

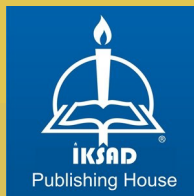


Armut Yetiştiriciliği

Editörler

Doç. Dr. Mustafa SAKALDAş

Ufuk Ali YILMAZ



ARMUT YETİŞTİRİCİLİĞİ

EDİTÖRLER

Doç. Dr. Mustafa Sakaldaş
Ufuk Ali Yılmaz

YAZARLAR

Prof. Dr. Neslihan Ekinci
Prof. Dr. Savaş Korkmaz
Prof. Dr. Murat Şeker
Doç. Dr. Ali Karanfil
Doç. Dr. Burak Polat
Doç. Dr. Engin Gür
Doç. Dr. Filiz Randa-Zelyüt
Doç. Dr. Mine Pakyürek
Doç. Dr. Mustafa Sakaldaş
Dr. Öğr. Üyesi Ali Kürşat Şahin
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali Gündoğdu
Dr. Öğr. Üyesi Sefa Polatöz
Dr. Arzu Gündüz
Dr. Erdinç Uysal
Dr. M. Emin Akçay
Dr. Özge Yıldız Bayram
Öğr. Gör. Neşe Yılmaz
Arş. Gör. Fatih Furkan Cankı
Arş. Gör. Mehmet Uludağ
Zir. Yük. Müh. Doktorant Sinan Özcan
Zir. Yük. Müh. Çağlar Kaya
Zir. Yük. Müh. Salih Gökkür
Zir. Yük. Müh. Sefer Demir
Ufuk Ali Yılmaz



Copyright © 2025 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or
transmitted in any form or by
any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical
methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of
brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses
permitted by copyright law. Institution of Economic Development and Social
Researches Publications®

(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)

TÜRKİYE TR: +90 342 606 06 75

USA: +1 631 685 0 853

E mail: iksadyayinevi@gmail.com

www.iksadyayinevi.com

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

Iksad Publications – 2025©

ISBN: 978-625-378-533-8

Cover Design: Mustafa SAKALDAŞ

December / 2025

Ankara / Türkiye

Size: 16x24cm

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	1
--------------------	----------

BÖLÜM I ARMUDUN KİMYASAL BİLEŞİMİ VE İNSAN SAĞLIĞI AÇISINDAN ÖNEMİ

Dr. Özge YILDIZ BAYRAM*	
Zir.Yük.Müh. Salih GÖKKÜR.....	3

BÖLÜM II ARMUT TÜRÜNÜN MORFOLOJİK VE BOTANİK ÖZELLİKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜNDOĞDU	32
--	----

BÖLÜM III ARMUT ISLAHI

Prof. Dr. Murat ŞEKER

Arş. Gör. Fatih Furkan CANKI	
Zir. Yük. Müh. Sefer DEMİR	
Arş. Gör. Mehmet ULUDAĞ	54

BÖLÜM IV ARMUT ANAÇLARI VE ÖZELLİKLERİ

Öğr. Gör. Dr. Neşe YILMAZ	72
---------------------------------	----

BÖLÜM V ARMUT ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Engin GÜR	
Zir. Yük. Müh. Sefer DEMİR.....	86

BÖLÜM VI ARMUT BAHÇE TESİSİ VE BUDAMASI

Dr. M. Emin AKÇAY	108
-------------------------	-----

BÖLÜM VII ARMUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FİDANCILIK UYGULAMALARI

Dr. Öğr. Üyesi Sefa POLATÖZ	126
-----------------------------------	-----

BÖLÜM VIII ARMUT MEYVESİNİN İKLİM İSTEKLERİ VE SULAMA İHTİYACI

Arzu Gündüz Dr.	139
----------------------	-----

**BÖLÜM IX ANADOLU’NUN GENETİK HAZİNELERİ: YEREL
ARMUT GENOTİPLERİNİN ÇEŞİTLİLİĞİ VE ISLAH
PROGRAMLARINA ENTEGRASYONU**

Zir. Yük. Müh. Çağlar KAYA

Prof. Dr. Murat ŞEKER..... 150

BÖLÜM X ARMUDUN GÜBRELENMESİ

Dr. Erdiñ UYSAL 171

BÖLÜM XI ARMUT HASTALIKLARI

Doç. Dr. Ali KARANFİL*

Doç. Dr. Filiz RANDA-ZELYÜT

Prof. Dr. Savaş KORKMAZ..... 218

BÖLÜM XII ARMUT ZARARLILARI VE MÜCADELESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali Kürşat ŞAHİN

Doç. Dr. Burak POLAT 260

BÖLÜM XIII ARMUT ÇEŞİTLERİNDE HASAT OLUMU

Prof. Dr. Neslihan EKİNCİ

Zir. Yük. Müh. Sefer DEMİR..... 292

**BÖLÜM XIV ‘DEVECİ’ ARMUT ÇEŞİDİNDE HASAT SONRASI 1-
METHYLCYCLOPROPENE UYGULAMALARININ DEPOLAMA
VE RAF ÖMRÜ SÜRESİNCE KALİTEYE OLAN ETKİLERİ**

Doç. Dr. Mustafa SAKALDAŞ

Ufuk Ali YILMAZ 305

BÖLÜM XV ARMUT ISLAHINDA DOKU KÜLTÜRÜNÜN ÖNEMİ

Doç. Dr. Mine PAKYÜREK

Zir. Yük. Müh. Doktorant Sinan ÖZCAN..... 323

ÖNSÖZ

Armut (*Pyrus communis* L.) çeşitleri yüksek vitamin içerikleri, mineral maddeler açısından son derecede zengin olmaları, sulu oluşları, farklı lezzet, doku, olgunlaşma zamanı ve aroma gibi önemli meyve kalite bileşenlerine sahip olması nedeniyle tüm ülkelerde sağlık dostu elit bir meyve olarak bilinir. Anavatanı Çin olan armutta yıllar içerisinde Avrupa grubu ve Asya grubu olarak iki farklı çeşitler grubu oluşmuştur. Tüm dünyada meyve üreticileri bakımından iyi gelir getiren meyve türlerinden biridir. Çin başta olmak üzere birçok ülkede üretim miktarları hızlı bir şekilde artış sergilemektedir. Türkiye’de de bu önemli meyve türünün yetiştiriciliğinde artış olmakta, daha önce yetiştiricilik kültürünün bulunmadığı yörelerde özellikle “Deveci” çeşidinde önemli artışlar izlenmektedir. Bazı yörelerimizde de coğrafi işaret tescilli gerçekleştirilmiş durumdadır. Bu durum ülkemiz açısından çok önemli bir kazanımdır.

Armudu da kapsayan *Pyrus* cinsinin genetik özellikleri incelendiğinde taç büyüklüğü, gelişme kuvveti ve sürgün yapısı, çiçek iriliği, soğuklama ihtiyacı, meyve iriliği, meyve şekli, meyve eti yapısı ve rengi, tat ve aroma başta olmak üzere meyve biyokimyasal özellikleri, meyve olgunlaşma zamanı, yola ve muhafazaya elverişlilik durumu ve sanayilik kullanıma uygunluk gibi çok sayıda karakter bakımından zengin bir çeşitliliğin olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanında; biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanım özellikleri de büyük önem taşımaktadır. Tüm bunların sonucu olarak elma ve şeftali- nektarinin aksine Dünya’da ve ülkemizde armut yetiştiriciliği belli bölgelerde yapılabilmektedir. Bu nedenle kazançlı bir türdür.

Günümüzde ABD, İtalya, İspanya ve Belçika başta olmak üzere birçok ülkede farklı armut çeşitlerine her geçen yıl artan bir ilgi mevcuttur. Gelecek yıllarda özellikle değişen iklim koşullarına adaptasyon kabiliyeti yüksek, modern terbiye sistemleri uygulanabilir, “Ateş yanıklığı” hastalığı ve “*Phythora*” zararlısına karşı dayanıklı çeşitlere gereksinim daha da artacaktır. Bunun yanında; anaç geliştirme çalışmaları da çok önemli bir alan olmaya devam edecektir.

Türkiye’de armut çeşit ve anaç geliştirme çalışmalarında öz kaynaklarımız bulunmaktadır. Bu kaynakların çok daha verimli bir şekilde kullanılması için yumuşak çekirdekli meyve türlerinde anaç ve çeşit geliştirme

ve ıslahı çalışmalarına öncelik verilmeli, bu alanda önemli diğer ülkelerle rekabet edebilir seviyede araştırmalara ağırlık verilmelidir. Bu kapsamda; yerli ve milli anaç-çeşit geliştirme çalışmaları hızlandırılmalıdır.

Armut Yetiştiriciliği adlı kitabımız alanında uzman akademisyen ve araştırmacılar tarafından yazılmış bilimsel bir eserdir. Kitabın hazırlanmasında emeği olan kıymetli yazarlarımıza teşekkürlerimizi sunar, eserin armut üreticilerine, Ziraat Fakültesi ve meslek yüksekokulu bitkisel üretim programları öğrencilerine ve armut ticareti-ihracatı ile uğraşan kuruluşlara faydalı olmasını dileriz.

Aralık 2025

EDİTÖR

Doç. Dr. Mustafa SAKALDAŞ

BÖLÜM I
ARMUDUN KİMYASAL BİLEŞİMİ VE İNSAN SAĞLIĞI
AÇISINDAN ÖNEMİ

Dr. Özge YILDIZ BAYRAM^{1*}

Zir.Yük.Müh. Salih GÖKKÜR²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105736>

¹Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Kalite ve Teknoloji Laboratuvarı, İzmir, Türkiye. ozge.yildiz@tarimorman.gov.tr, ORCID ID: 0000-0002-7665-9245*Sorumlu Yazar.

²Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tarım Ekonomisi Bölümü, İzmir, Türkiye. salih.gokkur@tarimorman.gov.tr, ORCID ID: 0000-0002-0217-0420

1. GİRİŞ

Armut (*Pyrus spp.*), *Rosaceae* (gülgiller) familyasına ait bir meyve olup, dünya çapında geniş bir dağılıma sahiptir. Ilıman iklim bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen bu meyve, ticari ve besinsel değeri yüksek bir tarım ürünü olarak öne çıkmaktadır. Armut, taze tüketiminin yanı sıra çeşitli endüstriyel işlemlerden geçirilerek reçel, marmelat, meyve suyu ve kurutulmuş meyve gibi farklı formlarda da değerlendirilmektedir. Kültüre alınmış birçok armut çeşidi, farklı iklim koşullarına ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değişen besin bileşimi ve duyuusal özelliklere sahiptir.

Avrupa armudu (*Pyrus communis*) 100 gram yenilebilir kısmında yaklaşık 54 kalorilik besin enerjisi sağlar. Armut %85 su, %14 karbonhidrat, %2 lif, %0,3 protein ve %0,1 yağdan oluşur. Vitamin içeriğinin yaklaşık 3 mg'lı askorbik asit ve eser miktarda diğer vitaminler içerir (Standard Tables of Food Composition, 2003; Kolniak-Ostek, 2016). Lif açısından zengin, kalorisi düşük ve vitamin ve mineraller açısından zengin olan armut, besin açısından yoğun bir meyvedir. Serbest şeker ve organik asit içeriği, ekşi tat oluşumu ve vücuttaki kimyasal reaksiyonların düzenlenmesi nedeniyle meyvenin besin değeri ve kalitesinde önemli bir rol oynar (Chen, Wang, Wu, Wang ve Hu, 2007; Kolniak-Ostek, 2016).

Arkeolojik bulgular, armudun insanlık tarihinde uzun bir geçmişe sahip olduğunu ve özellikle Asya ve Avrupa kıtalarında yaygın olarak yetiştirildiğini göstermektedir (Smith ve ark., 2020). Çin, İtalya, ABD ve Türkiye gibi ülkeler, küresel armut üretiminde önde gelen üreticiler arasındadır. Türkiye, armut üretiminde dünya sıralamasında önemli bir konumda olup, iklim ve toprak yapısı bakımından armut yetiştiriciliği için elverişli bölgelere sahiptir (Öztürk & Yıldırım, 2021). Özellikle Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgelerinde geniş çaplı üretim yapılmaktadır.

İklim koşullarının armut meyvelerinin kalitesi üzerinde önemli bir etkisi vardır. Yapılan çalışmalar sonucunda armutta şekerler, organik asitler ve polifenol bileşikler arasında yıla ve çeşide bağlı olarak önemli farklılıklar bulunmuştur (Akagić ve ark., 2022). Armudun kimyasal bileşimi ve insan sağlığı açısından faydaları üzerine yapılan araştırmalar, bu meyvenin besin öğeleri açısından zengin olduğunu ortaya koymaktadır. Armut, diyet lifleri, vitaminler, mineraller ve polifenoller açısından önemli bir kaynaktır. Özellikle

yüksek lif içeriği sayesinde sindirim sistemi sağlığını desteklerken, polifenol bileşenleri antioksidan özellik göstererek serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasarı önlemeye yardımcı olmaktadır (Lee ve ark., 2019). Ayrıca, armutta bulunan flavonoidler, fenolik asitler ve karotenoidler gibi biyoaktif bileşenler, vücut hücrelerini oksidatif stresten koruyarak yaşlanma karşıtı etkilere ve bağışıklık sisteminin güçlenmesine katkıda bulunmaktadır.

Armut meyvesinin düşük glisemik indekse sahip olması ve polifenol bileşiklerı içermesi, diyabet yönetiminde potansiyel bir besin olarak değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır (Gong ve ark., 2022). Lif bakımından zengin yapısı sayesinde sindirimi yavaşlatarak kan şekerinin ani yükselmesini önleyebilir. Ayrıca, yapılan çalışmalar armudun kardiyovasküler hastalıklar, sindirim sistemi rahatsızlıkları ve bağışıklık sistemi üzerinde olumlu etkiler sunduğunu göstermektedir (Chen ve ark., 2020). Yüksek potasyum içeriği ile tansiyonun düzenlenmesine yardımcı olabileceği, lifli yapısı sayesinde kötü kolesterolü düşürebileceği ve bağırsak sağlığını iyileştirebileceği belirtilmektedir.

Bu kitap bölümü, armudun kimyasal bileşimi, besin öğeleri ve sağlık üzerindeki etkilerini bilimsel kaynaklar ışığında ele alarak, bu meyvenin fonksiyonel gıda olarak değerlendirilme potansiyelini tartışacaktır.

2. ARMUDUN KİMYASAL BİLEŞENLERİ

Armudun besin değeri ve kimyasal bileşimi, içerdıği makro ve mikro besin öğeleriyle dikkat çekmektedir. Armut, karbonhidratlar, proteinler, lipitler, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşenler açısından zengin bir meyvedir. Özellikle fonksiyonel gıda bileşenleri açısından değerlendirilmesi, beslenme biliminde giderek artan bir ilgi görmektedir. Armudun içeriğindeki biyoaktif bileşikler, antioksidan ve anti-inflamatuvar etkileri nedeniyle sağlık üzerinde önemli roller oynamaktadır.

Meyvenin anatomik kısımları önemli miktarda şeker, organik asit, polifenol ve triterpenoid içerir. Serbest şekerler ve organik asitler birçok meyve ve sebzenin doğal bileşenleridir ve meyve kalitesinin korunmasında ve besin değerinin belirlenmesinde önemli roller oynarlar. Armudun farklı anatomik kısımlarının antioksidan aktivitesi, polifenolik bileşiklerin ve triterpenoidlerin içeriğiyle pozitif korelasyon gösterir. Birçok çalışmada, kabuk ve yaprak gibi meyve yan ürünlerinde fenolik bileşikler gibi çeşitli sağlık geliştirici

maddelerin yüksek seviyelerde bulunduğu belgelenmiştir. Bu inceleme, armut yaprakları ve çekirdeklerinin kullanımının daha iyi ve daha ucuz bir fitokimyasal kaynağı olabileceğini öne sürmektedir. Armuttaki değerli bileşikler, serbest radikallerle ilişkili hastalıkların önlenmesinde büyük bir etkiyle kullanılabilir (Kolniak-Ostek, 2016).

Li ve ark. (2012) çalışmalarında yüksek toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriğine sahip armutların, diğer türlere kıyasla önemli ölçüde daha yüksek antioksidan ve antiinflamatuvar yeteneklere sahip olduğunu saptamışlardır. Armutlarda antosiyaninler antioksidan kapasite ile ilişkili bulunurken, toplam triterpenoidler anti-inflamatuvar aktivite ile güçlü bir şekilde ilişkili bulunmuştur.

Meyvelerin biyojenik element içerikleri, yetiştirildiği toprağın besin içeriğine, sulama suyuna, hasat zamanına, lokasyona, kurutma yöntemine, sıcaklığa, ışık yoğunluğuna, meyve türlerine ve meyvelerin farklı kısımlarına bağlı olarak değişebilmektedir. Meyve kısımlarının biyojenik element içerikleri literatür verileriyle karşılaştırıldığında, çoğunlukla meyve etleriyle karşılaştırılmış ve kısmi farklılıklar gözlenmiştir. Meyve çekirdekleri ve kabuklarını içeren detaylı bir çalışmaya rastlanmamıştır. İlginç bir şekilde, meyvelerdeki element birikiminin büyük kısmı tohumda tespit edilmektedir (Ahmed ve ark., 2025).

Meyvenin kimyasal bileşimi, yetiştiği iklim, toprak yapısı, çeşit farklılıkları ve tarımsal uygulamalar gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Örneğin, organik tarım yöntemleriyle yetiştirilen armutlarda fenolik bileşenlerin ve antioksidan aktivitenin daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Zhang ve ark., 2021). Bunun yanında, hasat zamanı ve saklama koşulları da armudun besin içeriğini doğrudan etkileyebilmektedir (Wang ve ark., 2020).

Bu bölümde, armudun temel bileşenleri olan karbonhidratlar, proteinler, lipitler, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşenler detaylı olarak ele alınarak, sağlık açısından önemi tartışılacaktır.

2.1. Karbonhidratlar ve Lif

Armutun temel bileşenlerinden biri karbonhidratlardır. Karbonhidrat içeriği, armudun tatlılık seviyesini ve glisemik indeksini belirleyen en önemli faktördür. Armut, ağırlıklı olarak fruktoz, glikoz ve sakkaroz içermektedir. Bu şekerler, armudun enerji kaynağı olmasını sağlarken, metabolizma ve hücresel

aktiviteler için önemli bir besin ögesi olarak işlev görmektedir (Rodriguez ve ark., 2021).

Armuttaki karbonhidrat miktarı, tür ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir. Genellikle 100 gram taze armut yaklaşık 9-15 gram karbonhidrat içermektedir. Bu karbonhidratların büyük bir kısmı doğal şekerlerden oluşurken, sindirimi destekleyici diyet lifleri de önemli bir bileşen olarak dikkat çekmektedir (Gorinstein ve ark., 2001). Diyet lifleri açısından zengin bir meyve olan armut, hem çözünür hem de çözünmez lif içeriğine sahiptir. Çözünür lifler, bağırsaklardaki suyu emerek jel benzeri bir yapı oluşturur ve sindirimi yavaşlatarak kan şekerinin dengelenmesine yardımcı olur. Özellikle pektin formundaki lifler, prebiyotik özellik göstererek bağırsak mikrobiyotasının sağlığını desteklemektedir (Nguyen ve ark., 2021). Çözünmez lifler ise bağırsak hareketlerini hızlandırarak kabızlığı önler ve sindirim sisteminin düzenli çalışmasına katkıda bulunur (Huang ve ark., 2021).

Düzenli armut tüketimi, yüksek lif içeriği sayesinde sindirim sistemi sağlığını iyileştirmekte ve kardiyovasküler hastalık riskini azaltmada önemli rol oynamaktadır. Özellikle diyabet ve obezite yönetiminde armut gibi lif açısından zengin meyvelerin diyet programlarına eklenmesi önerilmektedir (Kim ve ark., 2019). Yapılan araştırmalar, armuttan elde edilen liflerin kötü kolesterolü (LDL) düşürmeye yardımcı olduğunu ve bağırsak bakterilerinin çeşitliliğini artırarak genel sağlığı olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Miller ve ark., 2021). Günde bir armut tüketimi günlük lif önerilerine ulaşılmasına önemli katkı sağlayacak ve bazı bireylerde günde bir armut, düşük ve önerilen lif alımları arasındaki açığı kapatabilecektir (James-Martin ve ark., 2015).

Armudun ana bileşenlerinden biri karbonhidratlardır. Karbonhidrat içeriği, armudun tatlılık seviyesini ve glisemik indeksini belirleyen en önemli faktördür. Armut, ağırlıklı olarak fruktoz, glikoz ve sakkaroz içermektedir. Fruktoz, armudun tatlı lezzetini sağlayan başlıca şeker türüdür (Rodriguez ve ark., 2021).

Pektin, bağırsak sağlığını destekleyen prebiyotik bir lif olup, faydalı bakterilerin gelişimini teşvik eder (Nguyen ve ark., 2021).

2.2. Proteinler ve Lipitler

Armudun protein içeriği nispeten düşük olmasına rağmen, içerdiği temel amino asitler sayesinde besin değeri açısından önemlidir. 100 gram taze armut yaklaşık 0.3-0.6 gram protein içermektedir (Kim ve ark., 2019). Protein miktarı düşük olsa da, armut özellikle bitkisel bazlı beslenme düzenlerinde tamamlayıcı bir besin olarak değerlendirilebilir.

Proteinler, hücrelerin yapısal bütünlüğünü sağlamak, enzimatik aktiviteleri düzenlemek ve kas gelişimini desteklemek gibi birçok önemli biyolojik fonksiyona sahiptir. Armudun içerdiği proteinler özellikle büyüme ve gelişme dönemindeki bireyler için faydalı bileşenler içermektedir (Miller ve ark., 2021). Ancak, armut tek başına yeterli bir protein kaynağı olmadığından, diğer protein bakımından zengin besinlerle birlikte tüketilmesi önerilmektedir. Armut oldukça düşük yağ oranına sahiptir. 100 gram taze armutta yağ miktarı genellikle %0.1-0.3 arasında değişmektedir (Liu ve ark., 2020). Ancak armut çekirdeğinde bazı değerli yağ asitleri bulunur. Özellikle oleik asit ve linoleik asit gibi doymamış yağ asitleri, armut çekirdeği yağında önemli miktarda bulunmaktadır. Bu yağ asitleri, kardiyovasküler sağlığı destekleyici etkileri ile bilinmektedir (Zhang ve ark., 2021).

Düşük yağ içeriği sayesinde armut, düşük kalorili diyetlerin önemli bir parçası olabilir. Ayrıca, içeriğinde bulunan fitosteroller ve bazı fenolik bileşikler, kolesterol seviyelerinin dengelenmesine yardımcı olabilir (Singh ve ark., 2022). Özellikle fonksiyonel gıda olarak değerlendirilen armut çekirdeği yağının, antioksidan ve anti-inflamatuar özelliklere sahip olduğu yapılan bazı çalışmalarla ortaya konmuştur (Wang ve ark., 2020).

Armudun protein içeriği düşük olmakla birlikte, temel amino asitleri içeren bir yapıya sahiptir. 100 gram taze armut yaklaşık 0.4-0.6 gram protein içermektedir (Kim ve ark., 2019). Armudun yağ içeriği de oldukça düşüktür ve genellikle %0.1-0.3 arasında değişmektedir. Ancak, armut çekirdeği yağı bazı değerli yağ asitlerini içermektedir (Liu ve ark., 2020).

2.3. Vitaminler ve Mineraller

Armudun içerdiği vitaminler ve mineraller, insan sağlığı açısından önemli roller üstlenmektedir. Özellikle bağışıklık sisteminin güçlenmesi, kemik sağlığının korunması, metabolizmanın düzenlenmesi ve kardiyovasküler sağlığın desteklenmesi gibi çeşitli biyolojik işlevlerde bu besin öğeleri kritik

öneme sahiptir (Smith ve ark., 2020). Armudun içerdiği başlıca vitaminler C vitamini, K vitamini ve B grubu vitaminleri iken, temel mineraller arasında potasyum, kalsiyum, magnezyum, çinko, demir ve bakır bulunmaktadır (Lee ve ark., 2019).

2.3.1. C Vitamini (Askorbik Asit)

C vitamini, güçlü bir antioksidan olup bağışıklık sisteminin fonksiyonlarını destekler ve vücudu serbest radikallerin zararlarından korur (Chen ve ark., 2020). Ayrıca, kolajen üretiminde önemli bir rol oynayarak cilt sağlığını iyileştirir ve yara iyileşme sürecini hızlandırır (Gong ve ark., 2022).

2.3.2. K Vitamini

Armut, kalp sağlığı için gerekli olan potasyum açısından zengindir. Potasyum, beslenmedeki tuzun etkilerini dengeleyerek kan basıncını düzenlemeye yardımcı olur. Armut, kan pıhtılaşması ve kemik sağlığı için gerekli olan K vitamini açısından zengindir. K vitamini eksikliği ciddi kanamalara neden olabilir ve kemik kırılma riskini artırabilir (Cyril ve ark., 2023; Abdulloev ve Kayumjonov, 2024).

K vitamini, kanın pıhtılaşması için gerekli olan temel bir vitamindir ve kemik metabolizmasında önemli roller üstlenmektedir (Rodriguez ve ark., 2021). Araştırmalar, K vitamini açısından zengin diyetlerin osteoporoz riskini azalttığını ve kemik yoğunluğunu artırabileceğini göstermektedir (Nguyen ve ark., 2021). Armutta bulunan K vitamini miktarı düşük ila orta seviyede olup, diğer K vitamini kaynaklarıyla birlikte tüketildiğinde kemik sağlığına katkı sağlayabilir (Huang ve ark., 2021).

2.3.3. B Grubu Vitaminleri (B1, B2, B3, B6 ve Folik Asit)

B vitaminleri, hücresel enerji üretimi, sinir sistemi sağlığı ve metabolik süreçler açısından kritik öneme sahiptir (Miller ve ark., 2021). Armudun içeriğinde düşük miktarda B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niasin) ve B6 (piridoksin) bulunmaktadır. Özellikle hamilelik döneminde önemli bir vitamin olan folik asit (B9 vitamini) armutta az miktarda yer almaktadır (Xu ve ark., 2019). Folik asit, fetal gelişimde merkezi sinir sistemi oluşumuna katkı sağladığından hamile kadınlar için büyük öneme sahiptir (Singh ve ark., 2022).

2.3.4. Potasyum

Potasyum, kas fonksiyonları, sinir iletimi ve kalp sağlığı için hayati bir mineraldir (Liu ve ark., 2020). Yeterli potasyum alımı, yüksek tansiyon riskini azaltabilir ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine yardımcı olabilir (Zhang ve ark., 2021). 100 gram taze armut yaklaşık 120-150 mg potasyum içermektedir, bu da günlük önerilen potasyum miktarının %4-5'ine denk gelmektedir (Wang ve ark., 2020).

2.3.5. Kalsiyum ve Magnezyum

Kalsiyum ve magnezyum, kemik ve diş sağlığı için kritik elementlerdir (Smith ve ark., 2020). Kalsiyum, kemik yoğunluğunu korumaya yardımcı olurken, magnezyum kas kasılmaları ve sinir fonksiyonlarında önemli bir rol oynamaktadır (Öztürk & Yıldırım, 2021). Armudun kalsiyum ve magnezyum içeriği nispeten düşüktür, ancak düzenli tüketildiğinde kemik sağlığını destekleyici bir besin olarak değerlendirilebilir (Chen ve ark., 2020).

2.3.6. Çinko, Demir ve Bakır

Çinko, bağışıklık sisteminin güçlenmesine katkıda bulunurken, demir vücudun oksijen taşıma kapasitesini artırır ve anemi riskini azaltır (Gong ve ark., 2022). Armut, özellikle çinko ve bakır açısından insan sağlığına çeşitli sağlık faydalar sunmaktadır (Kim ve ark., 2019).

2.4. Polifenoller ve Antioksidanlar

Armudun içerdiği polifenoller, sağlık açısından önemli biyolojik işlevlere sahiptir. Polifenoller, serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltır ve hücrel hasarı önlemeye yardımcı olur. Bu bileşikler aynı zamanda anti-enflamatuar ve anti-kanserojenik özellikler göstererek bağışıklık sistemini destekleyebilir (Chen ve ark., 2020). Polifenoller bakımından zengin bir diyetin kalp-damar hastalıklarını, bazı kanser türlerini ve nörodejeneratif hastalıkları önlemeye yardımcı olduğu çeşitli araştırmalarda belirtilmiştir (Miller ve ark., 2021).

Armudun polifenol içeriği yetiştirme koşulları, hasat zamanı ve depolama yöntemlerine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Genellikle kabuk kısmında daha yüksek oranda polifenol bulunmaktadır. Bu nedenle armudun, kabuğu soyulmadan tüketilmesi, polifenollerin maksimum düzeyde alınmasını sağlayabilir (Rodriguez ve ark., 2021). Özellikle kırmızı ve mor kabuklu armut

çeşitlerinde antosiyanin oranı daha yüksektir ve bu bileşikler güçlü antioksidan özellikleri ile bilinir (Xu ve ark., 2019).

Armudun flavonoidler bakımından zengin olduğu bilinmektedir. Kuersetin, kateşin ve antosiyaninler, armutta en yaygın bulunan flavonoidler arasındadır. Kuersetin, güçlü antioksidan özellikleri sayesinde iltihaplanmayı azaltabilir ve bağışıklık sistemini güçlendirebilir (Gong ve ark., 2022). Aynı zamanda damar sağlığını koruyarak ateroskleroz riskini düşürdüğü belirtilmiştir (Lee ve ark., 2019).

Fenolik asitler de armut meyvesinde önemli bir yer tutmaktadır. Klorojenik asit, glikoz metabolizmasını düzenleyerek kan şekerini dengelemeye yardımcı olabilir ve diyabet riskini azaltabilir (Singh ve ark., 2022). Ferulik asit ise cilt yaşlanmasını geciktiren ve damar sağlığını destekleyen bir bileşen olarak öne çıkmaktadır (Liu ve ark., 2020). Armudun içerdiği fenolik bileşikler, aynı zamanda beyin sağlığını destekleyerek Alzheimer ve Parkinson gibi nörodejeneratif hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabilir (Nguyen ve ark., 2021).

Antioksidan bileşenler, hücresel yaşlanmayı yavaşlatırken, kanser hücrelerinin çoğalmasını da engelleyebilir. Kuersetin ve antosiyaninler, DNA hasarını önleyerek tümör gelişimini yavaşlatıcı etki gösterebilir (Xu ve ark., 2019). Bazı araştırmalar, polifenol açısından zengin meyvelerin tüketiminin, özellikle bağırsak ve meme kanseri gibi bazı kanser türlerinin riskini azaltabileceğini göstermektedir (Gong ve ark., 2022).

Polifenollerin kardiyovasküler sağlığa olan katkıları da dikkat çekicidir. Damar sertleşmesini önlemeye yardımcı olabilir ve kötü kolesterol (LDL) oksidasyonunu engelleyerek ateroskleroz riskini azaltabilir (Rodriguez ve ark., 2021). Aynı zamanda tansiyonu düzenleyici etkileri sayesinde hipertansiyonun önlenmesine destek olabilir (Wang ve ark., 2020).

Armudun antioksidan kapasitesine katkıda bulunan bir diğer önemli bileşik grubu karotenoidlerdir. Karotenoidler, oksidatif stresin zararlarını azaltarak bağışıklık sisteminin güçlenmesine yardımcı olur (Zhang ve ark., 2021). Aynı zamanda göz sağlığını koruyucu etkileri ile bilinir ve özellikle yaşa bağlı makula dejenerasyonuna karşı koruyucu bir rol oynayabilir (Chen ve ark., 2020).

2.5. Organik Asitler ve Uçucu Bileşenler

Armudun tat ve aroma profili, içerdği organik asitler ve uçucu bileşenler tarafından belirlenmektedir. Organik asitler, meyvenin ekşi ve ferahlatıcı tadını oluştururken, uçucu bileşenler ise karakteristik kokusunu ve aromatik özelliklerini sağlamaktadır (Huang ve ark., 2021). Armudun kimyasal bileşimi, yetiştirme koşulları, hasat zamanı ve depolama sürecine bağlı olarak farklılık gösterebilir.

Armudun içerdği başlıca organik asitler malik asit, sitrik asit ve tartarik asittir. Malik asit, armut meyvesinde en fazla bulunan organik asit olup, meyvenin hafif ekşimsi tadına katkıda bulunmaktadır (Nguyen ve ark., 2021). Aynı zamanda malik asit, mide asidini dengeleyerek sindirim sisteminin daha sağlıklı çalışmasını destekleyebilir (Gong ve ark., 2022). Sitrik asit, armudun ferahlatıcı tadını artıran önemli bileşenlerden biridir ve antioksidan özellikleri ile bilinir. Sitrik asit içeren besinler, vücutta serbest radikallerin etkisini azaltarak hücresel yaşlanmayı yavaşlatabilir (Kim ve ark., 2019). Tartarik asit ise armudun olgunlaşma sürecinde doğal olarak oluşan ve tat dengesini sağlayan bir organik asittir. Aynı zamanda antioksidan özellikleri sayesinde bağışıklık sistemini destekleyebilir (Rodriguez ve ark., 2021).

Armudun uçucu bileşenleri ise meyvenin kendine özgü kokusunu oluşturan temel kimyasal bileşenlerdir. Armudun aroma profili, özellikle esterler, aldehitler, terpenler ve alkoller tarafından şekillendirilmektedir (Wang ve ark., 2020). Esterler, meyvemsi ve tatlı aromaların ana bileşenleridir ve armudun olgunlaşma sürecinde büyük oranda sentezlenirler. Etil asetat ve bütanoat gibi esterler, armut meyvesinin hoş kokulu ve aromatik yapısını oluşturmaktadır (Liu ve ark., 2020).

Aldehitler, meyvenin taze ve yeşilimsi kokusuna katkıda bulunur. Özellikle hekzanal ve hekzenal gibi bileşikler, armudun olgunlaşma sürecinde meyvenin tazeliğini hissettiren bileşenlerdir (Zhang ve ark., 2021). Terpenler, genellikle turuncgil benzeri aromalar sağlayan uçucu bileşiklerdir ve antioksidan özellikleri nedeniyle sağlık açısından da önemli bir yere sahiptir (Chen ve ark., 2020).

Meyvenin uçucu bileşenleri, depolama koşullarına bağlı olarak değişebilir. Özellikle uzun süreli soğuk depolama sırasında, armudun ester ve aldehit oranlarında azalma görülebilir ve bu durum meyvenin aromatik yapısını etkileyebilir (Miller ve ark., 2021). Hasat sonrası olgunlaşma sürecinde ise

etilen gazının etkisiyle ester bileşikleri artış gösterir ve meyvenin daha tatlı ve yoğun bir aromaya sahip olmasına neden olabilir (Singh ve ark., 2022).

Organik asitler ve uçucu bileşenler, armudun tüketici tarafından beğenilmesini sağlayan temel faktörlerden biridir. Tat, koku ve aroma özellikleri, armudun çeşitlerine göre farklılık gösterebilir ve yetiştiği coğrafi bölgeye göre değişkenlik gösterebilir (Xu ve ark., 2019). Özellikle armudun işlenmiş gıda ürünlerinde kullanımı, uçucu bileşenlerin stabilitesine bağlıdır. Kurutulmuş armut, meyve suyu ve marmelat gibi ürünlerde organik asit oranları değişebilirken, esterlerin kaybı nedeniyle taze meyveye göre daha düşük aroma yoğunluğu gözlemlenebilir (Rodriguez ve ark., 2021).

Çin'in Pekin şehrinde yetiştirilen sekiz armut çeşidi (Yali armudu, Kuerle Kokulu armudu, Dangshan armudu, Nanguo armudu, Jingbai armudu, Ninomiyahaku armudu, Niitaka armudu ve Wujiuxiang armudu) arasında, doğrudan tüketim için en iyisi, yüksek biyolojik olarak aktif kimyasal bileşik seviyeleri nedeniyle Kueler kokulu armuttur; ancak Nanguo armudu ve Dangshan armudunun aksine, organik asitler ve diğer aktif bileşikler bakımından yetersizdir. Dolayısıyla, toplam kalite açısından, karışık armut suyu üretmek için farklı armut çeşitlerinin kullanılması iyi bir seçim olabilir. Armut aroması ve kalitesi, meyve çeşidi, bölgenin özelliği, iklim faktörleri, toprak koşulları, bahçe yönetim şekli vb. gibi birçok faktörden etkilenir. Dolayısıyla, hangi armut meyvesinin en iyi kalitede olduğuna dair keyfi bir karar veremeyiz, ancak araştırmamız sekiz armut kimyasal bileşim özelliğini sağlayabilir ve gıda teknolojistlerinin gelişmiş besin kalitesine sahip mükemmel armut çeşitlerini seçmelerini ve daha fazla işlenmiş armut ürünü geliştirmelerini sağlamak için diğer armut meyvelerinin kimyasal bileşimleri hakkında daha fazla araştırma yapılmalıdır (Chen ve ark., 2007).

3. ARMUDUN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Armudun sağlık üzerindeki etkileri, içerdiği besin öğeleri, vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşenler sayesinde geniş bir yelpazeye yayılmaktadır. Geleneksel tıpta ve modern beslenme biliminde fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilen armut, sindirim sisteminden kardiyovasküler sağlığa, diyabet yönetiminden bağışıklık sisteminin desteklenmesine kadar birçok alanda olumlu etkiler sunmaktadır. Özellikle antioksidan, anti-enflamatuar ve

prebiyotik özellikleri sayesinde kronik hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabilir (Chen ve ark., 2020).

Armudun sağlık üzerindeki en belirgin etkilerinden biri sindirim sistemini desteklemesidir. Yüksek diyet lifi içeriği sayesinde bağırsak hareketlerini düzenleyerek sindirim sağlığını iyileştirir ve bağırsak mikrobiyotasının dengelenmesine yardımcı olur (Nguyen ve ark., 2021). Prebiyotik etkisiyle bağırsaktaki faydalı bakterileri destekleyerek sindirim sisteminin genel sağlığını güçlendirebilir. Aynı zamanda organik asitler ve fenolik bileşikler içerdiğinden mide asidini dengeleyerek sindirim enzimlerinin etkinliğini artırabilir (Gong ve ark., 2022).

Kardiyovasküler sistem üzerindeki olumlu etkileri de dikkat çekicidir. Armudun içerdiği potasyum, polifenoller ve diyet lifleri, kan basıncını düzenlemeye, kolesterol seviyelerini dengelemeye ve damar sağlığını korumaya yardımcı olabilir (Rodriguez ve ark., 2021). Polifenoller ve flavonoidler, oksidatif stresin neden olduğu damar sertleşmesini önleyerek ateroskleroz riskini azaltabilir. Lif açısından zengin yapısı sayesinde LDL (kötü kolesterol) seviyelerini düşürerek kalp hastalıklarının önlenmesine katkıda bulunabilir (Miller ve ark., 2021).

Diyabet yönetimi açısından armut, düşük glisemik indeksi ve kan şekerini dengeleyici özellikleri ile öne çıkmaktadır. Armudun içerdiği çözünür lifler, glikoz emilimini yavaşlatarak insülin duyarlılığını artırabilir ve kan şekerinin ani yükselmesini önleyebilir (Singh ve ark., 2022). Aynı zamanda fenolik bileşikler, insülin sekresyonunu destekleyerek diyabetin kontrol altına alınmasına yardımcı olabilir. Yapılan bazı çalışmalar, düzenli armut tüketiminin tip 2 diyabet riskini azaltabileceğini göstermektedir (Gong ve ark., 2022).

Antioksidan içeriği sayesinde kanser önleyici etkileri de araştırmalarda öne çıkmaktadır. Armutta bulunan flavonoidler, fenolik asitler ve karotenoidler, serbest radikalleri nötralize ederek hücresel DNA hasarını önleyebilir ve tümör oluşumunu engelleyici etkiler gösterebilir (Xu ve ark., 2019). Özellikle kuersetin ve antosiyaninler, inflamasyonu azaltarak kanser hücrelerinin çoğalmasını önleyebilir ve programlanmış hücre ölümü (apoptoz) mekanizmasını destekleyebilir (Chen ve ark., 2020). Ayrıca armuttaki yüksek çözünür lif ve polifenol içeriği, daha önce hipoglisemik ve hipolipidemik etkileri gösterilmiş olup, lipid profillerini iyileştirerek, glisemik kontrolü

sağlayarak ve kronik inflamasyonu azaltarak metabolik sağlığa katkıda bulunabilir. Meyvenin kendisi bu bileşikleri klinik fayda sağlayacak kadar yeterli miktarda içermeyebilir, ancak bazı hayvan çalışmalarında gösterildiği gibi armut kabuğu ve posası özleri etkili olabilir. Bu özleri içeren yeni ürünler geliştirilebilir ve insan müdahale çalışmalarıyla desteklenebilir (James-Martin ve ark., 2015).

Bağışıklık sistemini destekleyen bileşenler açısından da zengin olan armut, C vitamini, flavonoidler ve antioksidanlarla vücudun savunma mekanizmalarını güçlendirebilir (Rodriguez ve ark., 2021). C vitamini, enfeksiyonlara karşı vücudun direncini artırarak bağışıklık fonksiyonlarını desteklerken, polifenoller bağışıklık sisteminin aşırı tepki vermesini engelleyerek otoimmün hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabilir (Singh ve ark., 2022).

Armut, glikozdan biraz daha fazla fruktoz içerdiğinden, obezite veya diyabet hastalarına tatlı armutlar önerilir; bu da insülin ihtiyacını azaltır. Armut bağışıklık sistemini güçlendirir ve vücudun savunma tepkisini artırır, enfeksiyonlarla savaşır, soğuk algınlığını giderir ve depresyona da faydalıdır. Bu faydalı özellikler, içeriğindeki uçucu yağdan kaynaklanır. Armutlar, ısıtma işlemi sırasında bile faydalı özelliklerini koruduğu için yemek pişirmede, kurutmada ve çeşitli unlu mamullerin hazırlanmasında kullanılır. Erkekler armut yediklerinde prostatitten kurtulurlar. Armut diyabet hastaları için iyidir. Tüberküloz hastasıysanız da tüketmelisiniz. Genç armut yaprakları antifungal maddeler içerdiğinden dermatit ve mantar hastalıkları için kullanılır. Bu meyveler anemi tedavisinde faydalıdır. Hamile kadınlar ve emziren çocuklar için armut önerilir; kan hücrelerinin oluşumunda rol oynarlar. Bronşitten kurtulmak için bir çay kaşığı kuşburnu şurubunu bir bardak armut suyuyla karıştırıp günde üç kez yarım bardak içmeniz önerilir. Haşlanmış ve kızartılmış armut, tüberküloz ve bronşit hastaları için önerilir. Geleneksel tıp uzmanları, armut meyvelerinin bağışıklık sisteminin zayıflaması, kalp atışı hızının artması, yorgunluk (birkaç armut yemek kas ağrısını azaltır), baş dönmesi ve depresyon için kullanılmasını önermektedir. Ayrıca bulaşıcı hastalıkların önlenmesinde, kılcal damar geçirgenliğinin bozulmasında, soğuk algınlığına yatkınlıkta, şiddetli öksürükte, obezite belirtileri de dahil olmak üzere metabolik bozukluklarda, bağırsak disfonksiyonunda, iştahsızlıkta, prostatit tedavisinde ve yara iyileşmesinde (armut cildi daha hızlı yeniler, onarır) faydalıdır. Genç

yaprakları soğuk algınlığını hafifletir, mantarı tedavi eder ve dermatit tedavisinde faydalıdır (Asqarov, 2019; Asqarov, 2023; Abdulloev ve Kayumjonov, 2024).

Tüm bu özellikleriyle armut, günlük beslenme düzenine dahil edilmesi önerilen sağlıklı meyvelerden biri olarak öne çıkmaktadır. Hem taze tüketimi hem de işlenmiş ürünleriyle insan sağlığına faydaları olan armut, hastalıkların önlenmesi ve genel sağlığın korunması açısından önemli bir besin kaynağıdır.

3.1. Sindirim Sistemi Sağlığı

Armutlar, yüksek diyet lifi ve C vitamini açısından iyi bir kaynaktır. Diyet lifi ile birlikte, armut tüketimi bağırsak sağlığını iyileştirmekte ve kabızlığı önlemekte fayda sağlamaktadır (Reiland ve Slavin, 2015). Özellikle düzenli armut tüketiminin sindirim sistemi fonksiyonlarını iyileştirerek gastrointestinal rahatsızlıkları azaltılabileceği gösterilmiştir (Nguyen ve ark., 2021).

Çözünür lifler, bağırsaklarda suyu emerek jel benzeri bir yapı oluşturur. Bu sayede sindirimi yavaşlatarak besinlerin bağırsaklardan daha düzenli bir şekilde geçmesini sağlar ve kan şekerinin dengelenmesine yardımcı olur. Pektin formundaki çözünür lifler, bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde etkileyerek faydalı bakterilerin çoğalmasını teşvik etmektedir. Bu prebiyotik etki, bağırsaktaki yararlı bakterilerin gelişimini destekleyerek sindirim sistemi sağlığını güçlendirmektedir (Rodriguez ve ark., 2021). Pektin aynı zamanda kolon sağlığını destekleyerek bağırsak mukozasının korunmasına ve iltihaplanmanın azaltılmasına yardımcı olabilir (Gong ve ark., 2022).

Çözünmez lifler ise bağırsak hareketlerini hızlandırarak kabızlığı önlemekte ve bağırsak sisteminin düzenli çalışmasına katkı sağlamaktadır. Bu lifler, dışkı hacmini artırarak bağırsaktan geçiş sürecini hızlandırır ve toksinlerin vücuttan atılmasını kolaylaştırır (Kim ve ark., 2019). Bu etkiler, özellikle sindirim sistemi sorunları yaşayan bireylerde, örneğin irritabl bağırsak sendromu (IBS) gibi durumlarda fayda sağlayabilir (Miller ve ark., 2021).

Armudun sindirimi kolaylaştıran bir diğer yönü de organik asitler ve enzimatik aktiviteyi destekleyici bileşenler içermesidir. Malik asit ve sitrik asit gibi organik asitler mide asidini dengeleyerek sindirim enzimlerinin daha etkin çalışmasına yardımcı olmaktadır (Huang ve ark., 2021). Malik asit, mide salgılarının üretimini teşvik ederek proteinlerin daha verimli bir şekilde

parçalanmasını sağlayabilir ve mide boşalmasını hızlandırarak sindirim sürecini kolaylaştırabilir (Liu ve ark., 2020).

Ayrıca, armudun içerdiği fenolik bileşikler, bağırsak sağlığı üzerinde koruyucu bir etkiye sahiptir. Özellikle polifenoller, bağırsak duvarını serbest radikallerin zararlarından koruyarak bağırsaktaki iltihaplanmayı azaltabilir ve bağırsak hücrelerinin yenilenmesini destekleyebilir (Singh ve ark., 2022). Antiinflamatuvar özellikleri sayesinde armut, Crohn hastalığı ve ülseratif kolit gibi inflamatuvar bağırsak hastalıklarının semptomlarını hafifletmede yardımcı olabilir (Xu ve ark., 2019).

Armudun bağırsak sağlığı üzerindeki etkileri sadece lif ve organik asitlerle sınırlı değildir. İçerisinde bulunan belirli şeker bileşikleri, özellikle fruktooligosakkaritler (FOS), bağırsaktaki faydalı bakteriler için enerji kaynağı sağlayarak bağırsak florasını dengeleyebilir (Zhang ve ark., 2021). Bu bileşikler, özellikle Bifidobacterium ve Lactobacillus gibi yararlı bakterilerin çoğalmasını teşvik ederek genel bağırsak sağlığını iyileştirmektedir (Wang ve ark., 2020).

Günümüzde, yemeklerden sonra armut gibi doğal ve şifalı meyveleri düzenli olarak tüketmek, sindirim sorunları da dahil olmak üzere çeşitli hastalıkları önlemeye ve günlük ihtiyaç duyduğumuz vitaminleri almaya yardımcı olur. Ana maddesi domuz pankreasından elde edilen bir enzim olan pankreatin olan Festal ve Mezim gibi ilaçların kronik kullanımının doğal sindirim sürecini yavaşlattığı ve karın ağrısına neden olduğu bildirilmiştir. Bu tür ilaçlar bazı hastalıkları önleyebilir, ancak ilaçların vücudumuzun bazı organlarına fayda sağlarken diğerlerine zarar verdiğini unutmamalıyız. Sağlıklı bir iyileşme istiyorsak, doğanın bize verdiği doğal ürünlerden daha fazla tüketmeliyiz. Armutlar, lif, vitamin, mineral ve antioksidanlar açısından zengindir ve bu nedenle her diyetle besleyici bir katkı sağlar (Abdullov ve Kayumjonov, 2024).

Genel olarak, armut tüketimi sindirim sistemi sağlığına önemli katkılarda bulunmaktadır. Lif içeriği sayesinde bağırsak hareketlerini düzenler, kabızlığı önler ve bağırsak mikrobiyotasını güçlendirir. Organik asitler ve prebiyotik bileşenler sindirimi kolaylaştırarak mide ve bağırsak fonksiyonlarını destekler. Düzenli armut tüketimi, sindirim sistemi problemleri yaşayan bireyler için doğal bir destekleyici besin kaynağı olabilir.

3.2. Kardiyovasküler Sistem Üzerindeki Etkileri

Armudun kardiyovasküler sağlığa olan olumlu etkileri, içerdiği potasyum, polifenoller, flavonoidler, lifler ve diğer biyoaktif bileşenler sayesinde gerçekleşmektedir. Bu bileşenler, kalp sağlığını destekleyerek hipertansiyon, ateroskleroz ve diğer kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabilir. Özellikle potasyumun kan basıncını düzenleyici etkisi, polifenollerin damar sağlığı üzerindeki koruyucu rolü ve liflerin kolesterol seviyeleri üzerindeki olumlu etkisi, armudun kalp dostu bir meyve olmasını sağlamaktadır (Wang ve ark., 2020).

Potasyum, hücreler arası sıvı dengesini koruyarak kan basıncının düzenlenmesine yardımcı olan önemli bir mineraldir. Yeterli potasyum alımı, sodyumun olumsuz etkilerini dengeleyerek yüksek tansiyonun kontrol altına alınmasına yardımcı olabilir (Zhang ve ark., 2021). Hipertansiyon, kalp krizi ve inme gibi ciddi kardiyovasküler hastalıkların başlıca risk faktörlerinden biridir. Yapılan araştırmalar, potasyum bakımından zengin diyetlerin kardiyovasküler hastalık riskini düşürdüğünü ve kan damarlarının esnekliğini artırarak damar sertliğini önlediğini göstermektedir (Rodriguez ve ark., 2021). Armudun düzenli tüketimi, bu süreçleri destekleyerek kan dolaşımını iyileştirebilir ve kalp fonksiyonlarının sağlıklı bir şekilde devam etmesine yardımcı olabilir.

Polifenoller ve flavonoidler, armudun en önemli biyoaktif bileşenleridir ve kardiyovasküler sistem üzerinde güçlü antioksidan ve anti-inflamatuar etkiler gösterirler (Miller ve ark., 2021). Serbest radikallerin neden olduğu oksidatif stres, damar sertleşmesine (ateroskleroz) ve kan damarlarında iltihaplanmaya yol açarak kalp hastalıklarına zemin hazırlayabilir. Armutta bulunan kuersetin, antosiyaninler ve flavonoller gibi bileşikler, damar iç yüzeyinde oluşabilecek hasarları önleyerek damar sağlığını koruyabilir ve oksidatif stresin neden olduğu damar tıkanıklığını azaltabilir (Xu ve ark., 2019).

Antioksidan bileşenler, kötü kolesterol (LDL) oksidasyonunu engelleyerek ateroskleroz riskini düşürebilir. Okside olmuş LDL, damar duvarında plak oluşumuna neden olarak damar tıkanıklıklarına ve dolayısıyla kalp krizi ya da inmelere yol açabilir (Kim ve ark., 2019). Armutta bulunan polifenoller, LDL oksidasyonunu önleyerek damar duvarlarında plak birikmesini azaltabilir ve kan akışının sağlıklı bir şekilde devam etmesini destekleyebilir (Singh ve ark., 2022).

Lif içeriği de armudun kardiyovasküler sağlığa olan katkılarında önemli bir role sahiptir. Çözünür lifler, bağırsaklarda kolesterol emilimini azaltarak kötü kolesterol seviyelerini düşürmeye yardımcı olur (Gong ve ark., 2022). Armut gibi lif açısından zengin meyvelerin düzenli tüketimi, kan kolesterol seviyelerini düşürerek kalp hastalığı riskini azaltmada önemli bir beslenme stratejisi olarak değerlendirilmektedir.

Armudun içerdiği fenolik bileşikler ve fitokimyasallar, kalp ve damar sağlığı üzerinde koruyucu etkiler sunmaktadır. Özellikle fenolik asitler, damar genişlemesini teşvik ederek kan akışını iyileştirebilir ve kalbin oksijenlenmesini artırabilir (Nguyen ve ark., 2021). Aynı zamanda inflamasyonu azaltarak damar tıkanıklığına neden olan enflamatuar süreçleri baskılayabilirler. Armut tüketiminin, kan basıncını düşürmeye yardımcı olduğu ve damar sertliğini önleyerek kardiyovasküler sistemin genel sağlığını desteklediği çeşitli araştırmalarda belirtilmiştir (Wang ve ark., 2020).

Damar sağlığını destekleyen bir diğer bileşen de armutta bulunan organik asitlerdir. Malik asit ve sitrik asit gibi organik asitler, kan pH dengesinin korunmasına yardımcı olarak kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine destek olabilir (Zhang ve ark., 2021). Aynı zamanda bu bileşenler, kan dolaşımını düzenleyerek damar tıkanıklığını önleyici bir etki gösterebilir.

Genel olarak, armut tüketimi kalp sağlığını destekleyen önemli besinsel bileşenler içermektedir. Potasyum kan basıncını düzenleyerek hipertansiyon riskini azaltabilirken, polifenoller ve flavonoidler damar sağlığını koruyarak oksidatif stresin olumsuz etkilerini önleyebilir. Lif içeriği ise kolesterol seviyelerinin dengelenmesine ve kalp hastalıklarının önlenmesine katkıda bulunabilir. Düzenli armut tüketimi, sağlıklı bir kardiyovasküler sistemin korunmasına yardımcı olan doğal bir beslenme alışkanlığı olarak önerilmektedir.

3.3. Diyabet ve Kan Şekeri Kontrolü

Armudun düşük glisemik indeksli olması ve içerdiği biyoaktif bileşenlerin insülin duyarlılığını artırıcı etkileri, diyabet hastaları için faydalı bir meyve olmasını sağlamaktadır. Glisemik indeks (GI), bir besinin tüketildikten sonra kan şekerini ne kadar hızlı yükselttiğini gösteren bir ölçüttür. Düşük GI değerine sahip gıdalar, kan şekerinin ani yükselmesini önleyerek diyabet yönetiminde önemli bir rol oynar. Armudun GI değeri 30-50

arasında değişmekte olup, bu da onun kan şekerini kontrollü bir şekilde yükselten güvenli bir meyve olduğunu göstermektedir (Gong ve ark., 2022).

Armudun diyabet üzerindeki olumlu etkilerinin başında, içerdiği polifenoller ve fenolik bileşiklerin insülin sekresyonunu teşvik etmesi gelmektedir. Polifenoller, pankreastan insülin salgılanmasını artırarak kan şekeri seviyelerinin dengelenmesine yardımcı olabilir (Rodriguez ve ark., 2021). Aynı zamanda, bu bileşikler insülin reseptörlerini daha duyarlı hale getirerek hücrelerin insülini daha etkili kullanmasını sağlayabilir. Bu mekanizma, insülin direnci olan bireylerde kan şekeri kontrolünü iyileştirmeye katkıda bulunabilir (Kim ve ark., 2019).

Diyabet hastalarında en büyük problemlerden biri postprandiyal (yemek sonrası) kan şekerinin ani yükselmesidir. Armudun içerdiği çözünür lifler, özellikle pektin, mide boşalmasını geciktirerek ve glikoz emilimini yavaşlatarak bu dalgalanmaların önüne geçebilir (Singh ve ark., 2022).

Armudun pankreas fonksiyonları üzerindeki destekleyici etkileri de araştırmalarda öne çıkmaktadır. İçeriğindeki biyoaktif bileşenler, pankreas hücrelerinin sağlığını koruyarak beta hücrelerinin (insülin üreten hücreler) daha verimli çalışmasına katkıda bulunabilir (Miller ve ark., 2021). Beta hücrelerinin korunması ve insülin üretiminin desteklenmesi, diyabetin ilerlemesini önlemek açısından büyük önem taşımaktadır (Xu ve ark., 2019).

Diyabet yönetiminde sadece kan şekeri seviyelerini dengelemek değil, aynı zamanda diyabete bağlı komplikasyonları önlemek de önemlidir. Oksidatif stres ve inflamasyon, diyabetin ilerlemesine ve komplikasyonların oluşmasına neden olabilmektedir. Armutta bulunan antioksidan bileşenler, serbest radikalleri nötralize ederek hücresel oksidatif hasarı önleyebilir ve bu sayede diyabet kaynaklı böbrek hastalıkları, sinir hasarı ve kardiyovasküler sorunlar gibi komplikasyonların gelişmesini engelleyebilir (Nguyen ve ark., 2021).

Ayrıca, armut tüketiminin bağırsak mikrobiyotası üzerinde de olumlu etkileri bulunmaktadır. Prebiyotik etkisi olan lifler, bağırsaktaki faydalı bakterilerin çoğalmasını teşvik ederek glukoz metabolizmasını iyileştirebilir. Bağırsak sağlığının korunması, diyabetin yönetilmesinde önemli bir faktördür çünkü bağırsak mikrobiyotasındaki dengesizlikler, insülin direnci ve inflamasyon gibi problemlere yol açabilmektedir (Zhang ve ark., 2021).

Genel olarak, armut, düşük glisemik indeksli yapısı, insülin duyarlılığını artıran polifenol bileşikleri, lif içeriği ve pankreas fonksiyonlarını destekleyici

etkileri sayesinde diyabet yönetiminde önemli bir besin olarak değerlendirilmektedir. Düzenli armut tüketimi, tip 2 diyabet riskini azaltmada etkili bir beslenme faktörü olabilir ve aynı zamanda diyabetli bireyler için güvenli bir meyve seçeneği sunabilir (Gong ve ark., 2022).

3.4. Kanser Önleyici Etkiler

Armutun içeriğindeki antioksidan bileşikler, serbest radikalleri nötralize ederek hücresel hasarı önlemekte ve kanser oluşumunu engelleyici etkilere sahip olabilmektedir. Kanser, hücrelerin kontrolsüz bölünmesiyle ortaya çıkan bir hastalık olup, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif stres, DNA hasarı ve kronik inflamasyon gibi faktörler kanser gelişiminde önemli rol oynamaktadır (Chen ve ark., 2020). Armutta bulunan flavonoidler, fenolik asitler, karotenoidler ve diğer biyoaktif bileşenler, bu mekanizmaları hedef alarak kanserin oluşumunu önlemeye yardımcı olabilir.

Flavonoidler ve polifenoller, hücrelerin genetik bütünlüğünü koruyarak DNA mutasyonlarını engelleyebilir. Özellikle kuersetin, kateşin ve antosiyanin gibi bileşikler, güçlü antioksidan ve anti-inflamatuar özellikleri sayesinde hücre döngüsünü düzenleyerek kanser hücrelerinin kontrolsüz çoğalmasını engelleyebilir (Miller ve ark., 2021). Bu bileşiklerin, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif DNA hasarını azaltarak hücrelerin normal fonksiyonlarını sürdürmesine katkı sağladığı belirtilmiştir (Rodriguez ve ark., 2021).

Armutun kanser önleyici etkilerinden biri de programlanmış hücre ölümü (apoptoz) sürecini teşvik etmesiyle ilişkilidir. Yapılan bazı araştırmalarda, armut ekstraktlarının belirli kanser hücreleri üzerinde apoptotik etki gösterdiği ve kanser hücrelerinin büyümesini yavaşlattığı gözlemlenmiştir (Xu ve ark., 2019). Apoptoz, vücudun anormal hücreleri ortadan kaldırarak kansere karşı doğal bir savunma mekanizması geliştirmesine yardımcı olan bir süreçtir. Armutun içerdiği polifenoller, bu mekanizmayı aktive ederek tümör oluşumunu engelleyebilir ve hücresel sağlığı koruyabilir (Gong ve ark., 2022).

Bazı çalışmalar, armut tüketiminin özellikle bağırsak, meme ve prostat kanseri riskini azaltmada etkili olabileceğini öne sürmektedir. Sindirim sisteminde bulunan sağlıklı bağırsak mikrobiyotası, polifenollerin bağırsakta aktif bileşiklere dönüşmesini sağlayarak kanser önleyici etkilerini artırabilir (Singh ve ark., 2022). Özellikle bağırsak kanseri riskinin azalmasıyla ilişkili

olan flavonoidler, bağırsakta iltihaplanmayı önleyerek hücrel mutasyonları engelleyebilir (Kim ve ark., 2019).

Armudun içeriğinde bulunan fenolik asitler de kanser önleyici etkilere sahiptir. Klorojenik asit ve ferulik asit, hücrel inflamasyonu baskılayarak kanser gelişim sürecini yavaşlatabilir (Wang ve ark., 2020). Aynı zamanda bu bileşikler, kanser hücrelerinin enerji üretimini bozarak tümör büyümesini durdurucu etkiler gösterebilir. Yapılan çalışmalarda, fenolik bileşiklerin kanser hücreleri üzerinde toksik etki gösterirken, sağlıklı hücrelere zarar vermediği gözlemlenmiştir (Nguyen ve ark., 2021). Bağırsaktaki toksik bileşiklerin uzun süre tutulması, kolon kanseri riskini artırabileceğinden, lif açısından zengin meyvelerin düzenli tüketimi bu riski azaltmada önemli bir faktör olabilir (Miller ve ark., 2021).

Genel olarak, armut tüketimi kanser önleyici etkileri destekleyen bir beslenme alışkanlığı olarak değerlendirilmektedir. İçeriğindeki flavonoidler, fenolik asitler ve antioksidan bileşikler sayesinde DNA hasarını azaltabilir, kanser hücrelerinin çoğalmasını engelleyebilir ve hücre ölümünü teşvik edebilir. Ayrıca, lif içeriği ile sindirim sisteminin sağlığını koruyarak bağırsak kanseri gibi hastalıkların önlenmesine yardımcı olabilir. Armudun fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmesi, gelecekte kanser tedavisine yönelik destekleyici yaklaşımlar açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır (Zhang ve ark., 2021).

3.5. Bağışıklık Sistemi Üzerindeki Etkileri

Armudun bağışıklık sistemi üzerindeki olumlu etkileri, içerdiği vitaminler, antioksidanlar, polifenoller ve diğer biyoaktif bileşenler sayesinde gerçekleşmektedir. Sağlıklı bir bağışıklık sistemi, vücudu enfeksiyonlara, iltihaplanmalara ve kronik hastalıklara karşı korumada hayati bir rol oynar. Armudun düzenli tüketimi, bağışıklık sistemini güçlendiren temel besin öğelerini sağlayarak hastalıklara karşı doğal bir savunma mekanizması oluşturabilir (Singh ve ark., 2022).

C vitamini, bağışıklık sistemini destekleyen en önemli vitaminlerden biridir ve armut bu vitaminin iyi bir kaynağıdır. C vitamini, beyaz kan hücrelerinin (lenfositler ve fagositler) üretimini artırarak enfeksiyonlarla savaşıma yeteneğini geliştirir. Aynı zamanda serbest radikalleri nötralize eden güçlü bir antioksidan olup, oksidatif stresin neden olduğu bağışıklık sistemi

zayıflamalarını önleyebilir (Rodriguez ve ark., 2021). C vitamini eksikliğinde bağışıklık sisteminin zayıfladığı ve vücudun enfeksiyonlara karşı daha savunmasız hale geldiği bilinmektedir. Armut tüketimi, günlük C vitamini ihtiyacının karşılanmasına katkı sağlayarak, hastalıklara karşı koruyucu bir kalkan oluşturabilir (Gong ve ark., 2022).

Flavonoidler ve polifenoller, bağışıklık sistemi hücrelerini destekleyerek vücudun enfeksiyonlara karşı daha dirençli hale gelmesini sağlar. Armudun içerdiği kuersetin ve antosiyanin gibi flavonoidler, antiviral ve antienflamatuar özelliklere sahiptir. Bu bileşikler, özellikle solunum yolu hastalıkları ve grip gibi viral enfeksiyonlara karşı koruyucu etki gösterebilir (Xu ve ark., 2019). Bazı sınırlı çalışmalar ve hayvan çalışmalarından elde edilen sınırlı bulgular, armut tüketiminin astım ve rinit gibi diğer solunum yolu ve alerjik hastalıkların yönetimi ve tedavisi için bazı faydaları olduğunu göstermektedir. Bu mekanizmayı doğrulamak amacıyla, armudun solunum yolu ve alerjik hastalıklara yönelik etkilerini araştıran insan müdahale çalışmalarının yapılması önerilmektedir (James-Martin ve ark., 2015). Flavonoidler aynı zamanda vücudun inflamatuvar tepkisini düzenleyerek bağışıklık sisteminin aşırı tepki vermesini engelleyebilir ve otoimmün hastalıkların önlenmesine katkıda bulunabilir (Rodriguez ve ark., 2021).

Bağışıklık sisteminin sağlıklı çalışabilmesi için bağırsak mikrobiyotasının dengeli olması büyük önem taşır. Armudun içerdiği prebiyotik lifler, bağırsaktaki faydalı bakterilerin çoğalmasını teşvik ederek bağışıklık sistemini güçlendirebilir. Özellikle pektin gibi çözünür lifler, bağırsak florasının korunmasına yardımcı olarak, bağışıklık sisteminin daha etkin çalışmasını sağlar (Nguyen ve ark., 2021).

Armudun içerdiği polifenoller, vücutta inflamasyonu azaltarak bağışıklık sisteminin daha dengeli çalışmasını sağlar. Kronik inflamasyon, bağışıklık sisteminin aşırı yüklenmesine neden olarak otoimmün hastalıkların gelişmesine yol açabilir. Armutta bulunan polifenoller, bağışıklık hücrelerinin aşırı aktivitesini düzenleyerek bu tür otoimmün rahatsızlıkların önlenmesine yardımcı olabilir (Miller ve ark., 2021).

Antioksidanlar açısından zengin olması nedeniyle armut, serbest radikallerin neden olduğu hücresel hasarı önleyerek bağışıklık sisteminin korunmasına yardımcı olur. Antioksidanlar, bağışıklık hücrelerinin sağlıklı kalmasını sağlayarak enfeksiyonlara karşı daha etkili bir savunma

oluşturmalarına katkıda bulunur (Zhang ve ark., 2021). Armut tüketimi, vücudu oksidatif stresten koruyarak bağışıklık sisteminin işlevselliğini artırabilir ve yaşlanmaya bağlı bağışıklık sistemindeki zayıflamaları geciktirebilir (Wang ve ark., 2020).

Armutların flavonoidler, triterpenoidler ve arbutin, klorojenik asit, malaksinik asit gibi birçok aktif bileşene sahip olduğunu tespit edilmiştir. Çeşitli in vitro, in vivo ve insan çalışmalarından elde edilen verilere göre, armutların tıbbi işlevleri anti-diyabetik, obez, hiperlipidemik, inflamatuvar, mutajenik ve kanserojen etkiler, ksenobiyotiklerin detoksifikasyonu, solunum ve kardiyoprotektif etkiler ve cilt beyazlatıcı etkiler olarak özetlenebilir. Bu nedenle armutlar, birden fazla altta yatan hastalığı olan yüksek duyarlı kişilerde Covid-19 veya PM2.5'ten korunmada bile etkili görünmektedir (Hong ve ark., 2021).

Genel olarak, armut, bağışıklık sistemini destekleyen çeşitli vitaminler, mineraller ve biyoaktif bileşenler içermektedir. C vitamini, flavonoidler, polifenoller ve prebiyotik lifler sayesinde bağışıklık hücrelerini güçlendirebilir, inflamasyonu azaltabilir ve bağırsak sağlığını destekleyerek vücudu enfeksiyonlara karşı daha dirençli hale getirebilir. Düzenli armut tüketimi, bağışıklık sistemini güçlendiren doğal bir beslenme alışkanlığı olarak önerilmektedir (Chen ve ark., 2020).

Hem pomolojik hem de morfolojik sonuçlar, yerel armut çeşitlerinin ıslah çalışmaları açısından önemli olduğunu ve bu yerel çeşitler üzerinde detaylı seleksiyon çalışmalarının yapılması gerektiğini göstermiştir. Armut çeşitlerinin kimyasal analiz sonuçları, tüketildiğinde insan sağlığına zararlı olabilecek hiçbir bileşen bulunmadığını ve ayrıca bu çeşitlerin gerekli miktarda mineral element içerdiğini ortaya koymuştur. Türkiye’de özellikle yerel olarak yüzyıllardır yetiştirilen ve farklı tüketim taleplerine zengin bir çeşitlilik sunan armut popülasyonları bulunmaktadır. Bu popülasyon içerisinde henüz geniş pazarlara sunulmamış birçok değerli yerel çeşit bulunmaktadır. Yerel ve standart çeşitler arasındaki içerik farklılıklarının ortaya konularak seleksiyon çalışmalarına temel oluşturulması gerekmektedir. Yerel armut çeşitlerinin tanıtılması, değerlendirilmesi ve mevcut genetik kaynakların korunmasına yönelik çalışmaların arttırılması, insan sağlığının ve dünya biyoçeşitliliğinin korunması açısından gereklidir (Kalkisim ve ark., 2018).

4. SONUÇ VE GENEL DEĞERLENDİRME

Armudun kimyasal bileşimi ve insan sağlığı üzerindeki etkileri, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarla daha fazla önem kazanmıştır. Hem geleneksel beslenmede hem de modern fonksiyonel gıdalar arasında değerlendirilen armut, yüksek besin değerine sahip olmasının yanı sıra sağlık açısından birçok fayda sunmaktadır. Karbonhidratlar, proteinler, lipitler, vitaminler, mineraller, polifenoller, flavonoidler ve organik asitler bakımından zengin bir meyve olan armut, sindirim sağlığından kardiyovasküler hastalıkların önlenmesine, diyabet yönetiminden bağışıklık sisteminin güçlendirilmesine kadar geniş bir etki spektrumuna sahiptir.

Armudun sağlık üzerindeki etkilerini değerlendirirken en öne çıkan noktalardan biri sindirim sistemi sağlığına olan katkılarıdır. Lif açısından zengin olması, bağırsak hareketlerini düzenleyerek sindirim sisteminin verimli çalışmasını desteklemektedir. Çözünür ve çözünmez liflerin dengeli bir şekilde bulunması, kabızlığı önlerken, prebiyotik etkileri sayesinde bağırsak mikrobiyotasının gelişimine katkıda bulunur. Pektin gibi prebiyotik özellik gösteren lifler, bağırsaktaki faydalı bakterilerin beslenmesini destekleyerek sindirim sisteminin genel sağlığını iyileştirmektedir. Bunun yanı sıra, armutta bulunan malik asit ve sitrik asit gibi organik asitlerin mide asidini dengeleyerek sindirimi kolaylaştırdığı ve mide-bağırsak fonksiyonlarını desteklediği bilinmektedir.

Kardiyovasküler sağlık açısından, armudun içerdiği polifenoller, flavonoidler ve potasyum önemli roller üstlenmektedir. Potasyum, kan basıncını düzenlemeye yardımcı olarak hipertansiyon riskini azaltabilirken, polifenoller oksidatif stresin neden olduğu damar sertleşmesini önleyerek kalp hastalıklarının gelişme riskini düşürebilir. Bunun yanı sıra, armudun içerdiği lifler, kötü kolesterol (LDL) seviyelerini düşürerek kalp hastalıklarının önlenmesine katkı sağlayabilir. Armut gibi lif açısından zengin meyvelerin düzenli tüketimi, ateroskleroz riskini azaltarak kalp ve damar sağlığını korumada önemli bir faktör olabilir.

Armudun diyabet yönetimi üzerindeki etkileri, düşük glisemik indeksli olması ve kan şekerini dengeleyici bileşenler içermesi nedeniyle özellikle dikkat çekicidir. Armutta bulunan çözünür lifler, glikoz emilimini yavaşlatarak insülin duyarlılığını artırabilir ve kan şekerinin ani yükselmesini önleyebilir.

Fenolik bileşiklerin pankreastan insülin sekresyonunu teşvik ettiği ve beta hücrelerinin fonksiyonlarını destekleyerek insülin direncini azalttığı gösterilmiştir. Bu nedenle armut, diyabetli bireyler için güvenli bir besin olarak değerlendirilebilir ve düzenli tüketimi tip 2 diyabet riskinin azalmasına katkı sağlayabilir.

Kanser önleyici etkileri açısından armutta bulunan antioksidan bileşikler önemli bir role sahiptir. Polifenoller, flavonoidler, fenolik asitler ve karotenoidler gibi biyoaktif bileşenler, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif DNA hasarını önleyerek, kanser gelişimini yavaşlatıcı etki gösterebilir. Yapılan bazı araştırmalarda, armut ekstraktlarının belirli kanser hücrelerinde apoptoz (programlanmış hücre ölümü) sürecini tetiklediği ve tümör büyümesini baskıladığı belirlenmiştir. Özellikle bağırsak, meme ve prostat kanseri gibi bazı kanser türleri üzerinde olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

Bağışıklık sistemine olan olumlu etkileri de armudun fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmesine katkıda bulunmaktadır. Bağışıklık sistemini destekleyen bileşenler arasında C vitamini, flavonoidler ve polifenoller bulunmaktadır. C vitamini, enfeksiyonlara karşı vücudun savunma mekanizmalarını güçlendiren temel bir vitamin olup, bağışıklık hücrelerinin daha aktif çalışmasını sağlar. Flavonoidlerin antiviral ve antienflamatuvar özellikleri sayesinde, solunum yolu enfeksiyonlarına karşı koruyucu etki gösterdiği bilinmektedir. Ayrıca armudun prebiyotik etkileri sayesinde bağırsak mikrobiyotasını desteklemesi, bağışıklık fonksiyonlarının daha sağlıklı çalışmasına katkıda bulunmaktadır.

Genel olarak, armut tüketiminin düzenli hale getirilmesi, beslenme ve sağlık açısından birçok fayda sunmaktadır. Bu meyvenin, sindirim sağlığını destekleyici lif içeriği, kardiyovasküler hastalıkları önleyici potasyum ve polifenol bileşenleri, diyabet yönetimine yardımcı olan düşük glisemik indeksi ve bağışıklık sistemini güçlendiren antioksidanları sayesinde fonksiyonel bir gıda olarak değerlendirilmesi mümkündür. Ayrıca, armut tüketiminin kanser önleyici etkiler sunduğuna dair bilimsel veriler, bu meyvenin diyetlere daha sık dahil edilmesi gerektiğini desteklemektedir.

Bununla birlikte, gelecekte yapılacak bilimsel çalışmalar, armudun farklı türleri ve işlenmiş formlarının sağlık üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ele almalıdır. Özellikle armut bazlı fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi

ve bu meyvenin biyoaktif bileşenlerinin sağlık üzerindeki mekanizmalarının daha kapsamlı araştırılması, beslenme ve tıp bilimlerine yeni perspektifler kazandırabilir. Ayrıca, armudun sürdürülebilir tarım yöntemleriyle üretiminin desteklenmesi, hem besin değerinin korunmasını hem de çevresel açıdan daha sürdürülebilir bir gıda kaynağı olmasını sağlayabilir.

Sonuç olarak, armut, hem geleneksel hem de modern beslenme anlayışında önemli bir yer tutan, sağlık yararları kanıtlanmış fonksiyonel bir meyvedir. Günlük beslenme rutinine dahil edilmesi, sindirim sistemi sağlığından bağışıklık sisteminin güçlendirilmesine kadar birçok olumlu etki etki sağlayarak insan sağlığını destekleyebilir.

KAYNAKÇA

- Abdulloev, O. S., & Kayumjonov, O. Z. (2024). Chemical composition of pear and its importance in folk medicine. *Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine*, 3(1), 281-286. <https://doi.org/10.55475/jcgtn/vol3.iss1.2024.264>
- Ahmed, I. A. M., Özcan, M. M., AlJuhaimi, F., & Albakry, Z. (2025). The monitoring of accumulations of elements in apple, pear, and quince fruit parts. *Biological Trace Element Research*, 203(2), 1202-1208. <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04223-3>
- Akagić, A., Oras, A., Gaši, F., Meland, M., Drkenda, P., Memić, S., Spaho, N., Žuljević, S. O., Jerković, I., Musić, O., & Hudina, M. (2022). A comparative study of ten pear (*Pyrus communis* L.) cultivars in relation to the content of sugars, organic acids, and polyphenol compounds. *Foods*, 11(19), 3031. <https://doi.org/10.3390/foods11193031>
- Asqarov, I. (2019). *Tabobat qomusi*. Mumtoz soʻz.
- Asqarov, I. R. (2023). *Dalillarga asoslangan xalq tabobati usullari* (pp. 254-261). Fan va texnologiyalar nashriyot-matbaa uyi.
- Chen, J., Wang, Z., Wu, J., Wang, Q., & Hu, X. (2007). Chemical compositional characterization of eight pear cultivars grown in China. *Food Chemistry*, 104, 268-275.
- Chen, Y., Zhang, L., & Huang, J. (2020). Antioxidant properties of pear phenolics and their role in human health. *Food and Nutrition Science*, 22(5), 312-328.
- Cyril, K., Rahman, M. M., Singh, G., Joseph, A., & Mathew, M. (2023). The impact of pear on nutrition and health: A review. *The Pharma Innovation*, 12(5), 2819-2825.
- Gong, X., Li, Y., & Wang, Z. (2022). Pear consumption and its effects on blood sugar regulation. *Diabetes and Nutrition Research Journal*, 10(4), 233-245.
- Gorinstein, S., Zachwieja, Z., Foltá, M., Barton, H., Piotrowicz, J., Zemser, M., Weisz, M., Trakhtenberg, S., & Martin-Belloso, O. (2001). Comparative contents of dietary fiber, total phenolics, and minerals in persimmons and apples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49(2), 952-957. <https://doi.org/10.1021/jf000947k>
- Hong, S. Y., Lansky, E., Kang, S. S., & Yang, M. (2021). A review of pears (*Pyrus* spp.), ancient functional food for modern times. *BMC*

- Complementary Medicine and Therapies*, 21(219).
<https://doi.org/10.1186/s12906-021-03392-1>
- Huang, R., Wang, J., & Liu, Y. (2021). Organic acids and aroma volatiles in fruits: A comprehensive review. *Journal of Food Chemistry*, 45(3), 145-159.
- James-Martin, G., Williams, G., Stonehouse, W., O'Callaghan, N., & Noakes, M. (2015). *Health and nutritional properties of pears (Pyrus): A literature review*. CSIRO. <https://www.australianpears.com.au/wp-content/uploads/2019/10/Pears-Health-Study-API5010-Final-Report-Complete.pdf>
- Kalkisim, O., Okcu, Z., Karabulut, B., Ozdes, D., & Duran, C. (2018). Evaluation of pomological and morphological characteristics and chemical compositions of local pear varieties (*Pyrus communis* L.) grown in Gümüşhane, Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 60, 173-181. <https://doi.org/10.1007/s10341-017-0354-6>
- Kim, J., Park, S., & Lee, H. (2019). Dietary fibers and their role in digestive health. *International Journal of Food Sciences*, 27(1), 112-126.
- Kolniak-Ostek, J. (2016). Chemical composition and antioxidant capacity of different anatomical parts of pear (*Pyrus communis* L.). *Food Chemistry*, 203, 491-497. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.02.103>
- Lee, H., Kim, J., & Park, S. (2019). Dietary fibers and polyphenols in pears: Health benefits and mechanisms. *Nutritional Sciences Review*, 18(1), 78-94.
- Li, X., Zhang, J. Y., Gao, W. Y., Wang, Y., Wang, H. Y., Cao, J. G., & Huang, L. Q. (2012). Chemical composition and anti-inflammatory and antioxidant activities of eight pear cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(35), 8738-8744. <https://doi.org/10.1021/jf303235h>
- Liu, M., Zhang, T., & Wang, X. (2020). Lipid composition and nutritional properties of pear seeds. *Food Science and Technology Journal*, 33(4), 198-210.
- Miller, S., Brown, R., & Wilson, D. (2021). The role of flavonoids in cardiovascular health. *Journal of Clinical Nutrition*, 20(3), 312-328.
- Nguyen, Q., Tran, H., & Kim, S. (2021). Prebiotic fibers and gut microbiota: A functional approach. *Food Microbiology Journal*, 28(1), 56-78.
- Öztürk, M., & Yıldırım, S. (2021). Türkiye’de armut yetiştiriciliği ve geleceği. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(3), 145-159.

- Reiland, H., & Slavin, J. (2015). Systematic review of pears and health. *Nutrition Today*, 50(6), 301-305. <https://doi.org/10.1097/NT.0000000000000112>
- Rodriguez, M., Wilson, J., & Thomas, L. (2021). Carbohydrates in fruits and their metabolic impact. *Metabolism and Nutrition Science*, 30(2), 178-193.
- Singh, R., Patel, M., & Sharma, T. (2022). Bioactive compounds in fruits and their health benefits. *Nutritional Research Journal*, 12(4), 401-418.
- Smith, J., Brown, P., & Wilson, K. (2020). The history and cultivation of pears. *Journal of Horticultural Science*, 15(2), 112-125.
- Standard Tables of Food Composition. (2003). Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology.
- Wang, L., Zhao, Y., & Chen, M. (2020). Influence of storage conditions on pear's nutritional quality. *Postharvest Biology and Technology*, 50(3), 278-290.
- Xu, J., Huang, Y., & Li, X. (2019). Antioxidant mechanisms of anthocyanins in fruits. *Journal of Molecular Nutrition*, 17(1), 99-115.
- Zhang, W., Liu, X., & Chen, Y. (2021). Effects of organic farming on fruit polyphenol content. *Agricultural and Food Science*, 22(5), 233-248.

BÖLÜM II
ARMUT TÜRÜNÜN MORFOLOJİK VE BOTANİK
ÖZELLİKLERİ

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Ali GÜNDOĞDU¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105744>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
Çanakkale, Türkiye. magundogdu@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-5802-5505

1. MEYVENİN KÖKENİ VE YAYILIŞI

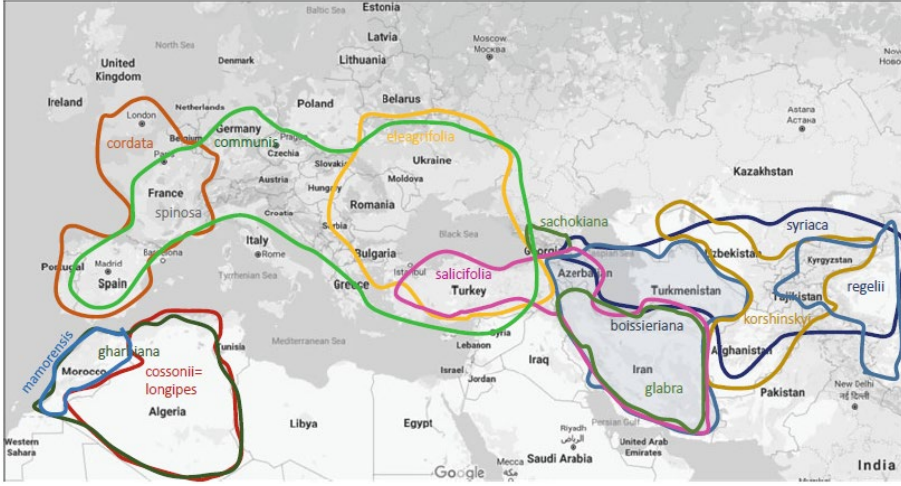
Armut (*Pyrus* spp.), Rosaceae familyasının Maloideae (Pomoideae) alt familyasında yer alan ve ılıman iklimlerde yaygın yetiştirilen önemli bir meyve türüdür. *Pyrus* cinsi; Avrupa, Batı ve Orta Asya ile Doğu Asya'da doğal yayılış gösteren çok sayıda türü içermekte olup, dünya genelinde kültüre alınmış armutların büyük bölümü *Pyrus communis* L. (Avrupa armudu), *Pyrus pyrifolia* (Burm. f.) Nakai (Asya armudu) ve *Pyrus bretschneideri* Rehder türlerine aittir (Hedrick ve ark. 1921; Ekinci ve Akçay, 2016; Quinet and Wesel, 2019).

P. communis, Orta ve Doğu Avrupa ile Güneybatı Asya'ya özgüdür ve Avrupa armudu veya kültür armudu olarak bilinir. Atalarının *P. caucasica* (Kafkas yaban armudu) ve *P. pyraster* (yabani armut) olduğu düşünülmektedir ki her iki yabani armut da kültür armutlarıyla çaprazlanabilmektedir (Anonymous, 2025-a).

P. communis'in doğal yayılışının Batı Avrasya kladındaki geniş *Pyrus* çeşitliliği ile örtüştüğünü göstermektedir; bu grupta *P. elaeagnifolia*, *P. syriaca*, *P. salicifolia*, *P. boissieriana*, *P. glabra*, *P. nivalis* gibi türler Avrupa-Orta Asya hattı boyunca yayılım göstermektedir (Şekil 1). Bu durum, Avrupa armudunun genetik olarak Occidental (Batı Avrasya) *Pyrus* soy hattının bir ürünü olduğunu desteklemektedir (Volk ve Cornille, 2019).

İlman bölgelerin en önemli meyvelerinden biri olan *P. communis*, Avrupa, Amerika, Okyanusya ve Afrika'da yaygın olarak yetiştirilen armut türü olup dünyadaki toplam armut üretiminin yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır (Hedrick ve ark. 1921; Bassil ve Postman 2010; Chagné et al. 2014). Bu geniş yayılışın kökeninde, Batı Avrasya *Pyrus* türlerinin uzun zamandır devam eden doğal melezleşme dinamikleri bulunmaktadır (Volk ve Cornille, 2019).

Buna karşın *P. pyrifolia* Doğu Asya'ya özgü olup, özellikle Çin'in güney-orta bölgelerinde, ayrıca Japonya ve Kore'de yoğunlaşmış yayılışa sahiptir. Dünyadaki dağılımları incelendiğinde, *P. pyrifolia*'nın Asya kladının (Doğu Asya soyunun) merkezinde yer aldığını, etrafında *P. pashia*, *P. betulifolia*, *P. calleryana*, Japonya'ya özgü *P. dimorphophylla* ve *P. hondoensis* gibi türlerin yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 2). Bu türler, Çin'i kapsayan bir dağlık sistem boyunca çeşitlenmiş ve Asya armutlarının olağanüstü genetik varyasyonunu oluşturmuştur (Wu et al., 2013; Volk ve Cornille, 2019).



Şekil 1. Batı Avrupa'ya (Oksidental) özgü yabancı *Pyrus* türlerinin coğrafi dağılımına genel bakış (Volk ve Cornille, 2019)



Şekil 2. Doğu Asya'ya özgü yabancı *Pyrus* türlerinin coğrafi dağılımına genel bakış (Volk ve Cornille, 2019)

Doğu Asya'daki diğer önemli türler olan *P. bretschneideri*, *P. ussuriensis* ve *P. sinkiangensis* de benzer şekilde bu kladın birer temsilcisidir. *P. ussuriensis*'in Çin'in kuzeydoğusundan Kore'ye kadar uzanan soğuk iklim kuşağında; *P. bretschneideri*'nin Kuzey Çin'in orta bölgesinde; *P. sinkiangensis*'in ise batıda tamamen izole bir coğrafi alan olan Sincan

bölgesinde geliştiği gözlenmektedir (Şekil 2). Bu coğrafi ayrışma, Asya *Pyrus* türlerinin neden birbirinden çok farklı meyve formu, yaprak morfolojisi ve adaptasyon stratejilerine sahip olduğunu açıkça gösterir (Volk ve Cornille, 2019).

P. pyrifolia'nın Asya armudu, Çin armudu, Kore armudu, Japon armudu, Tayvan armudu, nashi ve kum armudu gibi çok sayıda sinonime sahip olması (Hedrick ve ark., 1921; Bailey ve Bailey, 1976; Petri ve Herter, 2002; Lee ve ark., 2012; Quinet ve Wesel, 2019), hem kültürel kullanımın hem de geniş coğrafi dağılımın bir göstergesidir. Ayrıca, nashi teriminin yalnızca *P. pyrifolia*'yı değil, aynı zamanda bazı *P. bretschneideri* ve *P. ussuriensis* kültürlerini de kapsamı, Asya kladı içindeki doğal melezleşmenin güçlü olduğuna işaret etmektedir (Chagné et al. 2014; Volk ve Cornille, 2019).

Bu filocoğrafik desenler, *Pyrus* cinsinin evrimsel tarihine dair modern genetik çalışmalarla uyumludur ve günümüz kültür armutlarının morfolojisinde görülen çeşitliliğin temelini oluşturan evrimsel ve ekolojik ayrışmayı açıkça ortaya koymaktadır. Cinsin Tersiyer dönemde (65-55 milyon yıl önce) veya daha özel olarak Oligosen'de (33-25 milyon yıl önce) Batı Çin veya Anadolu-Kafkasya dağ sistemlerinde ortaya çıktığı düşünülmektedir (Silva ve ark. 2014; Korotkova ve ark. 2018). SSR (mikrosatelit), cpDNA ve düşük kopyalı nükleer gen analizleri iki büyük genetik grubun Oksidental (Avrupa/Orta Asya) ve Oriental (Doğu Asya) *Pyrus* soy hatlarının 6.6-3.3 milyon yıl önce ayrıldığını göstermektedir (Liu et al. 2015; Volk et al. 2006; Wu et al. 2018). Haritalardaki iki büyük yayılım alanı bu ayrımı açıkça desteklemektedir: doğuya ve kuzeye doğru yayılan Asya türleri çeşitlenirken, batıya ve güneybatıya doğru yayılan Occidental türler çeşitlenmiştir (Volk ve Cornille, 2019) (Şekil 1 ve Şekil 2).

2. DÜNYADA ÜRETİM VE EKONOMİK ÖNEMİ

Dünya armut üretim verilerine göre (FAO, 2025) 2023 yılında dünya armut üretimi belirgin bir coğrafi yoğunlaşma göstermekte olup üretim büyük ölçüde Asya kıtasında toplanmıştır (Çizelge 1). Armut yetiştiriciliği açısından Asya kıtası gerek üretim alanı gerekse üretim hacmi bakımından küresel lider konumundadır. Asya kıtası, dünya üzerindeki toplam 1,32 milyon hektarlık armut alanının %81,1'ine (1.0732.503 ha) sahip olup, buna karşılık dünya armut üretiminin %82,2'sini oluşturan 21,8 milyon tonluk ürün miktarıyla açık ara ilk sıradadır. Bu üstünlüğün temel nedeni, Asya armutlarının gen merkezi

olan Çin başta olmak üzere Türkiye, Hindistan, Japonya, Kore ve Orta Asya ülkelerindeki yoğun üretim faaliyetleridir. Asya kıtasının ortalama verimi 20.292 kg/ha olup küresel verimliliğin üzerinde bir değere sahiptir. Avrupa kıtası dünya armut üretiminde ikinci sırada yer almakla birlikte payı oldukça sınırlıdır. Üretim alanının yalnızca %10,9'u (143.642 ha) ve küresel üretimin %8,4'ü (2.236.902 ton) Avrupa'da gerçekleşmektedir. Ortalama verim 15.573 kg/ha ile Asya'nın ve Amerika kıtasının gerisinde kalmaktadır. Avrupa ülkeleri (İtalya, İspanya, Belçika ve Hollanda vb.) daha sınırlı üretim alanına sahip olmakla birlikte, çeşit zenginliği ve kalite odaklı üretim anlayışıyla öne çıkmaktadır. Amerika kıtası ise toplam armut alanlarının yalnızca %3,9'unu oluşturmasına rağmen, 1,57 milyon tonluk üretimle küresel üretimden %5,9 pay alarak verimlilik açısından dikkat çekmektedir. Ortalama verimi 30.345 kg/ha ile dünya kıtaları içinde en yüksek verime sahiptir. Bu durum, ABD, Arjantin ve Şili gibi ülkelerde geniş üretim alanları ile yüksek yoğunluklu yetiştiricilik tekniklerinin etkinliği ile ilişkilidir. Afrika ve Okyanusya kıtaları ise daha sınırlı bir armut üretimine sahiptir. Afrika'nın üretimdeki payı %3,0, Okyanusya'nın payı ise %0,4 düzeyindedir; ancak bu bölgeler özellikle Güney Afrika ve Avustralya gibi ülkelerin ihracata yönelik yüksek kaliteli üretimleriyle dikkat çekmektedir (FAO, 2025).

Genel olarak bakıldığında, armut üretiminin kıtalara göre dağılımı oldukça dengesiz olup, küresel armut üretimi belirgin bir şekilde Asya merkezlidir. Bu durum hem gen merkezinin Asya'da olması hem de günümüzdeki yoğun ticari üretimin Asya'da konuşlanmış olması ile ilişkilidir.

Çizelge 1. Dünya armut üretimi verilerinin 2023 yılında kıtalara göre dağılımı (FAO, 2025)

Kıtalar	Alan (ha)	Üretim (ton)	Verim (kg/ha)
Asya	1.073.503 (%81,1)	21.783.162 (%82,2)	20.292
Avrupa	143.642 (%10,9)	2.236.902 (%8,4)	15.573
Amerika	51.951 (%3,9)	1.576.480 (%5,9)	30.345
Afrika	48.394 (%3,7)	802.012 (%3,0)	16.573
Okyanusya	5.738 (%0,4)	108.902 (%0,4)	18.978

Çizelge 2. Dünya armut üretimi verilerinin 2023 yılında ülkelere (ilk beş ülke) göre dağılımı (FAO, 2025)

Kıtalar	Alan (ha)	Üretim (ton)
Çin Halk Cum.	929.942 (%70,3)	19.852.600 (%74,9)
Arjantin	19.526 (%1,5)	653.838 (%2,5)
A.B.D.	15.702 (%1,2)	603.730 (%2,3)
Türkiye	22.726 (%1,7)	534.513 (%2,0)
Güney Afrika	12.609 (%1,0)	481.357 (%1,8)
Diğer Ülkeler	322.726 (%24,4)	4.381.419 (%16,5)

Ülke bazlı üretim verileri incelendiğinde, küresel üretimdeki dengesiz dağılım daha belirgin biçimde ortaya konmaktadır. Çin, dünya çapında en büyük armut üreticisidir ve diğer tüm ana üreticilerin toplamından yaklaşık 20 kat daha fazla armut üretmektedir. 2023 yılında Çin Halk Cumhuriyeti tek başına dünya armut üretiminin %74,9'unu (19,85 milyon ton) ve üretim alanının %70,3'ünü (929.942 ha) karşılamaktadır. Bu miktar, ikinci sıradaki Arjantin'in dokuz-on katı düzeyindedir. Çin'in bu baskın konumu, hem *Pyrus pyrifolia* ve *P. bretschneideri* gibi Asya armutlarının gen merkezine ev sahipliği yapması hem de ülkenin geniş coğrafyada endüstriyel ölçekte yetiştiricilik yapmasıyla ilişkilidir. Çin'i üretim bakımından sırasıyla Arjantin, ABD, Türkiye ve Güney Afrika izlemektedir. Arjantin dünya üretiminin %2,5'ini, ABD %2,3'ünü, Türkiye ise %2,0'sını karşılayarak ilk beş ülke arasında yer almaktadır. Ülkemiz, 22.726 hektarlık alanda (%1,7) gerçekleştirdiği 534 bin tonluk üretimle (%2,0) dünya armut üretiminin önemli aktörlerinden biridir ve özellikle yerel çeşit zenginliği ile dikkat çekmektedir. Güney Afrika %1,8'lik üretim payıyla Afrika kıtasının lider üreticisidir. Geri kalan üretim ise Belçika, Hollanda, İspanya, Hindistan, İtalya gibi 80 ülkenin bulunduğu "diğer ülkeler" grubunda toplanmış olup, bu grup toplam üretimin %16,5'ini oluşturmaktadır.

