemistry* 6: 131.

Garcia-Lopez, J.I., Nino-Medina, G., Olivares-Saenz, E., Lira-Saldivar, R.H., Barriga-Castro, E.D., Vazquez-Alvarado, R., Rodriguez-Salinas, P.A., Zavala-Garcia, F. (2019). Foliar application of zinc oxide nanoparticles and zinc sulfate boosts the content of bioactive compounds in habanero peppers. *Plants* 8: 254.

Garcia-Lopez, J.I., Zavala-Garcia, F., Olivares-Saenz, E., Lira-Saldivar, R.H., Diaz Barriga-Castro, E., Ruiz-Torres, N.A., Ramos-Cortez, E., Vazquez-Alvarado, R., Nino-Medina, G. (2018). Zinc oxide nanoparticles boosts phenolic

compounds and antioxidant activity of *Capsicum annuum* L. during germination. *Agronomy* 8: 215.

Garde-Cerdán, T., López, R., Portu, J., González-Arenzana, L., López-Alfaro, I., Santamaría, P. (2014). Study of the effects of proline, phenylalanine, and urea foliar application to Tempranillo vineyards on grape amino acid content. Comparison with commercial nitrogen fertilisers. *Food Chemistry* 163: 136-141.

Ghabel, V.K., Karamian, R. (2020). Effects of TiO_2 nanoparticles and spermine on antioxidant responses of *Glycyrrhiza glabra* L. to cold stress. *Acta Botanica Croatica* 79: 137-147.

Ghafari, H., Razmjoo, J. (2013). Effect of foliar application of nano-iron oxidase, iron chelate and iron sulphate rates on yield and quality of wheat. *International Journal of Plant Production* 4: 2997-3003.

Ghasabkolaei, N., Janalizadeh Choobbasti, A., Roshan, N., Ghasemi, S.E. (2017). Geotechnical properties of the soils modified with nanomaterials: A comprehensive review. *Archives of Civil and Mechanical Engineering* 17: 639-650.

Ghasemi, B., Hosseini, R., Dehghan Nayeri, F. (2015). Effects of cobalt nanoparticles on artemisinin production and gene expression in *Artemisia annua*. *Turkish Journal of Botany* 39: 769-777.

Ghavam, M. (2019). Effect of silver nanoparticles on tolerance to drought stress in *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. in germination and early growth stages. *Environmental Stresses in Crop Sciences* 12: 555-566.

Ghidan, A.Y., Al-Antary, T.M., Awwad, A.M., Ayad, J.Y. (2018). Physiological effect of some nanomaterials on pepper (*Capsicum annuum* L.) plants. *Fresenius Environmental Bulletin* 27: 7872-7878.

Gil-Muñoz, R., Bautista-Ortín, A.B., Ruiz-García, Y., Fernández-Fernández, J.I., Gómez-Plaza, E. (2017). Improving phenolic and chromatic characteristics of Monastrell, Merlot and Syrah wines by using methyl jasmonate and benzothiadiazole. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin* 51: 17-27.

Gohari, G., Mohammadi, A., Akbari, A., Panahirad, S., Dadpour, M.R., Fotopoulos, V., Kimura, S. (2020). Titanium dioxide nanoparticles (TiO_2 NPs) promote growth and ameliorate salinity stress effects on essential oil profile and biochemical attributes of *Dracocephalum moldavica*. *Scientific Reports* 10: 912.

Gol, N.B., Patel, P.R., Rao, R. (2013). Improvement of quality and shelf life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology* 85: 185-195.

Golkar, P., Moradi, M., Garousi, G.A. (2019). Elicitation of *Stevia* glycosides using salicylic acid and silver nanoparticles under callus culture. *Sugar Technology* 21: 569-577.

Grillo, R., dos Santos, N.Z.P., Maruyama, C.R., Rosa, A.H., de Lima, R., Fraceto, L.F. (2012). Poly(γ-caprolactone) nanocapsules as carrier systems for herbicides: physico-chemical characterization and genotoxicity evaluation. *Journal of Hazardous Materials* 231-232: 1-9.

Grumezescu, A.M. (2018). Inorganic Frameworks as Smart Nanomedicines. Elsevier, USA.

Guan, W., Tang, L., Wang, Y., Cui, H. (2018a). Fabrication of an Effective Avermectin Nanoemulsion using a Cleavable Succinic Ester Emulsifier. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66: 7568-7576.

Guan, W., Zhang, W., Tang, L., Wang, Y., Cui, H. (2018b). Fabrication of novel avermectin nanoemulsion using polyurethane emulsifier with cleavable disulfide bonds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66: 6569–6577.

Güncan, A. 2009. Yabancı Otlar ve Mücadele Prensipleri. Selçuk Üniversitesi Basımevi, Konya.

Hanani, Z.N., Roos, Y.H., Kerry, J.P. (2014). Use and application of gelatin as potential biodegradable packaging materials for food products. *International Journal of Biological Macromolecules* 71: 94-102.

Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M.H.M.B., Raza, A., Hawrylak-Nowak, B., Matraszek-Gawron, R., Al Mahmud, J., Nahar, K., Fujita, M. (2020). Selenium in plants: Boon or bane? *Environmental and Experimental Botany* 178: 104170.

Hashemi, S., Asrar, Z., Pourseyedi, S., Nadernejad, N. (2018). Investigation of ZnO nanoparticles on proline, anthocyanin contents and photosynthetic pigments and lipid peroxidation in the soybean. *IET Nanobiotechnology* 13: 66–70.

Hatami, M., Hadian, J., Ghorbanpour, M. (2017). Mechanisms underlying toxicity and stimulatory role of single-walled carbon nanotubes in *Hyoscyamus niger* during drought stress simulated by polyethylene glycol. *Journal of Hazardous Materials* 324: 306–320.

Hatami, M., Hosseini, S.M., Ghorbanpour, M., Kariman, K. (2019). Physiological and antioxidative responses to GO/PANI nanocomposite in intact and demucilaged seeds and young seedlings of *Salvia mirzayanii*. *Chemosphere* 233: 920-935.

Haverkamp, R.G., Marshall, A.T. (2009). The mechanism of metal nanoparticle formation in plants: limits on accumulation. *Journal of Nanoparticle Research* 11(6): 1453-1463.

Heikal, Y.M., Sutan, N.A., Rizwan, M., Elsayed, A. (2020). Green synthesized silver nanoparticles induced cytogenotoxic and genotoxic changes in *Allium cepa* L. varies with nanoparticles doses and duration of exposure. *Chemosphere* 243: 125430.

Hernandez-Diaz, J.A., Garza-Garcia, J.J., Zamudio-Ojeda, A., Leon-Morales, J.M., Lopez-Velazquez, J.C., Garcia-Morales, S. (2020). Plant-mediated synthesis of nanoparticles and their antimicrobial activity against phytopathogens. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101: 1270–1287.

Herrmann, J.M., Guillard, C. (2000). Photocatalytic degradation of pesticides in agricultural used waters. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences - Series IIC - Chemistry* 3: 417-422.

Hester, R.E., Harrison, R.M. (2007). Nanotechnology: Consequences for Human Health and the Environment. RSC Publishing, USA.

Hosseini, S.F., Rezaei, M., Zandi, M., Farahmandghavi, F. (2015). Fabrication of bio-nanocomposite films based on fish gelatin reinforced with chitosan nanoparticles. *Food Hydrocolloids* 44: 172-182.

Huang, B., Chen, F., Shen, Y., Qian, K., Wang, Y., Sun, C., Zhao, X., Cui, B., Gao, F., Zeng, Z. (2018). Advances in targeted pesticides with environmentally responsive controlled release by nanotechnology. *Nanomaterials* 8: 102.

Huang, S., Yan, W., Liu, M., Hu, J. (2016). Detection of difenoconazole pesticides in pak choi by surface-enhanced Raman scattering spectroscopy coupled with gold nanoparticles. *Analytical Methods* 8(23): 4755-4761.

Hussain, A., Rizwan, M., Ali, Q., Ali, S. (2019). Seed priming with silicon nanoparticles improved the biomass and yield while reduced the oxidative stress and cadmium concentration in wheat grains. *Environmental Science and Pollution Research* 26: 7579-7588.

Ingle, A.P., Duran, N., Rai, M. (2014). Bioactivity, mechanism of action, and cytotoxicity of copper-based nanoparticles: A review. *Applied Microbiology and Biotechnology* 98: 1001-1009.

Iqbal, M., Umar, S., Mahmooduzzafar, N.A. (2019). Nano-Fertilization to Enhance Nutrient Use Efficiency and Productivity of Crop Plants. In Nanomaterials and Plant Potential, Springer International Publishing, Cham.

Iravani, S., Korbekandi, H., Mirmohammadi, S.V., Zolfaghari, B. (2014). Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods. *Research in pharmaceutical sciences* 9(6): 385.

Ishak, N.M., Kamarudin, S.K., Timmiati, S.N. (2019). Green synthesis of metal and metal oxide nanoparticles via plant extracts: an overview. *Materials Research Express* 6(11): 112004.

Jaberzadeh, A., Moaveni, P., Tohidi, M.H.R., Zahedi, H. (2013). Influence of bulk and nanoparticles titanium foliar application on some agronomic traits, seed gluten and starch contents of wheat subjected to water deficit stress. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 41: 201-207.

Jadczak, P., Kulpa, D., Bihun, M., Przewodowski, W. (2019). Positive effect of AgNPs and AuNPs in in vitro cultures of *Lavandula angustifolia* Mill. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)* 139: 191–197.

Jain, D., Kothari, S. (2014). Green synthesis of silver nanoparticles and their application in plant virus inhibition. *Journal of mycology and plant pathology* 44: 21.

Jamkhande, P.G., Ghule, N.W., Bamer, A.H., Kalaskar, M.G. (2019). Metal nanoparticles synthesis: An overview on methods of preparation, advantages and disadvantages, and applications. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 53: 101174.

Jampilek, J., Kralova, K. (2021). Nanoparticles for Improving and Augmenting Plant Functions. In Advances in Nano-Fertilizers and Nano-Pesticides in Agriculture, Elsevier, Amsterdam.

Jasim, B., Thomas, R., Mathew, J., Radhakrishnan, E.K. (2017). Plant growth and diosgenin enhancement effect of silver nanoparticles in Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Saudi Pharmaceutical Journal* 25: 443-447.

Javed, R., Usman, M., Yucesan, B., Zia, M., Gurel, E. (2017). Effect of zinc oxide (ZnO) nanoparticles on physiology and steviol glycosides production in micropropagated shoots of *Stevia rebaudiana* Bertoni. *Plant Physiology and Biochemistry*, 110: 94-99.

Javed, R., Yucesan, B., Zia, M., Gurel, E. (2018). Elicitation of secondary metabolites in callus cultures of *Stevia rebaudiana* Bertoni grown under ZnO and CuO nanoparticles stress. *Sugar Technology* 20: 194-201.

Jin, T., He, Y.P. (2011). Antibacterial activities of magnesium oxide (MgO) nanoparticles against foodborne pathogens. *Journal of Nanoparticles Research* 13: 6877-6885.

Jo, Y.K., Kim, B.H., Jung, G. (2009). Antifungal activity of silver ions and nanoparticles on phytopathogenic fungi. *Plant Disease* 93: 1037-1043.

Jomini, S., Clivot, H., Bauda, P., Pagnout, C. (2015). Impact of manufactured TiO_2 nanoparticles on planktonic and sessile bacterial communities. *Environmental Pollution* 202: 196-204.

Juárez-Maldonado, A., Ortega-Ortíz, H., Morales-Díaz, A.B., González-Morales, S., Morelos-Moreno, A., Cabrera-De la Fuente, M., Sandoval-Rangel, A., Cadenas-Pliego, G., Benavides-Mendoza. A. (2018). Nanoparticles and

nanomaterials as plant biostimulants. *International Journal of Molecular Sciences* 20: 162.

Judy, J.D., Bertsch, P.M. (2014). Bioavailability, toxicity, and fate of manufactured nanomaterials in terrestrial ecosystems. *Advances in Agronomy* 123: 1-64.

Kahila, M.M.H., Najy, A.M., Rahaie, M., Mir-Derikvand, M. (2018). Effect of nanoparticle treatment on expression of a key gene involved in thymoquinone biosynthetic pathway in *Nigella sativa* L. *Natural Product Research* 32: 1858-1862.

Kalteh, M., Alipour, Z.T., Ashraf, S., Aliabadi, M.M., Nosratabadi, A.F. (2014). Effect of silica nanoparticles on basil (*Ocimum basilicum*) under salinity stress. *Journal of Chemical Health Risks* 4: 49-55.

Kamle, M., Kumar Mahato, D., Devi, S., Soni, R., Tripathi, V., Kumar Mishra, A., Kumar, P. (2020). Nanotechnological interventions for plant health improvement and sustainable agriculture. *3 Biotech* 10: 168.

Karakas, O. (2020). Effect of silver nanoparticles on production of indole alkaloids in *Isatis constricta*. *Iranian Journal of Science and Technology* 44: 621-627.

Karamian, R., Ghasemlou, F., Amiri, H. (2020). Physiological evaluation of drought stress tolerance and recovery in *Verbascum sinuatum* plants treated with methyl jasmonate, salicylic acid and titanium dioxide nanoparticles. *Plant Biosystems* 154: 277-287.

Karimi, H., Mahdavi, S., Asgari Lajayer, B., Moghiseh, E., Rajput, V.D., Minkina, T., Astatkie, T. (2021). Insights on The Bioremediation Technologies for Pesticide-Contaminated Soils. Environ. Geochem. Health, in press.

Karpagavinayagam, P., Vedhi, C. (2019). Green synthesis of iron oxide nanoparticles using *Avicennia marina* flower extract. *Vacuum* 160: 286-292.

Kashyap, P.L., Xiang, X., Heiden, P. (2015). Chitosan nanoparticle based delivery systems for sustainable agriculture. *International Journal of Biological Macromolecules* 77: 36-51.

Kaur, N., Sharma, S., Kaur, S., Nayyar, H. (2014). Selenium in agriculture: A nutrient or contaminant for crops? *Archives of Agronomy and Soil Science* 60: 1593-1624.

Khan, M.N. (2016). Nano-titanium Dioxide (Nano-TiO_2) mitigates NaCl stress by enhancing antioxidative enzymes and accumulation of compatible solutes in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Plant Sciences* 11: 1-11.

Khan, M.S., Zaka, M., Abbasi, B.H., Rahman, L., Shah, A. (2016). Seed germination and biochemical profile of Silybum marianum exposed to monometallic and bimetallic alloy nanoparticles. *IET Nanobiotechnology* 10(6): 359-366.

Khanna, V.K. (2008). New-generation nano-engineered bio-sensors, enabling nanotechnologies and nanomaterials. *Sensor Review* 28: 39-45.

Kharissova, O.V., Dias, H.R., Kharisov, B.I., Pérez, B.O., Pérez, V.M.J. (2013). The greener synthesis of nanoparticles. *Trends in biotechnology* 31(4): 240-248.

Khodakovskaya, M.V., Kim, B.S., Kim, J.N., Alimohammadi, M., Dervishi, E., Mustafa, T., Cernigla, C.E. (2013). Carbon nanotubes as plant growth regulators: Effects on tomato growth, reproductive system, and soil microbial community. *Small* 9: 115–123.

Kındığılı, M.E. (2021). *Yeşil sentez yoluyla biberiyeden (Rosmarinus officinalis) bakır oksit nanopartikülü sentezlenerek bazı bakteriler üzerindeki etkisinin araştırılması* (Yüksek Lisans Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.

Kiapour, H., Moaveni, P., Habibi, D., Sani, B. (2015). Evaluation of the application of gibbrellic acid and titanium dioxide nanoparticles under drought stress on some traits of basil (*Ocimum basilicum* L.). *International Journal of Agronomy and Agricultural Research* 6: 138-150.

Kim, H., Kang, H., Chu, G., Byun, H. (2008). Antifungal effectiveness of nanosilver colloid against rose powdery mildew in greenhouses. *Solid State Phenomena* 135: 15-18.

Kim, L.H., Oh, Y.A., Lee, H., Song, K.B., Min, S.C. (2014). Grape berry coatings of lemongrass oil-incorporating nanoemulsion. *LWT - Food Science and Technology* 58: 1-10.

Kitiş, Y.E. (2011). Organik Bağcılıkta Yabancı Ot Mücadelesi. 1. Ulusal Sarıgöl İlçesi ve Değerleri Sempozyumu. 17-19 Şubat, Sarıgöl, Manisa, Türkiye.

Klaine, S.J., Alvarez, P.J.J., Batley, G.E., Fernandes, T.F., Handy, R.D., Lyon, D.Y., Mahendre, S., McLaughlin, M.J., Lead, J.R. (2008). Nanomaterials in the environment: Behavior, fate, bioavailability and effects. *Environmental Toxicology and Chemistry* 27(9): 1825-1851.

Koca, F.D., Duman, F. (2019). Genotoxic and cytotoxic activity of green synthesized TiO_2 nanoparticles. *Applied Nanoscience* 9: 815–823.

Koce, J.D., Drobne, D., Klancnik, K., Makovec, D., Novak, S., Hocevar, M. (2014). Oxidative potential of ultraviolet-A irradiated or nonirradiated suspensions of titanium dioxide or silicon dioxide nanoparticles on *Allium cepa* roots. *Environmental Toxicology and Chemistry* 33: 858-867.

Koç, F. (2020). *41B asma anacı çeliklerinin köklenmesine üzüm (Vitis vinifera L.) çekirdeği ekstratı ile enkapsüle edilmiş gümüş uygulamalarının etkileri* (Yüksek Lisans Tezi) Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Kottegoda, N., Sandaruwan, C., Priyadarshana, G., Siriwardhana, A., Rathnayake, U., Madushanka, D. (2017). Urea-hidroxyapatite nanohybrids for slow release of nitrogen. *ACS Nano* 11: 1214-1221.

Kouhi, S.M.M., Lahouti, M., Ganjeali, A., Entezari, M.H. (2015). Comparative Phytotoxicity of ZnO Nanoparticles, ZnO Microparticles, and Zn^{2+} on Rapeseed (*Brassica napus* L.): Investigating a wide Range of Concentrations. *Toxicological and Environmental Chemistry* 96: 861-868.

Kökdemir Ünşar, E. (2013). *Nanopartiküllerin evsel arıtma çamurlarının anaerobik parçalana bilirliği üzerine etkilerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

Kökdemir Ünşar, E. Perendeci, N.A. (2016). Nanopartiküllerin çevresel akıbetleri ve anaerobik parçalanma prosesine etkileri. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi* 22(6): 503-512.

Kralova, K., Masarovicova, E., Jampilek, J. (2019). Plant Responses to Stress Induced by Toxic Metals and Their Nanoforms. In Handbook of Plant and Crop Stress, 4th ed., CRC Press: Boca Raton, FL.

Kralova, K., Masarovicova, E., Jampilek, J. (2021). Risks and Benefits of Metal-Based Nanoparticles for Vascular Plants. In Handbook of Pant and Crop Physiology, 4th ed., Taylor & Francis: Abingdon, UK.

Krishnaswamy, K., Vali, H., Orsat, V. (2014). Value-adding to grape waste: Green synthesis of gold nanoparticles. *Journal of Food Engineering* 142: 210-220.

Kumar, K.R., Singh, K.P., Raju, D., Panwar, S., Bhatia, R., Kumar, S. ve Verma, P.K. (2018). Standardization of in vitro Culture Establishment and Proliferation of Micro-Shoots in African and French Marigold Genotypes. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7(1): 2768-2781.

Kumar, M., Shamsi, T.N., Parveen, R., Fatima, S. (2017). Application of nanotechnology in enhancement of crop productivity and integrated pest management. *Nanotechnology* 361-371.

Kumar, V., Guleria, P., Kumar, V., Yadav, S.K. (2013). Gold nanoparticle exposure induces growth and yield enhancement in *Arabidopsis thaliana*. *Science of the Total Environment* 461: 462-468.

Kumari, M., Mukherjee, A., Chandrasekaran, N. (2009). Genotoxicity of silver nanoparticles in *Allium cepa*. *Science of the Total Environment* 407: 5243-5246.

Kuppusamy, P., Yusoff, M.M., Maniam, G.P., Govindan, N. (2016). Biosynthesis of metallic nanoparticles using plant derivatives and their new avenues in pharmacological applications–An updated report. *Saudi Pharmaceutical Journal* 24(4): 473-484.

Kurokawa, S., Berry, M.J. (2013). Selenium. Role of the essential metalloid in health. *Metal Ions in Life Sciences* 13: 499-534.

Kuzma, J., Verhage, P. (2006). Nanotechnology in Agriculture and Food Production: Anticipated Applications. Woodrow Wilson International, Washington.

Lafmejani, Z.N., Jafari, A.A., Moradi, P., Moghadam, A.L. (2018). Impact of foliar application of iron-chelate and iron nano particles on some morpho-physiological traits and essential oil composition of peppermint (*Mentha piperita* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 21: 1374-1384.

Lahiani, M.H., Dervishi, E., Chen, J.H., Nima, Z., Gaume, A., Biris, A.S., Khodakovskaya, M.V. (2013). Impact of carbon nanotube exposure to seeds of valuable crops. *ACS Applied Materials and Interfaces* 5: 7965-7973.

Lala, S. (2020). Enhancement of secondary metabolites in *Bacopa monnieri* (L.) Pennell plants treated with copper-based nanoparticles in vivo. *IET Nanobiotechnology* 14: 78-85.

Lalau, C.M., Mohedano Rde, A., Schmidt, E.C., Bouzon, Z.L., Ouriques, L.C., dos Santos, R.W., da Costa, C.H., Vicentini, D.S., Matias, W.G. (2015). Toxicological effects of copper oxide nanoparticles on the growth rate, photosynthetic pigment content, and cell morphology of the duckweed Landoltia punctata. *Protoplasma* 252: 221–229.

Lasa, B., Menendez, S., Sagastizabal, K., Cervantes, M.E.C., Irigoyen, I., Muro, J. (2012). Foliar application of urea to 'Sauvignon Blanc' and 'Merlot' vines: doses and time of application. *Plant Growth Regulation* 67: 73-81.

Lee, S., Kim, S., Kim, S., Lee, I. (2013). Assessment of phytotoxicity of ZnO NPs on a medicinal plant, *Fagopyrum esculentum*. *Environmental Science and Pollution Research*, 20: 848-854.

Lemes, G.F., Marchiore, N.G., Moreira, T.F.M., Da Silva, T.B.V., Sayer, C., Shirai, M.A., Gonçalves, O.H., Gozzo, A.M., Leimann, F.V. (2017). Enzymatically crosslinked gelatin coating added of bioactive nanoparticles and antifungal agent: Effect on the quality of Benitaka Grapes. *LWT* 84: 175-182.

Li, B., Webster, T.J. (2018). Bacteria antibiotic resistance: New challenges and opportunities for implant-associated orthopedic infections. *Journal of Orthopaedic Research* 36(1): 22-32.

Li, Y.D., Xu, X.K., Wu, Y., Zhuang, J.L., Zhang, X.J., Zhang, H.R., Lei, B.F., Hu, C.F., Liu, Y.L. (2020). A review on the effects of carbon dots in plant systems. *Materials Chemistry Frontiers* 4: 437-448.

Li, Y., Schluesener, H.J., Xu, S. (2010). Gold nanoparticle-based biosensors *Gold Bulletin* 43: 29-41.

Liang, Y., Sun, W., Zhu, Y.G., Christie, P. (2007). Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review. *Environmental Pollution* 147: 422-428.

Lim, T.K. (2013). *Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants.* Springer Science and Business Media Dordrecht, Fruits, Vitaceae, London.

Liman, R., Acikbas, Y., Cigerci, I.H. (2019). Cytotoxicity and genotoxicity of cerium oxide micro and nanoparticles by *Allium* and Comet tests. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 168: 408-414.

Liman, R., Basbug, B., Ali, M.M., Acikbas, Y., Cigerci, I.H. (2021). Cytotoxic and genotoxic assessment of tungsten oxide nanoparticles in *Allium cepa* cells by *Allium* ana-telophase and comet assays. *Journal of Applied Genetics* 62: 85-92.

Linh, T.M., Mai, N.C., Hoe, P.T., Lien, L.Q., Ban, N.K., Hien, L.T.T., Chau, N.H., Van, N.T. (2020). Metal-based nanoparticles enhance drought tolerance in soybean. *Journal of Nanomaterials* 2020: 4056563.

Loureiro, J.A., Andrade, S., Duarte, A., Neves, A.R., Queiroz, J.F., Nunes, C., Sevin, E., Fenart, L., Gosselet, F., Coelho, M.A.N., Pereira, M.C. (2017). Resveratrol and Grape Extract-loaded Solid Lipid Nanoparticles for the Treatment of Alzheimer's Disease. *Molecules* 22(2): 277.

Lu, C., Zhang, C., Wen, J., Wu, G., Tao, M.X. (2002). Research of the effect of nanometer materials on germination and growth enhancement of Glycine max and its mechanism. *Soybean Science* 21: 168-171.

Luo, F., Yang, D., Chen, Z., Megharaj, M., Naidu, R. (2016). Characterization of bimetallic Fe/Pd nanoparticles by grape leaf aqueous extract and identification of active biomolecules involved in the synthesis. *Science of the Total Environment* 562: 526-532.

Luque, R., Varma, R.S. (2012). Sustainable Preparation of Metal. Nanoparticles: Methods and Applications. Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.

Lushchak, V.I., Matviishyn, T.M., Husak, V.V., Storey, J.M., Storey, K.B. (2018). Pesticide toxicity: A mechanistic approach. *EXCLI Journal* 17: 1101-1136.

Lv, J., Christie, P., Zhang, S. (2019). Uptake, translocation and transformation of metal-based nanoparticles in plants: recent advances and methodological challenges. *Environmental Science: Nano* 6: 41-59.

Lyu, S., Wei, X., Chen, J., Wang, C., Wang, X., Pan, D. (2017). Titanium as a beneficial element for crop production. *Frontiers in Plant Science* 8, 597.

Ma, C.X., Geisler-Lee, J., Deng, Y., Kolmakov, A. (2010). Interactions between engineered nanoparticles (ENPs) and plants: phytotoxicity, uptake and accumulation. *Science of the Total Environment* 408: 3053-3061.

Ma, J.F. (2004). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 50: 11-18.

Ma, Y.J., Xia, J., Wang, Y., Wang, J.W. (2020). Stimulation of tanshinone production in Salvia miltiorrhiza hairy roots by beta-cyclodextrin-coated silver nanoparticles. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 18: 100271.

Mahmoodzadeh, H., Nabavi, M., Kashefi, H. (2015). Effect of nanoscale titanium dioxide particles on the germination and growth of canola (*Brassica napus*). *Journal of Ornamental Plants* 3: 25-32.

Makarov, V.V., Love, A.J., Sinitsyna, O.V., Makarova, S.S., Yaminsky, I.V., Taliansky, M.E., Kalinina, N.O. (2014). "Green" nanotechnologies: synthesis of metal nanoparticles using plants. *Acta Natura* 6 1:20.

Makhlouf, A.S.H., Barhoum, A. (2018). Fundamentals of Nanoparticles: Classifications, Synthesis Methods, Properties and Characterization. Elsevier, Amsterdam.

Malabadi, R.B., Naik, S.L., Meti, N.T., Mulgund, G.S., Nataraja, K., Kumar, S.V. (2012). Silver nanoparticles synthesized by in vitro derived plants and callus cultures of Clitoria ternatea; Evaluation of antimicrobial activity. *Research in Biotechnology* 3(5).

Manikandan, V., Velmurugan, P., Park, J.H., Chang, W.S., Park, Y.J., Jayanthi, P., Oh, B.T. (2017). Green synthesis of silver oxide nanoparticles and its antibacterial activity against dental pathogens. *3 Biotech 7*(1): 72.

Maqbool, Q., Sidorowicz, A., Nazar, M., Jabeen, N., Anwaar, S., Ahmad, I. (2019). Organometallic cerium oxide nanostructures acted as nanofertilizer during

callogenesis and organogenesis of recalcitrant plant *Berberis lycium* Royle. *Materials Today Communications* 20: 100544.

Martelli, G.P. (2017). An Overview of Grapevine Viruses, Viroids, and The Diseases They Cause. In Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management, Springer: Berlin/Heidelberg.

Marvizadeh, M.M., Oladzadabbasabadi, N., Nafchi, A.M., Jokar, M. (2017). Preparation and characterization of bionanocomposite film based on tapioca starch/bovine gelatin/nanorod zinc oxide. *International Journal of Biological Macromolecules* 99: 1-7.

Masarovicova, E., Kralova, K. (2013). Metal nanoparticles and plants. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 20: 9-22.

Masarovicova, E., Kralova, K., Zinjarde, S.S. (2014). Metal nanoparticles in plants. Formation and action. In Handbook of Plant and Crop Physiology, 3rd ed., CRC, Boca Raton, FL.

Mathew, S., Tiwari, D.K., Tripathi, D. (2020). Interaction of carbon nanotubes with plant system: A review. *Carbon Letters* 31: 167-176.

McGehee, D.L., Alimohammadi, M., Khodakovskaya, M.V. (2019). Carbon-based nanomaterials as stimulators of production of pharmaceutically active alkaloids in cell culture of *Catharanthus roseus*. *Nanotechnology* 30: 275102.

McNeil, S.E. (2005). Nanotechnology for the biologist. *Journal of leukocyte biology* 78(3): 585-594.

Mehmood, Z., Sadiq, M.B., Khan, M.R. (2020). Gelatin nanocomposite films incorporated with magnetic iron oxide nanoparticles for shelf life extension of grapes. *Journal of Food Safety* 40 (4): e12814.

Mehrjardi, H.A., Jonoubi, P., Majd, A., Hosseini, R.H., Abarghouei, H.B., Hosseinizadeh, S.A. (2015). Study of MWCNTs effects on growth rate, germination and morphological characteristics of two *Salvia* species seedlings, *Salvia sclarea* and *Salvia macrosiphon*. *Journal of Current Research Science* 3(2): 110-118.

Mejias, J.H., Salazar, F., Pérez Amaro, L., Hube, S., Rodriguez, M., Alfaro, M. (2021). Nanofertilizers: A cutting-edge approach to increase nitrogen use

efficiency in grasslands. *Frontiers in Environmental Science* DOI:10.3389/ fenvs.2021.635114.

Memar, M.Y., Adibkia, K., Farajnia, S., Kafil, H.S., Yekani, M., Alizadeh, N., Ghotaslou, R. (2019). The grape seed extract: A natural antimicrobial agent against different pathogens. *Reviews in Medical Microbiology* 30: 173-182.

Meng, X., Li, B., Liu, J., Tian, S. (2008). Physiological responses and quality attributes of table grapes fruit to chitosan preharvest spray and postharvest coating during storage, *Food Chemistry* 106: 501-508.

Miralles, P., Johnson, E., Church, T.L., Harris, A.T. (2012). Multiwalled carbon nanotubes in alfalfa and wheat: toxicology and uptake. *Journal of The Royal Society Interface* 9(77): 3514-27.

Miri, A.H., Shakib, E.S., Ebrahimi, O., Sharifi-Rad, J. (2017). Impacts of nickel nanoparticles on grow characteristics, photosynthetic pigment content and antioxidant activity of *Coriandrum sativum* L. *Oriental Journal of Chemistry* 33: 1297-1303.

Mittal, A.K., Chisti, Y., Banerjee, U.C. (2013). Synthesis of metallic nanoparticles using lant extracts. *Biotechnology Advances*, 31(2): 346-356.

Mittal, D., Kaur, G., Singh, P., Yadav, K., Ali, S.A. (2020). Nanoparticle-Based Sustainable Agriculture and Food Science: Recent Advances and Future Outlook. *Frontiers in Nanotechnology* 2: 10.

Mittal, J., Osheen, S., Gupta, A., Kumar, R. (2019). Carbon Nanomaterials in Agriculture. In Nanoscience for Sustainable Agriculture, Springer, Cham.

Modarresi, M., Chahardoli, A., Karimi, N., Chahardoli, S. (2020). Variations of glaucine, quercetin and kaempferol contents *in Nigella arvensis* against Al_2O_3, NiO, and TiO_2 nanoparticles. *Heliyon* 6: e04265.

Moghadam, M., Motalleb, G., Fakheri, B.A. (2015). Nanoparticles and plant Biotechnology. *Research in Biotechnology* 6(5): 01-15.

Mohammadi, H., Esmailpour, M., Gheranpaye, A. (2016). Effects of TiO_2 nanoparticles and water-deficit stress on morpho-physiological characteristics of dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) plants. *Acta agriculturae Slovenica*, 107: 385-396.

Mohammadi, R., Maali-Amiri, R., Mantri, N.L. (2014). Effect of TiO_2 nanoparticles on oxidative damage and antioxidant defense systems in chickpea seedlings during cold stress. *Russian Journal of Plant Physiology* 61: 768-775.

Moharrami, F., Hosseini, B., Sharafi, A., Farjaminezhad, M. (2017). Enhanced production of hyoscyamine and scopolamine from genetically transformed root culture of *Hyoscyamus reticulatus* L. elicited by iron oxide nanoparticles. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant* 3: 104-111.

Moradbeygi, H., Jamei, R., Heidari, R., Darvishzadeh, R. (2020). Investigating the enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense by applying iron oxide nanoparticles in *Dracocephalum moldavica* L. plant under salinity stress. *Scientia Horticulturae* 272: 109537.

Morales-Díaz, A.B.A.B., Ortega-Ortíz, H., Juárez-Maldonado, A., Cadenas-Pliego, G., González-Morales, S., Benavides-Mendoza, A. (2017). Application of nanoelements in plant nutrition and its impact in ecosystems. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology*, 8: 013001.

Morales-Espinoza, M.C., Cadenas-Pliego, G., Perez-Alvarez, M., Hernandez-Fuentes, A.D., de la Fuente, M.C., Benavides-Mendoza, A., Valdes-Reyna, J., Juarez-Maldonado, A. (2019). Se nanoparticles induce changes in the growth, antioxidant responses, and fruit quality of tomato developed under NaCl stress. *Molecules* 24: 3030.

Morteza, E., Moaveni, P., Morteza, T., Saemi, H., Joorabloo, A. (2015). Effects of TiO_2 (nano and bulk) foliar application on physiological traits and grain yield of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). *Biological Forum* 7: 1725-1731.

Mozafari, A.A., Asl, A.G., Ghaderi, N. (2017). Grape response to salinity stress and role of iron nanoparticle and potassium silicate to mitigate salt induced damage under in vitro conditions. *Physiology and Molecular Biology of Plants* DOI: *10.1007/s12298-017-0488-x.*

Mukherjee, A., Majumdar, S., Servin, A.D., Pagano, L., Dhankher, O.P., White, J.C. (2016). Carbon nanomaterials in agriculture: A critical review. *Frontiers in Plant Science* 7: 172.

Naik, P.M., Al-Khayri, J.M. (2016). Abiotic and Biotic Elicitors–Role in Secondary Metabolites Production Through In Vitro Culture of Medicinal Plants. In Abiotic and Biotic Stress in Plants-Recent Advances and Future Perspectives, IntechOpen, Rijeka.

Narendhran, S., Rajiv, P., Sivaraj, R. (2016). Influence of zinc oxide nanoparticles on growth of *Sesamum indicum* L. in zinc deficient soil. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences* 3: 365-37.

Nassiri, R. (2018). Antimicrobial and barrier properties of bovine gelatin films reinforced by nano TiO_2. *Journal of Chemical Health Risks* 3(3): 21-28.

Nourozi, E., Hosseini, B., Maleki, R., Mandoulakani, B.A. (2019). Pharmaceutical important phenolic compounds overproduction and gene expression analysis in *Dracocephalum kotschyi* hairy roots elicited by SiO_2 nanoparticles. *Industrial Crops and Products* 133: 435–446.

Okey-Onyesolu, C.F., Hassanisaadi, M., Bilal, M., Barani, M., Rahdar, A., Iqbal, J., Kyzas, G.Z. (2021). Nanomaterials as nanofertilizers and nanopesticides: An overview. *ChemistrySelect* 6: 8645-8663.

Oloumi, H., Soltaninejad, R., Baghizadeh, A. (2015). The comparative effects of nano and bulk size particles of CuO and ZnO on glycyrrhizin and phenolic compounds contents in *Glycyrrhiza glabra* L. seedlings. *Indian Journal of Plant Physiology* 20: 157-161.

Osman, S.A., Salama, D.M., Abd El-Aziz, M.E., Shaaban, E.A., AbdElwahede, M.S. (2020). The influence of MoO_3-NPs on agro-morphological criteria, genomic stability of DNA, biochemical assay, and production of common dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) *Plant Physiology and Biochemistry* 151: 77-87.

Otles, S., Yalcin, B. (2012). Review on the application of nanobiosensors in food analysis. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria* 11: 7-18.

Pariona, N., Mtz-Enriquez, A.I., Sánchez-Rangel, D., Carrión, G., Paraguay-Delgad, F., Rosas-Saito, G. (2019). Green-synthesized copper nanoparticles as a potential antifungal against plant pathogens. *RSC Advances* 9: 18835.

Parra-Torrejón, B., Ramírez-Rodríguez, G.B., Giménez-Bañón, M.J., Moreno-Olivares, J.D., Paladines-Quezada, D.F., Gil-Muñoz, R., Delgado-López, J.M.

(2021). Nanoelicitors with prolonged retention and sustained release to produce beneficial compounds in wines. *Environmental Science: Nano* 12: 3423-3880.

Patel, D.K., Kim, H.B., Dutta, S.D., Ganguly, K., Lim, K.T. (2020a). Carbon nanotubes-nased manomaterials and their agricultural and biotechnological applications. *Materials* 13: 1679.

Patel, K.V., Nath, M., Bhatt, M.D., Dobriyal, A.K., Bhatt, D. (2020b). Nanofomulation of zinc oxide and chitosan zinc sustain oxidative stress and alter secondary metabolite profile in tobacco. *3 Biotech* 10: 477.

Pereira, A.E.S., Grillo, R., Mello, N.F.S., Rosa, A.H., Fraceto, L.F. (2014). Application of poly(epsilon-caprolactone) nanoparticles containing atrazine herbicide as an alternative technique to control weeds and reduce damage to the environment, *Journal of Hazardous Materials* 268: 207-215.

Pereira, A.E.S., da Silva, P.M.M., Oliveira, J.L., Oliveira, H.C., Fraceto, L.F. (2017). Chitosan nanoparticles as carrier systems for the plant growth hormone gibberellic acid. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 150: 141-152.

Pérez-Álvarez, E.P., Ramírez-Rodríguez, G.B., Carmona, F.J., Martínez-Vidaurre, J.M., Masciocchi, N., Guagliardi, A., Garde-Cerdán, T., Delgado-López, J.M. (2020). Towards a more sustainable viticulture: foliar application of N-doped calcium phosphate nanoparticles on Tempranillo grapes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 101: 1307-1313.

Pérez-de-Luque, A. (2017). Interaction of nanomaterials with plants: What do we need for real applications in agriculture? *Frontiers in Environmental Science* 5:12.

Petosa, A.R., Rajput, F., Selvam, O., Öhl, C., Tufenkji, N. (2017). Assessing the transport potential of polymeric nanocapsules developed for crop protection. *Water Research* 111: 10-17.

Placha, D., Jampilek, J. (2019). Graphenic materials for biomedical applications. *Nanomaterials* 9: 1758.

Portu, J., Santamaría, P., Lopez-Alfaro, I., Lopez, R., Garde-Cerdán, T. (2015). Methyl jasmonate foliar application to Tempranillo vineyard improved grape

and wine phenolic content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 63: 2328-2337.

Pramanik, A., Datta, A.K., Das, D., Kumbhakar, D.V., Ghosh, B., Mandal, A., Gupta, S., Saha, A., Sengupta, S. (2018). Assessment of nanotoxicity (cadmium sulphide and copper oxide) using cytogenetical parameters in *Coriandrum sativum* L. (*Apiaceae*). *Cytology and Genetics* 52: 299-308.

Prasad, R., Bhattacharyya, A., Nguyen, Q.D. (2017). Nanotechnology in sustainable agriculture: Recent developments, challenges, and perspectives. *Frontiers in Microbiology* 8: 1014.

Prasain, J. K., Peng, N., Dai, Y., Moore, R., Arabshahi, A., Wilson, L., Barnes, S., Wyss, J. M., Kim, H., Watts, R. L. (2009). Liquid chromatography tandem mass spectrometry identification of proanthocyanidins in rat plasma after oral administration of grape seed extract. *Phytomedicine* 16 (2-3): 233-243.

Pujol, D.. Liu, C.. Fiol, N.. Olivella, M.À.. Gominho, J.. Villaescusa, I.. Pereira, H. (2013). Chemical characterization of different granulometric fractions of grape stalks waste. *Industrial Crops and Products* 50: 494-500.

Rahimi, S., Hatami, M., Ghorbanpour, M. (2020). Effect of seed priming with nanosilicon on morpho-physiological characteristics, quercetin content and antioxidant capacity in *Calendula officinalis* L. under drought stress conditions. *Journal of Medicinal Plants Research* 18:186-203.

Rahmani, N., Radjabian, T., Soltani, B.M. (2020).Impacts of foliar exposure to multi-walled carbon nanotubes on physiological and molecular traits of *Salvia verticillata* L., as a medicinal plant. *Plant Physiology and Biochemistry* 150: 27-38.

Rai, M., Ingle, A. (2012). Role of nanotechnology in agriculture with special reference to management of insect pests. *Applied microbiology and biotechnology* 94(2): 287-293.

Raigond, P., Raigond, B., Kaundal, B., Singh, B., Joshi, A., Dutt, S. (2017). Effect of Zinc Nanoparticles on Antioxidative System of Potato Plants. *Journal of Environmental Biology* 38: 435-439.

Raja, K., Sowmya, R., Sudhagar, R., Sathya Moorthy, P., Govindaraju, K., Subramanian, K.S. (2019). Biogenic ZnO and Cu nanoparticles to improve seed germination quality in blackgram (*Vigna mungo*) *Materials Letters* 235: 164-167.

Rajendran, N.K., Kumar, S.S.D., Houreld, N.N., Abrahamse, H. (2018). A review on nanoparticle based treatment for wound healing. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 44: 421-430.

Rajput, V.D., Singh, A., Minkina, T.M., Shende, S.S., Kumar, P., Verma, K.K., Bauer, T., Gorobtsova, O., Deneva, S., Sindireva, A. (2021a). Potential Applications of Nanobiotechnology in Plant Nutrition and Protection for Sustainable Agriculture. In Nanotechnology in Plant Growth Promotion and Protection, John Wiley and Sons Ltd.: Hoboken, NJ.

Rajput, V.D., Singh, A., Singh, V.K., Minkina, T.M., Sushkova, S. (2021b). Impact of nanoparticles on soil resource. In Nanomaterials for Soil Remediation, Elsevier: Netherlands.

Raliya, R., Saharan, V., Dimkpa, C., Biswas, P. (2017). Nanofertilizer for precision and sustainable agriculture: Current state and future perspectives. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(26): 6487-6503.

Ramezannezhad, R., Aghdasi, M., Fatemi, M. (2019). Enhanced production of cichoric acid in cell suspension culture of *Echinacea purpurea* by silver nanoparticle elicitation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 139: 261–273.

Ramírez-Rodríguez, G.B., Dal Sasso, G., Carmona, F.J., Miguel-Rojas, C., Pérez-de-Luque, A., Masciocchi, N. (2020). Engineering biomimetic calcium phosphate nanoparticles: a green synthesis of slow-release multinutrient (NPK) nanofertilizers. *ACS Applied Bio Materials* 3: 1344-1353.

Ramírez-Rodríguez, G.B., Miguel-Rojas, C., Montanha, G.S., Carmona, F.J., Dal Sasso, G., Sillero, J.C. (2020). Reducing nitrogen dosage in *Triticum durum* plants with urea-doped nanofertilizers. *Nanomaterials* 10: 1043.

Ramyadevi, J., Jeyasubramanian, K., Marikani, A., Rajakumar, G., Rahuman, A.A. (2012). Synthesis and antimicrobial activity of copper nanoparticles. *Materials Letters* 71: 114-116.

Ranjan, A., Rajput, V.D., Minkina, T., Bauer, T., Chauhan, A., Jindal, T. (2021). Nanoparticles induced stress and toxicity in plants. *Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management* 15: 100457.

Raveendran, P., Fu, J., Wallen, S.L. (2003). Completely "green" synthesis and stabilization of metal nanoparticles. *Journal of the American Chemical Society* 125: 13940-13941.

Regiel, A., Irusta, S., Kyzioł, A., Arruebo, M., Santamaria, J. (2013). Preparation and characterization of chitosan-silver nanocomposite films and their antibacterial activity against *Staphylococcus aureus Nanotechnology* 24: 015101.

Reyes-Torres, M.A., Mendoza-Mendoza, E., Miranda-Hernández, Á.M., Pérez-Díaz, M.A., López-Carrizales, M., Peralta-Rodríguez, R. D., Martinez-Gutierrez, F. (2019). Synthesis of CuO and ZnO nanoparticles by a novel green route: antimicrobial activity, cytotoxic effects and their synergism with ampicillin. *Ceramics International* 45(18): 24461-24468.

Rezaei, Z., Jafarirad, S., Kosari-Nasab, M. (2019). Modulation of secondary metabolite profiles by biologically synthesized MgO/perlite nanocomposites in *Melissa officinalis* plant organ cultures. *Journal of Hazardous Materials* 380: 120878.

Rezaizad, M., Hashemi-Moghaddam, H., Abbaspour, H., Gerami, M., Mueller, A. (2019). Photocatalytic effect of TiO_2 nanoparticles on morphological and photochemical properties of stevia plant (*Stevia rebaudiana* Bertoni). *Sugar Technology* 21: 1024-1030.

Rico, C.M., Majumdar, S., Duarte-Gardea, M., Peralta-Videa, J.R., Gardea-Torresdey, J.L. (2011). Interaction of nanoparticles with edible plants and their possible implications in the food chain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59: 3485-3498.

Rienth, M., Vigneron, N., Walker, R.P., Castellarin, S.D., Sweetman, C., Burbidge, C.A., Bonghi, C., Famiani, F., Darriet, P. (2021). Modifications of Grapevine Berry Composition Induced by Main Viral and Fungal Pathogens in a Climate

Change Scenario. *Frontiers in Plant Science* https://doi.org/10.3389 /fpls.2021.717223.

Rikabad, M.M., Pourakbar, L., Moghaddam, S.S., Popovic-Djordjevic, J. (2019). Agrobiological, chemical and antioxidant properties of saffron (*Crocus sativus* L.) exposed to TiO_2 nanoparticles and ultraviolet-B stress. *Industrial Crops and Products* 137: 137-143.

Rizwan, M., Singh, M., Mitra, C.K., Morve, R.K. (2014). Ecofriendly application of nanomaterials: Nanobioremediation. *Journal of Nanoparticles* 2014, 431787.

Rouhani, M., Samih, M.A., Kalantari, S. (2012). Insecticide effect of silver and zinc nanoparticles against Aphis nerii Boyer De Fonscolombe (Hemiptera: Aphididae), Chilean. *Journal of Agricultural Research* 72: 590-594.

Roy, A., Singh, S.K., Bajpai, J., Bajpai, A.K. (2014). Controlled pesticide release from biodegradable polymers. *Central European Journal of Chemistry* 12: 453-469.

Ruffo Roberto, S., Youssef, K., Hashim, A.F., Ippolito, A. (2019). Nanomaterials as alternative control means against postharvest diseases in fruit crops, *Nanomaterials* 9: 1752.

Rui, M.M., Ma, C.X., Hao, Y., Guo, J., Rui, Y.K., Tang, X.L., Zhao, Q., Fan, X., Zhang, Z.T., Hou, T.Q. (2016). Iron oxide nanoparticles as a potential iron fertilizer for peanut (*Arachis hypogaea*). *Frontiers in Plant Science* 7: 815.

Ruiz-García, Y., Romero-Cascales, I., Bautista-Ortín, A.B., Gil-Muñoz, R., Martínez-Cutillas, A., Gómez-Plaza, E. (2013). Increasing bioactive phenolic compounds in grapes: Response of six monastrell grape clones to benzothiadiazole and methyl jasmonate treatments. *American Journal of Enology and Viticulture* 64: 459-465.

Ruiz-García, Y., Romero-Cascales, I., Gil-Muñoz, R., Fernández-Fernández, J.I., López-Roca, J.M., Gómez-Plaza, E. (2012). Improving grape phenolic content and wine chromatic characteristics through the use of two different elicitors: Methyl jasmonate versus benzothiadiazole. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60: 1283-1290.

Sahraee, S., Ghanbarzadeh, B., Milani, J.M., Hamishehkar, H. (2017). Development of gelatin bionanocomposite films containing chitin and ZnO nanoparticles. *Food and Bioprocess Technology* 10(8): 1441-1453.

Salamanca-Buentello, F., Persad, D.L., Court, E.B., Martin, D.K., Daar, A.S., Singer, P.A. (2005). Nanotechnology and the developing world. *PLOS Medicine* 2: 383-386.

Samsi, M.S., Kamari, A., Din, S.M., Lazar, G. (2019). Synthesis, characterization and application of gelatin–carboxymethyl cellulose blend films for preservation of cherry tomatoes and grapes. *Journal of Food Science and Technology* 56(6): 3099-3108.

Sangakkara, U.R., Stamp, P. (2006). Influence of different weed categories on growth and yields of maize (*Zea mays*) grown in a minor (dry) season of the humid tropics/Einfluss verschiedener Schadpflanzengruppen auf Wachstum und Ertrag von Mais (Zea mays) in einer humiden Tropenzone während der Trockenzeit. *Journal of Plant Diseases and Protection* 113: 81-85.

Sankar, R., Manikandan, P., Malarvizhi, V., Fathima, T., Shivashangari, K. S., Ravikumar, V. (2014). Green synthesis of colloidal copper oxide nanoparticles using *Carica papaya* and its application in photocatalytic dye degradation. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 121: 746-750.

Sarmast, M.K., Salehi, H. (2016) Silver Nanoparticles: An Influential Element in Plant Nanobiotechnology. *Molecular Biotechnology* 58: 441-449.

Schönherr, J. (2002). A mechanistic analysis of penetration of glyphosate salts across astomatous cuticular membranes. *Pest Management Science* 58: 343-351.

Seabra, A.B., Paula, A.J., de Lima, R., Alves, O.L., Durán, N. (2014). Nanotoxicity of graphene and graphene oxide. *Chemical Research in Toxicology* 27: 159-168.

Servin, A., Elmer, W., Mukherjee, A., De la Torre-Roche, R., Hamdi, H., White, J.C., Bindraban, P., Dimkpa, C. (2015). A review of the use of engineered nanomaterials to suppress plant disease and enhance crop yield. *Journal of Nanoparticle Research* 17: 92.

Shabbir, A., Khan, M.M.A., Ahmad, B., Sadiq, Y., Jaleel, H., Uddin, M. (2019). Efficacy of TiO_2 nanoparticles in enhancing the photosynthesis, essential oil and khusimol biosynthesis in *Vetiveria zizanioides* L. Nash. *Photosynthetica* 57: 599-606.

Shan, Y., Cao, L., Muhammad, B., Xu, B., Zhao, P., Cao, C., Huang, Q. (2020). Iron-based porous metal–organic frameworks with crop nutritional function as carriers for controlled fungicide release. *Journal of Colloid and Interface Science* 566: 383-393.

Shang, Y., Hasan, M.K., Ahammed, G.J., Li, M., Yin, H., Zhou, J. (2019). Applications of Nanotechnology in Plant Growth and Crop Protection: A Review. *Molecules* 24: 2558.

Shankar, S., Jaiswal, L., Rhim, J.W. (2016). Gelatin-Based Nanocomposite Films: Potential use in Antimicrobial Active Packaging. In Antimicrobial food packaging, San Diego, CA.

Shankar, S., Wang, L.F., Rhim, J.W. (2019). Effect of melanin nanoparticles on the mechanical, water vapor barrier, and antioxidant properties of gelatin-based films for food packaging application. *Food Packaging and Shelf Life* 21: 100363.

Sharafi, E., Fotokian, M.H., Davoodi, D., Hasanloo, H.H. (2013). Improvement of hypericin and hyperforin production using zinc and iron nano-oxides as elicitors in cell suspension culture of St John's wort (*Hypericum perforatum* L.). *International Journal of Modern Physics B* 2: 177-184.

Sharifi-Rad, J., Sharifi-Rad, M., da Silva, J.A.T. (2016). Morphological, physiological and biochemical responses of crops (*Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L.), medicinal plants (*Hyssopus officinalis* L., *Nigella sativa* L.), and weeds (*Amaranthus retroflexus* L., *Taraxacum officinale* F. H. Wigg) exposed to SiO_2 nanoparticles. *Journal of Agricultural Science and Technology* 18: 1027-1040.

Sharma, D., Afzal, S., Singh, N.K. (2021). Nanopriming with phytosynthesized zinc oxide nanoparticles for promoting germination and starch metabolism in rice seeds. *Journal of Biotechnology* 336: 64-75.

Sharma, P., Bhatt, D., Zaidi, M.G., Saradhi, P.P., Khanna, P.K., Arora, S. (2012). Silver nanoparticle-mediated enhancement in growth and antioxidant status of *Brassica juncea*. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 167: 2225-2233.

Sharma, P., Sharma, A., Sharma, M., Bhalla, N., Estrela, P., Jain, A., Thakur, P., Thakur, A. (2017). Nanomaterial Fungicides: In Vitro and In Vivo Antimycotic Activity of Cobalt and Nickel Nanoferrites on Phytopathogenic Fungi. *Global Challenges* 1: 1700041.

Sharon, M. (2019). History of Nanotechnology: From Prehistoric to Modern Times. John Wiley & Sons: Hoboken, NJ.

Shende, S., Rajput, V., Gade, A., Minkina, T., Sushkova, S.N., Mandzhieva, S.S., Boldyreva, V.E. (2021). Metal-based green synthesized nanoparticles: Boon for sustainable agriculture and food security. *IEEE Trans NanoBioscience* 21(1): 44-54.

Sheng-Nan, S., Chao, W., Zan-Zan, Z. (2014). Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis and surface coating techniques for biomedical applications. *Chinese Physics B* 23: 037503.

Sheykhbaglou, R., Sedghi, M., Shishevan, M.T., Sharifi, S.R. (2010). Effects of nano-iron oxide particles on agronomic traits of soybean. *Notulae Scientia Biologicae* 2(2): 112-113.

Shukla, A.K., Iravani, S. (2019*).* Green Synthesis, Characterization and Applications of Nanoparticles. Elsevier, Amsterdam.

Singh, A., Singh, N.B., Hussain, I., Singh, H. (2017). Effect of biologically synthesized copper oxide nanoparticles on metabolism and antioxidant activity to the crop plants Solanum lycopersicum and Brassica oleracea var. botrytis. *Journal of biotechnology* 262: 11-27.

Singh, P., Kim, Y.J., Zhang, D., Yang, D.C. (2016). Biological synthesis of nanoparticles from plants and microorganisms. *Trends in biotechnology* 34(7): 588-599.

Singh, R., Singh, D.P., Gupta, P., Jain, P., Sanchita Mishra, T., Kumar, A., Dhawan, S.S., Shirke, P.A. (2019). Nanoparticles alter the withanolide biosynthesis and

carbohydrate metabolism in *Withania somnifera* (Dunal). *Industrial Crops and Products* 127: 94-109.

Siva, G.V., Benita, L.F.J. (2016). Iron oxide nanoparticles promotes agronomic traits of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences* 3: 230-237.

Song, G., Hou, W., Gao, Y., Wang, Y., Lin, L., Zhang, Z., Niu, Q., Ma, R., Mu, L., Wang, H. (2016). Effects of CuO nanoparticles on Lemna minor. *Botanical Studies* 57: 3.

Sotoodehnia-Korani, S., Iranbakhsh, A., Ebadi, M., Majd, A., Ardebili, Z.O. (2020). Selenium nanoparticles induced variations in growth, morphology, anatomy, biochemistry, gene expression, and epigenetic DNA methylation in *Capsicum annuum*, an in vitro study. *Environmental Pollution* 265: 114727.

Sousa, L.L., Andrade, S.C.A., Athayde, A.J.A.A., Oliveira, C.E.V., Sales, C.V., Madruga, M.S., Souza, E.L. (2013). Efficacy of *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. essential oils in combination to control postharvest pathogenic *Aspergilli* and autochthonous mycroflora in *Vitis labrusca* L. (table grape). *International Journal of Food Microbiology* 165: 312-318.

Stampoulis, D., Sinha, S.K., White, J.C. (2009). Assay-dependent phytotoxicity of nanoparticles to plants. *Environmental Science and Technology* 43: 9473-9479.

Subramanian, K.S., Tarafdar, J.C. (2011). Prospects of nanotechnology in Indian farming. *The Indian Journal of Agricultural Sciences* 81: 887-893.

Suresh, J., Pradheesh, G., Alexramani, V., Sundrarajan, M., Hong, S.I. (2018). Green synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticle using insulin plant (*Costus pictus* D. Don) and investigation of its antimicrobial as well as anticancer activities. *Advances in Natural Sciences: Nanoscience and Nanotechnology* 9(1): 015008.

Suresh, S., Ilakiya, R., Kalaiyan, G., Thambidurai, S., Kannan, P., Prabu, K.M., Kandasamy, M. (2020). Green synthesis of copper oxide nanostructures using

Cynodon dactylon and Cyperus rotundus grass extracts for antibacterial applications. *Ceramics International* 46(8): 12525-12537.

Szegedi, E., Civerolo, E.L. (2011). Bacterial diseases of grapevine. *International Journal of Horticultural Science*, 17(3): 45-49.

Szollosi, R., Molnar, A., Kondak, S., Kolbert, Z. (2020). Dual effect of nanomaterials on germination and seedling growth: Stimulation vs. phytotoxicity. *Plants* 9: 1745.

Taghavi Fardood, S., Ramazani, A. (2016). Green synthesis and characterization of copper oxide nanoparticles using coffee powder extract. *Journal of Nanostructures* 6(2): 167-171.

Taghizadeh, M., Nasibi, F., Kalantari, K.M., Ghanati, F. (2019). Evaluation of secondary metabolites and antioxidant activity in *Dracocephalum polychaetum* Bornm. cell suspension culture under magnetite nanoparticles and static magnetic field elicitation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 136: 489-498.

Talankova-Sereda, T.E., Liapina, K.V., Shkopinskij, E.A., Ustinov, A.I., Kovalyova, A.V., Dulnev, P.G., Kucenko, N.I. (2016). The influence of Cu and Co nanoparticles on growth characteristics and biochemical structure of *Mentha longifolia* in vitro. *Nanoscience and Nanoengineering* 4: 31–39.

Taniguchi, N. (1996). Nanotechnology: Integrated Processing Systems for Ultra-Precision and Ultra-FINE products, Oxford Univ. Press: Oxford, UK.

Tarafdar, J.C., Sharma, S., Raliya, R. (2013). Nanotechnology: interdisciplinary science of applications. *African Journal of Biotechnology* 12: 219-226.

Tarafdar, J.C., Agrawal, A., Raliya, R., Kumar, P., Burman, U., Kaul, R.K. (2012). ZnO nanoparticles induced synthesis of polysaccharides and phosphatases by Aspergillus fungi. *Advanced Science, Engineering and Medicine* 4: 1-5.

Tarrahi, R., Mahjouri, S., Khataee, A. (2021). A review on in vivo and in vitro nanotoxicological studies in plants: A headlight for future targets. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 208: 111697.

Teodoro, S., Micaela, B., David. K.W. (2010). Novel use of nano-structured alumina as an insecticide. *Pest Management Science* 66: 577-579.

Theron, M.M., Lues, J.F.R. (2007). Organic acids and meat preservation: a review. *Food Reviews International* 23: 141-158.

Tian, H., Ghorbanpour, M., Kariman, K. (2018). Manganese oxide nanoparticle-induced changes in growth, redox reactions and elicitation of antioxidant metabolites in deadly nightshade (*Atropa belladonna* L.). *Industrial Crops and Products* 126: 403-414.

Tighe-Neira, R., Carmora, E., Recio, G., Nunes-Nesi, A., Reyes-Diaz, M., Alberdi, M., Rengel, Z., Inostroza-Blancheteau, C. (2018). Metallic nanoparticles influence the structure and function of the photosynthetic apparatus in plants. *Plant Physiology and Biochemistry* 130: 408-417.

Timoteo, C.D., Paiva, R., dos Reis, M.V., Claro, P.I.C., da Silva, D.P.C., Marconcini, J.M., de Oliveira, J.E. (2019). Silver nanoparticles in the micropropagation of *Campomanesia rufa* (O. Berg) Nied. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 137: 359-368.

Tripathi, S., Kapri, S., Datta, A., Bhattacharyya, S. (2016). Influence of the morphology of carbon nanostructures on the stimulated growth of gram plant. *RSC Advances* 6: 43864-43873.

Turanlı, F. (2017). Bağ Zararlıları ve Mücadeleleri. *Kapadokya Ulusal Bağcılık Çalıştayı.* 22-23 Aralık 2016, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, Özel Sayı, Cilt 6 P.112-121. Nevşehir, Türkiye.

Umer, M., Liu, J., You, H., Xu, C., Dong, K., Luo, N., Kong, L., Li, X., Hong, N., Wang, G. (2019). Genomic, Morphological and Biological Traits of the Viruses Infecting Major Fruit Trees. *Viruses* 11: 515.

Usman, M., Farooq, M., Wakeel, A., Nawaz, A., Cheema, S.A., Rehman, H.U., Ashraf, I., Sanaullah, M. (2020). Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. *Science of the Total Environment* 721: 137778.

Vargas-Hernandez, M., Macias-Bobadilla, I., Guevara-Gonzalez, R.G., Romero-Gomez, S.D.J., Rico-Garcia, E., Ocampo-Velazquez, R.V., Alvarez-Arquieta, L.D.L., Torres-Pacheco, I. (2017). Plant hormesis management with biostimulants of biotic origin in agriculture. *Frontiers in Plant Science* 8: 1762.

Velsankar, K., RM, A.K., Preethi, R., Muthulakshmi, V., Sudhahar, S. (2020). Green synthesis of CuO nanoparticles via Allium sativum extract and its characterizations on antimicrobial, antioxidant, antilarvicidal activities. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 8(5): 104123.

Venkateswarlu, S., Natesh Kumar, B., Prathima, B., Anitha, K., Jyothi, N.V.V. (2015). A novel green synthesis of Fe_3O_4-Ag core shell recyclable nanoparticles using *Vitis vinifera* stem extract and its enhanced antibacterial performance. *Physica B: Condensed Matter* 457: 30-35.

Verma, S.K., Das, A.K., Gantait, S., Kumar, V., Gurel, E. (2017). Applications of carbon nanomaterials in the plant system: A perspective view on the pros and cons. *Science of the Total Environment* 667: 485-499.

Vetchinkina, E., Loshchinina, E., Kupryashina, M., Burov, A., Pylaev, T., Nikitina, V. (2018). Green synthesis of nanoparticles with extracellular and intracellular extracts of basidiomycetes. *PeerJ* 6: e5237.

Vinutha, J.S., Bhagat, D., Bakthavatsalam, N. (2013). Nanotechnology in the management of polyphagous pest Helicoverpa armigera. *Journal of Academia and Industrial Research* 1: 606-608.

Vishwakarma, K., Upadhyay, N., Kumar, N., Tripathi, D.K., Chauhan, D.K., Sharma, S., Sahi, S. (2018). Potential Applications and Avenues of Nanotechnology in Sustainable Agriculture. In Nanomaterials in Plants, Algae, and Microorganisms, Academic Press, Cambridge, MA.

Vithanage, M., Seneviratne, M., Ahmad, M., Sarkar, B., Ok, Y.S. (2017). Contrasting effects of engineered carbon nanotubes on plants: A review. *Environmental Geochemistry and Health* 39: 1421-1439.

Vygovsky, Y.N., Malov, A.N. (2003). The Physics of Laser Biostimulation. JSC MILTA-PKP GIT, Moscow.

Wang, K., Sun, D.W., Pu, H., Wei, Q. (2019). Surface-enhanced Raman scattering of core-shell Au@Ag nanoparticles aggregates for rapid detection of difenoconazole in grapes. *Talanta* 191: 449-456.

Wang, P., Lombi, E., Zhao, F.J., Kopittke, P.M. (2016). Nanotechnology: a new opportunity in plant sciences. *Trends in Plant Science* 21(8): 699-712.

Wang, X., Zheng, K., Cheng, W., Li, J., Liang, X., Shen, J., Dou, D., Yin, M., Yan, S. (2021). Field application of star polymerdelivered chitosan to amplify plant defense against potato late blight, *Chemical Engineering Journal* 417: 129327.

Wang, Y., Deng, C.Y., Cota-Ruiz, K., Peralta-Videa, J.R., Sun, Y.P., Rawat, S., Tan, W.J., Reyes, A., Hernandez-Viezcas, J.A., Niu, G.H. (2020). Improvement of nutrient elements and allicin content in green onion (*Allium fistulosum*) plants exposed to CuO nanoparticles. *Science of the Total Environment* 725: 138387.

Wang, Y., Xia, Y. (2004). Bottom-up and top-down approaches to the synthesis of monodispersed spherical colloids of low melting-point metals. *Nano letters*, 4(10): 2047-2050.

Wesolowska, A., Jadczak, P., Kulpa, D., Przewodowski, W. (2019). Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) analysis of essential oils from AgNPs and AuNPs elicited *Lavandula angustifolia* in vitro cultures. *Molecules* 24: 606.

White, J.C., Gardea-Torresdey, J. (2018). Achieving food security through the very small. *Nature Nanotechnology* 13: 627-629.

Woldeamanuel, K.M., Kurra, F.A., Roba, Y.T. (2021). A review on nanotechnology and its application in modern veterinary science. *International Journal of Nanomaterials, Nanotechnology and Nanomedicine* 7(1): 26-31.

Worrall, E.A., Hamid, A., Mody, K.T., Mitter, N., Pappu, H.R. (2018). Nanotechnology for plant disease management. *Agronomy* 8: 285.

Xia, E.Q., Deng, G.F,. Guo, Y.J., Li, H.B. (2010). Biological activities of polyphenols from grapes. *International Journal of Molecular Sciences* 11: 622-646.

Xiang, Y., Zhang, G., Chi, Y., Cai, D., Wu, Z. (2017). Fabrication of a controllable nanopesticide system with magnetic collectability. *Chemical Engineering Journal* 328: 320–330.

Xiao, L., Guo, H.Y., Wang, S.X., Li, J.L., Wang, Y.Q., Xing, B.S. (2019). Carbon dots alleviate the toxicity of cadmium ions (Cd^{2+}) toward wheat seedlings. *Environmental Science: Nano* 6: 1493-1506.

Xin, X., Zhao, F., Zhao, H., Goodrich, S.L., Hill, M.R., Sumerlin, B.S., Stoffella, P.J., Wright, A.L., He, Z. (2020). Comparative assessment of polymeric and other

nanoparticles impacts on soil microbial and biochemical properties. *Geoderma* 367: 114278.

Xiu, Z., Zhang, Q., Puppala, H.L., Colvin, V.L., Alvarez, P.J.J. (2012). Negligible particle-specific antibacterial activity of silver nanoparticles. *Nano Letters* 12: 4271-4275.

Xu, C., Shan, Y., Bilal, M., Xu, B., Cao, L., Huang, Q. (2020). Copper ions chelated mesoporous silica nanoparticles via dopamine chemistry for controlled pesticide release regulated by coordination bonding, Chemical Engineering Journal 395: 125093.

Xu, Z., Tang, T., Lin, Q., Yu, J., Zhang, C., Zhao, X., Kah, M., Li, L. (2022). Environmental risks and the potential benefits of nanopesticides: a review. *Environmental Chemistry Letters* https://doi.org/10.1007/s10311-021-01338-0.

Yadav, R.K., Singh, N.B., Singh, A., Yadav, V., Bano, C., Khare, S., Vegetas, N. (2020). Expanding the horizons of nanotechnology in agriculture: Recent advances, challenges and future perspectives. *Vegetos* 33: 203-221.

Yang, F., Hong, F., You, W., Liu, C., Gao, F., Wu, C., Yang, P. (2006). Influences of nano anatase TiO_2 on nitrogen metabolism of growing spinach. *Biological Trace Element Research* 110: 179-190.

Yoon, H.Y., Lee, J.G., Esposti, L.D., Lafisco, M., Kim, P.J., Shin, S.G. (2020). Synergistic release of crop nutrients and stimulants from hydroxyapatite nanoparticles functionalized with humic substances: toward a multifunctional nanofertilizer. *ACS Omega* 5: 6598-6610.

Younes, N.A., Dawood, M.F.A., Wardany, A.A. (2019). Biosafety assessment of graphene nanosheets on leaf ultrastructure, physiological and yield traits of *Capsicum annuum* L. and *Solanum melongena* L. *Chemosphere* 228: 318-327.

Younes, N.A., Hassan, H.S., Elkady, M.F., Hamed, A.M., Dawood, M.F.A. (2020). Impact of synthesized metal oxide nanomaterials on seedlings production of three Solanaceae crops. *Heliyon* 6: e03188.

Youssef, M.S., Elamawi, R.M. (2020) Evaluation of phytotoxicity, cytotoxicity, and genotoxicity of ZnO nanoparticles in *Vicia faba*. *Environmental Science and Pollution Research* 27: 18972-18984.

Zaeem, A., Drouet, S., Anjum, S., Khursihd, R., Younas, M., Blondeau, J.P., Tungmunnithum, D., Giglioli-Guivarc'h, N., Hano, C., Abbasi, B.H. (2020). Effects of biogenic zinc oxide nanoparticles on growth and oxidative stress response in flax seedlings vs. in vitro cultures: A comparative analysis. *Biomolecules* 10: 918.

Zarzycki, P.K. (2020). Pure and Functionalized Carbon Based Nanomaterials: Analytical, Biomedical, Civil and Environmental Engineering Applications. CRC Press: Boca Raton, FL.

Zaytseva, O., Neumann, G. (2016). Carbon nanomaterials: Production, impact on plant development, agricultural and environmental applications. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture* 3: 17.

Zhang, W., Tang, G., Dong, H., Geng, Q., Niu, J., Tang, J., Yang, J., Huo, H., Cao, Y. (2019). Targeted release mechanism of λ-cyhalothrin nanocapsules using dopamine-conjugated silica as carrier materials. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 178: 153-162.

Zhao, F., Xin, X., Cao, Y., Su, D., Ji, P., Zhu, Z., He, Z. (2021). Use of carbon nanoparticles to improve soil fertility, crop growth and nutrient uptake by corn (*Zea mays* L.). *Nanomaterials* 11: 2717.

Zheng, L., Mingyu, S., Xiao, W., Chao, L., Chunxiang, Q., Liang, C., Hao, H., Xiaoqing, L., Fashui, H. (2008). Antioxidant stress is promoted by nano-anatase in spinach chloroplasts under UV-B radiation. *Biological Trace Element Research* 121: 69-79.

Zobir, S.A., Ali, A., Adzmi, F., Sulaiman, M.R., Ahmad, K. (2021). A review on nanopesticides for plant protection synthesized using the supramolecular chemistry of layered hydroxide hosts. *Biology* 10: 1077.

BÖLÜM 2

BAĞLARDA GÖRÜLEN BAZI BAKTERİYEL HASTALIKLAR

Araş. Gör. Mehmet ATAY[1*],
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet İlhan ODABAŞIOĞLU[2]

[1*]Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Adıyaman, Türkiye. matay@adiyaman.edu.tr, Orcid: 0000-0001-5751-4764
[2]Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Adıyaman, Türkiye. modabasioglu@adıyaman.edu.tr, Orcid: 0000-0001-8060-3407
*Sorumlu yazar: matay@adiyaman.edu.tr

1. Giriş

Bağcılık, dünyanın en eski tarımsal faaliyetlerinden biridir (Oraman, 1965; Winkler ve ark., 1974). Bağcılığın nihai ürünü olan üzüm ise bilinen ve tüketilen en eski meyvelerden biri olarak insanlık tarihinde yer edinmiş bir meyvedir (Gautier, 2005). Günümüz dünyasından üzüm ve üzümden elde edilen ürünler çıkarıldığında hem kültürel hem de gastronomik açıdan çok büyük bir boşluk açığa çıkacağı aşikardır. Halen yoğun olarak kültürü yapılan asma bitkisi, dünya üzerinde 99 farklı ülkede yetiştirilmektedir ve toplam 6 950 930 ha alanda, yıllık 78 034 332 ton üretimi ile pek çok bitki türünden daha büyük bir ekonomik değere sahiptir (FAO, 2022; ITC, 2022). Buna karşın kültürü yapılan diğer bitki türlerinde de olduğu gibi bağcılığı sınırlandıran bazı çevresel etkenler söz konusudur (Odabaşıoğlu ve ark., 2018). Bu çevresel etkenlerden bir kısmı abiyotik etkenler olup hem verimliliği hem de üzümlerin kalitesini olumsuz etkilemekte ayrıca omcaları zayıf düşürerek biyotik etkenlere karşı tolerans düzeylerini azaltmaktadırlar (Çelik ve ark., 1998; Çakır, 2011). Buna karşın biyotik etkenler hem verim ve kaliteyi hem de üretimin sürdürülebilirliği için zaruri olan bitki sağlığını ciddi ölçüde tehdit etmekte ve çoğu zaman omcaların canlılığını yitirmesi ile sonuçlanan süreçlerin yaşanmasına neden olmaktadırlar (Winkler ve ark., 1974; Poyraz ve Onoğur, 2012; Gülbasar Kandilli ve ark., 2018). Biyotik etkenlerin asmalarda neden olduğu bu duruma bağ hastalıkları adı verilmektedir. Bağcılıkla uğraşan üreticiler için hem geçmişte hem de günümüzde en büyük sorunların başında asmalarda görülen bu hastalıklarla mücadele gelmektedir

(Yanar ve ark., 2017; Akbaş, 2018; Özdemir ve Çakır, 2018). Nitekim mücadelenin ilk basamağı olan teşhis aşaması, teknik bilgi gerektiren ve uzman kişilerin yapabileceği bir iştir. Doğru teşhise dayalı mücadele yürütülmezse bağlardaki kayıplar daha da artmakta, omcaların sökümü ile sonuçlanmaktadır. Bu bakımdan bağlarda görülen hastalıkları iyi tanımak ve semptomları doğru yorumlamak gerekmektedir.

Gerek kültürü yapılan gerekse doğada kendiliğinden yetişen tüm bitkiler, tıpkı insan ve hayvanlar gibi çeşitli hastalık etmenlerine maruz kalmaları sonrası hastalanabilirler. Bu hastalıklara, olumsuz çevre şartları ve insanların yaptıkları hatalı tarımsal faaliyetlerin de içerisinde olduğu abiyotik faktörlerin neden olabileceği gibi, farklı mikroorganizma gruplarını içeren biyotik etkenler de sebep olur. Birçok faktör nedeniyle hastalanan bitkilerde, sağlıklı olanlara kıyasla birtakım aksaklıklar görülmekte ve bunun yanı sıra verim kayıplarına da sebep olarak ekonomik açıdan üreticilere maddi kayıplar yaşatmaktadırlar. Bitkilerde hastalığa sebep olan hastalık faktörlerinden bazılarını oluşturan virüs, viroid, bakteri, molliküt ve funguslar hayvan ve insanlarda olduğu gibi bitkileri de büyük oranda tehdit eden canlı yani abiyotik hastalık etmenlerindendir. Biyotik hastalık etmenlerinden biri olan bakteriler, bitkilerde hastalık oluşumuna neden olan önemli etmenlerden biridir. Tek hücreli olan bu canlılar, bitkilerin gelişimini sınırlayan (leke ve yanıklıklar, ur oluşumu, solgunluk, yumuşak çürüklük, uyuz, nekroz, kloroz vb.) veya ileri enfeksiyonlarda bitkiyi tamamen öldürebilen hastalık belirtilerine sebep olmakta, bunun sonucu olarak ise bitkisel üretimde önemli verim

kayıplarına neden olmaktadırlar (Agrios, 2005; Dolar ve ark. 2011; Saygılı ve ark. 2014).

Tarihsel süreç içerisinde bakıldığında, bakterilerin bitkilerde hastalık yaptığı ilk defa 1880 yılında Burril isimli araştırıcının *Erwinia amylovora* isimli bakterinin bitkilerde hastalığa sebep olduğunu keşfiyle belirlenmiştir. Bu araştırıcı, yaptığı çalışmalar sonrası *Erwinia amylovora*'nın armutlarda ateş yanıklığı hastalığına sebep olduğunu saptamıştır (Burrill, 1880). Fitopatojen olan ya da bir başka ifade ile bitkilerde hastalık oluşumuna sebep olan bakteriyel etmenlerin, farklı bitki türlerinde birçok hastalığa sebep oldukları bilinmektedir. Bu bakterilerin bazı türleri ise günümüz bağcılığını tehdit edecek düzeyde, önemli derecede verim ve kalite kayıplarına sebep olurlar. Bağcılığın sürdürülmesine büyük bir tehdit olan bu etmenlerden, Agrobacterium cinsine ait türler olan *A. vitis* ve *A. tumefaciens* ve bunların yanı sıra *Xylella fastidiosa* ve *Xylophilus ampelinus*'un birçok ülkede ekonomik kayıplara neden oldukları farklı çalışmalarla bildirilmiştir (Anderson ve Moore, 1979; Burr ve Katz, 1984; Ma ve ark., 1987; Canfield ve Moore, 1991; Sawada ve ark., 1995; Berisha ve ark. 1998; Hopkins ve Purcell, 2002; Grall ve ark., 2005). Bu bölümde gerek Türkiye'de gerekse dünyada bağcılığın sürdürüldüğü diğer ülkelerde saptanmış olan ve bağlara önemli zararları olan bakteriyel hastalıkların bazıları derlenerek araştırmacılara, öğrencilere ve konuya ilgi duyanlara bunlar hakkındaki temel bilgileri sunmak ve söz konusu etkenlerin asmalardaki belirtilerini tanıtmak amaçlanmıştır.

2. *Agrobacterium tumefaciens*

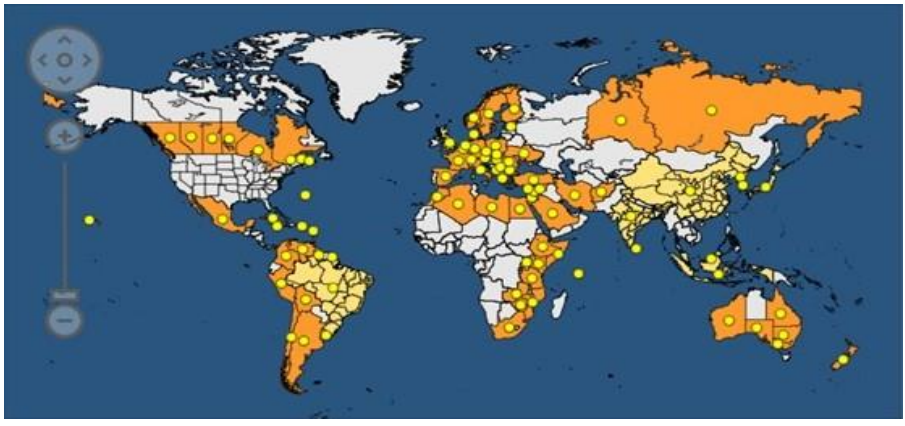
Agrobacterium; süs bitkileri, asma ve çeşitli meyve ağaçları gibi tarımsal açıdan ekonomik öneme sahip birçok bitki türünü hastalandırarak konukçularında tipik bir şekilde görülen tümörlere (ur) neden olur. Konukçu dizilimi geniş ve Gram negatif özellikte olan bu bakteri cinsine ait türler üzerinde özellikle son zamanlarda gen transferi amacıyla sıkça çalışılmaktadır. Bu cinse ait birden fazla tür bulunmakla beraber *A. tumefaciens,* üzerinde en çok çalışılan bakteri türüdür. Bu hastalık etmeni günümüzde hemen hemen birçok ülkede saptanmış durumdadır (Şekil 1). Bu türe ait virülent izolatlar, bakterilerdeki DNA'ya ek olarak bulunan ve plasmid olarak adlandırılan halka şeklindeki ekstra kromozom parçalarından birkaçını taşımaktadır. Bu plasmidler, bakteriler içerisinde farklı sayılarda bulunmakla beraber bunlardan birinde konukçu bitkilerde tümör oluşumuna neden olan ve Ti-plasmid olarak isimlendirilen genler bulunmaktadır. Sadece Ti-plasmid'ine sahip olan bakteriler konukçularda tümör oluşumuna neden olmakta, bu plasmide sahip olmayan veya yapılan farklı ısı uygulamalarıyla (termoterapi vb.) Ti-plasmidini kaybeden bakteriler ise virülent değildir. Bir başka deyişle bu plasmadlere sahip olmayan bakteriler, bitkilerde hastalık oluşturamamaktadırlar. Bu etmenin sıcaklık isteklerine bakıldığında minimum gelişme sıcaklığı 0°C ve maksimum gelişme sıcaklığı 37°C, optimum gelişme sıcaklığı ise 25-30°C'dir. Bunun yanı sıra bakteriyel etmen belirli bir sıcaklık değerinden (50-52°C) sonra canlılığını yitirmektedir. (Gelvin, 2003; Anonim 2008, Anonim 2021).

Agrobacterium tumefaciens'in yapmış olduğu hastalık için **Flemennkçe**; kroongal, **İngilizce**; bacterial gall, crown gall ve hairy root of apple, **Fransızca**; broussin, galle du collet ve tumeur du collet, **Almanca**; mauke: weinrebe, wurzelkrebs: obstgehölze, wurzelkrebs: rosen ve wurzelkropf, **Portekizce** galha-da-coroa, **Rusça**; корневой рак, **İspanyolca**; agalla de la corona de los frutales ve agalla del cuello, **İsveççe**; krongalla ve **İtalyanca**; galla del colletto ile radice capelluta gibi isimler kullanılmakta, ülkemizde ise bu hastalık **''kök uru''** veya **''kök uru hastalığı''** ismi ile bilinmektedir (Anonim 2008; Soylu ve Bozkurt, 2019; Anonim 2021).

Bu bakteri türü için taksonomik açıdan farklı araştırıcılar tarafından *Achromobacter radiobacter, Agrobacterium radiobacter subsp. tumefaciens, Bacillus radiobacter, Rhizobium radiobacter* gibi farklı sinonim isimleri kullanılmakla beraber *Agrobacterium tumefaciens* ismi, tür adı olarak en yaygın bilinen isimdir (EPPO, 2022). .*A. tumefaciens*, aşağıdaki şekliyle taksonomik olarak sınıflandırılmaktadır;

Alem= Bacteria
Şube= Proteobacteria
Sınıf= Alphaproteobacteria
Takım= Rhizobiales
Familya= Rhizobiaceae
Cins= Agrobacterium
Tür= *Agrobacterium tumefaciens*

Hastalık etmeni özellikle sert çekirdekli meyve türlerinde önemli derecede zararlı olmakla beraber dünyada ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalarla bu etmenin bağ üretim alanlarında da saptandığı bildirilmiştir. Dünyada yapılan bazı çalışmalara bakıldığında; Yunanistan (Panagopoulos ve Psallidas, 1973), İtalya (Bazzi ve ark. 1987), İspanya (Lopez ve ark. 1987), Fransa (Lopez, 1979), Macaristan (Sule, 1978) ve Amerika Birleşik Devletleri (Burr, 1978; Burr ve Hurwitz, 1981) gibi ülkelerde bu etmenin bağlarda önemli zararlar yaptığı bildirilmiştir. Hastalığın dünya genelindeki dağılımı ise Şekil 1'de görülmektedir. Bağ alanlarında, *A. tumefaciens*'in varlığının belirlenmesine yönelik ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında ise; Öktem (1978), bu etmenin meydana getirdiği hastalığın Orta Anadolu bölgesi bağlarında var olduğunu ve önemli kayıplara yol açtığını belirlemişlerdir. Ülkemizde yürütülen başka bir çalışmada ise Benlioğlu ve Özakman (1998), ülkemizde üretim materyali olarak kullanılan bağ çeliklerinde bu etmenin varlığını saptamışlardır.



Şekil 1. *Agrobacterium tumefaciens*'in ülkelere göre dağılımı (EPPO, 2022)

Bu türün yapmış olduğu hastalık sonrası, konukçu bitkilerde tipik olarak gal, tümör veya ur adı verilen şişkinlikler meydana gelmektedir. Hastalık belirtileri genellikle bitkilerde kök ve kök boğazı kısımlarında görülmekle beraber ince ve nispeten daha derin köklerde hastalığın belirtileri neredeyse görülmemektedir. Özellikle kökler kalınlaştıkça ve bitkide kök boğazına doğru yaklaşıldıkça hastalığın görülme oranı artmaktadır. Bakteriyel etmen toprakta saprofit bir şekilde uzun yıllar canlılığını sürdürebilmekte ve bitkilere yaralardan giriş yapmaktadır. Bu bakteri ile bulaşık olan topraklara etmenin hastalandırabildiği konukçu bir bitki dikildiğinde; yapılan hatalı tarımsal uygulamalar, aşılama, böcek ve nematod beslenmesi ve özellikle don gibi nedenlerle bitkilerin kök veya gövdenin toprağa yakın kısımlarında yaralanmalar meydana gelmişse, bakteri açılmış bu yaralardan bitkiye giriş yapar. Daha sonra bitkide hücrelerarası boşluklarda çoğalır ve Ti-plasmidi sayesinde bitki hücrelerinde aşırı ve kontrolsüz hücre bölünmesini teşvik ederek gözle görülebilen urların oluşumlarına neden olur (Şekil 2). Hastalık belirtileri ve hastalığın gelişim süreci tüm konukçularında hemen hemen benzerlik göstermekte ve hastalık kök ve kök üstü bölgelerde urların oluşmasına sebep olmaktadır (Smith ve ark. 1911; Rodriguez-Palenzuela ve ark., 1991; Burr ve ark. 1998; Anonim, 2008).

Şekil 2. *A. tumefaciens*'in gövdede ve dallarda oluşturduğu urlar (Kawaguchi ve Inoue, 2009)

Bu hastalık kontrolünde farklı mücadele yöntemleri mevcuttur. Bu yöntemlerden biri olan kültürel mücadele yöntemlerine bakıldığında; ağır ve su tutma kapasitesi yüksek yerlere bağ kurmamak, hastalıkla bulaşık olmayan fidanlarla bağ tesis etmek, varsa dayanıklı çeşitler yetiştirmek, hastalığın görüldüğü yerlerdeki hastalıklı bitkileri söküp atmak ve bakım işlemleri sırasında özellikle bitki köklerini yaralamadan kaçınmak gibi önlemler almak etkili olmaktadır. Bir diğer mücadele yöntemi olan kimyasal mücadele kapsamında ise hastalık meydana geldikten sonra hastalıklı bölgeye yapılan bazı uygulamalar etkili olabilmektedir. Örneğin; hastalık bölgesinde oluşan urların henüz sayıca az ve küçük olduğu bitkilerde, bitkilerin kök boğazı bölgeleri açılarak urlu dokulardan urlar temizlenir ve yara yerlerine bakır sülfat eriyiği sürülebilir (Anonim, 2008). Bu etmen ile mücadele yöntemlerinden biri de biyolojik mücadele yöntemi olup *A. tumefaciens* antagonistleri olarak etki gösteren avirülent *Agrobacterium*

izolatlarının kullanıldığı biyokontrol tedavilerinin, bu patojeni kontrol etmek adına etkili bir yöntem olduğu bildirilmiştir. *Agrobacterium radiobacter* K84 ve plazmit transferi yapamayan K1026 izolatları, bu hastalıkla mücadelede en yaygın kullanılan ve üzerinde sıkça çalışılan biyokontrol ajanlarıdır (Burr ve ark. 1998).

3. *Agrobacterium vitis*

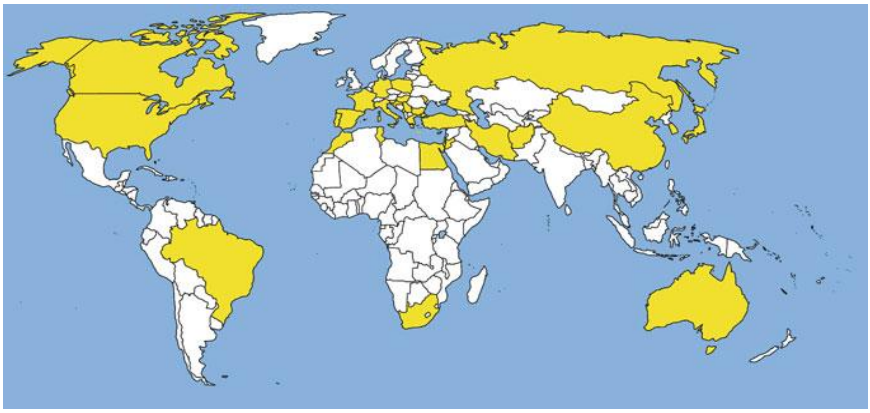
Agrobacterium cinsi içerisinde yer alan ve bağlarda hastalığa sebep olan bir diğer tür ise *Agrobacterium vitis*'tir. Sadece asmalarda hastalığa sebep olan *A. vitis* türü dünyada bağ alanlarında hastalık oluşumuna neden olan önemli bakteriyel hastalıklardan biridir. *A. tumefaciens* türü hastalık belirtisi gösteren bitkilerden bazen izole edilmesi rağmen, *A. vitis* hastalığa neden olması bakımından nispeten daha baskındır. *A. tumefaciens*'de olduğu gibi bu türün de hastalık oluşturmasında bitkilerde oluşan yaralanmalar önemlidir. Yaralar, bakteri tarafından algılanan ve Ti plazmidi üzerinde virülenslik genlerinin etkili olmasını başlatan çeşitli kimyasal sinyaller yayarlar. Enfeksiyonlar, ur veya gal oluşumunu ve gelişmesini teşvik eden bitki hormonlarına neden olan çeşitli T-DNA genlerinin algılanmasıyla meydana gelir (Zupan ve ark. 2000).

A. vitis'in meydana getirdiği hastalığa **İngilizce**; crown gall of grapevine , **Fransızca**; broussin de la vigne ve **Almanca**; Mauke: Weinrebe gibi isimler kullanılmakla beraber ülkemizde bu hastalık için **''bağda kök uru''** veya **''bakteriyel taç uru''** isimleri kullanılmaktadır. Bu bakteri türü için taksonomik açıdan farklı

araştırıcılar tarafından *Agrobacterium tumefaciens biotype 3*, *Agrobacterium vitis* ve *Rhizobium vitis* gibi farklı sinonim isimleri kullanılmakla beraber *Agrobacterium vitis* ve *Rhizobium vitis*, tür adı olarak en yaygın bilinen isimlerdir. (Anonim 2008; Altıparmak, 2011; Anonim 2021). *A. vitis*, taksonomik olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır.

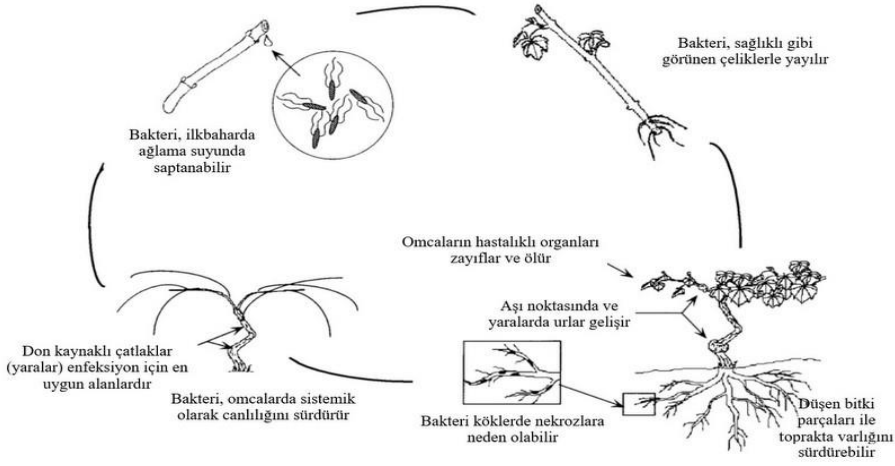
Alem= Bacteria
Şube= Proteobacteria
Sınıf= Alphaproteobacteria
Takım= Rhizobiales
Familya= Rhizobiaceae
Cins= Agrobacterium
Tür= *Agrobacterium vitis*

Hastalık etmeninin tek konukçusu asma olup dünyada ve ülkemizde yapılan bazı çalışmalarla bu etmenin bağ üretim alanlarında varlığı bildirilmiştir. Bu etmen; Asya, Afrika, Ortadoğu, Avrupa ve Kuzey Amerika kıtalarında yer alan farklı ülkelerde (Güney Afrika, Şili, Tunus, Mısır, İspanya, Almanya, İsrail, Fransa, Sırbistan, Rusya, Japonya, Çin, ABD, Kanada vs.) bildirilmiştir (Şekil 3). Bağ alanlarında *A. vitis*'in varlığının belirlenmesine yönelik ülkemizde yapılan çalışmalara bakıldığında ise; Argun ve ark. (2002), Küsek (2007) ve Canik ve ark. (2016) ülkemizin farklı yörelerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarda bu etmenin varlığını tespit etmişlerdir.