Bu veriler genel olarak değerlendirildiğinde, armut üretiminin büyük ölçüde Asya merkezli olduğu, dünya üretiminin dörtte üçünden fazlasının tek bir ülke, yani Çin tarafından gerçekleştirildiği görülmektedir. Buna karşılık Avrupa ve Amerika kıtaları daha çok yüksek kaliteli sofralık armut üretimi ile ön plana çıkmaktadır. Söz konusu küresel dağılım, armut türlerinin çeşitliliği,

iklim uyumu, morfolojik farklılıklar ve kültürel tüketim alışkanlıkları ile doğrudan ilişkilidir (Quinet ve Wesel, 2019).

3. MORFOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Armut meyvesinin morfolojik değerlendirmesi; meyvenin şekli, kabuk yapısı (ekzokarp), lentisel yoğunluğu, yüzeyde paslanma (russeting) durumu ve meyve etinin dokusal özellikleri ile çekirdek evinin yapısına göre yapılmaktadır.

Armut (*Pyrus* spp.) meyvelerinin temel botanik sınıflandırmasında, özellikle *P. communis* (Avrupa armudu) ve *P. pyrifolia* (Asya armudu) arasında belirgin morfolojik ayrımlar bulunmaktadır. *P. communis*'de meyve eti genellikle tereyağımsı (ağızda eriyen) ve daha yumuşak karakterde iken, *P. pyrifolia* ve *P. bretschneideri* gibi Asya armutlarında meyve eti gevrek ve sulu olup taş hücresi (sklerenkima) miktarı daha yüksektir (Hedrick ve ark., 1921; Chagné et al. 2014; Wu et al. 2018; Quinet ve Wesel, 2019).

3.1. Ağaç Yapısı (Habitüs)

Armut ağaçları (*Pyrus communis* L.) genel olarak dikine büyüyen, kuvvetli gelişen ve piramidal taç oluşturan bir habitüse sahiptir. Genç dönemde taç daha dar piramidal formda iken ilerleyen yıllarda giderek yuvarlak veya geniş piramidal bir şekil kazanır. Bazı yerli çeşitlerde (örneğin Ankara armudu, Deveci) taç daha yayvan ve geniş formda gelişir. İyi bakım koşullarında taç çapı 8-12 m, ağaç boyu ise 10-15 m'ye ulaşabilmektedir (Anonim, 2025).

Avrupa armudu doğal formunda 10-20 m boya ve 60-90 cm göğüs çapına ulaşabilen, 100-200 yıl yaşayabilen uzun ömürlü bir türdür. Taç yapısı genç dönemde daha dar ve konik, yaşlılık döneminde ise yayvan ve düzensiz bir görünüm kazanır (Kalkışım ve ark., 2021). Çoğu kültür formu, çeşit özelliğine bağlı olarak dik omurgalı dallar, yoğun spur oluşumu ve orta-kuvvetli sürgün gelişimi ile karakterizedir.

Doğal popülasyonlardaki yabani formlar çoğunlukla dikenli, dar taçlı ve yoğun sürgün oluşturan yapıdadır. Kültür çeşitlerinde ise dikenlilik büyük ölçüde ortadan kalkmıştır (Anonim, 2022). Anaç-kalem kombinasyonu da taç yapısını belirleyici bir unsurdur: kuvvetli gelişen çöğür anaçları üzerinde taç daha iri ve yüksek formda gelişirken, ayva ve yarı bodur klonal anaçlar üzerinde 3-6 m boylu, daha kompakt taçlı ağaçlar ortaya çıkar. Bu nedenle bodur-yarı

bodur gelişme daha çok ayva anaçları üzerinde gözlenir (Anonim, 2022; Anonim, 2025).

Armut ağaçları uygun ekolojilerde 40-50 yıl, bazı durumlarda daha uzun süre ekonomik üretimde kalabilmektedir. Avrupa armudunun genetik olarak kuvvetli büyüme eğilimi, modern klonal anaçlar ve ayva anaçları üzerinde kontrollü bir taç hacmine dönüşmektedir (Anonim, 2025).

Taç mimarisi, gövde ile iskelet dalları arasındaki açıya ve spur oluşum yoğunluğuna bağlı olarak şekillenir. Avrupa armudunda taç yapısı çoğunlukla oblong, dar ya da geniş piramidal formdadır; genç dönemde kompakt ve düzenli olan tepe yapısı zamanla yayvan ve düzensiz bir hâl alır (Kalkışım ve ark., 2021). Hem ağaç boyu hem taç hacmi, güçlü çöğür anaçlarda daha iri; ayva ve yarı bodur armut anaçlarında ise daha kompakt ve kontrollü yapıdadır (Anonim, 2022).

3.2. Kök ve Gövde

Armut, genellikle derin kök sistemine sahip bir türdür. Tohumdan yetişen çöğürler çoğu zaman belirgin bir kazık kök geliştirir; ancak iyi işlenmiş ve düzenli sulanan bahçelerde aşılı fidanlarla kurulan plantasyonlarda yan ve saçak köklerin daha baskın olduğu, kazık kök özelliğinin zayıfladığı görülür. Kökler, geçirgen ve derin profilli topraklarda 1-1,5 m derinliğe kadar inebilmekte, yanlara doğru da geniş bir alanı kaplamaktadır (Anonim, 2025). Kök sisteminin bu yapısı, armudun kurağa elmaya göre daha dayanıklı olmasını sağlarken; taban suyu yüksek, ağır ve drenajı yetersiz topraklarda ağaçların kök boğazı çürüklüğü ve oksijensizlik nedeniyle zarar görmesine yol açabilmektedir (Jackson, 2003).

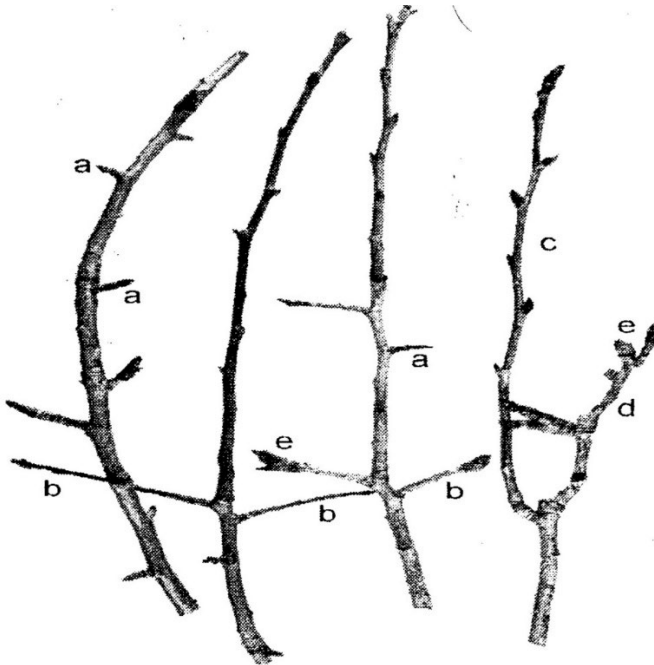
Armut ağaçlarının gövdesi düzgün, dik ve sağlam bir yapıya sahiptir. Genç gövdelerde kabuk ince, düzgün ve gri/koyu gri renktedir; yaşlandıkça kabuk kalınlaşır, enine ve boyuna çatlaklar oluşur ve kabuk parçalı bir görünüm kazanır. Kabuğun kalınlığı, rengi ve çatlama özellikleri çeşide ve anaç-kalem kombinasyonuna bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Anonim, 2025).

Odun dokusu sert ve yoğundur; bu nedenle gövde hem rüzgâr yüküne hem de meyve yüküne karşı dayanıklıdır. Genç sürgünler genellikle düzgün, tüysüz veya hafif tüylü olup belirgin lentisel taşırlar. Sürgün rengi zeytin yeşili-koyu kahverenginin farklı tonlarında olabilir. Yabani popülasyonlarda gövde

ve ana dallarda kısa dikenler görülebilirken, kültür çeşitlerinde dikenlenme çoğunlukla baskılanmıştır (Anonim, 2022).

3.3. Dal ve Yaprak Yapısı

Armut ağaçlarında dal yapısı, genel olarak elmaya benzer şekilde odun dalları ve meyve dalları olarak iki ana grupta incelenir. Genç dönemde taç içinde güçlü iskelet dallar oluşur; bunlar üzerinde zamanla meyve odunu ve kısa meyve dalları gelişir (Jackson, 2023). Meyve dalları armutta; topuz, kargı, dalcık ve çitanak olarak adlandırılan farklı formlarda karşımıza çıkar (Şekil 3). *Topuz* kısa boğum aralı ve kalınlaşmış yapıda olup ucunda genellikle bir karışık çiçek tomurcuğu taşır. *Kargı*, boğum araları biraz daha uzun, bir veya birkaç göz taşıyan orta uzunlukta meyve dalıdır. *Dalcıklar*, bir yıllık ince sürgünler olup hem odun hem de çiçek gözleri taşıyabilir. Birçok topuz ve kargının zaman içinde bir araya gelmesiyle oluşan *çitanaklar* ise genellikle yaşlı dallarda görülür; yoğunlaştıklarında verim düşüklüğüne neden oldukları için gençleştirme budaması gerektirir (Hedrick et al., 1921; Quinet & Wesel, 2019).



Şekil 3. Armut ağaçlarında meyve dalları a) Topuz; b) Kargı; c) Dalcık; d) Çitanak; e) Kese (Anonim, 2025)

Ağaç üzerinde dönemsel olarak beliren obur sürgünler, uzun boğum aralı, güçlü ve dik gelişen yapılarıyla dikkat çeker. Yaşlı gövde veya kalın dallar üzerinde ortaya çıkan bu sürgünler, uygun budama ve yönlendirme işlemleri ile yeni taç iskeletinin oluşturulmasında değerlendirilebilir. Armutta tomurcuklar temel olarak odun tomurcukları ve çiçek tomurcukları şeklinde iki grupta ele alınır. Lateral konumdaki odun tomurcukları sürgün ve yaprak oluştururken, terminal gözler sürgün uzamasından sorumludur. Çiçek tomurcukları çoğunlukla topuz, kargı ve çitanak gibi meyve dallarının uç kısmında, karışık tomurcuk yapısında gelişir; açılmalarıyla birlikte hem çiçekler hem de genç yapraklar ortaya çıkar (Anonim, 2025; Jackson, 2023).

Armut yaprakları (*Pyrus spp.*) genel olarak basit, almaşık dizilişli ve tür ile çeşide bağlı olarak oval, uzun-oval, yumurtamsı-eliptik veya yuvarlakça formlarda görülür. Yaprak ayasının kenarları çoğunlukla ince testere dişli (krenat-serrat) olup uç kısmı sivridir. Yaprakların üst yüzeyi genellikle parlak koyu yeşil, alt yüzeyi ise daha mat ve açık yeşil renktedir. Yaprak sapı çoğu türde ayadan biraz daha kısa ya da ona yakın uzunluktadır (Anonymous, 2025-b).

Avrupa armudu (*P. communis*) çeşitlerinde yapraklar genellikle 7-9 cm uzunluğunda, yumurtamsı-eliptik yapıdadır; kenarları ince dişli veya yer yer tam, uç kısmı ise belirgin biçimde sivrilemiştir. Genç yapraklarda hem yaprak ayası hem de sap kısmı ince tüylerle kaplı olabilmekte, ancak olgunlaşma ile bu tüylenme büyük ölçüde kaybolarak yaprak yüzeyi parlak ve tamamen tüysüz hâle gelmektedir (Rameau et al., 1989; Quinet & Wesel, 2019).

Tür içi varyasyon özellikle bazı yabani türlerde belirginleşmektedir. *P. elaeagnifolia* ve *P. amygdaliformis* gibi türlerde yapraklar daha dar, mızrak şeklinde (lanceolat) ve çoğu zaman tüylü olup bu özellikler sistematik ayırimda önemli morfolojik kriterler olarak kullanılmaktadır. Buna karşılık Asya armutlarında (*P. pyrifolia* ve *P. bretschneideri*) yapraklar Avrupa armuduna göre daha dar, kenar dişleri daha keskin ve yaprak ucu daha uzamış-akuminat yapıdadır; bu karakter türler arasında ayırt edici bir taksonomik özellik olarak kabul edilmektedir (Hedrick et al., 1921; Quinet & Wesel, 2019).

3.4. Tomurcuklar ve Çiçek Yapısı

Armut ağaçlarında tomurcuklar, morfolojik ve fizyolojik özellikleri bakımından odun (vejetatif, yaprak) tomurcukları ve çiçek (generatif, meyve)

tomurcukları olarak iki ana grupta incelenir. Vejetatif tomurcuklar daha küçük, konik veya sivri uçlu, gövdeye sıkıca yapışık ve dar pullarla örtülü bir yapı sergilerken; çiçek tomurcukları belirgin biçimde daha iri, yuvarlak ya da yumurta biçimli, dolgun ve uç kısmı daha yuvarlak görünüştedir (Şekil 4). Bu ayırt edici morfolojik özellikler tür ve çeşit teşhisinde önemli kriterler olarak kullanılmaktadır (Hedrick et al., 1921; Quinet & Wesel, 2019).



Şekil 4. Armutta vejetatif (mavi oklar) ve generatif tomurcuklar (kırmızı oklar)
(Anonymous, 2025-c)

Armutta çiçek tomurcukları çoğunlukla topuz, kargı ve çitanak gibi kısa meyve dallarının uç kısmında apikal karışık tomurcuk hâlinde oluşur; bazı çeşitlerde bu tomurcuklara yakın boğumlardaki yaprak koltuklarında da çiçek tomurcukları gelişebilir. Armut çiçek tomurcuğu, elmadaki gibi karışık yapıdadır; tomurcuğun açılmasıyla hem çiçekler hem de genç yapraklar birlikte ortaya çıkar. Tomurcuk farklılaşması bir önceki yılın vejetasyon dönemi içerisinde, çoğunlukla Temmuz ayı civarında başlar ve bu süreç çevresel koşullar ile hormonal denge tarafından düzenlenir (Anonim, 2025; Jackson, 2023).

Tomurcuk gelişiminin fizyolojik kontrolünde apikal dominansi belirleyici bir role sahiptir. Tepe (terminal) tomurcuğu ve genç yapraklarda sentezlenen oksin lateral tomurcukların faaliyete geçmesini baskımlarken; köklerden taşınan sitokininler lateral tomurcuk uyanmasını teşvik eder (Thimann & Skoog, 1934; Wang et al., 1994). Bu hormonal denge, armut çeşitleri arasında görülen taç mimarisi farklılıklarının temel belirleyenlerinden biridir. Özellikle kısa meyve dalları olan topuzlar, çok yıllık yapıları sayesinde her yıl yeni kısa sürgünler ve çiçek tomurcukları oluşturabilir; ancak

yaşlandıkça verimlilik azalır ve çitanak oluşumu artarsa gençleştirme budaması gereklidir (Abbott, 1970; Westwood, 1993).

Kış döneminde tomurcukların geçirdiği dormansi ve buna bağlı soğuklama gereksinimi, çiçek tomurcuğu oluşumu ve ilkbahar sürgün gelişimi açısından kritik öneme sahiptir. Avrupa armudu (*P. communis*) çeşitlerinde soğuklama gereksinimi genellikle yüksektir ve tepe tomurcukları lateral tomurcuklara göre daha erken uyanma eğilimindedir (Saure, 1985; Latimer & Robitaille, 1981). Bu durum, özellikle farklı ekolojilere adaptasyon ve anaç-çeşit kombinasyonlarının performansı açısından belirleyicidir (Jackson, 2023).

Bir çiçek tomurcuğunun açılmasıyla armutta genellikle 5-7 çiçek içeren bir korimbus (hüzme) tipi salkım ortaya çıkar. Çeşitlere bağlı olarak salkım içindeki çiçeklerin açılma sırası değişken olabilir; bazı çeşitlerde merkez çiçek, bazılarında ise yan çiçekler önce açar. Armut çiçeklenmesi çoğunlukla elmaya göre daha erken gerçekleşir ve çiçeklenme süresi ekolojik koşullara bağlı olarak 7-17 gün arasında değişir (Bretau & Fauré, 1991).

Her bir armut çiçeği tipik olarak 5 çanak yaprak, 5 taç yaprak, 15-20 stamen, 5 karpelli alt durumlu bir yumurtalık içerir. Taç yapraklar çoğunlukla beyaz olup bazı çeşitlerde hafif pembe tonlar gösterebilir; stamen başçıkları koyu pembe-kırmızı, dişi organ tepcikleri sarı renktedir. Kaliks tüpü içinde yer alan yumurtalık beş bölmeli olup her bölmede iki ovül bulunur (Coste & Flahault, 1903; Pesson & Louveaux, 1984; Quinet & Wesel, 2019).

Armut çiçekleri entomofildir ve başlıca bal arıları ile yabancı arılar tarafından tozlanır. Çiçek nektarındaki şeker oranının görece düşük olması nedeniyle arılar çoğu zaman armut çiçeklerini polen toplamak amacıyla ziyaret eder. *Pyrus communis*'te çok sayıda kültür çeşidi gametofitik öz-uyuşmazlık göstermekte olduğundan bahçe tesisinde uygun dölleyici çeşit kullanımı zorunludur. Bununla birlikte 'Williams', 'Passe Crassane' ve 'Conference' gibi bazı çeşitlerde kısmi kendine verimlilik ve partenokarpi eğilimi bildirilmektedir (Bretau & Fauré, 1991; Anonim, 2022).

Avrupa armudu çiçeklerinin morfolojisi, çoğu çeşitte 2,5-3,5 cm çapında, krem-beyaz renkli ve çoğunlukla spur'ların veya kısa sürgünlerin uç kısımlarında 5-15 çiçekten oluşan korimb salkımlar halinde düzenlenmiş bir yapı sergiler. Çiçekler genellikle yaprak çıkışı ile aynı dönemde veya hemen sonrasında açarlar. Dişi organ tek bir ginekeumdan oluşur ve beş karpelin her biri ayrı stile sahiptir (Coste & Flahault, 1903; Quinet & Wesel, 2019).



Şekil 5. Armut çiçek huzmesi (Thompson, 2025)

3.5. Meyve

Avrupa armutlarının meyveleri uzun ve dolgun bir dokuya sahipken, Asya armutlarının meyveleri yuvarlak ve kumlu bir dokuya sahiptir (Silva ve ark. 2014). Tüm bu *Pyrus* türleri elma ve ayvalarla birlikte botanik olarak yumuşak çekirdekli meyveler olarak adlandırılır. Ayrıca, diğer sert çekirdekli (şeftali, kiraz, kayısı, erik vb.) ve üzüksü meyveler (ahududu, böğürtlen, çilek vb.) ile birlikte Rosaceae familyasında gruplandırılmaktadır.

Armut meyvesi (*Pyrus spp.*), botanik açıdan yalancı meyve sınıfında yer alır; çünkü meyvenin oluşumuna yalnızca yumurtalık dokusu değil, aynı zamanda çiçek tablası (hipantiyum) da katılır. Meyvenin tüketilen kısmı esas olarak gelişmiş çiçek tablası dokusudur; merkezde ise beş karpelden oluşan çekirdek evi bulunur (Hedrick et al., 1921; Quinet & Wesel, 2019).

Meyvenin dış kısmını oluşturan ekzokarp, tek sıralı yassı hücrelerden oluşan epidermis ve üzerinde kalınlığı türe ve çeşide göre değişen bir kütikula tabakasından meydana gelir. Genç meyvelerde epidermis üzerinde bulunan stomalar, olgunlaşma sürecinde lentisel yapısına dönüşür. Lentisel yoğunluğu ve belirginliği çeşide göre değişmekte olup Avrupa armutlarında genellikle daha belirgin, Asya armutlarında ise daha yüzeysel ve seyrek. Bazı çeşitlerde

meyve yüzeyinde ince tüylenme görülebilmekle birlikte, çoğu *Pyrus* türünde kabuk tüysüzdür (Hedrick et al., 1921). Asya armutlarında sıkça görülen bronz-pas rengi kabuk dokusu ise hem genetik hem de çevresel etkenlerin bir sonucudur (Quinet & Wesel, 2019).

Ekzokarpın altında 6-10 hücre sırasından oluşan hipodermis, onun altında ise meyvenin yenilebilir kısmı olan mezokarp yer alır. Mezokarp, ince çeperli parankima hücrelerinden ve geniş hücreler arası boşluklardan oluşur; bu yapı meyvenin tekstürünü, gevrekliğini ve su içeriğini belirler. Armut meyvelerinin karakteristik özelliklerinden biri olan taş hücreler (sklerenkima) özellikle *P. communis* ve *P. ussuriensis* çeşitlerinde daha yoğun bulunur ve meyvede “kumlu” bir tekstüre neden olur. Meyvenin merkezindeki endokarp, kalın çeperli sklerankimatik hücrelerden oluşur ve çekirdek evini çevreler (Quinet & Wesel, 2019).

Armut meyvelerinin şekli, tür ve çeşide bağlı olarak geniş varyasyon gösterir. Meyveler piriform (armut biçimli), obovoid, turbinate, oval veya küresimsi olabilir (Şekil 6). Avrupa armutlarında tipik piriform yapı hâkimken; Asya armutlarında meyve çoğunlukla elmaya benzeyen küresel formdadır (Bretaudiere & Fauré, 1991; Wu et al., 2013). Meyve iriliği genellikle 80-400 g arasındadır; ancak genotipe ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak 30-160 mm uzunluk ve 15-120 mm genişlik aralıkları rapor edilmiştir (Quinet & Wesel, 2019).

Kabuk rengi olgunluk ve çeşide bağlı olarak yeşil, sarı-yeşil, saman sarısı, kırmızı yanaklı veya bronz-pas rengi olabilir. Avrupa armutlarında kabuk daha ince, yer yer paslanma (russeting) gösterebilir; bu durum kütikula tabakasındaki mikro-çatlakların suberize olarak kahverengimsi, pürüzlü yüzeyler oluşturmasıyla meydana gelir. Paslanma bazı çeşitlerde istenmeyen bir özellik olmakla birlikte, Beurré Bosc gibi bazı kültürlerde karakteristik bir kabuk yapısı olarak kabul edilir (Şekil 7). Asya armutlarında ise kabuk daha kalın, sarı-kahverengi ve benekli bir yapıdadır (Silva et al., 2014).



Akça



Ankara



Deveci



Santa Maria

Doyenne du
Comice

Williams



Beurre Hardy



Coscia



June Beauty



Hosui



Kosui



Chojuro

Şekil 6. Farklı Armut çeşitleri (Anonim, 2022).

Meyve eti çoğunlukla beyaz, krem veya sarımsı beyazdır; bazı yerli çeşitlerde baharatımsı aromalar ve daha yüksek taş hücresi yoğunluğu meyve etine daha sert bir yapı kazandırır. Bu morfolojik farklılıklar pomolojik sınıflandırmada “yağ armutları, bergamotlar, paslı armutlar, hoşaf ve sıra armutları” gibi grupların ortaya çıkmasına katkı sağlamıştır (Anonim, 2025).

Çekirdek evi beş bölmeli olup, her bölmede bir veya iki ovül bulunur; döllenme başarısına göre her gözden bir veya iki badem biçimli kahverengi tohum gelişir (Pesson & Louveaux, 1984; Quinet & Wesel, 2019). Bazı *P. communis* genotiplerinde partenokarpi gözlenebilir; bu durumda meyveler çekirdeksiz ve genellikle daha küçük yapıda gelişir (Nyéki et al., 1998; Moriya et al., 2005).



Şekil 7. Beurré Bosc armut çeşidi ve paslanmanın çeşitli dereceleri (Anonymous, 2025-d)

Armut çeşitleri meyve şekli, meyve eti yapısı, kabuk özellikleri ve aroma profili gibi belirgin pomolojik karakterler esas alınarak çeşitli gruplara ayrılmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır:

Yağ armutları, meyve etinin çok yumuşak, sulu ve eriyici yapısıyla karakterizedir ve Bon Chrétien ile Beurré Hardy gibi Avrupa kaynaklı birçok çeşidi içerir (Hedrick et al., 1921). Bu gruba göre daha sıkı dokulu olan **yarım yağ armutlarında** meyve eti tam eriyici değildir ve Mustafa Bey gibi çeşitlerle temsil edilir. **Bergamotlar**, yuvarlak veya basık yuvarlak meyve şekilleri ve özellikle sap bölgesindeki hafif yassılaşma ile ayırt edilir; Ankara Armudu ve Passe Crassane bu grubun tipik örnekleridir. Bergamotların ara formu sayılan **yarı bergamotlarda** meyve eti tamamen kumsuzdur fakat bergamotlara kıyasla biraz daha az eriyici ve hafif posalı bir yapı sergiler. **Yeşil uzun armutlar**, uzun ve düzgün meyve şekline, çoğunlukla yeşil kabuk rengine ve zaman zaman hafif beneklenmeye sahiptir; Neue Poiteau ve Pasteur bu gruba dâhildir. **Sürahi armutları** ise uzun veya çok uzun, tipik sürahi biçimindeki meyveleriyle tanınır; kabuk genellikle yeşilimsi sarı olup beneklilik gösterebilir. Abate Fetel bu grubun bilinen bir örneğidir (Silva et al., 2014). **İri armutlar** büyük meyve yapısıyla dikkat çeker; et dokusu genellikle sulu, kumsuz veya çok az kumlu olup sofralık kullanım için uygundur; Hacı Hamza bu gruba örnektir. **Paslı armutlarda** kabuk yüzeyi bronz-pas renginde, pürüzlü ve yer yer suberize görünümündedir. Bu özellik, kütikula tabakasının mikroçatlaması sonucu oluşan mantarlaşmış bölgelerle ilişkilidir ve Beurré Bosc gibi

çeşitlerde karakteristik bir morfolojik özelliktir (Creasy & Swartz, 1981; Opera ve ark., 2010). **Misket armutları** küçük, kokulu ve çoğunlukla kumlu et dokusuna sahip olup ağızda erimez. **Erimez armutlarda** meyve eti sert, susuz ve dayanıklı yapıdadır. **Tarçın armutlarında** meyve eti sert ve kumlu olup belirgin bir tarçınımsı aroma taşır; Malatya'nın Sarı ve Çelem armutları bu grubun bilinen örnekleridir. **Uzun hoşaf armutları** uzun meyve şekilleri, gevrek et dokuları ve tatlı ya da hafif yavan aromalarıyla tanımlanırken, **yuvarlak hoşaf armutları** benzer özelliklere sahip olmakla birlikte daha yuvarlak meyveler oluşturur. **Uzun sıra armutları** uzun, sert ve buruk tatlı meyveleriyle; **yuvarlak sıra armutları** ise bu özelliklerin yuvarlak formu meyvelerle birleştiği tipler olarak tanımlanmaktadır (Quinet & Wesel, 2019, Anonim, 2025).

Bu pomolojik çeşitlilik, armutların yalnızca morfolojik olarak değil, kullanım amaçlarına göre de sınıflandırılmasına olanak tanımıştır. Sofralık, işleme, hoşaf ve sıra armutlarının ayrılmasında meyve eti sertliği, eriyicilik derecesi, taş hücresi yoğunluğu, aroma bileşimi ve meyve şekli belirleyici olmaktadır. Ayrıca armut çeşitleri olgunlaşma zamanlarına göre yazlık, güzlük ve kışlık olmak üzere üç ana gruba ayrılmakta; bu sınıflandırma hasat zamanı ve depolama için önemli bir temel oluşturmaktadır (Brooks & Olmo, 1997; Hedrick et al., 1921).

KAYNAKÇA

- Abbott, D. L. (1970). The role of budscales in the morphogenesis and dormancy of the apple fruit bud. *Physiology of tree crops*, 65-80.
- Anonim, 2022. Erişim tarihi: 15.11.2025. Marem Armut Yetiştiriciliği. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/marem/Belgeler/2022/Yetiştiricilik%20Bilgileri/Armut%20Yetiştiriciliği.pdf>
- Anonim, 2025. Erişim tarihi: 15.11.2025. Ahmet Öztürk Ders Notları (ARMUT YETİŞTİRİCİLİĞİ). https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/ozturka/66653/Armut_Yetiştiriciliği.pdf
- Anonymous, 2025-a. Erişim tarihi: 15.11.2025. https://en.wikipedia.org/wiki/Pyrus_pyraster
- Anonymous, 2025-b. Trees and Shrubs Online. *Pyrus communis* entry. Erişim tarihi: 15.11.2025. Erişim linki: <https://www.treesandshrubsonline.org>
- Anonymous, 2025-c. Grow Great Fruit. *How to tell fruit buds from leaf buds*. Erişim tarihi: 15.11.2025. Erişim linki: <https://growgreatfruit.com/pruning-fruit-trees/differentiate-fruit-and-leaf-buds/>
- Anonymous, 2025-d. Erişim tarihi: 15.11.2025. Erişim linki: <https://en.wikipedia.org/wiki/Russeting>
- Bailey, L. H., & Bailey, E. Z. (1976). Hortus third: a concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada.
- Bassil, N., & Postman, J. D. (2010). Identification of European and Asian pears using EST-SSRs from *Pyrus*. *Genetic Resources and crop evolution*, 57(3), 357-370.
- Bengoechea, M.L., Sancho, A.I., Bartolome, B., Estrella, I., Gomez-Cordoves, C. and Hernandez, M. (1997). Phenolic composition of industrially manufactured purees and concentrates from peach and apple fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45, 4071-4075.
- Bretaudiere, J., & Faure, Y. (1991). Atlas d'arboriculture. Vol2. Edition Lavoisier. Paris. 66p.
- Brooks, R. M., & Olmo, H. P. (1997). Register of Fruit and Nut Varieties. ASHS Press.
- Chagné, D., Crowhurst, R. N., Pindo, M., Thrimawithana, A., Deng, C., Ireland, H., ... & Velasco, R. (2014). The draft genome sequence of European pear (*Pyrus communis* L. 'Bartlett'). *PloS one*, 9(4), e92644.

- Coste, H. (1906). *Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse, et des contrées limitrophes* (Vol. 3). P. Klincksieck.
- Creasy, L. L., & Swartz, H. J. (1981). Causes of russetting in pomes. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106, 782-785.
- Ekinci, N. & Akçay M.E. (2016). Yeni armut çeşidi: Akçay 77. *ÇOMU Ziraat. Fakültesi Dergisi*, 4(2), 51-57.
- FAO, 2025. Food and Agriculture Organization Of The United Nations. Erişim tarihi: 15.11.2025. Erişim linki: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Opara, L. U., Studman, C. J., Banks, N. H., & Opara, U. L. (2010). Fruit skin splitting and cracking. *Hortic. Rev*, 19, 217-262.
- Hedrick UP, Howe GH, George H, Taylor OM, Tukey HB (1921) The pears of New York. J.B. Lyon Co., Albany, USA, 636 p
- Hussain, S. Z., Naseer, B., Qadri, T., Fatima, T., & Bhat, T. A. (2021). Pear (*Pyrus communis*)-Morphology, taxonomy, composition and health benefits. In *Fruits grown in highland regions of the Himalayas: Nutritional and health benefits* (pp. 35-48). Cham: Springer International Publishing.
- Jackson, J. E. (2003). Apple and pear root systems: Induction, development, structure and function. *Biology of Apples and Pears; Cambridge University Press: Cambridge, NY, USA*, 84-125.
- Korotkova, N., Parolly, G., Khachatryan, A., Ghulikyan, L., Sargsyan, H., Akopian, J., ... & Gruenstaeudl, M. (2018). Towards resolving the evolutionary history of Caucasian pears (*Pyrus*, Rosaceae)-Phylogenetic relationships, divergence times and leaf trait evolution. *Journal of Systematics and Evolution*, 56(1), 35-47.
- Latimer, J. G., & Robitaille, H. A. (1981). Sources of Variability in Apple Shoot Selection and Handling for Bud Rest Determinations1. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 106(6), 794-798.
- Lee, H. S., Isse, T., Kawamoto, T., Woo, H. S., Kim, A. K., Park, J. Y., & Yang, M. (2012). Effects and action mechanisms of Korean pear (*Pyrus pyrifolia* cv. Shingo) on alcohol detoxification. *Phytotherapy Research*, 26(11), 1753-1758.
- Liu, Q., Song, Y., Liu, L., Zhang, M., Sun, J., Zhang, S., & Wu, J. (2015). Genetic diversity and population structure of pear (*Pyrus* spp.) collections revealed by a set of core genome-wide SSR markers. *Tree genetics & genomes*, 11(6), 128.
- Moriya, Y., Takai, Y., Okada, K., Ito, D., Shiozaki, Y., Nakanishi, T., & Takasaki, T. (2005). Parthenocarpy and self-and cross-incompatibility in

- ten European pear cultivars. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 74(6), 424-430.
- Nyéki, J., Soltész, M., & Ivancsics, J. (2000). Self fertility of pear varieties conditioned by natural self pollination (autogamy).
- Pesson, P., & Louveaux, J. (Eds.). (1984). *Pollinisation et productions végétales*. Editions Quae.
- Petri J.L., Herter F. (2002) Nashi pear (*Pyrus pyrifolia*) dormancy under mild temperature climate conditions. *Acta Hortic.* 587, 353-361.
- Quinet, M., & Wesel, J. P. (2019). Botany and taxonomy of pear. In *The Pear Genome* (pp. 1-33). Cham: Springer International Publishing.
- Rameau, J. C., Mansion, D., & Dumé, G. (1989). *Flore forestière française: guide écologique illustré*. Institut pour le Développement Forestier.
- Saure, M. (2011). Dormancy release in deciduous fruit. *Hortic. Rev.*, 7, 239.
- Silva, G. J., Souza, T. M., Barbieri, R. L., & Costa de Oliveira, A. (2014). Origin, domestication, and dispersing of pear (*Pyrus* spp.). *Advances in Agriculture*, 2014(1), 541097.
- Thimann, K. V., Skoog, F., & G, W. (1934). On the inhibition of bud development and other functions of growth substance in *Vicia faba*. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Containing Papers of a Biological Character*, 114(789), 317-339.
- Volk, G. M., Richards, C. M., Henk, A. D., Reilley, A. A., Bassil, N. V., & Postman, J. D. (2006). Diversity of wild *Pyrus communis* based on microsatellite analyses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 131(3), 408-417.
- Volk, G. M., & Cornille, A. (2019). Genetic diversity and domestication history in *Pyrus*. In *The pear genome* (pp. 51-62). Cham: Springer International Publishing.
- Wang, Q., Tang, H., Quan, Y., & Tang, Y. Q. (1994). Phenol induced browning and establishment of shoot-tip explants of Fuji'apple and Jinhua'pear cultured in vitro. *Journal of horticultural science*, 69(5), 833-839.
- Westwood, M. N. (1978). *Temperate-zone pomology* (pp. 428-pp).
- Wu, J., Wang, Z., Shi, Z., Zhang, S., Ming, R., Zhu, S., ... & Zhang, S. (2013). The genome of the pear (*Pyrus bretschneideri* Rehd.). *Genome research*, 23(2), 396-408.
- Wu, J., Wang, Y., Xu, J., Korban, S. S., Fei, Z., Tao, S., ... & Zhang, S. (2018). Diversification and independent domestication of Asian and European pears. *Genome Biology*, 19(1), 77.

Thompson, 2025. Thompson Gallery Fine Art Erişim tarihi: 15.11.2025. Erişim linki: <https://thompson-gallery.pixels.com/featured/beautiful-pear-blossoms-warren-thompson.html>

BÖLÜM III

ARMUT ISLAHI

Prof. Dr. Murat ŞEKER¹

Arş. Gör. Fatih Furkan CANKI²

Zir. Yük. Müh. Sefer DEMİR³

Arş. Gör. Mehmet ULUDAĞ⁴

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105763>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Çanakkale, Türkiye. mseker@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-6886-05470

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Çanakkale, Türkiye. fcanki@nku.edu.tr, Orcid ID: 0009-0005-3116-0773

³Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü Çanakkale, Türkiye. seferdemiir10@gmail.com, Orcid ID: 0009-0007-7124-3770

⁴Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Çanakkale, Türkiye. muludag@nku.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-8171-1108

1. GİRİŞ

Pyrus cinsinin Dünya üzerinde Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika'nın dağlık bölgelerine yayılmış 22 türünün bulunduğu bilinmektedir (Bell ve ark., 1996). III. Jeolojik Dönem içerisinde, yaklaşık 65 milyon yıl önce *Pyrus* cinsinin Çin'in batı ve güneybatısındaki dağlık bölgelerinde ortaya çıktığı ve oradan batı ülkelerine yayıldığı tahmin edilmektedir. Cinsin dağılım gösterdiği farklı iklim ve toprak koşullarına uyum sağlaması ile farklı türler ortaya çıkmıştır (Silva ve ark., 2014). *Pyrus* cinsinin dünyada 3 adet gen merkezi bulunmaktadır. Bunlar; Çin (*Pyrus bretschneideri* Rehd. ve *Pyrus pyrifolia*), Orta Asya (*Pyrus heterophylla*) ve Kafkasya (*Pyrus communis*) bölgeleridir. Çin gen merkezi içerisinde Mançurya, Kore ve Japonya yer alırken Orta Asya gen merkezi içerisinde, Tacikistan, Özbekistan ve Hindistan yer almaktadır. Kafkasya gen merkezi ise Kafkas dağlarıdır (Bell ve Itai, 2011).

Avrupa armutlarının MÖ 1000 yılına kadar uzandığı, Homeros'un Odisseia destanında armut bahçesinden bahsettiği bilinmektedir. Japon armutlarına ait bulgular ise imparator Jito dönemine ait el yazmasında yer almaktadır (Kajiura, 1994). Asya armutlarının yaklaşık 3 bin yıl önce Çin'de kültüre alındığı düşünülmektedir (Lombard ve Westwood, 1987).

Armutun eski bir allopoliploid olduğu ve diploid gibi davrandığı ($2n = 34$) kabul edilmektedir. Yetiştirilen armutların çoğu diploid yapıdadır fakat *Pyrus communis* ve *Pyrus bretschneideri* türlerine ait birkaç poliploid çeşit bulunmaktadır (Zielinski ve Thompson, 1967; da Silva ve ark., 2018).

Pyrus türleri şu üç gruba ayrılmıştır (da Silva ve ark., 2018):

- İki karpelli küçük meyveli türler
- 3-4 karpelli melez türler
- Beş karpelli büyük meyveli türler

Beş karpelli büyük meyveli türler arasında üç önemli tür yetiştirilmektedir. Bunlar:

- *Pyrus communis* L. (Avrupa armudu)
- *Pyrus pyrifolia* Nakai (Japon armudu ya da Nashi)
- *Pyrus bretschneideri* Rehd. veya *Pyrus ussuriensis* Maxim. (Çin armudu)

Dünyada geniş bir coğrafya üzerinde yaygınlık gösteren armut, üretim miktarı bakımından ılıman iklim meyve türleri içinde önemli bir yere sahiptir. Elma yetiştiriciliğinin yapıldığı her ekolojik koşulda armut yetiştiriciliği ile de sıklıkla karşılaşmaktadır. Sıcağa ve kuraklığa karşı daha az duyarlılık göstermesi nedeniyle sıcak bölgelerde de yetiştirilebilmektedir. Günümüzde ticari olarak armut yetiştiriciliği güney ve kuzey yarım kürenin ılıman iklime sahip bölgelerinde ve Akdeniz havzasındaki ülkelerde yapılmaktadır. Armut yetiştiriciliğini kısıtlayan en önemli etmen şüphesiz ateş yanıklığıdır (*Erwinia amylovora*). Bu sebeple yeni anaç ve çeşit ıslahı çalışmalarının artmasında bu hastalığın etkisi son derecede büyük önem taşımaktadır.

Bitki sistematigi kaynaklarında Türkiye’de 11 armut türünün kaydının bulunduğu bildirilmiştir. Bu türler *P. amygdaliformis* (çöğür armudu), *P. anatolica* (som ahlat), *P. communis* (armut), *P. elaeagnifolia* (ahlat), *P. hakkiarica* (Çölemerik ahlatı), *P. nivalis* (ak ahlat), *P. oxyprion* (dişlek armut), *P. salicifolia* (dadaş armudu), *P. serikensis* (zingit), *P. syriaca* (çakal armudu) ve *P. yaltirikii* (şah armudu) dir (Güner ve ark., 2012). *Pyrus* türleri üzerinde bilimsel çalışmalar sürdürülmektedir.

Dünyada meydana gelen küresel iklim değişiklikleri tarımsal ekolojik dengenin bozulmasına sebep olmakta, dünya nüfusunun artması ile her geçen gün gıdaya olan talep artışı, armut türünde de genetik kaynakların ve ıslah çalışmalarının stratejik değerini arttırmaktadır. Türkiye, armudun anavatanlarından biri olması nedeniyle, hemen hemen her bölgede mahalli olarak yetiştirilen çok sayıda genotip bulunmaktadır. Türkiye zengin bir armut gen potansiyeline sahiptir. Yapılan araştırmalarda bölge ve yöre bazında pek çok mahalli armut çeşit ve tipleri tespit edilmiş, fenolojik ve pomolojik özellikleri incelenmiştir (Demirsoy ve ark., 2007; Güleriyüz ve Ercişli, 1997; Karadeniz ve Kalkışım, 1996; Karadeniz ve Şen, 1990; Özrenk ve ark., 2010, Eren, 2023).

2. ARMUT ÇEŞİT ISLAHI

2.1. Meyve Kalitesi

Günümüz dünyasında armut üretiminin çoğunluğu 18. ve 19. yüzyıllarda farklı ıslah teknikleri ile seçilmiş olan ‘Williams’, ‘Anjou’, ‘Beurre Bosc’, ‘Comice’ ve ‘Conference’ gibi sınırlı sayıda çeşitlere dayalı görünmektedir. Armut ıslah programlarında ana hedefler, meyve kalitesini geliştirme ve

kuvvetli ağaç gelişiminin sağlanması gelmektedir. Günümüzde başta moleküler teknikler olmak üzere ıslah teknolojilerinin hızlı gelişimi ile nitelikli genotiplere ulaşabilme ve özellikle çevre duyarlılığını arttırmaya yönelik yeni ıslah çalışmaları önemli ölçüde hız kazanmıştır. Meyve kalitesinde önemli özellikler; meyve iriliği, homojen meyve eni ve boyunda yüksek homojenite, yüksek meyve eti kalitesi, yüksek suda çözünür kuru madde miktarı, çekirdek çevresinde kum hücrelerinin olmaması, olgunlaşma zamanının geliştirilmesi, taşımaya ve muhafazaya elverişlilik ile uzun raf ömrünün sağlanmasıdır. Ancak, bu özellikler armut türlerinde önemli bir varyasyon sergileyebilmektedir. Değişik ülkelerdeki ıslahçıların bulundukları şartlara bağlı olarak ıslah hedefleri önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Ekolojik faktörler ve olgunluk aşamaları meyve kalitesi üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu faktörlerin genotipler ile etkileşimi ve etkilerinin doğru tahminleri için kontrollerin yapılması gerekmektedir (Janick ve Moore, 1996; Eren, 2023).

Avrupa armutlarında tereyağı kıvamında meyve eti dokusu istenirken Asya armutlarında daha çok sulu ve gevrek bir yapı tercih edilmektedir. Bu durum yalnızca tür özelliklerine göre değil, toplumların tüketim alışkanlıklarına göre de kaliteyi belirleyen faktörler önemli ölçüde değişebilmektedir. Asya armutları düzgün yuvarlak şekillere sahip ve ağaç üzerinde olgunlaşabilirler bu nedenle hasat sonrası olgunlaştırma işlemlerine gereksinim duyulmaz. Avrupa armutlarında meyve boyutları ve homojenlik Asya armutlara göre daha önemlidir (Bell ve ark. 1996). Ürünün meyve eti kalitesi kadar görünümü de tüketici ve pazarlama açısından önemlidir. Avrupa armutlarında kabuk paslı yapıda olmamalı, ambalajlama ve taşımacılık esnasında yaralanmalara karşı dayanıklı olmalıdır. Kabuk rengi altına sarısına yakın ya da kırmızı yanaklı ve parlak olması tercih edilmektedir (Wei ve ark., 2016). Japonya'da *Pyrus pyrifolia* çeşitlerinin ıslah çalışmalarında öncelikle genetik iyileştirmeye odaklı olup, üstün meyve kalitesi hedeflenmektedir (Saito, 2016).

Islah programlarında meyve dokusu; sululuk, sertlik, kumlu yapı, gevreklik, liflilik gibi faktörler ile değerlendirilmektedir. Her meyvede olduğu gibi armutlarda da uçucu aroma bileşenleri belirleyici özelliklerden biridir. Avrupa armutlarında şeker-asit dengesi tüketim açısından önemlidir. Asya armutlarında aroma bileşenlerinin önemi daha az olduğundan ıslahçılar yüksek şeker içeriğine daha çok önem vererek çalışmalarını sürdürmektedir. Yüksek

derecede tatlılık sübjektif değerlendirilebilen kantitatif bir özelliktir. White ve ark. (2000) tarafından yapılan bir çalışmada, Avrupa armudu çöğür popülasyonlarında ve Avrupa-Asya melez armut popülasyonlarına göre tatlılığın kalıtım oranları düşük bulunmuştur (sırasıyla $h^2 = 0.05$ ve $h^2 = 0.07$). Armut meyvesinde yer alan depo şekerleri glukoz, fruktoz, sukroz ve sorbitoldür (Viera ve ark. 2013). Yeni Zelanda'da yapılan bir çalışmada, Avrupa, Japon ve Çin (*P. bretschneideri*) ebeveynlerinin farklı oranlarda bulunduğu türler arası melez popülasyonlarında ortalama şeker oranları; %59 fruktoz, %13 glukoz, %20 sorbitol ve %8 sukroz olarak bulunmuştur (Viera ve ark. 2013). Meyvelerdeki organik asitler tat dengesini sağlayan lezzet bileşenleridir. Toplam organik asit seviyeleri *Pyrus* türleri arasında değişkenlik gösterir. Örneğin; *P. communis* için 2.42 mg/g, *P. pyrifolia* için 2.66 mg/g, *P. ussuriensis* için ortalama 5.98 mg/g ve *P. bretschneideri* için 3.07 mg/g toplam organik asit bildirilmiştir (Sha ve ark. 2011).

Armut ıslahında yerel gen kaynakları da büyük öneme sahiptir. Türkiye, armut gen merkezlerinden biri olarak yazlık, güzlük ve kışlık gruplarında bulunan, standart ve mahalli çeşitleri ile 600'den fazla armut genotipi mevcuttur (Özbek, 1947; Özbek, 1978). Türkiye'nin biyo-coğrafi konumu itibarıyla Asya ve Avrupa kıtaları arasında bir ekolojik geçiş köprüsü oluşturması, armudun optimal yetiştirme enlemi olan 55o (kuzey/güney) altında yer alması ve aynı zamanda geniş bir anaç yelpazesinden (ayva, ahlat, alıç) faydalanabilme potansiyeli; bu anaçların farklı toprak ve iklim taleplerini karşılama esnekliği sağlamaktadır. Ayrıca, armut türlerinin ilkbahar geç donlarına karşı diğer hassas ılıman meyve türlerine (örneğin; *Prunus* cinsi üyeleri: badem, kayısı, erik, şeftali) kıyasla gösterdiği yüksek tolerans, türün Türkiye coğrafyasında geniş bir adaptasyon ve yayılış alanı bulmasının temel nedenleridir. Bu faktörlerin bir sonucu olarak, Türkiye'nin çeşitli bölgelerinde farklı fenolojik ve morfolojik özelliklere sahip yerel armut genotiplerine/çeşitlerine yüksek bir rastlanma sıklığı gözlemlenmektedir.

2.2. Hastalık ve Zararlara Dayanım

Islah programlarının en önemli hedeflerinin biri de çeşitlerin hastalıklara dayanımıdır. Meyve kalitesi üzerine yapılan çalışmalar neticesini hasat sonrasında gösterirken hastalıklara dayanım konusu daha ağaç üzerinde gelişim safhasında meydana gelir. Armut türleri, genel olarak çeşitli fungal ve

bakteriyel patojenlere karşı yüksek bir hassasiyet göstermektedir. Bu patojenler arasında en önemlisi ve en yıkıcı olanı, Ateş Yanıklığı (Fire Blight) hastalığına neden olan bakteriyel etmen *Erwinia amylovora*'dır. Bununla birlikte, armut üretimini kısıtlayan diğer majör hastalıklar arasında; Kara Leke (*Venturia pirina*), Külleme (*Podosphaera leucotricha*), Kahverengi Leke ve Pas Hastalıkları (*Gymnosporangium spp.*) yer almaktadır. Özellikle Avrupa'da, armut yetiştiriciliğindeki düşüşün temel kaynağı *E. amylovora*'nın neden olduğu yaygın ve şiddetli salgınlar olmuştur. Bu durum, kıtadaki ıslah programlarının birincil hedefini, yüksek düzeyde ateş yanıklığına dayanıklılık gösteren yeni armut çeşitlerinin geliştirilmesi olarak belirlemiştir. Armut türleri arasında patojenlere dayanım farklılıkları da görülmektedir. Kara lekeye karşı dayanıklılık Japonya ve Kore'de önemli bir ıslah hedefidir.

Türkiye'de ateş yanıklığı ilk defa 1985 yılında Afyon'da görülmüştür (Baştaş ve Katırcıoğlu 1999). Ateş yanıklığı ile mücadelede genellikle kimyasal yöntemler tercih edilmektedir. Fakat bu yöntem beraberinde toprak, çevre ve insan sağlığı açısından olumsuzlukları getirmektedir. Ateş yanıklığına dayanıklı çeşit ve anaç kullanımı yetiştiricilik açısından kaçınılmazdır. Bu sebeple hastalığa dayanıklı çeşit ve anaç ıslahı üzerinde çalışılması büyük önem taşımaktadır (Layne ve Quamme 1975).

Ateş yanıklığına karşı Kanada'da yürütülen çalışmada *Pyrus communis*, *P. ussuriensis* ve *P. pyrifolia* türlerinin seleksiyonları hastalığa dayanım yönünden önemli olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, 'Harrow Sweet', 'Harrow Delight' ve 'Harrow Queen' çeşitlerinin hastalığa dayanıklı olduğu tespit edilmiştir (Bell ve Zwet, 1995). Amasya ve Tokat'ta yetiştirilen bazı çeşitlerin ateş yanıklığına dayanımı üzerine yapılan araştırmada 'Akça' ve 'Mustafa Bey' çok hassas, 'Ankara' ve 'Keklik' çeşitlerinin hastalığa karşı dayanıklı olduğu görülmüştür (Öktem ve Benlioğlu, 1988; Eren, 2023).

Seleksiyon ıslahı, mevcut doğal popülasyonların içerdiği genetik çeşitlilik potansiyelinden faydalanılarak, istenen özelliklere (özellikle hastalık veya zararlılara dayanıklılık) sahip bireylerin (çeşit/tiplerin) belirlenmesi ve seçilmesi esasına dayanan bir yöntemdir. Bu yaklaşım, genetik kaynak zenginliğinin yüksek olduğu coğrafi bölgelerde etkin bir şekilde uygulanabilmektedir.

Seleksiyon ıslahına ek olarak, dayanıklılık karakterlerinin transferi için melezleme ıslahı stratejisi de sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle

yabani türlerden veya genetik akrabalarından istenilen dayanıklılık özelliklerini genetik havuza aktarırken, beraberinde istenmeyen tarımsal veya kalite özelliklerinin (örneğin; küçük meyve boyutu, düşük aroma) de transferi riskini taşır. Bu olumsuz etkileri ortadan kaldırmak ve ticari çeşitlerin yüksek meyve kalitesini korumak amacıyla, istenen tarımsal karakterlerin geri kazanılması için tekrar eden geri melezleme (backcrossing) programları uygulanmaktadır. Örnek olarak; Asya armutları (*Pyrus pyrifolia* ve akrabaları), Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*) hastalığına karşı Avrupa armutlarına (*Pyrus communis*) kıyasla daha yüksek düzeyde dayanıklılığa sahiptir; ancak genellikle küçük meyve boyutu ve daha düşük aromatik kalite gibi dezavantajlı özellikler sergilemektedir. Bu zorluklara rağmen, uluslararası alanda önemli başarılar elde edilmiştir. Örneğin, East Malling Araştırma Enstitüsü'nde yürütülen kapsamlı ıslah çalışmaları sonucunda, yüksek dayanıklılık gösteren genotiplerin geliştirildiği belirtilmiştir.

Islah programları sonucu oluşan materyaller, *in vivo* koşullarda doğal enfeksiyon koşullarında duyarlılık seviyesinin tespiti çok yıllık bitkilerde uzun bir süre gerektiğinden yapay inokülasyon denemeleri ön plana çıkmaktadır (Layne ve ark., 1968).

Armut yetiştiriciliğini kısıtlayan biyotik stres faktörleri yalnızca patojenlerle sınırlı değildir; entomolojik zararlılar da önemli verim kayıplarına neden olmaktadır. Bu zararlılar arasında en önemlileri, Armut Psillası (*Cacopsylla pyri*) ve İç Kurdu (*Cydia pomonella*) olarak belirlenmiştir. Özellikle Armut Psillası, bitki dokularında oluşturduğu doğrudan zarar ile, yüksek miktarda tatlımsı salgı bırakmasıyla dolaylı zarara da yol açar. Bu salgı, meyve ve bitki yüzeylerini kaplayarak karaballık oluşumuna zemin hazırlar. Söz konusu salgı ve karaballık tabakası, bitkinin solunum ve fotosentez süreçlerini olumsuz etkileyerek, nihayetinde dokuların kurummasına ve hatta bitki gelişiminin kısıtlanmasına neden olmaktadır.

2.3. Kendine Uyuşmazlık

Armut türüne ait çeşitler, yaygın olarak kendine uyuşmazlık özelliği sergilemektedir. Bu uyuşmazlığın şiddeti, genotiplere bağlı olarak önemli ölçüde değişkenlik göstermektedir. Söz konusu durum, bazı çeşitlerde mutlak bir uyuşmazlık şeklinde kendini gösterirken, diğerlerinde ise kısmi uyuşmazlık düzeyinde gözlemlenmektedir. Yüksek verim hedeflenen ticari armut

tesislerinde, optimum meyve tutumu ve kaliteli ürün elde edebilmek için uygun tozlayıcı çeşit desteği hayati öneme sahiptir. Bu bağlamda, tozlayıcı olarak yüksek döllenme kapasitesine sahip çeşitlerin seçimi ile birlikte, bal arılarının plantasyon içerisindeki etkin kullanımı, çapraz tozlanma oranlarını üst seviyeye taşıyan temel stratejilerdir.

Pyrus türlerinde *gametofitik* kendine uyumsuzluk (GSI) görülmektedir. S-lokusu adı verilen tek bir polimorfik gen bölgesi tarafından kontrol edilmektedir (Ushijima ve ark., 1998). GSI S-allelere sahip proteinlerin tetiklediği bir çalışma mekanizmasıdır. S-lokusu stilde polen tüplerinin büyümesini engelleyen ve uyumsuzluk gösteren S-RNase genini barındırır (Dondini ve Sansavini, 2012). Ortak S-allel genleri barındıran genotipler bazı koşullar altında kısmen uyumluluk gösterir. Fakat aynı iki S-allel gen setini taşıyan genotipler uyumsuzdur (Wang ve ark. 2017). Avrupa armutlarında 28 (Goldway ve ark. 2009), Asya armutlarında 48 (Wang ve ark., 2017) S-allel geni tespit edilmiştir. Asya ülkelerinde meyve üretimi için yaygın olarak yapay tozlanma uygulandığından çeşitlerin S-genotiplerine hakim olmak gerekmektedir (Sanzol ve ark., 2003).

2.4. Poliploidi ve Partenokarpi

Avrupa ve Asya armutlarında doğal olarak meydana gelmiş poliploidi saptanmıştır. Örneğin; ‘Korla Pear’ çeşidi ($2n = 4x = 68$) tetraploid ve ‘Anli’ çeşidi ($2n = 3x = 51$) triploid kromozom yapısına sahip olduğu bildirilmiştir (Cao ve ark., 2002). Armutlar içerisinde poliploid çeşitler bulunmasına ve bu mekanizmanın üstünlüklerine rağmen ıslah çalışmalarında düşük düzeyde kullanıldığı görülmektedir.

Partenokarpi, ovüllerin döllenme süreci gerçekleşmeksizin tohumuz (çekirdeksiz) meyve oluşumu ile sonuçlanan fizyolojik bir durumdur. Bu özellik, özellikle Avrupa armutları (*Pyrus communis*) açısından arzu edilen bir meyve karakteri olarak kabul edilmektedir. Zira partenokarpi, Avrupa’daki bazı yetiştiricilik alanlarında ilkbahar erken donları ve olumsuz hava koşulları gibi çevresel stres faktörlerinin neden olduğu başarısız döllenmeye karşı etkili bir ürün garantisi sağlamaktadır. Konuyla ilgili yürütülen bir araştırmada, *P. bretschneideri*, *P. ussuriensis*, *P. pyrifolia*, *P. communis* türleri ve türler arası melezleri de dahil olmak üzere birkaç armut türüne ait 31 farklı genotip incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, test edilen beş Avrupa armut çeşidinin

(*Pyrus communis*) sürekli meyve tutumu sağladığını ve tozlanma olmaksızın dahi meyve boyutunda artış gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Avrupa armutları arasında ‘La France’ çeşidi en iyi partenokarpik meyve özelliği sergilemektedir. Bu çeşitte döllenenmemiş meyve ağırlığı ile döllenenmiş meyve ağırlığı arasında çok az farkın olduğu bildirilmiştir (Nishitani ve ark., 2012). Moleküler markör teknikleri ile güçlendirilen partenokarpik armut çeşit ıslahı araştırmaları artabilir, ancak çekirdeklerin meyve aroması ve suda çözünür madde miktarı ile ilişkilendirilmesinden dolayı Asya armutları ıslah programında öncelik olarak değerlendirilmemektedir (Bell ve ark., 1996).

3. ARMUT ANAÇ ISLAHI

Armut türlerinin kalıtsal yapısı yüksek düzeyde heterozigotluk sergilemektedir. Bu durum, tohum yoluyla (generatif) çoğaltım yapıldığında, genetik açılım riskini beraberinde getirir. Dolayısıyla, ebeveynlerdeki üstün agronomik ve kalite özellikleri, bir sonraki generasyona homojen ve güvenilir bir şekilde aktarılamayabilir. Bu genetik kısıtlamadan dolayı, ticari yetiştiricilikte çeşitlerin korunması ve tek tip kitlesel üretim için anaç üzerine aşılama yöntemi, kalıtsal yapıyı stabil tutan bir vejetatif çoğaltım yöntemi olarak öncelikli tercih edilmektedir.

Armut yetiştiriciliğinde kullanılan klonal anaç çeşitliliği ve sayısı, elma yetiştiriciliğine kıyasla belirgin şekilde çok kısıtlı düzeydedir. Özellikle elma anaçları arasında yaygın olarak kullanılan ve sık dikime olanak tanıyan, erkencilik sağlayan ve yüksek verimlilik potansiyeli sunan M9 klonu benzeri bir anaç tipi, armut anaç yelpazesinde henüz bulunmamaktadır (Brewer ve Palmer, 2011). Anaç yetersizliği dahi tek başına armut anaç ıslahı çalışmalarının artması gerektiğini açıkça göstermektedir.

Armutlar her ne kadar doku kültürü yöntemleriyle *in vitro* koşullarda çoğaltılabilse de, bu yolla elde edilen fidanlar, anaç üzerine aşılanmış fidanlara göre genellikle daha az kuvvetli olmaktadır (Wertheim, 2002). Bu durum, ticari yetiştiricilik için geleneksel aşı tekniklerinin önemini koruduğunu işaret etmektedir.

Armut yetiştiriciliğinde fidan kalitesinin optimize edilmesi, kültürel işlemlerin daha etkin bir hale getirilmesi ve hasat kolaylığının sağlanması amacıyla, yüksek boylu taç yapısı oluşturan çöğür anaçları yerine, düşük boylu taç yapısı sağlayan ayva (*Cydonia oblonga* L.) anaçlarının kullanımı

önerilmekte ve yaygınlaşmaktadır. Nitekim modern armut yetiştiriciliğinde, ayva anaçlarının kullanımı temel bir standart haline gelmiştir. Ancak, yukarıda belirtilen agronomik avantajlar nedeniyle tercih edilen armut/ayva aşısı kombinasyonlarında, istenilen uyuşma (affinite) düzeyi ve diğer önemli fizyolojik özelliklere sahip ayva anaçlarının belirlenmesine yönelik bilimsel çalışmalar, 1930'lu yıllardan bu yana kesintisiz bir şekilde sürdürülmektedir. Bu doğrultuda yürütülen seleksiyon çalışmaları neticesinde, ilk olarak İngiltere'deki East Malling Araştırma İstasyonu'nda Angers Quince A (QA), B, C, D ve E ayva klonları geliştirilmiştir. Buna paralel olarak, Fransa'da Provence (PQ) ve Belçika'da Adams ayva klonları seleksiyon yöntemleriyle belirlenmiştir. Söz konusu anaçlardan özellikle QA, PQBA-29 ve PQ'nun çeşitli yöresel seleksiyonları, İtalya, Fransa, İspanya ve Yunanistan başta olmak üzere modern armut bahçelerinin tesis edilmesinde ticari ölçekte yoğun bir kullanıma girmiş ve pratik anlamda da benimsenmiştir. Bu çalışmalardan sonra ayvalar bodurluk, erken meyveye yatma ve çelikle çoğaltılmaya elverişlilikleri nedeniyle tüm dünyada armut yetiştiriciliğinde hızla kullanım alanı bulmuştur (Gülen, 2000).

Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*), derin kökü, biyotik ve abiyotik stres koşullarına yüksek dayanım özellikleri ile kurak ve kıraç alanlara adaptasyon yeteneği yüksek bir türdür. Ahlat, armut çeşitleriyle yüksek aşısı uyuşma başarısı göstermesi ile armut anaç ıslah çalışmalarında sıklıkla değerlendirilen bir türdür. Armut anaçlarında modern ıslah yöntemleri arasında, anacın tacının küçültülmesi, hastalıklara karşı direnç, kış soğuklarına ve kuraklığa dayanıklılık gibi özellikler önemli bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, orta büyüklükte taç oluşturan, kış soğuklarına ve kuraklığa karşı yüksek dirence sahip olan ahlat, anaç ıslah çalışmaları için son derece değerli bir materyal olarak kabul edilmektedir. Ahlatın demir klorozuna karşı dirençli olduğu ve ağaç tacını azaltıcı özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, tuza dayanıklı anaç ıslahı için de uygun bir tür olduğu ortaya konmuştur. Bu özelliklere sahip ahlat genotipleri, doğrudan anaç olarak kullanılabileceği gibi, ıslah yoluyla daha da geliştirilerek ve klonal olarak üretilerek standart bir ahlat anacı geliştirmek mümkün olabilir (Aygün ve Kırca, 2023).

Sonuç olarak, armut anaç ıslah programlarının en temel hedefi, sık dikim sistemlerine uyum sağlayabilen ve buna bağlı olarak birim alandan yüksek

verim elde edilmesini mümkün kılan yeni anaçların geliştirilmesi olarak belirlenmiştir.

Armut anaçlarında istenilen özellikler sık dikim, meyve kalitesi, erkencilik, yüksek verim, kültürel işlem kolaylığı gibi diğer meyve türleri içinde dahil olan parametrelerdir. Ateş yanıklığına hassasiyet olmasından dolayı armut anaçlarında bu bakteriyel hastalığa ayrıca önem gösterilmesi gerekmektedir. İngiltere kaynaklı East Malling’de geliştirilen ayva anaçları arasında bilenen çeşitler ‘Quince A’, ‘Quince B’ ve ‘Quince C’ gelmektedir. Ayrıca, Almanya ‘Pyrodwarf’ anacı, Fransa ‘Pyriam’, ‘BA29’ anacı, ABD ‘OHxF’ serisi ve İtalya ‘Fox’ serisi anaçları mevcuttur (Deckers ve Schoofs, 2002).

4. ARMUT ISLAHINDA KULLANILAN YÖNTEMLER

Armut ıslahı; türün sahip olduğu uzun gençlik kısırlığı, yüksek heterozigoti derecesi ve karmaşık genetik yapısı nedeniyle doğası gereği son derecede zorlu ve zaman alıcı bir süreçtir. Bu zorluklara ek olarak, klasik ıslah programlarında kullanılan morfolojik işaretlerin yetersizliği, etkin seleksiyon tekniklerinin geliştirilmesini ciddi şekilde engellemektedir. Ancak, son yıllarda gen işlevleri üzerine elde edilen bilgi birikimi ve moleküler tekniklerdeki ilerlemeler sayesinde armut ıslahına yönelik çalışmalar ivme kazanmıştır. Özellikle genom araştırma programlarından, bitkinin çevresel faktörlerle (çevresel stresler, hastalıklar) ilişkisine dair kapsamlı ve zengin veri setleri (omik veriler) sağlanması ve bu verilerin ıslah süreçlerine entegre edilmesi beklenmektedir.

Armut ıslahında kullanılan birçok yöntem mevcuttur. Bunlar; klasik ıslah yöntemleri ana başlığı altında, seleksiyon ıslahı, mutasyon ıslahı ve melezleme yer almaktadır. Doğal populasyonlarda veya mevcut çeşitler arasında üstün özelliklere sahip bireylerin seçilmesine seleksiyon ıslahı denmektedir. Seleksiyon ıslahı da kendi içinde ikiye ayrılmaktadır, toplu seleksiyon ve klonal seleksiyon. Toplu seleksiyon var olan yerel çeşitlerden seçimler yapılırken klonal seleksiyonda vejetetatif çoğalabilen bireylerden seçimler yapılmaktadır.

Melezleme yöntemiyle iki veya daha fazla çeşidin kontrollü biçimde tozlanma yöntemi ile yeni bireylerin elde edilmesidir. Melezleme ıslahı yöntemleri, ebeveyn seçimi, çiçeklerin hazırlanması, kontrollü tozlanma, tohum oluşumu ve çimlendirme, fidan yetiştirme ve seçim (seleksiyon) ve aday

tescili olarak sıralayabiliriz. Melezleme yöntemi ile ateş yanıklığı ve kara leke gibi hastalıklara dayanım, uzun raf ömrü, çeşitlerin anaçlara uyumu gibi konularda tercih edilmektedir.

Armut ıslahı özelinde mutasyon ıslahı, genetik değişim oluşturulması ve oluşan varyantların seçimi olarak özetlenebilir. Doğal mutasyonlar çok nadir gerçekleşir bu nedenle ıslahçılar radyasyon ve kimyasal mutajenler kullanarak mutasyon sıklığı artırılır. Anaç-kalem kombinasyonları doğrudan meyve kalitesine etki etmese de gelişim, verimlilik, hastalıklara dayanım ve çevre uyumu gibi şartlara etkisi bulunmaktadır. Bodurluk, erken meyveye yatma, zorlu toprak ve iklim koşullarına dayanım, tuzluluk-sıcaklık gibi stres koşullarına dayanım, sık dikim anaç-kalem kombinasyonunda hedeflenen özelliklerdir.

Klasik ıslah metotları dışında biyoteknolojik ve moleküler yöntemlerde teknolojinin tarıma entegre olması çok önemlidir ve büyük potansiyel taşımaktadır. Bu teknikler arasında; doku kültürü teknikleri, markör destekli seleksiyon (MAS) uygulamaları, transgenik bitki, QTL (kantitatif özellik lokusu) ve CRISPR-Cas 9 gibi gen düzenleme teknikleri örnek verilebilmektedir (Collard ve ark., 2005).

Doku kültürü, *in vitro* koşullar altında eksplantlardan yeni bitki üretme tekniği ya da rejenerasyon olarak kısaca açıklanabilir. Bu teknik meristem, kallus, protoplast ve embriyo kültürü kullanarak, mikroçoğaltım ve somatik embriyogenesis ile yapılabilmektedir. Doku kültürünün en önemli özelliği, virüs hastalıklarından arındırılmış yeni bitkilerin üretilmesi ve kısa zamanda çok sayıda bitki üretilmesidir. QTL haritalaması, genom içerisindeki yeri aranan gen ile yeri bilinen genetik markörün birlikte kalıtımının esasına dayanmaktadır. Moleküler işaretçilerle birlikte genetik bağlantı haritalarının oluşturulması ıslah programlarının stratejik unsurlarından biri haline dönüşmektedir. Bitkinin içerdiği özellikler tek bir gen değil birçok gen tarafından kontrol edilir. Genetik markörler sayesinde hangi kromozom bölgesi hangi özelliğe ne kadar katkı sağladığı tespit edilerek haritası çıkarılmış olur.

Moleküler işaretleyici destekli seleksiyon çalışmalarında DNA markörleri kullanılarak erken dönemde istenilen özelliklere ulaşılabilir. MAS sayesinde bitki daha erken dönemimdeyken istenilen özelliği taşıyıp taşımadığı tespit edilebilmektedir. Armut ıslahı özelinde en çok kullanılan markörler: RAPD, SSR, AFLP ve RFLP'dir (Teng ve ark., 2001). Markörler;

genetik haritalama, hastalıklara dayanım ve meyve kalitesi üzerine kullanılabilmektedir (Iketani ve ark., 2001). Tercih edilen diğer bir yöntemde CRISPR-Cas 9 tekniğidir. Bu yöntem, DNA üzerinde hedeflenen noktalarda kesme ve düzenleme yapılarak daha hızlı ve daha hassas bir şekilde uygulanabilmektedir. Örneğin; ateş yanıklığına hassasiyet gösteren genler düzenlenerek armut genotiplerinin dayanımı arttırılabilmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Armut ıslah çalışmaları; sulu, albenisi yüksek, raf ömrü uzun, başta ateş yanıklığı olmak üzere biyotik ve abiyotik stres koşullarına dayanıklı, çekirdek etrafında taş hücre göstermeyen, erkenci ve anaç-kalem uyuşmasını başarılı bir şekilde gerçekleştirebilen yeni çeşitlerin gelişimini hedeflemektedir. Gençlik kısırlığının uzun olması nedeniyle yeni çeşit geliştirmek uzun yıllar almaktadır. Klasik ve yeni ıslah metotları sayesinde kısa zamanda istenen özelliklere sahip yeni armut çeşidi geliştirmek mümkün hale gelmiştir. Ülkemizde de armut türünde klasik ıslah metotlarının dışında moleküler ıslah yöntemleri çalışmalarının arttırılması gerekmektedir. Yerel çeşitlerin tanınırlığı, gelişimi ve çeşit tescili ülkemiz armut yetiştiriciliği açısından önemlidir.

KAYNAKÇA

- Aygün, A. ve Kırca, L. (2023). Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*). M. S. Durul, M. Polat (Der.). *Minör Meyveler II.* (ss. 62-91). İksad Yayınevi, <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.10446210>
- Baştaş, K. K. ve Katircioğlu, Y. Z. (1999). Studies on fire blight (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et al.) on pome fruit trees in Konya province in Turkey. *Acta Horticulturae*, 489, 111-114.
- Bell, R. L. ve Van der Zwet, T. (1996) Stability of host resistance of pear to fire blight. *Acta Horticulturae*, 411, 413-414.
- Bell, R. L., Quamme, H. A., Layne, R. E. C. ve Skirvin, R. M. (1996). Pears. In: J. Janick, J. N. Moore (eds) *Fruit breeding, tree and tropical fruits*. Wiley, London, pp 220-333.
- Bell, R.L. ve Itai, A. (2011). *Pyrus*. In: Kole, C. (eds) *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*. Springer, pp. 147-177.
- Brewer, L.R. ve Palmer, J.W. (2011). Global pear breeding programmes: goals, trends and progress for new cultivars and new rootstocks. *Acta Horticulturae*, 909, 105-119.
- Cao, Y., Huang, L., Li, S. ve Yang, Y. (2002). Genetics of ploidy and hybridized combination types for polyploid breeding in pear. *Acta Horticulturae*, 587, 207-210
- Collard, B. C. Y., Jahufer, M. Z. Z., Brouwer, J. B. ve Pang, E. C. K. (2005). An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: the basic concept. *Euphytica*, 142, 169-196.
- da Silva, G. J., Souza, T. M., Barbieri, R. L. ve Costa de Oliveira, A. (2014). Origin, Domestication, and Dispersing of Pear (*Pyrus spp.*). *Advances in Agriculture*. 1, 1-8.
- da Silva, G. J., Villa, F., Grimaldi, F., da Silva, P. S. ve Welter, J. F. (2018). Pear (*Pyrus spp.*) Breeding. J. M. Al-Khayri et al. (eds.), *Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits*, pp. 131-163.
- Deckers, T. ve Schoofs, H. (2002). Improvement of fruit set on young pear trees cultivar conference with gibberellins. *Acta Horticulturae*, 596, 735-743.
- Demirsoy, L., Öztürk, A., Serdar, Ü., ve Duman, E. (2007). Saklı Cennet Camili’de yetiştirilen yerel armut çeşitleri. *Türkiye V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi*, 1, 396-400.
- Dondini, L., ve Sansavini, S. (2012). European pear. In: *Fruit breeding* (pp. 369-413). Boston, MA: Springer US.

- Eren, G. (2023) Malatya Yöresinde Yetiştirilen Hocamız Armudunun Seleksiyon Yoluyla Islahı ve Moleküler Karakterizasyonu. (Doktora Tezi). Malatya Turgut Özal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Malatya.
- Goldway, M., Takasaki-Yasuda, T., Sanzol, J., Mota, M., Zisovich, A., Stern, R. A., ve Sansavini, S. (2009). Renumbering the S-RNase alleles of European pears (*Pyrus communis* L.) and cloning the S109 RNase allele. *Scientia Horticulturae*, 119(4), 417-422.
- Gülen, H. (2000). Ayva ve Armutlarda Anaç/kalem İlişkilerinin Izoenzim Analizleriyle Araştırılması. (Doktora Tezi). Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Güleryüz, M., ve Ercişli, S. (1997). Kağızman ilçesinde yetiştirilen mahalli armut çeşitleri üzerinde pomolojik bir araştırma. *Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu (Yalova)*, 37-44.
- Güner, A., Aslan, S. Ekim, T. Vural, M. ve Babaç, M.T. (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları Flora Dizisi 1. İstanbul.
- Iketani, H., Abe, K., Yamamoto, T., Kotobuki, K., Sato, Y., Saito, T. ve Hayashi, T. (2001). Mapping of disease-related genes in Japanese pear using a molecular linkage map with RAPD markers. *Breeding Science*, 51(3): 179-184.
- Janick, J. ve Moore, J. N. (1996). *Fruit Breeding, Tree and Tropical Fruits* (Vol. 1). John Wiley & Sons. New York.
- Kajiura, I. (1994). Nashi (Japanese pear). In: Konishi, K., Iwahori S., Kitagawa H. and Yakuwa T. (eds.) *Horticulture in Japan*, Asakura Publishing, Tokyo, pp. 40-47.
- Karadeniz, T. ve Kalkışım, Ö. (1996). Görele ve çevresinde yetiştirilen mahalli yazlık armut çeşitleri üzerinde pomolojik çalışmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6(1), 81-86.
- Karadeniz, T. ve Şen, S. M. (1990). Tirebolu ve çevresinde yetiştirilen mahalli armut çeşitlerinin pomolojik ve morfolojik özellikleri üzerinde araştırmalar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 1(1), 152-165.
- Layne, R. E. C. ve Quamme, H. A. (1975). *Pears. Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press West Lafayette, IN, pp 38-70
- Layne, R. E. C., Bailey, C. H. ve Hough, L. F. (1968). Efficacy of transmission of fire blight resistance in *Pyrus*. *Canadian Journal of Plant Science*, 48(3), 231-243.

- Nishitani, C., Yamaguchi-Nakamura, A., Hosaka, F., Terakami, S., Shimizu, T., Yano, K. ve Yamamoto, T. (2012). Parthenocarpic genetic resources and gene expression related to parthenocarp among four species in pear (*Pyrus spp.*). *Scientia Horticulturae*, 136, 101-109.
- Öktem, Y.E. ve Benlioğlu, K. (1988). Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında görülen ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et. al.) üzerinde çalışmalar. V. Türkiye Fitopatoloji Kongresi, Ekim 18-21. Ankara.
- Özbek, S. (1947). Türkiye Armut Yetiştiriciliği ve Önemli Armut Çeşitlerimiz. Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Basımevi. Ankara.
- Özbek, S. (1978). Özel Meyvecilik. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 1. Adana.
- Özrenk, K., Gündoğdu, M. ve Kan, T. (2010). Van Gölü havzası yerel armutları. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20 (1), 46-51.
- Saito, T. (2016). Advances in Japanese pear breeding in Japan. *Breeding Science*, 66(1), 46-59.
- Sanzol, J., Rallo, P. ve Herrero, M. (2003). Stigmatic receptivity limits the effective pollination period in ‘Agua de Aranjuez’ pear. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128(4), 458-462.
- Sha, S., Li, J., Wu, J. ve Zhang, S. (2011). Characteristics of organic acids in the fruit of different pear species. *African Journal of Agricultural Research*, 6(10), 2403-2410.
- da Silva, G. J., Souza, T. M., Barbieri, R. L. ve Costa de Oliveira, A. (2014). Origin, Domestication, and Dispersing of Pear (*Pyrus spp.*). *Advances in Agriculture*. 1, 1-8.
- Teng, Y. Y., Tanabe, K., Tamura, F. ve Itai, A. (2001). Genetic relationships of pear cultivars in Xinjiang, China, as measured by RAPD markers. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76 (6), 771-779.
- Ushijima, K., Sassa, H., Tao, R., Yamane, H., Dandekar, A. M., Gradziel, T. M. ve Hirano, H. (1998). Cloning and characterization of cDNAs encoding S-RNases from almond (*Prunus dulcis*): primary structural features and sequence diversity of the S-RNases in Rosaceae. *Molecular Genetics and Genomics*, 260 (2), 261-268.
- Viera, W., Alspach, P., Brewer, L., Johnston, J. ve Winefield, C. (2013). Genetic parameters for sugar content in an interspecific pear population. *European Journal of Horticultural Science*, 78, 56-66.

- Wang, G. M., Gu, C., Qiao, X., Zhao, B. Y., Ke, Y. Q., Guo, B. B., Hao, P. P., Qi, K. J. ve Zhang, S. L. (2017). Characteristic of pollen tube that grew into self style in pear cultivar and parent assignment for cross-pollination. *Scientia Horticulturae*, 216, 226-233.
- Wei, S., Tao, S., Qin, G., Wang, S., Tao, J., Wu, J., Wu, J. ve Zhang, S. L. (2016). Transcriptome profiling reveals the candidate genes associated with aroma metabolites and emission of pear (*Pyrus ussuriensis* cv.). *Scientia Horticulturae*, 206, 33-42.
- Wertheim, S. J. (2002). Rootstocks for European pear: A review. *Acta Horticulturae*, 596, 299-309.
- White, A. G., Brewer, L. R. ve Alspach, P. A. (2000). Heritability of fruit characteristics in pears. *Acta Horticulturae*, 538, 331-337.
- Zielinski, Q. B. ve Thompson, M. M. (1967). Speciation in *Pyrus*: Chromosome number and meiotic behavior. *Botanical Gazette*, 128(2), 109-112.

BÖLÜM IV
ARMUT ANAÇLARI VE ÖZELLİKLERİ
Öğr. Gör. Dr. Neşe YILMAZ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105773>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, 17800, Çanakkale, Türkiye. neseyildiz@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-8720-2980

1. GİRİŞ

Günümüz ticari armut bahçelerinde fidanların büyük çoğunluğu uygun anaçlar üzerine aşılanarak yetiştirilmektedir. Armut anaçları; bahçe tesisinden itibaren ağaçların büyüme kuvveti, taç habitusu, erken verime yatma, meyve kalitesi, hastalık ve zararlılara dayanım ile soğuk ve kuraklık gibi çevresel stres koşullarına tolerans üzerinde belirleyici bir role sahiptir. Bu nedenle armut yetiştiriciliğinde uygun anacın seçimi hem verimin iyileştirilmesi hem de çeşitlerin farklı ekolojik koşullara uyumunun sağlanması açısından kritik bir aşamayı oluşturur. Uygun anacın belirlenmesi, üretim verimliliğinin yanı sıra bahçenin uzun vadeli performansını şekillendiren kritik bir yetiştiricilik kararını oluşturur. Toprak özellikleri, yetiştirme sistemi ve yetiştiricinin üretim hedefleri dikkate alınarak en uygun anacın belirlenmesi, ticari armut yetiştiriciliği için büyük önem taşımaktadır (Bolat ve İkinci, 2019; Hepaksoy, 2019).

Armut yetiştiriciliğinde kullanılan anaç materyali, dünya genelinde farklı özellikler gösteren çok sayıda klonal ve generatif anacı kapsamaktadır. Armut anacı olarak *Pyrus* cinsi içinde yer alan çeşitli türlerin yanı sıra, *Cydonia* cinsine ait *Cydonia oblonga* (ayva) türü de yaygın şekilde kullanılmaktadır. Armut yetiştiriciliğinde fidanlar büyük ölçüde çöğür veya klon anaçlar üzerine aşılanarak üretilmekte olup, modern üretim sistemlerinde kuvvetli gelişen çöğür anaçlarının yerini giderek bodur veya yarı bodur gelişim gösteren klonal anaçlar almaktadır (Özçağırın ve ark., 2004; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

2. *PYRUS* TÜRLERİNE AİT ANAÇLAR

Armut yetiştiriciliğinde, *Pyrus* cinsine ait farklı türlerden anaç olarak yararlanılmaktadır (Campbell, 2003; Özçağırın ve ark., 2004; Maas, 2007; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019) (Tablo 1).

Tablo 1. *Pyrus* türlerine ait bazı armut anaçları ve gelişme kuvvetleri

Anacın tipi	Anaç / Seri	Gelişme kuvveti (standart <i>P. communis</i> çöğürüne göre)
<i>Pyrus</i> çöğürü	<i>Pyrus communis</i>	Kuvvetli (standart alınan anaç)
	<i>Pyrus betulifolia</i>	Kuvvetli, kuraklığa dayanıklı
	<i>Pyrus calleryana</i>	Orta-kuvvetli, ağaçlar büyük, geç meyveye yatar
	<i>Pyrus elaeagrifolia</i> (Ahlal)	Orta kuvvetli, kırıç ve kireçli topraklara uyumlu
	OPR 260	Kuvvetli
	OPR 157	Yarı kuvvetli, pear decline ve ateş yanıklığına dayanıklı
<i>Pyrus</i> klon anaçları (OHxF)	OHxF 333	Yarı bodur (standartın $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ 'ü), en yaygın kullanılan klon
	OHxF 87, OHxF 230	Yarı bodur
	OHxF 97	Kuvvetli, <i>P. calleryana</i> 'ya benzer
<i>Pyrus</i> klon anaçları (Farold)	Farold 40 (OHxF 40)	Yarı bodur, standartın $\approx \frac{2}{3}$ 'ü
	Farold 69 (Daynir, OHxF 69)	Yarı bodur, BA 29 ve BP 1 ile benzer
<i>Pyrus</i> klon anaçları (BP serisi)	BP 1	Yarı kuvvetli, Ayva A / BA 29'a benzer
	BP 2, BP 3	Kuvvetli
<i>Pyrus</i> klon anaçları (QR serisi)	QR 708-36 (BP1 $\times$ Old Home)	Yarı bodur, Quince A'ya benzer
<i>Pyrus</i> klon anaçları (OH serisi)	Pyriam (OH 11)	BA 29'dan biraz daha kuvvetli
	Pi-Bu 1, Pi-Bu 4, Pi-Bu 6, Pi-Bu 7	Orta kuvvetli
	Pi-Bu 2	Orta bodur
	Pi-Bu 3	Bodur
	Pi-Bu 5	ok bodur
<i>Pyrus</i> klon anaçları (Fox serisi)	Fox 9	Yarı kuvvetli (BA 29'dan $\approx$ %10 daha kuvvetli)
	Fox 11	Yarı bodur (standartın %65-70'i), BA 29'a benzer
	Fox 16	Yarı kuvvetli (BA 29'dan biraz daha kuvvetli)

2.1. Armut Çöğür Anaçlar

Dünya genelinde uzun yıllar boyunca armut fidanlarının büyük bir kısmı, *P. communis* (Avrupa armutları) ve *P. pyrifolia* (Asya armutları) gibi türlerin

çöğürleri üzerine aşılanarak üretilmiştir (Jackson, 2003; Webster, 1997). Çöğür anaçlarının başlıca avantajları; düşük üretim maliyeti, kolay temin edilebilirlik, kuvvetli kök sistemi ve çeşitli toprak koşullarına uyum yetenekleridir (Jackson, 2003). Ancak çöğür anaçları:

- Aşırı kuvvetli taç gelişimi,
- Geç meyveye yatma,
- Ateş yanıklığına duyarlılık,
- Ayva anaçlarına kıyasla daha düşük meyve iriliği gibi özellikleri nedeniyle modern, yüksek yoğunluklu dikim sistemleri için günümüzde sınırlı bir alternatif olarak değerlendirilmektedir (Webster, 1997; Webster, 2002; Hepaksoy, 2019).

Anaç materyali elde etmek amacıyla çoğunlukla ‘Williams’ (‘Bartlett’), ‘B. Hardy’, ‘Winter Nelis’ ve ‘d’Anjou’ gibi ticari çeşitlerin tohumları kullanılmaktadır. Bu çeşitler arasında özellikle ‘Williams’ (‘Bartlett’) ve ‘Winter Nelis’ çöğürleri hem yüksek aşı uyuşması göstermeleri hem de ağır bünyeli toprak koşullarına uyum sağlamaları nedeniyle tercih edilmektedir. ‘B. Hardy’ çöğürleri ise çoğunlukla ara anaç olarak değerlendirilmektedir. Benzer şekilde Old Home çeşidinin çöğürleri, armut ateş yanıklığına (*Erwinia amylovora*) karşı yüksek dayanım göstermeleriyle öne çıkmakta olup, derin, geçirgen ve tınlı toprak koşulları için uygun bir anaç seçeneği sunmaktadır (Özçağırın ve ark., 2004).

Pyrus communis çöğürleri, geniş bir iklim ve toprak spektrumuna uyum sağlayabilen, kuvvetli gelişen ağaçlar oluşturur ve genellikle armut geriye ölüm hastalığına (pear decline) ve Armillaria kök çürüklüğüne (*Armillaria mellea*) dayanıklıdır; ancak sıklıkla ateş yanıklığına hassastırlar (Hancock ve Lobos, 2008).

Ahlat (*Pyrus elaeagrifolia*), Anadolu’nun önemli doğal türlerinden biridir ve anaç olarak değeri, özellikle kurak iklim koşullarına ve kireçli, besince fakir topraklara yüksek uyum kabiliyetinden kaynaklanmaktadır. Derin bir kök sistemine sahip olan bu çöğür anacı, orta düzeyde büyüme kuvveti göstermekte ve çoğu armut çeşidi ile iyi düzeyde aşı uyuşması sergilemektedir (Özçağırın ve ark., 2004; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

P. calleryana, sıcak ve nemli iklimlere iyi uyum sağlayan ancak kış soğuklarına hassas olan, orta kuvvette bir çöğür anacıdır. Birçok armut çeşidi ile iyi aşı uyuşması göstermesine karşın, kireçli topraklara duyarlı olması ve

geç meyveye yatması nedeniyle sınırlı koşullarda tercih edilmektedir (Özçağırın ve ark., 2004; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

P. betulifolia, kuvvetli gelişen, geriye doğru ölüme (*Candidatus Phytoplasma pyri*) ve ateş yanıklığına (*Erwinia amylovora*) dayanıklı bir çöğür anacıdır. Killi ve drenajı zayıf topraklarda iyi performans gösterse de kireçli topraklarda kloroza duyarlıdır. Düşük soğuk dayanımı nedeniyle sert kış bölgeleri için uygun değildir. Kuraklığa toleransı yüksek olup, birçok armut çeşidiyle iyi aşı uyuşması göstermesi nedeniyle özellikle Çin’de yaygın olarak kullanılmaktadır. Oregon’da geliştirilen OPR 260 gibi seleksiyonlar ise hastalık dayanımı ve zayıf drenajlı toprak koşullarındaki başarısıyla dikkat çekmektedir (Özçağırın ve ark., 2004; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).



Şekil 1. Armut çöğür anaçları üzerinde yetiştirilen ‘Deveci’ çeşidine ait ticari bahçeden görüntüler (Orijinal).

2.2. Armut Klon Anaçları

OHxF Serisi (Old Home × Farmingdale), Daybreak Nursery ve Oregon Üniversitesi tarafından geliştirilmiş olup 1992 yılında Willow Drive Nursery tarafından tescil edilmiştir. Yarı bodur gelişim kuvvetine sahip olan bu anaçlar, özellikle ateş yanıklığına (*Erwinia amylovora*) karşı yüksek dayanımları sayesinde dünya genelinde yaygın şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca, üzerine aşılanan çeşidi erken meyveye yatırma özelliği nedeniyle tercih edilmektedir.

Bu serinin anaçlarına örnek olarak OHxF 9, OHxF 40 ('Farold 40®'), OHxF 51, OHxF 69 ('Farold ® 69 (Daynir)') ve OHxF 333 verilebilir (Jackson, 2003; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019; Öztürk, 2021).

'Farold 40®' (OHxF 40): Yarı bodur bir anaç olup ateş yanıklığı, kök çürüklüğü, geriye ölüm ve unlu bite dayanıklıdır. İyi köklenmesi, erkencilik sağlaması ve Avrupa armut çeşitleriyle iyi aşı uyumuyla öne çıkmakla birlikte, küçük ve düşük verimli meyve oluşturduğu için özellikle 'Buerré Bosc' çeşidi için önerilmez (Cabrera 2014; Hepaksoy, 2019).

'Farold® 69' (Daynir) (OHxF 69): Yarı bodur bir anaç olup BA 29 ve BP 1 ile benzer kuvvette gelişir. Ateş yanıklığına dayanıklı, kloroza ve geriye ölüme orta toleranslıdır; ancak çelikle çoğaltılması zor olduğu için üretimde ayva anaçlarının biraz gerisinde kalmaktadır (Cabrera 2014; Hepaksoy, 2019).

OHxF 333: Serinin en yaygın kullanılan ve en üstün bulunan yarı bodur anacıdır. Birçok hastalığa yüksek dayanım göstermesi, iyi aşı uyumu ve üzerine aşılanan çeşitleri erken meyveye yatırması nedeniyle dünya genelinde tercih edilmektedir. Ayrıca kış soğuklarına ve farklı toprak tiplerine oldukça toleranslıdır (Alizadeh ve ark., 2018; Hepaksoy, 2019; Tuncel ve Şan, 2023).

BP Serisi anaçlar, Güney Afrika'da çöğür seleksiyonlarıyla geliştirilmiş olup BP 1, BP 2 ve BP 3 olmak üzere üç tip içerir. BP 1 yarı bodur–yarı kuvvetli gelişir, verimli ve kaliteli meyve oluşturmaya rağmen ateş yanıklığı ve geriye ölüme çok hassas olduğu için birçok bölgede sınırlı kullanılmaktadır. BP 2 ve BP 3 ise kuvvetli gelişen, verimli anaçlar olup BP 3'ün kara lekeye dayanıklı fakat geriye ölüme hassas olduğu rapor edilmiştir (Webster ve ark., 2000; Hancock ve Lobos, 2008; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

QR Serisi, BP 1×Old Home melezlerinden geliştirilmiş olup yarı bodur ve bodur gelişen anaçlardan oluşmaktadır. Serinin öne çıkan tipi olan QR 708-36, Quince A'ya yakın gelişme kuvveti, yüksek verim etkinliği, iyi erkencilik ve kolay çoğaltılabilirliği ile dikkat çekmektedir. Buna karşılık QR 708-12 ve QR 708-2, daha bodur gelişmekle birlikte verim ve erkencilik potansiyellerinin düşük olması ve çoğaltılmalarının güç olması nedeniyle sınırlı kullanım alanına sahiptir (Webster ve ark., 2000; Hancock ve Lobos, 2008; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

OH anaçları, Old Home'un serbest tozlanmasından elde edilmiş olup grubun en bilinen tipi Pyriam (OH 11)'dir; ateş yanıklığına orta derecede dayanıklı, iyi taç yapısı oluşturan ve birçok çeşitle başarılı aşı uyumu

gösteren yarı kuvvetli bir anaçtır. Pyrodwarf ise Old Home × Bonne Luise melezinden geliştirilmiş orta kuvvette bir anaç olup kireçli topraklara dayanıklılığı, iyi adaptasyonu ve 3–4 yılda meyveye yatmasıyla dikkat çeker; ancak ateş yanıklığına dayanımı orta düzeydedir ve meyve iriliğini küçültme eğilimindedir (Hancock ve Lobos, 2008; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

Pi-BU serisi, Almanya’da yürütülen bir anaç ıslah programı kapsamında, yabani *Pyrus* türleri ile tanınan bazı armut çeşitlerinin melezlenmesi sonucu elde edilen yaklaşık 6000 çöğürün değerlendirilmesiyle geliştirilmiştir. Bu çalışma sonucunda stres koşullarına dayanıklı, bodur gelişen ve verim–kaliteyi artırma potansiyeline sahip yedi klon (Pi-Bu 1–7) seçilmiştir (Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

Fox serisi, Bologna Üniversitesi’nde geliştirilen *P. communis* kökenli anaçlardan oluşmakta olup Fox 9, Fox 11 ve Fox 16 öne çıkan seleksiyonlardır. Fox 9 yüksek verimi, derin kök yapısı ve geniş adaptasyon kabiliyetiyle; Fox 11 ise orta kuvvette gelişmesi, kireçli topraklara dayanıklılığı ve verim artırıcı etkisiyle dikkat çekmektedir. Fox 16 BA 29’dan biraz daha kuvvetli olup serinin diğer üyelerine göre daha sınırlı kireç toleransı göstermektedir (Jacob, 2000; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

Fransa kökenli Brossier serisi *Pyrus* anaçlarının çoğaltım güçlükleri ise bu klonların geniş çaplı denemelerde yer almasını sınırlandırmıştır. Bu anaçlar yalnızca mikroçoğaltım ile üretilebilmekte olup, mikroçoğaltımdan toprağa alıştırma ve fidan büyütme aşamalarında ciddi zorluklarla karşılaşmaktadır. Serinin en bodur klonu olan RV139, yaşanan yoğun çoğaltım ve adaptasyon sorunları nedeniyle birçok araştırmacı tarafından çalışmalardan çıkarılmıştır (Webster ve ark., 2000; Hancock ve Lobos, 2008).

2.3. Ayva Anaçları (*Cydonia oblonga*)

Ayva anaçları (*Cydonia oblonga*), armut yetiştiriciliğinde yaklaşık bir asırdır kullanılan ve özellikle Avrupa’da modern üretim sistemlerinin gelişmesine önemli katkı sağlayan bir anaç grubudur. Armut çöğürlerine göre belirgin düzeyde bodurlaştırıcı etki göstermeleri sayesinde ağaçların gençlik kısırlığı süresini kısaltarak daha erken meyveye yatmalarını sağlamaktadırlar. Bununla birlikte, tüm armut çeşitleriyle tam aşı uyumu göstermemeleri nedeniyle çoğunlukla uyumlu çeşitlerde veya Beurré Hardy gibi ara anaç

kullanılan kombinasyonlarda tercih edilmektedirler. East Malling ve INRA gibi araştırma merkezlerinde yürütülen ıslah çalışmaları sonucunda Quince A, Quince C, Sydo, Adams, MC ve Provence BA29 gibi öne çıkan klonlar geliştirilmiş olup, bu anaçlar bodurluk derecesi, verimlilik, aşı uyumu ve çoğaltılabilirlik gibi özellikleri bakımından farklı üstünlükler sunmaktadır (Tablo 2). Ayva anaçları ağır topraklar, yüksek kireç içeriği ve aşırı iklim koşullarına karşı hassasiyet göstermelerine rağmen, uygun ekolojilerde sağladıkları bodurluk, kolay taç yönetimi ve meyve kalitesini artırıcı etkileri sayesinde günümüz armut yetiştiriciliğinde büyük önem taşımaktadır (Campbell, 2003; Özçağırın ve ark., 2004; Maas, 2007; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

Armut yetiştiriciliğinde anaç olarak farklı ayva klonları yaygın şekilde kullanılmaktadır. Avrupa’da en yaygın kullanılan ayva klonları, İngiltere’de Horticulture Research International East Malling istasyonunda ıslah edilen MA (Quince A) ve MC (Quince C) ile Fransa’daki INRA Angers istasyonunda bodurlaştırma etkisi ve aşı uyumu dikkate alınarak seçilen Sydo ve Provence BA29 klonlarıdır. Listeye en son eklenen klon ise East Malling tarafından geliştirilen MH (QR-193.16) olup, bahçedeki performansı Sydo ve MC ile benzer bulunmuştur (Özçağırın ve ark., 2004; Dondini ve Sansavini, 2011).

Tablo 2. Cydonia oblonga (ayva) kökenli bazı armut anaçları ve gelişme kuvvetleri

Anacın tipi	Anaç / Seri	Gelişme kuvveti (standart <i>P. communis</i> çoğürüne göre)
Ayva klon anaçları (Quince serisi)	Ayva A (Quince A, MA)	Orta kuvvetli, BA 29’dan $\approx$ %10 daha bodur
	Ayva C (Quince C, MC)	Bodur (Ayva A’ya göre %20–40 daha küçük taç)
	Sydo	Ayva A’ya benzer vigor, bodur–orta
	Provence BA 29	Yarı kuvvetli (Sydo, Ayva A, OHxF 333’ten %10–15 daha kuvvetli)
	Adams	Orta kuvvetli
Ayva klon anaçları	MH (QR 193–16)	Ayva A ile Ayva C arasında, orta–yarı bodur
	C132	Ayva C’den biraz daha bodur (daha küçük ağaç), sık dikime uygun
Ayva klon anaçları (SÖ serisi)	SÖ 2-9, 4-27, 10-51, 16-69, 17-74, 17-77, 18-83, 20-100, 21-107, 22-	Farklı vigor düzeyleri; ticari kullanımı sınırlı

110, 32-139, 33-145, 38-193, 40-
213, 40-214, 40-255, 58-318

Ayva klon anaçları B 35
(yerli)

Gelişme kuvveti için detaylı verilere
ihtiyaç vardır

Ayva A (Quince A- MA) (Angers ayvası) II. Dünya Savaşı'ndan önce Angers tipi ayva anacını iyileştirmek amacıyla geliştirilmiş en eski klondur. Daldırma yöntemi ile kolay çoğaltılmasına rağmen, Sydo'nun İspanya, Fransa ve İtalya'daki armut bahçelerinde daha yaygın hale gelmesiyle popülaritesini yitirmiştir. Bunun temel nedeni, her iki klon aynı düzeyde taç habitusu sağlasa da MA'nın kış soğuklarına ve armut geriye ölüm hastalığına (pear decline) hastalığına karşı daha duyarlı olmasıdır (Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

Ayva C (Quince C- MC) İngiltere'de East Malling Araştırma İstasyonu tarafından selekte edilmiş, Quince A'ya göre %20–40 oranında daha bodur ağaçlar oluşturan önemli bir ayva klonudur. Orta kuvvette gelişim göstermesine karşın ticari ayva anaçları arasında en belirgin bodurluk etkisine sahip olması nedeniyle dekarda 300–400 ağaç düşen yüksek yoğunluklu armut bahçelerinde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Odun çelikleriyle kolayca çoğaltılabilen MC, yüzlek ve nispeten kırılğan kök sistemi nedeniyle dikkatli toprak yönetimi gerektirir ve soğuk ile aşırı sıcaklara toleransı düşük olduğu için daha çok orta ve kuzey Avrupa koşullarına uygundur. Yünlü yaprak biti, kök ur nematodu ve kök kanserine dayanıklı olmasına rağmen ateş yanıklığı hassasiyet gösterebilir; ayrıca klorozlu veya hastalık baskısının yüksek olduğu topraklarda aşırı uyumsuzluğu belirtileri daha belirgin ortaya çıkabilir. MC üzerine aşıllı ağaçların ekonomik ömrü genellikle Sydo ve BA29 gibi diğer anaçlara göre daha kısadır (Jackson, 2003; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

'EMH' (QR 193–16), 1980/81 yıllarında başlayan tarla denemelerini takiben 2001 yılında East Malling tarafından tanıtılan, daha yeni bir ayva anacıdır. Bu klon, Quince A'dan daha bodur, ancak genellikle Quince C'den biraz daha kuvvetli gelişim göstermektedir. Ayrıca, üzerine aşılanan armut çeşitlerinde her iki anaçtan da daha büyük meyve iriliği oluşturmaya dikkat çekmektedir (Jakson, 2003; Reil ve ark., 2007).

BA 29 (Provence BA 29), Fransa'nın Angers bölgesinde ıslah edilen ve armut yetiştiriciliğinde yaygın kullanılan yarı bodur bir ayva anacıdır. Çoğu

armut çeşidiyle iyi aşı uyumu göstermesi ve sık dikim bahçe kurulumuna elverişli olması nedeniyle özellikle yüksek yoğunluklu sistemlerde ($4 \times 1,2$ m veya $4 \times 1,5$ m) tercih edilmektedir. Kireçli topraklara iyi uyum sağlaması, hendek daldırması (stool bed) ve yeşil çelikle kolay çoğaltılabilmesi önemli avantajları arasındadır. Bununla birlikte BA29, ateş yanıklığına karşı kısmen hassas olup ağır bünyeli veya verimsiz topraklar için uygun değildir. Uygun koşullarda verimliliği yüksek olan bu anaç, yarı bodur gelişimi ve iyi aşı uyumu sayesinde modern armut bahçelerinde önemli bir seçenek olarak değerlendirilmektedir (Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).



Şekil 2. BA 29 anacı üzerinde yetiştirilen ‘Deveci’ çeşidine ait ticari bahçeden görüntüler (Orijinal).

Adams ayva anacı, Belçika’da selekte edilmiş olup kalem üzerinde oluşturduğu taç gelişimi bakımından Quince C ile Quince A arasında bir büyüme sergileyen ve armut çeşitleriyle yüksek aşı uyumu gösteren bir klondur. Üzerine aşılanan çeşitlerde erken meyveye yatmayı teşvik etmesi, kloroza dayanıklılığı ve yüksek verim ile kaliteli meyve oluşumunu desteklemesi nedeniyle modern armut yetiştiriciliğinde dikkat çeken anaçlardan biridir ((Jakson, 2003; Dondini ve Sansavini, 2011; Hepaksoy, 2019).

C132, Hollanda’da son yıllarda dikkat çeken ve geçmişte Kafkasya kökenli tohumlardan elde edilen HRI-East Malling ayva klonları arasından

seçilmiş bir anaçtır. Quince C'den biraz daha küçük taç oluşturan ağaçlar meydana getirmesi sayesinde yüksek yoğunluklu armut bahçelerinin kurulmasına olanak sağlamaktadır ((Webster ve ark., 2000).

Türkiye'de armut anaç ıslahına yönelik çalışmalar, armut çeşitleriyle iyi aşı uyuşması gösterebilecek ayva klonlarının geliştirilmesi amacıyla 1969 yılında Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde Prof. Dr. Sabahattin Özbek tarafından başlatılmıştır. Bu program kapsamında toplam 17 aday klon belirlenmiş, yapılan değerlendirmeler sonucunda SÖ58315, SÖ59327, SÖ57314, SÖ1882, SÖ1669 ve SÖ39200 kodlu klonlar üstün özellikleriyle öne çıkarak 2017 yılında tescil edilmiştir. Diğer SÖ klonları ticari kullanım aşamasına geçmemiştir. Bunun yanında Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen B35 anaç milli çeşit listesine alınmıştır. Bu anaçların ticari üretim sistemlerine entegrasyon potansiyelinin değerlendirilmesi için çok yönlü ve uzun süreli araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Hepaksoy, 2019; Aydınlı ve Yıldırım, 2023).

3. SONUÇ

Armut yetiştiriciliğinde hem çeşit hem de anaç ıslahı dünya genelinde önemli bir ivme kazanmış olsa da farklı ekolojilerde değişen üretim hedefleri nedeniyle ıslah programlarının odağı büyük çeşitlilik göstermektedir. Meyve kalitesinin artırılması, erkencilik, düzenli verim ve hastalık–zararlı dayanımı tüm programların ortak hedefleri olmakla birlikte, Avrupa ve Asya armutlarında aranan kalite nitelikleri, iklimsel adaptasyon gereksinimleri ve patojen baskısı önemli farklılıklar yaratmaktadır. Modern yetiştiricilik sistemlerinde anaç seçiminin kritik önemi giderek artmakta; OHxF 333, Quince A, Quince C ve BA 29 gibi klon anaçlar dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de yaygın biçimde kullanılmaktadır. Bununla birlikte, mevcut anaçların tüm ekolojiler için ideal olmadığı açıktır. Bu nedenle, farklı bölgelere uyum sağlayabilecek, biyotik ve abiyotik streslere dayanıklı, bodur ve erkenci yeni anaçların geliştirilmesine yönelik hem uluslararası hem de ulusal ıslah çalışmalarının kesintisiz sürdürülmesi büyük gereklilik taşımaktadır.

KAYNAKÇA

- Aydınlı, M., & Yıldırım, F. (2023). Armut Islahında Güncel Gelişmeler. *Anadolu* (1300-0225), 33(2).
- Bolat, İ. ve İkinci, A. (2019). Meyvecilikte anaç kullanımı. I. Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışmalar Kongresi (8-10 Mart 2019, Şanlıurfa, Türkiye) Bildirileri, 278-283.
- Cabrera, D., Rodríguez, P. and Zoppolo, R. (2014, July). Evaluation of quince and selected 'Farold®' pear rootstocks for commercial 'Williams BC' production in Uruguay. In XII International Pear Symposium 1094 (pp. 159-162).
- Campbell, J. 2003. Pear rootstock, Agfact H4.1.15, Former Research Scientist-Orange Agricultural Institute, Orange, NSW Agriculture, The state of New South Wales.
- Dondini, L., & Sansavini, S. (2011). European pear. In *Fruit breeding* (pp. 369-413). Boston, MA: Springer US.
- Hancock, J. F., & Lobos, G. A. (2008). Pears. In *Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics* (pp. 299-336). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Hancock, J. F., & Lobos, G. A. (2008). Pears. In *Temperate fruit crop breeding: germplasm to genomics* (pp. 299-336). Dordrecht: Springer Netherlands.
- HEPAKSOY, S. (2019). Meyvecilikte anaç kullanımı: Armut anaçları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 12(2), 69-74.
- Jackson, J. E. (2003). The biology of apples and pears. Cambridge university press. Pear rootstocks
- Jacob, H. B. (2000, September). New pear rootstocks from Geisenheim, Germany. In VIII International Symposium on Pear 596 (pp. 337-344).
- Maas, F. (2007, May). Evaluation of Pyrus and quince rootstocks for high density pear orchards. In X International Pear Symposium 800 (pp. 599-610).
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M., 2004. Armut. *İlman İklim Meyve Türleri. Yumuşak Çekirdekli Meyveler. Cilt-II. Ege Üni. Ziraat Fak. Yay. No:556, 200s*
- Öztürk, A. (2021). The effects of different rootstocks on the graft success and stion development of some pear cultivars. *International Journal of Fruit Science*, 21(1), 932-944.
- Reil, W. O., Ireland, J. O. H. N., & Elkins, R. B. (2007). Propagation and rootstock selection. Mitcham, EJ, Elkins, RB *Pear Production and*

- Handling Manual. University of California, Agriculture and Natural Resources, California, USA, 33-44.
- Tuncel, Y. E. ve Şan, B. (2023). OHxF 97 ve OHxF 333 Armut Klon Anaçlarının Mikroçoğaltımı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 38(2), 315-330. <https://doi.org/10.7161/omuanajas.1252461>.
- Webster, A. D. (1997, January). A brief review of pear rootstock development. In VII International Symposium on Pear Growing 475 (pp. 135-142).
- Webster, T. (2002). Dwarfing rootstocks: past, present and future. *Compact Fruit Tree*, 35(3), 67-72.
- Webster, T., Tobutt, K., & Evans, K. (2000). Breeding and evaluation of new rootstocks for apple, pear and sweet cherry. *Compact Fruit Tree*, 33(4), 100-104.

BÖLÜM V

ARMUT ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Doç. Dr. Engin GÜR¹

Zir. Yük. Müh. Sefer DEMİR²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105788>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü Çanakkale, Türkiye. engingur@comu.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-4668-1206.

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Bölümü Çanakkale, Türkiye. seferdemir10@gmail.com, Orcid ID: 0009-0007-7124-3770

1. GİRİŞ

Türkiye, birçok meyve türünün gen merkezi ve anavatanı konumunda olup, sahip olduğu iklimsel çeşitlilik ve coğrafi konum sayesinde zengin bir meyvecilik kültürünün gelişmesine olanak tanımaktadır (Özbek, 1978; Ağaoğlu vd., 1997). Ülkenin farklı ekolojik bölgeleri, hemen hemen tüm ılıman iklim meyve türlerinin yetişmesine elverişli koşullar sunmaktadır. Bu bağlamda Türkiye, özellikle ayva, elma ve armut gibi yumuşak çekirdekli meyve türlerinin anavatanı olması nedeniyle, bu türlerde dikkate değer düzeyde genetik çeşitlilik barındırmaktadır (Gündüz, 1997).

Yumuşak çekirdekli meyveler grubunda yer alan armut, Rosales takımının *Rosaceae* familyası ve bu familyanın *Pomoideae* alt familyası içerisinde sınıflandırılan *Pyrus* L. cinsine dahildir. Bu cins içerisinde çok sayıda tür tanımlanmış olup, özellikle meyve yetiştiriciliği açısından 13 türün kültür çeşitlerinin oluşumuna katkı sağlaması ve anaç olarak kullanılabilmesi nedeniyle önemli olduğu belirtilmektedir (Gökmen, 1973; Özbek, 1978). Armut türleri arasında *Pyrus communis* L. en yaygın ve ekonomik açıdan en önemli türlerden biridir; geniş bir coğrafi yayılışa sahiptir ve kültür çeşitlerinin gelişiminde temel rol oynamaktadır (Özbek, 1978). Ayrıca, *P. communis* türünün gen merkezlerinden biri olan Türkiye’de yerel armut çeşitliliğinin oldukça yüksek olduğu, kayıtlı yerel çeşit sayısının 600’ü aştığının bildirildiği ifade edilmektedir (Özbek, 1947).

Küresel ölçekte üretimi en yaygın olan türler *Pyrus communis* (Avrupa armutları) ve *Pyrus pyrifolia* (Asya armutları) olup, bu iki tür ticari yetiştiricilikte önemli bir paya sahiptir. Türkiye’de ise tür ve çeşit bakımından zengin bir armut varlığı bulunmakta olup, bu durum ülkenin armutların doğal yayılma alanı ve gen merkezi içerisinde yer almasıyla ilişkilendirilmektedir (Özbek, 1947).

Ekonomik anlamda değerlendirildiğinde, Türkiye’de armut yetiştiriciliğinde Avrupa grubu armut çeşitlerinin Asya grubuna göre daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bunun temel nedenleri arasında Asya grubu armutlara yönelik tüketim talebinin düşük olması ve bu nedenle yeni bahçe tesislerinin sınırlı kalması sonucu üretim miktarının düşük olması bulunmaktadır. *Pyrus pyrifolia* türüne ait Asya grubu armutlar, genellikle yuvarlağa yakın meyve şekilleriyle elmayı andırmakta ve bu yönleriyle Avrupa

armutlarından morfolojik olarak ayrılmaktadır. Ayrıca bu grubun soğuklama ihtiyacı diğer türlere kıyasla daha düşüktür (250-650 saat). Tozlanma ve dölleme bakımından önemli bir sorun yaşanmaması nedeniyle Asya grubu armutlarla tek çeşit bahçe kurulumu mümkün olsa da, verim ve tozlanmanın artırılması amacıyla çeşit karışımı önerilmektedir (Ekici ve Yıldırım, 2017). Diğer taraftan, bu gruptaki çeşitlerin çiçek çukurunda Avrupa armutlarında görülen çanak yaprak izinin bulunmaması ve meyve kabuğunda lentisellerin belirgin şekilde görülebilmesi, morfolojik açıdan ayırt edici özellikler olarak dikkati çekmektedir (Akçay vd., 2008).

Armutlar, meyve şekilleri ve olgunlaşma dönemleri dikkate alınarak çeşitli sınıflandırmalara tabi tutulmaktadır. Olgunlaşma dönemi esas alındığında ise armut çeşitleri **yazlık**, **güzlük** ve **kışlık** olmak üzere üç ana grupta değerlendirilmektedir. Meyve şekline dayalı sınıflandırmada 15 gruba ayrılmaktadır (Özçağırın vd., 2004).

1. Yağ armutları: Meyveleri armut veya topaç formunda olup son derece yumuşak, kumsuz ve yüksek erime kapasitesine sahiptir. Ağızda tereyağı benzeri bir doku hissi oluşturur (örneğin: Akça).

2. Yarım yağ armutları: Meyve eti, yağ armutlarına göre daha sıkı yapıda olup erime özelliği daha zayıftır. Yumuşaklık derecesi orta seviyededir (örneğin: Mustafa Bey).

3. Bergamotlar: Meyveleri yuvarlak veya hafif basık yuvarlak yapıdadır; sap bölgesinde belirgin yassılaşma görülür. Meyve eti oldukça sulu, sıkı dokulu ve ağızda tamamen eriyicidir (örneğin: Ankara).

4. Yarı bergamotlar: Meyve eti tamamen kumsuzdur; ancak bergamotlara göre daha düşük eriyicilik gösterir ve tüketim sırasında hafif posa bırakabilir.

5. Yeşil uzun armutlar: Uzun meyve formuna ve düzgün, çoğunlukla yeşil renkli kabuklara sahiptir. Kabuğunda zaman zaman hafif beneklenmeler görülebilir.

6. Sürahi armutları: Meyveleri uzun veya çok uzun, armut ya da sürahi formundadır. Kabuk rengi genellikle yeşilimsi sarı ve beneklidir. Meyve eti yumuşak olup ağızda tamamen veya kısmen eriyebilir (örneğin: Abate Fetel).

7. İri armutlar: Meyveleri iri veya çok iri olup tipik armut formunu taşır. Meyve eti sulu, kumsuz veya çok az kumlu yapıdadır. Meyve iriliği aynı ağaç üzerinde bile değişkenlik gösterebilir.

8. Pash armutlar: Meyveleri uzunca veya yuvarlakça olup kabuk yüzeyi paslı görünüm sergiler. Güneş gören yüzeyde renklenme belirgindir. Meyve eti kumsuz veya hafif kumlu olup karakteristik tarçınımsı aromasıyla tanınır.

9. Misket armutları: Meyveleri küçük, genellikle aromatik olup şekil bakımından çeşitlilik gösterir; çoğunlukla uzun formdadır. Meyve eti çoğu zaman kumlu ve erime özelliği düşüktür.

10. Erimez armutlar: Orta irilikte ve uzunca meyvelere sahiptir. Meyve eti sert, belirgin şekilde susuz ve erime kapasitesi düşüktür.

11. Tarçın armutları: Küçük veya orta iri, yuvarlakça meyvelere sahiptir. Meyve eti sulu, sert ve kumlu olup keskin tarçın aromasıyla karakterizedir.

12. Uzun hoşaf armutları: Uzun formda ve farklı kabuk renklerine sahip çeşitleri içerir. Meyve eti gevrek dokulu olup tatlı veya yavan tatlılık gösterebilir.

13. Yuvarlak hoşaf armutları: Uzun hoşaf armutlarına benzer özellikler taşımakla birlikte, bu grubun meyveleri yuvarlakça formdadır.

14. Uzun şıra armutları: Meyveleri uzunca olup meyve eti sert, sulu ve belirgin buruk tada sahiptir. Şıra üretimine uygunluk gösterir.

15. Yuvarlak şıra armutları: Uzun şıra armutlarının birçok özelliğini taşımakla birlikte yuvarlakça meyve formu ile ayrılır.

2. YETİŞTİRİCİLİĞİ YAPILAN ARMUT ÇEŞİTLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Williams (Bartlett)

Williams çeşidi, İngiltere kökenli olup orta kuvvette gelişen, erken yaşta verime yatan ve sıcak iklim koşullarına uyum sağlayabilen bir armut çeşididir. Meyveleri orta irilikte, sarı kabuklu, sulu ve aromatik olup hem sofralık kullanımda hem de konserve sanayisinde geniş yer bulmaktadır; aynı zamanda

tipik armut aroması nedeniyle endüstriyel aroma üretiminde referans çeşit olarak kabul edilir (Şekil 1). Hasadı genellikle Ağustos ayının ikinci haftasında gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2025c).



Şekil 1. Williams armut çeşidine ait bir görünüm.
(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/williams-armut>)

Etrusca

Etrusca, İtalya orijinli, erken olgunlaşan, yüksek verimli ve yazlık nitelikte bir çeşittir. Meyveleri orta irilikte, sarı-yeşil kabuklu, ince ve aromatik yapılıdır (Şekil 2); sıcak iklim bölgelerinde yüksek performans göstermekte ve ihracat potansiyeli taşımaktadır. Hasadı Haziran sonu-Temmuz başında gerçekleştirilir (Anonim, 2025b).



Şekil 2. Etrusca armut çeşidine ait bir görünüm.
(Kaynak: <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/etruska>)

Carmen

Carmen, özellikle erken hasat potansiyeli nedeniyle Avrupa ülkelerinde ticari değeri artan bir çeşittir. Ağaçları yarı kuvvetli gelişir; meyveleri iri, homojen, sarı-yeşil kabuklu ve yumuşak etlidir (Şekil 3). Türkiye’de de erken yaz dönemi pazar talebini karşılamak için yaygınlaşmaktadır. Hasat dönemi Haziran ayının üçüncü haftasıdır (Anonim, 2025i).



Şekil 3. Carnem armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/carmen>)

Coscia

Coscia, İtalya kökenli olup Türkiye’de özellikle Ege Bölgesi’nde yaygın yetiştirilen erkenci bir çeşittir. Meyveleri küçük-orta irilikte, açık sarı kabuklu ve tatlıdır (Şekil 4); taze tüketim için değerli olup ihracat potansiyeli yüksektir. Haziran ortasında hasat edilir (Anonim, 2025b).



Şekil 4. Coscia armut çeşidine ait bir görüntü.
(Kaynak: <https://demirelkardesler.com/fidanlar/armut/coscia>)

Red Bartlett

Red Bartlett, Williams çeşidinin kıızıl renk mutasyonu olup benzer fenolojik özelliklere sahiptir. Kırmızı kabuğu nedeniyle pazar çekiciliği yüksektir; aromatik, sulu ve orta-iri meyveleriyle sofralık olarak tercih edilir (Şekil 5). Ağustos ortasında olgunlaşır (Anonim, 2025a).



Şekil 5. Red Bartlett armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://veritablevegetable.com/pear-variety-guide>)

Conference

Conference, İngiltere kökenli olup kuvvetli gelişme gösteren, yarı dik taç oluşturan ve Avrupa’da ticari üretimi en yaygın çeşitlerden biridir. Meyveleri uzun konik formda, yeşil-kahverengi kabuklu, yumuşak dokulu ve belirgin aromalıdır (Şekil 6); yüksek depolama kapasitesi sayesinde uluslararası pazarda önemli bir yer edinmiştir. Çeşit kendine verimli kabul edilmekle birlikte uygun tozlayıcılarla verim artışı sağlanabilir. Hasat zamanı Eylül ortasıdır (Anonim, 2025ç).



Şekil 6. Conference armut çeşidine ait bir görünüm.
(Kaynak: https://www.piskinfidancilik.com.tr/armut_urun.html)

Abate Fetel

Abate Fetel, Fransa-İtalya kökenli, kuvvetli büyüyen ve düzenli verim veren bir çeşittir. Meyveleri uzun, ince kabuklu, açık kahverengi benekli olup yüksek şeker içeriği ve raf ömrü ile dikkat çeker; Avrupa’da sofralık sınıfta değerlendirilir ve uzun süreli depolamaya en uygun çeşitlerden biri olarak kabul edilir (Şekil 7). Hasadı Eylül sonundan Ekim başına kadar devam etmektedir (Anonim, 2025a).



Şekil 7. Abate Fetel armut çeşidine ait bir görüntü.
(Kaynak: <https://demirelkardesler.com/fidanlar/armut/abate-fetel>)

Rocha

Rocha, Portekiz'in önemli tescilli çeşitlerinden biri olup sıcak iklimlere uyumlu, yüksek verimli bir çeşittir (Şekil 8). Küçük-orta irilikte, ince kabuklu ve nispeten sert et dokusuna sahiptir; bu özellikleri nedeniyle uzun mesafe taşımacılığı ve uzun süreli depolamaya son derece uygundur. Avrupa Birliği içinde coğrafi işaretli bir ürün olarak ticari değer taşımaktadır. Olgunlaşma dönemi Eylül sonudur (Anonim, 2025j).



Şekil 8. Rocha armut çeşidine ilişkin bir görüntü.

(Kaynak: https://en.wikipedia.org/wiki/P%C3%A4ra_Rocha)

Santa Maria

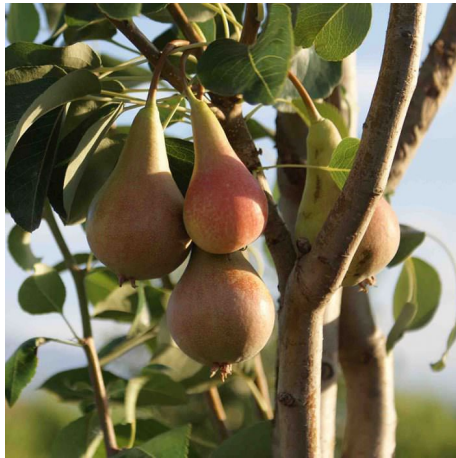
Santa Maria, erken meyveye yatan, yarı dik gelişen ve yüksek verim potansiyeline sahip yaygın bir armut çeşididir. Büyük, sarı-yeşil kabuklu, yumuşak ve sulu meyvelere sahip olup ihracata yönelik üretimde yaygın kullanılmaktadır (Şekil 9); meyvelerin homojen yapısı lojistik açıdan önemli avantaj sağlar. Temmuz sonu-Ağustos başında hasadı gerçekleştirilmektedir (Anonim, 2025b).



Şekil 9. Santa Maria armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/santa-maria-armut>)

June Beauty

June Beauty armutu, erkenci bir armut çeşididir; meyveleri küçük-orta boyutta, armut formunda olup yeşilimsi zemin üzerine güneş gören taraflarda kırmızı yanaklıdır. Meyve eti sarımsı-beyaz, sulu, tatlı ve hoş aromalıdır (Şekil 10). Ağaçları yarı dik yapıda, hızlı gelişir ve verimlidir; meyveler genelde haziran sonu – temmuz başı civarında olgunlaşır. Bu çeşidin meyveleri taze tüketim için idealdir (Anonim, 2025d).



Şekil 10. June Beauty armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/june-beauty-haziran-guzeli-armut>)

Tosca

Tosca armutu, İtalya kökenli, orta irilikte armut formunda bir çeşittir; kabuğu yeşilimsi sarı, güneş gören tarafları bazen kırmızımsı yanaklıdır. Meyve eti beyaz, sulu, orta-yumuşak ve tatlımsı aromalıdır (Şekil 11). Erken olgunlaşan bu çeşidin hasadı yaz ortası-sonunda yapılır; ağaç yapısı yarı-dik gelişir ve uygun budama ile yüksek verim ve kaliteli meyve sağlanır (Anonim, 2025k).



Şekil 11. Tosca armut çeşidine ilişkin bir görüntü.

(Kaynak: <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/tosca>)

Margerite Marillat

Ülkemizde yaygın olarak yetiştirilen bu armut çeşidi, iri, kumlu ve orta sululukta meyveler verir. Meyve rengi, yeşil-sarı zemin üzerinde güneş gören kısımlarda kırmızı beneklidir. Çok verimli bir çeşit olup, ateş yanıklığı hastalığına karşı dayanıklıdır (Şekil 12). Uygun koşullarda soğuk hava depolarında uzun süre saklanabilir. Williams çeşidi, bu armut için uygun bir tozlayıcı olarak kullanılabilir (Anonim, 2025b).

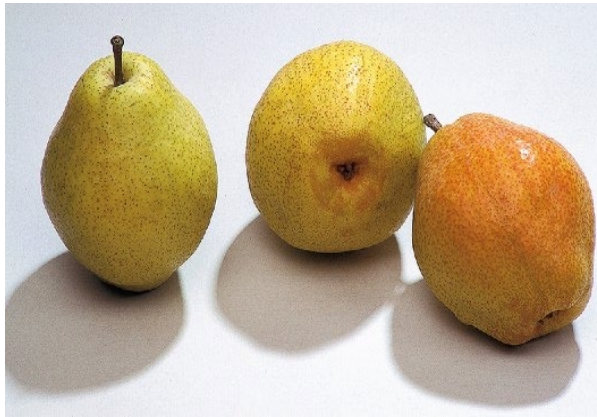


Şekil 12. Margerite Marillat armut çeşidine ilişkin bir görüntü.

(Kaynak: <https://bademlikoop.org.tr/wp-content/uploads/2023/09/margerite-marillat.jpg>)

Kiefer

Kiefer armutu, Avrupa ve Asya armut türlerinin melezinden elde edilmiş, orta-büyük boyutlu armut formunda bir çeşittir; kabuğu yeşil-sarı, paslı benekli ve güneş gören tarafları kırmızımsı olabilir. Meyve eti krem-beyaz, sulu, hafif tanecikli ve tatlımsı-ekşi aromalıdır (Şekil 13). Sonbahar sonunda olgunlaşır ve sert meyve eti sayesinde taze tüketim, pişirme, konserve ve kurutma için uygundur; ayrıca yüksek verimli ve hastalıklara karşı dayanıklı bir çeşittir (Anonim, 2025n).



Şekil 13. Kiefer armut çeşidine ilişkin bir görüntü.

(Kaynak: <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/kiefer>)

Turandot

Turandot armudu, orta kuvvette gelişen ve yayvan taç oluşturan bir armut çeşididir. Meyveleri orta-iri boyutlu, yuvarlak-oval veya hafif armutumsudur. Meyve eti beyaz, gevrek, sulu ve tatlı olup kendine özgü aromaya sahiptir (Şekil 14). Orta mevsimde olgunlaşır, taze tüketim ve soğuk depolamaya uygundur; verimi artırmak için seyreltme uygulanması önerilir (Anonim, 2025g).



Şekil 14. Turandot armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/turandot>)

Naşi (Japon Armudu)

Ağaçları orta kuvvette gelişir ve geniş bir taç yapısı oluşturur. Soğuklama gereksinimi 550 saat olup, Marmara, Ege ve Akdeniz Bölgelerinde sorunsuz yetiştirilebilir. Meyvelerin yeterli büyüklüğe ulaşması için seyreltme yapılması gerekmektedir. Meyve kabuğu altın sarısı renginde, kahverengi zemin üzerinde sarı-beyaz lentiselli (benekli) olup, paslanmaya karşı dirençlidir. Meyveler iri, düşük asitli, silindirik şekilli ve uzun saplıdır; çiçek çukuru derindir (Şekil 15). Meyve eti beyaz, gevrek, çok sulu ve kendine özgü aromaya sahiptir. Orta mevsimde olgunlaşan çeşitler arasında yer alır ve Kosui çeşidinden 15-18 gün sonra hasat edilir. Hasat döneminde meyve yeme olgunluğuna gelir ve 4-5 ay boyunca soğuk hava depolarında saklanabilir (Anonim, 2025h).



Şekil 15. Naşi armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/nasi-japon-armudu>)

Kosui

Ağaçları dik ve kuvvetli bir gelişim gösterir ve yaklaşık 600 saatlik soğuklanma ihtiyacı vardır. Taç çiçeklenmeden hasada kadar 125-135 günlük bir dönem gerektirir. Meyveleri orta irilikte ve oval şekilli olup, kabuk zemini kahverengi, üzerinde noktasal sarı lentiseller bulunur (Şekil 16). Meyve eti sert, sulu, tatlı ve gevrek yapıdadır. Düzenli meyve seyretmesi mutlaka yapılmalıdır. Kendine kısmen verimlidir. Hasat olgunluğu ağustos ayının ikinci ve üçüncü haftalarında gerçekleşir (Anonim, 2025l).



Şekil 16. Kosui armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/kosui-japon-armudu>)

Forelle

Almanya orijinli olup et yapısı beyaz, sulu, tatlı ve aromatiktir. Ağaçları orta kuvvette büyür ve düzenli ürün verir. Meyveleri yeşil-sarı zemin üzerinde kırmızı allık ve karakteristik beneklere sahiptir (Şekil 17); bu benekli görünümü nedeniyle Almanca “alabalık” anlamına gelen *Forelle* adını almıştır. Hasat olgunluğu ağustosun dördüncü haftası ile eylülün birinci haftası arasında gerçekleşir (Anonim, 2025m).



Şekil 17. Forelle armut çeşidine ilişkin bir görüntü.

(Kaynak: <https://demirelkardesler.com/fidanlar/armut/forelle>)

Akça

Akça, Türkiye’nin iç ve batı bölgelerinde yaygın üretimi yapılan, orta kuvvette gelişen ve erken yaşta verime yatan yazlık bir çeşittir. Meyveleri küçük-orta irilikte, sarımsı kabuklu, gevrek ve tatlı olup yaz mevsiminde taze tüketim açısından önemli bir pazara sahiptir (Şekil 18). Hasat zamanı Haziran sonu-Temmuz’dur (Anonim, 2025b).



Şekil 18. Akça armut çeşidine ilişkin bir görüntü.(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/akca-armut>)

Ankara Armudu

Ankara armudu, İç Anadolu'nun geleneksel ve kültürel öneme sahip yerel çeşitlerinden biri olup kuvvetli gelişmesi ve soğuklara dayanıklılığı ile bilinir. Orta iri, yeşil-sarı kabuklu ve aromatik meyvelere sahip olup hem sofralık tüketimde hem de işleme sanayisinde değerlendirilmektedir (Şekil 19). Eylül ayında hasadı yapılır ve bölgesel pazarlarda yüksek talep gören bir armut çeşididir (Anonim, 2025b).



Şekil 19. Ankara armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://demirelkardesler.com/fidanlar/armut/ankara>)

Deveci

Deveci, Türkiye’de en yaygın yetiştirilen sofralık çeşitlerden biri olup kuvvetli ve dik gelişmesi, geç çiçeklenmesi sayesinde ilkbahar geç donlarına karşı dayanıklılığı ile bilinir. Meyveleri çok iri, sulu, tatlı ve gevrek etlidir; pazar değeri yüksek olup uzun süre depolanabilir (Şekil 20). Ekim döneminde hasat edilir ve ticari yetiştiricilikte stratejik öneme sahiptir (Anonim, 2025b).



Şekil 20. Deveci armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/deveci-armut>)

Mustafabey

Mustafabey armudu, Marmara ve Ege bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen, güçlü büyüyen ve yüksek verimli bir armut çeşididir. Meyveleri büyük, sarı kabuklu, tatlı ve sulu olup sofralık tüketim için oldukça değerlidir (Şekil 21); olgunlaşma dönemi Eylül olup depolamaya uygundur (Anonim, 2025).



Şekil 21. Mustafabey armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://www.alibotanik.com/urun/mustafa-bey>)

Hacı Hamza

Hacı Hamza armutu, iri veya çok iri, tipik armut formunda meyvelere sahip bir çeşittir; kabuğu genellikle sarı-yeşil renkte olup olgunlaştığında hafif beneklenme gösterebilir. Meyve eti sulu, orta yumuşaklıkta veya biraz sıkı, genellikle kumsuz ya da çok az kumludur ve hafif tatlımsı, karakteristik armut aroması taşır (Şekil 22). Orta-ileri dönemde olgunlaşan bu armut çeşidi taze tüketim için uygundur ve bazı yörelerde pişirme veya hoşaf yapımında da kullanılır (Anonim, 2025e).



Şekil 22. Hacı Hamza armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://kemalcucetarim.com/haci-hamza-armudu>)

Bahribey

Bahribey armudu, orta kuvvette gelişen, yayvan taçlı bir ağaç yapısına sahiptir. Meyveleri iri, silindirik-uzun şekilli, sarı-yeşil renkli olup, olgunlaştığında sarımsı ton alır ve az paslıdır. Meyve eti beyaz, gevrek, sulu ve tatlıdır; aroması belirgindir. Orta mevsimde olgunlaşır ve Naşi gibi Asya armutlarına göre biraz daha geç hasat edilir. Soğuk depolamaya uygun olup, taze tüketim için tercih edilir (Şekil 23). Veriminin yüksek olması için seyreltme uygulaması yapılması önerilir (Anonim, 2025f).



Şekil 23. Bahribey armut çeşidine ilişkin bir görüntü.
(Kaynak: <https://demirelkardesler.com/fidanlar/armut/bahribey>)

KAYNAKÇA

- Ağaoğlu, Y., Çelik, H., Çelik, M., Fidan, Y., & Gülşen, Y. (1997). *General horticulture* (No. 4, p. 394). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Akçay, M. E., & Yücer, M. M. (2008). *Armut*. Hasat Yayıncılık.
- Anonim. (2025a). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 15, 2025, from <https://veritablevegetable.com/pear-variety-guide/>
- Anonim. (2025b). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 19, 2025, from <https://bademlikoop.org.tr/armut-fidani-cesitleri/index.htm>
- Anonim. (2025c). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 21, 2025, from <https://www.fidandeposu.com/williams-armut-fidani?srsltid>
- Anonim. (2025ç). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 23, 2025, from https://www.piskinfidancilik.com.tr/armut_urun.html
- Anonim. (2025d). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 24, 2025, from <https://kemalcucetarim.com/june-beauty-haziran-guzeli-armut/>
- Anonim. (2025e). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 25, 2025, from <https://kemalcucetarim.com/haci-hamza-armudu/>
- Anonim. (2025f). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 29, 2025, from <https://demirelkardesler.com/fidanlar/armut/bahribey>
- Anonim. (2025g). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 21, 2025, from <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/turandot>
- Anonim. (2025h). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved October 23, 2025, from <https://kemalcucetarim.com/hosui-nasi-japon-armudu/>
- Anonim. (2025i). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved November 19, 2025, from <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/carmen>
- Anonim. (2025j). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved November 15, 2025, from

https://www.alibotanik.com/kategori/armut-fidani?srsId=AfmBOooWJbjag08sxK2nPP-IWKSQXI1_6CppShYda2_nnPh_ISdmmQf

Anonim. (2025j). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved November 21, 2025, from <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/rocha>

Anonim. (2025k). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved November 23, 2025, from <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/tosca>

Anonim. (2025l). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved November 24, 2025, from <https://kemalcucetarim.com/kosui-japon-armudu>

Anonim. (2025m). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved November 24, 2025, from <https://demirelkardesler.com/fidanlar/armut/forelle>

Anonim. (2025n). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı armut çeşitlerinin özellikleri. Retrieved November 24, 2025, from <https://www.irgeler.com.tr/tr/urunler/armut/kiefer>

Ekici, İ., & Yıldırım, A. N. (2017). Asya armut (*Pyrus pyrifolia*) çeşitlerinin Uşak koşullarında morfolojik, fenolojik, pomolojik ve bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 118-124.

Gökmen, H. (1973). *Kapalı tohumlular, Angiospermae* (Cilt I). Orman Genel Müdürlüğü Yayınları (No. 564/53).

Gündüz, M. (1997). Yumuşak çekirdekli meyveler dünya ticareti ve Türkiye açısından değerlendirme. In *Yumuşak Çekirdekli Meyveler Sempozyumu* (pp. 2-5).

Özbek, S. (1947). *Türkiye’de armut yetiştiriciliği ve önemli armut çeşitlerimiz* (p. 95). Ankara Yüksek Ziraat Enstitüsü Basımevi.

Özbek, S. (1971). *Bağ-bahçe bitkilerinin ıslahı* (Ziraat Fakültesi Yayınları No. 419). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi.

Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik* (Ç.Ü.Z.F. Yayınları No. 128). Çukurova Üniversitesi.

Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., & İsfendiyoğlu, M. (2004). *Ilıman iklim meyve türleri - Yumuşak çekirdekli meyveler (Cilt II)*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları (No. 556).

BÖLÜM VI
ARMUT BAHÇE TESİSİ VE BUDAMASI
Dr. M. Emin AKÇAY¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105800>

¹ Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü Meyve Yetiştiriciliğı ve Islahı Bölümü - Yalova, Türkiye. mehmetemin.akcay@tarimorman.gov.tr, Orcid ID: 0000-0002-6992-782X

1. BAHÇE TESİSİ

Ticari armut bahçeleri klon anaçlar üzerine aşıli genelde 1 yaşlı veya dalıli olarak en fazla 2 yaşlı fidanlarla kurulmaktadır. Aslında bahçe kurulurken bir yaşlı iyi dallanmış fidanlardan yararlanmak en iyisidir. Çünkü fidanlık döneminde iyi dallanmış olan bu fidanlar erken meyveye yatarlar.

Armut bahçelerinde ağaçlar arasında bırakılacak aralık ve mesafeler kullanılan anaca, ekolojik şartlara ve uygulanacak olan yetiştirme sistemine göre değişir. Yoğun dikim sistemlerinin uygulandığı bölgelerde ayva anaç olarak kullanıldığı zaman 1-2 x 4 m, yarı bodur anaçlar için 3-4 x 6 m ve armut çöğürü üzerindeki çeşitler içinde 5-6 x 7 m aralık ve mesafeler yeterli olabilmektedir (Akçay ve Yüceer 2008). Eğer susuz tarım ve ahlat anacı üzerinde armut yetiştiriciliği yapılacaksa ise bu mesafeler daha geniş tutulur.

1.1. Yer ve Çeşit Seçimi

Bahçe yeri seçerken dikkat edilecek ana hususlar şunlardır;

- Armut bahçesi kurulacak yerin toprağının durumu
- Armut bahçesi kurulacak yerin iklimi ve konumu
- Sulama koşulları ve taban suyunun yüksekliği
- Pazar durumu ve yola yakınlık

Bahçe kurulurken; yaşlı meyve ağaçlarının sökülmesi ile açılan yere armut bahçesi kurulacak ise önce mutlaka 1-2 yıl tarla bitkileri ile münavebe edilmelidir. Hatta daha önce armut bahçesi ise bu süre 3-4 yıldır. Aksi takdirde böyle yerlere kurulan armut bahçelerinde sağlıklı bir gelişme elde edilemez ve fidanların gelişmesi istenen düzeye ulaşamayabilir.

Armut bir ılıman iklim meyvesi olmasına karşın kış soğuklarına elmaya oranla daha az dayanıklıdır. Bu nedenle ticari kapama armut bahçeleri bol güneşli ve yazları sıcak geçen yerlerden hoşlanırlar. Fakat armut yetiştiriciliğini sınırlayan en önemli faktörlerden birisi de kış soğuklama ihtiyacıdır. Bahçe kurulurken bu ihtiyaca dikkat edilmezse çiçeklenme geç ve düzensiz olur. Soğuklama ihtiyacı şiddetli olursa yaprak gözleri sürmez, ağaç çıplak kalır. Armut çeşitlerinin genelde çiçeklenmesi elmadan on güne kadar erken olduğundan ilkbahar donlarından bazı çeşitler zarar görebilir. Genellikle kaliteli meyveler bol güneşlenen ve aşırı yağışlı olmayan bölgelerden elde edilir. Armut yetiştiriciliğinin yapıldığı bölgelerde özellikle ilkbahar geç donlarının meydana gelmemesi ve hasat dönemine yakın aylarda da şiddetli

rüzgârların oluşmaması arzu edilir. Ayrıca vegetasyon döneminde uzun süreli yağışlar, yüksek nem ile aşırı sıcak hava olan bölgelerde armut bahçesi kurulmamalıdır. Kurulacak armut bahçelerinden düzgün ve homojen şekilde kaliteli meyveler elde edilmek isteniyorsa mutlaka tozlanma ve döllemeyi sağlamak için, bahçe içerisinde uygun tozlayıcı çeşitlere yer verilmelidir. Sağlıklı bir tozlanma ve dölleme için mutlaka aynı dönemde çiçek açan çeşit karışımlarına yer verilerek bahçe kurulmalıdır. Dölleyici çeşidin esas çeşide olan uzaklığının en fazla 15 m olması önerilmektedir.

Son yıllarda ilk yatırım gideri yüksek olmasına rağmen, elmada birçok bölgede ön plana geçen “Bodur Meyve Yetiştiriciliği” armut bahçelerinin kurulmasında da hız kazanmıştır. Standart ağaçlardan bodur ağaçlara doğru yönelişin başta gelen nedeni ekonomik durumdur. Rekabet koşullarının çok ağırlaştığı ulusal ve uluslararası ortamda, meyve üretiminin de ekonomik olarak yapılması çok önemli bir duruma gelmiştir. Bodur ağaçlarla kurulan bir armut bahçesinde ağaçlar erken yaşta meyveye yattığından, bahçe için yapılan yatırımlar daha önceden geriye dönmeye başlar. Bodur meyve yetiştiriciliğinin de ağaçları bodurlaştırmada en etkili araç bodurlaştırıcı anaç kullanmaktır. Armudun kendi türü içerisinde bodur anaç geliştirilmişse de (OH X F 51, OH X F 69....gibi), genel olarak ayva klon anaçları (BA-29, Quince-A, C) bodurlaştırıcı anaç olarak daha yaygın kullanılmaktadır (Akçay ve Yüceer 2008).

Çok farklı ekolojik koşullara sahip ülkemizde her bölgeye uygun yerli ve yabancı çok sayıda armut çeşidi yetiştirilmektedir. Yetiştirilen bu çeşitlerin büyük bir bölümü yazlık ve güzlük çeşitlerdir. Marmara, Ege ve Akdeniz bölgeleri dışında genelde ahlat veya yabani armut üzerine aşılınmış dağınık bahçeler şeklindedir. Türkiye’de yerli ve yabancı armut çeşitlerinde standardı sağlamak için adaptasyon denemeleri uzun yıllardan beri süregelmektedir. Yapılan bu denemelerin sonucunda birçok çeşit (Williams, Coscia, Etrusca, Abbe Fetel, B. Bosc, Starkrimson, Kieffer, vd.) üretime sunulmuştur (Akçay, Büyükyılmaz ve Burak, 2007). Bunun sonucunda da son yıllara kadar dağınık ağaçlar şeklinde olan armut ile artık birçok bölgede kapama bahçeler kurulmuştur. Kapama armut bahçeleri için seçilecek çeşitlerin, bahçe kurulacak yörenin ekolojik yapısına ve hasat zamanlarının pazar koşullarına uygun olmasına dikkat edilmelidir.



Resim 1. Avrupa grubu bazı armut çeşitleri

1.2. Dikim Şekli ve Zamanı

• **Kare:** Meyvenin sıra arası ile sıra üzeri aynı uzaklıktadır. Fidanlar bir karenin köşelerine gelecek şekilde dikilir. Sıra arası ve sıra üzeri aralıklar aynı olduğu için iki tarafı sürülebilir.

• **Dikdörtgen:** Bunda sıra arası geniş sıra üzeri dardır.

• **Satranç veya diyagonal:** Kare dikimin ortasına bir fidan ilave edilir. Bu ortadaki ağaç doldurucu durumunda olup, ileride çıkartılabilir.

• **Üçgen veya altıgen:** Fidan kenarları eşit bir üçgenin köşelerine dikilir.

• **Kontur:** Erozyonun olabileceği meyilli arazilerde, toprağın sularla akıp gitmesini önlemek için bu sistem kullanılabilir. Bu uygulamada meyil üzerinde aynı sıradaki fidanlar aynı yüksekliğe dikilirler. Suyun akıp gitmesini kontrol etmek için sıra aralarında teraslama da gerekli olabilir. Teraslama yıllık yağışı 800 mm'yi aşan yerlerde gerekli olur.

Armut bahçelerinde ağaçlara verilecek dikim aralıklarının belirlenmesinde genelde, kullanılacak anacın kuvveti, toprağın yapısı, çeşidin kuvveti ve verimliliği, iklim, budama ve terbiye şekli ile ağacın alacağı son büyüklük durumu rol oynar. Dikim aralıklarındaki değişiklik, pratik olması nedeni ile daha çok sıra üzeri mesafelerde yapılır. Sıra arası mesafeler elde bulunan toprak işleme alet ve makinalarının çalışma kapasitelerine göre sabit tutulur.

Bahçeye dikilecek aynı ekonomik değerdeki çeşitler, kenar sıralar 2, orta sıralar ise 2-3-4 sıralı bloklar halinde dönüşümlü olarak dikilebilir. Bahçeye 2 çeşit dikilecekse 9 ağacın ortasına bir dölleyici çeşit gelecek şekilde uygulama yapılmalıdır. Çeşit sayısı ikiden fazla ise, birbirini dölleyecek çeşitler yan yana

gelecek şekilde, dörtlü bloklar halinde veya daha değişik kombinasyonlarda da dikilebilirler. Tozlayıcı çeşit daha çok düzgün ve çeşide özgü meyve şekli arzu edildiğinde önem arz eder.

Son yıllarda ülkemizde ve bazı ülkelerde bodur armut yetiştiriciliğinde belirtilen bu aralıklardan sıra arası aralıkların 4 m, sıra üzeri ise 80 cm - 1 m olan armut bahçeleri kurulmaya başlanmıştır.

Sık dikim yapılan bahçelerde bodur (ayva anacı üzerine aşılı) çeşitlerin yetiştirilmesinde biri esas, diğeri dölleyici olarak 2 çeşit dikilecekse, bahçe 4 sıra esas çeşit, 1 sıra dölleyici çeşit olarak kurulur. Bahçe kenarına 2 sıradan fazla aynı çeşit dikilmemelidir.

Dikimden önce bahçe kurulacak yerin toprağı tesviye edilmeli ve daha sonra toprak derin sürüm yapılarak bahçe yeri krizma edilmeli, varsa taş, kök vb. yabancı maddeler toplanmalıdır.

Fidan çukurlarının açılması ve dikim: Fidan çukurları işlenmemiş topraklarda, fidan dikiminden iki ay önce işlenmiş ve krizma edilmiş topraklarda ise, dikimden bir hafta önce veya dikim sırasında yapılır. Tabii önce fidan çukurlarının yerleri tespit edilerek işaretlenir. Fidan çukuru açılırken üstten çıkan işlenmiş toprak çukurun bir yanına, altta çıkan toprak ise karşı yanına konur. Çukurların genişliği toprağın işlenme durumuna ve dikilecek fidanın gelişmiş kök yapısına bağlıdır. İşlenmiş, krizma edilmiş topraklarda, çukurların fidanların köklerini rahatça olacak kadar genişlik ve derinlikte olmaları yeterlidir. Dikimden önce fidanlara dikim budaması uygulanmasında, fidanın söküm ve nakliye sırasında ezilen, zedelenen ve kopan kökleri sağlam yerlerine kadar kesilir, birbirinin içine girmiş kökler ayklanır. Ayrıca gövde kısmında da, hem dengenin sağlanması, hem de dal uçlarında bulunan ve erken uyanan gözlerin kesimi yapılır. Bu uygulama fidanın tutmasını kolaylaştırır. Fidan dikiminde (Özellikle klasik sistem) dikim tahtasından faydalanılması uygulamada yarar sağlar. Açılmış olan çukur içine dikimden önce, çukur kazılırken üst kısımdan çıkan toprakla çukurun dibi biraz örtülür, fidan kökleri bunun üzerine oturtulur. Fidanın aşısı noktası toprak üzerinde kalacak şekilde, fidanın kökleri ve etrafı üst toprakla iyice doldurulur ve bastırılır. Üst toprağın üzerine de alttan çıkan toprak doldurulur ve bastırılır. Sık dikim sistemlerinde ise toprak işleme daha özenle yapıldığı için bu sıralama genelde uygulanmaz (Resim 2).

Fidanın köklerinin etrafı üst toprakla doldurulurken bu toprağa 1-2 kürek yanmış ve eski çiftlik gübresi karıştırmak çok yararlıdır. Ayrıca çukurun dibine, toprak tahlil neticesine göre belirlenecek miktarda fosforlu veya akıllı gübre, leonardit vermek gerekebilir.

Dikim tamamlandıktan sonra can suyu verilir. Fidanların rüzgâr hareketlerinden zarar görmesini ve dik gelişmelerini sağlamak için dikilen her fidanın uygun ölçüde hazırlanan bir kazığa, sık dikimlerde tele bağlanması mutlaka önerilir (Resim 2).



Resim 2. Sık dikim yapılmış ve dallı fidan dikilmiş (1 yaş)

Fidanı derin dikmekten kesinlikle kaçınılmalı ve yukarıda da belirtildiği gibi fidanın aşısı yeri mutlaka toprak üzerinde kalmalıdır.

Fidanların ılıman iklimlerde Kasım-Ocak ayları arasında dikilmeleri önerilir. Daha soğuk olan bölgelerde ise fidan dikimi Şubat-Mart aylarında fidanın gözlerine su yürümeden yapılmalıdır.

1.3. Çiçekleri ve Döllenme Biyolojisi

Bir çiçek tomurcuğundan (gözünden) genellikle 5-7 adet çiçek ve çok sayıda yaprak meydana gelir. Armudun çiçek kuruluşunda, farklı uzunluktaki çiçek sapları çiçek ana eksenine ile farklı yerlerde birleşir. Böylece meydana gelen bu çiçekler bir çiçek topluluğunu oluşturur. Topluluktaki çiçeklerin açılış sırası çeşitlere göre değişiklik gösterir:

- Bazı çeşitlerde sıralı çiçek topluluğundaki açılışta ilk olarak tepedeki çiçek açar. Bundan sonra en alttaki çiçekten başlayarak çiçeklenme aşağıdan yukarıya doğru devam eder.

- Diğer bazı çeşitlerde; topluluktaki çiçeklenme aşağıdan yukarıya doğru sıra ile olur, en son tepedeki çiçek açılır.

- Bazı çeşitlerde ise; önce en alttaki çiçek, sonra tepedeki çiçek açılır. Daha sonra da bu ikisi arasındaki çiçekler açılır.

Armudun çiçeğinde 5 adet çanak yaprak, 5 adet taç yaprak, 15-20 adet erkek organ ve 5 adet de dişi organ bulunur. Bu dişi organların tepecik ve boyuncukları ayrı fakat yumurtalıkları birleşmiş durumda olup dıştan tek yumurtalık olarak görünmektedir. Olgunlaşan Avrupa grubu armut meyvelerinde çanak yapraklar meyvenin üzerinde bulunur. Fakat aynı durumda olan Asya grubu armut meyvelerinde ise çanak yapraklar meyvenin üzerinde bulunmazlar.

Döllenme biyolojisine gelince; Armut çeşitleri genel olarak kendine kısırdırlar. Bu kısırlılığın derecesi çeşitlere göre değişir. Bazı çeşitlerde kısmi, bazılarında ise mutlak uyuşmazlık vardır. Fakat ticari çeşitlerin büyük çoğunluğunda Williams x Seckel vb. birkaç kombinasyon dışında karşılıklı uyuşmazlık söz konusu değildir. Kısmi uyuşmazlık gösteren bazı çeşitlerde kendi çiçek tozu ile elde edilen meyve tutumu olmakla beraber, güvenli ve bol bir ürün için bunlarda da dölleyici çeşitlerin kullanılması gerekir. Armutlarda çiçeklenme süresi hava koşullarına göre 7-17 gün sürer. Çiçeklenme süresince zayıf güneşlenme, soğuk ve kapalı havalarda çeşitleri partenokarpiye (döllenme olmadan tohumuz meyve oluşumu) teşvik eder. Williams, Passe Crassane, Winter Nelis, Santa Maria, Kieffer ve Deveci gibi bazı çeşitlerin partenokarpiye eğilimleri daha fazladır. Özellikle bu şekilde meyve tutmaya meğilli olan çeşitlere çiçeklenme döneminde yapılan (Gibberellik Asit) GA3 uygulaması ile çeşitlerin partenokarpik olarak meyve tutmaları sağlanmış olur. Yapılan bu kimyasal madde uygulamasının her çeşit ve her iklim koşulunda başarılı olma garantisi yoktur. B. Bosc, B. Hardy, D. du Comice, Seckel ve Conference gibi bazı çeşitler uygun koşullar altında kendi çiçektozları ile tozlandıklarında yeterli miktarlarda ürün verirler.

Tozlayıcı olarak döllenme yeteneği yüksek, bol miktarda çiçektozu veren çeşitler kullanılır. Bal arısı, yabancı arılar ve az miktarda da diğer böcekler armutlarda tozlanma işini gerçekleştirirler.

2. BUDAMA

Budama: ağaçların fizyolojik dengelerini kurmak, ekonomik ömürlerini uzatmak ve onlara iyi bir şekil vermek, gelişme, çiçeklenme ve verime etki etmek, kaliteyi iyileştirmek ve çeşitli nedenlerle zarar gören yerlerini onarmak

amacı ile ağaçlara uygulanan eğme, bükme ve kesme işlemlerinden oluşan bir sanat dalıdır.

Budanmayan ağaçlarda vejetatif gelişme hızlı (kuvvetli), generatif gelişme ise zayıf olur. Budanan ağaçlarda ise generatif gelişme ve vejetatif gelişme dengede tutulmaya çalışılarak yaz ve kış olmak üzere iki farklı dönemde uygulanır.

Genel olarak ağaçların kış dinlenme devresi, yani ağaçlarda yaprak dökülmesi ile ilkbaharda tomurcukların patlaması arasında geçen zaman, budama için en uygun zamandır. Bu devrede araya aşırı düşük sıcakklar, donlu günler girerse budama işi don tehlikesi ortadan kalkıncaya kadar ertelenmelidir. Bu budama kış budaması olarak adlandırılır. Bu budamanın, ağaçlara su yürümeden, ağaçta besin maddelerinin kullanımı başlamadan önce yapılması özellikle genç ağaçlar için çok önemlidir.

Yaz budaması ağaçların yapraklı olduğu büyüme periyodunda yapılan budamadır. Yaz budaması kış budamasına yardımcı olan, tamamlayan ve düzelten budama olarak görülür. Zira ağaçlarda budama yapılırken, kış budamasında kesilen dal diplerinden veya geri kalan dal kısımlarından süren fazla sürgünler kesilir veya kısaltılır. Yaz budamasında budamanın meyve/yaprak oranı dikkate alınarak yapılması gerekir. Yazın meyve ağaçlarında aşırı uç alma, çok sayıda dal eğme, bükme ve bağlamalar yapmaktan sakınılmalıdır. Yapılacak olan bu işlemler asla ağaçların fizyolojik dengesini bozmamalı ve aşırıya kaçmadan yapılmalıdır. Meyve/yaprak oranı iri meyveli armutta 40 yaprak/meyve oranında olması istenir. Yaz budaması genellikle genç ağaçlara istenen şeklin daha kısa sürede oluşması için uygulanır, verim çağındaki ağaçlarda uygulanma sıklığı ise daha azdır.

2.1. Şekil Budaması

- Budamada:
- Ağacın yaşı,
- Büyüme kuvveti,
- Meyveye yatma gibi noktalar göz önünde tutulur.

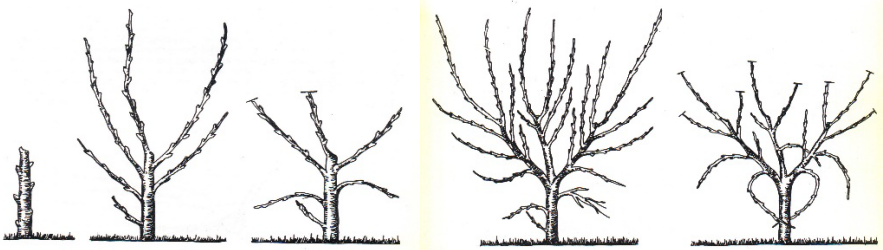
Armut ağaçlarında budama uygulamasına armut fidanının alınması ile başlanır. Ağaçlara verilmesi gereken budama sistemleri, öncelikle çeşidin büyüme şekline ve gücüne, anaca, bahçe yerinin konumuna ve toprak tipine göre belirlenmelidir. İlk şekil budamasının kısa sürede yapılabilmesi için fidan

boyu çok küçük olmayan 120-160 cm yükseklikte ve dallı fidanlarla bahçenin kurulmasını tavsiye edilir, bu tip fidanlar daha çabuk meyveye yatar.

Geniş aralıklarla kurulmuş armut bahçelerinde genç ağaçlara goble veya değişik doruk dallı sistemlerden biri uygulanabilir. Sık dikim olarak kurulmuş armut bahçelerinde ise genellikle palmet taçlandırma sistemi ile kordon (duvar) sistemi vd. tercih edilir.

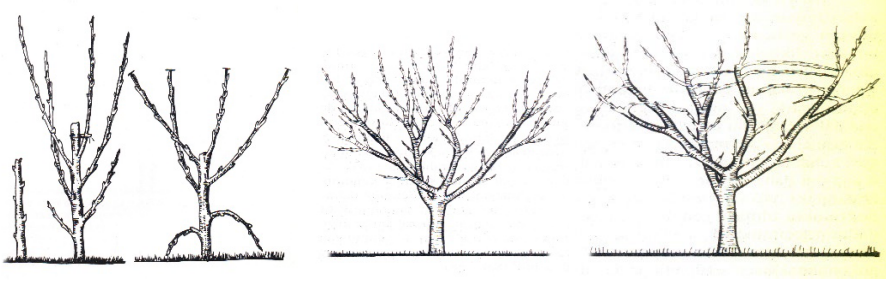
Armut bahçesine dikilen fidanlar, fidanlıktan dallandırılmış olarak gelirse, iyi bir dallandırılma verime yatmayı çabuklaştıracığından dolayı böyle fidanlar tercih edilebilirler.

Goble (Vazo, Çanak) Budama Sistemi'nde fidanların özellikle çeşitlere göre 75-100 cm'den tepeleri vurulur. Eğer fidanlar uygun şekilde dallandırılmış ise ana dal oluşumunda bunlardan yararlanılır. Dikim sırasında seçilmiş olan geniş açılı, sağlam ve çeşitli yönlerdeki bu ana dallar, yarı yarıya ve dışarı bakan göz üzerinden kısaltılır. İki yaşlı fidanlar kullanıldığında dar açılı dallar tamamen dipten çıkarılır, kalanlar uygun bir şekilde dağıtılır, bunlarda ve doruk dalda kesim yapılır ve üç ana kol bırakılarak goble şekli oluşturulmaya başlanır (Şekil 1).



Şekil 1. Goble şeklin veriliş aşamaları

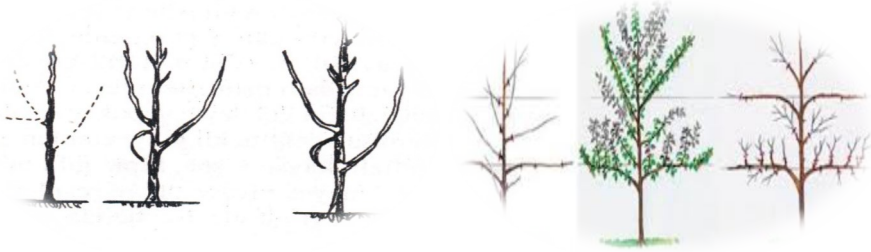
Doruk Dallı Budama Sistemi'nin goble'den farkı doruk dalın belirli bir süre geliştirilip daha sonra bazı bölge veya çeşitlerde kesilerek iptal edilmesidir. Bu nedenle bu sisteme geciktirilmiş goble de denebilir. Bu sistemde ana dal sayısı, gobleden fazla olarak, 4-6 arasında değişir. Klasik dikim sistemlerinde Değişik Doruk Dallı Budama (Modifiye-Lider) Sistemi ise armutlar için en çok tercih edilen terbiye sistemidir (Şekil 2).



Şekil 2. Değişik doruk dallı şeklin veriliş aşamaları

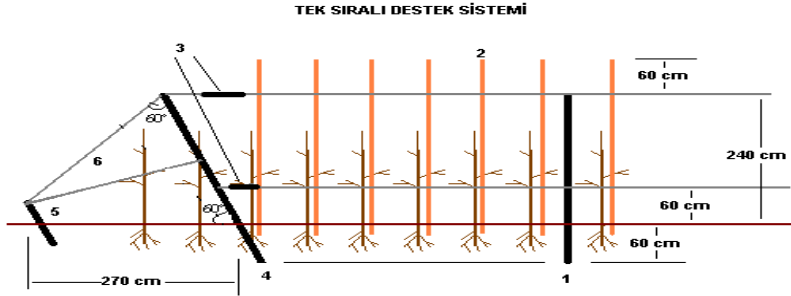
Değişik doruk dallı şeklin doruk dallıdan en bariz farkı; doruk dalın her yıl zig zag yaparak bir zayıf dal üzerinden yön değiştirilerek liderin kontrol altında tutulmasıdır.

Palmet Taçlandırma Sistemi'nde dalların sıra üzerine doğru gelişmesi sağlanır, ağaçların fazla yükselmesi önlenir. Diğer terbiye şekillerinden farklı olarak, bu şekil kuzey ve güney yönünde gelişen iki dalın oluşturduğu katlardan meydana gelir. Bu terbiye şekli yatay dallı (90o), meyilli dallı (45-60o) veya karşılıklı dalların farklı yüksekliklerden çıktığı düzensiz palmet şekli olarak üçe ayrılır. Bu sistemdeki kat sayısı anacın gelişme kuvvetine, çeşitin büyüme karakterine ve renklenme durumuna göre belirlenir. Ayrıca bodur ve yarı-bodur anaç kullanılan destekli sistemlerde bu sistemin uygulanması daha kolay ve sağlıklı olur (Şekil 3).



Şekil 3. Palmet şeklin veriliş aşamaları

Telli terbiye sistemlerinde özellikle bodur anaç kullanımında en çok tercih edilen terbiye şekli ise Kordon (Duvar) sistemidir (Şekil 4). Bodur ve Yarı-bodur sistemlerde çeşitler için budama da taç yüksekliğinin 3.00 m'yi geçmeyecek yüksekliklerde terbiye edilmesinde kültürel işlemlerin kolaylığı açısından yarar vardır.



Şekil 4. Bodur anaç kullanımında oluşturulacak kordon sistemi

Armut çeşitleri ürün verme durumlarına göre iki gruba ayrılırlar;

- Kısa meyve dalcığı meydana getiren çeşitler

(Beurre Hardy, Beurre Bosc, Beurre Clairgeau, Lawson ve Flemish, Beauty, Etrusca, Akçay 77 v.b...)

- Kuvvetli meyve dalcığı ve sürgün meydana getiren çeşitler

(Williams, Eastar Beurre, Winter Nelis ve Patrick Barry, Akça, Limon, Göksulu, Deveci, v.b...)

İlk gruba giren çeşitlere, bol miktarda çiçek gözü oluşması için orta derecede bir budama yapılmalıdır. İkinci gruba giren çeşitlere ise, çok hafif bir budama yapmak gerekir. Ayrıca sistemin sağlıklı yürüyebilmesi için kısa meyve dalcığı meydana getiren çeşitler yarı-bodur anaçlara, kuvvetli meyve dalcığı ve sürgün meydana getiren çeşitler ise bodur anaçlara aşılanmalıdır.

2.2. Verim Budaması

İstenilen şeklin oluşması ve ağaçların meyve vermeye başladıktan sonra yapılan budamaya verim budaması denir. Verim budaması yapacak olan kişi öncelikle budama yapacağı türün çiçek ve odun gözlerini çok iyi tanıması ve budamayı ona göre yapması gerekir (Resim 3).

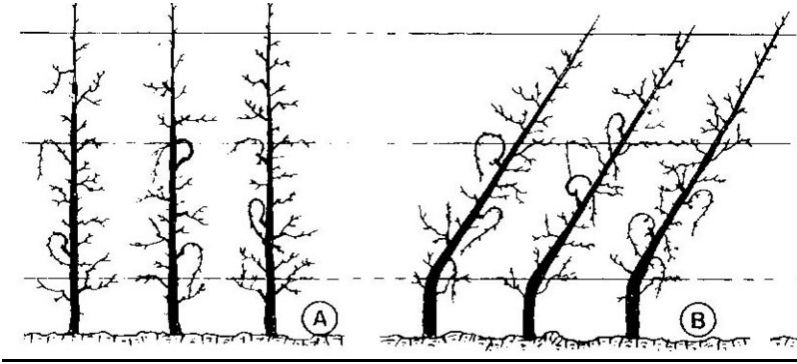
Budama verim dallarına uygulanırsa ürün alınamaz. Zorunlu olmadıkça verim dalları kesilmemeli veya kısaltılmalıdır. Ancak ağacın şeklini korumak için verimli dallar yardımcı dallar ile birlikte kesilebilir. Budama genellikle vejetatif dallara uygulanmalıdır. Sadece yaşlanmış veya zayıf gelişme nedeni ile fazla meyve dalı oluşumu olan ağaçlarda fizyolojik dengeyi kurmak için bazen meyve dalları (Kargı, topuz, dalcık) kesilebilir.



Resim 3. Armut ağacında meyve dallarının görünüşü

Telli dikim sistemlerinde zayıf anaçlı fidanlar için ayrı Şekil 5. (a) , kuvvetli veya yarı kuvvetli gelişme gösteren anaçlı fidanlar için ise ayrı bir sistem seçilmelidir Şekil 5. (b).

Kullanılan anaç, çeşit veya farklı üretici isteklerine göre Dünya üzerinde yoğun sistemlerde çok fazla sayıda modifikasyonlar (Süper Spindle, Spindle Bush, Double Leader, Vertikal Aks, V Şekli, Y Şekli, UFO, Open tatura trellis, vd.) uygulanmaktadır.



Şekil 5. Farklı gelişme kuvvetinde olan anaçlara uygulanan sistemler

Verimli dallar çok kesilir ise :

- Ağaç vejetatif gelişmeye yöneleceğinden çok sayıda sürgün oluşur ve şekil karışır.
- Verim düşer ve meyve kalitesi bozulur.
- Ağaç geç meyveye yatar.

- 1- Budamaya başlamadan önce ağacın gelişme durumu bir bütün olarak incelenmelidir. Budamaya her dalın ağacın tüm gelişmesindeki payı dikkate alınarak dalın ucundan başlamalıdır. Daha sonra simetriye bakılarak devam edilmeli ve her ağaç ayrı bir fert olarak değerlendirilmelidir.
- 2- Ağaçlarda en kuvvetli vejetatif gelişme yan dalların ucunda veya uca yakın kısımda görülür. Ayrıca ana dallar üzerinde çok ince uzun bir yıllık dallar görülür. Bunlar kesilmelidir. Ana kollar üzerindeki yıllık dallar tırnak bırakmaksızın kesilmelidir. Eğer budama işlemi dalların dibinden başlarsak verimsiz dallar ana kol çıplak kalacak şekilde çıkarılmamalıdır. Ayıklama budamasında güneş yanıklığı olabilir. Çünkü verimsiz dallarda yaprak tormucuğu bulunur. Kesimler çok fazla olursa çıplak kesme olur, yaşlı gövdede çok sayıda obur dalların çıkmasına neden olur. Kesim ne kadar çok ve şiddetli ise oluşacak sürgünlerde çok olur.



Resim 4. Bodur anaç kullanılarak oluşturulan kordon sistemi

Obur dalların zararları:

- Ağaçta oluşan fotosentez ürünlerinin boşuna harcanmasını sağlar. Meyveler irileşmez, çok kuvvetli sürgünler meydana gelir.
- 3- Görüntüsü ağacın şeklini bozar, ağacın iç kısmına ışığın girmesini engellerler, havalanmayı önler.
 - 4- Budama, yardımcı dal oluşumunu sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Ana dallar üzerindeki yan dallar eşit ağırlıkta dağılmalıdır. Yan dallar üzerindeki aralıklarda eşit aralıkta dağılmalıdır.
 - Meyve gözü taşıyan kuvvetli dallar budanmaz.
 - Zayıf dallarda yan dal sayısı azaltılır.



Resim 5. Armutta farklı terbiye sistemine ait 2 örnek bahçe

- 5- Kuvvetli gelişen dalların gövde ile yapmış olduğu açılı genişletilir. Zayıf gelişen dalların ise daraltılır. Açının daraltılması besin maddesi akışında etkili olur.
- 6- Dar açılı dalların gövdeye kaynaşması zayıftır. Fakat gelişmesi hızlıdır. Generatif gelişmesi zayıftır. Açısı dar olan dalların vejetatif gelişmesi kuvvetlidir.
- 7- Ağaçlarda budama yaparken taçtaki simetri bozulmamalıdır. Ana kollar ile gövde arasındaki açılı dik gelişme gösteren çeşitlerde (90o), zayıf büyüyenlerde 45o, yayvan büyüyenlerde ise 60o olmalıdır.



Resim 6. Yanlış budama (a) ve açılı genişletme (b)

- 8- Dallarda kısa kesim vejetatif gelişmeye neden olur, uzun kesim ise generatif gelişmeyi teşvik eder.
- 9- Aynı noktadan iki tane dal çıkmasına izin verilmemelidir. Açısı geniş olan bırakılır, açısı dar olan dal atılır.

Budama artıkları gelecek sene için tehlikeli olan hastalık ve zararlı taşıyıcıları olduğu için bunlar bekletilmeden yakılmalı veya parçalanarak toprağa gömülmelidir.

2.3. Gençleştirme Budaması

Birçok meyve türünde ve özellikle yoğun yapılan (telli sistem) armut yetiştiriciliklerinde gençleştirme budaması çoğu zaman yapılmaz. Ancak klasik anaçlarla yapılan yetiştiriciliklerde aşırı taç yüksekliğine ulaşmış olan sağlıklı armut bahçelerinde aşırı sert kesimler yapılarak bir gençleştirme budaması yapılabilir. Bu tür özellikle zeytinden sonra gençleştirme budamasına en iyi sonuç veren türlerden birisidir. Yapılan sert budamadan sonra 2-3 yıl verim alınamaz, ağaca yeni şekli verilir ve daha sonraki yıllarda verim alınması planlanır.



Resim 7. Gençleştirme budaması yapılması gereken ağaç ve uygulaması

3. SONUÇ

Armut bahçeleri ister klasik, ister bodur veya yarı-bodur anaçlarla kurulu olsun ağaçlar; mutlaka amacına, çeşitine ve anacına uygun olarak budanmalı ve maksimum kazanç elde edilmeye çalışılmalıdır. Gelişi güzel ve bu konuda uzman olmayan kişiler tarafından her bahçeye aynı tip budama yapılmasına müsaade edilmemelidir.

Budamayı:

1. Genç ağaçların dikim zamanında kök ile taç sistemi arasında dengeyi sağlamak (*dikim budaması*)
2. Gövde üzerinde ana, yan ve yardımcı dalların sayısını ve simetrik olarak dağılışını düzenlemek (*şekil budaması*)

3. Meyve dallarının oluşumunu sağlamak, üzere birbiri üzerine binen dalların kesilmesi, bükülmesi, eğilmesi şeklinde yapılır (verim budaması).
4. Kurumuş, hastalıklı ve zarar görmüş dalları kesip çıkarmak (ayıklama yada aralama budaması)
5. Yaşlı armut ağaçlarında sürgün oluşumunun yeniden teşvik edilmesi (gençleştirme budaması), (Klasik sistemlerde kullanılır),
6. Hastalık ve zararlılarla savaşını kolaylaştırmak, diğer kültürel işlemlerin uygulanabilirliğini sağlamak, olarak özetlenebilir.

KAYNAKÇA

- Akçay, M. E. (2000). *Budama tekniği* (Basılmamış ders notları). Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ.
- Akçay, M. E. (2007). Armut yetiştiriciliğinde klon anaç kullanımı. *Hasad Dergisi*, 23(269), 50-53.
- Akçay, M. E., Büyükyılmaz, M., & Burak, M. (2007). Bazı armut çeşitlerinin Quince-A klon anacı üzerindeki gelişme, verim ve yaşam ilişkileri. In *V. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi* (Cilt 1, ss. 417-421). Erzurum.
- Akçay, M. E., & Yücer, M. M. (2008). *Armut*. Hasad Yayıncılık.
- Akçay, M. E., Doğan, A., & Demirsoy, H. (2008). Lapseki meyve bahçelerinin yenilenmesinde ve modern yeni tesislerin oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken bazı gerçekler (Anaçlar). In *Lapseki Değerleri Sempozyumu* (27-28 Ağustos, ss. 9-22). Lapseki, Çanakkale.
- Anonymous. (1991). *Apples & pears*. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California.
- Musacchi, S., Serra, S., & Ancarani, V. (2011). Comparison among pear training systems and rootstocks for high density (HDP) of the cultivar 'Abbé Fetel'. *Acta Horticulturae*, 909, 251-258.
- Sotiropoulos, T. E. (2006). Performance of the pear (*Pyrus communis*) cultivar William's Bon Chretien grafted on seven rootstocks. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 46(5), 701-705.
- Yaşasın, A. S., & Akçay, M. E. (2007). Armut yetiştiriciliği. *Tarım Türk Dergisi*, 2(7), 28-32.

BÖLÜM VII
ARMUT YETİŞTİRİCİLİĞİNDE FİDANCILIK
UYGULAMALARI

Dr. Öğr. Üyesi Sefa POLATÖZ¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105810>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lapseki Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Fidan Yetiştiriciliği Programı, Lapseki, Çanakkale, Türkiye. sefapolatoz@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-8219-3325

1. GİRİŞ

Dünya armut üretimi incelendiğinde en büyük armut üreticisi ülke Çin olup, bunu sırasıyla İtalya ve Amerika Birleşik Devletleri izlemektedir. Dünya armut üretimi yaklaşık 26.507.458 tondur (FAO, 2025). Türkiye’de armut üretimi 534.513 ton olup, Bursa, Antalya, Çanakkale önemli miktarda armut üretimi yapan iller arasında yer almaktadır.

Türkiye’de farklı ekolojilere adaptasyonu nedeniyle tüm bölgelerde armut yetiştiriciliği yapılmaktadır. Anadolu’da farklı iklimlere uygun, yetiştiriciliği yapılan 600’den fazla armut çeşidi yer almaktadır (Özbek, 1978).

Pazar değerinin yüksek olması, modern armut yetiştiriciliğinin uygulanmasıyla ve kültürel uygulamaların düzenli, bilinçli yapılmasıyla dekara alınan verim miktarının artması ve kaliteli meyve üretiminin yapılabilmesi nedenleriyle üreticiler tarafından armut yetiştiriciliğine talep artmaktadır (Swierczynski vd., 2014).

Bütün meyve türlerinde olduğu gibi armutlarda da kârlı bir yetiştiricilik için ismine doğru, sağlıklı, kaliteli, sertifikalı, iç ve dış pazarda tercih edilen çeşitlerle fidan üretimi yapılmalıdır. Tüm bu özelliklere sahip fidanlarla bahçe tesisi verimli bir yetiştiricilik için oldukça önemlidir (Hancock ve Lobos, 2008).

2. ARMUTLARDA ÇOĞALTMA YÖNTEMLERİ

2.1. Generatif (Tohumla) Çoğaltma

Meyve türlerinde yeni çeşit geliştirme gibi ıslah yapmak amacıyla tohumla üretim yapılmaktadır. Armut yetiştiriciliğinde çoğaltma yapılırken genetik açılım nedeniyle generatif çoğaltma yöntemi tercih edilmemektedir. Bu yöntem bitki ıslahçıların tercih ettiği bir yöntemdir. Genetik farklılıktan yararlanıp yeni çeşit geliştirmeyi amaçlayan, yeni hibrit çeşitler elde etmek isteyen ıslahçılar tohumla çoğaltma yöntemini uygulamaktadırlar (Singh vd, 2016). Tohumla çoğaltma çoğunlukla anaç bitki elde etmek amacıyla yapılmaktadır. Tohumlardaki fiziksel ve fizyolojik uyku halinin giderilmesinde tohumlara sıcak ve soğuk katlama uygulaması yapılabildiği ve bu uygulama ile tohumlarda çimlenme yüzdelерinin arttığı bildirilmiştir. (Shalimu vd, 2016; Silva vd, 2016). Bu nedenle armutlar vegetatif çoğaltma yöntemiyle üretilmektedirler.

Armut çeşitlerinin kalıtsal yapıları heterozigot olduğundan, armudun kültür çeşitlerini doğrudan tohumla çoğaltmak mümkün değildir. Aksi takdirde, yozlaşma ortaya çıkar ve çeşidin üstün değerleri kendinden sonraki nesilde kaybolur.

2.2. Vegetatif Çoğaltma

Bir örnek bitkilerin üretildiği ve genetik olarak ana bitki ile aynı özelliklere sahip bitkilerin elde edildiği bir çoğaltma yöntemidir. Armutları çelikle çoğaltmak zordur. Çelikle çoğaltmada hormon uygulansa bile, yeterli kök teşekkülü sağlanamamıştır. Bu nedenle, armut kültür çeşitleri aşı ile çoğaltılır. Aşılı armut fidanı çoğaltılmasında çoğunlukla durgun "T" göz aşısı kullanılır. Büyük yabani armut ağaçlarının aşılmasında ve çeşit değiştirme aşılarında daha çok çoban aşısı (kabuk altı kalem aşısı), kısmen de yarma aşı yöntemleri uygulanır. Armutların aşı ile çoğaltılmasında; toprağın yapısına, yetiştirme sistemine ve amaca göre değişik anaçlar kullanılır.

2.3. Çelikle Çoğaltma

Çelikle çoğaltma bitkilerin dal, gövde, yaprak ve köklerinden hazırlanan ve uygun çevre şartlarında kök ve sürgün oluşturularak yeni bitkilerin elde edilmesidir. Armutları çelikle çoğaltmak zordur. Çelikle çoğaltmada hormon uygulaması yapılsa dahi, yeterli kök oluşumunun sağlanmadığı görülmüştür. Bu nedenle, armut kültür çeşitleri daha çok aşı ile çoğaltma yöntemi kullanılarak çoğaltılmaktadır. Keskin, (2016) vegetatif çoğaltma yöntemlerinden biri olan çelikle çoğaltma yönteminin 1930'dan sonra köklendirme hormonlarının da kullanılmasıyla birlikte hem dünyada hem de Türkiye'de birçok süs bitkisi ve meyve türlerinin çoğaltılmasında pratik olarak kullanılmasına rağmen armut, ceviz, şeftali, kayısı, antepfıstığı gibi meyve türlerin de çelikle çoğaltılmasının zor ya da mümkün olmadığını bildirmiştir. Araştırmacı bu nedenle yaptığı çalışmasında Margaritte armut çeşidi, Cresthaven şeftali çeşidi, Iğdır kayısı çeşidi ve Bursa siyahı inciri çeşitlerinden alınan sürgün ve çelikler üzerinde gerçekleştirdiği farklı uygulamalarla çeliklerde adventif kök oluşumu, çelik köklenme potansiyelinin artırılması ve köklenme kalitesi üzerine etkilerini araştırmıştır. Uygulama yapılan tür ve çeşitlerde zaman yönünden üç farklı söküm uygulanmış olup, birinci ve ikinci sökümde tüm bitkilerin canlı olduğunu, çeliklerin dikiminden sonra yaklaşık bir ay

süresince canlılıklarını koruyabildiği ve daha sonra kuruduklarını ve üçüncü söküm döneminde ise çeliklerin dikilmeden canlılığını kaybettiğini bildirmiştir.

2.4. Daldırma ile Çoğaltma

Daldırma ile üretim yöntemi, ana bitkiden ayırmadan dallarını farklı şekillerde toprağa gömülüp, burada köklenmesini sağlamak ve sonrasında yeni bitki elde edildiğinde ana bitkiden kesip ayırarak uygulanan vegetatif çoğaltma yöntemlerinden birisidir. Çelikle çoğaltması zor olan bazı süs bitkileri ve ayva, fındık, incir, asma gibi meyve türleri ve vegetatif elma anaçlarının çoğaltılmasında daldırma ile üretim yöntemi kullanılmaktadır. Armutların çoğaltılmasında daldırma ile üretim yöntemi tercih edilmemektedir. Hem ekonomik olarak hem de köklenme sorunlarının olması nedeniyle bu yöntem kullanılmamaktadır. Armutlarda daldırma ile üretimde diğer üretim yöntemlerine göre çok daha az sayıda bitki elde edilebilmekte ayrıca bu yöntemin bakım maliyetinin oldukça yüksek olmaktadır. Kocaçalışkan, (2021) vegetatif organları köklenemeyen veya zor köklenen armut, kayısı, kestane, badem, ceviz gibi meyve türlerinin aşı ile çoğaltma yöntemiyle üretildiğini anaç bitki üzerine aşı yapılarak çoğaltıldığını, armutun kök sürgünü, daldırma, çelik gibi vegetatif çoğaltma yöntemiyle çoğaltılamadığını, daha çok aşı ile çoğaltıldığını bildirmiştir.

2.5. Aşı İle Çoğaltma

Aşılı armut fidanı çoğaltılmasında çoğunlukla durgun "T" göz aşısı kullanılmaktadır. Göz aşı yöntemlerinden de en fazla T ve Yongalı göz aşı yöntemi uygulanmaktadır (Pektaş, 2003). Göz aşıları uygulanmasının kolay olması ve tutma başarısının yüksek olması nedeniyle meyvecilikte oldukça fazla tercih edilen aşı yöntemidir. Göz aşısı yaparken dikkat edilmesi gereken husus kabuğun odun kısmından kolaylıkla ayrıldığı dönemlerde yapılması gerekmektedir. Göz aşıları mart-nisan aylarında (erken sürgün göz aşısı), mayıs-haziran başında (geç sürgün göz aşısı) ve temmuz sonu-eylül ayı başında (durgun göz aşı) yapılabilir (Kaşka, 1987). İlkbaharın geç donları ve sonbaharın erken donları göz aşılarında başarı oranını düşürebilmektedir (Elivar, 1999). Zenginbal ve Bostan, (2019) Bolu'da serada ve açıkta ilkbahar sürgün döneminde yongalı göz aşı yöntemiyle Deveci, Akça ve Williams armut çeşitlerini armut çöğür ve OHF-333 anaçları üzerine aşılamışlardır. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarında armut çeşitlerinde aşıda başarı durumunu

ve fidanların gelişimlerini incelemişlerdir. Aşıda başarı durumu yönünden serada OHF-333 anacı üzerine aşılı Deveci ve Akça armut çeşitlerinden iyi sonuç, dış ortamda ise armut çöğür anacı üzerine aşılı Williams armut çeşidinde en düşük değerleri elde etmişlerdir. Aşı sürgün uzunluğu bakımından dış ortamda en iyi sonuçlar OHF-333 anacı üzerine aşılı Akça ve Williams armut çeşitlerinde bulunurken, en düşük değer serada çöğür anacı üzerine aşılı Deveci armut çeşidinde saptamışlardır. Yetişkin armut ağaçlarının aşılmasında ve çeşit değiştirme amacıyla yapılan aşılarda kalem aşı yöntemlerinden daha çok çoban aşı (kabuk altı aşı), kısmen de yarma aşı yöntemleri uygulanmaktadır. Son yıllarda armut yetiştiriciliğinde büyük taç yapısına sahip çöğür anaçlarına alternatif olarak, bodur veya yarı bodur gelişme gösteren armut ve ayva anaçları tercih edilmektedir (Hartmann vd, 2011). Armut üretiminde anaç ve çeşit çalışmaları önem arz etmekte olup, ismine doğru, kaliteli fidan üretim çalışmaları hızla arttırılmalıdır (Askari-Khorasgani vd, 2019).

Artan bu ilgi de beraberinde uygun çeşit/anaç kombinasyonunda üretilmiş kaliteli, ismine doğru ve bol miktarda fidan üretiminin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır (Askari-Khorasgani vd, 2019). Armutlarda ıslah çalışmalarında da aşı ile çoğaltma yöntemi kullanılmaktadır. İkinci ve Akçay, (2016), Santa Maria armut bahçelerinde yaptıkları incelemelerde bahçedeki bir ağacın mutasyona uğradığını ve bu ağaçtan aşı kalemi alarak çoğaltıldığını, on yıl süreyle gözlemlendiğini ve bu mutant bireyin Santa Maria çeşidine göre bir hafta erken olgunlaştığını, meyvelerinin daha iri, pembe yanaklı, yüksek aroma içeriğine sahip olduğunu, sonuçta bu özellikleri nedeniyle Akçay 77 çeşidi olarak tescil edilip, üretiminin yapıldığını bildirmişlerdir.

Armut yetiştiriciliğinde çoğunlukla çöğür ya da klon anaçlar kullanılmış, bu anaçlar üzerine armut çeşitleri aşılanmıştır (Hepaksoy, 2019). Eski armut bahçelerinde anaç olarak çöğür anacı kullanılırken, yapılan çalışmalarla verimli, erken meyveye yatıran ve bodurluk özelliği olan ayva anaçları yaygın olarak kullanılmaya başlanmış fakat demir klorozuna, ateş yanıklığına, soğuğa duyarlı olması ve birçok armut çeşidiyle uyuşma problemi nedeniyle farklı anaç kullanılma zorunluluğu ortaya çıkmıştır (Wertheim 1978; Palmer 2000). Bu anaçların yerine farklı anaç ıslah çalışmaları sonucunda farklı armut türlerinden elde edilen ve Farold, Pyrodwarf, Fox, OHxF, BP ve CTS serisi gibi armut klon anaçları kullanılmıştır (Dondini ve Sansavini, 2012; Da Silva vd, 2018).

Hepaksoy, (2019), armut yetiştiriciliğinde başarılı bir üretim yapılabilmesinin iyi bir çeşit ve anaç seçimine bağlı olduğunu bildirmiştir.

2.6. Mikro Çoğaltım

Biyoteknolojik yöntemlerden biri olan in vitro koşullarda mikro çoğaltım yöntemiyle hastaliksız ve klonal anaç üretimi yapılmasıyla, fidan üretiminde kaliteli bitkilerin eldesi sağlanmaktadır. Klon anaçları aynı kalıtsal yapıda olmaları nedeniyle açılım göstermemekte, üzerine aşıl原因an çeşitlerin kuraklığa, soğuklara, hastalık ve zararlılara dayanımları ve gelişme güçleri aynı olmakla birlikte yüksek verim ve kaliteli meyveler oluşturmakta, ağaçların erken meyveye yatmasını sağlamaktadır. Bodurlaştırma özellikleriyle budama, hastalık ve zararlı mücadelesi, hasat gibi kültürel bakım işlemlerinin daha kolay ve rahat yapılmaktadır (Özden, 2007). Armut ve klon anaçlarının çoğaltılmasında kullanılan bir yöntemde mikro çoğaltma yöntemidir. Kısa sürede çok fazla sayıda üretim materyali sağlayan bu yöntem günümüzde başarıyla uygulanmaktadır (Alizadeh vd, 2018). Doku kültürü yöntemiyle kısa sürede çok sayıda bitki üretilmesi ve üretilen bitkilerin hastalıklardan arınması da sağlanmaktadır. Çoğaltılması zor olan bitkiler bu yöntemle rahatlıkla çoğaltılabilmektedir (Şengül, 2012). Bu yöntemde besin ortamında makro ve mikro besin elementleri, saf su, karbonhidratlar, bitki büyüme düzenleyicileri, vitaminler ve jel yapıcı maddeler kullanılmaktadır. Besin ortamı ve sterilizasyon bu yöntemde oldukça önemlidir. Hazırlanan besin ortamının içeriği üretimde yaşanan bazı sorunların temelini oluşturmaktadır. Doku kültürü ile üretimde sterilizasyonda dikkat edilmesi gereken hususların başında ortamın steril olması, kullanılacak alet ve ekipmanların, besin ortamının ve kullanacağımız bitki parçasının steril olması gelmektedir. Mikro çoğaltma yönteminin beş önemli aşaması vardır. Bu aşamalar; eksplantların seçilip, dezenfeksiyonu için steril hale getirilmesi, aseptik koşullarda virüs içermeyen sağlıklı kültürlerin oluşturulması, sürgün çoğaltımı ve mikro sürgünlerin köklendirilmesi ve köklenen bitkilerin aseptik ortamdan dış ortama adaptasyonunun sağlanmasıdır. Son yıllarda armut çoğaltılmasında tercih edilen yöntemlerden biri de doku kültürü ile üretim yöntemidir.

3. ÖNEMLİ ARMUT ANAÇLARI

Çöğür anacı (*Pyrus communis L.*), farklı iklim koşullarına adapte olabılme yeteneği olan orta büyük-büyük taçlı ağaçlar oluşturmaktadır. Kök çürüklüğü hastalığına dayanım göstermektedir. Avrupa ve Kuzey Amerika'da çöğür anacı olarak Beurre Bosc, Williams ve Winter Nelis armut çeşitlerinin tohumlarını tercih etmektedirler (Akçay, 2007).

Ahlat (*Pyrus elaeagrifolia*): Anadolu'da yetiştiriciliği yapılan önemli bir türdür. Kireçli topraklara, kurak iklim ve toprak koşullarına uyum göstermektedir. Kökleri derine gitmekte ve orta büyüklükte ağaçlar oluşturmaktadır. Birçok armut çeşidi ile uyuşması iyidir.