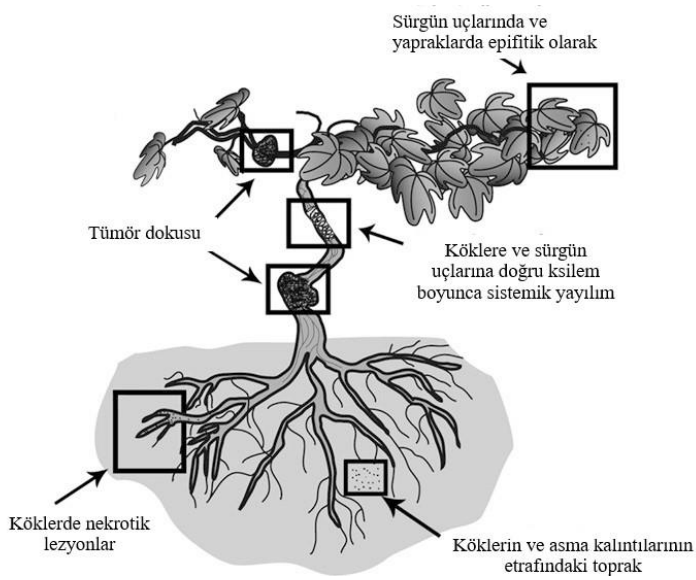
Şekil 3. *Agrobacterium vitis*'in ülkelere göre dağılımı (Kuzmanović ve ark., 2018)

Hastalık etmeni asmalarda ur oluşumuna neden olan bir etmen olmakla beraber bazen asmalarda belirti oluşturmadan da bulunabilmektedir. Belirti oluşturmadan konukçusunda bulunabildiğinden dolayı üretim materyali ile kolay bir şekilde taşınabilmekte ve ancak ur oluşmaya başlarsa fark edilebilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. *Agrobacterium vitis*'in bağlarda bulaşma ve yaşam döngüsü (Burr ve ark., 1998)

Hastalık etmeni toprak kökenli bir patojendir. Bununla beraber konukçularında ur oluşturan ve oluşturmayan izolatlar asmanın iletim demetlerinde uzun yıllar yaşayabilmektedir. Ur oluşumu, omcanın toprağa yakın olan kısımlarında ve kollarında görülmektedir. Köklerde genellikle ur oluşturmamakta, ancak köklerde bazen bölgesel yanıklıklara ve çürümelere sebep olabilmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. *A. vitis*'in omcada ve toprakta yaşam alanları (Kuzmanović ve ark., 2018)

Hastalık etmeni yaralardan bitkiye giriş yaptığından özellikle don olaylarının yaşandığı yerlerde, asmada don çatlakları boyunca birçok ur oluşumu meydana gelmektedir (Şekil 6). Hastalık, özellikle sert kış koşullarının yaşandığı yerlerde daha yaygındır ve hastalığın sık görüldüğü yerlerde zaman zaman önemli ekonomik kayıplara sebep olmaktadır (Lehoczky, 1968; Burr ve Katz, 1983; Anonim, 2008).

Şekil 6. *Agrobacterium vitis*'in omcanın gövdesinde oluşturduğu urlar (Orijinal foto)

Bu etmen, ülkemizde iç ve dış karantinaya dahil önemli bir bakteri olup, 2016 yılında Avrupa ve Akdeniz Bitki Koruma Organizasyonu (European and Mediterranean Plant Protection Organisation-EPPO)'nun A2 karantina listesine dahil edilmiştir. Ülkemizde uygulanan karantina önlemleri kapsamında bu hastalık etmeni ile bulaşık veya enfekteli olan üretim materyalinin satış ve dağıtımının yapılması yasak olup, bu hastalıkla bulaşık bitkiler tespit edildiği takdirde imha edilmelidir.

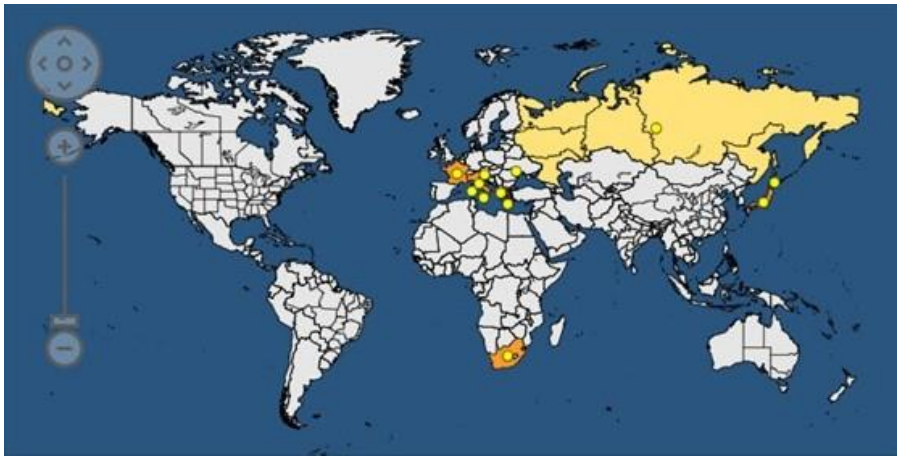
Bu hastalıkla mücadelede farklı metotlar bulunmaktadır. Bazı kültürel uygulamalara dikkat edildiğinde (temiz üretim materyali kullanımı, hastalığa dayanıklı çeşitlerin kullanımı, budama aletlerinin dezenfeksiyonu, hastalıklı alanlarda 5 yıllık etmenin konukçusu olmayan bitkilerle ekim nöbeti uygulaması ve bakım işlemleri sırasında

bitkileri yaralamaktan kaçınmak vs.) hastalık oluşumu önlenebildiği gibi hastalık yeni oluşmuşsa, hasat sonrası gövde ve kollardaki urların steril bir bıçakla temizlendikten sonra uygun oranda (optimum %5) göztaşı eriyiği sürülmesi, bu hastalığın gelişimini ve yayılımını engelleyebilmektedir. Mücadele yollarından bir diğeri ise üzerinde son zamanlarda çalışılan biyolojik mücadele yöntemidir. Biyolojik mücadele kapsamında; özellikle bu türün virülent olmayan izolatlarının kullanımı, üzerinde en çok çalışılan konulardandır (Burr ve Reid, 1994; Anonim, 2008).

4. *Xylophilus ampelinus*

Xylophilus ampelinus, asmalarda bakteriyel yanıklığa neden olan, Comamonadaceae familyasına ait Gram negatif bir bakteri türüdür. Bu hastalık, bağlarda genç veya yaşlı bitkilerde büyük zarara neden olabilmekte ve hastalık şiddeti yıldan yıla değişebilmektedir. Hastalık bağlarda bazen latent (gizli) olarak da varlığını sürdürebilir. Latent enfeksiyonlar bağlarda yaygın olabilir ve sağlıklı görünen bağlar %50'ye kadar bulaşık olabilirler (Panagopoulos, 1987). Bu hastalık, ilk olarak 19. yüzyılın sonlarında Fransa'da, daha sonra tüm Güney Avrupa'da ve Güney Afrika'da gözlenmiştir. Hastalığın etiyolojisine ilişkin yaklaşık yüzyıllık şüpheden sonra, hastalık etmeni ilk kez Yunanistan'da Panagopoulos (1969) tarafından *Xanthomonas ampelina* bakterisi olarak izole ve karakterize edilip tanımlanmış, daha sonra *Xylophilus ampelinus* olarak yeniden adlandırılmıştır (Willems ve ark, 1987).

Hastalık etmeni, modern karakterizasyon yöntemleri ile ülkemizde saptanmamış olmakla beraber Dünya'da özellikle bazı Avrupa ülkelerinde ve Güney Afrika'da varlığı bilinmektedir (Şekil 7). Bu hastalık için, **Afrikanca**; vlamziekte, **İngilizce**; bacterial blight of grapevine ve canker of grapevine, **Fransızca**; brûlure bactérienne de la vigne, maladie d'Oléron de la vigne, nécrose bactérienne de la vigne, **İspanyolca**; chancro bacteriano de la vid, enfermedad de Olerón, marchitez bacteriana de la vid ve **İtalyanca**; mal nero de la vite isimleri kullanılmakta, Türkçe ise **''Asma bakteriyel yanıklığı''** ismiyle olarak telaffuz edilmektedir.



Şekil 7. *Xylophilus ampelinus*'ın ülkelere göre varlığı (EPPO, 2022)

Bu bakteri türü için taksonomik açıdan farklı araştırıcılar tarafından *Bacillus vitivorus, Erwinia vitivora*, *Xylophilus ampelinus* ve *Xanthomonas ampelina* gibi farklı sinonim isimleri kullanılmakla beraber *Xylophilus ampelinus*, tür adı olarak en yaygın bilinen isimdir

(EPPO, 2022). *X. ampelinus*, taksonomik olarak aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır.

Alem= Bacteria
Şube= Proteobacteria
Sınıf= Betaproteobacteria
Takım= Burkholderiales
Familya= Comamonadaceae
Cins= Xylophilus
Tür= *Xylophilus ampelinus*

Hastalık etmeni asmada iletim demetlerinde gelişerek tipik belirtilerini oluşturur. Hastalığın bağlarda oluşturduğu belirtiler arasında; sürgünler boyunca kırmızımsı-kahverengi siyah çizgiler, çatlaklar ve kanserler, ksilem dokularında kahverengi renk değişikliği, yapraklarda nekrotik lezyonlar ve etmenle enfekteli bitkilerin kol ve sürgünlerin ölümü gibi belirtiler yer almaktadır (Şekil 8). Hastalık belirtileri karakteristik olmasına rağmen, bu semptomlar bazı bağ hastalıklarıyla (örneğin *Phomopsis viticola* fungusunun neden olduğu sürgün ve yaprak lekesi; Hewitt ve Pearson, 1998) kolaylıkla karıştırılabileceğinden sağlıklı sonuç elde etmek için laboratuvar analizleri ile hastalığın varlığı teyit edilmelidir (Bradbury, 1991; Dreo ve ark., 2007).

Şekil 8. *X. ampelinus*'un sürgünlerde ve yapraklarda oluşturduğu semptomlar (EPPO, 2022)

Vitis vinifera L. türüne ait asmalar, bu hastalığın şimdiye kadar bilinen tek konukçusu olup diğer *Vitis* türlerinin duyarlılığı henüz bilinmemektedir (Panagopoulos, 1988). *X. ampelinus*, günümüzde bilinenden daha fazla ülkede mevcut olabilir. Ancak yalnızca semptomlara dayanarak teşhis edilmesi zor olup, asmada bir başka

sistemik patojen bakteri türü olan *Xylella fastidiosa* (Moralejo, 2020) gibi yıllardır tespit edilmemiş durumda olabilir.

Hastalık etmeni, bitkinin iletim demetlerinde kolonize olduğundan dolayı mücadelesi zor olmaktadır. Bu hastalıkla ilgili geçmiş araştırmalarda, *X. ampelinus*'un yayılmasını veya enfeksiyonunu ortadan kaldırmada veya kontrol etmede etkili olacak hiçbir kimyasal mücadele yönteminin bulunmadığı bildirilmiştir. Ancak günümüzde yapılan bazı araştırmalarda, sınırlı da olsa kimyasal kontrolün etkilerinin mevcut olduğu yönündedir. Özellikle bakır içerikli bazı bileşiklerin, hastalığa karşı koruyu etkiler sergilediği ve böylece bu hastalığın yayılmasını sınırlandırdığı bazı çalışmalarda bildirilmiştir (Komatsu ve Kondo, 2015; Komatsu, 2016).

Birçok bitki hastalığında olduğu gibi bu hastalıkla mücadelede de alınacak kültürel önlemler, hastalığın oluşumunu ve yayılmasını engelleyebilir. Bu amaçla; bulaşık olmayan üretim materyalleri kullanmak, budama yapılırken bir omcadan diğerine geçildiğinde kullanılan budama aletlerini steril etmek, bulaşık alanlardaki bitkileri söküp imha etmek gibi alınacak bazı tedbirler, bu hastalığın sağlıklı bitkilerden hastalıklı bitkilere bulaşmasını engelleyebilir.

5. *Xylella fastidiosa*

Xylella fastidiosa, çok eski tarihlerden beri insanların gözlemlediği bazı önemli bitki hastalıklarına sebep olan bir fitopatojen bakteri türüdür. Bağlarda çok eski zamanlardan beri bilinen Pierce Hastalığı, ekonomik açıdan önemli bir hastalık olarak bilinmekteydi. Bu hastalık ilk olarak

1892'de Kaliforniya'da rapor edilmiş ve o zamanlar ‘‘**Kaliforniya Bağ Hastalığı**’’ olarak isimlendirilmiştir. İlerleyen süreçler içerisinde bu hastalığa neden olan etmenin bir virüs olduğu, yapılan farklı çalışmalar sonrası ise 1973 yılında etmen, riketsiya benzeri bir mikroorganizma olarak keşfedilmiştir. 1978 yılında etmenin besi ortamında geliştirilmesi sonrası bu hastalığa sebep olan faktörün bitkinin ksilemde gelişen bir bakteri olduğu da bildirilmiştir (Goheen, 1973; Hopkins ve Mollenhauer, 1973).

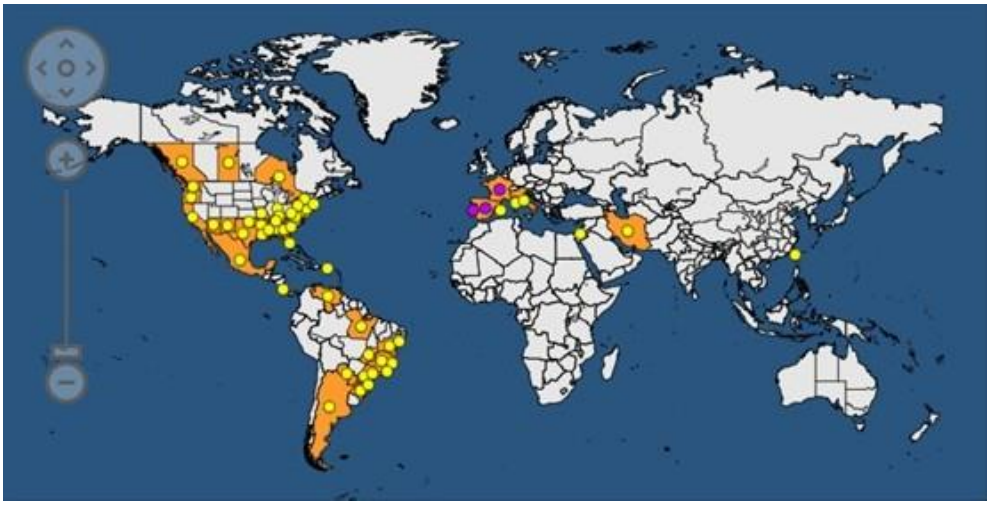
Bağlarda görülen önemli bitki patojenlerinden biri olan ve bitkinin ksilem iletim demetlerinde kolonize olan bu etmen (Wells ve ark., 1987), çok geniş bir konukçu dizisine sahiptir. Dar ve geniş yapraklı birçok bitki türünde hastalık oluşturan bu etmenin oluşturduğu hastalık, özellikle üzüm, şeftali, badem, turunçgiller ve meşe gibi odunsu çok yıllık bitkilerde daha çok bilinmektedir (Hopkins, 1989; Purcell ve Hopkins 1996). Bu hastalığın farklı konukçularında yaptığı hastalık farklı isimlerle anılmakla beraber üzümde yaptığı hastalığa Pierce Hastalığı (**Pierce's disease of grapevines**) adı verilir. Bu hastalık **İngilizce;** Anaheim disease, California vine disease. citrus variegated chlorosis, leaf scorch of almond, leaf scorch of American sycamore,, leaf scorch of coffee, leaf scorch of elm, leaf scorch of maple, leaf scorch of mulberry, leaf scorch of oleander, olive quick decline syndrome, peach phony disease, **Pierce's disease of grapevine**, plum leaf scald, dwarf disease of lucerne, dwarf disease of alfalfa, **Fransızca**; maladie de Pierce, **Rusça**; бактериоз винограда, болезнь Пирса ve **İspanyolca**; enanismo de la alfalfa, enfermedad de Pierce, isimleri

kullanılmakta, taksonomik olarak ise *Xylella fastidiosa,* tür adı olarak kullanılmaktadır (EPPO, 2022). Hastalık etmeni, taksonomik açıdan aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır.

Alem= Bacteria
Şube= Proteobacteria
Sınıf= Gammaproteobacteria
Takım= Lysobacterales
Familya= Lysobacteraceae
Cins= Xylella
Tür= *Xylella fastidiosa*

Pierce asma hastalığı, Kuzey Amerika'da, subtropikal bölgelerinde ve orta kısımlarda en şiddetli hissedildiği bölgeler olmuştur (Purcell, 1997). Ülkemizde henüz tespit edilmemiş olan *Xylella fastidiosa*, günümüzde farklı kıtalardan 20'nin üzerinde ülkede (EPPO, 2022) rapor edilmiş durumdadır (Şekil 9). Etmen, yakın bir zamanda ülkemizde ilk olarak Güldür ve ark. (2005) tarafından badem alanlarında bildirilmiş, ancak bu kaydın doğruluğu ispatlanmamıştır. Bu nedenle etmen, ülkemizde şu ana dek keşfedilmemiş olarak kabul edilmektedir. Bununla beraber hastalık etmeni yakın zamanda Türkiye'nin komşularından olan İran'da badem ve bağ alanlarında tespit edilmiş, böylece Ortadoğu'daki ilk kayıt oluşmuştur (Amanifar ve ark., 2014). Tarihsel süreç içerisinde *X. fastidiosa*'nın bağlarda oluşturmuş olduğu hastalık her ne kadar önemli bir hastalık olmuşsa da etmen, son dönemlerde zeytin alanlarında da çok büyük bir tehdit haline gelmiştir. Özellikle zeytin yetiştiriciliğinin çok fazla yapıldığı

Akdeniz'e kıyısı olan bazı Avrupa ülkelerinde (başlıca; İtalya, İspanya ve Fransa) son 10 yılda çok ciddi sorun haline gelmiştir (Saponari ve ark., 2013). Bu bölgelerdeki zeytin üretim alanlarında şiddetli şekilde hissedilmiş olan bu hastalık, patlak verdiği ülkeler başta olmak üzere diğer birçok ülke basınında sıkça gündeme gelmiştir.



Şekil 9. *Xylella fastidiosa*'ın ülkelere göre dağılımı (EPPO, 2022)

Hastalık bitki türlerine göre farklı belirtiler oluşturabilirse de konukçularında genellikle özellikle yapraklarda yanıklıklara sebep olur. Asmadaki başlıca belirtileri; yaprak henüz yeşilken yaprak kenarlarının haşlanmış şekilde ani şekilde kuruması, kurumuş yaprakların düşerken yaprak saplarının dalda asıl şekilde kalması, salkımlarda gelişmenin durması, solması ve zamanla kuruması ve enfekteli bitkilerin gövdelerde iletim demetlerinde sarı-kahverengi çizgiler oluşması şeklindedir (Şekil 10). Bununla beraber bu hastalığa çok hassas olan çeşitler en fazla 2-3 yıl canlı kalabilirler. (Davis ve ark., 1980; EPPO, 2022).

Şekil 10. *Xylella fastidiosa*'nın asmalarda görülen bazı semptomları (EPPO, 2022)

Hastalık etmenin taşınmasında aşılama ve vektör böcekler önemli bir rol oynamaktadır. Bitkilerin iletim demetleri ile beslenen cüce ağustos böcekleri hastalıklı bitkiden sağlıklı bir bitkiye bu etmeni taşıyabilen başlıca faktörlerdir (Andersen ve ark., 2003; Redak ve ark. 2004).

Bu hastalık etmeni ile mücadelede kullanılan kimyasallar etkili bir başarı sağlayamamıştır. Bakterinin kimyasal mücadelesi mümkün olmadığından dolayı daha çok hastalığın oluşumunu engellemeye yönelik kontrollere öncelik verilmiştir. Bu amaçla öncelikle karantina tedbirlerinin alınması, vektör böceklerle mücadele edilmesi, enfekteli ağaçların imhası, bu etmene konukçuluk yapabilecek diğer konukçu bitkilerin ortadan kaldırılması gibi yöntemlerle hastalık etmeni bir ölçüde kontrol altına alınabilir. Hastalık etmeni, ülkemizin de içerisinde yer aldığı EPPO ve diğer bazı bölgesel bitki koruma organizasyonlarının karantina listelerinde yer almaktadır (Etmen, EPPO'nun A1 listesinde yer almaktadır). Hastalık etmeni karantinaya tabii tutularak, enfekteli bitkisel materyal ile yeni alanlara giriş yapma riski önlenmeye çalışılmaktadır. Dayanıklı çeşit seçimi, hastalık

etmenine veya vektör böceklere ara konukçuluk yapan yabancı otların temizliği, vektör böceklere karşı rutin olarak insektisit kullanımı, budama aletlerinin temizliğine dikkat edilmesi gibi uygulamalar ise bu hastalığa karşı alınabilecek kültürel önlemlerden bazılarıdır (Purcell, 1980; Janse ve Obradovic, 2010; EPPO, 2022). Bu hastalıkla mücadelede son zamanlarda üzerinde çalışılan konulardan biri de biyolojik mücadeledir. Hopkins (2005), *X. fastidiosa*'nın avirülent izolatlarının, hastalık belirtilerinde azalma sağladığını bildirmiştir.

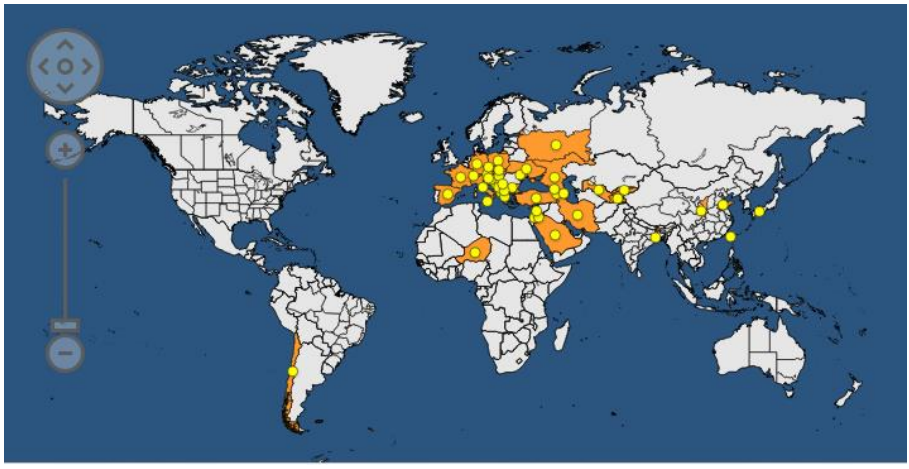
6. *Candidatus* Phytoplasma spp.

Bağlarda hastalık oluşumuna sebep olan hastalık etmenlerinden biri de fitoplazmalardır. Fitoplazmalar, dünya çapında yüzlerce bitki türünde hastalık oluşturabilen, sürekli olarak sağlıklı alanlara yayılabilme potansiyeli taşıyan, bitkilerin floem iletim demetlerinde çoğalan hücre duvarından yoksun bakterilerdir. (Lee ve ark. 2000; Bertaccini ve Duduk 2009; Strauss 2009). 1967 yılında Japon araştırmacılar, bitkilerde oluşan **Sarılık Hastalıkları**'nın olası sebeplerini bulmak için yaptıkları araştırmalarda, önceleri Mikoplazma benzeri organizmalar (MLO) olarak isimlendirilen, sonraları ise Fitoplazma adı verilmiş olan bitki patojeni mikroorganizmaları keşfetmişlerdir (Doi ve ark., 1967). Bu keşiften önce, her ne kadar bitkilerde hastalıklı bölgede tipik olarak gözle görünmeseler ya da bitkilerden izole edilememiş olsalar da bitkilerde oluşan tüm sarılık hastalıklarının virüslerden kaynaklandığı sanılmaktaydı (McCoy ve ark., 1989).

Farklı fitoplazma türleri, dünyanın farklı bölgelerindeki bağ üretim alanlarında, ciddi derecede sorun oluşturabilen hastalıklara neden olmaktadırlar. Bu türlerden en çok bilineni ve en önemlisi '*Candidatus* Phytoplasma solani'dir. Bu tür, bağlarda görülen en ciddi fitoplazma türü olup etmenin oluşturduğu hastalık dünyada '**Bois noir**' olarak bilinmektedir (Quaglino ark. 2013). Ayrıca bu fitoplazma türü asmanın yanı sıra çok sayıda bitki türünde de hastalık oluşturabilmektedir. Bağlarda ciddi bir sorun olan bir diğer hastalık etmeni olan fitoplazma türü ise '*Candidatus* Phytoplasma vitis'tir. Bu fitoplazma türü ise, bağlarda '**Flavescence dorée**' olarak isimlendirilen hastalığa sebep olmaktadır (Marzorati ve ark., 2006). Bu iki fitoplazma türü daha çok Avrupa'da görülmekle ve Avrupa bağcılığı açısından önemli derecede sorun oluşturmaktadırlar (Angelini ve ark. 2003). Bu iki türün yanı sıra '*Candidatus* Phytoplasma australiense'nin neden olduğu asma sarılık hastalığı ise Avustralya'daki bağ üretim alanlarında önemlidir (Davis ve ark. 1997).

'Ca. Phytoplasma solani', ilk olarak 'flavescence dorée' hastalığı olarak tanımlanmış (Caudwell, 1961) ancak daha sonra yapılan çalışmalarda bu hastalık "Bois noir" olarak adlandırılmıştır. İlerleyen zamanlarda bu hastalığın *Hyalesthes obsoletus* isimli vektör bir böcek tarafından taşınabildiği ve hastalığa *'Ca.* Phytoplasma solani' isimli etmenin sebep olduğu bildirilmiştir (Weintraub ve Jones 2009; Quaglino ve ark., 2013). Etmen, günümüzde birçok ülkede tespit edilmiş durumdadır (Şekil 11). Bunun yanı sıra 'Flavescence dorée'

olarak adlandırılan hastalığa ise '*Ca.* Phytoplasma vitis' türü sebep olmaktadır.



Şekil 11. Asmada ve birçok bitki türünde hastalık oluşumuna neden olan '*Candidatus* Phytoplasma solani'nin ülkelere göre yayılımı (EPPO, 2022)

Bu türler dışında asmada hastalık oluşturabilen farklı fitoplazma türleri de mevcuttur. '*Candidatus* Phytoplasma asteris', '*Candidatus* Phytoplasma pruni' (Prince ve ark., 1993) ve '*Candidatus* Phytoplasma fraxini' (Gajardo ve ark., 2009) türleri de dünyanın farklı yerlerinde asmalarda tespit edilmiş fitoplazma türleridir.

'Ca. Phytoplasma solani' çok geniş bir konukçu dizisine sahiptir. Tek yıllık bitkilerden çok yılık bitkilere, yabancı otlardan kültür bitkilerine kadar 200'e yakın bitki türünün bu etmenin konukçusu olduğu bildirilmiştir (EPPO, 2022). Bu etmenin çeşitli konukçularında oluşturduğu hastalıklar için; **İngilizce**, Black wood of grapevine, Maize redness, Metabolbur, Parastolbur, Stol, Stolbur of potato, Stolbur of

tobacco, Stolbur of tomato, **Fransızca**; Bois noir de la vigne, Dépérissement de la lavande, **Almanca**; Vergilbungskrankheit der Rebe ve **İtalyanca**; Legno nero gibi isimler kullanılmaktadır. Ülkemizde bağlarda ekonomik olarak en önemli fitoplazmalar hastalıkları olarak sayılan Flavescence doree ve Bois noir hastalılkları, ‘‘**Bağda Sarılık Tipi Fitoplazmalar**’’ ismi ile bilinmektedir. Fitoplazma türleri ayrıca farklı taksonomik şekillerde incelenmiş, bu doğrultuda araştırıcılar tarafından Grapevine bois noir phytoplasma, Maize redness phytoplasma, Phytoplasma solani, Potato stolbur phytoplasma ve Stolbur phytoplasma gibi adlar kullanılmıştır. Günümüzde taksonomik olarak bakteriler aleminde yer alan fitoplazmalar aşağıdaki şekilde sınıflandırılmaktadır (Anonim 2008; IRPCM, 2004; EPPO 2022).

Alem= Bacteria
Şube= Tenericutes
Sınıf= Mollicutes
Takım= Acholeplasmatales
Familya= Acholeplasmataceae
Cins= Phytoplasma
Tür= *Candidatus* Phytoplasma spp.

Bağlarda sarılık tipi fitoplazmalar dünyada ve ülkemizde yapılan farklı çalışmalarla bildirilmiştir (Constable ve Bertaccini, 2017). Asma ve birçok bitki türünde görülen *‘Ca.* Phytoplasma solani’, başlıca Avrupa ve Akdeniz ülkeleri ve Orta Doğu'da yaygın olarak bulunmaktadır. Bu etmen yakın zamanda Azerbaycan (Balakishiyeva ve ark., 2018),

Gürcistan, (Quaglino ve ark. 2016) ve İran (Mirchenari ve ark., 2015)'da, bağlarda hastalık etmeni olarak bildirilmiştir. Bu etmen ülkemizde ise Canik ve ark. (2011), Şimşek ve Güldür (2021) tarafından bağlarda tespit edilmiştir.

Birçok bitkide ekonomik açıdan en önemli fitoplazma türlerinden olan '*Ca.* Phytoplasma vitis' ve *'Ca.* Phytoplasma solani' konukçu bitkilerin floem iletim demetlerinde çoğalmaları sonrası konukçularında bazı aksaklıklara sebep olurlar. Bu etmenler hastalandırdıkları asmaların yaprak, sürgün, çiçek ve meyvelerinde belirti oluşturmaktadırlar (Şekil 12). Oluşan belirtiler, çevre koşulları, iklim, bitki yaşı gibi faktörlere bağlı olmakla beraber; sürgün ve dalların odunlaşmayarak siyahlaşıp ve ölmesi, hastalıklı sürgünlerdeki yapraklarda renk bozulması ve kenarlarının aşağıya doğru kıvrılması, yaprak damarlarının kızarması veya sararması, çiçeklerin kuruyup düşmesi ile meyvelerin hafif bir temas sonrası salkımdan dökülmesi ve tutumun azalması gibi belirtiler asmalarda genel anlamada oluşan belirtilerdir (Anonim, 2008; Constable, 2010; Maixner, 2011). Hastalık etmenlerinin yayılmasında vektör böcekler önemli olmakta, özellikle bitkilerin floem özsuyu ile beslenen böcekler patojenleri bir bitkiden başka bir bitkiye taşıyabilmektedir (Langer ve Maixner, 2004). Bununla beraber hastalıklı bitki materyallerinin aşılama amacıyla kullanılması sonrası da patojen yayılmaktadır.

Şekil 12. *Ca.* Phytoplasma solani'nin asmalarda görülen bazı semptomları (Conigliaro ve ark., 2020; Sargolzaei ve ark., 2021; EPPO, 2022)

Fitoplazmalar ile mücadelede etkili bir kimyasal mücadele yöntemi bulunmadığından ve fitoplazmaların karantina etmenleri olmalarından ötürü tespit edildikleri vakit önleyici tedbirlerin alınması önemli olmaktadır. Bu amaçla; temiz üretim materyali kullanmak, nispeten dayanıklı çeşitler kullanmak, hastalıklı bitkiler ve vektör böcekler konukçuluk yapan yabancı otları imha etmek ve en önemlisi de etkili bir vektör mücadelesi yapmak, bu hastalığın yayılımını kısıtlamak adına önemlidir (Chuche ve Thiéry, 2014; Anonim, 2008). Fitoplazmaların mücadelesinde araştırılan konulardan biri olan biyolojik mücadelede de bazı çalışmalar mevcuttur. Bunlardan biri; etmenlerin avirülent veya hafif izolatlarının konukçu bitkilere inokulasyonu ve böylece bitkide bir ön bağışıklık oluşturulması temeline dayanan çapraz dayanıklılık konuları olup, bu yöntem bazı kültür bitkilerindeki fitoplazma etmenlerine karşı araştırılmış durumdadır (Seemüller ve Harries, 2010). Araştırılan bir diğer yöntem ise Bacillus veya Pseudomonas cinsinden faydalı olacağı düşünülen

bazı türlerin, bitkileri patojen fitoplazma saldırılarına karşı daha dirençli hale getirilmesi amacıyla kullanılması yöntemidir. (Kloepper ve ark., 2004; van Loon, 2007).

7. Sonuç ve Öneriler

Fitopatojen bakteriler, kontrol altına alınmadıkları takdirde uygun çevre koşullarının da oluşmasıyla bitkilerde önemli olabilen hastalıklara sebep olabilmektedirler. Günümüzde tarımsal üretimde gerek pratik olması gerekse mücadele edilen zararlı grubuna karşı nispeten daha fazla sonuç alınması bakımından birçok hastalık ve zararlı etmene karşı ilk olarak uygulanan yöntem genellikle kimyasalların kullanımı olmaktadır. Aynı şekilde, bakteriyel hastalıklarla mücadelede kimyasal kullanımı pratik gibi görünse bile özellikle tarımsal açıdan ciddi sorunlar yaratan bazı bakteriyel hastalıkların mücadelesinde kimyasal kullanımı çok da etkili olmamaktadır. Bu hastalıklarla mücadelede kültürel önlemelere ağırlık vermek ya da eğer hastalık henüz bir alanda görülmemişse hastalığın sağlıklı alanlara girişini önlemeye yönelik alınacak tedbirleri uygulamak nispeten etkili sonuçlar verecektir. Ayrıca gerek insan sağlığına gerekse çevreye zararının olmaması nedeniyle biyolojik mücadele çalışmaları da son zamanlarda bakteri hastalıkları ile mücadelede üzerinde sıkça çalışılan konulardandır. Ülkemizde, bağlarda saptanmış olan bakteriyel hastalıklarla (*A. tumafaciens* ve *A. vitis*) mücadelede uygulanan çeşitli yöntemler mevcuttur. Bunlar, üretim alanlarında yıllardır gözlenebilen hastalıklar olduklarından bunların mücadelesi için farklı stratejiler vardır ve yenileri de geliştirilmektedir (Örneğin dayanıklı çeşitlerin ıslahı,

biyolojik mücadele çalışmaları vd.). Ülkemizde henüz saptanmamış olmakla beraber, son zamanlarda başlıca Avrupa'nın Akdeniz'e kıyısı olan bazı ülkeleri ve diğer bazı farklı ülkelerde saptanmış olan bakteriyel etmen *X. fastidiosa*, gerek çok fazla bitkide zarar, hastalık oluşturabilmesi ve etkili bir kimyasal mücadelesinin henüz bulunmamış olması gerekse çok hızlı yayılabilme potansiyeli olan bir hastalık etmeni olmasından dolayı, özellikle bu hastalığa karşı uygulanan karantina tedbirlerini aksatmamak önemli olacaktır. Nitekim çok yakın bir zamanda hastalık etmeninin komşumuz olan İran'da ve doğrulanmamış da olsa ülkemizde saptandığı bildirilmiştir.

8. Kaynaklar

Agrios, G.N. (2005). Plant Pathology (5th Edition). Elsevier Academic Press, USA.

Akbaş, B. (2018). Bağ Alanlarinda Entegre Mücadele Prensipleri ve Gelinen Nokta. *Bahçe*, 47(Özel Sayı 1): 111-116.

Altıparmak, S. (2011). Konya İlinde Yaygın Olarak Yetiştirilen Asma Çeşitlerinde Bakteriyel Taç Uru (*Agrobacterium vitis*)'nun Tanılanması Üzerine Araştırmalar. *Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences*, 25(1): 115-124.

Amanifar, N., Taghavi, M., Izadpanah, K., Babaei, G. (2014). Isolation and pathogenicity of Xylella fastidiosa from grapevine and almond in Iran. *Phytopathologia Mediterranea*, 53(2): 318-327.

Andersen, P.C., Brodbeck, B.V., Mizell, R.F. (2003). Plant and insect characteristics in response to increasing density of Homalodisca coagulata on three host species a quantification of assimilate extraction. *Entomol. Exp. Appl*., 107(1): 57-68.

Anderson, A.R., Moore, L.W. (1979). Host specificity in the genus Agrobacterium. *Phytopathology*, 69(4): 320-323.

Angelini, E., Negrisolo, E., Clair, D., Borgo, M., Boudon-Padieu, E. (2003) Phylogenetic relationships among Flavescence dorée strains and related phytoplasmas determined by heteroduplex mobility assay and sequence of ribosomal and nonribosomal DNA. *Plant Pathology*, 52(5): 663-672.

Anonim, (2008). Zirai Mücadele Teknik Talimatları (Cilt 4). Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Yayinlari, Ankara.

Argun, N., Momol, M.T., Maden, S., Momol, E.A., Reid, C.L., Celek, H., Burr, T.J. (2002). Characterization of Agrobacterium vitis strains isolated from Turkish grape cultivars in the Central Anatolia region. *Plant Disease*, 86(2): 162-166.

Balakishiyeva, G., Bayramova, J., Mammadov, A., Salar, P., Danet, J. L., Ember, I., Huseynova, I. (2018). Important genetic diversity of 'Candidatus Phytoplasma solani'related strains associated with bois noir grapevine yellows and

planthoppers in Azerbaijan. *European Journal of Plant Pathology*, 151(4): 937-946.

Bazzi, C., Piazza, C., Burr, T.J. (1987). Detection of Agrobacterium tumefacines in grapevine cuttings. *EPPO Bulletin*, 17(1): 105-112.

Benlioğlu, K., Özakman, M. (1998). Bağ üretim materyalinde kök uru etmeni Agrobacterium tumefaciens' in saptanması. *Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 22: 167-174.

Berisha, B., Chen, Y.D., Zhang, G.Y., Xu, B.Y., Chen, T.A. (1998). Isolation of Peirce's disease bacteria from grapevines in Europe. *European Journal of Plant Pathology*, 104(5): 427-433.

Bertaccini, A., Duduk, B. (2009). Phytoplasma and phytoplasma diseases: a review of recent research. *Phytopathologia Mediterranea*, 48(3): 355-378.

Bradbury, F.F. (1991). IMI descriptions of fungi and bacteria. Set 105, Nos 1041-1050. *Mycopathologia*, 115(1): 63-64.

Burr, T.J. (1978). Crown gall of grapevine. *Vinifera Vine Growers J*., 5: 131-133.

Burr, T.J., Bazzı, C., Süle, S., Otten, L. (1998). Crown gall of grape, biology of Agrobacterium vitis and the development of disease control strategies. *Plant Disease*, 82(12): 1288-1297.

Burr, T.J., Hurwitz, B. (1981). Occurence of Agrobacterium radiobacter pv tumefaciens (Smith and Townsend) Conn. biotype 3 on grapevines in New York State. *Phytopathology*, 71(2): 206.

Burr, T.J., Katz, B.H. (1983). Isolation of Agrobacterium tumefaciens biovar 3 from grapevine galls and sap, and from vineyard soil. *Phytopathology*, 73(2): 163-165.

Burr, T.J., Katz, B.H. (1984). Grapevine cuttings as potential sites of survival and means of dissemination of Agrobacterium tumefaciens [New York]. *Plant Diseases* (USA).

Burr, T.J., Reid, C.L. (1994). Biological control of grape crown gall with nontumorigenic Agrobacterium vitis strain F2/5. *Am J Enol Vitic.*, 45(2): 213-219.

Burrill, T.J. (1880). Anthrax of Fruit Trees: Or the So-called Fire Blight of Pear, and Twig Blight of Apple, Trees.

Canfield, M.L. Moore, L.W. (1991). Isolation and characterization of opine-utilizing strains of Agrobacterium tumefaciens and fluorescent strains of Pseudomonas spp. from rootstocks of Malus. *Phytopathology*, 81(4): 440-443.

Canik Orel, D., Karagoz, A., Durmaz, R., Ertunc, F. (2016). Phenotypic and molecular characterization of Rhizobium vitis strains from vineyards in Turkey. *Phytopathologia Mediterranea*, 55(1): 41-53.

Canik D., Ertunc F., Paltrinieri S., Contaldo N., Bertaccini A. (2011). Identification of different phytoplasmas infecting grapevine in Turkey. *Bulletin of Insectology*, 64(Supplement): 225-226.

Caudwell, A. (1961). A study of black wood disease of vines: its relationship to flavescence dorée. In *Annales des Epiphyties*, 12(3): 241-262.

Chuche, J., Thiéry, D. (2014). Biology and ecology of the Flavescence dorée vector Scaphoideus titanus: a review. *Agronomy for sustainable development*, 34(2): 381-403.

Conigliaro, G., Jamshidi, E., Lo Verde, G., Bella, P., Mondello, V., Giambra, S., D'Urso, V., Tsolakis, H., Murolo, S., Burruano, S., Romanazzi, G. (2020). Epidemiological Investigations and Molecular Characterization of 'Candidatus Phytoplasma solani'in Grapevines, Weeds, Vectors and Putative Vectors in Western Sicily (Southern Italy). *Pathogens*, 9(11): 918.

Constable, F.E. (2010) Phytoplasma epidemiology: grapevines as a model. In: Weintraub PG, Jones P (eds) Phytoplasmas: genomes, plant hosts and vectors. CAB International, Oxfordshire, UK, pp 188–212.

Constable, F., Bertaccini, A. (2017). Worldwide distribution and identification of grapevine yellows diseases. In Dermastia, M., Bertaccini, A., Constable F., Mehle, N. (eds.). Grapevine Yellows Diseases and Their Phytoplasma Agents (pp. 17-46). Springer, Cham.

Çakir, A. (2011). *Bağcılıkta abiyotik stres koşullarına yönelik melezlemelerden kuraklık ve tuz stresine toleranslı ümitvar tiplerin elde edilmesi*. (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G. (1998). Genel Bağcılık. Sunfidan A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi, No:1, Ankara, 253.

Davis, M.J., Whitcomb, R.F., Gillaspie, A.G.Jr. (1980). Fastidious bacteria of plant vascular tissue and invertebrates (including socalled rickettsia-like bacteria). Pages 2172-2188 in: The Prokaryotes: A Handbook on Habitats, Isolation, and Identification of Bacteria. M. P. Starr, H. O. Stolp, H. G. Truper, A. Balows, and H. G. Schlegel, eds. SpringerVerlag, New York/Heidelberg/Berlin.

Davis, R.E., Dally, E.L., Gundersen, D.E., Lee, I.M., Habili, N. (1997). "Candidatus Phytoplasma australiense", a new phytoplasma taxon associated with Australian grapevine yellows. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 47(2): 262-269.

Doi, Y., Teranaka, M., Yora, K., Asuyama, H. (1967). Mycoplasma or PLT-group-like microorganisms found in the phloem elements of plants infected with mulberry dwarf, potato witches' broom, aster yellows, or paulownia witches' broom. *Japanese Journal of Phytopathology*, 33(4): 259–66.

Dolar, S., Demirci, E., Basım, H., Demirci F., Elibüyük, İ. (2011). Fitopatoloji. Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi, Yayın no: 1290, Eskişehir.

Dreo, T., Gruden, K., Manceau, C., Janse, J.D., Ravnikar, M. (2007). Development of a real-time PCR-based method for detection of Xylophilus ampelinus. *Plant Pathology*, 56(1): 9-16.

EPPO, 2022. European and Mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO). https://gd.eppo.int/ (Erişim tarihi 05.02.2022).

FAO, 2022. Food and Agriculture Organization of the United Nations Official Website. Grape production. http://www.fao.org/faostat/en/#data (Erişim tarihi: 10.02.2022).

Gajardo, A., Fiore, N., Prodan, S., Paltrinieri, S., Botti, S., Pino, A.M., Zamorano, A., Montealegre, J., Bertaccini, A. (2009). Phytoplasmas associated with grapevine yellows disease in Chile. *Plant Disease*, 93(8): 789-796.

Gautier, J.F. (2005). Şarabın Tarihi (Çeviri). Dost Kitapevi Yayınları, Ankara, 126s.

Gelvin, S.B. (2003). Agrobacterium-mediated plant transformation: the biology behind the "Gene-Jockeying" tool. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, 67(1): 16-37.

Goheen, A.C., Nyland, G., Lowe, S.K. (1973). Association of a rickettsia-like organism with Pierce's disease of grapevines and alfalfa dwarf and heat therapy of the disease in grapevines. *Phytopathology*, 63(3): 341-345.

Grall, S., Roulland, C., Guillaumes, J., Manceau, C. (2005). Bleeding sap and old wood are the two main sources of contamination of merging organs of vine plants by Xylophilus ampelinus, the causal agent of bacterial necrosis. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(12): 8292-8300.

Gülbasar Kandilli, G., Söylemezoğlu, G., Atak, A. (2018). Asmanın (Vitis spp.) Fungal Hastalıklarla Teşvik Edilen Savunma Mekanizması. *Bahçe*, 47(2): 45-55.

Güldür, M.E., Çağlar, B.K., Castellano, M.A., Ünlü, L., Güran, S., Yılmaz, M.A., Martelli, G.P. (2005). First report of almond leaf scorch in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 87(3): 246.

Hewitt, W.B., Pearson, R.C. (1998). Phomopsis cane and leaf spot. In: Pearson, R.C., Austin, C. eds. Compendium of Grape Diseases. St Paul, MN, USA: APS Press, 17–9.

Hopkins, D.L. (1989). Xylella fastidiosa: a xylem-limited bacterial pathogen of plants. *Annual Review of Phytopathology*, 27(1): 271-290.

Hopkins, D.L. (2005). Biological control of Pierce's disease in the vineyard with strains of Xylella fastidiosa benign to grapevine. *Plant Disease*, 89(12): 1348-1352.

Hopkins, D.L., Mollenhauer, H.H. (1973). Rickettsia-like bacterium associated with Pierce's disease of grapes. *Science*, 179(4070): 298-300.

Hopkins, D.L., Purcell, A.H. (2002). Xylella fastidiosa: cause of Pierce's disease of grapevine and other emergent diseases. *Plant disease*, 86(10): 1056-1066.

IRPCM, 2004. Candidatus Phytoplasma, a taxon for the wall-less, non-helical prokaryotes that colonize plant phloem and insects. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol*., 54(4), 1243-1255.

ITC, 2022. International Trade Centre Official Web Site. http://www.intracen.org /itc/market-info-tools/trade-statistics/ (Erişim Tarihi: 22.02.2022)

Janse, J.D., Obradovic, A. (2010). Xylella fastidiosa: its biology, diagnosis, control and risks. *Journal of Plant Pathology*, 92(1): 35-48.

Kawaguchi, A., Inoue, K. (2009). Grapevine crown gall caused by Rhizobium radiobacter (Ti) in Japan. *Journal of General Plant Pathology*, 75(3): 205-212.

Kloepper, J.W., Ryu, C.M., Zhang, S. (2004). Induced systemic resistance and promotion of plant growth by Bacillus spp. *Phytopathology*, 94(11): 1259-1266.

Komatsu, T. (2016). The ecology of bacterial blight in grapevines caused by Xylophilus ampelinus (Panagopoulos) Willems et al. and the development of effective disease control techniques. *Report of Hokkaido Research Organization Agricultural Experiment Station*, 142.

Komatsu, T., Kondo, N. (2015). Efficacy of a copper-based bactericide in controlling bacterial blight of grapevines caused by Xylophilus ampelinus. *Journal of General Plant Pathology*, 81(5): 409-414.

Kuzmanović, N., Puławska, J., Hao, L., Burr, T.J. (2018) The Ecology of Agrobacterium vitis and Management of Crown Gall Disease in Vineyards. In: Gelvin S. (eds) Agrobacterium Biology. Current Topics in Microbiology and Immunology, vol 418. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/82_2018_85

Küsek, M. (2007). *Asmada (Vitis vinifera L.) Ura Neden Olan Agrobacterium vitis'in Tanılanması ve Mücadele Olanaklarının Araştırılması*. (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Langer, M., Maixner, M. (2004). Molecular characterization of grapevine yellows associated phytoplasmas of the stolburgroup based on RFLP-analysis of nonribosomal DNA. *Vitis*, 43(4): 191-200.

Lee, I.M., Davis, R.E., Gundersen-Rindal, D.E. (2000) Phytoplasma: phytopathogenic mollicutes. *Annual Reviews in Microbiology*, 54(1): 221-255.

Lehoczky, J. (1968). Spread of Agrobacterium tumefaciens in the vessels of the grapevine, after natural infection. *Phytopathol. Z.*, 63, 239- 246.

Lopez, M.M. (1978). Characteristics of French isolates of Agrobacterium. In *Proc 4th Int Conf on Plant Pathogenic Bacteria, Angers* (pp. 233-237).

Lopez, M.M., Cambra, M., Aramburu, J.M., Bolinches, J. (1987). Problems of detecting phytopathogenic bacteria by ELISA. *EPPO Bulletin*, 17(1): 113-117.

Ma, D., Yanofsky, M.F., Gordon, M.P., Nester, E.W. (1987). Characterization of Agrobacterium tumefaciens strains isolated from grapevine tumors in China. *Applied and Environmental Microbiology*, 53(6): 1338-1343.

Maixner, M. 2011. Recent advances in Bois noir research. *Petria*, 21: 95-108.

Marzorati, M., Alma, A., Sacchi, L., Pajoro, M., Palermo, S., Brusetti, L., Daffonchio, D. (2006). A novel Bacteroidetes symbiont is localized in Scaphoideus titanus, the insect vector of flavescence dorée in Vitis vinifera. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(2): 1467-1475.

McCoy, R.E., Caudwell, A., Chang, C.J., Chen, T.A., Chiykowski, L.N.,Cousin, M.T., Dale De Leeuw, G.T.N., Golino, D.A., Hackett, K.J., Kirkpatrick, B.C., Marwitz, R., Petzold, H., Sinha, R.C., Suguira, M.,Whitcomb, R.F., Yang, I.L., Zhu, B.M., Seemüller, E. (1989) Plantdiseases associated with mycoplasma-like organisms. In: The Mycoplasmas(Whitcomb, R.F. and Tully, J.G., eds), pp. 546–640. New York: AcademicPress

Mirchenari, S.M., Massah, A., Zirak, L. (2015). 'Bois noir': new phytoplasma disease of grapevine in Iran. *Journal of Plant Protection Research*, 55(1): 88-93.

Moralejo, E., Gomila, M., Montesinos, M., Borràs, D., Pascual, A., Nieto, A., Olmo, D. (2020). Phylogenetic inference enables reconstruction of a long-overlooked outbreak of almond leaf scorch disease (Xylella fastidiosa) in Europe. *Communications Biology*, 3(1): 1-13.

Odabasioglu, M.I., Demirtas, G., Yildirim, K., Gursoz, S. (2018). Salt Stress on Grapes (Vitis spp.). *1st International GAP Agriculture and Livestock Congress (UGAP2018), 25-27 April 2018, Şanlıurfa-Turkey,* 10-17p.

Oraman, N. (1965). Yeni Bağcılık (3. Baskı). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 253, Ders Kitabı No:89, Ankara, 347s.

Öktem, Y.E. (1978). *Orta Anadolu bölgesi bağlarında zarar yapan kök uru hastalığı (Agrobacterium tumefaciens (Smith and Towsand)]'nin sürveyi, zarar*

oranının tesbiti, çeşit reaksiyonları ile kimyasal ve biyolojik savaş yöntemleri üzerinde araştırmalar, (Doktora Tezi) Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, İzmir.

Özdemir, G., Çakir, A. (2018). GAP bölgesinde organik üzüm yetiştiriciliği. *Bahçe*, 47 (Özel Sayı 1): 249-255.

Panagopoulos, C.G. (1969). The disease'tsilik marasi'of Grapevine: its description and identification of the causal agent (Xanthomonas ampelina sp. nov.). In *Annales de l'Institut Phytopathologique Benaki*, 9(1): 59-81.

Panagopoulos C.G. (1987). Recent research progress on Xanthomonas ampelina. *EPPO Bulletin* 17(2): 225-230.

Panagopoulos, C.G. (1988). Xanthomonas ampelina Panagopoulos. In: *European Handbook of Plant Diseases (eds Smith, I.M., Dunez. J., Lelliot, R.A., Phillips, D.H., Arche, S.A.*), 157-158. Blackwell Scientific Publications.

Panagopoulos, C.G., Psallidas, P.G. (1973). Characteristics of Greekisolates of Agrobacterium tumefaciens (E.F. Smith and Townsend) Conn. *J. Appl. Bacteriol*., 36(2): 233-240.

Poyraz, D., Onoğur, E. (2012). Bağlarda Kav ve Petri Hastalıkları. *ANADOLU, J. of AARI*, 22(2): 69-81.

Prince, J.P., Davis, R.E., Wolf, T.K., Lee, I.M., Mogen, B.D., Dally, E.L., Bertaccini, A., Credi, R., Barba, M. (1993). Molecular detection of diverse mycoplasmalike organisms (MLOs) associated with grapevine yellows and their classification with aster yellows, X-disease, and elm yellows MLOs. *Phytopathology*, 83(10): 1130-1137.

Purcell, A.H. (1980). Environmental therapy for Pierce's disease of grapevines. *Plant Disease*, 64(4): 388-390.

Purcell, A.H. (1997). Xylella fastidiosa, a regional problem or global threat?. *Journal of Plant Pathology*, 79(2): 99-105.

Purcell, A.H., Hopkins, D.L. (1996). Fastidious xylem-limited bacterial plant pathogens. *Annual Review of Phytopathology*, 34(1): 131-151.

Quaglino, F., Maghradze, D., Casati, P., Chkhaidze, N., Lobjanidze, M., Ravasio, A., Bianco, P.A. (2016). Identification and characterization of new ‘Candidatus

Phytoplasma solani'strains associated with bois noir disease in Vitis vinifera L. cultivars showing a range of symptom severity in Georgia, the Caucasus region. *Plant Disease*, 100(5): 904-915.

Quaglino F., Zhao Y., Casati P., Bulgari D., Bianco P.A., Wei W., Davis R.E. (2013). 'Candidatus Phytoplasma solani', a novel taxon associated with stolbur- and Bois noir-related diseases of plants. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 63(8): 2879-2894.

Redak, R.A., Purcell, A.H., Lopes, J.R.S., Blua, M.J., Mizeli, R.F., Andersen, P.C. (2004). The biology of xylem fluid-feeding insect vectors of Xylella fastidiosa and their relation to disease epidemiology. *Annual Review of Entomology*, 49(1): 243-270.

Rodriguez-Palenzuela, P., Burr, T.J., Collmer, A. (1991). Polygalacturonase is a virulence factor in Agrobacterium tumefaciens biovar 3. *Journal of Bacteriology*, 173(20), 6547-6552.

Saponari, M., Boscia, D., Nigro, F., Martelli, G.P. (2013). Identification of DNA sequences related to Xylella fastidiosa in oleander, almond and olive trees exhibiting leaf scorch symptoms in Apulia (Southern Italy). *Journal of Plant Pathology* 95(3): 668.

Sargolzaei, M., Rustioni, L., Cola, G., Ricciardi, V., Bianco, P.A., Maghradze, D., Failla, O., Quaglino, F., Toffolatti, S.L., De Lorenzis, G. (2021). Georgian grapevine cultivars: ancient biodiversity for future viticulture. *Frontiers in Plant Science*, 12: e630122.

Sawada, H., Ieki, H., Matsuda, I. (1995). PCR detection of Ti and Ri plasmids from phytopathogenic Agrobacterium strains. *Applied and Environmental Microbiology*, 61(2): 828-831.

Saygılı, H., Aysan, Y., Şahin, F., Soylu, S., Mirik, M., Kotan, R. (2014). Fitobakteriyoloji I. Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Yayın, No: 19, Tekirdağ.

Seemüller, E., Harries, H. (2010). Plant resistance. In: *Phytoplasmas: Genomes, Plant Hosts and Vectors*. P. G. Weintraub and P. Jones, eds. CAB International, Cambridge, MA. pp: 147-169.

Smith, E.F., Brown, N.A., Townsend, C.O. (1911). Crown-gall of plants: its cause and remedy (No. 213). US Government Printing Office.

Soylu, S., Bozkurt, İ.A. (2019). Elma kök uru hastalığı etmeni Rhizobium radiobacter'e karşı epifit ve endofit bakteri izolatlarının antagonistik potansiyellerinin belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(3): 348-361.

Strauss, E. (2009). Phytoplasma research begins to bloom. *Science*, 325(5939): 388-390.

Sule, S. (1978). Biotypes of Agrobacterium tumefaciens in Hungary. *Journal of Applied Bacteriology*, 44(2): 207-213.

Şimşek, E., Güldür, M.E. (2021). Detection and molecular characterization of phytoplasmas based on 16s rDNA gene region by phylogenetic and in silico RFLP analysis of local grapevine cultivars in Şanlıurfa and Adıyaman. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 25(2): 204-213.

van Loon, L.C. (2007). Plant responses to plant growth-promoting rhizobacteria. In: *New perspectives and approaches in plant growth-promoting Rhizobacteria research* (pp. 243-254). Springer, Dordrecht.

Weintraub, P.G., Beanland, L. (2006). Insect vectors of phytoplasmas. *Annu. Rev. Entomol*., 51: 91-111.

Weintraub, P.G., Jones, P. (2009). Phytoplasmas Genomes, Plant Hosts and Vectors. Wallingford, UK, CABI Publishing, 352 pp.

Wells, J.M., Raju, B.C., Hung, H.Y., Weisburg, W.G., Mandelco-Paul, L., Brenner, D.J. (1987). Xylella fastidiosa gen. nov., sp. nov: gram-negative, xylem-limited, fastidious plant bacteria related to Xanthomonas spp. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 37(2): 136-143.

Willems, A., Gillis, M., Kersters, K., Van Den Broecke, L., De Ley, J. (1987). Transfer of Xanthomonas ampelina Panagopoulos 1969 to a New Genus, Xylophilus gen. nov., as Xylophilus ampelinus (Panagopoulos 1969) comb. nov. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 37(4), 422-430.

Winkler, A.J., Cook, J.A., Kliewer, W.M., Lider, L.A. (1974). General Viticulture (2nd edition). Univ. of Calif. Press, Berkeley, 710p.

Yanar, Y., Yanar, D., Erdal, G., Erdal, H., Yurttaş, F. (2017). Manisa İli Bağ Alanlarında Karşılaşılan Bitki Koruma Sorunları ve Üretici Bilinç Düzeyi. *Turkish Journal of Weed Science*, 20(1): 18-26.

Zupan, J., Muth, T.R., Draper, O., Zambryski, P. (2000). The transfer of DNA from Agrobacterium tumefaciens into plants: a feast of fundamental insights. *The Plant Journal*, 23(1): 11-28.

BÖLÜM 3

TÜRKİYE BAĞCILIĞINDA SALAMURA YAPRAĞIN ÖNEMİ

Yük. Zir. Müh. Çağrı OVAYURT[1*],
Doç. Dr. Atilla ÇAKIR[2], Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU[3]

[1]Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Biyoteknoloji Birimi, Eskişehir, Türkiye, Orcid No: 0000-0001-7740-9195,
*Sorumlu Yazar: cagri.baral@tarimorman.gov.tr
[2]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye, Orcid No: 0000-0001-9732-9272, cakiratilla@gmail.com
[3]Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, Türkiye, Orcid No: 0000-0002-7959-0407, gokhan.soylemezoglu@agri.ankara.edu.tr

1. Giriş

Yeryüzünde insanoğlunun kendisini tanıması sırasında, bu yolculuğa eşlik eden değerli bir bitki türü olan asma, oldukça uzun olan bu yolculuk esnasında insan ihtiyaçları doğrultusunda değerlendirilme şekli geliştirilerek bugünkü yerine ulaşmıştır.

Ülkemiz, iklim ve toprak özellikleri açısından bağcılık için son derece uygun ekolojik özelliklere sahip olup, bağcılığın Anadolu'da köklerinin binlerce yıl öncesine gittiği tarihsel bulgularla kanıtlanmıştır. Bu durumun en önemli kanıtı; ülkemizin Yakın Doğu ve Akdeniz gen merkezlerinin kesişiminde yer alması ve Anadolu yarımadasının kuzeydoğu bölümünü de içine alan Karadeniz ve Hazar Denizi arasındaki bölgenin asmanın en önemli türü olan *Vitis vinifera* L.'nin gen merkezi ve kültüre alındığı alan olmasıdır. Bu nedenle Türkiye, yaklaşık 6000 yıllık bir bağcılık kültürüne ve hem yabani asma (*Vitis vinifera* ssp *sylvestris*) hem de kültür asmasına (*Vitis vinifera* ssp. *sativa*) ait olmak üzere çok zengin bir asma gen potansiyeline sahiptir (Ağaoğlu ve ark., 1997; Çelik ve ark., 1998). Son yıllarda yapılan arkeolojik bulgular ve moleküler düzeyde yapılan çalışmalar, Anadolu'nun kültür asması ile yabani asmanın anavatanı olduğunu çok kesin verilerle kanıtlamıştır (Arroyo-Garcia ve ark., 2006; Söylemezoğlu ve ark., 2007). Uygun ekoloji ve bağcılık geçmişi, uzun ve verimli bir tarihsel sürece sahip olan Anadolu topraklarının çok geniş bir çeşit ve tip zenginliğine, dolayısıyla büyük bir asma gen potansiyeline sahip olmasını sağlamıştır. Bu gen potansiyelini koruma ve bu zenginlikten yararlanmanın öncelikli şartı ise; bağcılık yapılan

yörelerimizdeki çeşit ve tip zenginliğini belirlemek, tanımlamak ve koruma altına almaktır. Ülkemizde asma meyveleri sofralık, kurutmalık, şaraplık ve şıralık üzüm üretiminde kullanımının yanı sıra sirke, pestil, köme, tarhana, cevizli sucuk gibi bazı yöresel lezzetlerde yer almaktadır. Çekirdekleri sağlık, gıda, tekstil, kozmetik sektöründe değerlendirilmektedir. Yaprakları ise taze ya da salamuralık olarak çeşitli yemeklerde kullanılmaktadır.

Üzüm besleyici değerinin yüksek olmasıyla birlikte farklı aromaları ve kullanım şekillerinin fazlalığı sebebiyle ilgi görmektedir. Ancak yüzyıllardan beri asma yaprakları da özellikle "dolma-yaprak sarma" olarak adlandırılan ve birçok farklı tarifle sofralarımızda yer bulan yemekler için, ben düşme dönemi öncesinde taze ve genç dönemde toplanılarak taze olarak ya da salamura yapılarak tüketilmektedir. Bu tüketim ihtiyacı hazır gıda sektörünün gelişimi ile birlikte oldukça artmıştır. Bağcılık konusunda salamuralık yaprağın öneminin, yerinin, gelişim ve ihtiyaçlarının bilinmesinin bu sektörde başarıyı artıracağı kuşkusuzdur.

Bu çalışma ile çok farklı değerlendirme şekillerine sahip olan asmanın yapraklarının salamuralık olarak da sıklıkla tüketilebildiği üzerinde durulmuştur. Ayrıca kaliteli salamuralık yaprakların alım zamanları işlenme şekli ve ek gelir elde etme olanakları irdelenmiştir.

2. Türkiye'de Bağcılık

Türkiye'de 2021 yılı itibariyle 3 902 211 da bağ alanı mevcuttur. Bu alanda 1 856 929 ton sofralık üzüm, 1 430 160 ton kurutmalık üzüm ve

382 911 ton şaraplık üzüm olmak üzere toplamda 3 670 000 ton üzüm üretimi gerçekleşmiştir (TÜİK, 2022). Türkiye, dünya ülkeleri içerisinde bağ alanları bakımından 405439 ha ile 5. sırada, yaş üzüm üretimi bakımından ise 4 100 000 ton ile 6. sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2019).

Yerel üretici ve salamura yaprak fabrikalarının sayıca fazla olmasına ve ürünlerin ihraç edilmesine rağmen henüz salamura yaprak üretim, ihracat bilgileri resmi paylaşımlarda yer almamaktadır.

Ülkemiz tarımsal üretiminde bağcılık eski, köklü ve önemli bir geçmişe sahiptir. Bu üzümün iklim ve toprak istekleri konusunda seçici olmaması ile desteklenmiş, alternatif ürünlerinin fazlalığı nedeniyle ekonomik açıdan tercih edilmiştir.

Ülkemiz için bağcılık çok yönlü değerlendirme şekilleri ve zengin besin içeriği sebebiyle oldukça sağlıklı bir meyve olması nedeniyle tercih edilmektedir. Ayrıca ülkemizin zengin asma gen potansiyeli öncelikle en önemli ihracat ürünü olan çekirdeksiz ve çekirdekli kurutmalık üzüm, sofralık ve şaraplık-şıralık olarak değerlendirilmeye devam etmektedir. Bunların yanı sıra koruk suyu, pestil, tarhana, köme, turşu, şarap, rakı, pekmez, köfter, sirke gibi birçok farklı şekilde değerlendirilmektedir (Cangi ve Yağcı 2017).

Son yıllarda dünyada benimsenen “sağlıklı yaşam sağlıklı beslenme ile başlar” olgusunun güçlenmesi ile bağışıklık sistemini destekleyen, yaşlanmayı önleyici, diyabet ve kalp hastalıklarını önleyici içeriklerde

doğal yiyeceklere olan ihtiyaç artmıştır. Bu doğrultuda asma meyvesi ya da yaprağı zengin besin içeriği ile doğal bir tercih haline gelmiştir.

3. Salamura Asma Yaprağı

Asmanın meyvesinin sofralık, kurutmalık, şıralık-şaraplık kullanımının yanı sıra geniş coğrafyamızda yörelere göre oldukça fazla tüketilen farklı şekilleri de mevcuttur. Dijital çağın getirileri olarak ve gastronomi turizminin de gelişimi ile insanlar bu farklı lezzetlerden eskisine göre çok daha fazla haberdar olmakta ve bu lezzetleri deneyimleme şansları daha fazla olmaktadır. Taze yaprak genellikle Orta Anadolu ve Karadeniz Bölgesi'ne doğru gidildikçe bat isimli yöresel yemeklerin yanında tüketilebilirken, Ege Bölgesinde salatalarda genç asma yapraklarının ekşilik katması nedeniyle kullanımı, kahve yanına ikram edilen koruk suyu turistlerinde ilgisini çekmektedir. Ayrıca Güneydoğu Anadolu bölgesinde koruğun tuz ve kırmızı pul biber ile terleme adıyla tüketimi mevcuttur. Anadolu insanının lezzet konusundaki açık fikirliliği taze ve genç yaprakların pirinç, çeşitli baharatlar ve çam fıstığı ile sarmasının yapılmasını sağlamış, ayrıca bu yaprakların salamurasının yapılarak yıl boyu aynı kalitede kullanımına olanak sağlamıştır. Asma yaprağının sıklıkla kullanıldığı Osmanlı coğrafyası mutfağının en önemli yemeklerinden olan sarma ve dolma en az 4. yüzyıldan beri tüketilmektedir (Sat ve ark., 2002; Yerasimos, 2002; Doğan ve ark., 2015). Asma yaprakları benzer şekilde Yunanistan, Arnavutluk, Bulgaristan, Balkan ülkeleri, Fransa ve İspanya'da da kullanılmaktadır (Gürkan, 2014).

Asma yapraklarının ayrıca çok eski zamanlardan beri halk arasında diüretik etkisi sebebiyle ve ağrı kesmede kullanıldığı, Hintlilerin ayurvedik sistemde ishal ve kusma tedavisinde asmayı kullandığı bildirilmiştir (Koşar ve ark., 2007; Pari ve Suresh, 2008). Bunlara ek olarak asma yaprağının antioksidan, antiviral, kolajen kaybı önleyici, anti-enflamatuar, karaciğer koruyucu özelliklerinin farmakolojide kullanımı da asma yapraklarına daha fazla ilgi duyulmasını sağlamıştır. (Amarowicz ve ark., 2008; Gürkan, 2014; Lima ve ark., 2016; Devi ve Singh, 2017). Asma yaprak ekstraklarının gıda ve ilaç sanayinde kullanılması olanakları asma yapraklarına yönelen ilgiyi arttırmıştır.

4. Asma Yapraklarının Salamura Yapımı

Yapraklar üzüm çeşitlerine göre şekil, kalınlık, tüylülük, dilimlilik gibi özellikler bakımından farklılık göstermekte ve bu nedenle her çeşidin yaprağı yemeklik olarak kullanılamamaktadır. Salamuralık yaprakların ince, tüysüz, ince damarlı, mümkün olduğunca dilimsiz ve ekşimsi bir tada sahip olması, fenolik ve antioksidan içeriğinin yüksek olması tercih edilmektedir (Göktürk ve ark. 1997; Lima ve ark. 2017).

Ayrıca asma yapraklarının yıl boyu yemeklik olarak tüketilebilmesi için farklı yöntemler uygulanmaktadır. Yaprakların taze olarak yıkanıp derin dondurucuda muhafaza edilmesi, kuru saklama yöntemi olarak hava almayacak bir kavanoza yaprakların toplandığı hali ile kuru olarak muhafazası ya da salamura suyunun sıcak/soğuk olmasının farklı salamura tiplerini doğurduğu saklama şekilleri mevcuttur. Ayrıca özellikle ihracatta ve daha uzun muhafaza süresine ihtiyaç duyulduğunda salamura yaprakların vakumlanarak paketlenmesi

yapılmaktadır. Vakumlanacak salamura yapraklarda ise parçalanmanın önlenmesi için diğerlerine göre daha kalın ve büyük yapraklar seçilmektedir. Bu yöntem, hazır tüketim sektöründe konserve yaprak sarması için de geçerlidir. Yani bağdan 3-4 hafta arayla bir yaz döneminde yaklaşık 5-6 kez yaprak toplanırken, ürünleri pazarın ihtiyacı doğrultusunda ayırmak doğal bir şekilde ekonomik açıdan kazanç sağlayacaktır. İlk toplanan yapraklar yerel pazarlarda taze olarak tüketimine uygunken, son toplanan yaprakların vakumlanmış salamura yaprak olarak piyasada kendine yer bulacaktır.

Asmanın canlanması ve yeşil aksamının boy göstermeye başlaması ile birlikte bağda en üst salkımdan itibaren 4. yapraktan itibaren toplanan genç yapraklar, zaman kaybetmeden tuz ve su kullanılarak salamura yapılır ve yıl boyu bozulmadan kullanılabilir şekilde muhafaza edilebilir. Salamura yaprak geleneksel yöntemlerle evde yapılabileceği gibi, salamura yaprak konusunda üretimi fazla olan ve tercih gören bölgelerde kurulmuş olan üretim tesisleri ve fabrikalarda da kontrollü olarak gerçekleştirilebilir. Yaprakların bozulmasını önlemek ve ilk günkü şekli ile kalmalarını sağlamak ve erimelerini önlemek amacıyla tuz, sitrik asit kullanılarak salamura yapılmaktadır. Yöresel yöntemlerle salamura yapımında çoğunlukla yalnızca kaya tuzu kullanılmakta ve bozulmayı geciktirme amacıyla yüksek miktarlarda kullanıldığı bilinmektedir. Ticari salamura yaprak üretim tesislerinde ise belirlenmiş olan tuz miktarı kullanılarak kayıt altına alınmakta ve etiketlerde kullanılmış olan tuz miktarına yer verilmektedir. Genel olarak; yıkanıp topraktan arındırılmış yaprakların büyük variller

içerisinde aralarına tuz serpilerek dizilmesi sonrası, üstlerinin koruyucu bir örtü materyali ile kapatılması ve bir ağırlıkla bastırılmasının ardından yaklaşık 80°C sıcaklığındaki içme suyu kullanılarak haşlanmaları ile salamura başlamaktadır. Bu su içerisinde yapraklar genellikle 3 ila 5 gün bekletildikten sonra satışa sunulacak paketler içerisine istenilen tuz oranında hazırlanan salamura suyu eklenerek yapraklar muhafaza edilmektedir.

Günümüzde sağlıklı ve vegan beslenme tercihleri sebebiyle salamura yaprak oldukça fazla ilgi görmektedir. Ancak tuz miktarı konusunda piyasadaki salamura yapraklarda büyük bir farklılık bulunmaktadır. Tuz oranı %10 - 25 arasında değişiklik göstermekte ve yüksek tansiyon gibi hastalıkların riski sebebiyle düşük tuz oranına sahip olanlar tercih edilmektedir.

5. Salamura Yaprağın Önemi

Asmanın meyvesinin farklı şekillerde tüketilebilmesinin yanında bir yaşlı dalları çoğaltma ve aşılı asma fidanı üretiminde, yaprakları ise özellikle ülkemizde yetiştiriciliği yapılan çeşitlerde taze ya da salamura yapıldıktan sonra yemeklik olarak kullanılabilmekte ve böylece üreticilere esas ürünü yanında farklı kısımları ile ek gelir sağlamaktadır (Ağaoğlu ve ark., 1988). Hatta bazı yörelerimizde asma yaprağı, bağda yapılan harcamalar göz önünde bulundurulduğunda elde edilen kar oranının fazla olması sebebiyle ana ürün olarak kullanılmaktadır.

Anadolu'da üzüm yetiştiren üreticiler genellikle kendi evlerinin yemeklik yaprak ihtiyacını karşılamak aynı zamanda gelir elde etmek

amacıyla asma yapraklarını toplamaktadır. Aile işletmeciliği açısından yüksek uygulanabilirliğinin oluşu, üzüm yetiştiriciliği yanında ek bir harcama gerektirmeden kazanca dönüşmesi, geleneksel yaprak salamura yöntemlerinin kolaylığı, istenilen özelliklerdeki yaprağın gerek tüketicilerce, gerekse salamura işletmelerince alımı ve zahmetli yaprak toplama emeğinin karşılığının hemen alınabilmesi gibi avantajları nedeniyle oldukça fazla tercih edilmektedir. Ayrıca bazı yıllar yaşanan don olayları sonucu üzümden beklenilen verimin alınamadığı koşullarda, yaprak satılarak elde edilen gelirin üretici için kurtarıcı olduğu görülmüştür (Cangi ve ark., 2017).

Ülkemizde salamura yaprak olarak Sultani Çekirdeksiz, Narince, Emir, Yapıncak, Tekirdağ Çekirdeksizi, Amasya Beyazı çeşitleri yapraklarının inceliği, yaprak ana damarlarının ince olması, tüylerinin azlığı, ekşimsi tada sahip olmaları ve pişme sonrası aldığı sarımsı renk nedeniyle tercih edilmektedir.

Türkiye'de salamura asma yaprağı üretiminde, temininde ve ihracatta önder bölgelerimiz Tokat, Tekirdağ illeri ve çevresi ve Ege Bölgesidir. Özellikle Tokat ili Erbaa İlçesi, salamura yaprak üretiminde yerel üreticiler ile salamura tesislerinin iş birliğine güzel bir örnek teşkil etmektedir. Dijital çağın etkisiyse bu yöresel lezzet ülke içinde pek çok kişiye ulaşabilmektedir. Erbaa ilçesi ile özdeşleşmiş olan "Narince" çeşidinin üzüm yaprakları 2017 yılında coğrafi işaret alarak ulusal ve uluslararası düzeyde önemini arttırmıştır. Ayrıca Ege Bölgesi özellikle Manisa ili ihracat lideri olan çekirdeksiz kurutmalık üzüm Sultani Çekirdeksiz'in yapraklarının da salamuraya uygun olması sebebiyle, bu

çeşidin yapraklarını da kullanmaktadır. Tekirdağ ve çevresinde Yapıncak ve Tekirdağ Çekirdeksizi üzüm çeşitlerinin yapraklarının genellikle taze ve salamuralık olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Batı kültüründe ve hazır gıda sektöründe salamura yaprak ve konserve yaprak sarmasına duyulan ihtiyacın artması, ülkemizde sadece üzüm yetiştiriciliği için yapılan bağcılığa ek olarak, sadece salamura yaprak üretimi için bağcılığın yapılmasını sağlayacak boyuta getirecektir. (Özata, 2012; Cangi ve ark., 2014).

Asma yapraklarının düşük kalorili, fenolik asitler, organik asitler, vitaminler, minerallerce zengin ve önemli bir lif kaynağı oluşu beslenme açısından önem taşımaktadır (Ribereau ve ark.,1971; Hebash ve ark., 1991; Şendoğdu ve ark., 2006; Fernandes ve ark. ,2013; Güler ve Candemir, 2014; Mürtezaoglu, 2015). 100 g zeytinyağlı yaprak sarmasında; 2.68 g protein, 11.19 g yağ, 3.80 g CHO, 21.68 mg kalsiyum, 341 mg sodyum, 1.90 g C vitamini bulunduğu tespit edilmiştir (El Nehir ve ark., 1997). Bir başka araştırmada ise asma yaprağının besinsel değerlerinin oldukça yüksek olduğu, protein içeriklerinin %11.62-24.79, lif içeriği %48.70-58.36 ve kül içeriği %6.32–11.89 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Özellikle lif içeriğinin yüksek olması sebebiyle beslenme programlarında lif kaynağı olarak kullanılabileceği bildirilmiştir. Ayrıca hipoglisemik etkileri ile diyetlerde yer alabileceği belirtilmiştir (Mürtezaoğlu, 2015).

6. Sonuç

Ülkemiz bağcılığında üzümün çeşit, ekoloji ve piyasadaki talebe göre farklı kategorilerde değerlendirilmesinin yanında genç yapraklarının da ekonomik bir getiri ile piyasaya sunulabilmesi bağcılık açısından önemli bir lütuftur. Bu bazı durumlarda yalnızca bir ek getiri olmayan ana ürünün yaprak olmasına sebep olacak boyutlara gelebilir. Örneğin üzümün olgunlaşamadığı ekolojilerde yaprak üretimi başlı başına bir bağcılık üretimi olabilir (Cangi ve Yağcı, 2017). Asma yaprağı birçok farklı kültür tarafından "yaprak sarması-dolma" olarak tanınmakta ve oldukça fazla beğeni almaktadır. Gerek lezzet açısından beğenilmesi, gerekse besin içeriği nedeniyle tercih edilmesi sebebiyle salamura yaprak bağcılığın önemli bir kolu haline gelmiştir. Salamuralık yaprak potansiyeli yüksek çeşitler ile sadece salamuralık yaprak üretimi, güncel bağcılık stratejilerinin arasında yer alacak boyutta önem taşımaktadır.

7. Kaynaklar

Ağaoğlu, Y.S., Yazgan, A. ve Kara, Z., (1988). Tokat yöresinde Yaprak Salamuracılığına Yönelik asma yetiştiriciliği üzerinde bir araştırma. Türkiye II. Bağcılık Sempozyumu 31 05-03 06- 1988, Bursa

Ağaoğlu, Y.S., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., Gülşen, Y., Günay, A., Halloran, N., Köksal, İ. ve Yanmaz, R. (1997). Genel Bahçe Bitkileri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları No: 4, Ankara

Amarowicz, R., Narolewska, O., Karamać, M., Kosińska, A. & Weidner, S. (2008). Grapevine leaves as a source of natural antioxidants. polish journal of food and nutrition sciences. Polish Journal of Food And Nutrition Science, 58(1), 73-78

Arroyo-Garcia, R., L. Ruiz-Garcia, L. Boulling, R. Ocete, M. A. Lopez, C. Arnold, A. Ergul, G. Söylemezoglu, H. 5. Uzun, F. Cabello, J. Ibanez, M. K. Aradhya, A. Atanassov, I. Atanassov, S. Balint, J. L. Cenis, L. Costantini, S. Gorislavets, M.S. Grando, B. Y. Klein, P. McGovern, D. Merdinoglu, I. Pejic, F. Pelsy, N. Primikirios, V. Risovannaya, K. A. Roubelakis-Angelakis, H. Snouss, P. Sotiri, S. Tamhankar, P. This, L. Troshin, J. M. Malpica, F. Lefort, and J. M. Martinez- Zapater. (2006). Genetic evidence for the existence of independent domestication events in grapevine. Molecular Ecology, 15 (12), 3707-3714

Cangi, R., Yanar, Y., Yağcı, A., Topçu, N., Sucu, S. (2014). Narince üzüm çeşidinin yapraklarında farklı fungusit uygulamaları ve salamura yöntemlerine bağlı olarak fungusit kalıntı düzeylerinin belirlenmesi TOGÜ Ziraat Fakültesi Dergisi,31(2), 23-30

Cangi, R. ve Yağcı, A. (2017). Bağdan sofraya yemeklik asma yaprak üretimi. Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, 6, 137-148

Çelik, H., Ağaoğlu, Y.S., Fidan, Y., Marasalı, B., Söylemezoğlu, G., (1998). Genel Bağcılık SUNFİDAN A.Ş. Mesleki Kitaplar Serisi 1, 253s, Ankara

Devi, S. & Singh, R. (2017). Evaluation of antioxidant and anti-hypercholesterolemic potential of Vitis vinifera leaves. Food Science and Human Wellness, 6, 131–136. https://doi.org/10.1016/j.fshw.2017.07.002

Doğan Y., ,Nedelcheva A., Łuczaj Ł., Drăgulescu C., Stefkov G., Maglajlić A., Ferrier J., Papp N., Hajdari A., Mustafa B., Dajić-Stevanović Z. ve Pieroni A., (2015). The importance of a leaf: the ethnobotany of sarma in Turkey and The Balkans. Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 11: 26

El Nehir S., Kavas A., Karakaya S., (1997). Nutrient Composition of Stuffed Vine Leaves: A Mediterranean Diatery, ***Journal of Food Quality***, 20, 337- 341

FAOSTAT Food and Agriculture Data (2022). https://www.fao.org/faostat/en/#home (Erişim Tarihi: 20.02.2022)

Fernandes, F., Ramalhosa, E., Pires, P., Verdial, J., Valentão, P., Andrade, P., ve Pereira, J. A., (2013). *Vitis vinifera* leaves towards bioactivity. Industrial crops and products, 43, 434-440

Göktürk., N., Artık, N., Yavaş, İ. ve Fidan, Y., (1997). Bazı üzüm çeşitleri ve asma anacı yapraklarının yaprak konservesi olarak değerlendirilme olanakları üzerinde bir araştırma. Gıda, 22 (1):15-23. s

Güler, A. ve Candemir, A., (2014). Total phenolic and flavonoid contents, phenolic compositionsand color propertiesof fresh grape leaves, Turkish Journal of Agriculturaland Natural SciencesSpecialIssue: 1, 2014, 778-782

Gürkan H., (2014). Asma Bitkisinin Tarih Boyunca Önemi Ve Günümüzdeki Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Eczacılık Fakültesi

Hebash, K.A.H., Fadel, H.M., Soliman, M.M.A., (1991). Volatile components of grape leaves. Jornal. Int. AIDS Soc. 4, 26–28

Koşar, M., Küpeli, E., Malyer, H., Uylaşer, V., Türkben, C. & Başer, H.C. (2007). Effets of brinning on biological activity of leaves of Vitis Vinifera L. (cv. Sultani çekirdeksiz) from Turkey. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 4596–4603. https://doi.org/10.1021/jf070130s

Lima, A., Bento, A., Baraldi, I. & Malheiro, R. (2016). Selection of grapevine leaf varieties for culinary process based on phytochemical composition and antioxidant properties. Food Chemistry, 212, 291–295. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.177

Lima, A., Pereira, J. A., Baraldi, I., ve Malheiro, R., (2017). Cooking impact in color, pigments and volatile composition of grapevine leaves (*Vitis vinifera* L. var. Malvasia Fina and Touriga Franca). Food Chemistry, *221*, 1197-1205

Mürtezaoğlu, Ç, (2015). Salamura Asma Yaprağının Lifçe Zengin Bileşeninin Fizikokimyasal Özellikleri Ve in Vitro Hipoglisemik Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniv. Fen Bil. Ens. Gıda Müh. Anabilim Dalı, İstanbul

Özata, K., (2012). Tokat Yöresinde Üretilen Salamuralık Asma Yapraklarında Pestisit Kalıntı Düzeylerinin Belirlenmesi, Yük. Lis. Tezi, 35 s., GOÜ Fen Bil. Ens.Tokat

Pari, L. & Suresh, A. (2008). Effects of grape (Vitis Vinifera L.) leaf extract on alcohol induced oxidative stres in rats. Food and Chemical Toxicology, 46, 1627–1634. https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.01.003

Ribereau G.J. ve Reynold E., (1971). Science et Techniques de la Vigne.Tome 1., Biologie de la Vigne. Sols de Vignobles.Ed. Dunod. Paris

Sat, I.G., Şengül, M. ve Keleş, F., (2002). Use of grapeleaves in CannedFood. Pak. Journal of Nutrition 1(6):257-262

Söylemezoğlu, G., Bakır, M., Yılmaz, F., Aslantaş, Ş., Soydam, S., Boz, Y., Özer, C. ve Ergül A., (2007). Asmanın Anavatanı Anadolu: *V. vinifera* L.'nin Gen Merkezlerinden Birisinin Anadolu Olduğunu Kanıtlayan Kloroplast SSR Bulguları. Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt: 2 (Sebzecilik, Bağcılık, Süs Bitkileri): 379-382, 04-07 Eylül 2007, Erzurum

Sendogdu, N., Aslan, M., Deliorman Orhan, D., Ergun, F. ve Yeşilada, E., (2006). Antidiabetic and antioxidant effects of *Vitis vinifera* L. leaves in streptozotocindiabetic rats. Turk. Journal Pharm. Sci. 3, 7–18

TÜİK Bitkisel Üretim İstatistikleri, (2022). https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2021-37249 (Erişim Tarihi: 20.02.2022)

Yerasimos, M., (2002). 500 years of Ottoman cuisine [500 yıllık Osmanlı mutfağı], Boyut yayınları, Istanbul

BÖLÜM 4

KIRMIZI ŞARAP ÜRETİMİNDE MASERASYON STİLLERİ

Dr. Hande TAHMAZ KARAMAN[1]*

Prof. Dr. Gökhan SÖYLEMEZOĞLU[1]

[1]Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ankara Türkiye
tahmazhande@gmail.com, 0000-0003-4842-6441
soylemezoglu@agri.ankara.edu.tr, 0000-0002-7959-0407
*Sorumlu Yazar: tahmazhande@gmail.com

1. Giriş

Kaliteli şarabın yolu, hasat edilmiş iyi üzümün doğru maserasyona tabi tutulmasından geçmektedir (Setford ve ark., 2017). Maserasyon, saplarından ayrılarak hafifçe çatlatılmış tanelerin isminin "mayşe" olarak değişerek tanka alınmasıyla başlamaktadır (Morata, 2018). Tanktaki mayşede alkol fermantasyonunun ne zaman başlayacağı yönetilebilir, ancak maserasyon mayşenin tanka alındığı ilk günden itibaren kendiliğinden başlar (Moschetti ve ark., 2017). Şarap, rengini üzümün kabuklarında birkaç sıra halinde bulunan antosiyaninlerden almaktadır (Ortega-Regules ve ark., 2006). Antosiyaninler şırayı kırmızıdan mora kadar renklendirebilen pigmentlerdir ve alkolde daha iyi çözünürler (Fulcrand ve ark., 1996). Maserasyonda bir yandan maya, şekeri tüketerek alkol ve karbondioksit oluşturur yani alkol fermantasyonu başlar, bir yandan da şarap, kabuklardaki renk pigmentlerinin şıraya geçmesi sayesinde rengini alır (Romero-Cascales ve ark., 2005). Çekirdekler olmadan yapılan maserasyonda gövdesiz, sadece kabuklarla yapılan maserasyonda ise fazla akışkan bir şarap elde edilir. Kabuk ve çekirdekleri içeren maserasyon sonucu daha dengeli şaraplar üretilmektedir. Kırmızı üzüm çeşitlerinin çoğunluğunun - Alicante Bouschet ve Saperavi gibi ender çeşitler hariç- tane etleri renksizdir (Gawande 2020). Bu sebeple kırmızı şarapların eldesi, üzümlerin kabuklarındaki renk pigmentlerinin şıraya geçebilmelerine imkan sağlayan, kabukla bekletme prosesine ihtiyaç duyar (Escribano-Bailón ve ark., 2019). Kırmızı şarap yapım sürecinde en önemli adımlardan birisi, bu renk bileşiklerinin, tanenler ve aromatik moleküllerle birlikte, kabuklardan ekstrakte edildiği "maserasyon"

aşamasıdır. Maserasyon, cibredeki fenolik bileşikleri ekstrakte ederek serbest hale geçirmek ve kabuklardaki antosiyaninler tarafından sağlanan şarabın son rengi ile tanenler tarafından sağlanan antioksidan kapasite ve gövdeyi elde etmek amacıyla fermantasyonun ilk aşamalarında, kabukları ve çekirdekleri tankta şıra ile temas halinde tutmak gerektiği anlamına gelmektedir. Kabuklardan ekstrakte edilen tanenlerin (proantosiyanidinlerin) konsantrasyonu, şarabın yıllandırma potansiyeli üzerinde belirleyici etkiye sahiptir (Sidari ve ark., 2007; Ma ve ark., 2018). Maserasyon süreci hedef şarabın dengeli olabilmesi için uygun koşulların sağlanmasını gerekli kılar (Reynolds 2021). Maserasyon sırasında renk bileşikleri ve fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunu arttırmak amacıyla farklı maserasyon teknikleri kullanılmasının yanı sıra, tank tasarımının da optimize edilmesi gerekmektedir (Luna ve ark., 2021).

Kırmızı şaraplarda maserasyon sürecini optimize etmek, fermentasyon tanklarının tasarımı da dahil olmak üzere çeşitli teknolojik faktörlere bağlıdır. Sıcaklık ve kapak (cap) yönetimi aynı zamanda fenolik bileşiklerin (antosiyaninler ve tanenler) ekstraksiyonu üzerinde büyük bir etkiye sahiptir; bu sadece yapı, burukluk, yumuşaklık ve renk açısından nihai şarap kalitesini değil, aynı zamanda şarabın antioksidan kapasitesini de etkilemektedir (Setford ve ark., 2017). Maserasyon sürecinde yüksek hidrostatik basınç, elektrik alanları, ultrasonlar, ışınlama, ozon ve elektrolize su gibi bir dizi yeni teknoloji de hızla gelişmektedir (Garde-Cerdán ve ark., 2016; Perez-Porras ve ark., 2021; Valdés ve ark., 2021).

Bu bölümde farklı maserasyon teknikleri hakkında bilgiler verilerek, şarap üzerindeki etkilerinden bahsedilecektir.

2. Maserasyon Tankları

Beyaz üzümlerin şaraba işlenmesi sırasında genellikle maserasyona ihtiyaç duyulmadığından kullanılan maserasyon tankları tipik olarak yüksek, dar ve düz tabanlı tanklardır (Morata ve ark., 2019). Tankların bu şekilde düz tabanlara sahip olmalarının sebebi fermantasyonun cibresiz olan meyve suyunda gerçekleşmesi, tank içinde cibrenin olmayışıdır. Beyaz şarapların fermantasyonunda en kritik nokta sıcaklık kontrolüdür. Kırmızı şaraplar için ise durum tamamen farklıdır, çünkü fermantasyon kabuk ve çekirdeklerin de bulunduğu şıra ile başlar. Fermantasyon sırasında oluşan karbondioksit gazı ile kabuk ve çekirdekler tankın üzerine çıkarak kapak (cap) adı altında sert bir tabaka oluştururlar. Mayaların çoğu kapak adı verilen bu kısımda bulunur, çünkü kabuk ve çekirdeklere yapışmış haldedirler. Ayrıca bu katı kısımda mayaların ihtiyacı olan azot da vardır. Fermantasyonun sağlıklı olarak ilerlemesi, şırada bulunan mayaların oksijen ihtiyaçlarının karşılanmasına bağlıdır. Bu sebeple kapak adı verilen bu tabakanın sıklıkla kırılması (punch down) ve ıslatılması (pump over) yoluyla şıradaki sıcaklığın da azaltılması gerekir. Bu amaçla ya bu işlemleri yapabilen otomatik tanklar ya da mekanik çalışmayı kolaylaştırmak için çapları daha geniş olan tanklar kullanmak gerekir. Kimi şarap yapımcıları kapak varlığının, şarabın sıcaklığını yükselterek daha çok ekstraksiyon oluşumunu tetikleme gücünden yararlanırlar. Ancak yine de bu sıcaklık kontrol altında tutulmalı ve maksimum 30-35°C'nin

altında tutulmalıdır. Bu sıcaklıkların üzerinde mayaların strese girmesiyle fermantasyon durabilir. Çap ve yükseklik arasında benzer veya biraz daha düşük oranların kullanılması fenolik bileşiklerin şıraya ekstraksiyonun artmasına yardımcı olur (Morata, 2018).

Kırmızı şarap yapımında kullanılan çelik tanklara maserasyonun sonunda cibrenin kolaylıkla süzülebilmesi için yükseltici ayaklar eklenir. Ayrıca bu tanklarda en az iki büyük kapak (biri cibre kapağı yönetimi için tankın üzerinde, diğerleri cibreyi boşaltmak için tankın önünde ve altında) bulunması gerekir.

3. Karbonik Maserasyon

Yöntemin temeli sap ayırma ve tane patlatma işlemleri yapılmadan salkımların bütün halinde tanka alınması ve maya ilave edilmeden kapalı ortamda 1-3 hafta maserasyona tabi tutulmasıdır (Santamaría ve ark., 2022). Bu sürede oluşan karbondioksit gazı sayesinde (dışardan karbondioksit de ilave edilebilir) anaerobik ortamda ve yüksek sıcaklıktaki fermantasyon, üzüm tanelerinin içinde başlar (Tesniere ve Flanzy, 2011). Artan karbondioksit ile üzüm taneleri patlayarak ortama yoğun meyve aromaları yayarlar. Karbonik maserasyon sonrası tankın kapağı açılır ve koyu pembe renkli bir şarap elde edilmiş olur. Şarap stiline göre tekrar fermantasyon için maya ilave edilebilir. Karbonik ya da yarı karbonik maserasyon ile daha renkli ancak daha az tanenli şaraplar elde edilir.

Karbonik maserasyonun en bilinen örneği taze şarapların en ünlüsü olan Bojele Nuvo'dur (Beaujolais Nouveau). Şaraba işlerken salkımlar sap ayırmadan geçirilmeyerek bütün halinde özel fermantasyon tanklarına

alınır ve fermantasyon herbir tanenin içerisinde ayrı ayrı devam eder (Jacquet, 2021). Oluşan karbondioksit etkisiyle taneler patlar ve böylelikle basıncın da etkisi ile ünlü bojole aromaları ortaya çıkar. Bojoleler muz, yoğun meyve, çiçek ve pamuk şeker aromalarıyla her yıl Kasım ayının 3. perşembesi piyasaya çıkarlar. Bu dönemde Fransa'da "Bojoleler geldi!" (Le beaujolais nouveau est arrive) afişleri yaygındır (Tavilla ve ark., 2019). Hasattan itibaren yaklaşık 2 ay sonra içime hazır olan bu şaraplar iki-üç ay içerisinde hızlıca tüketilirler. İsmini ise Fransa'nın ünlü Beaujolais bölgesinde üretilmeleri sebebi ile almışlardır (Anonim, 2022).