Ayva Klon Anaçları (*Cydonia oblonga*): Birçok Avrupa ülkesinde olduğu gibi Türkiye'de de armut anacı olarak kullanılmaktadır. Ayva soğuklara ve kireçli topraklara duyarlı, nematoda karşı dayanımı iyidir. Nemli topraklara toleranslıdır. Nötr ya da hafif asitli toprakları sever. Ayva anacı üzerine aşılı armut çeşitlerinin erken meyveye yatmasını ve daha küçük taç yapmasını sağlar. Armut anacı olarak çeşitli ayva klonları kullanılmaktadır. Bunlar; Ayva A, B, C, D, E ayva klon anaçlarıdır. Bunlardan yalnızca Ayva A ve Ayva C klon anaçları olmak üzere iki si daha çok kullanılmaktadır. Ayva A klon anacı yoğun olarak kullanılmaktadır. Erken meyveye yatma özelliği ve üzerine aşılı çeşidin zayıf geliştiği görülmektedir. Ayva A anacı bazı çeşitlerle uyuşurken; bazı çeşitlerde de uyuşma problem olmaktadır. Nemli topraklara uyum sağlamıştır. Soğuklara dayanımının iyi olmaması ve armut geriye ölüm hastalığına duyarlı olması nedeniyle birçok Avrupa ülkesinde kullanımı azalmıştır (Dondini ve Sansavini, 2012). Ayva B ve C klon anaçları kış soğuklarına ve yaprak leke hastalığına duyarlıdır. Ayva C: İngiltere'de selekte edilen en eski bir ayva anacıdır. Ayva A'ya göre gelişme kuvveti daha az olup, %20-40 daha küçük ağaçlar oluşturmaktadır. Toprak işleme yapılırken zayıf ve yüzlek kök yapısına sahip olduğundan derin sürümünden kaçınılmalıdır (Dondini ve Sansavini, 2012). Çoğaltılması kolay bir anaçtır. Soğuğa ve sıcağa dayanımı azdır. Ayva anacı Türkiye'de çok yaygın olarak kullanılmamaktadır.

Sydo:Fransa bulunan bir araştırma enstitüsünde (INRA) bodur özelliği nedeniyle seçilen bir anaçtır. Son yıllarda Avrupa'da kullanımı fazladır. Soğuklara dayanımı oldukça iyidir (Fischer, 2009). Daldırma ile üretim yönteminde oldukça başarılı bir şekilde üretilmektedir.

OH x F serisi: Old Home ve Farmingdale armut çeşitlerinin melezlenmesiyle elde edilen bu anaç 20. yüzyılın sonlarına doğru armut yetiştiriciliğinde yaygın bir şekilde kullanılmıştır. Melezleme sonucu elde edilen çöğürlerin içerisinde 156 adedi ayrıntılı olarak incelenmiş ve bunlardan 13 adet OHx F melez birey seçilip, tescil edilmiştir. Bu melezler; OHx F 18, 34, 51, 69, 87, 97, 112, 198, 217, 230, 267, 333 ve 361'dir (Postman ve ark., 2013). Ateş yanıklığı hastalığına ve soğuklara dayanıklıdır. OH x F serisi armut çeşitleriyle uyuşması oldukça iyidir (Simard vd, 2004).

OHx F 333 armut klon anacı, yarı bodur olma özelliği nedeniyle dünyada armut yetiştiriciliğinde en fazla kullanılan armut klon anacıdır. Çöğür anaçların 2/3 ü kadar bodurluk özelliği vardır. Aşı uyuşması iyi olup, soğuğa, killi ve kumlu topraklarda iyi sonuçlar vermektedir. Ateş yanıklığı ve bakteriyel kanser hastalıklarına oldukça dayanıklıdır (Akçay, 2007).

BP Serisi: Güney Afrika'da elde edilmiş bu seride BP 1, BP 2 ve BP olmak üzere 3 adet klon anacı armut yetiştiriciliğinde kullanılmaktadır. Bunlar çöğür anaçlardan seleksiyonla elde edilmişlerdir. Üzerine aşıli çeşitlerde verimi arttırmaktadır. Bell vd, (1996), BP 1 anacının yarı kuvvetli bir anaç olduğunu bildirmişlerdir. BP 1 anacı, armutlarda geriye ölüm ve ateş yanıklığı hastalıklarına karşı oldukça duyarlı bir anaçtır (Webster vd, 2000). BP 2 anacı verimli ve kuvvetli ağaçlar oluşturmaktadır. BP 3 anacı verimli ve kuvvetli gelişmekte, kara leke hastalığına dayanım göstermekte, armutlarda geriye ölüm hastalığına hassastır.

4. SONUÇ

Meyve yetiştiriciliğinde kullanılacak fidanların sağlıklı, sertifikalı, ismine doğru ve virüsten ari olması oldukça önemlidir. Armut dünyanın farklı iklim bölgelerinde yetiştiriciliği yapılabilen ılıman iklim meyve türleri içerisinde yer almaktadır. Armut yetiştiriciliğinde yetiştiricilik yapacağımız bölgeye uyum sağlayabilen çeşitlerin seçilmesi ne kadar önemliyse, iklim, toprak ve hastalık koşullarına uygun anaç seçimi de çok önemli bir konudur. Armut fidan üretiminde anaçların sağlıklı bir kök yapısına sahip olması, kolay çoğaltılabilmesi, hastalık ve zararlılara dayanım göstermesi, aşıda uyuşma probleminin olmaması, meyve verim ve kaliteyi artırma ve soğuklara, sıcaklara toleranslı olması gibi özelliklere dikkat etmek gerekmektedir. Armutları çelikle çoğaltmak zordur. Armutların çoğaltılmasında daldırma ile

üretim yöntemi ekonomik olmaması ve köklenme sorunlarının yaşanması nedeniyle fazla tercih edilmemektedir. Armutlarda çoğaltma yöntemlerinden daha çok aşı ile çoğaltma yöntemi uygulanmaktadır. Aşılı armut fidanı çoğaltılmasında çoğunlukla durgun "T" göz aşısı ve Yongalı göz aşısı kullanılmaktadır. Kalem aşı yöntemlerinden daha çok çoban aşı (kabuk altı aşı) ve kısmen de yarma aşı yöntemleri uygulanmaktadır. Armut çeşitleri ve armut klon anaçlarının çoğaltılmasında kullanılan bir diğer yöntemde mikro çoğaltma yöntemidir.

Aşılı armut üretiminde klon armut anaçlarında aşı uyumsuzluğunda farklı sonuçlar elde edilirken aşı tutma başarısı çöğür anaçlara göre daha yüksektir. Bu nedenle armut çöğür anacında aşı başarı oranının artmasını sağlamak amacıyla anaç ıslah çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir. Armut yetiştiriciliğinde uygulanan yongalı göz aşı yöntemi daha çok kabuğun odun kısmından rahatlıkla ayrılmadığı dönemlerde uygulandığından aşı başarı oranının yüksek olması nedeniyle armut fidan üretiminde kolaylıkla uygulanabilmektedir. Vegetasyon dönemi çok uzun olmayan, soğuk bölgelerde sürgün göz aşı yöntemlerinden daha başarılı sonuçlar alınmaktadır (Zenginbal, 2016). Armut ıslah programlarında meyve kalitesinin geliştirilmesi, erken meyveye yatma, periyodisiteyi azaltma, taç büyüklüğü ve sık dikime uygunluk, aşı uyumsuzluğunun giderilmesi, tozlayıcı çeşitler ile ana çeşitlerin çiçeklenme zamanlarının denk gelmesi gibi özellikler önemlidir (Bell vd, 1996). Armut yetiştiriciliğinde ıslah çalışmalarına da önem verilmelidir. Dondini ve Sansavini, (2012), dünyada armut ıslah programlarıyla 200 Avrupa ve 100 Asya kıtalarında toplamda 300 armut çeşidinin geliştirildiğini bildirmişlerdir. Türkiye’de armut yetiştiriciliğinde modern bahçe tesislerinin kurulmasıyla, sertifikalı, ismine doğru, sağlıklı, kaliteli fidanların kullanılmasıyla armut üretiminde meyve verim ve kalite yönünden önemli oranlarda artış görülecektir.

KAYNAKÇA

- Alizadeh, S., Polat, G., & Dumanoglu, H. (2018). Old Home $\times$ Farmingdale 333 armut anacının *in vitro* köklenmesi üzerine oksin ve polivinil alkol uygulamalarının etkileri. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 35(Ek Sayı), 47-53.
- Akçay, M. E. (2007). Armut yetiştiriciliğinde klon anaç kullanımı. *Hasad Bitkisel Üretim Dergisi*, 23(269), 50-53.
- Askari-Khorasgania, O., Jafarpoura, M., Hadada, M. M., & Pessaraklib, M. (2019). Fruit yield and quality characteristics of “Shahmiveh” pear cultivar grafted on six rootstocks. *Journal of Plant Nutrition*, 42(4), 323-332.
- Bell, R. L., Quamme, H. A., Layne, R. E. C., & Skirvin, R. M. (1996). Pears. In J. Janick & J. N. Moore (Eds.), *Fruit breeding: Vol. 1. Tree and tropical fruits* (pp. 441-514). John Wiley & Sons.
- Da Silva, G. J., Villa, F., Grimaldi, F., Da Silva, P. S., & Welter, J. F. (2018). Pear (*Pyrus* spp.) breeding. In J. M. Al-Khayri, S. M. Jain, & D. M. Johnson (Eds.), *Advances in plant breeding strategies: Fruits* (pp. 131-163). Springer.
- Dondini, L., & Sansavini, S. (2012). European pear. In M. L. Badenes & D. H. Byrne (Eds.), *Fruit breeding* (pp. 363-413). Springer.
- Ekinci, N., & Akçay, M. E. (2016). Yeni armut çeşidi Akçay 77®. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(2), 51-57.
- Elivar, D. E., & Dumanoglu, H. (1999). Ayaş (Ankara) koşullarında elma, armut ve ayvada bir yaşlı fidan üretiminde ilkbahar sürgün ve sonbahar durgun göz aşılarının karşılaştırılması. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 5(2), 58-64.
- FAO. (2025). *Primary crops production datas*. <http://www.fao.org>
- Fischer, M. (2009). Pear breeding. In S. M. Jain & P. M. Priyadarshan (Eds.), *Breeding plantation tree crops: Temperate species* (pp. 135-160). Springer.
- Hancock, J. F., & Lobos, G. A. (2008). Pears. In J. F. Hancock (Ed.), *Temperate fruit crop breeding: Germplasm to genomics* (pp. 1-30). Springer.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., Jr., & Geneve, R. L. (2011). *Plant propagation: Principles and practices* (8th ed.). Prentice Hall.
- Hepaksoy, S. (2019). Meyvecilikte anaç kullanımı: Armut anaçları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 12(2), 69-74.

- Kaşka, N., & Yılmaz, M. (1987). *Bahçe bitkileri yetiştirme tekniği* (H. T. Hartman & D. E. Kester'den çeviri). Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No. 52.
- Keskin, K. (2016). *Çeşitli uygulamaların bazı meyve türlerinde adventif kök oluşumu ve köklenme üzerine etkilerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kocaçalışkan, İ. (2021). *Doku ve hücre kültürü teknikleri*. Atlas Akademik Yayıncılık.
- Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik (Kışın yaprağını döken meyveler)*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Özden, A. N. (2007). *GF-677 hibrit (*Prunus amygdalus* × *P. persica*) anacının in vitro rejenerasyonu ve mikroçoğaltımı* (Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Palmer, J. (2000). *Clonal apple and pear rootstocks*. HortResearch Centre, Motueka.
- Pektaş, M. (2003). *Armut yetiştiriciliği*. Eğirdir Bahçe Kùltürleri Araştırma Enstitüsü.
- Postman, J., Kim, D., & Bassil, N. (2013). OH × F paternity perplexes pear producers. *Journal of the American Pomological Society*, 67(3), 157-167.
- Shalimu, D., Sun, J., Baskin, C. C., Baskin, J. M., & Sun, L. (2016). Changes in oxidative patterns during dormancy break by warm and cold stratification in seeds of an edible fruit tree. *AoB Plants*, 8, 1-13.
- Silva, J. G., Lopes, K. P., Cavalcante, J. R., Pereira, N. A. E., & Barbosa, R. C. A. (2016). Pre-germinate treatments in pomegranate seeds (*Punica granatum* L.): Effect on physiological quality. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39, 1-5.
- Singh, N. V., Singh, S., Chandra, R., Babu, K. D., & Pal, R. K. (2016). Comparative evaluation of seed germination and parameters of seedling growth in pomegranate genotypes (*Punica granatum* L.). *Research on Environment and Life Sciences*, 9, 282-284.
- Simard, M. H., Michelesi, J. C., & Masseron, A. (2004). Pear rootstock breeding in France. *Acta Horticulturae*, 658, 535-540.
- Swierczynski, S., Stachowiak, A., Swierczynska, I., & Golcz-Polaszewska, M. (2014). Influence of rootstock, cultivar and biostimulant on the growth of maiden pear trees in nursery and physiological compatibility. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, 13(6), 3-14.

- Şengül, E. (2012). *Karadutun (Morus nigra L.) in vitro çoğaltımı* (Yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zenginbal, E. (2016). *Örtü altı ve arazi koşullarında tüplü armut fidanı üretimi* (Yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Zenginbal, E., & Bostan, S. Z. (2019). Bolu koşullarında açıkta ve örtü altında tüplü armut fidanı üretimi. *Bahçe Dergisi*, 48(2), 57-64.
- Webster, T., Tobutt, K., & Evans, K. (2000). Breeding and evaluation of new rootstocks for apple, pear and sweet cherry. *Compact Fruit Tree*, 33, 100-104.
- Wertheim, S. J. (1978). Induction of side-shoot in the fruit-tree nursery. *Acta Horticulturae*, 80, 49-54.

BÖLÜM VIII
ARMUT MEYVESİNİN İKLİM İSTEKLERİ VE SULAMA
İHTİYACI

Arzu Gündüz Dr.¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105816>

¹ Dr., Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Merkez, Yalova, Türkiye.
arzu.gunduz@tarimorman.gov.tr, Orcid ID: 0000-0002-2396-6938

1. ARMUT MEYVESİNİN İKLİM İSTEKLERİ VE SULAMA İHTİYACI

Kullanılabilir su kaynaklarının oldukça sınırlı olmasının yanında, küresel ısınma sonucunda ortaya çıkması beklenen iklim değışikliklerinin de bu kaynakları olumsuz etkilemesi beklenmektedir. Diğer yandan, tarımsal üretim yapılan arazi miktarı aynı olsa bile kullanılabilir su kaynakları azalacağından, birim sudan daha yüksek verim alınması zorunlu hale gelecektir. Suyun en büyük miktarda kaybı ise çok fazla suyun çok sık olarak uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Aşırı sulama, bitki köklerine zarar vermekte ve bitki gelişimini olumsuz yönde etkilemektedir. Aynı zamanda topraktaki besin elementlerinin yıkanarak bitki kök bölgesinden uzaklaşmasına ve toprağın derinlerine gitmesine neden olmaktadır. Bu durum yeraltı sularının kirlenme olasılığını arttırmaktadır. Benzer şekilde, aşırı sulama ve hatalı sulama yöntemleriyle yüksek nitelikteki suyun kirlenmesi ya da israf edilmesi, etkili sulama tekniklerinin kullanılmasıyla giderilmelidir. Sulama sistemini iyi planlanması ve sulamanın iyi yönetilmesi gerekir.

Sulama programının amacı; doğru zamanda, yeter miktarda sulama suyunu uygulamaktır. Meyve bahçeleri için oluşturulacak sulama programları, yetiştirildiği bölgeye, kullanılan anaca, ağaçların yaşına, verim durumuna ve toprak bünyesine bağlı olarak değışiklik gösterir. Sulama programı yapabilmek için öncelikle yetiştirilen meyvenin su ihtiyacı, daha sonra da sulama zamanı belirlenmelidir. Sulama programlarının temel amacı, topraktaki nem miktarının, meyve ağaçları için belirlenen kritik nem düzeyine inmeden sulamanın yapılmasını sağlamaktır.

Meyve ağaçlarında, toprakta yeter miktarda nem olduğunda sürgün gelişmesi düzenli ve kuvvetli olurken, yetersiz nem koşullarında ise sürgün gelişmesi zayıf olur, ağaçlar tepe tomurcuklarını daha erken oluşturarak gelişimlerini durdururlar. Yetersiz ve eksik miktarda sulama suyu uygulamaları ağaçlarda yaprak alanının küçülmesine, meyve dökümüne, sürgünlerin kurummasına, güneş yanıklıklarının artmasına yol açar. Tomurcukların oluşum sürecinde herhangi bir şekilde su stresi meydana gelirse, tomurcuklar zayıf kalırlar ve takip eden ilkbaharda iyi gelişim gösteremezler. Ayrıca vejetatif gelişme ve meyve verimini azaltır (Forshey, Elfving 1989; Ebel vd. 1995), (Marsal vd. 2000), (Mpelasoka vd. 2001). Aşırı su uygulanması halinde, tek

yıllık sürgünler yeterince pişkinleşmez, ağaçlar donlardan daha fazla zarar görür ve yüksek neme bağlı olarak mantari hastalıklar daha çok görülür. Fazla su ayrıca, ağaçların daha fazla dal ve yaprak oluşturmalarına neden olur ve bu durum aşırı gölgelenme meydana getirdiğinden meyvelerin yeterince renklenmemesine yol açabilir. Meyve ağaçlarının sulanmasında, özellikle su kaynağının kısıtlı olduğu koşullarda, tesis masrafının yüksek ve sürekli enerji kullanımı gerektirmesine karşın mikro sulama yöntemleri yüzey sulama yöntemlerine göre daha ekonomik olabilmektedir (Yıldırım 1996).

Sulamadan beklenen faydanın sağlanabilmesi için bir diğer önemli nokta ise etkin bir sulama programının uygulanmasıdır. Meyve ağaçları, topraktaki faydalı nemin azalmasına karşın genellikle vejetatif gelişmelerini azaltarak tepki göstermektedirler. Bunun yanında, değişik sulama yöntemi ve sulama programlarının vejetatif ve generatif kriterleri üzerindeki etkisi de farklı olabilmektedir. Farklı çeşitlerdeki meyve ağaçları üzerinde yapılan çalışmalarda, sulamanın ağaç gelişmesini, meyve verimini, meyve iriliği ve meyve kalitesini arttırdığı belirlenmiştir (Bergamini vd. 1988, Blosse vd. 1988).

Meyve ağaçlarının sulama suyu ihtiyacı, su tüketimi, vejetatif gelişimi, verimi ve meyve kalitesi birlikte değerlendirildiğinde, damla sulama yönteminin diğer yöntemlere göre daha üstün olduğu belirlenmiştir. Damla sulama yönteminde; verim ve meyve kalitesi artar, su ve gübre etkinliği yükselir, su stresinden kaynaklanan bitki zararlanmaları azalır. Sulama Yöntemleri genellikle yüzey ve basınçlı olmak üzere ele alınır. Meyvecilikte genellikle basınçlı sulama (yağmurlama ve damla) kullanılmakta ve otomasyon ile kontrol edilmektedir (Orta, 2009).

Damla sulama sisteminin avantajları; diğer sulama yöntemlerine göre daha az su kullanılması, ağaçların toprak üstü organları ısıtılmadığından hastalık ve zararlıların gelişiminin daha az olması, gübrelerin sulama suyu ile birlikte verildiğinden (fertigasyon) dolayı bitkilerin gübrelemeden yüksek düzeyde faydalanması, tuzlu topraklarda ya da sulama suyunun tuzlu olduğu yerlerde güvenli bir şekilde üretim yapılabilmesi, ağaç sıra araları kuru kaldığından sulama yapıldığı anda bile diğer tarımsal işlemlerin (ilaçlama vb.) yapılabilmesi ve eğimli arazilerde tesviye gerektirmeden sulama yapılabilmesine olanak sağlamasıdır. Bu sistemin bazı olumsuz yönleri ise; sistemin ilk tesis maliyeti yüksek olması (meyve kalitesini artırdığı için

maliyetin geri dönüşümü hızlı olmaktadır), damlaticıların tıkanmasının sık olması (doğru ve etkin bir filtre sistemi ile bu durum önlenabilir) ve ağaçların çevresine serili lateraller sadece belirli bir alanı ıslattığından kök gelişiminin sınırlanmasıdır (lateraller ağaç taç izdüşümü dikkate alınarak yerleştirilirse bu sorun çözülebilir). Damla sulama yönteminde, meyve ağaçlarının kök gelişiminin sınırlanmasını önlemek için lateraller gövdeden belli bir uzaklığa yerleştirilmelidir (Yıldırım vd., 2004).

Sağlıklı bir sulama yönetimi için mutlaka toprak nemi ölçülmelidir. Toprak neminin sürekli olarak meyve ağaçlarının su ihtiyacını karşılayacak düzeyde tutulması ile meyve iriliği ve kalitesi artar, dökümler önlenir, vejetatif generatif gelişim dengesi sağlanacağından verim olumlu etkilenir. Bu sonuçlar, sulamanın belirli bir program çerçevesinde yapılmasının, meyve ağaçları için ne kadar önemli olduğunu gösterir. Ayrıca sulamada kullanacağımız suyun analizinin mutlaka yapılması gereklidir. Sulama suyunun kaliteli ve pH'sının 6,5-8 arasında olması istenir. Büyüme mevsiminin başlangıç zamanlarındaki fazla su, yeni sürgünlerin gelişmesine yardım eder, daha sonraki zamanlarda verilen su ise, meyve iriliğinin azalmasını engeller. Sulama verim ve kaliteyi olumlu etkilese de, aşırı sulanan meyvenin muhafaza kalitesi düşer. Suyun bileşiminde bulunan maddeler toksik etki yapabilecek düzeydeyse, sulama yöntemi de buna göre belirlenmelidir. Örneğin; tuz içeriği yüksek su kullanılacaksa, damla sulama yöntemi kullanılmalı, yılda en az bir kere yağmurlama ya da salma sulama ile yıkama yapılarak tuzun yıkanması sağlanmalıdır. Ayrıca sistemde kullanılacak filtre sisteminin belirlenmesinde de su kalitesi belirleyicidir. Sulama programlarının hazırlanmasında dikkate alınması gereken en önemli parametre bitki etkili kök derinliği bölgesindeki toprak nemi içeriğidir (Çetin, 2003).

Sulama zamanını ve uygulanacak sulama suyu miktarını belirleyen bu parametrenin ölçülmesinde kullanılan yöntemler genel olarak doğrudan ve dolaylı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Toprak neminin doğrudan ölçülmesi gravimetrik esasa dayanmaktadır. Toprağın bazı fiziksel ve fizikokimyasal özelliklerine bağlı olarak nem içeriğinin belirlenmesinde kullanılan; elektriksel direnç (alçı-jips blokları), nötron saçılımı (nötronmetre), elektromanyetik yansıma frekansının ölçülmesi (TDR ve FDR sensörler) ve toprak su potansiyelinin ölçülmesi (tansiyometre) yöntemi dolaylı yöntemleri oluşturmaktadır. Bu yöntemlerin en önemli avantajı toprak nemi içeriğinin

anlık olarak belirlenebilmesidir. Ayrıca işçilik ve zamandan yüksek oranlarda tasarruf edilmesini sağlamaktadırlar (Yetik ve Aşık, 2021). Sulama programlarının hazırlanmasında dikkate alınması gereken bir diğer önemli parametre de bitki etkili kök derinliği bölgesindeki kullanılabilir suyun bitki tarafından tüketilmesine izin verilen kısmı yani (Ry) dir. Ry, sulama yöntemi ve bitkinin nem eksikliğine olan duyarlılığına bağlı olarak yüzey sulamada %50 - 60, yağmurlama sulamada %50, damla sulamada ise %30 - 40 arasında değişmektedir (Güngör ve Erözel, 2004).

Armut yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteli ürün eldesin de en önemli ihtiyaç sulama ve gübrelemedir. Dolayısıyla, uygun sulama zamanı programlarının geliştirilmesi, uygun sulama yönteminin seçilmesi ve uygulanması gerekmektedir. Sulama meyve kalitesini yükseltir. Ağaçların vejetatif gelişmeleri üzerinde olumlu etki yapar. Büyüme mevsiminde armut susuz kaldığı zaman meyve büyümesi yavaşlamakta, susuzluğun şiddetine göre meyve iriliği, dolayısıyla ürün miktarı azalmaktadır. Fazla sulanan kışlık armutlarda depolama muhafaza süresi kısalmır. Ayrıca sulanmayan araçların, meyveleri daha fazla kumlu olur. Sulama ayva anacı üzerine aşıllı olan çeşitlerde daha sık, armut çöğürü üzerine aşıllı olan çeşitlerde ise daha seyrek yapılır. Sulamalar ağaçların isteklerine göre kumlu ve süzek topraklarda iki sulama arasındaki süre daha kısa, toprağın su tutma kapasitesi arttıkça iki sulama arasındaki süre uzun tutulur (Akçay ve Hantaş, 2012). Su eksikliği durumunda armutta gövde çapı ve yaprak alanı (Küçükyumuk, 2020) ile bitki boyu ve yaş kök ağırlığını (Gür, 2018) azalttığı tespit edilmiştir. Armutta kuraklıkla birlikte fotosentez ve stomatal iletkenlik azalmaktadır (Küçükyumuk, 2020). Armut ağaçlarının toprak su tutma kapasitesi ve yaz yağış düzenleri nedeniyle nadiren yüksek stres seviyelerine ulaştığını göstermiştir. Diğer ortamlarda ise aşırı su stresinden kaçınmak için dikkatli olunmalıdır. İsrail'de, armutta şiddetli su stresinin çiçek organı gelişimini yavaşlattığı, orta düzeydeki su stresine kıyasla çiçeklenme yoğunluğunun ve meyve tutumunun azalmasına yol açtığı görülmüştür (Naor ve ark., 2006). Şiddetli kuraklık trabzonhurmasında kloroza, yaprak ve meyvelerde dökülmelere, hücre ölümlerine, meyvelerde küçülmeye, şeker birikiminin gecikmesine, renk kaybına, meyve kalitesi ve verimde düşüşe neden olmaktadır (Badal ve ark., 2010). Armudun kuraklık stresiyle birlikte toplam fenolik madde, çözünebilir şeker, prolin, antioksidan enzimlerin aktiviteleri, Fe, Mg ve

Mn değerlerinin arttığı, N, Cu, B, Zn, P, Ca ve K değerlerinin ise azaldığı belirtilmektedir (Gür, 2018).

Dökmen vd., 2019 bildirdiğine göre Marmara Bölgesi koşullarında armut meyvesi için kritik toprak nem seviyesi %40'a düştüğünde sulamaya başlanması ve sulama aralığının 15 gün olması önerilmektedir. Su Yönetimi Armut ağaçları kuraklık koşullarına oldukça uzun süre dayanabilir. Ayrıca, diğer ılıman iklim meyve bitkilerinden daha verimli bir şekilde sulak alanlara dayanabilirler. Ancak iyi bir ürün için zamanında sulama ve durgun suyun uzaklaştırılması gereklidir. Uygun sulama sistemlerine sahip bölgelerde, ağaçlar meyve verdikten sonra her 10-15 günde bir sulanmalıdır. Büyüme mevsimi boyunca su temini, özellikle Mayıs-Ağustos döneminde armut meyvesinin büyüklüğünün büyümesi üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Son olarak, Temmuz-Ağustos döneminde armut bahçelerinin sulanması, meyvelerin şeker içeriğini artırır ve muhafaza sırasında renklerini ve kalitelerini iyileştirir. Meyve ağaçlarında yeterli suyun kesinlikle gerekli olduğu belirli dönemler vardır. En kritik dönem, genç meyvelerde hücre bölünmesi sırasında, genellikle çiçeklenmeden 4-6 hafta sonra gerçekleşir. Bu süre zarfında yetersiz su, meyve boyutunu kalıcı olarak sınırlayabilir çünkü hücre bölünmesi nihai meyve boyutlarını büyük ölçüde belirler. Hasattan önceki son 4-6 hafta, bir diğer önemli sulama dönemidir. Bu dönemde yeterli su, meyvelerin uygun boyutta olmasını sağlar ve stres kaynaklı rahatsızlıkları önler. Ancak hasada çok yakın bir zamanda aşırı sulama, meyve aromasını seyrelebilir ve depolama kalitesini düşürebilir. Armut ağaçlarının büyüme döngüsünde, ticari olarak uygulanabilir bir ürün üretmek için yeterli toprak nemine ihtiyaç duyan kritik aşamalar vardır: çiçeklenme öncesi, çiçeklenme ve meyve tutumu, meyve büyümesi, hasat sonrası.

Çiçeklenme öncesi döneminde; kök gelişimi ağustos ayının sonlarından itibaren başlar, bu nedenle çiçeklenmeden önce erken bir kök sistemi oluşturabilmek için toprağın nemli ve yumuşak olması gerekir.

Çiçeklenme ve meyve tutumu döneminde; donların etkisini en aza indirmek için gün boyunca ısıyı emen, çıplak veya kısa kesilmiş ağaç sıraları ve nemli toprak gereklidir. Yüzey toprağını nemli tutmak için sulama yapılabilir, ancak aşırı sulamadan ve su israfından kaçınılmalıdır. Tam çiçeklenmeden yaklaşık 4 hafta sonrasına kadar yeterli toprak nemi, kök gelişimi, meyve tutumu ve meyve büyümesinin ilk aşamalarında hücre

bölünmesinin en üst düzeye çıkarılması için kritik öneme sahiptir. Armutlar için seyreltme seçeneğini göz ardı etmeyin. Çiçeklenmeden hemen sonra agresif çiçek seyreltmesi veya budama makası ile seyreltme, özellikle sulama için su miktarı düşükse ve çiçeklenme ve meyve tutumu güçlüyse, daha değerli armut çeşitlerinde meyve boyutunu en üst düzeye çıkarmak için haklı gösterilebilir.

Meyve büyümesi döneminde; Kasım ayından Aralık ortasına kadar armut meyvesinin büyümesi yavaştır. Bu dönemdeki nem stresi yaprak ve sürgün büyümesini azaltır, ancak meyveyi etkilemez. Bu durum, kontrollü kısıtlı sulama (RDI) kullanma fırsatı sunar. Meyvenin hücre genişlemesiyle büyümesi ve meyvenin şeker biriktirmesi, hasattan önceki son 6-8 haftalık hızlı meyve büyüme aşamasında optimum toprak nemine ve iyi sulamaya büyük ölçüde bağlıdır.

Hasat sonrası sulama azaltılabilir, ancak önemli yaprak kaybına neden olacak düzeyde olmamalıdır. Hasat sonrası sulama, azotlu gübrelere toprağa verilmesi ve yaprak aktivitesinin (fotosentez) günün bir kısmında sürdürülmesi için gereklidir. Öğleden sonranın en sıcak saatlerinde meydana gelen hafif solmalar çok fazla olumsuzluk yaratmayacaktır. Hasattan sonra aşırı su stresinden kaçınmak, ağaçta besin maddelerinin birikmesini ve bir sonraki ilkbaharda tomurcukların patlamasını, meyve tutumunu ve erken sürgün gelişimini sağlar.

Kang ve ark. (2002), üç farklı sulama düzeyi I: geleneksel salma sulama (CFI), II:sabit kısmi kök kuruluğu (FPI) ve alternatif kısmi kök kuruluğu (API) konularını armut için kullanmışlardır. Toplamda armut meyve gelişim döneminde bütün sulama konuları için dört sulama uygulaması yapmıştır. Sonuç olarak su kullanımının her sulama ve yağış sonrasında en yüksek seviyede olduğunu belirlenmiştir. Armutun en yüksek su kullanımı yaz ortasında 7 mm/gün ve sonbahar ortasında da 3.5 mm/gün'e düştüğü belirlenmiştir. Temmuz-Ağustos aylarında hasattan sonra, ağaçlar Ekim ayı sonuna kadar yaklaşık 20 günlük aralıklarla sulanmalıdır (Verma, 2014).

T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü (TAGEM); Türkiye'de sulanan bitkilerin su tüketimi rehberini Penman Monteith yöntemine göre güncelleyerek Bölgelere göre armut yetiştiriciliği için yıllık bitki su tüketimini (ETc) 650-750 mm arasında vermektedir (Anonim 2017).

Armut ağaçlarının dinlenme döneminde -20 °C ve -25 °C'lik kış soğuklarına kısa süreli dayanıklı olduğu belirlenmiştir. Özellikle kış soğukları riski taşıyan yörelerde dikkatli planlanmış gübreleme ve sulama programlarının uygulanması gerekmektedir. Düzenli çiçek açabilmeleri için armut ağaçlarının mutlaka kış dinlenmesine ve 7,2 °C'nin altında toplam 1000-1500 saat sıcaklığa ihtiyaçları vardır. Armut bir mutedil iklim ağacıdır. Elmaya göre soğuklara daha az dayanıklı olduğundan kuzey yarım küresinde 55 enlem derecesinden daha yukarıya çıkamaz. Yükseklik bakımından da, elmaların yetiştiği fazla yüksek yerlerde bulunmaz. (Güleryüz, 1979). Armut ağacı - 25 ila 30 o C dereceye kadar dayanırsa da uzun süren şiddetli soğuklarda, özellikle nemlice olan topraklarda, ağaçlarda sürgün uçları donar. Armut çiçekleri 2.2, ufak meyveleri 1.1 o C derecede dondan zarar görür (Özbek, 1978). Armutlar genel olarak 7 C⁰ nin altında 1000-2300 saat soğuklamaya ihtiyaç gösterirler. Bu türü bir çok çeşitlerinde en yüksek kaliteli, meyveler yazları sıcak ve kurak yerlerde olur. Armudun elmaya göre daha fazla bir ortalama sıcaklık istediği görülür. Bu yüzden Akdeniz ikliminin hakim olduğu bölgelerde, elmaya göre daha ekonomik olarak yetiştirilir (Güleryüz, 1979)

KAYNAKÇA

- Akçay, M. E., & Hantaş, C. (2012). *Armut yetiştiriciliği*. Çiftçi Eğitim Serisi Yayın No. 2012/83.
- Anonim. (2017). *Türkiye’de sulanan bitkilerin bitki su tüketimi rehberi*. TAGEM & DSI.
- Badal, E., Buesa, I., Guerra, D., Bonet, L., Ferrer, P., & Intrigliolo, D. S. (2010). Maximum diurnal trunk shrinkage is a sensitive indicator of plant water stress in *Diospyros kaki* (persimmon) trees. *Agricultural Water Management*, 98(1), 143-147.
- Bergamini, A., Angelini, S., & Bigaran, F. (1988). Effect of different rootstocks and of cropping of trees on Golden Delicious clone. *Bollettino della Società Orticola Italiana*, 545-553.
- Blosse, W., Bingezu, A., & Grittner, I. (1988). Reaction of the apple cultivars Gelber Köttlicher and Gloster to irrigation. *Gartenbau*, 35(7), 209-211.
- Çetin, Ö. (2003). *Toprak-su ilişkileri ve toprak suyu ölçüm yöntemleri*. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Eskişehir Araştırma Enstitüsü Yayın No. 258.
- Dökmen, F., Ahi, Y., & Köksal, D. D. (2019). Marmara Bölgesi’nde armut bitkisinin sulama zamanının planlanması. *BŞEÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 180-191.
- Ebel, R. C., Proesting, E. L., & Evans, R. G. (1995). Deficit irrigation to control vegetative growth in apple and monitoring fruit growth to schedule irrigation. *HortScience*, 30, 1229-1232.
- Forshey, C. G., & Elfving, D. C. (1989). The relationship between vegetative growth and pruning in apple trees. *Horticultural Reviews*, 8, 229-287.
- Güngör, Y., & Erözel, A. Z. (2004). *Sulama*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No. 1540.
- Güleryüz, M. (1972). *Erzincan’da yetiştirilen bazı önemli elma ve armut çeşitlerinin pomolojileri ile dölleme biyolojileri üzerinde araştırmalar* (Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Gür, İ. (2018). *Effects of water stress applied on some pear rootstocks for morphological and biochemical changes* (Doktora tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi.
- Kang, S., Hu, X., Goodwin, I., & Jerie, P. (2002). Soil water distribution, water use, and yield response to partial root-zone drying under a shallow groundwater table condition in a pear orchard. *Scientia Horticulturae*, 92, 277-291.

- Küçükyumuk, C. (2020). Drought response of young pear trees (*Pyrus communis*). *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(6), 7769-7781.
- Marsal, J., Rapoport, H. F., Manrique, T., & Girona, J. (2000). Pear fruit growth under regulated deficit irrigation in container-grown trees. *Scientia Horticulturae*, 85, 243-259.
- Mpelasoka, B. S., Behboudian, M. H., & Mills, T. M. (2001). Water relations, photosynthesis, growth, yield and fruit size of 'Braeburn' apple: Responses to deficit irrigation and to crop load. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 76, 150-156.
- Naor, A. (2006). Irrigation scheduling and evaluation of tree water status in deciduous orchards. In *Horticultural Reviews* (Vol. 32, pp. 111-165). <https://doi.org/10.1002/9780470767986.ch3>
- Orta, H. (2009). *Rekreasyon alanlarında sulama*. Namık Kemal Üniversitesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.
- Özbek, S. (1978). *Özel meyvecilik*. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 128.
- Verma, M. K. (2014). Pear production technology. In S. K. Singh, A. D. Munshi, K. V. Prasad, & A. K. Sureja (Eds.), *Training manual on teaching of post-graduate courses in horticulture (Fruit Science)* (1st ed.). Post Graduate School, Indian Agricultural Research Institute.
- Yetik, A. K., & Aşık, M. (2021). Toprak nem içeriğinin izlenmesi ve tayininde kullanılan yöntemler. *Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 8(1), 484-496. <https://doi.org/10.35193/bseufbd.842370>
- Yıldırım, O. (1996). *Sulama sistemleri II*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No. 1449.
- Yıldırım, O., Güngör, Y., & Erözel, Z. (2004). *Sulama*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.

BÖLÜM IX
ANADOLU’NUN GENETİK HAZİNELERİ: YEREL ARMUT
GENOTİPLERİNİN ÇEŞİTLİLİĞİ VE ISLAH
PROGRAMLARINA ENTEGRASYONU

Zir. Yük. Müh. Çağlar KAYA¹

Prof. Dr. Murat ŞEKER²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105828>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye, ckaya@stu.comu.edu.tr, _Orcid ID: 0000-0002-7054-3081

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye, mseker@comu.edu.tr, _Orcid ID: 0000-0002-6886-0547

1. GİRİŞ

Anadolu, tarih boyunca yalnızca medeniyetlerin kesişim noktası değil, aynı zamanda tarımsal genetik çeşitliliğin de merkezlerinden biri olmuştur (Binbir vd., 2024). Coğrafi konumu itibarıyla Asya, Avrupa ve Orta Doğu fitocoğrafik bölgelerinin kavşak noktasında yer alan bu yarımada, farklı iklim tiplerinin kısa mesafelerde bir arada bulunduğu eşsiz topo-klimatik mozaik yapısıyla dikkat çekmektedir (Dumlupınar vd., 2017). Ekolojik zenginlik, binlerce yıldır sürdürülen tarımsal faaliyetlerle birleşerek, özellikle meyve türleri açısından önemli bir genetik havuzun oluşmasına zemin hazırlamıştır (Öz vd., 2007).

Rosaceae familyasının *Pyrus* cinsine ait türler, bu genetik çeşitliliğin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Armut, hem kültüre alınmış çeşitleri hem de doğal populasyonlarıyla Anadolu'nun farklı ekolojik bölgelerinde yayılış gösteren, yüksek adaptasyon yeteneğine sahip bir meyve türüdür (Çubukçu ve Bostan, 2018). Türkiye, armut üretiminde dünyada ilk sıralarda yer almakta ve hem *Pyrus communis* L. gibi kültür armutları hem de *Pyrus elaeagnifolia* Pall., *Pyrus pyraster* gibi yabani formlarla geniş bir genetik spektrum teşkil etmektedir (Kırca ve Aygün, 2025).

Yerel armut genotipleri, binlerce yıllık insan-bitki etkileşiminin ve doğal seleksiyon süreçlerinin ürünüdür. Genotipler, bulundukları bölgenin iklim, toprak ve biyotik stres koşullarına yüksek adaptasyon göstermelerinin yanı sıra; aroma, meyve dokusu, olgunlaşma süresi, raf ömrü ve besin içeriği gibi özellikler bakımından da yüksek çeşitlilik sergilemektedir. Farklılıklar, yalnızca yerel pazarlarda kültürel bir değer oluşturmakla kalmamakta, aynı zamanda modern ıslah programları için değerli bir genetik kaynak temsil etmektedir (Aydınlı ve Yıldırım, 2023). Bununla birlikte, son yüzyılda yaşanan sosyo-ekonomik değişimler, ticari üretimde sınırlı sayıda standart çeşidin yaygınlaşması ve monokültür uygulamaları, yerel çeşitlerin yetiştirilme alanlarını daraltmıştır. İklim değişikliğine bağlı olarak artan sıcaklıklar, düzensiz yağış rejimleri, su kaynaklarının azalması ve yeni zararlı-hastalık tehditleri, bu genetik zenginliği daha kırılgan hâle getirmektedir (Bayraç ve Doğan, 2016). Yerel genotiplerin yerini tek tip, yüksek verimli ancak genetik çeşitlilik bakımından sınırlı materyalin alması, genetik erozyon riskini ciddi boyutlara taşımaktadır (Khoury vd., 2022). Bu bağlamda, yerel armut

genotiplerinin tanımlanması, karakterizasyonu ve korunması yalnızca bir tarımsal üretim stratejisi değil, aynı zamanda biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliği açısından da stratejik bir gerekliliktir (Postman, 2019). Tanımlama çalışmalarında morfolojik ve pomolojik karakterizasyon yöntemlerinin yanı sıra, son yıllarda moleküler belirteç teknikleri (SSR, SNP, AFLP, ISSR vb.) kullanılarak genetik çeşitlilik daha ayrıntılı şekilde ortaya konmaktadır (Liu vd., 2015). Bu tür çalışmalar, hem *in situ* (doğal yaşam alanlarında) hem de *ex situ* (gen bankaları, koleksiyon bahçeleri) koruma stratejilerinin planlanmasında bilimsel temel sağlamaktadır (Erdoğan vd., 2024).

Anadolu'daki yerel armut genotiplerinin korunması, aynı zamanda gastronomik mirasın ve geleneksel üretim kültürünün de korunması anlamına gelmektedir (Denk, 2025). Bölgesel mutfaklarda kullanılan belirli armut tipleri, yalnızca damak tadı değil, aynı zamanda kültürel kimlik unsuru olarak da değer taşımaktadır (Çoban vd., 2024). Bu nedenle, yerel armut genotipleri üzerine yapılacak bilimsel çalışmalar; botanik, genetik, ekoloji, gıda bilimi ve kültürel antropoloji gibi disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınmalıdır.

Bu bölümde, Anadolu'nun farklı ekolojik bölgelerinden toplanmış yerel armut genotiplerine ilişkin genetik çeşitliliğin mevcut durumu değerlendirilecek ve korunmaya yönelik stratejik öneriler sunulacaktır. Böylece hem ulusal hem de küresel ölçekte, armut genetik kaynaklarının sürdürülebilir yönetimine katkı sağlanması hedeflenmektedir.

2. DÜNYA GENELİNDE VE TÜRKİYE ÖZELİNDE ARMUT ÜRETİM PROFİLİ

Armut (*Pyrus spp.*), dünya genelinde hem taze tüketim hem de işlenmiş gıda sanayisinde değerlendirilen, ekonomik ve besinsel açıdan önemli bir meyve türüdür. 2023 yılı verilerine göre dünya armut üretimi yaklaşık 25,3 milyon ton olup, üretim büyük ölçüde Asya kıtasında yoğunlaşmıştır (FAO, 2023). Çin, toplam üretimin %70'ten fazlasını karşılayarak lider ülke konumunu sürdürmektedir. Çin'i sırasıyla Arjantin, İtalya, ABD, Türkiye ve Güney Afrika takip etmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri içinde İtalya, İspanya ve Hollanda önemli üreticiler arasında yer almakta; Güney Amerika'da ise Arjantin ve Şili öne çıkmaktadır (FAO, 2023; USDA, 2024).

Dünya genelinde armut üretiminde kullanılan çeşitler bölgesel olarak farklılık göstermektedir. Asya ülkelerinde *Pyrus pyrifolia* gibi Asya armutları yayginken, Avrupa ve Amerika’da *Pyrus communis* L. türüne ait kültür armutları daha fazla tercih edilmektedir. Ayrıca Çin, Japonya ve Kore’de üretim büyük ölçüde yerel adaptasyon yeteneği yüksek çeşitlerle yapılırken, Avrupa’da “Conference”, “Williams”, “Abate Fetel” gibi ticari çeşitler yoğun olarak yetiştirilmektedir (Imai vd., 2024).

Türkiye, 2023 yılında 542.312 ton olan armut üretimi, 2024 yılında 544.494 tona yükselerek %0.4 oranında artmıştır. Toplam meyve üretimi içindeki payı her iki yılda da %2.0 olarak sabit kalmıştır. (TÜİK, 2024) (Tablo 1). Ülke genelinde armut üretimi hemen her bölgede yapılabilmeyle birlikte, Marmara, Ege, İç Anadolu ve Akdeniz bölgeleri başlıca üretim merkezlerini oluşturur. Bursa ili, “Deveci” çeşidi ile Türkiye’nin en bilinen ticari armut üretim merkezlerinden biridir. İç Anadolu Bölgesi’nde “Ankara armudu” olarak bilinen yerel çeşitler önemli bir üretim payına sahiptir. Ayrıca ülke genelinde çok sayıda yerel ve bölgesel çeşit (*P. communis* L. ve *P. elaeagnifolia* Pall. formları dahil) üretimde yer almaktadır (Haberal vd., 2024).

Tablo 1. Türkiye 2023 ve 2024 yılları armut üretim değerleri*

Meyveler, içecek ve baharat bitkileri Fruits, beverages and spices crops	Üretim - Production				
	Pay (%) Share (%)		Pay (%) Share (%)		Değişim (%) Change (%)
2023	2024	2023	2024		
Toplam - Total	27 408 050	100.0	27 997 322	100.0	2.1
Üzüm - Grapes	3 400 000	12.4	3 468 000	12.4	2.0
Diğer meyveler ve sert kabuklular Other fruits and nuts	22 309 904	81.4	22 721 066	81.2	1.8
Muz, incir,avokado, kivi Bananas, figs, kiwi, avocado	1 414 533	5.2	1 406 749	5.0	-0.6
Muz - Bananas	930 240	3.4	875 000	3.1	-5.9
İncir - Figs	356 000	1.3	375 000	1.3	5.3
Kivi - Kiwi	89 831	0.3	92 249	0.3	2.7
Avokado - Avocado	38 462	0.1	64 500	0.2	67.7
Turuncgiller - Citrus	7 877 982	28.7	5 481 576	19.6	-30.4
Portakal - Oranges	2 311 335	8.4	1 610 000	5.8	-30.3
Mandalina - Mandarin	2 952 775	10.8	1 988 000	7.1	-32.7
Limon - Lemons	2 325 726	8.5	1 730 000	6.2	-25.6
Greyfurt (altıntop) - Grape fruits	284 565	1.0	150 000	0.5	-47.3
Turunc - Sour oranges	3 581	0.0	3 576	0.0	-0.1
Diğer meyveler - Other fruits	10 070 233	36.7	10 282 441	36.7	2.1
Elma - Apples	4 602 517	16.8	4 420 185	15.8	-4.0
Armut - Pears	534 513	2.0	630 500	2.3	18.0
Ayva - Quinces	192 237	0.7	203 186	0.7	5.7
Yenidünya - Loquats	15 314	0.1	15 055	0.1	-1.7
Muşmula - Medlar	5 217	0.0	5 390	0.0	3.3

*Kaynak (TÜİK, 2024).

Türkiye’nin armut ihracatı da son yıllarda artış göstermektedir. 2022 yılında yaklaşık 46 bin ton armut ihracatı yapılmış olup, başlıca ihracat

pazarlarını Rusya, Irak, Suriye ve bazı Avrupa ülkeleri oluşturmuştur (TÜİK, 2023). İhracatta “Santa Maria”, “Deveci” ve “Mustafa Bey” çeşitleri öne çıkmaktadır (Şekil 1). Buna karşılık yerel çeşitler daha çok iç piyasada değerlendirilmekte, bazı bölgelerde ise geleneksel işleme yöntemleriyle (kurutma, pekmez, reçel) tüketilmektedir (Çeliközlü ve Tekin, 2024).



Şekil 1. Türkiye’de ihracatı yapılan bazı önemli armut çeşitleri

Yerel armut genotipleri (Bal, Buğday, Çiğumbuli, Dalkıran, Eğrisap, Haçaçur, Kalınsap, Kavun, Kiraz, Kış, Limon, Sarıkalınsap, Süleyman, Yaban ve Yağ armudu vb.), Türkiye’nin hem tarımsal üretiminde hem de kültürel mirasında önemli bir konuma sahip olup, ihracatta öne çıkan ticari çeşitlerin yanında geleneksel üretim ve tüketim biçimlerinde de değerini korumaktadır (Haberal vd., 2024). Söz konusu genotipler, yalnızca ekonomik üretim zincirinin değil, aynı zamanda kültürel mirasın da önemli bir parçasıdır. Anadolu’nun farklı ekolojik bölgelerine uyum sağlamış genotipler, yüksek aroma profilleri, özgün meyve dokuları, değişken olgunlaşma dönemleri ve geleneksel işleme yöntemlerine uygunluklarıyla dikkat çekmektedir böylece modern ıslah programlarında kalite, adaptasyon ve biyotik ve abiyotik stres toleransı gibi hedefler için değerli bir genetik kaynak oluşturmaktadır.

3. ARMUT MEYVESİNİN BİLEŞİMİ

Armut (*Pyrus* spp.), dünya genelinde yaygın olarak tüketilen, hem taze hem de işlenmiş formda gıda zincirinde önemli bir yere sahip bir meyve türüdür. Bileşiminde yer alan besin öğeleri, diyet lifleri, fenolik bileşikler, uçucu aroma bileşenleri ve mineraller, armutu yalnızca lezzet açısından değil, aynı zamanda sağlık açısından da değerli kılmaktadır. Armut bileşimi; tür ve çeşit farklılıkları, yetiştirildiği ekolojik koşullar, uygulanan kültürel

işlemler, hasat zamanı, olgunluk derecesi ve depolama koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Kolniak-Ostek vd., 2020).

3.1. Besin Bileşenleri

Armut meyvesinin su içeriği genellikle %80-85 arasında olup bu oran, meyvenin düşük enerji yoğunluğuna sahip olmasını sağlamaktadır. Ortalama 100 gram taze armut yaklaşık 40-60 kcal enerji içermektedir. Açığa çıkan enerji, büyük ölçüde fruktoz, glukoz ve sakkaroz gibi basit şekerlerden sağlanmaktadır. Şeker içeriği olgunluk derecesine göre değişmekle birlikte, toplam çözünür katı madde miktarı genellikle %10-15 arasındadır (Wu vd., 2007).

Armut, özellikle diyet lifi bakımından zengin bir meyvedir. Çözünür lif fraksiyonunun önemli bir kısmını pektin oluşturmaktadır. Pektin, bağırsak sağlığını desteklemekte, kolesterol emilimini azaltabilir ve glisemik cevabı düzenlemektedir. Çözünmez lifler ise sindirim sisteminin mekanik işlevlerini desteklemektedir. Ortalama 100 g taze armut yaklaşık 2.8-3.5 g diyet lifi içermektedir (Jalota vd., 2025).

Mineral içeriği açısından armut, özellikle potasyum bakımından öne çıkmaktadır (yaklaşık 120-150 mg/100 g). Potasyum, kan basıncının düzenlenmesinde ve kas fonksiyonlarında önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca magnezyum, kalsiyum, fosfor ve az miktarda demir içerir. Vitaminler açısından en belirgin olanı C vitamindir (yaklaşık 4-6 mg/100 g), fakat çeşit ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak bu değer değişebilmektedir. B grubu vitaminlerinden riboflavin (B2), niasin (B3) ve piridoksin (B6) düşük miktarlarda bulunmaktadır (Lee ve Kader, 2000).

3.2. Biyoaktif Bileşikler

Armut, fenolik bileşikler bakımından zengin bir meyvedir. Fenolik profil, çeşit ve meyvenin dokusuna göre farklılık göstermektedir. Klorojenik asit, arbutin, kateşin, epikateşin ve çeşitli hidroksisinamik asitler en sık raporlanan bileşiklerdir (James-Martin vd., 2015).

Kabuk kısmı, fenolik bileşikler bakımından et dokusuna kıyasla genellikle 2-3 kat daha zengindir. Kırmızı kabuklu armut çeşitlerinde antosiyaninler (özellikle siyanidin-3-galaktozit) meyveye renk verirken aynı zamanda güçlü antioksidan aktivite göstermektedir (Zhang vd., 2012).

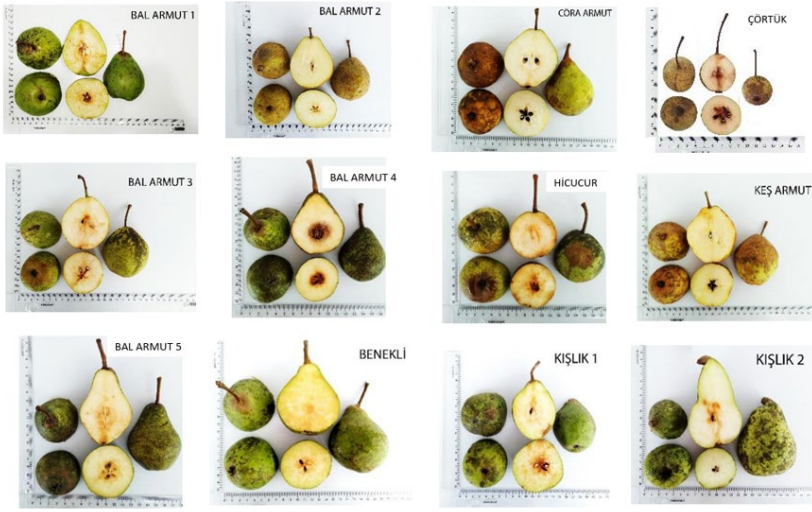
3.3. Aroma Profili

Armutun karakteristik aromasını belirleyen başlıca bileşikler; esterler, alkoller, aldehitler, ketonlar ve terpenlerdir. Olgun meyvede esterler baskın olup, meyvemsi ve tatlı aromayı oluşturmaktadır. Hekzil asetat, butil asetat ve etil hekzanoat, “armut kokusunun” temel bileşenleridir. Aroma profili; çeşit, hasat olgunluğu, depolama süresi ve sıcaklık gibi faktörlerden etkilenmektedir. Kontrollü atmosferde depolanan armutlarda ester sentezi yavaşladığından meyve aroması daha hafif hissedilmektedir (Shi vd., 2024).

3.4. Yerel Armut Genotiplerinin Bileşim Özellikleri Ve Önemi

Armut bileşimi üzerine yapılan çalışmaların büyük kısmı ticari çeşitlere odaklansa da, Anadolu’nun farklı ekolojik bölgelerinde yetişen yerel armut genotipleri; besin öğeleri, fenolik profiller ve aroma bileşenleri açısından dikkate değer varyasyonlar sergilemektedir. Genotipler, uzun yıllar boyunca doğal seleksiyon ve çiftçi seçimleriyle bulundukları mikroklimaya uyum sağlamış, bu süreçte özgün tat, aroma ve besin değerlerine sahip hale gelmişlerdir (Saka, 2023).

Yerel genotiplerde, ticari çeşitlere kıyasla daha yüksek toplam fenolik madde içeriği, belirgin aroma profili ve daha yoğun mineral kompozisyonu rapor edilmiştir. Özellikle bazı yerel çeşitlerde kabuk fenolikleri, antioksidan aktiviteyi belirgin şekilde artırmakta; bu da hem sağlık açısından hem de işleme teknolojilerinde değerli bir özellik olarak öne çıkmaktadır (Kalkışım vd., 2021). Ayrıca yerel armut genotipleri, aromada hekzil asetat ve etil hekzanoat gibi esterleri yüksek düzeyde içermesiyle, tüketici beğenisini artıran belirgin meyvemsi notalara sahiptir. Bu özellik, hem taze tüketimde hem de geleneksel işleme ürünlerinde (kurutma, reçel, pekmez) lezzet kalitesini yükseltmektedir. Bu nedenle armut bileşiminin incelenmesinde yerel genotiplerin değerlendirilmesi; sadece biyokimyasal çeşitliliğin ortaya konması değil, aynı zamanda tarımsal biyolojik çeşitliliğin korunması ve gelecek nesillere aktarılması açısından da stratejik bir önem taşımaktadır (Kendirici vd., 2022). Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı yerel armut genotiplerine ilişkin meyve görünümleri Şekil 2’de gösterilmiştir (Yılmaz, 2020).



Şekil 2. Türkiye’de yetiştiriciliği yapılan bazı yerel armut genotiplerine ilişkin görüntüler

4. YEREL ARMUT GENOTİPLERİNDE GENETİK ÇEŞİTLİLİĞİN ISLAH ÇALIŞMALARINDAKİ ROLÜ

Yerel armut (*Pyrus* spp.) genotipleri, Anadolu’nun farklı ekolojik bölgelerinde yüzyıllardır süregelen doğal seleksiyon, çiftçi seçimi ve bölgesel adaptasyon süreçleri sonucunda şekillenmiş, genetik olarak zengin ve farklı özellikler sergileyen popülasyonlardır (Spaho vd., 2021). Genetik zenginlik, yalnızca morfolojik ve pomolojik özelliklerde değil; fenolojik gelişim, biyokimyasal bileşim ve çevresel streslere karşı adaptasyon yeteneğinde de kendini göstermektedir. Yerel genotiplerin genetik çeşitliliğinin belirlenmesi, hem mevcut çeşitlerin korunması hem de ıslah programlarında kullanılacak genetik materyalin seçimi açısından stratejik öneme sahiptir (Uzun vd., 2022). Bu amaçla yapılan çalışmalar, temelde morfolojik-pomolojik karakterizasyon, fenolojik gözlemler ve moleküler belirteç analizleri gibi üç ana grupta toplanmaktadır.

Morfolojik ve pomolojik karakterizasyon, yerel armut genotiplerinin görsel, fiziksel ve duyuşal özelliklerinin sistematik olarak değerlendirilmesini kapsar. Meyve ağırlığı, boyu, eni, şekli, kabuk rengi, et rengi, meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), titrasyon asitliği, pH, çekirdek

sayısı, aroma profili ve meyve dokusu gibi parametreler, genotipler arası farklılıkları ortaya koymak için temel kriterlerdir (Bozhüyük, 2021).

Fenolojik gözlemler, yerel armut genotiplerinin gelişim döngülerinin iklim koşullarına uyumunu anlamak açısından önemlidir. Çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme dönemi, meyve tutumu, hasat olgunluğu ve yaprak dökümü gibi fenolojik evrelerin kayıt altına alınması, özellikle geç don riski bulunan bölgelerde büyük önem taşımaktadır. İç Anadolu kökenli bazı genotiplerin, Karadeniz kökenlilere kıyasla çiçeklenmeye daha geç başlaması, ilkbahar geç donlarından korunma açısından avantaj sağlamaktadır. Fenolojik farklılıklar, iklim değişikliğinin getirdiği riskler karşısında çeşitlerin adaptasyon yeteneğini değerlendirmek ve iklim senaryolarına uygun ıslah stratejileri geliştirmek için kritik veriler sağlamaktadır (Pérez-Sánchez ve Morales-Corts, 2023).

Moleküler karakterizasyon ise yerel armut genotiplerinin genetik çeşitliliğinin ve akrabalık ilişkilerinin daha hassas ve objektif bir şekilde ortaya konmasını sağlar. Son yıllarda SSR (Simple Sequence Repeat), ISSR (Inter-Simple Sequence Repeat), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) ve SNP (Single Nucleotide Polymorphism) gibi moleküler belirteç teknikleri, armut genetik kaynaklarının tanımlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Parvin vd., 2025).

Yerel armut genotiplerinin genetik çeşitliliğinin belirlenmesinde morfolojik, fenolojik ve moleküler yöntemlerin birlikte kullanılması, hem çeşitlerin doğru şekilde tanımlanması hem de genetik erozyon riskine karşı koruma stratejilerinin geliştirilmesi açısından gereklidir. Çok yönlü yaklaşım, ıslah programlarının sürdürülebilir ve geniş bir genetik tabana dayanmasını sağlayarak, gelecek nesiller için hem kaliteli hem de adaptasyon yeteneği yüksek yeni çeşitlerin geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Waite vd., 2025).

4.1. Yerel Armut Genotiperinde Genetik Çeşitliliğin Belirlenmesi

Yerel armut (*Pyrus* spp.) genotipleri, Anadolu'nun farklı ekolojik bölgelerinde yüzyıllardır süregelen doğal seleksiyon, çiftçi tercihleri ve bölgesel adaptasyon süreçleri sonucunda şekillenmiş, zengin bir genetik mirası temsil etmektedir. Genotipler, yalnızca morfolojik ve pomolojik özelliklerde değil, aynı zamanda fenolojik gelişim, biyokimyasal bileşim ve biyotik/abiyotik streslere karşı gösterdikleri tolerans düzeylerinde de geniş

varyasyon sergiler. Genetik çeşitliliğin belirlenmesi, bu zenginliğin kayıt altına alınması, korunması ve modern ıslah programlarına etkin biçimde aktarılması açısından stratejik öneme sahiptir (Önal ve Güney, 2025).

Yerel armut genotiplerinde genetik çeşitliliğin belirlenmesi noktasında morfolojik-pomolojik karakterizasyon, fenolojik gözlemler ve moleküler markır analizleri olmak üzere üç temel yaklaşım öne çıkmaktadır.

4.1.1. Morfolojik ve Pomolojik Karakterizasyon

Morfolojik karakterizasyon, yaprak, çiçek, meyve ve ağaç habitusu gibi gözle görülebilen özelliklerin sistematik olarak değerlendirilmesini kapsamaktadır. Pomolojik karakterizasyon ise doğrudan meyve kalitesine yönelik fiziksel ve kimyasal ölçümleri içermektedir. Meyve ağırlığı, boyu, eni, şekli, kabuk ve et rengi, meyve eti sertliği, suda çözünür kuru madde miktarı (SÇKM), titrasyon asitliği, pH, çekirdek sayısı, aroma profili ve meyve dokusu gibi parametreler genotipler arasındaki farklılıkların belirlenmesinde kullanılmaktadır (Doğan ve Aktaş, 2024). Türkiye'nin farklı bölgelerinde yürütülen çalışmalarda, yerel armut genotiplerinin meyve ağırlığının 40 g ile 300 g arasında, SÇKM değerlerinin ise %9 ile %17 arasında değiştiği bildirilmiştir. Böylesine geniş varyasyon, hem taze tüketim hem de işleme sanayisi açısından zengin bir kalite yelpazesine işaret etmektedir (Boghean vd., 2025).

4.1.2. Fenolojik Gözlemler

Fenolojik veriler, yerel genotiplerin ekolojik adaptasyon yeteneğini anlamak ve tarımsal üretimde iklimsel riskleri yönetmek açısından kritik önemdedir. Çiçeklenme başlangıcı, tam çiçeklenme, meyve tutumu, hasat olgunluğu ve yaprak dökümü gibi gelişim evreleri kayıt altına alınarak genotipler arasındaki farklılıklar ortaya konmaktadır. İç Anadolu kökenli bazı genotiplerin çiçeklenmeye geç başlaması, ilkbahar geç donlarından korunma avantajı sağlarken; Ege ve Akdeniz bölgelerinden toplanan bazı genotiplerin daha erken çiçeklenmesi, pazara erken ürün sunma potansiyeli taşımaktadır. Fenolojik varyasyon, iklim değişikliğinin etkilerine karşı dayanıklı ve farklı bölgelerde üretime uygun yeni çeşitlerin geliştirilmesinde önemli bir kaynak oluşturmaktadır.

4.1.3. Moleküler Markır Analizleri

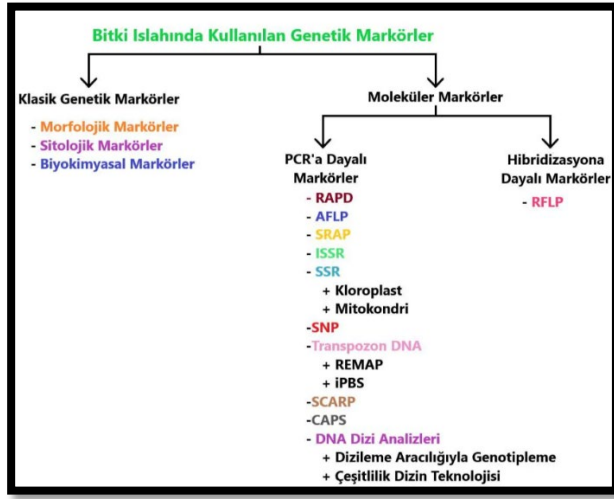
Moleküler düzeyde genetik çeşitliliğin belirlenmesi, fenotipik gözlemlerle sınırlı kalmayan daha kesin veriler sağlamaktadır. SSR (Simple Sequence Repeat), ISSR (Inter Simple Sequence Repeat), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism) ve SNP (Single Nucleotide Polymorphism) gibi DNA temelli belirteçler, genetik varyasyonu ve akrabalık ilişkilerini yüksek doğrulukla ortaya koymaktadır (Kocsisné vd., 2020) (Şekil 3). Moleküler veriler, morfolojik olarak benzer görünen bazı genotiplerin genetik açıdan oldukça farklı olduğunu, bunun da yalnızca fenotip temelli değerlendirmelerin yeterli olmayabileceğini göstermektedir.

4.1.4. Entegre Yaklaşımın Önemi

Yerel armut genotiplerinde genetik çeşitliliğin güvenilir şekilde ortaya konması için morfolojik, fenolojik ve moleküler verilerin birlikte değerlendirilmesi gereklidir. Bu çok yönlü yaklaşım, hem genetik erozyon riskinin minimize edilmesini hem de geniş bir genetik tabana sahip ıslah programlarının yürütülmesini mümkün kılmaktadır. Böylece hem kaliteli hem de iklimsel değişimlere adaptasyon yeteneği yüksek yeni armut çeşitleri geliştirilebilir.

5. YEREL ARMUT GENOTİPLERİNDE ISLAH POTANSİYELİ

Yerel armut genotipleri, yalnızca geleneksel üretim sistemlerinde ve yöresel tüketimde rol oynayan biyolojik materyaller değil, aynı zamanda modern ıslah programlarının sürdürülebilirliği için stratejik öneme sahip genetik kaynaklardır. Bu genotiplerin sahip olduğu genetik çeşitlilik, yeni çeşit geliştirme çalışmalarında kalite, adaptasyon, dayanıklılık ve niş pazar taleplerinin karşılanması açısından önemli bir potansiyel barındırmaktadır.



Şekil 3. Genetik çeşitliliğin belirlenmesi amacıyla kullanılan moleküler markır sistemleri

5.1. Kalite Özelliklerinin Islah Hedefleriyle Uyumu

Yerel armut genotipleri, yüksek aroma profili, özgün tat ve doku özellikleri ile ticari çeşitlerin pazarlama avantajını artıracak kalite özelliklerini barındırmaktadır. Bazı yerel genotipler yüksek şeker/asit dengesi ve yoğun aromatik bileşen içeriğiyle taze tüketim için ideal olurken; diğerleri düşük asit içeriği, yoğun et dokusu ve homojen meyve yapısıyla konserve veya kurutma endüstrisine uygundur (Chessa, 2010). Islah programlarında bu kalite özelliklerinin yeni ticari çeşitlere aktarılması, hem iç pazarda hem de ihracatta rekabet gücünü artırabilir.

5.2. Adaptasyon Ve İklim Değişikliğine Dayanıklılık

Yerel genotipler, bulundukları ekosistemlerde yüzyıllar boyunca doğal seleksiyon ve çiftçi tercihleri ile şekillenmiş, böylece belirli iklim ve toprak koşullarına yüksek adaptasyon yeteneği kazanmıştır. İç Anadolu kökenli geç çiçeklenen genotipler ilkbahar geç donlarına karşı tolerans gösterirken, Güneydoğu Anadolu'dan gelen bazı genotipler yüksek sıcaklık ve kuraklığa uyum sağlamıştır. Adaptif özellikler, iklim değişikliğinin meydana getirdiği sıcaklık artışı, su stresi ve fenolojik kaymalar gibi sorunlara karşı yeni çeşitlerin geliştirilmesinde kritik rol oynamaktadır (IPCC, 2023).

5.3. Biyotik Ve Abiyotik Stres Toleransı

Yerel armut genotiplerinin bazıları, ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*), karalekke (*Venturia pyrina*) veya yaprak bitleri gibi önemli hastalık ve zararlılara karşı doğal tolerans veya dayanıklılık gösterebilir. Ayrıca tuzluluk, kireçli toprak koşulları ve düşük toprak verimliliğine karşı geliştirdikleri fizyolojik adaptasyonlar da rapor edilmiştir (Bell, 2019). Islah programlarında bu genetik dayanıklılık özelliklerinin kullanılması, kimyasal girdi ihtiyacını azaltarak sürdürülebilir üretim hedeflerine katkı sağlamaktadır.

5.4. Pazar Çeşitliliği Ve Niş Ürün Potansiyeli

Geleneksel pazarlarda talep gören, özgün tat ve görünüşe sahip yerel armut genotipleri, coğrafi işaret veya marka değeri kazandırılarak yüksek katma değerli ürünlere dönüştürülebilir. Konya’da yetiştiriciliği yapılan “Akça Armut” veya Kastamonu, Tokat ve Safranbolu’da yetiştiriciliği yapılan “Göksulu” gibi yöresel tipleri, belirli pazarlarda nostaljik ve kültürel değer taşıyarak tüketici sadakati oluşturabilir. Söz konusu tipler, taze tüketimin yanı sıra reçel, marmelat, sirke ve pekmez gibi işlenmiş ürünlerde de farklı aroma ve doku katkıları sağlayarak gıda sanayisinde özel ürün gamlarının oluşturulmasına olanak tanımaktadır.

5.5. Moleküler Islah Ve Genomik Yaklaşımlar

Son yıllarda moleküler belirteçlerin ve genomik seleksiyon tekniklerinin yaygınlaşması, yerel genotiplerin ıslah programlarına entegrasyonunu hızlandırmıştır. SSR ve SNP temelli haritalama çalışmaları, arzu edilen özelliklerle ilişkili gen bölgelerinin belirlenmesini ve bu bölgelerin Markır Assisted Selection (MAS) yöntemiyle yeni çeşitlere aktarılmasını mümkün kılar (Volk vd., 2015). Böylece hastalık toleransı, meyve kalitesi veya olgunlaşma dönemi gibi karmaşık özellikler daha kısa sürede ve daha yüksek başarı oranıyla ıslah edilebilmektedir.

5.6. Sürdürülebilir Islah Stratejileri

Yerel genotiplerin ıslah potansiyelinden maksimum düzeyde yararlanabilmek için *in situ* (yerinde) ve *ex situ* (gen bankalarında) koruma stratejilerinin bir arada uygulanması gereklidir. Bunun yanı sıra, çiftçi-tabanlı katılımcı ıslah programları, yerel bilgilerin ve üretim tecrübelerinin ıslah

sürecine entegre edilmesini sağlayarak, yeni geliştirilecek çeşitlerin hem genetik hem de kültürel açıdan sürdürülebilir olmasına katkıda bulunur.

6. YEREL ARMUT GENOTİPLERİNİN KORUNMASI VE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Yerel armut genotipleri, hem biyolojik çeşitliliğin hem de kültürel mirasın önemli bileşenleri olarak, tarımsal üretim sistemlerinin uzun vadeli sürdürülebilirliğinde kritik rol oynamaktadır. Ancak modern tarımın homojen çeşitlere yönelimi, pazar taleplerinin standart kaliteye odaklanması, iklim değişikliğinin meydana getirdiği ekolojik baskılar ve tarım alanlarındaki dönüşümler, yerel genotiplerin kaybolma riskini her geçen gün artırmaktadır (Perrino ve Perrino, 2024). Bu noktada yerel genotiplerin korunması ve aynı zamanda tarımsal üretimde etkin şekilde kullanılması, hem bilimsel hem de stratejik bir önceliktir.

6.1. Koruma Stratejileri: *In Situ* Ve *Ex Situ* Yaklaşımlar

Yerel armut genotiplerinin korunmasında iki temel strateji öne çıkmaktadır:

2. ***In situ* koruma**, genotiplerin doğal yetişme alanlarında veya geleneksel tarım sistemleri içinde, çiftçi yönetiminde muhafaza edilmesini ifade etmektedir. Yöntem, genotiplerin mevcut ekolojik koşullara uyum süreçlerinin devam etmesini ve doğal seleksiyon mekanizmalarının sürdürülmesini sağlamaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde küçük ölçekli bahçelerde yetiştirilen yerel armut tipleri, *in situ* koruma için önemli örneklerdir.
3. ***Ex situ* koruma** ise genetik materyalin doğal yetişme alanı dışında, kontrollü ortamlarda saklanması içerir. Tohum bankaları, fidanlıklar, doku kültürü koleksiyonları ve *in vitro* kriyoprezervasyon teknikleri bu kapsamda değerlendirilebilir. Türkiye'de Tarımsal Araştırma Enstitüleri bünyesindeki meyve gen bankalarında birçok yerel armut genotipinin pasaport kayıtlarıyla birlikte koruma altında tutulması, *ex situ* korumaya iyi bir örnektir (Aykas vd., 2024).

6.2. Katılımcı Ve Toplum Temelli Koruma Modelleri

Koruma faaliyetlerinin yalnızca araştırma kurumları ve devlet politikalarıyla sınırlı kalmaması, yerel üreticilerin ve kırsal toplulukların aktif

katılımıyla desteklenmesi gerekir. Çiftçi-tabanlı koruma yaklaşımlarında, üreticiler hem genetik materyalin korunmasında hem de pazarlanabilir ürünlerin geliştirilmesinde kilit rol oynar. Bu modelde, yerel pazarların ve kooperatiflerin etkin kullanımı, hem ekonomik gelir sağlamakta hem de genetik çeşitliliğin korunmasına katkı sağlamaktadır.

6.3. Sürdürülebilir Kullanım: Islah ve Pazar Entegrasyonu

Yerel genotiplerin korunması, onları üretim sistemlerinden tamamen izole etmek anlamına gelmemelidir. Aksine, sürdürülebilir kullanım, koruma ve ekonomik değer katma süreçlerinin birlikte yürütülmesini öngörmektedir. Bu çerçevede:

- **Islah programları** yerel genotipleri, adaptasyon yetenekleri, aroma profilleri, doku özellikleri ve stres toleransları nedeniyle değerli birer ebeveyn materyali olarak kullanabilir.
- **Pazar entegrasyonu** ile coğrafi işaret, organik sertifikasyon ve niş pazar stratejileri geliştirilerek, yerel armut tiplerinin ticari değeri artırılabilir.
- **Agroturizm** ve gastronomi turizmi kapsamında, yerel armut çeşitleri bölgesel mutfak kültürünün bir parçası olarak tanıtılabilir.

6.4. Politika Ve Mevzuat Desteği

Yerel genotiplerin korunması ve kullanımında başarı, büyük ölçüde yasal çerçeve ve politika desteğine bağlıdır. Ulusal Biyolojik Çeşitlilik Stratejisi ve Eylem Planı gibi resmi belgelerde, yerel tarım genetik kaynaklarının korunması ve kullanımı için özel hedeflerin yer alması, bu süreci güçlendirmektedir. Diğer taraftan coğrafi işaret tescili, üretici birliklerinin kurulması ve genetik materyal paylaşım protokollerinin hazırlanması, koruma-kullanma dengesini sürdürülebilir hale getirmektedir.

6.5. İklim Değişikliği Bağlamında Önemi

İklim değişikliği, tarımsal üretimde adaptasyon ve esnekliğin önemini artırmaktadır. Yerel armut genotipleri, farklı ekolojik nişlere uyum sağlamış genetik yapıları sayesinde, gelecekteki ıslah çalışmalarında ısı stres, su kıtlığı, tuzluluk ve hastalık baskısına karşı çözüm üretme potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle koruma stratejileri iklim senaryoları ile uyumlu şekilde planlanmalıdır (FAO, 2021).

7. SONUÇ

Anadolu, farklı ekolojik bölgeleri, topo-klimatik çeşitliliği ve binlerce yıllık tarım kültürüyle yerel armut (*Pyrus spp.*) genotipleri açısından dünyanın en zengin genetik havuzlarından birini barındırmaktadır. Bu genotipler, yalnızca morfolojik ve pomolojik özelliklerde değil, fenolojik gelişim, biyokimyasal bileşim ve biyotik/abiyotik stres toleransı bakımından da geniş bir varyasyon sergilemektedir. Yüksek adaptasyon yetenekleri, özgün aroma profilleri ve kalite özellikleri ile yerel genotipler, modern ıslah programlarında kalite, adaptasyon, dayanıklılık ve pazar çeşitliliği hedeflerine ulaşmada stratejik bir kaynak niteliğindedir.

Son yıllarda artan iklim değişikliği baskısı, tarım alanlarının daralması, monokültür uygulamalar ve sosyo-ekonomik dönüşümler, bu genetik mirasın korunmasını zorunlu hale getirmiştir. Morfolojik-pomolojik karakterizasyon, fenolojik gözlemler ve moleküler belirteç analizleri gibi farklı yöntemlerin entegre şekilde kullanılması, yerel armut genotiplerinin doğru tanımlanması ve genetik erozyon riskine karşı etkin koruma stratejilerinin geliştirilmesini sağlamaktadır.

Yerel armut genotiplerinin *in situ* ve *ex situ* yöntemlerle korunmasının yanı sıra, ıslah programlarına ve pazar zincirine entegre edilmesi sürdürülebilirlik açısından kritik önemdedir. Bu bağlamda, coğrafi işaret tescilleri, niş pazar stratejileri, organik sertifikasyon ve agroturizm gibi yaklaşımlar hem ekonomik değer oluşturmakta hem de genetik çeşitliliğin korunmasına katkıda bulunmaktadır.

Gelecekteki çalışmaların, yerel genotiplerin moleküler düzeyde daha derinlemesine analizini, iklim değişikliğine adaptasyon potansiyellerinin belirlenmesini ve üretici-tabanlı katılımcı ıslah modellerinin yaygınlaştırılmasını hedeflemesi gerekmektedir. Böylece hem ulusal hem de küresel ölçekte, armut genetik kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir kullanımı için güçlü bir bilimsel ve stratejik zemin oluşturulabileceği öngörülmektedir.

KAYNAKÇA

- Aydınlı, M., & Yıldırım, F. (2023). Armut ıslahındaki güncel gelişmeler. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 33(2), 296-309.
- Aykas, L. G., Oğur, E., Adanacioğlu, N., Kırıcı, K. K., Doğan, S., Meşrefoğlu, S. S., ... & Yılmaz, E. (2024). Bitki genetik kaynaklarının ex situ muhafazasında tohum gen bankalarının önemi ve ulusal tohum gen bankası. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 34(Özel Sayı), 1-8.
- Bayraç, H. N., & Doğan, E. (2016). Türkiye’de iklim değişikliğinin tarım sektörü üzerine etkileri. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(1), 23-48.
- Bell, R. L. (2019). Genetics, genomics, and breeding for fire blight resistance in pear. In *The pear genome* (pp. 243-264). Springer.
- Binbir, S., Kahraman, A., & Baytın, T. (2024). Türkiye sebze genetik kaynakları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 34(Özel Sayı), 36-41.
- Boghean, S. O., Militaru, M., Gherghina, E., Sestras, R. E., Borsai, O., Andrean, A. F., ... & Butiuc-Keul, A. L. (2025). The effect of the ripening period on the quality attributes of pear fruit. *Horticulturae*, 11(5), 468.
- Bozhüyük, M. R. (2021). Morphological diversity of *Pyrus elaeagrifolia* Pall. ecotypes in Eastern Anatolia region. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 7(3), 368-372.
- Chessa, I. (2010). Cactus pear genetic resources conservation, evaluation and uses. *FAO Cactusnet Newsletter*, Special(12), 43-53.
- Çeliközlü, S., & Tekin, M. D. (2024). Determination of some phytochemical properties and antioxidant capacity of “Gelincik” apple (*Malus* spp.) and “Hüsnüyusufl” pear (*Pyrus* spp.). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(6), 1285-1296.
- Çoban, A., Değirmenci, F. Ö., Uluğ, A., Ateş, M. A., Yüksel, E., Eminağaoğlu, Ö., & Kaya, Z. (2024). Genetic analysis of village pear (*Pyrus communis* L.) cultivar populations in northeastern Türkiye. *Plant Genetic Resources*, 22(6), 408-416.
- Çubukçu, G. Ç., & Bostan, S. Z. (2018). Çaykara ilçesinde yetiştirilen yerel armut (*Pyrus* spp.) genotiplerinin seleksiyon yoluyla ıslahı: I-meyve özellikleri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University*, 35(Ek Sayı), 75-88.

- Denk, E. (2025). Türkiye'nin uluslararası düzeyde tescillenen gastronomik ürünleri ve ekonomik etkileri. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 398-417.
- Doğan, O., & Aktaş, H. (2024). Güneydoğu Anadolu Bölgesi orijinli yerel arpa genotiplerinin morfolojik yönden değerlendirilmesi. *ISPEC Journal of Agricultural Sciences*, 8(2), 395-408.
- Dumlupınar, Z., Tekin, A., Herek, S., Tanrıkulu, A., Dokuyucu, T., & Akkaya, A. (2017). Türkiye kökenli yulaf genotiplerinin bazı tarımsal özellikler bakımından değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(7), 763-772.
- Erdoğan, C., İseri, Ö. D., & Eyidoğan, F. (2024). Avrupa Birliği yeşil mutabakat düzenlemelerinin Türkiye'de tarım politikaları ve sektör üzerine olası etkileri. *Meyve Bilimi*, 11(2), 59-67.
- FAO. (2023). *FAOSTAT Crops and livestock products*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Haberal, E., Kalkışım, Ö., & Aydın, M. Z. (2024). Rize'nin Fındıklı ilçesinde yetişen yerel armut çeşitlerinin pomolojik ve morfolojik özellikleri. *Akademik Ziraat Dergisi*, 13(1), 65-76.
- Imai, A., Nishio, S., Takeuchi, Y., Terakami, S., & Takada, N. (2024). Image analysis of fruit deformation and its application to breeding in Japanese pear (*Pyrus pyrifolia*). *Tree Genetics & Genomes*, 20(6), 42.
- Jalota, A., Singh, M., Gill, P. P. S., & Grewal, S. K. (2025). Development studies on four Asian pear varieties using biochemical and physiological analysis. *Russian Journal of Plant Physiology*, 72(1), 25.
- James-Martin, G., Williams, G., Stonehouse, W., O'Callaghan, N., & Noakes, M. (2015). Health and nutritional properties of pears (*Pyrus*).
- Kendirci, P., Türkman, A., Erincik, B., Tabanlı, Y. A., Yatkın, Ö., & Öztürk, G. (2022). Türkiye'de yetiştirilen bazı armut çeşitlerinden elde edilen gastronomik ürünlerin duyu özelliklerinin değerlendirilmesi. *Journal of Tourism & Gastronomy Studies*, 10(3), 2455-2475.
- Khoury, C. K., Brush, S., Costich, D. E., Curry, H. A., De Haan, S., Engels, J. M., ... & Thormann, I. (2022). Crop genetic erosion: Understanding and responding to loss of crop diversity. *New Phytologist*, 233(1), 84-118.
- Kırca, L., & Aygün, A. (2025). Phenotypic diversity and biochemical properties of *Pyrus elaeagnifolia* Pall. genotypes from western Türkiye. *Horticulturae*, 11(8), 934.
- Kocsisné, G. M., Bolla, D., Anhalt-Brüderl, U. C., Forneck, A., Taller, J., & Kocsis, L. (2020). Genetic diversity and similarity of pear (*Pyrus*

- communis* L.) cultivars in Central Europe revealed by SSR markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 67(7), 1755-1763.
- Kolniak-Ostek, J., Kłopotowska, D., Rutkowski, K. P., Skorupińska, A., & Kruczyńska, D. E. (2020). Bioactive compounds and health-promoting properties of pear (*Pyrus communis* L.) fruits. *Molecules*, 25(19), 4444.
- Lee, S. K., & Kader, A. A. (2000). Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*, 20(3), 207-220.
- Liu, Q., Song, Y., Liu, L., Zhang, M., Sun, J., Zhang, S., & Wu, J. (2015). Genetic diversity and population structure of pear (*Pyrus* spp.) collections revealed by core genome-wide SSR markers. *Tree Genetics & Genomes*, 11(6), 128.
- Önal, İ. K., & Güney, M. (2025). Evaluation of genetic diversity and population structure of Central Anatolian apple (*Malus domestica*) genotypes. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-17.
- Öz, M. H., Aygün, H., Soydam, S., Çukadar, K., Bakır, M., Yılmaz, F., ... & Ergül, A. (2007). Doğu Anadolu erik ve kiraz gen kaynaklarının SSR'a dayalı moleküler analizi. In *V. Bahçe Bitkileri Kongresi*, Erzurum.
- Parvin, P., Gharaghani, A., Wu, J., & Hosseini, H. (2025). Genetic diversity and population structure of wild pear (*Pyrus* L.) using morphological and dominant molecular markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 1-22.
- Pérez-Sánchez, R., & Morales-Corts, M. R. (2023). Agromorphological and chemical characterization of pear cultivars grown in Central-West Iberian Peninsula. *Agronomy*, 13(12), 2993.
- Perrino, E. V., & Perrino, P. (2024). Conservation of plant genetic resources in Italy. In *Sustainable utilization and conservation of plant genetic diversity* (pp. 895-971). Springer.
- Postman, J. (2019). Pear germplasm needs and conservation. In *The pear genome* (pp. 35-50). Springer.
- Saka, A. (2023). Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesi'nden toplanan bazı yerel domates popülasyonlarının karakterizasyonu ve biyokimyasal içeriklerinin belirlenmesi (Doktora tezi). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Shi, Q., Li, Y., Zhang, F., Ma, Q., Sun, J., Liu, Y., ... & Tang, Y. (2024). Whale optimization algorithm-based multi-task CNN for predicting quality traits of multi-variety pears. *Postharvest Biology and Technology*, 215, 113018.

- Spaho, N., Gaši, F., Leitner, E., Blesić, M., Akagić, A., Žuljević, S. O., ... & Meland, M. (2021). Volatile compounds and flavor in spirits of old apple and pear cultivars from the Balkan region. *Foods*, 10(6), 1258.
- TÜİK. (2023). *Bitkisel üretim istatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr>
- TÜİK. (2024). *Bitkisel üretim istatistikleri*. <https://data.tuik.gov.tr>
- United States Department of Agriculture. (2024). *Fresh pears: World markets and trade*. <https://www.fas.usda.gov>
- Uzun, A., Pınar, H., Yaman, M., Yiğit, M., Çakıroğlu, Y., Karakaya, A., ... & Ercişli, S. (2022). Identification of genetic diversity in wild pear (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) genotypes collected from Türkiye using SSR markers. *Genetika*, 54(1).
- Volk, G. M., Chao, C. T., Norelli, J., Brown, S. K., Fazio, G., Peace, C., ... & Bretting, P. (2015). The vulnerability of US apple (*Malus*) genetic resources. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 62(5), 765-794.
- Waite, J. M., Gottschalk, C., Reinhold, L. A., Bassil, N. V., Volk, G. M., Postman, J. D., ... & Bell, R. L. (2025). Vulnerability of pear (*Pyrus*) genetic resources in the US. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 72(1), 815-843.
- Wu, J., Gao, H., Zhao, L., Liao, X., Chen, F., Wang, Z., & Hu, X. (2007). Chemical compositional characterization of some apple cultivars. *Food Chemistry*, 103(1), 88-93.
- Yılmaz, A. (2020). Fatsa'nın (Ordu) yerel kışlık armut çeşitleri (Yüksek lisans tezi). Ordu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

BÖLÜM X
ARMUDUN GÜBRELENMESİ
Dr. Erdinç UYSAL¹

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105842>

¹ Atatürk Bahçe Kùltürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Toprak ve Su Kaynakları Bölümü Yalova, Türkiye, erdinc.uyosal@tarimorman.gov.tr, Orcid ID: 0000-0003-3809-4156

1. GİRİŞ

Gübreleme, kültür bitkilerinin sağlıklı gelişimi yanında ürün verimi ve kalitesini artırmak amacıyla yapılan, hayati öneme sahip bir uygulamadır. Bitkiler gelişimleri sırasında topraktan devamlı olarak besin elementleri alırlar. Toprakta doğal olarak bulunan ve bitkiler tarafından kaldırılan bu maddeler zamanla azalır ve bitki gereksinimini karşılayamayacak düzeylere düşer. Toprakten kaldırılan besin elementleri, yeniden toprağa kazandırılmazsa üretimde verim azalışları yaşanır. Bununla birlikte ürün kalitesi de bozulur. Bu nedenle eksilen bitki besin elementlerinin gübreleme ile bitkiye yeniden kazandırılması, diğer bitkisel ürünlerde olduğu gibi armut yetiştiriciliğinde de büyük öneme sahiptir.

2. BİTKİ BESİN ELEMENTLERİNİN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Bitkilerin gelişimi ve metabolizması için alınması zorunlu olan elementler bitki besin elementi olarak tanımlanmaktadır. Bünyelerinde çok sayıda element bulundurmalarına karşın bunların belli bir kısmı bitki metabolizması için mutlak gereklidir. Bir elementin bitki besin elementi olarak kabul edilmesi bazı koşullara bağlıdır. Elementin yokluğunda bitki hayat döngüsünü tamamlayamıyorsa, eksikliği durumunda ortaya çıkan sorunlar farklı elementlerin verilmesiyle ortadan kalkmıyorsa ve elementin bitki gelişimi ile dolaylı değil doğrudan ilgisi bulunuyorsa bu elementlerin bitki için mutlak gerekli olduğunu ifade edebiliriz.

Bu tanıma göre doğada bulunan 17 element, bitkiler için mutlak gerekli sayılmıştır. Bununla birlikte bütün bitkiler için gerekli olmamasına karşın bazı bitkiler için varlığına gereksinim duyulan ya da bitkilerin gelişimindeki bazı metabolik olaylarda yarar sağlayabilen elementler de vardır. Bunlar ise yararlı elementler olarak isimlendirilirler. Mutlak gerekli ve yararlı elementler Şekil 1’de verilen periyodik tablo üzerinde gösterilmiştir.

Çizelge 1. Bitki besin elementlerinin alınabilir formları ve bitkilerdeki oransal miktarları

Sınıflandırma	Element	Kimyasal simgesi	Bitkilere yarayışlı şekli	Kuru ağırlığa göre bulunuş miktarı ($\mu\text{mol g}^{-1}$)	Molibdene göre oransal miktarları
Mikro elementler	Molibden	Mo	MoO_4^{-2}	0.001	1
	Nikel	Ni	Ni^{+2}	0.001	1
	Bakır	Cu	Cu^+ , Cu^{+2}	0.10	100
	Çinko	Zn	Zn^{+2}	0.30	300
	Mangan	Mn	Mn^{+2}	1.0	1000
	Demir	Fe	Fe^{+2} , Fe^{+3}	2.0	2000
	Bor	B	BO_3^{-3} , $\text{B}_4\text{O}_7^{-2}$	2.0	2000
	Klor	Cl	Cl^-	3.0	3000
Makro elementler	Kükürt	S	SO_4^{-2}	30	30000
	Fosfor	P	H_2PO_4^- , HPO_4^{-2}	60	60000
	Magnezyum	Mg	Mg^{+2}	80	80000
	Kalsiyum	Ca	Ca^{+2}	125	125000
	Potasyum	K	K^+	250	250000
	Azot	N	NO_3^- , NH_4^+	1000	1000000
Organik maddenin bileşenleri	Oksijen	O	O_2 , H_2O	30000	30000000
	Karbon	C	CO_2	35000	35000000
	Hidrojen	H	H_2O	60000	60000000

3. GÜBRELEMEDE TOPRAK VE BİTKİ ANALİZLERİNİN ÖNEMİ

Armut, dünyada yaygın olarak yetiştirilen bir meyve türüdür. Konumu ve ekolojisinin uygunluğu nedeniyle, Türkiye önemli bir armut üreticisi ülkedir. Armut da tıpkı diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi sürekli olarak topraktan bitki besin elementleri kaldırır ve kaldırılan bu bitki besinlerinin toprağa tekrar kazandırılması ekonomik bir üretim yapmak için büyük önem taşır.

Armutun topraktan kaldırmış olduğu besin maddesi miktarları Çizelge 2’de verilmiştir.

Çizelge 2. Armutun bir yıllık dönemde 25 ton ürün ile hektardan kaldırdığı makro element miktarları (International Fertilizer Industry Association-IFA, 1992)

Besin elementi	Miktar (kg ha^{-1})
Azot (N)	66.0
Fosfor (P_2O_5)	14.1
Potasyum (K_2O)	72.7
Magnezyum (MgO)	19.4
Kalsiyum (CaO)	204.0

Bitkilerin beslenme durumlarının ortaya konulması ve gübreleme önerilerinin doğru bir şekilde yapılması amacıyla en çok kullanılan yöntemler toprak ve bitki analizleridir. Bu analizlerde elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde sınır değerlerden yararlanılmaktadır. Yaprak analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılmak amacıyla farklı araştırmacılar tarafından önerilmiş referans değerler Çizelge 3’de verilmiştir.

Çizelge 3. Armut için yaprak analizlerinde kullanılabilecek sınır değerleri

Besin	Jones, Wolf, Mills, 1991	Bright, 2005	Leece, 1967
N	2.20 - 2.80	2.30 - 2.70	2.30 - 2.70
P	0.11 - 0.25	0.15 - 0.20	0.14 - 0.20
K	1.00 - 2.00	1.10 - 1.50	1.20 - 2.00
Ca	1.00 - 1.50	1.10 - 2.00	1.50 - 2.10
Mg	0.25 - 0.50	0.25 - 0.35	0.30 - 0.50
Fe	60 - 250	-	60 - 200
Mn	30 - 100	25 - 100	60 - 120
Zn	25 - 200	16 - 50	20 - 50
Cu	5 - 20	6 - 20	9 - 20
B	20 - 70	20 - 60	20 - 40

Armut ağaçlarına verilecek gübrenin miktar ve çeşidini doğru olarak belirleyebilmek, yetiştiriciliğin her aşamasında yapılacak toprak analizlerine bağlıdır. İlk olarak bahçe tesisi öncesinde toprağın armut için uygunluğunu saptamak amacıyla analiz yapılır. Sonraki yıllarda yaprak analizleriyle birlikte ağaçların beslenme programını oluşturmak için toprak analizleri yapılır. Genel olarak meyve ağaçlarında analiz sonuçlarına göre toprakta bulunması arzu edilen bazı değerler Çizelge 4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4. Meyve ağaçları için önerilen bazı toprak analizi sınır değerleri ve analiz yöntemleri (Sallato, DuPont, ve Granatstein, 2019)

Toprak testi	Birim	Eksik	Optimum	Yüksek	Yöntem
pH	-	< 5.0	6.0 - 7.5	> 8.0	1:1 /CaCl
EC	mmhos/cm	-	< 2.6	> 4	Saturasyon çamuru
EC 1:2.5 veya 1:1	mmhos/cm	-	< 0.5	> 1	1:1

Toprak testi	Birim	Eksik	Optimum	Yüksek	Yöntem
P-Olsen	ppm	< 10	15 - 40	> 50	NaHCO ₃
Potasyum (K)	meq 100 g ⁻¹	< 0.3	0.4 - 0.6	> 0.7	NH ₄ OAc
Kalsiyum (Ca)	meq 100 g ⁻¹	< 3.0	4.1 - 20		NH ₄ OAc
Magnezyum (Mg)	meq 100 g ⁻¹	< 0.5	0.5 - 2.5	> 2.5	NH ₄ OAc
Bor (B)	ppm	< 1.0	1.0 - 1.5	> 1.5	CaCl 0,01 mol l ⁻¹
Kükürt (S)	ppm	< 4	9 - 20	> 20	Ca ₃ (PO ₄) ₂
Çinko (Zn)	ppm	< 0.25	0.6 - 1.0		DTPA
Bakır(Cu)	ppm	< 0.1	0.6 - 1.0	> 20	DTPA
Mangan (Mn)	ppm		1 - 5	> 50	DTPA
Demir (Fe)	ppm	> 4.5	-	-	DTPA

Dikim öncesinde yapılan ve armut için uygun bulunan alanlarda, toprak analiz sonucunda eksikliği belirlenmişse, fosfor ve potasyumlu gübreler ile bazı durumlarda magnezyum gübrelemesi yapılır. Bu gübreleme tüm alana yapılabileceği gibi dikim öncesi fidan çukuruna da yapılabilir. Yağışlarla yüksek oranda yıkanacağı için dikim öncesi azot gübresi uygulanmaz. Yine dikim öncesi organik maddenin eksik bulunması halinde bir organik gübrenin uygulanması ya da yeşil gübreleme yapılması ile toprak organik madde içeriği artırılabilir.