4. Farklı Sıcaklıklardaki Maserasyon Teknikleri

Kırmızı şaraplardaki önemli fenolik bileşikler antosiyaninler ve tanenlerdir. Antosiyaninler, kırmızı şaraplardaki renk pigmentleridir ve şaraplık üzümlerde flavonoid yapısı C6 C3 C6 olan, görünür absorbans maksimumları 518 ile 538 nm arasında değişen renkli moleküllerdir (Kalt, 2019). C3 yapısı veya pirilyum halkası ortalama olarak 525 nm'lik ışığı emebilir ve kırmızı şarapların renginden sorumludur (Morata ve ark., 2019). Tanenler ise şarap kalitesinin yanı sıra, stabilitesi ile de ilgilidirler (Picariello ve ark., 2018). Tanen, kırmızı şarapların yapısından, burukluğundan ve antioksidan kapasitesinden sorumlu olan flavonoid yapılara sahip proantosiyanidin bileşiklerini tanımlamak için kullanılan bir isimdir. Ayrıca, kırmızı şarapların pH ve alkol seviyelerinin stabilitesine katkıda bulunan bir miktar antimikrobiyal etkiye de sahiptirler (Blank ve ark., 2019). Antosiyaninler ve tanenler esas olarak üzüm kabuklarında

bulunduğundan, şarabın uygun bir renk ve yapıya sahip olması için şıraya maserasyon sırasında oluşan alkolle birlikte ekstrakte olmaları gerekir (Alappat ve Alappat, 2020; Rousserie ve ark., 2020). Bununla birlikte, her iki molekülün kimyasal yapıları nedeniyle antosiyaninlerin ve tanenlerin ekstraksiyon kinetikleri birbirlerinden tamamen farklıdır (Miller ve ark., 2019; Miller ve Block, 2020). Antosiyaninler, oksijende pozitif yüklü bir pirilyum halkası içerir, bu nedenle belirli bir derecede katyonik yapıya sahiptirler, bu da onları polar çözücülerde daha çözünür hale getirir (Zhang ve ark., 2018). Tanenler ise daha apolar özelliklere sahip bir pirano halkasına sahiptir. Fermantasyonun başladığı ortam oldukça polar bir ortamdır (Lordan ve ark., 2019), antosiyaninlerin çözünürlüğü çok yüksektir ve ekstraksiyon hızlıdır. Ekstraksiyonun maksimum yüksekliğine fermantasyonun 3-4. gününde ulaşılır (Morata ve ark., 2019). Fermantasyon ilerlerken, etanol seviyesi artarak polariteyi büyük ölçüde etkiler. Bu süreden sonra, etanol konsantrasyonu antosiyanin çözünürlüğünü azaltacak kadar yüksektir, dolayısıyla renk yoğunluğunda bir azalmaya neden olur (Quina ve Bastos, 2018). Tüm şekerler fermente edildiğinde ve maksimum etanol seviyelerine ulaşıldığında, antosiyaninlerin konsantrasyonu sabit kalır (Medina-Plaza ve ark., 2020). Tanenler oldukça apolar moleküller oldukları için etanol seviyelerine göre konsantrasyon artar ve fermantasyon sonunda maksimum değerlere ulaşır. Ekstraksiyon kinetiği soğuk maserasyon, termovinifikasyon ya da enzim kullanımı gibi önolojik tekniklerle değiştirilebilir (Nicolle ve ark., 2019).

4.1.Soğuk maserasyon (Cold soak)

Soğuk maserasyon, mayalama öncesi cibrenin 5-15 gün süreyle fermantasyonun başlaması için gereken sıcaklıktan daha düşük derecelerde (4- 15°C) tutulması işlemidir (Parenti ve ark., 2004; Casassa ve ark., 2019). Sıcaklığın düşürülerek fermantasyonun geciktirilmesi, maserasyonun etanol yokluğunda gerçekleştiği anlamına gelir ve bu sayede antosiyaninlerin tanenlere göre seçici ekstraksiyonları teşvik edilmiş olur (Panprivech ve ark., 2015). Ayrıca çeşitli aromatik bileşiklerin de geçişleri hız kazanır. Soğutma işlemi, soğutucu ceketli tanklar içerisinde ya da sıvı karbondioksit veya kuru buz yardımıyla yapılır (Casassa ve Sari, 2015). Kuru buz kullanılarak soğutma yapıldığında kabukların içinde buz kristalleri oluşarak, parçalanmalara sebep olur ve böylece fenolik bileşiklerin şıraya geçişleri de kolaylaşır (Aleixandre-Tudo ve du Toit, 2018). Kuru buz ilavesinde oluşan polar ortam sebebi ile fermantasyonun ilk 6 günü maksimum ekstraksiyon oranlarına ulaşılır (Busse-Valverde ve ark., 2011). Bu yöntemle zayıf renkli (antosiyanin birikimi düşük) Kalecik Karası, Grenache, Pinot Noir gibi üzüm çeşitlerinde renk pigmentlerinin şaraba daha çok geçmesi sağlanır (Parley ve ark., 2001; Casassa ve ark., 2019). Bu yöntemin avantajlarından birisi de aroma bileşiklerinin ekstrakte edilmesidir (Mazza ve ark., 1999). Bir kaç gün süren maserasyon sonucu homojen ve daha sıvılaşmış bir mayşede fermantasyonun başlatılmasıyla fermantasyon duraklamalarının (stuck fermantation) önüne geçilir. Soğuk maserasyon bitirildiğinde, cibre sıcaklığı yükseltilerek mayalanır ve alkol fermantasyonu başlatılır (Maturano ve ark., 2015).

4.2. Termovinifikasyon (Termovinification)

Termovinifikasyon ile fenolik bileşiklerin şıraya maksimum ekstraksiyonu amaçlanmıştır (de Andrade Neves ve ark., 2014). Yöntem 18. yüzyıla dayanmaktadır (Harutyunyan ve Malfeito-Ferreira 2022). Sap ayırmadan gelen üzümler kısa süreli olarak hızla 65-75°C'ye ısıtılır ve yine aynı hızla 20°C'ye soğutulur. Bu işleme termovinifikasyon adı verilir ve resveratrol dahil çekirdek ve kabukta bulunan fenolik bileşikler özellikle de tanenler hızlıca şıraya alınmış olur (Atanacković ve ark., 2012; Tahmaz ve Söylemezoğlu, 2017). Termovinifikasyon sonrası soğutulmuş cibre mayalanarak alkol fermantasyonu başlatılır. Bu yöntemle yabani maya ve bakteriler de ortadan kaldırılmış olur (Pérez ve ark., 2001). Termovinifikasyon uygulanmış şaraplarda pektolitik enzimler zarar göreceğinden bulanıklık artabilir (Nioi ve ark., 2020). Şişeleme öncesi durultma ajanlarını kullanmanın faydası olabilmektedir. Termovinifikasyon işlemi 15 dakika ile 1 saat aralığında sürdüğü takdirde aromatik bileşiklerde kayıp ya da termal bozulma nedeniyle istenmeyen kokular oluşabilmekte, ayrıca koloidal kararsızlık oluşabileceğinden, yüksek fenolik bileşik varlığı renk pigmentleri ve tanenlerin çökmesine de neden olabilmektedir (Zhang ve ark., 2019).

5. Uzatılmış Maserasyon (Extended Maceration)

Alkol fermantasyonu tamamlandıktan sonra, standart şarap yapım tekniğinde, cibre pereslenerek şaraptan ayrılır. Uzatılmış maserasyonda ise maserasyonla başlayan alkol fermantasyonu 3 günden 3 aya kadar uzatılarak, kabuklar ve çekirdekler şıradan ayrılmazlar. Bu yöntem

şaraptaki çözünmüş tanen miktarını artırır ve bu tanenler de polimerize olmuş daha az acı tada sahip olduklarından şaraplar da zarif olur (Frost ve ark., 2018). Uzatılmış maserasyon Nebbiolo ve Cabernet Sauvignon gibi üst düzey şarapların üretiminde sıklıkla uygulanmaktadır.

En uzun maserasyon süresi ile üretilmiş şaraplarda en yüksek tanen içeriği ve burukluk bildirilirken, kısa maserasyonlu veya maserasyonsuz üretilmiş şarapların düşük burukluk ve gövdeye sahip oldukları bilinmektedir. Ayrıca artan maserasyon süresi, kırmızı meyve karakterinin de daha yüksek algılanmasını sağlamaktadır (Frost ve ark., 2018).

6. Délestage

Délestage Fransızca bir kelimedir ve "aydınlatma" anlamına gelir (Anonim, 2022). Délestage tekniğinin esası maserasyon başlangıcından itibaren 3-6 gün süre ile şıra ve cibrenin günde birkaç saat birbirinden ayrılarak ayrı ayrı fermente edilmesine dayanır (Soto ve ark., 2010). Délestage "rack and return" olarak adlandırılan ve dilimize " ayır ve birleştir" olarak çevirebileceğimiz iki aşamadan oluşmaktadır (Puertas ve ark., 2008). Ayır ve birleştir şu anlama gelir: Günde birkaç saat şırayı cibreden ayır ve sonra tekrar birleştirerek tankın içinde cibre ıslanacak şekilde karıştır. Yoğun karbondioksit çıkışı sırasında tankın üstünde sert bir kapak oluşturan cibre, altındaki şırayı oksijensiz bırakır. Bu yöntemdeki asıl amaç şıranın üzerindeki tabakadan arındırılarak fermantasyona tabi tutulması ve oksidasyon yoluyla sertleşen tanenlerin yumuşatılmasıdır. Yöntem fenolik bileşik miktarının artışına da sebep olmaktadır (Baiano ve ark., 2009). Délestage fermantasyonu

şarapları daha az tanenli ancak daha yoğun meyve aromalıdırlar ve en çok Pinot Noir üzümleri bu yöntemle fermente edilirler (Puertas ve ark., 2008).

7. Kapak Islatma (Pumping Over, Remontage)

Kapak yönetimi, kırmızı şarabın alkolik fermantasyonu sırasında renk ve lezzet elde etmek ve mikrobiyal bütünlüğü korumak için kullanılan bir dizi tekniği ifade eder (Miller ve ark., 2020). Maserasyon sırasında oluşan karbondioksit mayşenin çekirdek ve kabuklardan oluşan kısmını tankın üstüne doğru iter. Oluşan bu katı kısma şapka, kapak ya da kek adı verilir. Karbondioksitle yukarı doğru itilen kapak doğal olarak kurur. Bu nedenle maserasyonun sağlıklı şekilde ilerlemesi için düzenli aralıklarla bu katı kısmın ıslatılması gerekir (Schmid ve ark., 2009; Smith ve ark., 2015). Bu işleme kapak ıslatma adı verilir ve tanktaki şıranın alttan alınarak kapağın üstüne verilmesidir (Ichikawa ve ark., 2012). Ayrıca şıra 8-9 mg/L oranında oksijene doyurularak, mayaların oksijenle buluşması da sağlanmış ve fermantasyonun durması önlenmiş olur. Kapak ıslatma işleminin günde kaç kez yapılması gerektiği tartışmalıdır. Ancak en iyi sonuç toplam hacmin her pompalama işleminde %40-60'ının hareket ettirilmesi ile alınmaktadır. Teknolojik ve fenolik olgunluk, kabuk sertliği ve kalınlığı, pH seviyesi gibi faktörler de kapak ıslatma sıklığı üzerinde etkilidir. Kapak yönetimi ayrıca cibreden şaraba geçecek olan fenolik bileşik miktarı üzerinde de rol oynamaktadır (Ichikawa ve ark., 2012).

8. Kapak Kırma (Punch Down, Pigéage)

Pigéage Fransızca bir kelime olup İngilizce'deki karşılığı "punching down" yani "parçalayarak it"tir. Tipik bir Fransız şarap yapım tekniği olan işlem maserasyon sırasında kabuk fenollerinin ekstraksiyonunu arttırmak, bunları şıra içerisine dağıtmak, kabuk ile şırayı homojenize etmek ve tanktaki sıcaklığı dengelemek için kullanılır (Naviglio ve ark., 2018). Temas yüzeyini artırmak için düz plaka uçlu metal veya tahta bir çubuk kullanılarak mekanik yolla kapak kırma işlemi yapılır. İşlem şaraba renk ve gövde kazandırır. Aynı zamanda, oksidasyon sürecini azaltmaya imkan tanıyan, şarabı havalandırmaya yardımcı olur. Kapak kırma işlemi şarabı istenmeyen bakteri aktivitesinden de korur. İşlemin fermantasyon süresince karbondioksit birikmesiyle tankın yukarısına çıkan şapkayı sert bir şekilde tırmık benzeri bir aletle kırmak/parçalamak yoluyla günde birkaç kez yapılması gerekir (Fourie ve ark., 2020).

9. Ultrason Destekli Maserasyon

Ultrason destekli maserasyon, hasat sonrası sap ayırma tane patlatma işlemi yapılmış üzümlerin maserasyondan hemen önce ultrasonik dalgalara tabi tutulmasıdır (Bautista-Ortín ve ark., 2017. Ultrason destekli maserasyon, uygulandığımatriste fiziksel ve kimyasal değişiklikler üretmek için 16 ila 100 khz' lik mekanik dalgaların kullanımına dayanmaktadır (Ferraretto ve ark., 2013). Bu mekanik dalgalar hücre duvarı bütünlüğünü etkileyerek, kabuktaki fenolik ve aroma bileşiklerinin şıraya ekstrakte olmalarını uyarır. Son zamanlarda, üzümlerin sonikasyonu ile, şarap rengini veya stabilitesini

kaybetmeden maserasyon süresinin % 50'den fazla azaltılabileceği anlaşılmıştır (Pérez-Porras ve ark., 2021). Dahası, duyusal öneme sahip bazı uçucu bileşiklerin içeriğinde artışa neden olabileceği ve daha uzun maserasyon süreleri ile elde edilen şaraplara benzer veya daha yüksek bir aroma kalitesine sahip kırmızı şaraplar elde edilebileceği de söylenmiştir. (Oliver Simancas ve ark., 2021).

10. Mikrodalga Destekli Maserasyon

Gıda endüstrisinde mikrodalga teknolojisi, gıda işleme süresini ve gıda koruyucu maddelerin miktarını azaltmak için uygulanmaktadır (Clodoveo ve ark., 2016). Mikrodalgalar, 300 MHz ile 300 GHz arasındaki frekanslara sahip iyonize olmayan elektromanyetik dalgalardır. Mikrodalga destekli maserasyonda sıcaklık çok yüksek olmadığı sürece, moleküler yapı değiştirilmeden, ısıtmadan kaynaklanan sürtünme kuvvetleri üreterek ekstraksiyon işlemine yardımcı olmaktadır (Letellier ve Budzinski, 1999). Mikrodalga destekli maserasyon ile uçucu aroma bileşikleri ve fenolik bileşiklerin ekstraksiyonunda, geleneksel işlemlerden daha yüksek verim sağlanmıştır (Kaufmann ve Christen, 2002; Liazid ve ark., 2011; Bittar ve ark., 2013).

11. Kriyo-maserasyon

Kriyo-maserasyon, sap ayırma ve tane patlatma işlemi sonrası cibre sıcaklığının belirli bir süre boyunca en az 0°C' nin altındaki sıcaklıklara düşürülerek gerçekleştirilen maserasyon prosesidir (Naviglio ve ark., 2018). Sıcaklık dondurucu veya kriyojenik gazlar (CO_2, N_2) kullanılarak düşürülmektedir. Bu işlem sırasında, üzüm tanesinin sahip

olduğu hücre içi su yavaş yavaş donarak buz kristalleri oluşur ve böylece hücre dokusunun parçalanması ile, aroma bileşikleri, antosiyaninler, tanenler ve fenolik bileşiklerin ekstrakste olması sağlanır. Bu yolla elde edilen şarapların aromatik yönden daha kompleks bir yapıya sahip olduğu söylenmektedir. Üzümlerin geleneksel yolla fermantasyonunda kimyasal içerik %20-40 ekstrakte olurken, kriyo-maserasyon ile %30-60'a yükselmiştir (Mihnea ve ark., 2015; Tartian ve ark., 2017).

12. Sonuç

Şarap yapımı çok sayıda faktörün etkili olduğu bir dizi süreç içermektedir. Maserasyon, sonuç şarabın karakteri üzerindeki en etkili aşamadır ve birbirinden çok farklı tekniklerle yürütülmektedir. Şarap yapan kişi tarafından hangi tekniğin seçileceği ve bu tekniklerden hangilerinin kombine edilerek uygulanacağı son derece uzmanlık gerektiren bir konudur. Üretilmesi hedeflenen şarabın renk yoğunluğu, gövdesi, burunda hissedilebilirliği, damakta kalıcılığı gibi karakteristik özellikleri maserasyon süresince uygulanan işlemlerden etkilenmektedir. Bu sebeple uygun stilin seçilerek sürecin yürütülmesi oldukça önemlidir. Uygun maserayon stilinin seçilmesi ise teknikleri ve bu tekniklerin doğuracağı sonuçları iyi bilmekten geçmektedir.

13. Kaynaklar

Al Bittar, S., Périno-Issartier, S., Dangles, O., Chemat, F. (2013). An innovative grape juice enriched in polyphenols by microwave-assisted extraction. *Food Chemistry* 141(3): 3268-3272.

Alappat, B., Alappat, J. (2020). Anthocyanin pigments: Beyond aesthetics. *Molecules* 25 (23): 5500.

Aleixandre-Tudo, J. L., du Toit, W. (2018). Cold maceration application in red wine production and its effects on phenolic compounds: A review. *LWT 95*: 200-208.

Anonim (2022). https://www.handetahmaz.com/, (Erişim tarihi:15.02.2022).

Atanacković, M., Petrović, A., Jović, S., Gojković-Bukarica, L., Bursać, M., Cvejić, J. (2012). Influence of winemaking techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines. *Food Chemistry* 131(2): 513-518.

Baiano, A., Terracone, C., Gambacorta, G., La Notte, E. (2009). Phenolic content and antioxidant activity of Primitivo wine: comparison among winemaking technologies. *Journal of Food Science* 74(3): C258-C267.

Bautista-Ortín, A. B., Jimenez-Martínez, M. D., Jurado, R., Iniesta, J. A., Terrades, S., Andrés, A., Gómez-Plaza, E. (2017). Application of high-power ultrasound during red wine vinification. *International Journal of Food Science & Technology* 52: 1314–1323.

Blank, M., Hofmann, M., Stoll, M. (2019). Seasonal differences in *Vitis vinifera* L. cv. Pinot noir fruit and wine quality in relation to climate. *Oeno One* 53(2): 189-203.

Busse-Valverde, N., Gomez-Plaza, E., Lopez-Roca, J. M., Gil-Munoz, R., Bautista-Ortin, A. B. (2011). The extraction of anthocyanins and proanthocyanidins from grapes to wine during fermentative maceration is affected by the enological technique. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(10): 5450-5455.

Casassa, L. F., Sari, S. E. (2015). Sensory and chemical effects of two alternatives of prefermentative cold soak in Malbec wines during winemaking and bottle

ageing. *International Journal of Food Science & Technology* 50(4): 1044-1055.

Casassa, L. F., Sari, S. E., Bolcato, E. A., Diaz-Sambueza, M. A., Catania, A. A., Fanzone, M. L., Raco, F., Barda, N. (2019). Chemical and sensory effects of cold soak, whole cluster fermentation, and stem additions in Pinot noir wines. *American Journal of Enology and Viticulture* 70(1): 19-33.

Clodoveo, M.L.; Dipalmo, T.; Rizzello, C.G.; Corbo, F.; Crupi, P. (2016). Emerging technology to develop novel red winemaking practices: An overview. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 38: 41–56.

de Andrade Neves, N., de Araújo Pantoja, L., Dos Santos, A. S. (2014). Thermovinification of grapes from the Cabernet Sauvignon and Pinot Noir varieties using immobilized yeasts. *European Food Research and Technology* 238(1): 79-84.

Escribano-Bailón, M. T., Rivas-Gonzalo, J. C., García-Estévez, I. (2019). Wine color evolution and stability. In Red wine technology (pp. 195-205). Academic Press.

Ferraretto, P., Cacciola, V., Batlló, I. F., Celotti, E. (2013). Ultrasound application in winemaking: Grape maceration and yeast lysis. *Italian Journal of Food Science* 25: 160–169.

Fourie, E., Aleixandre-Tudo, J. L., Mihnea, M., & du Toit, W. (2020). Partial least squares calibrations and batch statistical process control to monitor phenolic extraction in red wine fermentations under different maceration conditions. *Food Control* 115: 107303.

Frost, S. C., Blackman, J. W., Hjelmeland, A. K., Ebeler, S. E., Heymann, H. (2018). Extended maceration and cap management impacts on the phenolic, volatile, and sensory profiles of Merlot wine. *American Journal of Enology and Viticulture* 69(4): 360-370.

Fulcrand, H., dos Santos, P. J. C., Sarni-Manchado, P., Cheynier, V., Favre-Bonvin, J. (1996). Structure of new anthocyanin-derived wine pigments. *Journal of the Chemical Society Perkin Transactions* 1 (7): 735-739.

Garde-Cerdán, T., Arias, M., Martín-Belloso, O., Ancín-Azpilicueta, C. (2016). Pulsed electric field and fermentation. *Novel Food Fermentation Technologies* (pp. 85-123). Springer, Cham.

Gawande, D. N. (2020). Metroglyph Analysis of Coloured and Seeded Grape Genotypes.

Harutyunyan, M., Malfeito-Ferreira, M. (2022). Historical and heritage sustainability for the revival of ancient wine-making techniques and wine styles. *Beverages* 8(1): 10.

Ichikawa, M., Ono, K., Hisamoto, M., Matsudo, T., Okuda, T. (2012). Effect of cap management technique on the concentration of proanthocyanidins in Muscat Bailey A wine. *Food Science and Technology Research* 18(2), 201-207.

Jacquet, O. (2021). Le goût du terroir... histoire d'une prescription internationale au XXe siècle. *Territoires du vin* (13).

Kalt, W. (2019). Anthocyanins and their C6-C3-C6 metabolites in humans and animals. *Molecules* 24(22): 4024.

Kaufmann, B., Christen, P. (2002). Recent extraction techniques for natural products: microwave-assisted extraction and pressurised solvent extraction. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques* 13(2): 105-113.

Letellier, M., Budzinski, H. (1999). Microwave assisted extraction of organic compounds. *Analysis* 27(3): 259–271.

Liazid, A., Guerrero, R. F., Cantos, E., Palma, M., Barroso, C. G. (2011). Microwave assisted extraction of anthocyanins from grape skins. *Food chemistry* 124(3): 1238-1243.

Lordan, R., O'Keeffe, E., Tsoupras, A., Zabetakis, I. (2019). Total, neutral, and polar lipids of brewing ingredients, by-products and beer: Evaluation of antithrombotic activities. *Foods* 8(5): 171.

Luna, R., Lima, B. M., Cuevas-Valenzuela, J., Normey-Rico, J. E., Pérez-Correa, J. R. (2021). Optimal control applied to oenological management of red wine fermentative macerations. *Fermentation* 7(2): 94.

Ma, L., Watrelot, A. A., Addison, B., Waterhouse, A. L. (2018). Condensed tannin reacts with SO_2 during wine aging, yielding flavan-3-ol sulfonates. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66(35): 9259-9268.

Maturano, Y. P., Mestre, M. V., Esteve-Zarzoso, B., Nally, M. C., Lerena, M. C., Toro, M. E., Vazquez, F., Combina, M. (2015). Yeast population dynamics during prefermentative cold soak of Cabernet Sauvignon and Malbec wines. *International Journal of Food Microbiology* 199: 23-32.

Mazza, G., Fukumoto, L., Delaquis, P., Girard, B., Ewert, B. (1999). Anthocyanins, phenolics, and color of Cabernet Franc, Merlot, and Pinot noir wines from British Columbia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47(10): 4009-4017.

Medina-Plaza, C., Beaver, J. W., Miller, K. V., Lerno, L., Dokoozlian, N., Ponangi, R., Blair, T., Block, D.E., Oberholster, A. (2020). Cell wall–anthocyanin interactions during red wine fermentation-like conditions. *American Journal of Enology and Viticulture* 71(2): 149-156.

Mihnea, M., González-SanJosé, M. L., Ortega-Heras, M., Pérez-Magariño, S. (2015). A comparative study of the volatile content of Mencía wines obtained using different pre-fermentative maceration techniques. *LWT-Food Science and Technology* 64(1): 32-41.

Miller, K. V., Noguera, R., Beaver, J., Medina-Plaza, C., Oberholster, A., Block, D. E. (2019). A mechanistic model for the extraction of phenolics from grapes during red wine fermentation. *Molecules* 24(7): 1275.

Miller, K. V., Block, D. E. (2020). A review of wine fermentation process modeling. *Journal of Food Engineering* 273: 109783.

Miller, K. V., Oberholster, A., Block, D. E. (2020). Predicting the impact of fermentor geometry and cap management on phenolic profile using a reactor engineering model. *American Journal of Enology and Viticulture* 71(1): 44-51.

Morata, A. (Ed.). (2018). *Red wine technology*. Academic Press.

Morata, A., González, C., Tesfaye, W., Loira, I., Suárez-Lepe, J. A. (2019). Maceration and fermentation: New technologies to increase extraction. In *Red wine technology* (pp. 35-49). Academic Press.

Moschetti, G., Corona, O., Gaglio, R., Squadrito, M., Parrinello, A., Settanni, L., Barone, E., Francesca, N. (2016). Use of fortified pied de cuve as an innovative method to start spontaneous alcoholic fermentation for red winemaking. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 22(1): 36-45.

Naviglio, D., Formato, A., Scaglione, G., Montesano, D., Pellegrino, A., Villecco, F., Gallo, M. (2018). Study of the grape cryo-maceration process at different temperatures. *Foods* 7(7): 107.

Nicolle, P., Marcotte, C., Angers, P., Pedneault, K. (2019). Pomace limits tannin retention in Frontenac wines. *Food Chemistry* 277: 438-447.

Nioi, C., Lisanti, M. T., Lacampagne, S., Noilet, P., Peuchot, M. M., Ghidossi, R. (2020). Nanofiltration process as non-thermal alternative to thermovinification in Pinot noir winemaking. *OENO One* 54(1): 37-47.

Oliver Simancas, R., Díaz-Maroto, M. C., Ala˜n´on Pardo, M. E., P´erez Porras, P., Bautista- Ortín, A. B., G´omez-Plaza, E., P´erez-Coello, M. S. (2021). Effect of power ultrasound treatment on free and glycosidically-bound volatile compounds and the sensorial profile of red wines. *Molecules* 26: 1193.

Ortega-Regules, A., Romero-Cascales, I., Ros-García, J. M., López-Roca, J. M., Gómez-Plaza, E. (2006). A first approach towards the relationship between grape skin cell-wall composition and anthocyanin extractability. *Analytica Chimica Acta* 563(1-2): 26-32.

Parenti, A., Spugnoli, P., Calamai, L., Ferrari, S., & Gori, C. (2004). Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan Sangiovese grape. *European Food Research and Technology* 218(4): 360-366.

Parley, A., Vanhanen, L., Heatherbell, D. (2001). Effects of pre-fermentation enzyme maceration on extraction and colour stability in Pinot Noir wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 7(3): 146-152.

Panprivech, S., Lerno, L. A., Brenneman, C. A., Block, D. E., Oberholster, A. (2015). Investigating the effect of cold soak duration on phenolic extraction during Cabernet Sauvignon fermentation. *Molecules* 20(5): 7974-7989.

Pérez, F., Ramírez, M., Regodón, J. A. (2001). Influence of killer strains of Saccharomyces cerevisiae on wine fermentation. *Antonie Van Leeuwenhoek* 79(3): 393-399.

Perez-Porras, P., Bautista-Ortín, A. B., Jurado, R., Gomez-Plaza, E. (2021). Using high-power ultrasounds in red winemaking: Effect of operating conditions on wine physico-chemical and chromatic characteristics. *LWT* 138: 110645.

Picariello, L., Gambuti, A., Petracca, F., Rinaldi, A., Moio, L. (2018). Enological tannins affect acetaldehyde evolution, colour stability and tannin reactivity during forced oxidation of red wine. *International Journal of Food Science & Technology* 53(1): 228-236.

Puertas, B., Guerrero, R. F., Jurado, M. S., Jiménez, M. J., Cantos-Villar, E. (2008). Evaluation of alternative winemaking processes for red wine color enhancement. *Food Science and Technology International* 14(5): 21-27.

Soto Vázquez, E., Río Segade, S., Orriols Fernández, I. (2010). Effect of the winemaking technique on phenolic composition and chromatic characteristics in young red wines. *European Food Research and Technology* 231(5): 789-802.

Quina, F. H., Bastos, E. L. (2018). Chemistry inspired by the colors of fruits, flowers and wine. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 90: 681-695.

Reynolds, A. G. (2021). *Managing Wine Quality: Volume 2: Oenology and Wine Quality*. Woodhead Publishing.

Romero-Cascales, I., Fernández-Fernández, J. I., López-Roca, J. M., Gómez-Plaza, E. (2005). The maceration process during winemaking extraction of anthocyanins from grape skins into wine. *European Food Research and Technology* 221(1): 163-167.

Rousserie, P., Lacampagne, S., Vanbrabant, S., Rabot, A., Geny-Denis, L. (2020). Influence of berry ripeness on seed tannins extraction in wine. *Food Chemistry* 315: 126307.

Santamaría, P., González-Arenzana, L., Escribano-Viana, R., Garijo, P., López, R., Sanz, S., Gutiérrez, A. R. (2022). Difficulties Associated with Small-Scale Production of Carbonic Maceration Wines. *Fermentation* 8(1): 27.

Schmid, F., Schadt, J., Jiranek, V., Block, D. E. (2009). Formation of temperature gradients in large-and small-scale red wine fermentations during cap management. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 15(3): 249-255.

Setford, P. C., Jeffery, D. W., Grbin, P. R., & Muhlack, R. A. (2017). Factors affecting extraction and evolution of phenolic compounds during red wine maceration and the role of process modelling. *Trends in Food Science & Technology* 69: 106-117.

Sidari, R., Postorino, S., Caparello, A., Caridi, A. (2007). Evolution during wine aging of colour and tannin differences induced by wine starters. *Annals of Microbiology* 57(2): 197-201.

Smith, P. A., McRae, J. M., Bindon, K. A. (2015). Impact of winemaking practices on the concentration and composition of tannins in red wine. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 21: 601-614.

Tahmaz, H., Söylemezoğlu, G. (2017). Effects of vinification techniques combined with UV-C irradiation on phenolic contents of red wines. *Journal of Food Science* 82(6): 1351-1356.

Tartian, A. C., Cotea, V. V., Niculaua, M., Zamfir, C. I., Colibaba, C. L., Moroşanu, A. M. (2017). The influence of the different techniques of maceration on the aromatic and phenolic profile of the Busuioacă de Bohotin wine. In *Bio web of conferences* (Vol. 9, p. 02032). EDP Sciences.

Tavilla, V., Bonescu, M., Brouard, J., Sutan, A. (2019). Le vin: des mots pour le" boire" et le" dire" en Beaujolais. *Recherches en Communication 48*: 47-68.

Tesniere, C., Flanzy, C. (2011). Carbonic maceration wines: Characteristics and winemaking process. *Advances in Food and Nutrition Research 63*: 1-15.

Valdés, M. E., Ramírez, R., Martínez-Cañas, M. A., Frutos-Puerto, S., Moreno, D. (2021). Accelerating aging of white and red wines by the application of hydrostatic high pressure and maceration with holm oak (Quercus ilex) chips. Influence on physicochemical and sensory characteristics. *Foods* 10(4): 899.

Zhang, J., Zuo, B., Poklar Ulrih, N., Sengupta, P. K., Zheng, X., Xiao, J. (2018). Structure-affinity relationship of dietary anthocyanin–HSA interaction. *Journal of Berry Research* 8(1): 1-9.

Zhang, J., Kilmartin, P. A., Peng, Y., Chen, X., Quek, S. Y. (2019). Identification of key aroma compounds in cranberry juices as influenced by vinification. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 68(1): 279-291.

BÖLÜM 5

YOZGAT-AKDAĞMADENİ SALEP ORKİDELERİ

Dr. Tuğba KILIÇ[1]* Doç. Dr. Aysen KOÇ[2]
Dr. Öğr. Ü. Gülden BALCI[3], Doç. Dr. Murat KOÇ[4]

[1]Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye, ORCID no: 0000-0002-0528-7552, e-posta: tugba.kilic@bozok.edu.tr
[2]Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye, ORCID no: 0000-0002-9766-721X, e-posta: aysen.koc@bozok.edu.tr
[3]Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye, ORCID no: 0000-0002-8681-0383, e-posta: gulden.balci@bozok.edu.tr
[4]Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Halk Sağlığı Enstitüsü, Geleneksel, Tamamlayıcı ve Entegratif Tıp Bölümü, Ankara, Türkiye, ORCID no: 0000-0002-0829-4571, e-posta: muratkoc@ybu.edu.tr
*Sorumlu Yazar: : tugba.kilic@bozok.edu.tr

1. Orkide Hakkında Genel Bilgi

Orkide, 800 cins ile 30.000-35.000 türün tanımlandığı *Orchidaceae* familyasında yer alan cins ve türlere genel olarak verilen isimdir (Cullen, 1992; Parlak ve Tutar, 2014). *Orchidaceae* familyası, tür sayısı bakımından çiçekli bitkiler arasında yer alan en büyük familyalardan biri olup, 80 milyon yıllık geçmişi ile tohumlu bitkiler bölümünün en eski üyelerindendir (Bozkurt, 2012; Sert ve ark., 2019).

Dünyada kutuplar ve gerçek çöller hariç deniz seviyesinden 5.000 m rakıma kadar tropikal yağmur ormanlarından alpin çayırlara, bataklıklardan yarı çöl alanlara kadar bu familya içerisinde yer alan orkide bitkilerine rastlanabilmektedir (Bozyel ve ark., 2014). Orkidelerin, Orta ve Güneybatı Amerika ile Avrupa'nın sıcak bölgelerinde, Sumatra, Borneo, Çin ve Güney Batı Avustralya'nın da ılıman bölgelerinde geniş bir dağılım gösterdiği (Beaman, 2001); Yunanistan, İtalya Almanya, Arnavutluk, Hollanda, Letonya, Sibirya, Avrupa, Çin, Japonya ve Türkiye'de ise yumru ve rizoma sahip orkide türlerinin yayılış gösterdiği bilinmektedir (Sert ve ark., 2019). Aynı zamanda kuzey Peru'nun kuru alanlarında çöl ikliminde ve batı Ekvador'da kaktüslerde epifitik olarak yaşayan birkaç orkide türünün bulunduğu rapor edilmiştir (Dodson, 2022).

Dünyada orkide türlerinin yaklaşık %6'sı, Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN-International Union for Conservation of Nature) tarafından yayınlanan farklı tehdit kategorilerinde sınıflandırılmaktadır. Tehdit kategorilerinde sınıflandırılan orkide türlerinden %93'ü karasal orkidelerden ve %23'ü

ise yumrulu ve rizomlu orkidelerden oluşmaktadır. %0.3'ü nesli tükenmiş, %11.2'si kritik tehlike, %22.9'u tehlike, %12.8'i zarar görebilir, %5.5'i tehdit altında, %33.9'u en az tehdit altında ve %13.5'i ise bilinmeyen veri sınıfında yer almaktadır (Anonymous, 2022a). Orkide türlerinin tükenmesi ve neslinin tehdit altında olmasının en önemli nedenleri arasında habitat kaybı ve aşırı toplama sayılmaktadır (Aytar ve Kömpe, 2021). Özellikle yumrulu orkide türlerinin birçoğu, salep yapımında kullanılıyor olması ve henüz kültüre alınamamış olması nedeniyle büyük bir tehlike ile karşı karşıya kalmaktadır. Nitekim Brezilya'da doğadan kontrolsüz bir şekilde toplama yapılması nedeniyle o bölgedeki türlerin yok olma tehlikesi ile karşı karşıya olduğu, Avustralya'da 1100 adet orkide türünün yaklaşık %20 sinin ise tehlike altında olduğu rapor edilmiştir. Hindistan'da 1141 türün aşırı otlatma, yol köprü ve baraj yapımı ile orman yangınları nedeniyle tehlike altında olduğu bildirilmiştir. Ayrıca Borneo'da 2500-3000 orkide türünün orman yangınları ile fazla miktarda yasa dışı toplama yapılması nedeniyle tehlike altında olduğu da belirlenmiştir (Ekinoğlu, 2017).

Orkideler monokotil bitkiler sınıfında yer almakla birlikte, yumru rizom vb. toprakaltı gövde organlarına sahip olan çok yıllık otsu türler barındırmaktadır (Bozyel ve ark., 2014). Yumru ve rizom taşımayan orkidelerde gövdenin şişkinleşmesi ile oluşmuş hava kökleri bulunmaktadır. Hem yumru ve rizoma sahip hem de hava köklere sahip orkidelerde saçak kökler de bulunabilmektedir. Yaprak bulunmayan türler mevcut olmakla birlikte; tabanda veya gövdede bulunan yaprakları basit, sapsız, kalın ve bazen etli yapıda olup, almaşık

dizilişlidir ve nadir olarak karşılıklı dizilmiştir (Anonim 2021a). Genellikle paralel damarlıdır. Yaprakların alt kısmı mat ve üst kısmı ise parlak yeşil renktedir. Gövde ince ancak dik ve güçlü bir yapıya sahiptir ve genellikle gövde de dallanma görülmemektedir. Çiçek durumu, tek salkım, başak ya da bileşik salkım şeklindedir. Çiçekler çoğunlukla erseliktir ancak nadiren diklin çiçek yapısı da görülmektedir. Nadiren aktinmorf, çoğunlukla zigomorf simetriye sahip çiçeklerde perigon, 3'er parça tepalden oluşan 2 sıra halkadan meydana gelmektedir. Dış halkadaki tepallerden 2'si lateral, 1 tanesi ise dorsal durumludur. İç halkada da 2 lateral tepal bulunmakta olup, 3. tepal renk, şekil ve yapı bakımından farklılaşarak dudak şekline benzeyen ve 'Labellum' olarak adlandırılan bir yapı oluşturmaktadır. Labellum tek parça ya da çok parçalı, loblu veya uzamış, düz, konkav veya konveks şeklinde öne doğru çıkık ya da aşağı sarkık durumlu, tüylü ya da tüysüz, ince, kalınlaşmış ya da etli yapıda olabilir. Labellumun durumu çiçek tomurcuklarında meydana gelen resupinasyon (çiçek tomurcuğunun açmaya başlarken kendi etrafında dönmesi) olayına göre değişmektedir. Labellum ayrıca dip kısmında geriye doğru mahmuz adı verilen bir uzantı içerisinde nektar ihtiva etmektedir (Orhan, 2006). Bazı türlerde labellum bazı böceklerin şeklini taklit edebilecek kadar özelleşmiştir. Dorsal tepal ile iç halkadaki lateral tepaller çoğu zaman çiçeğin üst kısmında kolumnayı ve labellumun tabanını örtecek şekilde üst üste gelmektedir ve miğferi oluşturmaktadır. Ovaryum epigin durumludur ve 3 karpelden meydana gelmiştir. Andrekeum 6 stamenden oluşmaktadır. Bu stamenlerden 1 ya da 2'si verimlidir. Tohumlar toz şeklinde olup, tohum kabuğu serttir, embriyo çok küçüktür ve

endospermi bulunmamaktadır. Bir kapsül 1300 ila 4.000.000 arasında tohum içermektedir. Tohumların çimlenebilmesi için mikorizal mantarlara ihtiyaç duyulmaktadır. Doğal ortamda canlı kalan tohumların en fazla % 5'i çimlenebilmektedir. Kapsül şeklinde meyveye sahiptir (Orhan, 2006; Aytar ve Kömpe, 2021; Anonim 2021a).

Orkide bitkileri besin alma durumlarına göre sınıflandırılmaktadır. Besinlerini alma durumuna göre; epifit (bitki üzerinde yaşayan), litofit (kayalar üzerinde yaşayan), terrestrial (toprakta kök salan kara orkideleri) ve çürükçüller ya da saprofitler olmak üzere dört grupta toplanmaktadır (Ekinoğlu, 2017). En yaygın olan orkideler epifitik (%70) ve terrestrial (%25) orkidelerdir. Epifitik olan orkideler, tropikal iklimlerde doğal olarak bulunmakla birlikte 'tropikal orkideler' olarak adlandırılmaktadır. Fotosentez yapma yeteneğine sahip olup tam parazit özelliği göstermemektedir. Gösterişli çiçekleri nedeniyle süs bitkisi olarak değerlendirilmektedirler. Temel özellikleriyle benzer çiçek yapısını gösteren fakat çok daha küçük çiçeklere sahip olan ve toprakta yaşayan terrestial orkideler ise 'ılıman kuşak orkideleri' veya 'karasal orkideler' olarak adlandırılmaktadırlar. Bu orkidelere 'orta kuşak orkideleri' adı da verilmektedir (Gümüş, 2009). Orta kuşak orkidelerinde morfolojik olarak yumru veya rizom olmak üzere iki faklı toprak altı organı ile kök görülebilmektedir (Çalışkan ve Kurt, 2019).

Dünyada orkideler gıda maddesi, parfüm endüstrisi, ilaç hammaddesi ve süs bitkisi olarak farklı kullanım alanlarına sahiptir. Zarif çiçekleri ve uzun çiçek ömürleri, çiçeklerinin kokusu ve rengi, içermiş oldukları

alkaloitler ve stabilizatör madde olma özellikleri nedeniyle ticari değerleri giderek artmaktadır. Kullanım alanlarına göre önemli bazı türler Çizelge 1.1'de verilmiştir. Bununla birlikte, özellikle Avrupa, Amerika, Avusturalya ve Afrika'nın bazı bölgelerinde orkidelerin alternatif tıpta kullanıldığı bildirilmiştir. Orkide bitkisinin kök, yaprak, yumru, meyve, çiçek, yalancı soğan ve tohum aksamları; deri hastalıklarına, mide rahatsızlıklarına, romatizma, sıtma, verem, dizanteri, kolera, astım ve katarakt hastalıklarına karşı kullanılmakla birlikte; afrodizyak, ateş düşürücü, ağrı kesici, bağışıklık güçlendirici, saç güçlendirici ve idrar söktürücü olarak birçok farklı şekilde değerlendirilmektedir. Geleneksel tıpta kullanımına ilişkin yaklaşık 69 farklı türde çalışmalar yürütülmüştür (Aytar ve Kömpe, 2021).

Çizelge 1.1. Dünyada bazı orkide cins ve türlerinin kullanım alanları (Bulpitt ve ark., 2007; Sandal, 2009; Ramya ve ark., 2020; Anonymous, 2022b, Dodson 2022)

Kullanım Alanı	**Önemli Bazı Cins ve Türler**	**Açıklama**
Gıda	*Aceras, Anacamptis, Anoectochilus, Cephalanthera, Barlia, Dactylorhiza, Comperia, Coeloglossum, Epipactis, Goodyear, Gymnadenia, Himantaglossum, Limodorum, Listera, Neotinea, Neottia, Ophrys, Orchis, Platanthera, Serapias, Spiranthes, Traunsteinera, Gastrodia Dendrobium*	Vanilya, Salep, Dondurma ve Yoğurt yapımında stabilizatör, Pasta Yapımı, Çay, Sebze, Baharat
Parfümeri	*Orchis punctulata, Vanilla planifolia, Dendrobium aloifolium, Diacattleya-Pink*	Yasemin, Nane, Limon, Elma, Portakal Çiçeği, Narenciye, Vanilya, Misk, Gül, Karanfil Kokuları

	Vanda Mimi Palmer, Dendrobium nobile, Oncidium Twinkle	
İlaç hammaddesi	*Vanda parviflora Bletilla striata* *Gastrodia elata*	Antikanserojen ve Antiviral Hemostatik ajan Deliryum önleyici
Süs bitkisi	*Dendrobium, Phalaenopsis, Vanda, Cymbidium, Paphiopedilum, Oncidium, Cattleya*	Kesme çiçek ve Saksı bitkisi

Orkidelerin dünyada büyük bir popülariteye sahip olmasının en önemli nedenleri arasında kullanım amaçları yanında, tozlayıcı sistemleri ile ilginç evrimleri, bazı cinslerde dikkate değer seksüel taklit yetenekleri (örneğin; *Ophrys*), çok spesifik ekolojileri ve mikorizal mantarlar ile ilişkileridir. Bunlara ilaveten orkideler, çeşitli koruma stratejilerinin etkinliğinin ve ekosistem sağlığının tespit edilmesi için önemli biyoindikatörlerdir. Popülaritesine rağmen orkide türleri ile ilgili büyük bilgi eksikliği bulunmaktadır. Bazı türler, geniş bir yayılış alanına sahip olmakla birlikte, bazıları bulunduğu ekoloji ile özel ilişkiler geliştirerek yayılışlarını belirli bir alan ile sınırlamışlardır. Artan habitat kaybı ve değişen iklimin devam eden etkileri ile sınırlı alanlarda yayılış gösteren karasal orkidelerin önümüzdeki yıllarda daha büyük bir yok olma riski ile karşılaşması muhtemeldir (Faruk ve ark., 2021).

2. Salep Orkideleri ve Salep

Orta kuşak orkideleri içerisinde yumruya sahip olduğu bilinen bazı türler, gıda ve ilaç sanayi başta olmak üzere farklı amaçlara yönelik olarak salep adı verilen bir hammaddenin üretiminde kullanıldıkları için 'salep orkideleri' olarak adlandırılmaktadır. En az 35 adet tür, salep

yapımında kullanılmakla birlikte bu türler genellikle *Anacamptis, Dactylorhiza, Himantoglossum, Ophrys, Orchis, Serapias* ve *Steveniella* cinsleri içerisinde yer almaktadır (Çalışkan ve ark., 2020). Yaklaşık 1300 yıldır ticareti yapılan bu türlerin dünyada salep formunda pazarlandığı ve tüketildiği başlıca ülkeler; Türkiye, Almanya, Yunanistan, İran, Çin, Hindistan ve Japonya gibi Orta Doğu, Uzak Doğu ve Avrupa ülkeleridir (Anonim, 2021b). Bunun yanında salep orkidelerinin dünyanın hemen hemen her yerinde çeşitli şekillerde tüketildiği ve salebin farklı isimler ile pazarlandığı bilinmektedir. Anadolu'da salep tüketiminin 8. yüzyılda başladığı, kahve kültürünün yaygınlaşmasından önce Avrupa ülkelerinde özellikle de İngiltere'de salebin yaygın olarak tüketildiği ve dükkânlarda salebin tereyağı ve ekmek ile servis edildiği rapor edilmiştir (Anonim, 2021b).

Salep orkidelerinde ticari anlamda en değerli organ yumrudur. Tek gözlü yumrular, 0.7 cm ile 3.6 cm çapında 0.3 cm ile 1.2 cm eninde olabilmekle birlikte ağırlıkları 0.2 g ile 1.6 g arasında değişebilmektedir. Türlere göre büyüklük ve şekli farklılık gösteren yumrular; yarı şeffaf veya kirli sarı sarı renkte, pürüzlü ve sert, kokusuz ve lezzetsizdir (Şen, 2016; Sert ve ark., 2019). *Anacamptis, Orchis, Ophrys, Serapias, Himantoglossum, Barlia* cinsleri ovoit şeklinde; *Dactylorhiza* ise parçalı yumrulara sahip türleri içermektedir (Sandal ve Söğüt, 2010).

Salep orkidelerinde çimlenmeden sonra ilk yumru ile yaprak, çiçek vb. organların oluşarak tam bir bitkiye dönüşümü uzun yıllar sürmektedir. Türlere göre bu süre 2-16 yıl arasında değişmektedir. *Orchis, Ophrys,*

Listera ve *Dactylorhiza* cinslerinde yer alan türlerde ilk yaprak oluşumu için en az 4 yıl gerekirken; *Epipactis* ve *Cephalanthera* cinslerinde ilk yaprak oluşumu için 2-3 yıl gerekmektedir. *Spiranthes aestivalis* türünde ilk yumru oluşumu 9 yıl sonra gerçekleşmektedir. *Neottia* cinsine ait türlerde ise ilk çiçek 9-12 yıl sonra görülmekle birlikte, *Cypripedium* cinsine ait türlerde ilk çiçeklenme için geçmesi gerek süre en az 16 yılı bulmaktadır (Sezik, 1984).

Salep elde edilen türlerde, aynı vejetasyon döneminde oluşan ve bir önceki vejetasyon döneminden kalan olmak üzere 2 adet yumru bulunmaktadır. Bunun yanında; 4-5 adet yumru oluşturabilen genotiplere de rastlanmaktadır. Bir önceki yıla ait olan yumru hem bitki gelişimini hem de yeni yumrunun gelişimini sağlamaktadır. Bitki geliştikçe ve yeni yumru şişkinleştikçe eski yumru buruşarak yeni yumruya yapışık halde yaşam döngüsünü tamamlamaktadır. Salep elde edilmek üzere kullanılan yumrular yeni oluşmuş olan yumrulardır (Sandal Erzurumlu ve Doran, 2011).

Salep, salep orkidesi türlerine ait yumruların kurutulması ve sonrasında öğütülüp toz haline getirilmesiyle elde edilen beyaz toza verilen isimdir (Sezik, 1984). Çok eski zamanlardan beri kullanıldığı bilinmekle birlikte, salep ve salep içeren ürünlerin neredeyse bütün hastalıklara iyi geldiği bildirilmektedir. Dünyada balgam söktürücü, göğüs yumuşatıcı, afrodizyak, iştah açıcı, felç giderici olarak ve aynı zamanda sıtma, kireçlenme, dizanteri, öksürük, baş ağrısı ile yaralara karşı kullanıldığı bilinmektedir. Dondurmada stabilizeyi ve viskoziteyi arttırmak amacıyla da kullanılmaktadır (Şen, 2016).

Salebin kalitesi; elde edildiği türün yetiştiği bölgeye, kimyasal bileşimine ve özellikle de stabilizasyon, kıvam arttırıcı ve koyulaştırıcı özelliğe sahip olduğu bilinen glikomannan içeriğine bağlı olarak farklılık göstermektedir. Ancak salebin genel olarak %7-61 oranında glikomannan, %8-19 oranında nişasta, %0.5 ile %1.5 oranında azotlu bileşik, %0.2-6 oranında kül, %1-4 oranında şeker ve %6-12 oranında nem içermesi beklenmektedir (Şen, 2016). Kaliteli bir salepte glikomannan oranının %40'ın üzerinde olması gerekmektedir. Yumruların uzun süre saklanabilmesi için nem içeriğinin %10'nun ve yumrudan beyaz salep tozu elde edilebilmesi için de kül miktarının %5'in altında olması gerekmektedir (Tekinşen ve Güner, 2009; Şen, 2017).

3. Türkiye'de Salep Orkideleri

Türkiye'de orta kuşak orkidelerinin doğal olarak yayılış gösterdiği bilinmektedir. Bitki gen kaynakları bakımından dünyadaki en zengin ülkelerden biri olan Türkiye'de; bu zenginliğin içinde oldukça özel bir yere sahip olan orta kuşak orkideleri; 24 cinse ait 187 kadar tür ile eşsiz bir çeşitlilik sunmakta olup; %27.81'i endemiktir (Anonim, 2022c). Kuzey Anadolu, Güney Anadolu, Doğu ve Batı Anadolu'da geniş bir yayılış alanı göstermekle birlikte, deniz seviyesinden 2900 metre rakıma kadar orkide türlerine rastlanmaktadır (Bozyel ve ark., 2014, Anonim, 2022c).

Türkiye'de yayılış gösteren 24 farklı cinsten 17 tanesi yumrulu orkide türlerinden oluşmaktadır. *Ophrys, Orchis, Dactylorhiza, Anacamptis, Himantoglossum, Barlia, Serapias, Comperia, Aceras, Neotinea,*

Platanthera, Coeologlossum, Gymnadenia, Listera, Spiranthes, Steveniella ve *Traunsteinera* cinsleri Türkiye yumrulu orkide türlerini barındırırken; *Cephalanthera, Goodyera, Epipactis, Corollarhiza, Limodorum, Epipogium* ve *Neottia* cinslerinde rizom ya da kök aksamına sahip orkide türlerini içermektedir (Sezik, 2012; Sert ve ark. 2019).

Türkiye'de doğal olarak bulunan orkide türlerinden 52 tanesinin endemik olduğu bildirilmektedir. Endemik türler; *E. pontica, E. bithynica, E. turcica, Ophrys transhyrcana subsp. amanensis, O.lycia, O. reinholdii subsp. leucotaenia, O. cilicica, O. holoserica subsp. heterochila, O. bornmuelleri subsp.carduchorum, O. phrygia, O. isaura, O. phaseliana, O. antiochiana, O. climacis, O. hygrophila, O. karadenizensis, O. antalyensis, O. hittitica, O x adelphica, O x liceana, O x natabilis, O x macrostachys, O x perspicua, O x inceburunensis, O. x carica subsp. carica, O x holoserica subsp. halicarnassia, O. x Lydia subsp. lydia, O. x kulpensis, O. x vernixia subsp. butleri, Orchis x mackaensis, O. x fitzii, O. x calliantha, Cephalanthera kotschyana, C. x taubenheimii, C. x schaberi, D. nieschalkiorum, D. osmanica var. osmanica, D. osmanica var. anatolica, D. bithynica, D. ilgazica, D. x boluiana, D. x bayburtiana, D. x rizeana, D. x vogtiana, D. x abantiana, D. x sultandagi, D. x kopdagiana, D. x balabiana, D. x renzii, D. x breviceras, D. x nevskii* ve *D. x sivasiana* olarak rapor edilmiştir (Anonim, 2022c).

Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerinden %30.48'i IUCN tarafından tehdit kategorilerinde sınıflandırılmaktadır. IUCN tarafından

tehdit kategorilerinde sınıflandırılan orkide türlerinden %1.8'i tehdit altında, %3.5'i zarar görebilir, %87.7'si en az tehdit altında ve %7.0'si ise bilinmeyen veri sınıfında yer almaktadır. Tehdit kategorilerinde en fazla yer alan cinsler 11 tür ile *Ophrys*, 9 tür ile *Anacamptis* ve 5 tür ile *Dactylorhiza* olmuştur (Anonymous, 2022a).

Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri Çizelge 1.2'de (Anonim, 2022c) ve dahil oldukları tehdit kategorileri ise Çizelge 1.3'te (Anonymous, 2022a) yer almaktadır. Çizelge 1.2 ile Çizelge 1.3 incelendiğinde, Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TUBİVES)'nde yer alan birden fazla türün; IUCN tarafından yayınlanan listede tek bir türe karşılık geldiği görülmektedir. Diğer bir deyişle, TUBİVES'te bazı türlerin 'Seçilmiş Bitki Familyalarının Dünya Kontrol Listesi' (WCSP-World Checklist of Selected Plant Families) ve 'Uluslararası Bitki İsimleri İndeksi' (IPNI-ınternational Plant Names Index)'ne göre sinonim oldukları rapor edilmektedir. Bununla birlikte, IUCN'de yer alan bazı türlerin sinonim olarak da TUBİVES ile eşleşmediği ve TUBİVES'te yer almayan bazı tür isimlerinin de bulunduğu belirlenmiştir (*H. hircinum*, *S. perviflora*, *S. vomeracea*, *Gennaria diphylla*). Söz konusu durum göz önünde bulundurulduğunda Türkiye'de yayılış gösteren tür sayısı ile endemik yumrulu orkide sayısının değişebileceği düşünülmektedir. Türkiye'de endemik olarak bilinen türlerin tehdit kategorileri değerlendirildiğinde veri tabanlarındaki benzer bir uyuşmazlık nedeniyle kesin bir sayı verilememekle birlikte; Türkiye'de endemik olduğu bilinen en az 5 türün (*E. bithynica*, *E. turcica*, *Ophrys phaseliana*, *O. hygrophila / O. karadenizensis* ve *O. antalyensis / O. hittitica*) IUCN'nin tehdit

kategorisinde yer aldığı görülmektedir (Anonim, 2022c; Anonymous, 2022a).

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Aceras	*A. anthropophorum*	Çimenli yamaçlar, makiler, bazik topraklar	0-800	Endemik değil	Güneybatı Anadolu
Coeloglossum	*C. viride*	Çimenli tepe kenarları, alpin çayırlık	600-2000		Kuzey Anadolu
Epipactis	*E. veratrifolia*	Kalkerli ıslak yamaçlar, dere kenarları	200-1500		Doğu ve Güney Anadolu
	E. palustris	ıslak bataklık çayırlığı	0-2000		Kuzey Türkiye, Doğu Anadolu
	E. helleborine	Koruluklar, çalılıklar	0-1800		G.doğu Anadolu
	E. pontica	Nemli Fagus ormanları	200-2000	Endemik	Kuzey Anadolu
	E. persica	Fagus, Abies ve Piceae ormanları	250-1700	Endemik değil	Kuzey, Güneybatı, Güney ve G.doğu Anadolu
	E. condensata	Bazik topraklar, Pinus korulukları	600-1600		Kuzey, Güneybatı, Güney ve Orta Anadolu
	E. microphylla	Koruluklar, çalılıklar	200-1700		Kuzey, Batı ve Orta Anadolu
	E. bithynica	Açık, nemli konifer ormanları, kaynak ve çay kenarları	1300-1800	Endemik	Bursa
	E. turcica	Kuru otlaklar, açık çam ormanı, firigana, meşe çalılığı, boş arazi, malozlu yamaçlar, fındık dikim arazisi; kalkerli, nadiren bazik topraklarda	300-1500		Kuzey ve Güney Anadolu
	E. x soguksuensis	-	1300	-	Ankara
Himantoglossum	*H. affine*	Kuru Quercus ormanları, maki, iğne yapraklı ormanlar, kalkerli yerler	200-1250	Endemik değil	Sahil ve Karasal Anadolu
	H. caprinum	Quercus orman ve çalılıkları, çimenlik ve ormanlıklar arasında, kalkerli yerler	200-1400		Kuzey, Kuzeybatı, Anadolu
	H. montis-tauri	Meşe çalılığı, otlu çayırlık ve açık meşe ve çam ormanları; kuru kalkerli topraklar	800-1200		Güney Anadolu
Neottia	*N. nidus-avis*	Gölgeli Fagus ormanları ve bazik topraklar	250-1950		Kuzeybatı Türkiye, Kuzey ve Güney Anadolu

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Serapias	*S. cordigera*	Maki, frigana, çorak arazi, çimenli yerler, yaş çayırlık, kalkerli ve şiştli topraklar	0	Endemik değil	Kuzeybatı Türkiye, Güneybatı Anadolu
	S. vomeracea subsp. orientalis	Frigana, maki, çayırlık, yaş yerler, yol kenarları, harabeler	300-1000		Sahil kesimi
	S. vomeracea subsp. laxiflora	Kurak veya ıslak otlu yerler, firigana, maki, yol kenarları, yıkıntılar, kalkerli topraklar	50-1000		Sahil kesimi
	S. orientalis subsp. caria	Maki, frigana, fakir tebeşir otlak ve kayalık çayırlar, nadiren nemli çayırlar ve açık çam ormanı; bazik veya kalkerli topraklar	0-400		Batı Anadolu
	S. politisii	Açık çam ormanı, maki, frigana, çayırlıklar ve fundalıklar, baz´ca zengin topraklar	0-700		Batı ve Güneybatı Anadolu
	S. feldwegiana	Islak çayırlar, fındıklıklar, çalılık dağlardaki otlak çayırlar, nadiren frigana, maki ve açık çam ormanı; nötralden bazik topraklara kadar	1000		Kuzey Anadolu
	S. levantina	Açık çam ormanları, maki, frigana ve nemli çayırlıklar; bazik veya kalkerli topraklar	0-600		Güney Anadolu
	S. x halacsyana	-	0	-	Muğla
Anacamptis	*A. pyramidalis*	Makilerde kayalı yamaçlar ve frigana, çayırlık, çimenli orman açıklıkları, zeytinlikler	0-1750	Endemik değil	Türkiye
Comperia	*C. comperiana*	Iğne yapraklı ve yaprak döken ormanlar	500-1750		Sahil ve Güney Anadolu
Epipogium	*E. aphyllum*	Islak Fagus ve Abies ormanları	900-1700		Kuzey Anadolu
Limodorum	*L. abortivum var. abortivum*	Yaprak döken ve karışık ormanlar, orman arası, Carpinus ve Quercus çalılıkları, maki	350-2300		Karasal Anadolu
	L. abortivum var. rubrum	Açık çam, meşe ve karışık orman, maki, firigana, çalılıklqarın yanı; bazca zengin veya kalkerli topraklar	100-1200		Sahil kesimi
Ophrys	*L. abortivum var. abortivum*	Kalkerli yamaçlar, frigana ve maki, Pinus brutia ormanları, zeytin ağaçlıkları	20-450		Batı ve Güney Anadolu
	O. vernixia subsp. regis-ferdinandii	Frigana, makiler, orman açıklıkları	0-200		Batı Anadolu
	O. fusca	Kalkerli yamaçlar frigana ve maki, zeytin ağaçlıkları, Pinus ormanları	0-250		Batı Anadolu

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Ophrys	*O. iricolor*	Frigana, maki, Pinus ormanları, kalkerli topraklar	0-450	Endemik değil	Batı ve Güney Anadolu
	O. omegaifera	Frigana, makiler arasında, kalkerli ve şiştli topraklarda iğne yapraklı ormanlar	0-500		Güneybatı Anadolu
	O.fleischmannii	Frigana, maki, Pinus brutia ormanları, kalkerli ve kireçli topraklar	0-450		Güney Anadolu
	O. lutea subsp. minor	Kalker kayalı yamaçlar, frigana, maki, zeytinlikler, orman kenarları, Pinus brutia ormanı	0-600		Kuzeybatı Türkiye, Batı ve Güney Anadolu
	O. sphegodes	Çimenli kalkerli yamaçlar, frigana, maki, zeytinlikler, çayırlıklar, iğne yapraklı orman	0-1100		Kuzey Türkiye, Batı Anadolu
	O. mammosa	Çimenli tepeler, frigana, maki, Quercus çalılıkları ve ormanları, Pinus ormanları	0-1250		Sahil kesimi
	O. transhyrcana subsp. transhyrcana	Maki, frigana, Quercus çalılıklarında çimenli yerler, iğne yapraklı ve yaprak döken orman	0-950		Doğu ve Güney Anadolu
	O. transhyrcana subsp. amanensis	Çimenli yerler, frigana, maki, Pinus ormanları	0-850	Endemik	Güney Anadolu
	O. lycia	Çayırlık, maki	0-500		Güney Anadolu
	O. ferrum-equinum	Çimenlik kalkerli yamaçlar, frigana, maki, Pinus ormanları	0-700	Endemik değil	Batı ve Güney Anadolu
	O. argolica subsp. argolica	Çimenlik kalkerli yamaçlar, frigana, maki, iğne yapraklı ormanlar	0-970		Güneybatı ve Güney Anadolu
	O. reinholdii subsp. reinholdii	Kalkerli yamaçlar, frigana, maki Quercus çalılıkları, Pinus ormanları	0-1000		Batı ve Güneybatı Anadolu
	O. reinholdii subsp. straussii	Quercus çalılıkları ve Pinus ormanlarında kalkerli yamaçlar Quercus ormanlar	200-1500		Doğu ve Güney Anadolu
	O. reinholdii subsp. leucotaenia	Quercus ve Pinus ormanları, kalkerli topraklar	550-920	Endemik	Güney Anadolu
	O. cilicica	Yaş çayırlıklar ve kırlar arasında, *Quercus coccifera* makileri, çimenlik ve kalkerli yer	500-1250		Güney ve G.doğu Anadolu
	O. holoserica subsp. holoserica	Kalker kayalı yamaçlar, frigana, maki, Quercus ormanları, Pinus ormanları	0-1550	Endemik değil	Batı ve Güney Anadolu
	O. holoserica subsp. candica	Maki, frigana, Pinus ormanları, yol kenarları	0-900		Güneybatı Anadolu
	O. holoserica subsp. heterochila	Pinus brutia ve Quercus ormanları, maki, kalkerli yerlerde	0-700	Endemik	Güneybatı ve Güney Anadolu

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Ophrys	*O. bornmuelleri subsp. bornmuelleri*	Kalkerli yamaçlar, frıgana, maki, Quercus çalılıkları, iğne yapraklı ve Quercus ormanları	0-1400	Endemik değil	Güney ve G.doğu Anadolu
	O. bornmuelleri subsp. grandiflora	Pinus ormanları, maki, Quercus ve Anagyris çalıları, yaş çayırlık, kalker ve şiştli toprak	0-850		Güney ve G.doğu Anadolu
	O. bornmuelleri subsp. carduchorum	Kalkerli çayırlıklar, Quercus orman ve çalılıkları	650-1000	Endemik	G.doğu Anadolu
	O. tenthredinifera	Çimenli kalkerli yamaçlar, frigana, maki, zeytin ağaçlıkları, Pinus ormanı	0-500	Endemik değil	Batı Türkiye ve Güneybatı Anadolu
	O. oestrifera subsp. oestrifera	Çayırlık, Quercus çalılıkları, Pinus ormanları, yol kenarı, yaş yerler	150-1700		Sahil, Güney ve Doğu Anadolu
	O. oestrifera subsp. heldreichii	Maki, frigana	0-750		Kuzeybatı Anadolu
	O. phrygia	Maki, frigana, Quercus çalılıkları, Pinus ormanları, kalkerli ve şiştli topraklar	0-1700	Endemik	Karasal, Güney ve G.doğu Anadolu
	O. umbilicata subsp. umbilicata	Kalkerli yamaçlar, frigana, maki, asphodelus otlakları, Quercus çalılıkları, Pinus ormanı	0-450	Endemik değil	Batı Türkiye ve Güneybatı Anadolu
	O. umbilicata subsp. khuzestanica	Quercus orman ve çalılıkları, maki, kalkerli topraklar	400-550		G.doğu Anadolu
	O. attica	Kalkerli yamaçlar, frigana, maki	0-250		Güney Anadolu
	O. isaura	Maki, Quercus ormanları, kalkerli topraklar	0-850	Endemik	Güney Anadolu
	O. schulzei	Kalkerli yamaçlar, Quercus ormanı ve çalılıkları, dağ otlakları	500-1500	Endemik değil	Güney ve G.doğu Anadolu
	O. apifera	Çimenli kalker tepeler, maki, frigana, çayırlık, yol kenarı, iğne yapraklı ve yaprak döken ormanlar	0-750		Sahil kesimi
	O. bombyliflora	Maki, frigana, zeytinlikler, yaş çayırlık, asphodelus otlaklar, kumlu ve killi topraklar	0-450		Batı Anadolu
	O. attaviria	Frigana, açık çam ormanları ve çalılıklar, kuru kalkerli topraklar	0-600		Batı Anadolu
	O. blitopertha	Açık çam ormanı, maki, frigana, zeytinlikler ve zayıf otlaklar; kalkerli topraklar	0-400		Batı ve Güneybatı Anadolu
	O. cinereophila	Maki, frigana, açık çam ormanı, asphodel çayırlığı ve boş arazi; kalkerli topraklar	0-400		Batı ve Güney Anadolu

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Ophrys	*O. israelitica*	Boş arazi, açık çam ormanı, maki, frigana ve çalılıklar; kalkerli topraklar	0-500	Endemik değil	Güney Anadolu
	O. leucadica	Çam ormanları, maki, zeytinlikler, zayıf otlaklar and asphodel çayırlıkları; kalkerli toprak	0-500		Güneybatı Anadolu
	O. phaseliana	Açık çam ormanları, frigana, çalılıklar ve yol kenarları; kalkerli topraklar	0-400	Endemik	Güneybatı Anadolu
	O. sitiaca	Açık çam ormanları, maki ve frigana; bazik veya kalkerli topraklar	0-900	Endemik değil	Batı ve Güneybatı Anadolu
	O. phrygana	Verimsiz otlaklar, zeytinlikler, açık çam ormanları, boş araziler, frigana ve maki; kalkerli topraklar	0-500		Güneybatı Anadolu
	O. pseudomammosa	Açık karışık ve kozalaklılar ormanı, maki, frigana, fakir çayırlıklar, zeytinlikler, yol kenarları, nisbeten nemli, bazik den hafifçe asidik topraklar	0-800		Kuzey Türkiye
	O. caucasica	Nemli yerler, fakir tebeşir otlakları, çalılıklar (fundalıklar), fındık tarlalarında kısa otlar arasında açıktan kapalıya kadar değişen yerler	300-900		Kuzey ve Güney Anadolu
	O. labiosa	Nemli çayırlıklar, açık çam, meşe ve karışık ormanlar, zeytinlikler, frigana, maki, çalılıklar ve boş araziler; kalkerli topraklar	0-1100		Güneybatı Anadolu
	O. lesbis	Frigana, maki, açık *Quercus pubescens* ağaçlarının bulunduğu zeytinlikler, kalkerli topraklar	0-200		Güneybatı Anadolu
	O. lucis	Açık çam, meşe ve servi ormanları, nadiren makiler veya frigana; kalkerli topraklar	0-1000		Güney Anadolu
	O. antiochiana	Açık yerler, fakir çayırlıklar, bazen çalılık veya fundalıkların kenarındaki yarı gölgelik yerler; kalkerli topraklar	500-900	Endemik	Güney Anadolu
	O. calypsus	Açık çam ormanları, frigana, maki, otlu yamaçlar, zeytinlikler ve yol kenarları; bazca zengin veya kalkerli topraklar	0-200	Endemik değil	Güneybatı Anadolu

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Ophrys	*O. episcopalis*	Maki, frigana, fakir çayırlıklar, boş araziler, çalılık kenarları, açık çam ve meşe ormanları, kalkerli topraklar	0-600	Endemik değil	Güney Anadolu
	O. homeri	Açık çam ormanları, frigana, maki, zeytinlikler, yol kenarları ve çayırlıklar; bazik veya kireç bakımından zengin topraklar	50-700		Güneybatı Anadolu
	O. minoa	Açık çam ormanları, zeytinlikler, maki, frigana ve çalılıklar; bazik veya kireç bakımından zengin topraklar	0-800		Güneybatı Anadolu
	O. minutula	Açık çam ormanları, maki, frigana ve fundalıklar; kireç bakımından zengin topraklar	0-300		Batı Anadolu
	O. climacis	Açık çam ve servi ormanları, kalkerli topraklar, çam ormanlarındaki dik yamaçlar, otlu yerler ve yol kenarları	0-1200	Endemik	Güneybatı Anadolu
	O. ziyaretiana	Maki, frigana, kayalık meralar, fundalıkların kenarları (meşe çalılıkları); kalkerli topraklar	300-1100	Endemik değil	Güney Anadolu
	O. bremifera	Maki, frigana, açık çam ormanları, meşe çalılıkları, yol kenarları ve çayırlıklar; bazik veya kalkerli topraklar	0-1700		K.doğu ve Güneybatı Anadolu
	O. hygrophila	Nemli çayırlıklar, meşe çalılıklarındaki ıslak yerler; kalkerli topraklar	1100-1400	Endemik	Güneybatı Anadolu
	O. karadenizensis	Fındıklıklar, yarı kurak otlaklar; kalkerli topraklar	0-500		Kuzey Anadolu
	O. lapethica	Otlu frigana, maki, açık çam ormanları, çayırlıklar; başlıca kalkerli topraklar	0-800	Endemik değil	Güney Anadolu
	O. bucephala	Maki, frigana, otlu tepe tarafları, zeytinlikler, yol kenarları ve çayırlıklar; nispeten kuraktan nemliye kadar değişen topraklar	0-400		Trakya, Batı Anadolu
	O. antalyensis	Çalılık (fundalık) sınırları, fakir çayırlı araziler ve açık meşe ve çam ormanları; kalkerli topraklar	0-800	Endemik	Güney Anadolu
	O. hittitica	Frigana, otlu maki, açık çam ormanları, çalılıklar; kuru kalkerli topraklar	0-650		Güney Anadolu
	O. x adelphica	-	350		İzmir
	O. x liceana	-	1000		Diyarbakır
	O. x notabilis	Bağlık	800		Siirt
	O. x macrostachys	Bağlık	650-700		Siirt

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Ophrys	*O. x perspicua*	Kalkerli topraklar	600-1400	Endemik	Siirt
	O. x skopelii	-	-	Endemik değil	Trabzon
	O. x sivana subsp. sivana	-	-		Batı ve Güneybatı Anadolu
	O. x inceburunensis	-	970	Endemik	Diyarbakır
	O. x carica subsp. carica	-	150		Muğla
	O. x kalteiseniana	-	600	Endemik değil	Muğla
	O. x holoserica subsp. halicarnassia	-	280	Endemik	Muğla
	O. x lydia subsp. lydia	-	250		İzmir
	Ophrys x kulpensis	-	950		Diyarbakır
	O. x vernixia subsp. butleri	-	250		İzmir
Spiranthes	*S. spiralis*	Pinus ormanları, çimenlik yerler	0-500	Endemik değil	Sahil kesimi
Barlia	*B. robertiana*	Kalkerli tepeler, çimenlik kayalı yamaçlar, Pinus ve Quercus ormanları, maki, frigana	0-630		Batı ve Güney Anadolu
Corallorhiza	*C. trifida*	Yosunlu nemli Piceae ve Abies ormanları	1380-2000		Kuzey Anadolu
Goodyera	*G. repens*	Nemli Piceae ve Pinus ormanları	1300-1850		Kuzey Anadolu
Listera	*L. ovata*	Su birikintileri, yaş ormanlar, subalpin çayırlıklar, alkali topraklar	50-1700		Kuzey, Güneybatı ve Güney Anadolu
	L. cordata	Piceae ve Abies ormanlarında asitli topraklar	1600-2200		Kuzey Anadolu
Orchis	*O. coriophora*	Yaş çayırlık, dereler, kuru kumlu yerler, ormanlar	20-1930		Türkiye
	O. sancta	Çimenli yerler, kalkerli topraklar	0-450		Batı ve Güney Anadolu
	O. tridentata	Çimenli yerler, maki, çalılık	0-1600		Sahil kesimi
	O. lactea	Çimenli yerler, kalkerli topraklar	0-500		Kuzeybatı Türkiye
	O. punctulata	Çalılıklar, orman kenarları	20-1350		Sahil ve Doğu Anadolu
	O. purpurea	Yaprak döken ormanların arası, çalılıklar ve kalkerli topraklar	1100-1750		Sahil ve Karasal Anadolu
	O. stevenii	Dağ çayırlıkları ve çaylar	600-1900		Doğu Anadolu
	O. simia	Çimenli tepeler, çalılık, kalkerli topraklar	0-1200		Sahil kesimi

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Orchis	*O. italica*	Çimenli yerler, maki	50-700	Endemik değil	Kuzeybatı, Batı ve Güney Anadolu
	O. morio subsp. morio	Çimenli tepeler, çalılık	60-1120		Kuzey ve Batı Anadolu
	O. morio subsp. picta	Çimenli yerler, maki	50-1850		Kuzey Türkiye, Batı ve Güney Anadolu
	O. morio subsp. syriaca	Pinus ormanları, maki ve frigana	20-1300		Güney Anadolu
	O. papilionacea subsp. heroica	Açık çam ormanları, kuru otlaklar, maki, frigana, çalılık sınırları; bazca zengin veya kalkerli topraklar	0-900		Batı Anadolu
	O. papilionacea subsp. schirwanica	Açık çam ormanları, maki, frigana, çalılık sınırı; kalkerli topraklar	0-700		Güney ve Doğu Anadolu
	O. collina	Çimenli ve taşlı yerler	0-1220		Batı Türkiye, G.doğu Anadolu
	O. spitzelii	Dağlardaki Pinus ormanları, Alpin çayırlıklar, kalkerli topraklar	500-2100		Sahil kesimi
	O. quadripunctata	Taşlı makiler	0-550		Batı Anadolu
	O. anatolica	Maki, çalılık ve Pinus ormanları	0-1650		Batı ve Güney Anadolu
	O. mascula subsp. pinetorum	Konifer orman arası, Fagus ormanları, Quercus çalılıkları	150-2400		Türkiye
	O. pallens	Dağ subalpin çayırlıklar ve ormanlarda ağaçsız yerler	1000-2400		Sahil kesimi
	O. provincialis	Pinus ormanlarında çimenli yerler, çalılıklar	0-1300		Kuzeybatı Anadolu
	O. palustris	Yaş çayırlık ve sazlıklar	0-1950		Türkiye
	O. laxiflora	Açık yerler, kısa otlaklar, açık ormanlar, frigana ve maki; taşlı ve kayalık yerler, çoğunlukla kalkerli topraklar	0-1400		Sahil kesimi
	O. sezikiana	Nemli ve bataklık çayırlıklar ve bahar bataklıkları, küçük su birikintilerinin kıyıları, çoğunlukla sazların arasında	0-600		Batı ve Güneybatı Anadolu
	O. dinsmorei	-	0-1000		Güney Anadolu
	O. x kallithea	Fındıklıklar	-		Aydın

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Orchis	*O. x mackaensis*	Ormanlar	-	Endemik	Trabzon
	O. x fitzii	-	850-860		Zonguldak
	O. x timbalii	-	1450-1800	Endemik değil	Doğu Anadolu
	O. x debeauxii	-	620		İçel
	O. x wulffiana	-	600		Çoruh
	O. x calliantha	-	850	Endemik	Diyarbakır
Steveniella	*S. satyrioides*	İğne yapraklı ve yaprak döken ormanlar, çimenlik ve ormanlar arası, Quercus çalılıkları	0-1300	Endemik değil	Kuzey Anadolu
Cephalanthera	*C. epipactoides*	Makiler, Konifer ve Quercus ormanları ve çalılıkları, kalkerli topraklar	0-1200		Sahil kesimi
	C. kurdica	Maki, Quercus ve Konifer ormanları, kalkerli ve şiştli topraklar	0-1500		K.doğu, Doğu ve Güney Anadolu
	C. rubra	Maki, Quercus çalılıkları, karışık ve Konifer ormanları, kalkerli ve şiştli topraklar	0-2000		Türkiye
	C. longifolia	Orman yanlarında çayırlıklar, yaprak döken ve Konifer ormanları	200-2000		Sahil kesimi
	C. damasonium	Yaprak döken ve konifer ormanlarında gölgeli yerler, dağlık bölgeler	0-1800		Türkiye (Doğuda seyrek)
	C. kotschyana	Dağlık yaprak döken ormanlar, Quercus çalılığı	850-1740	Endemik	Kuzey, Güney ve Doğu Anadolu
	C. x taubenheimii	Meşe çalılığı	1600		Tunceli
	C. x schulzei	-	800	-	Trabzon
	C. x schaberi	-	250	Endemik	Çanakkale
Dactylorhiza	*D. iberica*	Yaş çayırlık ve otlaklar, göller ve dereler	900-2500	Endemik değil	Türkiye
	D. romana subsp. romana	Kalkerli yamaçlar, maki ve Quercus çalılıkları, karışık ve Konifer ormanları	0-2000		Sahil kesimi
	D. romana subsp. georgica	İğne yapraklı ormanlar ve orman kenarları, Quercus çalılıkları, Alpin çayırlıklar	20-2000		Kuzey ve Doğu Anadolu
	D. saccifera	Ormanlar, orman kenarları, dere kenarları	800-1680		Sahil ve Karasal Anadolu
	D. urvilleana	Nemli yer, yaprak döken ve iğne yapraklı ormanlar, Picea-Rhodendron çalılığı, dere kenarı	0-2500		Kuzey ve K.doğu Anadolu
	D. nieschalkiorum	Yaş ve nemli yerler, dere kenarları, bataklık nehir kenarları, nemli ormanlar	1000-1700	Endemik	Kuzey Anadolu

Çizelge 1.2 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerine ait genel takson bilgileri (devam)

Cins	Tür	Habitat	Rakım	Endemi Durumu	Türkiye Dağılımı
Dactylorhiza	*D. euxina var. euxina*	Yaş çayırlık, çaylar, orman kenarları	1150-2900	Endemik değil	K.doğu Anadolu
	D. euxina var. markowitschii	Yaş çayırlık, çaylar, orman kenarları	1150-2900		K.doğu Anadolu
	D. incarnata	Otlaklar, yaş yerler, nehir kenarları, kalkerli topraklar	700-1400		Kuzeybatı, Batı ve Güney Anadolu
	D. osmanica var. osmanica	Nemli yerler, yaş çayırlıklar, orman kenarları, dereler	550-2400	Endemik	Kuzey, Orta ve Güney Anadolu
	D.osmanica var. anatolica	Nemli çayırlıklar, dereler	1000-1900		Güney ve Orta Anadolu
	D.umbrosa	Nemli ve Alpin çayırlıklar, Salix veya Tamarix çalılıkları, dere kenarları	1500-3300	Endemik değil	Doğu ve G.doğu Anadolu
	D.bithynica	Açık kozalaklı ormanları, yol kenarı çukurluklar, su basmış ormanlar, nemli molozlu yamaçlar, nispeten ıslak topraklar	800-1200	Endemik	Kuzeybatı Anadolu
	D.ilgazica	Çöplük vejetasyonu ile bahar sularının bastığı ve ıslak yerler, çoğu kez açık karışık ormanların sınırları; bazikten asitçe zengin topraklar	0-1800		Kuzey ve Doğu Anadolu
	D. x boluiana	-	1100		Bolu
	D.x bayburtiana	-	2400		Bayburt
	D. x rizeana	Alpin yerler	1900		Rize
	D. x vogtiana	-	1200		Bolu
	D. x abantiana	Göl kenarları	1200		Bolu
	D.x sultandagi	-	1100		Konya
	D. x kopdagiana	-	1650-2400		Gümüşhane
	D. x balabiana	-	1550-1600		Giresun
	D. x renzii	-	-		Bolu
	D. x breviceras	-	-		Amasya
	D. x nevskii	-	-		Sivas/ Erzincan
	D. x sivasiana	-	1350		Çoruh
Gymnadenia	*G. conopsea*	Alpin ve subalpin çayırlıklar, kırlar	1000-2800	Endemik değil	K.doğu Anadolu
Neotinea	*N. maculata*	Iğne yapraklı ormanlar, çalılıklar	0-1300		Kuzeybatı Türkiye, Batı ve Güney Anadolu
Platanthera	*P. bifolia*	Orman açıklıkları, orman kenarları, çayırlıklar, kalkerli ve asitli topraklar	0-2000		Sahil kesimi
	P.chlorantha	Iğne yapraklı ve yaprak döken ormanlar, ıslak orman kenarları	0-2200		Türkiye
	P. holmboei	Açık çam ormanı ve karışık orman, maki ve frigana: bazca zengin topraklar	300-1900		Güney Anadolu
	P. x hybrida	-	450	-	Kuzey Anadolu
Traunsteinera	*T. sphaerica*	Alpin çayırlık ve otlaklar, orman kenarları	1600-2400	-	K.doğu ve Doğu Anadolu

Çizelge 1.3 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerinin dahil oldukları tehdit kategorileri

Tür	**Sinonim (Çizelge 1.2'deki türlere göre)**	**Tehdit Kategorisi**
Orchis quadripunctata	-	LC
Anacamptis laxiflora	*Orchis laxiflora*	
Orchis anthropophora	*Aceras anthropophorum*	
Anacamptis pyramidalis	-	
Anacamptis papilionacea	*Orchis papilionacea subsp. schirwanica*	
Anacamptis coriophora	*Orchis coriophora*	
Orchis simia	*Orchis simia*	
Anacamptis sancta	*Orchis sancta*	
Himantoglossum hircinum	?	
Orchis militaris	*Orchis italica*	
Dactylorhiza viridis	*Coeloglossum viridis*	
Ophrys fusca	*Ophrys attaviria, O. leucadica, O. phaseliana,*	
Ophrys bombyliflora	-	
Ophrys tenthredinifera	-	
Platanthera chlorantha subsp. holmboei	*Platanthera holmboei*	
Anacamptis palustris	*Orchis palustris*	
Serapias parviflora	*?*	
Neotinea lactea	*Orchis lactea*	
Anacamptis morio	*Orchis morio subsp. morio*	
Ophrys sphegodes	*Ophrys sphegodes*	
Anacamptis collina	*Orchis collina*	
Ophrys lutea	*Ophrys fusca, Ophrys attaviria, O. leucadica, O. phaseliana, O. punctulata*	
Platanthera bifolia	-	
Neottia nidus-avis	-	
Platanthera chlorantha	-	
Orchis punctulata	-	
Ophrys fuciflora	*O. minoa*	
Himantoglossum robertianum	*Berlia robertiana*	
Ophrys scolopax	*Ophrys bremifera, O. hygrophila, O. karadenizensis*	
Ophrys sphegodes subsp. mammosa	*Ophrys antalyensis, Ophrys caucasica, Ophrys hittitica, Ophrys mammosa, Ophrys transhyrcana*	
Ophrys omegaifera subsp. israelitica	*Ophrys israelitica*	
Anacamptis morio subsp. syriaca	*Orchis morio subsp. syriaca*	
Epipactis helleborine subsp. bithynica	*Epipactis bithynica*	
Serapias cordigera	-	
Serapias vomeracea	?	
Dactylorhiza urvilleana	-	
Cephalanthera epipactoides	-	DD (Asya-Avrupa) /VU (Avrupa)
Dactylorhiza euxina	*Dactylorhiza euxina subsp. euxina*	NT
Dactylorhiza iberica	-	VU
Epipactis palustris	-	LC
Ophrys umbilicata	*Ophrys umbilicata subsp. umbicilita*	

Çizelge 1.3 Türkiye'de yayılış gösteren orkide türlerinin dahil oldukları tehdit kategorileri (devam)

Tür	**Sinonim (Çizelge 1.2'deki türlere göre)**	**Tehdit Kategorisi**
Ophrys apifera	-	LC
Spiranthes spiralis	-	
Epipactis atrorubens	*Epipactis microphylla*	
Dactylorhiza saccifera	-	
Dactylorhiza romana	*Dactylorhiza romana subsp. romana*	
Epipactis helleborine subsp. turcica	*Epipactis turcica*	DD
Epipactis helleborine subsp. densifolia	*?*	
Epipactis helleborine	-	LC
Cephalanthera damasonium	-	
Cephalanthera rubra	-	
Serapias bergonii	*Serapias vomeracea subsp. laxiflora*	DD
Neotinea tridentata	*Orchis tridentata*	LC
Neottia cordata	*Listera cordata*	
Gennaria diphylla	?	
Cephalanthera longifolia	-	

DD: Veri Yetersiz, LC: En Az Tehdit Altında, VU: Zarar Görebilir, NT: Tehdit Altında

Türkiye'de yayılış gösteren 17 farklı yumrulu orkide cinsinden 11 tanesi Türkiye'de salep yapımında kullanılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi'ne göre salep, *Orchidaceae* familyasına ait yumrulu cins ve türlere ait orta kuşak orkidelerinde çiçeklenmesini tamamlamış bitkilerde yumruların tekniğe uygun yöntemler ile kurutulması ve öğütülmesi sonucunda elde edilen hammadde olarak tanımlanmaktadır (Türkmen, 2019).

Türkiye'de doğal olarak bulunan ve salep yapımında kullanılan salep orkideleri; *Orchis* (32 tür), *Ophrys* (77 tür), *Serapias* (8 tür), *Platanthera* (4 tür), *Dactylorhiza* (26 tür), *Anacamptis* (1 tür), *Himantoglossum* (3 tür), *Barlia* (1 tür), *Comperia* (1 tür), *Aceras* (1 tür),

Neotinea (1 tür) cinslerine ait türlerdir (Turgay ve Dayısoylu, 2011; Çığ ve ark., 2012). 77 tür ile *Ophrys,* 32 tür ile de *Orchis* salep yapımında en fazla tercih edilen cinslerdir. 11 cinse ait toplam 156 adet yumrulu orkide türü bulunmakla birlikte, bu orkide türlerinden %95.67'si salep yapımında kullanılmaktadır. Salep yapımında en fazla tercih edilen *Ophrys* cinsi aynı zamanda 26 adet tür ile en fazla endemik türe sahip cinstir. Bu cinsi 17 adet ile *Dactylorhiza* takip etmektedir (Anonim, 2022c). Bununla birlikte; Tarım ve Orman Bakanlığı ile FAO iş birliği tarafından 'Türkiye'nin Biyoçeşitliliği: Genetik Kaynakların Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemlerine Katkısı' isimli kaynakta Türkiye'de 26 cins ve 271 taksonun bulunduğu ve salebin *Orchis* (60 takson, 1'i endemik), *Ophrys* (105 takson, 36'sı endemik), *Serapias* (10 takson), *Platanthera* (4 takson) ve *Dactylorhiza* (40 takson, 14 endemik) cinslerine ait yumrulardan elde edildiği ifade edilmektedir (Muminjanov ve Karagöz 2019).

Orkide türlerinin Türkiye coğrafyasının neredeyse tamamında yayılış gösterdiği bilinmektedir (Çizelge 1.2). Bununla birlikte, Türkiye'de salep yapımında kullanılan türler esas olarak; Kuzey Anadolu bölgesi (Tokat, Yozgat, Ordu, Giresun, Kastamonu, Samsun, Bartın, Karabük, Düzce, Bolu), Güneydoğu Anadolu bölgesi (Kahramanmaraş, Adıyaman ve Malatya), Doğu Anadolu bölgesi (Van, Muş, Bitlis, Sivas), Batı Anadolu bölgesi (Balıkesir, Bilecik-Kütahya, Eskişehir) ile Ege ve Güney Anadolu bölgesi (Muğla, Mersin, Antalya ve İzmir) olmak üzere 5 farklı bölgeden sağlanmaktadır (Özhatay ve ark., 1997; Sezik, 2007). Kuzey Anadolu Bölgesi'nde Kastamonu, Tokat ve Yozgat illerinde salep elde edilmekte olup; piyasada Kastamonu salebi

olarak adlandırılmaktadır. Ege ve Güney Anadolu Bölgesi'nde İzmir, Muğla, Antalya ve Mersin illerinde salep elde edilmekte olup; piyasada Muğla salebi, Antalya salebi ve Silifke salebi olarak adlandırılmaktadır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Kahramanmaraş, Adıyaman ve Malatya illerinde salep elde edilmekte olup; piyasada Kahramanmaraş salebi olarak adlandırılmaktadır. Doğu Anadolu Bölgesi'nde Van, Muş ve Bitlis illerinde salep elde edilmekte olup; piyasada Van salebi olarak adlandırılmaktadır. Batı Anadolu Bölgesi'nde ise Bilecik ve Kütahya illerinde ticari olarak salep elde edildiği bilinmektedir. Ticari salepler içinde Muğla, Kahramanmaraş ve Kastamonu saleplerinin kalite bakımından oldukça iyi oldukları bildirilmiştir (Sandal, 2009). Bölgelerde ortak olarak toplanan türler *Orchis anatolica*, *O. tridentata*, *O. pinetorum*, *Anacamptis pyramidalis* ve *Dactyorhiza romana*'dır. Piyasada düşük kaliteli 'çayır salebi' adı verilen bir salepte bulunmakla birlikte; *D. iberica, D. osmanica, Orchis palustris* ve *O. coriophora* türlerinden elde edilmektedir (Sezik, 2007).

Salepte kalitenin belirlenmesinde önemli bir kriter olan glikomannan içeriği bakımından Türkiye salep orkidelerinin cins bazında bir değerlendirmesi yapıldığında; *Orchis* cinsinde glikomannan içeriğinin %7.84-%45.53 arasında, *Ophrys* cinsinde %16.90, *Serapias* cinsinde %35.66-%47.76 arasında, *Dactylorhiza* cinsinde %32.90-%48.54 arasında, *Anacamptis* cinsinde %14.60-%25.08 arasında, *Comperia* cinsinde %35.66, *Himantoglossum* cinsinde %36.64 ve *Platanthera* cinsinde ise %35.82 olduğu belirlenmiştir (Şen ve ark., 2018). Türkiye'de toplanan ve farklı isimlerle piyasaya sunulan saleplerin elde edildiği türlere ilişkin kalite özellikleri ise Çizelge 1.4'te verilmiştir

(Tekinşen ve Güner, 2009; Şen, 2016; Ekinoğlu, 2017; Ertaş ve ark., 2019; Türkmen, 2019).

Çizelge 1.4 Türkiye'de salep yapımında kullanılan bazı orkide türlerinin kalite özellikleri

Tür	Glukomannan İçeriği (g/100g)	Nişasta İçeriği (g/100g)
Serapias levantina subsp. feldwegiana	42.76	13.30
Orchis punctulata	21.55	36.42
Comperia comperiana	35.66	25.65
Dactylorhiza romana subsp. georgica	48.54	12.73
*Orchis tridentata**	42.27 / 24.50 / 42.36	17.08 / 36.04 / 15.19
*Orchis sancta**	17.41 / 15.70 / 29.47	41.61 / 10.64
Orchis pallens	45.53	15.24
*Anacamptis pyramidalis**	14.60 / 44.72 /17.59	43.98 / 5.94
*Ophrys apifera**	16.10 / 9.24	40.07 / 7.65
Orchis mascula subsp. pinetorum	43.67	21.92
Serapias womeracea ssp. laxiflora	35.66	24.61
Orchis morio subsp. picta	19.14	40.21
Himantoglossum affine	36.64	35.00
*Serapias vomeracea subsp. vomeracea**	47.36 / 40.56	15.07 / 1.35
*Orchis laxiflora**	14.96 / 33.61	12.22 / 1.07
Anacamptis coriophora subsp. fragrans	25.08	13.50
Dactylorhiza saccifera	32.97	8.94
Orchis spitzelii	39.18	4.58
*Platanthera chlorantha**	35.82 / 17.11	5.96 / 8.30
*Orchis palustris**	7.84 / 20.53	12.24 / 27.57
*Orchis anatolica**	57.04 / 43.50	2.75 /10.71
Orchis pinetorum	50.11	0.69
*Orchis italica**	49.36 / 54.62	1.25 / 11.02
*Orchis morio**	32.11 / 51.21	25.04 / 7.99
*Orchis simia**	29.89 / 38.28	1.71 / 10.36
Himantoglossum longibracteatatum	20.95	10.99
Orchis fuciflora	9.60	18.78
Orchis fusca	6.82	12.77
Serapias lingua	26.39	7.67
Himantoglossum hircinum	7.55	7.14
Ophrys sphegodes	25.65	10.19
Orchis coriophora	28.96	16.95
*Ophrys mammosa**	17.65 / 28.60	33.81
Dactylorhiza osmanica	22.46	38.72
Serapias vomeracea subsp. orientalis	44.83	13.43
Ophrys lutea	30.13	-
Ophrys umbilicata	30.17	-

*Farklı araştırmacılar tarafından farklı yöntem ile belirlenmiş ve farklı bölgelerden toplanmış veriler

Türkiye'de salep orkideleri genel olarak gıda amaçlı ve çoğunlukla sıcak içecek ile dondurma hammaddesi olarak değerlendirilmektedir. Buna ilaveten, süs bitkisi ve hayvan yemi olarak kullanıldığı bilinmektedir. *A. pyramidalis, Orchis anatolica, O. sancta, O. purpurea, O. tridentata, Serapias politisi*i ve *S. orientalis* türleri süs bitkisi amaçlı, *O. stevenii* ve *D. umbrosa* türleri ise hayvan yemi amaçlı değerlendirilmektedir (Sargın ve ark., 2013; Korkmaz ve Alpaslan, 2015). Yerel halk tarafından antidiyabetik (*Orchis simia*), iltihap önleyici (*Orchis coriophora*), mide ülseri tedavisi (*D. osmanica*), kuvvet verici ve çocuk diyare kesici olarak tıbbi amaçlar ile de kullanılmaktadır (Baytop, 1999; Korkmaz ve Alpaslan, 2015; Aytar ve Kömpe, 2021).

Türkiye coğrafyasında yayılış gösteren ve farklı kullanım amaçlarına hizmet eden orkide türleri başta aşırı toplama olmak üzere; habitat kaybı, sanayileşme, hızlı nüfus artışı, aşırı otlatma, turizm faaliyetleri, tarımsal faaliyetler, orman yangınları gibi nedenlerden ötürü tehdit altındadır (Sezik, 2002; Kreutz 2009). Salep orkidelerinin korunması amacıyla ilk olarak 1974 yılında salep ihracatı yasaklanmıştır. Nitekim Türkiye, birçok Avrupa ülkesine salep ihracatı gerçekleştiren en önemli ve en kaliteli salep üreticisi ülke konumundadır (Aytar ve Kömpe, 2021). İhracatın yasaklanmasının ardından 01.07.1975 tarihinde Washington'da yürürlüğe giren ve 20.06.1996 tarihli 22672 sayılı Resmi Gazete'de yayınlanması ile Türkiye'nin de dahil olduğu 'Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora: CITES' sözleşmesi ile orkide türleri koruma altına alınmıştır. Bununla birlikte 2004 yılında orkide türlerinin doğadan

toplanmalarını sınırlayan 'Doğal Çiçek Soğanlarının Sökümü, Üretimi ve Ticaretine İlişkin Yönetmelik' yürürlüğe girmiştir. Bu yönetmelikle Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından doğadan toplanarak ihracatı serbest ve yasak olan çiçek soğanları ile ihracatı serbest olan türlerin ihracat miktarları belirlenmiştir. 18 Aralık 2020 tarihli ve 31338 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan 2020/41 nolu 'Doğal Çiçek Soğanlarının 2021 Yılı İhracat Listesi Hakkında Tebliğ'e göre; tüm salep orkidesi türlerinin doğadan toplanmak suretiyle ihraç edilmesi yasaklanmıştır. Aynı tebliğ 7. madde'de; izinsiz ve kaçak toplayan kişi veya kuruluşlara 9/8/1983 tarihli ve 2872 sayılı Çevre Kanunu uyarınca işlem yapılacağı belirtilmiştir. Salep orkidelerinin neredeyse tamamı belirli yasalar ile koruma altına alınmış ve cezai yaptırımlar söz konusu olmuş olsa da sökümler halen devam etmektedir (Sandal Erzurumlu ve Doran, 2011).

Türkiye'de salep orkidelerinin yumruları genel olarak çiçeklenme döneminde ve/veya yapraklar belirgin hale geldiği zaman toplanmaktadır (Baytop, 1999). Topraktan sökülen yumrularda ilk olarak toprak kalıntılarından arındırılması için su ile yıkama işlemi yapılmaktadır. Yıkama işlemi ile birlikte salep yapımında kullanılacak parlak görünümlü yeni yumru ayıklanmaktadır. Ayıklanan yumrular, enzim aktivitelerinin durdurularak filizlenmelerini önlemek ve kendine has aroma oluşturabilmeleri için ayran, süt, peyniraltı suyu, çökelek suyu, ayran veyahut su ile yaklaşık 10-15 dakika kaynatıldıktan sonra hemen soğuk su ile soğutma işlemine tabii tutulmaktadır. Son olarak beton üzerine ya da kilimlerin üzerine serilerek veyahut ipe dizilerek diş ile kırılamayacak kadar sertliğe ulaşana dek tercihen güneşsiz havadar bir yerde 7-10 gün kadar kurutma işlemi yapılmaktadır.

Kurutulduktan sonra en fazla 3 cm uzunluğunda ve 2 g ağırlığında kalan yumrular dövülerek ya da öğütülerek salep elde edilmektedir (Şen, 2016). Salebin elde edilmesi sırasında kaynatma ve/veya kurutma işlemleri bölgeden bölgeye farklılık gösterebilmektedir (Sezik 1984).

Türkiye'de salep üretimine ilişkin değerler çoğunlukla doğadan toplama yapılması nedeniyle net olarak bilinmemektedir. Ancak 300 ton salep orkidesinin doğadan toplandığı ve toplam 60 ton kuru salep üretimi yapıldığı düşünülmektedir. 1 kg yumru için 250-300 adet orkideye ve 1 kg salep elde etmek için 1000-4000 adet yumruya ihtiyaç duyulmaktadır (Sezik, 1984). Dolayısıyla iç tüketime yönelik olarak ortalama 110 milyon adet salep orkidesinin toplandığı tahmin edilmektedir. Söz konusu salep üretiminin; sırasıyla Ege (%50), Akdeniz (%15), Karadeniz (%15), İç Anadolu (%10), Doğu Anadolu (%5) ve Güneydoğu Anadolu (%5) bölgelerinden gerçekleştiği rapor edilmektedir. Ayrıca sınır ticareti yoluyla İran, Irak ve Gürcistan gibi ülkelerden yaklaşık 20 ton kuru salebin Türkiye pazarına sunulduğu bildirilmektedir. İç pazarda kuru salep tüketiminin 70 ton civarında gerçekleştiği düşünülmektedir. Salep ticaretinin daha çok yerel tüccarlar aracılığıyla yapıldığı ve internet aracılığı ile satışların son yıllarda hızla artış gösterdiği bilinmektedir. 1 kg yaş yumru 10-15 TL'den satılmakta olup salep tozu için pazar fiyatı 400 TL/kg'dır (Girgin, 2018). Salep üretimi yapan birçok üretici bulunmasının yanında TOBB 2021 yılı verilerine göre; Türkiye'de 'Diğer kök ve yumruların unu ve tozları' başlığı altında üretici firma sayısı; bir tanesi Antalya'da bir diğeri de Nevşehir'de olmak üzere 2 adet olarak görülmektedir (Anonim, 2021). Bununla birlikte, 2021 yılında

Türkiye'de en kaliteli salepler arasında anılan Akdağmadeni salepleri; markalaştırılarak belediye tarafından oluşturulan satış noktalarında ticari anlamda satışa sunulmaktadır (Aenonim 2021d).

4. Akdağmadeni Salep Orkideleri ve Akdağmadeni Salebi

Adını yayılış gösterdiği bölgeden alan Akdağmadeni salep orkideleri; Akdağmadeni çevresi, Yukarı Çulhalı-Davulbaz-Başçatak Köyleri, Ortaköy-Ortaköy Yaylası, Aşağı Çulhalı-Hayran-Dokuzköy-Üçkaraağaç Köyleri, Tekkegüneyi-Akçakışla-Oluközü Köyleri ve çevresinde ormanlık ve çayırlık alanlarda 1300 ile 2000 m rakım arasında genellikle meşe, kavak, çam, sarıçam, karamuk altında gölgelik ve yarı gölgelik alanlarda doğal olarak bulunmaktadır (Orhan, 2006).

Bölgede genel olarak yayılış gösterdiği bilinen türler; *Dactylorhiza, Orchis, Limodorum, Anacamptis, Comperia, Ophrys* ile *Platanthera* cinslerine ait türlerdir. *D. romana, O. pinetorum* ve *P. chlorantha* daha yaygın olarak görülen türler olmakla birlikte *D. iberica, D. incarnata, O. coriophora, O. pallens, O. palustris, O. tridentata, O. anatolica, O. purpurea, O. morio, O. bremifera, A. pyramidalis, C. comperiana, L. abortivum* türlerine rastlanmaktadır (Orhan, 2006; Kılıç ve ark., 2017). Orhan (2006) tarafından *Cephalanthera damasonium, C. kotschyana, C. rubra, Epipactis helleborine, Himantoglossum affine, Neottia nidusavis, Ophrys bremifera* orkide türlerinin ve Şen (2016) tarafından da *D. romana subsp. georgica*'nın bulunduğu ifade edilmektedir. Ayrıca Orhan (2006) tarafından aktarılan ve günümüze kadar herbaryum ve literatür kaynaklarında rastlanan Akdağmadeni A5, A6,

B5 ve B6 karelerinden ve çevresinden toplanmış gerek salep yapımında kullanılan gerek kullanılmayan 40 adet orkide türü Tablo 1.6'da verilmiştir.

Tablo 1.6 Akdağmandeni orkide türleri

1	*A.pyramidalis*	21	*Gymnadenia conopsea*
2	*Cephalanthera damasonium*	22	*H. affine*
3	*C. epipactoides*	23	*H. caprinum*
4	*C. kotschyana*	24	*L. sativum*
5	*C. rubra*	25	*Neottia nidus-avis*
6	*Comperia comperiana*	26	*Orchis coriophora*
7	*D. iberica*	27	*O. morio subsp. morio*
8	*D. incarnata*	28	*O. morio subsp. picta*
9	*D. nieschalkiorum*	29	*O. pallens*
10	*D. osmanica*	30	*O. palustris*
11	*D. romana*	31	*O. pinetorum*
12	*D. saccifera*	32	*O. purpurea*
13	*Epipactis bithynica*	33	*O. tridentata*
14	*E. helleborine*	34	*Ophrys bremifera*
15	*E. microphylla*	35	*O. apifera*
16	*E. persica*	36	*O. mammosa*
17	*E. pelustris*	37	*O. oestrifera*
18	*E. veratrifolia*	38	*P. bifolia*
19	*E. aphyllum*	39	*P. chlorantha*
20	*Goodyera repens*	40	*Steveniella satryioides*

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; Yozgat Akdağmadeni Bölgesi'nde günümüze kadar 13 cinse ait 40 türün yer aldığı; bu bölgedeki bazı orkide türlerinin dünyada yayılışlarının endemik olduğu; salep elde edilmesinde kullanılan türler arasında diğer bölgelerde doğal olarak yetişen ancak salep üretiminde kullanılmayan türlerin yer aldığı ve en az 16 farklı türün salep elde edilmesinde kullanıldığı görülmektedir.

Bölgede salep yapımında kullanılan tür sayısı yıldan yıla değişmekte olup (Orhan, 2006, Sezik, 2007, Kılıç ve ark., 2017), orkide yapımında kullanılan türlerin bölgedeki yoğunluklarına göre farklılık gösterdiği düşünülmektedir. Ayrıca çalışmalarda orkide türlerinin tanımlanmasında ve isimlendirilmesinde benzerlikler kadar farklılıklar da yer almaktadır. İsimlendirme ve tanımlamada karşılaşılan sorunların mevcut tür ve kullanılan tür sayısındaki farklılıklara yol açması muhtemeldir (Bkz. Çizelge 1.3).

Bölgede yayılış gösteren türler bölge halkı tarafından farklı şekillerde adlandırılmakta olup; yaprak şekline, yetiştiği yere ve yumru şekline bağlı olarak çayır salebi, yemlik salebi, kurt kulağı salebi, meşe salebi, orman salebi, çatal salep ve top salep gibi farklı isimlerle anılmaktadır (Kılıç ve ark., 2017). Bölge halkı tarafından çayırda ve/veya nemli alanlarda yetişen tüm türlere çayır salebi denilmekle birlikte parçalı ya da yassı şekle sahip yumrular da bu isimle anılmaktadır. Çayır salebi olarak adlandırılan türler; *Orchis palustris, O. coriophora, D. iberica, D. incamata* ve *Ophrys bremifera*'dır. *P. chlorantha* türü, yapraklarının benzerliği nedeniyle kurt kulağı salebi ya da topbaş olarak isimlendirilmektedir. *D. romana ssp. romana,* yaprakları yemlik adı verilen bir bitkiye benzediği için yemlik salebi olarak adlandırılmaktadır. *Orchis pinetorum* ise çiriş salebi olarak adlandırılmaktadır (Orhan, 2006).

Salep orkidelerinin yayılış göstermiş olduğu Akdağmadeni İlçesi'nde karasal iklim ile Karadeniz iklimi arasında bir geçiş iklimi görülmektedir. Yaz ayları ılık ve kurak, kış ayları ise karlı, rüzgârlı ve

parçalı bulutlu geçmektedir. Ortalama sıcaklık 8-12°C olup yaz aylarında ortalama sıcaklık 20-25°C arasında değişmektedir. En sıcak ay ağustos ayıdır ve en soğuk ay ise ocak ayıdır. Yıllık ortalama yağış miktarı 480-500 mm civarındadır. Sahip olduğu toprakların büyük bir bölümü ormanlarla kaplıdır ve İl'in en çok yağış alan ilçesidir. En yağışlı ay mayıs ve en kurak ay ise ağustos ayıdır. Vejetasyon dönemi 5.3 ay (163 gün) sürmekte ve yaklaşık 3 Mayıs tarihinde başlamakta ve 14 Ekim tarihinde son bulmaktadır. Nadiren 13 Nisan tarihinden önce veya 22 Mayıs tarihinden sonra başlayıp nadiren 22 Eylül tarihinden önce veya 6 Kasım tarihinden sonra sona erdiği bilinmektedir (Anonim 2022e). Toprak tekstürü kumlu tınlı olup, toprak pH'sı 5.97-7.42 arasında değişmektedir. Organik madde düzeyleri ise %3.2 ile 15.93 arasındadır. Kireç düzeyi %0.32-%14.94, EC değerleri ise 0.04-0.78 mmhos/cm arasındadır (Gülşen ve Atilabey, 2017).

Türlere göre değişmekle birlikte nisan-ağustos aylarında çiçeklenen Akdağmadeni salep orkidelerinin yumruları; salep toplayıcısı köylüler tarafından nisan ve haziran aylarında el çapası ile doğadan sökülerek toplanmaktadır. Yumrular henüz çiçekte iken toplanmakta olup; bazı toplayıcılar tarafından verimin artması için salebin gün dönümü olarak adlandırılan haziran sonundan başlayarak ağustos sonuna kadar tohum kapsüllerinin görüldüğü dönemde toplanması gerektiği; ancak gelir kaygısı nedeniyle erken toplama yapıldığı belirtilmektedir. Nisan-haziran aylarında toplanan 8 kilo yaş yumrudan 1 kilo kuru yumru elde edilirken; gün dönümünden itibaren toplanan 4 kilo yaş yumrudan 1 kilo kuru yumru elde edilmektedir. Yumruları alınmış çiçekler ya tekrar toprağa dikilmekte ya da atılmaktadır. Çiçeklerin tekrar dikilmesi ile

sürekliliğin sağlanabileceği eski toplayıcılar tarafından bilinmekte ancak daha genç olan ve salep orkidesini tanımayan toplayıcılar tarafından çok dikkat edilmemektedir. Yumrular, bele bağlanan kese, çuval, naylon poşet içerisine toplanmakta ya da toprağı ile alınmaktadır. Satışa kadar da serin bir yerde muhafaza edilmektedir. Toprak ile muhafaza edilen yumrular 1 aya kadar verim kaybı olmadan bekletilebilmekte ise de çıplak olarak muhafaza edilen yumrularda 15-20 gün sonra kararma görülmekte ve salep verimi düşmektedir. Kilosu 20-40 TL arasında ilçe merkezindeki ya da il dışındaki toptancılara satılan salep; kabaca yıkanmakta ve süzülmektedir. Toptancılarda da kaynatma ve kurutma işlemleri yapılmaktadır. Kaynatma işlemi 10-60 kiloluk bakır kazanlarda ya da tenekelerde su içinde yapılmaktadır. Tam olarak kaynatılmayan yumrularda kararma görülmekte; çok kaynatılanlarda ise verim düşmektedir. Daha önce kaynatma sırasında yumruların parlak görünmesi için süt veya peyniraltı suyu kullanılmakta ise de değirmende toz haline getirilirken ve tüketilirken kötü kokuya neden olması sebebiyle artık uygulanmamaktadır. Kaynatılan yumrular eleklerle süzüldükten sonra kasalarda suyun uzaklaştırılması için dinlenmeye bırakılmaktadır. Ardından beton ve toprak üzerine örtülmüş ince pamuk örtüler üzerine serilerek iyice sertleşinceye kadar güneşte kurutulmaktadır. Hava sıcaklığına bağlı olarak yumruların kurutulması 4 gün ile 1 ay kadar sürmektedir. Kurutma süresi uzadıkça küf oluşumu nedeniyle kalite düşmektedir. Kuruyan yumrular çuvallar içerisinde serin ve gölge alanlarda saklanmaktadır. Kuru yumruların kilosu 250-400 TL arasında satılmaktadır. Öğütme işlemi ilçede yapılmamaktadır. Genellikle

kurutulmuş haldeki salepler Kahramanmaraş ve Bucak'ta toplanmaktadır (Kılıç ve ark., 2017). Aynı zamanda Akdağmadeni salebi en çok dondurmacılar tarafından alınmaktadır ve Çanakkale ve Siirt illerinden yoğun bir talep görmektedir (Gülşen ve Atilabey, 2017). Bölge halkı tarafından çok tüketilmemekle birlikte bazı toplayıcılar astım, bronşit gibi rahatsızlıklara karşı tüketmektedirler (Kılıç ve ark., 2017).

Piyasada yer alan en kaliteli saleplerden biri olan Akdağmadeni salepleri çoğunlukla gıda hammaddesi olarak satılmaktadır. Diğer bölgelerden elde edilen saleplerden 1 litreye 10-15 gram salep katılırken; Akdağmadeni salebinden 1 litreye 5 gram katılması kıvam ve aroma bakımından yeterli olmaktadır. Dolayısıyla glikomannan içeriğinin yüksek olduğu düşünülmektedir (Kılıç ve ark., 2017). Nitekim Gülşen ve Atilabey (2017) tarafından Akdağmadeni salebinin kültüre alınması projesinde yapılan analizler sonucunda glikomannan içeriğinin ülkemizde yayılış gösteren ve toplanan salep türleri ile karşılaştırıldığında ortalamanın üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Proje kapsamında ve bazı diğer çalışmalarda Akdağmadeni bölgesinden toplanan salep orkidesi türleri ile bu türlere ait bazı kalite özellikleri Çizelge 1.5'te verilmiştir.

Çizelge 1.5 Akdağmadeni ilçesinde tespit edilen salep orkidesi türlerinin bazı kalite özellikleri (Şen, 2016; Gülşen ve Atilabey, 2017).

Tür	**Glikomannan (%)**	**Mannoz (%)**	**Glikoz (%)**	**Azot (%)**	**Protein (%)**	**Kül (%)**	**Kuru madde (%)**	**Nem (%)**
D. romana	50.54	33.13	17.40	0.60	3.77	6.40	90.06	9.40
Orchis mascula subsp. pinetorum	35.72	25.64	10.07	0.69	4.31	11.05	91.40	8.60
O. tridentata	33.63	24.89	8.73	0.53	3.31	7.36	91.70	8.30
O. purpurea subsp. causcasica	38.33	28.78	9.54	0.57	3.56	16.73	92.30	7.70
O. pallens	45.53	-	-	-	4.05	1.65	89.95	-
D. romana subsp. georgia	48.54*	-	-	-	5.94*	1.74*	90.21*	-

*g/100g olarak hesaplanmıştır.

Yozgat-Akdağmadeni Bölgesi'nden piyasaya yüksek miktarlarda verilen salebin, kalitesi nedeniyle aranılan ticari bir salep olduğu belirtilmektedir. Günümüze değin Muğla, Kastamonu, Kahramanmaraş, Antalya, Silifke ve Van saleplerinin kimyasal özellikleri ve kalitesi, işlenme şekilleri ve hangi türlerden elde edildikleri gibi konularda birçok çalışma mevcut iken Yozgat-Akdağmadeni salep orkideleri hakkında çok az çalışma bulunmaktadır (Orhan, 2006).

Son yıllarda Akdağmadeni salep orkidelerinin kültüre alınması üzerine yürütülen proje sonuçları incelendiğinde; hastalık ve/veya doğadan

toplanan yumrularda kalite özelliklerinin düşük olması (yumruların küçük ve kof olması) nedeniyle istenilen düzeyde bir sonuca ulaşılamamış ve canlı bitki sayısı %10-15 olarak belirlenmiştir (Gülşen ve Atilabey, 2017). Bununla birlikte son yıllarda yapılan çalışmalarda salep ticareti yapan bölge halkının yıllık gelirinin 1000 TL ile 20.000 TL arasında değiştiği, ormancılık işiyle uğraşan kişilerin %55,4'ünün salep ticareti yaptığı, genellikle daha yüksek gelir getirmesi nedeniyle doğrudan satışın tercih edildiği, bölge halkının salep bitkisini morfolojik olarak tanıdığı, bilinçli toplama yapıldığı (bitkiyi toplarken bir adet yumrunun alınarak diğer yumrunun tekrar toprağa dikilmesi), genelde gıda maddesi olarak tüketildiği belirlenmiştir (Hakverdi, 2016; Hakverdi, 2021). Ayrıca Akdağmadeni Salebi 16.09.2021 tarihinde Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından tescillenmiş ve coğrafi işaret almıştır (Anonim, 2022f).

Şekil 1-8'de Akdağmadeni ilçesinde yayılış gösteren bazı salep orkideleri hakkında kısa bilgiler yer almaktadır (Orhan, 2006). Şekil 1 ve Şekil 8 fotoğrafları Kılıç ve ark. (2017)'ye; Şekil 9 ve Şekil 16 arasındaki fotoğraflar ise Orhan (2006)'ya aittir.

Şekil 1. *Dactylorhiza romana*: 1560-1630 m rakımda; genellikle çam ağacı altında bulunmaktadır. Sarımsı beyaz, açık pembe, koyu pembe olmak üzere farklı renklerde çiçeklere sahiptir.

Şekil 2. *Limodorum abortivum:* 1400-1465 m rakımda bulunmaktadır. Diğer türlerden daha geç çiçeklenmektedir. Bölge halkı tarafından çok bilinmemekle birlikte bazı köylüler tarafından salep yapımında kullanılmaktadır.

Şekil 3. *Orchis anatolica*: 1700 m rakımda bulunmaktadır. Pembe renkli çiçeklere sahiptir. Gövde ve yapraklarda koyu renkli beneklere sahip olan tipleri de görülmektedir.

Şekil 4. *Orchis pinetorum*: 1550-1650 m rakımda genellikle çam ağacı altında bulunmaktadır. Pembe renkli çiçeklere sahiptir.

Şekil 5. *Orchis morio*: 1635 m rakımda çam ağacı altında bulunmaktadır. Mor renkli çiçeklere sahiptir.

Şekil 6. *Orchis pallens:* 1560 m rakımda çam ağacı altında bulunmaktadır. Sarı renkli çiçeklere sahiptir.

Şekil 7. *Orchis purpurea:* 1400-1465 m rakımda meşe ağacı altında bulunmaktadır. Petal dışı mor renkli; içi beyaz renkte ve beneklidir.

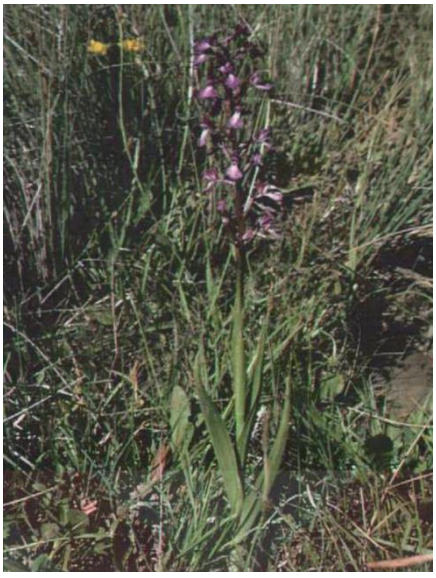
Şekil 8. *Platanthera chlorontha:* 1400-1465 m rakımda meşe ağacı altında bulunmaktadır. Beyaz renkli çiçeklere sahiptir.

Şekil 9. *Dactylorhiza iberica:* 1300-1550 m rakımda ıslak çayırlar ve dere kenarlarında bulunmaktadır. Çiçekler beyaz mor-eflatun renkte koyu mor beneklidir.

Şekil 10. *Dactylorhiza incanata:* 1300-1750 m rakımda çayırlar ve nehir kıyıları ve ıslak bölgelerde bulunmaktadır. Çiçekler pembe, eflatun ve mor renklerde olabilir.

Şekil 11. *Orchis coriophora:* 1400-1500 m rakımda ıslak çayırlar ve orman açıklıklarında bulunmaktadır. Çiçekler koyu mor,, kahvrengimsi-kırmızı veya yeşilimsi kırmızı renktedir.

Şekil 12. *Orchis palustris:* 1500-1600 m rakımda ıslak çayırlar ve bataklıklarda bulunmaktadır. Çiçekler mor, nadiren pembe renktedir.



Şekil 13. *Orchis tridentata:* 1400-1800 m rakımda çayırlık yerlerde, makilerde, çalılıklarda ve sarıçam ormanı açıklıklarında bulunmaktadır. Çiçekler pembe-eflatun renktedir.

Şekil 14. *Ophrys bremifera:* 1350 m rakımda dere kenarlarında ve sulak çayırlarda bulunmaktadır.

Şekil 15. *Anacamptis pyramidalis:* 1800-1900 m rakımda orman açıklıklarında ve kuru çayırlık yamaçlarda bulunmaktadır. Çiçekler parlak kırmızı veya koyudan açığa pembe renkte olabilir.

Şekil 16. *Comperia comperiana:* 1300-1400 m rakımda meşe ormanlarında bulunmaktadır.

Orkide türleri bakımından zengin bir floraya sahip olan Akdağmadeni'nde salep, bölge halkı için önemli bir gelir kaynağıdır.

Salep yapımı amacıyla yumruların toplanması; yasak olmasına rağmen yoğun bir şekilde devam etmekte olup; toplayıcı sayısı giderek artmaktadır. Yumruların çiçekli dönemde toplanması yanında yeni yetişen toplayıcılar tarafından çiçeklerin söküldükten sonra atılması da türlerin neslinin devamı için risk oluşturmaktadır. Akdağmadeni Bölgesi'nde mevsime bağlı olarak 1 ile 4 kg/gün salep yumrusu doğadan sökülerek toplanmaktadır (Orhan, 2006). Ortalama bir salep yumrusunun 0.5 g olduğu düşünüldüğünde günde 2000 ile 8000 adet salep orkidesinin tahrip edildiği görülmektedir. Kültüre alınamamış bu bitki türlerinin böyle bilinçsiz ve aşırı toplanması; nesillerini tükenme tehlikesi ile karşı karşıya bırakmaktadır (Gümüş ve Ellialtıoğlu, 2010). Akdağmadeni saleplerinin piyasada bulunan en kaliteli salepler arasında yer aldığının düşünülmesi ve buna paralel olarak talebin giderek artması bu bitki türleri üzerinde toplamadan kaynaklanan baskıyı arttırmakta ve sürdürülebilirliği zorlaştırmaktadır. Bu nedenle bu türlerin kontrollü bir şekilde toplanması sağlanmalıdır. Bu türlerin korunması amacıyla gen kaynakları oluşturulması, doku kültürü yoluyla ya da ıslah çalışmalarıyla kültüre alınmaları ve üretilmeleri ile ilgili daha çok araştırmaya ve yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Türlerin bulunduğu alanlardan toprak örnekleri alınarak mikorizalar ve diğer rizosfer mikroorganizmalarının bu türler üzerindeki rolü araştırılmalı; türlerin ışık, sıcaklık, toprak pH'sı gibi ekolojik istekleri ortaya konulmalıdır. Ayrıca Akdağmadeni salep orkidelerinin agronomik özellikleri ile nişasta ve glikomannan oranları da belirlenerek salep kalitesi tam olarak ortaya konulmalıdır.

5. Kaynaklar

Anonim, 2021a. Orkide Yetiştiriciliği. Meslekî Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi (MEGEP), http://hbogm.meb.gov.tr, (Erişim tarihi: 01.03.2022).

Anonim, 2021b. Kastamonu İli Salep İşleme Ön Fizibilite Raporu, T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, T.C. Kuzey Anadolu Kalkınma Ajansı, https://www.yatirimadestek.gov.tr/pdf/assets/upload/fizibiliteler/kastamonu-ili-salep-isleme-on-fizibilite-raporu2021.pdf, (Erişim tarihi: 02.03.2022).

Anonim, 2022c. Türkiye Bitkileri Veri Servisi (TUBİVES), http://194.27.225.161 /yasin/tubives/index.php?sayfa=dizin, (Erişim tarihi: 02.03.2022).

Anonim, 2022d. Akdağmadeni Salebi Satış Noktalarında, https://www.yozgatcamlik. com/, (Erişim tarihi: 02.03.2022).

Anonim, 2022e. Akdağmadeni Bölgesinde Yıl Boyu İklim ve Hava Durumu, https://tr.weatherspark.com/, (Erişin tarihi: 02.03.2022).

Anonim, 2022f. Yozgat'ın "Akdağmadeni salebi" tescillendi, https://www.trthaber. com/haber, (Erişim tarihi: 02.03.2022).

Anonymous, 2022a. International Union for Conservation of Nature (IUCN), https://www.iucnredlist.org/, (Erişim tarihi: 01.03.2022).

Anonymous, 2022b. Fragrant Orchids, https://libguides.nybg.org/fragrantorchids, (Erişim tarihi: 01.03.2022).

Aytar, E.C.,, Kömpe, Y.Ö. (2021). Orkidelerin geleneksel kullanımları, fitokimyasal içerikleri ve biyolojik aktiviteleri. Karadeniz Mühendislik ve Bilim Dergisi, 4 (3): 141-152.

Baytop, T. 1999. Türkiye'de bitkiler ile tedavi (geçmişte ve bugün). Nobel Tıp Kitabevi, 480s. İstanbul.

Beaman, T.F., Wood, J.J., Beaman, R.S., Beaman, J.H. (2001). Orchids of Sarawak. Natural History Publications, 548 pp. Malezya.

Bozkurt, N. (2012). Orkide Salepgiller: Anadolu Orkideleri. Faruk Akbaş (ed.), Say Yayınları, 96-110, Türkiye.

Bozyel, M.E., Merdamert, E., Gönüz, A. (2014). Ülkemizde Orkide Çeşitliliği. *5.Ulusal Çevre ve Ekoloji Öğrenci Kongresi*, 1-2 Mart, 54-60, Ankara, Türkiye.

Bulpitt, C.J., Li, Y., Bulpitt, P.F., Wang, J.(2007). The use of orchids in Chinese medicine. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 100 (12): 558-563.

Cullen, J. (1992). The Orchid Book. Hardcover; Cambridge, Cambridge University Press, 592 pp. İngiltere.

Orhan, Ç. 2006. *Akdağmadeni salebi üzerine araştırmalar* (Yüksek Lisans Tezi) Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Çığ, A., İşler, S., Öztürk, F. (2012). Salep Orkidelerinde Yapılan Bazı Simbiyotik ve Asimbiyotik Çoğaltma Çalışmalarının Karşılaştırılması. *Türkiye 2. Orkide ve Salep Çalıştayı*, 25-26 Nisan, 281-293, İzmir, Türkiye.

Çalışkan, Ö., Kurt, D. (2019). Tarihi kayıtlar ile geçmişten günümüze salep orkideleri, *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 6 (3): 349-355.

Çalışkan, Ö., Kurt, D., Odabaş, M.S. (2020). Morphological developments of *Orchis purpurea* huds. salep orchids. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 63 (e20190769): 13p.

Dodson, C.H. (2022). Orchids, https://www.britannica.com/plant/orchid/Structural-diversity, (Erişim tarihi: 01.03.2022).

Ekinoğlu, D.N. (2017). *Salep Orkidelerinin Mikroçoğaltımı* (Yüksek Lisans Tezi) Fırat Üniversitesi Fen bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Ertaş, S., Özel, A., Erden, K. (2019). Determination of the botanical properties and glucomannan contents of some salep species cultivated in Şanlıurfa conditions. *Harran Journal of Agricultural and Food Science*, 23 (1): 39-46.

Faruk, A., Papikyan, A., Nersesyan, A. (2021). Exploring effective conservation of charismatic flora: orchids in armenia as a case study. *MDPI Diversity*, 13 (624): 1-15.

Girgin, H.N. (2018). *Anadolu'da yetişen salep orkidesi tohumlarının immobilize edilerek çimlenebilir hale getirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi) Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat, Türkiye.

Gümüş, C. (2009). *Batı Karadeniz bölgesinde salep elde edilmesinde kullanılan bazı orkide türlerinin (Orchidaceae) çoğaltım yöntemleri üzerinde araştırmalar* (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

Gümüş, C., Ellialtıoğlu, Ş. (2010). *Orchis laxiflora Lam.* Tohumlarının Asimbiyotik Olarak Çimlendirilmesi ve in Vitro Koşullarda Bitkiye Dönüşümü Üzerine Araştırmalar. *IV. Süs Bitkileri Kongresi*, 22-24 Ekim, 88-98, Mersin, Türkiye.

Gülşen, O., Atilabey, M.F. (2017). Akdağmadeni salebin kültüre alınması projesi sonuç raporu. Orta Anadolu Kalkınma Ajansı, Türkiye.

Hakverdi, A.E. (2016). *Akdağmadeni yöresi bazı tıbbi aromatik bitkileri* (Yüksek lisans tezi) Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Hakverdi, A.E., Salep Ticaretinin Orman Köylüsüne Ekonomik Katkılarının Değerlendirilmesi. Ziraat, Orman ve Su Ürünlerinde Araştırma ve Değerlendirmeler Gece Kitaplığı Yayınları Bölüm 1, Ankara.

Kılıç, T., Koç, A., Balcı, G., Koç, M. (2017). Sustainability of Genetic Resorcues: Yozgat-Akdağmadeni Salep Orchids. *International Final Cenference. Interactive Conservation Platform for Orchids Native to Greece and Turkey (ICON)*, 18-21 April, Abstract Book, Antalya, Turkey.

Korkmaz, M., Alpaslan, Z. (2015). Ergan Dağı Erzincan-Türkiye'nin etnobotanik özellikleri. *Bağbahçe Bilim Dergisi*, 1 (3): 1-31.

Kreutz, C.A.J. (2009). Türkiye Orkideleri. Rota Yayınları, 848s., İstanbul.

Muminjanov, H., Karagöz, A. 2019. Türkiye'nin Biyoçeşitliliği: Genetik Kaynakların Sürdürülebilir Tarım ve Gıda Sistemlerine Katkısı. FAO, 222 s., Türkiye.

Orhan, Ç. (2006). *Akdağmadeni salebi üzerine araştırmalar* (Yüksek lisans tezi) Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Özhatay, N., Koyuncu, M., Atay, S., Byfield, A. (1997). Türkiye'nin Doğal Tıbbi Bitkilerinin Ticareti Hakkında Bir Çalışma. Doğal Hayatı Koruma Derneği, İstanbul, Türkiye.

Parlak, S., Tutar, M. (2014). *Anacamptis sancta* Salep Orkidesinde Yaprak Gübresi Uygulamasının Yumru İriliğine Etkisi. *III. Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu*, 8-10 Mayıs, 1-6, Kahramanmaraş, Türkiye.

Ramya, M., Jang, S., An, H.R., Lee, S.Y., Park, P.M., Park, P.H. 2020. Volatile organic compounds from orchids: from synthesis and function to gene regulation. *MDPI International Journal of Molecular Sciences*, 21 (1160): 19p.

Sandal, G. (2009). *Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yetişen orkideler ve yetişme ortamı nitelikleri ile tehdit faktörlerinin araştırılması* (Doktora Tezi) Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Sandal Erzurumlu, G., Doran, İ. (2011). Türkiye'de salep orkideleri ve salep kültürü. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (1): 29-34.

Sandal, G., Söğüt, Z. (2010). Türkiye orkideleri (salepler). *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 23 (2): 109-116.

Sargın, S.A., Selvi, S., Akçiçek, E. (2013). Alaşehir (Manisa) ve çevresinde yetişen bazı geofitlerin etnobotanik açıdan incelenmesi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 29 (2): 170-178.

Sert, S., Arslanoğlu, F.Ş., Özdemir, M. (2019). Tehdit Altındaki Bitki; Salep. *2. Uluslararası 19 Mayıs Yenilikçi Bilimsel Yaklaşımlar Kongresi Uygulamalı Bilimler,* 27-29 Aralık, 1187-1198, Samsun, Türkiye.

Sezik, E. (1984). Orkidelerimiz. Türkiye'nin Orkideleri. Sandoz Kültür Yayınları No:6. Güzel Sanatlar Matbaası, 166, İstanbul.

Sezik, E. (2002). Turkish orchids and salep. *Acta Pharmaceutica Turcica,* 44: 151-157.

Sezik, E. (2007). Salep ve Orkidelerin Tahribi. Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Kurumu (TUBİTAK), Proje Sonuç Raporu, 142s, Türkiye.

Sezik, E. (2012). Salep mi? Orkideler mi?. II. Salep Orkidesi Çalıştayı, 25-26 Nisan, 37-45, İzmir, Türkiye.

Şen, M.A. (2016). *Türkiye'nin değişik yörelerinden toplanan orkidelerden elde edilen saleplerin özelliklerinin belirlenmesi ve geleneksel yöntemle Maraş usulü dondurma yapımında ürün kalitesine etkilerinin araştırılması* (Doktora Tezi) Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.

Şen, M.A. 2017. Topraktan Külaha Yasak Hzine 'Salep'. *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 42: 65-69.

Tekinşen, K.K., Güner, A. (2009). Kahramanmaraş Yöresinde Yetişen Saleplerin Kimyasal Bileşiminin ve Bazı Fizikokimyasal Niteliklerinin Araştırılması. Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri, Proje No: 06401061, Konya.

Turgay, Ö., Dayısoylu, S. (2011). Salebin Gıda Sanayinde Kullanımı. *I. Salep Orkidesi Çalıştayı*, 24-25 Mayıs, 7-12, Kahramanmaraş, Türkiye.

Türkmen, N. (2019). *Bazı yabani orkide türlerinden elde edilen saleplerin maraş usulü dondurma üretiminde kullanım olanaklarının araştırılması* (Doktora Tezi), Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

BÖLÜM 6

GÜLLERDE BİTKİ BÜYÜME DÜZENLEYİCİLERİNİN KULLANIMI

Dr. Ezgi DOĞAN[1*], Dr. Tuğba KILIÇ[2]

[1*]Dr. Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye. ezgidogan@bingol.edu.tr, Orcid: 0000-0003-0854-7134
[2]Dr. Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Yozgat, Türkiye. tugba.kilic@bozok.edu.tr, Orcid: 0000-0002-0528-7552
*Sorumlu Yazar: ezgidogan@bingol.edu.tr

1. Giriş

Bitkilerde normal büyüme ve gelişme süreçlerinde su, ışık, karbondioksit ve besin maddeleri ile birlikte daha birçok iç ve dış faktörün etkili olduğu bilinmektedir. İç faktörler, bitki büyüme ve gelişimini düzenleyen birçok kimyasal süreci kapsamaktadır. Nitekim bitkilerde büyüme ve gelişme olayları için hücreler arası kimyasal iletişime ihtiyaç duyulmaktadır (Algül ve ark., 2016). Bu iletişim ağını sağlayan en temel yapılar bitki büyüme düzenleyici maddelerdir. Bitki büyüme düzenleyiciler, bitkiler tarafından oluşturulabilme veya bitkilere dışarıdan uygulanabilme, çok düşük konsantrasyonlarda dahi büyüme, gelişme ve diğer fizyolojik olayları tek başına veya birlikte etkileyebilme, oluştukları dokularda etkin olabildikleri gibi diğer bitki aksamlarına da taşınarak bu aksamlarda faaliyet gösterebilme gibi özelliklere sahip organik veya sentetik maddeleri içermektedir. Bitkilerde bir veya daha fazla fizyolojik olayı düzenleyen bu maddelere hormon ya da fitohormon adı da verilmektedir. Ancak hormonların bitki büyüme düzenleyici maddeler sınıfında yer alması yanında her bitki büyüme düzenleyici maddenin hormon olarak adlandırılması bir tartışma konusudur (Gaspar ve ark., 1996; Anonim 2022a). Bunun yanında bazı kaynaklarda, bitki doku ve hücreleri tarafından doğal olarak sentezlenen içsel bileşikler hormon olarak adlandırılırken; dışardan uygulanan sentetik bileşikler bitki büyüme düzenleyicisi olarak kabul edilmektedir (Jime´nez, 2005).

Genel olarak bitki büyüme düzenleyici maddeler, doğal ve sentetik olmak üzere iki sınıfa ayrılmaktadır. Bitki tarafından sentezlenenler

doğal bitki büyüme düzenleyiciler olarak adlandırılırken, doğal bitki büyüme düzenleyicilerden sağlanan bilgiler esas alınarak laboratuvar ortamında sentezlenen sentetik bitki büyüme düzenleyicisi denilmektedir (Kaynak ve Ersoy, 1997). Gerek sentetik gerek doğal bitki büyüme düzenleyicileri; tohumların çimlenme gücünü artırmak, çelikle çoğaltmayı sağlamak, çiçeklenmeyi teşvik etmek veya geciktirmek, meyvelerde tohum oluşumunu artırmak, meyve iriliğini artırmak, olgunlaşmayı hızlandırmak, bitkilerde hasat sonrası muhafaza süresini uzatmak, hasat öncesi meyve dökümlerini engellemek, biyotik ve abiyotik stres koşullarına toleransı / dayanımı arttırmak, yabancı ot kontrolünü sağlamak, dormansiyi kırmak, makinalı hasadı kolaylaştırmak, doku kültürü çalışmalarında kök-sürgün ve yumru oluşumunu teşvik etmek gibi farklı birçok amaca yönelik olarak kullanılmaktadır (Budak ve ark., 1994; Kaynak ve Ersoy, 1997; Kumlay ve Eryiğit, 2011).

Kullanım amaçlarından da anlaşılacağı üzere bitki büyüme düzenleyicileri, uyarıcı ve engelleyici özellikte olabilmektedir. Uyarıcılar, bitki büyüme ve gelişmesini başlatıp hızlandırma özelliğine sahiptir. Engelleyiciler ise bitkilerde büyüme ve gelişmeyi yavaşlatma ve/veya durdurma özelliğine sahiptir (Bayoğlu, 2021). Bitkilerde stimülatör ve inhibitör özellikleri ile vejetatif gelişmeyi kontrol eden, döllenme biyolojisi ve çoğaltım fizyolojisini etkileyen, strese karşı tepki oluşturan bitki büyüme düzenleyicisi maddeler arasında oksin, giberellin, sitokinin, etilen, absisik asit, strigolakton, brassinosteroid, jasmonik asit, salisilik asit, süksinik asit, melatonin, florigen, vernalin,

rizokalin, poliamin, paclobutrazol, ancymidol, uniconazole vb. daha birçok madde sayılmaktadır (Toungos, 2018; Sezgin ve Kahya 2018; Anonim, 2022b). Bitki büyüme düzenleyicisi olarak bilinen bu maddeler kullanılan doza göre hem stimülatör hem de inhibitör etki gösterebilmektedir. Örneğin; oksin grubu bir hormon olan IAA, kök uzamasını teşvik etmek amacıyla kullanılırken yüksek dozlarda kök uzamasını inhibe edebilmektedir (Khundur ve Omer, 2015).

Yirminci yüzyılın başından günümüze kadar bitki büyüme düzenleyiciler, birçok bilimsel araştırmaya konu olmuş ve detaylı çalışmalara ihtiyaç duyulmuştur. Bu çalışmalarda yeni maddeler tespit edilmiş, bitkilere göre uygun doz denemeleri yapılmış ve etki mekanizmaları araştırılmıştır. Günümüzde halen çalışmalar devam etmekle birlikte farklı tür ve çeşitlerde çalışmalar yapılarak etkinliklerinin ortaya konması ve uygun dozların tespit edilerek pratikte kullanılabilirliğinin sağlanması yüksek verim ve kalitede üretim yapılabilmesi bakımından önem arz etmektedir. Çünkü bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanılan doza göre farklı etkiler oluşturması yanında tür ve çeşide göre de etkinliklerinin değişebileceği bilinmektedir (Tosun ve Koyuncu, 2007). Bitki büyüme düzenleyicilerinin doğru zaman ve doğru konsantrasyonlarda kullanımı çok hızlı bir şekilde ticari ve estetik değeri yüksek, gözle görülür bir gelişme ile sonuçlanabilmektedir.

Dünyada birçok ülke tarafından üretimi ve ticareti yapılan bitkiler içerisinde farklı kullanım alanları ile ön plana çıkan ve her yıl yüzlerce farklı yeni çeşit ile piyasaya sunulan güllerde yüksek verim ve kalitede

üretim yaparak pazardaki mevcut konumun korunması birçok firma tarafından büyük önem taşımaktadır (Kılıç, 2020). Bu amaçla güllerde bitki büyüme düzenleyici maddelerin kullanıldığı bilinmektedir. Günümüze kadar bitki büyüme düzenleyici maddeler güllerde; tohum çimlenmesi, vejetatif çoğaltma, büyüme ve çiçeklenmenin kontrolü, çiçek yaşlanmasının geciktirilmesi ve kesme çiçeklerin vazo ömrünün uzatılması gibi amaçlara yönelik olarak başarıyla kullanılmıştır. Bu amaçlara yönelik olarak oksin, giberellin, sitokinin, absisik asit grubu hormonlar ve etilen, güllerde sıklıkla kullanılan bitki büyüme düzenleyicilerdir. Güllerde genellikle çeliklerin köklenmesi ve doku kültürü için indol asetik asit (IAA), indol butirik asit (IBA), naftalin asetik asit (NAA), yine doku kültürü için 2,4-diklorofenoksi asetik asit (2,4-D) ve benziladenin (BA); tohum çimlenmesi, çiçeklenme, vejetatif büyümeyi teşvik etme ve çiçek yaşlanmasının inhibisyonu için gibberellik asit grubu hormonlar; yan dallanmanın teşviki için dikegulac sodyum; büyümenin geciktirilmesi, engellenmesi, bodurlaşma ve çiçek oluşumu için chlormequet, paclobutrazol, daminozide, ethephon, malic hydrazide, morphactin ve 2,3,5-triiodo benzoik asit, ancimidol; hasat sonrası dayanımın uzatılması için ise kinetin, giberellik asit, benzil adenin, süksinik asit gibi bitki büyüme düzenleyici maddeler kullanılmaktadır (Bhattacharjee ve Banerji, 2010)

Güllerde bitki büyüme düzenleyici maddeler ile ilgi farklı çalışmalar yürütülmüş olmakla birlikte, güncel çalışma sonuçları ve gelişmeler nedeniyle daha birçok çalışmaya da ihtiyaç duyulmaktadır. Çevre

dostu, uygun maliyetli, çok düşük dozlarda dahi etkin olabilen ve güllerde daha yüksek verim ve kalite sağlayabilen yeni bitki büyüme düzenleyicilerinin tespit edilmesine ve pratiğe aktarılmasına yönelik çalışmalar büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmalar için zemin oluşturması bakımından daha önce yapılmış literatürün de ortaya konması gerekmektedir. Bu bölüm ile güllerde bitki büyüme düzenleyici maddelerin kullanımı ve etkileri üzerine yapılan çalışmalar hakkında kısaca bilgi verilmeye çalışılmıştır.

2. Güllerde Tohum Çimlenmesi Üzerine Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı

Dormansi, güllerde tohum ile çoğaltmada başarıyı etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Perikarpın su emiliminin engellenmesi (fiziksel dormansi) ve perikarp ile tohum kabuğunda absisik asit gibi inhibitörlerin bulunması (fizyolojik dormansi) tohum çimlenmesini önlemektedir (Jackson, 1968; Tillberg, 1983; Bo ve ark., 1995). Güllerde tohum çimlenmesini engelleyen ABA, kimyasal yollarla uzaklaştırılabilmektedir. Gobbe (1978), tohumların 2000 ppm GA_3 solüsyonunda 24 saat bekletilmesi ile tohum çimlenme oranının %73'e çıktığını belirlemiştir. Venkataraman ve ark. (1990), floribunda ve hibrit çay güllerinde 100 ppm GA_3 uygulaması ile çimlenme oranının arttırıldığını rapor etmiştir. Bununla birlikte Prakash (2002), GA_3 uygulamasının gül tohumlarının çimlenme oranı üzerine etkili olmadığını ifade etmiştir. Ramesh ve ark. (1993) ise 4 mg GA_3/L+2mg BA/L ile eklenerek hazırlanan MS ortamına ekilen 'Priyadatshini'

çeşidine ait tohumlarda % 81.88 çimlenme oranı ile başarılı sonuçlar elde edildiğini bildirmiştir.

Güllerde GA_3 ve BA kullanımı ile embriyo kurtarma sonucunda elde edilen embriyolarda çimlenme süresi kısaltılmıştır (Jackson, 1968). 1.0 µm BA ve 0.05 µm NAA eklenmiş modifiye edilmiş MS ortamına alınan *Rosa hybrida* türüne ait embriyolarda çimlenme oranında artış gözlenmiştir (Burger ve ark., 1990). Aynı etki BA ve kinetin eklenen ortamlara alınan *R. rogusa*' dan tohumlarından elde edilen embriyolarda da görülmüştür. Güllerde somatik embriyogenesis çalışmalarında da yüksek dozda kullanılan 2,4-D 'nin *R. hybrida* ve *R. chinensis miniata'da* embriyogenezi arttırdığı belirtilmiştir. Benzer şekilde BA uygulamaları da floribunda güllerinden 'Trumpler' ve 'Glad Tiding' çeşitlerinin somatik embriyolarında embriyo gelişimi açısından başarılı sonuçlar vermiştir (Marchant ve ark., 1996). Kim-Gyeongttee, ve ark. (2004), etilenin gülde somatik embriyo çimlenmesinde etkili olduğunu ifade etmişlerdir.

3. Güllerde Çelik Köklendirme Üzerine Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı

Güllerde çelikle çoğaltma, ucuz ve pratik bir yöntem olmakla birlikte çeliklerin köklenmesinde birtakım sorunlar ile karşılaşılmaktadır. Bu nedenle güllerde çelikle çoğaltma da bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanılması zorunluluk arz etmektedir. *R. multiflora, R. bourboniana, R. moschata ve R. indica* gibi gül türlerinin köklenmesinde IAA ve IBA'nın faydalı etkileri bildirilmiştir (Bhujbal ve Kale, 1973; Das ve ark., 1978). *R. damascena* çeliklerine uygulanan, 3000 mg/L dozda

NAA ve IBA'nın % 97 oranında kök oluşturduğu belirtilmiştir (Hajian ve Khosh-Khui, 2000). 75 ppm IBA veya 75 ppm NAA uygulaması, *R. multiflora* çeliklerinde kök sayısını arttırmıştır (Sutapradja, 1988). Aynı şekilde 1000 ppm dozunda IBA uygulamalarının *R. centifolia ve R. damascena*'nın çeliklerinde kök sayısını arttırdığı ifade edilmiştir (Akhtar, 2002). 2000 ppm IBA uygulanan 'Queen E1izabeth' gül çeliklerinde başarılı sonuçlar elde edilmiş olmakla birlikte, aynı IBA dozunda 'Happiness' and 'Super Star' çeşitlerinde aynı etki görülememiştir (Mukhopadhyay, 1990). 'Parairie Joy' çeşidinde ise 3000 ppm ile 7000 ppm IBA uygulaması köklenme için başarılı sonuçlar vermiştir (Collicutt, 1972). 'Royalty' gül çelikleri için 1000 mg/L IBA uygulamasının başarılı sonuçlar verdiği tespit edilmiştir (Sun ve Bassuk, 1993). 'Red Success' çeşidinde en başarılı sonuç 1000 ppm IBA uygulamasından elde edilmiştir (Fouda ve Schmidt, 1994). 'Red Velvet' çeşidi çeliklerinin köklenmesi için IAA, IBA ve NAA'nın 1000mg/L dozuna kadar uygulanması ile köklenme oranlarında başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Choi ve ark., 2000). Minyatür güllerde yapılan bir çalışmada, oksin grubu hormonların kök ve sürgün gelişimini önemli ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Bredmose ve ark., 2004).

4. Güllerde Bodurluk ve Kompaktlık Üzerine Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı

Bodur, kompakt ve bitki başına çiçek sayısının fazla olduğu güller piyasada saksı bitkisi olarak daha fazla talep görmektedir. Bunlar ayrıca bahçe gülü ve peyzaj gülleri olarak da kullanılmaktadır. Hibrit çay, floribunda ve grandiflora gülleri gibi bitkilerde bazı bitki büyüme

düzenleyicileri kullanılarak bodur bitkiler elde edilmektedir. 7 farklı hibrit gül çeşidinde budamadan hemen sonra 4000 ppm dozunda iki kez B-Nine (ilki sürgünler 4-6 cm uzunluğundayken, ikinci kez ise ilk uygulamadan 90 gün sonrasında) yapraktan uygulaması ile sürgün boyunun önemli derecede kısaltıldığı belirtilmiştir (Bhattacharjee ve Bose, 1979). *R. multiflora* türünde yapraktan uygulanan 5000 ppm Atrinal, 1000 ppm Maleic hydrazide ve 500 ppm Ethrel'in sürgün boyunu kısaltmada başarılı sonuçlar verdiği ifade edilmiştir (Grzesik ve Rudnicki, 1985). 'Sonia' ve 'Mercedes' gül çeşitlerine yapraktan uygulanan 2500 ppm Atrinal uygulaması ile sürgün boyunun kısaltıldığı ve çiçek çapının azaltıldığı bildirilmiştir (Grzesik ve Rudnicki, 1989). 'Eyfiel Tower' güllerine yapraktan uygulanan 2500 ppm ve 5000 ppm konsantrasyonlarında Etherel'in bitki boyunu azaltırken, çiçek ömrünü kısalttığı rapor edilmiştir (Bhattacharjee, 1993a). 'Raktagandha' çeşidinde 1000 ppm de Chloromequat uygulamasının bitki boyunu kısalttığı belirlenmiştir (Bhattacharjee ve Singh, 1995). Gül çeşitlerinde 20 mg Paclobutrazol uygulamasının sürgünlerin boyunu kısalttığı belirtilmiştir. (Singh ve Bist, 2003). 500 ppm TIBA ve 1000 ppm de Chlorphosphonium uygulanan güllerin sürgün uzunlukları ile boğum aralarının kısaldığı bildirilmiştir (Nanjan ve Muthuswamy, 1975). Suradinata ve Hamdani (2015) tarafından saksılı minyatür gül genotiplerine farklı dozlarda paclobutrazol ve 1-methylcyclopropene (1-MCP) uygulanmış ve 500 ppm konsantrasyonunda 4 kez uygulanan paclobutrazol + 0.5 ml/L 1-MCP uygulamalarının 40-45 cm boya sahip bitkilerin uzunluklarını 15.43-26.67 cm'e kadar kısalttığı bildirilmiştir. Farklı dozlarda daminozide

(0, 2000, 4000, 6000, 8000 mg/L) ve paclobutrazol (0, 40, 60, 80 mg/L)'ün 'Yellow Terrazza' ve 'Red White Terrazza' ticari minyatür gül çeşitlerinde uygulandığı bir çalışmada daminozide uygulamaların bitki boylarını %19.7, paclobutrazol uygulamalarının ise bitki boylarını %3.7 oranında kısalttığı rapor edilmiştir (Carvalho-Zanão ve ark., 2017).

5. Güllerde Büyüme ve Gelişim Üzerine Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı

Bazı bitki büyüme düzenleyicileri gülde yan dallanmayı desteklemek, sürgün uzunluğunu arttırmak, dip sürgünlerini uyarmak ve çiçek sapı uzunluğunu arttırmak için kullanılmaktadır. 'Super Star' gül çeşidine yapraktan uygulanan 100 ppm ve 200 ppm BA ve GA_3 hormonlarının sürgün sayısını ve çiçek çapını arttırdığı saptanmıştır (Bhattacharjee ve Renu Ranjan, 1995). 'Raktagandha' gül çeşidine 500 ppm dozunda GA_3 uygulaması ile sürgün boyunun önemli ölçüde arttırıldığı bildirilmiştir (Battacharjee, 1993). Nagarajaiah ve Reddy (1986); 200 ppm GA_3 uygulamasının güllerde sürgün uzunluğunu ve boğum arasını arttırdığını bildirmişlerdir. Sharma ve Farooqui (1990) tarafından 4 yaşlı *R. damascena* bitkilerine %0.06 CEPA (Ethephon) uygulamasıyla bitki başına fazla sayıda sürgün elde edildiği rapor edilmiştir. 'Eiffel Tower' çeşidine 2500 ppm dozunda Ethrel uygulamasının sürgün uzunluğunu arttırdığı, 5000 ppm Ethrel uygulamasının ise bazal sürgün çapını arttırdığı belirtilmiştir (Bhattacharjee ve ark., 1994).

1000 ppm Daminozid ve 1000 ppm Chlormequat'ın 'Rakthgandha' gül çeşidine yapraktan iki kez uygulanması (budamadan üç hafta sonra ve ilk spreyden iki ay sonra) sonucunda her iki bitki büyüme düzenleyicisinin de sekonder sürgün sayısını arttırdığı belirlenmiştir (Bhattacharjee ve Singh, 1995). Jayroe ve Newman (1995) tarafından 5 farklı saksılı gül çeşidinde BA ve dikegulac sodyum tuzu (DS) uygulamalarının çeşitlere göre değişmekle birlikte bazal sürgün sayısı ve tomurcuk oluşumunu arttırdığı belirlenmiştir.

Dieleman ve ark. (1988), hibrit çay güllerinden olan "Madelon" çeşidi üzerinde yaptıkları çalışmada, uygulanan sitokininin anaç performansını arttırdığını saptamışlardır. Sun ve ark. (1988) tarafından bitki büyüme düzenleyicilerinden IAA, IBA, NAA ve BA'nin gül tomurcuklarının filizlenmesi ve çiçeklenmesi üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada BA'nın diğer uygulamalara göre ilk tomurcuk oluşumunda oldukça iyi sonuçlar verdiği, oksin grubu hormonların ise ikinci tomurcuk oluşumunu teşvik ederek aksiller tomurcuğun apikal baskısını etkilediğini saptamışlardır. Arun ve ark., (2000) tarafından 'First Red' çeşidinde 300 ppm GA_3 uygulamasının bitki boyu, sürgün uzunluğu ve çiçek sapı uzunluğunu arttırıcı etki gösterdiği bildirilmiştir. Singh, (2002) tarafından yapılan 20 mg dozunda paclobutrazol uygulamalarının 'Black Nigret' gül çeşidinde sürgün sayısını arttırdığı, 125 ppm dozunda uygulanan NAA'nın ise 'Super Star' gül çeşidinde sürgün uzunluğu, sürgün sayısı ve yaprak sayısını arttırdığı belirlenmiştir.

6. Güllerde Çiçeklenme Üzerine Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı

Güllerde bitki büyüme düzenleyici maddelerin çiçeklenmeyi etkilediği bilinmektedir. Güllerde çiçeklenmenin kontrolü hem estetik açıdan hem de ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı ile çiçek üretiminde arz talep ilişkisi dikkate alınarak üretim yapılabilmektedir. Özellikle özel günlerde bu kimyasalların yardımı ile yılın uygun döneminde bitkilerin çiçeklenmesi sağlanabilmektedir. Aynı zamanda çiçek kalitesinin arttırılması amacıyla da bitki büyüme düzenleyicilerin kullanımı mümkün olabilmektedir.

Güllerde tekrarlamalı çiçeklenme mekanizmasında giberellin hormonunun oldukça önemli bir rol oynadığı bildirilmektedir (Zlesak 2007). Giberellinin tekrarlamalı çiçeklenme özelliği gösteren güllerde, yılda bir kez çiçek açan güllere göre oldukça düşük seviyelerde olduğu hipotezi ortaya atılmıştır (Mitchell II 2009). Giberellin hormonu, ilk çiçeklenme tarihinin belirlenmesinde de rol almakta olup, bu hormonun sinyalizasyonunda yer alan genler çiçeklenme tarihinde etkili olmaktadır (Kawamura ve ark., 2011).

'Super Star' gül çeşidinde 200 ppm GA_3 uygulamasının çiçek çapını ve çiçek verimini arttırdığı belirlenmiştir (Bhattacharjee ve Renu Ranjan, 1995). 'Raktagandha' gül çeşidinde 500 ppm GA_3 uygulamasının çiçek çapı, taç yaprak sayısı ve çiçek sayısını arttırdığı bildirilmiştir (Bhattacharjee, 1993). *R. damascena* türünde 10 mg/L kinetin uygulamasının bitki başına çiçek sayısını arttırdığı belirlenmiştir

(Farooqui ve ark., 1994). 'First Red' çeşidinde 200 ppm dozunda GA_3 uygulaması ile çiçek sayısının arttırıldığı, 1000 ppm dozunda BA uygulaması ile de çiçek veriminin arttırıldığı saptanmıştır (Arun ve ark., 2000). 'Edward Rose' çeşidinde 200 ppm GA_3 uygulamasının çiçek verimini arttırdığı belirlenirken (Nanjan ve Muthuswamy, 1975), aynı doz GA3 uygulamasının çiçeklenmeyi arttırıcı etken olduğu bildirilmiştir (Maharana ve Pani, 1982).

7. Güllerde Doku Kültürü Çalışmaları Üzerine Bitki Büyüme Düzenleyicilerin Kullanımı

Güllerde kök oluşumu için oksin hormonu gereksinimi genellikle çeşitlere özeldir. Güllerde kök indüksiyonu için oksin grubu farklı hormonlar kullanılmaktadır. Kültür ortamında genellikle IAA, NAA ve IBA kullanılmaktadır. Sahoo ve Debata (1977), 'The Fairy' minyatür gül çeşidinde boğum arası ve koltuk altı tomurcukları eksplantlarında çoğalma hızının 0.25 mg/L BA ve GA_3 bulunan ortamda en yüksek olduğu; ortama 0,25 mg/L BA, IAA ve GA_3, 0,25 mg NAA ve 0,1 mg 2,4-D/L'ye dahil edildiğinde üçüncü nesil sürgünlerde çiçek tomurcukları oluşumu gözlendiği belirtmişlerdir. 'Improved Blaze' gül çeşidine ait sürgün uçları ve lateral tomurcukların kullanıldığı bir çalışmada, içerisine 30mg/L BAP ve 0.3mg/L IAA eklenen MS ortamında 3 kat daha fazla çoğaltım elde edildiği ifade edilmiş ve çoğaltılan bu eksplantların 0.3mg/L BA içeren bir ortama transfer edildikten sonra yaklaşık %50'sinde köklenmenin olduğu ifade edilmiştir (Hasegawa, 1979). 'Andhra Red Rose' (*R. centfolia* Linn)'dan elde edilen sürgünlerde kök oluşumunun incelendiği bir in vitro

çalışmada 0.5 mg IAA/L ve 0.1 mg NAA/L içeren MS ortamlarında erken köklenme ile beraber kök uzunluğunun en yüksek değerlere ulaştığı bildirilmiştir (Ganga ve ark., 2002). 'Contempo' ve '"MrinaIini' çeşitlerinin sürgün ucu kültürü ile çoğaltılması üzerine yürütülen bir *in vitro* çalışmada içerisinde farklı dozlarda BAP ile 0.2 mg/L IAA bulunan MS besin ortamları kullanılmıştır. Elde edilen en fazla sürgün oranının ve eksplant başına sürgün sayısının BAP konsantrasyonlarına göre değiştiği ve 2 mg/L BA'nın kullanılması ile optimum sonuçların elde edildiği rapor edilmiştir. En yüksek kök oluşum oranının 'Contempo' çeşidinde belirlendiği saptanmıştır (Chakraborty ve Datta, 2006).

Güllerde çok sayıda araştırmacı mikro çoğaltım yöntemi kullanarak kök oluşumu için IAA kullanmıştır (Collet, 1985; Mederos ve Enriquez, 1987; Sauer ve ark., 1985). 0.003 ile 2 mg/l konsantrasyonları arasında NA eklenen kültür ortamları köklerin uyarılması için iyi sonuçlar vermiştir (Khosh-Khui ve Shink, 1982; Avramis ve ark., 1982). Sitokinin grubu hormonların kültür ortamlarında kök oluşumunu arttırdığı bildirilmiştir (Bressan ve ark., 1982; Podwyszynska ve Hempel, 1988). Kim ve ark. (2004), melez güllerin somatik dokusunun IBA ve BA içeren MS ortamında çimlendiğini bildirmiştir. BAP ve IBA'nın 'Amanda Rose' çeşidinde tek boğumlu çeliklerdeki gözlerin sürmesi ve bu çeliklerde kök oluşumunu teşvik etmesi üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir (DeVries ve Dubois, 1988). 3 µm BA içeren katı ortamda bulunan eksplantlarda tomurcuk oluşumu bakımından en yüksek değerlere ulaşılmıştır. Wilson ve Nayar (1995), 0.1 mg IAA, +

1.0 mg NAA + 500 mg/L aktif kömür bulunan besin ortamında 'Folk Lore' gül çeşidinin başarılı bir şekilde kök oluşturduğunu ifade etmiştir.

8. Kaynaklar

Anonim, (2022a). Büyümeyi Düzenleyici Maddeler ve Bağcılıkta Kullanımı. https://docplayer.biz.tr, (Erişim tarihi: 10.03.2022).

Anonim, (2022b). Bitkisel Hormonlar. https://docplayer.biz.tr, (Erişim tarihi: 10.03.2022).

Akhtar, M.S., Khan, M.A., Alif, Riaz Adam Yoanis (2002). Response of different rose species to different root promoting hormones. *Pakistan Journal of Agricultural Science*, 39 (4): 297-299.

Algül, B.A., Tekintaş, F.E., Dalkılıç, G.G. (2016). Bitki büyüme düzenleyicilerinin kullanımı ve içsel hormonların biyosentezini arttırıcı uygulamalar. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 13 (2): 87-95.

Arun, D.S., Ashok, A.D., Rengasamy, P. (2000). Effect of growth regulating chemicals on growth and flowering of rose cv. "First Red" under green house conditions. *Journal of Ornamental Horticulture,* 3 (1): 51-53.

Avramis, T., Hugard, J., Jonard, R. (1982). La multiplication *in-vitro* du rosier porte-greffe. *Rosa indica* major. CR. *Acad. Sc., Paris,* 294: 63-68.

Bayoğlu, B. 2021. *Jasmonatların bitki bünyesindeki fonksiyonları* (Yüksek Lisans Semineri) Yozgat Bozok Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yozgat.

Bhadacharjee, .S.K. (1993). Studies on the effect of gibberellic acid on growth, flowering, flower quality and post harvest life of *Rosa jzybrida* cv. " Raktagandha". *Indian Rose Annual,* 11: 77-83.

Bhattacharjee, S.K, Singh, D.C., Saxena, N.K (1994). Effect of ethrel on the development and yield of "Eiffel Tower" roses. *Indian Rose Annual,* 12: 91-96.

Bhattacharjee, S.K. (2000). Post harvest life of "Eiffel Tower" cut roses and biochemical conctituents of petal tissues as influenced by growth regulating chemicals in the holding solution. *Haryana Journal of Horticulture Sciences,* 29 (2): 66-68.

Bhattacharjee, S.K. (2003). Research work carried out at the Indian Agricultural Research Institute, New Delhi on a project entitled "Post harvest life and

quality of rose cut flowers as affected by precooling, storage and gamma irradiation". *Indian Rose Annual,* 19: 116-143.

Bhattacharjee, S.K., Bose, T.K. (1979). Effect of growth retardants on several varieties of rose. *Haryana Journal of Horticultural Sciences,* 8(3-4) : 209-215.

Bhattacharjee, S.K., Renu, R. (1995). Influence of growth regulators on *Rosa hybrida* cv. "Super Star". *Scientific Horticulture,* 4: 151-156.

Bhattacharjee, SK (1993a). Influence of SADH on flowering, flower quality and yield of field grown rose cv. "Dr. B.P. Pal". *Indian Rose Annual,* 11: 84-87.

Bhattacharjee, S.K., Singh, V.C. (1995). Growth and flowering response of *Rosa hybrida* cv. "Raktagandha" to certain growth regulants spray. *Orissa Journal of Horticulture,* 23(2): 21-25.

Bhattacharjee, S.K., Banerji, P.K. 2010. The Complete Book Of Roses. Aavishkar, 531, Hindistan.

Bhujbal, B.G., Kale, P.N. (1973). Effects of some growth regulators on rooting of diffelent rootstocks of rose *(Rosa* sp.) *Punjab Horticultural Journal,* 13 (1): 50-53.

Bo J., Huiru D., Xiaohan Y. 1995. Shortening hybridization breeding cycle of rose - a study on mechanisms controlling achene dormancy. *Acta Horticulturae*, 404: 40-47.

Bredmose, N., Kristiansen, K., Nielsen, B. (2004). Propagation temperature, PPFD, auxins treatment, cutting size and cutting position affect root formation, axillary bud growth and shoot development in miniature rose *(Rosa hybrida* L.) plants and homogenecity. *Journal of Omamental Science and BiotecJmologtj,* 79 (3): 458-465.

Bressan, P.H., Kim, Y., Hyndman, S.E., Hasegawa, P.M., Bressan, R.A. (1982). Factors affecting *in-vitro* propagation of rose. *Joumal of American Society of Horticulture Science.* 107: 979-990.

Budak, N., Çalışkan, C.F., Çaylak, Ö. 1994. Bitki büyüme regülatörleri ve tarımsal üretimde kullanımı. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 31: 289-296.

Burger, D.W, Lui, L., Tray, KW., Lee, C.L. (1990). Organogenesis and plant regeneration from immature embryos of *Rosa hybrida* L. *Plant Cell Tissue and Organ Culture,* 21: 147-152

Carvalho-Zanão, M.P., Grossi, J.A.S., Zanão Júnior, L.A., Ventrella, M.C., Pereira, N. 2017. Production and leaf plasticity of rose plants sprayed with paclobutrazol and daminozide. *Semina: Ciências Agrárias*, 38 (6): 3481.

Carvalho-Zanão, M.P., Zanão Júnior, L.A., Grossi, J.A.S., Pereira, N. 2018. Potted rose cultivars with paclobutrazol drench applications. *Crop Production, Ciencia Rural*, 48 (8): 1-7.

Chakraborty, D., Datta, S.K (2006). In-vitro meristem tip culture of *Rosa hybrida. Horticulture, Environment and Biotechnology*, 47 (2): 71-74.

Choi, B.J., Sang, C.K., Choi, E.J., Noh, S.A. (2000). Effect of rooting promoters and light intensities on rooting and root growth of rose cuttings. *Korean Journal of Horticulture Science and Technology,* 18 (6): 815-818.

Collet, G.F. (1985). Enracinement ameliore Lors de la production *in-vitro* d rosiers. *Rev. Suisse Vitic Arboric Hortic,* 17: 259-263.

Collicutt, L.M. (1992). Prairie Joy rose. *HortScience,* 27(5) : 478-479.

Das, P., Mahapatra, P. Das, R.C (1978). Effect of growth regulators on rooting in stem cuttings of some rose rootstocks. *Orissa Journal of Horticulture,* 6: 31-32.

De Vries, D.P., Dubois, A.M. (1988). The effect of BAP and IBA on sprouting and adventitious root formation of "Amanda Rose" single-node softwood cuttings. *Scientia Horticulturae,* 34: 115-121.

Dieleman, J.A, Verstappen, F.W.A., Kupier, D. (1998). Bud break and cytokinin concentration in bleeding sap of *Rosa hybrida* as affected by genotype of rootstock. *Journal of Plant Physiology,* 152 (5): 468-472.

Farooqui, AH.A., Shukla, Y.N., Sharma, S., Bansal, R.P. (1994). Relationship, between gibberllin and cytokinin activity and flowering in *Rosa damascena* Mill. *Plant Growth Regulations,* 14 (2): 109-113.

Fouda, R.A., Schmidt, G. (1994). Rooting ability of *Rosa hybrida* cv. "Red Success" Morphological and natomical study and the effect of IBA *Kerteszeti-Tudomany,* 26 (1): 62-66.

Ganga, M., Irulappan, L., Chezhiyan, N. (2000). *In-vitro* rhizogenesis of micro shoots of Andhra Red" rose *(Rosa centifolia* Linn.) *South Indian Horticulture*, 48 (1-6): 142-145.

Gaspar, T., Kevers, C., Penel, C., Greppin, H., Reid, D.M., Thorpe, T.A. (1996). Plant hormones and plant growth regulators ın plant tıssue culture. *In Vitro Cellular & Developmental Biolog-Plant*, 32: 272-289.

Gobbee, W.D. (1978). Germinating hybrid rose seeds. *The Rose Annual.* The Royal National Rose Society, 161-162, England.

Grzesik, M., Rudnicki, RM. (1989). The use of growth regulators on growth and branching of roses "Sonia" and "Mercedes". *Acta Horticulturae*, No. 251: 411-415.

Hajian, S., Khosh-Khui, M. (2000). Investigation on sexual and asexual propagation methods of Damask rose *(Rosa damascena* Mill.) *Iran Agricultural Research*, 19 (1): 1-16.

Hasegawa, P.M. (1979). *In-vitro* propagation of rose. *Harticulture Science*, 14: 610-612.

Jackson G.A.D. (1968). Hormonal control of fruit development, seed development and germination with particular reference to *Rosa. Society of Chemical Industry Monograph*, 31: 127-156.

Jayroe, E.L., Newman, S.E. (1995). Stimulation of basal and axillary bud formation of container grown hybrid tea roses. *Journal of Environmental Horticulture*, 13 (1): 47-50.

Jime´nez, V.C. (2005). Involvement of plant hormones and plant growth regulators on in vitro somatic embryogenesis. *Plant Growth Regulation*, 47: 91-110.

Kawamura, K., Hibrand-Saint Oyant, L., Crespel, L., Thouroude, T., Lalanne, D., Foucher, F. (2011). Quantitative trait loci for flowering time and inflorescence architecture in rose. *Theoretical and Applied Genetics*, 122 (4): 661-675.

Kaynak, L., Ersoy, N. (1997). Bitki büyüme düzenleyicilerinin genel özellikleri ve kullanım alanları. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 10: 223-236.

Kılıç, T. (2020). *Melezleme yoluyla kokulu kesme gül ıslahı* (Doktora Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Khosh-Khui, M., Sink, K.E. (1982). Micropropagation of new and old world species. *Journal of Horticultural Sciences*, 57: 315-319.

Khundur, S.A., Omer, T.J. (2015). Effect of NAA and IAA on stem cuttings of Dalbergia Sissoo (Roxb). *Journal of Biology and Life Science,* 6 (2): 208-220.

Kim-Gyeong Hee, Nam-Eun Young, Jeong-Byoung, R, Geong, B.R., Fernandez, T., Davidson, E.G. (2004). Effects of carbon dioxide, nutrient composition and supporting material on the growth of miniature rose "Silk Red" *in-vitro. Acta Horticulturae,* 630 : 271-278.

Kim-GyeongHee, Nam-EunYoung, Jeong-Byoung Ryong, Kim, G.H., Nam, E.Y., Geong, B.R., Fernandez, T., Davidson, CG. (2004). Effect of carbon dioxide, nutrient composition and supporting material on the growth of miniature rose "Silk Red" *in-vitro. Acta HorticuIturae.* 630 : 271-278.

Kumlay, A.M, Eryiğit, T. (2011). Bitkilerde büyüme ve gelişmeyi düzenleyici maddeler: bitki hormonları. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (2): 47-56.

Kunitake, N., Imamizo, H., Mii, M. (1993). Somatic embryogenesis and plant regeneration from immature seed derived calli and rugosa rose *(Rosa rugosa* Thunb.). *Plant Science,* 90: 187-194.

Maharana, T., Pani, A. (1982). Effect of post-pruning and spraying of different growth regulators on the growth and flowering of hybrid rose. *Bangladesh Horticulture,* 10: 1-4.

Marchant., Davey, M.R, Lucas, J.A., Power, J.B. (1996). Somatic embryogenesis and plant regeneration in floribunda rose cv. "Trumpter" and "Glad Tidings". *Plant Science,*120: 95-105.

Mederos, S., Enriquez, M.J. (1987). *In-vitro* propagation of "Golden Times" roses. Factors affecting shoot tips and axillary bud growth and morphogenesis. *Acta Horticulturae,* 212: 619-624.

Mitchell II, R.E. 2009. The inheritance of juvenile recurrence in Rosa species hybrids. *Floriculture and Ornamental Biotechnology*, 3 (1): 46-52.

Mukhopadhyay, A. (1990). *Roses,* National Book Trust, India, 144p.

Nagarajaiah, C., Reddy, T.V. (1986). Quality of "Queen Elizabeth" cut roses as influenced by gibberellic acid. *Mysore Journal of Agricultural Sciences,* 20 (4): 242-295.

Nanjan, K., Muthuswamy, S. (1975). Growth and flowering of Edward rose *(Rosa barboniana* Desp.) to certain growth regulant spray. *South Indian Horticulture,* 23: 94-99.

Podwyszynska, M., Hempel, M. (1988). The factors influencing acclimatization of *Rosa hybrida* plant multiplied *in vitro* to green house conditions. *Acta Horticulturae,* 226: 639-642.

Prakash, B.K., Tejaswini, H.S., Yogeesha Naik, L.B. (2002). Effect of scarification and GA3 on breaking dormancy of rose seeds. *National Symp. on Ind. Floriculture in the Millennium*, Indian Society of Ornamental Horticulture, Feb.25-27, Abstract pp. 28.

Ramesh, P. (1994). In : *Pest of Floriculture Crops and Their Control,* Kalyani Publishers, New Delhi.

release and germination. Physiologia Plantarum, 58: 243-248.

Sahoo, S., Debata, B.K. (1997). A note on *in-vitro* micro propagation and induction of flowering in the miniature rose "The Fairy". *Orissa Journal of Horticulture,* 25: 87-89.

Sauer, A., Walther, F., Peril, W. (1985). Different suitability for in-vitro propagation of rose cultivars. *Gartenbauwissenschaft,* 50: 133-138.

Sezgin, M., Kahya, M. (2018). Phytohormones. *Bitlis Eren University Journal of Science And Technology*, 8 (1): 35–39.

Singh, A.K., Bist, L.D. (2003). Effect of paclobutrazol on growth and flowering in rose cv. "Gruss-an-Teplitz". *Indian Journal of Horticulture.*, 60 (2): 188-191.

Singh, V.C. (1995). *Keeping quality of cut roses as affected by chemical treatment* (Doktora Tezi) Indian Agricultural Research Institute, New Delhi.

Sun, W.Q., Bassuk, J.L. (1993). Auxin induced ethylene synthesis during rooting and inhibition of bud break of "Royalty" rose cuttings. *Journal of American Society of Horticulture Science,* 118 (5): 638-643.

Sun, Z.F., Li, S.R., Li, C.S., Li, M., Chen, L. (1998). Effect of cut position and plant growth regulators on growth and flowering in cut roses. *Advances in Horticulture*, 2: 711-715.

Suradinata, Y., Hamdani, J. S. (2015). Effect of paclobutrazol and 1-MCP application on Rose (*Rosa hybrida L.*), *Asian Journal of Agricultural Research*, 9 (2): 69-76.

Tillberg E. (1983). Levels of endogenous abscisic acid in achenes of *Rosa rugosa* during dormancy. elease and germination. *Physlogia Plantarum*, 58 (3): 243-248.

Tosun, F., Koyuncu, F. (2007). Kirazlarda (*Prunus avium* L.) çiçek tozu çimlenmesi ve çiçek tozu çim borusu gelişimi üzerine bazı kimyasal uygulamaların etkileri. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (2): 219-224.

Toungos, M.D. (2018). Plant growth substances in crop production: a review. *International Journal of Innovative Agriculture & Biology Research*, 6 (3): 1-8.

Venkataraman, K.T., Singh, B., Dadlani, N.K. (1990). Seed set and seed germination studies on rose. *India1l Rose Annual*, 8: 45-59.

Wilson, D., Nayar, N.K. (1995). Effect of activated charcoal on *in-vitro* rooting of cultured rose shoot. *South Indian Horticulture*, 43: 32-34.

Zlesak, D.C. 2007. Rose: *Rosa hybrida*, In: Flower breeding and genetics. Anderson N.O. (eds), Springer, 695-740, Netherlands.

BÖLÜM 7

MEYVE AĞAÇLARINDA SELEKSİYON ISLAHI İÇİN CEVİZ ÖRNEĞİ

Yük. Zir. Müh. Enes BARAN[1], Arş. Gör. Zahide SÜSLÜOĞLU[2], Prof. Dr. Muharrem ERGUN[3]*

[1]Bingöl Doğa Koruma ve Milli Parklar Genle Müdürlüğü, Bingöl, Türkiye ebaran@ormansu.gov.tr
[2]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye; ORCHID No: 0000-0002-3958-6374; ziarat_58@hotmail.com
[3]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye; ORCHID No: 0000-0002-0213-1245; muharrem.ergun@yahoo.com
*Sorumlu Yazar: muharrem.ergun@yahoo.com

1. Giriş

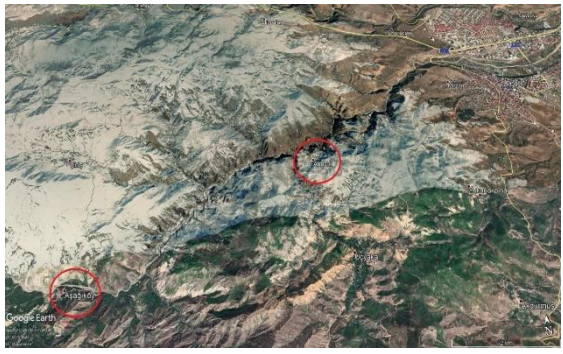
Bahçe bitkileri ve diğer tüm bitkilerde yapılan ıslah çalışmalarının amacı bitkiye ait olan, bitkinin ekonomik değerini arttıracak karakterleri geliştirmektir. Bu amaç doğrultusunda seleksiyon ıslahı, melezleme ıslahı gibi birçok ıslah yöntemi geçmişten günümüze meyve ağaçlarında uygulanarak üstün özellikli çeşitler elde edilmektedir. Meyve ağaçlarında, özellikle ceviz gibi geç meyveye yatan türlerde seçilen ıslah programı, zamansal ve ekonomik açıdan önemlidir. Ayrıca yapılacak çalışma sonucunda istenilen karakterlere sahip tipleri elde etme garantisi bulunmamaktadır. Uzun yıllar vegetatif çoğaltma yöntemleri kullanılmadığı için tohumdan yetişen ceviz popülasyonu ile Türkiye milyonlarca ceviz genotipine sahiptir (Şen, 2011). Bu durum, yakın zamana kadar ceviz anavatanı olan Türkiye'de üstün özellikli standart ceviz çeşitleri olmadığından ceviz yetiştiriciliği için olumsuz bir tablo oluşturmaktaydı. (Sütyemez, 2016). Son yıllarda ülkemizde ceviz yetiştiriciliği ve ceviz ıslah programlarının artması ile var olan bu ceviz genotip zenginliği önem kazanmıştır. Hazır yetişmiş ceviz tipleri ile yapılan seleksiyon çalışmaları sayesinde üstün özellikli standart ceviz çeşitleri elde edilmektedir ve ayrıca bu genotip zenginliği ile yapılan seleksiyon çalışmaları, melezleme ve diğer ıslah programlarına zengin bir materyal sağlamaktadır. Bu sayede çeşitli bölgelere uyum sağlamış üstün özellikli var olan tiplerin seleksiyonu, Türkiye ekonomisi ve ıslah programlarında zamansal açısından değerli bir kaynak olmaktadır (Doğan ve ark., 2005).

Ceviz ıslah çalışmalarında öncelikli konular meyve kalitesi, iklimsel adaptasyon, erken meyve verme, yüksek verimlilik ve hastalık toleransıdır. Dünya da yürütülen ceviz ıslah çalışmalarında örneğin ABD (McGranahan ve Forde, 1985), Fransa, Macaristan (Szentivanyi, 1990), İtalya, İspanya'da ki çalışmalarda hedefler doğrultusunda ıslah programları tamamlanmış veya devam etmektedir. Bu ıslah programlarından seleksiyon ile Fraquette, Hartley, Serr, Sorrento, Parisiense, Corne, Sornetto, Sibisel ve Payne gibi birçok standart ceviz çeşitleri elde edilmiştir. (Serr, 1964; Şen, 1980; Çelebioğlu, 1985; Tulecke ve McGranahan, 1994; Akça, 2001). Türkiye'de ki ilk bilinen ceviz ıslah programı 1970'li yıllarda Marmara Bölgesinde yürütülmeye başlanmıştır (Ölez, 1970) ve son yıllarda daha çok değer kazanmaya başlamıştır. Türkiye'de seleksiyon çalışmaları ile Şen 1, Şen 2, Tokat 1, Gültekin 1, Yalova-3, Maraş 18, Sütyemez 1 gibi ceviz çeşitleri elde edilmiştir (Ölez, 1971; Çelebioğlu, 1978; Şen, 1980; Sütyemez ve Kaşka, 2002). Ceviz çeşitlerinin seçimi için yapılan çalışmalarda üzerinde durulan hususlar, ıslah programının amacına ve araştırmacılara göre farklılık göstermektedir. Yapılan bu çalışmalarda daha çok meyve kalitesi ve meyve iriliği önemli bir kriter olarak öne çıkmaktadır. Türkiye farklı bölgelerinde zengin ceviz genotiplerine sahiptir. Bingöl halkının ekonomik ve kültürel yaşamında önemli bir yeri olan ceviz, bu bölgede yetiştirilmektedir. Bingöl ili ıslah programları için materyal sağlayacak tohumdan yetişmiş zengin bir ceviz bahçesi gibidir. Bu anlamda bu bölgede yapılacak seleksiyon çalışmaları ile yeni çeşitler için ıslah materyali sağlamak ve var olan genotipleri belirlemek amaçlanmaktadır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Bingöl iline bağlı Aşağıköy ve Alıncık köylerinde yapılan bu çalışmada tohumdan yetişen ceviz ağaçları belirlenerek meyve örneği alınmıştır. Araştırma yapılan bölge deniz seviyesinden yaklaşık 1280-1480 m yükseklikte olup yüksek ve dağlık bir alandır. Alıncık köyüne ait koordinatlar 38° 52' 30.57" K ile 40° 26' 8.52" D ve Aşağıköy köyüne ait koordinatlar 38° 51' 24.08" K ile 40° 22' 37.87" D dır (Şekil 1).



Şekil 1. Araştırmanın Yürütüldüğü Köylere Ait Uydu Görüntüsü

2.2. Metot

Arazi çalışması ile Temmuz-Ağustos aylarında belirlenen bölgelerde 21 ceviz ağacı tespit edilerek etiketlenmiştir ve hasat zamanında seçilen ağaçlardan meyve örnekleri rastgele toplanmıştır. Alınan bu meyve örnekleri yeşil kabuklarından ayırılarak 8-12 gün süreyle gölgede kurutulmuştur. Ceviz örneklerinin meyve kalitesini belirleyebilmek için kabuklu meyve özellikleri ile iç meyve özellikleri UPOV 2017 kriterlerinden yararlanılarak incelenmiştir.

Kabuklu Meyve Özellikleri

Kabuk rengi

Ceviz genotiplerinin kabuk rengi Şekil 2 ye göre kendi içerisinde açık, orta ve koyu olarak belirlenmiştir.

Şekil 2. Tiplere Ait Kabuk Rengi Skalası

Kabuk yüzey pürüzlülüğü

Ceviz genotiplerinin kabuk yüzey pürüzlülüğü Şekil 3'e göre kendi içerisinde düz, orta ve pürüzlü olarak belirlenmiştir.

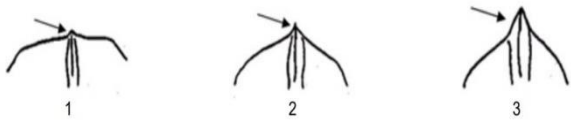
Şekil 3. Genotiplere Ait Kabuk Yüzey Pürüzlülüğü Skalası

Kabuklu meyve ağırlığı (g)

Ceviz genotiplerine ait kabuklu meyve ağırlığı, meyvelerin 0,01 g'a duyarlı hassas terazide ayrı ayrı tartılarak ağırlık ortalamalarının hesaplanması ile tespit edilmiştir.

Meyve uç çıkıntı durumu

Ceviz genotiplerine ait meyvelerde meyve uç çıkıntı durumu Şekil 4'deki UPOV kriterlerine göre düz (1), orta (2) ve sivri (3) olmak üzere 3 guruba ayrılmıştır.



Şekil 4. Meyve Uç Çıkıntı Durumu

Meyve uç kısmının şekli

Ceviz genotiplerine ait meyve uç kısmının şekli Şekil 5'deki UPOV kriterlerine göre sivri (1) yuvarlak (2), küt (3) ve çentikli (4) olmak üzere 4 guruba ayrılmıştır.

Şekil 5. Meyve Uç Kısmının Şekli

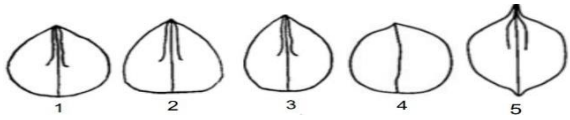
Meyve alt kısmının şekli

Ceviz genotiplerine ait meyve alt şekli Şekil 6 de ki UPOV kriterlerine göre kama (1), yuvarlak (2), küt (3) ve çentikli (4) olmak üzere 4 guruba ayrılmıştır.

Şekil 6. Meyve Alt Kısmının Şekli

Meyve ön kesit şekli

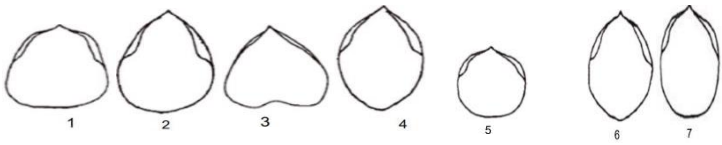
Ceviz genotiplerine ait meyve ön kesit şekli (sutur) Şekil 7 de ki UPOV kriterlerine göre geniş oval (1), üçgen (2), oval (3), yuvarlak (4), ve geniş elips (5) olmak üzere 5 guruba ayrılmıştır.



Şekil 7. Meyve Ön Kesit Şekli

Meyve yan kesit şekli

Ceviz genotiplerine ait meyve yan kesit şekli Şekil 8 de ki UPOV kriterlerine göre geniş oval (1), oval (2), üçgen (3), elips (4), yuvarlak (5), geniş elips (6), ve dikdörtgen (7) olmak üzere 7 guruba ayrılmıştır.



Şekil 8. Meyve Yan Kesit Şekli

Kabuk kalınlığı

Ceviz genotiplerine ait meyvelerin kabuk kalınlıkları meyve kabuğunun sutur dışındaki kısmından 0,01 mm'ye duyarlı kumpasla ölçülerek ortalamalarının alınması ile tespit edilmiştir.

0,90 mm > 'Çok ince' 0,90-1,20 mm = 'İnce'

1,21-1,50 mm = 'Orta'

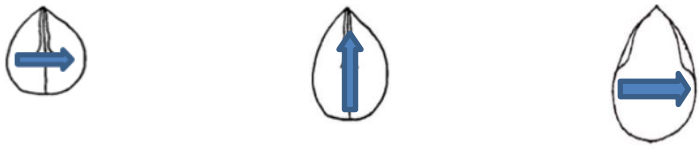
1,50 < 'Kalın' olarak ifade edilmiştir (Şen, 1980).

Kabuk kırılma değeri

Seçilen ceviz genotiplerine ait meyvelerin kabuk kırılma değeri laboratuvar ortamında bir tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus Texture Analyzer/ Stable Micro System Ltd., Surrey, UK) yardımı ile belirlenmiştir ve sonuçlar ortalama N olarak hesaplanmıştır.

Meyve boyutları

Ceviz genotiplerine ait her meyvenin eni(1), boyu (2) ve yüksekliği (3) 0,01 mm'ye hassas kumpas ile ölçülerek ortalamalarının alınması ile saptanmıştır (Şekil 9).



1 2 3

Şekil 9. Kabuklu Meyve Boyutları

Meyve şekli

Ceviz genotiplerine ait meyve şekil indeksi ve meyve çapı aşağıdaki formüllerden yararlanılarak tespit edilmiştir (Özcan, 2017).

Meyve çapı: (Meyve yüksekliği (mm) + Meyve eni (mm)) / 2

Meyve şekil indeksi: (meyve boyu (mm)/Meyve çapı (mm)

Meyve şekil indeksi ≥ 1,25 ise Oval

Meyve şekil indeksi < 1,25 ise Yuvarlak olarak değerlendirilmiştir (Şen, 1980).

Meyve iriliği

Ceviz genotiplerine ait meyvelerin iriliği elde edilen verilere göre meyve iriliği ve iç oranın (randıman) karşılaştırılması Özcan (2017)'e göre yapılmıştır (Tablo 1).

Tablo 1. Meyvelerin Şekil ve Randıman Değerlendirmesi

Meyve iriliği		Randıman (%)	
Çok küçük	< 8,5 g	Çok düşük	< 40
Küçük	8,5 - 10,5 g	Düşük	40 - 44
Orta	10,5 - 12,5 g	Orta	45 - 49
Büyük	12,5 - 14,5 g	Yüksek	50 - 55
Çok büyük	> 14,5 g	Çok yüksek	> 55

İç meyve özellikleri

İç meyve rengi

Ceviz genotiplerine ait meyvelerin iç rengi, Şekil 10'deki gibi kendi içerisinde açık, orta ve koyu olarak sınıflandırılmıştır.

Şekil 10. Genoiplere ait iç Meyve Rengi Skalası

İç damarlanma durumu

Ceviz genotiplerine ait meyvelerin damarlanma durumu kendi içerisinde, iç meyve üzerindeki damar yoğunluğuna bakılarak düz, az damarlı ve çok damarlı olarak sınıflandırılmıştır (Özcan, 2017) (Şekil 11).

Şekil 11. Tiplere Ait İç Damarlanma Durumu Skalası

İç meyve ağırlığı (g)

Ceviz genotiplerine ait meyvelerin iç ağırlığı kırılıp içleri çıkartıldıktan sonra 0,01 g'a duyarlı hassas terazide tartılıp ortalamaları hesaplanarak tespit edilmiştir.

Randıman (%)

Kabuklu ve iç ağırlıkları belirlenen ceviz genotiplerine ait meyvelerde randıman aşağıdaki formülden yararlanılarak yüzde olarak hesaplanmıştır (Şen, 1980).