Dikim için çukurlar açıldıktan sonra alt kısmına fosforlu, potasyumlu ve magnezyumlu gübre konulur. Üstüne yanmış ahır gübresi ya da kompost gibi bir organik materyal toprakla karıştırılarak atılır. Biraz daha toprak atılır ve fidan dikilir. Dikim esnasında bitki kökleri kesinlikle gübre ile temas etmemelidir. Bu şekilde gübreleme yapılmış bir bahçede çoğunlukla ertesi yıl topraktan yalnızca azotlu gübre uygulamak yeterlidir.

4. GÜBRELEME AMACIYLA TOPRAK VE YAPRAK ÖRNEKLERİ ALINMASI

Armut için toprak ve yaprak analizi yaptırmadan doğru gübreleme yapabilmek mümkün değildir. Burada önemli olan konu ise analiz için

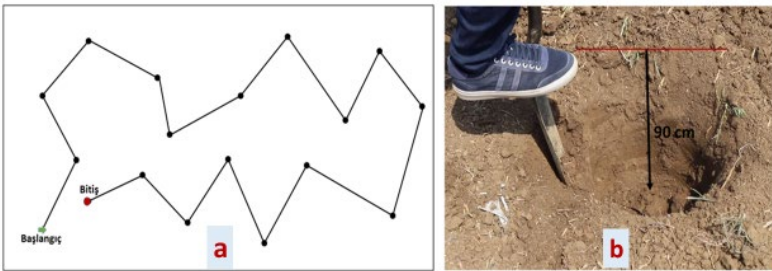
getirilecek örneklerin doğru şekilde alınmış olmasıdır. Uygun şekilde ve zamanda alınmamış örneklerde yapılacak analizler çoğu zaman bir anlam ifade etmez.

Kurulu armut bahçelerinde, toprak örneği almak için uygun zaman esneklik gösterebilir fakat genel eğilim her yıl aynı zamanda örnek almak olmalıdır. Genellikle sonbaharın sonlarına doğru örnek almak doğru bir yaklaşım olacaktır. Bununla birlikte mecbur kalınırsa kış sonuna kadar da toprak örneği alınabilir.

Analiz için bahçede gübre ve ot yığılmış yerlerden, hayvan yatmış alanlardan, ateş yakılmış alanlardan, tümsek veya çukur olan bölgelerden toprak almak doğru değildir. Eğer bahçe yeni tesis edilecekse örnekleme üç farklı toprak derinliğinden (0-30, 30-60 ve 60-90 cm) yapılmalıdır. İlerleyen yıllarda yalnızca üst toprak derinliğinden (0 - 30 cm) örnek almak yeterli olacaktır. Bu amaçla yeni bahçe kurulacak boş arazide dolaşarak tüm alanı temsil edecek en az 10 adet örnekleme noktası belirlenir ve bu noktalardan 90 cm'lik çukurlar açılır (Şekil 3).

Bu çukurların kenarından 5 cm kalınlığında ve 30 cm derinliğinde toprak dilimi alınmalı, aynı işlem 30-60 ve 60-90 cm lik derinlikler içinde yapılarak alınan örnekler her derinlik için ayrı bir yerde toplanmalıdır. Örnekler içindeki taş ve bitki artıkları atıldıktan sonra her derinlik kendi içerisinde iyice karıştırılmalı ve bunun içerisinde yaklaşık 2 kg toprak örneği içerisinde etiketiyle birlikte mümkünse bez torbalara konulmalıdır.

Örnek alınacak alan homojen bir yapıda ise en fazla 20 dekarlık kısım bir örnekleme sahasını teşkil eder. Daha büyük bahçelerden örnekleme yapılacaksa ya da alan homojenlik göstermiyorsa örnekleme işlemi her 20 dekar için veya farklılık gösteren her alan için ayrı ayrı yapılmalıdır.



Şekil 3. a) Tekdüze bir alanı örnekleme için kullanılan genel yaklaşım, her nokta bir örnekleme noktasını temsil eder b) Örnekleme noktası

Kurulu bahçelerden örnek alınacaksa örnekleme noktaları damla sulama ile gübrenin uygulandığı yerlerde ağaç gövdeleri arasından ve iki damlatıcının ortasından, normal gübreleme yapılan alanlarda ise ağaç taç izdüşümüne denk gelen yerlerden seçilmelidir (Şekil 4).



Şekil 4. Armut bahçelerinde toprak analizinde kullanılmak üzere uygun örnekleme noktası

Yaprak analizleri de doğru gübreleme önerilerinin yapılmasında rehberlik eden bir diğer unsurdur. Mümkünse her yıl, değilse birkaç yılda bir yaprak analizi yapılarak bitkilerin beslenme durumlarının belirlenmesi gerekir. Yaprak analizlerinde örnek alma zamanı büyük önem taşır. Armut için tam çiçeklenmeden 8-12 hafta sonra yani yaklaşık yaz ortasına denk gelen dönemde örnekleme yapılmalıdır. Toprak örneğinde olduğu gibi öncelikle araziyi temsil edecek olan örnekleme noktaları seçilmelidir. Bunun için olabildiğince eşit dağılmış 20-25 adet ağaç belirlenir (Şekil 5).



Şekil 5. Yaprak örneği almak amacıyla bahçede örnekleme noktalarının seçilmesi

Seçilen ağaçlara gidilerek her bir ağacın dört farklı yönünden birer adet yaprak sapıyla birlikte alınır. Yapraklar sürgün ortalarına denk gelen gelişmesini tamamlamış en genç yapraklardan seçilmelidir (Şekil 6). Böylece toplamda bahçe genelinden 100 kadar yaprak toplanmış olur. Alınan yaprak örneklerinin sıcakta bekletilmemesi önemlidir. Olabildiğince serin bir ortamda ve aynı gün içerisinde laboratuvara ulaştırılmalıdır. Yaprak örnekleme yaparken de 20 dekarı aşan bahçelerde alan bölünerek örnekleme yapılmalıdır.



Şekil 6. Armutlarda yaprak analizleri için uygun örnek alımı

5. ARMUDUN TOPRAK İSTEKLERİ

Armut birçok meyve türüne kıyasla toprak bakımından çok fazla seçici değildir. Örneğin drenaj koşullarının kötü olduğu ağır bünyeli topraklarda sert çekirdekli meyve türlerine oranla daha fazla dayanım gösterir. Bununla birlikte havalanması iyi ve organik maddenin yüksek olduğu toprakları tercih eder.

Toprakta bulunan kireçten kaynaklanan demir klorozu, birçok bitki türü için en önemli beslenme bozukluklarından birisidir. Meyve ağaçlarının büyük bölümü demir eksikliğine karşı duyarlı kabul edilir ve özellikle ayva (*Cydonia oblonga*) anaç olarak kullanıldığında, armut bu bozukluğa en hassas türlerden birisidir (Barton ve Abadía, 2007). Günümüzde üretimi yapılan armut çeşitlerinin önemli bir bölümü armut (*Pyrus communis*) anaçlarına göre daha yüksek yoğunluklu dikime fırsat veren ve daha büyük meyve boyutu elde etmek için anaç olarak ayva seleksiyonlarını benimser. Demir eksikliğinin neden olduğu bozukluklar önemli verim ve kalite sorunlarına neden olurlar.

Armut ağaçları pH değeri 6.5 civarında olan topraklarda daha iyi bir gelişim gösterirler. Toprak pH'sının yüksek ya da düşük olması durumunda bazı bitki besin elementlerinin çözünürlükleri azalacağından, eksikliklerinin görülmesi olasıdır. Böyle alanlarda özellikle yeni meyve tesis edilmeden önce toprak reaksiyonunu dengeleyecek materyallerin toprağa ilavesi gerekebilir. Bu amaçla yaygın olarak kullanılan materyaller kireç ve kükürttür. Bu tip topraklarda 6.5 hedef pH için toprak özelliklerine bağlı olarak verilmesi gereken yaklaşık kükürt ve tarım kireci miktarları Çizelge 5'de özetlenmiştir.

Çizelge 5. Toprak pH değerini 6.5'e getirmek için 0-20 cm derinlikteki toprağa verilmesi gereken kireç ve kükürt miktarları

Kireç (CaCO ₃) miktarı kg da ⁻¹				Kükürt miktarı kg da ⁻¹			
pH	Toprak bünyesi			Toprak bünyesi			pH
	Kumlu	Tınlı	Killi	Kumlu	Tınlı	Killi	
5,0	200	500	650	220	280	320	8,5
5,5	130	350	450	130	160	200	8,0
6,0	75	200	250	60	80	100	7,5

6. ARMUT İÇİN BİTKİ BESİN ELEMENTLERİNİN ÖNEMİ

6.1. Azot

Azot, dünya çapında en yaygın kullanılan gübredir ve sudan sonra bitki gelişimi için en kritik girdidir. Armut yetiştiriciliğinde en çok kullanılan gübreler azotlu gübrelerdir. Bu nedenle konu daha detaylı olarak ele alınmıştır.

Azot toprakta ve bitkide hareketli bir elementtir. Özellikle nitrat formundaki azot, yağışlarla büyük ölçüde yıkanması nedeniyle toprakta uzun süre varlığını koruyamaz. Çoğunlukla ağaçların gübrenenmesinde her yıl programa alınmasına gerek duyulan bir elementtir. Gübrelemede eksik ya da aşırı kullanım her zaman sorun oluşturur. Bu yüzden armut yetiştiriciliğinde, bitkinin gereksinim duyduğu kadar azot, uygun dönemlerde verilmelidir. Bitkinin ihtiyaç duyduğu azotu etkileyen çeşitli etkenler vardır. İklim, toprak özellikleri, ağaç yaşı, meyvenin çeşidi, kullanılan anaç gibi bu etkenler gübrelemede mutlaka dikkate alınmalıdır.

Erken ve yüksek verime ulaşmanın ekonomik zorunluluğu, ağaçların azotlu gübrelemeye verdiği olumlu tepki, genellikle gereksinim duyulan miktarın üzerinde azot verilmesine yol açar. Genel olarak, armutlar diğer meyve türlerine göre daha az azot istemelerine karşın vejetasyon başı azota olan talebin yüksek olduğu bir dönemdir.

Armutlarda uygun bir azot gübreleme programı belirlemek karmaşıktır çünkü toprak-bitki sistemindeki çeşitli azot havuzlarının eş zamanlı bulunabilirliğini dikkate almak gerekir. Ağaç kökleri, azot rezervlerine ve bitkiden gelen talebe bağlı olarak, organik maddenin mineralizasyonundan ve gübreden farklı oranlarda azot alır.

Azot, bitkinin genel gelişimini doğrudan etkileyerek verim ile kalite üzerinde belirleyici rol oynar. Azot noksanlığında küçük meyve oluşumu, erken olgunlaşma ve meyve dökümü gibi sorunlar ortaya çıktığından meyve verimi önemli derecede azalmaktadır. Öte yandan azot fazlalığı durumunda armut ağaçlarında kuvvetli sürgün gelişimine bağlı olarak çiçek gözü oluşumu azalmakta ve verim düşmektedir.

Aşırı azot armutta, meyve kabuğunda renk açılmasına, meyve lezzeti ve meyve yoğunluğunda azalmaya neden olur (Hart vd., 1997). Ayrıca yüksek azot, çözünebilir kuru madde oranını düşürdüğünden armutta meyve lezzetinin

azalmasına neden olabilir (Bright 2005). Azotun fazlalığı, psilla (*Cacopsylla pyri* L.), ateş yanıklığı (*Erwinia amylovora*) ve hasat sonrası oluşan mavi küf (*Penicillium expansum*) gibi bazı hastalık ve zararlılara karşı hassasiyeti artırabilir (Brunetto, Melo, Toselli, Quartieri ve Tagliavini, 2015a). Sonuç itibarıyla azotun eksik ya da aşırı kullanılması armut ağaçlarında istenmeyen sonuçlara neden olacaktır. Çizelge 6'da armut için bitkinin azot içeriği ile ağaçların verim performansı arasındaki ilişkiler özetlenmiştir.

Çizelge 6. Armutlarda yaprak azot içerikleri ile ağaçların performansı arasındaki ilişkiler (Weinbaum, 2007).

Yapraklarda toplam N içeriği (% KM)	Ağaçlarda azot durumu	Vejetatif görünüm	Göreceli ürün
<1,9	Eksik	Zayıf gelişim, solgun yapraklar	< % 75
2,0-2,1	Düşük	-	% 90-100
2,1-2,4	Yeterli	-	% 100
2,4-2,6	Yüksek	-	% 100
>2,6	Aşırı	Aşırı gelişim,	% 80-100

Azotun fazla kullanımının bitki üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra ekolojik sorunlar üzerine de önemli bir potansiyel etkisi vardır. Bu konuda yapılmış bir çalışmada, Kuzey Çin Ovası'nda bulunan armut üretim sistemlerindeki yüksek çevresel risk belirlenmeye çalışılmıştır (Wang vd., 2020). Çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre özellikle azot gübrelemesinin, küresel ısınma potansiyelinin %75'ini, asitleşme potansiyelinin %89'unu ve ötrofikasyon potansiyelinin %95'ini oluşturarak çevresel potansiyellere katkıda bulunan temel faktör olduğu ortaya konulmuştur. Aynı çalışmada yapılan senaryo bazlı değerlendirme ise çevresel potansiyellerin, toprak testi ve gübreleme teknolojisi senaryosunda % 44-51, bitki besleme uzmanı tarafından yapılan gübreleme önerisi senaryosunda ise % 51-56 oranında azaldığını göstermiştir.

Armut depolanan bir meyve türü olduğu için uzun süreli depolama, nakliye ve raf ömrü boyunca korunan yüksek meyve kalitesi gerektirmektedir. Kalite; sertlik, meyve rengi ve şeker içeriğinden oluşur ve bunların hepsi büyük ölçüde armut azot (N) içeriğiyle ilişkilidir. Hedeflenen azot içeriği hasat dönemindeki meyvelerde 100 g taze meyvede 50-80 mg N aralığında olması arzu edilir (Colpaert vd., 2021). Sonuç olarak, azot armutlarda sadece verim

için en belirleyici unsur olmakla kalmaz, aynı zamanda meyve kalitesini de büyük ölçüde belirler.

Azot eksikliğinde ağaçlarda sürgün gelişimi yavaşlar, yapraklar canlı yeşil renklerini kaybederek renk açılmaları görülür ve meyveler genel olarak küçük kalırlar (Şekil 7).



Şekil 7. Armutta azot eksikliği

Dünya genelinde yapılmış olan farklı çalışmalarda iklim ve toprak özelliklerine göre armut için önerilen azotlu gübre miktarları farklılıklar gösterir. Bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar gübrelemede referans olarak kullanılabilir:

Armut yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda bir yılda verilmesi gereken azotlu gübre miktarı bir hektarlık alan için 100 kg N olarak önerilmiştir. Yeni kurulmuş bahçelerde ağaçlar verim çağına erişinceye kadar her bir fidan için armutta 40 g, elmada 30 g N kullanılır. İlerleyen yıllarda bu miktar ağaç yaşı ile çarpılarak verilmesi gereken azot hesap edilir. Dikim yılında kullanılacak gübre miktarı daha az olmalıdır. Yaz döneminde fidan başına yaklaşık 20 g N verilmesi yeterli olur (Bright 2005).

Verim çağına gelmiş armut bahçelerinde ağaçların normal gelişimi için hektara 112 kg N verilmesi önerilmiştir. Aynı araştırmacıların genç ağaçlar için önermiş oldukları miktarlar ise Çizelge 7’de verilmiştir. Önerilen değerler bir hektarda bulunan ağaç sayısına bölünerek ağaç başına verilmesi gereken miktar da hesap edilebilir. Genç armutlarda bitki gelişimini artırmak amacıyla azot

uygulamalarının bahar sonu ya da yaz başında yapılması tercih edilmelidir (Hart vd., 1997).

Çizelge 7. Ağaç yaşına göre armutlarda verilmesi gereken N miktarı (Hart vd., 1997)

Ağaç yaşı	N miktarı kg ha ⁻¹
Dikimden 5 yaşa kadar	16.8-28.0
6-7	28.1-39.2
8-10	39.3-56.0

Amerika, Wisconsin’de armutlarda ilk yıl 28 g N verilmesi gerektiği, her yıl için bu miktarın ağaç yaşı ile çarpılabileceği ve bir yıl da verilen azot miktarının maksimum 227 g olabileceği belirtilmiştir (Roper, Mahr ve McManus, 2006). Aynı araştırmacılar azotlu gübrenin Mayıs ve Haziran ortalarında verilmesini ve Ağustos ayından sonra azotlu gübrelemenin kesilmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Türkiye’de Yalova koşullarında gerçekleştirilmiş bir çalışmanın sonucunda, BA 29 klon anacı üzerine aşılı Deveci çeşidi armutlarda 4 yaş için ağaç başına 30 g, 5 yaş içinse 60 g N verilmesinin uygun olacağı ifade edilmiştir (Uysal, Sağlam ve Büyükyılmaz, 2016).

Meyve ağaçlarında besin ihtiyacı dediğimizde ağacın gelişimi ve meyve üretimi için ihtiyaç duyduğu besin maddesi miktarını anlarız. Bu miktarın içerisinde, ağacın kök, gövde, yaprak, sürgün, meyve gibi tüm kısımlarına ayrılan pay dahildir. Gübrelemede ihtiyaç duyduğumuz en önemli parametrelerden birisi bitkinin besin maddesi ihtiyacıdır. Farklı meyve türlerinde ve farklı iklim ve toprak koşullarında ihtiyaç duyulan besin maddesi miktarları yapılacak çalışmalarla belirlenebilir. Bu amaçla ABD’de yapılan kapsamlı bir çalışmada, M26 klon anacı üzerine aşılı Gala çeşidi elmaların besin maddesi ihtiyaçları belirlenerek sonuçları paylaşılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar Çizelge 8’de verilmiştir.

Çizelge 8. Verime bağlı olarak Gala çeşidi elmalarda besin maddesi gereksinimi (Cheng ve Raba 2009)

Verim	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Mn	Zn	Cu	B
kg da ⁻¹							g da ⁻¹				
2356	2.48	0.42	4.51	1.78	0.55	0.20	18.63	23.15	7.64	5.83	11.74
3534	3.72	0.62	6.75	2.68	0.82	0.30	27.95	34.74	11.47	8.75	17.59
4712	4.97	0.83	9.01	3.57	1.10	0.40	37.29	46.31	15.27	11.66	23.47
5890	6.21	1.03	11.26	4.46	1.37	0.50	46.60	57.89	19.10	14.58	29.33
7068	7.45	1.25	13.52	5.35	1.65	0.61	55.92	69.46	22.91	17.49	35.21
8246	8.69	1.45	15.77	6.25	1.92	0.71	65.23	81.05	26.74	20.39	41.07

Armut ve diğer meyve türlerinde, bitkinin talep ettiği azotun %90'ından fazlası meyve ve yeni sürgünlere gider (Cheng ve Raba 2009; Silva ve Rodríguez 1995). Fosfor ve potasyum ise çoğunlukla meyveler tarafından sonrasında ise yapraklar tarafından talep edilir ve bu miktar besin ihtiyacının %75'inden fazlasını oluşturur (Silva ve Rodríguez 1995). Yaprakların ve budama artıklarının bahçede geri kazandırıldığı varsayıldığında, meyvelerin talep ettikleri besin miktarı genellikle besin ihtiyacıyla yüksek bir korelasyon gösterir. Çizelge 9 da böyle bir bahçede ağaçların gelişimine bağlı olarak elma ve armut için bildirilen besin ihtiyacı verilmiştir.

Çizelge 9. Elma ve armut için hasat edilen 1 ton meyve başına bildirilen makro besin maddesi gereksinimleri (Silva ve Rodríguez 1995)

Ürün	Azot (N)	Fosfor (P)	Potasyum (K)
	g	g	g
Armut	600-1250	275	1700
Elma	1400	185	1900

Yumuşak çekirdekli meyveler çok fazla azota ihtiyaç duymadığından (armutlar için 50-60 kg N ha⁻¹), uygulanacak olan azotun miktarı ve uygulama zamanı armut ağacının gereksinimleriyle senkronize edilmelidir (Sanchez, 2014).

Meyve ağaçlarında azotlu gübre uygulamaları yaygın olarak erken ilkbaharda başlar ve uygulamalar kimi zaman tek seferde bazen de bölünerek yaz başında sonlandırılır. Bununla birlikte azotlu gübre uygulamalarının verilme zamanları hakkında farklı düşünceler de mevcuttur. Bu kısımda azot

uygulama zamanları ile ilgili benzer ve farklı görüşlere yer verilecektir. Bu konuda temel düşünce, özellikle ilkbaharda armut ağaçlarının azot ihtiyaçlarını büyük ölçüde bitki bünyesinde depo ettikleri rezerv azottan karşıladığı yönündedir:

Çiçeklenme esnasında ağaçların gereksinim duyduğu azot, büyük oranda ağacın bir önceki yıldan kaynaklanan azot rezervinden gelir, ve çiçeklenme öncesi uygulanan azotun yalnızca küçük bir kısmı yeni oluşan dokulara yetiştir. Takip eden gelişme dönemi için rezerv oluşturulması amacıyla yaz sonlarına doğru topraktan azot uygulaması önerilir (Hart vd., 1997).

Azot için ana depo organları kökler, gövde ve bir yıllık sürgünlerdir. Yapraklar azot döngüsünde büyük rol oynar. Yaprak dökümünden önce, yapraklar bünyelerinde bulunan azotun büyük bir kısmını değişen oranlarda depolama organlarına aktarırlar (Sánchez ve Righetti, 1990). Depolanan azotun vejetasyon başında bitki gelişimine katkısı, özellikle büyük biyokütleyle sahip ağaçlarda önemlidir. Mevcut azot rezervlerinin % 40-50 kadarı yeni dönem gelişiminde kullanılır (Sanchez, Righetti, Sugar, ve Lombard, 1991). Ağacın toprak üstü organlarındaki rezerv azot miktarını artırmak ve aşırı sürgün gelişimini ve yüksek meyve azot konsantrasyonunun önüne geçmek için azotlu gübrenin hasattan 3-6 hafta önce uygulanması gerekir. Bununla birlikte meyve hasadından sonra fakat yaprak dökümünden önce azot uygulanırsa bitki kökleri birincil azot depolama organları olurken toprak üstü kısımlara taşınım sınırlı kalır. Hasattan sonra azotun topraktan uygulanması sonucunda ağacın toprak üstü kısımlarına iletim çok az olacağından, çiçeklenme döneminde azot beslenmesi, yaprak dökümünden önceki azot geri akışına veya hasat sonrası yapraktan uygulanacak üreye bağlı olacaktır (Sánchez, 2000).

BA 29 anacı üzerine aşıllı Rocha çeşidi henüz verim çağına gelmemiş armutlarda yapılan bir çalışma ile hem azot kullanım etkinliği hem de armut ağaçlarının organlarında depolanan ve gübrelerden sağlanan azotun bitkideki dağılımı belirlenmeye çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre armut ağaçlarının yüksek miktarlarda azotu Haziran ayında almaya başladığı bildirilmiştir (Neto vd., 2006).

Genç armut fidanlarında uygulanan azotun bitkinin gelişme performansı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ilkbaharda azot uygulamasından bağımsız olarak, yeni sürgün ve yaprak büyümesi artan azot rezervleriyle birlikte artmıştır. Kullanılan rezerv azot miktarı ise bir önceki yıl bitkide biriken

toplam azot miktarı arttıkça doğrusal olarak artış göstermiştir (Cheng, Dong, Guak, ve Fuchigami, 2001).

İlkbaharda bitkiye gereken azotun önemli bir bölümü önceki yıldan ağaçlarda depolanmış halde bulunan azot rezervlerinden karşılanır. Bu yüzden bitkilerin rezerv azot oluşturmalarına önem verilmesi gerekmektedir. Bazen sonraki yılın gereksinimini karşılamak adına hasattan sonra da azot uygulamaları yapılır. Bu amaçla yüksek yoğunluğa sahip üre çözeltileri (100 litre su için 5 kg Üre) yapraklara püskürtme şeklinde uygulanabilir. Bitkide oluşabilecek zararları azaltmak adına kullanılan gübrenin biüre oranının % 0.4'ten az olmasına dikkat edilmelidir (Bright 2005).

Marmara bölgesinde Deveci armudu ile yapılan bir çalışmada ağaçlara verilen azotun bir kısmının %5'lik üre çözeltisi olarak hasat sonrasında yapraklara püskürtülmesinin verim üzerine olumlu etkide bulunduğu belirtilmiştir (Uysal ve ark., 2016).

Armut da azot kayıplarını en aza indirerek gübre kullanım etkinliğini optimize etmeyi amaçlayan bir çalışmada, farklı zamanlarda verilen azotun ağaçların farklı fenolojik aşamalarında bitki organları arasında alımı test edilmiştir (Colpaert vd., 2021). Bu amaçla, 10 yaşlı Konferans çeşidi armut ağaçlarına farklı zamanlarda gübre uygulanmıştır. Gübre olarak kullanılan kalsiyum nitratın bir kısmı N₁₅ ile etiketlenerek tam çiçeklenmeden bir ay önce, yaz aylarında ve hasat sonrası olarak üç farklı dönemde uygulanmıştır. Yeni oluşan biyokütleden örnekleme yapılarak, kalsiyum nitrat gübrelemesinden elde edilen N fraksiyonundaki zamansal dinamikler belirlenmiştir. Eş zamanlı olarak, kalsiyum nitrat gübrelemesinden elde edilen NO₃ yıkanması da ölçülmüştür. Elde edilen verilere göre ilkbaharda yapılan azot uygulamasının hasat döneminde yapraklara, meyvelere ve tomurcuklara en verimli şekilde bölündüğü ve uygulanan kalsiyum nitrat gübresinden gelen azot oranının sırasıyla % 9.2, 20.4 ve 18.6 olduğu görülmüştür. Yaz aylarında yapılan kalsiyum nitrat uygulamasının ise aynı dönemde bitki tarafından çok daha az alındığı saptanmış olup oranlar sırasıyla % 0.56, 0.89 ve %1.4 olarak gerçekleşmiştir. Öte yandan bu dönemde ilkbahar gübrelemesine kıyasla önemli ölçüde daha yüksek NO₃ sızıntısı gözlemlenmiştir. Hasat sonrası uygulamada ise daha da yüksek sızıntı seviyeleri görülmüştür. İlkbahar, yaz ve hasat sonrası dönemlere eşit olarak dağıtılmış 60 kg N ha⁻¹'lik bir gübreleme

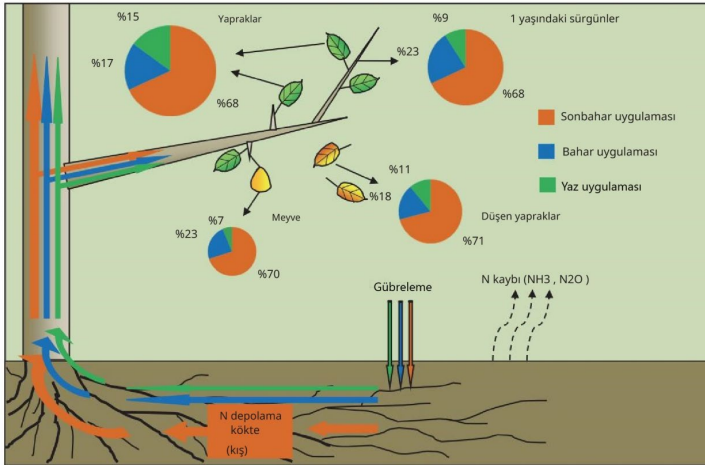
sonrasında gübreden kaynaklanan NO₃ sızıntısı sırasıyla yaklaşık % 9, % 15 ve % 30 olarak gerçekleşmiştir.

Yoğun azot gübrelemesinin meyve kalitesi üzerine olası olumsuz etkilerinin test edildiği bir çalışmada BA 29 anacı üzerine aşıllı 10 yaşlı Conference armut çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada hasattan bir ay önce dekara 20 kg N uygulanmış ve bu uygulama meyve tutumunda aynı miktarda azot verilen ve hiç azot verilmeyen kontrol uygulaması ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ilkbaharda meyve tutumu döneminde verilen gübre, kontrol ve yaz gübrelemesine göre meyve azot içeriğini artırmıştır. Öte yandan yaz aylarında verilen azot, hasat dönemindeki meyve kalitesini ve armudun depolama ömrünü olumsuz etkilememiştir. Araştırmacılar, yaz aylarında yoğun azot ilavesinin önerilmediğini, ancak yaz uygulamalarının güvenli olduğunu ve meyve kalitesini bozmadığını ifade etmişlerdir (Toselli vd., 1998).

Armutlarda sürgün ve meyve gelişimi topraktan yeni alınan azota bağlı olmasına karşın ilkbahar başındaki gelişim ise bitkideki azot rezervlerinden karşılanır (Sánchez, Righetti, Sugar ve Lombard, 1992; Tagliavini, Quartieri ve Millard, 1997). Yapılan bir çalışmada, hasattan 3-6 hafta önce başlayarak yaprak dökümüne kadar geçen sürede verilen azotun çok az bir kısmının bitkinin toprak üstü organları arasında paylaşıldığına dair bulgular elde edilmiştir (Sánchez vd., 1992). Elde edilen verilere göre yaprak ve meyvelerin sezon sonlarında N için önemli bir depo olmadığını kesin bir dille ifade edilmiştir. Araştırmacılar armutlarda azot gübrelemesinde optimum strateji olarak, meyvelerdeki azot miktarını artırırken aynı zamanda azot rezervini de yenilemek için erken ilkbahar uygulamasını, hasattan üç ila altı hafta önce geç azot gübrelemesiyle birleştirmeyi önermişlerdir. Buna göre armut yetiştiriciliğinde verilen genel gübreleme önerisi, kısa vadede yeterli azot bulunabilirliğini sağlamak için çiçeklenme öncesi inorganik azot uygulamak ve yaz aylarında ikinci bir düşük doz azot gübrelemesi yapmaktır. Şeftali ve elma ağaçlarında da bu yaklaşımı destekleyen sonuçlar elde edilmiştir (Quartieri, Tagliavini, Marangoni, ve Millard, 1997; Toselli, Zavalloni, Marangoni ve Flore, 2000).

Çin’de armut üzerinde yapılan bir çalışmada azot uygulama zamanlarının azotun toprakta ve bitkide dağılımı, depolanması ve yeniden harekete geçmesi üzerine etkileri belirlenmeye çalışılmıştır (Jiang ve Yangchun, 2020). Çalışmada kullanılan ağaçlara her biri için sonbahar,

İlkbahar ve yaz döneminde ağaç başına 83 g saf azota denk amonyum sülfat gübresi verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre sonbaharda uygulanan azotun kış boyunca toprakta kaldığı belirlenmiştir. Sonraki ilkbaharda bu verilen azot bitki tarafından alınmış özellikle yeni organlara (yapraklar, meyveler ve sürgünler) hızlı bir şekilde dağıtımı gerçekleşmiştir. İlkbaharda verilen azotun meyve gelişim döneminde hızla meyveye taşındığı rapor edilmiştir. Yaz uygulamasından gelen azot ise kış boyunca başlıca köklerde olmak üzere bitki bünyesinde depolandığı ve ardından ilkbaharda yeni bitki organlarının gelişimini desteklemek için harekete geçtiği belirtilmiştir. Sonuç olarak araştırmacılar yaptıkları çalışma sonucunda, armutlarda bitkinin azot rezervlerini artırmak amacıyla sonbaharda azot gübrelemesi yapılmasını önermişlerdir. Verilen azotun toprakta değil, armut ağaçlarında depolanan miktarını artırmak için bu uygulamanın meyve hasadından hemen sonra yapılması gerektiğini belirtmişlerdir. İlkbaharda tam çiçeklenme ve meyve tutumundan sonraki dönem arasında yapılan azot uygulaması ile meyve gelişim dönemindeki yüksek azot talebinin karşılanabileceği ifade edilmiştir. Yaz gübrelemesinin ise meyve gelişimine doğrudan bir etkisi bulunmadığı fakat bununla birlikte bitkinin azot depolarını artırmak amacıyla kullanılabileceğinin önemine dikkat çekmişlerdir. Araştırmacılar çalışmanın ilk yılında elde etmiş oldukları sonuçları Şekil 8’de şematize ederek özetlemişlerdir.



Şekil 8. Armut ağaçlarına farklı zamanlarda verilen etiketli azotun bitki tarafından alımı ve dağılımının şematik görünümü (Jiang ve Yangchun, 2020'den uyarlanmıştır).

Pratik olarak, azotlu gübre uygulamasının tek bir yolu olmadığını kabul etmek gerekir. Gübrelemede farklı stratejiler izlenebilir. Eğer amaç bitki biyokütlesini artırmaksa, ilkbaharda azot uygulamak en doğru yaklaşımdır. Bu durum bodur anaçlarla yapılan sık dikimlerde de geçerli olabilir. Ancak, sürgün gelişiminin yanında meyve verimini de dengelemek istiyorsak, tek bir hasat sonrası azot uygulaması ya da hasat sonrası uygulamalarını ilkbaharda az miktarda verilen azotla birleştirmek en uygun yöntem olacaktır. Hasat sonrası azot uygulamaları sonbahar ve kış yağışları altında yıkanma riski içereceğinden bu durum gübrelemede dikkate alınmalıdır. Gübrelemede ağacın sistemin yalnızca %50'sini oluşturduğunu unutmamalıyız. Sistemin diğer yarısı topraktır. Entegre bir yaklaşım her iki bileşeni de dikkate almalıdır. Bu, özellikle azot gübrelemesinden kaynaklanan yeraltı suyu kirliliği ve küresel ısınma ile ilgili endişelerin arttığı bir dönemde önemlidir. Gübre uygulamaları, azotun bahçe ekosistemindeki hareketini etkilemekle birlikte organik maddeden azot mineralizasyonu da önemli bir etkidir. Birçok çok yıllık bitki sisteminde, bitki tarafından en fazla azot alımı, mineralize azotun büyük bir kısmı salınmadan önce gerçekleşmiş olur. Yeraltı sularında tespit edilen azotun önemli bir kısmının, gelişme başlangıcında verilen gübre uygulamalarından değil, yılın sonlarında toprak organik maddesinden salınan mineralize azottan kaynaklandığını kabul etmek yanlış olmayacaktır (Sánchez, 2000). Çevresel etkiyi azaltmak ve sürdürülebilir ekonomik verim sağlamak için gübre stratejileri geliştirilirken tüm azot kaynakları (toprak mineralizasyonu, gübre ilaveleri ve ağaç rezervleri) dikkate alınmalıdır.

6.2. Fosfor

Topraklarda hareketsiz bir element olan fosfor, tam aksine bitkide hareketlidir. Gübrelemede temel elementlerden biri olmasına karşın armut ağaçlarının fosfora olan gereksinimi azot ve potasyum ile kıyaslandığında oldukça düşüktür.

Yeni kurulacak bahçelerde toprakta eksikse, açılan fidan çukurlarına fosfor eklenmesi gerekir. Toprak testi P (Bray) değeri 30 ppm'nin altındaysa, dikim çukuruna 100-400 g arasında P_2O_5 eklenmesi önerilir (Hart vd., 1997). Gübrenin üzeri fidan dikiminden önce 5 ila 10 cm toprakla örtüldükten sonra dikim yapılmalıdır. Aksi takdirde genç fidanlar zarar görebilirler.

Armut ağaçlarının fosfora karşı vermiş olduğu yanıt azotta olduğu gibi çok yüksek değildir. Bununla birlikte toprakta fosforun eksikliği söz konusuysa gübrelemeye ihtiyaç vardır. Amerika’da yapılan çalışmada toprakta farklı miktarlarda fosfor içeren elma ve armut bahçelerinde bitkilerin monoamonyum fosfat (MAP) gübresine tepkileri ölçülmüştür. Çalışma sonuçları elma ve armut ağaçlarının toprağa uygulanan gübreye yanıt verdiğini, meyve kalitesinde ve verimde iyileşme sağladığını ancak aşırı kullanımın meyvelerde yüksek (N+P):Ca oranları nedeniyle, elmalarda acı benek veya armutlarda mantarlaşma (cork spot) oluşumuna neden olabileceğini göstermiştir. Bu nedenle aşırı ve sürekli MAP kullanımı sakıncalı bulunmuştur (Raese, 1998).

Daha yakın tarihte Brezilya’da yapılmış başka bir çalışmada ise yine armut ağaçlarının fosfor gübrelemesine tepkileri test edilmiştir. Bu amaçla toprakta fosforun eksik olduğu bir bahçede bitkilere her yıl artan oranda fosforlu gübre (0, 40, 80, 120 ve 160 kg P₂O₅ ha⁻¹) uygulaması yapılırken gübreleme ile bitkilerin fosfor içeriklerinin artmasına rağmen verim artışı sağlanmadığı ifade edilmiştir (Brunetto, Nava, Ambrosini, Comin, ve Kaminski, 2015b).

Görüldüğü üzere fosfor aslında makro besin elementleri arasında yer almasına karşın görece daha az miktarlarda kullanımı yeterli olmaktadır. Bununla birlikte birçok bölgede armut üreticileri fosforlu gübrelemeye daha fazla yer vermektedir. Bu durum toprakta hareketi en yavaş elementlerden birisi olan fosforun birikimine neden olur. Fosforun birikimi ise bazı elementlerin topraktan alınmasını güçleştirir. Örneğin bu amaçla Bursa ilinde yapılmış bir çalışmada, armudun makro besin elementleri ile beslenme durumu saptanmaya çalışılmış ve elde edilen sonuçlara göre incelenen 76 bahçenin % 30’unda azot eksikliği, % 45’inde potasyum ve magnezyum eksikliği, % 47’sinde kalsiyum eksikliği belirlenirken bahçelerin tamamında yüksek fosfor içeriğinin tespit edildiği ifade edilmiştir (Gürel ve Başar, 2014).

Fosfor gübrelemesinde toprak uygulaması tercih edilmelidir. Damla sulama sisteminden sulama suyu ile birlikte verilebileceği gibi ağaçların etrafında açılacak 15-20 cm genişliğindeki bantlara da fosforlu gübre verilebilir. Gelişmenin erken dönemlerinde bitkilerin fosfora gereksinimleri daha fazla olduğundan, fosforun bu dönemde karşılanması oldukça önemlidir.

Toprakta hareketsiz bir element olmasından dolayı kayıp riski düşük olacağından, sonbahardan itibaren uygulanabilir ama en doğru yöntem

ilkbaharda fosforlu gübrenin ağaçlara verilmesidir. Toprak reaksiyonunun yüksek ya da düşük olması fosforun yarayışlılığını azaltacağından gübrelemede bu durum dikkate alınmalı ve uygun gübreler tercih edilmelidir.

6.3. Potasyum

Potasyum, meyvede en fazla bulunan besin maddesidir. Uzun yıllardır yapılan çalışmalarda bitki gelişim ve büyümesinde önemli rol oynadığı ortaya konulmuştur. Fotosentez ürünlerinin dağılımda üstlendiği rol, bu elementin meyvede kalitenin anahtarı olarak kabul edilmesine neden olmuştur. Meyve iriliği, sertliği, kabuk rengi, çözünebilir kuru madde ve aroma gibi özellikler yeterli potasyum varlığında olumlu etkilenir. Ayrıca enzimlerin, proteinin, nişastanın ve vitaminlerin sentezinde de rol oynayan bir elementtir.

Potasyum, topraktaki hareketliliği toprak bünyesine göre farklılık gösteren bir elementtir. Kaba bünyeli kumlu topraklarda daha hareketli olup özellikle aşırı sulama ile kök bölgesinden uzaklaşabilir. Ağır bünyeli topraklarda ise hareketliliği sınırlıdır. Bunun birlikte bitkide hareketli olan elementlerden biridir.

Armudun yüksek miktarda gereksinim duyduğu elementlerden birisi olup, toprak analizinde eksikliği belirlenmişse mutlaka beslenme programına dahil edilmelidir. Öte yandan toprakta potasyum miktarının aşırı yükselmesi halinde bitkiler kalsiyum ve magnezyum alımında sorun yaşayabilirler. Bu yüzden gereksiz ve fazla potasyum gübrelemesinden kaçınılmalıdır.

Potasyum eksikliğinde önce bitkinin yaşlı yapraklarında başlamak üzere yaprak kenarlarında renk açılmaları görülür (Şekil 9). Daha sonrasında bu açılmalar bronz bir renge dönüşür ve yapraklar içe doğru kıvrılırlar. Potasyum ağacın diğer kısımlarına oranla meyvelerde daha fazla biriktiği için eksiklik belirtileri ürünün fazla olduğu ağaçlarda daha şiddetlidir.

Düşük potasyum seviyeleri, aşırı ürün yükü ve su stresinin yanı sıra toprakta bulunan potasyumun yetersizliğinden kaynaklanabilir. Potasyum uygulamasından sonra bitki bünyesindeki potasyum seviyesi genellikle uygulamadan sonraki yıla kadar artmaz. Tek bir uygulama çoğu durumda birden fazla yıl etkili olur.



Şekil 9. Armut ağaçlarında potasyum eksikliği başlangıcında yaprak kenarlarında renk açılmaları

Potasyumlu gübreler tercihen damlama hattında kök bölgesine 15-20 cm derinlik ve 5 cm genişliğinde bir şerit halinde yerleştirilmelidir. Diğer taraftan potasyumlu gübrenin en etkin uygulama yöntemi damla sulama ile birlikte gübrenin verilmesi şeklinde olacaktır. Özellikle kumlu topraklarda bu yöntem büyük önem kazanır. Genelde verilecek potasyumlu gübrenin çeşidi çok kritik olmasa da Potasyum Klorür (KCl) kullanıldığında tuz hasarı oluşabilir.

Yeni kurulacak armut bahçelerinde eğer toprakta potasyum eksikliği tespit edilmişse dikim öncesi (gerekirse magnezyumlu gübreler ile birlikte) yüzeye serpme şeklinde verilen potasyum toprakla karıştırılırsa yararlı olacaktır. Ayrıca açılan fidan çukurlarına da potasyumlu gübre konulabilir. Eğer fidan çukuruna gübreleme yapılacaksa fosforlu gübrede olduğu gibi gübrenin üstü toprakla kapatıldıktan sonra dikim yapılmalıdır.

Armut ağaçlarının potasyum gübrelemesine verdiği tepkiler toprak tipi ya da armut çeşidine göre farklılık gösterebilmektedirler. Bu amaçla yapılmış bir çalışmada daha az potasyum uygulaması yapılmasına karşın, Anjou çeşidi armutların Barlett çeşidine göre bünyesinde daha fazla potasyum içerdiği belirlenmiştir (Hart vd., 1997).

Benzer şekilde Tunus'da yapılan bir çalışmada iki farklı armut çeşidi (Meski Ahrech ve Alexandrine), potasyum eksikliği uygulamalarına tabi tutularak çeşitlerin potasyum alım verimliliği belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre potasyum eksikliği yaprak potasyum

konsantrasyonunu sınırlamış, bu durum ise bitkilerin gaz alışverişini sınırlayarak ağaçlarda göreceli su içeriğinde ve SPAD ölçümlerinde bir azalmaya neden olmuştur. Çalışılan çeşitler karşılaştırıldığında, çeşitlerden birinin daha fazla etkilendiği görülmüştür. Uygulamadan sonra, potasyum kullanım verimliliğini artırmak için büyük bir potansiyele sahip olan "Meski Ahrech"teki %1,1 potasyum içeriği ile karşılaştırıldığında, "Alexandrine" çeşidinde sadece % 0,75 potasyum bulunmuştur. Bu bulgular, potasyum alımı ve kullanım verimliliğinde çeşitler arasında önemli farklar olabileceği şeklinde yorumlanmıştır (Dbara, Melaouhi, Mars, ve Ben Mimoun, 2019).

Toprak testi ve yaprak analiz değerlerine göre önerilebilecek potasyum miktarları Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 10. Armut için potasyum gübreleme önerileri toprak testi ve Ağustos ayı yaprak analiz sonuçlarına göre (Hart vd., 1997)

Ekstrakte edilebilir K (ppm)	Yaprak potasyum içeriği (%)	Uygulanacak K ₂ O miktarı (kg da ⁻¹)
0-75	<0.70	30-40
75-150	0.70-0.90	20-30
>150	>0.90	0

Potasyum gübrelemesinin verim ve armut kalitesi üzerindeki etkisini değerlendirme amacıyla Brezilya'da yapılan bir çalışmada armut ağaçlarına dört yıl süresince hektara 40, 80, 120 ve 160 kg K₂O uygulanmış ve hiç potasyum uygulaması yapılmayan kontrol parselleriyle karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda potasyum gübrelemesi ile topraktaki değişebilir potasyum içeriğinin arttığı ancak bu artışın yaprak ve meyvedeki potasyum içeriğiyle her zaman uyumlu bulunmadığı ifade edilmiştir. Armut için bulunan en ekonomik doz 45.4 kg K₂O ha⁻¹ olmuştur. Potasyumun yüksek dozlarında meyveler en düşük etilen üretimi ve solunum hızı değerlerini göstermiş ve bu durum depolama süresinin ve raf ömrünün artmasıyla sonuçlanmıştır (Sete vd., 2020).

Armut ağaçlarında potasyumlu gübreleme esas olarak toprak uygulaması şeklinde yapılırsa da kimi zaman yapraktan uygulama da tercih edilebilir. Özellikle şiddetli eksiklik söz konusu ise ya da topraktan potasyum alımını sınırlandıran koşullar varsa yaprak gübrelemesi tamamlayıcı olarak yapılabilir. Yaprak uygulamasının etkili olabilmesi için tekrarlayan uygulamalara gerek duyulur çünkü yaprakların potasyum alımı sınırlıdır ve toksite etkisinden

kaçınmak için yüksek dozlarda uygulama yapma şansı yoktur. Uygulamanın sabah erken ya da akşam geç saatlerde, rüzgarsız bir havada yapılması etkinliği artıracaktır.

Slovenya’da Williams çeşidi armutlarda fosfor ve potasyum ile yaprak gübrelemesinin armudun meyve kalitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı bir çalışmada ilkbaharda başlayarak ağaçlara beş kez bu elementleri içeren bir yaprak gübresi uygulanmıştır. Yaprak gübrelemesi sonucunda armutlarda, glikoz, sorbitol, çözünebilir kuru madde, malik asit, sitrik asit ve potasyum içeriğinin arttığı ifade edilmiştir (Hudina ve Stampar, 2001).

6.4. Kalsiyum

Kalsiyum armudun topraktan en fazla kaldırdığı bitki besin elementidir (Çizelge 2). Meyve kalitesini artıran en önemli besinler arasında yer alır. Hücre duvarının yapısında yer alan temel minerallerdir.

Yumuşak çekirdekli meyve türlerinde sıkça görülen acı benek (bitter pit) ya da mantarlaşma (cork spot) kalsiyum ile yakından ilgilidir. Acı benek, elma ile birlikte armutlarda hasada yakın zamanda veya hasat sonrasında meydana gelen ve meyve üzerinde kahverengi siyah lekeler şeklinde oluşan bozukluktur (Şekil 10). Yüzeysel olan bu lekeler zamanla koyulaşır ve içe göçük hale gelerek meyveye delinmiş bir görünüm kazandırabilir. Fizyolojik bir bozukluk olan bu durum, meyvedeki kalsiyumun dengesiz dağılımı veya yetersizliği sonucu ortaya çıkar. Armut ağaçlarında elmaya oranla meyveye daha fazla kalsiyum taşındığından, armutlarda elmada olduğu kadar sık rastlanmasa da bazı çeşitler daha hassastır ve oluştuğunda önemli ekonomik kayıplara neden olmaktadır.

Acı benek, üzerinde uzan zamandır araştırmalar yapılan bir konu olmasına rağmen nedeni hala tam olarak anlaşılamamıştır. Dolayısıyla temel nedeni kalsiyum eksikliği olsa da kalsiyumun yanı sıra, bazı bitki besin elementleri arasındaki dengesizlik, çeşit, anaç, vejetatif ve generatif gelişim, hasat sonrası uygulamalar ve depolama yöntemi gibi farklı etkenler meyvelerde acı benek oluşumuna katkıda bulunabilmektedir (Jemrić vd., 2016).



Şekil 10. Armut ağaçlarında acı benek

Bu, sorunun sadece topraktaki kalsiyum eksikliği olmadığını, aynı zamanda bitki içindeki kalsiyumun alımı ve dağılımı ile ilgili olduğunu göstermektedir. Bu karmaşık yapı, sadece toprağa kalsiyum eklemenin genellikle yeterli olmayacağı sonucunu ortaya koymaktadır. Acı beneğin ve kalsiyum beslenmesiyle bağlantılı diğer fizyolojik bozuklukların görülmesi, çoğunlukla topraktan bitkiye ulaşan kalsiyum miktarı ile değil farklı bitki organları arasında kalsiyum dağılımındaki dengesizlikten kaynaklanmaktadır. Başka bir ifade ile armut yetiştirilen birçok alanda toprakta bulunan kalsiyum miktarları bitkinin ihtiyacının üzerindedir.

Kalsiyum bitkide çoğunlukla transprasyon yoluyla taşınır; bu nedenle bitkide meyveler gibi daha az transprasyon oranına sahip organlar, yapraklar ve sürgünler gibi daha yüksek transprasyon oranlarına sahip organlara oranla daha az kalsiyum alır ve biriktirirler (Retamales, Valdes, Dilley, León, ve Lepe, 1998). Kalsiyumun meyveye taşınımı, olgunluğa doğru azalır. Acı beneğe yatkın olan çeşitler, ksilem bağlantısını daha erken kaybeder, bu da meyveye daha az kalsiyum ulaşmasına neden olur. Floem dokularında kalsiyum içeriği çok düşük olduğundan besin gereksinimini floem aracılığıyla sağlayan meyvelerde daha fazla kalsiyum eksikliği görülür.

Temelde kalsiyum eksikliğine bağlı olarak oluşan acı benek, diğer bazı besin elementlerinin dengesizliklerinden de önemli ölçüde etkilenebilir.

Yüksek N:Ca oranı, bitkide sürgün gelişimini teşvik edeceğinden kalsiyumun meyveden uzaklaşmasına neden olabilir. Yine magnezyum ve potasyumun yüksekliği rekabet halinde olduklarından kalsiyum eksikliğini tetikleyebilir.

Yapraklara püskürtme şeklinde kalsiyum verilmesi yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Uygulamada kullanılan farklı bileşiklerin meyveye gelecek şekilde verilmesi, meyvelerin kalsiyum içeriğini artırarak acı benegin giderilmesinde etkili bir yöntem olarak bilinir. Ancak yaprak uygulamasının etkinliği, püskürtme sayısına, uygulanan kalsiyum bileşiğinin türüne (nitrat, klorür vb.) ve bitkinin büyüme aşamasına bağlıdır (Wojcik ve Borowik, 2013).

Kalsiyum klorür (CaCl_2) ve kalsiyum nitrat [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$], armutlarda bitkiye püskürtme şeklinde en sık kullanılan materyallerdir. Bu materyallerin uygulandıklarında meyve kalsiyum içeriklerini artırmaları, daha çok tercih edilmelerinin sebebidir. Bununla birlikte dikkatli kullanılmazlarsa bitkide bazı hasarlanmalara neden olabilirler. Uygulamada aşırı dozlardan kaçınılmalı ve hava koşullarının uygun olmasına dikkat edilmelidir. Yüksek sıcaklıklarda ve nemli havalarda uygulama yapılması önerilmez. Uygulanan çözeltinin meyve yüzeyini kaplaması önemlidir, çünkü kalsiyum sadece meyve ile doğrudan temas ettiğinde yarar sağlar.

Acı benek için kalsiyum uygulaması üzerine yapılmış çok sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalar daha çok elma üzerine yoğunlaşmıştır. Maalesef acı benek oluşumunu azaltmak için kalsiyum uygulamaları önerilse de yapılan uygulamalardan elde edilen etkinlik her zaman tutarlı değildir. Burada yapılan bazı çalışma sonuçları ve önerilerine yer verilmiştir:

Meyvelerde kalsiyum oranı bitkinin diğer organlarına göre genelde daha düşüktür. Meyvedeki kalsiyum içeriğini artırmak için gelişme mevsimi boyunca kalsiyum tuzlarının püskürtme şeklinde uygulanması (Lötze, Joubert ve Theron, 2008) veya hasattan sonra meyvelerin bu tuzların çözeltisine daldırılması önerilmektedir (Conway, Sams ve Hickey, 2001).

Elmalarda yapılan bir çalışmada fizyolojik olarak olgunlaşmış meyveler, 15 dakika boyunca % 0, 2, 4, 6 ve 8'lik CaCl_2 çözeltilerine daldırılmış ve sonrasında 3 ay boyunca depolanmıştır. Araştırmacılar çalışma sonucunda daldırma yönteminin acı benek oluşumunu azalttığını bildirmişler ve elde ettikleri sonuca göre 'Red Delicious' elma çeşidi için %2 uygulamasının, 'Golden Delicious' çeşidi içinse %4 CaCl_2 uygulamasının daha etkili olduğunu ifade etmişlerdir (Khan, Rather, Qazi ve Bhat, 2009).

Meyvelerde acı benek oluşumunu azaltmak üzere farklı uygulama zamanlarının araştırıldığı bir denemede kalsiyum nitrat erken, orta ve geç mevsimde (sırasıyla tam çiçeklenmeden 6, 40 ve 80 gün sonrası) bitkilere uygulanmıştır. Meyve Ca içeriği ile acı benek oluşumu arasındaki ilişkiyi belirlemek üzere tasarlanan çalışmada kalsiyum nitratin geç dönem uygulaması meyvedeki Ca içeriğini diğer uygulamalara göre daha fazla artırmıştır (Lötze vd., 2008).

Dört farklı kalsiyum klorür dozunun (100 g, 300 g, 500 g, ve 700 g/ 100 lt su) Amasya elma çeşidinde acı benek üzerine etkilerini belirlemek amacıyla bir çalışma yapılmıştır (Yanar ve Gerçekcioğlu, 2009). Çalışmada kalsiyum uygulamasının acı benek oranında azalmaya yol açtığı bildirilmiştir. Çalışmayı yürüten araştırmacılar 500 ve 700 g/100 lt su dozlarında bozukluğun önemli ölçüde azaldığını bildirmişlerdir. Fakat bu dozların yapraklar üzerinde fitotoksik etki yaparak hasarlanmaya neden olduğu da ifade edilmiştir.

Kalsiyum, meyvenin yumuşaması üzerine etkili bir elementtir. Meyve sertliği üzerine etki gösteren bir diğer element ise hücre duvarının yapısında yer alan bordur. Ağaçlara tam çiçeklenmeden sonra başlayarak bor uygulaması yapmak depolama sonrası meyve sertliğini artırarak acı beneğe karşı hassasiyeti azaltır (Wójcik, Mika ve Cieśliński, 1997). Bu nedenle, bu iki elementin (Ca ve B), acı benek kontrolünde birlikte kullanımı da önerilen bir yöntemdir. İran'da yapılan bir çalışmada bor ve kalsiyumun çözelti şeklinde püskürtülerek uygulanmasının armutta hasat sonrası depolama özellikleri üzerindeki etkileri saptanmaya çalışılmıştır. Bu amaçla büyüme mevsimi boyunca ağaçlara farklı miktarlarda borik asit (%0 ve %0.5) ve kalsiyum klorür (%0, %0.5 ve %0.7) uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bor ve kalsiyum uygulamalarının meyve sertliği ve çözünebilir kuru madde içeriğini artırdığı ve bunun meyve kalitesi ve depolama ömrü açısından önemli olduğu ifade edilmiş ve bor ve kalsiyumun uygulanması önerilmiştir (Khalaj, Ahmadi ve Sourı, 2016).

Öz sulanması (watercore) sorunu da, tıpkı acı benek gibi elma ve armutlarda görülen ve ciddi ekonomik kayıplara neden olan önemli bir fizyolojik bozukluktur (Şekil 11). Daha çok elmalarda görülen bir durum olmasına rağmen bazı hassas armut çeşitlerinde de önemli sorunlara neden olmaktadır. Türkiye'de önemli bir üretim hacmine sahip olan Deveci armudu bu çeşitlerin başında yer alır. Çok uzun zaman önce tanımlanmış bir sorun

olmasına karşın günümüzde hala fizyolojik mekanizması tamamen anlaşılabilmiş değildir.



Şekil 11. Deveci armudunda öz sulanması

Nedeni tam olarak anlaşılamamış olsa da, öz sulanması problemi için de kalsiyum gübrelemesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Bu amaçla Bursa bölgesinde Deveci çeşidi ile kurulmuş armut bahçelerinde yapılan bir çalışmada öz sulanması görülen meyvelerin mineral madde içerikleri incelenmiş ve ilginç sonuçlar elde edilmiştir (Uysal ve Akçay, 2020). Elde edilen sonuçlara göre fosfor, potasyum, demir, çinko ve bakır değerleri arasında sorunlu ve sağlam meyveler açısından herhangi bir farklılık bulunmazken sorunsuz meyve örneklerinde belirlenen kalsiyum, magnezyum, mangan ve bor değerleri, öz sulanması sorunu olan meyvelere oranla daha yüksek tespit edilmiştir. Bu elementler içerisinde özellikle kalsiyum açısından oluşan fark çok daha yüksek bulunmuş ve öz sulanması görülen meyvelere oranla, yaklaşık 3.5 kat daha yüksek kalsiyum değerleri tespit edilmiştir.

6.5. Magnezyum

Potasyum ve kalsiyum elementlerinde olduğu gibi magnezyum da toprağın bünyesi ve katyon değişim kapasitesine bağlı olarak topraktaki hareketliliği değişen bir mineraldir. Türkiye topraklarının önemli bölümünde yeterli miktarda magnezyum bulunur ve gübrelemeye gerek duyulmaz. Bunun

yanı sıra özellikle kumlu topraklarda, bol yağış alan bölgelerde ve toprakta aşırı potasyum ya da kalsiyumun varlığında, armut ağaçları magnezyum eksikliği gösterebilirler. Yapılacak toprak analizi ile eksikliğin belirlenmesi halinde dekara 15 kg kadar topraktan magnezyum sülfat ya da magnezyum nitrat uygulaması yapılabilir. Özellikle toprağın alınabilir potasyum bakımından zengin olduğu asitli topraklarda bitki bünyesinde bulunan magnezyum içeriği daha düşüktür (Brunetto vd., 2015a). Eğer toprakta aşırı potasyum varlığı gibi magnezyum alımını sınırlandıran bir durum varsa, magnezyumun yaprak uygulamaları da etkili bir çözüm sunar.

Magnezyum klorofil molekülünün merkezinde bulunan temel elementtir. Bu yüzden eksikliğinde bitkilerde klorofil oluşumu olumsuz etkilenir. Magnezyum eksikliğinde armutta görülen en tipik belirti yaşlı yaprakların damar aralarında oluşan sararmalardır. Bu oluşum tüm yaprak alanını kaplamayıp yaklaşık 1/3'lük kısmında yaprak damarları boyunca uzanır. Yaprak damarlarının etrafındaki önemli bir kısım yeşil rengini korur. İlerleyen dönemlerde bu nekrotik alanlarda delinmeler görülebilir (Şekil 12).



Şekil 12. Armut yaprağında magnezyum eksikliği

Bazı armut çeşitlerinin magnezyuma hassasiyeti daha yüksek olabilir. Asit reaksiyona sahip topraklarda kireç kullanılması gerekiyorsa ve aynı zamanda magnezyum eksikliği de söz konusu ise kireçleme materyali olarak dolomitik kireç taşı $[CaMg(CO_3)_2]$ uygulanabilir. Kireç değerine göre ayarlandığında, dolomit toprak asitliğinin düzeltilmesinde öğütülmüş kireçtaşına eşdeğerdir. Dolomitin kirece benzer şekilde uygulanması gerekir (Hart vd., 1997).

Armut uzun süre depolanan bir meyve türüdür ve depolamada meyve kalitesinin korunması önem taşır. Meyvelerin dengeli mineral içerikleri ürün kalitesini etkileyebilir. Bu amaçla Tayvan'da Potasyum/Magnezyum oranı üzerinden, Asya armutlarının soğukta depolanması esnasında oluşabilecek iç kararması bozukluğunun tahmin edilmesine yönelik bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya göre denenen farklı parametrelerden sadece K/Mg oranı kararma bozukluğunun şiddetini etkili ve tutarlı bir şekilde öngörmüştür. Araştırmacılar armutlarda ciddi iç kararması bozukluğunu önlemek için meyvede K/Mg oranının 10'dan düşük olmasını önermişlerdir (Seo vd., 2015).

6.6. Demir

Meyve ağaçları temel makro elementler ile karşılaştırıldığında çok daha az gereksinim duyduğu mikro elementlerin eksikliğinden de ciddi şekilde etkilenirler. Bu elementler çoğu zaman toprakta yeterince bulunmalarına karşın çeşitli nedenlerle bitkiler tarafından alınamayan formlarda bulunurlar.

Demir eksikliği, en çok görülen mikro element sorunlarından birisidir. Meyve ağaçlarının demir eksikliğine karşı olan duyarlılıkları farklılık gösterir ve armut en duyarlı meyve türleri arasında yer alır. Özellikle klonal ayva anaçları kullanıldığında ve alkali, kireçli topraklarda çok yaygın olarak rastlanır. Bununla birlikte çeşitler arasında da demire hassasiyet açısından ayrımlar bulunur. Örneğin Abate Fetel ve Bartlett çeşitleri çok duyarlıyken, Conference çeşidi oldukça dayanıklıdır (Tagliavini ve Rombola, 2001).

Bitkilerde birçok fizyolojik olayda görev alan demirin en önemli işlevlerinden birisi klorofil sentezinde gerekli bir element olmasıdır ve esas olarak kloroplastlarda birikir. Eksikliğinde sararma oluşmasının temel nedeni klorofil oluşumunun yavaşlamasıdır.

Demir eksikliğinin bitkilerdeki en tipik belirtisi yapraklarda oluşan sararmalardır. Öncelikle genç yapraklarda oluşan sararmalar yeşil damarlar arasında kendini gösterir. Bununla birlikte armutların gösterdiği demir klorozu biraz daha farklıdır ve sararma damarlar dahil tüm yaprak ayasında görülür (Şekil 13). Ayrıca, kloroz genellikle armut dallarını farklı derecelerde etkiler, bazı dallar kloroz gösterirken diğerleri yeşil kalabilir (Abadía, 1992).



Şekil 13. Armutta demir eksikliği

Yaprak analizleri bitkilerin beslenme durumlarının ortaya konulmasında iyi bir kılavuz olmasına karşın bitkilerde sıklıkla yapılan toplam demir analizi, her zaman iyi bir gösterge olmayabilir. Demir için aktif demir analizleri tercih edilmelidir.

Armut bahçelerinde demir klorozunun gelişmesinin bazı nedenleri vardır: Toprak pH'sının yüksek olması, aşırı kireç varlığı, yetersiz drenaj koşullarında bitki kök bölgesinde aşırı su tutulumu, yetersiz toprak havalanması ve toprağın sıkışması, toprak organik maddesinin yetersizliği, anaç kalem uyumsuzluğu, önceki yıldan aşırı meyve verimi, mekanizasyon esnasında bitki köklerinde oluşan zararlanmalar gibi etkenler demir alımını sınırlandırabilir.

Demir eksikliğinin önüne geçebilmek adına bazı önlemler alınabilir. Ağır bünyeli ve fazla kireç içeren topraklarda bahçe kurmak risklidir. Taban

suyunun yüksek olduğu alanlarda drenaj kanalları açılmalıdır. Bahçelerde anaç olarak demir eksikliğine dayanıklı çeşitlerin seçilmesi güvenilir bir çözüm olmasına karşın armutlarda bu anaçlar genellikle meyvenin aşırı büyümesine neden olmaları ve daha az verim vermeleri nedeniyle yetiştiricilik açısından çok cazip değildir. Armut için kullanılabilecek bazı anaçların demir klorozuna karşı duyarlılıkları Çizelge 11’de özetlenmiştir.

Çizelge 11. Armut için farklı anaç tür ve genotiplerinin demir klorozuna duyarlılığı (Tagliavini ve Rombola, 2001’den uyarlanmıştır)

Anaç türleri	Genotip	Duyarlılık derecesi
<i>Pyrus communis</i> (Armut)	Fox 11 (A 28), Fox 16 (B 21), OH×F 51, OH×F 69, OH×F 87, OH×F 333,	Dayanıkl
	Barlett (kendi kökü üzerinde) Abate Fetel (kendi kökü üzerinde)	Orta derecede dayanıklı Hafif duyarlı
<u>Diğer <i>Pyrus</i> türleri</u>		
<i>P. amygdaliformis</i> , <i>P. caucasica</i> , <i>P. cordata</i> , <i>P. elaeagnifolia</i> , <i>P. gharbiana</i> , <i>P. longipes</i> , <i>P. syriaca</i>		Oldukça dayanıklı
<i>P. regeli</i> , <i>P. salicifolia</i>		Dayanıkl
<i>P. betulaefolia</i> , <i>P. nivalis</i>		Orta derecede dayanıklı
<i>P. calleriana</i> , <i>P. dimorphophylla</i> , <i>P. fauriei</i> , <i>P. pashia</i> , <i>P. pyrifolia</i> , <i>P. ussuriensis</i>		Hafif duyarlı
<i>P. serotina</i>		Duyarlı
	Ct.S. 212	Hafif duyarlı
<i>Cydonia oblonga</i> (Ayva)	BA 29	Duyarlı
	Adams, EMA, EMC, Sydo	Oldukça duyarlı

Demir eksikliği, sürgün gelişimini etkileyerek meyve veriminin hem mevcut yılda hem de ertesi üretim yılında azalmasına neden olur. Armutta orta ve şiddetli kloroza neden olan demir eksikliğinin meyve verimi üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, kloroz orta düzeyde olsa bile büyük bir verim azalması olduğu ifade edilmiştir (Fernandez, Orera, Abadía, J., ve Abadía, A., 2009). Demir eksikliğine bağlı verim kayıpları, klorozun derecesine ve süresine de bağlıdır ve genellikle çiçeklenme ve meyve tutumu dönemi kritiktir. Bu durum özellikle armut ve kivi gibi meyve tutumu kolay olmayan türler için geçerlidir (Tagliavini ve Rombola, 2001).

Demir klorozunun tedavi etmek amacıyla günümüzde sentetik şelatlı demir ürünlerin kullanımı öncelikle tercih edilmektedir. Ancak bu ürünlerin yüksek maliyetli oluşları kullanımını sınırlandırmaktadır. Farklı demir şelat bileşikleri mevcut olup yaygın olarak kullanılanlar, düşük stabilite sabitine sahip olan ve genellikle yaprak uygulamaları için benimsenen *etilendiamintetraasetik asit (EDTA)* ve *dietiltriampentaasetik asit (DTPA)* ile daha yüksek stabilite sabitlerine sahip olan ve toprak uygulamalarında tercih edilen *etilendiamin-di o-hidroksi-fenilasetik asit (EDDHA)*, *etilendiamin-di o-hidroksi-p-metilfenilasetik asit (EDDHMA)* ve *etilendiamin-di o-hidroksi-p-sülfoksifenilasetik asittir (EDDHSA)* (Tagliavini ve Rombola, 2001). Demir şelatlar, aşırı sulama uygulamalarıyla ya da yağışlarla beraber kök bölgesinden yıkanmaları nedeniyle genellikle sonraki yıl klorozunu engellemede başarısız olurlar ve her yıl uygulanmaları gerekir.

Sentetik demir şelatlar, toprağa ya da yaprağa uygulanabilirler. Öncelikli yaklaşım toprak uygulamaları olmalıdır. Toprak uygulamaları, ilkbaharda toprak sıcaklığının düşük olduğu erken bir dönemde verilirse veya su basması nedeniyle kök alımı engellendiğinde, etkisiz olurlar. Yaprak uygulamaları, duruma göre toprak uygulamalarına alternatif olarak uygulanabileceği gibi tamamlayıcı olarak birlikte de uygulanabilir. Demir, floemde oldukça hareketsiz bir element olduğundan, aktif sürgün gelişim döneminde bitkinin demir ihtiyacını karşılamak adına tekrarlanan yaprak spreyleri yapılmalıdır (Tagliavini ve Rombola, 2001). Demir şelatları klorozu tedavi etmekten çok önlemede etkili bileşiklerdir.

Farklı demir kaynakları yapraklara püskürtüldüğünde uygulanan demirin kutikula ya da stomalar aracılığıyla yapraktan alınması beklenen sonuçtur (Fernández vd., 2009). Demir bileşikleri arasında, yapraktan uygulanan Fe-

DTPA'nın etkinliği bilinmektedir. Bununla birlikte farklı bitki türleri üzerinde yapılan çalışmalarda, yapraktan demir sülfat tuzlarının uygulanmasıyla da etkili sonuçlar alındığı görülmüştür. Armut bahçelerinde, yaprak uygulamalarında Fe (III)-şelatların kullanılmasının, daha düşük maliyetli inorganik demir tuzlarına göre önemli bir avantaj sağlamadığı sonucuna varılmıştır (Álvarez-Fernández vd., 2004).

Bu konuda yeni bir yaklaşım ise hasat sonrası yapılan uygulamalardır. Bu bağlamda, armut ağaçlarında yapılan bir çalışmada hasat sonrası yapraktan uygulanan Fe(II)-sülfatın alımı, depolanması ve bitkide yeniden hareketi üzerindeki etkinliğini değerlendirilmiştir. Bu amaçla BA29 üzerine aşılı Abate Fetel armut çeşidinde, demir klorozu sorunu yaşayan ağaçlara sonbahar başında Fe(II)-sülfat heptahidrat çözeltisi püskürtülmüş, sonuçlar uygulama yapılmayan kontrol bitkileriyle karşılaştırılmıştır. Uygulama yapılan ağaçlarda demir alımı gerçekleşmiş ve değerler yüksek bulunmuştur ancak yapraklarda fitotoksite gözlenmiş ve erken yaprak dökümü yaşanmıştır. Uygulamanın yapıldığı ağaçlarda daha yüksek meyve tutumu olmuş ve verim yaklaşık % 13 oranında artış göstermiştir. Çalışmayı yapan araştırmacılar, armut ağaçlarında hasat sonrası yapraktan uygulanan Fe(II)-sülfatın, ertesi yıl demir beslenmesini iyileştirmede etkili olduğunu vurgulamışlardır. Elde ettikleri sonucu, geçici bir yeniden yeşillenme sağlamak yerine, yaprak dökülmesinden önce püskürtülen yüksek demir oranlarının, çok yıllık bitki organlarındaki demir havuzlarının artmasına katkıda bulunabileceği yaklaşımına dayandırmışlardır (Sorrenti ve Toselli, 2020).

Şelatlardan demir alım etkinliğinin artırılması uygulama şekli ve zamanı ile yakından ilgilidir. Genellikle tek seferlik uygulamalar demir klorozunun önlenmesinde kesin çözüm olmayabilir. En etkili yöntem damla sulama sisteminden az miktarda ve tekrarlayan uygulamalar şeklinde olmalıdır. Bir diğer konu, bu materyallerin uygulama zamanıdır. Bu amaçla yapılan bir çalışmada iki ayrı uygulama zamanının etkinliği karşılaştırılmıştır. İki yıl süresince ve iki ayrı bahçede gerçekleşen çalışmada, sonbahar başında ve kış sonunda şelatlı demir uygulamaları yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre ilkbaharda oluşan sürgünlerin demir ve klorofil içerikleri, sonbaharda yapılan uygulamada daha yüksek bulunmuştur. Araştırmacılar bu durumun sürgünlerde ya da köklerde depolanan demirle ilgili olabileceği tahmininde bulunmuşlardır (Tagliavini ve Rombola, 2001).

Demir eksikliğinde uygulanan bileşiklerden birisi de demir sülfat tuzudur. Aslında şelatlı gübrelerin piyasaya çıkmasından önce kullanılan başlıca materyal olan demir sülfat, günümüzde hala daha uygun olan maliyeti dolayısıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Bununla birlikte özellikle kireçli ve alkalın karakterli topraklarda tek başına kullanılması halinde oksidasyona uğrayarak çözünmez bileşikler oluşturduğundan etkinliği çok düşüktür.

Toprağa uygulanan demir sülfatın etkinliğini artırmak amacıyla bileşik içerisinde bulunan demiri kompleksleştirebilen bazı organik materyallerle birlikte kullanmak yarar sağlayabilir. Bu amaçla ülkemizde yapılan bir çalışmada kiraz bitkisinde demir klorozuna karşı farklı demir bileşiklerinin etkinliği karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda en etkili bileşik sentetik şelat (FeEDDHA) olarak bulunurken, hümik asitle birlikte verilen demir sülfatın da yaprakların demir ve klorofil içeriğini artırdığı belirtilmiştir. Çalışmada hümik asit ve demir sülfat bileşiklerinin ayrı ayrı kullanılması ise klorozu gidermede etkili olmamıştır. Araştırmacılar hümik asit + demir sülfat uygulamasının FeEDDHA'ya alternatif bir kaynak olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir (Kalinbacak ve Köksal, 2004).

6.7. Çinko

Çinko eksikliği, armutlarda görülen önemli beslenme sorunlarından birisidir. Özellikle kurak bölgelerde, üretimi sınırlayan en önemli mikro elementlerden birisi haline gelir. Yaz ortasında alınarak analiz edilmiş yaprak örneklerinde yaklaşık 16-20 mg kg⁻¹'lık Zn eşiği sınırlayıcı olarak kabul edilir (Çizelge 3). Bununla birlikte bildirilen bu eşik değerlerinin yüksek olduğunu veya yaz ortasında alınan yaprak örneklerinin ağacın çinko ile beslenme durumunu yeterince yansıtmadığı düşüncesini savunan görüşlerde bulunmaktadır. Bu görüşe göre çinko bitkiye özellikle ilkbahar başlarında gereklidir; ardından mevsim boyunca yapraklardaki çinko miktarı giderek azalır. Armutlar gereksinim duydukları talebin yaklaşık yarısına ilk birkaç ayda ihtiyaç duyar. Çinkodaki bu sürekli düşüş, muhtemelen elementin yapraklardan, meyvelere ve depolama organlarına doğru aktarılması nedeniyle gerçekleşmektedir (Sanchez, 2014).

Çinko eksikliğinde de yapraklarda sararmalar görülebileceğinden bu durum diğer element eksiklikleri ile karıştırılabilir. Bununla birlikte çinko eksikliğine ait en tipik belirti ağaç tepelerinde, yeni sürgünlerin uçlarında

görece büyük yapraklardan oluşan rozet benzeri yapı ile birlikte, altlarında daha küçük ve dar yapraklar bulunmasıdır (Şekil 14).



Şekil 14. Armutta çinko eksikliği

Demir için olduğu gibi alkalın karakterli ve kireç içeriği yüksek topraklarda, çinkonun yarayışlılığı büyük ölçüde düşmektedir. Ayrıca toprakta aşırı gübrelemeye bağlı olarak oluşan fosfor birikimi, çinko alımını sınırlandırarak eksikliği artırabilir. Bu gibi durumlarda çinko eksikliğiyle mücadele etmek için toprak uygulamaları yerine yaprak spreyleri tercih edilebilir. Öte yandan daha etkili olmasına karşın yapraklardan geçen çinko bitkide kolayca taşınmadığından, tekrarlanan spreylere uygulamalarına gerek duyulur (Swietlik, 2001).

Yapraktan ya da topraktan çinko gübrelemesinde, çinko tuzları veya şelatlı çinko gübreleri kullanılabilir. Şelatlı gübreler genellikle inorganik çinko tuzlarına göre daha etkili olmalarına karşın maliyetleri daha yüksektir.

Armutlar için çinkonun yaprak uygulamaları üç farklı dönemde yapılabilir. Bunlardan birincisi bitkinin dormant döneminde yapılan uygulamadır. Bu uygulamayı dormant dönemin olabildiğince geç bir evresinde

ama tomurcuklanmaya geçmeden önce yapmak gerekir (Hart vd., 1997). Bu dönemde verilecek çinkonun oranı daha yüksek tutulabilir. Bir diğer uygulama ilkbaharda, gelişme dönemi içerisinde yapılan uygulamadır. Bu uygulama çiçeklenme öncesi yapılır. Eğer eksiklik şiddetliyse 15-20 gün sonrasında tekrarlanır. Son uygulama ise hasat sonrasında yapılan uygulamadır.

Uygulamalarda çinko sülfat kullanılacaksa % 0.2-0.4 oranında hazırlanabilir. Hazırlanan çözeltiye ayrıca % 0.4'lük üre karışımı ilave edilirse alım desteklenmiş olur. Burada dikkat edilmesi gereken konu çinko sülfat, tomurcuklara ve meyvelere zarar verebileceği için, ilkbahar dönemi uygulamasında şelathlı çinko bileşiklerinin kullanılması daha uygun olacaktır. Dormant dönem ve hasat sonrası uygulamalarda ise çinko sülfat tercih edilebilir. Toprak uygulamasının gerektiği durumlarda eksikliğe göre dekara yaklaşık 1-2 kg arasında çinko sülfat uygulaması yapılabilir.

6.8. Mangan

Mangan eksikliği de büyük ölçüde kireçli ve alkalın karakterli topraklarda görülür. Bu tip topraklarda genellikle demir ve çinko eksiklikleri de görüldüğünden bunların belirtileriyle mangan eksiklik belirtileri maskelenebilir.

Yaprak analizleri mangan ile ilgili beslenme sorunlarının ortaya konulmasında iyi bir göstergedir. Mangan eksikliğinde armut ağaçlarında sararmalar görülür. Sararmalar damarlar etrafında oluşur ve balık kılıcığını andıran bir görünüm ortaya çıkar (Şekil 15).



Şekil 15. Armut yapraklarında mangan eksikliği

Mangan eksikliğine karşı piyasada bulunan gübreler genellikle mangan sülfat veya EDTA ile şelatlanmış mangan içerirken, bazıları da her iki formu birlikte içermektedir.

Mangan gübrelemesinde yaprak spreyleri daha fazla tercih edilir. İlkbaharda döneminde 2 ya da 3 uygulama yapılması gübrenin etkinliğini artıracaktır.

6.9. Bor

Bor bitkilerin gelişimi için mutlak gerekli bir mikro elementtir. Dünya genelinde eksikliği en yaygın olan bitki besin maddelerinden birisidir. Özellikle organik maddesi düşük, hafif bünyeli topraklarda eksikliği daha fazla görülür. Toprakta hareketli bir element olmasına karşın, bitki içerisinde hareketliliği sınırlıdır.

Borun bitkideki temel görevi, hücre duvarının yapısı ve işlevi için gerekli bir element olmasıdır. Bitkilerde optimum gelişimi sağlamak üzere, toprakta bulunması gereken bor miktarı ile aşırı bor miktarı arasındaki aralık çok dardır. Bu yüzden gereğinden fazla verilecek bor, kolaylıkla fitotoksiteye neden olabilir.

Bu durumdan kaçınmak için toprak uygulamalarında dikkatli olmak gerekir. Borun aşırı miktarından kaçınmak, uygulanan gübrenin geniş bir alana yayılmasını sağlamak alınacak önlemlerdendir. Gübrenin suda ertilerek verilmesi homojen dağılımını kolaylaştıracaktır. Toprakta eksikliği

belirlenmemiş alanlarda bor uygulamasından kesinlikle kaçınılmalıdır. Bir diğer önlem ise boru toprak yerine yapraktan uygulamaktır.

Bitki organları arasındaki bor dağılımı ile borun yakın aralıklarda eksiklik ve toksite belirtileri göstermesi, bitki türlerinin çoğunda borun kısıtlı hareketliliğe sahip olduğunu gösterir. Bununla birlikte, floemde bulunur ve burada gelişmekte olan depo organlarının isteklerini karşılamaya yetecek miktarlarda yeniden taşınır. Yapraklarda önemli miktarda poliol üreten bitki türlerinde bor, B-poliol komplekslerinin oluşumu sonucunda kolayca taşınır. Bu nedenle birçok bitki türünde kısıtlı hareketliliğe sahip olmasına karşın, bazı türlerde serbestçe hareket edebiliyor oluşu açısından, bitki besin maddeleri arasında benzersizdir. Armudun da içerisinde yer aldığı *Prunus*, *Malus* ve *Pyrus* türlerinde hareketli bir element olması nedeniyle, bu türlerde yapılan yaprak bor uygulamaları tomurcuk ve çiçek bor içeriklerini artırarak meyve tutumu ve veriminin artmasını sağlar (Brown ve Shelp, 1997).

Polonya’da hasat sonrası bor ve üre spreylelerinin elmada verim ve meyve kalitesi üzerine etkilerinin belirlendiği bir çalışma yapılmıştır. Bu amaçla yaprak dökümünden 3-4 hafta önce 1.2 kg ha⁻¹ bor spreyi (%8 B içeren borik asit materyali), 18.4 kg ha⁻¹ üre spreyi, her ikisini kombine olarak birlikte içeren spreyleler uygulanarak, sonuçlar uygulama yapılmayan kontrol parselleriyle karşılaştırılmıştır. Kontrol haricindeki tüm uygulamalar yapraklara zarar vermiş olmakla beraber, üre uygulaması ve kombine uygulamada yaprak dökümü meydana gelmiştir. Elde edilen bulgulara göre borun tek başına ve üre ile birlikte uygulandığı her iki uygulama da çiçeklenmeyi, meyve tutumunu ve verimi olumlu etkilemiştir. Yalnız başına uygulanan borun etkisi daha iyi olmuştur. Uygulamaların meyve kalitesi üzerinde olumlu ya da olumsuz bir etkisi görülmemiştir. Çalışma çıktılarında bor eksikliği koşullarında, hasat sonrası bor spreylelerinin, gelecek sezon ürünü üzerine etkili olduğu ve üre eklenmeden uygulanması önerilmiştir (Wojcik, 2006).

Yine Polonya’da armut ile yapılmış bir başka çalışmada, toprakta borun eksik olduğu koşullarda ağaçların bor ile topraktan ve yapraktan yapılan uygulamalara verdiği yanıtlar incelenmiştir. Bu amaçla spreyle olarak tam çiçeklenme öncesinde, çiçeklenmeden sonra, hasat sonrasında (ilkbahar dozları 0.2 kg ha⁻¹, sonbahar dozu 0.8 kg ha⁻¹ olarak) uygulamalar yapılırken toprak uygulaması 2 kg ha⁻¹ olarak tomurcuk patlaması döneminde yapılmıştır. Çalışma sonucunda, çiçeklenme öncesi ve hasat sonrası uygulanan bor

spreylerinin armutlarda verimi artırmada ve meyve depolanabilirliğini iyileştirmede etkili olduğu sonucu ortaya konulmuştur. Uygulamalar, çiçek bor durumunun iyileşmesine ve daha iyi meyve tutumuna yol açmıştır (Wojcik, P. ve Wojcik, M., 2003).

Sonuç itibariyle bor armut içerisinde hareketli olan bir elementtir ve bu nedenle yapraktan uygulamaya kolay tepki verir. Bu durum gübrelemede avantaj sağlar. Yapılan çalışmalar bor eksikliğinin olduğu topraklarda yapraktan yapılan bor gübrelemesinin, meyve tutumunu ve verimi artırdığını göstermiştir. Bor spreyleri uygulamak için ideal dönem ilkbaharda çiçeklenme öncesi ve hasat sonrasında yaprakların dökülmesinden önceki dönemdir.

KAYNAKÇA

- Abadía, J. (1992). Leaf responses to iron nutrition: A review. *Journal of Plant Nutrition*, 15, 1699-1713.
- Álvarez-Fernández, A., García-Laviña, P., Fidalgo, C., Abadía, J., & Abadía, A. (2004). Foliar fertilization to control iron chlorosis in pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant and Soil*, 263(1), 5-15.
- Barton, L. L., & Abadía, J. (Eds.). (2007). *Iron nutrition in plants and rhizospheric microorganisms*. Springer.
- Bright, J. (2005). *Apple and pear nutrition*. NSW Department of Primary Industries. Primefact, 85, 1-12.
- Brown, P. H., & Shelp, B. J. (1997). Boron mobility in plants. *Plant and Soil*, 193(1), 85-101.
- Brunetto, G., Melo, G. W. B. de, Toselli, M., Quartieri, M., & Tagliavini, M. (2015a). The role of mineral nutrition on yields and fruit quality in grapevine, pear and apple. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37, 1089-1104.
- Brunetto, G., Nava, G., Ambrosini, V. G., Comin, J. J., & Kaminski, J. (2015b). The pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37, 507-516.
- Cheng, L., Dong, S., Guak, S., & Fuchigami, L. H. (2001). Effects of nitrogen fertigation on reserve nitrogen and carbohydrate status and regrowth performance of pear nursery plants. *Acta Horticulturae*, 564, 51-62.
- Cheng, L., & Raba, R. (2009). Nutrient requirements of Gala/M.26 apple trees for high yield and quality. *New York Fruit Quarterly*, 17(4), 5-10.
- Colpaert, B., Steppe, K., Gomand, A., Vanhoutte, B., Remy, S., & Boeckx, P. (2021). Experimental approach to assess fertilizer nitrogen use, distribution, and loss in pear fruit trees. *Plant Physiology and Biochemistry*, 165, 207-216.
- Conway, W. S., Sams, C. E., & Hickey, K. D. (2001, September). Pre- and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants* (Vol. 594, pp. 413-419).
- Dbara, S., Melaouhi, A., Mars, M., & Ben Mimoun, M. (2019). Potassium uptake efficiency of two pear cultivars and leaf concentration at deficiency symptoms appearance. *Journal of Plant Nutrition*, 42(14), 1660-1667.

- Fernández, V., Orera, I., Abadía, J., & Abadía, A. (2009). Foliar iron fertilisation of fruit trees: Present knowledge and future perspectives - A review. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(1), 1-6.
- Gürel, S., & Başar, H. (2014). Bursa yöresinde yetiştirilen armut ağaçlarının azot, fosfor, potasyum, kalsiyum ve magnezyum ile beslenme durumlarının incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 28(1), 1-12.
- Hart, J., Righetti, T., Stevens, B., Stebbins, B., Lombard, P., Burkhart, D., & Buskirk, P. V. (1997). *Fertilizer guide: Pears*. Oregon State University. <http://extension.oregonstate.edu/catalog/pdf/fg/fg59-e.pdf>
- Hudina, M., & Stampar, F. (2001, September). Effect of phosphorus and potassium foliar fertilization on fruit quality of pears. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants* (Vol. 594, pp. 487-493).
- International Fertilizer Industry Association. (1992). *World fertilizer use manual* (pp. 352-353).
- Jemrić, T., Fruk, I., Fruk, M., Radman, S., Sinković, L., & Fruk, G. (2016). Bitter pit in apples: Pre- and postharvest factors - A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 14(4), 1-15.
- Jiang, H. B., & Xu, Y. (2020). Strategies for timing nitrogen fertilization of pear trees based on the distribution, storage, and remobilization of ^{15}N from seasonal application of $(^{15}\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. *Journal of Integrative Agriculture*, 19(5), 1340-1353.
- Jones, J. B., Wolf, B., & Mills, H. A. (1991). *Plant analysis handbook*. Micro-Macro Publishing.
- Kalınbacak, K., & Köksal, E. (2004). Kiraz çeşitlerine humik asitle uygulanan demirin kloroza etkileri. In 3. *Ulusal Gübre Kongresi* (pp. 329-336).
- Khalaj, K., Ahmadi, N., & Souri, M. K. (2016). Improvement of postharvest quality of Asian pear fruits by foliar application of boron and calcium. *Horticulturae*, 3(1), 15.
- Khan, F. A., Rather, A. H., Qazi, N. A., & Bhat, M. Y. (2009). Influence of post-harvest calcium chloride application on bitter pit and quality attributes of apple cv. 'Red Delicious' and 'Golden Delicious'. *Applied Biological Research*, 11(1), 40-44.
- Leece, D. R. (1976). Diagnosis of nutritional disorders of fruit trees by leaf and soil analyses and biochemical indices.
- Lötze, E., Joubert, J., & Theron, K. I. (2008). Evaluating pre-harvest foliar calcium applications to increase fruit calcium and reduce bitter pit in 'Golden Delicious' apples. *Scientia Horticulturae*, 116(3), 299-304.

- Neto, C., Carranca, C., De Varennes, A., Oliveira, C., Clemente, J., & Sobreiro, J. (2006). Nitrogen use efficiency of drip-irrigated 'Rocha' pear trees. *Acta Horticulturae*, 721, 337.
- Quartieri, M., Tagliavini, M., Marangoni, B., & Millard, P. (1997, June). Storage and remobilisation of nitrogen in nectarine trees as affected by the timing of N uptake. In *IV International Peach Symposium* (Vol. 465, pp. 319-326).
- Raese, J. T. (1998). Response of apple and pear trees to phosphate fertilization: A compendium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 29(11-14), 1799-1821.
- Retamales, J. B., Valdes, C., Dilley, D. R., León, L., & Lepe, V. P. (1998, August). Bitter pit prediction in apples through Mg infiltration. In *XXV International Horticultural Congress, Part 2: Mineral Nutrition and Grape and Wine Quality* (Vol. 512, pp. 169-180).
- Roper, T. R., Mahr, D. L., & McManus, P. S. (2006). *Growing pears in Wisconsin*. Cooperative Extension of The University of Wisconsin. <http://learningstore.uwex.edu/assets/pdfs/A2072.PDF>
- Sallato, B., DuPont, S. T., & Granatstein, D. (2019). Tree fruit soil fertility and plant nutrition in cropping orchards in Central Washington.
- Sanchez, E. E., & Righetti, T. L. (1990). Tree nitrogen status and leaf canopy position influence postharvest nitrogen accumulation and efflux from pear leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 115(6), 934-937.
- Sanchez, E. E., Righetti, T. L., Sugar, D., & Lombard, P. B. (1991). Recycling of nitrogen in field-grown 'Cornice' pears. *Journal of Horticultural Science*, 66(4), 479-486.
- Sanchez, E. E., Righetti, T. L., Sugar, D., & Lombard, P. B. (1992). Effects of timing of nitrogen application on nitrogen partitioning between vegetative, reproductive, and structural components of mature 'Comice' pears. *Journal of Horticultural Science*, 67(1), 51-58.
- Sánchez, E. E. (2000, September). Nitrogen nutrition in pear orchards. In *VIII International Symposium on Pear, Acta Horticulturae*, 596, 653-657.
- Sánchez, E. E. (2014, July). Nutrition and water management in intensive pear growing. In *XII International Pear Symposium* (Vol. 1094, pp. 307-316).
- Seo, H. J., Chen, P. A., Lin, S. Y., Choi, J. H., Kim, W. S., Haung, T. B., ... & Chen, I. Z. (2015). The potassium-to-magnesium ratio enables prediction of internal browning disorder during cold storage of Asian pears. *Horticultural Science and Technology*, 33(4), 535-541.
- Sete, P. B., Ciotta, M. N., Nava, G., Stefanello, L. D. O., Brackmann, A., Berghetti, M. R. P., ... & Brunetto, G. (2020). Potassium fertilization

- effects on quality, economics, and yield in a pear orchard. *Agronomy Journal*, 112(4), 3065-3075.
- Silva, E. H., & Rodríguez, S. J. (1995). *Fertilización de plantaciones frutales*. Pontificia Universidad Católica.
- Sorrenti, G., & Toselli, M. (2020). Post-harvest foliar-applied Fe(II)-sulfate promotes Fe nutrition of pear trees grown in calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, 43(20), 3020-3034.
- Swietlik, D. (2001, September). Zinc nutrition of fruit trees by foliar sprays. In *International Symposium on Foliar Nutrition of Perennial Fruit Plants* (Vol. 594, pp. 123-129).
- Tagliavini, M., Quartieri, M., & Millard, P. (1997). Remobilised nitrogen and root uptake of nitrate for spring leaf growth, flowers and developing fruits of pear (*Pyrus communis* L.) trees. *Plant and Soil*, 195(1), 137-142.
- Tagliavini, M., & Rombolà, A. D. (2001). Iron deficiency and chlorosis in orchard and vineyard ecosystems. *European Journal of Agronomy*, 15(2), 71-92.
- Toselli, M., Zavalloni, C., Marangoni, B., Tagliavini, M., Scudellari, D., & Andreini, G. (1998). Effetto dell'epoca di concimazione azotata e dei trattamenti di calcio sulla qualità delle pere Conference. *Frutticoltura*, 9, 45-48.
- Toselli, M., Zavalloni, C., Marangoni, B., & Flore, J. A. (2000). Nitrogen partitioning in apple trees as affected by application time. *HortTechnology*, 10(1), 136-141.
- Uysal, E., Sağlam, M. T., & Büyükyılmaz, M. (2016). Deveci armut çeşidinde farklı azot uygulamalarının verim ve bazı kalite özellikleri üzerine etkisi. *Bahçe*, 44(1), 1-13.
- Uysal, E., & Akçay, M. E. (2020). Deveci armudunda meyve mineral madde içeriklerinin öz sulanması sorunu ile ilişkileri. *Bahçe*, 49(2), 75-81.
- Wang, J., Zhang, L., He, X., Zhang, Y., Wan, Y., Duan, S., ... & Shi, X. (2020). Environmental mitigation potential by improved nutrient managements in pear (*Pyrus pyrifolia* L.) orchards based on life cycle assessment: A case study in the North China Plain. *Journal of Cleaner Production*, 262, 121273.
- Weinbaum, S. A. (2007). Irrigation and fertilization of pears: Nitrogen fertilization. In *Pear production and handling manual* (pp. 131-134). University of California Agriculture and Natural Resources.
- Wójcik, P., Mika, A., & Cieśliński, G. (1997). Effect of boron fertilization of apple trees (*Malus domestica* Borth.) on yield and fruit quality.
- Wójcik, P. (2006). Effect of postharvest sprays of boron and urea on yield and fruit quality of apple trees. *Journal of Plant Nutrition*, 29(3), 441-450.

- Wojcik, P., & Wojcik, M. (2003). Effects of boron fertilization on ‘Conference’ pear tree vigor, nutrition, and fruit yield and storability. *Plant and Soil*, 256(2), 413-421.
- Wójcik, P., & Borowik, M. (2013). Influence of preharvest sprays of a mixture of calcium formate, acetate, chloride and nitrate on ‘Jonagold’ apple quality and storability. *Journal of Plant Nutrition*, 36(13), 2023-2034.
- Yanar, Y., & Gerçekçioğlu, R. (2009). Kalsiyum klorit uygulamasının ‘Amasya’ (Misket) elma çeşidinde acı benek oluşumu üzerine etkisi. *Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi*, 2, 111-113.