Randıman (%) = (İç meyve ağırlığı (g) / Kabuklu meyve ağırlığı (kg)) x 100

Meyve içinin kabuğa bağlanma durumu

Ceviz genotiplerine ait meyveler kırıldıktan sonra içlerinin meyve kabuğundan ayrılma durumuna göre kendi içerisinde kolay, orta ve zor olarak değerlendirilmiştir.

Sağlam iç meyve oranı

Ceviz genotiplerine ait meyvelerin kırıldıktan sonra sağlam çıkan meyve içinin belirlenip yüzde (%) olarak ifade edilmiştir (Şen, 1980).

İç dolgunluk

Meyve suturuna dik olarak kesilen ceviz meyvesi fotoğraflarının photoshop programı yardımı ile iç meyve çevresi ve dış kabuk çevresi belirlenip iç dolgunluğu aşağıdaki formüle göre % olarak hesaplanmıştır (Bulduk, 2017).

İç dolgunluk (%) = (İç meyve çevresi / Dış kabuk çevresi) x 100

İç sertlik

Seçilen ceviz genotiplerine ait meyvelerin iç sertli değeri laboratuvar ortamında tekstür analiz cihazı (TA-XT Plus Texture Analyzer/ Stable Micro System Ltd., Surrey, UK) yardımı ile tespit edilmiştir ve sonuçlar ortalama N olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar ve Tartışma

Kabuk rengi

Seçilen ceviz genotiplerinin kendi içerisindeki kabuk rengi 21 tipin 2'sinde açık, 18'inde orta ve 1'inde koyu olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Orta Toroslarda yapılan bir çalışmada seçilen tiplerin kabuk rengi %40'ının açık sarı, %33,30'unun esmer ve %26,70'inin koyu renkte olduğu görülmüştür (Kumral, 1998).

Kabuk yüzey pürüzlülüğü

Seçilen ceviz genotiplerinin kendi içerisindeki kabuk yüzey pürüzlülüğü 21 tipin 6'sında düz, 6'sında orta ve 9'unda pürüzlü olarak tespit edilmiştir (Tablo 2). Kahramanmaraş ilinde yapılan bir seleksiyon çalışmasında seçilen tiplerin kabuk pürüzlülüğünün %6,51'inin düz, %85,21'inin orta pürüzlü ve %8,21'inin pürüzlü olduğu bildirilmiştir (Sütyemez, 1998).

Kabuklu meyve ağırlığı (g)

Seçilen 21 ceviz genotipinin ortalama meyve kabuk ağırlığı 9,66 g olarak hesaplanmıştır. İncelenen genotiplerin kabuklu meyve ağırlıkları 6,18 g ile 12,14 g arasında değiştiği saptanmıştır. (Tablo 2). Şen (1980), tarafından Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz bölgelerinde yapılan bir çalışmada seçilen 26 tipin meyve kabuk ağırlığının 8,90-15,68 g arasında olduğu, ortalama meyve kabuk ağırlığının 11,29 g olduğu bulunmuştur. Yapılan diğer bir çalışmada seçilen Sütyemez- 1 çeşidinin kabuklu meyve ağırlığı 25,03 g olarak tespit edilmiştir (Sütyemez ve Kaşka, 2002).

Meyve uç çıkıntı durumu

Seçilen ceviz genotiplere ait yapılan incelemeler neticesinde meyve uç çıkıntı durumu 21 genotipin 10'unda düz, orta ve 5'inde sivri olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Meyve uç kısmının şekli

Seçilen ceviz genotiplerine ait meyve uç kısmının şekli 21 genotipin 8'inde küt, 8'inde yuvarlak, 1'inde çentikli ve 4'ünde sivri olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Meyve alt kısmının şekli

Seçilen ceviz genotiplerine ait meyve alt kısmının şekli 21 genotipin 7'sinde küt, 11'inde yuvarlak, 2'sinde çentikli ve 1'inde kama olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Meyve ön kesit şekli

Ceviz genotiplerine ait meyve ön kesit şekli 21 tipin 8'inde yassı, 5'inde yuvarlak, 6'sında oval, 1'inde geniş oval ve 1'inde geniş elips olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Meyve yan kesit şekli

Seçilen ceviz genotiplerine ait meyve yan kesit şekli 21 tipin 1'inde dikdörtgen, 6'sında geniş oval, 3'ünde oval, 2'sinde geniş elips, 2'sinde üçgen, 6'sında yuvarlak ve 1'i elips olarak bulunmuştur (Tablo 2).

Kabuk kalınlığı

Seçilen ceviz genotiplerine ait ortalama kabuk kalınlığı 1,68 mm olarak bulunmuştur. İncelenen genotiplerin ortalama kabuk kalınlığı 1,25 mm ile 1,98 mm arasında değiştiği tespit edilir iken kabuk kalınlığı 21 genotipin 5'inde orta, 16'sında kalın olarak bulunmuştur. Bu özellik bakımından en ince kabuk kalınlığına sahip ceviz genotipi 1,25 mm ve en yüksek kabuk kalınlığına sahip genotip 1,98 mm tespit edilmiştir (Tablo 2). Akça (1993), tarafından Güründe yapılan bir seleksiyon çalışmasında seçilen 41 genotipin ortalama kabuk kalınlığı 1,20 mm olarak hesaplanmış, kabuk kalınlıklarının 0,59 mm ile 1,45 mm aralığında değiştiğini tespit edilmiştir.

Kabuk kırılma değeri

Tekstür analiz cihazı ile yapılan ölçümler sonucunda seçilen ceviz genotiplerine ait ortalama kabuk kırılma değeri 310,83 N olarak tespit

edilirken, bu genotiplere ait kabuk kırılma değeri 98,50 N ile 468,46 N arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük kabuk kırılma değerine sahip tip 98,50 N ve en yüksek kabuk kırılma değerine sahip tip 468,46 N değerinde tespit edilmiştir (Tablo 2).

Meyve boyutları

İncelenen ceviz genotiplerinin ortalama meyve eni 26,37-33,99 mm arasında değişim gösterirken, en düşük değere sahip genotip 26,37 mm ve en yüksek değere sahip tip 33,99 mm olduğu tespit edilmiştir. Genotiplere ait ortalama meyve eni 30,30 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

İncelenen ceviz genotiplerinin ortalama meyve boyu 24,56-42,31 mm arasında değişim gösterirken, en düşük değere sahip genotip 24,56 mm ve en yüksek değere sahip genotip 42,31 mm olduğu tespit edilmştir. Genotiplere ait ortalama meyve boyu 33,47 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 3).

İncelenen tiplerin ortalama meyve yüksekliği 25,23-32,80 mm arasında değişim gösterirken, en düşük değere sahip tip 25,23 ve en yüksek değere sahip tip 32,80 mm olduğu tespit edilmiştir. Tiplere ait ortalama meyve yüksekliği 29,48 mm olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.3). Yapılan bir seleksiyon çalışmasında ortalama meyve eni 26,31 mm ile 35,77 mm, meyve boyu 30,04 mm ile 42,57 mm ve meyve yüksekliği 19,69 mm ile 37,90 mm arasında tespit edilmiştir (Osmanoğlu, 1998).

Meyve şekli

Seçilen genotiplere ait ortalama meyve şekil indeksi 1,12 mm olurken, genotiplere ait değerler 0,95 mm ile 1,40 mm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 4). Meyve şekilleri 4 tipte oval ve 17 tipte yuvarlak olarak tespit edilmiştir (Tablo 3). Yapılan bir seleksiyon çalışmasında ortalama şekil indeksi 1,21 mm olurken, genotiplere ait değerler 1,00 mm ile 1,41 mm arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir (Kumral, 1998).

Meyve iriliği

Seçilen genotiplere ait meyve iriliği 21 tipin 4'ünde çok küçük, 10'unda küçük ve 7'sinde orta olarak tespit edilmiştir (Tablo 4).

İç meyve rengi

Seçilen genotiplere ait iç meyve rengi 21 tipin 11'inde açık, 9'unda orta ve 1'inde koyu renkte olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5). Genotiplere ait iç meyve rengi Şekil 10'te gösterilmiştir. Orta Toroslarda yapılan bir çalışmada seçilen genotiplerin iç meyve renginin %13,30'unun açık sarı, %40'ının sarı ve %46,70'inin koyu renkte olduğu tespit edilmiştir (Kumral, 1998).

İç damarlanma durumu

Seçilen genotiplerin kendi içerisindeki iç damarlanma durumu 21 genotipin 13'ünde az damarlı ve 8'inde çok damarlı olarak tespit

edilmiştir (Tablo 5). Tiplerin kendi içerisindeki iç damarlanma durumu Şekil 11'te gösterilmiştir.

İç meyve ağırlığı (g)

Seçilen genotiplere ait ortalama iç ağırlık 4,08 g olarak tespit edilmiştir. İncelenen genotiplerin iç ağırlığı 2,08 g ile 5,69 g arasında değişmektedir. Bu özellik bakımından en hafif ortalama iç ağırlığa sahip genotip 2,08 g ve en ağır iç ağırlığa sahip genotip 5,69 g tespit edilmiştir (Tablo 5). Akça (1993), tarafından Güründe yapılan bir seleksiyon çalışmasında seçilen 41 genotipin ortalama iç ağırlığı 7,38 g olarak tespit edilmiştir, seçilen tiplerin iç ağırlıklarının 5,77 g ile 9,41 g aralığında değiştiğini tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada seçilen Sütyemez- 1 çeşidinin iç meyve ağırlığı 12,57 g olarak tespit edilmiştir (Sütyemez ve Kaşka, 2002).

Randıman (%)

Seçilen genotiplere ait ortalama randıman %41,99 olarak tespit edilirken, %28,25 ile %49,57 arasında değişim göstermiştir. Randıman 21 genotipin 8'inde çok düşük, 4'ünde düşük ve 9'unda orta olarak tespit edilmiştir. İncelenen bu değer bakımından en düşük randımana sahip genotip %28,25 ve en yüksek randımana sahip genotip %49,57 tespit edilmiştir (Tablo 5). Orta Toroslarda yapılan bir çalışmada seçilen genotiplerin iç oranı %38,00 ile %52,00 arasında saptanırken, ortalama iç oranı %47,83 olarak tespit edilmiştir (Kumral, 1998). Bir araştırmada Chandler çeşidinin iç ağırlığı 6,5 g ve iç oranı %49 olarak tespit edilmiştir (Özçağıran ve ark., 2014). Bizim araştırmada bulunan

değerler, bu verilere göre randıman bakımından benzer seviyede olduğunu göstermektedir.

Meyve içinin kabuğa bağlanma durumu

Seçilen 21 genotipin kendi içerisinde meyve içinin kabuğa bağlanma durumu 1 genotipte kolay, 11 genotipte orta ve 9 genotipte zor olarak tespit edilmiştir (Tablo 5).

Sağlam iç meyve oranı

Seçilen 21 genotipe ait sağlan iç meyve oranı 6 tipte %0-40 arasında, 7 tipte %41-80 arasında ve 8 tipte ise %81-100 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Tablo 5).

İç dolgunluk

Seçilen genotiplere ait ortalama iç dolgunluk %43,25 olarak tespit edilmiştir, bu genotiplere ait iç dolgunluk %32,27 ile %54,95 arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. İncelenen bu değer bakımından en düşük iç dolgunluğuna sahip genotip %32,27 ve en yüksek iç dolgunluğuna sahip genotip %54,95 tespit edilmiştir (Tablo 5).

İç sertlik

Tekstür analiz cihazı ile yapılan ölçümler sonucunda seçilen genotiplere ait ortalama iç sertlik değeri 8,55 N olarak tespit edilirken, bu genotiplere ait iç sertlik değeri 5,84 N ile 10,60 N arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. En düşük iç sertlik değerine sahip genotip

5,84 N ve en yüksek iç sertlik değerine sahip genotip 10,60 N tespit edilmiştir (Tablo 5).

3. Sonuç

İncelenen ceviz genotiplerinin kabuklu ağırlığı 12,14 g (12-AŞ-9) ile 6,89 g (12-AL-2) arasında değişim gösterirken iç meyve ağırlığı 2,08 g (12-AŞ-7) ile 5,69 g (12-AŞ-8) arasında değişim göstermiştir. 5,69 g (12-AŞ-8), 5,41 g (12-AŞ-5), 5,28 g (12-AŞ-9), 4,83 g (12-AŞ-13),4,73 g (12-AŞ-15) değerleriyle en yüksek iç meyve ağırlığına sahip 5 tip olarak tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda iç ağırlığı 5,00 g'dan ve iç oranı %50,00'den fazla olan tüm örnekler umut verici genotipler olarak tanımlanmıştır (Beyhan, 2005; Şimşek ve Osmanoğlu, 2010).

Bingöl ili Alıncık ve Aşağıköy köylerinde yürütülen bu çalışmada tohumdan yetişmiş ceviz genotiplerinin seleksiyon çalışmasıyla kabuklu meyve özellikleri ve iç meyve özellikleri tespit edilmiştir. Bu çalışmanın ülkemizin tohumdan yetişmiş ceviz genotipleri içerisinde iyi meyve özelliklerine sahip genotiplerin tespitine ve gen kaynaklarımızın yok olmasının önlenmesine katkı sunacağı düşünülmektedir.

Seçilen bazı genotiplerin tanıtılması

Şekil 4.9. 12-AŞ-5 tipine ait meyvelerin görünümü

Şekil 4.12. 12-AŞ-8 tipine ait meyvelerin görünümü

Şekil 4.17. 12-AŞ-13 tipine ait meyvelerin görünümü

Tablo 2. Seçilen Tiplere Ait Meyve Ağırlığı ve Kabuk Özellikleri

Tip No	Kabuklu meyve ağırlığı (g)	Kabuk kalınlığı (mm)	Meyve içinin kabuğa bağlanma durumu	Kabuk kırılma değeri (N)	Kabuk yüzey pürüzlülüğü	Kabuk rengi
12-AŞ-1	11,59	1,79	Orta	268,30	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-2	10,56	1,91	Zor	399,54	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-3	8,04	1,82	Orta	148,25	Orta	Orta
12-AŞ-4	10,52	1,80	Çok kolay	118,69	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-5	11,74	1,84	Zor	424,25	Düz	Orta
12-AŞ-6	8,98	1,98	Orta	440,14	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-7	9,36	1,92	Orta	435,99	Orta	Orta
12-AŞ-8	11,48	1,77	Orta	98,50	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-9	12,14	1,63	Zor	385,17	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-10	9,55	1,47	Orta	357,42	Düz	Orta
12-AŞ-11	9,73	1,93	Orta	468,46	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-12	9,67	1,71	Zor	433,05	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-13	10,01	1,69	Orta	319,15	Düz	Orta
12-AŞ-14	10,13	1,39	Orta	129,13	Düz	Koyu
12-AŞ-15	9,69	1,44	Orta	206,36	Orta	Açık
12-AŞ-16	10,52	1,81	Zor	442,86	Pürüzlü	Orta
12-AŞ-17	6,18	1,25	Zor	253,55	Orta	Açık
12-AŞ-18	8,82	1,55	Zor	171,76	Orta	Orta
12-AL-1	7,94	1,37	Orta	270,39	Düz	Orta
12-AL-2	6,89	1,63	Zor	441,80	Düz	Orta
12-AL-3	9,40	1,69	Zor	314,78	Orta	Orta

Tablo 3. Seçilen Tiplere Ait Meyve Şekilleri

Tip No	Meyve uç çıkıntı durumu	Meyve uç kısmının şekli	Meyve alt kısmının şekli	Meyve ön kesit şekli	Meyve yan kesit şekli	Meyve şekli
12-AŞ-1	Düz	Küt	Küt	Yassı	Dikdörtgen	Yuvarlak
12-AŞ-2	Orta	Yuvarlak	Yuvarlak	Yuvarlak	Geniş oval	Yuvarlak
12-AŞ-3	Düz	Çentikli	Çentikli	Yassı	Geniş oval	Yuvarlak
12-AŞ-4	Sivri	Sivri	Yuvarlak	Oval	Oval	Oval
12-AŞ-5	Düz	Küt	Yuvarlak	Oval	Geniş elips	Yuvarlak
12-AŞ-6	Orta	Yuvarlak	Yuvarlak	Oval	Üçgen	Yuvarlak
12-AŞ-7	Orta	Yuvarlak	Yuvarlak	Yuvarlak	Geniş oval	Yuvarlak
12-AŞ-8	Sivri	Sivri	Yuvarlak	Oval	Oval	Oval
12-AŞ-9	Orta	Yuvarlak	Küt	Yuvarlak	Geniş oval	Yuvarlak
12-AŞ-10	Düz	Küt	Yuvarlak	Yassı	Yuvarlak	Yuvarlak
12-AŞ-11	Sivri	Yuvarlak	Küt	Yuvarlak	Geniş oval	Yuvarlak
12-AŞ-12	Orta	Yuvarlak	Küt	Geniş oval	Üçgen	Yuvarlak
12-AŞ-13	Orta	Yuvarlak	Yuvarlak	Oval	Geniş elips	Yuvarlak
12-AŞ-14	Sivri	Sivri	Kama	Geniş elips	Elips	Oval
12-AŞ-15	Düz	Küt	Küt	Yuvarlak	Yuvarlak	Yuvarlak
12-AŞ-16	Sivri	Sivri	Yuvarlak	Oval	Oval	Oval
12-AŞ-17	Düz	Küt	Yuvarlak	Yassı	Yuvarlak	Yuvarlak
12-AŞ-18	Düz	Küt	Çentikli	Yassı	Geniş oval	Yuvarlak
12-AL-1	Düz	Küt	Yuvarlak	Yassı	Yuvarlak	Yuvarlak
12-AL-2	Düz	Küt	Küt	Yassı	Yuvarlak	Yuvarlak
12-AL-3	Düz	Yuvarlak	Küt	Yassı	Yuvarlak	Yuvarlak

Tablo 4. Seçilen Tiplere Ait Meyve Özellikleri

Tip No	Meyve boyu (mm)	Meyve eni (mm)	Meyve yüksekliği (mm)	Şekil indeksi (mm)	Meyve iriliği
12-AŞ-1	34,51	32,17	32,80	1,06	Orta
12-AŞ-2	34,98	30,92	30,35	1,14	Orta
12-AŞ-3	31,95	31,09	27,82	1,08	Çok küçük
12-AŞ-4	39,56	30,73	30,55	1,29	Orta
12-AŞ-5	36,42	30,35	28,67	1,23	Orta
12-AŞ-6	32,40	27,65	29,36	1,14	Küçük
12-AŞ-7	31,81	29,73	29,00	1,08	Küçük
12-AŞ-8	39,95	31,20	31,35	1,28	Orta
12-AŞ-9	34,57	33,99	31,78	1,05	Orta
12-AŞ-10	33,94	32,61	32,04	1,05	Küçük
12-AŞ-11	32,94	30,90	29,49	1,09	Küçük
12-AŞ-12	30,78	29,04	30,36	1,04	Küçük
12-AŞ-13	37,12	30,81	29,77	1,23	Küçük
12-AŞ-14	42,31	31,32	29,33	1,40	Küçük
12-AŞ-15	30,79	30,46	30,25	1,01	Küçük
12-AŞ-16	39,69	28,40	29,74	1,37	Orta
12-AŞ-17	26,98	28,20	26,44	0,99	Çok küçük
12-AŞ-18	31,19	31,10	27,65	1,06	Küçük
12-AL-1	27,57	29,28	27,34	0,97	Çok küçük
12-AL-2	24,56	26,37	25,23	0,95	Çok küçük
12-AL-3	28,81	30,09	29,73	0,96	Küçük

Tablo 5. Seçilen Tiplere Ait Meyve İç Özellikleri

Tip No	İç meyve ağırlığı (g)	Randıman (%)	İç dolgunluk (%)	İç sertlik (N)	İç meyve rengi	İç damarlanma durumu	Sağlam iç meyve oranı (%)
12-AŞ-1	4,14	35,68	35,95	6,40	Açık	Az damarlı	100
12-AŞ-2	4,41	41,80	45,01	8,09	Açık	Az damarlı	40
12-AŞ-3	2,73	33,95	41,09	7,55	Orta	Az damarlı	50
12-AŞ-4	4,49	42,68	44,44	7,22	Açık	Az damarlı	80
12-AŞ-5	5,41	46,10	49,28	10,09	Açık	Az damarlı	100
12-AŞ-6	4,24	47,22	54,95	8,56	Orta	Çok damarlı	60
12-AŞ-7	2,64	28,25	41,79	9,88	Açık	Çok damarlı	20
12-AŞ-8	5,69	49,57	44,93	5,84	Açık	Az damarlı	100
12-AŞ-9	5,28	43,51	45,66	9,04	Orta	Az damarlı	80
12-AŞ-10	4,69	49,07	39,08	10,60	Açık	Az damarlı	60
12-AŞ-11	3,81	39,16	40,09	9,92	Orta	Az damarlı	20
12-AŞ-12	4,16	42,96	32,27	8,16	Açık	Çok damarlı	100
12-AŞ-13	4,83	48,22	40,88	8,39	Açık	Çok damarlı	80
12-AŞ-14	4,65	45,88	39,67	9,81	Orta	Çok damarlı	100
12-AŞ-15	4,73	48,80	51,24	6,75	Açık	Az damarlı	100
12-AŞ-16	3,86	36,65	37,79	8,21	Orta	Az damarlı	80
12-AŞ-17	2,08	33,63	44,02	9,07	Orta	Az damarlı	20
12-AŞ-18	3,37	38,16	47,90	9,59	Orta	Az damarlı	60
12-AL-1	2,78	35,06	43,46	8,81	Orta	Çok damarlı	40
12-AL-2	3,30	47,85	42,92	9,28	Orta	Çok damarlı	100
12-AL-3	4,48	47,61	45,78	8,35	Açık	Çok damarlı	100

4. Kaynaklar

Akça, Y. (2001) Türkiye Ceviz Yetiştiriciliğine Genel Bakış. Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu, 5-8 Eylül 2001, Tokat, s. 298-307

Akça, Y. 2005. Türkiye'de yürütülen ceviz seleksiyon ıslahı çalışmalarının değerlendirilmesi ve seleksiyon ıslahında kullanılan karakterlerin tanımlanması. *Bahçe,* 34 (1): 29-34.

Beyhan, Ö. (1993) Darende cevizlerinin (Juglans regia L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Araştırmalar. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Ana Bilim Dalı, Van, s. 90-98

Bulduk, A. (2017) Bingöl Merkez Aşağıköy ve Yelesen Köylerinde Tohumdan Yetişen Bazı Ceviz Genotiplerinin Meyve Özelliklerinin Belirlenmesi ve Seleksiyonu. Bingöl Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış) Bingöl, s. 20- 30

Çelebioğlu, G. (1978). Ceviz. Atatürk Bahçe Kültürleri Araştırma Eğitim Merkezi, No: 4348, Yalova.

Çelebioğlu, G. (1985) Ceviz Yetiştiriciliği. Bursa Teknik Ziraat Müdürlüğü Yayınları, Bursa No: 1

Forde, H.I. (1979). Walnuts Advences in Fruit Breeding. West Lafeyette: Purdue Research Foundation.

Doğan, A., Gün, A., Oğuz, H. İ., Aşkın, M.A. (2005) Bayındır (İzmir) yöresinde selekte edilen bazı ümitvar ceviz (Juglans regia L.) tiplerinde meyve özelliklerinin belirlenmesi. *Bahçe*, 34(1): 117-121

Kumral, N. (1998) Orta Toroslardaki (*Juglans regia* L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı. Ç.Ü. Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış). Adana, s. 83

McGranahan, G.H., Forde, H.I. (1985). Relationship between clone age and selection trait expression in mature walnuts. *Journal of Amerecan Society for Horticultıral Science*, 110, 692-696.

Osmanoğlu, A., 1998. Posof (Ardahan) Yöresi Cevizlerinin (Juglans regia L.) Seleksiyon Yolu ile Islahı Üzerine Araştırmalar. (basılmamış, y. lisans tezi,) Y.Y.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 58 s, Van

Ölez, H., (1970). Marmara Bölgesi Cevizlerinin Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerinde Araştırmalar (Doktora Tezi). Basılmamış, Yalova.

Ölez, H. (1971) Marmara Bölgesi Cevizlerinin (*Juglans regia* L.) Seleksiyon Yoluyla Islahı Üzerine Araştırmalar (Doktora Tezi). Bahçe Kültürleri Araştırma ve Eğitim Merkezi Dergisi, Yalova 4(1/4): 7-21

Özcan, A. (2017) Melezleme Islahı İle Elde Edilmiş Ceviz (*Juglans regia* L.) Genotiplerinde Bitki ve Meyve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi ve Seçilmiş Bazı Genotiplerin Tozlayıcılık Yetenekleri Üzerine Araştırmalar, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Kahramanmaraş, s. 70-83

Özçağıran, R., Ünal A., Özeker E., İsfendiyaroğlu, M. (2014) Ilıman İklim Meyve Türleri, Sert Kabuklu Meyveler Cilt III, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir, s. 114-116

Serr, E.F. (1964). The nut crops of Turkey. Proceedings of the Nut Growers Society Oregon. Washington 50, 11–22.

Sütyemez, M. (1998) K. Maraş Bölgesinde Ceviz Seleksiyonu ve Seçilmiş Bazı Tiplerin Döllenme Biyolojileri Üzerine Araştırmalar. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi Adana (Basılmamış), s. 201

Sütyemez, M., Kaşka, N. (2002) Bazı Yerli ve Yabancı Ceviz (*Juglans regia* L.) çeşitlerinin Kahramanmaraş ekolojisine adaptasyonu. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1): 148- 158

Szyentvanyi, P. (1990). Breeding early fruititng high producing walnut cultivars leafing after late spring frosts. Paper presented at the First International Symp. of walnut prod.

Şen, S.M. 1980. Kuzeydoğu Anadolu ve Doğu Karadeniz Bölgesi cevizlerinin seleksiyon yoluyla ıslahı üzerinde araştırmalar. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Doçentlik Tezi), Erzurum, s. 140.

Şen S.M. (2011) Ceviz Yetiştiriciliği Besin Değeri Folkloru, s. 220

Şimşek, M., Osmanoğlu, A. (2010) Mazıdağı (Mardin) yöresindeki doğal cevizlerin (*Juglans regia* L.) seleksiyonu. *YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi*, 20(2): 131-137

BÖLÜM 8

HÜNNAP (*Ziziphus jujuba* Mill.) YETİŞTİRİCİLİĞİ

Doç. Dr. Ali İKİNCİ[1]

[1]Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa, Türkiye, 0000-0001-8149-7095, aliikinci@harran.edu.tr

1. Giriş

Hünnap (*Ziziphus jujuba* Mill.); *Rhamnaceae* (Cehrigiller) familyasına ait 135'ten fazla türü bulunan sert çekirdekli meyvelere sahip bir bitkidir (Pandey ve ark., 2010). Hünnap, ilk olarak 7700 yıl önce Çin'de kültüre alınmış ve İpek Yolu aracılığıyla Hindistan, İran, Afganistan ve Orta Asya gibi dünyanın diğer bölgelerine (Tablo 1) yayılmıştır (Tatari ve ark., 2016).

Tablo 1. Hünnap'ın Dünyadaki Dağılımı

Bölge	**Ülkeler**
Asya	Afganistan, Ermenistan, Azerbaycan, Bengal, Burma, Çin, Kıbrıs, Hindistan, Irak, İran, İsrail, Japonya, Kırgızistan, Lübnan, Malezya, Moğolistan, Pakistan, Filistin, Güney Kore, Suriye, Tayland, Türkiye, Türkmenistan, Özbekistan
Avrupa	Almanya, Bulgaristan, İngiltere, Fransa, Yunanistan, İtalya, Çekoslavakya, Makedonya, Portekiz, Romanya, Rusya, Slovenya, İspanya, Ukrayna, Yugoslavya
Afrika	Mısır, Tanzanya, Tunus
Kuzey Amerika	ABD, Kanada
Okyanusya	Avustralya, Yeni Zelanda

Kaynak: Johnstone (2014)

Z. jujuba; dünyanın çeşitli bölgelerinde Jujuba, Jujubier, Jujube, Juiba, Chinese date, Chinese jujube; ülkemizde ise Hünnap, Ünnap, Annep, Hinnâbi, İnnâbi, İğde, Çiğde ve Honaz iğdesi gibi yerel isimlerle adlandırılmaktadır. Yao (2012), Çin'de taze olarak tüketim, kurutma, şekerleme ve süs bitkisi dahil olmak üzere 700 ile 800 hünnap çeşidi bulunduğunu, kurutmaya uygun çeşitlerin, Çin'in hünnap üretiminin %90'ını oluşturduğunu belirtmiştir.

Hünnap, morfolojik olarak dik ve tırmanıcı bir bitki olup, bitkiler ağaç ve çalı formunda, boyları 7-10 metreyi bulmaktadır. Bu türler içerisinde

Ziziphus jujuba ve *Ziziphus mauritiana*'nın meyveleri tüketim için yaygın olarak yetiştirilmektedir. Üretilen meyveler çoğunlukla kurutulmuş ve taze olarak tüketilmektedir (Gao ve ark., 2003; Wang ve ark., 2016). Alternatif tıp üzerine eski bir Çin kitabı olan "Huangdi Neijing" adlı kitapta da belirtildiği gibi Çin'de şeftali, kayısı, erik ve armut gibi en değerli 5 meyveden birinin de hünnap meyvesi olduğu belirtilmektedir. Dünyadaki hünnap üretiminin yaklaşık %90'ını Çin karşılamaktadır (Li ve ark., 2005; Wang ve ark., 2016).

Hünnap, taze tüketiminin yanı sıra özellikle Uzak Doğu ülkelerinde daha çok kurutularak tüketilmektedir. Bunun yanında, yüksek besin içeriği ve biyo-fonksiyonel bileşimlerinden dolayı geleneksel tıpta ve gıda katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Pareek ve ark., 2002; Xue ve ark., 2009; Choi ve ark., 2011). Aynı zamanda hünnap meyveleri ekmek, kek, şeker, hoşaf ve reçel yapımında da kullanılmaktadır (Krška ve Mrshra, 2009). Bu özelliklerinden dolayı giderek popülerliği artmakta olan bir meyve türüdür (Liu ve Zhao, 2009). Bununla birlikte, hünnap meyveleri sağlığı geliştirici özelliklere sahiptir ve geleneksel Çin tıbbında detoksifikasyon, aneminin önlenmesi, analeptik, palyatif ve bağışıklık sistemini iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Hünnap meyvesinin kabuğu ve meyve eti halk hekimliğinde öksürük ve soğuk algınlığının giderilmesi ve balgam söktürücü olarak kullanılmaktadır. Hünnap ağacının dal kabuğu şişkinlik önleyici, ishal önleyici ve kusma önleyici özellikler için kullanılırken, yaprakları çay olarak tüketilmekte ve antidiyabet de dahil olmak üzere soğuk algınlığı ve tıkanıklığı gidermek için kullanılmaktadır. Hünnap tohumlarının yatıştırıcı ve hipnotik etkileri bulunmaktadır (Siriamornpun ve ark.,

2015).

Hünnap meyveleri, mineral maddeler bakımından oldukça zengindir. Yapılan bir çalışmada; hünnap meyvelerinin kalsiyum, potasyum, brom, rubidyum ve lantan elementleri bakımından zengin olduğu bulunmuştur (Zhumatov, 1996). Limondan yirmi kat daha fazla C vitaminine sahip olan hünnap meyvelerinin, vitamin B1 (tiamin) ve vitamin B2 (riboflavin) yönünden de oldukça zengin olduğu WHO tarafından onaylanmıştır (Kundi ve ark., 1989).

Dünyada tropik ve subtropik iklim koşulllarında yaygın olarak yayılış gösteren hünnap ağaçları, genel olarak kurak koşullara uyum sağlamakta ve hatta şiddetli kuraklık koşullarında bile yeterli verim sağlamaktadır. Kuraklık stresine dayanıklı bir ağaç türü olması nedeniyle, dünyanın birçok kurak yöresinde yetişmektedir. Özellikle güçlü kök sistemleri vasıtasıyla toprak erozyonunu önleyebilme kabiliyetindedir. Diğer taraftan, sıcak ve kurak koşullar altında tuzlu topraklarda başarıyla yetişebilen, kurak bölgelerin dayanıklı bir ağacı olan hünnap, ışık isteği yüksek olan, daha çok kireççe zengin killi, kumlu, hafif alkali, asidik, drenajı iyi ve derin toprakları tercih eder (Meena ve ark., 2003; Anonim, 2017).

2. Hünnap'in Bitkisel Özellikleri

Hünnap'ın gövdesi silindir biçiminde, kabuğu esmer ve dikenli ve sık dallı bir bitkidir. Yaprakları sade veya bileşik; kenarları tam veya dişli; ana damarın oluşturduğu karşılıklı veya sarmal diziliş gösteren 8-11 adet yaprakçıktan oluşmaktadır. Kısa saplı ve yaprak diplerinde küçük diken şeklinde oldukça sert 2 adet diken vardır. Yapraklar parlak,

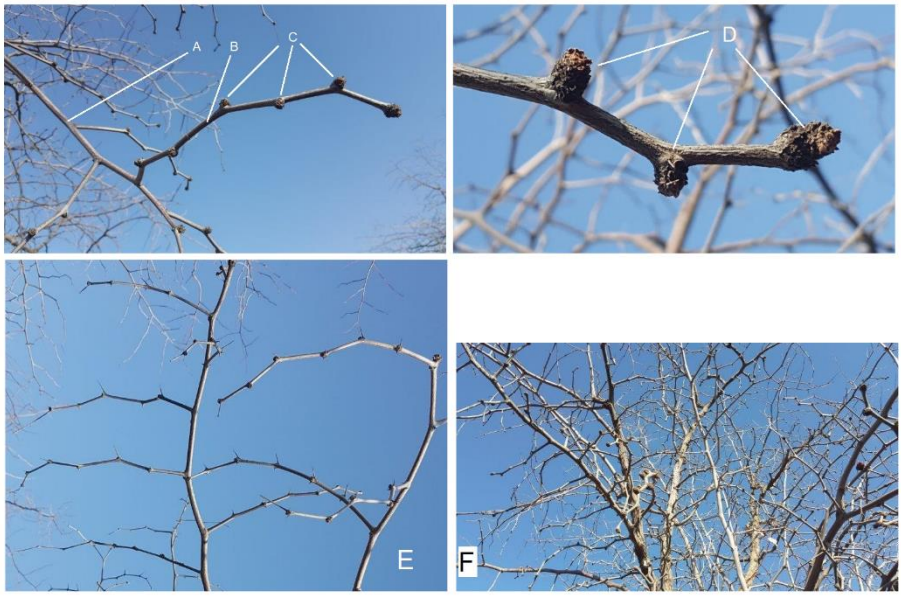
yumurta veya ters yumurtamsı şekillidir. Yapraklar 2.5-5.5 cm uzunluğunda ve 2-4 cm genişliğindedir.

2.1.Tomurcuklar ve Sürgünler

Hünnap sürgünleri diğer meyve türlerinden farklıdır. Hünnabın dört çeşit sürgünü vardır: birincil (uzama) sürgün, ikincil sürgün (yan dallar), ana sürgün (meyve veren spur) ve meyve veren dal (Şekil 1). Hünnaplar için üç çeşit tomurcuk vardır: ana tomurcuklar, ikincil tomurcuklar ve dormant tomurcuklar.

2.2. Çiçekler ve Meyveler

Elma veya şeftalinin aksine hünnapların büyük, gösterişli çiçekleri yoktur. Çiçekler kokulu, soluk yeşilimsi sarı renkte ve küçüktür. Çapları 3-10 mm arasında değişir (Şekil 2). Çiçekleri erdişidir (hermafrodit, erselik). Yaprakçıkların koltuklarında açan tek çiçek olabildiği gibi, bir çiçek sapına bağlı birden çok çiçek küçük bir salkım oluşturabilir. Hünnap'ın çiçek salkımı, çeşidine ve dal üzerindeki konumuna bağlı olarak 13'e kadar çiçeğe sahiptir. Çanak yaprakları 5 parçalı ve yeşil renklidir. Taç yaprakları mevcut olan tiplerde sarı renkli ve kıvrık olup 5 parçalıdır. Çiçekte 5 adet erkek organ ve 1 adet dişi organ bulunur.



Şekil 1: Hünnap Bitkisinin Sürgün Yapıları: A. Birincil Sürgün, B. İkincil Sürgün, C. Meyve Veren Ana Sürgün (Genç Meyve Veren Spur), D. Meyve Veren Yaşlı Spur, E. Hünnap'ın Zigzag Dal Yapısı ve Dikenleri, F. Hünnap'ın Çok Yıllık Dalı

Hünnap ağaçları bir büyüme sezonu içinde çiçek açar, açan çiçekler aynı sezonda meyve tutar ve meyvelerini olgunlaştırır. Hünnap'ın çiçeklenmesi birkaç hafta sürer ve çiçekleri nektar bakımından zengindir.

Hünnap meyvesi, ortasında en fazla iki adet çekirdek içeren bir sert çekirdekli meyvedir. Meyvesi yumurtalıktan meydana gelir. Meyve büyüklüğü, çeşidine bağlı olarak başparmak büyüklüğünden golf topu büyüklüğüne kadar değişir. Meyve şekilleri yuvarlak, dikdörtgen, yumurta şeklinde, armut şeklinde, yukarıdan basık, elma benzeri veya anormal şekilli olabilir (Şekil 3).

Şekil 2: Hünnap Bitkisinin Çiçek, Yaprak ve Meyvelerinin Görünümü

2.3. Çiçeklenme ve Meyve Gelişimi

Hünnap ağaçları yaz başında çiçek açar ve meyveler yaz sonunda / sonbaharda olgunlaşır (Şekil 3), ancak çiçeklenme süresi yörelere, çeşide ve iklime bağlı olarak değişebilir (Liu, 2006). Hünnapların çiçeklenmesi genellikle yaz aylarında 8 haftalık bir süre boyunca

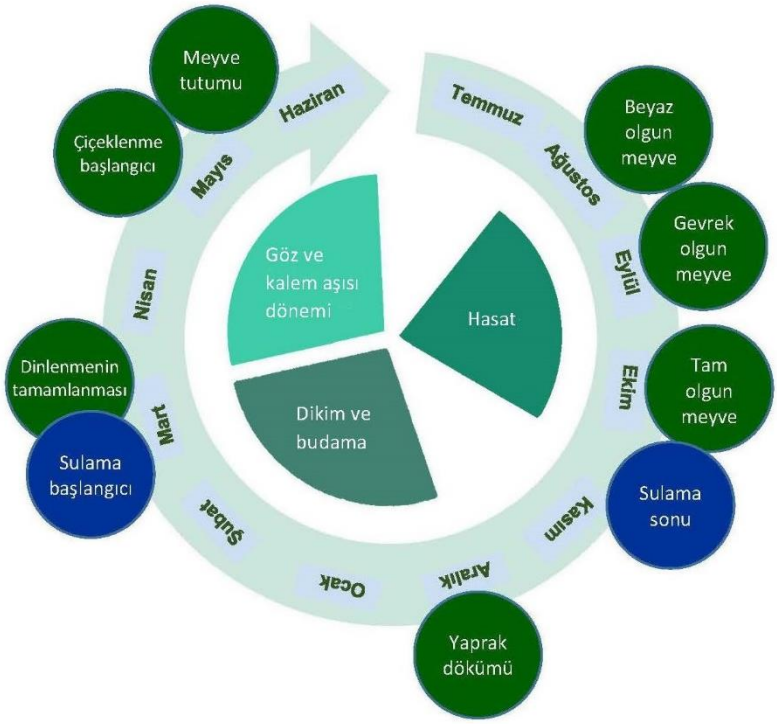
gerçekleşir.

Aynı sezonda büyüyen sürgünlerin üzerindeki yaprakların koltuklarında çiçekler oluşur. Çiçekler kısa saplı, açık yeşil-sarı ve 3−10 mm çapındadır (Şekil 2). Çiçek tomurcukları, meyveyi oluşturmak için farklılaşmasını ve gelişmesini aynı vejetasyon döneminde tamamlar.

Çoğu çeşit kendi kendine verimli olsa da, arıların katılmasıyla tozlaşma arttırılabilir. Polenleri yapışkandır ve bu nedenle rüzgarla tozlaşma etkisizdir. Polen canlılığı çoğu çeşitte düşüktür. Hünnap ağaçları tipik olarak bol çiçekli fakat düşük meyve tutumuna sahiptir. Meyve tutumundan sonra, döllenme eksikliği veya ovülün dejenerasyonundan kaynaklanan aşırı meyve dökümü meydana gelir. Meyve olgunlaşması sırasında su stresi, düşük bağıl nem, güneş ışığı eksikliği ve kuvvetli rüzgarlar da meyve dökülmesine neden olabilir.

Meyve tutumunu artırmak için şu önlemler alınabilir:

- Çiçeklenme döneminde ağaç gövdesinde boğma yapmak.
- Mevcut yıldaki sürgünlerin uçlarını kesmek (yaz budaması).
- Çiçeklenme döneminde bahçede yeterli miktarda arı kovanı bulundurmak.
- Çiçeklenme döneminde 2-3 defa 10-20 ppm gibberellik asit (GA_3) veya % 0.2 bor (B) uygulaması yapmak.
- Hasattan 4 hafta önce 10-20 ppm NAA uygulaması ile hasat öncesi meyve dökülmesi önlenebilir.



Şekil 3. Hünnap Üretim Döngüsü

Meyve olgunlaşma süresi çeşitler arasında 60 ile 145 gün arasında değişmektedir. Meyve gelişimi daha sıcak iklimlerde biraz daha uzun ve daha soğuk iklimlerde ise daha kısa sürmektedir. Meyveler çiçeklenmeden bir ay sonra, haziran ayı başlarında oluşmaya başlar. Chico ve Suimen çeşitleri çiçeklenmeden bir ay sonra, mayıs ayı sonlarında meyve tutmaya başlar. GA866, Li, Thornless, Tarjan, Shanxi-li, Redlands, Sherwood ve Si-hong çeşitleri haziran ayı başlarında; Lang, Don Polenski, Silverhill ve Admiral Wilkes çeşitleri ise haziran ayı sonlarında meyve vermeye başlar.

3. Çeşitler

Dünyanın en önemli hünnap üretici ülkesi olan Çin'de taze olarak tüketim, kurutma, çok amaçlı (hem kurutma hem de taze yeme için), şekerleme ve süs bitkisi dahil olmak üzere 700 ile 800 hünnap çeşidi bulunmaktadır (Tablo 2). Çok amaçlı olarak yetiştirilen çeşitler de dahil olmak üzere, özellikle kurutma amacıyla yetiştirilen çeşitler, Çin'deki hünnap üretiminin %90'ını oluşturmaktadır. Son yıllarda taze olarak tüketilen çeşitlerin tanıtılması ve seleksiyonu, ayrıca soğuk depolama tesislerinin yaygınlaşması ile Çin'de taze olarak yenebilen çeşitler giderek daha fazla popülerlik kazanmaktadır (Crawford ve ark., 2013; Johnstone, 2014).

Çin'den yapılan araştırmalar, oldukça az sayıda bölgesel olarak yaygın çeşitlerin ilave tozlayıcıya gerek duymadan, kendi kendine verimli olduğunu göstermiştir. Bazı çeşitler kendi kendine tozlaşabilir ve meyve verebilir, ancak karşılıklı tozlanma meyve tutumunu ve meyve verimini artıracaktır. Birkaç çeşit polen üretememektedir, yani polen sterildir ve bunlar için iyi bir tozlayıcı çeşit ve tozlayıcı böcek aktivitesi gereklidir. Hünnaplarda tozlaşmayı sağlayan en yaygın böcekler arasında bal arıları, karasinekler ve uğur böcekleri bulunur. Yukarıda açıklanan nedenlerle, hünnap bahçesi tesis ederken tek bir çeşit yerine, iki veya daha fazla çeşit dikmek en iyisidir (Yao, 2012).

'Li': Çin orijinli popüler ticari bir çeşittir. Yuvarlak şekilli ve 90 g ağırlığında büyük meyveler oluşturur. Sezon ortasında olgunlaşan, iyi kaliteli taze yemeklik çeşittir.

'Lang': Çin orijinli popüler ticari ticari bir çeşittir. Meyveleri iri, armut

şeklindedir ve kurutmaya uygundur. Meyvelerin olgun olduğu dönemde yağmur yağarsa, bazı meyveler çatlayabilir.

'So': Zikzak dalları olan güzel bir süs ağacıdır. Dengeli tatlı/ekşi aromalı, orta boy, yuvarlak meyvelere sahiptir. Taze yeme ve kurutma için uygundur. Peyzaj ve ev bahçeleri için uygundur.

'Shuimen': Orta boylu, iri çekirdekli ve uzun meyvelidir. Taze yeme ve kurutma için uygundur.

'Sugarcane': Mükemmel kalitede küçük ile orta boylu, yuvarlak ile uzun meyvelidir. Dikenli ağaçlara sahip olan bu çeşidin meyveleri son derece tatlı ve gevrektir. Taze yeme ve kurutma için uygundur. 'GA866': Kalifornia'daki (USA) Chico Bitki Tanıtım İstasyonu'ndaki hünnap yetiştirme programından elde edilmiştir. Oldukça büyük meyvelere ve çok yüksek şeker içeriğine sahiptir. Meyveleri uzun ve uç kısmı sivridir.

'Sherwood': Louisiana'da şans çöğürü olarak selekte edilmiştir. Mükemmel kalitede sert meyvelere sahiptir. Ağaçlar dik ve dar olarak gelişir. Geç olgunlaşan bir çeşit olması nedeni ile vejetasyon periyodu uzun olan alanlar için iyi bir çeşittir.

'Honey Jar': Çin orijinli bir çeşittir. Mükemmel kalitede yuvarlak, küçük, çok tatlı ve gevrek meyvelere sahip bir çeşittir. Taze tüketim için harikadır. Ağaçları oldukça erken meyveye yatar.

'Shanxi Li': Çin'de 1990'ların başında popüler olan en önemli taze tüketime uygun çeşitlerinden biridir. İyi yeme kalitesine sahip, orta ile büyük boy meyvelidir. Orta mevsim çeşidi olup, ağacı erken meyveye yatar ve verimlidir.

'Sihong': Çin orijinli bir çeşittir. Taze tüketim için iyi ve kurutmak için mükemmel bir çeşittir. Kurutulduğunda meyvenin yüzeyinde ince kırışıklıklar meydana gelir. Orta sezonda olgunlaşır.

'Abberville': Ağaçları oldukça bol ve küçük meyvelerle doludur. Meyve kalitesi orta düzeydedir. Dallar ve meyveler, yaprak dökümünden sonra 1 ile 3 hafta ağaçta kalır. Bu özelliği onu iyi bir süs ağacı yapar.

Tablo 2. Çin'de Yetiştirilen En Önemli Hünnap Çeşitleri

Çeşitler	**Tüketim şekli**
Dongzao	Taze tüketim
Linyilizao	Taze tüketim
Pozao	Kurutularak
Changhongzao	Kurutularak
Yuanlingzao	Kurutularak
Muzao	Kurutularak
Bianhesuan	Kurutularak
Jinsxiaozao	Kurutularak ve Taze
Huizaa	Çeşitli şekillerde
Zanhuangdazao	Çeşitli şekillerde

Kaynak: Johnstone (2014)

Batı Avustralya'da Li, Chico, Don Polenski, GA866, Suimen, Thornless, Lang, Silverhill, Sherwood, Shanxi-Li, Redlands, Admiral Wilkes ve Si-Hong dahil olmak üzere 11 tanınmış çeşit yetiştirilmektedir. Batı Avustralya'da hünnap fidanı üretimi için en yaygın kullanılan anaç Jin-si-lin'dir. Chico ve Li çeşitleri, mevcut yerel pazarda en çok tercih edilen hünnap meyveleridir (Crawford ve ark., 2013; Johnstone, 2014).

4. Ekolojik İstekleri

Ziziphus türleri, çok amaçlı kullanıma sahip olup, kuraklığa adapte olmuş bir meyve ağacı olma özellikleri nedeniyle, özellikle gelişmekte olan ülkelerde kurak bölgelerin ve düşük verimli toprakların ağaçlandırılması için umut verici bitkilerdir (Arndt ve ark., 2001). Hünnap bitkisi birçok meyve türünden daha düşük su ihtiyacına ve daha yüksek tuz toleransına sahiptir.

Meyve yetiştiriciliğinde yaygın olarak tercih edilen meyve ağacı türleri ile karşılaştırıldığında, *Ziziphus* sp., kuraklığa uyum sağlama yeteneklerini yaratan özel fizyolojik ve morfolojik özelliklere sahiptir. Hünnap ağaçları genellikle derinlerde bulunan su kaynaklarından yararlanma yeteneğini sağlayan derin ve geniş kökler geliştirir, böylece toprağın üst katmanları kuruduğunda, yeterli miktarda su ve kendisine uzun süre yetecek besin sağlar (Arndt ve ark., 2001; Stoli ve Stanica, 2021).

Stoli ve Stanica (2021), su kısıtlaması sırasında hünnap ağaçlarının stoma kontrolü sayesinde, toprak kurudukça bitki suyu kapsamını koruyabildiklerini belirtmişlerdir. Araştırıcılar, yapılan sera deneylerinde, kuraklık sırasında hünnap yapraklarındaki stoma kapanmasının yüksek hassasiyetinin doğrulandığını belirtmişlerdir. Hünnap ağaçlarının, hücre özsuyunu ozmotik basıncını ayarlama yeteneklerinin bir sonucu olarak, şiddetli kuraklık stresi altında bile birçok metabolik faaliyetinin devam edebildiği saptanmıştır (Arndt ve ark., 2001). Suyun önemli düzeyde kısıtlandığı durumda, hünnap ağaçları mezofitik yapraklarını dökebilmektedir. Su stresi yaşayan

bitkilerde yaprak kaybı, su kaybını azaltan ve kısa vadede hayatta kalma süresini uzatan faydalı bir adaptasyon olarak kabul edilebilir (Arndt ve ark., 2001; Stoli ve Stanica, 2021).

Hünnap, dünya üretiminin büyük bir kısmını karşılayan Çin'de yıllık yağış miktarı 87-2000 mm arasında olan bölgelerde yetişebilmektedir. Hünnap ağaçları, vejetasyon periyodu başlarında yeterli yağmurun ardından, uzun, sıcak ve kuru bir yaz ve dinlenme döneminde ise serin sıcaklıkların olduğu iklimlerde yetişir. Hünnaplar; yıllık yağış miktarı 200-1000 mm arasında değişen bölgelerde yetiştirilmektedir (Johnstone, 2014). Ağacın dikey kök sisteminin 13 m derinliğe ulaşması (Yan ve Ferguson, 1993) ve pH değeri 4.9-7 arasında değişen hafif asidik topraklarda büyüyebilmesi nedeniyle kuraklığa dayandığı bildirilmektedir (Du, 2009).

Ticari hünnap yetiştiriciliği için yıllık ortalama 5.5-22.0 °C arasında sıcaklık gerekmektedir. Hünnap ağaçları meyve tutumu için 20ºC'nin üzerinde ortalama günlük sıcaklıklar ister. Meyve gelişimi için ise 24-25°C'nin üzerinde günlük ortalama sıcaklığa ihtiyaç duymaktadır (Johnstone, 2014). Ortalama sıcaklık 15°C'nin altına düştüğünde, ağaç yapraklarını döker ve dinlenmeye girer (Crawford ve ark., 2013). Hünnap ağaçları, kış dinlenmesi döneminde -38°C'ye kadar kış sıcaklıklarına tolerans gösterebilmektedir. Hünnap'ın soğuklanma gereksinimi çeşitlere bağlı olarak, 7.2°C'nin altında 775-1735 saat arasında değişmektedir (Crawford ve ark., 2013; Johnstone, 2014). Hünnapların adaptasyon yetenekleri oldukça iyidir, ancak gölgeye tolerans göstermediği için tam güneşte yetiştirilmelidir (Lim, 2013).

Hünnap çeşitli toprak koşullarında yetişebilmektedir. Hünnap ağaçları kumlu-tınlı veya daha hafif toprakları tercih eder, ancak killi topraklarda da gelişebilmektedir. Hünnap ağacı tuzlu, alkali veya hafif asitli toprakları tolere edebilir, ancak en iyi pH 4.5-8.4 olan topraklarda yetişir (Tablo 3) (Crawford ve ark., 2013; Johnstone, 2014).

Hünnaplar, yaygın olarak yetiştiriciliği yapılan diğer meyve ağaçlarının iyi yetişemediği kurak ve yarı kurak alanlar için ideal bir ekonomik meyve türü olduğu kanıtlanmıştır (Liu, 2006).

Tablo 3. Hünnapın Çin'de Doğal Yetişme Koşulları

Koşullar	**Değer**
Yıllık ortalama sıcaklık (ºC)	5.5–22
Çiçeklenme mevsimindeki ortalama sıcaklık (ºC)	≥ 22–24
Minimum sıcaklık (ºC)	≥ - 38.2
Donsuz süre (gün)	≥ 100
Yıllık yağış miktarı (mm)	87–2000
Yıllık güneş ışığı süresi (saat)	≥ 1100
Toprak derinliği (cm)	≥ 30
Toprak pH'ı	4.5–8.4
Toprak NaCl oranı (%)	≤ 0.15
Toprak Na_2CO_3 oranı (%)	≤ 0.3
Toprak Na_2SO_4 oranı (%)	≤ 0.5

Kaynak: Crawford ve ark. (2013)

4.1. Tuz Toleransı

Hünnap tuza toleransı ile bilinir, ancak tuzluluğa dayanıklılık derecesi çeşitler arasında değişiklik gösterir. Azum-Ali ve ark. (2006), hünnap ağaçlarının 600 mS/m'den (orta tuz toleransı) daha yüksek bir tuzluluk derecesine toleranslı olduğunu belirtmektedir. Batı Avustralya'da hünnap ağaçları, elektrik iletkenliği 320 mS/m olan sulama suyu kullanılarak başarılı bir şekilde yetiştirilmiştir (Crawford ve ark., 2013).

5. Bahçe Tesisi

Hünnap bahçesi 6-7.5 m sıra arası ve 3.5-4 m sıra üzeri mesafelerinde dikilebilir (Yan ve Ferguson, 1993; Azum-Ali ve diğerleri, 2006). Son zamanlarda Çin'de yüksek dikim yoğunluğuna sahip veya plastik tünellerin kullanıldığı yoğun örtüaltı üretim modelleri başarıyla denenmektedir (Liu ve Wang, 2009; Crawford ve ark., 2013).

Avustralya'da hünnap ağaçları çoğunlukla 3 x 3 m aralıklarla dikilirken, dikim mesafesi bazı meyve bahçelerinde 4.3 x 4.3 m'ye kadar çıkabilmektedir. Bu rakam, dekar başına dikilen fidan sayısının yaklaşık 55 ile 100 arasında değişeceği anlamına gelir. Fidan dikerken, dikimden bir ay önce toprağa hayvan gübresi eklenmesi yararlı olur (Johnstone, 2014.

Dikimden önce meyve bahçesi yoğunluğuna göre uygun mesafelerde 0.6−1 m^3 hacminde dikim çukurları açılır. Çukurlara yanmış hayvan gübresi, süperfosfat ve üre ile karıştırılmış toprak doldurulur.

6. Sulama

Hünnap ağaçları çok az suyla hayatta kalabilir, ancak yeterli düzeyde sulama meyve tutumunu iyileştirebilir, meyve dökümünü azaltabilir, meyve boyutunu, verimi ve kalitesini iyileştirebilir (Yan ve Ferguson, 1993; Liu, 2006; Azum-Ali ve ark., 2006; Johnstone, 2014).

Hünnap ağaçlarının en önemli sulama dönemleri (Liu, 2006):

- Tomurcuk patlaması öncesi (Mart)
- Erken çiçeklenme (Nisan/Mayıs)
- Genç meyvenin hızlı büyüme evresi (Haziran)

- Meyve hasadından hemen sonra (Ekim/Kasım)

Toprak özellikleri, sulama programının türünü ve zamanlamasını etkiler. Mikro sprinkler, hünnap ağaçlarının sulanması için iyi bir seçenektir. Daha büyük sprinklerlere kıyasla verimlidirler. Sıra arasını değil, yalnızca ağaçların altındaki toprağı sulayarak su tasarrufu sağlarlar. Daha düşük basınçta çalışırlar ve çalıştırılmaları ucuzdur. Damlama sulama, hünnap yetiştirmek için çok uygun verimli ve ekonomik sistemlerdir.

Yaz aylarında hünnap bahçesine toprak yapısına ve bölgelere göre yaklaşık 300-800 m^3/da sulama suyu verilmesi yeterlidir.

7. Gübreleme

Hünnap ağaçları çok az gübre ile ya da hiç gübre olmadan hayatta kalabilir. Ancak, ticari hünnap yetiştiriciliği için yeterli miktarda gübre uygulamaları gereklidir. Yeni dikilen fidanların gübrelenmesine gerek yoktur (Yao, 2012).

Liu (2006), hünnap ağaçlarında gübreleme için kilit zamanların meyve hasadından hemen sonra, tomurcukların patlamasından önce, erken çiçeklenme ve genç meyvenin hızlı büyüme evreleri olduğunu belirtmektedir. Gübre; sonbaharın sonlarında veya ilkbaharın başlarında, yani dinlenme döneminde uygulanmalıdır. 100 kg kaliteli taze meyve elde etmek için 1.5 kg N_2, 1 kg P_2O_5 ve 1.3 kg K_2O gerektiği tahmin edilmektedir (Liu, 2006). Hünnap ağaçlarını gübrelemek için kümes hayvanı gübresi kullanılabilir. Kireç, pH'ı düşük topraklarda veya kalsiyum eksikliği varsa eklenir.

Hünnap ağaçlarının beslenmesi için önemli dönemler (Johnstone, 2014):

- Tomurcuk patlamasından önce (Mart)
- Erken çiçeklenme (Nisan/Mayıs)
- Genç meyvenin hızlı büyüme evresi (Haziran).
- Meyve hasadından hemen sonra (Ekim/Kasım)

Hünnap yetiştiriciliğinde yaprak gübresi kullanılabilir. Yaprak gübreleri; mantar ilaçları, böcek ilaçları ve büyüme düzenleyicilerin spreyleri ile birlikte yılda 5-6 kez uygulanabilir. Yaprakların büyümesinden-meyve gelişiminin erken dönemine kadar hünnap ağaçlarına %0.3-0.5 oranında üre püskürtülebilir. Meyve gelişiminin orta ve geç aşamalarında ise %0.1-0.3 KH_2PO_3 veya süperfosfat spreyleri uygulanabilir.

Hayvan gübresi, dinlenme döneminde (sonbahar sonu veya ilkbahar başı) toprak sürümü ile birlikte uygulanabilir.

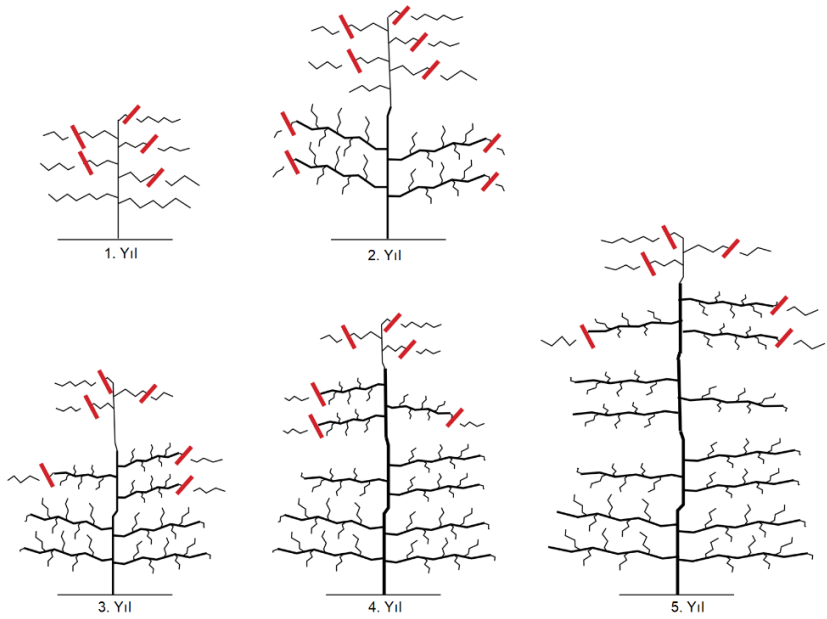
8. Budama ve Terbiye

Terbiye, bitki büyümesinin ilk 3-5 yılında gerçekleştirilir. Geleneksel meyve bahçeleri için ortak formlar goble, doruk dallı ve değişik doruk dallı terbiye sistemleridir. Sık dikim sistemleri için ise Y şekli, bodur piramit, palmet ve ince iğ terbiye sitemeleri kullanılabilir (Johnstone, 2014).

Budama yöntemleri, meyve verme tiplerine göre belirlenir. Hünnap ağacının dal ve sürgün yapıları Şekil 1'de gösterilmiştir. Budama hem

dinlenme (kış budaması) hem de büyüme mevsiminde yapılabilir. Kış budamasında esas olarak zayıf, hastalıklı, zararlılardan zarar görmüş ve sıklaşmış sürgünler ile uygun boyut ve kalitede meyve vermeyen sürgünlerin çıkarılması için yapılır. Yaz budamasında işe yaramaz, aşırı sıklaşmış, zarar görmüş ve hastalıklı sürgünlerin çıkarılması işlemleri gerçekleştirilir (Johnstone, 2014).

Ağacın ana dalları, merkezi bir lider olsun veya olmasın, belirli bir şekle göre terbiye edilebilir. Genel olarak, yaklaşık 6 ile 8 ana dal, 3 ile 5 metre yükseklikte ağaç gövdesi üzerinde her yöne göre dengeli olarak ve birbiri arasında belli bir aralık bırakılarak dağıtılmalıdır (Şekil 4). Ağacın tam ürün vermesi için hünnabın her yıl budanması gerekir (Johnstone, 2014).



Şekil 4. Hünnap'ın Budanması ve Terbiyesi (Johnstone, 2014'den alınmıştır.)

Hünnap fidanının dikiminden sonraki ilk budama mevsiminde budamasının yapılması gerekir.

- Lider dalını yaklaşık 50 cm'den kesin
- Daha sonra, üstteki üç yan sürgünü 1 ile 2 tomurcuk üzerinden kesin
- Çok dik olan yan sürgünleri eğerek, açısını genişletin
- Diğer yan sürgünleri, dal üzerinde yaklaşık 5 ile 6 tomurcuk bırakacak şekilde kesin – yan dallar üzerinde çıkan yan sürgünleri asla kesmeyin.

Ağaç yaklaşık 3 m yüksekliğe ulaşana kadar bu budama stratejisi her yıl tekrarlanmalıdır. Yan sürgünler büyüme mevsimi boyunca izlenmeli ve çok dik büyüyorlarsa, yana eğilmeli veya açısı genişletilmelidir. Çok uzayan yan sürgünler, mümkün olan en kısa sürede tercih edilen uzunlukta budanmalıdır. Yukarı doğru büyümeyi yavaşlatmak için büyüme mevsimi boyunca merkez lider dalı henüz ince iken, tercih edilen yükseklikten kesilmelidir. Merkezi liderin kesimden önce eğer gövdesi çok kalınlaşmışsa, merkezi lider gövdesinin kesilmesi halinde muhtemelen lider dal üzerinde yeni sürgünlerin büyümesi teşvik edilmiş olacaktır. Yan sürgünler (meyve veren kollar) çok kalınlaştığında ve yaşlandığında, merkezi lider dalın yakınında yeni güçlü sürgünler gelişmeye başlayacaktır. Bu durum meydana geldiğinde, meyve veren dalın değiştirilmesi gerektiği konusunda bize bir işaret anlamına gelmelidir. Eski meyve veren dalı, lider dala yakın bir şekilde kesin. Kesilen noktada yatay olarak büyüyen yeni sürgünler, yedek meyve veren dal haline gelecektir (Johnstone, 2014).

9. Çoğaltılması

Yakın zamana kadar Çin'de hünnap bitkisi, gelişmiş hünnap ağaçlarından elde edilen dip sürgünleri ile çoğaltılıyordu. Çin'deki üreticiler artık hünnapları çöğürler üzerine göz ve kalem aşısı yaparak çoğaltmaktadırlar. Çin'de çöğür eldesinde hünnap ve ekşi hünnap (*Z. acidojujuba*) kullanılmaktadır. Batı Avustralya'da hünnap çöğürü üretimi için Jin-si-lin anaç olarak kullanılmaktadır. Yao (2012), ABD'de hünnap fidanı üretiminde, tohumların temin kolaylığı ve stres koşullarına dayanıklı olması nedeniyle çöğür üretimi için ekşi hünnap (*Z. spinosa*) tohumlarının kullanıldığını bildirmiştir.

Tamamen olgunlaşmış hünnap çekirdekleri, çöğür anaç üretimi için kullanılabilir. Ekimden önce çekirdeklerin 2−5°C'de 3−4 ay nemli kumda katlanması gerekir. Daha sonra çekirdeklerin sert kabuğu kırılarak, içi çıkarılır ve 24-48 saat suda ıslatılır. Erken ilkbaharda, ön işlemden geçirilmiş olan tohumlar sıralar üzeri 10-15 cm ve sıra arası 40-50 cm olacak şekilde ekilir. Tohum yatakları çimlenmeyi teşvik etmek için plastik örtü ile kaplanabilir (Johnstone, 2014).

"*Kapalı Tohumlu (Angiospermae) Ağaç ve Çalıların Eşey Özellikleri El Kitabı*"nda Gültekin (2010) şu bilgileri vermektedir: Sonbaharda ağaçlardan elle ya da bir örtü üzerine sopa ile çırpılarak toplanan meyveler birkaç gün ıslatılır. Ardından ayakla çiğnenir, kalburda yıkanarak tohum elde edilir. Tohum ekimden önce çatlatılır, 1 gün %5'lik limon tuzunda ya da 400 ppm GA_3 solüsyonunda bekletildikten sonra, geç sonbahar ya da erken kış döneminde soğuk seralara ekilir. Çimlenme bahar ortasında ya da sonunda gerçekleşir. Bitki taslağına

zarar vermeden kabuk tamamen kırılarak da ekim yapılabilir. İdeal çimlenme sıcaklığı 20-25 ºC'dir. Tohumlar, standart soğuk hava depolarında (1-4°C), ağzı kapalı kaplar içerisinde uzun süre saklanabilir. 1000 hünnap tohumu 180-600 g (ortalama 310 g) gelmektedir. Hünnap tohumunun çimlenme oranı %60-90 düzeylerindedir (Gültekin, 2010).

Hünnap bitkisinin aşılanmasında göz aşısı metotlarının yanında, dilcikli – dilciksiz İngiliz kalem aşısı, kabuk altı ve yarma aşı, en çok kullanılan kalem aşısı yöntemleridir (Crawford ve ark., 2013; Johnstone, 2014). Göz aşıları nisan ve mayıs ayında yapıldığında %50 civarında bir başarı oranı elde edilmektedir. Hünnap ağaçlarında aşılama işlemi %60-100 arasında değişen başarı oranı ile mart ayından - mayıs ayının sonuna kadar yapılmaktadır. Yapılan aşılar tutar ve sürerse, ilk yılda dahi yeni yapılan aşı sürgünü üzerinden biraz meyve elde edilebilir.

Hünnap doku kültürü ile de başarılı bir şekilde çoğaltılmaktadır, ancak bu teknikle ticari üretim, yüksek beceri ve pahalı tesislerin gereklilikleri nedeniyle hala geliştirme aşamasındadır (Liu ve Wang, 2009). Sert odun çeliklerini köklendirme girişimleri genellikle daha önce başarısız olmuştur (Yan ve Ferguson, 1993), ancak son zamanlarda bazı başarılı bulgular elde edilmiştir (Azum-Ali ve ark., 2006; Liu ve Wang, 2009). Hünnap ağaçlarından alınan yumuşak odun çelikleri sisleme ünitesinde köklendirilebilir.

10. Hasat

Hünnap meyvesi ağustos'tan-ekim ayına kadar olgunlaşır. Olgunlaşmamış meyveler yeşil bir kabuğa sahiptir ve toplanırsa

olgunlaşmaz. Daha sonra toplanan meyveler hasattan sonra olgunlaşmaya devam etmektedir. Meyve olgunlaşmaya başladıkça, meyve rengi koyu yeşilden-sarı-yeşile doğru değişir, kremsi, beyaz renk olgunlaşma aşaması olarak bilinir. Olgunlaşma devam ederken, yaprak sapı ucunda (meyvenin dalla birleştiği yerde) veya meyvenin ortasında rastgele kahverengi/kırmızı lekeler oluşur. Renk daha sonra yarı kırmızı/yarı kremsi olarak değişir ve sonunda tam olgunlaşma aşaması olarak bilinen tamamen kırmızı/kahverengi olur. İnsanlar genellikle sert hünnap meyvesinin dokusunu gevrek bir elmanınkiyle karşılaştırır. Tamamen kırmızı olduktan birkaç gün sonra meyve dokusu yumuşamaya başlar ve yüzeyde buruşukluklar oluşur.

Meyve olgunluğu her çeşitte standart değildir. Taze yeme çeşitleri, beyaz olgun aşamadan, tamamen kırmızı olana kadar pazarlanabilir. İlk olgunlaştığında hasat edilen taze meyveler, kalite kaybı olmadan iki hafta veya daha uzun süre 5°C sıcaklıkta saklanabilir. Kuruyan çeşitlerin hasat edilmesi için en iyi zaman, tamamen kırmızı oldukları zamandır. Meyveler buruşmaya başladığında hasat edilebilir veya buruştuktan sonra bir süre ağaçlarda asılı bırakılabilir. Nemli yörelerde, mantar veya küf enfeksiyonunu önlemek için meyveler tamamen kırmızı olduğunda hasat edilmeli ve mümkün olan en kısa sürede kurutulmalıdır. Taze yenen çeşitler için elle hasat tercih edilir. Çin'deki yetiştiriciler, çeşitleri kurutmak için ağaçların altına muşamba koyar ve ardından ağaçları sallar veya meyveleri düşürmek için uzun sopalar kullanır. Büyük alanlarda kurutmalık çeşitlerinin üretimi için gövde sarsıcılar kullanılarak mekanik hasat işlemi uygulanabilir. Tam verim çağındaki bir ağaçtan 30-40 kg taze meyve ve dekar başına ise tahmini

2-3 ton verim elde edilebilir.

Hünnapın meyve olgunlaşması üç aşamaya ayrılır:

- *Beyaz olgun*: Meyve tam boyuta ve şekle yakındır; meyvenin kabuğu incedir ve rengi yeşilden-yeşilimsi beyaza kadar değişir.
- *Gevrek olgun*: Meyvenin yarısı - tamamı kırmızıdır. Meyve dış kabuğu kalınlaşır, sertleşir ve gevrek, sulu ve tatlı hale gelen, daha fazla şeker ve asit içeren etten kolayca ayrılır.
- *Tam olgunlaşma*: Etin şeker içeriği hızla artar ve su içeriği azalmaya başlar. Çekirdek ve meyve sapının yanındaki etler sararır ve yumuşar. Kabuk koyu kırmızıya döner ve meyve buruşur.

Uygun hasat zamanı, meyvenin son kullanımına (taze tüketim, kurutulmuş veya işlenmiş) bağlıdır. Taze tüketim için, depolama ömrünü uzatmak için hünnap gevrek olgun aşamada toplanmalıdır. Kurutulacak meyveler tam olgunlaştığında, şekerleme için ise meyveler beyaz olgunluk döneminde toplanmalıdır.

Kurutmalık meyveler için kimyasal hasat önerilir. Hasattan 5-7 gün önce püskürtülen 200−300 ppm ethephon, hasat verimini 10 kat artırabilir, kuru meyve verimini ve kalitesini artırmada faydalıdır.

10.1. Hasat Sonrası

Hasattan sonra meyveler, olgunlaşma derecesine ve meyve büyüklüğüne göre sınıflandırılmalı, daha sonra düşük sıcaklıkta saklanmalı, kurutulmalı veya işlenmelidir. Kurutulmuş hünnap

meyveleri; yaklaşık 3 hafta güneş altında veya nem içeriği %25'in altına düşene kadar 60°C'de 36−48 saat boyunca bir kabin kurutucuda kurutularak elde edilebilir. Kurutulmuş meyve olduğu gibi tüketilebilir veya daha sonra işlenebilir.

10.2. Meyve Kalite Testi

Hünnap meyvelerinin olgunluk durumunun testi edilemesinde SÇKM miktarı ve asit (sitrik) içeriğine bakılır. Meyvenin şeker/asit oranı da kalite testinde aranılan kriterdendir. Avustralya'da yetiştirilen hünnap meyve çeşitleri üzerinde yapılan testlerde, test edilen üç çeşitten Li çeşidinin en yüksek SÇKM (31°Brix) ve Chico'nun ise en düşük SÇKM oranına (25°Brix) sahip olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmada; Chico meyvesinin, Li ve Suimen meyvesinin yaklaşık iki katı asit miktarına sahip olması dolayısıyla, Chico çeşidinin, diğer çeşitlere göre en düşük şeker/asit oranına sahip olduğu saptanmıştır.

11. Depolama

Taze hünnap meyvesi çabuk bozulan yapısı nedeniyle ortam koşullarında uzun süre saklanamaz. Raf ömrü genellikle herhangi bir uygulama olmaksızın sadece 2-3 gündür. Yarı kırmızı taze meyveler, 0.04-0.07 mm kalınlığında havalandırmalı polietilen torbalarda paketlenerek -1 ile 1°C'de, %90−95 oransal nem ve %5 CO_2 konsantrasyonunda muhafaza edilirse, meyveeler 100 günden fazla gevrek kalabilir. Kuru meyveler kuru, serin ve korunaklı bir ortamda 12 aya kadar saklanabilir.

11.1. Depo Hastalıkları

Hünnap meyvesi çok çabuk bozulur ve hasat sonrası bozulmaya karşı oldukça hassastır. *Penicillium expansum*'un neden olduğu mavi küf, hünnapın hasat sonrası en önemli depo hastalıklarından biridir.

12. Hastalıklar, Zararlılar ve Fizyolojik Bozukluklar

Çin'de yetiştirilen hünnap ağaçları için en yaygın hastalıklar cadı süpürgesi, pas ve meyve çatlamasıdır. Cadı süpürgesine bir tür fitoplazma (*Candidatus* Phytoplasma ziziphi) neden olur ve bütün bir meyve bahçesini yok edebilir. Avustralya'da son zamanda mantarsal bir hastalık olan *Nothohoma quercin*a'nın neden olduğu hünnap kahverengi lekesi tespit edilmiştir. Hasat zamanına yakın yoğun yağıştan kaynaklanan meyve çatlaması, tüm sezonun mahsulünü mahvedebilir. Zararlılardan şeftali meyve güvesi (*Carposina niponensis*) ve *Lygus pratensis* (çiçek sapsokanı) en yaygın olanlarıdır. Hünnap, Akdeniz meyve sineğine karşı da hassastır. Zararlılar arasında tavşanlar ve kuşlar da bulunur, ancak bunlar meyve bahçesine çit çekerek veya bahçe üzerini file (ağ) ile örterek kontrol edilebilir.

Avustralya'da yetişen hünnaplar için meyve çatlaması önemli bir sorundur. Çatlama, suyla ilişkili fizyolojik bir bozukluktur ve bazı yıllarda mahsulün büyük bir kısmını mahvedebilir. Büyüme mevsimi boyunca su yönetimine ve toprak nemini korumaya özen göstermek, meyvelerdeki çatlamayı azaltmaya yardımcı olacaktır, ancak dayanıklı çeşitlerin seçilmesi de bir seçenektir.

13. Meyvenin Besin Değeri

Hünnap meyvesi; Çin, Kore, Japonya ve Güneydoğu Asya'da besleyici bir gıda ve önemli bir geleneksel ilaç olarak kabul edilmektedir. Hünnaplar; C vitamini, şeker, biyoflavonoidler, yenilebilir selüloz ve mineraller açısından diğer meyve türlerinden daha zengindir. Suda çözünür kuru madde içeriği, taze olgun meyvelerde %20 - %40 arasında değişmektedir. Kurutulmuş hünnaplardaki karbonhidrat içeriği %70 ile 85'e kadar çıkabilir. Taze hünnap meyvesi 100 g taze ağırlık başına 200 ila 500 mg C vitamini içerirken; elma, armut ve şeftali 1 ile 8 mg/100 g taze ağırlık içerir. Hünnaplar ayrıca insan vücudundaki birçok biyolojik süreçte önemli bir "ikinci haberci" olan Cyclic Adenosine Mono-Phosphate (cAMP) açısından da zengindir.

Diğer yenilebilir meyvelerle karşılaştırıldığında, günde bir hünnap meyvesinin yenilmesi, yetişkin bir erkeğin C ve B vitamini ihtiyacını karşılamaktadır (Pareek, 2013). Hünnaplar birçok besin ve fitokimyasallar kapsamakta ve bu özelliği ile sağlıklı bir diyete katkıda bulunabilir. Hünnapların bileşiminde %81-83 nem, vitaminler (A, B kompleksi, karoten, tiamin, riboflavin ve özellikle askorbik asit), şekerler (%22; galaktoz, fruktoz ve glikoz), organik asit (sitrik, malonik ve malik asitler), mineraller (Ca, K ve Fe), yağ asitleri (%0.76–1.8; yağ içeriğinin %71.7'si oleik asit ve %15'i linoleik asit), amino asitler (%0.8), karbonhidratlar (%17), lif (%1.3) ve polifenoller (Li ve ark., 2007; Muchuweti ve ark., 2005; Pareek, 2013; Wang ve ark., 2010) bulunmaktadır.

14. Sonuç

Ülkemiz gerek sahip olduğu iklim özellikleri, gerekse topoğrafik yapısı nedeniyle çölleşme ve kuraklık tehdidi altındadır. Özellikle küresel ısınma ve kuraklık tehdidi altında bulunan ülkemizde hem ağaçlandırma çalışmasında hem de meyve yetiştiriciliğinde kuraklığa dayanıklı türlere daha fazla ağırlık verilmesi büyük önem taşımaktadır.

Hünnap; kuraklığa, yüksek tuzluluğa ve ilkbahar donlarına karşı dayanıklılığı yüksek, organik tarıma uygun, çölleşme tehlikesi altında bulunan alanlarda yararlanılabilen bir bitki olmasına rağmen Türkiye'de yeterince tanınmamaktadır. Sağlıklı gıdalara olan talep arttıkça, halkın bu yeni meyveyi kabul etmesi zor olmayacak, akıllı ve yoğun bir reklam kampanyası ile hünnap tüketicilerin büyük bir kısmının ilgisini çekecektir.

Hünnap; Antarktika hariç, tüm kıtalarda en az 48 ülkede yayılış göstermektedir. Hünnap, kurak ve yarı kurak topraklarda, kuraklığa karşı üstün dayanıklılığı ve adaptasyonu yanında, çorak ve tuzlu topraklara da üstün dayanıklılığı nedeniyle giderek daha önemli hale gelmekte ve belirgin avantajları nedeniyle geleceğin bir süper meyvesi olarak kabul edilmeyi hak etdiyor.

Aynı miktardaki taze hünnap meyvesi elma, armut ve şeftaliden 100 kat daha fazla C vitamin kapsamına sahiptir. Hünnabın besinsel, tıbbi ve ekonomik değeri hakkında daha fazla tanıtımın yapılması, özellikle Türk ve Avrupalı tüketicilerin bu meyve türünü tanıması için yoğun reklam kampanyasına ihtiyaç vardır.

15. Kaynaklar

Anonim (2017). T.C. Orman Genel Müdürlüğü, Doğu Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, 2017 Yılı Teknik Raporları. Ağaçlandırmalarda Hünnap Türünün Kullanımının Araştırılması. https://doa.ogm.gov.tr/SiteAssets/Sayfalar/Teknik%20Rapor%202017/6.pdf (Erişim tarihi: 16.02.2022).

Anşin, R., Özkan, Z. C. (1997). Tohumlu Bitkiler: (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, 512 s., Trabzon.

Arndt, S. K., Clifford, S. C., Popp, M. (2001). *Ziziphus* - A Multipurpose Fruit Tree for Arid Regions. In: Breckle SW, Veste M, Wucherer W (eds) Sustainable Land Use in Deserts. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-59560-8_41.

Azum-Ali, S., Bonkoungou, E., Bowe, C., deKock, C., Godara, A., Williams, J. T. (2006). 'Ber and other jujubes' *Fruits for the Future 2 (Revised Edition)*, Southampton Centre for Underutilised Crops. http://www.underutilized species.org/Documents/PUBLICATIONS/ber_monograph.pdf (Erişim tarihi: 17.02.2022).

Baytop, T. (1999). Türkiye'de Bitkiler ile Tedavi, İstanbul Üniversitesi Yayınları No:3255, Eczacılık Fakültesi Yayınları No: 40.

Choi, S. H., Ahn, J. B., Kozukue, N., Levin, C. E., Friedman, M. (2011). Distribution of free amino acids, flavonoids, total phenolics, and antioxidative activities of jujube (*Ziziphus jujuba*) fruits and seeds harvested from plants grown in Korea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *59*(12): 6594-6604.

Crawford, R., Shan, F.C., McCarthy, A. (2013). Chinese jujube: A developing industry in Australia. *Acta Hortic.*,*993*: 29-36. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.993.3

Du, J. J. (2009). The determination of chilling requirement and changes of carbohydrate during dormancy for Chinese jujube. *Acta Hortic, 840*: 369-374.

Gao, L., Zhou, G. F., Shen, G. N. (2003). New jujube varieties and their cultural techniques. *China Fruits*, *2*: 38-40.

Gültekin, H. C. (2010). Kapalı Tohumlu (Angiospermae) Ağaç ve Çalıların Eşey Özellikleri El Kitabı. T. C. Çevre ve Orman Bakanlığı Ağaçlandırma ve

Erozyon Kontrolü Genel Müdürlüğü, 312 s., Ankara.

Johnstone, R. (2014). Development of the Chinese jujube Industry in Australia. Rural Industries Research and Development Corporation, Publication No: 14/001, Project No: PRJ-005304, 61 p., Australia.

Karıncalı, M. (2003). *Ziziphus jujube* Mill. *(Hünnap) Bitkisinin Morfolojik, Anatomik, Ekolojik ve Polen Özelliklerinin Araştırılması*. Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 45 s., Denizli.

Krška, B., Mishra, S. (2009). Sensory Evaluation of Different Products of *Ziziphus Jujuba* Mill. *1st International Jujube Symposium, 840:* 557-562.

Kundi, A. H. K., Wazir, F. K., Abdul, G., Wazir, Z. D. K. (1989). Physicochemical characteristics and organoleptice valuation of different ber (*Zizyphus jujuba* Mill.) cultivars. *Sarhad Journal of Agriculture*, *5*(2): 149-155.

Li, J. W., Ding, S. D., Ding, X. L. (2005). Comparison of antioxidant capacities of extracts from five cultivars of Chinese jujube. *Process Biochemistry*, *40*(11): 3607-3613.

Li, J. W., Fan, L. P., Ding, S. D., Ding, X. L. (2007). Nutritional composition of five cultivars of Chinese jujube. *Food Chemistry*; *103*(2): 454–460. DOI:10.1016/j.foodchem.2006.08.016.

Lim, T. K. (2013). Edible Medicinal and Non-Medicinal Plants. Vol. 5 – Fruits; 578. Springer Science+Business Media Dordrecht. DOI:10.1007/978-94-007-5653-3_30.

Liu, M. J. (2006). Chinese jujube: Botany and horticulture. *Horticultural Reviews*, 32: 229-298.

Liu, M. J., Wang, J., Wang, L., Liu, P., Zhao, J., Zhao, Z., Yao, S., Stănică, F., Liu, Z., Wang, L., Ao, C., Dai, L., Li, X., Zhao, X., Jia, C. (2020). The historical and current research progress on jujube - a superfruit for the future. *Horticulture Research*; *7*: 119. https://doi.org/10.1038/s41438-020-00346-5.

Liu, M. J., Zhao, Z. H. (2009). Germplasm Resources and Production of Jujube in China. *1st International Jujube Symposium, 840*: 25-32.

Liu, M., Wang, M. (2009). Germplasm Resources of Chinese Jujube.China Forestry Publishing House, Beijing, China.

Meena, S. K., Gupta, N. K., Gupta, S., Khandelwal, S. K., Sastry, E. V. D. (2003). Effect of sodium chloride on the growth and gas exchange of young *Ziziphus* seedling rootstocks. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, *78*(4): 454-457.

Muchuweti, M., Zenda, G., Ndhlala, A. R. (2005). Sugars, organic acid and phenolic compounds of *Ziziphus mauritiana* fruit. *Eur Food Res Technol*; *221*: 570–574. https://doi.org/10.1007/s00217-005-1204-6.

Pandey, A., Singh, R., Radhamani, J., Bhandari, D. C. (2010). Exploring the potential of *Ziziphus nummularia* (Burm. f.) Wight et Arn. from drier regions of India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *57*(6): 929-936.

Pareek, S. (2013). Nutritional compotistion of jujube fruit. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, *25*: 463-470. https://doi.org/10.9755/ejfa.v25i6.15552.

Pareek, S., Fageria, M. S., Dhaka, R. S. (2002). Performance of ber genotypes under arid condition. *Current Agriculture*, *26*(1/2): 63-65.

Seçmen, Ö., Gemici, Y., Leblebici, E., Görk, G. ve Bekat, L. (1998). Tohumlu Bitkiler Sistematiği. Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Kitapları, Seri No: 116, İzmir.

Siriamornpun, S., Weerapreeyaku, N., Barusrux, S. (2015). Bioactive compounds and health ımplications are better for green jujube fruit that for ripe fruit. *Journal of Functional Foods*, *12*: 246-255.

Stoli, I., Stănică, F. (2021). Review on some features of the Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.). *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, *78*(1):10. DOI:10.15835/buasvmcn-hort:2020.0033

Tatari, M., Ghasemi, A., Mousavi, A. (2016). Genetic diversity in jujube germplasm (*Ziziphus jujuba* Mill.) based on morphological and pomological traits in Isfahan province, Iran. *Crop Breeding Journal*, *4-6*: 79-85.

Wang, B. N., Cao, W., Gao, H., Fan, M.T., Zheng, J. B. (2010). Simultaneous determination of six phenolic compounds in jujube by LC-ECD. *Chromatographia*; *71*: 703–707.

Wang, B., Huang, Q., Venkitasamy, C., Chai, H., Gao, H., Cheng, N., Pan, Z. (2016). Changes in phenolic compounds and their antioxidant capacities in Jujube

(*Ziziphus jujube* Miller) during three edible maturity stages. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie Food Science and Technology*, *66*: 56-62.

Wang, B., Huang, Q., Venkitasamy, C., Chai, H., Gao, H., Cheng, N., Pan, Z. (2016). Changes in phenolic compounds and their antioxidant capacities in jujube (*Ziziphus jujuba* Miller) during three edible maturity stages. *LWT-Food Science and Technology*, *66*: 56-62.

Xue, Z., Feng, W., Cao, J., Cao, D., Jiang, W. (2009). Antioxidant activity and total phenolic contents in peel and pulp of Chinese jujube (*Ziziphus jujuba* Mill) fruits. *Journal of Food Biochemistry*, *33*(5): 613-629.

Yan, G. J., Ferguson, A. R. (1993). The Chinese date or Chinese jujube. *Horticulture in New Zealand*, *4*(2): 13-18.

Yao, S. (2012). Jujube: Chinese Date in New Mexico. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences, New Mexico State University, Guide H-330. https://aces.nmsu.edu/pubs/_h/H330/welcome.html (Erişim tarihi: 17.02.2022).

Zhumatov, U. Z. (1996). Elementary compositions of the fruits of *Morus nigra* and *Zizyphus jujuba* and their biological activities. *Chemistry of Natural Compounds*, *32*: 116-117.

BÖLÜM 9

CEVİZİN ÇOĞALTILMASI

Öğr. Gör. Saadet Sevil YÜCEL[1*] Prof. Dr. Yeşim OKAY[2]

[1]Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Çaycuma Gıda ve Tarım Meslek Yüksekokulu Gıda İşleme Bölümü Zonguldak, 0000-0002-6806-8429, saadetsevilyucel @gmail.com
[2]Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Ankara, 0000-0003-1491-2564, okay@agri.ankara.edu.tr
*Sorumlu Yazar: saadetsevilyucel @gmail.com

1. Giriş

Dünya sert kabuklu meyve türleri üretim ve ticaretinde önemli bir konumda bulunan cevizin anavatanı bazı araştırıcılara göre İran'ın Ghilan bölgesi, bazılarına göre Çin'dir. Vavilov, cevizin orijin merkezlerine Orta Asya ve Yakın Doğu'yu, Okmanich ise sekonder merkez olarak Moldavya'yı da eklemiştir. Karpat dağlarından, Türkiye, Irak, İran, Afganistan, Rusya, Hindistan, Mançurya ve Kore'ye kadar uzanan geniş bir coğrafyanın doğal bitkisidir. Fosil kanıtlar, cevizin Asya ve Avrupa kıtalarının büyük bir bölümünde ve Kuzey Amerika'da, Kuzey Alaska'ya kadar uzanan genişçe bir alanda bir zamanlar yetiştiğini göstermektedir. Çok eski ve köklü bir meyvecilik kültürüne sahip olan ülkemiz birçok meyve türünün olduğu gibi cevizin de anavatanı arasındadır (Şen, 2009); (Akça, 2016).

Ceviz; bitkiler aleminde *Spermatophyta* bölümünün *Angiospermae* alt bölümünün *Dicotyledoneae* sınıfı, *Juglandales* takımı, *Juglandaceae* familyası, *Juglans* cinsi içerisinde yer almaktadır. Dünya üzerinde geniş bir alanda yayılma gösteren Juglans cinsine bağlı, özellikleri belirlenen türlerden en önemlisi ve üstün meyve kalitesi ile ceviz denildiğinde ilk akla gelen ise Anadolu cevizi, İran cevizi ve İngiliz cevizi olarak da adlandırılan *J. regia*' dır (Özçağıran ve ark., 2005).

2020 yılı verilerine göre dünyada toplam 1.021.391 ha alanda, 32.544 hg/ha verim değeriyle, 3.323.964 ton ceviz üretimi gerçekleştirilmiştir. Dünya ceviz üretiminin yaklaşık %74'lük kısmı Çin, A.B.D., İran ve Türkiye tarafından karşılanmaktadır (Anonim, 2022a, Tablo 1).

Tablo 1. Dünya Ceviz Üretim Miktarı, Alanı ve Verim Değerleri

CEVİZ ÜRETİM MİKTARI (ton)		**CEVİZ ÜRETİM ALANI (ha)**		**CEVİZ VERİM DEĞERİ (hg/ha)**	
	2020		**2020**		**2020**
ÇİN	1 100 000	**ÇİN**	284 375	**ROMANYA**	253 141
A.B.D.	707 604	**A.B.D.**	153 781	**ÖZBEKİSTAN**	95 224
İRAN	356 666	**TÜRKİYE**	141 790	**UKRAYNA**	84 567
TÜRKİYE	286 706	**MEKSİKA**	108 771	**PAKİSTAN**	83 747
MEKSİKA	164 652	**İRAN**	59 920	**PERU**	59 778
ŞİLİ	158 000	**ŞİLİ**	43 328	**İRAN**	59 524
UKRAYNA	113 320	**FRANSA**	24 990	**MISIR**	51 796
ROMANYA	48 350	**YUNANİSTAN**	20 270	**KIRGIZİSTAN**	46 752
ÖZBEKİSTAN	47 374	**UKRAYNA**	13 400	**A.B.D.**	46 014
FRANSA	35 700	**AFGANİSTAN**	5 206	**FİLİSTİN**	45 294
DÜNYA	**3 323 964**	**DÜNYA**	**1 021 391**	**DÜNYA**	**32 544**

Sağlık ve beslenme açısından çok değerli bir meyve türü olan ceviz; sofralık tüketiminin yanısıra gıda, yağ, ilaç ve kozmetik sanayilerinde, boya, tanen, plastik ve kauçuk endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahiptir, ayrıca kerestesi de çok kıymetlidir. Tüm bu nedenler ceviz yetiştiriciliğine olan ilginin artarak devamını sağlamaktadır. Düzenli kapama bahçelerin kurulmasında türün çoğaltılma özellikleri önem kazanmaktadır.

2. Cevizin Çoğaltılması

Meyve yetiştiriciliğinde çoğaltma, çoğaltmak istediğimiz ağacın veya çeşidin aynı özelliklerini taşıyan yeni bitkilerin elde edilmesi anlamına gelmektedir (Şen, 2009). Çoğaltma generatif ve vegetatif yöntemlerle gerçekleştirilir.

2.1. Cevizde Generatif (Tohumla) Çoğaltma

Monoik çiçek yapısına sahip, rüzgarla tozlanan, dikogami (erkek ve dişi çiçeklerin olgunlaşma zamanlarının farklı olması) eğilimi yaygın olan ve yabancı tozlanmaya ihtiyaç duyan cevizler, heterozigot yapıdadırlar. Dolayısıyla tohumla çoğaltılarak meydana gelen yavru bitkiler ana bitki

ile aynı özellikte olmamakta, farklı özellikler taşıyabilmektedirler. Heterozigotik yapı ve genetik açılım nedeniyle ceviz yetiştiriciliğinde tohumla çoğaltma; ceviz fidanı üretiminde anaç veya çöğür eldesi ile ıslah çalışmaları dışında tercih edilen bir çoğaltma yöntemi değildir (Özbek, 1975); (Şen, 2009); (Akça, 2016). Tohumluk seçimi, tohumların temini, muhafazası, tohum çimlenmesini uyarıcı ön uygulamalar ve tohum ekimi, cevizin tohumla çoğaltma başarısını etkileyen aşamalardır.

Tohumların Alınması ve Muhafazası: Çoğaltmada kullanılacak cevizler; dolgun, embriyoları iyi gelişmiş, besin maddelerince zengin, taze, ağır ve parlak renkli, küf içermeyen ve böcek zararından etkilenmemiş olmalıdır. Bu nedenle çoğaltmada kullanılacak tohumların sağlıklı ve iyi gelişmiş, verim yaşındaki ağaçlardan alınması önemlidir. Hastalıkların veya böcek zararlarının görüldüğü, beslenme şartları iyi olmayan, su eksikliği görülen ortamlarda ve kötü toprak şartlarında yetişen, güneş yanığı ya da soğuk zararı görülen, çok yaşlı ağaçlar tohumlarında yeterli depo maddesi biriktiremezler, iç tam olarak dolmamıştır ve içte büzüşmeler görülebilir. Bu özellikteki tohumların çimlenmeleri ve çöğür gelişmeleri sağlıklı olmayacaktır. Çoğaltmada kullanılacak ceviz meyvelerinin hasat zamanı da çimlenme ve çöğür gelişimi üzerine etkilidir. Zamanından önce hasat edilen meyvelerde embriyonun yeterince gelişememesi, için kabuğu yeterince dolduramaması; hasat zamanı gecikmiş meyvelerde ise yeşil kabuğun (kal) meyve sıcaklık ve nemini artırması nedeniyle iç kararmaları, küflenmeler gibi olumsuzluklar ortaya çıkabilmektedir. Her iki durum

da tohumun çimlenmesini olumsuz yönde etkileyebilecektir. Sıralanan özellikler dikkate alınarak tam zamanında hasat edilen ceviz meyvelerinden yeşil kabuk hemen uzaklaştırılmalı, yıkanarak, gölge ve havadar bir yerde kurutulmalıdır. Güneş altında uzun süre bekletilerek yapılacak kurutma, embriyoya zarar vererek çimlenmeyi olumsuz etkiler. Uygun biçimde kurutulan tohumlar ekim zamanına kadar uygun koşullarda muhafaza edilmelidirler. Bu amaçla iyi havalanan, düşük neme sahip (%65-57 gibi), sıcaklığı 0-8 °C arasında değişen adi depolar veya sıcaklık, nem ayarlı soğuk hava depoları kullanılabilmektedir (Özçağıran ve ark., 2005); (Şen, 2009); (Akça,2016); (Anonim, 2022b).

Tohum Ekimi Öncesinde Yapılacak İşlemler: Çoğaltmada içini tam doldurmuş olan tohumların kullanılması çimlenmeyi olumlu etkileyeceği için, kullanılacak tohumların su içinde tutularak dolgun ve yeterli iç oluşturamamış meyvelerin birbirinden ayrılması önerilen bir uygulamadır. Tohum ekiminden önce gerçekleştirilen bazı uygulamalar çimlenmeyi ve çöğür gelişimini olumlu yönde etkilemektedir. Diğer ılıman iklim meyve türlerinde olduğu gibi ceviz tohumları da çimlenmeden önce belli bir süre dinlenmeye ihtiyaç duyarlar. Bu durum tohumun bünyesindeki büyümeyi engelleyiciler ve soğuklama ihtiyacından kaynaklanmaktadır. Ceviz tohumlarının soğuklama isteklerini karşılamak, engelleyicilerin yıkanmasını sağlayarak etkilerini ortadan kaldırmak, tohum kabuklarını yumuşatmak, embriyonun su ve oksijen alımını kolaylaştırarak çimlenme güçlerini arttırmak ve çabuklaştırmak amacıyla, tohumları düşük sıcaklık (0-5 °C) ve nemli ortamlarda (ince kum, pit yosunu, perlit veya bunların

karışımları gibi katlama ortamları) bekleterek katlama uygulanması yapılabilir (Özbek, 1975); (Anonim, 2022b). Cevizlerde tohumların katlama süresi çeşide göre 60-90 gün arasında değişir ve tohumun sert kabuğu çatlayıp kök ucu göründüğü zaman katlamaya son verilerek, tohumlar bekletilmeden ekilirler. *J. cinerea, J. hindsii, J. nigra* gibi farklı ceviz türlerine ait tohumlarda bu sürenin 120 güne kadar çıkabildiği bildirilmektedir (Şen, 2009). Katlamanın başlangıcı; yetiştiricilik yapılacak bölgedeki toprağın tohum ekimi için uygun tava gelme durumuna göre belirlenmektedir. Toprağın tahmini tava gelme tarihinden 60-90 gün geriye doğru gidilerek katlama işlemine başlanır. Katlama uygulaması tohum miktarına bağlı olarak katlama tepsileri veya sandıklarında, buzdolabı veya soğuk hava depoları koşullarında uygulanabilir. Katlama ortamının nemli tutulmasına özen gösterilir. Kış aylarının çok kurak geçmediği, toprakta yeterli nemin bulunduğu, kış soğuklarının tohumların soğuklama ihtiyacını karşılayabilecek düzeyde olduğu durumlarda; tohumlar katlama uygulamasına tabi tutulmadan sonbaharda doğrudan doğruya toprağa da ekilebilirler. Ancak bu durumda sincap gibi kemirgenlerin zararları göz ardı edilmemelidir. Ayrıca ceviz kabuğunun çatlatılması, mekanik yollarla (törpü, zımpara vb) veya H_2SO_4, HCl, NaOH ve KOH çözeltileri ile sert kabuğun aşındırılması, tohumların büyümeyi düzenleyici maddelerle muamele edilmesi (zedelenmeden bütün olarak çıkartılan ceviz içlerinin 25-100 ppm GA_3 çözeltisi içerisinde 6-12 saat tutulduktan sonra ekilmeleri) gibi uygulamalarla çimlenmeyi kolaylaştırmak da mümkündür (Özçağıran ve ark., 2005); (Şen, 2009); (Akça, 2016).

Tohum Ekimi: Tohum ekimi tohum tavalarına yapılabileceği gibi doğrudan aşı parsellerine de yapılabilir. Katlama yapılmamış tohumların, doğrudan tohum tavalarına veya aşı parsellerine ekilmesinin planlandığı durumlarda; toprak şartları da dikkate alınarak tohum ekim işleminin sonbahar döneminde yapılması (Kasım-Aralık), tohumun toprak altında kaldığı süre boyunca bünyesindeki çimlenmeyi engelleyicilerin uzaklaşabilmesi ve soğuklama ihtiyacını karşılayabilmesi açılarından yararlı olacaktır. Katlama uygulamasından çıkartılan tohumlar ise ilkbaharda, tam çimlenme sırasında veya çimlenmeden biraz önceki dönemde ekilmelidirler. Sonbaharda yapılan tohum ekimlerinde kış soğuklarından kaynaklanabilecek zararlanmaları önlemek için tohumların üzerine uygun materyallerle malçlama yapılabilir veya toprak yığılabilir. Ancak gerek malçlama gerekse toprak yığınının erken ilkbaharda çimlenme başlamadan önce kaldırılması gereklidir. Tohum ekim derinliği; tohumun iriliği, toprağın yapısı, sıcaklığı ve nem durumu ile çevredeki tohuma zarar verecek canlıların (kemirgenler, karga gibi) varlığına göre değişmektedir. Derin dikilen tohumlardan yetişen çöğürlerin, normal derinlikte dikilenlere göre daha yavaş ve zayıf geliştikleri bildirilmektedir. En ideal ekim derinliğinin 5-10 cm arasında olabileceği söylenebilir. Pratikte her tohum kendi iriliğinin iki katı kadar derinliğe ekilir. Kumlu topraklarda, yüzey toprağının düşük hava sıcaklığının etkisinde kaldığı, hava akımının fazla olması nedeniyle yüzey toprağının aşırı kuruduğu yerlerde, kemirici ve kuş zararının önlenmesi amacıyla derin tohum ekimi yapılabilir. Killi ve ağır topraklarda ise yüzeysel dikim tercih edilmelidir. Tohumların iki kabuğunun birleşme düzlemleri (sütur) yere

dik olacak şekilde ekilmeleri durumunda; sürgün ve kök düzgün gelişir, kök boğazında eğrilik meydana gelmez. Fidanlıklarda araziye yapılacak tohum ekimlerinde, sıra arası ve üzeri mesafelerin tayininde, çöğürlerin yerlerinde bırakılma durumları, parsellerde yapılacak bakım işlemleri değerlendirilir. Çöğürler ilk gelişme mevsiminin sonunda yerlerinden sökülеceklerse 10-15 cm sıra üzeri, yaklaşık 15 cm sıra arası yeterli olurken; ikinci veya daha sonraki yıllarda sökülеceklerse yaklaşık 30 cm sıra üzeri, 90-120 cm sıra arası uygun olabilir. Ceviz tohumları toprağa ekildikleri ilk büyüme mevsiminde çimlenirler. Sağlıklı ve güçlü çöğürler elde edilebilmesi için sulama, yabancı ot mücadelesi işlemlerine dikkat edilmelidir. Çöğürlerin sökümünden bir süre önce, dinlenme döneminde kazık köklerin kesilmesi, saçak kök oluşumunu geliştirerek şaşırtmada tutma başarısını arttırır (Özçağıran ve ark., 2005); (Şen, 2009); (Akça, 2016).

2.2. Cevizde Vegetatif Çoğaltma

Cevizin anatomik ve fizyolojik yapısından kaynaklanan özellikler nedeniyle çelikle çoğaltma başarısının düşük olması, daldırma ile çoğaltmanın pratik olarak güçlüğü, doku kültürü ile çoğaltmada karşılaşılan türe özel sorunlar nedeniyle çoğaltma katsayısının düşük olması ve büyük yatırım gerektirmesi gibi durumlar, cevizin vegetatif çoğaltılmasında kullanılan yöntemleri sınırlandırmaktadır. Aşı ile çoğaltma, cevizde başarılı sonuçların alındığı, en yaygın bilinen ve kullanılan vegetatif çoğaltma yöntemidir. Diğer vegetatif çoğaltma yöntemlerinde karşılaşılan sorunların çözümü yolunda da çalışmalar sürdürülmektedir.

2.2.1. Aşı ile çoğaltma

Aşılar; klon şeklinde çoğaltma imkanı sağlayan, aynı zamanda üzerine aşılı bulundukları anaçların özelliklerine bağlı olarak çoğaltılan çeşitlerin meyve kaliteleri, verimlilikleri, ömürleri ve ağaç şekilleri gibi özelliklerini de etkileyen uygulamalardır. Aşı başarısı, anaçla kalemin birleşmesini sağlayan kallus dokusunun ortak iletim demetlerini oluşturabilmesine bağlıdır. Bu nedenle aşılama sırasında anaç ve kalemin kambiyum tabakalarının çakışması çok önemlidir (Özçağıran, 1974); (Hartman ve Kester, 1974). Türe özgü bazı özellikleri nedeniyle cevizdeki aşı uygulamaları diğer meyve türlerine göre daha fazla dikkat gerektirmekte, aşının tutması daha güç olmaktadır. Cevizlerde aşı başarısını etkileyen türe özgü faktörlerin başında aşı ekolojisi gelmektedir. Cevizlerde aşı bölgesinde kallus oluşumunda sıcaklık ve nemin etkisi diğer meyve türlerine göre daha fazladır. Diğer etkili faktörler ise; aşılama sırasında kesim yüzeylerinde meydana gelen ksilem özsuyu akıntısı (kanama) ile anaç olarak kullanılacak çöğür ve kalemin kabuk kalınlıklarının farklılığı şeklinde sıralanabilir. Bunun dışında genel olarak aşıda başarıyı etkileyen; aşının uygun zamanında ve tekniğine uygun olarak yapılması, aşı kalemlerinin doğru zaman ve teknikle alınması ve gerektiği durumlarda muhafazası, aşıda kullanılan malzemelerin steril ve keskin olması, aşıcının deneyimi, aşı öncesi ve sonrasındaki bakım uygulamaları gibi faktörler ceviz aşılamalarındaki başarı için de geçerlidir (Reil ve ark., 1998); (Şen, 2009); (Akça, 2016).

Gerek iç mekan gerekse arazi koşullarında yapılacak olan ceviz aşılamalarında, yeterli kallus oluşumu için 27 °C'lik yüksek sıcaklık gereksiniminin sağlanması önemlidir. Bu derecenin altındaki ve üzerindeki sıcaklıklarda, diğer koşullar optimum olsa da aşının başarı oranı düşmektedir. Bu nedenle özellikle dışarı koşullarında yapılacak aşılamalarda; hava sıcaklığı istenen düzeye ulaşana kadar aşı zamanı geciktirilebilir veya aşı bölgesinde yeterli sıcaklığı oluşturmak amacıyla; aşı bölgesinin güneş ışığını ve gündüz sıcaklığını absorbe etmeyi sağlayan koyu renkli, hava geçirgenliği olan materyallerle sarılması, kağıt veya pet şişe gibi plastik materyallerle örtülmesi, aşı bölgesine siyah renkli aşı macunu sürülmesi gibi uygulamalar gerçekleştirilir. Aşı zamanı yaşanabilecek yüksek sıcaklıklara karşı ise; aşı bölgesinin hava geçiren beyaz örtülerle örtülmesi, aliminyum tabaka gibi yansıtıcı materyallerle sarılması, aşı bölgesine beyaz boya sürülmesi gibi gölgeleme yaratacak önlemler alınmalıdır. Cevizde aşı başarı oranını etkileyen diğer önemli ekolojik faktör ise nemdir. Aşı elemanlarından gözün veya kalemin canlı kalabilmesi ve su içeriği yüksek olan kallus hücrelerinin canlılıklarını koruyabilmeleri için aşı bölgesinde yeterli nemin olması gerekir. Bu amaçla, aşılamadan sonra aşı bölgesinin nem geçirmez bir materyalle sarılması, kesim yüzeylerinin aşı macunu veya nem geçirmez materyallerle kapatılması önemlidir (Reil ve ark., 1998); (Şen, 2009); (Akça, 2016).

Aşı başarısını etkileyen diğer önemli bir faktör ise, diğer meyve türlerinden farklı olarak cevize özgü olan kanama (öz suyu akışı) olayıdır. Kanama sıvısı içinde juglon adlı bir kimyasal bulunmaktadır.

Bu madde, normalde toksik olmayan, renksiz, yapraklarda, sürgünlerde, meyvenin yeşil kabuğunda ve köklerde sentezlenen hidrojuglon isimli allelokimyasalın, hava veya toprakla temas ettiğinde oksitlenerek zehirli bir formu olan juglon'a (5-hydroxy-1,4-naphthalenedione) dönüşmesiyle ortaya çıkmaktadır (Kaymak, 2018); (Cosmulescu ve ark., 2011). Juglon, kallus oluşumu üzerine toksik etkide bulunarak aşı başarı oranını düşürmektedir. Ayrıca aşı bölgesinde anaçla kalemin kambiyum dokuları arasını doldurarak aşıda kaynaşmayı engellemektedir. Kanamanın özellikle kuvvetli gelişen ve daha yaşlı olan ceviz çöğürlerinde ve ağaçlarında, toprakların fazla nemli olduğu, gece gündüz sıcaklıklarının düzensiz seyrettiği ilkbahar dönemlerinde daha şiddetli olarak gözlendiği, aynı yıl aşıya gelecek düzeyde gelişen çöğürlerde, kanama olayının daha az olduğu bildirilmektedir. Kanamanın aşı başarısı üzerine olan olumsuz etkisini önlemek amacıyla, aşılamadan 20-30 gün kadar önce anacın aşının yapılacağı kısmın biraz yukarısından kesilmesi (anaçta tepe kesimi yapılması) veya anacın toprağa yakın kısımlarında kanamayı kolaylaştıracak şekilde kesici aletlerle meyilli yaralar açılması ya da küçük matkaplarla birkaç küçük delik açılması önerilir. Açılacak kanama yaralarının anacı zararlandırmayacak ölçüde olmasına dikkat edilmelidir. Bu uygulamalarla meydana gelecek kanama durduktan sonra aşı işlemi yapılmalıdır. Böylece aşı bölgesine ulaşacak aşırı özsu akışı durdurularak başarı oranı arttırılmış olur. Aşılama sezonu ilerledikçe anaçta kanamanın azaldığı da belirlenmiştir (Şen, 2009).

Anaçla kalemin kambiyum tabakalarının birbirleriyle çakışması, özellikle ceviz gibi aşılanması güç meyve türlerinde çok önemlidir. Aşıların yapılış zamanlarına bağlı olarak aşı kalemleri, ağacın iyi gelişmiş, bir önceki yılın sürgünlerinden veya yıllık sürgünlerinden hazırlanır. Bir yaşlı sürgünlerden alınan kalemin daha yaşlı olan anaçlar üzerine aşılanması durumunda; anacın kabuğunun daha kalın olması nedeniyle kambiyum tabakalarının teması yeterli olmamakta ve aşı başarısı düşmektedir. Özellikle dışarı aşılarında başarıyı sınırlayan önemli bir faktör olarak karşımıza çıkan aşı zamanı; uygulanacak aşı yöntemine, çeşide, ekolojik koşullara ve bu koşulları etkileyen pek çok faktöre bağlı olarak coğrafik bölgelere göre değişiklikler göstermektedir. Sürgün ve durgun aşı dönemlerinde, uygun ekolojilerde orta yaz döneminde (Temmuz-Ağustos) yapılabilir. Erken sürgün döneminde yapılacak aşılamalarda dinlenme döneminde alınan aşı kalemlerinin nemlerini koruyacak şekilde sarılarak ve aralıklarla nemlendirilerek, düşük sıcaklıklarda (0-4 °C) muhafaza edilmesi gerekir. Aşılama uygulamalarının her aşamasında aşı kalemlerinin kurumalarının önlenmesi çok önemlidir (Şen, 2009); (Akça, 2016).

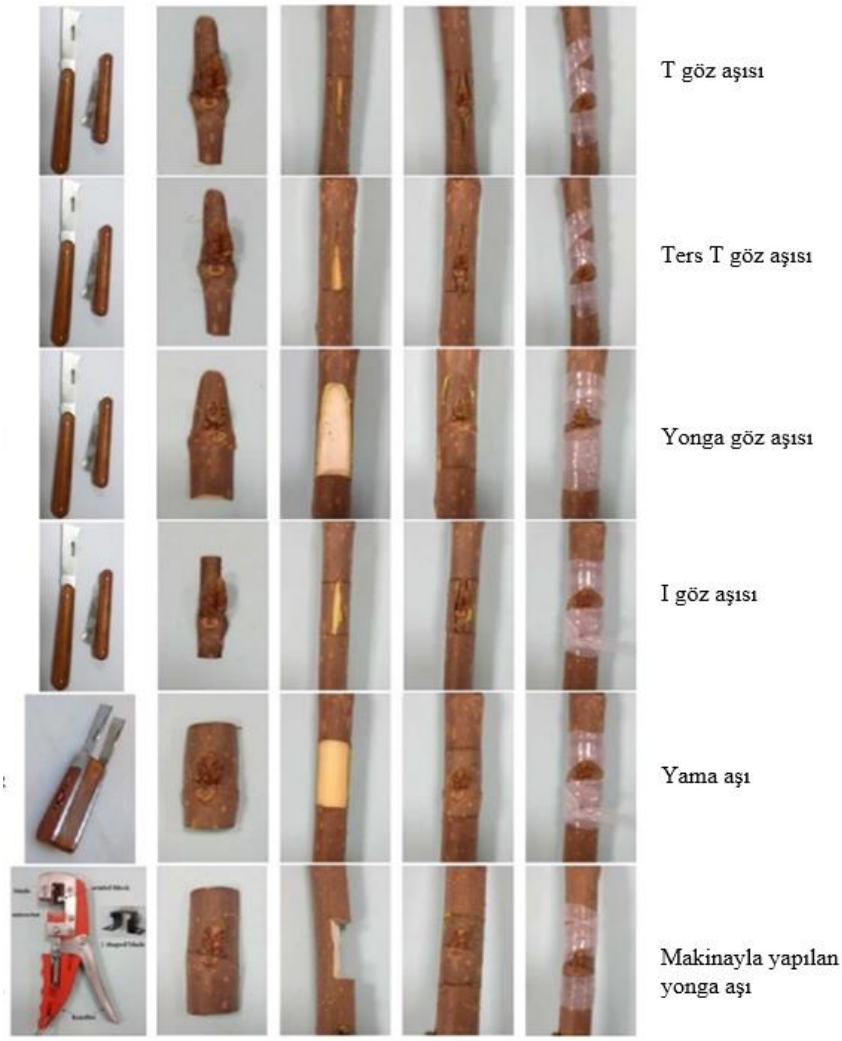
2.2.1.1. Ceviz yetiştiriciliğinde kullanılan aşı metodları

Cevizde çevirme aşıları; tohumdan yetişmiş ceviz ağaçlarının kültür çeşitlerine dönüştürülmesi, aşısız çöğürle tesis edilmiş bahçelerde ağaçlara çeşit aşılanması, ağaçlarda çeşit değişimi yapılması veya ıslah çalışmalarında elde edilen tiplerden alınan aşı materyalinin gelişmiş çöğür ağaçlarına veya büyük ağaçların dallarına aşılanmasıyla kısa sürede meyve alınmasının sağlanması amaçlarıyla kullanılabilmektedir.

Aşılama yapılacak ağaçların büyüklüklerine göre değişmekle birlikte genellikle göz veya kalem aşıları (yaygın olarak dilcikli ve yarma kalem aşıları) kullanılmaktadır. Ağaçların kök veya gövde kısımlarında meydana gelen zararlanmaların onarılması amacıyla yapılan aşılarda (kemer ve köprü aşılar) kabuk altı kalem aşıları kullanılır. Aşılı ceviz fidanı yetiştiriciliğinde ise göz aşıları öncelikle tercih edilmekte; T göz, yama ve yonga göz aşıları yaygın olarak kullanılmakta ve başarılı sonuçlar alınmaktadır. Cevizlerde ayrıca iç mekanda yapılan aşılamalarda kotiledon aşı ve hot-callusing metotları da uygulanmaktadır.

Cevizde Göz Aşıları: Cevizde T göz aşısı, yama göz aşısı, yongalı göz aşısı gibi bilinen göz aşıları (Şekil 1) yanısıra kabuk yama (yüksük) göz aşısı ve yeşil odun göz aşısı da kullanılmaktadır.

Şekil 1. Göz aşılarının yapılışı (Zenginbal, 2017)



Anaca takılacak gözün arka kısmındaki büyüme noktası kabuk üzerinde kalacak şekilde, çabuk, hasarsız, anaçta açılan yara yerine uygun büyüklükte kesilmesi ve yerleştirilmesi önemlidir. Ceviz gibi kalın kabuklu ağaçlarda kabuğun altındaki hava cebi nedeniyle göz aşıları daha dikkatle yapılmalıdır. Göz aşılarının uygun yapılış zamanı

bölgeye ve kullanılacak göz aşısı metoduna göre değişmektedir. Dinlenme döneminde yapılacak göz aşılarında aşı gözünün altında odun dokusundan bir parça olabileceği için yonga göz aşısı tercih edilir. Yaz döneminde yapılan göz aşılarının cevizde daha başarılı olabildiği belirtilmektedir. Genellikle yaz döneminin ikinci yarısında yapılan aşılarda tomurcuğun uyanmasıyla meydana gelecek taze sürgünün izleyen soğuklardan zararlanabileceği düşünülerek, mümkün olduğunca erken dönemde yapılması ve gözün sürmesinin sağlanması önerilmektedir. Uygun zamanda ve şekilde yapılan göz aşılarında yüksek başarı sağlanabilmektedir (Akça, 2016).

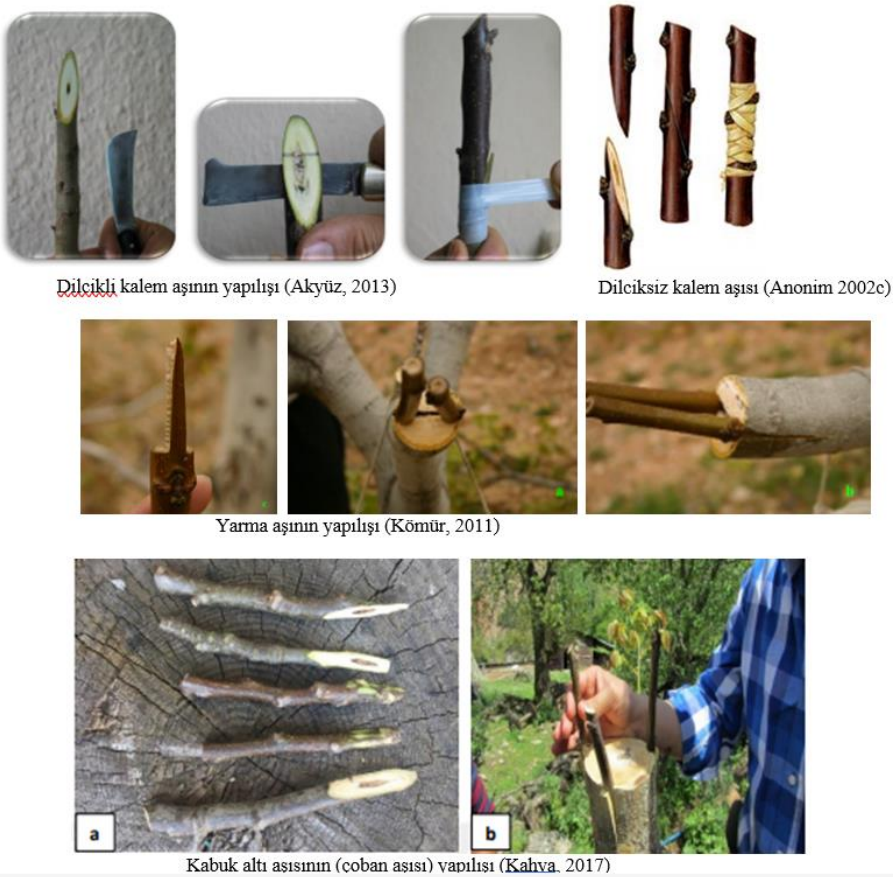
T göz aşıları anaç kabuğunda T şeklinde açılarak kaldırılan kabuğa gözün yerleştirilmesi şeklinde gerçekleştirilir. Anaçta kabuğun ters T veya I şeklinde açıldığı göz aşıları ***Ters T*** ve ***I göz aşıları*** olarak adlandırılır. ***Yama göz aşısı*** anaçta iki ağızlı aşı bıçağı ile kabuğun çıkartıldığı yere kalemden aynı bıçakla alınan gözün yerleştirilmesi şeklinde yapılır. İlkbaharda kabuk kalkmaya başladığı zaman veya yazın Haziran-Eylül arası yapılmaktadır. ***Yonga göz aşısı*** anaçta kabuğun kolay kalkmadığı dönemlerde aşılama imkanı sağlamaktadır. Aşı kaleminden altında odun dokusu taşıyacak şekilde çıkartılan göz, benzer bir kesimle anaçta açılmış olan yere yerleştirilir. Makine ile de yapılabilmektedir (Akça, 2016). Yeni geliştirilen bazı göz aşısı yöntemlerinin de başarılı sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Bunlardan ***yeşil odun göz aşısı***, aşıda kullanılacak tomurcuğun yaprağı ve 5-7 cm uzunluğunda bir kabuk parçası ile birlikte kesilerek hazırlanması ve anaçta T veya yonga biçiminde açılan yere yerleştirilmesi şeklinde

gerçekleştirilmektedir. Aşının, yeşil odun tomurcukları ortaya çıkar çıkmaz, sıcaklık 26-27 °C veya daha yüksek olduğu zamanda yapılması önerilir (Şen, 2009).

Cevizde Kalem Aşıları: Amaca, aşı zamanına bağlı olarak yarma aşı, kakma aşı, kabuk aşısı (çoban aşı), dilcikli ve dilciksiz aşılar, kama aşı, yan aşı yöntemleri tercih edilmektedir (Şekil 2). Kalem aşılarında da anaçla kalemin kambiyum tabakalarının iyi çakışması çok önemlidir. Göz aşılarından farklı olarak kalem aşılarında anaçtaki kesim yüzeylerinin aşı macunu ile kapatılması gerekmektedir.

Yarma aşı, ceviz ağaçlarında çeşit değiştirmek amacıyla yaygın olarak kullanılır, genellikle kesit yüzeyinin çapı 2,5-10 cm arasında olan anaçlara uygulanır. Ülkemizde yaygın olarak yapılma zamanı, dinlenme döneminin sonu veya ilkbahar gelişme döneminin başlangıcıdır. ***Dilcikli aşı,*** anaç ve kalemin kesim yüzeylerinde dilcikler açıldıktan sonra birbirlerine tutturulmaları şeklinde gerçekleştirilir. Anaç ve kalemin kesim yüzeylerinde dilcik açılmadan uygulandığı durumda ***dilciksiz kalem aşısı*** olarak adlandırılır. ***Kabuk altı (çoban) aşısı*** kolay kabuk veren her kalınlıktaki gövdeye uygulanabilir. En iyi aşılama zamanı yapraklanmanın 1/4-/1/3'ünün tamamlandığı dönemdir. Tek tarafı inceltilerek hazırlanan aşı kalemleri, anacın kabuk ve odun dokusu arasında açılan boşluğa girecek şekilde yerleştirilir. Ülkemizde kabuk aşısı durgun aşı olarak yapılmaktadır. Anaç kesilmeden yan aşı olarak da uygulanabilir (Akça, 2016).

Şekil 2. Cevizde kullanılan bazı kalem aşısı yöntemlerinin uygulanışı



Dilcikli kalem aşının yapılışı (Akyüz, 2013)

Dilciksiz kalem aşısı (Anonim 2002c)

Yarma aşının yapılışı (Kömür, 2011)

Kabuk altı asısının (çoban aşısı) yapılışı (Kahya, 2017)

Cevizde İç Mekan Aşıları: Masa aşı olarak da adlandırılan iç mekan aşıları genelde sürgün dönemde, makine ile yapılmaktadır. Anaç olarak köklendirilmiş yıllık ceviz çöğürleri, aşı kalemi olarak ise 2 göz içeren kalemler kullanılmaktadır. Yongalı göz, omega, dilcikli, dilciksiz aşılar kullanılabilir. Kalem ve çöğür üzerinde yapılan kesimler makineyle gerçekleştirilmektedir. Kesim yapılan çöğürler üzerine yerleştirilen kalemler parafinlendikten sonra aşı odasında kaynaşmaya bırakılmaktadırlar. Kök boğazı aşıları 25-28 °C, % 80-90 nemde 3 hafta

tutulurlar. Kaynaşması tamamlanan aşılar daha sonra seraya alınırlar. Serada dikim yapılan ortamda toprak kullanılmamakta, torf ve ağaç kabuğu parçalarından oluşan ortamda büyümeye bırakılan fidanlar damla sulama ile sulanmakta ve sulama suyuna bitki besin maddeleri eklenmektedir (Akça, 2016). İç mekan aşısı olarak uygulanan diğer teknikler kotiledon aşı ve hot-callusing metodu'dur.

Anaç olarak tohumun kullanıldığı, direk tohuma yapılan aşıya ***kotiledon aşı*** denmektedir. Anaç olarak kullanılacak tohum çimlendikten sonra gelişen kök 5 cm'ye ulaşınca, 2 cm'e kadar kısaltılır. Tüplere şaşırtılan anaçlardan gelişen sürgünlere kalem aşısı yapılır (Şekil 3); (Akça ve ark., 2005); (Ebrahomporazar, 2010). İç mekanda yapılan bir başka uygulama şekli ise ***hot callusing (sıcak kallus uygulaması)*** metodudur. Bu yöntemde iç mekanda yapılan aşılarda kallus oluşumunu teşvik etmek amacıyla aşı bölgesine ısı uygulaması yapılmaktadır (Şekil 4); (Erdoğan, 2005); (Sürücü, 2019). ***Mr. Cherny yöntemi,*** ülkemizde yeni olan, Çek Cumhuriyeti'nde aşılı ceviz fidanı üretiminde kullanılan bir metottur. Aynı kalınlıkta seçilen anaç ve kalem düz bir şekilde kesildikten sonra perdahlanır. Anaç ve kalemin öz kısmına yerleştirilen 3 cm uzunluğundaki plastik bir materyal ile birleştirilir (Şekil 5). Aşılamadan sonra aşı bölgesi sarılır (Akyüz, 2013).

Şekil 3. Cevizlerde kotiledon aşının uygulanışı (Ebrahomporazar, 2010).

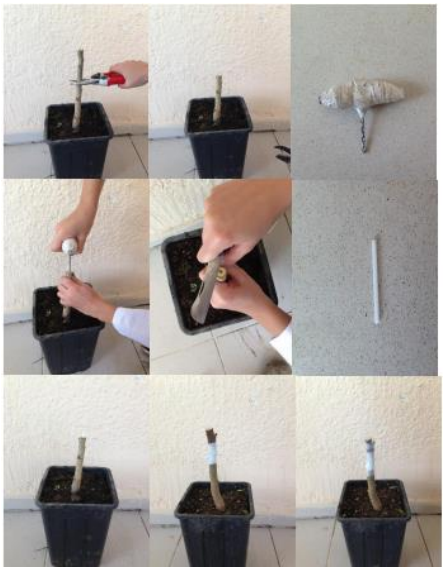
Ceviz tohumlarında a. kök ucunun kesilmesi b. torbaya ekim

Ceviz çöğüründe: a. epikotilin yarılması b. ucu kama haline getirilmiş aşı kalemi

Cevizde epikotil aşısı uygulanmış bir çöğürde: a. aşı noktasında kallus oluşumu b. tutan aşıda tomurcuğun sürmesi

Şekil 4. Sıcak kallus uygulamasında ısıtıcılı kanala bitkilerin yerleştirilmesi (Sürücü, 2019).

Şekil 5. Mr. Cherny aşısının yapılışı (Akyüz, 2013)



2.2.2. Çelikle Çoğaltma

Cevizin anatomik yapısından kaynaklanan özellikler nedeniyle çeliklerde köklenme zordur. Odun çeliklerinin dış kısımlarında ince uzun görünüşlü ve çok sıralı hücrelerden oluşmuş peridermin bulunduğu, floem ve korteks arasında yer alan sklerenkima tabakasının ise kalınlaşmış ve sürekli bir yapı gösterdiği belirlenmiş, aşırı derecede ligninleşmiş ve sürekli bir yapıya sahip olan sklerenkima halkasının kök oluşumunu engellediği saptanmıştır (Koyuncu, 1997); (Akça, 2016). Yapılan bazı çalışmalarda çelik alma zamanları, köklendirme ortamları, ortamın sıcaklık ve neminin kontrol altında tutulması ve yüksek oksin dozları uygulamaları ile, çeşitlere göre %30-80 arasında değişen köklenme oranlarına ulaşılabileceği, Ağustos ortası- Ekim ortasında alınan çeliklerde köklenme oranının daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Reil ve ark., 1998). Bazı araştırıcılar ise adventif

tomurcuklardan çıkan sürgünlerden hazırlanan çeliklerin oldukça yüksek konsantrasyonlarda hazırlanan oksin çözeltilerinde bekletilip (10000-25000 ppm IBA), alttan ısıtmalı, aralıklı mist altındaki köklenme ortamlarında daha başarılı köklenme gösterdiklerini saptamışlardır. Ancak köklenen sürgünde yeni sürgün gelişmesini sağlayacak tomurcuğun oluşmasının güçlüğü ve köklü bitkilerin yaşatılmasındaki sorunlar nedeniyle, adventif sürgünlerle yapılan çelikle çoğaltma uygulamaları ticari olarak yaygınlaşamamıştır (Şen, 2009).

2.2.3. Daldırma İle Çoğaltma

J. regia türünde yapraklara uyarıcılar püskürtülerek, daldırılan dallarda bilezik alma, yara dokusu oluşturma gibi uygulamalar yapılarak, değişik tepe daldırması ve hendek daldırma yöntemleriyle köklenmenin sağlanabildiği belirtilmiş olmasına rağmen ticari bir çoğaltma yöntemi olarak kabul görmemektedir. Hava daldırması uygulamalarından daha iyi sonuçlar alınmıştır. Hava daldırması yapılmış sürgünlerin kış başına kadar ana ağaç üzerinde bırakılmaları, daha sonra kesilerek aşı kalemlerinde olduğu gibi saklanmaları ve izleyen büyüme sezonunda gölge ortamlardaki saksılara dikilerek kış süresinde muhafaza edilmeleri önerilmektedir (Şen, 2009). Uzun zaman alması, işgücü gerektirmesi, köklenme oranlarının ve çoğalma katsayılarının düşük olması nedenleriyle ticari olarak tercih edilmemektedir.

2.2.4. Doku Kültürü ile Çoğaltma

Diğer meyve türlerinde olduğu gibi cevizde de in vitro koşullarda mikroçoğaltım çalışmaları özellikle kısa sürede, daha az materyalle, hastalıksız ve klonal fidan anacı üretiminde hız kazandırmaktadır. Cevizin doku kültürü ile çoğaltılmasında karşılaşılan zorlukların bir kısmı; sterilizasyon, cevizde yoğun bir şekilde salgılanan fenolik bileşiklerin rejenerasyonu güçleştirmesi, kararmalara neden olması, sürgün oluşumundaki yetersizlik, elde edilen mikro sürgünlerin diğer odunsu bitkilere göre daha zor ve uzun sürede köklenmeleri şeklinde sıralanmaktadır. Yapılan çalışmalarda; uygun sterilizasyon yöntemleri, besin, kök ve sürgün çoğaltma-geliştirme ortamları belirlenmiştir. Cevizin mikro çoğaltımında, alt kültüre alma süresiyle sürgün gelişimi ve köklenme arasında önemli bir parametre olduğu, gelişim oranının ilk alt kültürlerde düşük iken, daha sonraki alt kültürlerde bu oranın arttığı bildirilmiştir (Fidancı, 2005); (Yıldırım, 2018); (Polat ve ark., 2021). Cevizin mikroçoğaltımında yaşanan sorunların çözümü yönünde araştırmalara devam edilmektedir. Paradox anacı başta olmak üzere bazı anaçlar ve çeşitler doku kültürü yöntemiyle, İspanya, ABD, Fransa ve Yunanistan'da başarılı bir şekilde çoğaltılmaktadır (Akça, 2016).

3. Ceviz Anaçları

Dünyadaki ceviz anacı çalışmaları ilk olarak *J. regia, J. nigra, J. hindsii* olmak üzere Juglans cinsi içerisinde bulunan bazı türlerin tohum anaçlarının kullanılmasıyla başlamış, ilerleyen dönemlerde özellikle siyah çizgi (black line) ve diğer hastalıklara dayanıklılık açılarından türler arası melezlemelerle elde edilen anaçların kullanılması gündeme

gelmiştir. Bu anaçların klonal olarak çoğaltılabilmesi önemlidir. Cevizde vegetatif çoğaltma metotlarındaki sorunlar nedeniyle kısıtlar bulunmakla birlikte; özellikle doku kültürü çalışmalarında meydana gelen ilerlemeler sayesinde çeşitlerin, türlerin ve türler arası melezlemeler sonucu elde edilmiş anaçların klonal çoğaltma çalışmaları devam etmektedir (Reil ve ark., 1998).

3.1. Anaç Olarak Kullanılan *Juglans* Türleri

Juglans regia* L. *(İran cevizi, İngiliz cevizi, Anadolu cevizi): *Meyvesi* için yetiştirilen bir tür olmasının yanısıra halen dünyada ceviz anacı olarak da yaygın şekilde kullanılan, ticari değeri olan bir türdür. Fazla tuzluluğa, su boğulmasına, *Phytophthora* ve A*rmillaria*'nın sebebiyet verdiği kök, kök boğazı ve taç çürüklüklerine ve lezyon nematodlarına, bakteriyel yanıklığa (*Xanthomonas juglandis*) hassastır. Kök kanserine ve kök ur nematoduna duyarlıdır. Kök kanamasına *J. hidsii, J. regia* ve Paradox anaçlarından daha duyarlı, toprak tuzluluğuna *Juglans hidsii* ve Paradox'dan daha az toleranslıdır. Kiraz yaprak leke virüsünün (CLRV) neden olduğu siyah çizgi hastalığına toleranslı olarak bilinir, fakat bu virüs için taşıyıcı olabilir. Kötü toprak şartlarından (fakir toprak yapısı, su noksanlığı gibi) yüksek oranda etkilenir. Çöğürleri genellikle zayıf gelişme özelliğindedir, üniform bir gelişim sergilemezler. Islah ve seleksiyon çalışmalarında yaygın şekilde kullanılan bir türdür. Uygun şartlar altında göz ve kalem aşılarıyla çoğaltılabilir (Rom ve Carlson, 1987); (Özçağıran ve ark., 2005).

Juglans nigra* L. *(Doğu Kalifornia siyah cevizi, Kara ceviz): Siyah çizgi hastalığına aşırı tepki gösteren bir türdür. Soğuğa dayanıklıdır. Avrupa, ABD ve birçok ülkede *J. regia* çeşitleri için anaç olarak kullanılırken, Fransa ve İspanya'da siyah çizgi hastalığına hassas olması nedeniyle artık önerilmemektedir. Hibritleri anaç ıslahı çalışmalarında kullanılmaktadır (Şen, 2001). *J. regia* ile karşılaştırıldığında, nematodlara, *Armillaria*'ya, *Phytophthora*'ya ve kök kanserine toleranslı (Akça, 2016), Verticillium'a dayanıklıdır; (Gilman ve Watson, 2014).

Juglans majör* (Torr) Heller *(Arizona siyah cevizi): Uygun toprak şartlarında iyi performans sergileyen, yüksek pH'lı topraklara önerilen, yuvarlak, pürüzsüz ve sert kabuklu meyvelere sahip bir türdür. Çeşit ve anaç ıslahı çalışmalarında ümitvardır (Şen, 2001); (Şen, 2009).

Juglans hindsii* Jeps. *(North Californica Black, Köylü cevizi): İlk kez 1837 yılında Sakramento ırmağında bulunmuş, daha sonra *Juglans californica* var. *hindsii* olarak tanımlanmıştır. *J. californica* ve *J. hindsii* arasındaki farkların ekolojiden kaynaklandığı düşünülmektedir. ABD'de ve özellikle Kaliforniya'da yaygın ceviz hastalıklarına mukavemeti ve gelişme gücü nedeniyle, en fazla kullanılan anaçtır. Hızlı büyür ve erken meyveye yatar, çöğürleri kuvvetli gelişir, kötü toprak koşullarına toleranslıdır. Kök çürüklüğüne ve kök ur nematoduna dayanıklı; kök boğazı çürüklüğüne ve yara nematoduna hassas; siyah çizgi hastalığına aşırı duyarlıdır. Taçlı gal'e (*Agrebacterium tumefaciens*) ve *Armillaria*'ya hassasiyeti azdır. Kök kanserine dayanımı yüksektir (Akça, 2016). Birçok *Phytophthora*

türüne standart Paradox anacından daha hassas, toprak tuzluluğuna Paradox ve *Juglans regia* anaçlarından daha toleranslıdır (Grant ve McGranahan, 2005). Kloroza Paradox anacından daha az toleranslıdır (Şen, 2001). *Phytophthora*, kök lezyon nematodu ve siyah çizgi hastalığından ari, derin ve verimli topraklara sahip bölgeler için önerilir. Ağır toprak şartlarına ve su boğulmasına toleranslıdır. Kereste değeri de vardır. Anaç ıslah çalışmalarında kullanılır. Yuvarlak taç yapar, 30 m yüksekliğe kadar gelişir.

Juglans californica* S. Wats *(Kalifornia cevizi, Güney Kalifornia siyah cevizi): Kaliforniya orjinlidir, önceleri Kalifornia'daki ceviz bahçelerinde anaç olarak yaygın biçimde kullanılırken *Phytophthora* ve *Armillaria*'nın neden olduğu kök ve taç çürüklüklerine hassas, topraktaki aşırı neme duyarlı, siyah çizgi hastalığına aşırı duyarlı olması gibi nedenlerle uzaklaşılmıştır. Çalı formundadır, dalları yere yakındır. Uygun şartlarda 15 m yüksekliğe ulaşır. Küçük, pürüzsüz ve sert kabuklu meyveleri vardır. Herhangi bir kültür çeşidi bilinmemektedir. Anaç ıslah çalışmalarına dahil edilmiştir (Browne ve ark., 1977).

Juglans microcarpa* Berlandier *(Teksas siyah cevizi, Küçük ceviz): Teksas ve New Mexico orjinlidir. Meyveleri küçük, yuvarlak, çok sert ve pürüzsüz kabuklu yapıdadır. Elverişli yetiştirme şartlarında bile küçük ağaçlar (10 m civarında) oluşturması nedeniyle bodur anaç ıslahı çalışmalarında ümitvar olarak görülmektedir (Şen, 2001). *Goesmithia morbida*'ya hassastır fakat; *J. microcarpa* x *J. regia* içeren bazı hibritlerinin bu etmen, nematod, *A. tumafaciens* ve *Phytophthora* spp.'ye dayanıklı oldukları bildirilmiştir (Browne ve ark., 2015).

Juglans ailantifolia* Carr *(*syn, *J.sieboldiana* Maxim*) (Japon cevizi): Japon orijinli, ağaçları yüksek boylanan bir türdür. Botanik bir varyetesi olan *var. cordiformis* (*Juglans ailantifolia var. cordifomis)* meyveleri kalp şeklinde olması nedeniyle kalp cevizi (heartnut) olarak isimlendirilir. *Phytophthora*'ya dayanıklı olabileceği, ancak *J. regia* ile aşı uyuşmazlığı gösterdiği bildirilmiştir. Akça ve Şahin (2022) tuz stresinde anaçların 'Chandler' gelişimi üzerinde etkisini araştırdıkları çalışmalarında anaçları tuza tolerans yönünden Paradox>*J. sieboldiana*>*J. nigra* şeklinde sıralamışlardır.

Juglans cinerae* L. *(Yağ cevizi): Amerikan ceviz türleri arasında soğuğa en dayanıklı tür olması nedeniyle anaç ıslahı çalışmalarında değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Ağaçları 30 m'ye kadar büyüyebilen bir türdür. *J. regia* anacı üzerinde bazen aşı uyuşmazlığı gösterebilmektedir (Şen, 2001), Hızlı büyüyen bir türdür (Brosi, 2010).

Juglans mandshurica* Maxim *(Mançurya cevizi): Başta Çin olmak üzere Batı ve Orta Asya'da yaygın olarak yayılış gösteren tıbbi bir bitkidir. Geleneksel olarak kanser, mide ülseri, ishal, dizanteri, dermatoz, rahim sarkması ve lökopeni tedavisinde kullanılmıştır (Luan ve ark., 2021). Soğuğa en dayanıklı ceviz türü olması nedeniyle anaç ıslah çalışmalarında değerlendirilebileceği düşünülmektedir (Singh ve ark., 2021). Soğuğa dayanıklılık açısından bu türü sırasıyla *J. cinerea*, *J. nigra, J. ailantifolia* var. *cordiformis* ve *J. regia* türleri izlemektedir (Şen, 2001).

3.2. Türler arası hibrit ceviz anaçları

Ceviz çeşitleri için potansiyel anaç elde etmek amacıyla, *Juglans* cinsi içerisinde pek çok türle melezleme yoluyla çalışmalara devam edilmekle beraber, halihazırda en yaygın ve en yoğun olarak kullanılan hibrit anaçlar 'Paradox' ve 'Royal' dir. Aslında bu anaçlar türler arasında meydana gelmiş tabii hibritler olarak bilinirler.

Paradox (*Juglans hindsii* X *Juglans regia*): En önemli özelliği *Phytophthora* türlerine ve nematodlara karşı ebeveynlere göre daha dayanıklı olmasıdır. Büyük ağaçlar oluşturur ve hızlı büyür. Ancak siyah çizgi hastalığına karşı duyarlıdır. Bu nedenle Kaliforniya'da siyah çizgi hastalığının sorun olmadığı yerlerde tercih edilmektedir. Kök kanserine de duyarlıdır. Kök çürüklüğüne, kök boğazı çürüklüğüne, kök yara nematoduna ve neme dayanıklıdır (Sesli, 2016); (Hasey ve ark., 2014). Hızlı gelişimi ve odun kalitesi özelliğiyle kereste değeri vardır. Üzerine aşılı çeşidin hızlı büyümesi, hastalık ve zararlılara dayanımını sağlar (Suo ve ark., 2012). Hibritlerinde kısırlık görülebilmektedir (Şen, 2001). Paradox'un klonal anaçları olan RX1, VX211, Vlach ve Burbank anaçlarının gelişme kuvvetleri Paradox ile karşılaştırılmıştır. Burbank, Paradox ve Vlach birbirine yakın değerler verirken; VX211 en fazla, RX1 ise en az gelişim gösteren anaçlar olmuştur (Buchner ve ark., 2012).

Royal (*Juglans nigra* X *Juglans hindsii*): Kuvvetli gelişen bir ceviz anacıdır. Bazı hibritlerinin Paradox kadar olmasa da oldukça kuvvetli geliştikleri bilinmektedir. Çok hızlı büyür. Özellikle kereste yönünden

değerli bir ağaçtır. Ancak yaygın bir kullanıma ulaşamamıştır (Akça, 2016); (Sesli, 2016).

Ng209 x Ra Seedling (*Juglans nigra* 209 X *Juglans regia*): Oldukça kuvvetli, kök kanseri ve siyah çizgi hastalığına hassas, *Phytophthora*, *Armillaria* ve kireçli topraklara toleranslıdır (Vahdati ve ark., 2021).

3.3. Seleksiyon yoluyla elde edilen anaçlar

Jin RS Serisi: Çin'de 2009 yılında geç sonbaharda aniden gelen kar yağışı sırasında çoğu bitkinin zarar görmesine rağmen bazı bitkilerin az etkilendikleri anlaşılmış ve bu bitkilerden seleksiyon yoluyla Jin RS serisi elde edilmiş, aralarında melezleme çalışmaları da yapılmıştır. Jin RS serisinin hastalık ve zararlılara toleransı Jin RS-3, Jin RS-3-1 ve Jin RS-2 şeklinde sıralanmaktadır (Wang ve ark., 2014). ***Jin RS-1,*** Shanxi Academy of Forestry Sciences, Taiyunan, China tarafından 2011 yılında ıslah edilmiş bir anaçtır. Geç yapraklanan bir çeşit olan "Zhonglin" ile erken meyve olgunlaştıran "Qixian Jian 9-9-15" melezidir Soğuklara dayanıklıdır. ***Jin RS-2*** çöğürlerinin kuraklık, soğuk, hastalık ve zararlılara dayanımı iyidir. Güçlü büyüme özelliğindedirler. Kaliteli anaç üretimi açısından tohumları iyi özelliklere sahiptir. ***Jin RS-3*** anaçları güçlüdür ve yüksek verim potansiyeline sahiptir. Kurak, soğuk, hastalık ve zararlılara dayanıklıdır, tohumlarının çimlenme oranı yüksektir (He ve ark., 2014); (Wang ve ark., 2014).

OR Chandler (Own Rooted Chandler): OR Chandler ve Paradox anaçları üzerine Chandler çeşidi aşılanarak yapılan karşılaştırmada; Or Chandler anacının nematoda daha hassas olduğu, daha büyük gövde kesit alanı (Hasey ve ark., 2004), daha düşük verim miktarı, daha iyi meyve kalitesi elde edildiği belirlenmiştir (Vahdati ve ark., 2021).

3.4. Klonal olarak elde edilen anaçlar

Ceviz yetiştiriciliğinde anaç olarak kullanılan bazı tür (*J. regia ve J. hindsii*) ve hibritlerin (Paradox) farklı vegatatif çoğaltma yöntemleriyle çoğaltılarak ceviz klon anaçlarının eldesi ve özelliklerinin belirlenmesi çalışmaları hızla devam etmektedir (Vahdati ve ark., 2021). Kalifornia'da *Juglans regia* için en yaygın kullanılan anaç Paradox'dur (Baumgartner ve ark., 2013). Bu anacın tohumları yanısıra son yıllarda geliştirilen Vlach, RX1, VX211 klon anaçları da kullanılmaktadır. 17 farklı Paradox hibrit klonlarının *Phytophthora citricol*a'ya dayanıklılıkları ile kök boğazı ve kök çürüklüğününün etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; *P. citricola*'ya Paradox klonlarından RX1 ve Vx211 klonlarının orta derecede dayanıklı; AX1, AZ1, AZ2, AZ3, NZ1, GZ1, GZ2, JX2, PX1, Vlach, UX022, UX1, UX2, WIP2, ve WIP3 klonlarının ise orta derecede veya yüksek derecede hassas oldukları belirlenmiştir (Browne ve ark., 2009).

Vlach: *Juglans hindsii x Juglans regia* melezi, Paradox tohum seleksiyonudur. *Phytophthora* cinslerine ve *Agrobacterium*'a (Browne ve ark., 2015) *Armillaria*'ya dayanıklı (Baumgartner ve ark., 2013) bir klonal anaçtır. Kireçli topraklara toleranslı, ağır topraklara dayanıklıdır. Çok kuvvetli gelişir, üzerine aşılanan çeşidin daha iri ve fazla meyve

vermesini sağlar. Amerika Birleşik Devletlerinde 1990'lardan beri kullanılmaktadır (Vahdati ve ark., 2021).

Grizzly: Grizzly'nin ana ağacı, Paradoks tohum anacı üzerine aşılanmış bir 'Tulare' çeşididir. Yüksek güçlü gelişme kuvvetindedir, taçlı gal ve haşerelere karşı dirençli, nematodlara toleranslı, fakir toprak koşulları için iyi bir anaçtır (Vahdati ve ark., 2021). VX211, RX1 ve Vlach klon anaçları üzerine aşılanan Chandler çeşidi ağaçları ile karşılaştırıldığında; Grizzly anacı üzerine aşılanan ağaçların daha verimli ve daha büyük ağaçlar oluşturduğu belirlenmiştir (Anonim, 2022d).

Bunların dışında Romanya'da geliştirilmiş olan Tg.Jiu 1-(Mt), VL40B, Portval (VL26 B'nin sinonimi) klon anaçları da bulunmaktadır. **Portval (syn VL26);** Romanya'da yerli populasyon içinden seleksiyon çalışması sonucunda yeni bir anaç olarak belirlenmiştir. Güçlü, yayvan taçlı, protandri çiçek yapısında, verimli, ekolojik faktörler ve hastalıklara dayanıklıdır. Fidan gelişimi iyidir; çıkış yüzdesi % 80, iyi kaliteli fidan verimi 62963 adet/ha'dır. Açıkta aşı randımanı %80'den fazladır, ayrıca test bahçesinde aşı yapılan çeşitlerle iyi bir aşı uyuşması göstermiş (Achim ve ark., 2007) ve Jupâneşti çeşidi ile aşılandığı kombinasyonda iyi verim alınmıştır. Romanya'da kullanılan anaçlardan; **Tg.Jiu 1-(Mt)** % 95 köklenme başarısı gösteren, **VL40B** % 96 köklenme başarısına sahip; **VL 103M** % 97 çıkış başarısı gösteren ve % 80 aşı başarısına sahip olan anaçlardır (Visser ve ark., 2015).

Browne ve ark. (2015)'nın değerlendirdikleri farklı anaçlar ve genetik kaynakları Tablo 2'de verilmiştir. Diğer araştırmalarda da benzer bulgular elde edilmiştir.

Tablo 2. Bazı ceviz anaçlarının *Phytophthora* dayanaklılık durumlarının karşılaştırılması (Browne ve ark., 2015)

Genetik Kaynağı	*Phytophthora* (*P. cinnamon* ve *P. citricola*) Dayanıklılık Durumu
(Juglans californica x J. nigra) x J. regia	UX1, **UX2 (od)**
J. californica x J. regia	**AX1 (yüksek duyarlı)** , AX2
J. hindsii	**NCB çöğür (h), W17 (d)**
J. microcarpa, open pollinated	JMOP2, JMS7
J. hindsii x J. regia	GZ1, GZ2, GZ3, JX1, JX2, **Px1 (e h),** RR4cont, UZ1, UZ2, VX211, Vlach, **Paradox (h)**
(J. hindsii x J. regia) x J. regia	WIP2, WIP3
[(J. major x J. hindsii) x J. nigra] x J. regia	AZ1, AZ2, AZ3, MW1, NZ1
J. microcarpa x J. regia	**RX1(d)**
J. microcarpa x J. regia 'Serr'	29JM10, 29JM11, 29JM12, 29JM22, 29JM4, **29JM8 (yd),** JMS11, JMS12, JMS13, JMS15, JMS19, JMS24, JMS3, JMS5, JMS5A, STJM11, **STJM4 (yd),** STJM6
J. nigra x J. regia	CW1
Pterocarya stenoptera	**WNxW (d), Chese wignut çöğür (d)**
d:Dayanıklı, yd: Yüksek dirençli, h:Hassas, od: Orta derecede, eh: En hassas	

Paradox klonlarından VX21 ve AX1 anaçlarının karşılaştırıldığı bir çalışmada (Buzo ve ark., 2009), VX211'in kök ucu bölgesinde nematodun gelişimi ve beslenmesini engellediği; AX1'e göre %35 daha fazla taç yaptığı görülmüştür. PX1 *Phytophthora*'ya hassas bir anaç olarak belirlenmiştir (Browne ve ark., 2010). Klonal olarak selekte edilmiş olan ceviz anaçlarının hastalık ve zararlılara dayanımını belirlemek amacıyla yapılan çalışmada 83 farklı paradox hibriti kullanılmış ve anaçlar kök boğazı çürüklüğü, CLRV (Kiraz yaprak

kırılma virüsü) 'ne karşı değerlendirilmişlerdir. *J. hindsii* anacından elde edilen W17 *Armillaria*'ya, *Phytophthora crown ve P. root'*a hassas bulunmuştur. Tablo 2'de bulunan anaçlardan AX1'in kök kanserine kısmen dayanıklı, Phytophthora ve *Armillaria*'ya hassas, nematoda aşırı hassas olduğu bildirilmiştir. AX1, VX211 ve 'Chandler' karşılatırıldığında *in-vitro* ortamda ölüm oranları sırasıyla %9, % 61 ve % 70 bulunmuştur (Baumgartner ve ark., 2013).

4. Kaynaklar

Achim, G., Botu, M., Botu, I. (2007). 'Portval' A New Walnut Rootstock. *Acta Horticulturae* (760) : 549-553

Akça, Y., Yılmaz, S., Bolsu, A., Uysal, F. (2005). Ceviz fidanı Yetiştiriciliğinde Yeni Bir İç Mekan Aşı Modeli Olarak Kök Boğazı Aşısının Uygulanabilirliğinin İncelenmesi. *BAHÇE Ceviz* 34 (1): 135-238.

Akça, Y. (2016). Ceviz Yetiştiriciliği. Anıt Matbaa, Ankara.

Akça, Y., Şahin, U. (2022). Responses of 'Chandler' Walnut Variety Grafted Onto Different Rootstock To Salt Stress. International Journal of Horticultural Science and Technology vol: 9, No. 1, pp:1-13.

Akyüz, B. (2013). *Tüplü ceviz fidanı üretiminde farklı sürgün aşı yöntem ve zamanlarının aşı başarısına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun

Anonim (2022a). Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), http://www.fao.org/site, (Erişim tarihi: 05.03.2022)

Anonim (2022b). Ankara Üniversitesi Açık Ders Malzemeleri, https://acikders.ankara.edu.tr, (Erişim tarihi: 02.03.2022)

Anonim, (2022c). Aşılama nedir ve nasıl yapılır, https://doğanıntakvimi.com (Erişim Tarihi: 12.03.2022)

Anonim, (2022d). Introducing: Grizzly Clonal Walnut Rootstock https://grizzlywalnut.com/wp-content (Erişim tarihi: 06.03.2022)

Baumgartner, K., Fujiyoshi, P., Browne G. T. (2013). Evaluating Paradox Walnut rootstock for Resistance to Armillaria Root Disease. *HortScience* 48(1):68-72

Brosi, S.L. (2010). *Steps Toward Butternut (Juglans cinerea L.) Restoration*. PhD diss., University of Tennessee

Browne, L.T., Brown, L.C., Ramos, D.E. (1977). Walnut Rootstock Compared. *California Agriculture, 1977*.

Browne, G., Schmidt, L., Prichard, T., Hackett, W. (2009). Biology and management of phytophthora crown and root rot of walnut. *Walnut Research Reports, California Walnut Board, University of California, Davis, CA*.

Browne, G.T., L.S. Schmidt, R. Bhat, C.A. Leslie, W. Hackett, B. Beede, and J. Hasey. (2010). Etiology and management of crown and root rots of walnut, Walnut Research Reports. *California Walnut Board*. p. 225–236.

Browne, T.G., Leslie, C.A., Grant, J.A., Bhat, R.G., Schmidt, L.S., Haccket, W.P. . . McGranahan, G.H., (2015). Resistance to Species of *Phytophthora* Identified Among Clones of *Juglans microcarpa* X *J. regia. HortScience* 50 (8): 1136-1142.

Buchner, R., DeBuse, C., Lampinen, B., McGranahan, G., Leslie, C., Ramos, . . . Spanfelner, F. (2012). 2012 Walnut Clonal Paradox Rootstock Experiments In Solano And Thema Countries. *Walnut Research Report 2012*

Buzo, T., McKenna, J., Kaku, S., Anwar, S.A., McKenry, M.V. (2009). VX211, A Vigorous New Walnut Hybrid Clone With Nematode Tolerance and a Useful Resistance Mechanism. *Journal of Nematology* 41 (3):211-216.

Cosmulescu, S.N.; Trandafir, I, ;Achim, G,; Baciu, A. (2011). Juglone content in leaf and green husk of five walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Notule Botanicae Horti Agrobotanica*, 39 (1): 237-240

Ebrahomporazar, A. (2010). *Ceviz fidanı üretiminde epikotil aşısının aşı başarısı ve fidan gelişmesi üzerine etkisi* (Yükseklisans Tezi) Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara

Erdoğan, V. (2005). Aşılı Ceviz Fidanı Üretiminde Hot Callusing Tekniğinin Kullanılması Üzerine Araştırmalar. *BAHÇE* Ceviz 34 (1): 225-230

Fidancı, A. (2005). Şebin ve K2 Ceviz Çeşitlerin In Vitro'da Hızlı Çoğaltılma Tekniklerinin Belirlenmesi, Bahçe Ceviz 34 (1): 239 – 245.

Gilman, E.F., Watson, D.G. (2014). *Juglans nigra*: Black Walnut. Environmental Horticulture Department, UF/IFAS Extension.

Grant, J.A., McGranahan, G.H. (2005). English Walnut Rootstocks Help Avoid Blackline Disease, But Produce Less Than Paradox Hybrid. *California Agriculture* Volume 59, Number. 4, 249-251.

Hartman, H. T., Kester, D. E. (1974). Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. (Çeviri, Kaşka, N., Yılmaz, M.), Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 79, Adana.

Hasey, J.K., Westerdahl, B.B., Lampinen, B. (2004). Long-term Performance of Own-Rooted 'Chandler' Walnut Compared to 'Chandler' Walnut on Paradox Rootstock. *ActaHorticulturae* (636), 83-87.

Hasey, J.K., Kluepfel, D.A., Anderson, K.K. (2014). Crown Gall Incidence And Severity: Seedling Walnut Rootstock Versus Clonally Propagated Rootstock. *ActaHorticulturae* (1050), 305-308.

He, Q., Wu, J., Wang, J. Y., Zhang, C. H., Cui, L., Wang, G., & Guo, X. B. (2014). Study On Influence of Low Temperature Stress On Cold Resistance Indices Of The The Different Walnut Strains. *Acta Horticulturae*, (1050), 217–222.

Kahya, A. (2017). *Cevizde çevirme aşı uygulamaları ve aşı gelişiminin izlenmesi üzerine araştırmalar* (Yükseklisans Tezi). Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu

Kaymak, H.Ç. (2018). Juglon (5-hydroxy-1,4-naphthalenedione) ve Ceviz Yaprağı Ekstraktının Turp (*Raphanus sativus* L.)'ta Bazı Gelişme Özellikleri Ve Verim Üzerine Etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* (49) 1:1-5

Koyuncu, F. (1997). *Fındık, Antep fıstığı ve ceviz çeliklerinde köklenmenin anatomik ve histolojik olarak incelenmesi üzerine araştırmalar* (Yükseklisans Tezi) Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.

Kömür, Y.K. (2011). *Cevizde (Juglans regia L.) çeşit değiştirme için yarma aşı tekniğinin uygulanabilirliğinin araştırılması* (Yükseklisans Tezi) Kahramanmaraş Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş

Luan, F., Wang, Z., Yang, Y., Haizhen, Lv., Keping, H., Liu, . . . Zeng, N. (2021). Juglans mandshurica Maxim.: A Review of It's Traditional Usages, Phytochemical Constituents, and Pharmacological Properties. Frontiers of Pharmacology 811: 1-31

Özbek, S. (1975). Genel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: III, Ders Kitabı:6, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara

Özçağıran, R. (1974). Meyve Ağaçlarında Anaç ile Kalem Arasındaki Fizyolojik İlişkiler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, İzmir.

Özçağıran, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M. (2005). Ilıman İklim Meyve Türleri Sert Kabuklu Meyveler Cilt III. Ege Üniversitesi Yayınları Ziraat Fakültesi Yayını, İzmir

Polat, Ş., Gündeşli, M.A., Topçu, H. (2021) Part V: Micropropagation of Walnut. 87-106 p. In: Walnut (Editor: Muhammet Ali GUNDESLI) İksad Publishing House. Iksad Publications – 2021

Reil, W.O., Leslie, C.A., Forde, H.I., McKenna, J.R. (1998). Propagation (Chapter 9), 21-83. In: Walnut Productin Manual. Technical Editor: David E. Ramos. University of California Division of Agriculture and Natural Resources. 317 p. Publication 3373

Rom, R.C., Carlson, R.F. (1987). Rootstocks Fro Fruit Crops. A Wiley-Interscience Publication.

Sesli, Y. (2016). *Bazı ceviz (Juglans regia L.) çeşitlerinin tohum anacı olarak kullanılabilme potansiyellerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar* (Doktora Tezi) Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın

Singh, S., Thakur, A., Singh, S.G. (2021). Physiological studies on the Growth of Temperatura Fruit Crops (Walnut and Cherry): A Review. Plant Cell Bietechnology and Molecular Biology 22 (21&22): 38-45

Suo, Z., Pei, D., Ma, Q., Jin, X. (2012). Genetic Formation of Paradox Hybrids (Juglans L.) Revealed by nrDNA IGS8-ETS1 Region. *AASRI Procedia* (1): 156-165

Sürücü, B. (2019). *Cevizde sıcak kallus ve sıcak katlama yöntemleri ile çoğaltım çalışmaları* (Yükseklisans Tezi) Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır

Şen, S., M. (2001). Ceviz Anaçları. *Türkiye I. Ulusal Ceviz Sempozyumu*. Sayfa 12-24, 5-8 Eylül, Tokat.

Şen, S.M. (2009). Ceviz Yetiştiriciliği, Besin Değeri, Folklorü. ÜÇM Yayınları/1, Tarımsal Yayınlar/1, Ankara

Wang, G., Wang, J.Y., He, Q., Wu, J., Zhang, C.H. (2014). Agronomic Evaluation And Heritability Of Jin RS-2 And Jin RS-3 Walnut Rootstocks. Acta Horticulturae (050) : 113-121

Vahdati, K., Sarikhani, S., Arab, B.B., Leslie, C.A., Dandekar, A.M., Aleta, N. . . Mehlenbacher, S.A. (2021). Advances in Rootstock Breeding of Nut Trees: Objectives and Strategies. *Plants* 10, 2234.

Visser, J., Meyer, M., Zampieri, L.E., Manda, L., Hoendervangers, I., Sweep, E. (2015). Sustability of Nut in the Netherlands.

Yıldırım, H.T. (2018). *Bazı ceviz çeşitlerinde in vitro mikroçoğaltım* (Yüksek lisans Tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ

Zenginbal, H. (2017). The Influence Of Various Methods and Budding Dates On Production Of Black Mulberry (*Morus nigra* L.) Sapling. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus, 16(5) 2017, 77–87

BÖLÜM 10

ESPALİER YAPIMINA UYGUN BİTKİ TÜRLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Ahmet CAF[1]

[1]Bingöl Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü Bingöl, Türkiye, 0000-0002-4295-7703, acaf@bingol.edu.tr

1. Giriş

Espalye sözcük olarak 16 yüzyılda Fransa da ortaya çıktığı söylense de, bu uygulamanın ortaçağda kale duvarlarının dibinde bitkilerin çok fazla yer işgal etmeden meyve yetiştirmek için kullanılmıştır (Hansen, 2012, Nemutlu, 2012). Kelime anlamına bakıldığında Espalier düz anlamına gelmektedir. Genel olarak bitkiler duvarlara tel ve ankrajlar yardımı ile bağlanarak geometrik şekiller verilerek 2 boyutluymuş gibi gösterilir. Bu olay eski Mısır'da mezar resimlerinde meyve ağaçlarının iki boyutlu olarak şekillendirildiğini ve uygulamanın çok eskilere dayandığını göstermektedir (Brown, vd., 2010; Nemutlu, 2012).

Espalye uygulamalarında geometrik olarak dikey ve düz şekiller verilmesinde ki asıl neden, uygulamada kullanılan meyve ağaçlarının güney cepheli bir duvara uygulanarak hem ışık alması hem de soğuk havalardan kısmen korumaya çalışmaktır. Bununla birlikte bu uygulama ile dar alanlarda estetik açıdan güzel görüntüler oluşturmak ve uygulama alanını daha planlı kullanarak da ha fazla bitkiye yer verilmesi amaçlanmıştır (Cındıkçı ve Demir, 2017).

Espalier uygulamaları emek ve zaman gerektirir. Günümüzde önemli bir yere sahiptir. Espalier uygulamaları sanat ve bilimin bir arada kullanıldığı ve sergilendiği bir yöntem olup hem estetik hem de fonksiyonel açıdan önemlidir. Bu uygulama sadece meyve ağaçlarına değil süs bitkilerine de uygulanmaktadır. Küçük ev bahçelerinde çok güzel uygulamalar yapılarak, hem yer açısından kazanç sağlamak mümkünken hem de estetik açıdan çok önemlidir (Brown, vd., 2010; Nemutlu 2012).

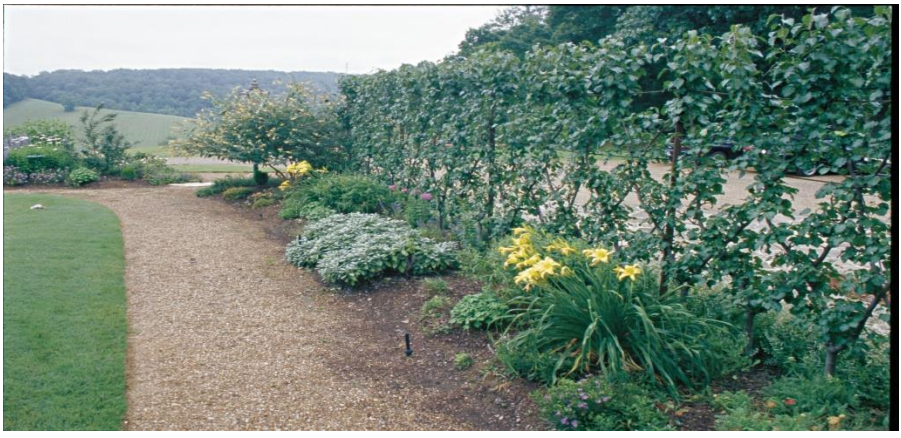
Uygulamada kullanılacak bitki türleri çok esnek yan dallara sahip olmalı, çiçek, meyve ve yaprak özellikleri bakımından göze hitap etmelidir. Uygulamada tercihen formal veya informal desenler uygulanır (Nemutlu, 2012). Ağaç türlerinin bazıları espalier uygulamaları için çok iyi uyum sağlayabilir, lakin her ne kadar zor olsa da odunsu bitkilerin çoğu istenilen bir düzlem boyunca büyümeye zorlanabilir. Örneğin; Bir elma veya armut ağacının yatay T eğitimi, espalier için ideal türlere iyi bir örnektir. İlkbaharda ağacı, yerden de 40-45 cm yükseklikteki en alçak tele kadar budayabiliriz. Yaz aylarında tomurcuklar dallara uzar; biri bir sonraki tele dikey olarak eğitilirken diğerleri teller boyunca eğitilir. Gereksiz tomurcuklar alınır. Sonbaharda yan dallar indirilir ve seviyeyi tamamlayan tellere bağlanır. Ertesi yıl tekrardan aynı işlemler uygulanarak başka bir seviye oluşturulur. (Anonim, 2022a.).

Espalier kullanımları çit, duvar, kemer ve pergolalarda uygulanarak dokularını ortaya çıkarmak için genellikle düz bir zemine uygulanır. Bu uygulamalar peyzaj alanlarında görsel ve estetik açıdan değer kattığı kaçınılmazdır (Taylor, 2009; Cındıkçı ve Demir, 2017). Duvarlar espalier uygulamaları için önemli uygulama alanlarıdır. Peyzaj mimarisi açısından değerlendirildiğinde; Görsel, estetik ve fonksiyonel amaçlı bir bitkilendirme söz konusudur. Bununla birlikte kentlere yeşil doku kazandırma açısından da önemli bir uygulamadır. Dar alanlarda dikey bitkilendirmelerde alternatif çözümler içerir (Nemutlu, 2012).

Bitkisel tasarımlarda kullanılacak bitkilerin, doku, yaprak, form, renk etkisi, meyve etkisi, sonbahar yaprak rengi etkisi ve kış manzarası

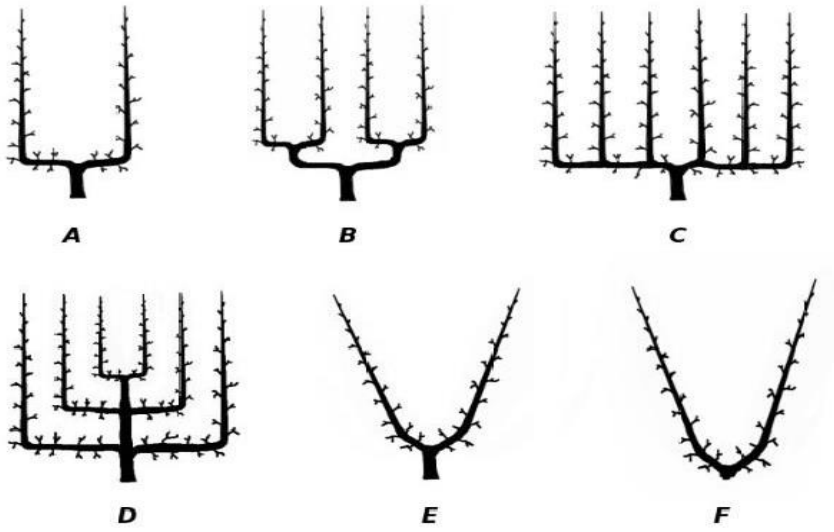
oluşturabilme gibi bazı özelliklerine bakılarak peyzaj değerleri belirlenmektedir (Surat, 2020). Canlı birer varlık olan bitkilerin zaman içerisinde değişimi olağandır. Fonksiyonel ve estetik olarak farklı kullanım amacı olan bitkilerin tasarımlarda önemli rolleri bulunmaktadır. Bitkilerin kullanıldıkları mekanlarda ve kullanım amaçları ilişkilendirildiğinde mutlak suretle bitkisel tasarım ilkelerinin dikkate alınması gerekmektedir (Kösa ve Atik, 2013; Kösa, 2019).

Peyzaj planlamalarında espalier günümüzde dekoratif vurgu amaçlı kullanılmaktadır. Canlı birer heykele benzetmek mümkündür. Budama sanatını ve topiary ile doğrudan karıştırılmamalıdır. Kışın çıplak dalların geometrik formu baharda çiçekler ve yazın meyveler ile son derece estetik görüntüler elde etmek mümkündür. Bununla birlikte uygulamanın, çekici olmayan duvarları veya çitleri gizlemek ya da kullanım alanlarını ayırmak amaçlı fonksiyonel tarafları da vardır (Şekil 1) (Anonim, 2022c).

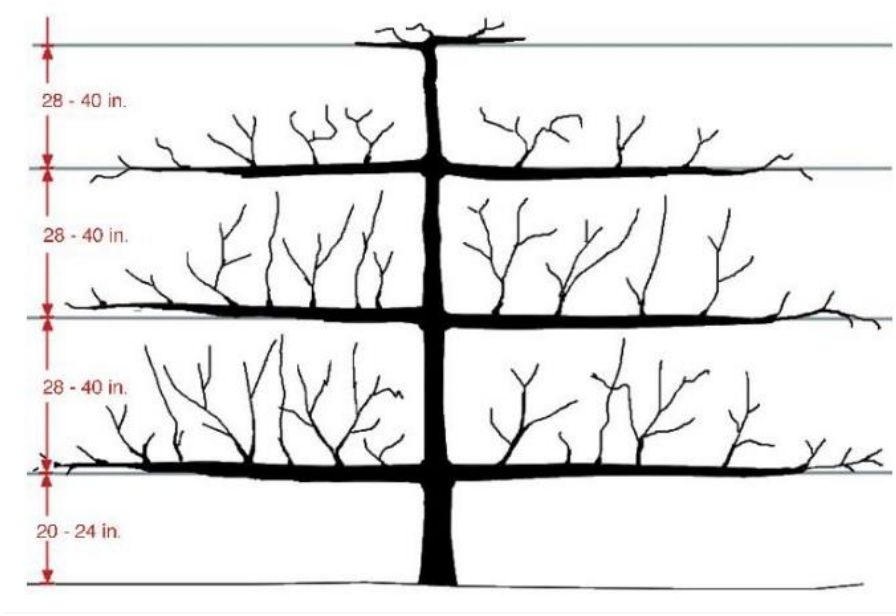


Şekil: 1 Yol ve bahçeyi birbirinden ayıran zarif bir çit deseni verilmiş espalier uygulaması (Url:2)

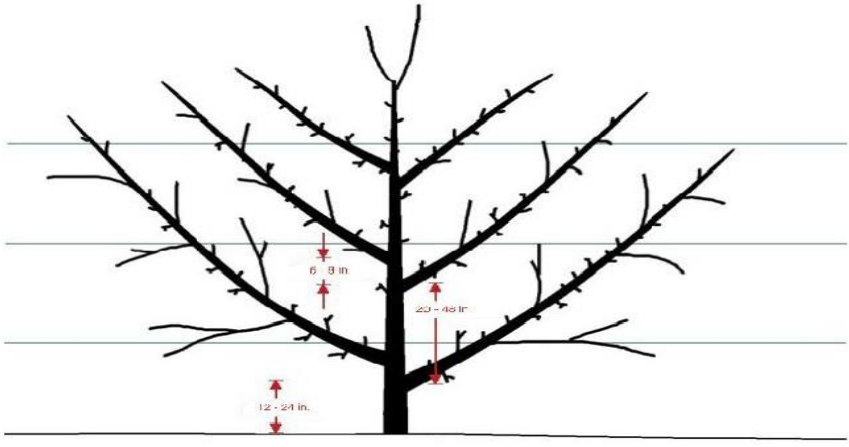
Espalier oluşturulurken bazı desenlerden bahsetmek mümkündür. Bunlar resmi kalıplar (Şekil 2), yatay dallı espalier (Şekil 3) ve yukarı doğru dalları olan espalier (Şekil 4) kalıpları şeklinde gösterilebilir. Bunların yanında serbest espalier çalışmaları da mevcuttur. Espalier Şekilleri oluşturulurken Bitkileri, duvara çakılan çiviler veya matkap yardımı ile vidalarla doğrudan duvara tutturmak mümkündür. Bunun yanında uygulanacak duvara asma bağları (kısa tel gömülü küçük diskler) uygulayabilirsiniz. Uygulamanın montajı kolaydır fakat küçük bitki örnekleri için uygundur. Şayet asma bağlarını kullanılıyorsak, telin bir dalı sarmasını önlemek için bağlar periyodik olarak gevşetilmelidir (Black, ve ark., 2020).



Şekil 2; Resmi kalıplar (Url:1)



Şekil 3; Yatay Dallı Espalier (Url:1)



Şekil 4; Yukarı Doğru Dalları Olan Espalier (Url:1)

Espalier uygulamalarında ağaçların ustalıkla şekillendirilmesi bahçenin çok şık ve davetkar görünmesini sağlarken, bahçenin genel tasarımına destek olup uygulama alanları için ekstra alan kazandırmaktadır (Şekil

5) Espalier yapımında kullanılacak bitkilerin bazı özellikelre sahip olması gerekir. Bu özelliklere şekillerde kısaca değinilmiştir (Anonim 2022b).

Şekil 5: Çiçek etkisinin ön planda olduğu Malus floribunda "Atropurpurea" (Url:2)

Şekil 6: Sonbahar yaprak renklenmesi ile ön plana çıkan *Vitis sp*. (Url:2)

Şekil 7: Meyve etkisi ile görsel bir şölen sunan Pyrus sp. (Url:2)

Şekil 8: İlk baharda yapraklanmadan çiçeklenen etkileyici bir Prunus sp. (Url:2)

Espalier için hızlı büyüyen ağaçlar daha iyi ve çabuk sonuçlar verir.güney bakarlı ve tınlı topraklarda başarı oranını etkileyen faktörlerdir. Uygulamalarda ağaçlar duvara yakın dikilmelidir (Şekil 9). 10 ila 20 cm arası uzaklık uygun olabilir. Dikilecek fidanın kökü buna uygun değilse duvar tarafı budanabilir (Anonim, 2022b).

Şekil 9: Duvara olması gereken mesafede dikilen armut ağacı (*Pyrus sp.)*

Dikkat edilmesi gereken başka bir husus ise dal üretmek için ağacı budamak gerekir. Budama mevsiminde dallanmanın olmasını

istediğimiz noktanın 5 cm üzerinden dallanmayı teşvik etmek için kesik atılmalıdır (Şekil 10) **(**Anonim, 2022b).

Şekil 10: Armut (*Pyrus sp.*) ağacında Dallanmayı teşvik etmek amacı ile yapılan işlem

Espalier uygulamaları son derece bakım ve özen gerektiren uygulamalardır. Bu nedenle ağacımızın görüntüsünün bozulmaması adına düzenli budama işlemi yapılmalıdır aksi halde estetik olmayan görüntüler istenmeyen şekiller ortaya çıkabilir (Şekil 11). Budama zamanı genellikle sonbaharda beklenen ilk donlardan 6 hafta önce

yapılmalıdır. Meyve veren ağaçlarda budama için meyvenin sertleşmesini beklemek doğru olacaktır. Meyve veren dalları budarken 10 cm den kısa budanması halinde çiçek ve dolayısı ile meyve verimi düşük olabilir (Anonim, 2022b).

Şekil 11: Budama zamanı gelmiş bir vişne (*Prunus cerasus*) ağacı

2. Sonuç Ve Öneriler

Espalier bitkileri, bahçede yaşayan canlı bir heykele benzetmek mümkündür. Özellikle boş duvarlarda çok etkileyici olduğu bir gerçektir. Dar alanlar için ideal bir uygulama olup bitkisel tasarım anlamında hayat kurtarır. Lakin bu uygulamanın da dezavantajları

vardır. Sürekli Bakım ihtiyacından dolayı maliyetli bir uygulamadır. Ağaçları büyütmek sabır ister sabır büyük bir erdemdir. Büyümenin ilk yıllarında form şekillenmeye başlar, ikinci yıl tasarım oturmaya başlar (Şekil 12). Her şey yolunda giderse 3. Yıl meyve alabilirsiniz. Doğru bitkiyi seçtiğiniz takdirde minimum 5 yıl gibi bir süre sonunda, sizi ve bahçenizin ziyaretçilerini görsel açıdan tatmin eden canlı bir heykeliniz olabilir.

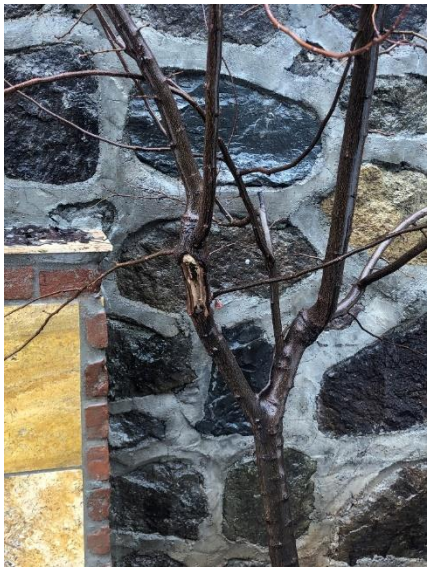
Şekil 12: uygulamanın ikinci yılında şekillenmeye başlamış bir vişne (*Prunus ceracus*) ağacı.

Espalier uygulamalarında ışık ağaçları kullanılacaksa mutlak suret ile güney bakarlı duvarlar tercih edilmelidir. Aksi halde dikey büyüme yatay büyümenin önüne geçeceğinden daha fazla emek ve zaman kaybı söz konusu olabilirken başarısızlık oranı artmaktadır. Güney bakarlı bir

duvarımız yoksa gölge ve yarı gölge ağaçlarını tercih etmemiz gerekir. Örneğin; kayın ağacı gibi (*Fagus sp.*). Espalier yapımında kullanacağımız ağaçların belirli kriterlere sahip olması gerekir. Çiçek, meyve, yaprak şekli ve rengi, sonbahar yaprak rengi ve yapraksız görüntüsü, dallanma durumu şeklinde özetlenebilir. Tabi bu kriterleri karşılayan ekolojik istekler olmazsa olmazlarımızdandır. Yukarıda ki kriterleri taşıyan ağaçların büyük bir bölümü ışık ya da yarı ışık ağaçlarıdır. Bu sebep ile espalier uygulaması yapılacak olan duvarın gün içerisinde minimum 6 saat güneş alması gerekmektedir. Aksi halde büyümeye müdahale etmek zorlaşacaktır (Şekil 13). Yine kullanacağımız türlerin hızlı büyümesi ve sürgün yeteneğinin fazla olması sık dallı olması da tercih sebebidir. Bu nedenle kiraz ağaçlarını espalier uygulamasında kullanmamak daha doğru olacaktır (Şekil 14). Her ne kadar güzel çiçek ve meyvelere sahip olan, hızlı büyüyen ve sürgün verme yeteneği fazla olan ayva ağacı (*Cydonia oblonga*) espalier uygulamaları için önerilse de çok fazla esnek olmayan kırılgan dalları sebebi ile uygulamalarda tercih edilmemelidir (Şekil 15).

Şekil 13: Işık isteği fazla olan Kiraz ağacı. (*Prunus avium*)

Şekil 14: Seyrek dallı bir Kiraz ağacı (*Prunus avium*) ile espalier uygulamasının başlangıcına ait bir fotoğraf



Şekil 15: uygulama esnasında ana yan dallardan birinin kırıldığı ayva (*Cydonia oblonga*) ağacı

Espalier uygulamalarında ekolojik şartlarınız elverdiği takdirde; meyve ağaçlarından elma (*Malus sp.*) , armut (*Pyrus sp.)* , vişne (*Prunus ceracus) gibi* türleri kullanmanız başarı oranınızı arttıracaktır. Yaprak renklenmelerinden ötürü kullanabileceğiniz ağaç türlerinin başında; Çin mabet ağacı- Fil kulağı (*Ginko biloba*) , Kırmızı akça ağaç, Acer rubrum, Gümüşi ıhlamur (*Tilia tomentosa*) gibi ağaçlar ile başlangıç için doğru tercihler olabilir.

Tabi ki bu ağaçlar dışında da uygulamada kullanılacak türler mevcuttur. Öncelikle yaşadığımız coğrafyanın iklimine uygun olan türler belirlenmeli ve bu türler içerisinde yukarıda belirttiğimiz kriterler doğrultusunda estetik olarak gözümüze hitap eden türler denenebilir.

3. Kaynaklar

Anonim 2022a. https://en.wikipedia.org/wiki/Espalier Erişim tarihi; 01.03.2022

Anonim 2022b. https://www.finegardening.com/project-guides/pruning/espalier. Erişim tarihi: 14.02.2022

Anonim 2022c. https://hort.extension.wisc.edu/articles/espalier/ Erişim tarihi: 14.02.2022

Black, JB., Yeager HT., Brown PS. (2020). Espaliers. https://edis.ifas.ufl.edu/publication/MG273 Erişim Tarihi; 17.02.2022

Brown S.P., Yeager T.H., Black R.J., 2010. Espaliers. Department of Environmental Horticulture. Florida Cooperative Extension Servise, İnstute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. http://edis.ifas.ufl.edu. (Erişim Tarihi : 05.06.2011).

Cındıkçı, A.Y., Demir, S., 2017. Bahçe Sanatı: Espalye. https://www.plantdergisi.com/ars-gor-yasemin-cindik-akinci/bahce-sanati-espalye.html Erişim tarihi: 15.02.2022

Hansen, G., 2010. Arbor, Trellis, or Pergola-Whats in Your Garden? A Mini-Dictionary of Garden Structures and Plant Forms. The Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) , University of Florida, ENH1171..

Kösa, S., 2019. Antalya Kaleiçi Sokaklarının Bitki Materyali Ve Bitkisel Tasarım Açısından Değerlendirilmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg.,2019, 56 (1) :63-75 DOI: 10.20289/zfdergi.457281

Kösa, S. ve Atik, M. 2013. Bitkisel Peyzaj Tasarımında Renk ve Form; Çınar (Platanus orientalis) ve Sığla (Liquidambar orientalis) Kullanımında Peyzaj Mimarlığı Öğrencilerinin Tercihleri. Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14 (1) :13 – 24

Nemutlu, F.E., 2012. Bitkisel Tasarımda Espalier Kullanımı ve Çanakkale Örneğinde İrdelenmesi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 43 (1) , 89-100, 2012 Journal of Agricultural Faculty of Atatürk University, 43 (1) , 89-100, 2012 ISSN : 1300-9036

Reich, L., 1997. Fruiting espaliers: A Fusion of Art and Science. The Pruning Book. Newtown, CT : Taunton Press. Inc. Edit: Ruth Dobsevage. United States of Amerika. http//printrfu.org/fruiting-espaliers. (Erişim Tarihi :13.07.2011).

Scalera S., 2006. Espaliers. The Institute of Food and Agricultural Scienses (IFAS) Extension. University of Florida. http//brevard.ifas.ufl.edu/Forms%20and%20 Publications /PDF/Espaliers.pdf.

Surat, H., 2020. Artvin'de Doğal Olarak Yetişen Bazı Tıbbi- Aromatik Ve Ekonomik Değere Sahip Odunsu Bitkilerin Peyzaj Mimarlığında Kullanım Alanlarının Değerlendirilmesi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi / The Journal of International Social Research Cilt: 13 Sayı: 74 Yıl: 2020 & Volume: 13 Issue: 74 Year: 2020 www.sosyalarastirmalar.com Issn: 1307-9581

Taylor, J.W., 2009. The Well Dressed Wall, A Practical Guide for Espalier Training Fruit and Ornamental Trees in Australia. Hortisculpture Espalier Book, s. 1-22.

Url:2: https://www.finegardening.com/project-guides/pruning/espalier.

Url:4: https://bluestarrgallery.blogspot.com/2014/02/espalier-decorative-and-functional.html.

Wyman, D., 1969. Espaliered plants. The Arnold Arboretum of Harvard University Jamaica Plain, Massachusetts 02130. V:29, No:8:49-59. http//printfu.org/espaliers.

BÖLÜM 11

TIBBİ VE AROMATİK BİTKİLER İLE YAPILAN BAZI KROMATOGRAFİK ANALİZLER

Öğr. Gör. Ebubekir İZOL[1]*, Doç. Dr. Mustafa Abdullah YILMAZ[2], Öğr. Gör. Davut KARAHAN[3], Öğr. Gör. Enes KAYA[4]

[1]Bingöl Üniversitesi, Arı ve Doğal Ürünler Ar-Ge ve Ür-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, TÜRKİYE Orcid: 0000-0003-0788- 4999, eizol@bingol.edu.tr
[2]Dicle Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Farmasötik Kimya Anabilim Dalı, Diyarbakır, TÜRKİYE Orcid: 0000-0002-4090-7227, mustafaabdullahyilmaz@gmail.com
[3] Bingöl Üniversitesi, Arı ve Doğal Ürünler Ar-Ge ve Ür-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, TÜRKİYE Orcid: 0000-0003-4571- 1095, dkarahan@bingol.edu.tr
[4] Bingöl Üniversitesi, Arı ve Doğal Ürünler Ar-Ge ve Ür-Ge Uygulama ve Araştırma Merkezi, Bingöl, TÜRKİYE Orcid: 0000-0003-3973-168X, eneskaya@bingol.edu.tr
*Sorumlu Yazar: eizol@bingol.edu.tr

1. Giriş

Bitkiler, insanlık tarihi boyunca hep önemini korumuş ve sürekli ilgi çekici olmuştur. Günümüzde yaklaşık 500 000 bitki türü bulunmakta fakat bunların çok az bir oranı bilimsel olarak araştırılmıştır. Tıbbi ve aromatik bitkiler ise bitkiler alemi içinde genel bir tanımı olmamakla birlikte hastalıkları önleyici, sağlığa etki eden, tat ve koku olarak etkili olan bitkiler olarak ifade edilmektedir. Tıbbi ve aromatik bitkilerin, bitki türleri içinde yaklaşık olarak 55 000 türü bulunmaktadır ve tarihçesi M.Ö. 3700'lü yıllara kadar uzanmaktadır. Ülkemizde tıbbi ve aromatik bitki tür sayı 500 düzeylerinde bulunmaktadır.

Tıbbi ve aromatik bitkiler, doğal ürünlere olan ilginin zamanla artması ile daha fazla kullanılmakta ve bilimsel çalışmalara konu olmaktadır. Özellikle bitkilerin ilaç yapımında kullanılması, gıda olarak tüketimi, kozmetik alanında kullanılması, baharat olarak tüketimi ve yeni alanlarda kullanılması ile güncelliği ve önemi zamanla ilgi ile artmaktadır (FAO, 2017). Dünya Sağlık Örgütü (WHO - World Health Organization) kaynaklarına göre tıbbi amaçla kullanılan bitki türü sayısı yaklaşık 20 000'dir ve bu sayı yapılan araştırmalar ile zamanla artmaktadır (Barandozi, 2013). Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü'ne göre (FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations) yaklaşık 21 000 tıbbi bitki türü belirlenmiştir. Gelişmekte olan ülkelerde bitkisel ilaçlar kullanımını zamanla arttırmakta ve ilaç yapımında bitkiler kullanılmaktadır (Baidoo ve ark., 2019). Bazı önemli tibbi ve aromatik bitki türleri şunlardır: Ihlamur (*Tilia* sp.), ısırgan (*Urca* sp.), defne (*Laurus* sp.), kantaron (*Hypericum*

sp.), kekik (*Origanum* sp., *Thymus* sp., *Satureja* sp.), zencefil (*Zingiber officinale*), fesleğen (*Ocimum* sp.), frenk soğanı (*Allium schoenoprasum),* limon otu (*Aloysia* sp.), nane (*Mentha* sp.), lavanta (*Lavandula* sp.), iğde (*Hippophae* sp.), salep (*Orchis* sp.), meyan (*Glycyrrhizza* sp.), kızılcık (*Cornus* sp.*),* nar *(Punica* sp.), mahlep (*Cersus* sp.), gül (*Rosa* sp.), hatmi (*Althaea* sp.), çuha çiçeği (*Primula* sp.), maydanoz (*Petroselinum crispum*), alıç (*Crataegus* sp.), kişniş (*Coriandrum sativum*), dereotu *(Anethum graveolens*), adaçayı (*Salvia officinalis*) (Kan, 2020).