BÖLÜM XI

ARMUT HASTALIKLARI

Doç. Dr. Ali KARANFİL^{1*}

Doç. Dr. Filiz RANDA-ZELYÜT²

Prof. Dr. Savaş KORKMAZ³

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105864>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Çanakkale, Türkiye. ali.karanfil@hotmail.com, Orcid ID: 0000-0002-4503-6344

*Sorumlu Yazar

² Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Çanakkale, Türkiye. filiz.randazelyut@bilecik.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-1366-4389

³ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü Çanakkale, Türkiye. skorkmaz@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-8227-3800

1. GİRİŞ

Armut (*Pyrus communis* L.), Rosaceae (gülğiller) familyasına ait, ılıman iklim bölgelerinde yaygın olarak yetiştirilen önemli bir meyve türüdür. Hem taze tüketim hem de gıda sanayisinde değerlendirilen armut, zengin vitamin, mineral ve lif içeriğiyle besleyici bir meyvedir. Dünya genelinde armut üretiminde başlıca ülkeler Çin, İtalya, ABD, Arjantin ve Türkiye'dir. Çin, toplam üretimin yaklaşık %65'ini karşılayarak lider konumdadır (Anonim, 2025a). Türkiye ise uygun iklim ve ekolojik koşulları sayesinde armut üretiminde önde gelen ülkelerden biridir; özellikle Marmara, Ege ve İç Anadolu bölgeleri, üretimin yoğunlaştığı alanlardır. Türkiye, 2023 yılı itibarıyla yaklaşık 560 bin tonluk üretimiyle dünya sıralamasında ilk beş içerisinde yer almaktadır (USDA, 2023). Ancak, üretimde karşılaşılan biyotik stres faktörleri, özellikle viral, fungal ve bakteriyel kaynaklı hastalıklar verim ve kalite açısından önemli tehditler oluşturmaktadır. Bu hastalık etmeni gruplarından her biri çok sayıda tür armutları enfekte edebilmekte, bu durum sonucunda ürünün verim ve kalitesinde oldukça önemli kayıplara neden olmaktadır. Çok sayıda hastalık etmeninin armut bitkilerinde enfeksiyon meydana getirdiği bilinmektedir. Bu bölümde en yaygın ve önemli olan armutlarda enfeksiyonlara neden olan fungal, viral, bakteriyel ve fitoplazma etmenleri ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

2. FUNGAL HASTALIKLAR

Armut yetiştiriciliğinde verim kaybına neden olan çok sayıda fungal hastalık vardır. Bunlardan bazıları karaleke, külleme, memeli pas, *Armilaria* kök çürüklüğü, *Rosellinia* kök çürüklüğü, *Nectria* dal yanıklığı ve kanser olarak sıralanabilir. Ancak özellikle karaleke, külleme ve memeli pasın diğerlerine göre yarattığı ekonomik kayıp daha fazla ön plana çıkmaktadır. Bun hastalıklar detaylı olarak aşağıda anlatılmıştır.

2.1. Memeli Pas (*Gymnosporangium* spp.)

Armutlarda memeli pas hastalığına neden olan etmen *Gymnosporangium* spp.'dir. Etmen Uredinales takımının, Pucciniaceae familyasına ait Bacidiomycetes sınıfında yer alır (Agrios, 1997). Bu cins esas olarak kuzey ılıman iklim bölgesinde görülmektedir. Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda bu cinse yönelik 57 *Gymnosporangium* türü tanımlanmıştır (Kern, 1973).

Etmenin armutlarda memeli pas hastalığına neden olan en çok bilinen türü ise *Gymnosporangium fuscum*'dur.

2.1.1. Belirtileri

Enfeksiyondan iki ile üç hafta sonra, yaprakların üst yüzeyinde küçük sarı lekeler şeklinde ilk belirtiler ortaya çıkar. Bu lezyonlar zamanla yaklaşık bir santimetre çapına kadar büyür ve kırmızı kenarlıklı parlak turuncu bir renge dönüşür (Şekil 2.1). Bu lezyonlar oldukça dikkat çekici olup diğer patojenlerle karıştırılmamalıdır (Ormrod ve ark., 1984). Tek bir yaprak üzerinde, enfeksiyon şiddetine ve çeşidin duyarlılığına bağlı olarak birden fazla lezyon gelişebilir. Bu lezyonlar birleşerek neredeyse yaprağın tüm yüzeyini kaplayabilir (Juhássova ve Praslička, 2002).



Şekil 2.1. Armut memeli pas hastalığının yapraklarda neden olduğu belirtiler (Anonim, 2025b)

Lezyonların merkezinde, siyah noktalar şeklinde görülen fruktifikasyon yapıları (spermagonia) oluşur. Bunlar enfeksiyondan yaklaşık 13-17 gün sonra ortaya çıkar (Vulkovits, 1980). Lezyonun karşı yüzünde ise, yaprağın alt kısmında küçük şişkinlikler üzerinde, 4-16'lık gruplar halinde aecia meydana gelir (Heinze, 1978). Bu yapılar enfeksiyon zamanına bağlı olarak Temmuz sonundan Eylül veya Ekim ayına kadar oluşur. Aeciaların gelişmesi için yaklaşık dört aylık bir süre gerekir ve bu yapılar sporlarını Ağustos sonundan Kasım'a kadar ya da enfekte armut yaprakları dökülene dek salar (Ormrod ve ark., 1984).

Armut meyveleri, sürgünleri ve yaprak sapsları da enfekte olabilir. Ancak bu durum genellikle yüksek enfeksiyon baskısında gerçekleşir ve

aeciaların meyvede görülmesi nadir kabul edilir (Vulkovits, 1980). Genç enfekte meyveler genellikle mumyalaşır veya erken dökülür. Bununla birlikte, bazen yaz sonuna doğru meyvede kase şeklinde aecia yapıları gelişebilir; bu durumda meyve şekilsizleşir ve gelişimi engellenir.

Enfekte sürgün ve tomurcuklarda, volkan benzeri kabarmalar şeklinde hipertrofik dokular gelişir; bunlar kahverengimsi ve şişkin görünür. Enfekte tomurcuklar ölü görünür ve bu da verim kaybına neden olur. Ancak enfekte armut tomurcuğunun altındaki doku genellikle canlıdır; yalnızca hafif mantarlaşmış (korklu) bir yapı sergiler (Siegfried ve Viret, 2004).

2.1.2. Hastalık Döngüsü ve Epidemiyolojisi

G. fuscum, kış mevsimini ardıç konukçusunun gövdelerinde çok yıllık dikaryotik miselyum halinde geçirir ve ilkbaharda yıllık olarak telia üretir. Nemli ve elverişli koşullarda telial boynuzlar şişer ve sütunlar halinde dizilmiş teliosporlardan oluşan sarımsı kahverengi, dil şeklinde karakteristik yapılar meydana getirir (Agrios, 1997).

Teliosporlar ($42-56 \times 22-32 \mu\text{m}$) sarımsı renkte, kalın duvarlı, elipsoid şekilli olup genellikle enine bölme ile iki hücrelidir. Uzun pedikeller üzerinde tek tek taşınır. Bu pedikeller su emer ve jelatinimsi şişkinliklerin oluşmasına neden olur. Her hücrede iki adet çimlenme poru bulunur (Cummings ve Yasuyuki, 2003). Olgunlaştığında teliosporlar, serbest su varlığında çimlenir ve dört hücreli, topuz şeklinde bir basidyum meydana getirir; bunun üzerinden dört adet basidiyospor üretilir (Phillips ve Burdekin, 1992).

Basidiyosporlar, hava yoluyla yayılır ve genellikle armudun genç yapraklarını, bazen de meyve, sürgün ve yaprak saplarını enfekte eder (Hilber ve Siegfried, 1997). Enfeksiyon meydana geldiğinde, haploid miselyum oluşur ve yaprakların üst yüzeyinde spermagonia meydana getirir. Spermagonialar konukçu dokunun içine gömülüdür ve lezyon merkezinde küçük siyah yapışkan noktalar halinde görülür (Phillips ve Burdekin, 1992; Agrios, 1997). Bunlar haploid spermatia ve reseptif hifler içerir. Spermagonia tarafından salgılanan yapışkan ve nektarlı maddeler böcekleri çektiğinden, böcekler spermatiaların dağılımında rol oynar (Heinze, 1978). Spermatialar reseptif hifleri döller ve bunun sonucunda dikaryotik miselyum ve dikaryotik sporlar oluşur (Agrios, 1997).

Misel, yaprağın alt yüzeyinde kümeler halinde, soluk renkli silindirik yapılar olan aecia meydana getirir. Bu yapılar spermatogoniaların tam karşısında gelişir, 2-5 mm yüksekliğinde ve 1-3 mm genişliğindedir. Kalın duvar içinde pas renginde, tozlu görünümlü aeciosporlar üretir. Aeciosporlar tek hücreli, geniş elipsoid şekilli olup 23-37 µm çapındadır (Sinclair ve Lyon, 2005). Yaz sonu ve sonbaharda dağılırlar ve kışlık konukçu üzerinde yeni enfeksiyonlar meydana getirerek yaşam döngüsünü tamamlarlar. İlkbaharda ardıç üzerinde çok az sayıda (veya hiç) enfeksiyon gerçekleşir (Borno ve van der Kamp, 1975).

Ağır yaprak enfeksiyonlarının görüldüğü alanlarda patojen yaprak sapına ve armut tomurcuklarına da yayılabilir, burada hipertrofik doku gelişir. Bu enfekte tomurcuklardan çıkan yapraklar genellikle tam olarak açılmaz ve erken dökülür. Bu hipertrofik dokularda patojen kışı haploid miselyum halinde geçirebilir ve ertesi ilkbahar ile yaz boyunca spermatogonia oluşturur. Yaz sonuna doğru bu dokulardan doğrudan aecia meydana gelir ve tipik silindirik, kupa şeklindeki yapılar gelişir. Bu durum, patojenin ikincil konukçuda bir çeşit kışlama şekli olarak değerlendirilebilir. Ancak bu kışlama evresi ertesi ilkbaharda armut üzerinde yeniden enfeksiyon yapmaz; çünkü armut üzerinde telia ve telial boynuz oluşumu doğrulanmamıştır (Vulkovits, 1980).

Bir pas fungusunun aynı konukçuyu tekrar enfekte edebilmesi için uredial evre gereklidir. Urediosporlar ikincil konukçu (bu durumda armut) üzerinde üretilir ve aynı büyüme sezonunda tekrar tekrar enfeksiyon yapar. Ancak *G. fuscum* bu evreye sahip değildir, dolayısıyla enfekte armut dokusu, sağlıklı armut dokusunu enfekte edemez. Bu eksiklik pek çok çalışmayla, en son Slovakya’da Juhásova ve Praslička (2002) tarafından doğrulanmıştır (Heinze, 1978; Juhásova ve Praslička, 2002).

Basidiyosporlar, ardıç konukçusundan ilkbaharda nemli koşullarda, basidyumların olgunlaşmasıyla serbest bırakılır. Salınım birkaç kez gerçekleşir; çünkü her jelatinleşme sırasında sadece küçük bir kısmı çimlenerek basidyum oluşturur. Basidiyosporlar özellikle geceleri, yüksek nem koşullarında yayılır ve çimlenmek için yaprak yüzeyinde serbest suya ihtiyaç duyar. Kuru yaprak yüzeyine düşerlerse yüksek nem koşullarında yaklaşık bir gün canlılıklarını koruyabilirler (Wayne ve Howard, 2005).

Basidiyosporların armut yapraklarını enfekte edebilmesi için yakın çevrede enfekte ardıçların bulunması gerekir. Basidiyosporların rüzgarla ne

kadar uzağa canlılığını kaybetmeden taşınabileceği konusunda henüz çalışma yapılmamıştır. Ancak 300-500 metre kadar uzak mesafelere taşınabileceği, fakat düşük şiddette enfeksiyonlara neden olabileceği tahmin edilmektedir. 50 metre yarıçap içinde ise şiddetli enfeksiyonların ortaya çıktığı düşünülmektedir. Ayrıca rüzgar yönü, topoğrafya ve ardıdaki enfeksiyon şiddeti basidiyosporların dağılımını etkileyen faktörlerdir (Siegfried ve Viret, 2004).

Aeciosporlar, armut yapraklarından aeciaların olgunlaşmasıyla ve yaprakların dökülmesine kadar olan süreçte salınır. Kuru görümlü bu sporlar, yaprakların kurumasına tepki olarak sabah saatlerinde rüzgarla taşınır. Yüksek nem, aeciaların su emerek şişmesine ve açıklığın kapanmasına neden olduğundan sporların yayılımını engeller (Wayne ve Howard, 2005). Rüzgar hızı da aeciosporların salınımındaki dalgalanmaları etkileyebilir (Ormrod ve ark., 1984). Aeciosporların yayılabilirliği daha az önem taşır; çünkü ardıdaki enfeksiyon kalıcıdır. Bununla birlikte, olgun aecialı armut fidanlarının fidanlıklarda veya bahçe merkezlerinde dolaşımıyla patojenin yeni bölgelere taşınabileceği bildirilmiştir (Hunt ve O'Reilly, 1978).

Aeciosporlar yayıldıktan sonra enfekte armut dokusundaki misel genellikle ölür. Ancak bazen armut tomurcuklarının tabanında kışı geçirir (Hunt ve O'Reilly, 1978; Vulkovits, 1980; Butin, 1995). Dökülen yapraklarda enfeksiyon ilerlemez; çünkü patojen zorunlu bir parazittir. Ancak olgun aecialı yapraklar, döküldükten sonra da bir süre daha aeciospor salmaya devam edebilir (Ormrod ve ark., 1984; Hilber ve Siegfried, 1997).

2.1.3. Mücadelesi

Armut pasının en etkili mücadelesi, bu durumda birincil konukçu bitkilerin (duyarlı ardıç türleri) en az 500 m mesafeye kadar ortadan kaldırılmasıdır (Butin, 1995). Ancak bu yöntem, duyarlı olmayan *Juniperus* kültivarlarının da yok edilmesine yol açabilir. Öte yandan, *Thuja* ve *Chamaecyparis* cinsleri armut pasından etkilenmez. Hasta ardıçların tamamen iyileştirilmesi mümkün değildir, ancak enfekte dallar budanabilir. Dalların gövdeye en yakın yerden ve spor salınımı başlamadan önce budanması önerilir. Bununla birlikte budama, ardıcı ikincil patojenlere açık hale getirebilir ve süs bitkisi olarak değerini azaltabilir. Budama sonucu çıkan artıkların kompostta

atılmasında ise hastalığın daha fazla yayılması açısından herhangi bir risk yoktur (Hilber ve Siegfried, 1997).

Armut ağaçlarında enfekte yaprakların toplanmasının bir faydası yoktur; çünkü enfeksiyon yıllık olarak gerçekleşir ve eğer çevrede hasta ardıçlar varsa, ağaç ertesi ilkbaharda yeniden enfekte olacaktır. Ayrıca dökülen yapraklar yeni enfeksiyon kaynağı olmadığından, yerde bırakılabilir. Hipertrofik dokuya sahip armut sürgünleri budanabilir, ancak ağacın büyük olması durumunda tümünün temizlenmesi imkânsız olduğundan genellikle faydasız kabul edilir. Buna karşın fidanlıklarda bu uygulama tercih edilebilir; çünkü bu sayede hastalıksız ardıçların satış sırasında enfekte olmaları engellenmiş olur (Hilber ve Siegfried, 1997).

Genel olarak kültürel önlemler ve sağlıklı bitki yetiştiriciliği fungal hastalıkların önlenmesinde kritik öneme sahiptir. Bitki dikim alanı seçilirken iyi toprak drenajına ve hava sirkülasyonuna dikkat edilmelidir. Bu, yaprak ve meyve yüzeylerinin daha hızlı kurummasını sağlar. Uygun budama da esastır; çünkü havadar bir taç yapısı, yapraklar arasında hava akımı oluşturur. Bu da mantarların çimlenme ve penetrasyonunu teşvik eden nemli koşulların önüne geçer. Tarla üretiminde damla sulama tavsiye edilir; bu yöntem yaprakların kuru kalmasını sağlar. Ancak ev bahçelerinde bu yöntem her zaman uygulanamayabilir. Ayrıca aşırı azotlu gübreleme kaçınılmalıdır; çünkü bu durum bitkide gereksiz yoğun ve sulu bir yapraklanmaya yol açar ve enfeksiyona duyarlılığı artırır (Agrios, 1997).

Kimyasal mücadele olarak bitki koruma ürünleri veri tabanından yararlanılabilir. Böylelikle en güncel etken madde ve bunların bekleme sürelerine dikkat edilerek ilaçlamalar yapılabilir.

2.2. Külleme (*Podosphaera leucotricha*)

Elma, süs crabapple türleri (*Malus* spp.) ve armutlarda (*Pyrus* spp.) görülmektedir. Dünyada yetiştiricilik yapılan tüm bölgelerde görülmektedir. Hastalık, ağaçların canlılığını azaltarak, çiçek tomurcuğu oluşumunu düşürerek ve meyve kalitesini bozarak ekonomik zarara yol açar.

2.2.1. Belirtiler

Külleme, genç sürgünlerde, yapraklarda, çiçeklerde ve meyvelerde belirti gösterir. Genel olarak en belirgin belirtiler yaprak ve meyvede ortaya çıkar.

Etmenin kışı geçirdiği sürgünler bir sonraki yıl için inokulum kaynağını oluşturur. İlkbaharda terminal tomurcuklar büyümeye başladığında, fungus yeni gelişen yeşil dokuları kolonize eder. Enfekte olmuş bu “bayrak sürgünleri” gümüşü gri görünüm sergiler, yaprak dökümü, bodur gelişim ve kurumayla sonuçlanabilir. Sezon ilerledikçe, bu bayrak sürgünlerindeki primer enfeksiyonlar ikincil enfeksiyonlara yol açar. Ağır enfeksiyonlarda ağaçlar zayıflar ve ikincil patojenlere daha duyarlı hale gelir. Yaz ortasında miselyum koyulaşır ve çok sayıda kahverengi meyve gövdesi (askokarp) oluşur (Agrios, 1997).

Sekonder enfeksiyonlar, rüzgârla taşınan sporların genç yapraklara konup çimlenmesiyle gerçekleşir. Fungus kolonileri beyaz, keçe benzeri lekeler şeklinde görülür (Şekil 2.2). Çoğunlukla alt yüzeyden başlar, üst yüzde sarımsı klorotik lekeler halinde fark edilebilir. Kenardan enfekte olan yapraklar kıvrılır, büzüşür veya boyuna katlanır. Hastalık ilerledikçe gümüşü gri pudramsı görünüm oluşur. Çiçek tablası veya genç meyvedeki enfeksiyonlar olgunlaşma sırasında ağsı paslanma ve renk bozukluğuna yol açar. Meyve ayrıca şekilsiz ve bodur kalabilir (Spotts, 1984).



Şekil 2.2. Küllemesi hastalığının yapraklarda oluşturduğu deformasyon ve yaprak üzerindeki fungal örtünün görünümü (Anonim, 2025c)

Enfekteli çiçek tomurcukları gümüşü gri görünür ve sağlıklı olanlardan 5-8 gün sonra açılır ya da hiç açılmaz. Taç yapraklar soluk sarı veya açık yeşildir. Çiçekler buruşarak meyve vermez. Yeni oluşan çiçek tomurcukları da enfekte olabilir ve ertesi yıla kadar dormant kalır. Bu nedenle şiddetli enfeksiyon bir sonraki sezon ürünü tamamen kaybettirebilir (Spotts, 1984).

2.2.2. Hastalık Döngüsü ve Epidemiyolojisi

P. leucotricha, Erysiphaceae familyasından bir askomycet fungusudur ve tüm elma üretim bölgelerinde bulunur. Büyüme döneminde sürekli olarak konidiler üretir. Konidiler rüzgârla yayılır, serbest suya ihtiyaç duymadan çimlenir. Kış için enfekte tomurcuklarda miselyum halinde bulunur; ancak sert kış soğukları hayatta kalma şansını azaltır (Strickland ve ark., 2021).

Fungus ayrıca eşeyli spor (askospor) da üretir. Askokarplar yaz sonu-sonbaharda gelişir, siyah noktacıklar şeklinde görülür. Her askokarp içinde bir ascus bulunur ve sekiz askospor taşır. Ancak bu askosporların çimlenmesi zayıf olduğundan epidemilerin başlatılmasında rolü yoktur. Askokarplar geçmişte kleistotesyum, peritesyum gibi adlarla anılmış; günümüzde “kasmotesyum (chasmothecia)” terimi kullanılmaktadır (Turecek, 2004).

P. leucotricha kış boyunca önceki yıl enfekte olmuş sürgün ve çiçek tomurcuklarında miselyum halinde kalır. İlkbaharda bu tomurcuklar açıldığında fungus büyümeyi sürdürür. Primer enfeksiyonlardan konidiler üretilir ve rüzgârla taşınır. Sporlar %70’in üzerinde nemde, 10-25 °C arasında çimlenir. Yaprak ıslaklığı ise enfeksiyonu engeller. En genç yapraklar en duyarlı dokulardır (Strickland ve ark., 2021).

Konidiler çimlenerek appresoryum oluşturur, enzim salgılar ve bitkinin epidermis hücrelerine girerek haustoryum meydana getirir. Sezon boyunca bu döngü defalarca tekrar eder. Çiçek tomurcuklarındaki primer enfeksiyonlar “tight cluster” döneminde konidi üretebilir. Çiçek tablası enfeksiyonları da meyvede şekil bozukluğu ve renk bozukluklarına neden olur (Butt, 1978).

Sonbaharda askokarplar oluşur, ancak epidemilerde önemli rolleri yoktur. Külleme kronik ve tekrarlayıcı bir problemdir. Sezon sonunda yüksek inokulum seviyesi ertesi yıl yoğun enfeksiyona ve çiçek tomurcuğu oluşumunda azalmaya yol açar.

2.2.3. Mücadele Yöntemleri

Öncelikli inokulum kaynağı olan enfekte tomurcukların budanarak uzaklaştırılması önerilir. Ancak büyük ticari bahçelerde ekonomik ve pratik değildir. Küçük ve genç bahçelerde uygulanabilir.

Sekonder enfeksiyonların kontrolü için yaprak ilaçlamaları yapılır. Fungisitler genellikle “tight cluster” döneminden itibaren sürgün büyümesi

sona erene kadar 7-10 günlük aralıklarla uygulanır. Duyarlı çeşitlerde 18'e kadar uygulama gerekebilir.

Kullanılan fungusit grupları:

- İnorganikler (kükürt),
- Sterol inhibitörleri (ör. fenbukonazol, miklobutanil),
- Strobilurinler (ör. trifloksi-strobin, kresoksim-metil).

Tek etki mekanizmasına sahip fungusitlere aşırı bağımlılıktan kaçınılmalı, rotasyon yapılmalıdır. Biyolojik ürünler (ör. *Bacillus* kökenli) de denenmektedir ancak etkileri değişken olabilir. En önemli hata, erken dönem ilaçlamalarının ihmal edilmesidir.

2.3. Karaleke (*Venturia pirina*)

Armut kara leke hastalığı armut ağaçlarının yapraklarını, sürgünlerini ve meyvelerini etkileyebilen *Venturia pirina* patojeninin neden olduğu bir fungus hastalığıdır (Shabi ve ark., 1973). Elma kara lekesi (*V. inaequalis*) gibi, armut kara lekesi de yapraklarda ve meyvelerde lezyonlar oluşturarak ağacın genel sağlığını ve meyve üretimini etkiler.

2.3.1. Belirtiler

Armut kara leke hastalığının belirtileri, elma kara lekesi belirtilerine çok benzemektedir. Meyve enfeksiyonları, zeytin yeşili ile siyah arasında değişen lekeler şeklinde ortaya çıkar. Erken dönem enfeksiyonları, meyvede büyük lekeler oluşturarak şekil bozukluklarına neden olabilir (Şekil 2.3). Daha geç dönemdeki enfeksiyonlar ise daha küçük ve yüzeysel lekeler oluşturur. Hasattan hemen önceki enfeksiyonlar, depolama sırasında gelişen çok küçük siyah lekeler meydana getirebilir. Yaprak enfeksiyonları, elma kara lekesine kıyasla daha az yaygındır ve genellikle yaprakların alt yüzeyinde görülür. Sürgün enfeksiyonları ise elma kara lekesine göre daha yaygındır. Etkilenen sürgünlerde küçük oval kabarcıklar şeklinde ortaya çıkar (Seethapathy ve ark., 2025).



Şekil 2.3. Karaleke hastalığının armut meyvelerinde neden olduğu zarar (Anonim, 2025d)

2.3.2. Hastalık Döngüsü ve Epidemiyolojisi

Primer enfeksiyonun kaynağı, sonbaharda yere dökülmüş yapraklarda kışı geçiren askosporlar ile sürgün lezyonlarında bulunan konidilerdir. Ancak, önemli düzeyde enfeksiyonun gerçekleşebilmesi için genellikle askosporların varlığı gereklidir. Askospor olgunlaşması, tomurcukların kabarması ile başlar ve yaklaşık üç ay boyunca devam edebilir. Olgun askosporların salınımı, genellikle tomurcuk patlamasıyla eş zamanlı olarak yeşil dokuların ortaya çıkmasıyla başlar, armut çiçeklenmesi döneminde en yüksek seviyeye ulaşır ve ardından azalır. Armut bahçelerinde askospor yoğunluğu büyük farklılık gösterebilir; düşük enfeksiyonlu bahçeler ile yüksek enfeksiyonlu bahçeler arasında yoğunluk farkı 100 kat veya daha fazla olabilir. Elma kara lekesinden farklı olarak, armut kara lekesinde askospor salınımı gece de gerçekleşebilir. Bu nedenle, enfeksiyon periyotlarının hesaplanmasında yağışın başlama zamanı esas alınmalıdır; yağmur gündüz başlamış ya da gece başlamış olması fark etmez. Yağmurla birlikte yaprak ıslaklığı $\geq 0,01$ inç (yaklaşık 0,25 mm) olduğunda sporlar serbest kalır ve enfeksiyon başlatabilir. Spor salınımı gündüz ıslaklıklarında geceye kıyasla daha fazladır. Enfeksiyon için gerekli ıslaklık süresi, sıcaklığa bağlı olarak değişir: 24°C’de yaklaşık 10 saat, 7°C’de yaklaşık 25 saat. Enfeksiyon sonrası belirtiler 10-19 gün içinde ortaya çıkar. Meyveler yaşlandıkça enfeksiyona karşı daha dayanıklı hale gelir. Enfeksiyonun şiddeti, ortamdaki inokulum miktarı ile doğru orantılıdır; tıpkı elma kara lekesinde olduğu gibidir (van Driel ve ark., 2024; Seethapathy ve ark., 2025).

2.3.3. Mücadele Yöntemleri

Armutlarda karaleke hastalığının kontrol prensipleri elma karalekesi ile oldukça benzerdir. Hastalıkla mücadele esas olarak koruyucu ilaçlama programına dayanır ve bu program enfeksiyon sonrası uygulamalar ile sonbahar eradikant ilaçlamalarıyla desteklenir. “Tomurcukların kabarma” (delayed green tip) döneminden taç yaprak dökümüne kadar olan dönem, askospor çıkışının en yoğun olduğu evreye karşılık geldiği için enfeksiyonların önlenmesinde en kritik dönemdir. İlk ilaçlama, tomurcukların üçte biri “tomurcukların kabarma” evresine ulaştığında yapılmalıdır. İkinci ilaçlama, ilk uygulamadan 5-7 gün sonra yapılır. Üçüncü ilaçlama, ilk uygulamadan 10-14 gün sonra gerçekleştirilir. Dördüncü ilaçlama, taç yaprak dökümünde yapılmalıdır. Yağışlı havalarda büyümekte olan bitki dokuları enfeksiyonlara açık hale gelebileceğinden bazı durumlarda tomurcuklarda kabarma ile taç yaprak dökümü arasında beşinci bir ilaçlama gerekebilir.

Enfeksiyon sonrası (post-enfeksiyon) ilaçlama amacıyla taç yaprak dökümünden sonra, birincil enfeksiyon gerçekleşmişse ve yağışlı, hastalığı teşvik eden koşullar devam ediyorsa, 10-14 günlük aralıklarla yapılan koruyucu ilaçlamalar gerekli olabilir. Ancak yazın kuru geçen dönemlerinde ek uygulamalara gerek yoktur. Fakat, eğer bu dönemde enfeksiyon riski oluşursa, yağıştan önce koruyucu bir ilaçlama ya da yağıştan hemen sonra post-enfeksiyon ilaçlaması yapmak yaz karalekesinin gelişimini engeller. Hasattan hemen önceki enfeksiyonlarda, depolama sırasında görülen karalekenin (storage scab) önlenmesi için ek ilaçlamaları gerekli kılabilir. Unutulmamalıdır ki, post-enfeksiyon ilaçlamaları enfeksiyon döneminden sonraki birkaç gün içerisinde yapılmalıdır. En yüksek etki için, yağıştan hemen sonra hava açıldığında uygulanmaları önerilir.

Kontrolün zor olduğu durumlarda, fungusun bir sonraki sezona taşınmasını azaltmak için hasattan sonra uygulanacak hijyen önlemleri büyük önem taşır. Uygulanabilecek bazı pratik yöntemler şunlardır: Yaprak dökümünden hemen önce ağaç üzerinde bulunan yaprakların azotlu gübre ile işlenmesi, yaprakların daha hızlı parçalanmasını sağlar. Yaprak dökümünden sonra dökülen yaprakların süpürülerek toplanması ve ardından mekanik parçalayıcı, biçici ya da öğütücü kullanılarak küçük parçalara ayrılması, yaprakların daha hızlı parçalanmasına yardımcı olur. Yaprak parçalamanın

yanında, toprağa azotlu gübre uygulaması yapılması da inokulumun azaltılmasını destekler.

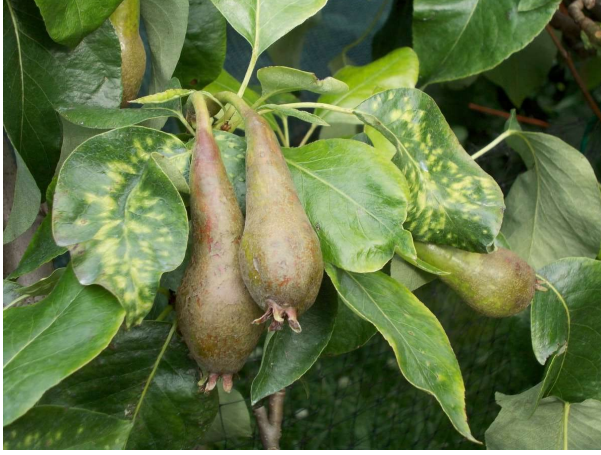
Karaleke ilaçlama programı planlanırken, farklı etki mekanizmasına sahip en az iki fungusitin dönüşümlü kullanılması gerekir. Bu uygulama, fungusit direnci gelişme riskini en aza indirir. Kullanılacak fungusitlerin seçimi ve ilaçlama zamanları için bitki koruma ürünleri bayileri, ilgili bakanlık yetkilileri ve bitki koruma ürünleri veri tabanından faydalanılması önerilmektedir.

3. VİRAL HASTALIKLAR

Yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında enfeksiyona neden olan çok sayıda virüs hastalığı mevcuttur. Ancak armutlardaki viral enfeksiyon kayıtları tür düzeyinde son derece sınırlı olup, en önemli viral türler apple chlorotic leaf spot ve apple mosaic virus olarak öne çıkmaktadır.

3.1. Apple chlorotic leaf spot virus (ACLSV)

ACLSV, Trichovirus cinsine ait bir türdür (Martelli ve ark., 1994). ACLSV'nin neden olduğu simptomların şiddeti büyük ölçüde bitki türüne ve virüs streynine bağlıdır (Németh, 1986). Bazı virulent streynler, kayısı, şeftali ve kiraz meyvelerinde şekil bozukluklarına, yüzeyde düzensiz lekelenmelere ve renk değişiklikleri simptomlara neden olur. Şiddetli enfeksiyonlarda, meyve eti kahverengileşerek ticarî olarak satılamaz hale gelir (Cañizares ve ark., 2001). Etmen hassas çeşitlerde yaprak şekil bozukluğu, yaprak boyutunda küçülme ve klorotik halkalar veya çizgi desenleri yaygın olarak görülebilmektedir (Şekil 3.1) (Németh, 1986). ACLSV ile enfekteli elma ağaçları normal büyüme hızını kaybederek bodurlaşır. Özellikle genç ağaçlarda, hastalık ilerledikçe sürgün büyümesi azalır ve ağaç genel olarak daha zayıf bir yapıya sahip olur. Virüs, ağaçların çevresel streslere (kuraklık, düşük sıcaklık vb.) karşı dayanıklılığını azaltarak ikincil enfeksiyonlara açık hale getirebilir. Bunların sonucunda ACLSV enfeksiyonu, elma ağaçlarında meyve tutumunu azaltarak yıllık verimi düşürebilir (Desvignes ve ark., 1999). Ağaç başına verim kaybı %10 ila %30 arasında değişebilir, ancak şiddetli enfeksiyon durumlarında bu oran daha da yükselebilmektedir. Enfekteli ağaçlar zayıfladığı için ticari ömürleri kısılır, bu da üreticilere ek yeniden dikim maliyetleri getirir.



Şekil 3.1. Apple chlorotic leaf spot virus etmeninin yapraklarda oluşturduğu klorotik lekeler (Anonim, 2025e)

ACLSV virionları, 640-760 x 12 nm boyutlarında esnek ipliksi yapıya sahiptir. Genom, poli-A kuyruğu hariç 7545-7555 nükleotid uzunluğunda pozitif anlamlı tek sarmallı bir RNA'dan oluşur. Üç açık okuma çerçevesi (ORF) içerir ve bunlar sırasıyla 216.5 kDa moleküler ağırlığa sahip genom replikasyonunda görev alan bir protein (ORF1), 50.4 kDa hareket proteini (ORF2) ve 21.4 kDa kapsid proteini (CP) (ORF3) kodlar.

3.2. Apple mosaic virus (ApMV)

Apple mosaic virus (ApMV), Ilarvirus cinsine ait bir türdür. Bu cins, Alfamovirus, Anulavirus, Bromovirus, Cucumovirus ve Oleavirus cinsleri ile birlikte Bromoviridae familyasını oluşturur ve bu familya toplamda 19 tür içerir.

ApMV, pozitif polariteli tek iplikçikli RNA virüsüdür (Roosinck ve ark., 2005). Bu virüsün partikül bileşimi hakkında doğrudan bilgi mevcut değildir, ancak PNRSV'ye benzetildiğinde partiküllerin yaklaşık %16 RNA içerdiği düşünülmektedir (Fulton, 1972).

ApMV viryonları, 25-29 nm çapında, küresel ya da hafif pleomorfik üç partikülden oluşur. Her partikül, üç parçalı RNA genomunun (yaklaşık 2.1, 3.0 ve 3.5 kb) bir bileşenini içerir (Barbara ve ark., 1978). Konak bitkide enfeksiyonun başlatılabilmesi için tüm genom bileşenlerinin bulunması

gerekmektedir. ApMV genomu, RNA 1, RNA 2, RNA 3 ve bir altgenomik RNA 4'ten oluşmaktadır (Roosinck ve ark., 2005).

ApMV'nin neden olduğu belirtiler, farklı konukçu bitkilerde çeşitlilik göstermekte ve tomurcuk aşılamaıyla değişken şekilde ortaya çıkabilmektedir. Örneğin, Sorbus bitkilerinde ApMV enfeksiyonu sonucunda belirgin halka lekeleri, çizgi desenleri ve beyazımsı beneklerle karakterize mozaik benzeri belirtiler rapor edilmiştir (Polák & Zieglerová, 1996).

Enfeksiyonlarda enfeksiyon genellikle ilkbaharda yeni gelişen yapraklarda soluk sarıdan krem rengine kadar değişen düzensiz lekeler veya bantlar olarak ortaya çıkar. Bu lezyonlar yaz güneşi ve sıcaklığına maruz kaldıkça değişim gösterebilir ve enfekte yapraklar erken dökülebilir. Belirtiler ağaç üzerinde düzensiz dağılır ve yalnızca bazı dallarla sınırlı kalabilir (Şekil 3.2). Ayrıca, belirti şiddeti yılın ilkbahar sıcaklıklarına bağlı olarak değişir; ılıman sıcaklıklarda semptomlar daha şiddetli görülür.



Şekil 3.2. Apple mosaic virus etmeninin elmalarda oluşturduğu mozaik belirtiler (Anonim, 2025f)

Çeşitli çalışmalar ApMV'nin elma ağaçlarında büyümeyi azalttığını, verimi düşürdüğünü ve meyve kalitesini olumsuz etkilediğini göstermiştir (Posnette & Copley, 1959). Örneğin, Chamberlain ve ark. (1971), enfekte ağaçlarda 12 yıl boyunca odun üretiminde %42 oranında azalma ve 9 yıllık ürün döneminde (1960-1968) sağlıklı ağaçlara kıyasla ortalama %7 daha düşük ürün elde edildiğini bildirmiştir. Başka bir çalışmada, şiddetli enfeksiyon taşıyan

ağaçların ürün miktarının mozaik belirtisi olmayanlara kıyasla yalnızca üçte biri kadar olduğu saptanmıştır (Wood ve ark., 1975). Armut ağaçlarında ise bu konuda şimdiye kadar bir çalışma yapılmamıştır.

Armutlarda da mekanik inokülasyon sonrası bazı çeşitlerde halkalı lekeler gözlenmiştir (ör. Beurré Hardy), ancak bu belirtilerle ApMV arasındaki doğrudan ilişki doğrulanamamıştır, çünkü virüs yeniden aktarılmamıştır (Kristesen & Thomsen, 1963). Petrzik (2005)'e göre, armutlarda ApMV genellikle belirtisiz seyrederek. Nadiren bazı yapraklarda soluk sarı halkalı lekeler görülebilir, ancak bu durumun virüsle ilişkisi net olarak ortaya konmamıştır.

3.3. Tanılama Yöntemleri

Virüslerin zorunlu (obligat) parazit olmaları, onların in vitro kültürlenememesine ve dolayısıyla bakteri ve funguslarda kullanılan klasik tanı yöntemlerinin uygulanamamasına yol açmaktadır. Bu nedenle, bitki virolojisinde tanılama süreci, görsel semptomların incelenmesi, biyolojik testler, serolojik yöntemler ve moleküler tekniklerin kombinasyonu ile yürütülmektedir.

Bitki virüs hastalıklarının tanılanması, semptom gözlemlerinden ileri moleküler yöntemlere kadar geniş bir yelpazede gerçekleştirilmektedir. Günümüzde, klasik yöntemler (biyolojik ve serolojik) hala önemini korumakla birlikte, özellikle moleküler biyoloji teknikleri (RT-PCR, qPCR, NGS) yüksek doğruluk ve hassasiyetleri nedeniyle ön plana çıkmıştır. Etkin bir tanılama stratejisi, sadece hastalığın doğru teşhisini sağlamakla kalmaz; aynı zamanda mücadele programlarının geliştirilmesi, dayanıklı çeşitlerin ıslahı ve karantina uygulamaları için de temel oluşturmaktadır.

3.4. Mücadele Yöntemleri

Bitki virüsleri, tarımsal üretimde önemli verim ve kalite kayıplarına neden olan patojen gruplarından. Virüsler zorunlu parazit olduklarından canlı konukçu hücrelere ihtiyaç duyarlar ve kimyasal ilaçlarla doğrudan kontrol edilmeleri mümkün değildir. Bu nedenle, virüs hastalıklarıyla mücadelede temel yaklaşım önleyici tedbirler, kültürel uygulamalar, dayanıklı çeşit kullanımı ve vektör kontrolü üzerine kuruludur. Virüslerle bulaşık olmayan, sertifikalı ve sağlıklı fide, fidan veya tohum kullanımı en temel mücadele yöntemidir. Sertifikasyon programlarıyla virüssüz materyal üretimi, özellikle meyve ağaçları ve süs bitkilerinde büyük önem taşır. Enfekteli bitkilerin erken

dönemde sökülerek imha edilmesi, inokulum kaynağını azaltır. Alet ve ekipmanların dezenfekte edilmesi, özellikle mekanik olarak bulaşabilen virüslerin yayılımını engeller. Tarla kenarlarında yabancı otların kontrolü, birçok virüs için ara konukçu kaynağını ortadan kaldırır. Bazı toprak kökenli virüslerin inokulum yoğunluğunu azaltmak için ekim nöbeti uygulanabilir. Ayrıca, virüs taşıyan tarlaların sağlıklı alanlardan izolasyonu, yayılım riskini düşürür.

Bitki virüslerinin büyük kısmı afitler (*Aphididae*), beyazsinekler (*Aleyrodidae*), yaprak pireleri (*Cicadellidae*) gibi böcek vektörlerle taşınır. Vektör popülasyonlarının izlenmesi ve yoğunluklarının düşük seviyede tutulması için kimyasal veya biyolojik mücadele uygulanır. Sarı yapışkan tuzaklar ve yağlı preparatlar, özellikle afit ve beyazsineklerin kontrolünde yardımcıdır. Bazı virüsler nematodlar veya funguslar tarafından taşınır. Bu durumda: Dayanıklı çeşitler tercih edilmeli, toprak solarizasyonu veya biyofumigasyon yöntemleri uygulanmalıdır. Virüs hastalıklarına karşı en etkili ve sürdürülebilir yöntemlerden biri dayanıklı veya toleranslı çeşitlerin geliştirilmesidir. Islah programlarıyla direnç genleri aktarılmakta, moleküler biyoteknoloji ve RNA interferansı (RNAi) temelli teknikler ile virüs direnci sağlanabilmektedir.

4. BAKTERİYEL HASTALIKLAR

4.1. Ateş Yanıklığı (*Erwinia amylovora*)

Ateş yanıklığı, armutun en yıkıcı hastalığıdır ve belirli koşullar altında ticari armut yetiştiriciliğini imkânsız hale getirmektedir. Ateş yanıklığı, dünyanın birçok yerinde armut ve elma bahçelerine zarar vermektedir. Bazı elma ve ayva çeşitleri de hastalığa oldukça hassastır. Hastalık, bazı sert çekirdekli meyveler ve birçok kültür ve yabani süs bitkisi dahil olmak üzere pek çok bitki türünü etkileyebilmektedir; ancak yalnızca yumuşak çekirdekli meyve grubunda ciddi zararlara neden olur (Vanneste, 2000).

Ateş yanıklığı çiçekleri ve sürgünleri öldürebilir, büyük dalları ve gövdeleri boğarak ağaçların ölümüne yol açabilir. Genç ağaçlar ise tek bir enfeksiyon sonucu bir sezonda kök hizasına kadar ölebilir.

Son iki yüzyılda bu patojen tüm dünyaya yayılmış ve bunun sonucunda etmen, Avrupa Birliği'nde karantina organizması olarak sınıflandırılmış ve bitki sağlığı mevzuatına tabi tutulmuştur. Ayrıca yakın zamanda önemli bir

dergide dünyanın en önemli “ilk 10 bitki patojeni bakterisi” listesine dâhil edilmiştir (Mansfield ve ark., 2012).

4.1.1. Coğrafik Dağılım

Ateş yanıklığı ilk kez 1780 yılında ABD’de tanımlanmıştır ve daha sonra Kuzey Amerika kıtası, 1920’den itibaren Yeni Zelanda ve Avrupa’ya yayılmıştır. Avrupa’da hastalık ilk olarak 1957’de İngiltere’de bildirilmiştir. O tarihten sonra hızla Batı Avrupa ve Orta Doğu’ya yayılmıştır. Afrika kıtasında ise ateş yanıklığının varlığı ilk kez 1964’te Mısır’da rapor edilmiştir. Günümüzde bu hastalık dünyanın birçok bölgesine ulaşmıştır. Ancak, başlıca yumuşak çekirdekli meyve üretim alanları olan Asya’da özellikle Çin’de ve Güney Amerika’da henüz görülmemiştir (Mansfield ve ark., 2012).

4.1.2. Hastalık Etmeni

E. amylovora hücreleri gram-negatif bir bakteridir. Koloniler sakkaroz besi yerinde kubbemsi, dairesel, mukoid; CCT ortamında ise düzgün, büyük, kabarık, açık mavi ve kraterli yapıdadır. Hücre boyutu yaklaşık 0,3 µm x 1-3 µm’dir. Tek başına, çiftler hâlinde ve bazen kısa zincirler hâlinde bulunurlar. Her bir hücrede iki ila yedi adet peritrik kamçı sayesinde hareketli bir yapıya sahiptirler (Piqué ve ark., 2015).

Ateş yanıklığı belirtileri diğer hastalıkların neden olduğu semptomlarla karışabileceği ve latent enfeksiyon olasılığı bulunduğu için, teşhisin izolasyon ve laboratuvar testleriyle doğrulanması gerekmektedir. Patojenin güvenilir ve hızlı tanımlanması için immüno floresans, dot-ELISA, nested PCR, real-time PCR, LAMP yöntemleri kullanılmaktadır. Tanımlamaya destek olarak DNA barkodlama ve recA geninin sekanslanması da kullanılabilir.

4.1.3. Belirtiler

Patojen ile enfekte olmuş çiçekler önce su ile ıslanmış gibi görünür, ardından buruşur, kahverengimsi siyaha döner ve dökülür ya da ağaç üzerinde asılı kalır. Kısa sürede aynı dal üzerindeki veya yakındaki sürgünlerdeki yapraklarda orta damarda, ana damarlar boyunca ya da damar aralarında ve kenarlarda kahverengimsi-siyah lekeler oluşur. Siyahlaşma ilerledikçe yapraklar kıvrılır ve buruşur, aşağıya doğru sarkar ve genellikle kıvrılmış, yanık sürgünlere tutunmaya devam eder (Agrios, 1997).

Uç sürgünler ve dip sürgünler genellikle doğrudan enfekte olur ve uçtan aşağıya doğru solar. Kabuk başlangıçta kahverengimsi-siyah ve yumuşak olur, ancak daha sonra büzüşüp sertleşir (Şekil 4.1). Sürgün ucu kanca gibi kıvrılır, yapraklar siyaha döner ve sürgüne yapışık olarak kalır. Meyve dallarından ve sürgünlerden başlayan belirtiler uç kısma doğru ilerler ve burada kanser yaraları oluşur. Kanserlerin kabuğu önce su ile ıslanmış gibi görünür, daha sonra koyulaşır, çökük ve kuru bir hâl alır. Eğer kanser büyüyerek dalı tamamen sararsa, enfeksiyonun üzerindeki dal kısmı ölür. Enfeksiyon dalı tamamen sarmadan durursa, çökük ve bazen çatlamış kenarları olan dormant (uyku halinde) bir kanser hâline gelir.



Şekil 4.1. Ateş yanıklığı hastalığının armutlarda neden olduğu doku ölümü belirtileri (Anonim, 2025g)

Enfekte olmuş küçük, olgunlaşmamış meyveler önce su ile ıslanmış gibi görünür, ardından kahverengiye döner, buruşur, siyaha döner ve enfeksiyondan sonra birkaç ay boyunca ağaç üzerinde asılı kalabilir. Bu salgı genellikle havayla temas ettikten kısa süre sonra kahverengiye döner.

4.1.4. Hastalığın Gelişimi

Bakteriler kışı kanser yaralarının kenarlarında, muhtemelen gözlerde ve sağlıklı görünen odun dokusunda geçirir. İlkbaharda kanserlerdeki bakteriler yeniden aktifleşir, çoğalır ve komşu sağlıklı kabuğa yayılır. Nemli ya da yağışlı havalarda bakteri kitleleri lentisellerden ve çatlaklardan dışarı akar. Bu bakteriyel akıntı genellikle armut çiçekleri açmaya başladığında ortaya çıkar.

Arılar, sinekler ve karıncalar gibi çeşitli böcekler, tatlı ve yapışkan, bakteri dolu bu akıntıya çekilir, onunla bulaşır ve sonrasında ziyaret ettikleri çiçeklere taşır. Bazı durumlarda bakteriler, akan kanser yaralarından sıçrayan yağmurla da çiçeklere taşınır. Akıntı kuruduğunda havada asılı kalabilen iplikçikler oluşturur, bunlar rüzgârla yayılabilir ve inokulum kaynağı görevi görebilir.

Bakteriler nektarda hızla çoğalır ve nektarlar aracılığıyla çiçek dokularına girer. Enfekte bir çiçeği ziyaret eden arılar, oradaki bakterileri sonraki tüm çiçeklere taşır. Bakteriler çiçeğin içine girdikten sonra hızla çoğalır, çevredeki hücreleri öldürür ve çökertir. Bakteriler hücreler arası boşluklarda ve parçalanmış orta lamel ile çiçek hücrelerinde hızla hareket eder. Bazı durumlarda bakteriyle dolu oldukça büyük boşluklar oluşur. Çiçekten bakteriler meyve sapına, oradan da meyve dalına geçer. Meyve dalının enfeksiyonu, üzerindeki tüm çiçek, yaprak ve meyvelerin ölmesine neden olur (Eastgate, 2000).

Yaprakların penetrasyonu ve istilası çiçeklerinkine benzer. Bakteriler stoma ve hidatodlardan girebilir, fakat çoğunlukla böcekler, dolu yağışı vb. ile oluşan yaralardan girer. Yapraktan bakteriler yaprak sapına ve gövdeye geçer. *E. amylovora* dokulara girdiğinde önce iletim demetlerindeki trake çepellerinde kolonize olur, enfeksiyonun daha sonraki aşamalarında diğer dokulara yayılır. Ancak diğer bakteriyel solgunluk etmenlerinden farklı olarak *E. amylovora*, iletim demetlerinden hızla diğer dokulara geçerek hücreleri öldürür ve yanıklık ile kanser belirtilerine yol açar (Dellagi ve ark., 1998).

Genç ve taze sürgünler bakterilerle lentiseller, yaralar, çiçek ve yaprak enfeksiyonları yoluyla hastalanabilir. Sürgünlerde bakteriler hücreler arası boşluklardan ya da ksilem aracılığıyla yayılır. Yakındaki korteks veya ksilem parankima hücreleri çöker, parçalanır ve büyük boşluklar oluşur. Bakteriler floeme ulaşırsa, oradan sürgün ucuna ve yapraklara taşınır. Büyük sürgün ve dallarda enfeksiyon esas olarak korteksle sınırlıdır. Sulu dokuların enfeksiyonu sıcak ve nemli koşullarda hızla gerçekleşir. Serin ve kuru koşullarda ise konukçu, enfekte bölge etrafında mantar tabakaları oluşturur ve kanserin genişlemesini sınırlar. Duyarlı çeşitlerde ve sıcak, nemli havalarda bakteriler dalcık ya da sürgünlerden ikinci, üçüncü yıl ve daha yaşlı dokulara kadar ilerleyerek kabuğu yol boyunca öldürebilir.

4.1.5. Mücadele

Ateş yanıklığının başarılı bir şekilde kontrolü için çeşitli önlemlerin birlikte uygulanması gerekir. Kışın tüm yanık sürgünler, dallar, kanserli kısımlar ve gerekirse tüm ağaçlar, görülen son enfeksiyon noktasının yaklaşık 10 cm altından kesilip yakılmalıdır. Yazın yanık sürgünlerin kesilmesi inokulum miktarını azaltabilir; ancak yazın bakteriler çok aktiftir ve yeni dallara ya da ağaçlara bulaştırılmamalıdır. Yaz budaması, görülen son enfeksiyon noktasının yaklaşık 30 cm altından yapılmalıdır. Her kesimden sonra aletler %10'luk ticari sodyum hipoklorit çözeltisine batırılmış bir süngerle silinerek dezenfekte edilmelidir. Bu karışım ayrıca dalların ve kanserlerin uzaklaştırılmasıyla yapılan büyük kesimlerin dezenfeksiyonunda da kullanılabilir.

Ağaçların aşırı sürgün vermesini (sulu doku oluşumunu) azaltmak için torf üzerinde yetiştirilmesi, dengeli gübreleme yapılması ve sınırlı budama uygulanması gerekir. Ayrıca çiçeklenme sonrası dönemde iyi bir böcek mücadelesi programı uygulanmalı, böylece bakterilerin böcekler aracılığıyla taze sürgünlere taşınması azaltılmalı veya önlenmelidir.

Uygun koşullar mevcut olduğunda ve patojen bol bulunduğu hastalık hızla gelişir. Ancak orta derecede dayanıklı çeşitler mevcuttur ve ateş yanıklığının yıkıcı olduğu bölgelerde bu çeşitlerin tercih edilmesi gerekir. Hiçbir armut veya elma çeşidi ateş yanıklığına dayanıklı değildir.

Ateş yanıklığının kimyasal maddelerle beklenen düzeyde kontrolü yalnızca yukarıda belirtilen önlemlerle birlikte uygulanırsa sağlanabilir. Dormant dönemde yapılan bakır sülfat veya bordo bulamacı uygulamaları bir miktar koruma sağlar ancak etkisi sınırlıdır. Bordo bulamacı ve streptomisin yalnızca çiçeklenme döneminde etkili ilaçlamalardır. Bordo bulamacı veya streptomisin bazen sürgün yanıklığını kontrol etmek için de kullanılır, ancak ikisi de iyi bir kontrol sağlamaz. Ayrıca, birçok bölgede ateş yanıklığı bakterisinin streptomisine dayanıklı ırkları ortaya çıkmıştır ve bu durum antibiyotiği etkisiz hale getirmektedir. Bu tür alanlarda oksitetrasiklin belirli bir başarıyla kullanılabilmektedir.

Birçok bölgede ateş yanıklığına yönelik tahmin modelleri geliştirilmiş ve değişen oranlarda başarıyla uygulanmıştır. Bu modellerin çoğu sıcaklık, yağış veya nem ile ağacın gelişim evresine ilişkin verilerin kombinasyonunu kullanır. Ateş yanıklığında şiddetli bir salgının ne zaman ortaya çıkabileceğini

öngörerek yetiştiriciler uyarılır ve bu koşullar gözlemlendiğinde bakterisid ilaçlamaların hemen başlatılması sağlanır.

4.2. Kök Boğazı Uru Hastalığı (*Rhizobium radiobacter*, Syn: *Agrobacterium tumefaciens*)

Kök boğazı uru, dünya genelinde yaygın olarak görülen önemli bir hastalık etmenidir. Bugüne dek 60'tan fazla bitki familyasına ait 750'nin üzerinde otsu ve odunsu türde enfeksiyon yaptığı bildirilmektedir. Doğal koşullarda özellikle yumuşak ve sert çekirdekli meyve türlerinde, asmalarda ve bögürtlenlerde sıkça rastlanır. Enfekte bitkilerin kök boğazı ve ana kök bölgelerinde, farklı şekil ve büyüklüklerde tümör benzeri oluşumlar meydana gelir. Fidanlık döneminde bulaşan bitkiler pazarlama değerini tamamen kaybettiğinden satışa sunulamaz. Kök boğazında ya da köklerde oluşan ur dokuları bitkinin gelişimini yavaşlatır, verimliliğini düşürür ve şiddetli enfeksiyonlarda bitkinin ölümüne yol açabilir (Escobar ve Dandekar, 2003).

4.2.1. Hastalık Belirtileri

Hastalık etmeni, başlangıçta kök boğazına yakın gövde ve kök bölgelerinde küçük, yuvarlak, beyazımsı ve yumuşak dokulu çıkıntılar halinde ortaya çıkar. Zamanla bu tümörler büyüyerek yüzeylerinde kıvrımlı bir görünüm kazanır; dış kısımdaki hücrelerin ölmesi ve bozulması sonucunda ise doku koyu kahverengiye dönüşür. Oluşan ur dokuları düzensiz şişkinlikler şeklinde gelişebilir ve bazı durumlarda gövde veya kökü tamamen sarabilir. Tümörlerin bir kısmı süngerimsi yapıda olup kolaylıkla parçalanabilirken, bazıları odunsu bir doku kazanarak sertleşir ve çapı 30 cm'ye kadar ulaşabilir. Bazı ur yapıları sonbaharda parçalanarak kaybolursa da, takip eden büyüme döneminde yeniden oluşabilmektedir (Nilsson ve Olsson, 1997).

Aynı kök veya gövde üzerinde tek tek, sıralı veya kümeler halinde çok sayıda tümör gelişebilir (Şekil 4.2). Özellikle asma gibi çok yıllık bitkilerde, bu ur oluşumları kök boğazının yanı sıra gövdenin 150 cm'ye kadar olan kısımlarında, yan dallarda, yaprak saplarında ve hatta yaprak damarlarında da gözlenebilir. Etkilenen bitkilerde yalnızca tümör oluşumu değil, aynı zamanda bodur gelişim, küçük ve klorotik yaprak oluşumu ile birlikte çevresel streslere karşı (özellikle kış soğuklarına) artan bir hassasiyet de dikkati çekmektedir. Fidanlıklarda gizli seyreden enfeksiyonlar çoğunlukla fark edilmez; ancak tarlaya dikimden sonra aktifleşerek tümör gelişimine neden olabilir. Ayrıca

patojen, olgun meyve bahçelerinde uzun yıllar belirti göstermeden varlığını sürdürebilmekte ve çoğu zaman yalnızca ağaçların sökülmesi sırasında köklerdeki ur dokularının ortaya çıkmasıyla teşhis edilebilmektedir.



Şekil 4.2. Kök boğazı uru hastalığının meyve ağaçlarında neden olduğu urlar
(Anonim, 2025h)

4.2.2. Hastalık Etmeni

Bakteriyel etmen *Rhizobium radiobacter* (syn. *Agrobacterium tumefaciens*), kamçılı hareket yeteneğine sahip, çubuksu morfoloji gösteren bir mikroorganizmadır. Patojenik (virulent) suşlar, bir veya birkaç büyük plazmid taşımaktadır. Bu plazmidler, çift sarmallı dairesel DNA yapısına sahip olup kromozomdan bağımsız genetik elementlerdir. Bunlardan en önemlisi, tümör oluşumundan sorumlu genleri içeren Ti plazmittir. Ti plazmid yalnızca tümör indüksiyonundan sorumlu genleri değil, aynı zamanda bakterinin konukçu spektrumunu ve bitkide gelişecek belirti tiplerini belirleyen genetik unsurları da barındırır. Bu bakterinin en dikkat çekici özelliği, Ti plazmidin belirli bir bölümünün (T-DNA) konukçu bitki hücrelerine aktarılabilmesi ve normal bitki hücrelerinin kısa sürede kontrolsüz şekilde bölünen tümör hücrelerine dönüşmesine yol açmasıdır (Nilsson ve Olsson, 1997).

4.2.3. Hastalık Döngüsü

Patojen, olumsuz çevre koşullarında uzun süre bulaşık topraklarda canlı kalabilmekte ve burada birkaç yıl boyunca saprofit olarak yaşamını sürdürebilmektedir. Bu topraklarda hassas konukçu bitkilerin yetiştirilmesi durumunda bakteri; kültürel işlemler, aşılama sırasında oluşan yaralar ya da

böcek zararları yoluyla bitki dokularına giriş yapar. Enfeksiyon sonrasında hücreler arası boşluklara yerleşen bakteri, Ti-plazmid üzerinde bulunan genlerin etkisiyle çevredeki konukçu hücrelerinin hızlı ve kontrolsüz bölünmesini indükler. Bu hücre çoğalması sonucu gelişen tümörler, büyüdükçe normal bitki dokularına baskı yapar ve onların fonksiyonlarını olumsuz etkiler. Özellikle ksilem dokularının tümörler tarafından tahrip edilmesi, bitkinin üst kısımlarına taşınan su miktarının azalmasına yol açabilmektedir (Agrios, 1997).

Genç dönemde pürüzsüz ve yumuşak yapılı olan tümörler, böcekler veya saprofit mikroorganizmalar tarafından kolaylıkla kolonize edilerek parçalanabilir. Bu parçalanma sırasında serbest kalan bakteri hücreleri, yağmur ya da sulama suyu aracılığıyla taşınarak yeni konukçulara bulaşır ve hastalığın yayılımına neden olur. Daha yaşlı tümörler ise genellikle odunsu yapıya dönüşerek sertleşir. Ancak bu yapılarda iletim demetlerinin etkinliği azaldığından, tümörlerin su ve besin alımı sınırlı kalır. Bu durum, bir noktadan sonra büyümenin durmasına, dokuların bozulmasına ve nekroz oluşumuna yol açar. Bazı koşullarda tümör tamamen gerileyerek kaybolabilir; fakat çoğunlukla tümör dokusunun bir kısmı canlı kalır ve aynı bölgede ya da sonraki büyüme dönemlerinde yeniden tümör oluşumu gözlenir.

4.2.4. Kontrol

Bakteriyel etmenin toprak kökenli olması nedeniyle hastalıkla mücadelede ilk ve en önemli adım, şeftali ve nektarin yetiştiriciliğinin patojenden ari topraklarda yapılmasıdır. Bu amaçla bahçe tesisinden önce toprak örnekleri alınmalı, ilgili laboratuvarlarda analiz edilerek patojenin bulunmadığının doğrulanması gerekmektedir. Bunun yanında, sağlıklı fidan kullanımı da kritik öneme sahiptir. Üretimde mutlaka sertifikalı fidanlardan yararlanılmalı, satın alınan fidanlar dikkatlice kontrol edilmeli ve gerek dikim sırasında gerekse sonraki dönemlerde hijyen kurallarına titizlikle uyulmalıdır.

Hastalığın yayılımını sınırlandırmak için tolerant veya dayanıklı çeşitlerin tercih edilmesi, dikim ve özellikle budama işlemleri sırasında bitkide minimum düzeyde yara açılması önemlidir. Ayrıca böcek ve nematod zararlarının en aza indirilmesi, bitkilerin enfeksiyona duyarlılığını azaltıcı bir diğer önlemdir.

Bu hastalığın kontrolünde biyolojik mücadele yöntemleri de önemli bir yer tutmaktadır. Patojenik olmayan K84 izolatı, geçmişte özellikle yeni

dikilecek fidanlarda kök daldırma yöntemiyle süspansiyon halinde başarıyla uygulanmıştır. Ancak zaman içerisinde bu izolatin patojenik gen aktarımı nedeniyle etkinliğini kaybetmesi ve dayanıklılığın azalması sonucu kullanım alanı daralmıştır. Bu gelişmeye bağlı olarak, genetik mühendisliği teknikleriyle K-1026 izolatu geliştirilmiş ve günümüzde kök boğazı uru hastalığına karşı biyolojik mücadelede etkin ve güvenilir bir çözüm olarak başarıyla kullanılmaktadır.

5. FİTOPLAZMA HASTALIKLARI

Fitoplazmaların pek çok bitki türünde neden oldukları sararma, çiçek anormallikleri, kızarma ve cadı süpürgesi gibi karakteristik belirtilerin 1967 yılına kadar virüslerden kaynakladığı düşünülmekteydi (Kunkel, 1926; Black, 1953). Ancak, elektron mikroskopunun bitki patolojisi alanında yaygın kullanılmaya başlamasıyla birlikte, 1967 yılında Doi ve arkadaşları simptomatik bitkilerin iletim demetlerindeki kalburlu borular ve floem parankima hücrelerinde, hücre duvarı olmayan ve şekil bakımından değişken (pleomorfik) fitoplazmaları tespit etmişlerdir (Doi ve ark., 1967). Hayvanlar ve insanlarda enfeksiyona neden olan mikoplazmalarla yapısal benzerlik gösterdikleri için bu mikroorganizmalar, ilk kez "Mikoplazma Benzeri Organizmalar (MLO'lar)" olarak adlandırılmıştır. Daha sonra moleküler araçların yardımıyla yapılan çalışmalar sonucunda fitoplazmalar, "*Candidatus Phytoplasma*" adı altında resmi bir taksonomik statü kazanmıştır (IRPCM, 2004).

Pleomorfik yapıları (80-800 nm boyutlarında) ve in vitro saf kültürlerinin mümkün olmaması, bu patojenlerin teşhis ve karakterizasyonunu önemli ölçüde zorlaştırmaktadır. Bitki floem dokularında kolonize olarak fotosentez ürünlerinin translokasyonunu engellerler; bunun sonucunda konukçu bitkilerde solgunluk, bodurluk, filoidi (çiçek organlarının yaprağa dönüşmesi), viresens (çiçeklerde yeşilleşme) ve cadı süpürgesi (aşırı yan dal oluşumu) gibi karakteristik morfolojik anomaliler ortaya çıkar. Ekolojik niş oluşturmaları ve bu nişlerde yayılımları büyük oranda vektörlere bağlıdır; başta *Cicadellidae* (yaprak pireleri) ve *Psyllidae* (psillidler) familyasına ait türler olmak üzere, floem özsuğu emen polifag böcekler tarafından horizontal olarak taşınırlar. Bu vektör bağıllığı, fitoplazmaların hem doğal ekosistemlerde hem de tarımsal alanlarda hızla yayılmasına olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, son yapılan

araştırmalar bazı fitoplazmaların vertikal olarak bulaşık sebze tohumlarıyla da taşınabildiğini ortaya koymuştur (Satta ve ark., 2019, 2020; Randa-Zelyüt ve ark., 2022).

Günümüzde 16S rRNA gen dizisi temel alınarak yapılan gerçek ve sanal RFLP analizlerine dayanan sınıflandırma şeması, 36 fitoplazma grubu ve 100'den fazla alt grubun tanımlanmasını mümkün kılmıştır (Naderali ve ark., 2017; Zhao ve ark., 2009). Saf kültürlerinin elde edilmesindeki güçlükler nedeniyle, fitoplazmalar hâlen "*Candidatus Phytoplasma*" adıyla geçici bir cins olarak kabul edilmekte ve sınıflandırmaları, 16S rRNA genindeki nükleotid dizi farklılıkları ile biyolojik özelliklere dayandırılmaktadır (Firrao ve ark., 2004). Bu geçici cins kapsamında bugüne kadar 44 tür resmi olarak tanımlanmıştır (Miyazaki ve ark., 2018). Ancak, armutta ise bu tür ve gruplar içerisinde yalnızca 16SrX grubunun birkaç alt grubunun doğal enfeksiyonlara neden olduğu yapılan araştırmalardan bildirilmiştir. Böylece, 16SrX alt gruplarının neden olduğu armut fitoplazma hastalıkları detaylı olarak bu bölümde açıklanmıştır.

5.1. *Candidatus Phytoplasma pyri* (Ca. P. pyri)-Armut Geriye Doğru Ölüm Fitoplazması-Pear Decline (PD)

'*Candidatus Phytoplasma pyri*' (Ca. P. pyri) fitoplazmasının neden olduğu armut geriye doğru ölüm hastalığı (Pear decline- PD), *Pyrus communis* üzerinde Avrupa ve Kuzey Amerika'da en yıkıcı hastalıklardan biridir (Seemüller ve ark., 2011a). 16S rDNA dizi analizine göre, 'Ca. P. pyri', elma proliferasyon grubu (16SrX) içinde '*Candidatus Pyhtoplasma mali*' ve "*Candidatus Pyhtoplasma prunorum*" gibi diğer önemli meyve ağacı fitoplazmalarıyla aynı grupta sınıflandırılır (Seemüller ve Schneider, 2004). Ayrıca etmenin genetik alt grubu 16SrX-C olarak sınıflandırılmıştır. Bu ribozomal gruba ait fitoplazmalar, dünya çapında yumuşak çekirdekli ve sert çekirdekli meyve türlerinde ciddi hastalıklara yol açmaktadırlar.

İlk defa İtalya ve Kuzey Amerika armut üretim alanlarında 1940 ve 1950 yıllarında tespit edilen 'Ca. P. pyri', son zamanlarda Avrupa, Kuzey ve Güney Amerika ve Kuzey Afrika'da armut bahçelerinin neredeyse tamamında görülen önemli bir hastalık etmeni olarak bilinmektedir (Jensen ve ark., 1964; Bertaccini ve Duduk, 2013; CABI, 2020). Etmen aynı zamanda Türkiye' de Bursa ilinde 'Deveci' armut kültüründe de tespit edilmiştir (Ulubaş-Serçe ve

ark., 2006). Etmen, armut bitkisine verdiği ciddi zarardan dolayı Avrupa-Akdeniz havzasında bulunan bazı ülkeler için karantina zararlısı olarak belirlenirken, Türkiye için A2 liste kapsamına alınmıştır (EPPO, 2025a). Ülkemiz için EPPO A2 listesinde yer alan etmenin yayılmasını engellemeye yönelik stratejilerin geliştirilmesi ve yasal önlemlerin alınması önem arz etmektedir.

5.1.1. Hastalık Belirtileri ve Teşhisi

Armut geriye doğru ölüm hastalığının (PD) belirtileri genellikle yavaş ve hızlı gerileme olmak üzere iki formda ortaya çıkar (Garcia-Chapa ve ark., 2003). En yaygın form olan yavaş gerileme, sürgün uzamasının duraksaması, küçük ve soluk yeşil yaprakların yukarı doğru kıvrılması ile karakterize edilir (Garcia-Chapa ve ark., 2003). Sonbaharda bu yapraklar normalde beklenen sarı renk yerine turuncu-kırmızıya döner ve zamanından önce dökülür (Németh, 1979). Hızlı gerileme formunda ise belirtiler daha ani gelişir ve ağaçta genel bir çöküş gözlemlenebilir (Garcia-Chapa ve ark., 2003). Özellikle aşı bölgesinde, iletim dokularında nekrozlar meydana gelir ve bu durum karbonhidrat taşınımını engelleyerek saçak köklerin ölmesine yol açar (Garcia-Chapa ve ark., 2003). Gözlenen belirtilerin şiddeti, ağacın çeşidine ve kullanılan anaçla olan kombinasyonuna bağlı olarak değişkenlik gösterebilir (Seemüller ve ark., 1998). Hastalıkla ilişkili bu belirtiler ayva (*Cydonia oblonga*) veya armut (*Pyrus communis*) anaçlarına aşıllı farklı çeşitlerde benzer şekilde izlenmiştir (Avinent ve ark., 1997). Ayrıca iklimsel koşullar da belirtilerin ortaya çıkışını ve şiddetini etkileyen önemli bir faktördür (Schneider, 1970).

‘*Ca. P. pyri*’ etmeninin teşhisi ve tanımlanması genellikle moleküler yöntemlerle gerçekleştirilmektedir (EPPO, 2020). Örneklemme işlemi, yaz sonundan sonbahar başına kadar olan dönemde yaprak, yaprak sapı, sürgün veya çubuklardan alınan örneklerle gerçekleştirilmelidir (EPPO, 2023). Ancak, kök dokularında etmenin varlığı yıl boyunca tespit edilebilir. Sağlıklı bir teşhis için ağacın en az üç farklı bölgesinden rastgele örnekler toplanması önerilmektedir ve DNA izolasyonu genellikle yaprak orta damarı veya kabuk ya da köklerden elde edilen iletim dokusu (floem) üzerinden yapılmaktadır (EPPO, 2023). Etmenin saptanması için özgül ya da genel real-time PCR protokolleri, nested ya da konvansiyonel PCR sonrası restriksiyon fragment uzunluk polimorfizmi (RFLP) analizleri ve izotermal amplifikasyona dayalı

LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification) yöntemi önerilen teknikler arasında yer alır (EPPO, 2023).

Alternatif olarak, fitoplazma tanısı floresan mikroskobu kullanılarak da yapılabilmektedir (EPPO, 2023). Bu yöntemde, kök veya gövdeden alınan örneklerin dondurularak kesilen ince dokuları DNA'ya bağlanan bir florokrom boyası (örneğin DAPI) ile boyanır. Floem elemanlarında tekil veya kümeler halinde parlak floresan partiküller gözlemlenebilir (EPPO, 2023). Ancak, bu yöntem moleküler tekniklere kıyasla daha düşük duyarlılığa sahiptir (EPPO, 1999). Özellikle sertifikasyon programlarında anaç bitkilerin test edilmesinde, *P. communis* 'Precocious' gibi uygun odunsu indikatör bitkilere aşı yöntemi de faydalı bir tanı yaklaşımı olarak da kullanılabilir (Seemüller ve ark., 1998; EPPO, 1999).

5.1.2. Epidemiyolojisi

'*Ca. P. pyri*' etmeninin uzak ve kısa mesafelere yayılmasında başlıca inokulum kaynakları olarak vektör böcekler ve bulaşık çoğaltım materyalleri yer almaktadır. Özellikle etmeninin epidemiyolojik açıdan önemli vektörleri arasında *Cacopsylla* cinsi (Hemiptera, Psyllidae) üyeleri yer almaktadır (Jarausch ve ark., 2019). Kuzey Afrika, Avrupa, Asya'nın kuzeyi ve orta kesimleri ile birlikte Türkiye'yi de kapsayan geniş bir zoocoğrafik alan olan Palearktik bölgede armut bitkileri üzerinde beslenen çok sayıda *Cacopsylla* türü tespit edilmiştir (Cho ve ark., 2017). Bu türler, yoğun özsu emerek ağaçları zayıflatmalarının yanı sıra salgıladıkları tatlımsı madde ile meyveleri kirleterek ekonomik zararlara neden olmaktadır (Cho ve ark., 2017). Daha spesifik olarak, *Cacopsylla pyricola* (Foerster, 1848) türü ile yapılan başarılı fitoplazma aktarım denemeleri, Kuzey Amerika'da (Jensen ve ark., 1964) ve Birleşik Krallık'ta (Davies ve ark., 1992) gerçekleştirilmiştir. *C. pyri* (Linné, 1758) türünün vektörlük kapasitesi ise Fransa, İtalya ve İspanya'da yapılan iletim testleriyle doğrulanmıştır (Lemoine, 1991; Garcia-Chapa ve ark., 2005). Bununla birlikte, *C. pyrisuga* (Foerster, 1848) ve *C. bidens* (Šulc, 1907) türlerinde de fitoplazma varlığı tespit edilmiş olsa da, bu türlerle başarılı aktarım sağlandığına dair deneysel bir bulgu henüz yayımlanmamıştır (Jarausch ve ark., 2019). Avusturya'da ise *C. pyri*, *C. pyricola* ve *C. pyrisuga* olmak üzere üç vektör ya da potansiyel vektör türün varlığı bildirilmiştir (Lethmayer ve ark., 2011). Ayrıca, Türkiye armut bahçelerinde de *C. pyri*

vektör böceğinin önemli ekonomik zararlar meydana getirebildiği ve zaman içerisinde giderek yaygınlaştığı bildirilmektedir (Özgen ve Kavak, 2018).

5.1.3. Mücadele Stratejileri

Ağaçlarda ‘*Ca. P. pyri*’nin neden olduğu hastalık şiddeti, aşılı olduğu anaç türüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Blomquist ve Kirkpatrick, 2002). *Pyrus communis* (avrupa armudu), *P. betulifolia* (huş yapraklı armut), *P. calleryana* (süs armudu) ve *Cydonia oblongata* (ayva) gibi anaçlara aşıl原因an ağaçlar ‘*Ca. P. pyri*’ etmeniyle enfekte olabilmelerine rağmen, bu anaçlar fitoplazmaya karşı en yüksek tolerans gösterenler arasında yer almakta ve hem taç bölgesinde hem de aşı noktasında en az gerileme belirtileri sergilemektedir (Blomquist ve Kirkpatrick, 2002). Buna karşılık, *P. ussuriensis* ve *P. serotina* gibi Asya kökenli anaçlar ‘*Ca. P. pyri*’ye karşı oldukça hassas olup, enfeksiyon sonrası genellikle ağaçta hızlı veya ilerleyici bir gerileme gözlenmekte ve aşı bölgesinde karakteristik kahverengi bir çizgi oluşumu dikkat çekmektedir. Bu nedenle, ‘*Ca. P. pyri*’nin görüldüğü bölgelerde bu anaçların kullanımı artık tercih edilmemektedir (Seemüller ve ark., 1998; Westwood ve ark., 1971). Dolayısıyla etmenle mücadelede ıslah çalışmalarında kullanılan anaçlar önemli yer tutmaktadır.

Armutta Pear Decline (PD) hastalığının yayılmasını önlemede en etkili stratejilerden biri, hastalığın doğal vektörleri olan *Cacopsylla* türleriyle mücadeledir. Kimyasal mücadele de özellikle tavsiye edilen doz ve uygulama mevsimlerinde vektör popülasyonu baskılanabilir. Ayrıca, kültürel önlemler kapsamında budama, enfekte ağaçların uzaklaştırılması ve vektörlerin barındığı yabancı otların kontrolü de önem taşır. Entegre zararlı yönetimi (IPM) yaklaşımıyla biyolojik ve kimyasal yöntemlerin birlikte uygulanması, sürdürülebilir bir mücadele sağlayabilir.

5.2. ‘*Candidatus Phytoplasma mali*’ (*Ca. P. mali*) -Elma Proliferasyonu -Apple Proliferation- (AP)

‘*Candidatus Phytoplasma mali*’ (*Ca. P. mali*) Avrupa’nın birçok ülkesinde elma (*Malus x domestica*) üretim alanlarında yaygın olarak görülen ve elma proliferasyon (Apple Proliferation) hastalığına sebep olan en önemli fitopatojenlerden biridir (Seemüller ve Schneider, 2004). Etmenin başlıca konukçusu elma olmakla birlikte, *Malus* spp. türlerinin çoğunda tespit edilmiştir (EPPO, 2025). Ayrıca, sınırlı sayıda rapor bulunsada, armutta

enfeksiyon oluşturduğuna dair bazı çalışmalar mevcuttur. Bunun dışında etmenin doğal ortamda varlığı *Convolvulus arvensis* ve *Crataegus monogyna* yabancı otlarında da belirlenmiştir (Seemüller ve ark., 2002; Tedeschi ve Alma, 2007). Elma proliferasyonu hastalığının, ağaçların genel gelişme gücünü ve verim potansiyelini ciddi ölçüde azalttığı, ayrıca meyve verimi üzerinde de olumsuz etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (Marcone ve ark., 2023).

5.2.1. Hastalık Belirtileri ve Teşhisi

Elma proliferasyon hastalığına, 16SrX (Apple Proliferation-AP) grubu içerisinde yer alan ve 16SrX-A alt grubuna ait bir '*Ca. P. mali*' türü neden olmaktadır (Seemüller ve Schneider, 2004). AP hastalığında; özgün olarak cadı süpürgesi oluşumu, rozetleşme ve büyümüş stipüller gibi belirtiler gözlenirken, özgün olmayan yaprak kızarması, sararma, büyüme geriliği, küçük meyve oluşumu ve genel zayıflama gibi çeşitli belirtiler gözlemlenir (Marcone ve ark., 2023). Ancak bu belirtiler her zaman düzenli şekilde görülmez ve yeni hastalanan ağaçlarda özgün belirtiler tipiktir ve ilk ortaya çıktıktan sonra sadece bir veya birkaç yıl boyunca gözlemlenebilir (Marcone ve ark., 2023). Daha sonra ağaçlarda iyileşme görülebilir ve belirtiler kaybolabilir ya da hafifleyebilir (Marcone ve ark., 2023). Bu belirtilerdeki değişkenlik, etmenin enfekte ağaçların üst aksamlarındaki popülasyonunun mevsimsel dalgalanmasıyla ilişkilidir ve fitoplazmalar canlı kalabilmek için iletim borularının işlevsel olmasına ihtiyaç duyar; ancak elma ağaçlarının toprak üstü organlarındaki iletim boruları sonbaharın sonlarında ve kış başlarında bozulduğu için, bu dönemde AP etmeni bitkinin üst kısmından elimine edilir (Marcone ve ark., 2023). Buna karşın, fitoplazma yıl boyunca işlevini sürdüren iletim borularının bulunduğu kök dokularında kalıcılığını sürdürür ve ilkbaharda yeni floem dokusu oluşurken, köklerden bitkinin toprak üstü kısmına yeniden kolonizasyon gerçekleşebilir. Bu yeniden kolonizasyon genellikle hastalığın ilk birkaç yılında her yıl meydana gelir. Daha sonraki yıllarda ise, toprak üstü aksam ya yalnızca kısmen ve zayıf şekilde etmen tarafından kolonize edilir ya da hiç kolonizasyon gerçekleşmez. Çünkü semptom gelişimi, fitoplazmanın bitkinin üst kısımlarındaki varlığına bağlıdır; yoğun şekilde etmenin kolonize olduğu ağaçlarda AP'ye özgü belirtiler görülürken, zayıf veya kısmi kolonizasyon gösteren ya da hiç kolonize

edilmeyen ağaçlarda ya çok hafif belirtiler ortaya çıkar ya da hiç belirti gözlenmez (Marcone ve ark., 2023).

16S rDNA ve 16S/23S rDNA spacer bölgesi dizilimlerine dayalı moleküler analizler, ‘*Ca. P. mali*’nin Avrupa genelinde genetik açıdan oldukça homojen bir patojen olduğunu ortaya koymuştur (Seemüller ve Schneider, 2004; Seemüller ve ark., 2011). Bununla birlikte, ribozomal protein genleri ile *imp*, *aceF*, *pnp*, *secY* ve *hflB* gibi ribozomal olmayan gen bölgeleri ve olası bir nitroredüktaz geninin incelenmesi, bu fitoplazma türü içinde önemli düzeyde genomik çeşitlilik bulunduğunu göstermektedir (Marcone ve ark., 2023). Özellikle *imp* geninde diğer genlere kıyasla çok daha yüksek bir genetik varyasyonun varlığı dikkat çekmektedir (Seemüller ve Schneider, 2004; Casati ve ark., 2011; Dermastia ve ark., 2018).

‘*Ca. P. mali*’ tespitine yönelik DNA bazlı çeşitli moleküler yöntemler bulunmaktadır. Tanı için önerilen testler arasında fU5/rU3 universal primerler ile yapılan konvansiyonel PCR testi, De Jonghe ve ark. (2017) tarafından tanımlanan LAMP testi ve Christensen ve ark. (2004) tarafından geliştirilen real-time PCR testi yer almaktadır (EPPO, 2025c).

Geçmiş yıllarda, şüpheli materyalin odunsu indikatör bitkilere aşılmasına dayalı biyolojik testler, DAPI ile mikroskopik inceleme, ‘*Ca. P. mali*’ye özgü antikorlar kullanılarak yapılan serolojik testler (örneğin ELISA) veya immünofloresan yöntemleri geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Ancak bu yöntemler çoğunlukla yoğun iş gücü gerektiren, zaman alıcı, düşük duyarlılığa sahip veya yanlış negatif sonuç verme ihtimali yüksek tekniklerdir (EPPO, 2025c).

5.2.2. Epidemiyolojisi

‘*Ca. P. mali*’ doğal olarak başlıca iki psyllid vektör, *Cacopsylla picta* ve *C. melanoneura* aracılığıyla yayılmaktadır (Marcone ve ark., 2023). Her iki vektör böcek türünün Türkiye’de bulunduğu ancak yayılışları ve zarar durumlarına ilişkin kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır (EPPO, 2025; Serçe ve ark., 2012). *C. Picta*, *Malus* türlerinde oligofagdır, yılda bir döl verir ve kış genelikle kozalaklı bitkilerde, daha sıcak iklimlerde ise yapraklı ağaçlarda barınarak ergin dönemde geçirir ve kış sonu veya erken ilkbaharda bu erginler, yumurtlama amacıyla barındıkları bitkilerden elma ağaçlarına göç eder (Mayer ve ark., 2011). *C. melanoneura* ise ağırlıklı olarak *Crataegus* ve *Malus*

türlerinde, nadiren de *Pyrus* ve *Mespilus* türlerinde yaşam döngüsünü sürdürür (Mayer ve ark., 2011). Bu tür, yaşam döngüsü açısından *C. picta*'ya benzerlik gösterse de kışı geçiren erginler elma ağaçlarında daha erken ortaya çıkar ve ilkbaharda olgunlaşan bireyler *C. picta*'dan daha erken ayrılır (Seemüller ve ark., 2011). Ayrıca, *Fiebertella florii* isimli yaprak piresinin de AP etmenini başarılı bir şekilde iletebildiği bildirilmiştir (Marcone ve ark., 2023). Bu tür, büyüme döneminin sonunda elma ağaçlarında düşük yoğunlukta bulunur, bu nedenle AP fitoplazmasının epidemiyolojisindeki rolünün daha ayrıntılı olarak araştırılması gerekmektedir (Seemüller ve ark., 2011b). AP hastalığı etmeninin kışlamasında *Convolvulus arvensis* ve *Crataegus monogyna* yabancı otları büyük önem taşımaktadırlar (Seemüller, 2002; Tedeschi ve Alma, 2007).

5.2.3. Mücadele Stratejileri

AP hastalığı etmeninin mücadelesinde öncelikle epidemiyolojik döngüyü anlamak ve inokulum kaynaklarını ortaya çıkarmak büyük önem taşımaktadır. Bunun dışında etmenin konukçusunda kolonizasyonu göz önüne alındığında dayanıklı anaç kullanımı etkili bir mücadele yöntemi olarak ön plana çıkmaktadır. Öyle ki, dayanıklılığın apomiktik *M. sieboldii* ile apomiktik olmayan *M. × domestica* ve *M. purpurea* türlerinden elde edilen genotipler arasında yapılan melezlemeler sonucu seçilen bazı deneysel apomiktik anaçlarda bulunduğu bildirilmiştir (Seemüller ve ark., 2011b). Ancak, *M. sieboldii* kaynaklı AP dirençli apomiktik anaçlar üzerine aşıl原因 ağaçlar, Avrupa'daki ticari elma yetiştiriciliğinde yaygın olarak kullanılan standart M9 anacına göre daha kuvvetli gelişmiş fakat daha az verimli olmuştur (Marcone ve ark., 2023). Bu nedenle, kuvvetin azaltılması ve verimliliğin artırılması amacıyla *M. sieboldii* ve apomiktik hibritlerinin, M9 ve diğer bodur anaçlarla melezlenmesi ve geriye melezlenmesini içeren bir ıslah programı başlatılmıştır (Seemüller ve ark., 2011b).

AP hastalığının mücadelesinde dayanıklı anaçlar kullanılarak uygulanacak ıslah programları öncelikli kontrol önlemleri arasında yer almakla birlikte potansiyel vektör böceklerin izlenmesi/populasyonlarının kontrol altına alınması ve alternatif konukçu ya da inokulum kaynağı yabancı otların bahçelerde mücadelesi yaygınlığının önlenmesi açısından önem taşımaktadır. Ayrıca etmenin küresel düzeyde yayılışını daha iyi anlamak için non-ribosomal

gen bölgeleri bilgileri kullanılarak moleküler epidemiyoloji haritalarının çıkarılmasını ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Agrios, G. N. (1997). *Plant pathology* (4th ed.). Academic Press.
- Anonim. (2025a). *Pears production by country*. The World Ranking. <https://www.theworlddranking.com/statistics/1011/pears-production-by-country/2115>
- Anonim. (2025b). *Pear rust*. <https://www.thompson-morgan.com/diseases/pear-rust>
- Anonim. (2025c). *Apple powdery mildew (Podosphaera leucotricha)*. <https://cals.cornell.edu/integrated-pest-management/outreach-education/fact-sheets/apple-powdery-mildew-podosphaera-leucotricha>
- Anonim. (2025d). *Venturia pyrina*. <https://bladmineerders.nl/parasites/fungi/dikarya/ascomycota/pezizomycotina/dothideomycetes/pleosporomycetidae/venturiales/venturiaceae/venturia/venturia-pyrina/>
- Anonim. (2025e). *Pear virus*. <https://realenglishfruit.co.uk/pear-virus>
- Anonim. (2025f). *APMV-NZANO pathogen identification*. <https://www.zerimarlaboratoire.com/en/identifies-plant-pests/apmv-nzano>
- Anonim. (2025g). *Pear (Pyrus spp.) - Fire blight*. <https://pnwhandbooks.org/plantdisease/host-disease/pear-pyrus-spp-fire-blight>
- Anonim. (2025h). *Candidatus Phytoplasma pyri*. <https://plantwisepiusknowledgebank.org/doi/full/10.1079/pwkb.species.3745>
- Avinent, L., Llacer, G., Almacellas, J., & Tora, R. (1997). Pear decline in Spain. *Plant Pathology*, 46(5), 694-698.
- Barbara, D. J., et al. (1978). Rapid detection and serotyping of *Prunus necrotic ringspot virus* in perennial crops by enzyme-linked immunosorbent assay. *Annals of Applied Biology*, 90(3), 395-399.
- Bertaccini, A., & Duduk, B. (2013). Outlook on relevant phytoplasma diseases in Europe. *Phytopathogenic Mollicutes*, 3(1), 9-15. <https://doi.org/10.5958/j.2249-4677.3.1.004>
- Black, L. M. (1953). Transmission of plant viruses by cicadellids. In *Advances in virus research* (Vol. 1, pp. 69-89).
- Blomquist, C. L., & Kirkpatrick, B. C. (2002). Frequency and seasonal distribution of pear psylla infected with the pear decline phytoplasma in

- California pear orchards. *Phytopathology*, 92(11), 1218-1226.
<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.11.1218>
- Borno, C., & van der Kamp, B. J. (1975). Timing of infection and development of *Gymnosporangium fuscum* on *Juniperus*. *Canadian Journal of Botany*, 53, 1266-1269.
- Butin, H. (1995). *Tree diseases and disorders: Causes, biology, and control in forest and amenity trees* (pp. 85-87). Oxford University Press Inc.
- Butt, D. J. (1978). Epidemiology of powdery mildews. In D. M. Spencer (Ed.), *The powdery mildews* (pp. 51-81). Academic Press.
- CABI. (2020). *Data sheet: Phytoplasma pyri (pear decline)*.
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/44021>
- Cañizares, M., Aparicio, F., Amari, K., & Pallas, V. (2001). Studies on the aetiology of Apricot “Viruela” disease. *Acta Horticulturae*, 550, 249-258.
- Casati, P., Quaglino, F., Stern, A. R., Tedeschi, R., Alma, A., & Bianco, P. A. (2011). Multiple gene analyses reveal extensive genetic diversity among ‘*Candidatus Phytoplasma mali*’ populations. *Annals of Applied Biology*, 158(2), 257-266.
- Chamberlain, E. E., Atkinson, J. D., Hunter, J. A., & Wood, G. A. (1971). Effect of *Apple mosaic virus* on growth and cropping of ‘Freyberg’ apple trees. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 14, 936-943.
- Cho, G., Burkhardt, D., Inoue, D., Luo, X., & Lee, S. (2017). Systematics of east Palaearctic pear psyllids. *Zootaxa*, 4362(1), 75-98.
<https://doi.org/10.11646/zootaxa.4362.1.4>
- Christensen, N. M., Nicolaisen, M., Hansen, M., & Schulz, A. (2004). Distribution of phytoplasmas in infected plants revealed by real-time PCR and bioimaging. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 17, 1175-1184.
- Cummings, G. B., & Yasuyuki, H. (2003). *Illustrated genera of rust fungi* (3rd ed., p. 164). APS Press.
- Davies, D. L., Guise, C. M., Clark, M. F., & Adams, N. A. (1992). Parry’s disease of pears. *Plant Pathology*, 41(2), 194-203.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1992.tb02338.x>
- De Jonghe, K., De Roo, I., & Maes, M. (2017). Fast and sensitive on-site isothermal assay (LAMP) for fruit tree phytoplasmas. *European Journal of Plant Pathology*, 147(4), 749-759.

- Dellagi, A., Brisset, M. N., Paulin, J. P., & Expert, D. (1998). Dual role of desferrioxamine in *Erwinia amylovora* pathogenicity. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 11, 734-742.
- Dermastia, M., Dolanc, D., Mlinar, P., & Mehle, N. (2018). Molecular diversity of ‘*Candidatus Phytoplasma mali*’ in Slovenia. *European Journal of Plant Pathology*, 152(3), 791-800.
- Desvignes, J. C., Grasseau, N., Boye, R., Cornaggia, D., Aparicio, F., Di Serio, F., & Flores, R. (1999). Biological properties of apple scar skin viroid. *Plant Disease*, 83(8), 768-772.
- Doi, Y., Teranaka, M., Yora, K., & Asuyama, H. (1967). Mycoplasma-like microorganisms in phloem of diseased plants. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*, 33, 259-266.
- Eastgate, J. A. (2000). *Erwinia amylovora*: Molecular basis of fireblight disease. *Molecular Plant Pathology*, 1(6).
- EPPO. (1999). *EPPO standards: Certification schemes*. EPPO Bulletin, 29, 239-252.
- EPPO. (2017). *Distribution of Cacopsylla pyri*. <https://gd.eppo.int/taxon/PSYLCO/distribution>
- EPPO. (2020). *Diagnostics PM 7/62 (3)*. EPPO Bulletin, 50(1), 69-85. <https://doi.org/10.1111/epp.12612>
- EPPO. (2023). *Datasheet: Candidatus Phytoplasma pyri*. <https://gd.eppo.int>
- EPPO. (2025a). *Categorization of Candidatus Phytoplasma pyri*. <https://gd.eppo.int/taxon/PHYPPY/categorization>
- EPPO. (2025b). *Hosts of Candidatus Phytoplasma mali*. <https://gd.eppo.int/taxon/PHYPPMA/hosts>
- Escobar, M. A., & Dandekar, A. M. (2003). *Agrobacterium tumefaciens* as an agent of disease. *Trends in Plant Science*, 8(8), 380-386.
- Firrao, G., Andersen, M., Bertaccini, A., Boudon, E., Bové, J. M., et al. (2004). ‘*Candidatus Phytoplasma*’. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 54(4), 1243-1255.
- Fulton, R. W. (1972). *Apple mosaic virus*. CMI/AAB Descriptions of plant viruses (No. 83).
- Garcia-Chapa, M., Lavina, A., Sanchez, I., Medina, V., & Batlle, A. (2003). Pear decline disease in Catalonia. *Journal of Phytopathology*, 151(11-12), 584-590.

- Garcia-Chapa, M., Sabate, J., Lavina, A., & Batlle, A. (2005). *Cacopsylla pyri* in pear decline epidemiology. *European Journal of Plant Pathology*, 111(1), 9-17.
- Heinze, K. (1978). *Leitfaden der Schädlingsbekämpfung* (Vol. II, pp. 298-299). Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft MBH.
- Hilber, W., & Siegfried, W. (1997). *Gitterrost auf Birnbaum und Wacholder*. Agroscope FAW.
- Hunt, R. S., & O'Reilly, H. J. (1978). Overwintering of pear trellis rust. *Plant Disease Reporter*, 62(8), 659-660.
- IRPCM Phytoplasma/Spiroplasma Working Team. (2004). 'Candidatus Phytoplasma'. *IJSEM*, 54, 1243-1255.
- Jarausch, B., Tedeschi, R., Sauvion, N., Gross, J., & Jarausch, W. (2019). Psyllid vectors. In A. Bertaccini et al. (Eds.), *Phytoplasmas* (pp. 53-78). Springer.
- Jensen, D. D., Griggs, W. H., Gonzales, C. Q., & Schneider, H. (1964). Pear decline virus transmission. *Phytopathology*, 54, 1346-1351.
- Juhásova, G., & Praslička, J. (2002). Effects of *Gymnosporangium sabinae*. *Plant Protection Science*, 38(3), 89-93.
- Kern, F. D. (1973). A host survey of *Gymnosporangium*. *Mycopathologia et Mycologia applicata*, 51(1), 99-101.
- Kristensen, H. R., & Thomsen, A. (1963). Apple mosaic virus host plants. *Phytopathologia Mediterranea*, 2, 97-102.
- Kunkel, L. O. (1926). Studies on aster yellows. *American Journal of Botany*, 23, 646-705. <https://doi.org/10.2307/2435474>
- Lemoine, J. (1991). Role of *Psylla pyri* in pear decline dissemination. *Arboriculture Fruitière*, 442, 28-32.
- Lethmayer, C., Hausdorf, H., & Reisenzein, H. (2001). Importance of psyllids in fruit trees. *Bulletin of Insectology*, 64, 255-256.
- Mansfield, J., Genin, S., Magori, S., Citovsky, V., Sriariyanum, M., Ronald, P., ... Beer, S. V. (2012). Top 10 plant pathogenic bacteria. *Molecular Plant Pathology*, 13, 614-629.
- Marccone, C., Valiunas, D., Salehi, M., Mondal, S., & Sundararaj, R. (2023). Phytoplasma diseases of trees. In *Forest microbiology* (pp. 99-120). Academic Press.
- Martelli, G. P., Candresse, T., & Namba, S. (1994). *Trichovirus*: A new genus of plant viruses.