Bilimsel gelişmeler ile bitkilerdeki kimyasal içerik belirlenmekte ve bu içeriklerdeki biyolojik veya kimyasal olarak aktif bileşenler saflaştırılmaktadır. Aktif bileşenler birçok alanda kullanılmaktadır. Bu alanların başında ilaç yapımı olmak üzere destekleyici gıda, kozmetik, tıp ve eczacılık bulunmaktadır (Christaki, 2012). İlk olarak 1926 yılında bitkilerin insan sağlığına etkileri laboratuvar ortamında araştırılmış ve gösterdikleri etkilerden dolayı artan bir ilgi ile araştırmalar devam etmektedir (Yaylı, 2013). Bitkilerdeki kimyasal bileşenlerin belirlenmesi bir çok farklı yöntemler ile gerçekleştirilmektedir. Bunların en gelişmişleri ise genellikle kromatografik yöntemlerdir. Özellikle sekonder metabolitlerin belirlenmesinde gaz ve sıvı kromatografisi kullanılmaktadır. Sekonder metabolitler ise antikanser etki göstererek tümörlü hücrelerin büyümesini ve yayılmasını yavaşlatmaktadır (İzol, 2016), ayrıca birçok sağlık problemine etki (antifungal, antimikrobiyal, antialerjik, antioksidan, antitiroid, antidiyabetik, antihipertansif, kardiyovaskuler, ağrı kesici, antikanser ve spazm cozucu) etmektedir (Aftab, 2019). Tıbbi ve aromatik bitkiler

sentetik kemoterapik maddeler ve sentetik ilaçlar ile kıyaslandığında daha az yan etki göstermektedir (McLean ve ark., 2012).

Tıbbi ve aromatik bitkilerden Biberiye (*Rosmarinus officinalis*L.) bitkisinde karnosol limonen, naringenin, geraniol, hisperedin, rozmanol, luteolin, pinen, apigenin, rozmarinik asit, vanilik ve kafeik asit bileşenleri belirlenmiştir (Nieto ve ark., 2018). Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinde 160'dan fazla fenolik, flavonoid ve polifenol bileşik bulunmuştur. Bunlardan en önemlileri sagekumarin**,** rozmarinik asit, sagerinik asit, kafur, 1,8-sineol, kafeik asit ve türevleri, salvianolik asit, kaempferol, luteolin, hispidulin, apigenin, karnosol, ursolik asit ve kersetindir. Adaçayı zengin uçucu yağ barındıran bir bitkidir (Ghorbani ve Esmaeilizadeh, 2017). Nane (*Mentha* sp.) farklı türleri olan kültürü yapılan önemli bir tıbbi ve aromatik bitkidir. Uçucu yağları ve fitokimyasallar yönünden zengindir. Muhtevasındaki en önemli bileşenler; mentol, menton, karvon, luteolin ve hesperidindir (Trevisan ve ark., 2017). Kekik (*Origanum, Thymus, Satureja, Thymbra*) bitki türleri içinde uçucu yağ ve polifenolik olarak kıymetli bir bitkidir. En önemli bileşenleri karvakrol, hidroksisinamik asit, rosmarinik asit, hidroksibenzoik asit, luteolin ve apigenindir. Tıbbi ve aroma kaynaklı olarak halk arasında çokça kullanılmaktadır (Gutierrez ve ark., 2017). Alıç (*Crataegus* sp.) ülkemizde yabani olarak yetişen, farklı türleri olan ve flavonoid olarak zengin içeriğe sahip bir bitkidir. Muhtevasında kuersetin, viteksin, apigenin, rutin, triterpen asitler, organik asitlerdir (Vatansever, 2016). Lavanta (*Lavandula* sp.) Lamiaceae familyasında bulunan esansiyel yağı çokça çıkarılan bir tıbbi ve aromatik bitkidir. İçeriğinde limonen, farnesen, linalool,

karyofilen, terpinen-4-ol, linalil asetat, borneol, lavandulil asetat ve sineol bulunmaktadır. Aromaterapi de kullanılmaktadır (Prusinıwska ve Smigielski, 2014). Ihlamur (*Tilia cordata* Miller) halk arasında üst solunum yolu enfeksiyonlarında çokça tüketilen ve değeri yüksek olan bir bitkidir. Zengin uçucu yağa ve biyoaktif kimyasal içeriğe sahiptir. Yapısında timol, izokersitrin, farnesil asetat, anetol, sineol, kafur, karvon, farnesol, linalol, geraniol, astragalin, karvakrol, kersetol, klorojenik asit ve kafeik asit bulunmaktadır (Koç ve Fakir, 2019). Zencefil (*Zingiber officinale*) halk arasında sıkça kullanılan ve Çin ve Hindistan' da uzun yıllardır tıbbi amaçla kullanılan bir bitkidir. Yapısında gingerdiol, gingerol ve gingerdion bulundurmakta ve birçok tıbbi özellik göstermektedir (Shahrajabian ve ark., 2019). Bitkilerdeki uçucu yağ bileşikleri GC-MS (Gaz Kromatografisi- Kütle Spektrometresi) ile, fenolik ve flavonid bileşikler ise sıvı kromatografisi teknikleri ile belirlenmektedir.

Kromatografi

Kromatografi 'chrome' renk anlamında ve 'graphy' ölçüm,yazma anlamında kullanılan iki kelimenin birleşmesi ile oluşmakta ve renk yazma anlamında kullanılmaktadır. Bir numunenin gözenekli bir ortamda hareketli bir çözücü ile yürütülmesinde maddelerin farklı hızlarda yürümeleri sonucu birbirinden ayrılmasına denir.

1906 yılında Rus botanikçi Tswet tarafından bitki pigmentlerinin (klorofil, karoten gibi) renkli bileşenlerini adsorbsiyon kromatografisi ile ayırmada kullanılmıştır. Bunun için yaprağı petrol eterinde çözdükten sonra kolona doldurarak üzerine tebeşir tozu elemiş ve

kullandığı kolonda renkli bantlar oluştuğu için renk yazma anlamında kromatografi adını vermiştir. Zamanla kromatografi tekniği geliştirilerek farklı kromatografik yöntemler oluşturulmuştur. 1952 yılında Martin-James gaz kromatografisini bulmuşlardır ve 1960'lı yıllarda kullanım alanları oluşmuştur. 1970'li yıllarda ise yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC) kendinden söz ettirmeye başlamış ve uygulama alanları bulmuştur.

Kromatografi temelde 3 sınıfa ayrılmaktadır ancak farklı sınıflandırmalar da yapılmaktadır.

1. Pratik Sınıflandırma

- Kolon kromatografisi
- Kağıt kromatografisi
- Gaz kromatografisi
- Sıvı kromatografisi
- Afinite kromatografisi
- İnce Tabaka kromatografisi

2. Teorik Sınıflandırma

- Jel filtrasyon kromatografisi
- Adsorbsiyon kromatografisi
- Paylaşım kromatografisi
- İyon değişim kromatografisi

3. Faz türüne göre sınıflandırma

- Sıvı Faz

a. Kolon

* Sıvı katı kromatografisi

* Sıvı sıvı kromatografisi

* İyon değişim kromatografisi

* Dışarılama kromatografisi (Jel Filtrasyon, Jel Geçirgenlik)

b. Düzlemsel

* İnce tabaka kromatografisi

* Kağıt kromatografisi

- Gaz Faz

a. Gaz katı kromatografisi

b. Gaz sıvı kromatografisi

Kromatografik metotlarla, kimyasal ve fiziksel yapıları, molekül kütleleri birbirine yakın bileşiklerden meydana gelen karışımlar dahil olmak üzere bir çok karışım pratik ve tamamen ayrılabilmektedir. Çok fazla alternatif ve farklı çözüm teknikleri sunmasından dolayı çok geniş alanda kullanılmaktadır.

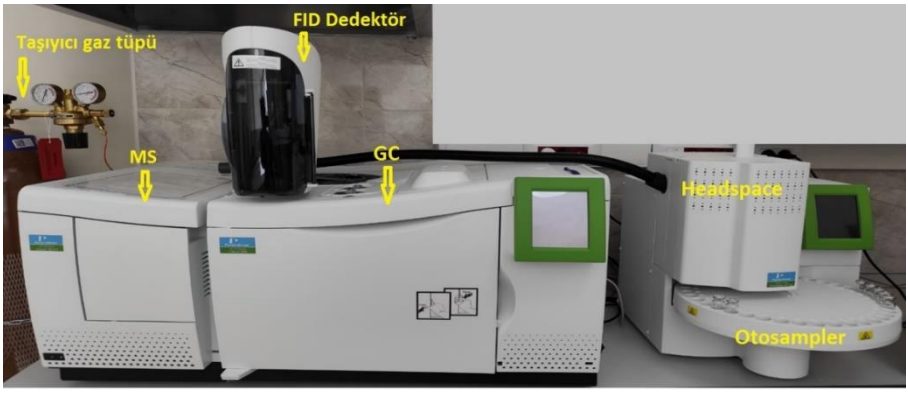
Bitki Analizlerinde En Çok Kullanılan Kromatografi Teknikleri

Bitkilerdeki uçucu bileşenler ve sekonder metabobitler başta olmak üzere bir çok farklı analiz gaz kromatografisi ve sıvı kromatografisi teknikleri ile gerçekleştirilmektedir.

Gaz Kromatografisi

Gaz kromatografisi (GC) herhangi bir numunenin esansiyel ve ısı olarak dayanıklı bileşiklerin içeriğini belirlemede kullanılılan ayırma

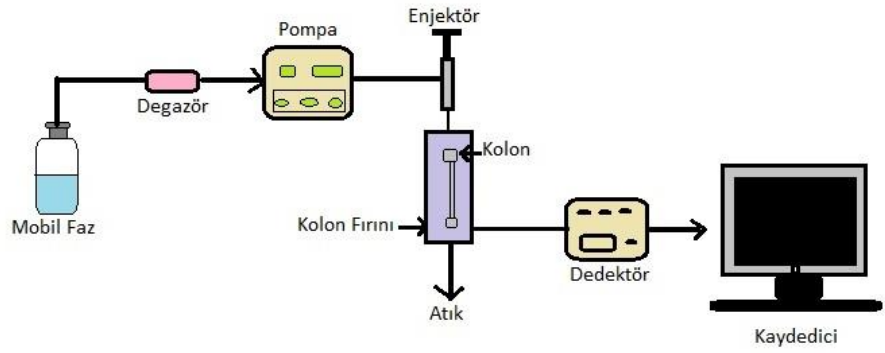
tekniğidir. GC' de hareketli faz ile ayrılması istenen bileşikler arasında herhangi bir etkileşim olmamaktadır. Hareketli faz maddeleri sürükleyerek uçuculuklarına göre farklı hızlarda maddeleri iletir ve genellikle kuru hava, hidrojen, helyum, argon ve azot gibi inert gazlardır. Gaz halinde olan hareketli (mobil) faz, gaz halindeki analitleri sabit faz ile dolu olan uzun kapiler kolondan geçirmektedir ve ayrılan bileşenler dedektör ile bilgisayara gönderilmektedir. Uçucu (esansiyel) yağlarla birlikte yağ asitleri gibi esansiyel olmayan bileşiklerde türevlendirme işlemi yapılarak uçucu özellik kazandırılarak gaz kromatografisi ile analizleri gerçekleştirilmektedir. GC'de kolon ve dedektör çeşitliliği fazladır. Her kolon ve dedektör farklı seçicilik özelliğine sahiptir. Yaygın dedektörler şunlardır: Alev iyonlaşma (FID), elektron yakalama (ECD), kütle spektrometre (MS), alev fotometrik (FPD), foto-iyonizasyon (PID), ısıl iletkenlik (TCD) ve azot-fosfor. Bitkilerden elde edien esansiyel yağların analizinde GC-MS, yağ asitlerinin belirlenmesinde ise GC-FID teknikleri kullanılmaktadır. Gaz kromatografi cihazı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Gaz kromatografi cihazı

Sıvı Kromatografisi

Sıvı kromatografisi analizi yapılacak numunenin sıvı mobil (hareketli) faz ve katı durgun (sabit) faz ile ayrıştırıldığı tekniktir. Ayrım şu şekilde gerçekleşmektedir: Numunenin kolona girmesi ile bileşenler durgun fazda kütlelerine özgü olarak farklı zamanda ilerler ve iki faz arasında değişik oranlarda tutunarak kolon sonunda ayrılan her bileşen dedektöre ulaşır ve sinyaller ile bilgisayarda kromotogram oluşturup kaydedilmektedir. Sıvı kromatografisi şematik olarak gösterimi Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Sıvı kromatografisi şeması

Sıvı kromatografisi polar ve az polar bileşiklerin analizinde kullanılmakta ve en yaygın teknikler ise LC-MS (Sıvı kromatografisi - Kütle Spektrometrisi) ve HPLC (Yüksek Basınçlı Sıvı Kromatografisi)'dir. LC-MS tekniğinin de farklı cihaz sistemleri ile kombine edilerek farklı çeşitleri bulunmaktadır.

LC-MS/MS:

LC-MS/MS (üçlü kuadrapol) sistemleri bitkilerdeki sekonder metabolitlerin kantitatif ve kalitatif analizlerini gerçekleştiren en yaygın tekniklerdendir. LC-MS ile arasındaki fark 2. bir MS sistemi bağlı olmasıdır. Bunun avantajı ise şöyle açıklanmaktadır: LC-MS sistemleri bitkilerdeki fitokimyasalların aynı molekül ağırlığına sahip olanları ayıramamaktadır. LC-MS/MS sistemleri ise üçlü kuadrapol yapısı ile bu problemi çözerek molekül kütlesi ve alıkonma süresi aynı olan molekülleri dahi ayırarak kantitatif ve kalitatif analizin yapılmasını sağlamaktadır (Vogeser ve Kirchhoff, 2011). MS birçok farklı alanda özellikle miktarsal analizlerde kullanılmaktadır. MS sistemi optik cihazlar olup, elektrik ve manyetik alanlar ile iyonları kütle/yük (m/z) değerine göre ayırmaktadır. Temel anlamda numuneden iyonlar oluşturarak (nötr molekülleri de iyonlaştırarak) oluşan iyonları m/z değerine göre ayıran ve iyon çokluğunu ölçen sistemlerdir (Chiu ve Muddiman, 2008).

Kromatografik Yöntemlerle Yapılan Bazı Bitki Analizleri

Bitkilerin sekonder metabolitlerini belirlemede özellikle kromatografi tekniğinden yararlanılmaktadır. Anadolu'da yetişen Alliaceae (Zambakgiller) familyasında bulunan on iki farklı *Allium* (soğan, sarımsak) (*A. shatakiense, A. kharputense, A. scabriscapum, A. tripedale, A. shirnakiense, , A. vineale A. rhetoreanum, Allium akaka, A. schoenoprasum, A. scorodoprasum* subsp. *roturdum, A. Chrysantherum* ve *A. atroviolaceum*) türünün LC-MS/MS tekniği ile etanol özütleri bitkilerin toprak altı ve üstü bölümlerinin fenolik ve fitokimyasal içeriği (27 farklı bileşen) kantitatif olarak belirlenmiştir.

Bulunan sonuçlara göre bazı bitki türlerinin içerik bakımından zengin bazı türlerin ise fakir olduğu görülmüştür. Analizi yapılan 27 farklı fitokimyasal bileşik şunlardır: Vanilin, kinik asit, mirisetin, gallik asit, p-kumarik asit, protokateşik asit, tr-kafeik asit, rozmanirik asit, rutin, klorojenik asit, hesperedin, tr-asonitik asit, hiperosid, OH-bezoik asit, sinapinik asit, fisetin malik asit, tannik asit, kumarin, kersetin, naringenin, hesperetin, luteolin, kamferol, apigenin, ramnetin, krisin. Yapılan çalışmada en çok bulunan bileşikler ise kinik asit (691.42 µg analit/g ekstrakt), malik asit (3358.81 µg analit/g ekstrakt), p-kumarik asit (741.13 µg analit/g ekstrakt), vanilin (1112.5 µg analit/g ekstrakt), rutin (3015.8 µg analit/g ekstrakt), hesperidin (3700.94 µg analit/g ekstrakt) olduğu belirlenmiştir (İzol ve ark., 2021).

33 tıbbi ve aromatik bitkide (10 tanesi endemik) LC-MS/MS ile 53 farklı fitokimyasal (çoğunlukla fenolik asitler ve flavonoidler) bileşiğin kantitatif analizi ve kapsamlı bir yöntem doğrulaması yapılmıştır. Sıvı kromatografisi tandem kütle spektrometrisi sonuçlarına göre fumarik asit, rosmarinik asit, kinik asit, protokateşik aldehit ve kozmosin ana bileşen olarak tespit edilmiştir. Bakılan bileşenler şunlardır: Kinik asit, epigallokateşin, kateşin, tannik asit, gentisik asit, kumarin, klorojenik asit, protokateşik aldehit, epigallokatekin galat, protokateşik asit, 1,5-dikaffeoilkinik asit, krisin, 4-OH benzoik asit, fumarik asit, kaempferol, epikateşin, kafeik asit, şıringik asit, vanilin, şıringik aldehit, daidzin, genistein, gallik asit, epikateşin gallat, piceid, naringenin, ferulik asit-D3-IS, sinapik asit, salisilik asit, sinarosid, miquelianin, rutin-D3-IS, rutin, izokersitrin, hesperidin, o-kumarik asit, genistin, rosmarinik asit, ellagik asit, luteolin, kozmosin, akonitik asit, kuersitrin, astragalin,

nikotiflorin, fisetin, daidzein, kuersetin-D3-IS, ferulik asit, kuersetin, vanilik asit, hesperetin, apigenin, p-kumarik asit, amentoflavon, ve acacetin (Yilmaz, 2020).

16 farklı *Achillea* türünün (*A. goniocephala*, *A. Millefolium* subsp. *millefolium*, *A. Wilhelmsii* subsp. *wilhelmsii*, *A. monocephala*, *A.* sintenisii, *A. Kotschyi* subsp. *kotschyi*, A. *nobilis*, *A. biebersteinii*, *A. lycaonica*, *A. vermicularis*, *A. schischkinii*, *A. coarctata*, *A. zederbaueri*, *A. Teretifolia*, *A. Spinulifolia* ve *A. setacea*) uçucu yağları gaz kromatografisi ile belirlenmiştir. Araştırma sonucuna göre bu türlerin uçucu yağ bileşimleri %85.96 ile %96.10 arasında bulunmuş ve farklı bitki türlerinde farklı sayıda esansiyel yağ elde edilmiştir. *A. biebersteinii* türünde 18 bileşen bulunmuş ve temel bileşenlerin piperiton (%19.79), p-simen (%16.53) ve 2-karen (%16.22) olduğu belirlenmiştir. *A. wilhelmsii* subsp. *wilhelmsii* türünde 13 bileşen tespit edilmiş ve ana bileşenlerin kafur (%77.19), *endo*-borneol (%5.03) ve okaliptol (%3.04) olduğu görülmüştür. *A. nobilis* türünde 25 bileşen belirlenmiş ve temel bileşenlerin okaliptol (%22.89), krizantenon (%14.31) ve endo-borneol (%9.88) olduğu tespit edilmiştir. Toplamda 81 uçucu yağ bileşeni olduğu belirlenmiştir. İncelenen türler için yapılan GC/MS analizi sonuçlarına göre piperiton (%19.79), artemisia keton (%31.90), β-eudesmol (%22.46), α-terpinen (%22.28), kafur (%77.19), okaliptol (%37.44), endo-borneol (%73.05), mineçiçeği (%27.98) ve β-eudesmol (%39.59) ana bileşenler olduğu belirlenmiştir (Yener ve ark., 2020).

Anadolu'da yabani olarak yetişen üç kantaron bitkisinin esansiyel yağlarının kimyasal bileşimi GC-FID ve GC-MS ile belirlenmiştir. *Centaurea lycopifolia* bitkisi ilk kez çalışılmış olup *C. balsamita* ve *C. iberica* türleri de araştırılmıştır. Uçucu yağların ana bileşeni, *C. lycopifolia* için karyofilen oksit (%9.7) ve spatulenol (%7.3), *C. balsamita* için α-selinen (%8.5) ve heksatriyacontane (%8.3) ve *C. iberica* için araşidik asit (%25.3) ve heksadekanoik asit (% 5.9) olarak tanımlanmıştır (Ertaş ve ark., 2014).

Beş farklı Anadolu kekiğinin (*Thymus haussknechtii* Velen (endemik), *Thymus convolutus* (endemik), *Thymus sipyleus*, *Thymus kotschyanus* var. *kotschyanus*, ve *Thymus fallax*) araştırıldığı çalışmada GC-MS ile uçucu bileşenleri ve LC-MS/MS ile fenolik bileşenleri belirlenmiştir. Gaz kromatografi sonuçlarına göre ana bileşenin kafur olduğu görülmüş ve farklı bileşen olarak ise karvakrol, timol, α-pinen, 1,8-Sineol, α-terpineol, borneol, β-karyofillen, germacrene D, bisiklogermakren, γ-kadinen, karyofillen oksit, spatülenol bulunmuştur. Sıvı kromatografi sonuçlarında ise nikotiflorin, kafeik, kinik, rosmarinik ve fumarik asidin ekstraktlarda ana bileşenler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca *p*-kumarik asit, hesperidin, 4-OH benzoik asit, salisilik asit, klorojenik asit, vanilin, malik asit, naringenin, ferulik asit, rutin, protokateşik asit, apigenin, krisin, isokuersitrin bulunmuş ve toplamda 37 farklı bileşen analiz edilmiştir (Boğa ve ark., 2021).

Türkiye'den beş endemik *Salvia* taksonunun uçucu yağ, aroma ve yağ asidi profilleri gaz kromatografisi ile tespit edilmiştir. Uçucu yağlarının ana bileşenleri germacrene-D (bu türler için en yüksek %41,79), kafur

(%55,80), caryophyllene oksit (%32,99), linalool (%33,38), 1,8 sineol (%26,30) olarak belirlenmiştir ve geraniol asetat (%31.63), uçucu bileşen için ise 1,8 cineole (bu türler için en yüksek %45.95), kafur (%58.54), linalool (%27.67), D limonen (%40.83) ve cis-linalool oksit (%25.87)). Oleik (bu türler için en yüksek %72.65), erusik (%44.61), 2 palmitoleik (%42.17) ve nervonik (%32.61) asitler, yağ asitlerinin ana bileşenleri olarak belirlenmiştir (Ertaş ve ark., 2022).

Endemik bir tür olan *Tanacetum erzincanense* bitkisinin farklı çözücüler ile oluşturulan ekstraktlarının LC-ESI-QTOF-MS (sıvı kromatografisi - elektrosprey iyonizasyon - dört kutuplu uçuş zamanlı - kütle spektrometrisi) cihazı ile fenolik içerikleri araştırılmıştır. Toplamda 15 bileşen analiz edilmiş ve ana bileşikler ise klorojenik asit, kumarik asit, 1,3- Dikafeoilkinik asit, kuersetin, metoksiluteolin, apigenin, luteolin ve diosmetin olduğu tespit edilmiştir (Yapıcı ve ark., 2021).

2. Sonuç

Tıbbi ve aromatik bitkiler halk arasında kullanımı, özellikle ilaç yapımı, kozmetik ve gıda sektöründe kullanılmasından dolayı çok önemlidir. Hem yeni teşhis edilen bitkiler hemde bilimsel olarak araştırılmayı bekleyen türlerden dolayı yoğun bir ilgi ile araştırılmaktadır. Günümüzde bitkilerin kimyasal içeriklerinin belirlenmesi o bitkilerin kullanımına çok fazla etki etmektedir. İlaç yapımında kullanılabilecek veya bir hastalığa faydalı olduğu bilinen bir bileşen olduğu bilinmesi bitki türüne ayrıca bir değer katmaktadır. Bunun tersi olarak ise zararlı bir bileşik veya hastalık yapıcı bir içerik içerdiği bilinen bitkilerden ise

uzak durulmaktadır. İçerik analizlerinin en yaygın olarak kullanılan teknikleri kromatografik metotlardır. Bu nedenle özellikle sıvı ve gaz kromatografisi bitkisel materyallerde en çok mürcaat edilen tekniktir. Gaz kromatografisi ile bitkilerdeki enansiyel yağlar, uçucu bileşenler, aroma ve yağ asitlerine bakılmakta ve daha çok kalitatif analizler yapılarak yüzde sonuçlar verilmektdir. Sıvı kromatograsi yöntemi ile ise bitkilerdeki özellikle fenolik ve flavonoid yapıdaki sekonder metabolitler analiz edilmekte ve çok düşük limitlerdekantitatif ve kalitatif analizler yapılmaktadır. Bu bölümde tıbbi ve aromatik bitkiler ve bunların kromatografik analiz yöntemlerine yer verilerek güncel bilimsel çalışmalar verilmiştir. Ayrıca özellikler gaz ve sıvı kromatografisi ile ilgili özet bilgiler bulunmaktadır.

3. Kaynaklar

Aftab, T. (2019). A review of medicinal and aromatic plants and their secondary metabolites status under abiotic stress. Journal of Medicinal Plants, 7(3), 99-106.

Baidoo M. F., Asante-Kwatia E., Mensah A. Y., Sam G. H., Amponsah I. K. (2019). Pharmacognostic characterization and development of standardization parameters for the quality control of *Entada africana* Guill. Perr. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants, 12, 36-42.

Barandozi F.N. (2013). Antibacterial Activities and Antioxidant Capacity of Aloe vera. Nejatzadeh-Barandozi Organic and Medicinal Chemistry Letters, 3 (5): 1-8.

Boğa M, Esra E. O., Ezgi E., Eyyüp T., Yeter Y. C., Ercan C., Emel M. K., and Gokhan Z., 2021. "Identification and Quantification of Phenolic and Volatile Constituents in Five Different Anatolian Thyme Species Using LC–MS/MS and GC-MS, with Biological Activities." Food Bioscience 43(May):101141. doi: 10.1016/j.fbio.2021.101141.

Chiu C.M., Muddiman D.C. (2008). What is Mass Spectrometry?, American Society for Mass Spectrometry, http://www.asms.org/whatisms.

Christaki E., Bonos E., Giannenas I., Florou-Paneri P. (2012). Aromatic plants as a source of bioactive compounds. Agriculture, 2(3), 228-243.

Ertas A., Akdeniz M., Yener I., Ozturk M., and Olmez T., (2022). "Essential Oil , Aroma , and Fatty Acid Profiles of Five Endemic Salvia Taxa from Turkey with Chemometric Analysis." Chemistry and Biodiversity, doi: 10.1002/cbdv.202100408

Ertas A., Gören A.C., Boga M., Demirci S., and Kolak U., (2014). "Chemical Composition of The Essential Oils of Three Centaurea Species Growing Wild in Anatolia and Their Anticholinesterase Activities." Journal of Essential Oil-Bearing Plants 17(5):922–26. doi: 10.1080/0972060X.2014.886164

FAO (2017). Food and Agriculture Organization of the United Nations http://www.fao.org, (Erişim Tarihi:27.02.2017)

Ghorbani A., Esmaeilizadeh M. (2017). Pharmacological Properties of *Salvia officinalis* and Its Components. Journal of Traditional and Complementary Medicine 7:433-440.

Gutierrez G.E.P., Salas M.A.P., Lopez L.N., Mendoza M.S.C., Olivo G.V. &Heredia J.B. (2017). Flavonoids and Phenolic Acids from Oregano: Occurrence, Biological Activity and Health Benefits, Plants, 7(2), 2-23.

Izol E. (2016). "Determınatıon Of Heavy Metals And Seconder Metabolıtes Of Some *Allıum* (Wild Garlic) Specıes by ICP-MS And LC- MS/MS Investıgatıon Of Theır Bıologıcal Actıvıtıes." (Yüksek Lisans Tezi) Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır

Izol E., Temel H., Yilmaz M.A., Yener I., Tokul-Olmez O., Kaplaner E. *et al.* (2021). A detailed chemical and biological investigation of twelve *Allium* species from eastern Anatolia with chemometric studies; Chemistry and Biodiversity, 18: e2000560.

Kan Y., 2020, DOKAP Bölgesinde Tıbbi ve Aromatik Bitki Yetiştiriciliğinin Yaygınlaştırılması Projesi Eğitim Kitabı, ISBN: 978-975-6357-77-4, p.

Koç S., Fakir H. (2019). Yaz ıhlamuru (*Tilia platyphyllos Scop*.)' nun bazı morfolojik ozellikleri ile yaprak ve cicek ucucu bileşenlerinin belirlenmesi. Bilge International Journal Of Science And Technology Research, 29.

McLean K. G., Johnston S., Castillo A. R. (2012). The role of indigenous peoples in global environmental governance: Looking through the lens of climate change. Green Economy and Good Governance for Sustainable Development: Opportunities, Promises and Concerns, United Nations Press, Tokyo

Nieto G., Ros G.,Castilla J. (2018): Antioxidant and Antimicrobial Properties of Rosemary *(Rosmarinus officinalis, L.)*:A Review.Medicines 5(98): 2-13.

Prusinowska R., Śmigielski K. B. (2014). Composition, biological properties and therapeutic effects of lavender (*Lavandula angustifolia* L). A review. Herba Polonica, 60(2), 56-66.

Shahrajabian M. H., Sun W., & Cheng Q. (2019). Modern pharmacological actions of longan fruits and their usages in traditional herbal remedies. Journal of

Medicinal Plants Studies, *7*(4), 179-185.

Trevisan, S.C.C., Menezes, A.P.P., Barbalho, S.M., Guiguer, E.L. (2017): Propertıes of *Mentha Pıperıta*: A Brıef Revıew. World Journal of Pharmaceutical and Medical Research 3(1): 309-313.

Vatansever H. (2016): Alıç *(Crataegus tanacetifolia, Crataegus monogyna)* Meyvesi Çeşitlerinden Üretilen Marmelat ve Reçellerin Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.

Vogeser M., Kirchhoff F. 2011. Progression in automation of LC-MS in laboratory medicine.Clinical Biochemistry, Vol.44, No.1, (January 2011), pp. (4-13), ISSN 0009-9120.

Yapıcı İ., Altay A., Sarıkaya B. Ö., Korkmaz M., Atila A., Gülçin İ., and Köksal E., (2021). "In Vitro Antioxidant and Cytotoxic Activities of Extracts of Endemic Tanacetum Erzincanense Together with Phenolic Content by LC-ESI-QTOF-MS." Chemistry and Biodiversity 18(3). doi: 10.1002/cbdv.202000812.

Yaylı N., 2013. Uçucu Yağlar ve Tıbbi Kullanımları, Antalya.

Yener I., Yilmaz M.A., Olmez O. T., Akdeniz M., Tekin F., Hasimi N., Alkan M. H., Ozturk M., and Ertas A., (2020). "A Detailed Biological and Chemical Investigation of Sixteen Achillea Species' Essential Oils via Chemometric Approach." Chemistry and Biodiversity 17(3). doi: 10.1002/cbdv.201900484.

Yilmaz M. A. (2020). "Simultaneous Quantitative Screening of 53 Phytochemicals in 33 Species of Medicinal and Aromatic Plants: A Detailed, Robust and Comprehensive LC–MS/MS Method Validation." Industrial Crops and Products 149(March):112347. doi: 10.1016/j.indcrop.2020.112347.

BÖLÜM 12

BAHÇE BİTKİLERİ YETİŞTİRİCİLİĞİNDE İYİ TARIM UYGULAMALARI

Öğr. Gör. Fırat İŞLEK[1], Dr. Öğr. Üyesi M. İlhan ODABAŞIOĞLU[2], Doç. Dr. Atilla ÇAKIR[3]*

[1]Muş Alparslan Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü/Muş, Türkiye
f.islek@alparslan.edu.tr, Orcid: 0000-0003-3157-3680
[2]Adıyaman Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Adıyaman, Türkiye modabasioglu@adıyaman.edu.tr, Orcid: 0000-0001-8060-3407
[3]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü/Bingöl, Türkiye
acakir@bingol.edu.tr, Orcid: 0000-0001-9732-9272
*Sorumlu yazar: acakir@bingol.edu.tr

1. Giriş

Hızla artış gösteren dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılamak amacıyla, bitkisel üretimde sentetik girdinin yoğun olarak kullanıldığı üretim yöntemlerine yönelim hızlanmıştır. Konvansiyonel tarım olarak adlandırılan verime dayalı üretim şekli, insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilerinin gündeme gelmesinden sonra popülerliğini yitirmiş olup tarımsal üretimde çevre dostu sürdürülebilir tarım konusu önem kazanmaya başlamıştır.

Sürdürülebilir tarım, üretimde çevresel, ekonomik, agronomik ve sosyal boyutları geliştirmeyi hedefleyen bir üretim yöntemidir. Sürdürülebilir tarımda amaç, üretimde verimliliği esas alarak tarımla uğraşanların yaşam kalitesini artırmak, ekonomiyi canlı tutmak, üretim yapılırken çevreye verilen zararı en aza indirgemeyi hedefleyen ve buna yönelik uygulamalar geliştirmektir (Turhan, 2005).

Sürdürülebilir tarımın etkileri geniş çaplı olup sosyal sürdürülebilirlik, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik sürdürülebilirlik olmak üzere üç başlık altında incelenebilmektedir.

Sosyal sürdürülebilirlik; çiftçilerin ve işçilerin yaşam kalitesini, ücretlerini kapsamaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik; toprak ve su kalitesi, gıda ve yem güvenliği, yaban hayatının korunması, işletme güvenliği ve enerji etkinliğini kapsamaktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik; işletme masrafları, finansal risk ve yatırımları, tarım işletmesinin kârlılığını kapsamaktadır (Atış, 2004).

Konvansiyonel tarımın olumsuz etkileri sonucu ortaya çıkan sürdürülebilir tarımın bir parçası olan iyi tarım uygulamaları, üretimde sentetik girdi olmasına rağmen insana ve çevreye zarar vermeden, ürün güvenliği sağlanarak yapılan uygulamalardır. İyi tarım uygulamaları prensiplerine uygun olarak tarımsal üretimin yapılması, kalite yönetim sistemi prensiplerinin, üretimde uygulanmasını mümkün kılmaktadır. İyi tarım uygulamalarının, tarımsal üretimde tarladan sofraya kadar geçen süreçte izlenebilirlik ve sürdürülebilirliği sağlanabilmektedir (Demirbaş, 2019).

İyi tarım uygulamaları üretimde şeffaflığı esas alarak güvenilir tarımsal üretimi teşvik etmektedir (Pongvinyoo, 2015). Üretimin planlı ve izlenilebilir olması, araştırma ve geliştirme çalışmalarının sürdürülmesi, ürünlerin pazara sürülmesiyle pazarda güvenilir ürünlere ulaşılabilmektedir.

2. Bahçe Bitkileri Üretimi

Tarımsal üretimde; sebze yetiştiriciliği ve ıslahı, meyve yetiştiriciliği ve ıslahı, bağ yetiştiriciliği ve ıslahı, süs bitkileri yetiştiriciliği ve ıslahı, hasat sonu fizyolojisi ve muhafaza ile uğraşan tarım dalı 'Bahçe Bitkileri' olarak tanımlanmaktadır. Bahçe bitkilerinin üretim potansiyeli Dünya'da önemli bir yer edinmekte olup insan sağlığı açısından büyük önem arz etmektedir.

1950'li yıllarda Dünyada sanayileşmeyle birlikte nüfus artışındaki hız, beraberinde ciddi çevre sorunları oluşturmuştur. Hızla artan Dünya nüfusunun açlık sorununun ortadan kaldırılması amacıyla politikalar

üretilmiş ve yoğun sentetik girdi kullanılarak verimde artış ve yeni tarım alanlarının oluşması hedeflenmiştir. İnsan sağlığı ve beslenmesinde önemli bir yeri olan bahçe bitkileri ürünleri yetiştiriciliğinde, kalitenin artmasını sağlayacak uygulamalar, insan sağlığı ve çevre üzerinde olumsuz etkilerinin olmadığı üretim şekilleri dikkate alınması gereken konular arasında yer almaktadır (Çakır ve ark., 2020). Türkiye'de üretimi yapılan bazı sebzelerin üretim miktarları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. 2018-2021 yılı sebze üretim miktarları (ton)

Ürünler	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Soğan (taze)	142.854	142.257	129.023	126.165
Soğan (kuru)	1.930.695	2.200.000	2.280.000	2.500.000
Sarımsak (taze)	25.519	23.351	28.552	46.454
Sarımsak (kuru)	117.688	103.096	116.840	132.617
Pırasa	252.958	234.052	225.480	213.192
Havuç	642.837	663.882	588.778	590.483
Şalgam	1.530	2.388	2.599	2.359
Domates	12.150.000	12.541.990	13.204.015	13.095.258
Hıyar	1.848.273	1.916.645	1.886.239	1.890.160
Biber	2.554.974	2.625.669	2.636.905	3.091.295
Bamya	29.111	31.428	40.654	32.423
Patlıcan	836.284	822.659	835.422	532.938
Kavun	1.753.942	1.777.059	1.724.856	1.638.638
Karpuz	4.031.174	3.870.515	3.491.554	3.468.717
Fasulye	580.949	596.074	547.349	510.336
Bezelye	107.344	98.200	108.492	111.625

TUİK (2022).

Bahçe bitkileri ürünlerinin en büyük sorunlarından olan hasat sonrası kayıplar özellikle gelişmekte olan ülkelerde çok yüksektir. Ürün kayıplarının en aza indirgenmesi, ürün kalitesini koruması uygun tekniklerle yetiştiricilik, hasat ve hasat sonrası soğuk zincirin korunması ile mümkün olmaktadır.

İyi hasat uygulamaları ve depolama öncesi iyi uygulamalar sayesinde meyve kalitesinin korunması ve kayıplarında azaltılması ile yapılan uygulamalar birbirleriyle ilişkilidir (Tarabay ve ark., 2018).

Türkiye'de üretimi yapılan bazı meyvelerin üretim miktarları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. 2018-2021 yılı meyve üretim miktarları (ton)

Ürünler	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**
Armut	519.451	530.723	545.569	530.349
Ayva	176.479	180.542	189.251	192.012
Elma	3.625.960	3.618.752	4.300.486	4.493.264
Yenidünya	15.984	16.170	16.402	16.023
Erik	296.878	317.946	329.056	332.533
İğde	4.427	4.414	4.050	4.048
Kayısı	750.000	846.606	833.398	800.000
Kiraz	639.564	664.224	724.944	689.834
Şeftali	789.457	830.577	892.048	891.857
Vişne	184.167	182.165	189.184	183.757
Zeytin	1.500.467	1.525.000	1.316.626	1.738.680
Portakal	1.900.000	1.700.000	1.333.975	1.742.000
Mandalina	1.650.000	1.400.000	1.585.629	1.819.000
Limon	1.100.000	950.000	1.188.517	1.550.000
Greyfurt	250.000	249.185	238.012	249.000
Antep Fıstığı	240.000	85.000	296.376	119.355
Badem	100.000	150.000	159.187	178.000
Ceviz	215.000	225.000	286.706	325.000
Fındık	515.000	776.046	665.000	684.000
Böğürtlen	2.540	2.708	2.511	2.714
Çilek	440.968	486.705	546.525	669.195
Dut	66.647	69.317	70.620	69.475
İncir	306.499	310.000	320.000	320.000
Muz	498.888	548.323	726.133	883.455
Naz	537.847	559.171	600.021	647.676
Trabzon Hurması	46.676	51.317	60.661	77.131
Kivi	61.920	63.798	73.745	86.362
Avakado	3.164	4.209	5.923	9.081
Ahududu	5.875	5.975	5.445	5.093

TUİK (2022).

Türkiye'de üretimi yapılan üzümün üretim miktarları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. 2018-2021 yılı üzüm üretim miktarları (ton)

Ürün	2018	2019	2020	2021
Üzüm	3.933.000	4.100.000	4.208.908	3.670.000

TUİK (2022).

3. İyi Tarım Uygulamaları

Gıda, insan yaşamının her aşamasında gerekli olan ve sürekli temin edilmesi gereken en temel ihtiyaçlardan biridir. Son zamanlarda, tüketicilerin, çevresel ve sağlık konularında gıda ürünleri ile ilgili kaygıları artmıştır. Gıdanın temin edilebilmesiyle birlikte, kolay ulaşılabilir ve güvenli olması da son derece önemlidir (Söğüt ve ark., 2020a; Söğüt ve ark., 2020b). Değişen yaşam şartları ile bilinçli tüketicinin artması gıda güvenirliliği ve sağlığa zararlı olmayacak şekilde üretim yapılması talebi, tarımsal üretimde yeni yöntemlerin oluşmasına yol açmıştır (Yaşar, 2017).

Tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin esas amacı; üretimde kullanılan yöntemlerin insan sağlığını koruması ve çevre dostu olmasıdır. İyi tarım uygulamaları sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik esasları çerçevesinde sürdürülebilir üretim şeklidir (Tüccar, 2020).

Dahası iyi tarım uygulamalarında üretimde oluşan kirliliğin azaltılması, doğal çevrenin korunması ve yasal önlemlerin alınması, kimyasal atıkların sulara karışmasının engellenmesi, üretimde kullanılan sentetik girdilerin çevre, hayvan ve insana zarar vermeyecek şekilde

programlanması dolayısıyla hava, su ve topak kirliliğinin azaltılması hedeflenmektedir. İyi tarım uygulamaları, üretimde verimliliği ve sürdürülebilirliği amaçlamaktadır (Doğan ve Tümer, 2019).

İşçi sağlığı ve refahını gözeten iyi tarım uygulamaları gün geçtikçe artış göstermektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Türkiye 2007 ve 2020 yılı iyi tarım değişim göstergeleri

Yıllar	İl Sayısı	Üretici Sayısı	Üretim Alanı (Ha)	Üretim Miktarı (Ton)
2007	18	651	5.361	56.000
2020	61	14.051	254.754	5.716.616
Değişim Oranı		21 kat	47 kat	101 kat

Anonim (2022).

Tablo 4 incelendiğinde iyi tarım yapan il sayısı, üretici sayısı, üretim alanı ve üretim miktarında 2020 yılında 2007 yılına kıyasla ciddi bir artış olduğu görülmektedir.

4. İyi Tarım Uygunluk Kriterleri

İyi tarım uygulamaları faaliyetinde bulunan bitkisel üretim alanında bahçe bitkileri üretimi yapan tüm üretici/üretici grubu ve müteşebbislerin uyması gereken uygunluk kriterleri;

Çeşit Seçimi

- Ekimi veya dikimi yapılacak ürünün yetiştirilme teknikleri ilaç ve gübre girdilerine en az ihtiyaç duyulacak şekilde yapılmalıdır.

Toprak Yönetimi

- Toprak fumigasyonu işleminde tarih, doz, aktif içerik, nasıl uygulandığı ve kimin uyguladığı belgelendirilmelidir.
- Dikim öncesi sürelere dikkat edilmeli, kaydedilmelidir.
- Substrat sterilize işleminde sterilizasyon işlemi yapılan yer, sterilizasyon işlemini yapan şirket ve adresi kayıt altına alınmalıdır. Sterilizasyon tarihi, yöntem, makineler, aktif içerik, dikim öncesi süre, uygulamayı yapan personel kaydedilmelidir.

Sulama ve Sulu Gübreleme

- Mikrobik kirletici riski analizleri yapılmalı, risk analizine göre düzeltici işlemler uygulanmalı ve kayıtlar tutulmalıdır.

Hasat

- Hasat işleminde ve nakliye işlemleri boyunca hijyen prosedürlerine uygun hareket edilmelidir.
- Hasatta işleminde çalışan işçi hijyen eğitimi almalı ve bu belgelendirilmelidir.
- Hasadı yapılan ürünün ve hasatta kullanılan ekipmanların sürekli temiz kalması sağlanmalı bu amaçla çalışılan alanda yazılı veya görsel uyarı levhaları bulunmalıdır.
- Bahçede işçilerin kullanabileceği her 500 metrede en az bir lavabo ve tuvalet bulunmalıdır.
- Ürün paketleme ve ambalajlama materyalleri kullanım amacı dışında kullanılmamalıdır.

- Hasat işleminden sonra ürün ürünler bir gün içerisinde tarladan çıkarılmalı, ambalajlanmış ürünler kirlenmeye karşı muhafaza edilmelidir.
- Uygun ambalajlama yapılmadır.
- Depolama alanı hastalıklardan ari olmalıdır.
- Bahçede ambalajlama atığı bırakılmamalıdır.
- Uygun sıcaklık ve nemde depolama işlemi yapılmalıdır.
- Hasat sonrası ön soğutma suyu temiz içme suyu olmalıdır.

Ürünün İşlenmesi

- Hijyen risk incelemeleri yapılmalı, prosedürleri uygulanmalı ve belgelendirilmelidir.
- İşçilerin hijyen kurallarına uyduklarına dair kanıtlar bulundurulmalıdır.
- Dinlenme odaları bulunmalıdır ve bu alanlar dışında sigara içilmemeli ve yemek yenilmemelidir.
- Çalışanların soyunma odası ve soyunma odasında her bir çalışana ait kilitlenebilir dolaplar bulunmalıdır.
- Hasat edilen ürünler kalite standartlarına uygun ambalajlanmalı ve kontrol edilmelidir.
- Ürün yıkama işleminde kullanılan suyun standartlara uygun olması gereklidir ve düzenli kontroller yapılarak kayıtlar tutulmalıdır.
- Hasat sonrası ürüne uygulanan kaplamalar veya korumalar tescilli olmalıdır.

- Hasat sonrası uygulamaların nerede yapıldığı, ne zaman yapıldığı kayıt altına alınmalıdır.
- Hasat sonrası uygulamayı yapacak personelin alanında belgelendirmek şartıyla uzmanlığının olması gereklidir.
- Uygulama yöntemi, uygulayan personel, uygulanan ürünün markası, dozu ve içeriği kayıtlarda belirtilmelidir.
- Üretici, hasat sonrası yapılan tüm uygulamaların kalıntı analizi ile ilgili maddelere uygun olarak yapıldığını gösteren belgeleri kayıt altına almalıdır (Anonim, 2022).

5. İyi Tarım Uygulamaları Potansiyeli

Türkiye'de iyi tarım uygulaması yapılan iller, üretici sayısı, üretim alanı ve miktarları;

Tablo 5. Marmara Bölgesi 2020 yılı iyi tarım uygulamaları

İller	Üretici sayısı	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (kg)
Balıkesir	483	135.544	111.819.264
Bilecik	14	535	727.000
Bursa	109	68.547	142.946.424
Çanakkale	232	46.351	55.527.742
Edirne	159	96.483	77.492.497
İstanbul	3	164	9.100
Kırklareli		3.547	4.577.923
Kocaeli	6	2.126	5.578.506
Sakarya	134	9.442	7.249.500
Tekirdağ	16	3.935	11.665.001
Yalova	8	161	436.000

Anonim (2020).

Tablo 6. Karadeniz Bölgesi 2020 yılı iyi tarım uygulamaları

İller	**Üretici sayısı**	**Üretim Alanı (da)**	**Üretim Miktarı (kg)**
Amasya	96	11.542	65.293.106
Düzce	248	6.145	3.305.018
Çorum	10	1.739	2.979.405
Bartın	1	191	95.377
Giresun	15	711	64.019
Kastamonu	58	5.153	6.062.270
Karabük	1	6	1.100.000
Ordu	138	3.694	369.463
Sinop	12	1.148	948.725
Samsun	255	29.285	34.804.334
Tokat	9	1.154	7.155.000

Anonim (2020).

Tablo 7. İç Anadolu Bölgesi 2020 yılı iyi tarım uygulamaları

İller	**Üretici sayısı**	**Üretim Alanı (da)**	**Üretim Miktarı (kg)**
Aksaray	105	18.365	65.926.350
Ankara	207	42.258	72.410.523
Çankırı	71	12.801	3.604.393
Eskişehir	33	12.411	53.366.336
Karaman	58	24.709	84.900.075
Kayseri	214	40.281	48.605.878
Kırıkkale	31	488	858.293
Kırşehir	121	30.837	27.943.732
Konya	556	162.070	654.304.084
Nevşehir	34	13.611	37.804.212
Niğde	71	32.307	130.761.468
Yozgat	4	602	5.169.022

Sivas	4	2.402	5.513.173

Anonim (2020).

Tablo 8. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 2020 yılı iyi tarım uygulamaları

İller	**Üretici sayısı**	**Üretim Alanı (da)**	**Üretim Miktarı (kg)**
Adıyaman	154	18.832	8.575.766
Gaziantep	2475	286.797	83.774.719
Kilis	194	14.569	12.221.390
Mardin	1	212	4.000
Siirt	58	11.650	7.997.900
Şanlıurfa	1804	229.880	34.651.040

Anonim (2020).

Tablo 9. Ege Bölgesi 2020 yılı iyi tarım uygulamaları

İller	**Üretici sayısı**	**Üretim Alanı (da)**	**Üretim Miktarı (kg)**
Afyonkarahisar	57	9.516	85.441.992
Aydın	427	43.534	93.469.643
Denizli	300	32.060	44.736.074
İzmir	452	66.372	251.546.834
Manisa	629	151.209	153.636.885
Muğla	104	20.282	41.811.500
Uşak	49	10.636	7.613.600

Anonim (2020).

Tablo 10. Akdeniz Bölgesi 2020 yılı iyi tarım uygulamaları

İller	**Üretici sayısı**	**Üretim Alanı (da)**	**Üretim Miktarı (kg)**
Adana	1778	488.690	2.116.390.900
Antalya	372	36.906	281.213.202
Burdur	9	1.078	3.376.975
Hatay	243	48.959	59.399.643
Isparta	142	19.509	103.608.743
Kahramanmaraş	316	65.159	26.112.040
Mersin	870	147.041	523.018.621
Osmaniye	36	19.699	41.602.500

Anonim (2020).

Tablo 11. Doğu Anadolu Bölgesi 2020 yılı iyi tarım uygulamaları

İller	Üretici sayısı	Üretim Alanı (da)	Üretim Miktarı (kg)
Elazığ	27	2.502	1.401.567
Malatya	10	902	1.192.790
Ağrı	1	40	1.150.000
Erzurum	11	203	1.080.153
Erzincan	16	560	214.291

Anonim (2020).

Tablolar incelendiğinde 2020 yılında Türkiye'de 14.051 üretici ile 61 İl'de iyi tarım uygulaması yapıldığı görülmektedir. Toplam üretim alanı 2.547.544 da olup 5.716.615.977 kg ürün elde edilmiştir.

6. Sonuç

Artan insan nüfusu ve ülkelerin üretim rekabeti, verime dayalı sentetik girdilerin yoğun olarak kullanıldığı konvansiyonel tarım dünyada uzun yıllar devam etmiştir. Konvansiyonel üretim yöntemiyle yenilenemeyen kaynaklar ciddi bir şekilde tahrip edilmiştir. Bu üretim yönteminin neden olduğu zararlı etkiler sürdürülebilir tarım ile azaltılmaya çalışılmaktadır. Sürdürülebilir tarım yöntemlerinden olan organik tarım ve iyi tarım uygulamaları önem kazanmıştır. Organik tarımda sentetik girdilere izin verilmezken iyi tarım uygulamalarında ise insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyecek şekilde kullanımına izin verilmektedir. Bu nedenle verim organik tarıma kıyasla daha yüksektir. Dahası organik tarımda geçiş sürecinde elde edilen ürünler konvansiyonel ürün olarak kabul edilirken iyi tarım uygulamalarında geçiş süreci bulunmamaktadır, ekonomik olarak daha avantajlı olmaktadır. Gelecek nesillere daha yaşanılır bir dünya bırakmak için

sürdürülebilir tarım yöntemleri zorunluluk haline gelmiş durumdadır. İyi tarım uygulamalarının uygulanabilirliği kolay olması üreticiler açısından geçişi kolaylaştırmaktadır. Üretilen ürünlerin izlenilebilir olması tüketiciler tarafından tercih edilme sebebi olmaktadır. Türkiye'de henüz 81 ilde üretim yapılmıyor olması üretim potansiyelinin çok altında olması nedeniyle üreticileri teşvik edecek destekler sunulmalı bilgilendirme ve eğitim çalışmaları hızlandırılmalıdır.

7. Kaynaklar

Anonim, (2020). https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulam alari/Istatistikler. Erişim Tarihi: 10.02.2022.

Anonim, (2022). https://www.tarimorman.gov.tr/Konular/Bitkisel-Uretim/Iyi-Tarim-Uygulam alari/Istatistikler. Erişim Tarihi: 04.02.2022.

Atış, E. (2004). Çevre ve sürdürülebilirlik boyutuyla organik tarım. http://www.bugday. org/portal/haber_detay.php?hid=466 Erişim tarihi: 07.02.2022.

Çakır, A., Alp, Y. & İşlek, F. (2020). Bahçe Bitkileri Yetiştiriciliğinde Sürdürülebilir Gübre Uygulamaları. Kökten, K. (Ed.), Tarımda Yenilikçi Yaklaşımlar; Sürdürülebilir Tarım ve Biyoçeşitlilik. (İksad Publishing House), Bölüm 10, s.211-262 Ankara/Türkiye.

Demirbaş, N. (2019). İyi Tarım Uygulamaları ile meyve bahçelerinde ortaya çıkan üretim, hasat ve hasat sonrası kayıpları azaltılabilir mi. XI. IBANESS Kongreler Serisi, Tekirdağ, Türkiye, 9-10.

Doğan, B. & Tümer, E. İ. (2019). Çiftçilerin iyi tarım uygulamalarına katılma istekliliklerini etkileyen değişkenler: Kahramanmaraş İli örneği. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29(4), 611-617.

Pongvinyoo, P. (2015). Development of good agricultural practices (GAP) in Thailand: A case study of Thai National GAP selected products.(PhD), Department of Bioresources Science Graduate School of Biosphere Science Hiroshima University. Thailand. 164s.

Söğüt, B., İnci, H., Taysı, MR., Karakaya, E. (2020a). Organik Yumurta Tüketim Eğilimleri Ve Tüketici Özelliklerinin Belirlenmesi (Bingöl İli Kent Merkezi Örneği). Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences. Volume (7), Issue (13), Year (2020)181-199.

Söğüt, B., İnci, H., Taysı, MR., Karakaya, E. (2020b). Gıda Güvenliği Hakkında Tüketici Davranışlarının Belirlenmesi (Bingöl İli Kent Merkezi Örneği). Euroasia Journal of Mathematics, Engineering, Natural & Medical Sciences. Volume (7), Issue (13), Year (2020) 155-168.

Tarabay, P. A., Chahine-Tsouvalakisb, H., Tawkc, S. T., Nemera, N. & Habiba, W. (2018). Reduction of Food Losses in Lebanese Apple Through Good Harvesting and Postharvest Practices, 2018. Annals of Agricultural Sciences 63. 207–213.

Turhan, Ş. (2005). Tarımda Sürdürülebilirlik ve Organik Tarım. Tarım Ekonomisi Dergisi, 11(1): 13 – 24.

Tüccar, M. (2020). Fındık üretiminde iyi tarım uygulamaları Sakarya ili, Kocaali ilçesi örneği (Doctoral dissertation, Bursa Uludağ University).

TÜİK, (2022). Türkiye istatistik kurumu. https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2019-30685 Erişim tarihi: 01.02.2022.

Yaşar, G. (2017). İyi Tarım Uygulamaları: Migros Ticaret Anonim Şirketi Örneği, KSBD, 9(2): 503-524.

BÖLÜM 13

VERMİKOMPOSTUN TARIMDA KULLANIMI

Dr. Öğr. Üyesi Selçuk SÖYLEMEZ[1]

[1]Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Şanlıurfa-Türkiye
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-4675-7159 E-Posta: ssoylemez@harran.edu.tr

1.Giriş

Tarım, bir ülkenin ekonomisinin güçlü olmasında, kendi kendine yeter olmasında, halkın sağlığında ve çevrenin korunmasında stratejik bir öneme sahiptir. Bu önemin korunması ve sürekliliğinin sağlanması, sürdürülebilir tarımsal üretim modellerinin desteklenmesi ile mümkündür. Dünya nüfusu her geçen gün artarken, tarım alanları gerek kentleşme, gerekse de diğer faktörlerin etkisiyle (tuzluluk, erozyon, kuraklık vb.) azalmaktadır. Artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacı ve gıda güvencesinin sağlanabilmesi için birim alandan elde edilen verimin artırılması gerekir. Sulama, gübreleme, hastalık ve zararlılarla mücadele, uygun bitki sıklığı ve çeşit ıslahı gibi uygulamalarla kısmen de olsa birim alandan elde edilen verim arttırılmıştır. Ancak, bu verim artışı gerçekleştirilirken bilinçsizce yapılan bazı uygulamalar (aşırı gübre ve pestisit kullanımı) toprak altında ve toprak yüzeyinde yaşayan faydalı canlıların zarar görmesine neden olmuştur. Bu nedenle, son zamanlarda bilim insanları bozulan doğal dengeyi tekrar kurma ve doğa ile dost olan sürdürülebilir bir üretim modeli arayışı içine girmişlerdir. Sürdürülebilir tarımsal üretim için gübre ve pestisit miktarlarının azaltılması ve çevre dostu ürünler ve uygulamalarının desteklenmesi gerekir. Verimlilik, toprak ve toprakta yaşayan canlıların popülasyonu ile yakından ilişkilidir. Topraktaki organizmaların popülasyonları ise sıcaklık, nem, pH, EC, besin maddesi durumu, oksijen ve organik madde miktarına bağlı olarak değişim gösterir. Aslında bu sayılan maddelerin çoğu topraktaki organik madde miktarı ile ilişkilidir. Topraktaki organik madde miktarının arttırılması, toprağın havalanma ve su tutma kapasitesi, katyon değişim kapasitesi, besin maddesi içeriği

gibi toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirerek yararlı organizmaların miktar ve faaliyetlerini arttırabilir. Topraktaki organik madde miktarı bitkisel ve hayvansal artıkların toprağa karıştırılması ile sağlanabilir. Bu maddelerden biri de toprak solucanları tarafından üretilen solucan gübresi veya diğer adıyla vermikomposttur. Vermikompost sadece topraktaki organik madde miktarını arttırmakla kalmaz, aynı zamanda organik atıkların da geri dönüştürülerek üretime kazandırılmasına ve çevre kirliliğinin önlenmesinde de yardımcı olur. Bu çalışma, vermikompostun tarımdaki yeri ve önemi hakkında bilgi vermek ve farkındalık oluşturmak amacıyla hazırlanmıştır.

2.Vermikompost

2.1. Vermikompost nedir?

Toprak solucanlarının beslenmeleri esnasında kullandıkları organik atıkların sindirilerek kompost haline dönüşmesiyle oluşan organik gübreye "vermikompost" adı verilir. Vermikompost termofilik olmayan bir süreçten geçerek üretilir. Vermikompost, gübre, toprak düzenleyici ve bitki koruma ürünü olarak kullanılabilen organik bir üründür (Kıran, 2019). Zengin ve hazır besin kaynağına sahip olan vermikompost, yüksek mikrobiyal aktiviteye sahip olup, bitkilerin gelişimini destekleyen bazı hormonlar içerir (Bejbaruah ve ark., 2013). Vermikompostun içerisinde birçok yararlı mikroorganizmalar yer almaktadır. Ayrıca, vermikompostta bulunan besin maddeleri bitkinin kolay alabileceği formda ve kullanılabilir halde bulunduğundan bitki daha hızlı bir gelişim gösterebilmektedir (Maltaş ve ark., 2017). Vermikompost, toprağın doğal dengesine zarar vermeden, sürekli

iyileşme sağlayacak materyallerden birisidir. Vermikompost, mikoriza mantarlarını, asimbiyotik mikroorganizmalardan azot fiksasyonu yapan bakterileri (Azotobakter) ve simbiyotik bakterileri (Rhizobium) içerir (Demir ve ark., 2010). Bununla beraber, solucanlar tarafından üretilen enzim ve salgı maddeleri dışkılarına karışmasından dolayı, çok sayıda aminoasit, vitamin, enzim, büyüme hormonu gibi maddeleri de içerir. Aşırı kullanılan kimyasal gübre ve pestisitler toprakta bulunan mikroorganizmalara zarar vermekte ve ekolojik dengeyi bozmaktadır. Çevre kirliliğini azaltma ve sürdürülebilir bir tarımsal üretim modeli için organik ürünlerin kullanımının yaygınlaşması sağlanmalıdır (Kayıkçıoğlu ve ark., 2016; Çelik ve ark., 2020).

Vermikompost ile ilgili bazı özellikler Demir ve ark. (2010)'dan faydalanılarak aşağıda verilmiştir.

- Havalanmayı sağlar, granül yapısı nedeniyle toprak strüktürünü düzenler, su tutma kapasitesini artırır.
- Bünyesinde çok fazla bakteri bulundurur. Bu bakteriler, topraktaki zararlı bakterilerle rekabet ederek bitkilerin dirençlerini artırırlar.
- Yabancı ot tohumlarından aridirler.
- Bitkilere karşı toksik etki yapmazlar, tamamen doğaldırlar.
- Organik olduğundan toprak strüktürü ve toprak pH'sını düzenlerler ve toprağa faydalı etkisi uzun sürelidir.

- Toprağın biyolojik özelliklerine katkıda bulunur (Maltaş ve ark., 2017).

2.2. Vermikompost üretiminde kullanılan solucanlar

Topraklarda yaşayan birçok canlı türü (alg, fungus, protozoon, bakteri, aktinomiset, toprak solucanları ve böcekler) vardır. Bu canlı türlerinin topraktaki popülasyonu sıcaklık, nem, organik madde, EC, pH, bitki örtüsü ve mineral maddelere bağlı olarak değişim gösterir (Demir ve ark., 2010). Topraklardaki canlılar içerisinde solucanlar ayrı bir öneme sahiptir. Solucanlar beslenirken toprağı vücutlarından geçirirler. Bu esnada toprak içerisinde bulunan mineralleri alınabilir forma dönüştürerek, dışarı atarlar (Demir ve ark., 2010). Toprak solucanları, toprağın fiziksel özelliklerini iyileştirip, topraktaki organik maddelerin ayrışmasına ve humus oluşumuna katkı sağlayarak, verimliliği pozitif yönde etkilerler (Demir ve ark., 2010).

Toprak solucanlarının halkalı solucan sınıfında bulunan Kırmızı Kaliforniya Solucanı, Lumbricidae ailesinin 8 türünden birisidir. Bilimsel adı *Eisenia fetida* olan Kırmızı Kaliforniya Solucanı ilk defa Kaliforniya Enstitüsünde kültüre alınması nedeniyle, bu isim verilmiştir. Sığ ve bataklık bölgelerde yaşamaktadırlar. *Eisenia fetida* türüne ait solucanların kalınlığı 0.50-0.75 cm, uzunlukları ise 2.5-10.5 cm arasında değişmektedir (Arıman Karabulut ve ark., 2016).

Tecimen (2013) toprakta yaşayan solucanları 3 ekofizyolojik grupta sınıflandırmıştır.

a) Epigeic solucanlar: Kompostları ve ölü örtüyü yiyen solucanlar (*Eisenia fetida* (foetida)

b) Endogeic solucanlar: Orta derinlikte veya üst toprakta yaşayan solucanlar (*Allolobophora caliginosa*)

c) Anecic solucanlar: Toprağın derinliklerinde (50-150 cm) yaşayan, ara ara beslenmek amacıyla toprak yüzeyine çıkan solucanlar (*Lumbricus terrestris)*.

Şimşek-Erşahin (2007) gübre solucanlarının *Eisenia andrei* (red tiger worm), *Eisenia fetida* (tiger worm), *Dendrobaena veneta, Lumbricus rubellus* (red worm), *Eudrilus eugeniae* (African nightcrawler), *Perionyx excavatus* (Indian blue worm)'dan oluştuğunu ticari vermikompost üretiminde ise en fazla *Eisenia* spp, daha sonra *Lumbricus rubellus'in kullanıldığını* bildirmiştir. Eisenia spp. türlerinin tercih sebepleri arasında hızlı çoğalmaları, hızlı besin tüketmeleri, farklı iklim ve çevre şartlarına uyum sağlamaları sayılabilir.

2.3. Vermikompostun bitki beslemede kullanımı

Yüksek ve kaliteli bir verim elde etmek için gübreleme programları oluşturulurken üretimin sürdürülebilirliği ile toprak, çevre, insan ve hayvan sağlığı güvenliği göz önünde bulundurulmalıdır (Söylemez, 2021). Vermikompost uygulaması toprağın organik madde miktarını arttırırken, diğer yandan içerdiği mineral maddeler ile bitkinin ihtiyaç duyduğu besin maddelerinin bir kısmını karşılamaktadır. Vermikompost kullanımıyla toprağın organik maddesini arttırmanın yanında; bitki kök bölgesine bitki besin elementleri, humik maddeler,

enzimler ve hormonlar kazandırılmaktadır. Ayrıca toprağın verimliliğini ve canlılığını pozitif yönde etkilerken, mikrobiyal aktiviteyi de arttırırlar (Ceritoğlu ve ark., 2019). Vermikomposun gübre olarak kullanılması ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin, Çıtak ve ark. (2011) tarla koşullarında 100 ve 200 kg da^{-1} vermikompost ile 1500 ve 3000 kg da^{-1} ahır gübresi uygulamışlar. Araştırıcılar ahır gübresi uygulanan bitkilerdeki gelişimin ve verimin kontrol ve vermikompost uygulamasına göre daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Vermikomposttaki verimin ahır gübresine göre düşük olmasını uygulanan vermikompost dozunun yetersiz gelmesine bağlamışlardır. Durukan ve ark. (2010) ise mısırda yaptıkları saksı denemesinde saksı toprağına %10, 20, 30, 40 ve %50 oranlarında vermikompost karıştırdıkları çalışma sonuçlarına göre vermikompostun tarımsal sürdürülebilirlik açısından kimyasal gübrelemeye alternatif olarak kullanılabileceğini, en yüksek kuru madde üretiminin %40 oranındaki karışımdan elde ettiklerini, vermikompost uygulamasıyla genel olarak bitkideki makro element içeriklerinin arttığını, mikro element içeriklerinin ise azaldığını bildirmişlerdir.

Sarımsak, soğan semizotu ve maydanoz bitkileri üzerinde çalışan Eryüksel (2016), değişik dozlarda vermikompost uygulayarak, besin elementi üzerine etkilerini incelemiştir. Saksılarda yapılan bu çalışmada, vermikompost dozlarının arttırılması ile Mn içeriğinin azaldığını, Zn içeriğinin ise arttığını belirlemiştir. Araştırmacı, Ca ve Mg içeriğinin ise belirli bir doza kadar arttığını, daha sonra azalmaya başladığını tespit etmiştir. Yazlık kabaklar üzerine yapılan bir başka

çalışmada, farklı dozlarda uygulanan vermikompostun (0, 100, 200, 400 kg da^{-1}) ve tavuk gübresinin (300 ve 600 kg da^{-1}) verim ve meyve kalitesine etkisi incelenmiştir. Araştırıcılar, yaptıkları çalışma sonuçlarına göre 400 kg vermikompost ve 300 ve 600 kg da^{-1} tavuk gübresi dozları diğer dozlardan daha etkili olduğunu, verim ve kaliteyi arttırdığını belirtmişlerdir. Ayrıca toprağa vermikompost uygulamasıyla toprağın alınabilir P, Zn, Fe, Mn ve toplam N kapsamı ile EC değerinin arttığını, pH değerinin ise azaldığını belirtmişlerdir (Tavalı ve ark., 2014).

Karpuz üzerine çalışan Ak-Göksu ve Öztokat-Kuzucu (2017) vermikompost uygulamasının (300 ve 600 kg da^{-1}) karpuzun fiziksel ve biyokimyasal özelliklerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada en yüksek karpuz veriminin 600 kg da^{-1} vermikompost dozundan elde ettiklerini, vermikompost dozlarının suda çözünebilir kuru madde miktarı (SÇKM), şeker, klorofil, pH ve meyve çapı üzerine etkisinin önemsiz olduğunu bildirmişlerdir. Kırmızı lahana üzerine çalışan Maltaş ve ark. (2017), yaptıkları çalışma sonuçlarına göre verim ve kalite bakımından kimyasal gübrelemeye ilave olarak 400 ve 800 kg da^{-1} vermikompost uygulamalarının önemli oranda etkili olduğunu ve her iki dozun da aynı istatistiksel grupta yer aldığını belirtmişlerdir. Bu nedenle girdi maliyetlerini de dikkate aldıklarında kırmızı baş lahana yetiştiriciliği için 400 kg da^{-1} vermikompost uygulamasının en uygun doz olduğunu bildirmişlerdir.

Diğer taraftan, vermikompost uygulamasının kuraklık stresi altında yetiştirilen kıvırcık salatanın makro ve mikro element içeriğine

etkisinin incelendiği bir çalışmada, orta ve şiddetli kuraklık stresi altındaki bitkilere uygulanan vermikompost, mineral madde kapsamını yükselterek, bitkilerin strese dayanımını arttırdığı belirlenmiştir (Kıran, 2019). Vermikompostun bu etkisi, toprağın besin maddesi bakımından zenginleştirmesi ile birlikte mikrobiyal aktiviteleri düzenleyerek besin maddelerinin yarayışlılığına yardımcı olması ile ilgili olabileceği belirtilmiştir (Kıran, 2019).

Vermikompost, sürdürülebilir tarımsal üretimi destekleyerek, canlıların besinini güvenli bir şekilde sağlamasına yardımcı olan, çevre sağlığını koruyan ve yüksek ekonomik değere sahip, organik bir üründür (Şimşek-Erşahin, 2007). Bitki büyüme hormonları ve hümik asitler gibi bitki büyümesini teşvik eden maddeleri içermesi nedeniyle bitki gelişimi ve verimine katkıda bulunur (Arancon ve ark., 2006).

Çizelge 1. Vermikompostun Besin İçeriği

	Kıran, 2019	Çıtak ve ark., 2011	Eryüksel, 2016	Ak Göksu ve Öztokat Kuzucu, 2017	Maltaş ve ark., 2017	Demir ve ark., 2010	Tavalı ve ark., 2014
Organik madde (%)	65.5	-	22.45	69.2	48.95	35-45	-
Azot (%)	2.2	1.29	3.34	2.2	1.90	1,5-2,5	1.98
Fosfor (%)	1.7	0.17	1.74	1.6	2.05	2-2.5	2.08
Potasyum (%)	1.5	0.16	0.99	1.1	2.83	2.5-3	1.3
Kalsiyum (%)	25.09 (ppm)	0.98	0.15	-	1.89	5-6	1.89
Magnezyum (%)	6.55 (ppm)	0.27	0.37	-	0.92	1-1.5	0.82
Çinko (ppm)	216	36 6	116.63	-	100	84	112
Mn (ppm)	271.9	106.6	372.24	-	500	600-750	459
Demir (ppm)	2.06	2751	7167	-	1575	1-1.5 (%)	1561
Cu (ppm)	-	11.2	27.53		44	54	48
Elektriksel iletkenlik (dS m^{-1})	6.5	-	-	5.5	-	-	-
pH	8.1			6.8	7.8	7.2-7.4	-

Vermikompost üretiminde kullanılan materyallerin ve bu materyallerin üretildiği bölgelerin ve üretim tekniklerinin farklı olması nedeniyle vermikompostta bulunan besin maddelerinin kompozisyonu da değişmektedir. Nitekim vermikompost üretiminde kullanılan hayvan gübrelerinin oranları eşit olsa bile hayvanların cinsi, yaşı, beslenme koşulları, beslenmede kullanılan yemlerin besin durumu, hayvanın etçi veya sütçü olması gibi birçok faktöre bağlı olarak ahır gübresinin bileşimi değişebilir. Bu nedenle elde edilecek vermikompostların da içeriklerinin değişken olması gayet normaldir. Nitekim vermikompostun bileşimi ile ilgili farklı araştırıcıların sonuçları bir araya getirilerek Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgede görüldüğü üzere vermikompostların N, K, Ca, P ve Mg gibi makro elementler ile birlikte mikro element içerikleri arasında da farklılıklar vardır. Vermikompostun sürdürülebilir olması, organik atıkların bertaraf edilmesi ve çevreci bir ürün olması sebebiyle yapılacak başka çalışmalarla yukarıdaki araştırma sonuçları desteklenip, bu ürünün yaygınlaştırılması sağlanabilir.

2.4. Vermikompostun bitki korumada kullanımı

Vermikompost, bitkilerin gelişimini arttırdığı gibi bitkileri hastalandıran patojenleri de kontrol altında tutar. Vermikompostun bu antifungal ve antibakteriyel etkisi solucanlar tarafından salgılanan sölom sıvısından gelmektedir (Yaviç ve ark., 2020). Kırmızı Kaliforniya Solucanları beslenirken sölom sıvısı salgılar ve hareket ederken bunun toprağa yayılmasını sağlarlar. Sölom sıvısının üzerinde bulunan yararlı bakteriler, bitkiler tarafından alınarak, bitkiyi zararlı

bakterilere karşı dirençli hale getirirler (Özen ve ark., 2019). Ayrıca bu mikroorganizmalar bitkilerin kök bölgelerine yerleşerek rizosfer tabakasına çeşitli antibiyotik, enzim (üreaz, fosfataz, β-glikosidaz vb.) ve bitki gelişimini düzenleyiciler (sitokinin, oksin, giberellik asit vb.) salgılamaktadırlar. Bu salgılanan maddeler, topraktaki patojenlerin (verticilium spp. fusarium spp, vb.) saldırısından korumaya yardımcı olmaktadır (Maltaş ve ark., 2017). Bununla birlikte bu salgılar, bitkinin olumsuz çevre şartlarına karşı dirençli olmalarını ve daha hızlı gelişmesini de sağlamaktadır. Vermikomposta karışan bu sölom sıvısının yapısında bulunan aglütinin, fetidin, lumbricidin vekitinaz gibi enzimler ve proteinler bazı fungus, bakteri ve yapısında kitin maddesi bulunduran zararlıların olumsuz etkisini azaltmaktadır (Wang ve ark., 2006; Yaviç ve ark., 2020).

Edward ve ark. (2010) vermikompostlardan elde ettikleri sulu ekstraktları domates ve hıyar bitkilerine uygulamışlardır. Araştırıcılar, vermikompost uygulamalarıyla yeşil şeftali yaprak biti (*Myzus persicae*) (Sulz.), narenciye unlubiti (*Planococcus citri*) (Risso) ve iki noktalı kırmızı örümcek akarını (*Tetranychus urticae*) (Koch.) baskı altına alabilmişlerdir. Benzer şekilde, Tutar (2013) vermikompostun kloroform ile elde edilen ekstrelerinin *Xhantomonas carotae, Pseudomonas syringae, Sclerotinia sclerotiorum, Aspergillus humicola, Fusarim oxysporum* ve *Aspergillus fumigatus*'a karşı etkilerinin güçlü olduğunu; *Erwinia chrysanthemi, Penicillium brevicompactum* ve *Pseudomonas fluorescens*'e karşı etkilerinin daha zayıf olduğu bildirmiştir. Vermikompostun, etanol ile elde edilen

ekstrelerinin ise *Xhantomonas campestris, Pseudomonas syringae* ve *Aspergillus fumigatus*'a karşı etkilerinin güçlü; *Sclerotinia sclerotiorum, Erwinia herbicola* ve *Erwinia chrysanthemi*'ye karşı ise daha zayıf bir etki gösterdiğini bildirmiştir. Diğer taraftan, Yaviç ve ark. (2020)'nın yaptığı çalışma sonuçlarına göre toprak kökenli patojen olan *S. sclerotiorum*'u istenilen düzeyde kontrol altına alamadıklarını bildirmişlerdir. İyi takip edilmiş ve doğru uygulanmış bir vermikompost süreciyle, biyo-pestisit ve biyo-gübre olarak ticari değeri yüksek ve etkili ürünler elde edilebilir (Şimşek Erşahin, 2007).

Yapılan çalışmalarda görüldüğü gibi vermikompostun bitki koruma amacıyla kullanıldığında da tatmin edici sonuçlara ulaşılmıştır. Ancak, bu sonuçları uygulamaya aktarmak için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

2.5. Vermikompostun topraklardaki organik madde kapsamına etkisi

Genellikle gece aktif olan toprak solucanları, toprak verimliliği için son derece önemli canlılardır. Toprakta çürümeye başlayan ya da toprağa atılan organik atıkları açtıkları kanallara götürerek orada beslenirler. Bu besinleri sindirmeleri ile toprak verimliliğinde önemli rol oynayan humusu oluştururlar. Bir metre kare bahçe toprağında yaklaşık 400 adet solucan bulunduğu ve 1 yıl içinde yaklaşık 2.5 kg humus ürettikleri bildirilmiştir. Bununla beraber, solucanların faaliyetleri sonucunda toprakta oluşturdukları kanallar toprağın havalanmasına ve yağan yağmur sularının birikmesine yardımcı olur (Demir ve ark., 2010).

Toprak verimliliğinin korunması, bitkiden yüksek verimin alınması ve tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanmasında organik madde miktarı önemli bir faktördür. Toprakta organik maddenin az bulunması, tarımsal üretimde verimliliği düşürmekte ve sürekliliğine engel olmaktadır. Organik madde toprağın mikrobiyal canlılığını arttırarak, toprak yapısını düzenleyerek, toprağın besin ve hormonal içeriğini iyileştirerek tarımsal üretkenliğin artmasına yardımcı olur (Ceritoğlu ve ark., 2019). Ayrıca toprak içerisinde bulunan mikroorganizmalar organik maddeyi parçalayarak kendileri için gerekli olan besin maddesi elde ederken, mineralizasyon sonucunda açığa çıkan besin elementleri bitkiler alarak beslenirler (Ceritoğlu ve ark., 2019). Toprağın organik madde miktarının arttırılmasında çiftlik gübresi, kompost, yeşil gübre gibi organik maddelerden faydalanılır. Ancak son zamanlarda termolifik kompostlama ürünlerinden hem besleyicilik hem de organik materyal oranı olarak daha üstün olan vermikompost (solucan gübresi) kullanımı hız kazanmaya başlamıştır (Ceritoğlu ve ark., 2019). Organik gübre kullanımı sadece kimyasal gübre ihtiyacını azaltmakla kalmaz, aynı zamanda toprak özelliklerini ve süreçlerini iyileştirmenin yanı sıra bitkiler için önemli olan tüm besin maddelerini de destekler (Sharma ve Banik, 2014). Organik madde, toprağın besin maddesi ve mikroorganizma faaliyetinin yanı sıra bitkinin gelişmesinde önemi büyük olan toprağın su tutma kapasitesini, toprağın havalanmasını, suyun toprak içine infiltrasyonunu da arttırır. Ayrıca, toprağın fiziksel ve kimyasal yapısını iyileştirerek bitki gelişimini teşvik eder.

2.6. Atıkların değerlendirilmesi

Nüfus artışı ve endüstrileşmenin meydana getirdiği çevre kirliliği, vermikompost teknolojisi kullanılarak çözüme kavuşturulabilir (Şimşek Erşahin, 2007). Solucanlar tarımsal atıkların yanı sıra ev bahçelerinden çıkan atıkları, evsel atıkları ve büyük şehirlerdeki yiyecek atıklarını yeniden kullanılabilir hale getirerek atıkların değerlendirilmesi sağlarlar (Demir ve ark., 2010; Bellitürk, 2016). Bununla beraber, vermikompost yapımında kullanılan çok çeşitli organik çöp (atık) vardır. Bu amaçla, kirli su atıklarındaki katı çöpler, kanalizasyon içeriği, bira, mantar ve kağıt endüstrisi vb. farklı endüstriyel organik atıklar, restoran ve süpermarket atıkları, büyükbaş, küçükbaş ve kanatlı gübreleri kullanılabilir (Şimşek Erşahin, 2007). *Eisenia fetida* ile *Lumbricus rubellus* solucanlarının sindirim sisteminden geçen organik atıklar vermikompost olarak tarımsal üretimde rahatlıkla kullanılabilir. Küçük işletmeler de kendi atıklarını değerlendirmek üzere bu yönteme başvurabilirler.

Tarım alanlarında organik atıkların kullanılması hem toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini iyileştirmekte hem de atıkların bertaraf edilmesi nedeniyle çevre dostu bir üretim yöntemi olarak düşünülmektedir. Tarımsal üretimde kullanılan organik gübreler sadece uygulandığı bitkiye yararlı olmamakta, bir sonraki bitkiye daha iyi bir ortam sağlayabilmektedirler (Tavalı ve ark. 2017). Organik atıkların üretimde değerlendirilmesi aynı zamanda gübre maliyetini de düşürebilir (Hirzel ve ark., 2010).

2.7. Vermikompostun toprak iyileştirici olarak kullanımı

Topraktaki organik madde topraktaki mikroorganizmaların faaliyetini arttırır, toprağın su ve katyon tutma kapasitesini iyileştirir. Ayrıca, mineralizasyona uğrayarak bitkilere besin maddesi sağlar. Organik maddenin azlığı ya da yokluğu topraktaki bu yapının tümüyle bozulmasına sebep olabilir (Kayıkçıoğlu ve ark., 2016). Topraklardaki organik madde miktarı kimyasal gübrelerin bilinçsiz kullanılması, uygun olmayan toprak yönetim işlemlerinin usulüne uygun yapılmaması, iklim, erozyon vb. sebeplerle giderek azalmıştır.

Tarımsal organik toprak iyileştiricilerin kalitesi ve değeri, genellikle içerdiği besin kaynaklarına ve toprak verimliliğine katkıları açısından değerlendirilir (Arancon ve ark., 2006). Toprakların mikrobiyolojik özellikleri toprak organik madde ayrışmasını ve toprak enzimatik aktivitelerini etkileyebilir. Mikrobiyal popülasyonlardaki ve aktivitelerdeki artışlar, besin döngüsü oranlarını, bitki büyümesini düzenleyici maddelerin üretimini ve bitki patojeni ve nematod saldırılarına karşı bitki direncinin veya toleransının oluşmasını etkileyen temel faktörlerdir (Arancon ve ark., 2006). Vermikompost uygulaması, genel toprak kalite parametrelerini ve toprak sağlığını iyileştirerek, verim artışı sağlar (Sharma ve Banik, 2014).

3. Sonuç

Yaşamımızın devamı, tarımsal ürünlerin varlığı ve gıda güvencesine bağlıdır. Dünya nüfusunun artarak devam etmesi gıda güvencesi endişesini gündeme getirmektedir. Özellikle son yıllarda yaşanan

Covid 19 virüs salgını, enerji krizi ve küresel ekonomik kriz, tarımsal ürünlerin önemini bir kez daha kanıtlamıştır. Dünyada yaşanan nüfus artışıyla birlikte tarımsal ürünlerin üretiminin de arttırılması gerekir. İhtiyaç duyulan bu artış, ancak birim alandan elde edilen verimin arttırılması ile sağlanabilir. Son yıllarda birim alandan elde edilen verimin arttırılması amacıyla aşırı derecede agro-kimyasal kullanılmıştır. Kullanılan bu kimyasallar kısa vadede gerçekten de verimi ve kaliteyi arttırmış ve bu dönem "Yeşil Devrim" olarak adlandırılmıştır. Ancak, aşırı kullanılan bu kimyasallar atıldıkları yerde kalmamış, faydalı organizmalara ve bu kimyasalların atıldığı ürünleri tüketen diğer canlılara zarar vermiştir. Ayrıca, yağmur ve sulama suları ile yeraltı sularına, nehirlere ve göllere karışmış oradaki canlılara da zarar vermiştir. Kısacası tüm ekosistem, bu kimyasallardan nasibini almıştır. Bu konuda çalışan duyarlı araştırıcılar tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin önemine vurgu yapmaya başlamışlardır. Bu doğrultuda Organik Tarım, Ekolojik Tarım, İyi Tarım Uygulamaları, Sürdürülebilir Tarım gibi değişik üretim metotları ortaya çıkmıştır. Hangi üretim şekli olursa olsun, tarımsal üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması ve üretim esnasında çevreye ve diğer canlılara duyarlı davranılması ekolojik denge için bir zorunluluktur.

Dünya nüfusunun artması ve endüstrinin gelişmesiyle, gerek organik gerekse de sentetik atık sorunu gündeme gelmiştir. Bu atıkların bertaraf edilmesi için farklı teknikler kullanılmaktadır (geri dönüşüm, yakma, depolama, kompost yapımı, vb). Bunlar içinde yakma ve depolama yöntemi ile atıkların bertaraf edilmesi en son düşünülmesi gereken

yöntemdir. Sentetik atıkların geri dönüştürülmesi, organik atıkların ise solucanlar vasıtasıyla kompostlaştırılarak tarımsal üretimde kullanılması en akıllıca yoldur. Organik atıklar solucanlar tarafından sindirilirken ayrışmakta ve bitkiler için faydalı ürünlere dönüşmektedir. Bu dönüşüm esnasında solucanlar tarafından bitki gelişimini arttıran bazı maddeler de salgılamaktadır. Ayrıca vermikompost, toprağın organik madde miktarını arttırarak, toprağın kimyasal, fiziksel ve biyolojik özelliklerini iyileştirmekte ve bitki gelişimini teşvik etmektedir. Vermikompost bitki koruma amacıyla da kullanılabilmektedir. Bu yönden de detaylı araştırmaların yapılması yerinde bir karar olacaktır.

Solucan gübresinin bileşimi işletmeden işletmeye farklılık gösterebilir. Bu nedenle bazı çalışmalarda istenilen başarının sağlanamaması doğaldır. Son yıllarda yaşanan küresel kriz, gübre fiyatlarını da etkilemiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde işletmeler kendi bünyelerinde ihtiyaç duydukları organik gübreyi kendi imkanları ile üretebilirler. Böylece hem üretim harcamaları düşürülmüş olur hem de sürdürülebilir ve çevre dostu bir üretim modeli desteklenmiş olur. Solucan gübresiyle aynı toprak üzerinde uzun yıllar çalışma yapılarak (çakılı deneme) sonuçların değerlendirilmesi ve bu sonuçlara göre kullanımının yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir.

4. Kaynaklar

Ak Göksu, G., & Öztokat Kuzucu, C. (2017). Karpuzda (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai) farklı dozlardaki vemikompost uygulamalarının verim ve bazı kalite parametrelerine etkisi. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*,3(2): 48-58.

Arancon, N. Q., Edwards, C. A., & Bierman, P. (2006). Influences of vermicomposts on field strawberries: Part 2. Effects on soil microbiological and chemical properties. *Bioresource Technology*, *97*(6), 831-840.

Arıman Karabulut, H., Kurtoğlu, İ. Z., Yüksek, T., & Osmanoğlu, M. İ. (2016). Balık yemlerinde hayvansal protein kaynağı olarak solucan ununun kullanımı. *Anadolu Çevre ve Hayvancılık Bilimleri Dergisi*, *1*(2), 64-69.

Bejbaruah, R., Sharma, R. C., & Banik, P. (2013). Split application of vermicompost to rice (*Oryza sativa* L.): Its effect on productivity, yield components, and N dynamics. *Organic Agriculture*, *3*(2), 123-128.

Bellitürk, K. (2016). Sürdürülebilir tarımsal üretimde katı atık yönetimi için vermikompost teknolojisi. *Çukurova tarım ve gıda bilimleri dergisi*, *31*(3), 1-5.

Ceritoğlu, M., Şahin, S., & Erman, M. (2019). Vermikompost üretim tekniği ve üretimde kullanılan materyaller. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, *6*(2), 230-236.

Çelik, A., Bellitürk, K., & Sakin, E. (2020). *Agriculture friendly bio fertilisers in waste management: vermicompost and biochar*. By edit Baran, MF. New Approaches And Applications in Agriculture, 302-327pp, İksad Publishing House, Ankara.

Çıtak, S., Sönmez, S., Koçak, F., & Yaşin, S. (2011). Vermikompost ve ahır gübresi uygulamalarının ıspanak (*Spinacia oleracea* var. L.) bitkisinin gelişimi ve toprak verimliliği üzerine etkileri. *Derim*, *28*(1), 56-69.

Demir, H., Polat, E., & Sönmez, İ. (2010). Ülkemiz için yeni bir organik gübre: solucan gübresi. *Tarım aktüel*, *14*, 54-60.

Durukan, H., Saraç, H., & Demirbaş, A. (2020). Farklı dozlarda vermikompost uygulamasının mısır bitkisinin verimine ve besin elementleri alımına etkisi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45-51.

Edwards, C. A., Arancon, N. Q., Vasko-Bennett, M., Askar, A., Keeney, G., & Little, B. (2010). Suppression of green peach aphid (*Myzus persicae*)(Sulz.), citrus mealybug (*Planococcus citri*)(Risso), and two spotted spider mite (*Tetranychus urticae*)(Koch.) attacks on tomatoes and cucumbers by aqueous extracts from vermicomposts. *Crop Protection*, *29*(1), 80-93.

Eryüksel, S. (2016). *Farklı oranlarda vermikompost uygulamasının bazı sebzelerin besin elementi içeriklerine olan etkileri* (Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi).

Hirzel, J., Walter, I., Undurraga, P., & Cartagena, M. (2007). Residual effects of poultry litter on silage maize (*Zea mays* L.) growth and soil properties derived from volcanic ash. *Soil Science and Plant Nutrition*, *53*(4), 480-488.

Kayıkçıoğlu, H. H., OKUR, N., & Bayız, O. (2016). Toprak solucanları ile kompostlaştırılmış tütün atıklarının vermikompost olarak değerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, *53*(1), 89-97.

Kıran, S. (2019). Vermikompost uygulamalarının kuraklık stresi altındaki kıvırcık salatanın (*Lactuca sativa* var. crispa) mineral içerikleri üzerine etkisi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, *22*, 133-140.

Maltaş, A. Ş., Tavalı, İ. E., İlker, U. Z., & Kaplan, M. (2017). Kırmızı baş lahana (*Brassica oleracea* var. capitata f. rubra) yetiştiriciliğinde vermikompost uygulaması. *Mediterranean Agricultural Sciences*, *30*(2), 155-161.

Özen, İ., Şimşek, Z.C., Özçelik, F., & Saraç, T. (2019). Solucan gübresi üretim tesisi için bir karar destek sistemi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, *27*(2), 85-92.

Sharma, R. C., & Banik, P. (2014). Vermicompost and fertilizer application: Effect on productivity and profitability of baby corn (*Zea Mays* L.) and soil health. *Compost Science & Utilization*, *22*(2), 83-92.

Söylemez, S. (2021). The impact of different growth media and ammonium-nitrate ratio on yield and nitrate accumulation in Lettuce (*Lactuca sativa* var. longifolia). *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 49* (4): 1-14.

Şimşek Erşahin, Y. (2007). Vermikompost ürünlerinin eldesi ve tarımsal üretimde kullanım alternatifleri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, (2), 99-107.

Tavalı, İ. E., İlker, U. Z., & Orman, Ş. (2014). Vermikompost ve tavuk gübresinin yazlık kabağın (*Cucurbita pepo* L. cv. Sakız) verim ve kalitesi ile toprağın bazı kimyasal özellikleri üzerine etkileri. *Akdeniz üniversitesi ziraat fakültesi dergisi*, *27*(2): 119-124.

Tecimen, H. (2013). Toprak solucanlarını sınıflandırma terimleri üzerine bir değerlendirme. *Avrasya Terim Dergisi*, *1*(1), 40-45.

Tutar, U. (2013). Toprak solucanlarından elde edilen vermikompostun bazı bitki patojenleri üzerindeki antimikrobiyal aktivitelerinin araştırılması. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Bilimleri Dergisi*, *34*(2), 1-12.

Yaviç, Ş., Demir, S., & Boyno, G. (2020). Solucan gübresi (vermikompost)'nin domates (*Solanum lycopersicum*)'te *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary'un neden olduğu kök çürüklüğü hastalığına etkileri. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *25*(1), 13-20.

Wang, C., Sun, Z., & Zheng, D. (2006). Research advance in antibacterial immunity ecology of earthworm. *Ying Yong Sheng tai xue bao= The Journal of Applied Ecology*, *17*(3), 525-529.

BÖLÜM 14

BAHÇE BİTKİLERİ ÜRÜNLERİNDE HASAT SONRASI YENİ BİR YAKLAŞIM: MELATONİN

Dr. Özge HORZUM[1]

[1]Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü Ankara Türkiye, ORCID: 0000-0003-2030-5613, ozupek@agri.ankara.edu.tr

1. Giriş

Melatonin (N-asetil-5-metoksitriptamin) canlı organizmaların hücrelerinde içsel olarak üretilen triptofan türevi pleiotropik bir biyomoleküldür. Başlangıçta (1950'li yıllar) inek epifiz bezinde bulunup uyku döngülerini düzenleyen, ruh hali, metabolizma ve immünolojik tepkilerdeki farklı işlevleri yerine getirdiği belirlenen melatonin, hayvansal hormon olarak sınıflandırılmıştır (Lerner ve ark., 1958; Socaciu ve ark., 2020; Aghdam ve ark., 2021; Arnao ve ark., 2021). Daha sonra 1995 yılındaki iki farklı çalışma ile (Dubbels ve ark., 1995; Hattori ve ark., 1995) tek ve çift çenekli bitkilerde de keşfedilen melatonin, ileriki yıllarda 50'den fazla bitki türünün tohum, kök, sürgün, çiçek, soğan ve meyvelerinde tanımlanmış (Wang ve ark., 2020), tohum çimlenmesi, kök gelişimi, fotosentez, bitki büyümesi, çiçeklenme, meyve olgunlaşması, yaprak dökümü, yaşlanma, abiyotik ve biyotik stres tepki mekanizmalarına kadar birçok biyokimyasal faaliyette biyoaktif görev aldığı bildirilmiştir (Aghdam ve ark., 2021). Özellikle stres önleyici etkileri esas olarak melatoninin güçlü antioksidan kapasitesine ve abiyotik veya biyotik stres tepki genlerini düzenleme yeteneğine atfedilir (Arnao ve Hernández Ruiz, 2021; Back, 2021). Bu nedenle melatonin, doğal çevreyi olumsuz olarak etkilemeden sürdürülebilir bitkisel üretim için bir biyo-uyarıcı olarak önerilmektedir (Khan ve ark., 2020). Melatoninin yaşlanmayı geciktirme mekanizmasının anlaşılmasındaki önemli ilerlemelerle meyve ve sebzelerin hasat sonrası fizyolojisi açısından alternatif bir

uygulama olacağı düşünülerek, çalışmalar bu konuda hız kazanmıştır (Arnao ve Hernández Ruiz, 2021; Ze ve ark., 2021).

2. Bitkilerde Melatonin Biyosentezi

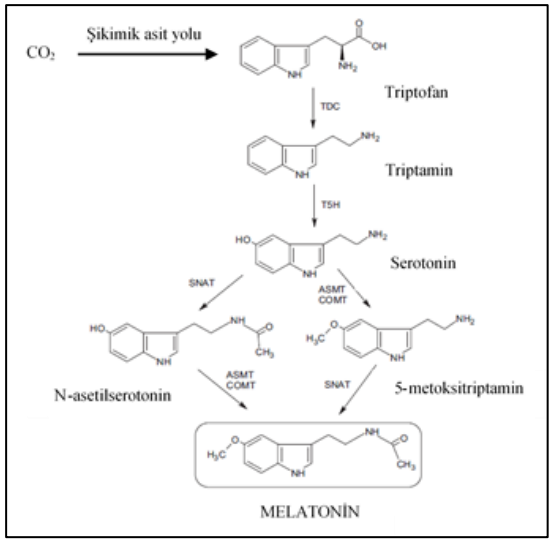
Başlangıçta bitkilerdeki melatonin biyosentezinin hayvanlardaki ile aynı olduğu savunulmuştur (Murch ve ark., 2000). Detaylı araştırmalar sonucu bitkilerdeki melatonin biyosentezinin daha karmaşık olduğu ve hayvanlar alemindeki kadar basit olmadığı sonucuna varılmış ve kesin olarak karakterize edilememiştir (Park ve ark., 2012; Tan ve Reiter, 2020).

Melatoninin, şikimat asit yolu aracılığıyla meydana gelen triptofanın indol-3-asetik asitin sentezinde de olduğu gibi öncül madde olarak kullanılması ile birlikte triptamin ve serotonin gibi anahtar ara moleküller aracılığıyla mitokondri ve kloroplastlarda sentezlendiği düşünülmektedir (Zuo ve ark., 2014; Tan ve Reider 2020; Back 2021). Bu sentezde triptofan dekarboksilaz (TDC), triptamin 5-hidroksilaz (T5H), serotonin N-asetiltransferaz (SNAT), N-asetilserotonin metiltransferaz (ASMT) ve kafeik asit O-metiltransferaz (COMT) enzimleri rol oynamaktadır (Arnao ve Hernández Ruiz, 2021).

Melatonin sentezinin ilk adımında yer alan triptofan dekarboksilaz enzimi önemli bir esansiyel aminoasit olan triptofanı triptamine katalize eder. Triptamin daha sonra triptamin 5-hidroksilaz enzimi tarafından serotonine (5-hidroksitriptamin) dönüştürülür. Serotoninden melatonin sentezi, birbirinden ayrı üç enzim olan serotonin N-asetiltransferaz, N-asetilserotonin metiltransferaz ve kafeiktir asit O-metiltransferaz

enzimlerini içeren iki farklı durumlu bir reaksiyondur. Birinci durumda serotonin N-asetiltransferaz enzimi serotonini, N-asetilserotonin'e katalize eder. Daha sonra N-asetilserotonin, N-asetilserotonin metiltransferaz ve kafeik asit O-metiltransferaz enzimleri aracılığıyla melatonine döner. İkinci durumda ise N-asetilserotonin metiltransferaz ve kafeik asit O-metiltransferaz enzimleri serotonini 5-metoksitriptamin'e katalize eder ve bunu takiben serotonin N-asetiltransferaz tarafından melatonine dönüştürülür (Zhao ve ark., 2019; Tan ve Reiter, 2020; Back, 2021; Ze ve ark., 2021). Bitkilerdeki melatonin biyosentez yolu Şekil 1'de sunulmuştur.

Melatonin biyosentezi sırasında, serotoninden melatonine dönüşüm aşamalarında görülen iki ayrı reaksiyonun (durumun) bitkilerdeki farklı stres koşullarından dolayı meydana geldiği düşünülmektedir (Ye ve ark., 2019).



Şekil 1. Bitkilerde melatonin biyosentez yolu (Arnao ve Hernández Ruiz, 2021)

3. Meyve ve Sebzelerdeki İçsel Melatonin

İçsel melatonin, meyve ve sebzelerin tüm kısımlarında ng/g düzeyinde bulunmakta ve tür bazında büyük farklılıklar göstermektedir (Wang ve ark., 2020). Örneğin antepfıstığında 230 µg/g (Oladi ve ark., 2014) olarak belirlenen melatonin miktarı, muz (Johns ve ark., 2013) ve kuşkonmazda (Hattori ve ark., 1995) 0.1 ng/g düzeyinde belirlenmiştir. Ayrıca meyve ve sebze türlerinde çeşit bazında da farklılıklar olduğu ifade edilmektedir. 'Cabernet Franc' üzüm çeşidinde melatonin miktarı 0.005 ng/g, 'Nebbiolo' üzüm çeşidinde ise bu değer 0.965 ng/g olarak tespit edilmiştir (Iriti ve ark., 2006). Benzer şekilde 'Ciliegia' domates çeşidinde 0.64 ng/g, 'Optima' domates çeşidinde ise 14.67 ng/g melatonin olduğu belirtilmektedir (Riga ve ark., 2014). Meyvedeki içsel melatonin konsantrasyonunun meyve büyümesinden olgunlaşma aşamasına kadar değişiklik gösterdiği görülmektedir. Bazı araştırıcılar meyve büyümesi sırasında belirlenen melatonin miktarının olgun meyvede belirlenen miktara göre daha yüksek olduğunu belirtirken (Lei ve ark., 2013; Xia ve ark., 2020), bazı çalışmalarda tam tersi tezler savunulmuştur (Okazaki ve Ezura, 2009; Zhao ve ark., 2013). Bununla birlikte aynı meyvenin farklı dokularında da melatonin miktarında önemli farklılıklar olduğu ifade edilmektedir (Ze ve ark., 2021). 'Merlot' üzüm çeşidinde kabuktaki melatoninin, çekirdek ve meyve etine göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Vitalini ve ark., 2011) Yapılan çalışmalar meyve ve sebzelerdeki melatonin içeriğinin tür, çeşit ve organlar arasında oldukça değişken olduğunu, ayrıca gelişim ve

olgunlaşma aşamalarının yanı sıra tespit yöntemlerinden de etkilendiğini göstermektedir (Xu ve ark., 2019).

4. Hasat Sonrası Dönemde Melatonin Etkisi

Bahçe bitkileri ürünlerinin hasat sonrası sorunlarının yönetimi için güvenli alternatif stratejilerin geliştirilmesi önemlidir. Meyve ve sebzelerin hasat sonu ömrünün uzatılması amacıyla çevre dostu ve insan sağlığına zararı olmayan organik sitokinin (Çavuşoğlu ve ark., 2021a), salisilik asit (Yıldız ve ark. 2020), uçucu yağlar (Kahramanoğlu ve ark., 2022), metil jasmonat (Akan ve ark., 2019; Çavuşoğlu ve ark., 2021b), ozon (Özen ve ark., 2021), UV-C (Üstün ve ark., 2021), UV-B (Şahin ve ark., 2021) ve aloe vera jel (İslam ve ark., 2022) gibi farklı uygulamalar yapılmaktadır. Bununla birlikte siklopropan, jasmonik asit ve salisilat türevi bileşikler ile diğer farklı teknolojiler yerine antioksidan bir molekül olarak reaktif oksijen türlerini uzaklaştırıp, aynı zamanda bir çeşit sinyal molekülü olarak çeşitli fizyolojik olayları düzenleyen melatonin, hasat sonrası ürün fizyolojisi açısından incelenmektedir (Jayarajan ve Sharma, 2021; Ze ve ark., 2021). Ancak bahçe bitkileri ürünlerindeki içsel melatonin miktarı düşük olduğundan hasat sonrası süreçteki etkisinin yeterli olmadığı ve dışsal olarak uygulanması gerektiği düşünülmektedir (Xu ve ark., 2019). Hasat sonrası dışsal melatonin uygulamalarının kiraz (Wang ve ark., 2019), çilek (Pang ve ark., 2020), domates (Li ve ark., 2019), mandarin (Lin ve ark., 2019) ve mantarlarda (Shekari ve ark., 2021) içsel melatonin miktarını artırdığı bildirilmiştir.

Bilimsel çalışmalarda küçük ölçekli olarak daldırma ve püskürtme şeklinde uygulanan melatoninin ticari olarak hasat sonrası büyük ölçekli uygulamalarda da rahatlıkla kullanılabileceği düşünülmektedir (Ze ve ark., 2021). Bazı bahçe bitkileri ürünlerinde hasat sonrası melatonin uygulamalarına ilişkin bilgiler Tablo 1'de sunulmuştur.

Tablo 1. Bahçe bitkileri ürünlerinde hasat sonrası dışsal melatonin uygulamaları

Tür	Uygulama Şekli ve Dozu	Etki	Referanslar
Elma	Daldırma, 50 μmol L^{-1}	Sertlik, kuru madde, titre edilebilir asitlik korunumu	Fan ve ark., 2022
	Püskürtme 1 mmol L^{-1}	Renk korunumu, solunum ve etilen inhibisyonu	Onik ve ark, 2021
Armut	Daldırma 100 μM	Etilen inhibisyonu, sertlik korunumu	Zhai ve ark., 2018
	Daldırma 100 μmol L^{-1}	Aromatik bileşik ve etilen inhibisyonu	Liu ve ark., 2019
Kiraz	Daldırma 100 μmol L^{-1}	Yaşlanmanın geciktirilmesi, sertlik ve renk korunumu, içsel melatonin miktarında artış	Wang ve ark., 2019
	Daldırma 1000 μmol L^{-1}	Sertlik, renk ve antioksidan bileşiklerin korunumu	Bal ve ark., 2022
Çilek	Daldırma 50 μmol	İçsel melatonin miktarı ve antosiyanin birikiminde artış	Pang ve ark., 2020
	Daldırma 0.1-1 mmol L^{-1}	Çürüme ve ağırlık kaybında azalma, içsel melatonin miktarında ve antioksidan bileşiklerde artış	Liu ve ark., 2018
	Daldırma 100 μmol L^{-1}	Antioksidan bileşiklerde artış, çürümede azalma	Aghdam ve Fard, 2017
Muz	Daldırma 200 μM	Enzimatik kararma ve üşüme zararı belirtilerinde azalma	Wang ve ark., 2021)
Kayısı	Daldırma 0.1 mM	Toplam fenolik, toplam flavonoid, askorbik asit korunumu, yumuşama ve yaşlanmada gecikme	Guo ve ark., 2021
Portakal	Daldırma 200 μmol L^{-1}	Ağırlık kaybında azalma, duyusal kalite, kuru madde, sertlik, renk ve asitlik korunumu, yaşlanmada gecikme	Ma ve ark., 2021
Üzüm	Daldırma 200 μM	Tane dökümü ve çürümede azalma, fenolik bileşiklerde artış	Wang ve ark., 2020
Kivi	Daldırma 200 μM	Solunum hızı ve yumuşamada gecikme, çürümede azalma, kuru madde ve asitlik korunumu	Cao ve ark., 2021
	Daldırma 100 μmol L^{-1}	Yumuşamanın geciktirilmesi, etanol ve asetaldehit birikiminde azalma, solunum ve etilen inhibisyonu,	Cheng ve ark., 2022
Şeftali	Daldırma 0.1 mM	Üşüme zararı belirtilerinde hafifletilme ve gecikme, polifenol oksidaz enziminde düşüş ve kararmada azalma	Gao ve ark., 2018
Nektarin	Daldırma 1000 μmol L^{-1}	Solunum hızı ve yaşlanmada gecikme, antioksidan bileşiklerin korunumu, üşüme zararı belirtilerinde azalma	Bal, 2020

Erik	Daldırma 1.0 mmol L^{-1}	Üşüme zararı ve meyve eti kırmızılaşmasında azalma	Xu ve ark., 2022
	Daldırma 0.05-0.1 mmol L^{-1}	Olgunlaşmada gecikme, ağırlık kaybı ve çürümede azalma	Yan ve ark., 2022
Mantar	Daldırma 0.1 mM	Kararmanın engellenmesi, solunum ve ağırlık kaybında azalma	Çavuşoğlu ve ark., 2021c
	Daldırma 0.1 mM	Kararmanın ve bozuk tat oluşumunun engellenmesi, yaşlanmada gecikme	Li ve ark., 2021
Nar	Daldırma 100 µM	Üşüme zararı belirtilerinde azalma, antioksidan bileşiklerde artış	Molla ve ark., 2022
	Daldırma 100 µM	Üşüme zararı belirtileri ve kabuk kararmasında azalma, antioksidan enzimlerinde artış	Jannatizadeh, 2019
Domates	Daldırma 100-200 µM	Antioksidan sistemi etkileyerek üşüme zararı belirtilerinde azalma	Azadshahraki ve ark., 2018
	Daldırma 100 µM	Üşüme zararı belirtilerinde azalma	Jannatizadeh ve ark., 2019
Mango	Daldırma 0.5 mM	Yumuşama ve olgunlaşmada gecikme, etilen inhibisyonu	Liu ve ark., 2020
	Daldırma 1000 µmol L^{-1}	Sertlik, kuru madde ve asitlik korunumu, antioksidan bileşiklerde artış	Rastegar ve ark., 2020
Brokoli	Daldırma 100 µM	Sülforafan bileşiklerin korunumu	Wei ve ark., 2020
	Daldırma 100 µmol L^{-1}	Klorofil ve renk korunumu, yaşlanmada gecikme	Zhu ve ark., 2018
Hıyar	Daldırma 100 µmol L^{-1}	Üşüme zararı belirtilerinde azalma, klorofil, renk ve sertlik korunumu	Madebo ve ark., 2021
Dolmalık biber	Daldırma 100 µM	Üşüme zararı belirtilerinde azalma	Kong ve ark., 2020
Kesme Antoryum	Kesim yerinden daldırma 100 µM	Antioksidan enzimlerde artış, üşüme zararı belirtilerinde azalış	Aghdam ve ark., 2019
Kesme Karanfil	Kesim yerinden daldırma 0.1 mM	Yaşlanmada gecikme, kalikste klorofil korunumu, ağırlık kaybında azalış, antioksidan bileşiklerde artış	Lezoul ve ark., 2022

Meyve ve sebzelerde solunum hızının ve özellikle klimakterik türlerde etilen üretiminin yavaşlatılması ürünlerin hasat sonrası kalite korunumu ve muhafaza süresinin uzatılması açısından önemlidir. Klimakterik türlerde hasat sonrası dönemde uygulanan melatonin etilen üretimini azaltıp olgunlaşmayı önemli ölçüde yavaşlatarak, yaşlanma ve bozulmaları geciktirmektedir (Kasım ve Kasım 2021; Ze ve ark., 2021). Melatoninin yaşlanma ve olgunlaşma üzerindeki geciktirici etkisinin, reaktif oksijen türlerinin artmasına neden olan etilen biyosentezi ve solunumu inhibe etmesi ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir.

Melatoninin etilen biyosentezi üzerindeki etkisinin, bu metabolik faaliyetin önemli enzimlerinden 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit oksidaz ve 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit sentaz ile ilgili genlerin ekspresyonunu etkilemesi ile ilgili olduğu düşünülmektedir (Onik ve ark., 2021). 0.5 mM melatonin uygulaması ile mango meyvelerinde depolama sırasında belirlenen 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit miktarı azaldığı ve etilen üretiminin geciktirildiği belirtilmiştir (Liu ve ark., 2020). Ayrıca etilen reseptörleri (ETR4 ve NR) ve dönüştürücü elementlerin (ERF2, EIL3) üzerinde de melatonin etkisi olduğu savunulmaktadır (Kou ve ark., 2021). Etilen biyosentez genlerinden PcACS1 ve PcACO1'in inhibisyonu amacıyla hasattan sonra 100 μM melatonin uygulaması ile 'Starkrimson' armut çeşidinde PcACS1 geninin, 'Red Anjou' armut çeşidinde ise PcACS1 ve PcACO1 genlerinin inhibe edildiği, ancak 'Abbe Fetel' armut çeşidinde melatonin uygulamasının bu genlerin inhibisyonunda etkisiz olduğu belirlenmiştir. Böylece melatonin etkisiyle 'Starkrimson' ve 'Red Anjou' armut çeşidinde etilene bağlı olgunlaşma ve yaşlanma gecikirken, 'Abbe Fetel' çeşidinde bu durum görülmemiştir (Zhai ve ark., 2018).

Melatonin, ürünlerdeki antioksidatif bileşikleri artırarak oksidatif strese neden olan ve etilen üretimi ile artan reaktif oksijen türlerinden hidrojen peroksit (H_2O_2) konsantrasyonunu azaltmakta, böylelikle meyvedeki yaşlanma gecikmektedir (Wang ve ark., 2020). Maviyemiş meyvelerine hasattan sonra uygulanan 1 mmol L^{-1} melatoninin meyvedeki H_2O_2 miktarının artmasını engelleyerek ve antioksidan

enzim faaliyetini artırarak olgunlaşmayı geciktirdiği ve meyve kararmasını engellediği bildirilmiştir (Magri ve Petriccione, 2022).

Bazı çalışmalar melatonin uygulamasının etilen üretimi ile pozitif yönde korelasyon gösterdiğini ve olgunlaşmayı artırdığını bildirmektedir. Domateslerde 50 μM melatonin uygulamasının hasat sonrası etilen üretimini artırarak meyve yumuşaması, kırmızı renk oluşumu ve su kaybını artırdığı bildirilmiştir. (Sun ve ark., 2016). Dolayısıyla, melatoninin hasat sonrası meyve ve sebzelerin olgunlaşması ve korunması üzerindeki etkileri ürünün olgunluğu ve içerdiği nişasta miktarına bağlı olarak değişmektedir (Xu ve ark., 2019). Hasat sonrası ürünler genellikle düşük sıcaklıkta depolanarak bu ürünlerin solunum hızları yavaşlatılıp muhafaza ve raf ömrü süreçleri uzatılır. Ancak turunçgiller, nar, şeftali ve muz gibi bazı türlerde düşük sıcaklıkta depolama sırasında üşüme zararı belirtileri oluşabilmekte ve meyve kalitesi düşmektedir. Dışsal melatonin uygulamasının birçok stres koşullarında meyve ve sebzelerde hasat sonrası koruyucu etki gösteren γ-aminobütirik asit (GABA) miktarı ile katalaz, peroksidaz ve superoksit dismutaz gibi antioksidan enzim aktivitelerini artırarak ve reaktif oksijen türlerinin neden olduğu lipid peroksidasyonu azaltarak üşüme zararına duyarlı olan türlerde semptomları azalttığı bildirilmiştir (Cao ve ark., 2018; Madebo ve ark., 2021). 'Jinli' dolma biber çeşidine depolama öncesi uygulanmış 100 μM melatoninin antioksidan sistemi ile ilişkili olan *CaSOD, CaPOD, CaCAT* ve *CaAPX* enzimlerini etkileyerek biberlerde üşüme zararı toleransını arttığı bildirilmiştir (Kong ve ark., 2020). Benzer şekilde hasattan sonra 1.0 mmol L^{-1} melatonin uygulaması ile 'Friar' erik çeşidinin soğuk muhafazayı takip

eden raf ömrü süreçlerinde et kızarıklığı şeklinde meydana gelen üşüme zararı semptomlarının baskılandığı görülmüştür (Xu ve ark., 2022). Üşüme zararına duyarlı olan türlerden nar ile yapılan bir çalışmada 100 µM melatonin uygulaması, meyvedeki elektrolit sızıntısını azaltıp, toplam fenolik bileşik ile antioksidan potansiyelini artırarak 'Males Saveh' nar çeşidinin üşüme zararı toleransını önemli ölçüde artırmıştır (Molla ve ark. 2022). Melatonin uygulamaları, toplam fenolik bileşikler ve polifenol oksidaz enzimi üzerindeki etkisi nedeniyle düşük sıcaklıkta depolanan muzlarda görülen kabuktaki enzimatik kararma ile üşüme zararının hafifletilmesi amacıyla muzda hasat sonrası kullanılabilecek potansiyel bir teknik olarak düşünülmektedir (Wang ve ark., 2021). Melatonin uygulamasının kesme çiçeklerin vazo ömrüne etkisinin incelendiği çalışmalar sınırlı olmakla birlikte bu uygulamanın düşük sıcaklıkta depolama sırasında antoryum (Aghdam ve ark., 2019) ve karanfil (Lezoul ve ark., 2022) gibi kesme çiçeklere üşüme zararı toleransı kazandırmak ve vazo ömrünü uzatmak için faydalı bir strateji olduğu düşünülmektedir.

Bahçe bitkileri ürünlerinin çoğu yüksek su içerikleri nedeni ile patojenlere ve dolayısıyla enfeksiyonlara karşı savunmasız birer hedeftir (Jayarajan ve Sharmaedeftir, 2021). Bu nedenle ürünlerin farklı antioksidan içerikleri ve savunma sistemleri, hasat sonrası hastalık direnci için çok önemlidir (Ze ve ark., 2021). Bu bağlamda melatonin daha önce de belirtilen antioksidatif faaliyetleri ile hasat sonrası süreçte çürüme, bozulma ve yaşlanmayı hızlandırarak ürün kaybına neden olan patojenlere karşı etki göstererek ürünlerin bu patojenlere karşı savunma

mekanizmasında etkin rol oynamaktadır. Bu olumlu etki nitrik oksit, jasmonik asit ve salisilik asit biyosentezleri ile melatoninin pozitif ilişkisine bağlanmaktadır (Zhu ve Lee, 2015). 'Zhengyinfen' domates çeşidinde hasat sonrası 0.1 mM melatonin uygulaması, içsel melatonin ve salisilik asit ile toplam fenolik bileşik ve flavonoid düzeylerinde artış sağlayarak meyvelerde depolama sırasında meydana gelen *Botrytis cinerea* kaynaklı gri küf gelişimini önemli ölçüde inhibe etmiştir (Li ve ark., 2019). Benzer şekilde 50 µM melatonin uygulaması, savunma mekanizmasında etkili olan enzimler, H_2O_2 seviyesi ve jasmonik asit sinyal yolunu etkileyerek domates meyvelerinin depolama sırasındaki *Botrytis cinerea* direncinde olumlu bir rol oynamıştır (Liu ve ark., 2019).

Hasat sonrası bahçe bitkileri ürünlerinin kalite parametrelerinin (renk, suda çözünebilir kuru madde, titre edilebilir asitlik, sertlik, organik asit, vitamin ve fenolik bileşik içeriği vb.) korunumu üzerinde de melatonin uygulamalarının etkisi olduğu görülmektedir (Wang ve ark., 2020). Örneğin, 1000 µmol L^{-1} melatonin uygulamasının soğuk muhafaza süresince 'Fantasia' nektarin çeşidinde antioksidan ve fenolik bileşik içeriğinde olumlu etki gösterdiği ve askorbik asit kaybını geciktirdiği belirtilmiştir (Bal, 2021). Benzer şekilde 500 ve 1000 µmol L^{-1} melatonin uygulamasının 'Sweetheart' kiraz çeşidinin 0-1 °C sıcaklık ve 90-95% oransal nemde depolanmasında renk ve sertlik korunumunda etkili olduğu ifade edilmiştir (Bal ve ark., 2022). 'Golden Delicious' elma çeşidinde 50 µmol L^{-1} melatonin uygulanmış meyvelerde soğuk muhafaza sırasında suda çözünebilir kuru madde ve

titre edilebilir asitlik miktarlarının kontrollere göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Fan ve ark., 2022). Antikanserojen, antiinflamatuar ve antidepresan gibi sağlık etkileri nedeniyle insan beslenmesinde önerilen sülforafanın, 100 µM melatonin uygulanmış ve 4 °C sıcaklıkta depolanan taze kesilmiş brokolide 25 günlük süreçte kontrol uygulamalarına göre daha yüksek seviyelerde korunduğu görülmüştür (Wei ve ark., 2020). Melatonin, hasattan sonra kayısıda reaktif oksijen türlerini azaltmış, antioksidan enzim aktivitesini artırmış, membran lipid peroksidasyon oluşumunu geciktirmiş ve böylelikle depolama sırasındaki kalite korunumuna katkı sağlamıştır (Guo ve ark., 2021). Kivi meyvelerinde depolamanın ilerleyen aşamalarında meydana gelen ve tat bozulmalarına neden olan etanol ve asetaldehit birikimi melatonin uygulaması ile azaltılmaktadır (Cheng ve ark., 2022). Hasat sonrası melatonin uygulamasının domateste likopen (Sun ve ark., 2015), elmada şeker (Onik ve ark., 2020), üzümde flavonoid (Gao ve ark., 2020) ve antosiyanin (Xu ve ark., 2018), şeftalide organik asit (Gao ve ark., 2018), mangoda fenolik bileşik (Rastegar ve ark., 2020), kivide askorbik asit (Cao ve ark., 2021), armuttta aromatik bileşik (Liu ve ark., 2019), çilekte antosiyanin (Aghdam ve Fard, 2017), brokolide renk değerleri (Zhu ve ark., 2018) ve beyaz mantarlarda şapka rengi (Çavuşoğlu ve ark., 2021c; Li ve ark., 2021) gibi farklı meyve ve sebzelerde kalite parametreleri üzerinde etkinliği görülmektedir.

5. Sonuç

Melatoninin bitki fizyolojisi üzerindeki etkilerinin yanı sıra etilen ile ilgili faktörlerin gen düzenleyicisi olarak meyve olgunlaşması ve

yaşlanma üzerindeki etkisi, patojen meyve etkileşimi, fizyolojik zararlanmaları engellemesi ile hasat sonrası süreçlerdeki rolü önemlidir. Bu rolün daha çok melatoninin farklı hormonlar ve moleküller ile birlikte hasat sonrası metabolik ve biyokimyasal süreçlerde özellikle stres metabolizmasında anahtar bir molekül olarak hareket etmesi olarak düşünülebilir. Bu anlamda bahçe bitkileri ürünlerinin hasat sonrası fizyolojisi için umut verici bir uygulama olduğu düşünülse de melatonin uygulamalarının meyve, sebze ve kesme çiçeklerde tür ve çeşit bazında spesifik etkisinin aydınlatılması için daha fazla çalışma yapılması önemlidir.

6. Kaynaklar

Aghdam, M.S., Fard, J. R. (2017). Melatonin treatment attenuates postharvest decay and maintains nutritional quality of strawberry fruits (fragaria× anannasa cv. selva) by enhancing GABA shunt activity. *Food Chemistry* 221: 1650-1657.

Aghdam, M.S., Jannatizadeh, A., Nojadeh, M.S., Ebrahimzadeh, A. (2019). Exogenous melatonin ameliorates chilling injury in cut anthurium flowers during low temperature storage. *Postharvest Biology and Technology* 148: 184-191.

Aghdam, M.S., Mukherjee, S., Flores, F.B., Arnao, M.B., Luo, Z., Corpas, F.J. (2021). Functions of melatonin during postharvest of horticultural crops. *Plant and Cell Physiology* 1-23.

Akan, S., Gunes, N.T., Yanmaz, R. (2019). Methyl jasmonate and low temperature can help for keeping some physicochemical quality parameters in garlic (allium sativum L.) cloves. *Food Chemistry* 270: 546-553.

Arnao, M.B., Hernández-Ruiz, J. (2021). Melatonin as a regulatory hub of plant hormone levels and action in stress situations. *Plant Biology* 23: 7-19.

Arnao, M.B., Hernández-Ruiz, J., Cano, A., Reiter, R.J. (2021). Melatonin and carbohydrate metabolism in plant cells. Plants 10 (9): 1917.

Azadshahraki, F., Jamshidi, B., Mohebbi, S. (2018). Postharvest melatonin treatment reduces chilling injury and enhances antioxidant capacity of tomato fruit during cold storage. *Advances in Horticultural Science* 32 (3): 299-310.

Back, K. (2021). Melatonin metabolism, signaling and possible roles in plants. *The Plant Journal* 105 (2): 376-391.

Bal, E. (2021). Effect of melatonin treatments on biochemical quality and postharvest life of nectarines. *Journal of Food Measurement and Characterization* 15 (1): 288-295.

Bal, E., Torçuk, A.İ., Özer, C. (2022). Influence of melatonin treatments on fruit quality and storage life of sweet cherry cv. sweetheart. *Erwerbs-Obstbau* 1-7.

Cao, S., Qu, G., Ma, C., Ba, L., Ji, N., Meng, L., Lei, J., Wang, R. (2021). Effects of melatonin treatment on the physiological quality and cell wall metabolites in kiwifruit. *Food Science and Technology*.

Cao, S., Shao, J., Shi, L., Xu, L., Shen, Z., Chen, W., Yang, Z. (2018). Melatonin increases chilling tolerance in postharvest peach fruit by alleviating oxidative damage. *Scientific Reports* 8 (1): 1-11.

Cheng, J., Zheng, A., Li, H., Huan, C., Jiang, T., Shen, S., Zheng, X. (2022). Effects of melatonin treatment on ethanol fermenation and ERF expression in kiwifruit cv. bruno during postharvest. *Scientia Horticulturae* 293: 110696.

Çavuşoğlu, S., Şensoy, S., Karatas, A., Tekin, O., İşlek, F., Yılmaz, N., Kıpçak, S., Ercişli, S., Skrovankova, S., Mlcek, J. (2021a). Effect of pre-harvest organic cytokinin application on the post-harvest physiology of pepper (capsicum annuum l.). *Sustainability* 13 (15): 8258.

Çavuşoğlu, Ş., Yilmaz, N., İşlek, F., Tekin, O., Sağbaş, H.İ., Ercişli, S., Rampackova, E., Nečas, T. (2021b). Effect of methyl jasmonate, cytokinin, and lavender oil on antioxidant enzyme system of apricot fruit (prunus armeniaca L.). *Sustainability* 13(15): 8565.

Çavuşoğlu, Ş., Yılmaz, N., Eren, E., Uzun, Y. (2021c). Mantarda Hasat Öncesi Kükürt ve Potasyum Bakteri Uygulamaları ile Hasat Sonrası Melatonin Uygulamasının Hasat Sonu Fizyolojisine Etkisi. *VIII. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve Pazarlama Sempozyumu* 7-9 Eylül 2021, Pazar, Rize.

Dubbels, R., Reiter, R.J., Klenke, E., Goebel, A., Schnakenberg, E., Ehlers, C., Schiwara, H.W., Schloot, W. (1995). Melatonin in edible plants identified by radioimmunoassay and by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pineal Research* 18 (1): 28-31.

Fan, Y., Li, C., Li, Y., Huang, R., Guo, M., Liu, J., Sun, T., Ge, Y. (2022). Postharvest melatonin dipping maintains quality of apples by mediating sucrose metabolism. *Plant Physiology and Biochemistry* 174: 43-50.

Gao, H., Lu, Z., Yang, Y., Wang, D., Yang, T., Cao, M., Cao, W. (2018). Melatonin treatment reduces chilling injury in peach fruit through its regulation of

membrane fatty acid contents and phenolic metabolism. *Food Chemistry* 245: 659-666.

Gao, S., Ma, W., Lyu, X., Cao, X., Yao, Y. (2020). Melatonin may increase disease resistance and flavonoid biosynthesis through effects on DNA methylation and gene expression in grape berries. *BMC Plant Biology* 20 (1): 1-15.

Guo, S., Li, T., Wu, C., Fan, G., Wang, H., Shen, D. (2021). Melatonin and 1-methylcyclopropene treatments on delay senescence of apricots during postharvest cold storage by enhancing antioxidant system activity. *Journal of Food Processing and Preservation* 45 (10): e15863.

Hattori, A., Migitaka, H., Iigo, M., Itoh, M., Yamamoto, K., Ohtani-Kaneko, R., Hara, M., Suzuki, T., Reiter, R.J. (1995). Identification of melatonin in plants and its effects on plasma melatonin levels and binding to melatonin receptors in vertebrates. *Biochemistry and Molecular Biology International* 35 (3): 627-634.

Iriti, M., Rossoni, M., Faoro, F. (2006). Melatonin content in grape: myth or panacea? *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86 (10): 1432-1438.

İslam, A., Acıkalın, R., Ozturk, B., Aglar, E., Kaiser, C. (2022). Combined effects of Aloe vera gel and modified atmosphere packaging treatments on fruit quality traits and bioactive compounds of jujube (ziziphus jujuba Mill.) fruit during cold storage and shelf life. *Postharvest Biology and Technology* 187: 111855.

Jannatizadeh, A. (2019). Exogenous melatonin applying confers chilling tolerance in pomegranate fruit during cold storage. *Scientia Horticulturae* 246: 544-549.

Jannatizadeh, A., Aghdam, M. S., Luo, Z., Razavi, F. (2019). Impact of exogenous melatonin application on chilling injury in tomato fruits during cold storage. *Food and Bioprocess Technology* 12 (5): 741-750.

Jayarajan, S., Sharma, R.R. (2021). Melatonin: A blooming biomolecule for postharvest management of perishable fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology* 116: 318-328.

Johns, N.P., Johns, J., Porasuphatana, S., Plaimee, P., Sae-Teaw, M. (2013). Dietary intake of melatonin from tropical fruit altered urinary excretion of 6-

sulfatoxymelatonin in healthy volunteers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (4): 913-919.

Kahramanoğlu, İ., Bahadırlı, N.P., Okatan, V., Wan, C.C. (2022). Impacts of edible coatings enriched with laurel essential oil on the storage life of strawberry 'Camarosa' fruits. *Bragantia* 81.

Kasım, R., Kasım, U. 2021. Hasat Sonrası Yaşlanmanın Geciktirilmesi ve Antioksidan Kapasitenin Arttırılmasında Etkili Yeni Uygulama: Melatonin. 3rd *International Çukurova Agriculture and Veterinary Congress.*9-10 October, Adana, Turkey.

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.

Kong, X.M., Ge, W.Y., Wei, B.D., Zhou, Q., Zhou, X., Zhao, Y.B., Ji, S.J. (2020). Melatonin ameliorates chilling injury in green bell peppers during storage by regulating membrane lipid metabolism and antioxidant capacity. *Postharvest Biology and Technology* 170: 111315.

Kou, X., Feng, Y., Yuan, S., Zhao, X., Wu, C., Wang, C., Xue, Z. (2021). Different regulatory mechanisms of plant hormones in the ripening of climacteric and non-climacteric fruits: a review. *Plant Molecular Biology* 107 (6): 477-497.

Li, L., Kitazawa, H., Zhang, X., Zhang, L., Sun, Y., Wang, X., Liu, Z., Guo, Y., Yu, S. (2021). Melatonin retards senescence via regulation of the electron leakage of postharvest white mushroom (agaricus bisporus). *Food Chemistry* 340: 127833.

Li, S., Xu, Y., Bi, Y., Zhang, B., Shen, S., Jiang, T., Zheng, X. (2019). Melatonin treatment inhibits gray mold and induces disease resistance in cherry tomato fruit during postharvest. *Postharvest Biology and Technology* 157: 110962.

Lin, Y., Fan, L., Xia, X., Wang, Z., Yin, Y., Cheng, Y., Li, Z. (2019). Melatonin decreases resistance to postharvest green mold on citrus fruit by scavenging defense-related reactive oxygen species. *Postharvest Biology and Technology* 153: 21-30.

Liu, C., Chen, L., Zhao, R., Li, R., Zhang, S., Yu, W., Sheng, J., Shen, L. (2019). Melatonin induces disease resistance to botrytis cinerea in tomato fruit by activating jasmonic acid signaling pathway. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 67 (22): 6116-6124.

Liu, C., Zheng, H., Sheng, K., Liu, W., Zheng, L. (2018). Effects of melatonin treatment on the postharvest quality of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology:* 139, 47-55.

Liu, J., Liu, H., Wu, T., Zhai, R., Yang, C., Wang, Z., Ma, F., Xu, L. (2019). Effects of melatonin treatment of postharvest pear fruit on aromatic volatile biosynthesis. *Molecules* 24 (23): 4233.

Liu, S., Huang, H., Huber, D.J., Pan, Y., Shi, X., Zhang, Z. (2020). Delay of ripening and softening in 'Guifei'mango fruit by postharvest application of melatonin. *Postharvest Biology and Technology* 163: 111136.

Lei, Q., Wang, L., Tan, D.X., Zhao, Y., Zheng, X.D., Chen, H., Li, Q., Zuo, B., Kong, J. (2013). Identification of genes for melatonin synthetic enzymes in 'Red Fuji'apple (Malus domestica Borkh. cv. Red) and their expression and melatonin production during fruit development. *Journal of Pineal Research* 55 (4): 443-451.

Lerner, A.B., Case, J.D., Takahashi Y., Lee, T.H., Mori. W. (1958). Isolation of melatonin, the pineal gland factor that lightens melanocytes. *Journal of the American Chemical Society* 80: 2857-2858.

Lezoul, N.E.H., Serrano, M., Ruiz-Aracil, M.C., Belkadi, M., Castillo, S., Valero, D., Guillén, F. (2022). Melatonin as a new postharvest treatment for increasing cut carnation (dianthus caryophyllus L.) vase life. *Postharvest Biology and Technology* 184: 111759.

Ma, Q., Lin, X., Wei, Q., Yang, X., Zhang, Y. N., Chen, J. (2021). Melatonin treatment delays postharvest senescence and maintains the organoleptic quality of 'Newhall'navel orange (citrus sinensis (L.) osbeck) by inhibiting respiration and enhancing antioxidant capacity. *Scientia Horticulturae* 286: 110236.

Madebo, M.P., Luo, S.M., Li, W.A.N.G., Zheng, Y.H., Peng, J.I.N. (2021). Melatonin treatment induces chilling tolerance by regulating the contents of polyamine, γ-aminobutyric acid, and proline in cucumber fruit. *Journal of Integrative Agriculture* 20 (11): 3060-3074.

Magri, A., Petriccione, M. (2022). Melatonin treatment reduces qualitative decay and improves antioxidant system in highbush blueberry fruit during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

Molla, S.M.H., Rastegar, S., Omran, V.G., Khademi, O. (2022). Ameliorative effect of melatonin against storage chilling injury in pomegranate husk and arils through promoting the antioxidant system. *Scientia Horticulturae* 295: 110889.

Murch, S.J., 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 Reports* 19 (7): 698-704.

Okazaki, M., Ezura, H. (2009). Profiling of melatonin in the model tomato (Solanum lycopersicum L.) cultivar micro-tom. *Journal of Pineal Research* 46(3): 338-343.

Oladi, E., Mohamadi, M., Shamspur, T., Mostafavi, A. (2014). Spectrofluorimetric determination of melatonin in kernels of four different Pistacia varieties after ultrasound-assisted solid–liquid extraction. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 132: 326-329.

Onik, J.C., Wai, S.C., Li, A., Lin, Q., Sun, Q., Wang, Z., Duan, Y. (2021). Melatonin treatment reduces ethylene production and maintains fruit quality in apple during postharvest storage. *Food Chemistry* 337: 127753.

Özen, T., Koyuncu, M.A., Erbaş, D. (2021). Effect of ozone treatments on the removal of pesticide residues and postharvest quality in green pepper. *Journal of Food Science and Technology* 58 (6): 2186-2196.

Pang, L., Wu, Y., Pan, Y., Ban, Z., Li, L., Li, X. (2020). Insights into exogenous melatonin associated with phenylalanine metabolism in postharvest strawberry. *Postharvest Biology and Technology* 168: 111244.

Park, S., Lee, K., Back, K. (2012). Tryptamine 5-hydroxylase-deficient Sekiguchi rice induces synthesis of 5-hydroxytryptophan and N-acetyltryptamine but decreases melatonin biosynthesis during senescence process of detached leaves. *Journal of Pineal Research* 52: 211-216.

Rastegar, S., Khankahdani, H.H., Rahimzadeh, M. (2020). Effects of melatonin treatment on the biochemical changes and antioxidant enzyme activity of mango fruit during storage. *Scientia Horticulturae* 259: 108835.

Riga, P., Medina, S., García-Flores, L.A., Gil-Izquierdo, Á. (2014). Melatonin content of pepper and tomato fruits: effects of cultivar and solar radiation. *Food Chemistry* 156: 347-352.

Shekari, A., Hassani, R.N., Aghdam, M.S., Rezaee, M., Jannatizadeh, A. (2021). The effects of melatonin treatment on cap browning and biochemical attributes of Agaricus bisporus during low temperature storage. *Food Chemistry* 348: 129074.

Socaciu, A.I., Ionuț, R., Socaciu, M.A., Ungur, A.P., Bârsan, M., Chiorean, A., Socaciu, C., Râjnoveanu, A.G. (2020). Melatonin, an ubiquitous metabolic regulator: Functions, mechanisms and effects on circadian disruption and degenerative diseases. *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* 21 (4): 465-478.

Sun, Q., Zhang, N., Wang, J., Cao, Y., Li, X., Zhang, H., Zhang, L., Tan, D., Guo, Y. D. (2016). A label-free differential proteomics analysis reveals the effect of melatonin on promoting fruit ripening and anthocyanin accumulation upon postharvest in tomato. *Journal of Pineal Research* 61 (2): 138-153.

Sun, Q., Zhang, N., Wang, J., Zhang, H., Li, D., Shi, J., Li, R., Weeda, S., Zhao, B., Ren, S., Guo, Y. D. (2015). Melatonin promotes ripening and improves quality of tomato fruit during postharvest life. *Journal of Experimental Botany* 66 (3): 657-668.

Şahin, T., Kasım, R., Kasım, M.U. (2021). Twenty minutes of ultraviolet-B light ımproved quality of cherry fruits (prunus avium L. cv 0900 Ziraat) during storage. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology* 9 (2): 375-385.

Tan, D.X., Reiter, R.J. (2020). An evolutionary view of melatonin synthesis and metabolism related to its biological functions in plants. *Journal of Experimental Botany* 71 (16): 4677-4689.

Üstun, H., Ali, Q., Kurubas, M.S., Dogan, A., Balkhi, M., Peker, B., Erkan, M. (2021). Influence of postharvest UV-C illumination on biochemical properties of green beans. *Scientia Horticulturae* 289: 110499.

Vitalini, S., Gardana, C., Zanzotto, A., Simonetti, P., Faoro, F., Fico, G., Iriti, M. (2011). The presence of melatonin in grapevine (Vitis vinifera L.) berry tissues. *Journal of Pineal Research* 51 (3): 331-337.

Wang, F., Zhang, X., Yang, Q., Zhao, Q. (2019). Exogenous melatonin delays postharvest fruit senescence and maintains the quality of sweet cherries. *Food Chemistry* 301: 125311.

Wang, L., Luo, Z., Yang, M., Li, D., Qi, M., Xu, Y., Abdelshafy, A.S., Ban, Z., Wang, F., Li, L.I. (2020). Role of exogenous melatonin in table grapes: First evidence on contribution to the phenolics-oriented response. *Food Chemistry* 329: 127155.

Wang, S.Y., Shi, X.C., Wang, R., Wang, H.L., Liu, F., Laborda, P. (2020). Melatonin in fruit production and postharvest preservation: a review. *Food Chemistry* 320: 126642.

Wang, Z., Pu, H., Shan, S., Zhang, P., Li, J., Song, H., Xu, X. (2021). Melatonin enhanced chilling tolerance and alleviated peel browning of banana fruit under low temperature storage. *Postharvest Biology and Technology* 179: 111571.

Wei, L., Liu, C., Zheng, H., Zheng, L. (2020). Melatonin treatment affects the glucoraphanin-sulforaphane system in postharvest fresh-cut broccoli (brassica oleracea L.). *Food Chemistry* 307: 125562.

Xia, H., Shen, Y., Shen, T., Wang, X., Zhang, X., Hu, P., Liang, D., Lin, L., Deng, H., Wang, J., Deng, Q., Lv, X. (2020). Melatonin accumulation in sweet cherry and its influence on fruit quality and antioxidant properties. *Molecules* 25 (3): 753.

Xu, L., Yue, Q., Xiang, G., Bian, F.E., Yao, Y. (2018). Melatonin promotes ripening of grape berry via increasing the levels of ABA, H_2O_2, and particularly ethylene. *Horticulture Research* 5: 1-16

Xu, R., Wang, L., Li, K., Cao, J., Zhao, Z. (2022). Integrative transcriptomic and metabolomic alterations unravel the effect of melatonin on mitigating postharvest chilling injury upon plum (cv. Friar) fruit. *Postharvest Biology and Technology* 186: 111819.

Xu, T., Chen, Y., Kang, H. (2019). Melatonin is a potential target for improving post-harvest preservation of fruits and vegetables. *Frontiers in Plant Science* 1388.

Yan, R., Xu, Q., Dong, J., Kebbeh, M., Shen, S., Huan, C., Zheng, X. (2022). Effects of exogenous melatonin on ripening and decay incidence in plums (prunus salicina L. cv. taoxingli) during storage at room temperature. *Scientia Horticulturae* 292: 110655.

Ye, T., Yin, X., Yu, L., Zheng, S.J., Cai, W.J., Wu, Y., Feng, Y.Q. (2019). Metabolic analysis of the melatonin biosynthesis pathway using chemical labeling coupled with liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Pineal Research* 66 (1): e12531.

Yıldız, M., Varış, B., Horzum, Ö. Tuna Güneş, N. (2020). Postharvest salicylic acid treatment ınfluences some quality attributes in air-stored pomegranate fruit. *Journal of Agricultural Sciences* 26 (4): 499-506.

Ze, Y., Gao, H., Li, T., Yang, B., Jiang, Y. (2021). Insights into the roles of melatonin in maintaining quality and extending shelf life of postharvest fruits. *Trends in Food Science and Technology* 109: 569-57

Zhai, R., Liu, J., Liu, F., Zhao, Y., Liu, L., Fang, C., Wang, H., Li, X., Wang, Z., Ma, F., Xu, L. (2018). Melatonin limited ethylene production, softening and reduced physiology disorder in pear (pyrus communis L.) fruit during senescence. *Postharvest Biology and Technology* 139: 38-46.

Zhao, Y., Tan, D. X., Lei, Q., Chen, H., Wang, L., Li, Q.T., Gao, Y., Kong, J. (2013). Melatonin and its potential biological functions in the fruits of sweet cherry. *Journal of Pineal Research* 55 (1): 79-88.

Zhu, L., Hu, H., Luo, S., Wu, Z., Li, P. (2018). Melatonin delaying senescence of postharvest broccoli by regulating respiratory metabolism and antioxidant activity. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering* 34 (3): 300-308.

Zhu, Z., Lee, B. (2015). Friends or foes: new insights in jasmonate and ethylene co-actions. *Plant and Cell Physiology* 56 (3): 414-420.

Zuo, B., Zheng, X., He, P., Wang, L., Lei, Q., Feng, C., Zhou, J., Li, Q., Han, Z., Kong, J. (2014). Overexpression of MzASMT improves melatonin production and enhances drought tolerance in transgenic Arabidopsis thaliana plants. *Journal of Pineal Research* 57 (4): 408-417.

BÖLÜM 15

HİDROJEN SÜLFÜR GAZININ MEYVE GELİŞMESİ VE OLGUNLAŞMASINDAKİ ROLÜ VE HASAT SONU FİZYOLOJİ AÇISINDAN ÖNEMİ

Prof. Dr. Muharrem ERGUN[1]

[11]Bingöl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Bingöl, Türkiye; ORCHID No: 0000-0002-0213-1245; muharrem.ergun@yahoo.com

1. Giriş

Hidrojen sülfür (H_2S) yüksek konsantrasyonlarda canlılar için zararlı bir gaz niteliğinde olmasında rağmen son yıllardaki araştırmalar insanlar, hayvanlar ve bitkiler için önemli bir sinyal molekülü olduğunu ortaya koymuştur. Araştırmalarda insan vücudunda H_2S üreten bir enzimin varlığı keşfedilmiş (Zhao ve ark., 2001) olup bu keşif H_2S'ün insan fizyolojisi için ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin insan beyninde bir nöromodülatör (sinir hücrelerinde sinaptik aktarımı etkileyen madde) olarak görev yapmaktadır (Abe ve Kimura, 1996).

Bitkilerde H_2S, nitrik oksit (NO) veya karbon monoksit (CO) gazları gibi bir önemli bir sinyal molekülü olarak görev almaktadır (Aroca ve ark., 2018; Corpas ve Palma, 2020; Mishra ve ark., 2021). H_2S, bitkilerde tohum çimlenmesi, stoma hareketleri, fotosentez, kök gelişimi, otofiaji (hücrenin kendi enzimleri kendini sindirme süreci), stres yönetimi, meyve olgunlaşması ve yumuşaması gibi bir takım metabolik ve fizyolojik olaylarda düzenleyici olarak görev almaktadır (Chen ve ark., 2011; Aroca ve ark., 2017; Baudouin ve ark., 2016; Corpas 2019; Corpas ve Palma, 2020; Liu ve Xue, 2021; Mishra ve ark., 2021; Zhang ve ark., 2021). Son yıllarda H_2S'ün meyve gelişmesi ve olgunlaşmasındaki rolü için yapılan çalışmalar ağırlık kazanmaya başlamıştır (Tayal ve ark., 2021). Meyve gelişmesi ve olgunlaşması oldukça karmaşık bir dizi metabolik ve fizyolojik olaylar silsilesidir. Bu metabolik ve fizyolojik olaylar, büyüme ve gelişme düzenleyiciler tarafından yönlendirilmektedir. Özellikle olgunlaşmada etkili olan

etilen, NO, H_2O_2 gibi moleküller, H_2S metabolik ve sinyal yolu ile etkileşime girerek meyve kalitesini etkileyebilmektedirler (Mukherjee, 2019). Bu derleme H_2S'ün meyve gelişmesi ve olgunlaşmasındaki rolünü ortaya koymak amacıyla hazırlanmıştır.

2. H_2S Biyosentezi

Bitkilerde H_2S birden fazla yolla sentezlenebilmektedir. H_2S hücrede sitozol, mitokonria, peroksizom veya plastidlerde sentezlenemebilmekte olup, biyosentezin çıkış noktası sülfür ve sülfür içeren sistein amino asididir (Alvarez ve ark., 2010; Scuffi ve ark., 2014; Gotor ve ark., 2015). L-sistein desülfihidraz (LCD), D-sistein desülfihidraz (DCD), L-sitenin desülfihidraz 1 (DES 1), siyanoalanin sintaz (CAS), sistein sintaz (CS), sülfit reduktaz (SiR) ve O-asetilserin(tiol) liyaz (OAZ-TL) biyosentezde görev alan enzimlerdir (Alvarez ve ark., 2010; Takashi ve ark., 2011; Alvarez ve ark., 2012; Romero ve ark., 2014; Li, 2015).

3. H_2S'ün Etilen Hormonu ile Olan İlişkisi

Etilen meyve olgunlaşma hormonu olarak bilinmesine rağmen bitki büyüme ve gelişme esnasında biyotik ve abiyotik streslere karşı verilen tepkilerde rol olan önemli bir sinyal molekülüdür. Metionin amino asidinden önce S-adenosil-L-metionin (SAM) maddesi, sonra 1-aminosiklopropan-1-karboksilik asit ve nihayetin de etilen hormonu elde edilir. SAM'den ACC eldesinde ACC sintaz (ACS); ACC'den etilen eldesinde ise ACC okisidaz (ACO) görev alır. Yapılan çalışmalarda H_2S'ün bu iki enzimin çalışmasını sınırlandırdığı

dolayısıyla özellikle klimakterik meyvelerde olgunlaştırmayı geciktirdiği ortaya konulmuştur (Tayal ve ark., 2021). Kivi, muz, domates ve elma gibi klimakterik meyvelerde, H_2S olgunlaşmayı geciktirebilmiştir (Gao ve ark., 2013; Zheng ve ark., 2016; Ge ve ark., 2017; Yao ve ark., 2018; Hu ve ark., 2019). H_2S ayrıca brokoli sebzesinde de yaşlanmayı yavaşlatabilmiştir (Li ve ark., 2014).

Liu ve ark. (2020)'nın domates bitkisinde yaptıkları çalışmada H_2S'ün etilen sentezinde görev alan *ACS6, ACO1, ACO4, EFT1* ve *ETR4* genlerin biyosentesini sınırlandırarak, yaprak sap dökülmesini engelleyebilmiştir. Bu da etilene bağlı senesens olaylarının dıştan H_2S uygulaması ile yavaşlatılabileceği anlamına gelmektedir. Ancak H_2S'ün etilenin etki mekanizmasına olan rolü henüz net bir şekilde ortaya konulamamıştır. Yine de 2020 yılında yapılan bir çalışmada çekirdekte bulunan ve H_2S biyonsetentezinde görev alan *SILCD1* adlı bir genin VIGS ve CRISP/Cas9 tekniği ile bastırılması sonucunda domates meyvesinde olgunlaşmanın geciktirildiği rapor edilmiştir (Hu ve ark., 2020).

4. H_2S'ün Diğer Hormonlar ile Olan İlişkisi

Meyve gelişmesi ve olgunlaşmasında direk ya da dolaylı olarak etilenin yanı sıra diğer hormonların da rolü vardır. Absisik asit (ABA) meyve olgunlaşmasını geciktirici etkisi ile bilinen bir hormondur. Yapılan çalışmalarda ABA'in H_2S sentezini direk ve dolaylı olarak etkilediği ortaya konulmuş fakat H_2S'ün ABA sentezi üzerine etkisi henüz netlik kazanmamıştır (Chen ve ark., 2020; Shen ve ark., 2020). Oksin özellikle

meyve tutumunda direk etkili olan bir hormondur. Yapılan çalışmalarda H_2S'ün oksin hormonuna bağlı olan bir takım fizyolojik olayları (tohum çimlenmesi, yaprak genişlemesi, yan kök oluşumu ve çiçeklenme gibi) etkilediği bulunmuştur (Achard ve Genschik, 2009; Xie ve ark., 2014). Ayrıca H_2S'ün patojen enfeksiyonunda oksin siynal genlerini ters yönde düzenlediği de rapor edilmiştir (Achard and Genschik, 2009). Sitokinin, brasinosteroid ve jasmonik asit ile alakalı çalışmalar oldukça sınırlı kalmıştır. Chen ve ark. (2020) NaHS'in sitokinin sentezinde görev alan bazı genlerin etkisini bastırdığını rapor etmiştir. Aktif bir brasinosteroid olan 2,4-epibrassinolid (EBR) *Arabidopsis* bitkisinde LCD ve DSC enzim aktivitelerini tetikleyerek H_2S sentezinde etkili olduğu bulunmuştur (Ma ve ark., 2021). Jasmonik asidin H_2S biyosentezini, *LCD* geninin expresyonunu etkilemek süreti ile artırabildiği de rapor edilmiştir (Deng ve ark., 2020).

5. H_2S'ün Hasat Sonu Fizyolojisi Açısından Önemi

Hasat sonrası meyve ve sebze kalitesi üzerine yapılan çalışmalarda renk, raf ömrü, üşüme zararı, solunum ve etilen üretim miktarı ve meyve eti sertliği gibi kriterlerinin H_2S'den etkilendiği bulunmuştur (Fu ve ark., 2013; Hu ve ark., 2014b; Sun ve ark., 2015; Ni ve ark., 2016; Zheng ve ark., 2016; Yao ve ark., 2018, 2020).

Hasat sonu kayıpların temelini oluşturan meyve ve sebzelerdeki çürüme, genel olarak aşırı olgunlaşma, uygun olmayan taşıma ve depolama ve patojen istilası neticesiyle ortaya çıkmakta olup, H_2S bu üç olayı pozitif yönde etkileyebilmektedir (Liu ve Pei, 2021). Hasat

sonu çalışmalarda H_2S'ün genellik reaktif oksijen türleri (ROS) ve etilen ile olan ilişkileri hedef alınmıştır. H_2S'ün bir sinyal molekülü niteliğinde olması, araştırmacıları redoks (indirgenme-yükseltgenme) dengesi ilgili çalışmalara yöneltmiştir. Örneğin kivi, armut ve çilek meyvesinde lipoksigenaz (LOX) enzim genleri H_2S tarafından negatif yönde etkilenirken (Gao ve ark., 2013; Hu ve ark., 2012; 2014b; Tang ve ark., 2014) elma, muz ve domateste fenilalanin amunyum liyaz (PAL) ve polifenol oksidaz (PPO) aktivetitesi H_2S tarafında engellenmiştir (Luo ve ark., 2015; Yao ve ark., 2018). Bu etkiler H_2S'ün antioksidant savunma sistemini güçlendirdiğini dolaysıyla depolanmış meyve ve sebzenin abiyotik ve biyotik streslere daha mukavemetli durabileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca H_2S, muz meyvesinde ATPaz, sitokinin C oksidaz ve süksinit dehidrogenez gibi mitokondria bulunan enzimlerin aktivitelerini azaltarak solunum üretim miktarını düşürebilmiştir (Li ve ark., 2016).

Kivi ve muz meyvelerinde H_2S, klorofil parçalanmasını ve karotenoid sentezini geciktirerek bu meyvelerdeki renk kayıplarını yavaşlatabilmiştir (Hu ve ark., 2014a). *Aspergillus niger* ve *Penicillium expansum* gibi iki önemli hastalık etmeninin gelişimi depolanmış elma, kivi, portakal, mandarin ve domates meyvelerinde H_2S tarafından engellenmiştir (Fu ve ark., 2014; Hu ve ark., 2014a). H_2S'ün ayrıca şeker içeriği ve çözünebilir protein oranını gibi kalite kriterlerini elma, greyfurt, kivi, çilek ve dut gibi meyvelerde artırdığı rapor edilmiştir (Gao ve ark., 2013; Hu ve ark., 2012, 2014a; Ni ve ark., 2016; Zheng ve ark., 2016).

Domates, çilek ve dut meyvelerinde H_2S poligalakturonaz (PAL), pektin metil esteraz ve endo-1,4-glukonaz gibi hücre duvarı yapısında ektili olan enzimlerin traskripsiyon seviyesin düşürerek, sertlik kayıplarını azaltabilmiştir (Hu ve ark., 2012; Chang ve ark., 2014; Hu ve ark., 2014a). H_2S, domates ve elma meyvelerinde *ACS* ve *ACO* enzim genlerinin exprasyonunu düşürerek, etilen sentezini geriletmiş ve dolasıyla raf ömrünü uzatabilmiştir (Zheng ve ark., 2016; Hu ve ark., 2019).

Yapılan çalışmalar H_2S'ün üşüme zararlarını da azaltabildiğini ortaya koymuştur. Muz meyvesinde H_2S antioksidan enzim kapasitesini, prolin içeriğini ve metabolik enzim aktive değerlerini artırarak üşüme zararını hafifletebilmiştir (Lu ve ark. 2015; Liv ve ark., 2016). H_2S alıç meyvesinde de üşüme zararını hafifletebilmiş ve bunu PAL aktivite değerini yükselterek gerçekleştirmiştir (Siboza ve ark., 2014; Aghdam ve ark., 2018).

6. Sonuç

Yapılan çalışmalar H_2S'ün direk ve dolaylı olarak meyve gelişmesi ve olgunlaşması esnasında meyve kalitesine etkide bulunabileceğini ortaya çıkarmış fakat moleküler ve fizyolojik mekanizma henüz net olarak açıklanamamıştır. Etilen ve H_2S arasında zıt yönlü bir ilişki vardır bu da özellikle klimakterik meyvelerde etilene bağlı olgunlaşmanın dışardan H_2S ile geciktirilebileceği ve dolaysıyla H_2S uygulaması ile daha uzun bir raf veya depo ömrü elde edilebileceği anlamına gelmektedir. H_2S gerek tek başına gerek NO ile birlikte

hareket ederek hücrenin redoks durumunu ve enerji motabolizmasını dengeleyerek biotik ve abiyotik streslere karşı bir antikoksidadif savunma sağlayabilmektedir. H_2S'ün diğer hormon ve sinyal maddeleri ile olan ilişkisi de henüz net bir şekilde açıklığa kavuşturulamamıştır bu yüzden bu alanda araştırmalara ihtiyaç vardır.

7. Kaynaklar

Abe, K., Kimura, H. (1996). The possible role of hydrogen sulfide as an endogenous neuromodulator. *Journal of Neuroscience*, 16(3): 1066-1071.

Achard, P., Genschik, P. (2009). Releasing the brakes of plant growth: how GAs shutdown DELLA proteins. *Journal of Experimental Botany*, 60(4): 1085-1092.

Aghdam, M.S., Mahmoudi, R., Razavi, F., Rabiei, V., Soleimani, A. (2018). Hydrogen sulfide treatment confers chilling tolerance in hawthorn fruit during cold storage by triggering endogenous H_2S accumulation, enhancing antioxidant enzymes activity and promoting phenols accumulation. Scientia Horticulturae,

Alvarez, C., Ángeles Bermúdez, M., Romero, L.C., Gotor, C., García, I. (2012). Cysteine homeostasis plays an essential role in plant immunity. *New Phytologist*, 193: 165–177

Alvarez, C., Calo, L., Romero, L.C., Garcia, I., Gotor, C. (2010). An O-acetylserine (thiol) lyase homolog with L-cysteine desulfhydrase activity regulates cysteine homeostasis in Arabidopsis. *Plant Physiology*, 152(2): 656-669.

Aroca, A., Benito, J.M., Gotor, C., Romero, L.C. (2017). Persulfidation proteome reveals the regulation of protein function by hydrogen sulfide in diverse biological processes in Arabidopsis. *Journal of Experimental Botany*, 68(17): 4915-4927.

Baudouin, E., Poilevey, A., Hewage, N.I., Cochet, F., Puyaubert, J., Bailly, C. (2016). The significance of hydrogen sulfide for Arabidopsis seed germination. *Frontiers in Plant Science*, 7: 930.

Chang, Z., Jingying, S., Liqin, Z., Changle, L., Qingguo, W. (2014). Cooperative effects of hydrogen sulfide and nitric oxide on delaying softening and decay of strawberry. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 7(6): 114-122.

Chen, J., Wu, F.H., Wang, W.H., Zheng, C.J., Lin, G.H., Dong, X.J., He, J.X., Pei, Z.M., Zheng, H.L. (2011). Hydrogen sulphide enhances photosynthesis

through promoting chloroplast biogenesis, photosynthetic enzyme expression, and thiol redox modification in Spinacia oleracea seedlings. *Journal of experimental botany*, 62(13): 4481-4493.

Chen, J., Zhang, N.N., Pan, Q., Lin, X.Y., Shangguan, Z., Zhang, J.H., Wei, G.H. (2020). Hydrogen sulphide alleviates iron deficiency by promoting iron availability and plant hormone levels in Glycine max seedlings. *BMC plant Biology*, 20(1): 1-22.

Corpas, F.J. (2019). Hydrogen sulfide: a new warrior against abiotic stress. *Trends in Plant Science*, 24(11): 983-988.

Corpas, F.J., Palma, J.M. (2020). H_2S signaling in plants and applications in agriculture. *Journal of Advanced Research*, 24: 131-137.

Deng, G., Zhou, L., Wang, Y., Zhang, G., Chen, X. (2020). Hydrogen sulfide acts downstream of jasmonic acid to inhibit stomatal development in Arabidopsis. *Planta*, 251(2): 1-13.

Fu, L.H., Hu, K.D., Hu, L.Y., Li, Y.H., Hu, L.B., Yan, H., Liu, Y.S., Zhang, H. (2014). An antifungal role of hydrogen sulfide on the postharvest pathogens Aspergillus niger and Penicillium italicum. *PLoS One*, 9(8): e104206.

Fu, P., Wang, W., Hou, L., Liu, X. (2013). Hydrogen sulfide is involved in the chilling stress response in Vitis vinifera L. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 82(4).

Gao, S.P., Hu, K.D., Hu, L.Y., Li, Y.H., Han, Y., Wang, H.L., Lv, K., Liu, Y.S., Zhang, H. (2013). Hydrogen sulfide delays postharvest senescence and plays an antioxidative role in fresh-cut kiwifruit. *HortScience*, 48(11): 1385-1392.

Ge, Y., Hu, K.D., Wang, S.S., Hu, L. Y., Chen, X.Y., Li, Y.H., Yang, Y., Yang, F., Zhang, H. (2017). Hydrogen sulfide alleviates postharvest ripening and senescence of banana by antagonizing the effect of ethylene. *PLoS One*: 12(6), e0180113.

Gotor, C., Laureano-Marín, A.M., Moreno, I., Aroca, Á., García, I., Romero, L.C. (2015). Signaling in the plant cytosol: cysteine or sulfide? *Amino Acids*: 47(10), 2155-2164.

Hu, H., Shen, W., Li, P. (2014a). Effects of hydrogen sulphide on quality and antioxidant capacity of mulberry fruit. International *Journal of Food Science Technology*, 49(2): 399-409.

Hu, K.D., Wang, Q., Hu, L.Y., Gao, S.P., Wu, J., Li, Y.H., Zheng, J.-L., Liu, Y.-S., Zhang, H. (2014b). Hydrogen sulfide prolongs postharvest storage of fresh-cut pears (Pyrus pyrifolia) by alleviation of oxidative damage and inhibition of fungal growth. *PloS one*, 9(1): e85524.

Hu, K.D., Zhang, X.Y., Wang, S.S., Tang, J., Yang, F., Huang, Z.Q., Deng, J.Y., Liu, S.Y., Zhao, S.J., Hu, L.Y., Yao, G.F., Zhang, H. (2019). Hydrogen sulfide inhibits fruit softening by regulating ethylene synthesis and signaling pathway in tomato (Solanum lycopersicum). *HortScience*, 54(10): 1824-1830.

Hu, K.D., Zhang, X.Y., Yao, G.F., Rong, Y.L., Ding, C., Tang, J., Yang, F., Huang, Z.Q., Xu, Z.M., Chen, X.Y., Li, Y.H., Hu., L.Y., Zhang, H. (2020). A nuclear-localized cysteine desulfhydrase plays a role in fruit ripening in tomato. *Horticulture Research*, 7.

Hu, L.Y., Hu, S.L., Wu, J., Li, Y.H., Zheng, J.L., Wei, Z.J., Liu, J., Wang, H.L., Liu, Y. S., Zhang, H. (2012). Hydrogen sulfide prolongs postharvest shelf life of strawberry and plays an antioxidative role in fruits. Journal of Agricultural And Food Chemistry, 60(35): 8684-8693.

Li, D., Limwachiranon, J., Li, L., Du, R., Luo, Z. (2016). Involvement of energy metabolism to chilling tolerance induced by hydrogen sulfide in cold-stored banana fruit. *Food Chemistry*, 208: 272-278.

Li, D., Pei, Y. (2021). The secret of H_2S to keep plants young and fresh and its products. *Plant Biology*.

Li, S.P., Hu, K.D., Hu, L.Y., Li, Y.H., Jiang, A.M., Xiao, F., Hna, Y., Liu, Y.S., Zhang, H. (2014). Hydrogen sulfide alleviates postharvest senescence of broccoli by modulating antioxidant defense and senescence-related gene expression. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(5): 1119-1129.

Li, Z. G. (2015). Analysis of some enzymes activities of hydrogen sulfide metabolism in plants. In Methods in enzymology (Vol. 555, pp. 253-269). Academic Press.

Liu, D., Li, J., Li, Z., Pei, Y. (2020). Hydrogen sulfide inhibits ethylene-induced petiole abscission in tomato (Solanum lycopersicum L.). *Horticulture Research*, 7.

Liu, H., Xue, S. (2021). Interplay between hydrogen sulfide and other signaling molecules in the regulation of guard cell signaling and abiotic/biotic stress response. *Plant Communications*, 2(3): 100179.

Luo, Z., Li, D., Du, R., Mou, W. (2015). Hydrogen sulfide alleviates chilling injury of banana fruit by enhanced antioxidant system and proline content. Scientia *Horticulturae*, 183: 144-151.

Ma, X., Zhang, L., Pei, Z., Zhang, L., Liu, Z., Liu, D., Hao, X., Jin, Z., Pei, Y. (2021). Hydrogen sulfide promotes flowering in heading Chinese cabbage by S-sulfhydration of BraFLCs. *Horticulture Research*, 8.

Mishra, V., Singh, P., Tripathi, D.K., Corpas, F.J., Singh, V.P. (2021). Nitric oxide and hydrogen sulfide: An indispensable combination for plant functioning. *Trends in Plant Science*, 26(12): 1270-1285.

Mukherjee, S. (2019). Insights into nitric oxide–melatonin crosstalk and N-nitrosomelatonin functioning in plants. *Journal of Experimental Botany*, 70(21): 6035-6047.

Ni, Z.J., Hu, K.D., Song, C.B., Ma, R.H., Li, Z.R., Zheng, J.L., Fu, L.H., Wei, Z.J., Zhang, H. (2016). Hydrogen sulfide alleviates postharvest senescence of grape by modulating the antioxidant defenses. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016.

Romero, L.C., Aroca, M.Á., Laureano-Marín, A.M., Moreno, I., García, I., Gotor, C. (2014). Cysteine and cysteine-related signaling pathways in Arabidopsis thaliana. *Molecular Plant*, 7(2): 264-276.

Scuffi, D., Álvarez, C., Laspina, N., Gotor, C., Lamattina, L., García-Mata, C. (2014). Hydrogen sulfide generated by L-cysteine desulfhydrase acts upstream of nitric oxide to modulate abscisic acid-dependent stomatal closure. *Plant Physiology*, 166(4): 2065-2076.

Shen, J., Zhang, J., Zhou, M., Zhou, H., Cui, B., Gotor, C., Romero, L.C., Fu, L., Yang, J., Foyer, C.H., Pan, Q., Shen, W., Xie, Y. (2020). Persulfidation-based

modification of cysteine desulfhydrase and the NADPH oxidase RBOHD controls guard cell abscisic acid signaling. *The Plant Cell*, 32(4): 1000-1017.

Siboza, X.I., Bertling, I., Odindo, A.O. (2014). Salicylic acid and methyl jasmonate improve chilling tolerance in cold-stored lemon fruit (Citrus limon). *Journal of Plant Physiology*, 171(18): 1722-1731.

Sun, Y., Zhang, W., Zeng, T., Nie, Q., Zhang, F., Zhu, L. (2015). Hydrogen sulfide inhibits enzymatic browning of fresh-cut lotus root slices by regulating phenolic metabolism. *Food Chemistry*, 177: 376-381.

Takahashi, H., Kopriva, S., Giordano, M., Saito, K., Hell, R. (2011). Sulfur assimilation in photosynthetic organisms: molecular functions and regulations of transporters and assimilatory enzymes. *Annual Review of Plant Biology*, 62: 157-184.

Tang, J., Hu, K.D., Hu, L.Y., Li, Y.H., Liu, Y.S., Zhang, H. (2014). Hydrogen sulfide acts as a fungicide to alleviate senescence and decay in fresh-cut sweetpotato. *HortScience*, 49(7): 938-943.

Tayal, R., Kumar, V., Irfan, M. (2021). Harnessing the power of hydrogen sulphide (H_2S) for improving fruit quality traits. *Plant Biology*.

Xie, Y., Zhang, C., Lai, D., Sun, Y., Samma, M.K., Zhang, J., Shen, W. (2014). Hydrogen sulfide delays GA-triggered programmed cell death in wheat aleurone layers by the modulation of glutathione homeostasis and heme oxygenase-1 expression. *Journal of Plant Physiology*, 171(2): 53-62.

Yao, G.F., Li, C., Sun, K.K., Tang, J., Huang, Z.Q., Yang, F., Huang, G.G., Hu, L. Y., Jin, P., Hu, K., Di, Z.H. Zhang, H. (2020). Hydrogen sulfide maintained the good appearance and nutrition in post-harvest tomato fruits by antagonizing the effect of ethylene. *Frontiers in Plant Science*, 11: 584.

Yao, G.F., Wei, Z.Z., Li, T.T., Tang, J., Huang, Z.Q., Yang, F., Li, Y.H., Han, Z., Hu, F., Hu, K., Di, Z.H. (2018). Modulation of enhanced antioxidant activity by hydrogen sulfide antagonization of ethylene in tomato fruit ripening. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66(40): 10380-10387.

Zhang, J., Zhou, M., Zhou, H., Zhao, D., Gotor, C., Romero, L.C., Shen, J., Ge, Z., Zhang, Z., Shen, W., Yuan, X. (2021). Hydrogen sulfide, a signaling molecule in plant stress responses. *Journal of Integrative Plant Biology*, 63(1): 146-160.

Zhao, W., Zhang, J., Lu, Y., Wang, R. (2001). The vasorelaxant effect of H_2S as a novel endogenous gaseous KATP channel opener. *The EMBO journal*, 20(21): 6008-6016.

Zheng, J.L., Hu, L.Y., Hu, K.D., Wu, J., Yang, F., Zhang, H. (2016). Hydrogen sulfide alleviates senescence of fresh-cut apple by regulating antioxidant defense system and senescence-related gene expression. *HortScience*, 51(2): 152-158.

BÖLÜM 16

HASAT SONRASI MEYVE VE SEBZELERDE MEYDANA GELEN BAZI FİZYOLOJİK BOZULMALAR VE ÖNLEME YÖNTEMLERİ

Doç. Dr. Şeyda ÇAVUŞOĞLU[1]
Öğr. Gör. Fırat İŞLEK[2*]

[1]Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü scavusoglu@yyu.edu.tr, ORCID NO: 0000-0001-8797-6687
[2]Muş Alparslan Üniversitesi, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü f.islek@alparslan.edu.tr, ORCID NO: 0000-0003-3157-3680
[*]Sorumlu Yazar: f.islek@alparslan.edu.tr

1. Giriş

Meyve ve sebzelerde, hasat sonrası fizyolojik ve patojenik nedenli bozulmalar ciddi ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Hasat sonrası meydana gelen ürün kayıpları, ürünün çeşit ve türüne bağlı olarak değişmekle birlikte gelişmiş ülkelerde %10-20 arasında, gelişmekte olan ülkelerde ise %50-70 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca fizyolojik ve patojenik nedenli bozulmalar ürün raf ömründe ve kalitesinde azalmaya neden olmaktadır.

Meyve ve sebzelerde hasat öncesi yetiştirilme koşullarına ve hasadına bağlı olarak oluşan ürün kalitesi, hasat sonrası uygulamalarla artmamakta mevcut kaliteyi korumak amacıyla uygulamalar yapılmaktadır (Kaynaş, 2017).

Meyve ve sebzeler hasat edildiği döneme kadar topraktaki su ve besin maddelerinden faydalanırlar. Dahası bu süreçte mikroorganizmalara karşı direnç gösterirler. Hasat sonrası meyve ve sebzeler kalitelerini ve mikroorganizmalara karşı dirençlerini kaybederler. Hasat sonrası meydana gelen kayıplar fizyolojik ve patojenik nedenli bozulmalar olmak üzere ikiye ayrılır. Fizyolojik nedenli bozulmalar, hasat öncesi dönemde iklim koşulları ve bitki besleme durumu ile hasat sonrası depolama faktörlerinin (sıcaklık, oransal nem, atmosfer bileşimi vb.) uygun olmamasından kaynaklanan stres nedenli bozulmalardır. Patojenik nedenli bozulmalar ise hasat öncesi ya da hasat sonrası patojen kaynaklı etmenlerin aktif hale geçerek ürünleri çürütmesi ile

sonuçlanan bozulmalardır. (Kaynaş, 2017; Karaçalı, 2012; Kader, 2002; Kaynaş ve Özelkök, 1990)

Hasat sonrası sebzelerde meydana gelen kayıplar meyvelere kıyasla daha yüksek olmaktadır. Ürünler tür ve çeşidine göre kayıp oranlarının farklı olması, metabolik hızına ve fizyolojik gelişmesine göre değişmektedir. Hasat sonrası ürünlerin metabolik hızını yavaşlatmaya yönelik uygulamalar fizyolojik ve patojenik etmenli bozulmaları azaltmaktadır (Karaçalı, 2012; Coursey, 1983).

Hasat sonrası bozulmaları engellemek amacıyla fungisitler uzun yıllar boyunca kullanıldı. Ancak fungisitlerin insan sağlığına ve çevreye verdiği zararlar neticesinde birçok ülke tarafından kullanımı yasaklandı veya sınırlandırıldı. Ayrıca patojenlerin fungisitlere karşı zamanla direnç kazanması fungisitlerin etkinliğini azaltmıştır. Dolayısıyla meyve ve sebzelerde hasat sonrası kayıpları engellemek ve kaliteyi korumak amacıyla çevre dostu yöntemlere ihtiyaç gün geçtikçe artmaktadır.

2. Fizyolojik Bozulmalar ve Önleme Yöntemleri

Meyve ve sebzelerde, hasat öncesi yetişme koşulları veya hasat sonrası depolama koşullarına bağlı olarak patojen kaynaklı olmayan ürünün şeklinde veya aromasında meydana gelen bozulmalar fizyolojik bozulma olarak tanımlanmaktadır. Meydana gelen bu bozulmalara ürün ve kalite kaybına neden olmaktadır.

2.1. Yaşlanma (Bayatlama)

Hasat sonrası canlılığını devam ettiren meyve ve sebzeler, solunum aktivitesiyle orantılı olarak kalitesini kaybeder ve bozulma meydana gelir. Yaşlanma olarak tanımlanan bu bozulma ürünün tür ve çeşidine göre farklı şekilde görülür (Tablo 1). Meyve ve sebzelerde meydana gelen yaşlanma, ürünün hasat zamanının doğru tayin edilmesi, uygun depolama koşullarında muhafazası ve solunumu yavaşlatacak uygulamalar ile ürünün yaşlanması geciktirilebilir ve kalite daha uzun süre muhafaza edilebilir.

Tablo 1. Sebze ve meyve türlerinde yaşlanma belirtileri

Ürünler	Belirtileri
Yaprağı Yenen Sebzeler	Yapraklarda bölgesel ve bütün halinde sararma ve kurumalar
Yumrusu Tüketilen ve Baklagil Sebzeler	Turgorite kaybı, kabukta buruşma, yumrularda iç boşalması, süngerimsi görünüm(kartlaşma)
Çiçek ve Çiçek Tablası Yenen Sebzeler	Buruşma, renk açılması, çiçek ve braktelerde sıkılığın kaybolması (gevşeme)
Meyveler	Kabukta öze kadar meyve etinde kahverengileşme, meyve etinde yumuşama, dokularda süngerimsi yapı, pektinlerde değişim, kalsiyumun yapıdan ayrılması ile kepekleşme, alkol ve asetaldehit oluşumu, kirazda sap kuruması, benekleşme, çökme

(Kaynaş, 2017).

Polifenoloksidaz aktivitesi ile fenolik bileşiklerin enzimatik oksidasyonu kararmaya neden olan başlıca etmenlerdendir. Hasat öncesi ve sonrası sebzelere sitokinin uygulaması polifenoloksidaz aktivitesini ve fenolik bileşik kaybını azaltıp, yaşlanma ve kararma üzerine olumlu etkisi olmaktadır (Çavuşoğlu ve Gökçenay, 2018; Çavuşoğlu ve Halloran, 2020a). Hasat sonrası meyvelere uygulanan UV-C + sıcak su uygulamaları ile ürün kalitesi korunabilmektedir (Çavuşoğlu, 2018).

2.2. Çatlama

Hasat öncesi aşırı sulama, bitki beslemedeki düzensizlikler, güneş yanıklığı, hasadın geciktirilmesi ve hasat dönemine yakın yağışlar nedeniyle meyve iç basıncı artarak kabukta çatlamaya neden olmaktadır (Şekil 1). Ayrıca hasat sonrası yüksek oransal nemde depolama ve uygulamalar da meyve kabuğunda çatlamaya neden olmaktadır. Meyve yüzeyinde meydana gelen çatlamalar ürünün kalitesini ve pazar değerini düşürdüğü gibi patojen girişini kolaylaştırmaktadır. Çatlamaya dayanıklı çeşit kullanımı, erkenci çeşit kullanımı, kalsiyum uygulaması, hasat zamanının doğru tayin edilmesi, aşırı sulamadan kaçınmak, uygun oransal nemde depolamak meyvelerde çatlamaya karşı alınacak önlemler arasındadır.

Şekil 1. Domateste çatlama (Anonim, 2020).

2.3. Sürme (Filizlenme)

Hasat sonrası ürünlerin büyüme noktalarından yeni sürgün ve yaprak oluşması filizlenme olarak adlandırılır. Genellikle toprak altı organlarda (patates, soğan, havuç vb.) görülmektedir (Şekil 2). Filizlenme olayı gerçekleştiğinde ürünün depo besin maddelerini kullandığından kalite kayıplarına neden olmaktadır. Filizlenmeyi önlemek ve ürünlerde dinlenmenin devamını sağlamak için ürünler ya düşük (0^oC) ya da yüksek sıcaklıklarda ($>25^oC$) depolanmalıdır. Maleik hidrazit, CIPC, fazor gibi büyümeyi düzenleyiciler filizlenmeyi önlemek amacıyla kullanılabilir (Kaynaş, 2017).

Fakat CIPC gibi kimyasalların kullanımı gıda ve çevre güvenliğini tehdit ettiğinden kullanımı sınırlandırılmıştır. Dolayısıyla depo sıcaklığının düşük tutularak solunum hızının azaltılması, depoda hava akışının

sağlanması ve hasadın, taşıma, istiflemenin ürün zarar görmeyecek şekilde yapılması, zarar gören ürünlerin ayıklanması, uygun paketlemenin yapılması filizlenmeyi engelleyebilmektedir.

Şekil 2. Patateste filizlenme (Anonim, 2021).

2.4. Yaşillenme

Soğan ve patatesin hasat sonrası depoda yapay ışığa maruz kalması sonucu meydana gelmektedir (Şekil 3). Soğanda renk bozukluğu olarak görünürken, patateste solanin oluşuna neden olup hem renk hem de tat bozukluğuna neden olmaktadır. Depolamanın karanlıkta yapılması yeşillenmeyi engellemektedir.

Şekil 3. Patateste yeşillenme

3. Üşüme zararı

Meyve ve sebzelerde donma noktası üzerindeki düşük sıcaklıklarda ortaya çıkan bozulma şeklidir. Üründe donma olayı fiziksel olarak gerçekleşmemiş olup üşüme söz konusu olup hücre membran yapısının bozulması olayıdır. Böylelikle hücrenin seçici geçirgenliği bozulmakta, enzim aktivitesi sınırlanmakta ve sonuçta hücre ölümleri gerçekleşerek ürün kalitesi bozulmaktadır. Üşüme zararı armut, ayva ve elmada meyve etinde kararma olarak görülürken erik, şeftali ve nektarinde meyve etinde pamuklaşma olarak görülmektedir (Kaynaş, 2017).

Düşük sıcaklığa maruz kalan ürünlerde sıcaklık artmadığı sürece belirtiler ortaya çıkmayabilir. Üşüme zararı, genellikle depolama sonunda veya pazara taşınma aşamasında etkisini göstermektedir. Ürünler bozulmalara karşı oldukça hassas olmaktadır (Çalhan ve Koyuncu, 2016).

Üşüme zararının engellenmesi amacıyla ürünün uygun depolama sıcaklığında depolanması ve bu depolama sıcaklığına kademeli olarak ulaşılması gerekmektedir. Ürünler zamanında hasat edilmeli. Hasat sonrası kaplama uygulamaları ve kalsiyum uygulamaları su kaybını engellediği ve hücre membran yapısını koruduğu için düşük sıcaklığa dayanımı artırmaktadır (Karaçalı, 2012; Şen ve ark., 2008; Kader, 2002; Wills ve ark., 1981). Ayrıca vişneye hasat sonrası uygulanan MeJA uygulaması meyvelerde antioksidan aktivitesi artırarak depolama süresini uzatmaktadır (Çavuşoğlu ve ark., 2021).

4. Yumuşak iç bozukluğu

Meyvelerde düşük sıcaklığın neden olduğu bir zarar şeklidir. Zararlanma kabukta görülmeyip meyve etinde kahverengileşme şeklinde olmaktadır. Hasat işleminin geciktirilmesi, depolama süresinin normal daha uzatılması ve depolama sıcaklığına ürünün hızlıca düşürülmesi zararlanma oranını artırmaktadır. Meyve etindeki kahverengileşme kabuk altındaki dokuları öze kadar halka şeklinde ilerler. Fermantasyon ve alkolleşme nedeniyle bozulmuş dokular yeme kalitesinde değildir. Henüz kahverengileşmemiş, sağlam görülen dokularda kepeklenme görülür (Kaynaş, 2017).

Yumuşak iç bozukluğuna karşı alınacak önlemler arasında derimin zamanında yapılması, gecikmiş derimlerde ve yağışlı geçen dönemlerde depolama sıcaklığı elmalarda 2° C, armut ve ayvalarda 3-4°C'ye yükseltilmeli. Sert çekirdekli meyvelerde sıcak-soğuk uygulamaları yapılmalı. Depolama süresi gereğinden fazla uzatılmamalıdır (Karaçalı,

2012; Şen ve ark., 2008; Kader, 2002; Kaynaş ve Özelkök, 1990). Taze kayısılara hasat sonrası uygulanan MeJA + lavanta yağı (Çavuşoğlu ve ark., 2020), karnabahara hasat öncesi ve sonrası sitokinin uygulaması ile ürün kalitesini korunup ve depolama süresi uzatılabilir (Çavuşoğlu ve Halloran, 2020b).

6. Kabuk yanıklığı

Meyvelerin depolanması döneminde oluşan ve meyve üretim artışını sınırlayan fizyolojik bir bozukluktur (Visai ve ark., 1997; Ingle, 2001). Meyve tarafından üretilen uçucu organik bileşikler doku ve hücrelerin ölmesine neden olmaktadır (Ingle, 2001). Erken hasadı yapılan bazı meyvelerde yüzeysel kabuk yanıklığı meydana gelmekte olup çok ciddi ürün kayıpları ile sonuçlanmaktadır (Erkan ve Pekmezci, 2004). Dinamik kontrollü atmosferde ve kontrollü atmosferde depolama kabuk yanıklığına karşı etkili olduğu fakat normal atmosfer depolamada ürünler kolayca zararlanmaktadır (Yıldız, 2007). Ön soğutmanın uygulanmaması, ürünün depoya zamanında alınmaması, erken hasat kabuk yanıklığına neden olan başlıca etmenlerdir.

Bozulma hipodermis ve epidermis hücrelerde olmaktadır. Meyve eti sağlam olup meyve yüzeyinde kahverengi lekeler halinde meyve görüntüsünü bozmaktadır (Snowdon, 1990). Zararlanmanın şiddeti artıkça meyve yüzeyinde çöküntüler oluşmakta ve meyvede alkolleşme olmaktadır. Oluşan bu kararmalar kabuk altında biriken a-fernasen isimli aromatik maddenin O_2 ile temasa geçerek oksidadif kararmaya neden

olması sonucu oluşur. Etilen salınımı ile yüzeyde yanıklıklar meydana gelmektedir. (Lurie ve ark., 2005).

Şekil 4. Elmada kabuk yanıklığı (Çalhan, 2014).

7. Acı benek

Özellikle yumuşak çekirdekli meyvelerde kalsiyum eksikliğinden kaynaklı yaygın olarak görülen bir fizyolojik bozukluktur. Besin elementleri bitki savunma mekanizması üzerindeki etkisi ve enzim aktivitesini teşvik etmesi yönünden meyve verimi ve kalitesini etkilemektedir.

Bu besin elementlerinden olan kalsiyumun yetersizliği durumunda meyvede acı benek oluşmasına neden olmakta ve meyve kalitesini bozmaktadır (Perring ve Pearson, 1986). Acı benek bozukluğuna karşı meyvelere hasat sonrası kalsiyum uygulaması yapılmalı. Depo oransal neminin normalin biraz üstünde tutulması acı benek oranını düşürür

(Erdoğmuş ve ark., 2015; Karaçalı, 2012; Şen ve ark., 2008; Kader, 2002; Kaynaş ve Özelkök, 1990).

Şekil 5. Elmada acı benek (Çalhan, 2014).

8. Kaynaklar

Anonim, (2020). https://www.sorhocam.com/konu.asp?sid=3883&meyve-ve-sebzelerde-catlamalarin-engellenmesi-icin.html (Erişim Tarihi: 05.01.2022).

Anonim, (2021). https://www.gidahatti.com/filizlenmis-patates-yenir-mi-zehirli-mi-yesil-renk-alan-patates-yenir-mi-175041/ (Erişim Tarihi: 12.01.2022).

Coursey, D. G. (1983). Post harvest losses in perishable foods of the developing world. Post-harvest physiology and crop preservation. Springer, Boston, MA, 485-514.

Çalhan, Ö. (2014). Elmalarda Görülen Bazı Fizyolojik Bozukluklar. Meyvecilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü. Yayın No: 62.

Çalhan, Ö., & Koyuncu, M. A. (2016). Meyvelerde Derim Sonrası Dönemde Görülen Üşüme Zararı Üzerine Sıcaklık Koşullandırmalarının Etkileri. Ziraat Fakültesi Dergisi, 11(2), 120-133.

Çavuşoğlu, Ş. (2018). Effects of hot water and UV-C on mineral content changes in two strawberry cultivars stored at different temperatures. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 42(6), 423-432.

Çavuşoğlu, Ş., & Gökçenay, G. (2018). Farklı dozlarda uygulanan sitokininin beyaz şapkalı mantarın (Agaricus bisporus) muhafazası üzerine etkisi. Mantar dergisi, 9(1), 80-91.

Çavuşoğlu, Ş., İşlek, F., Yılmaz, N., & Tekin, O. (2020). Kayısıda (Prunus Armeniaca L.) metil jasmonate, sitokinin ve lavanta yağı uygulamalarının hasat sonrası fizyolojisi üzerine etkileri. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 30(1), 136-146.

Çavuşoğlu, Ş., & Halloran, N. (2020a). Hasat Öncesi Sitokinin Uygulamasının Karnabaharların (Brassica oleracea L. botrytis) Hasat Sonrası Solunum, Toplam Fenolik ve Polifenol Oksidaz Enzimi Üzerine Etkisi. Türkoğlu, N. & Cantürk, S. (Ed.), Ziraat ve Doğa Bilimleri Teori, Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler (IVPE), Bölüm 5, s. 77-96 Cetinje/Karadağ.

Çavuşoğlu, Ş., & Halloran, N. (2020b). Hasat Öncesi Sitokinin Uygulamasının Karnabaharların (Brassica oleracea L. botrytis) Hasat Sonrası Kalite Üzerine Etkisi. Türkoğlu, N. & Cantürk, S. (Ed.), Ziraat ve Doğa Bilimleri Teori,

Güncel Araştırmalar ve Yeni Eğilimler (IVPE), Bölüm 4, s. 53-76 Cetinje/Karadağ.

Çavuşoğlu, Ş., Yılmaz, N., İşlek, F., & Tekın, O. (2021). Effect of Methyl Jasmonate Treatments on Fruit Quality and Antioxidant Enzyme Activities of Sour Cherry (Prunus cerasus L.) During Cold Storage. Journal of Agricultural Sciences (Tarim Bilimleri Dergisi), 27(4), 460-468.

Erdoğmuş, A. Ö., Kaynaş, K., & Kaya, S. (2015). Kırmızı Biberde (Capsicum annuum L. cv. Kapya) Bazı Hasat Sonrası Uygulamaların Depolama Kalitesi Üzerine Etkileri. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(2), 45-53.

Ingle, M. (2001). Physiology and biochemistry of superficial scald of apples and pears. Horticultural Review, 27: 227-267.

Kader, A. A. (2002). Postharvest technology of horticultural crops (Vol. 3311). University of California Agriculture and Natural Resources.

Karaçalı, İ. (2012). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması (8. Baskı). Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın No:494.

Kaynaş, K. (2017). Derim Öncesi ve Sonrasında Meydana Gelen Kayıplar ve Önleme Yolları. (Ed.)Türk, R., Güneş, N. T., Erkan, M., Koyuncu, M. A. Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazara Hazırlanması. Somtad Yayınları Ders Kitabı No:1. Bölüm: 13

Kaynaş, K., & Özelkök, S. (1990). Postharvest losses and cold storage of different fruit and vegatables and their applicattion. Plant Group Training Pragramme in The Field of Fruit and Vegatable processing for LDC. Tübitak, Kocaeli.

Lurie, S., Lers, A., Shacham, Z., Sonego, L., Burd, S., & Whitaker, B. (2005). Expression of α-farnesene synthase AFS1 and 3-hydroxy-3-methylglutarylcoenzyme a reductase HMG2 and HMG3 in relation to _-farnesene and conjugated trienols in 'Granny Smith' apples heat or 1-MCP treated to prevent superficial scald. J. Am. Soc. Hort. Sci., 130:232–236

Perring, M. A., & Pearson, K. (1986). Incidence of bitter pit in relation to the calcium content of apples: Calcium distribution in the fruit. J. Sci. And Food in Agri. 37:709-718.

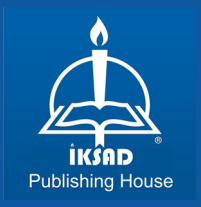
Snowdon, A. L. (1990). Acolor Atlas of Post-Harvest Diseases &Disorders of Fruits & Vegetables. Volume 1: General Introduction & Fruits. Wolfe Scientific Ltd, London

Şen, F., Karaçalı, İ., Irget, M. E., Elmacı, Ö. L., & Tepecik, M. (2008). Elma meyvelerinin kalsiyum beslenmesinin iyileştirilmesinde hasat sonrası kalsiyum ve bor uygulamasının etkileri. Bahçe Ürünlerinde IV. Muhafaza ve Pazarlama Semp, 60-67.

Visai, C., Vanoli, M. & Fadanelli, L. (1997). Influence of controlled atmosphere on quality and scald development of Red Delicious apples. Proceedings of the Seventh International Controlled Atmosphere Research Conference. University of California. Davis, CA, 1997. Vol.2 pp. 204-210.

Wills, R. B. H., Lee, T. H., Graham, D., McGlasson, W. B., & Hall, E. G. (1981). An Introduction to The Physiology and Handling of Fruit and Vegatables. The AVI Pub. Com. Inc. Westpost.

Yıldız, H. (2007). Granny Smith (Malus domestica Borkh) Elma Çeşidine Uygulanan Kalsiyumun Meyve Kalitesi ve Bazi Fizyolojik Bozulmalar Üzerine Etkisi (Doctoral dissertation, Bursa Uludag University (Turkey).



ISBN: 978-625-8405-87-3