- Mayer, C. J., Vilcinskas, A., & Gross, J. (2011). Multitrophic interactions in phytoplasma systems. *Agricultural and Forest Entomology*, 13(1), 25-35.
- Miyazaki, A., Shigaki, T., Koinuma, H., Iwabuchi, N., Rauka, G. B., et al. (2018). 'Candidatus Phytoplasma noviguineense'. *IJSEM*, 68(1), 170-175.
- Naderali, N., Nejat, N., Vadamalai, G., Davis, R. E., Wei, W., et al. (2017). 'Candidatus Phytoplasma wodyetiae'. *IJSEM*, 67(10), 3765-3772.
- Németh, G. (1986). Induction of rooting. In *Trees I* (pp. 49-64).
- Németh, M. (1979). *Virus, mycoplasma and rickettsia diseases of fruit trees*. Akademiai Kiado.
- Nilsson, O., & Olsson, O. (1997). Role of *Agrobacterium rhizogenes* rol genes. *Physiologia Plantarum*, 100, 463-473.
- Ormrod, D. J., O'Reilly, H. J., van der Kamp, B. J., & Borno, C. (1984). Epidemiology of *Gymnosporangium fuscum*. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 6, 63-70.
- Özgen, İ., & Kavak, A. E. (2018). Economic importance of Psyllidae. *International Journal of Innovative Engineering Applications*, 2(1), 15-21.
- Petrzik, K. (2005). Capsid protein analysis of *Apple mosaic virus*. *European Journal of Plant Pathology*, 111, 355-360.
- Phillips, D. H., & Burdekin, D. A. (1992). *Diseases of forest and ornamental trees* (2nd ed., pp. 229-235). The McMillan Press.
- Piqué, N., Miñana-Galbis, D., Merino, S., & Tomás, J. M. (2015). Virulence factors of *Erwinia amylovora*. *International Journal of Molecular Sciences*, 16(6), 12836-12854.
- Polák, Z., & Zieglerová, J. (1997). Occurrence of *Apple mosaic virus* in woody species. In *Slovak and Czech Plant Protection Conference* (pp. 87-89).
- Posnette, A. F., & Cropley, R. (1959). Yield reduction by apple mosaic. *Annual Report East Malling Research Station*, 89-90.
- Randa-Zelyüt, F., Ertunç, F., & Şenal, D. (2022). Phytoplasmas in carrot seeds. *Plant Protection Bulletin*, 62(1), 24-33. <https://doi.org/10.16955/bitkorb.1014427>
- Roossinck, M. J., et al. (2005). Bromoviridae. In *Virus taxonomy* (pp. 1049-1058). Elsevier.
- Satta, E., Carminati, G., & Bertaccini, A. (2020). Phytoplasma in carrot seedlings. *Australasian Plant Disease Notes*, 15, 11.

- Satta, E., Paltrinieri, S., & Bertaccini, A. (2019). Phytoplasma transmission by seed. In A. Bertaccini (Ed.), *Phytoplasmas II* (pp. 131-147). Springer.
- Schneider, H. (1970). Graft transmission and host range of pear decline. *Phytopathology*, 60, 204-207.
- Seemüller, E. (2002). Apple proliferation: Etiology and detection. In *Giornate Fitopatologiche* (Vol. 1, pp. 3-6).
- Seemüller, E., & Schneider, B. (2004). *Candidatus Phytoplasma* spp. *IJSEM*, 54(4), 1217-1226. <https://doi.org/10.1099/ij.s.0.02823-0>
- Seemüller, E., Carraro, L., Jarausch, W., & Schneider, B. (2011a). Apple proliferation phytoplasma. In A. Hadidi et al. (Eds.), *Virus diseases of pome and stone fruits* (pp. 67-73). APS Press.
- Seemüller, E., Schneider, B., & Jarausch, B. (2011b). Pear decline phytoplasma. In A. Hadidi et al. (Eds.), *Virus diseases of pome and stone fruits* (pp. 77-84). APS Press.
- Seemüller, E., Lorenz, K. H., & Lauer, U. (1998). Pear decline resistance. *Acta Horticulturae*, 472, 681-691.
- Seethapathy, P., Thangaraj, P., & Muthusamy, N. (2025). *Venturia*. In *Compendium of phytopathogenic microbes* (pp. 927-956). Springer.
- Serçe, C. U., Kaya, K., Gazel, M., Çağlayan, K., & Sauvion, N. (2012). Psyllid vectors of 16SrX. *Abstracts of the 22nd International Conference on Virus and Graft Transmissible Diseases*, 104.
- Shabi, E., Rotem, J., & Loebenstein, G. (1973). Physiological races of *Venturia pirina*. *Phytopathology*, 63(1), 41.
- Siegfried, W., & Viret, O. (2004). *Birnengitterrost*. Agroscope Merkblatt 304.
- Spotts, R. A. (1984). Infection of Anjou pear by *Podosphaera leucotricha*. *Plant Disease*, 68, 857-859.
- Strickland, D. A., Hodge, K. T., & Cox, K. D. (2021). Biology of *Podosphaera leucotricha*. *Plant Health Progress*, 22(4), 421-432.
- Tedeschi, R., & Alma, A. (2007). *Candidatus Phytoplasma mali* vectors in Italy. *Bulletin of Insectology*, 60(2), 187-188.
- Turechek, W. W. (2004). Apple diseases and management. In *Diseases of fruits and vegetables* (Vol. 1, pp. 1-108).
- Ulubaş-Serçe, Ç., Gazel, M., Çağlayan, K., Baş, M., & Son, L. (2006). Phytoplasma diseases of fruit trees in Turkey. *Journal of Plant Pathology*, 88(2), 179-185.
- USDA. (2023). *Fresh deciduous fruit annual: Turkey*. United States Department of Agriculture.

- van Driel, M., Kots, K., & Wenneker, M. (2024). Real-time PCR for *Venturia pirina*. In *Proceedings of the 21st International Conference on Organic Fruit-Growing*.
- Vanneste, J. L. (2000). *Fire blight: The disease and its causative agent, Erwinia amylovora*. CABI.
- Vukovits, G. (1980). *Obstkrankheiten* (Teil II, pp. 171-175). Leopold Stocker Verlag.
- Wayne, A. S., & Howard, H. L. (2005). *Diseases of trees and shrubs* (2nd ed., pp. 260-262). Cornell University Press.
- Westwood, M. N., Cameron, H. R., Lombard, P. B., & Cordy, C. B. (1971). Effects of rootstock on pear decline. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 96(2), 147-150.
- Wood, G. A., Chamberlain, E. E., Atkinson, J. D., & Hunter, J. A. (1975). Field studies with *Apple mosaic virus*. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 18, 399-404.
- Zhao, Y., Wei, W., Lee, I. M., Shao, J., Suo, X., & Davis, R. E. (2009). iPhyClassifier tool. *IJSEM*, 59(10), 2582-2593.

BÖLÜM XII

ARMUT ZARARLILARI VE MÜCADELESİ

Dr. Öğr. Üyesi Ali Kürşat ŞAHİN¹

Doç. Dr. Burak POLAT²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105906>

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye. aksahin@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0002-2721-8822

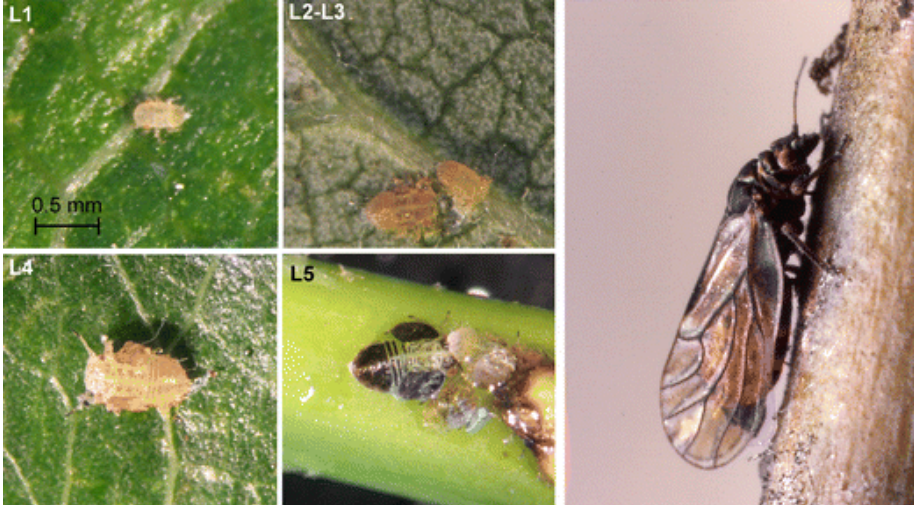
² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Çanakkale, Türkiye. bpolat@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-9171-1024.

1. GİRİŞ

Ilıman iklim meyve türleri içinde armut elmadan sonra en yüksek üretim miktarına sahip meyve türüdür (Özçağırın ve ark., 2004). Birçok meyvede olduğu gibi Türkiye armutun da anavatanıdır (Akçay ve Yücer, 2008). Ülkemizde armut üretiminde önemli kalite ve verim kayıplarına sebep olan birçok zararlı bulunmaktadır. Armutta görülen kayıpların %50-80 oranında eklembacaklılar yani zararlı böcekler ve akarlardan kaynaklı olduğu tahmin edilmektedir (Horton, 2004). Bu bölümde Türkiye’de görülen önemli zararlı böcek ve akar türlerinin biyolojileri, zarar şekilleri ve mücadele yöntemleri hakkında bilgiler verilmektedir.

1.1. Armut Pysillidi (*Cacopsylla pyri* (L.) (Hemiptera: Psyllidae))

Armut pysillidi Avrupa kıtasında armutun ana zararlısı olarak kabul edilmektedir (Civolani ve Pasqualini 2003, Erler ve ark., 2007, Jenser ve ark., 2010). Zararlının erginleri yumurtalarını armut ağaçlarına bırakmakta ve ağaçta sokucu emici ağızları ile bitkinin özsuğunu emen nimfler 5 kere deri değiştirerek ergin hale ulaşmaktadır. Ortam sıcaklığına bağlı olarak nimflerin gelişme süreleri 7-27 gün arasında değişebilmektedir (Kapatos ve Stratopoulou, 1999).



Şekil 1. *Cacopsylla pyri* nimf dönemleri (L1, L2, L3, L4, L5) ve ergini (Montanari ve ark., 2015)

Böceğin zararı nimf ve erginlerin bitkinin yaprak ve sürgünlerin beslenmesi sonucunda yaprak ve sürgünlerde kuruma şeklinde ortaya çıkmaktadır. Ayrıca beslenme sonucunda ürettikleri şekerli maddelerin yaprakların üstünü kaplaması ve bu madde üzerinde çoğalan fungal etmenlerin oluşturduğu fumajin adı verilen siyah renkli küf benzeri yapı da fotosentezi engelleyerek sekonder zarar oluşturmaktadır (Bell, 2015). Ek olarak *C. pyri* birkaç farklı hastalık etmeninin de taşıyıcısı olarak da armutlarda zarar oluşturabilmektedir (Riedle-Bauer ve ark., 2022).



Şekil 2. *Cacopsylla pyri* zararı (Mărcășan ve ark., 2022)

Zararlı yılda yaklaşık 5-6 nesil üretebilmektedir. İlk nesli genellikle nisan ayının ortalarında çıkış yapmakta ve ilkbahar, yaz ve erken sonbahar boyunca karışık nesiller halinde yaşamını sürdürmektedir. Popülasyon genellikle yaz boyunca ve erken sonbahar aylarında en yoğun haline ulaşmaktadır (Civolani, 2012).

Mücadelesi: Zararlı ile mücadelede kimyasal mücadele kapsamında T.C. Gıda ve Kontrol Genel Müdürlüğü tarafından açıklanan Bitki Koruma Ürünleri listesinde yer alan ruhsatlı insektisitler kullanılmaktadır (<https://bku.tarimorman.gov.tr>). İlaçlamada seçici insektisitlerin kullanılması doğal düşmanların olumsuz etkilenmemesi için önemlidir.

Zararlıya karşı uzaklaştırıcı etkiye sahip *Desmodium* (*Desmodium uncinatum* ve *D. intortum*), biberiye (*Rosmarinus officinalis*), sitronella (*Cymbopogon nardus*), nane türleri (*Mentha* spp.) ve lavanta gibi bitkilerin ekstraktları zararlının armut ağaçlarından uzak tutulmasında

kullanılabilmektedir. Ayrıca 1,8-cineole (okaliptüs yağı bileşeni), α -pinene, Timol (thymol), limonen, linalool, karvakrol gibi terpenoidler ile de uzaklaştırıcı etki ortaya çıkabilmektedir. Bu ekstraktlar ve sentetik maddeler ilaçlar gibi püskürtülerek kullanılmaları yanında buharlaşarak etki gösterebilecekleri yayıcılarla da kullanılabilmektedirler (Czarnobai De Jorge ve ark., 2022; Czarnobai De Jorge ve ark., 2024).

Zararlı mücadelesinde tuzakların kullanılması da mümkündür (Bozkurt ve Uğur, 2022). Bu amaçla sarı yapışkan tuzaklarla zararlının çıkış zamanlarının belirlenmesi ve mücadele uygulamalarının zamanlaması yapılabilmektedir. Ayrıca yüksek sayılarda kullanılan tuzaklar ile zararlının erginleri ile doğrudan mücadele de edilebilmektedir.

Biyolojik mücadele, *C. pyri*'nin sürdürülebilir mücadelesi açısından büyük önem sahiptir. Bu yöntem ile zararlı popülasyonlarını baskılanmasında doğal düşmanlar kullanılarak kimyasalların kullanımına bağımlılık azaltılabilir. Bu yaklaşım, insektisit direncinin artması ve çevre dostu çözümlere olan ihtiyacın yükselmesi nedeniyle giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Zararlı ile mücadelede kullanılabilecek başlıca doğal düşmanlar;

Parazitoitler: *Trechnites insidiosus* *C. pyri*'nin en etkili ve en yaygın parazitoitidir. Yüksek parazitlenme oranlarına ulaşabilir ve zararlı ile fenolojik senkronizasyonu çok iyidir. Bu türün kitlesel salımları veya korunması, özellikle zararlıların hassas evrelerinde zamanlandığında zararlı popülasyonlarını önemli ölçüde düşürebilir.

Avcı Böcekler (Predatörler): *Anthocoris nemoralis* ve *Deraeocoris brevis* en önemli avcı türlerdir. Özellikle *A. nemoralis*, zararlının yumurtalarını ve nimflerini yoğun şekilde tüketen çok etkili bir türdür. Bu faydalı böceğin kitlesel salımları ve habitat yönetimi yaygın olarak uygulanan stratejilerdir. Ek olarak Avrupa kulağakaçanı (*Forficula auricularia*), sinirakanatlıların larvaları (*Chrysoperla* spp.) ve örümcekler de doğada zararlının kontrolüne katkıda sağlamaktadır. Geniş spektrumlu insektisitler bu faydalıları da yok edebildiği için mümkün olduğunca az kullanılmalıdır.

Bu doğal düşmanların etkinliklerinin artırılmasında çim ekimi, çiçekli şeritler ve yarı doğal habitatların korunması gibi yöntemler ile kitle üretimi yapılan doğal düşmanların salımı şeklinde uygulamalar da yapılabilmektedir.



Şekil 3. *Trechnites insidiosus* ve *Anthocoris nemoralis*

1.2. Armut Kaplanı (*Stephanitis pyri* (Fabricius, 1775) (Hemiptera: Tingidae))

Armut kaplanı armut ve diğer yumuşak çekirdekli meyve türlerinde görülen bir diğer önemli zararlıdır. Zararlıının hem nimfleri hem de erginleri sokucu emici iğne şeklindeki ağızları ile ağacın yapraklarından özsuğu emerek beslenirler. Beslenme sonucunda beyazımsı lekeler oluşması ve yaprakların erken dökülmesi gibi belirtiler görülür. Bu zarar sonucunda verim ve kalite kayıpları ortaya çıkmaktadır (Montazersaheb ve ark., 2024).

S. pyri, yetişkinliğe ulaşmadan önce birkaç nimf evresinden geçerler. Hem nimfler hem de erginler (yetişkinler) yaprakların alt yüzeylerinde beslenir. Gelişim hızı büyük ölçüde sıcaklığa bağlıdır ve en uygun gelişim 26 °C’de gerçekleşmektedir. Dişiler 20 °C’de 58,7 güne kadar yaşayabilmektedir ve en fazla yumurtayı 26 °C’de bırakırlar. Uygun iklim koşullarında yılda 3-4 döl verebilen bir zararlıdır. Kışı ergin halde yabancı otlar arasında geçirmekte ve ilkbahar başında konukcusu ağaçlara göç ederek üremeye ve zararını oluşturmaya başlamaktadır (Muhammed, 2021).



Şekil 4. *Stephanitis pyri* nimfleri ve ergini

Popülasyon genellikle yaz sonunda yükselişe geçmektedir ama zararlı nisan başından ekim ayı sonuna kadar aktif olarak bahçelerde zararına devam edebilmektedir. Sıcaklık gelişimi önemli ölçüde etkilese de arazi çalışmaları popülasyon dalgalanmaları ile sıcaklık veya nem arasında doğrudan bir korelasyon olmadığını göstermektedir (Montazersaheb ve ark., 2024).



Şekil 5. *Stephanitis pyri* zararı

Mücadelesi: Zararlının mücadelesinde entegre zararlı yönetimi kapsamında yöntemlerin uygulanması etkili bir mücadele için önemlidir. Kültürel önlemler kapsamında bitkilerin sağlıklı olarak yetiştirilmesi, kışlama yeri olarak kullanılan yabancı otların temizliği ve doğal düşmanların yaşayabileceği çiçekli bitkilerin arazi sınırlarında bulundurulması gibi uygulamalar yapılmaktadır.

Genel olarak zararlının çıkış zamanlarının belirlenmesi amacıyla düzenli gözlemler yapılması mücadele yöntemlerinin uygulama zamanlarının belirlenmesi için önemlidir. Kimyasal mücadele kapsamında Pyrethrum + piperonyl butoxide (PPBO), rotenone temelli ürünler, Azadirachtin ve *Beauveria bassiana* gibi bitkisel ve biyolojik insektisitlerin etkili olduğu bildirilmiştir (Vergnani ve Caruso, 2008). Ayrıca Bitki Koruma Ürünleri listesinde yer alan ruhsatlı insektisitlerin kullanılması da önerilmektedir

(<https://bku.tarimorman.gov.tr>). Doğal düşmanlara etkisi düşük seçici insektisitlerin kullanılması uzun vadeli mücadele için çok önemlidir.

Zararlı ile biyolojik mücadelede avcı böcekler olan *Anthocoris nemoralis*, uğur böcekleri ve örümcekler etkili doğal düşmanlardır. Parazitoitlerden *Trechmites insidiosus* ve *Prionomitus mitratus* gibi türlerin de yeterli popülasyonlarda etkili oldukları bilinmektedir. Ayrıca *Metarhizium acridum*, *Beauveria bassiana*, *Isaria fumosorosea* ve *Lecanicillium muscarium* gibi entomopatojenler de zararlının popülasyonu üzerinde baskı oluşturabilmektedir. Hatta *M. acridum*'un nimflerde %100 varan oranlarda ölüme sebep olabildiği bildirilmiştir (AL-Amry ve AL-Dahwi, 2022).

1.3. Kahverengi Koşnil (*Parthenolecanium corni* (Bouché) (Hemiptera: Coccoidae))

P. corni, bir yumuşak kabuklubit türüdür ve dünya genelinde meyve ağaçları ile süs bitkilerinde önemli bir zararlıdır. Armutta bitki özsuynunu emerek zararlı olmaktadır. Beslenmesi sonucunda bitkide kuvvet kaybı, solma, büyüme geriliği ve dal kurumaları görülmektedir. Salgıladığı balımsı madde ise üzerinde gelişen fungal etmenler nedeniyle fumajin oluşumuna sebep olur; bu da fotosentezi azaltarak gelişmeyi ve meyve kalitesini ciddi şekilde düşürür. Ayrıca *P. corni*'nin birkaç önemli bitki virüsünün de vektörüdür.

P. corni ılıman iklim bölgelerinde genellikle yılda tek nesil oluşturmaktadır. İkinci dönem nimf olarak dallarda kışlar, ancak daha sıcak iklimlerde birden fazla nesil oluşturabilmektedir. Dişiler eşeyli olarak üremektedir ve yumurta verimi dişinin büyüklüğüyle yakından ilişkilidir. Nimflerin en hareketli ve hassas dönemi yürüyen nimf evresidir; bu evre en savunmasız oldukları dönem olduğu için mücadelede temel hedefi oluşturmaktadır.



Şekil 6. *Parthenolecanium corni* ergin dişisi

Mücadelesi: Etkili mücadele için hareketli nimf dönemine göre mücadele zamanı belirlenmelidir. Kimyasal mücadelesine karar verirken Mayıs ve Haziran aylarında yapılacak kontrollerde 10 cm uzunluktaki bir dalda, altında yumurta bulunan en az 3 adet dişi koşnil görülmesine önem verilmektedir. Bitki Koruma Ürünleri listesinde yer alan ruhsatlı insektisitlerin kullanılması önerilmektedir (<https://bku.tarimorman.gov.tr>). Ayrıca kanola yağının da zararlıyı kaplayarak solunumunu engellemesi nedeniyle etkili olduğu bildirilmiştir (Skalský ve ark., 2019). Kültürel önlem olarak üzerindeki zararlıların bulunduğu dalların toplanarak bahçeden uzaklaştırılması önerilmektedir.

Biyolojik mücadelesinde *Coccophagus lycimnia*, *Metaphycus dispar* ve *Blastothrix longipennis* türü parazitoitler yanında *Hyperaspis signata*, *Chilocorus stigma* ve *Chrysoperla rufilabris* gibi avcı türlerin %90'a varan oranlarda zararlı popülasyonunu baskılayabildiği bildirilmiştir (Traband ve ark., 2023). Ayrıca *Ophiocordyceps clavulata* gibi Entomopatojen (böcek hastalığı oluşturan) fungusların da etkili mücadele etmenleri olduğu bilinmektedir (Szklareszewicz ve ark., 2021).

1.4. San Jose Kabuklubiti (*Quadraspidiotus perniciosus*, Comstock (Hemiptera: Diaspididae))

Quadraspidiotus perniciosus bir kabuklubit türüdür. Çin kökenli olup günümüzde dünya genelinde meyve bahçelerinin en önemli zararlılarından biridir. Özellikle elma, armut, şeftali, erik, kiraz gibi sert ve yumuşak çekirdekli meyve ağaçlarında ağır ekonomik kayıplara yol açar; ayrıca süs bitkilerinde de yaygın olarak görülmektedir.

Nimf ve yetişkin dişiler bitki özsuğunu emerek zarar vermektedirler. Beslenme yerinde toksik salgılar bırakarak dokuda kırmızı-mor halkalar oluşturmaları belirgin özelliklerindendir. Yüksek popülasyonlarda dallarda kuruma, ağaç canlılığında düşüş, yaprak dökülmesi ve ağaçta ölüm görülebilmektedir. Meyvelerde ortaya çıkan kırmızı lekeler kaliteyi düşürerek pazar değerini olumsuz etkilemektedir.



Şekil 7. *Quadraspidiotus perniciosus*

Ilıman iklimlerde genellikle 2-4 nesil oluşturabilmektedir. Kışı olgunlaşmamış ikinci evre nimfler olarak dallarda geçirir. İlkbaharda hava sıcaklığı 10-12°C'yi aşınca gelişimini tamamlayan dişiler canlı yavru doğurarak çoğalmaktadırlar. Hareketli nimf dönemi sarı renkli, hareketli ve en hassas dönemdir. Dişiler sabit kalırlar ve yuvarlak gri bir kabuk (çap ~2 mm) üretirler, erkekler ise kanatlıdır ve dişileri salgıladıkları feromonlar ile bulurlar. Bir dişi sezon boyunca 200-400 yavru verebilmektedir ve bu şekilde popülasyonlarını hızla artırabilirler.

Mücadelesi: Kültürel mücadelesi kapsamında bulaşık dalların temizlenmesi ve temiz fidan kullanımı önceliklidir. Kimyasal mücadelesinde ise mineral yağ uygulamaları önerilmektedir. Ayrıca sistemik insektisitlerle de mücadelesi yapılabilmektedir (Ahmad, 2023). İnsektisitlere direnç gelişimini engellemek için farklı etki mekanizmalarına sahip ilaçlar rotasyona sokulmalıdır.

Biyolojik mücadelesinde kullanılan *Encarsia perniciosi*, *Aphytis proclia* ve *A. diaspidis* çok etkili parazitoitlerdir (García ve ark., 2025). Avcı olarak ise *Chilocorus kuwanae*, *Chilocorus bipustulatus* ve *Cybocephalus fodori* gibi uğur böceği türleri önerilmektedir. Doğada bulunan doğal düşmanların desteklenmesi de önemli bir mücadele yöntemidir.



Şekil 8. Zararlıyı parazitleyen *Encarsia perniciosi* dişi

1.5. Virgülcabuklubiti (*Lepidosaphes ulmi* L. (Hemiptera: Coccoidea))

Zararlı bitkinin dallarında özsuyu emerek ağaçta canlılık kaybına neden olması yanında, tükürüğünde bulunan enzimler bitkide ur vb. yapıların oluşmasına da sebep olur. Yüksek popülasyonlarda dalları kaplaması nedeniyle fiziksel olarak da ağaca zarar verebilmektedir. Zararlının dişileri 2-4 mm uzunluğunda ve hareketsizdir. Kendini istiridye/midye kabuğunu andıran gri-kahverengi veya koyu kahverengi mumlu bir kabukla örter. Erkek bireyler hareketlidir ve nimfleri de 1mm'den daha küçük soluk sarı renkli hareketli dönemlerdir.



Şekil 9. *Lepidosaphes ulmi*

Mücadelesi: Zararlıya karşı kültürel önlem olarak bulaşık bitki materyallerinin yok edilmesi önerilmektedir. Mekanik mücadele olarak ise sert yapı bir kumaşla dallardan zararlının fiziksel olarak temizlenmesi de düşük popülasyonlarda veya küçük bahçelerde etkili olabilmektedir.

Kimyasal mücadele kapsamında kışın veya erken ilkbaharda uygun yağ uygulaması ile yumurta ve dişilerin boğularak öldürülmesi mümkündür. Ruhsatlı yağlara ve diğer insektisitlere <https://bku.tarimorman.gov.tr> sitesinden ulaşılabilir.

Biyolojik mücadele kapsamında ise parazitoit türler *Aphytis chrysomphali* ve *Aphytis diaspidis* türlerinin zararlıyı baskılamada etkili olduğu bildirilmiştir (İbrahim ve ark., 2023). Bazı avcı böceklerin ve avcı akarlarında doğal koşullarda zararlı üzerinde bir baskı yaratma ihtimalleri vardır ancak etkili avcı türler saptanmamıştır.



Şekil 10. *Aphytis diaspidis* ergini

1.6. Armut Kırmızı Kabuklubiti *Epidiaspis leperii* Signoret (Hemiptera: Diaspididae)

Epidiaspis leperii zararını sokucu emici yapıda ağzıyla bitki özsuğunu emerek gerçekleştirir. Tükürüğünde yer alan enzimler nedeniyle ağaç kabuğunda çatlaklar ve ur benzeri yapılar oluşabilir. Dallarda gri-beyaz bir görüntü oluşturur. Meyvelerde beslenmesi sonucunda meyve üzerinde kırmızı renkli halka şeklinde lekeler ortaya çıkar. Bu durum meyvenin kalitesinde ve

pazar değerinde önemli düşüşlere sebep olmaktadır. Genç ağaçlarda büyümenin durmasına sebep olması da bir diğer önemli zararıdır.

Zararlının dişilerinin vücutu 2-3 mm, yuvarlak-oval, düz, grimsi-beyaz veya kirli gri renktedir ve vücut rengi nedeniyle ağacın kabuğuyla mükemmel kamufle olur, uzaktan fark edilmesi zordur. Hareketli nimf dönemi turuncu-sarı renklidir. Bu zararlı yılda iki nesil oluşturmaktadır. İlk nesli genelde nisan sonu-mayıs başında, ikinci nesli ise temmuz ve ağustos aylarında oluşturmaktadır. Kışı ergin dönemde geçirir ve baharın gelmesiyle yumurtalarını bırakmaya başlar, bir dişi 40-100 arası yumurta bırakabilir.



Şekil 11. *Epidiaspis leperii*

Mücadelesi: Bu zararlı vücudunu koruyan mumsu tabaka ve sertleşmiş derisi nedeniyle kimyasal mücadele oldukça dirençlidir. Kimyasal mücadelesinde genellikle juvenil hormon analogları ve sistemik insektisitler önerilmektedir (El-Kareim ve ark., 1988).

Kültürel önlemler kapsamında, bahçe hijyenini optimize etmek, bulaşık bitki materyalini uzaklaştırmak ve bitki sağlığını güçlendirmek gibi yöntemler zararlıların yerleşmesini ve yayılmasını engelleyebilir. Fiziksel yöntemler

olarak ise bariyerler, tuzaklar ve elle toplama ile küçük çaplı alanlarda mücadele edilebilir. Ayrıca cinsel çekici feromonu içeren tuzaklar ile popülasyon ve çıkış zamanı takibi yapılması diğer mücadele yöntemlerinin uygun zamanlarının belirlenmesi için önemlidir.

Bu zararlının biyolojik mücadelesinde etkinliği belirlenmiş faydalı türler bulunmamaktadır. Ancak, *Aphytis mytilaspidis*, *Aphytis maculicornis*, *Aphytis proclia*, *Ablerus marchali*, *Coccophagoides similis*, *Encarsia maritimus*, *Encarsia perniciosi* ve *Pteroptrix dimidiata* türlerinde yer alan parazitoidlerin zararlıyı doğada belirli oranlarda baskı altına alabildiği bildirilmiştir (Abdel-Kareim ve Kozár, 1988). Bu nedenle doğal koşullarda faydalıların desteklenmesi için destekleyici uygulamalar faydalı olacaktır.

1.7. Çiçek (Bakla) Zınnı (*Epicometis hirta* L. (Coleoptera: Scarabaeidae))

Bu zararlının erginleri 8-14 mm uzunluğunda ve tüylü bir görünüme sahiptir, kanatlar üzerinde de krem rengi lekeler bulunmaktadır.

birçok bitkinin çiçeklerinde beslenebilen bir böcektir. Temel zarar şekli meyve ağaçlarının çiçeklenme döneminde çiçeklerin içinde yer alan erkek ve dişi organları yemesi ile ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda çiçeklenme döllenme yeteneklerini kaybetmekte ve meyve tutumu gerçekleşmemektedir. Mücadele edilmediklerinde %70'e varan oranlarda çiçek kaybına sebep olabilirler (Golache ve ark., 2024).



Şekil 12. *Epicometis hirta* ergini

Erginler mart-nisan aylarında kışlamadan çıkış yapmaya başlarlar ve yazın ortalarına kadar yoğun olarak çiçekli bitkilerde görülebilirler. Zararlı yılda bir nesil tamamlar ve kışı toprak içinde larva veya ergin olarak geçirir. Sıcaklıkların daha yüksek olduğu yıllarda daha erken kışlamadan çıkarak çok yüksek popülasyonlara ulaşabilir ve yoğun şekilde zarar oluşturabilirler. Larvaları toprak içinde yaşar ve çürüten bitkisel materyallerle beslenirler, bu yüzden tarımsal açıdan doğrudan zararları bulunmamaktadır.

Mücadelesi: Zararının asıl zararını yaptığı çiçeklenme dönemi arı gibi tozlayıcı türlerin de bahçelerde yoğun olarak bulunduğu bir dönem olduğu için kimyasal mücadele önerilmemektedir. Zararlıya karşı yapılan ilaçlamalar tozlayıcı böcekleri de öldüreceği için tozlaşma ve dolayısıyla meyve tutumu da düşmektedir. Bir diğer yöntem ise küçük bahçelerde ağaçların sallanarak erginlerin yere düşürülmesi ve elle toplanarak yok edilmesidir, ancak yoğun işgücü isteyen bir yöntem olduğu için uygulanabilirliği düşüktür.

Bu nedenle günümüzde zararlıya karşı biyoteknik bir mücadele yöntemi olarak tuzakla yakalama önerilmektedir. Bu yöntemde zararının belirli renk ve kokulara yönelme davranışından yararlanılarak erginlerin yüksek oranlarda yakalanması ve popülasyonun düşürülmesi hedeflenmektedir. Yapılan çalışmalar zararının renk tercihinin bitkinin dönemine bağlı olarak değiştiğini göstermektedir. Çiçeklenme öncesi dönemde bitkilerin bulunduğu bahçelerde zararlı daha çok beyaz renkli tuzaklara yönelirken, çiçeklenme döneminde mavi renkli tuzaklar daha yüksek çekiciliğe sahiptir (Aydın, 2011). Zararının yakalanmasında tuzak rengi yanında tuzak şeklinin de etkileri olduğu da görülmüştür (Avcı ve Özpınar, 2021). Böceğin yakalanmasında mavi leğenler yanında mavi renkli huni geçirilmiş şişe şeklindeki tuzakların da etkili olduğu bildirilmiştir (Özpınar ve ark., 2021). Ayrıca tuzakların içine yerleştirilen çekici kokularla tuzakların etkinliği artırılabilir.



Şekil 13. Mavi leğen tuzakları

Biyolojik mücadele kapsamında bazı entomopatojen fungusların ve entomopatojen nematodların laboratuvar koşullarında zararlıyı hastalandırıp öldürebildiği görülmüştür ancak doğa koşullarında uygulanması konusunda yeterince çalışma bulunmamaktadır.

1.8. Mayıs Böceği (*Melolontha melolontha* L. (Coleoptera: Scarabaeidae))

Mayıs böceği ağaçların kök kısımlarında beslenen zarar oluşturan önemli bir zararlıdır. Asıl zararını meyve ağaçlarının köklerinde beslenerek bitkilerde gelişmenin durmasına ve ileri aşamalarda ağacın ölmesine sebep olarak vermektedir. Ergin dönemleri de ağaçların yapraklarıyla beslenerek fazladan zarar sebep olabilirler. Zararlının bir neslini tamamlaması 3-4 yıl sürebilmektedir. Larva ve ergin beslenmesi sonucunda bazı durumlarda %50'ye varan oranlarda kök ve yaprak kaybı olabilmektedir (Woreta, 2015).



Şekil 14. *Melolontha melolontha* larvaları ve ergini

Mücadelesi: Erginlerin toplanarak yok edilmesi işgücü gerektiren bir mücadele yöntemidir ancak düzenli olarak uygulandığında uzun vadede zararının popülasyonunu önemli oranda düşürebilmektedir. Toprak altında bulunan larvalara karşı kimyasal mücadelenin etkinliği düşüktür ancak erginlere karşı uygun dönemlerde ruhsatlı insektisitlerle ilaçlama yapılabilmektedir.

Biyolojik mücadele kapsamında entomopatojenik mantarlar olan *Beauveria brongniartii* ve *Metarhizium anisopliae*, entomopatojenik nematodlar olan *Heterorhabditis bacteriophora* ve *Steinernema* türleri özellikler toprak altındaki larva dönemine karşı etkili olabilme yetenekleri ile ön plana çıkmaktadır. Özellikle *B. brongniartii* günümüzde zararlıya karşı %90'a varan etkinliği ile ticari olarak dünya çapında kullanılmaktadır.

1.9. Haziran Böceği (*Polyphylla fullo* L. (Coleoptera: Scarabaeidae))

Kahverengi- kırmızı kahverengi renge ve beyaz lekelere sahip olan erginleri genellikle mayıs-haziran aylarında aktif olarak görülmektedirler. Erginleri yapraklarda beslense de asıl zararını birçok farklı bitki türünün köklerinde beslenen larvaları oluşturmaktadır. Kumlu toprakları tercih eden larvalar ilk dönemlerde daha çok otsu bitkilerin köklerinde beslenmeyi tercih ederken larva olgunlaştıkça daha odunsu köklere sahip bitkilerin köklerinde beslenmeye başlamaktadırlar (Blankwaardt, 1965). Popülasyonun çok yüksek olduğu durumlarda ağaçların sökülerek farklı bitkilerin üretimine geçilmesi gerekebilmektedir.



Şekil 15. *Polyphylla fullo* larva ve ergini

Mücadelesi: Zararının kimyasal mücadelesi kapsamında 0-20 cm toprak derinliğindeki sıcaklıklar 9°C'ye ulaştığı zaman ve özellikle yağmur

sonrası larvaların toprak yüzeyine yaklaştıkları dönemde ruhsatlı insektisitler ile toprak ilaçlaması yapılabilir ancak etkinliği çok yüksek bir uygulama değildir.

Biyolojik mücadele kapsamında ise entomopatojen funguslar *B. bassiana* ve *M. anisopliae*'nin özellikle genç larvalarda %70' varan oranlarda ölüme sebep olabildiği bildirilmiştir (Erler ve Ateş, 2015).

1.10. Armut Testereli Arısı (*Hoplocampa brevis* Hartig) (Hymenoptera: Tenthredinidae)

Bu zararlı özellikle armutları tercih eden bir testereli arı türüdür. Dişilerin testereye benzer yumurta koyma boruları nedeniyle testereli arı ismi verilmiştir. Asya kökenli istilacı bir türdür. Erginleri 4-5 mm boyunda siyah-sarı renkli arılardır. Larvaları ise sarımsı yeşil renge sahiptir. Zararlı yılda bir nesil oluşturmaktadır ve nisan-mayıs aylarında ilk çıkışlarına başlar. Dişiler yumurtalarının döllenmiş armut çiçeklerine ve genç meyvelere bırakırlar (Bangels ve Belien, 2013).

Larva olgunlaşan meyve içinde beslenerek meyveye zarar verir ve verimde düşüslere sebep olur. Larvanın meyve kabuğu altında beslenmesi ile meyve yüzeyinde yara izleri oluşmakta ve meyvelerin pazar değeri düşmektedir. Bazı durumlarda da meyveler gelişmeden dökülebilmektedir.



Şekil 16. *Hoplocampa brevis* larva ve ergini

Mücadelesi: Kimyasal mücadelesinde yumurta dönemi veya ilk larva döneminde uygulama yapılması durumunda başarının oldukça yüksek olduğu bildirilmiştir. Doğal düşmanlara zarar vermeyen ruhsatlı ilaçların kullanılması oldukça önemlidir. Biyolojik mücadele kapsamında belirgin etmenler bulunamamaktadır ancak doğadaki parazitoit ve avcı türlerin korunması zararlı

popülasyonu üzerinde baskı oluşturarak mücadeleye yardımcı olabilmektedir (DuPont ve ark., 2021). Ayrıca zarar görmüş ve dökülmüş meyvelerin toplanarak yok edilmesi sonraki yıllardaki zararlı popülasyonunu düşüreceği için önemli bir uygulamadır.

1.11. Yaprakbitleri (*Aphis pomi*, *Dysaphis plantaginea*, *Myzus persicae*, *Hyalopterus pruni*, *Pterochloroides persicae* (Hemiptera: Aphididae))

Yaprakbitleri armut bahçelerinde yaygın görülen zararlılardır ve birçok yaprakbiti türü armutta zararlı konumdadır. Genel olarak dokucu emici ağızları ile yapraklardan bitkinin özsuyunu emerek zarar yapmaktadırlar. Ayrıca salgıladıkları şekerli maddeler yaprakların üzerine kaplayarak siyah renkli fumajin oluşumlarına sebep olarak fotosentezi engelleyici etkileri de bulunmaktadır. Bunun yanında birçok yaprakbiti türü çeşitli bitki hastalıklarının da taşıyıcısı durumundadır (Atlıhan ve ark., 2017).



Şekil 17. *Aphis pomi* ve *Dysaphis plantaginea*

Zararlı hava sıcaklıklarının uygun olduğu üretim sezonu boyunca sürekli olarak canlı doğurarak çoğaldığı için hızla yüksek sayılara ulaşabilmekte ve kanatlı formları ile farklı bitkilere bulaşabilmektedir. Birçok yaprak biti türü farklı bitki türleri arasında geçiş yapabildikleri için de mücadelesi sürekli devam eden bir zararlıdır.

Mücadelesi: Mücadele ülkemizde ruhsatlı insektisitler uygun yöntemlerle uygulandığında etkili olabilmektedir ancak sürekli benzer etki mekanizmalı ilaçların kullanılması zararlının ilaçlara karşı direnç geliştirmesine sebep olabilmektedir. Yaprakbitlerinin doğada birçok doğal düşmanı bulunmaktadır. Bunlar arasında uğur böcekleri ve Chrysoperla türlerinin larvaları ile örümcekler gibi avcı böcekler yanında Aphidius

matricariae, Aphidius colemani, Ephedrus persicae ve Praon volucre gibi yaprakbiti parazitoiti türler bulunmaktadır. Bu doğal düşmanların yaşamlarını sürdürebilecekleri ve sığınak olarak kullanabilecekleri çiçekli bitkilerin bahçe sınırlarında bulundurulması etkinliklerinin artırılması için önemli bir yere sahiptir. Karıncalar genellikle yaprak bitlerinin salgıladıkları şekerli maddeleri besin olarak kullandıkları için yaprakbitlerinin doğal düşmanlarına karşı koruma davranışı gösterirler, hatta bazı durumlarda yaprakbitlerini farklı bitkilere taşıyarak bulaşmalarını da artırabilirler. Ancak karıncalar armut psillidi gibi diğer önemli zararlıların da avcısı oldukları için karıncalara karşı yapılacak olan mücadele uygulamalarına karar verirken bu farklı faktörleri göz önünde bulundurmak gerekmektedir (Sanchez ve ark., 2020).

1.12. Yaprakbüktenler (*Archips rosanus* ve *Archips xylosteanus*) (Lepidoptera: Tortricidae)

Yaprakbüktenler genellikle yılda 1 nesil oluşturan ve kışı yumurta olarak geçiren zararlılardır. Larvalar ilkbaharın başlarında yumurtadan çıkarak yaprak, sürgün ucu, çiçek üreme organları ve bazen meyvelerde beslenerek zarar oluştururlar. Larvalar pupa olmadan önce yaprakları bükerek rulo haline getirir ve bu şekildeki yaprağın içinde pupa dönemine girerler (Ercan ve Özpınar, 2014). Popülasyonun yüksek olduğu durumlarda ağaçlarda önemli yaprak kaybına, dolayısıyla gelişme sorunlarına ve verim düşüşüne sebep olabilirler (Ulu ve Önuçar, 1999).



Şekil 18. *Archips rosanus* larva ve ergini



Şekil 19. *Archips xylosteanus* larva ve ergini



Şekil 20. Yapraktaki zarar

Mücadelesi: Zararlının kimyasal mücadelesinde ruhsatlı insektisitler ile ağaç başına ortalama 5 taneden fazla yumurta paketi bulunması durumunda uygulama yapılabilir. Mekanik mücadele kapsamında erken ilkbahar, sonbahar ve kış aylarında, gövde ve dallardaki yumurta paketleri ezilerek yok edilmesi popülasyonun azaltılması için etkilidir ancak parazitlenmiş yani siyahlaşmış yumurtaların ezilmemesi parazitoit popülasyonlarının korunması açısından önemlidir. Biyoteknik mücadele kapsamında ise ilk erginlerin görünmesi ile besin tuzakları ve feromon tuzakları ile kitlesel tuzaklama yapılabilmektedir.

1.13. Yüzük Kelebeği (*Malacosoma neustria* L. (Lepidoptera: Lasiocampidae))

Zararlının ergin dişileri tarafından ince dalların etrafına sarılarak bırakılan yumurta paketlerinin yüzüğe benzemesi nedeniyle yüzük kelebeği ismini alan böceğin larvaları meyve ve orman ağaçlarında yapraklarla beslenerek verim ve kalitede önemli düşüslere sebep olmaktadır. Zararlı genellikle yılda bir nesil oluşturmakta ve kışı yumurta halinde geçirmektedir.

Zararlının epidemi yaptığı aşırı yüksek popülasyon görülen yıllarda ağaçların tamamen yapraksız kalması mümkündür. Bu durum uygun iklim koşulları ve önceki yıllardan gelen popülasyon birikmelerinin sonucu olarak 6-7 yılda bir gerçekleşebilmektedir (Shiga, 1977).



Şekil 21. *Malacosoma neustria* yumurta paketleri, larvası ve ergini

Mücadelesi: Zararlı ile kimyasal mücadelede ruhsatlı insektisitler kullanılabilir. Ayrıca rudbekya (*Rudbeckia hirta*) çiçeğinden elde edilen ekstraktın larvalar üzerinde yüksek ölüm etkisine sahip olduğu da bildirilmiştir (Wang, 2025). Biyolojik mücadele kapsamında biyolojik insektisitler olarak kullanılan *B. thuringiensis* bakterisi yanında *Metarhizium brunneum* ve *Beauveria bassiana* entomopatojen funguslarının da larvalara karşı etkili oldukları bilinmektedir (Topkara ve ark., 2022). Parazitoit olarak *Telenomus laevisculus* türünün doğada %20 oranında parazitleme gerçekleştirebildiği belirlenmiştir. Bu nedenle bu türün ve diğer benzer türlerin korunması zararlı popülasyonunun baskılanması açısından büyük öneme sahiptir (Özbek ve Çoruh, 2010).

1.14. Ağaç Kızılkurdu (*Cossus cossus* L. (Lepidoptera: Cossidae))

Ağaç kıızılkurdu birçok ağaç türünde odun dokuda beslenerek zarar yapan önemli bir zararlıdır. Zararlıının bir neslini tamamlaması 2-4 yıl arası sürebilmektedir. Larva ilk dönemlerde kabuk altında beslenirken olgunlaştıkça ağacın merkezine doğru beslenerek galeriler açarak ilerlemektedir. Kışı larva olarak geçiren bu türün dişileri yumurtalarını ağaç kabuğundaki çatlakların içine bırakmaktadır. Larvalar genellikle yumurtadan çıktıktan sonra bir süre toplu halde yaşamakta, büyüdükçe ağacın farklı kısımlarına dağılmaktadırlar (T'sai ve ark., 1974).

Larvanın ağacın odun dokusu içinde beslenmesi ağacın iç yapısına önemli oranda zarar vererek ağaçların güçsüzleşmesine ve hastalıklara daha duyarlı hale gelmesine sebep olur, ileri seviye zararda ağacı tamamen öldürebilir. Larva ağaç içerisinde beslenerek iletim dokularını bozmakta ve ağacın köklerden aldığı besinleri dal ve yapraklarına ulaştırmasını engellemektedir (Choochuen ve Foit, 2025).



Şekil 22. *Cossus cossus* larvası ve ergini

Mücadelesi: Zararlıya karşı mücadele kapsamında bulaşık ağaç dokularının ortamdaki uzaklaştırılarak yok edilmesi sonraki nesillerin sayısının azaltılması açısından önemlidir. Zararlıının larvalarının ağaç içerisinde olması nedeniyle doğrudan kimyasal mücadele uygulamaları çok etkili değildir. Ağaç içine insektisit enjeksiyonu uygulamaları bazı durumlarda başarılı olabilmektedir.

Biyoteknik mücadele kapsamında ise feromon tuzakları ile kitle tuzaklama yanında şaşırtma tekniği ile bahçenin zararlıının iletişim için kullandığı kokularla (feromon) doldurularak erkek ve dişinin birbirini bulması

ve çiftleşmesi önlenebilmektedir. Bu uygulamalar uzun vadede zararlı popülasyonlarını ekonomik zarar eşiğinin altına düşürmede çok başarılıdır.

Biyolojik mücadelede ise Entomopatojen nematodlar *Steinernema carpocapsae* ve *S. feltiae* ile entomoptojen fungus *Beauveria bassiana* larvanın yaşadığı izole ortamlara ulaşarak larvaları enfekte edip öldürmekte etkilidir (Gumus ve ark., 2015).

1.15. Kırmızı Örümcekler (Akarlar) (*Tetranychus viennensis*, *Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi*, *Bryobia rubrioculus*, *Cenopalpus pulcher*)

Kırmızı örümcekler stylet adı verilen iğne benzeri ağız yapıları ile bitkilerin yapraklarından özsuğunu emerek zarar yaparlar. Beslenme sonucunda bitkilerde sarı lekeler ile başlayan belirtiler yaprakların tamamen ölüp kuruması ile devam eder. Oluşturdukları zarar bitkinin fotosentez kapasitesini düşürdüğü için gelişmede yavaşlama ve durma, yaprak dökülmesi ve meyve kalite ve veriminin düşüşü gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yüksek popülasyonlara ulaştıklarında ördükleri ağlar ile de bitkileri kaplayarak fotosentezi azaltma ve mücadele uygulamalarına dayanıklılık özellikler de kazanırlar. Bazı türlerin virüs hastalıklarını taşıdıkları da bilinmektedir (Thind ve Bhullar, 2020).



Şekil 23. *Tetranychus viennensis*, *Tetranychus urticae*, *Panonychus ulmi*, *Bryobia rubrioculus*

Mücadelesi: Kırmızı örümceklerle mücadelede *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius spp.*, *Neoseiulus californicus* gibi avcı akar türleri oldukça etkili doğal düşmanlardır ve biyolojik mücadele uygulamaları kapsamında kitle halinde üretilerek salımları yapılmaktadır. Ek olarak entomopatojen fungus olan *Metarhizium* ve *Beauveria* türleri de kırmızı örümcek popülasyonlarının kontrol altına alınmasında etkili olabilmektedir (Mutuku ve ark., 2024).

Kimyasal mücadele kapsamında akarisit etkili maddeli ilaçların kullanılması gerekmektedir. Burada ilaçlama zamanının kaçırılmaması önemlidir çünkü yüksek popülasyonlarda ördükleri ağlar ilaçların etkinliğini oldukça düşürmektedir. Bu nedenle kırmızı örümceklere karşı düzenli olarak gözlemlerin yapılması mücadeleye zamanında başlanabilmesi için çok önemlidir.

1.16. Armut Yaprakuyuzu (*Eriophyes pyri* (Arachnida: Eriophyidae)

Armut yaprakuyuzu yılda yaklaşık 3 nesil oluşturan bir zararlıdır. Dişiler tomurcukların içinde kışı geçirirler ve ilkbaharda ortalama hava sıcaklıklarının 10°C'yi geçmesi ile birlikte aktif hale geçerek üremeye başlarlar. İlk nesil tomurcukların patlamasıyla birlikte genç yapraklarda beslenmeye başlar (Yanovsky ve ark., 2022). Takip eden nesiller ise gelişen yapraklara geçerek kışlamak için tekrar tomurcuklara giriş yaparlar. Bu zararlı akarın en aktif olduğu dönem temmuz sonuna doğrudur ve popülasyonu iklim koşullarına bağlı olarak büyük değişiklik gösterir.

Akarın beslenmesi sonucunda yapraklarda uyuz da denilen ur benzeri sarı kabarcık benzeri lekeler oluşmaktadır. Bu lekeler yaprağın fotosentez kapasitesini düşürmesi nedeniyle meyve verimini ve kalitesini de önemli oranda etkilemektedir (Bondareva ve Chumak, 2021). Zararlıya karşı armut çeşitlerinin duyarlılığında çeşitlilik görülmektedir. Kışlık çeşitler çok daha hassas iken yazlık çeşitler akarın zararına karşı daha dirençlidir.



Şekil 24. *Eriophyes pyri*'nin armut yaprağında zararı

Mücadelesi: Zararlıının kimyasal mücadelesinde ruhsatlı akarisitler zararlıının tomurcuklardan yapraklara geçtikleri ilk dönemde uygulanmalıdır. Ayrıca zararlıının yoğun olduğu bahçelerde hasat sonrası kükürt uygulaması da oldukça etkili olabilmektedir.

Biyolojik mücadele kapsamında avcı akar *Typhlodromus pyri*'nin zararlı akarın popülasyonları üzerinde yüksek oranda baskılayıcı etkisi olduğu bildirilmiştir. Her mücadele yönteminde önemli olan ilk nesilde popülasyonu baskı altına alabilmektir çünkü sonraki nesiller hem akarisitlere hem de doğal düşmanlara daha dirençli hale gelebilmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdel-Kareim, A. I., & Kozár, F. (1988). Extraction and bioassay of the sex pheromone of the red pear scale, *Epidiaspis leperii*. *Entomologia experimentalis et applicata*, 46(1), 79-84.
- Ahmad, M. (2023). Management of San Jose scale (*Quadraspidiotus perniciosus*) by HMOs and insecticides in apple orchards of Kashmir, India. *Int. J. Plant Soil Sci*, 35(18), 1621-1627.
- Akçay, M. E., Yücer M. M. (2008). Armut, Hasad Yayıncılık, Bilnet Matbaacılık ve Reklamcılık A.Ş. s: 96, İstanbul.
- AL-Amry, Ahmed ve AL-Dahwi, Sindab. (2022). Efficiency of the Fungi *Baeuveria Bassiana*, *Lecanicillum Muscarium*, *Metarhizium Acridum*, *ISARIA Fumorovosea* to Control the Lace Bug. *NeuroQuantology*. 20. 28-31. 10.14704/nq.2022.20.4.NQ22090.
- Atlıhan, R., Kasap, İ., Özgökçe, M. S., Polat-Akköprü, E., & Chi, H. (2017). Population growth of *Dysaphis pyri* (Hemiptera: Aphididae) on different pear cultivars with discussion on curve fitting in life table studies. *Journal of Economic Entomology*, 110(4), 1890-1898.
- Avcı, H. İ., & Özpınar, A. (2021). Çanakkale İlinde Farklı Konukçularda (*Tropinota* (*Epicometis*) *hirta* (Poda, 1761)(*Cetoniidae*: *Coleoptera*))'nın Mevsimsel Uçuşu ve Ergin Popülasyon Gelişmesi. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(2), 237-246.
- Aydin, G. (2011). Plant phenology-related shifts in color preferences of *Epicometis* (*Tropinota*) *hirta* (*Coleoptera*: *Scarabaeidae*: *Cetoniinae*) adults-key to effective population monitoring and suppression. *Florida Entomologist*, 94(4), 832-838.
- Bangels, E., & Belien, T. (2013). Control of Sawflies in apple and pear in Belgium. *Communications in Agricultural & Applied Biological Sciences*, 78, 293-298.
- Bell, R. L. (2015). Effect of Resistant and Susceptible East European Pears on Development and Mortality of the Pear Psylla, *Cacopsylla pyricola* (Förster). *HortScience*, 50(5), 661-665. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.50.5.661>
- Blankwaardt, H. F. H. (1965). *Poly-phylla fullo* L.(Col., Melolonthidae) in the dunes. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 13(1), 72-80.
- Bondareva, L. M., & Chumak, P. Y. (2021). Eriophyoidea mites (Acari: Prostigmata) on common pear (*Pyrus communis* L.): species diversity

- and varietal attractiveness in the Fomin Botanical Garden (Kyiv, Ukraine). *Persian Journal of Acarology*, 10(3), 351-357.
- Bozkurt, V., & Uğur, A. (2022). Using yellow sticky traps in control to *Cacopsylla pyri* (L.)(Hemiptera: Psyllidae) on pear trees. *Plant Protection Bulletin*, 62(2), 36-42.
- Choochuen, T., & Foit, J. (2025). Cossid moths (Lepidoptera: Cossidae) as pests of woody plants-A review. *Agricultural and Forest Entomology*.
- Civolani S., Pasqualini E., 2003. *Cacopsylla pyri* L. (Hom., Psyllidae) and its predators relationship in Italy's EmiliaRomagna region. *Journal of Applied Entomology*, 127 (4), 214-220. doi.org/10.1046/j.1439-0418.2003.00737.x
- Civolani, S. (2012). The Past and Present of Pear Protection Against the Pear Psylla, *Cacopsylla pyri* L. InTech. doi: 10.5772/28460
- Czarnobai De Jorge, B., Hummel, H. E., & Gross, J. (2022). Repellent activity of clove essential oil volatiles and development of nanofiber-based dispensers against pear psyllids (Hemiptera: Psyllidae). *Insects*, 13(8), 743.
- Czarnobai De Jorge, B., Koßmann, A., Hummel, H. E., & Gross, J. (2024). Evaluation of a push-and-pull strategy using volatiles of host and non-host plants for the management of pear psyllids in organic farming. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1375495.
- DuPont, S. T., Strohm, C., Nottingham, L., & Rendon, D. (2021). Evaluation of an integrated pest management program for central Washington pear orchards. *Biological Control*, 152, 104390.
- El-Kareim, A. A., Darvas, B., & Kozar, F. (1988). Effects of the juvenoids fenoxycarb, hydroprene, kinoprene and methoprene on first instar larvae of *Epidiaspis leperii* Sign.(Hom., Diaspididae) and on its ectoparasitoid, *Aphytis mytilaspidis* (Le Baron)(Hym., Aphelinidae). *Journal of Applied Entomology*, 106(1-5), 270-275.
- Ercan, Ş., & Özpinar, A. (2014). Çanakkale İlinde Archips rosana (Linnaeus, 1758) ve Pandemis cerasana (Hübner, 1786)(Lepidoptera: Tortricidae)'nın meyve alanlarında yayılışı ve şeftali bahçelerinde popülasyon gelişmesi. *Plant Protection Bulletin*, 54(3), 267-281.
- Erler F., Yegen O., Zeller W., 2007. Field evaluation of a botanical natural product against the pear psylla (Homoptera: Psyllidae). *Journal of Economic Entomology*, 100 (1), 66-71.
- Erler, F., & Ates, A. O. (2015). Potential of two entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* (Coleoptera:

- Scarabaeidae), as biological control agents against the June beetle. *Journal of Insect Science*, 15(1), 44.
- García, Á., Martínez, V., Basso, C., Cayssials, V., & Altesor, P. (2025). Optimising the mass-rearing of *Aphytis* sp.(Hymenoptera: Aphelinidae) to biologically control San Jose scales. *Biocontrol Science and Technology*, 35(2), 187-203.
- Golache, I. E., Mineață, I., Perju, I., Ungureanu, I. V., Istrate, M., & Tălmăciu, M. (2024). Results Regarding The Seasonal Monitoring of *Epicometis hirta* Poda (Coleoptera: Scarabaeidae) in an Aronia Plantation From North-Eastern Area Of Romania. *Current Trends in Natural Sciences*, 13(25), 21-27.
- Gumus, A., Karagoz, M., Shapiro-Ilan, D., & Hazir, S. (2015). A novel approach to biocontrol: Release of live insect hosts pre-infected with entomopathogenic nematodes. *Journal of Invertebrate Pathology*, 130, 56-60.
- Horton D.R., 1994. Relationship among sampling methods in density estimates of pear psylla (Homoptera: Psyllidae): implications of sex, reproductive maturity and sampling location. *Annual Entomological Society of America*, 87, 583- 591.
- Ibrahim, H. M., Salleh, A. M., & Elelimy, H. A. (2023). Ecological Studies on *Lepidosaphes ulmi* (L.)(Hemiptera: Diaspididae) and its Parasitoids on Olive Trees in Middle Egypt. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 14(5), 121-124.
- Jenser G., Szita E., Bálint J., 2010. Measuring pear psylla population density (*Cacopsylla pyri* L. and *C. pyricola* Foerster): review of previous methods and evaluation of a new technique. *Northwestern Journal of Zoology*, 6 (1), 54- 62
- Kapatos, E.T. and Stratopoulou, E.T. (1999), Duration times of the immature stages of *Cacopsylla pyri* L. (Hom., Psyllidae), estimated under field conditions, and their relationship to ambient temperature. *Journal of Applied Entomology*, 123: 555-559. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0418.1999.00417.x>
- Mărcășan, L. I. S., Hulujan, I. B., Florian, T., Somsai, P. A., Militaru, M., Sestras, A. F., ... & Sestras, R. E. (2022). The importance of assessing the population structure and biology of psylla species for pest monitoring and management in pear orchards. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 50(4), 13022-13022.

- Montanari, S., Guérif, P., Ravon, E. *et al.* Genetic mapping of *Cacopsylla pyri* resistance in an interspecific pear (*Pyrus* spp.) population. *Tree Genetics & Genomes* **11**, 74 (2015). <https://doi.org/10.1007/s11295-015-0901-y>
- Montazersaheb, H., Zamani, A. A., & Pourian, H. R. (2024). Bioecology of the pear lace bug, *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae) on walnut trees in Kermanshah Province, Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, *44*(2), 189-199.
- Muhammed, S. H. (2021). Seasonal Fluctuation Of Lace Bug *Stephanitis pyri* (F.) (Hemiptera: Tingidae) in Erbil-Iraq. *The Journal of The University of Duhok*, *24*(2), 29-35.
- Mutuku, B., Mwendwa, S. M., & Amwoka, E. M. (2024). Evaluation of selected crops for rearing predatory mite (*Phytoseiulus persimilis*), a predator of two-spotted red spider mites. *Heliyon*, *10*(18).
- Özbek, H., & Çoruh, S. (2010). Egg parasitoids of *Malacosoma neustria* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Lasiocampidae) in Erzurum province of Turkey. *Turkish Journal of Entomology*, *34*(4), 551-560.
- Özçağırın, R., Ünal, A., Özeker, E., İsfendiyaroğlu, M. (2004). Ilıman İklim Meyve Türleri, Yumuşak Çekirdekli Meyveler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Basımevi, İzmir.
- Özpinar, A., Şahin, A. K., & Polat, B. (2021). Comparison of blue basin traps on capturing the adults of *Tropinota hirta* (Poda, 1761) (Coleoptera: Cetoniidae) at three different heights in cherry orchards. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, *18*(4), 739-747.
- Riedle-Bauer, M., Paleskić, C., Schönhuber, C. *et al.* Vector transmission and epidemiology of ‘*Candidatus Phytoplasma pyri*’ in Austria and identification of *Cacopsylla pyrisuga* as new pathogen vector. *J Plant Dis Prot* **129**, 375-386 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41348-021-00526-y>
- Sanchez, J. A., López-Gallego, E., & La-Spina, M. (2020). The impact of ant mutualistic and antagonistic interactions on the population dynamics of sap-sucking hemipterans in pear orchards. *Pest Management Science*, *76*(4), 1422-1434.
- Shiga, M. (1977). Population dynamics of *Malacosoma neustria testacea* (Lepidoptera: Lasiocampidae): stabilizing process in a field population. *Population Ecology*, *18*(2), 284-301.

- Skalský, M., Niedobová, J., & Popelka, J. (2019). The efficacy of European fruit lecanium, *Parthenolecanium corni* (Bouché, 1844) control using natural products.
- Szkłarzewicz, T., Michalik, K., Grzywacz, B., Kalandyk-Kołodziejczyk, M., & Michalik, A. (2021). Fungal associates of soft scale insects (Coccothraupidae: Coccidae). *Cells*, 10(8), 1922.
- Thind, J., & Bhullar, R. S. M. B. (2020). Effect of abiotic factors on seasonal incidence of mites on pear trees in Amritsar region. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8, 2128-2138.
- Topkara, E. F., Yanar, O., Sahin, F., Yanar, Y., & Yanar, D. (2022). Efficacy of *Metarhizium brunneum* and *Beauveria bassiana* isolates against the European tent caterpillar, *Malacosoma neustria* Linnaeus, 1758 (Lepidoptera: Lasiocampidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 89.
- Traband, S. G., Shanovich, H. N., Luhman, J. C., & Aukema, B. (2023). Synopsis of biological control for European fruit lecanium (*Parthenolecanium corni*) by parasitoids in North America and preliminary findings in hybrid hazelnut orchards. *The Great Lakes Entomologist*, 56(1), 14.
- T'sai, C. S., Hsu, C. K., & Lu, H. F. (1974). A preliminary study on the wood moth *Cossus cossus* L. in Chinghai.
- Ulu, O., & Önuçar, A. (1999). Kiraz ağaçlarında elma yaprakbükteni *Archips rosanus* (L.) (Lepidoptera Tortricidae)'un ekonomik zarar eşiği üzerinde araştırmalar. *Bitki Koruma Bülteni*, 39(3-4), 103-114.
- Vergnani, S., & Caruso, S. (2008). Investigations on the efficacy of different products for the control of *Stephanitis pyri* in an organic pear orchard during the two-year period 2004-'05.
- Wang, Y., Pham, H. H., Ma, W., Li, K., Zhang, G., & Zhang, J. (2025). Insecticidal activity of the ethanol extracts from *Rudbeckia hirta*: Efficacy on Lackey moth (*Malacosoma neustria testacea*) and impact on non-target organisms. *Crop Protection*, 189, 107040.
- Woreta, D. (2015). Control of cockchafer *Melolontha* spp. grubs-A review of methods. *Folia Forestalia Polonica. Series A. Forestry*, 57(1).
- Yanovskyi, Y., Sukhanov, S., Krykunov, I., Bandura, L., & Fomenko, O. (2022). Pearleaf Blister Mite (*Eriophyes pyri* Pgst.): Biological Features and Measures to Limit its Harmfulness in Pear Plantations of Ukraine. *Quarantine and plant protection*, (1), 21-26.

BÖLÜM XIII

ARMUT ÇEŞİTLERİNDE HASAT OLUMU

Prof. Dr. Neslihan EKİNCİ¹

Zir. Yük. Müh. Sefer DEMİR²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105926>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü
Çanakkale, Türkiye. nekinci@comu.edu.tr, Orcid ID: 0000-0001-7022-5289

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bahçe Bitkileri
Bölümü Çanakkale, Türkiye. seferdemir10@gmail.com, Orcid ID: 0009-0007-7124-3770

1. ARMUTLARDA HASAT OLUMU

Armut yetiştiricileri, hasat dönemine gelmeden önce meyvelerin en uygun toplama zamanını belirleyebilmelidir. Çeşit özellikleri, kullanım amacı, pazar talebi ve depolama süresi gibi faktörlere bağlı olarak, farklı olgunluk düzeyleri optimum hasat zamanı için belirleyici olmaktadır.

Klimakterik bir meyve olan armut, devamlı olarak solunum yapmaktadır. Oksijen tüketirken, karbondioksit açığa çıkmakta, bu metabolik süreç sırasında meyvedeki şeker tüketilirken, enerji elde edilmektedir. Klimakterik meyvede metabolik aktivitenin artışıyla olgunlaşma başlar. Bu aktivitenin artışıyla solunum oranı ve etilen gazının üretiminin artışı meydana gelir. Bu artış, birkaç gün içinde pik oluşturur, devamında yavaşça azalır. Meyveler, etilen üretimi açısından, solunum maksimumundan hemen önce hasat edilmelidir. İstenen tat ve kalite, sadece meyveler uygun olgunluk düzeyinde hasat edildiğinde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle, meyveler solunum maksimumundan önce, ancak bu dönemin mümkün olduğunca sonuna yakın hasat edilmesi önerilmektedir (Elizabeth ve Ekins, 2007).

2. OLGUNLAŞMA

Ağaç üzerinde gelişmeye başlayan meyvelerin boyutu artar ve meyvede biriken nişasta şekere dönüşür. Nişastanın şekere dönüşümü ile birlikte kabuk rengi yeşilden sarıya doğru değişim gösterir. Meyve dokusunda yumuşama ve armuda özgü aromanın gelişimi meydana gelir. Avrupa armutları, ağaç üzerinde iyi yeme kalitesinde olgunlaşma göstermez. Hasattan sonra uygun bir şekilde özel bir uygulama yapılmalıdır. Meyveler genellikle hasat edildiğinde olgun fakat serttir (Şekil 1). Ağaç olumuna gelmiş meyveler ise yeterince olgun değildir. İyi kalitede hasat edildiğinde bu durum gerçekleşir. Armut meyvesinin olgunlaşması sırasındaki değişiklikler kabuk renginin yeşilden açık renge dönüşmesi, nişastanın azalması, suda çözünür kuru madde miktarının artışı ve meyve eti sertliğinin azalması şeklinde meydana gelir (Elizabeth ve Ekins, 2007).



Şekil 1. Hasat olumuna gelmiş armut meyvelerinin görünümü (orj.)

Ticari bir hasadın bu gelişme aşamasında başlatılabilmesi için, olgunlaşma ve olgunlaşma süreçlerindeki ilerlemeyi belirlemeye çalışan olgunluk kriterleri geliştirilmiştir. Bunların en başında nişasta indeksi, suda çözünür kuru madde miktarı ve meyve eti sertliği, tam çiçeklenmeden sonra geçen gün sayısı, etkili sıcaklık toplamı ($+7^{\circ}\text{C/h}$) ve değişik kombinasyonları tavsiye edilebilmektedir. Olgunlaşma sürecinin yorumlanması birkaç haftalık bir süre içinde kademeli olarak değiştiği için zor olabilir. Uygun olmayan olgunlukta hasat edilen armut meyveleri, fizyolojik bozukluklara daha yatkındır ve daha kısa bir depolama ömrüne sahiptir. Çok erken hasat, tatsız veya aromasız, rengi soluk, küçük ve depolama sırasında yanık, buruşma, sürtünme izi (çizilme) ve renk bozulmasına maruz kalan meyvelerle sonuçlanır. Öte yandan geç toplanan meyveler, optimum olgunlukta meyvelere göre çürümeye daha yatkındır, bu meyvelerde çekirdek bozulması ve CO₂ hasarına daha sık rastlanır (Willett vd., 1993). En iyi kontrollü atmosfer teknolojileri bile, meyve çok geç hasat edilirse veya hasattan sonra yanlış işlenirse olgunlaşma sürecini tersine çevirmez (Swindeman, 2002).

3. NİŞASTA MİKTARI

Fotosentezden elde edilen karbonhidrat, gelişmekte olan meyvelere sorbitol olarak taşınır. Meyvede esas olarak fruktoza, bir miktar sakaroz ve glikozla birlikte nişastaya dönüştürülür. Mevcut nişasta miktarı ve dağılımı,

ekvatorial olarak ikiye kesilmiş meyvelerin kesilmiş yüzeyinin yaklaşık 70 saniye boyunca %1 potasyum iyodür içindeki %1 iyot çözeltisine maruz bırakılmasıyla değerlendirilebilir. Nişasta mavi-siyaha boyanır, miktar ve dağılım, çeşit için standart grafiklerle karşılaştırılarak ölçülebilir (Knee vd., 1983; Lau, 1992; North, 1993; Smith, 1993; Kingston, 2010). Bu şekilde elde edilen nişasta indeksi değerleri, meyvenin olgunluk seviyesi ve hemen tüketim veya uzun süreli depolama için uygun hasat zamanı konusunda değerli bir rehberlik sağlar. Nişasta hidrolizine sakaroz oluşumu eşlik eder, ancak sakaroz miktarı yalnızca nişasta hidroliziyle açıklanabilecek miktardan çok daha fazladır (Whiting, 1970). Sakaroz daha sonra yavaşça hidrolize olarak daha fazla glikoz ve fruktoz oluşturur. Depolama sırasında şeker konsantrasyonu çok az değişir (Lott, 1965; Knee, 1989).

4. ŞEKER ve ASİT İÇERİĞİ

Elma tadı, öncelikle meyve dokularındaki şeker içeriği, asit miktarı ve bunlar arasındaki dengeyle ilişkilidir. Armutlarda asitlik, elmalara göre önemli ölçüde daha düşüktür ve bir tat bileşeni olarak algılanamayabilir. Malik asit, elma ve armutlardaki ana organik asittir, ancak bazı elma çeşitlerinde önemli miktarda sitrik asit de bulunur (Hong vd., 2003'e göre 'Fuji'de %10-20). Sitrik asit, bazı armut çeşitlerinde malikten daha fazla olabilir (Ulrich, 1970) ve hem elma hem de armutlarda daha az miktarda kinik, galakturonik, klorojenik ve diğer asitler bulunur. Toplam ve indirgen şekerler, standart kimyasal ve enzimatik yöntemlerle ölçülür (Smith, 1998).

Alternatif olarak, birkaç damla meyve suyu bir refraktometre prizmasına damlatılır ve sonuçlar 20°C'de çözünür kuru maddelerin yüzdesi olarak okunur. Armutlarda suda çözünür kuru madde değerinin hasat sırasında %10'un üzerinde olması istenir (Karaçalı, 2004). Corrigan vd. (1997) beş ticari öneme sahip çeşit arasında çözünür kuru madde içeriğinin % 11,0 ile % 15,7 arasında değiştiğini bildirmiştir. Spesifik şekerlerin ölçümü HPLC ile yapılır. Ölçülen şeker yüzdesi ve pH seviyeleri, aralık geniş olduğu sürece, tat değerlendirmeleriyle yakından ilişkilidir. Ancak tat, şeker içeriği veya asitlik üzerinde iyi bir ayırım yapmaz. Algılanan tatlılık, asitlik ne kadar düşükse o kadar yüksektir (Visser vd., 1968). Asitlik en iyi titrasyon asitliği olarak ölçülür. Asitlik değeri daha düşük olan armutlarda, algılanan tatlılık, meyve ne kadar suluysa o kadar yüksektir. Şeker ve asit içeriği bağımsız olarak kalıtılır

ve zaman içinde ve kontrol eden faktörlere bağlı olarak bağımsız olarak değişir. Bu nedenle, algılanan tat, şeker ve asit dengesine bağlı olsa da (Yahia, 1994), değişkenliği ve yönetimi genellikle bireysel bileşen, şeker ve asit seviyesinde ele alınır. Tüm çeşitler için geçerli olan tek bir istenen şeker, asit veya şeker/asit oranı seviyesi yoktur. Corrigan vd. (1997) beş ticari öneme sahip çeşit arasında, malik asidin % 0,35 ile % 0,95 arasında ve çözünür kuru madde/asit oranının % 12 ile % 36 arasında değiştiğini göstermiştir. Bu muhtemelen farklı tüketicilerin farklı damak tatlarına sahip olduğunu göstermektedir, ancak bir çeşidin beklenen tadının tutarlı bir şekilde karşılanması önemlidir.

5. MEYVE ETİ SERTLİĞİ

Armutların tercih edilen sertliği türe ve pazara göre değişir. Avrupa tipi (*Pyrus communis*) çeşitlerinin, özellikle bebek maması püresi yapımında kullanılacaksa, yumuşak bir kabuğa, yumuşak, tereyağımsı bir ete ve pütürlü taş hücrelerinin bulunmamasına sahip olması beklenir.

Çin ve Japon armutları (*P. ussuriensis* ve *P. pyrifolia*) pütürlüdür ve gevrek, kırılabilir bir doku tercih edilir. Meyve eti sertliği, penetrometre yardımıyla 8 mm çapındaki silindirik bir uç kullanılarak gerçekleştirilir. Kabuğu ince bir tabaka halinde uzaklaştırılmış meyveye silindirik ucun 1 cm civarında batırılmasıyla elde edilen dirençle ölçülmektedir (Smith, 1998). Karaçalı (2004), Williams armut çeşidinde hasat için 8,0-9,5 kg civarında meyve eti sertliği değerinin ideal olduğunu bildirmektedir.

6. MEYVE SUYU ORANI

Tüketici tarafından algılanan sululuk, çiğneme sırasında ne kadar fazla meyve suyu salınırsa o kadar fazla olur; salınma kuvveti ne kadar fazlaysa, su içeriği o kadar yüksek, viskozitesi ve suda çözünür kuru madde de o kadar düşüktür. Sululuk, büyük, şişkin, ince duvarlı hücrelerden oluşan bir meyve bütünlüğü gerektirir. Orta lamel hücre duvarlarından daha güçlüyse, hücreler ısırıldığında kırılır ve meyve suyu salınır; daha zayıfsa, kırılma hücreler arasındadır, meyve suyu salınmaz ve meyve sulu olarak algılanmaz (Szczeniak ve Ilker, 1988; Boulton vd., 1997; Tu vd., 1997).

7. AROMA

Armut ve elma meyvelerinin karakteristik duyuşal özellikleri, eser miktarda uçucu organik maddelerden kaynaklanan aromalarına bağlıdır. Tanımlanan 350'den fazla uçucu maddeden 20 ila 40 arasında uçucu madde, elma aromasından sorumludur. Tipik aroma uçucu maddeleri arasında esterler (örneğin heksil hekzanoat), lipit oksidasyon ürünleri (örneğin (E)-2-heksenal) ve terpenoid β -damaskenon bulunur (Yahia, 1994).

8. SOLUNUM HIZI

Birim taze ağırlık başına düşen solunum hızı, meyve gelişiminin erken dönemlerinde, özellikle hücre bölünmesi aşamasında en yüksek seviyededir; bunu izleyen süreçte solunum hızı belirgin biçimde azalır (Bepete ve Lakso, 1996). Meyveler fizyolojik olgunluk aşamasına ulaştığında ve olgunlaşma süreci başladığında, elma ve Avrupa armutlarında solunum aktivitesinde yeniden belirgin bir artış gözlenir. Klimakterik solunum olarak adlandırılan bu artış, olgunlaşmanın gözle görülür belirtilerinden önce gelir, ancak bir kez gerçekleştiğinde olgunlaşma süreci geri döndürülemez. Japon armutları klimakterik solunum gösterebilir ancak bazı çeşitleri bunu göstermez (Downs vd., 1991).

9. ETİLEN ÜRETİMİ

Klimakterik solunum gösteren elma ve armutlarda etilen üretimi, olgunlaşmanın önemli belirtilerinden hemen önce hızla artar. Klimakterik elma ve armutlarda, etilen üretimindeki değişim solunumdaki değişimle çakışabilir, ancak önemli ölçüde daha sonra gerçekleşebilir (Reid, 1987). Armutlarda etilen üretiminin en yüksek seviyeye ulaşması genellikle solunum klimakteriği ile örtüşürken, elmalarda zirve seviyeye daha sonra ulaştığı bildirilmektedir (Rhodes, 1980). Solunum klimakteriği göstermeyen Japon armut çeşidi 'Nijisseiki'de etilen üretimi oldukça düşüktür ve olgunlaşma süreciyle ilişkili bir artışa rastlanmamıştır; buna rağmen çeşidin olgunlaşma bakımından normal özellikler sergilediği belirtilmektedir. Buna karşın 'Chojura' çeşidinde hem solunum hem de etilen üretimi bakımından belirgin klimakterik davranış gözlenmektedir (Downs vd., 1991).

10. ARMUT HASADI

Hasat sezonu başlamadan önce, toplama kapları ve kasaların sağlamlık ve hijyen kontrollerinin yapılması gerekmektedir. Toplama kaplarının yumuşak malzemeden üretilmiş olması veya iç yüzeylerinin yumuşak bir malzeme ile kaplanması, meyve zararını önlemek açısından önemlidir (Şekil 2).

Hasatta görev alacak işçilerin tecrübeli olması, hem verimlilik hem de meyve kalitesi için gereklidir. Meyve toplama sırasında armut, avuca sağlam ancak sıkmadan yerleştirilmeli; hafif bir döndürme hareketi ile sapın daldaki boğum noktasından kopması sağlanmalıdır. Özellikle armut meyvelerinde sapın boğumdan koparılmasına özen gösterilmelidir (Anonim, 2025).



Şekil 2. Armut hasadına ait bir görünüm (Orj.)

Toplama sırasında meyveler parmakla sıkılmamalı, tırnak veya yüzük temasıyla zedelenmesine izin verilmemelidir. Bir ağaç üzerindeki meyveler farklı olgunluk seviyelerinde bulunduğundan, hasadın ideal olarak en az 2-3 aşamada yapılması önerilir. Meyveler toplama kaplarından bahçe kasalarına aktarılırken darbe almamaları için dikkatli davranılmalıdır (Şekil 3 ve Şekil 4).



Şekil 3. Armut hasadında kasalamaya ait görünüm (Orj.)



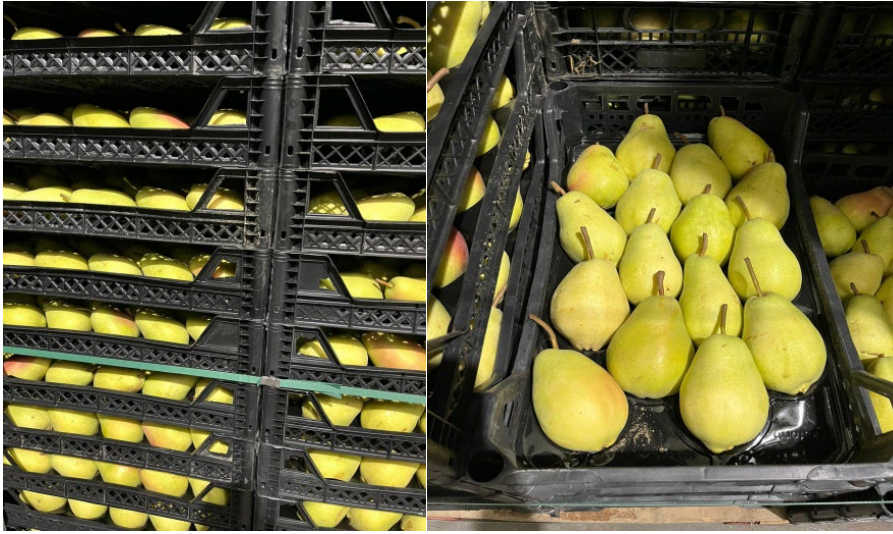
Şekil 4. Armutların hasat sonrası taşınmasına ait görünüm (Orj.)

Hasat ve hasat sonrası süreçte sap batmalarını önleyici tedbirler alınmalıdır. Armutlar elle ve saplarıyla birlikte hasat edilmeli, toplandıktan sonra içi astarlı sepetlere yavaşça yerleştirilmeli ve sepetlerin boşaltılması sırasında meyvelerin zedelenmemesine titizlikle dikkat edilmelidir. Yazlık armutların hasadı sabah erken saatlerde, güzlük ve kışlık armutların hasadı ise meyveler üzerindeki çiğ kuruduktan sonra yapılmalıdır (Anonim, 2025)

11. DEPO KOŞULLARI

Meyveler, ağaçtan koparıldığı andan itibaren kalite kaybı ve yaşlanma süreci başlar. Bu sürecin yavaşlaması için solunumun azaltılması gerekmektedir. Oksijen oranı ve sıcaklığın düşürülmesiyle solunum yavaşlatılır ve böylece meyvelerin depo ömrü uzatılabilir. Soğuk hava depolarında meyvelerin donma noktasının üzerindeki sıcaklığa yavaşça ve güvenli bir şekilde düşürülmesi gerekmektedir. Depolama süresince meyvelerin tolere edebileceği minimum sıcaklık korunmalıdır.

Armut meyvelerinin depolanmasında, optimum sıcaklık değerleri birçok çeşitte 0-1°C aralığında bulunmakta olup, depo bağıl neminin %90-95 düzeyinde tutulması önerilmektedir. Uygun koşullar altında soğuk hava depolarında; Williams çeşidi yaklaşık 3 ay, diğer kışlık çeşitlerde 4-7 ay süreyle muhafaza edilebilmektedir (Karaçalı, 2004).



Şekil 4. Depo koşullarında armutlara ait görünüm (Orj.)

KAYNAKÇA

- Anonim, 2025., Armut Yetiştiriciliği. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/marem/Belgeler/Armut> (Erişim Tarihi: 25.11.2025).
- Bepete, M., & Lakso, A. N. (1996, July). Apple fruit respiration in the field: relationships to fruit growth rate, temperature, and light exposure. In *VI International Symposium on Integrated Canopy, Rootstock, Environmental Physiology in Orchard Systems 451* (pp. 319-326).
- Boulton, G., Corrigan, V., & Lill, R. (1997). Objective method for estimating sensory response to juiciness in apples. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25(3), 283-289.
- Corrigan, V. K., Hurst, P. L., & Boulton, G. (1997). Sensory characteristics and consumer acceptability of 'Pink Lady' and other late-season apple cultivars. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25(4), 375-383.
- Downs, C. G., Brady, C. J., Campbell, J., & McGlasson, W. B. (1991). Normal ripening cultivars of *Pyrus serotina* are either climacteric or non-climacteric. *Scientia horticulturae*, 48(3-4), 213-221.
- Hong, Y. P., & Lee, S. K. (2003). Optimum CA condition for four apple cultivars grown in Korea. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology*, 21(4).
- Karaçalı, İ. (2004). Bahçe Ürünlerinin Muhafazası ve Pazarlanması, Ege Üniv. Ziraat Fak, (4).
- Kingston, C. M. (2010). Maturity indices for apple and pear. *Horticultural reviews*, 13, 407-422.
- Knee, M., Hatfield, SGS ve Smith, SM (1989). Uzun süreli depolama için elma meyvesinin hasadı için çeşitli olgunluk göstergelerinin değerlendirilmesi. *Bahçe Bilimi Dergisi*, 64 (4), 403-411.
- Knee, M., Looney, NE, Hatfield, SG ve Smith, SM (1983). Elma ve armut meyvelerinde depolama sıcaklığına bağlı olarak hızlı etilen sentezinin başlatılması. *Deneyisel Botanik Dergisi*, 34 (9), 1207-1212.
- Lau, O. L. (1992, June). Scald and its control: the North American situation. In *International Symposium on Pre-and Postharvest Physiology of Pome-fruit 326* (pp. 225-230).
- Lott, R. V. (1965). The quality, color, and keepability characteristics of a low-acid Jonared apple sport.

- Mitcham, E. J., & Elkins, R. B. (2007). *Pear production and handling manual* (Vol. 3483). UCANR Publications.
- North, M. S. (1993, May). New rest-breaking agents for the control of delayed foliation of apples. In *IV International Symposium on Growing Temperate Zone Fruits in the Tropics and in the Subtropics* 409 (pp. 151-154).
- Reid, M. S. (1987). Ethylene in plant growth, development, and senescence. In *Plant hormones and their role in plant growth and development* (pp. 257-279). Dordrecht: Springer Netherlands.
- Rhodes, M.J.C. (1980). The maturation and ripening of fruits. In *Senescence in Plants*, ed. K.V. Thimann, pp. 157-205. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Smith, T. J. (1993, July). Successful management of orchard replant disease in Washington. In *III International Symposium on Replant Problems* 363 (pp. 161-168).
- Smith, T. J. (1998, October). Report on the development and use of Cougarblight 98C-a situation-specific fire blight risk assessment model for apple and pear. In *VIII International Workshop on Fire Blight* 489 (pp. 429-436).
- Swindeman, A. M. (2002). Fruit packing and storage loss prevention guidelines. *Fruit Packing and Storage Loss Prevention Guidelines*, 1-9.
- Szczesniak, A. S., & Ilker, R. (1988). The meaning of textural characteristics-juiciness in plant foodstuffs. *Journal of texture studies*, 19(1), 61-78.
- Tu, K., Waldron, K., Ingham, L., De Barsey, T., & De Baerdemaeker, J. (1997). Effect of picking time and storage conditions on 'Cox's Orange Pippin' apple texture in relation to cell wall changes. *Journal of Horticultural Science*, 72(6), 971-980.
- Ulrich, R. (1970). Constituents of fruits, 4: Organic acids. *The biochemistry of fruits and their products*, 1, 89-117.
- Visser, T., Schaap, A. A., & De Vries, D. P. (1968). Acidity and sweetness in apple and pear. *Euphytica*, 17(2), 153-167.
- Whiting, G. C. (1970). Sugars. In "The Biochemistry of Fruits and Their Products" (AC Hulme, Ed.), Vol. 1.
- Willett, M., Smith, T. J., Peterson, A. B., Hinman, H., Stevens, R. G., Ley, T., & Tvergyak, P. (1993, July). A successful apple replant educational program in Washington state. In *III International Symposium on Replant Problems* 363 (pp. 153-160).
- Yahia, E.M. (1994). Apple flavor. *Horticultural Reviews* 16,197-234.

BÖLÜM XIV
‘DEVECİ’ ARMUT ÇEŞİDİNDE HASAT SONRASI
1-METHYLCYCLOPROPENE UYGULAMALARININ
DEPOLAMA VE RAF ÖMRÜ SÜRESİNCE KALİTEYE
OLAN ETKİLERİ

Doç. Dr. Mustafa SAKALDAŞ¹

Ufuk Ali YILMAZ²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105932>

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksek Okulu Gıda İşleme Bölümü Akıllı Tarım ve Gıda Yönetimi Programı Lapseki, Türkiye. msakaldas@yahoo.com Orcid ID: 0000-0002-4105-6399..

²Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lapseki Meslek Yüksek Okulu Gıda İşleme Bölümü Akıllı Tarım ve Gıda Yönetimi Programı Lapseki, Türkiye. ufukaliyilmaz@gmail.com Orcid ID: 0009-0001-7006-4232.

1. GİRİŞ

Yumuşak çekirdekli meyve grubunun önemli bir üyesi olan armut (*Pyrus communis*) ülkemiz açısından önem taşıyan bir meyve türüdür. Ülkemiz armut yetiştiriciliğinde dünya’da önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde armut üretimi 519.451 ton olup, Çin, ABD ve İtalya’dan sonra dünya üzerinde 4. üretici ülke konumundadır (FAO, 2018). Türkiye’de belirli bölgeler ve yöreler, sahip oldukları ekolojik koşullar sayesinde armut yetiştiriciliği bakımından öne çıkmaktadır. Uygun iklim özellikleri, toprak yapısı ve yetiştiricilik geleneği bu alanları armut üretimi açısından önemli merkezler hâline getirmiştir. Avrupa grubu armutlar için hasat olgunluk ve yeme olgunluk olarak iki olgunluk dönemi vardır (Reid, 1992). Buna göre; hasat olgunluk süreci armutlar için depolama boyunca kaliteye önemli seviyede etki etmektedir (Özelkök ve ark., 1997). Genelde; Avrupa armutlarında optimum depolama; -1°C- 0°C arası depolama sıcaklığı ve %90-%95 bağıl nem koşullarını kapsamaktadır. Bu armutlarda ayrıca donma sıcaklığı; -1,5°C ile -1°C olarak saptanmıştır (Mitcham ve ark., 2009).

1- Methylcyclopropene (1-MCP); klimakterik özellik içeren meyvelerde ve sebzelerde etileni inhibe eden bir moleküldür (Sisler ve Serek, 1997). Bunun yanında; hasat işlemi sonrası olgunlaşmayı kontrol altında tutan uygulamalar içerisinde son dönemlerde en çok kullanılan ve etkin olan molekül olarak tespit edilmiştir. Bu kapsamda yapılan çok çeşitli araştırmalar da bu görüşü desteklemektedir. Bu bağlamda; 1-MCP kimyasal anlamda etilen oluşturuucu reseptörleri tutar ve etilen tutunması engellenerek aktivasyon gerçekleşemez. Diğer taraftan; 1-MCP uygulamalarının etkileri; uygulama konsantrasyonuna, ürüne, zamana, sıcaklığa ve uygulama biçimine göre değişiklikler göstermektedir (Watkins, 2002)

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Bitki Materyali

Bu araştırmada materyal olarak, Çanakkale ili Çan ilçesinde yetiştirilen, “Quince A” anacı üzerine aşılı ve 10 yaşında olan ağaçlardan elde edilen “Deveci” armudu meyveleri kullanılmıştır. Denemede yer alacak meyveler; zemin rengi, meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde oranı göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Ayrıca, meyve iriliğinde

homojenliği sağlamak amacıyla ortalama 350 g $\pm$ 30 g ağırlığa sahip meyveler seçilerek hasat gerçekleştirilmiştir. Hasat işlemi 26.09.2019 tarihinde, makas kullanılarak yapılmış; meyveler mekanik zarara maruz bırakılmadan, yaklaşık 45 km uzaklıkta bulunan Biga Erdoğanlar Soğuk Hava Deposu'na taşınmıştır.

2.2. Hasat Sonrası Uygulamalar ve Depolama

Çalışmada 156.25 ppb, 312.5 ppb ve 625.0 ppb olmak üzere üç farklı dozda 1-Methylcyclopropene (1- MCP) uygulaması gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılmamış olanlar ise kontrol meyveleridir. Biga Erdoğanlar Soğuk Hava Deposu'na ulaştırılan 4-5°C sıcaklıkta yaklaşık 24 saat süreyle muhafaza edilmişlerdir. Uygulamalar, pudra formunda %3,0 1-MCP içeren maddenin 50 ml hacimli cam beherlerin içerisinde 50 ml suyla birlikte içerisinde kendi fan düzeneği bulunan 2m*1m*1m= 2 m³ hacimli gaz sızdırmaz kabinlerde, 24 saat 4-5°C sıcaklıkta armut meyvelerine uygulanmıştır. Kontrol armut meyveleri de 24 saat süreyle farklı bir ünite de 4-5°C sıcaklıkta bekletilmişlerdir.

Uygulamalar sonrasında Deveci armut meyveleri 0,5 ile 1,5°C arası sıcaklık ve %85-% 90 oransal nemde sırasıyla 30, 60 ve 90 gün süreyle depolama işlemine tabi tutulmuşlardır. Her depolama süresinden sonra 20°C-22°C arası sıcaklık ve %50-%60 oransal nemde 7 gün süreyle raf ömrüne tabi tutulmuşlardır. 1-MCP uygulamaları, depolama işlemleri Biga Erdoğanlar Soğuk Hava Deposunda gerçekleştirilmiştir.

2.3. Kalite Değerlendirmeleri

Hasat sonrası dönemde, her soğuk depolama ve buna bağlı raf ömrü süreci sonunda, tüm uygulamalar ve kontrol grubuna ait meyvelerde bazı kalite parametrelerindeki değişimler belirlenmiştir. Analizler, ÇOMÜ Lapseki MYO Gıda İşleme Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. İncelenen kalite özellikleri aşağıda sunulmuştur.

2.3.1. Meyve Eti Sertliği

Meyve eti sertliği ölçümleri, meyvenin ekvatorial bölgesinden birbirine karşılık gelen iki farklı noktada gerçekleştirilmiştir. Ölçüm öncesinde, her noktada yaklaşık 1 cm² büyüklüğünde kabuk dokusu uzaklaştırılmış; ardından 12 mm uç çapına sahip Effegi tipi el penetrometresi ile meyve etine dik yönde basınç uygulanmıştır. Meyvelerin uygulanan kuvvete karşı gösterdiği direnç, kilogram (kg) cinsinden kaydedilmiştir.

2.3.2. Suda Çözünür Kuru Madde Oranı

Suda çözünabilir kuru madde (SÇKM) oranının belirlenmesi amacıyla, her tekerrürden rastgele seçilen meyvelerden alınan meyve suyundan birkaç damla alınmıştır. Ölçümler, dijital el refraktometresi kullanılarak gerçekleştirilmiş ve sonuçların hepsi yüzde değer (%) olarak ifade edilmiştir.

2.3.3. Titre Edilebilir Toplam Asitlik Miktarı

Malik asit miktarı analizleri, meyveden elde edilen su örneklerinin nötralizasyonu esasına dayalı elektrometrik yöntem kullanılarak yapılmıştır. Bu kapsamda, 10 ml meyve suyu + 40 ml saf su ile örnekler pH= 8,1 değerine ulaşmaya kadar 0,1 N NaOH çözeltisi ile titrasyona tabi tutulmuşlardır. Ölçümler dijital pH metre yardımıyla gerçekleştirilmiştir (Anonymous, 1968). Elde edilen sonuçlar, armut meyvelerinde başlıca organik asidi olan Malik asit cinsinden ifade edilmiş ve g 100 ml⁻¹ olarak sunulmuştur.

2.3.4. Meyve Zemin Rengi

Her bir uygulama için meyvelerde baskın rengin olduğu alanda, Minolta CR 400 kolorimetre renk cihazıyla ölçüm yapılmıştır. Ölçüm değerleri L*, a* ve b* değerleri üzerinden hue açısı (h°) olarak ifade edilmiştir.

2.3.5. Etilen Üretim Miktarı

Etilen üretim miktarının belirlenmesi amacıyla, her bir uygulamaya ait olarak her depolama süresi sonunda 1 kg meyve örneği alınmıştır. Söz konusu örnekler, 7 gün süreyle raf ömrü koşullarında bekletildikten sonra, 24 saat boyunca geçirimsiz kaplar içerisinde muhafaza edilmiştir. Bu sürenin sonunda, kap içindeki gaz örneklerinde etilen konsantrasyonu Dijital etilen ölçüm cihazı kullanılarak ölçülmüş ve elde edilen sonuçlar µl kg⁻¹ saat⁻¹ cinsinden ifade edilmiştir.

2.3.6. Kabuk Yanıklığı Oranı

Her bir uygulama için, tüm depolama süreleri ve bu sürelerin sonunda uygulanan raf ömrü periyotlarında, kabuk yanıklığı gözlenen meyveler tekerrür bazında değerlendirilmiştir. Kabuk yanıklığı görülen meyve sayısı, ilgili tekerrürdeki toplam meyve sayısına oranlanarak yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

2.3.7. İç Kahverengileşmesi Oranı

Her bir uygulamaya ait olarak, tüm depolama süreleri ve bu sürelerin sonunda gerçekleştirilen raf ömrü periyotlarında, kabuk yanıklığı oluşumu tekerrür bazında belirlenmiştir. Kabuk yanıklığı görülen meyve sayısı, ilgili tekerrürde yer alan toplam meyve sayısına oranlanmış ve sonuçlar yüzde (%) olarak belirtilmiştir.

2.4. İstatistiksel Değerlendirmeler

Çalışma, tesadüf parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve her tekerrürde 20 adet meyve kullanılmıştır. Elde edilen verilerde SAS Vers. 9. istatistik paket programı yardımıyla varyans analizi yapılarak TUKEY çoklu karşılaştırma testine göre $P \geq 0,01$ önemlilik seviyesinde tespit edilmiştir.

3. SONUÇLAR

3.1. Meyve Eti Sertliği

Çalışma sonuçlarına göre, depolama sürecinin artması meyve eti sertliği değeri üzerinde istatistiksel olarak ($p < 0,01$) etki göstermiştir. Soğuk depolama süresindeki artışa bağlı olarak meyve eti sertliğinde belirgin bir azalma meydana gelmiştir. Uygulamalar açısından ise 1-MCP 625 ppb dozundaki meyve eti sertliği değerleri daha yüksek olmuştur. Diğer taraftan; 312,5 ppb ve 156,25 ppb dozlarının bu kalite özelliği üzerinde herhangi etkisi görülmemiştir (Çizelge 1).

Bunun yanında; her depolama süresi sonrası raf ömrü süreçleri için benzer etkiler görülmüştür. Öncelikle raf ömrü süreci meyve eti sertliği açısından önemli düzeyde etkili olmuştur ($p < 0,01$). Depolama sonrasına benzer şekilde raf ömrü süreleri sonrasında 625 ppb uygulama dozundaki 1-MCP meyvelerinin değerleri daha yüksek olmuştur. Diğer taraftan 156,25 ppb uygulama dozunun bu özellik üzerinde etkisi görülmemiştir (Çizelge 2)..

Çizelge 1. Depolama süreçlerinde 1-MCP uygulamalarına bağlı olarak meyve eti sertliği (kg) değerlerinde oluşan değişimler

Uygulama	Soğuk depolama süreci				Uygulama ortalaması
	Hasat	2 ay	4 ay	6 ay	
Kontrol	8,80 a	7,55 c	6,46 e	5,48 f	7,07 B
1-MCP (156,25 ppb)	8,80 a	7,51 cd	6,43 e	5,47 f	7,05 B
1-MCP (312,5 ppb)	8,80 a	7,54 c	6,52 e	5,55 f	7,10 B
1-MCP (625 ppb)	8,80 a	8,10 b	7,22 d	6,41 e	7,63 A
Depo süresi ortalaması	8,80A	7,67 B	6,66 C	5,73 D	
LSD (0,01)	0,2143				0,2143
LSD (0,01) (Uyg.* Depo.Süre.)	0,3145				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Çizelge 2. Raf ömrü süreçlerinde 1-MCP uygulamalarına bağlı olarak meyve eti sertliği (kg) değerlerinde oluşan değişimler

Uygulama	Soğuk Depolama Süreci				Uygulama ortalaması
	Hasat	2 ay+7 gün	4 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
Kontrol	8,80 a	7,03 c	5,77 e	5,04 f	6,66 B
1-MCP (156,25 ppb)	8,80 a	7,05 c	5,74 e	5,05 f	6,66 B
1-MCP (312,5 ppb)	8,80 a	7,09 c	5,73 e	5,04 f	6,67 B
1-MCP(625 ppb)	8,80 a	7,86 b	7,04 c	6,08 d	7,44 A
Depo süresi ortalaması	8,80A	7,25 B	6,07 C	5,31 D	
LSD (0,01)	0,2692				0,2692
LSD (0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	0,2389				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

3.2. Suda Çözünür Kuru Madde Oranı

‘Gürsu bölgesi ‘Deveci’ armut çeşidinde, diğer kalite özelliklerine benzer olarak depolama sürecinin artması nedeniyle SÇKM oranı önemli düzeyde yükseliş göstermiştir ($p<0,01$). Bunun yanında; 1-MCP uygulamalarından sadece 625 ppb uygulama dozunun etkisi söz olmuştur. Diğer iki uygulama dozu ise kendi aralarında ve kontrol meyveleri ile önemli düzeyde farklılık göstermemiştir ($p>0,01$). SÇKM oranının depolama süresince artışının en az görüldüğü uygulama 625 ppb uygulama dozuna ait meyvelerde saptanmıştır (Çizelge 3).

Diğer taraftan; raf ömrü süreci de bu özellik üzerine önemli seviyede etkili olmuştur ($p<0,01$). Buna ek olarak; yine 625 ppb 1-MCP uygulama dozu diğer uygulamalara ve kontrole göre önemli düzeyde bu parametreyi etkilemiş

($p<0,01$); bu uygulamaya ait meyvelerde bu değer daha düşük seyretmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 3. Depolama süreçlerinde 1-MCP uygulamalarına bağlı olarak SÇKM (%) değerlerinde oluşan farklılıklar

Uygulama	Soğuk depolama süreci				Uygulama Ortalaması
	Hasat	2 ay	4 ay	6 ay	
Kontrol	12,30 f	13,64 e	14,78 c	16,15 a	14,22 A
1-MCP (156,25 ppb)	12,30 f	13,65 e	14,77 c	16,19 a	14,23 A
1-MCP (312,5 ppb)	12,30 f	13,58 e	14,74 c	16,06 a	14,17 A
1-MCP (625 ppb)	12,30 f	13,49 e	14,12 d	15,20 b	13,78 B
Depo süresi ortalaması	12,30 D	13,59 C	14,60 B	15,89 A	
LSD (0,01)	0,2235				0,2235
LSD (0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	12,30 f				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Çizelge 4. Depolama sonrası raf ömrü süreçlerinde 1-MCP uygulamalarına bağlı olarak SÇKM (%) değerlerinde oluşan farklılıklar

Uygulama	Raf Ömrü Süreleri				Uygulama Ortalaması
	Hasat	2 ay+7 gün	4 ay+7gün	6 ay+7 gün	
Kontrol	12,30 g	14,75 e	16,35 b	17,50 a	15,22 A
1-MCP (156,25 ppb)	12,30 g	14,79 e	16,40 b	17,31 a	15,20 A
1-MCP (312,5 ppb)	12,30 g	14,64 e	16,32 b	17,32 a	15,14 A
1-MCP (625 ppb)	12,30 g	14,09 f	15,20 d	15,81 c	14,35 B
Depo süresi ortalaması	12,30 D	14,57 C	16,07 B	16,98 A	
LSD (0,01)	0,339				0,339
LSD (0,01) (Uyg.*Raf.Süre.)	0,3577				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

3.3. Titre Edilir Toplam Asitlik Miktarı(TETA)

Depolama süresi, malik asit içeriğindeki değişim üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermiştir ($p<0,01$). Depolama dönemi boyunca TETA düzeylerinin en düşük olduğu uygulamanın, 625 ppb dozunda uygulanan 1-MCP olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5). Benzer şekilde, depolama süresince titre edilebilir toplam asitlik (TETA) değerlerindeki değişimin en sınırlı düzeyde gerçekleştiği uygulama da 625 ppb 1-MCP olarak saptanmıştır. Buna karşılık, 312,5 ve 126,25 ppb dozlarında uygulanan 1-MCP uygulamalarının,

ilgili parametreler bakımından kontrol grubuna kıyasla belirgin bir etki oluşturmadiğı tespit edilmiştir. Çalışmada en etkili dozlar olarak bulunan 625 ppb önemli etkileri 180 gün depolama süresince devam etmiştir ($p<0,01$).

Benzer biçimde raf ömrü süreleri sonunda 625 ppb uygulama dozundaki 1-MCP uygulaması TETA miktarındaki düşüşü önemli düzeyde ($p<0,01$) sınırlandırmıştır. Buna karşın; diğer uygulama dozlarının kontrole göre önemli düzeyde etkisi görülmemiştir (Çizelge 6).

Çizelge 5. Deveci armut çeşidinde farklı depolama sürelerinde farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarına göre Malik asit miktarında (g 100 ml-1) gözlenen değişimler

Uygulama	Depolama Süresi				Uygulama Ortalaması I
	Hasat	2 ay	4 ay	6 ay	
Kontrol	0,287 a	0,230 bc	0,208 d	0,175 e	0,225 B
1-MCP (156,25 ppb)	0,287 a	0,231 bc	0,204 d	0,174 e	0,224 B
1-MCP (312,5 ppb)	0,287 a	0,230 bc	0,207 d	0,178 e	0,226 B
1-MCP (625 ppb)	0,287 a	0,246 b	0,228 c	0,205 d	0,241 A
Depo süresi ortalaması	0,287 A	0,234 B	0,212 C	0,183 D	
LSD (0,01)	0,0083				0,0083
LSD (0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	0,017				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Çizelge 6. Deveci armudunda depolama sonrası raf ömrü sürelerinde farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarına göre Malik asit miktarında (g 100 ml-1) gözlenen değişimler

Uygulama	Raf Ömrü Süresi				Uygulama Ortalaması
	Hasat	2 ay+7 gün	4 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
Kontrol	0,287 a	0,217 bc	0,185 def	0,162 f	0,209 B
1-MCP (156,25 ppb)	0,287 a	0,214 bcd	0,184 def	0,165 f	0,213 B
1-MCP (312,5 ppb)	0,287 a	0,218 bc	0,181 ef	0,164 f	0,212 B
1-MCP (625 ppb)	0,287 a	0,234 b	0,204 bcde	0,193 cdef	0,229 A
Depo süresi ortalaması	0,283 A	0,220 B	0,189 C	0,171 D	
LSD (0,01)	0,0125				0,0125
LSD(0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	0,287 a				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

3.4. Meyve Zemin Rengi

Tüketici açısından da önemli bir parametre olan meyve üst kabuk rengi için depolama süresine bağlı olarak yeşilden sarıya bir yöneliş olmuştur. Depolama süresinin artması, zemin renginde de önemli ($p<0,01$) artışa neden olmuştur (Çizelge 7). Bununla birlikte uygulama dozları arasında önemli düzeyde farklılıklar olmuştur ($p<0,01$). Depolama süresince zemin rengindeki değişimin en az görüldüğü meyveler, 625 ppb dozunda uygulamaya tabi tutulanlar olmuşlardır. Buna karşın diğer uygulama dozlarının bu özellik üzerinde önemli düzeyde etkili olmadığı belirlenmiştir.

Buna ek olarak; her depolama süresine ait raf ömrü süreleri de kendi aralarında değerlendirildiğinde; sürecin uzaması zemin renginde sararmayı beraberinde getirmiştir. Süreye göre meydana gelen farklılıklar önemli seviyede ($p<0,01$) olmuştur. Bu ek olarak; uygulama dozları açısından sadece 625 ppb uygulama dozunda 1-MCP önemli düzeyde ($p<0,01$) farklılık görülmüştür (Çizelge 8). Bu parametre açısından önemli düzeyde etkili olan tek uygulama, 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması olmuştur.

Çizelge 7. Deveci armut çeşidinde farklı depolama sürelerinde farklı dozlarda 1-MCP uygulamaları açısından meyve zemin renginde (Hue açısı) oluşan farklılıklar

Uygulama	Depolama Süresi				Uygulama Ortalaması
	Hasat	2 ay	4 ay	6 ay	
Kontrol	103,18 a	101,06 c	99,10 e	97,21 f	100,13 B
1-MCP (156,25 ppb)	103,18 a	101,07 c	99,07 e	97,27 f	100,14 B
1-MCP (312,5 ppb)	103,18 a	101,09 c	99,18 e	97,32 f	100,19 B
1-MCP (625 ppb)	103,18 a	102,83 b	101,18 c	99,89 d	101,77 A
Depo süresi ortalaması	103,18 A	101,51 B	99,63 C	97,92 D	
LSD (0,01)	0,5312				0,5312
LSD (0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	0,3138				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

Çizelge 8. Deveci armut çeşidinde farklı depolama sonrası raf ömrü süreçlerinde farklı dozlarda 1-MCP uygulamaları açısından meyve zemin renginde (Hue açısı) oluşan farklılıklar

Uygulama	Raf Ömrü Süresi				Uygulama Ortalaması
	Hasat	2 ay+7 gün	4 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
Kontrol	103,18 a	100,40 c	98,11 e	96,45 f	99,53 B
1-MCP (156,25 ppb)	103,18 a	100,18 c	98,16 e	96,40 f	99,48 B
1-MCP (312,5 ppb)	103,18 a	100,62 c	98,36 de	96,41 f	99,64 B
1-MCP (625 ppb)	103,18 a	101,30	100,12 c	98,91 d	100,88 A
Depo süresi ortalaması	103,18A	100,62 B	98,69 C	97,04 D	
LSD (0,01)	0,5482				0,5482
LSD (0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	0,5627				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

3.5. Etilen Üretim Miktarı

Depolama süresinin uzaması, tüm kalite parametrelerinde kayıplara yol açarken; olgunlaşma sürecinin ilerlemesine bağlı olarak etilen salgı miktarında istatistiksel açıdan ($p<0,01$) yükselişler belirlenmiştir. Bununla birlikte, diğer kalite özelliklerinde olduğu gibi, etilen üretim miktarı bakımından da uygulamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar ($p<0,01$) tespit edilmiştir. Etilen salgısının en az düzeyde belirlendiği meyveler, 625 ppb dozunda 1-MCP uygulamasına tabi tutulanlar olurken, bunu 312,5 ppb uygulama dozuna ait değerler takip etmiştir. Diğer taraftan 156,25 ppb uygulama dozunun etkisi görülmemiştir (Çizelge 9). Depolama sürelerine ait sonuçlara benzer şekilde depolamalardan sonraki raf ömrü sürelerine bağlı olarak etilen salgısında ($p<0,01$) artış meydana gelmiştir.

Bununla birlikte; olgunlaşmayla ilişkili olarak 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması, etilen salgı miktarındaki artışı önemli düzeyde ($p<0,01$) kısıtlamıştır. Buna karşın diğer iki uygulama dozunun etilen salgı miktarı üzerinde önemli bir etkisi görülmemiştir (Çizelge 10).

Çizelge 9. Deveci armut çeşidinde depolama sürelerine ve farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarına göre salgısında ($\mu\text{l kg saat-1}$) oluşan farklılıklar

Uygulama	Depolama Süresi				Uygulama Ortalaması
	Hasat	2 ay	4 ay	6 ay	
Kontrol	0,012 d	0,411 c	1,295 b	3,100 a	1,205 A
1-MCP (156,25 ppb)	0,012 d	0,412 c	1,294 b	3,094 a	1,203 A
1-MCP (312,5 ppb)	0,012 d	0,385 c	1,332 b	3,045 a	1,194 A
1-MCP (625 ppb)	0,012 d	0,086 d	0,137 d	0,389 c	0,156 B
Depo süresi ortalaması	0,012 C	0,323 C	1,015 B	2,407 A	
LSD (0,01)	0,5532				0,5532
LSD (0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	0,1421				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

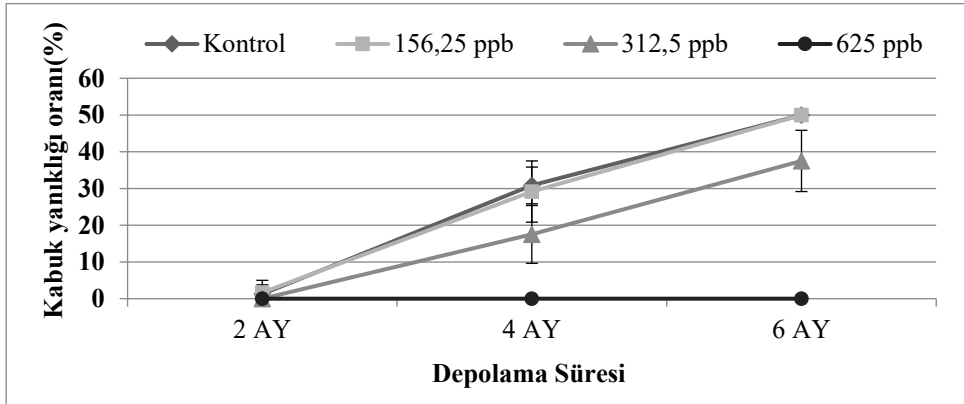
Çizelge 10. Deveci armut çeşidinde raf ömrü sürelerine ve farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarına göre etilen salgi miktarında ($\mu\text{l kg saat-1}$) oluşan farklılıklar

Uygulama	Raf Ömrü Süresi				Uygulama Ortalaması
	Hasat	2 ay+7 gün	4 ay+7 gün	6 ay+7 gün	
Kontrol	0,012 f	1,149 d	6,159 c	11,796 a	4,771 A
1-MCP (156,25 ppb)	0,012 f	1,115 d	6,152 c	11,650 a	4,741 A
1-MCP (312,5 ppb)	0,012 f	1,138 d	6,133 c	11,382 b	4,666 A
1-MCP (625 ppb)	0,012 f	0,095 f	0,223 ef	0,407 e	0,184 B
Depo süresi ortalaması	0,012 C	0,874 C	4,667 B	8,809 A	
LSD (0,01)	2,3528				2,3528
LSD (0,01) (Uyg.*Depo.Süre.)	0,2469				

ÖD.: Önemli değil, Farklı harfler farklı istatistiksel grupları ifade ederler.

3.6. Kabuk Kararma Oranı

Bu çeşit için oldukça büyük önem taşıyan ‘Kabuk kararması’ açısından depolama süreci sonrası raf ömrü sürecinde önemli düzeyde ($p<0,01$) etkili olmuştur. Buna ek olarak; özellikle kontrol meyvelerinde ve 156,25 ppb dozu 1-MCP uygulaması yapılmış meyveler için bu bozulma oranı oldukça yüksek miktarda seyretmiştir. Diğer taraftan bu bozulmayı önemli düzeyde ($p<0,01$) ve yüksek oranda önleyen uygulama 625 ppb dozu 1-MCP olarak saptanmıştır. Bunu 312,5 ppb dozunda 1-MCP uygulaması takip etmiştir (Şekil 1).

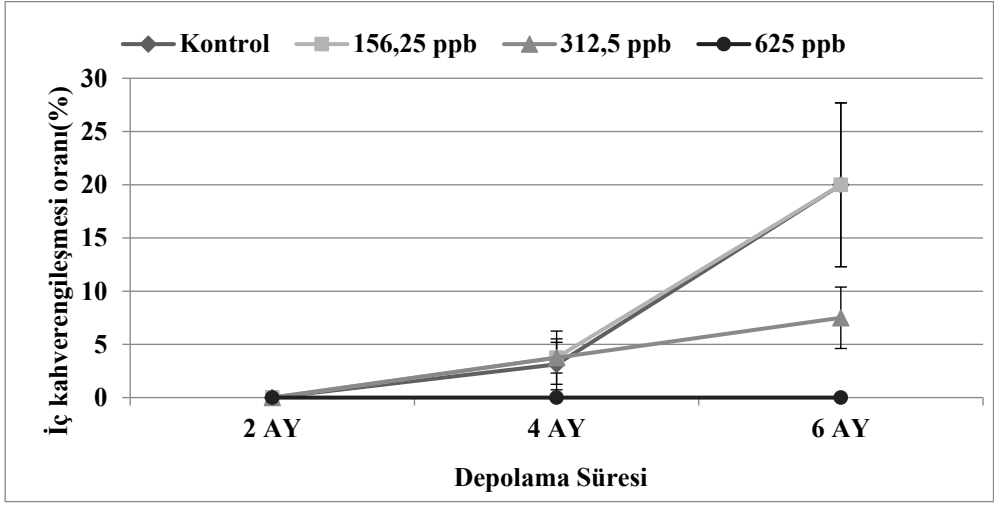


Şekil 1. Depolama sonrası raf ömrü süreleri için farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarına göre kabuk yanıklığı oranı (%)

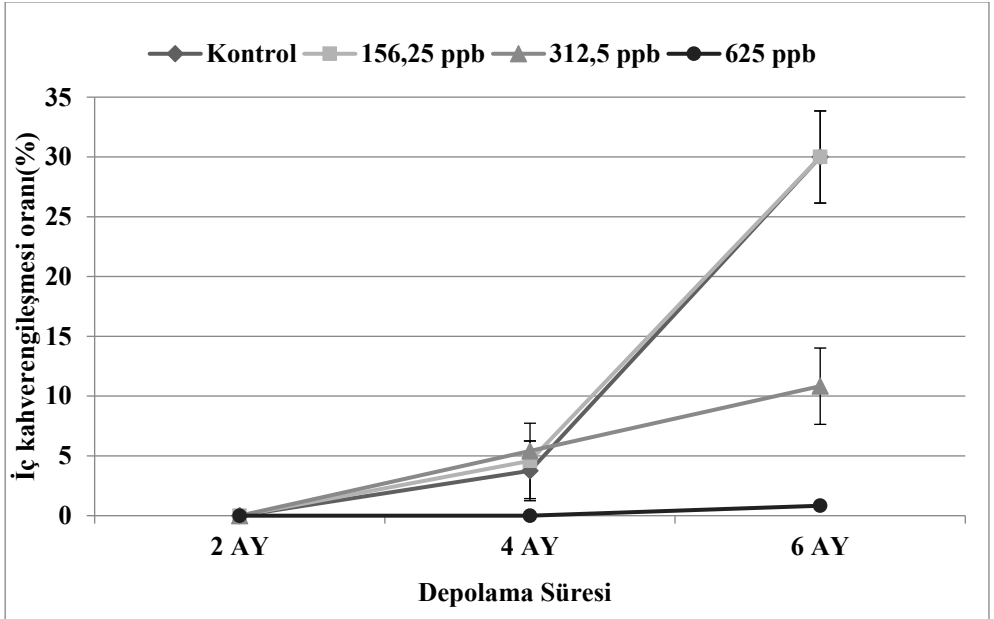
3.7. İç Kahverengileşmesi Oranı

Depolamada yaşlanmadan ileri gelen ve ‘Deveci’ armut çeşidinde depolamanın ilerlemesiyle yoğun görülebilen ‘İç kahverengileşmesi’ açısından depolama süresi etkili bir faktör olmuştur. Buna ek olarak; özellikle kontrol meyvelerinde ve 156,25 ppb dozu 1-MCP uygulamasına tabi tutulmuş meyvelerde bu bozulma oranı oldukça yüksek miktarda seyretmiştir. Diğer taraftan bu bozulmayı önemli düzeyde ($p<0,01$) ve yüksek oranda önleyen uygulama 625 ppb dozu 1-MCP olarak saptanmıştır. Bunu 312,5 ppb dozunda 1-MCP uygulaması takip etmiştir (Şekil 2).

Raf ömrü sürecinde iç kahverengileşmesi oranı belirgin bir şekilde artmıştır. Bu kapsamda; 625 ppb dozunda 1-MCP uygulaması dışındaki tüm uygulamalara ait meyvelerde bu artış önemli düzeyde ($p<0,01$) görülmüştür. Bu oran 312,5 ppb dozunda 1-MCP uygulaması belirli oranda daha düşük seyretmiştir (Şekil 3).



Şekil 2. Deveci armut çeşidinde depolama süreleri için farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarına göre iç kahverengileşmesi oranı (%)



Şekil 3. Deveci armut çeşidinde raf ömrü süreleri için farklı dozlarda 1-MCP uygulamalarına göre iç kahverengileşmesi oranı (%)

3.8. TARTIŞMA VE KANI

Çalışma kapsamındaki sonuçlara göre öncelikle meyve eti sertliği açısından 1-MCP uygulamalarının etkisi; elma (Watkins ve ark., 2000), Avrupa tipi erikler (Mitcham ve ark., 2001), Japon tipi eriklerde (Erkan ve ark., 2005), nektarin için (Dong ve ark., 2001), Trabzon hurması (Nakano ve ark., 2001) ve domates (Kaynaş ve ark., 2006) için saptanmıştır. SÇKM oranı için depolama sürecinde oluşan artış 1-MCP ile azalmıştır (Watkins ve ark., 2000). TETA için benzer sonuçlar “Red Delicious”, “Gala” ve “Jonagold” elma çeşitlerinde elde edilmiştir (Fan ve ark., 1999). Meyve zemin rengi için yine 1-MCP uygulamasının renk değişimini yavaşlatması kapsamında; “Red Chief” elma çeşidi için 1-MCP uygulanmış meyvelere kıyasla zemin rengindeki değişimin daha sınırlı olduğu bildirilmiştir (Mir ve ark., 2001). Ayrıca, 1-MCP uygulanan kayısı meyvelerinin, kontrol grubuna göre daha yeşil rengini koruduğu ve depolama süresi boyunca yalnızca çok düşük düzeyde renk değişimi gösterdiği belirlenmiştir (Fan ve ark., 2000). Şeftali meyvelerinde de benzer bulgular rapor edilmiş olup, 1-MCP uygulamasının renk değişimini geciktirdiği ifade edilmiştir (Kluge ve Jacomino, 2002). Hasat olgunluğunda renk özelliğinin belirleyici olduğu domates meyvelerinde de 1-MCP uygulamasının benzer etki gösterdiği ortaya konmuştur (Kaynaş ve ark., 2006).

Elde edilen bulgular doğrultusunda, Deveci armudunda depolama süresinin tüm kalite özellikleri üzerinde belirleyici ve istatistiksel olarak önemli bir faktör olduğu ortaya konmuştur. Bu bağlamda, depolama süresinin uzamasına paralel olarak meyve eti sertliğinde azalma, suda çözünebilir kuru madde oranında artış ve titre edilebilir toplam asitlik miktarında düşüş meydana gelmiştir. Ayrıca, depolama süresinin ilerlemesiyle birlikte toplam fizyolojik bozulma oranlarında artış gözlenmiştir. Bununla birlikte, olgunlaşma sürecinin ilerlemesine bağlı olarak depolama süresi uzadıkça etilen üretim miktarında belirgin bir artış saptanmıştır.

İncelenen tüm kalite özellikleri kapsamında 625 ppb uygulama dozundaki 1-MCP uygulaması meyve kalitesinin korunmasında etkili olmuştur. Sonuç olarak, 625 ppb uygulama dozunun 1-MCP uygulamasının, Deveci armut çeşidi için, depolama süresi boyunca meyve eti sertliği, suda çözünebilir kuru madde oranı, titre edilebilir toplam asitlik miktarı ve fizyolojik bozulma oranı şeklindeki kalite kriterleri açısından söz konusu uygulamanın önerilebilir olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca, belirtilen dozun etilen üretimini

istatistiksel olarak önemli düzeyde baskılayarak olgunlaşma sürecini yavaşlattığı tespit edilmiştir.

Raf ömrü süreçlerinde de en yüksek etki düzeyi 625 ppb uygulama dozunda olmuştur. Buna karşılık, 312,5 ve 156,25 ppb uygulama dozlarının kalite özelliklerinin korunması üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Bu dozlarda uygulamaya tabi tutulan meyvelerden elde edilen değerlerin, kontrol grubuna ait bulgularla istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği saptanmıştır.

Özellikle Marmara Bölgesi açısından yüksek ekonomik değere sahip olan bu armut çeşidinin iç pazarda tercih edilmesinin temel nedenleri; iri ve albenili meyve yapısına sahip olması, üstün tat ve aroma özellikleri ile yerli bir çeşit olmasıdır. Söz konusu çeşitte kalite özellikleri korunarak ilkbahar dönemine kadar pazarlanabilirliğin sağlanabilmesi, bölge üreticileri açısından önemli bir avantaj ve ekonomik fırsat oluşturacaktır. Bu kapsamda; ‘Deveci’ armut çeşidinde 6 ay süreyle kalitenin korunarak muhafaza edilebilme için önerilen 1-MCP (%3,0) uygulama dozu 625 ppb olmuştur.

KAYNAKÇA

- Anonymous, 1968. *International Federation of Fruit Juice Producers*, No: 3.
- Argenta, L.C., Fan, X.T., Mattheis, J.P. 2003. Influence of 1-methylcyclopropene on ripening, storage life and volatile production by d'Anjou cv. Pear fruit, *J. Agric. Food Chem.* 51: 3585-3564.
- Baritelle, A.L., Hyde, G.M., Fellman, J.K., Varith, J. 2001. Using 1-MCP to inhibit the influence of ripening on impact properties of pear and apple tissue. *Postharvest Biol. Technol.* 23: 153- 160.
- Dong, L., Zhou, H., Sonogo, L., Lers, A., Lurie, s., 2001. Ethylene involvement in the cold storage disorder of "Flavortop" nectarine. *Postharvest Biol. Technol.* 23, 105- 115.
- Erkan, M., Karasahin, I., Sahin, G., Eren, İ., Karamürsel, F., 2005. Modified Atmosphere and 1-MCP Combination Affect Postharvest Quality of Japanese Type Plums. 9th International Controlled Atmosphere Research Conference. 5-10 July, 2005, Michigan State University, USA
- Fan, X., Argenta, L., Mattheis, J.P., 2000. Inhibition of ethylene action by 1-methylcyclopropene prolongs storage life of apricots. *Postharvest Biol. Technol.* 20, 135- 142.
- FAO, 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>
- Hiwasa, K., Kinugasa, Y., Amano, S., Hashimoto, A., Nakano, R., Inaba, A., Kubo, Y. 2003. Ethylene is required for both initiation and progression of softening in pear (*Pyrus communis* L.) fruit, *J. Exp. Bot.* 54(383): 771-779.
- Kaynaş, K., Sakaldaş, M., Kuzucu, F.C., 2006. Hasat sonrası 1-MCP Uygulamalarının Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen Domateslerde Depolama Süresi ve Meyve Kalitesi Üzerine Olan Etkileri, VI. Sebze Tarımı Sempozyumu, KSÜ Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, s. 70-75.
- Kaynaş K., Sakaldaş M., Kocakurt Ş., 2011. Çanakkale Yöresinde Yetiştirilen "Eşme" Ayva Çeşidinde Hasat Sonrası 1- Methylcyclopropane Uygulamalarının Meyve Kalitesine Olan Etkileri. Türkiye VI. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi. 04-08. Ekim. 2011, Şanlıurfa (Basımda).
- Kluge, R.A., Jacomino, A.P., 2002. Shelf life of peaches Treated with 1-methylcyclopropene. *Scientia-Agricola* 59, 69-72.
- Mitcham, E.J., Crisosto, C., Kader, A.A., 2009. Recommendations for Maintaining Postharvest Quality, Pear: "Anjou", "Bosc"&"Comice" <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Fruit/pear2.shtml> updated February 10, 2009.
- Nakano, R., Harima, S., Ogura, E., Inoue, S., Kubo, Y., Inaba, A., 2001. Involvement of stress-induced ethylene biosynthesis in fruit softening of "Saijo" persimmon. *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 70, 581- 585.
- Özelkök, S., K. Kaynaş, Ü. Ertan, 1997. Yumuşak Çekirdekli Meyvelerde Gözlenen Fizyolojik Bozukluklar. Bahçe Ürünlerinde Muhafaza ve

- Pazarlama Sempozyumu. 21-24 Ekim 1997 Atatürk Bahe Kùltùrleri Merkez Araştırma Enstitùsù, 145-151.
- Reid, M.S., 1992. Maturation and Maturity Indices, Postharvest Technology of Horticultural Crops p:21-28, University of California, Div. Agr. And Natural Resources Publ. No. 3311. USA.
- Sakaldaş M., Kaynaş K., Yalav F., Yurt U., 2010. Combined Effects of Controlled Atmosphere Storage and 1-Methylcyclopropene on Stored Fruit Quality of “Abbé Fétel” Pear. *Acta Hort.*, 876: 115-122.
- Sisler, E.C., Serek, M., 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level; recent developments. *Physiol. Plant.* 100, 577-582.
- Villalobos-Acuña, M., Mitcham, E.J. 2008. Ripening of European pears: The chilling dilemma. *Postharvest Biology and Technology* 49: 187-200.
- Watkins, C.B., 2002. Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. In: Knee, M. (Ed.), *Fruit Quality and its Biological Basis*. Sheffield Academic Pres, pp. 180- 224.
- Watkins, C.B., Nock, J.F., Whitaker, B.D., 2000. Responses of early, mid, and late season apple cultivars to postharvest application of 1-MCP under air and controlled atmosphere conditions. *Postharvest Biol. Technol.* 19, 17-32.
- Zheng W. ve Wang S.Y. 2001. Antioxidant Activity and Phenolic Compounds in Selected Herbs. *J. Agric. Food Chem.*, 49: 5165–5170.

BÖLÜM XV

ARMUT ISLAHINDA DOKU KÜLTÜRÜNÜN ÖNEMİ

Doç. Dr. Mine PAKYÜREK¹

Zir. Yük. Müh. Doktorant Sinan ÖZCAN²

DOI: <https://www.doi.org/10.5281/zenodo.18105963>

¹Siirt Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, Siirt, Türkiye.
mine.pakyurek@siirt.edu.tr Orcid ID: 0000-0002-3753-2532.

²Tarım ve Orman Bakanlığı Hizan İlçe Müdürlüğü Bitlis; SİÜ FBE Bahçe Bitkileri,
Siirt, Türkiye. snan.ozcnn@gmail.com Orcid ID: 0000-0002-7340-7173

1. GİRİŞ

Ülkemiz, Akdeniz Gen Merkezleri ile Yakın Doğu Bölgesi içerisinde yer almakta olup Avrupa-Sibirya, İran-Turan ve Akdeniz olmak üzere üç farklı biyo-coğrafik alanın birleşim noktasını oluşturmaktadır. Bu konumu sayesinde doğu ve batı arasında geçiş formlarının görüldüğü, çeşitli iklim tiplerine sahip, yüksek biyolojik çeşitlilik barındıran bir coğrafya niteliğindedir. Bu özellikler sayesinde; armut, kestane, zeytin, fındık ve ceviz gibi birçok ekonomik öneme sahip bitki türü için önemli orijin ve çeşitlilik merkezlerinden birinin ülkemiz sınırları içerisinde oluşmasını sağlamıştır. Bu türler arasında yer alan armut (*Pyrus communis* L.) için Anadolu, türün anavatanı ve en önemli gen merkezlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Öz ve Aslantaş, 2015; Aykas ve ark., 2018).

Armut bitkisi, Rosaceae familyasındaki Pomoideae alt familyası *Pyrus* cinsi içinde yer almaktadır. Asya, Avrupa ve Kuzey Afrika'nın dağlık alanlarında yayılmış en az 26 temel tür ve 10 doğal olarak oluşan türler arası melez vardır. Armut bitkisi ekonomik ve geniş genetik çeşitliliğiyle dünya genelinde yaygın olarak yetiştirilmektedir (Bell, 2010; Aygün ve Kırca, 2023). Armut bitkisi hem dünya hem de ülkemizde üretim alanı ve üretim miktarı olarak ayva, hurma, kuşburnu gibi yumuşak çekirdekli meyve türleri arasında elmadan sonra ikinci sırada yer almaktadır (Ekici ve Yıldırım, 2017; TÜİK, 2024). Türkiye armut yetiştiriciliği bakımından oldukça zengin bir potansiyele sahiptir. Ülkemizde yerel ya da standart olmak üzere yazlık, güzlük, kışlık olarak 600'ü aşkın çeşidinin varlığından bahsedilmektedir (Öz ve Aslantaş, 2015).

Armut (*Pyrus communis* L.), ekonomik ömrü 15 ila 25 yıl arasında, ortalama 10-17 m boylanan orta büyüklükte bir ağaçtır (Hepaksoy, 2019; Kumar ve ark., 2023). Ilıman iklim bölgelerinde yetişen armutlar, farklı iklim koşullarına çok iyi adaptasyon sağlamakla beraber kuraklığa karşı toleranslı bir meyve türüdür (Haberal, 2023). Armut ağacı; uyku (dormansi) halindeyken -30oC (Kurt ve ark., 2022), aktif gelişim halindeyken 45oC'ye kadar olan yüksek sıcaklıklara dayanabilmektedir. Subtropik bölgelerde yetişen armut ağaçları için 200-300 saat soğuklama ihtiyacı gerekirken, ılıman iklim bölgelerinde bu ihtiyaç 500-1500 saat arasında değişmektedir. Ayrıca ilkbahar geç donları zamanında çiçeklerinin -2,2°C'de, küçük meyvelerinin ise 1,1°C'de

zarar görmesi nedeniyle armut yetiştiriciliğinin sınırlandığı belirlenmiştir (Kumar ve ark., 2023).

Yumuşak çekirdekli meyve türü olan armut yüzyıllardır geleneksel metotlarla çoğaltılmaktadır. Bu geleneksel yöntemler kullanılırken bitkinin fenotip özellikleri dikkate alınmaktadır. Bu çoğaltma teknikleri vejetatif (aşı, çelik ve daldırma) ve generatif (tohum) çoğaltım olarak iki şekilde yapılmaktadır. Özellikle tohumdan üretilen bireyler; genetik açıdan heterojen yapıda olduklarından farklı özelliklere sahip bitkiler meydana gelmektedir. (Mullins, 2006; Balık ve Kazankaya, 2024). Bu durum meyve yetiştiriciliğinde çoğu zaman istenmemektedir. Buna karşılık, eşeysiz (vejetatif) üreme yollarıyla elde edilen bitkiler, ana bitkinin hücre bölünmesi sonucu oluştuğu için genetik olarak ana bitkiyle tamamen özdeştir. Bu nedenle meyve yetiştiriciliğinde istenen üstün özelliklerin korunması amacıyla vejetatif çoğaltma yaygın şekilde tercih edilmektedir. Vejetatif çoğaltma yöntemleri arasında çelikle üretim, daldırma ve aşılama gibi birçok farklı teknik yer almaktadır (Fabbri ve ark., 2009; Gerçekcioğlu ve ark., 2012).

Armut yetiştiriciliğinde; armut fidanları aşılama yöntemi ile elde edilmektedir. Çoğaltılması istenen çeşitten alınan “göz” veya “kalem” (birden fazla göz içeren sürgün parçası) olarak adlandırılan dal parçasının anaç adı verilen bitki üzerine yerleştirilmesi ve kallus (kaynaşması) sağlanarak bir bitki elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Aşı yapılarak meydana getirilen bu yeni bitki “fidan” olarak adlandırılır. Üzerine aşı yapılan anaç kısmı, bitkinin toprak altı kısmı olan kök bölgesini oluşturması nedeniyle en az çeşit seçimi kadar önemlidir. Çünkü anaçlar hastalık ve zararlılara tolerans, toprak ve iklim koşullarına adaptasyon, ağacın gelişimi, kalite ve verim gibi birçok faktöre etki etmektedir. Bu nedenle amaca uygun anaç seçilmesi oldukça önemlidir (Gerçekcioğlu ve ark., 2012; Hepaksoy, 2019). Ayrıca aşı ile çoğaltma başarısını etkileyen bir dizi sınırlamalar mevcuttur. Bunlar arasında; genetik ve ekolojik faktörler, aşı materyalinin özellikleri, anaç eksikliği, aşı metodu, kültürel işlemler, yüksek maliyetler, deneyimli ve yetenekli aşılama ustalarına duyulan ihtiyaç yer almaktadır (Gerçekcioğlu ve ark., 2012).

Armut yetiştiriciliğinde; gençlik kısırlığı süresinin azaltılması, büyüme ve gelişimin kontrol altında tutulması, farklı iklim ve toprak koşullarında yetiştirilmesi, kalite ve verimin artırılması ile hastalık ve zararlılara karşı toleranslı olmasının istenilmesi gibi çeşitli amaçlar için anaçlar

kullanılmaktadır (Kesik, 2021; Aydın ve Yıldırım, 2023). Anaçlar tohum (heterojen) ve klon (homojen) anaçları olarak iki grupta toplanmaktadır. Klon anaçları tohum anaçlarına göre daha homojen gelişme göstermektedir. Bu amaçla çoğaltılan klonal anaçlar ile üretilen bireyler; ana materyallerle aynı kalıtsal yapıya ve özelliklere sahip olmaktadır. Ayrıca klonal anaçlar erken meyve, verim, kalite, olumsuz çevre şartlarına tolerans, hastalık zararlılara karşı direnç gibi birçok özelliğini üzerine aşıl原因 çeşitlere aktarma yeteneğine sahiptir (Bolat ve İkinci, 2019; Tuncel ve Şan, 2023). Genel anlamda bitkilerin klonal olarak çoğaltılması, somatik dokulardan veya organlardan rejenerasyon yoluyla eşeysiz yöntemlerle genetik olarak aynı bireylerin üretilmesi anlamına gelmektedir. Bu yöntem, seçilen bireylerde bulunan ve istenen özelliklerin korumasını sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır (Bhojwani ve ark., 2013).

Pyrus cinsleri generatif (tohumla) yöntemle çoğaltıldığında yüksek düzeyde genetik açılım (heterozigotluk) göstermektedir. Buna karşın Pyrus cinsleri üzerinde yapılan vejetatif çoğaltma çalışmaları hala önemli seviyeye ulaşmamıştır. Genellikle armut bitkisi bir anaç üzerindeki aşı kalemi çeşidinin tomurcuklanmasıyla çoğaltılır. Ağacın taç büyüklüğünü kontrol edebilmek, erkencilik, verim, kalite ve kültürel uygulamaları kolaylaştırmak için armut ve ayva klonal anaçları seçilir. Ancak ayva anacı kış soğuklarına, kloroza ve ateş yanıklığı gibi hastalıklara hassas olup aşı uyumu her zaman çok iyi değildir. (Chevreau ve ark., 1992; Aygün ve Kırcı, 2023; Tuncel ve ark., 2023).

Günümüzde armut bitkisi için kullanılabilecek iyi özelliklere sahip bodur klon anaçları yeterli miktarda bulunmamaktadır. Elma yetiştiriciliğinde çok sayıda bodur anaç ticari olarak yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen, armut için yürütülen seleksiyon ve melezleme çalışmalarında biyotik ve abiyotik streslere dayanıklı, yarı bodur veya bodur gelişim gösteren anaçların geliştirilmesi hala sınırlı düzeydedir (Hepaksoy, 2019). Ayrıca zaman içinde artan küresel nüfusla beraber sanayileşme, orman alanlarının azalması, çevre kirliliği, biyotik ve abiyotik stres faktörleri tarımsal sürdürülebilirliği olumsuz etkilemektedir. Artan küresel talebi karşılamak için, daha yüksek verim potansiyeline sahip çeşitlerin yetiştirilmesine odaklanan çeşitli çözümler önerilmiştir. Ancak bu yüksek verimli, dar genetik tabanlı modern çeşitler, stres faktörlerine tolerans bakımından yeterli gen havuzuna sahip değildir. Ayrıca temel gıda ürünlerinin genetik potansiyelinin sınırlarına neredeyse ulaşılmış

olması göz önüne alındığında; geleneksel üretim tekniklerinin uzun zaman alması, düşük çoğalma hızı ve arazi koşullarında bitkinin stres faktörlerine maruz kalması, modern biyoteknolojik yaklaşımların meyvecilikte giderek daha fazla önem kazanmasına yol açmıştır (Öz ve Aslantaş, 2015; Colla, 2017).

Günümüz ıslah yöntemlerinin hedefleri arasında özellikle hastalık ve zararlılara dayanıklı, farklı iklimlere adapte olabilen, kendine verimli, verim ve kalitesi yüksek, ayrıca antioksidanlar gibi besin maddelerince zengin yeni çeşitlerin geliştirilmesi yer almaktadır (Aydınlı ve Yıldırım, 2023). Bu amaçla tarımda sürdürülebilirlik, yüksek verim ve genetik kaynakların korunması, modern biyo-teknolojik yöntemlerin kullanımını zorunlu hale getirmiştir. Özellikle armut (*Pyrus communis* L.) yetiştiriciliğinde geleneksel metodların zaman alması, kısa büyüme mevsimi ve sert kış koşullarıyla sınırlıdır. Bu ve bunun gibi sınırlamalar nedeniyle farklı alternatif çoğaltma yöntemlerinin araştırılmasına yol açmıştır. Bu alternatifler arasında öne çıkan doku kültürü (in vitro) teknikleri, özellikle meyve türlerinde, geleneksel çoğaltma yöntemlerinin sınırlamalarını aşmak için güçlü bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Kaviani ve ark., 2023).

Doku kültürü teknikleri dünya çapında klonal fidanların büyük ölçekli üretimi için önemli avantajlar sunmaktadır. Aşı, çelik ve daldırma yöntemi gibi eşeysiz çoğaltma sistemlerine kıyasla birçok avantaja sahiptir. Özellikle küçük bir alanda ve kısa sürede kitlesel bitki üretim imkânı, çoğaltılan materyalin yüksek genetik ve sağlık durumu, genetik olarak iyileştirme gibi birçok avantaj sağlayabilmektedir. Ayrıca in vitro koşullarında; sürgün çoğaltma ve köklenme protokollerinin etkili bir şekilde geliştirilmesi, hastalık ve zararlılardan arı, elit klonların çoğaltılması, trasgenik bitki üretimiyle beraber virüssüz bitkilerin elde edilmesi ve gen kaynaklarının korunmasına olanak tanımaktadır (Kayın ve Turan, 2023).

Bu bölümde, dünyada ve Türkiye'de doku kültürü ile armut ıslahı konusunda yayınlanmış çalışmalar incelenmiş ve armut bitkisinin ıslahta öncelikli hedefleri ile bu hedeflere ulaşmak için doku kültürü teknikleri ile izledikleri yöntemler araştırılmıştır.

2. DOKU KÜLTÜRÜNDE MİKROÇOĞALTIM TEKNİĞİ

Doku kültürü (in vitro) tekniği için ilk teorik temel, 1902 yılında Alman Bilim Akademisinde Gottlieb Haberlandt'ın tek hücre kültürü deneyleri üzerine yaptığı konuşmada öne sürülmüştür. Bitki doku kültürü; bitkiye ait hücre, doku ve organların steril koşullar altında, niteliği belirli kimyasal ve fiziksel ortamlarda kültüre alınmasıyla gerçekleştirilen biyolojik bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Thorpe, 2007).

Doku kültürü yöntemlerinden biri olan mikroçoğaltım tekniği, tam bir bitki oluşturabilme potansiyeline sahip bitki kısımlarından (embriyo, tohum, gövde, kök, sürgün, kallus, tek hücre veya polen tanesi vb.) alınan doku parçalarının yapay besin ortamında mikroorganizmalardan arındırılmış şartlar altında genetik olarak birbirine benzeyen çok sayıda bitkiyi hızlı çoğaltma amacıyla kullanılan bir tekniktir (Pakyürek ve Hepaksoy, 2019a). Bu yöntem sayesinde bitkiler türüne uygun şekilde klonlar halinde çoğaltılabilmektedir. Doku kültüründen elde edilen bu bitkilere ise mikro bitkiler denir (George ve ark., 2007). Doku kültürü ile klonal çoğaltımın geleneksel yöntemlerine göre birçok avantajı bulunmaktadır. Bunlar içinde; kısa bir zaman ve alanda tek bir bireyden (özellikle nadir ve ekonomik değeri yüksek bitkilerin) kitlesel bitki üretimi, hastalık ve zararlılardan arı, yıl boyu üretim, DNA transferi, transgenik bitkilerin çoğaltımı, sentetik tohum üretimi, genetik modifikasyon çalışmaları ve in vivo vejetatif çoğaltmanın zor veya imkânsız olduğu çeşitli genotiplere uygulanması, farklı meyve türlerinin anaç ve çeşit ıslahında abiyotik stres faktörlerine tolerans durumlarının araştırılması gibi birçok avantaj sağlamaktadır (Bhojwani ve ark., 2013; Bridgen ve ark., 2018; Sülüşoğlu Durul ve Tekin, 2022, Pakyürek ve Dumanoglu, 2019).

Doku kültürü teknikleri dört aşamadan oluşmaktadır (Dinçer ve ark., 2016);

- 3.8.1. Hazırlık aşaması (eksplant, sterilizasyon vb.),
- 3.8.2. Sürgün aşaması,
- 3.8.3. Köklendirme aşaması,
- 3.8.4. Toprağa şaşırtma (adaptasyon)

Doku kültürü teknikleri, bitkilere ait küçük parçalardan (organ veya doku parçaları) başlatılmaktadır. Kullanılan bu küçük parçalar eksplant olarak adlandırılmaktadır. Bitki doku kültüründe eksplantlar tohum, meristem, sürgün, yaprak, çiçek, meyve, gövde, boğum ve kök gibi farklı bitki parçacıkları kullanılmaktadır. Ayrıca eksplant materyalinin alındığı bitkinin yaşı, büyüklük, kalite ve fizyolojik durumu gibi doğru seçimler doku kültürünün başarısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilmektedir. Doku kültürü tekniğinde bitki eksplantları amacına göre farklı alanlarda değerlendirilebilmektedir. Bunlar; hücre kültürü, embriyo kültürü, kallus kültürü, organ kültürü, protoplast kültürü, saçak kök kültürü ve biyoreaktör çalışmaları gibi çeşitli alanları kapsamaktadır (George ve ark., 2007; Ahmed ve ark., 2021; Kruglova ve ark., 2023; Kayın ve Turan, 2023).

Doku kültürü tekniği biyoteknolojik ıslah çalışmalarında birçok avantaj sağlarken, bu yöntemin başarı oranını sınırlayan olumsuz etmenler de bulunmaktadır. Bu olumsuzluklar içinde; kontaminasyon, hiperhidrisite, yoğun fenolik bileşik salınımı, somaklonal çeşitlilik ve aklimatizasyon gibi birçok faktör bulunmaktadır.

Bitki doku kültürü teknikleri eksplantın alınması ve sterilizasyon işlemleriyle başlar. Başarılı bir çalışma için malzeme ve eksplantların yüzey sterilizasyonlarının optimal düzeyde yapılması önemlidir. Bitki doku kültürü tekniğinde hazırlık aşamasında ortaya çıkan kontaminasyon, kültüre alınan ana materyalin gelişimini engellemektedir. Bu aşamada dekontaminasyon işleminin optimize edilmesi ve bitki materyalinin çok iyi dekontamine edilmesi gereklidir. Doku kültürü tekniği çalışmalarında bitki üstünde kalan mikroorganizmalar ve zararlılar tarafından etkilenecek kirlenir ve bu durum kontaminasyon olarak adlandırılır. In vitro ortamdaki bitki kültüründe en önemli kayıplar kontaminasyonlardan meydana gelmektedir. Bu tür kontaminasyonlara; bakteri, virüs, mantar ve maya gibi mikroorganizmalar sayılabilir (Uğur ve ark., 2019).

Doku kültürleri tekniklerinde, kültüre alınan eksplantların gelişim sağlaması için uygun besleyici ortamlar oluşturulur. Bu durum mikroorganizmaların büyümesi için de uygun ortam sağladığı için genellikle aseptik koşullarda oluşturulmalı ve muhafaza edilmelidir. Çünkü bakteri ve mantarlar gibi mikrobiyal organizma türleri, in vitro'da yetişen bitkiyle rekabet eder. Bu nedenle, eksplantlar ilk kez besin ortamına yerleştirildiklerinde

mikrobiyal kirleticilerden arındırılmış olmalıdır. Bu genellikle, stok bitkilerin enfeksiyonu en aza indirecek şekilde yetiştirilmesini, yüzeysel mikropları öldürmek için bitki materyalinin dezenfektan kimyasallarla işlenmesini ve kullanılan aletlerin, kültürlerin yetiştirildiği kapların ve ortamların sterilize edilmesini içerir (Cassels ve Doyle, 2005).

Hiperhidrisite (camsılaşma, camsılık) ise bitkilerin in vitro yetiştirilmesiyle ilişkili bir fizyolojik bozukluk olarak karakterize edilmiştir. Camsılaşmış sürgünler, kalınlaşmış gövdeler, kısa boğum araları ve yarı saydam, kırılğan, uzun ve bükülmüş yapraklarla karakterize edilmektedir (Kevers ve ark., 2004). Hiperhidrisite (camsılaşma) durumunu ortadan kaldırmak için alınacak önlemler türe özgüdür. Bu önlemler arasında azot iyonları, diğer iyonların etkisi (tuz, potasyum, kalsiyum gibi), hormonların ve büyüme düzenleyicilerin etkisi (BBD), jelleştirici maddelerin etkisi, kültür kabı, ışığın etkisi, ekzojen katkı maddelerin kullanımı gibi ortam bileşenleri ve kültür koşullarının etkisi bulunmaktadır (Polivanova ve Bedarev, 2022).

Bitkilerde bulunan yoğun fenolik bileşen salınımı ve eksplantların kesilen bölgelerinde oluşan oksidatif enzimin aktivasyonu başarı oranının düşmesine neden olmaktadır. Fenolik aktivasyon sürecinde polifenol oksidaz, fenilalanin amonyak liyaz, peroksidaz gibi diğer bazı oksidatif enzimler fenolik bileşiklerin oksidasyonunu katalizleyerek eksplantların kesim bölgelerinde kahverengileşmeye neden olmakla beraber doku ölümüne sebep olmaktadır (Litz ve Vijayakumar, 1988; Andersone ve Levinsh 2002). Yoğun fenolik madde salınımını düşürebilmek için eksplantların antioksidanlarla ön işleme tabi tutulması, besin ortamlarına antioksidanların eklenmesi, ortama sık sık alt kültür verilmesi ve kültür tekniklerinin karanlıkta inkübe edilmesi gibi çeşitli yöntemler bulunmaktadır (Ahmad ve ark., 2013)

Doku kültürü tekniklerinde ortaya çıkan somaklonal varyasyon donör (ana materyal) bitkiden farklı olarak meydana gelen morfolojik, sitolojik, biyokimyasal ve DNA düzeyinde genetik veya epigenetik değişiklikler olarak atfedilir. In vitro'da kullanılacak genotip ve ploidi, bitki büyüme düzenleyicilerinin dengesi, eksplant kökeni, kültür süresi, makro ve mikro elementlerin bileşimi ve fizyolojik stresler gibi faktörlerin somaklonal varyasyonu tetiklediği vurgulanmıştır. Değerlendirme yöntemleri arasında olan fenotipik gözlemler, kromozom sayıları ve yapılarının incelenmesi, molekül belirteçler, protein analizi ve doğrudan DNA değerlendirmesi yer almaktadır.

Moleküler belirteçlerin somaklonal varyasyonları tespit etmede oldukça etkili olduğu kanıtlanmıştır. Bu belirteçler, mikroçoğaltım, uzun süreli koruma ve in vitro kriyoprezervasyon uygulanan bitkilerde, ayrıca uzun süreli kültür koşullarında tutulan ya da çok sayıda alt kültürden geçirilen materyallerde genetik stabilitenin veya oluşabilecek genetik değişimlerin değerlendirilmesinde büyük önem taşımaktadır. (Kaçar, 2024).

İklimlendirme diğer adıyla aklimatizasyon in vitro çoğaltmanın son adımındır. İklimlendirme sırasında dış ortamda oluşan abiyotik ve biyotik stresler (yüksek sıcaklık, ışık yoğunluğu, düşük bağıl nem ve topraktaki mikroorganizma ve patojenlerin varlığı) nedeniyle bitki ölümlerine kadar sebebiyet verebilmektedir. Mikro çoğaltımla elde edilen bitkiciklerin ex vitro koşullara adaptasyonunu iyileştirmek için iklimlendirme sırasında doğrulanması gereken morfolojik, anatomik veya biyokimyasal düzeylerde alt organlar geliştirir. Bu nedenle, bu vejetatif çoğaltım yönteminin etkinliğini artırmak için iklimlendirme protokolleri oluşturulması gerekmektedir. Şimdiye kadar ön iklimlendirme, in vitro iklimlendirme, su kültürleri, CO₂ zenginleştirme, biyostimülatör ve bitki büyüme düzenleyicilerinin uygulanması gibi yöntemler formüle edilmiştir (Grzelak ve ark., 2024).

Bitki doku kültürü ortamı, bitkilerin laboratuvarında kontrollü aseptik koşullar altında tüm bitki, organ, doku veya hücrelerin büyümesi ve gelişimi için gerekli tüm besin maddelerini içerir. Doku kültürü tekniklerinde sistem, bitki veya eksplant büyümesi için gerekli tüm besinleri, enerjiyi ve suyu bazal ortam aracılığıyla sağlar. Ayrıca kontrollü inkübasyon koşulları, büyümeyi desteklemek için optimize edilmiş ışık ve sıcaklık ayarları sağlamaktadır (Phillips ve Garda, 2019).

Bitki doku kültürü tekniklerinde ortam; makro ve mikro besinler, vitaminler, bitki büyüme düzenleyicileri (BBD), diğer organik bileşenler, karbon kaynağı ve katı ortam durumunda bazı jelleştirici maddelerden oluşur (Uğur ve ark., 2019). En yaygın kullanılan bazal ortamlar, özellikle Murashige ve Skoog (MS) ve modifiye edilmiş MS'in (MMS), Gamborg'un B5 ortamı ve modifikasyonları, Odunsu Bitki Ortamı (WPM), Driver-Kuniyuki Walnut (DKW) ortamı gibi birçok farklı besin ortamı bitki türlerinin in vitro çoğaltımı için yaygın bir şekilde kullanılır (Phillips ve Garda, 2019). Ayrıca ortamın pH'sı, bitki büyümesini ve bitki büyüme düzenleyicilerin aktivitesini etkileyen önemli faktörlerden biridir. Oluşturulan ortamın pH'sı 5.4-5.8 arasında değişen

değerlere ayarlanır. In vitro koşullarda farklı katı ve sıvı besi yerleri kullanılabilir (Hussain ve ark., 2012). Bazal kültür ortamının türü, bitki büyüme düzenleyicilerinin (BBD) türü ve konsantrasyonu ve eksplant parametreleri, kültür ortamının başarısı için önemli faktörlerdir.

Bitki büyüme düzenleyici maddeler arasında yer alan oksin ve sitokininler, bitki dokularında kök ve sürgün oluşumunu teşvik etmektedir. Yüksek sitokinin/oksin oranı sürgün oluşumunu; yüksek oksin/sitokinin oranı kök oluşumunu; eşit düzeyde oksin ve sitokinin oranı ise kallus oluşumunu desteklemektedir (Pakyürek ve Hepaksoy, 2020).

3. ARMUT ISLAHINDA DOKU KÜLTÜRÜ UYGULAMALARI

Armut'un in vitro tekniği ile çoğaltımı ilk kez 1979 yılında armut anacı OH x F51 ve Bartlett çeşidi üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu ilk çalışmadan bu yana, armutun in vitro kültürünün farklı alanlarında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Avrupa ve Asya armutunun anaç çeşitleri için etkili, farklı mikroçoğaltım teknikleri mevcuttur (Chevreau ve ark., 1992)

Klonal anaç üretiminde özellikle meristem, sürgün ucu ve boğum kültürleri gibi mikroçoğaltım teknikleri tercih edilmektedir (Pakyürek ve Hepaksoy, 2019b). Günümüze kadar yapılan birçok çalışmada mikroçoğaltım tekniğiyle farklı armut çeşit ve genotiplerinde sürgün ve kök rejenerasyonu sağlanmıştır. Örneğin; Qingrong ve ark., (2003) yaptıkları çalışmada; armut (*Pyrus communis* L.) çeşitleri Red D'Anjou ve D'Anjou'dan alınan eksplantların (yaprak) besin ortamında sürgün ve somatik embriyo rejenerasyonuna etkisi incelenmiştir. Bu çalışmada, somatik embriyo rejenerasyonu oranı, sırasıyla D'Anjou %55.5 ve Red D'Anjou %47.3 arasında değişen 2 mg/L TDZ ve 0.1 mg/L NAA ile takviye edilmiş NN69 ortamında en yüksek olduğunu tespit edilmiştir. Sürgün rejenerasyon oranı ise 5 mg/L BA ve 0.1 mg/L NAA ile takviye edilen NN69 ortamında gerçekleştiği ve sırasıyla D'Anjou %100, Red D'Anjou %85.7 oranında değiştiği tespit edilmiştir.

Reed ve ark., (2013) beş Murashige ve Skoog (1962) (MS) mineral stok solüsyonunun, üç armut türünün sürgün çoğaltımı kültürlerinde fizyolojik bozuklukların gelişimi üzerindeki etkilerini incelemiştir. Yapılan çalışmada en sık görülen fizyolojik bozukluklar istenmeyen kallus, sürgün ucu nekrozu, hiperhidrisite ve kancalı yapraklar olmuştur. Genel olarak; Murashige ve

Skoog, demir (Fe) ve mikrolarının standart konsantrasyonları, yüksek mezos (CaCl_2 , MgSO_4 , ve KH_2PO_4) ve orta düzeyde azot bileşikleriyle birleştirildiğinde fizyolojik bozukluklar olmaksızın normal sürgünler ürettiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca *Pyrus*'taki geniş genetik çeşitliliğin birçok genotip için mikroçoğaltımı zorlaştırdığını vurgulamışlardır.

Wada ve ark., (2015) armut sürgünü kültür ortamının optimizasyonunu sağlamak için armut genotipinin optimum N gereksinimini ve NH_4^+ , K^+ ve NO_3^- etkileşimlerini incelemiştir. Her genotipin farklı bir yanıtı olduğunu tespit etmişlerdir. N formu daha uzun sürgünler, daha fazla sürgün veya daha az kallus üretmek için manipüle edilebilmiştir. Bu çalışma, çeşitli bitki germplazmlarıyla çalışırken, bir büyüme ortamının N bileşenlerinin optimize edilmesinin çok önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca Pear 1 ortamında bulunan yüksek CaCl_2 , MgSO_4 , and KH_2PO_4 (1,5 kat) bileşenleriyle birlikte kullanıldığında yüksek NH_4^+ konsantrasyonlarında yetiştirilen armut sürgünlerinde hiperhidrisite gözlemlenmediğini vurgulamıştır.

Yi ve ark., (2015), üç armut genotipinden alınan sürgün uçları ve nodal eksplantlar kullanılarak MS ortamı ve beş farklı bitki büyüme düzenleyiciyle (BA, GA3, IBA, NAA, PG) kombinasyon edilerek mikroçoğaltım etkisini incelemiştir. Sonuçlar ışığında; en yüksek sürgün oluşum oranları 1,0 mg/L BA ve 0,1 mg/L GA3 ile desteklenmiş MS kullanılarak elde edilmiştir. Ayrıca en yüksek sürgün sayısının (9.2) 2 mg/l BA ve 0.2 mg/l IBA kombinasyonunda ve en yüksek köklenme oranının ise (%68.9) 0.2 mg/l NAA ve 0.2 mg/l IBA kombinasyonunda olduğunu tespit etmişlerdir.

Kotb ve ark., (2020) gerçekleştirdiği çalışmada; Mısır Tarımsal Araştırma Merkezi, Bahçe Bitkileri Araştırma Enstitüsünün deneysel Yaprak Döken Meyveler Bölümünde 4 yaşında hastaliksız toplanan *Pyrus communis* L. cv. Le-Conte'nin eksplantları; %5 deterjanlı (Teepol) musluk suyunda (20 dakika) yıkanmanın ardından distile suda 2-3 kez tekrar yıkanmıştır. Yaprak kınları çıkarılan eksplantlar (2-3,5 cm), sodyum hipoklorit (Clorox, %5,5) ile %10, 15 ve %20'lik solüsyonlarda 15 dakika ya da H_2O_2 %10 ile 5,10 ve 15 dakika yüzey sterilizasyon işlemine tabi tutulmuştur.

Lotfi ve ark., (2020) armut ateş yanıklığına karşı yüksek kaliteli bitkiciklerin büyük ölçekli üretimi için *Pyrus communis* ve *Pyrus syriaca* L.'nin apikal eksplantlarını kullanarak güvenilir bir protokol oluşturulmuştur. Araştırmacılar, 0,1 mg/l IBA ve 2 mg/l BA ile desteklenen yarı konsantrasyonda

amonyum nitrat (NH_4NO_3) ve potasyum nitrat (KNO_3) konsantrasyonlu MS ortamında optimum sürgün çoğalmasının 11.7 adet/eksplant olduğunu tespit etmişlerdir. En iyi köklenme oranının 1,0 mg/l IBA ile desteklenen Cheng ortamında %100 ve en yüksek kök sayısını ise 13.71 olduğunu saptamışlardır. Bu verimli optimize edilmiş in vitro protokol, yüksek kaliteli Tunus armut çeşitlerinin büyük çaplı çoğaltılması için başarıyla uygulanacağını vurgulamışlardır.

Song ve ark., (2022) in vitro mikroçoğaltılan armut (*Pyrus spp.*) bitkilerinin kök oluşumu için uygun koşulları incelemiştir. In vitro çoğaltım da 2,0 mg/L N6-benziladenin (BA) ve 0,2 mg /L İndol-3-bütirik asit (IBA) ortamı içeren MS ortamında indüklenmiştir. Köklenme denemeleri için en yüksek köklenme yüzdesi $83,3 \pm 8,3$, toplam kök sayısı $31 \pm 4,0$, ortalama kök uzunluğu $3,6 \pm 1,9$ mm ve bitki başına ortalama kök sayısı $2,6 \pm 2,1$, hormonsuz 30 g/L aktif kömür (AC) (R1 ortamı) ve sakaroz ile takviye edilmiş yarı güçlü MS (1/2) ortamında elde edilmiştir. Bu çalışmada geliştirilen protokolün diğer armut genotipleri için uygunluğunu test etmek üzere ileri çalışmalar devam etmektedir.

Osman, (2022) yaptığı çalışmada; armut anaçlarında yüzen su kültürü tekniği ile in vitro bitkicikleri 4 haftalık süreçte başarıyla dış koşullara alıştırılabilmektedir. In vitro koşullarda 250 ppm IBA ile köklendirilmiş mikro çelikler daha yüksek oranlarda dış koşullara alıştırılmıştır. Bu oranlar sırasıyla OHxF 333'de %84.0, AH-75'de %64.7 ve AH-32'de %62.7 olarak belirlenmiştir.

Kaviani ve ark., (2023) gerçekleştirdikleri çalışmada; OH x GL çeşitlerinin melezi olan Pyrodwarf anacını in vitro sürgün çoğaltma ve kök protokolünün geliştirilmesi konusunda besin ortamların etkilerini incelemişlerdir. Nodal segmentler eksplant olarak kullanılmıştır. Yapılan sterilizasyon işleminden sonra farklı kombinasyonlar halinde 6-benziladenin (BA) ve kinetin (Kin) ile desteklenmiş MS besin ortamı ve odunsu bitki ortamı (WPM) kullanılmıştır. MS ile zenginleştirilmiş indol-3-bütirik asit (IBA) ve indol-3-asetik asit (IAA) mikro sürgünlerin köklenmesi için kullanılmıştır. MS besin ortamında 2 mg·L⁻¹ BA ve 1 mg·L⁻¹ Kin kombinasyonu sürgün çoğalmasında önemli bir iyileşmeyle sonuçlandığını vurgulamışlardır. Bu çalışmalar ışığında en yüksek sürgün sayısı 4.352 eksplant/adet ve yaprak 10.02 eksplant/adet, en fazla kök sayısı ise 5.50 micro-sürgün/adet üretmiştir. Ayrıca

hindistan cevizi torfu ve perlit ile doldurulan saksılara kademeli olarak aktarılan mikrobittkiler %90'lık hayatta kalma oranı kayıt edilmiştir. Ekonomik değeri yüksek olan bu meyve bitkisinin in vitro çoğaltılması, özellikle meristematik eksplant ve doğrudan organogenez kullanımı bitkilerin genetik doğruluğunu garanti altına alacağından, seri üretim için uygulanabildiğini vurgulamışlardır.

Tuncel ve Şan (2023) gerçekleştirdikleri çalışmada; armut anaçlarında (OHxF-97 ve OHxF-333) farklı uygulamaların mikroçoğaltım üzerine etkileri incelenmiştir. Dekontaminasyon aşamasının optimizasyonu için alınan sürgün uçlarını (2-3 cm), 15 dakika musluk altında yıkamış, ardından %70 etanol içinde 1 dakika bekletip steril saf su ile yıkamıştır. Bu işlemlerden sonra %18'lik sodyum hipoklorit (%15 Cl içerikli) ile birkaç tamlı tween-20 çözeltisinde 18 dakika çalkalanmış ve 3 kez olacak şekilde 5'er dakika saf suyla arındırılmıştır. Araştırmada yapılan iki farklı uygulamada; 1. Deneme BAP (Benzylaminopurine) farklı dozları ile İBA (indol bütirik asitin) farklı dozlarından oluşturulan kombinasyonlar besin ortamına (MS) eklenmiştir. 2. deneme de ise glikoz ve sakkaroz ile GTS (gümüş tiyosülfatın) (5 ve 10 µM) çoğalma üzerine etkileri tespit edilmiştir. İlk denemede armut anaçlarında (OHxF-97 ve OHxF-333) en yüksek sürgün sayısını sırasıyla, 5.2-2.1 adet/eksplant verdiği, sürgün uzunluklarında 27.42-24.96 mm arasında değiştiği, 2 mg/l, BAP+0.5 mg/l İBA ile desteklenmiş MS ortamında elde edilmiştir. 2. denemede OHxF-97 armut anacında farklı karbon kaynağı ve GTS çoğalma da etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmakla beraber OHxF-333 anacında glikoz+5 µM GTS ve glikoz sürgün sayısını sırasıyla, 2.6 ve 2.5 adet/eksplant önemli oranda artırdığını tespit etmişlerdir. Ayrıca en yüksek köklenme 1. deneme de her iki anaç için 2 mg/l İBA içeren aktif kömürsüz ½ MS ortamında, 2 deneme için 2 mg/l İBA+150 mg/l demir (Fe-EDDHA) ilave edilmiş ½ MS ortamında olduğunu tespit etmişlerdir. Araştırma ışığında elde edilen bulgulara göre, OHxF-97 mikroçoğaltım için uygun olduğu lakin OHxF-333 için hala araştırılması gerektiğini vurgulamışlardır. Ayrıca BAP bitki büyüme düzenleyicisi yeterli sonuç verdiğini ancak daha iyi sonuçlar elde edebilmek için farklı bitki büyüme düzenleyicilerle (BBD) kombinasyonlarının birlikte etkisinin incelenmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Alizadeh ve ark., (2023) yaptıkları çalışmada OHxF 333 klon armut anacında mikroçeliklerin aseptik koşullarda in vitro köklenmesi üzerinde polivinil alkol (PVA), indolbütirik asit (IBA) ve indolasetikasit (IAA)'nın

etkilerini incelemiştir. 1. denemede PVA; hızlı daldırma, 200 ppm IBA uygulanmış mikro çelikler, 0, 1, 2 ve 3 gl-1 PVA ilave edilmiş, ½ olan MS temel besin ortamında kültüre alınmıştır. 2. denemede ise; IBA ve IAA'nın 0, 12, 24, 48, 120 ve 240 ppm dozlarının yavaş daldırma yöntemiyle 1 saat uygulandığı mikro çelikler, PVA içermeyen aynı temel besin ortamına transfer edilmiştir. Çalışmalar ışığında ilk denemede köklenme oranının %75-100 arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca köklenme düzeyi, kök sayısı ve kök uzunluğu sırasıyla 2.51, 3.54 ortalama ve 17.0 mm olduğunu tespit etmişlerdir. 2. denemede ise en yüksek köklenme oranları IAA'nın 48, 120, 240 ppm ve IBA'nın 12, 24, 120 ppm uygulamalarında %50,0-83,3 oranları arasında değiştiği tespit edilmiştir. Sonuç olarak yapılan bu denemede protokol ile kallus gelişimi olmadan OHxF 333 anacında bol miktarda sağlıklı in vitro bitki üretimi mümkün olabildiğini vurgulamışlardır.

Pınar ve Uzun (2024) gerçekleştirdikleri çalışmada; yabani armutların mikroçoğaltımın yüzey sterilizasyonu için yeterli protokollerin bulunmadığını vurgulamıştır. Araştırmada 6 farklı bölgeden alınan yabani armut genotipinin eksplantlarına (sürgün ucu) 4 farklı sterilizasyon yöntemi uygulanmıştır. Araştırmanın amacı eksplantlarda bakteriyel ve fungal enfeksiyon ile bitki gelişimi incelenmiştir. Araştırma bulgularına en iyi sonuç protokol-4'te; öncelikle Tween 20 ile yıkanıp durulanıp ardından %0,1'lik cıva klorürde 4 dakika bekletilmiştir. Ardından sürgün uçları üç kez steril saf su ile durulanmıştır. Protokol-4 uygulanan genotiplerde herhangi bir kontaminasyona rastlamamıştır. Ayrıca elde edilen sonuçlar göre kontaminasyon ve bitki gelişiminin genotipler ile uygulanan protokollere göre değişim gösterdiğini vurgulamıştır.

Uyduran ve Şan, (2024) yaptıkları çalışmada OHxF 333 ve OHxF 97 armut klon anaçlarının tuza toleranslarını in vitro koşullarda incelemiştir. Armut klon anaçlarının in vitro ortamında kademeli olarak artırılan, farklı konsantrasyonlarda ½ MS ortamda, tuz 0, 50, 100, 150 ve 200 mM NaCl içeren kültüre alınmıştır. Çalışma ışığında in vitro koşullarında tuz oranı arttıkça, rejenerasyon oranı ve sürgün sayısı değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Bununla beraber zararlanma derecesinin ise önemli derecede arttığı gözlemlenmiştir. Yüksek tuz konsantrasyonunda (200 mM NaCl) sürgün canlılıklarının yüksek oranda yitirildiği gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada farklı tuz oranları uygulanan anaçlarda prolin, fenolik madde, flavonoid madde

ve çözünebilir protein içeriklerinin azaldığı tespit edilmiştir. Ancak tuz konsantrasyonlarına paralel olarak lipid peroksidasyonun arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca toplam flavonoid ve fenolik madde içeriklerinin de 150 mM NaCl uygulamasında tekrar bir yükseliş gösterdiği tespit edilmiştir

Song ve ark., (2024) yaptıkları çalışmada 5 farklı armut çeşidinin bitki büyüme düzenleyicilerinin in vitro ortamda köklenme durumunu incelemiştir. Kültür ortamına alınan çeşitlerinin kallus oluşumu başladığında kök gelişimini teşvik etmek için yüksek konsantrasyonda 1 mg L⁻¹ IBA ve 1 mg L⁻¹ NAA ve 20 g L⁻¹ sukroz kombinasyonu ile 1/2 MS, ardından mikro sürgünlerin kök gelişimini teşvik etmek için ışık koşullarında BBD'siz 30 g L⁻¹ sukroz ile 1/2 MS kombinasyonu uygulanmıştır. Bu in vitro çoğaltma yöntemi Avrupa armudu (*P. communis*, %66,7, %87,2 ve %100), Asya armudu (*P. pyrifolia*, %60) ve bir armut melezi (*P. pyrifolia* × *P. communis*, %83,3) için yüksek köklenme oranları göstermiştir. Bu çalışmada elde edilen köklenme verileri; armutta tesadüfi kök oluşumunun başlangıçta yüksek konsantrasyonda oksin uygulaması gerektirdiğini ve oksin şokunun süresinin köklenme verimliliğini belirlediğini doğrulamıştır. Çalışma ışığında belirlenen protokolün *Pyrus* germ plazmasının ve diğer odunsu bitkilerin in vitro kök indüksiyonu için etkili bir yöntem olarak yaygın olarak kullanılabileceğini vurgulamıştır.

Kucher ve ark., (2024) yaptıkları çalışmada; iki *Pyrus* türü ve dört armut çeşidinden alınan genç sürgünler ile üç yaşındaki bitkilerin apikal meristemlerin eksplantları için mikroçoğaltım protokollerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Yapılan sterilizasyon işleminden sonra (%70 etanol, NaOCl, HgCl₂, AgNO₃, Tween 80) MS besin ortamına yerleştirilmiştir. Ardından sürgün ve kök rejenarasyonu için MS, DKW ve WPM gibi farklı besin ortamları oluşturulmuştur. Sonuçlar ışığında kontaminasyona karşı en etkili olan bileşenin civa diklorür (HgCl₂) olduğunu tespit etmişlerdir. *P. communis* eksplantlarının 2,0 mg/L 6-BAP ve 0,01 mg/L IBA ilaveli MS besiyerinde, *P. salicifolia* eksplantlarının ise 2,5 mg/L 6-BAP ve 0,1 mg/L IBA ilaveli DKW besiyerinde başarılı olduğunu tespit ederek bu protokolün önerilmesini vurgulamışlardır.

4. SONUÇ

Armut bitkisi, dünyanın ılıman bölgelerinde yetiştirilen ve ekonomik açıdan önemli meyvelerden biridir. Armut türünün geleneksel yöntemlerle

çoğaltılması zaman alıcıdır. Armut yetiştiriciliğinde geleneksel yöntemlere kıyasla *in vitro* çoğaltma yöntemi iyi bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. *In vitro* doku kültürü tekniği bitkisel üretimde birçok avantaj sağlamaktadır. Bu avantajlar sayesinde önemli çeşitlerin kitlesel olarak çoğaltılması ve vejetatif olarak hızlı, yıl boyunca üretim yapma olanağı sağlanabilir. Araştırmacıların geliştirdiği farklı teknik ve besin ortamı protokolleri sayesinde tarımsal sürdürülebilirlik için gelecek vadeden bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu teknik üretimde birçok avantaj sağlamasına rağmen başarıyı etkileyen durumlarda bulunmaktadır. Özellikle yapılan çalışmalar incelendiğinde bitki mikroçoğaltımında çoğalma oranı, sürgün uzunluğu ve sürgün sayısı gibi parametrelerin, kültür ortamının türüne, bitki büyüme düzenleyicilerin konsantrasyonuna ve kültür çeşidine bağlı olarak değişmektedir.

Armut (*Pyrus* spp.) eksplantlarının *in vitro* köklenmesi, çeşitli çalışmalarda bildirildiği üzere zor olduğu kanıtlanmıştır. *In vitro* sürgün ve kök indüksiyonu, bitki hormonlarının, kültür ortamı bileşenlerinin ve bitki büyüme düzenleyicilerinin kombinasyonları ile konsantrasyonları gibi çeşitli faktörlerden önemli ölçüde etkilenmektedir. Bitki doku kültürü tekniklerinde en sık kullanılan besin ortamları arasında, farklı armut türleri, çeşitleri ve genotipleri için Murashige ve Skoog (MS), DKW (Driver-Kuniyuki Walnut) ve WPM (Woody Plant Medium-Odunsu Bitki Ortamı) yer almaktadır. Ayrıca armut (*Pyrus* spp.) sürgün ve kök indüksiyonunda oksin grubu önemli bir rol oynamaktadır. MS ortamında yaygın olarak indol-3-bütirik asit (IBA), naftalenasetik asit (NAA) ve indolasetik asit (IAA) gibi oksinleri ile benzylaminopurine (BAP), tidiazuron (TDZ), kinetin (Kin) gibi sitokininler kullanılmaktadır. Önceden yapılan araştırma bulguları incelendiğinde armut çeşidine bağlı olarak farklı hormon kombinasyonların farklı sonuçlar verdiğini veya daha uzun indüksiyon süreleri gerektiği göstermiştir. Bunun temel sebebi olarak araştırmacılar; *Pyrus* cinsinin geniş genetik çeşitliliğinden kaynaklandığını ve bu durumun birçok genotip için mikroçoğaltımı zorlaştırdığını vurgulanmıştır. Ayrıca daha önce yapılan literatür çalışmalarında armut eksplantlarının *in vitro* köklenmesi için tek bir evrensel yöntem olmadığı belirtilmiştir.

Pyrus genotiplerinin yoğun olarak fenolik bileşen içermesi, *in vitro* sürgün rejenerasyon çalışmalarında doku kararması sorunu yaşanmasına neden

olmaktadır. Armut genotiplerinin mikroçoğaltımında karşılaşılan en önemli sorunlardan birisi budur. Ekplantta oluşturulan yara dokudan meydana gelen yoğun fenolik madde salgısı nedeniyle bu aşamada kültürlerin hızla yenilenmesi ve doku kararmasının ekplant kaybına neden olmayacak şekilde besi yeri optimizasyonunun yapılması (ortama aktif kömür eklenmesi gibi) son derece önemlidir.

Sonuç olarak; daha önceki araştırmalar incelendiğinde, doku kültürü tekniği sistemlerinin geliştirilmesi, yalnızca bitki ıslah programlarını ve büyük ölçekli çoğaltmayı geliştirmek için değil, aynı zamanda armut genotiplerinde bitki gelişimi, anaç ve çeşit ıslahı çalışmalarında abiyotik ve biyotik streslere karşı tolerans ve kriyoprezervasyon çalışmaları için de çok önemlidir. Armutların yüksek ekonomik değeri nedeniyle, genetik iyileştirme ve ticari üretim için elit klonlar oluşturmak için başarılı bir *in vitro* rejenerasyon programı geliştirmek esastır. Bazı armut çeşitlerinde ilerleme kaydedilmiş olsa da farklı genotipler arasında sürgün ve köklenme verimliliğindeki değişkenlik, geniş çapta uygulanabilir bir sürgün ve kök indüksiyon teknolojisinin geliştirilmesini gerektirmektedir.

KAYNAKÇA

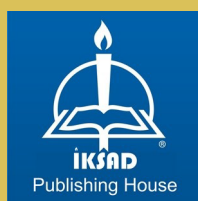
- Ahmad, I., Hussain, T., Ashraf, I., Nafees, M., Maryam, R. M., & Iqbal, M. (2013). Lethal effects of secondary metabolites on plant tissue culture. *Am Eurasian J Agric Environ Sci*, 13(4), 539-547.
- Ahmed, M. A., Miao, M., Pratsinakis, E. D., Zhang, H., Wang, W., Yuan, Y., ... & Wu, B. (2021). Protoplast Isolation, Fusion, Culture and Transformation in the Woody Plant *Jasminum* spp. *Agriculture*, 11(8), 699.
- Alizadeh, S., Polat, G., & Dumanoglu, H. (2018). Old Home x Farmingdale 333 armut anacının in vitro köklenmesi üzerine oksin ve polivinil alkol uygulamalarının etkileri. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, 35(Ek Sayı), 47-53.
- Andersone, U. and Ievinsh, 2002. Changes of morphogenic competence in mature *Pinus sylvestris* L. buds *in vitro*. *Ann. Bot.*, 90: 293-298.
- Aydınlı, M., & Yıldırım, F. (2023). Armut Islahındaki Güncel Gelişmeler. *ANADOLU Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 33(2), 296-309.
- Aygün, A., Kırca, L. Ahlat (*Pyrus elaeagnifolia*). In *Minör Meyveler II*; Sülüoğlu Durum, M., Polat, M., Eds.; İKSAD Publishing House: Ankara, Türkiye, 2023; pp. 61-91
- Aykas, L., Kafa, G., Uzun, M., Doğan, A., Özdemir, M., Uğur, R., ... & Kaya, H. (2018). Türkiye arazi gen bankaları. *Anadolu Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 28(2), 76-87.
- Balık, A., & Kazankaya, A. (2024). *Sert Kabuklu Meyve Türlerinin Doku Kültürü ile Çoğaltılması*. Bildiri Kitabı. Pp 82-88. Ahi Evran Üniversitesi, IV. International Congress on Scientific Research, 26-28 Nisan 2024, Kırşehir.
- Bell, R. L., & Itai, A. (2010). *Pyrus*. In *Wild crop relatives: genomic and breeding resources: temperate fruits* (pp. 147-177). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Bhojwani, S. S., Dantu, P. K., Bhojwani, S. S., & Dantu, P. K. (2013). Micropropagation. *Plant tissue culture: An introductory text*, 245-274.
- Bolat, D. İ., & İkinci, D. (2019). Meyvecilikte Anaç Kullanımı. I. *Uluslararası Harran Multidisipliner Çalışma Kongresi*. ss. 278-283
- Bridgen, M. P., Van Houtven, W., & Eeckhaut, T. (2018). Plant tissue culture techniques for breeding. In *Ornamental crops* (pp. 127-144). Cham: Springer International Publishing.
- Cassels A.C. & Doyle B.M. 2005 Pathogen and biological contamination management: the road ahead. pp. 35-50 in LoyolaVargas V.M. &

- Vázquez-Flota F. (eds.). Plant Cell Culture Protocols. Humana Press, New York
- Chevreau, E., Thibault, B., & Arnaud, Y. (1992). Micropropagation of pear (*Pyrus communis* L.). In *High-tech and micropropagation II* (pp. 244-261). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Colla, G., Hoagland, L., Ruzzi, M., Cardarelli, M., Bonini, P., Canaguier, R., & Roupheal, Y. (2017). Biostimulant action of protein hydrolysates: Unraveling their effects on plant physiology and microbiome. *Frontiers in plant science*, 8, 2202.
- Dinçer, D., Bekçi, B., & Bekiryazıcı, F. (2016). Türkiye'deki doğal bitki türlerinin üretiminde doku kültürü tekniklerinin kullanımı. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5, 295-302.
- Ekici, İ., & Yıldırım, A. N. (2017). Asya armut (*Pyrus pyrifolia* L.) çeşitlerinin Uşak koşullarında morfolojik, fenolojik, pomolojik ve bazı biyokimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 21(1), 118-124.
- Fabbri, A., Lambardi, M., & Ozden-Tokatli, Y. (2009). Olive Breeding. In *Breeding Plantation Tree Crops: Tropical Species*; Jain, S.M., Priyadarshan, P.M., Eds.; Springer: New York, NY, USA, 2009; pp. 423-465. ISBN 978-0-387-71201-7.
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (Eds.). (2007). Plant propagation by tissue culture: volume 1. the background (Vol. 1). *Springer Science & Business Media*
- Gerçekcioğlu, R., Bilgener, Ş., & Soylu, A. (2012). *Genel Meyvecilik -Meyve Yetiştiriciliğinin Esasları*. Nobel Akademik Yayıncılık. 359s.
- Grzelak, M., Pacholczak, A., & Nowakowska, K. (2024). Challenges and insights in the acclimatization step of micropropagated woody plants. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, 159(3), 72.
- Haberal, E. (2023). Rize'nin Fındıklı İlçesinde Yetişen Yerel Armut Çeşitlerinin Pomolojik ve Morfolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, *Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Rize, 63s.
- Hepaksoy, S. (2019). Meyvecilikte anaç kullanımı: Armut anaçları. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 12(2), 69-74.
- Hussain, A., Qarshi, I. A., Nazir, H., & Ullah, I. (2012). Plant tissue culture: current status and opportunities. In *Recent advances in plant in vitro culture*. IntechOpen. pp. 210.
- Kaçar, Y. A. (2024). Somaclonal variation in *in vitro* culture. In *Book of Proceedings*, pp156.

- Kaviani, B., Barandan, A., Tymoszek, A., & Kulus, D. (2023). Optimization of *in vitro* propagation of pear (*Pyrus communis* L.) Pyrodwarf rootstock. *Agronomy*, 13(1), 268.
- Kayın, N., & Turan, F. (2023). Bitki Doku Kültürünün Biyoteknolojik Olarak Kullanımı. *Journal of Agricultural Biotechnology*, 4(1), 1-10.
- Kesik, A. (2021). Tescilli bazı SÖ ayva anaçlarının, Williams, Beurre Hardy ve Passe Crassane armut çeşitlerinde genç ağaçların vejetatif ve generatif gelişimleri üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 43s.
- Kevers, C.; Franck, T.; Strasser, RJ; Dommes, S.; Gaspar, T. Mikro çoğaltılmış sürgünlerin hiperhidrisitesi: Tipik olarak stres kaynaklı fizyolojik durum değişikliği. *Bitki Hücre Doku Organ Kültü.* 2004, 77, 181-191.
- Kotb, O. M., Abd El-Latif, F. M., Atawia, A. R., Saleh, S. S., & El-Gioushy, S. F. (2020). In vitro propagation and callus induction of pear (*Pyrus communis* L.) Cv. Le-Conte. *Asian J. Biotechnol. Genet. Eng.*, 3, 1-10.
- Kruglova, N., Zinatullina, A., & Yegorova, N. (2023). *In vitro* kallus kültürlerinde morfogenezin incelenmesine yönelik histolojik yaklaşım: bir inceleme. *Uluslararası Bitki Biyolojisi Dergisi*, 14 (2), 533-545.
- Kucher, N., Hrabovyi, V., Opalko, O., Zamorskyi, V., & Opalko, A. (2024). *In vitro* propagation of Pear (*Pyrus communis* L.). *Біологічні студії/Studia Biologica*, 18(4), 157-174.
- Kumar, A., Kumar, A., Kumar, V., Tiwari, B., Singh, S., & Pandey, V. (2023). Evaluation of different elite pear (*Pyrus communis* L.) varieties for north western plain zone of Uttar Pradesh, India. *International Journal of Environment and Climate Change*, 13(6), 484-492.
- Kurt, T., Öztürk, A., & Faız, Z. A. (2022). Determination of phenological and morphological characteristics of some standard pear cultivars on different quince clonal rootstocks. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi*, 12(2), 782-801.
- Litz, R.E. and N. Vijayakumar, 1988. *In vitro* somatic embryogenesis from the nucellus of mango. *Acta Horti*, 231: 473-5.
- Lotfi, M., Bayoudh, C., Majdoub, A., & Mars, M. (2020). An optimized protocol for in vitro propagation of *Pyrus communis* and *Pyrus syriaca* using apical-bud microcuttings. *Journal of Horticulture and Postharvest Research*, 3(1), 1-10.
- Osman, S. I. A. (2022). *Bazı Pyrus türlerinde mikro çeliklerin ex vitro köklenmesi ve in vitro bitkiciklerin dış koşullara alıştırılmasında yüzen su kültürü tekniğinin kullanımı üzerinde araştırmalar* (Doctoral dissertation, Ankara Üniversitesi (Turkey)).

- Öz, M. H., & Aslantaş, R. (2015). Doğu Anadolu Bölgesi armut genotiplerinin morfolojik karakterizasyonu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 46(2), 93-106.
- Pakyürek, M., & Dumanoglu, H. (2019). Effects of saline stress on *in vitro* seed germination and seedling growth of some Turkish fig cultivars (*Ficus carica* L.). *Applied Ecology And Environmental Research*, 17(6):13485-13492.
- Pakyürek, M., & Hepaksoy, S. (2019a). A Study on *In Vitro* Propagation Possibilities of Some Clone Rootstocks of *Prunus* Species. *International Journal of Scientific and Technological Research*. 5(9), 65-84.
- Pakyürek, M., & Hepaksoy, S. (2019b). *In Vitro* Propagation of Weiroot 158. *EJONS International Journal on Mathematic, Engineering and Natural Sciences*, 3(11), 108-118.
- Pakyürek, M., & Hepaksoy, S. (2020). A Research on Micropropagation of Pixy Rootstock. *Euroasia Mathematics, Engineering, Natural and Medical Sciences*, 7(8), 160-169.
- <https://doi.org/10.38065/euroasiaorg.31>.
- Phillips, G. C., & Garda, M. (2019). Plant tissue culture media and practices: an overview. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 55(3), 242-257.
- Pınar, H., & Uzun, A. (2024). Determination of The Effect of Different Sterilization Protocols for *In Vitro* Shoot Tip Culture in Some Wild Pear (*P. Elaeagnifolia*) Genotypes. *Current Trends in Natural Sciences*, 13(25), 123-129.
- Polivanova, O. B., & Bedarev, V. A. (2022). Hyperhydricity in plant tissue culture. *Plants*, 11(23), 3313.
- Qingrong, S., Qingzhong, L., & Ruihua, Z. (2003). Somatic embryo genesis from *in vitro* leaves of pear. *Acta Horticulturae Sinica*, 30(1), 85.
- Reed, B. M., Wada, S., DeNoma, J., & Niedz, R. P. (2013). Mineral nutrition influences physiological responses of pear *in vitro*. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 49(6), 699-709.
- Song, J. Y., Bae, J., Lee, W., Lee, J. R., & Yoon, M. S. (2022). *In vitro* root induction from shoot explants of pear (*Pyrus* spp.). *Korean Journal of Plant Resources*, 35(6), 770-777.
- Song, J. Y., Bae, J., Lee, Y. Y., Han, J. W., Lee, Y. J., Nam, S. H., ... & Yun, B. H. (2024). High-Efficiency *In Vitro* Root Induction in Pear Microshoots (*Pyrus* spp.). *Plants*, 13(14), 1904.
- Sülüsoğlu Durul M., & Tekin, N. (2022). Meyve Türlerinde Somatik Embriyogenez. *II-International Conference on Global Practice of*

- Multidisciplinary Scientific Studies*. 26-28 Temmuz 2022, Batum, Gürcistan. pp. 1029-1041.
- Thorpe, T. A. (2007). History of plant tissue culture. *Molecular biotechnology*, 37, 169-180.
- Tuncel, Y. E., & Şan, B. (2023). OHxF 97 ve OHxF 333 Armut Klon Anaçlarının Mikroçoğaltımı. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 38(2), 315-330.
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK),
<https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=tarim-111&dil=1>
Erişim Tarihi: 20.06.2025
- Uğur, K., Doğan, M., & Kaya, A. (2019). Alternanthera reineckii Briq.'nin doku kültürü çalışmaları için yüzey sterilizasyonunun optimizasyonu. *Eurasian Journal of Biological and Chemical Sciences*, 2(1), 24-28.
- Uyduran, E., & Şan, B. (2024). *In vitro* Determination of Salt Stress Responses of OH× F 333 and OH× F 97 Pear Clonal Rootstocks. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 27(4), 817-827.
- Yi, J., Lee, G., Chung, J., Lee, Y., Gwag, J. ve Lee, S. (2015). Kurum uçları ve düğüm eksplantları kullanılarak armut germ plazmasının verimli mikro çoğaltılması. *Kore Bitki Kaynakları Dergisi*, 28 (6), 690-696.
- Wada, S., Niedz, R. P., & Reed, B. M. (2015). Determining nitrate and ammonium requirements for optimal *in vitro* response of diverse pear species. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant*, 51(1), 19-27.



ISBN: 978-625-378-533-8